

UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Distribuce modelových skupin edafonu
v Národní přírodní památce Pouzdřanská step – Kolby

Zuzana Jurtíková

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

jako součást požadavků
na získání titulu Mgr. v oboru
Ekologie a ochrana životního prostředí

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

Olomouc 2019

Jurtíková, Z.: Distribuce modelových skupin edafonu v Národní přírodní památce Pouzdřanská step – Kolby. Diplomová práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 47 s., 3 přílohy, česky.

Abstrakt

Národní přírodní památka Pouzdřanská step – Kolby představuje významnou lokalitu pro stepní druhy živočichů. Distribuce stonožek a suchozemských stejnonožců byla zkoumána pomocí metody zemních pastí. Nejpočetnějšími druhy stonožek byly *Lithobius latro*, *Lithobius mutabilis* a *Lithobius forficatus*. U suchozemských stejnonožců vykazovaly největší početnosti druhy *Armadillidium vulgare*, *Porcellium collicola* a typicky stepní druh *Trachelipus nodulosus*. Na základě srovnání shlukových analýz podobnosti lokalit využitím početností druhů jsou stonožky i suchozemští stejnonožci stejně užitečné modelové skupiny edafonu jako střevlíkovití brouci. Vinice se jevila jako velmi vhodný náhradní biotop pro stepní druhy.

Klíčová slova: stonožky, suchozemští stejnonožci, step, vinice, bioindikace

Jurtíková, Z.: The distribution of selected taxa of soil fauna in Pouzdřanská step – Kolby National Natural Monument. Diploma thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacky University in Olomouc, 47 pp., 3 Appendices, in Czech.

Abstract

Pouzďanská step – Kolby National Natural Monument is an important site for steppe animal species. The distribution of centipedes and terrestrial isopods was investigated using pitfall traps. The most abundant species of centipedes were *Lithobius latro*, *Lithobius mutabilis* and *Lithobius forficatus*. The most abundant species of terrestrial isopods were *Armadillidium vulgare*, *Porcellium collicola* and typical steppe species *Trachelipus nodulosus*. Using cluster analyses of localities similarity, results based on abundances of centipedes and terrestrial isopods were similar to those ones of ground beetles, usual model group of soil invertebrates. The vineyard appeared to be a very suitable habitat for steppe species.

Key words: centipedes, terrestrial isopods, steppe, vineyard, bioindication

Prohlášení

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

V Olomouci dne 29. července 2019

.....

podpis

Obsah

Seznam obrázků.....	vii
Poděkování	viii
1. Úvod.....	1
1.1 Stepi.....	1
1.1.1 Historie suchých trávníků na území ČR	2
1.1.2 Současný stav	2
1.1.3 Ohrožení a management	3
1.2 Bioindikační potenciál půdních bezobratlých.....	4
2. Cíle práce.....	8
3. Metodika.....	9
3.1 Charakteristika území	9
3.2 NPP Pouzdřanská step – Kolby.....	9
3.3 Umístění pastí v roce 2005	9
3.4 Umístění pastí v roce 2006	13
3.5 Metody sběru bezobratlých.....	15
3.6 Analýza dat	16
4. Výsledky.....	17
4.1 Rok 2005.....	17
4.1.1 Analýza podobnosti lokalit	17
4.2 Rok 2006.....	22
4.2.1 Analýza podobnosti lokalit	23
5. Diskuse	27
6. Závěr	32
7. Literatura	33
Přílohy	38
Seznam příloh	38

Seznam obrázků

Obrázek 1. Letecký snímek lokalit v roce 2005	13
Obrázek 2. Letecký snímek lokalit v roce 2006	15
Obrázek 3. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů stonožek, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	18
Obrázek 4. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů střevlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	19
Obrázek 5. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů stonožek, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	20
Obrázek 6. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů střevlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	21
Obrázek 7. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominancí druhů střevlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	22
Obrázek 8. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	23
Obrázek 9. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	24
Obrázek 10. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	24
Obrázek 11. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	25
Obrázek 12. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominance druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	26
Obrázek 13. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominance druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.....	26

Poděkování

Ráda bych poděkovala především vedoucímu své diplomové práce doc. Tufovi za jeho velmi cenné rady, poskytnuté materiály, čas a velkou trpělivost. Poděkování patří také Ing. Prchalovi, jehož materiál i data vycházející z jeho výzkumu jsem využila, a dr. Hulovi (Mendelova univerzita v Brně) za poskytnutý materiál stonožek a stejnonožců k determinaci. Děkuji také svým přátelům za obrovskou psychickou podporu.

1. Úvod

1.1 Stepi

Stepi neboli xerothermní suché trávníky patří do třídy *Festuco–Brometea*. Jedná se o vegetaci teplejších suchých oblastí rostoucí na půdách chudých na živiny, často s vápnným podkladem.

Většinou jde o vegetaci vzniklou sekundárně na místě původních teplomilných doubrav nebo dubohabřin. Vzácněji se jedná o relikv primárního bezlesí, které se na našem území udrželo na extrémních a nejsušších místech již od poslední doby ledové – tedy celý holocén (Chytrý a kol. 2010).

Chytrý a kol. (2007) vymezili ve třídě *Festuco–Brometea* pět různých typů suchých trávníků, které najdeme na našem území. První skupinu tvoří tzv. skalní stepi. Rostou na velmi mělkých, často bazických půdách skalnatých svahů. Náleží sem svaz *Alyso-Festucion pallentis* (hercynská skalní vegetace s kostřavou sivou) – v ČR typická v severních a středních Čechách, má více střeoevropských druhů; svaz *Bromo pannonici-Festucion pallentis* (panonská skalní vegetace s kostřavou sivou) – typická na jižní Moravě (zvláště Pálava), má více submediteránních a kontinentálních druhů a svaz *Diantho lummitzeri-Seslerion* (pěchavové trávníky) – tento suchý trávník s pěchavou vápnomilnou (*Sesleria caerulea*) najdeme např. v moravských i českých krasových oblastech.

Druhou skupinou jsou úzkolisté suché trávníky (svaz *Festucion valesiaca*) s dominancí travin jako např. *Festuca valesiaca* (kostřava walliská), *Stipa* sp. (kavyl), *Carex humilis* (ostřice nízká) – najdeme je na středně hlubokých, suchých půdách jižní Moravy i v severních a středních Čechách.

Do třetí skupiny – tzv. širokolistých suchých trávníků náleží svazy *Bromion erecti* (subatlantské širokolisté suché trávníky) a *Cirsio-Brachypodium pinnati* (subkontinentální širokolisté suché trávníky). Rostou na hlubších a relativně vlhčích půdách. Porost tvoří hlavně válečka prapořitá (*Brachypodium pinnati*) a sveřep vzpřímený (*Bromus erectus*) spolu s druhy širokolistých vytrvalých rostlin.

Čtvrtou skupinu tvoří acidofilní suché trávníky (svaz *Koelerio-Phleion phleoidis*). Najdeme je na mělkých až středně hlubokých kyselých půdách.

Pátá skupina zahrnuje společenstva lesních lemů svazu *Geranion sanguinei* (suché bylinné lemy) a *Trifolion medii* (mezofilní bylinné lemy). Představují přechodnou zónu mezi suchými trávníky a teplomilnými lesy.

1.1.1 Historie suchých trávníků na území ČR

Stepi střední Evropy jsou staré více než 10 000 let – pochází z období poslední doby ledové. Nejdůležitější pro udržení bezlesí bylo tehdejší sice chladné, ale hlavně suché klima a pravděpodobně i pastva velmi početných stád velkých býložravců. Ti měli zřejmě vliv na udržení bezlesí i po skončení doby ledové (Sommer a kol. 2011). V té době se sprašová glaciální step začala přeměňovat ve step kontinentální s rozptýlenou dřevinnou vegetací (Hejcman a kol. 2013). V období boreálu (8500–6500 let př. n. l.) došlo vlivem změny klimatu k obrovskému rozšíření lesů. Primární bezlesí se udrželo pouze na extrémních místech (písky, skály, sutě apod.). V nejsušších a zároveň velmi teplých oblastech se na hlubokých půdách zachovaly černozemní stepi a na vápnatých podkladech skalní stepi (Pivničková 1997). Přibližně 5500–5000 let př. n. l. (v období neolitu) začíná mít na udržení bezlesí vliv člověk. Kácením a vypalováním lesa, ale také pastvou svého dobytka, začal vytvářet tzv. sekundární bezlesí a přispívat k opětovnému rozšiřování bezlesých ploch. Své zemědělské činnosti soustřeďoval do teplých a úrodných oblastí našeho území jako je jih Moravy nebo sever a střed Čech (Buček 2000), kde suché stepní trávníky najdeme dodnes. Velcí býložravci jako zubr, pratur a tarpan, kteří se svou pastvou na udržování bezlesí do té doby přirozeně podíleli, byli člověkem vyhubeni. Zastoupila je však pastva domestikovaných zvířat.

Od té doby se vliv člověka na formování krajiny pořád zvyšoval. Úbytek pastevevství v novověku a nahrazení jinými méně vhodnými způsoby hospodaření mělo za následek degradaci či zánik spousty vzácných suchých porostů. Tyto problémy jsou aktuální i v dnešní době (Ložek 2012).

1.1.2 Současný stav

Na území České republiky najdeme suché trávníky v nejsušších a nejteplejších oblastech severních, středních a východních Čech a na jižní a střední Moravě. Z celkové rozlohy ČR, která činí cca 7,88 mil ha, zabírají suché trávníky

jen asi 17 500 ha (Chytrý a kol. 2010). Plošný rozsah těchto biotopů je sice ve srovnání s lesními biotopy (2,67 mil ha) nepatrný, o to významnější je však jejich druhové bohatství. Suché trávníky na vápnitěm podkladu mají totiž největší druhovou diverzitu ze všech evropských travních společenstev (Hejcman a kol. 2013), na čemž se významně podílí právě zásadité pH půdy (Chytrý a kol. 2003). Ve vápnitých půdách je značně snížena dostupnost prvků jako je železo, fosfor a mangan, které rostliny potřebují ke své výživě (Tyler 2003). Tento nedostatek živin ve spojení se suchem a zimními holomrazy umožňuje růst sice konkurenčně slabších, ale více adaptovaných a často i vzácných druhů (Chytrý a kol. 2007).

Nedocenitelné jsou tyto biotopy i z faunistického hlediska, především pro velké množství xerofilních druhů bezobratlých. Významné jsou také např. pro plazy a různé druhy ptáků (Verhulst 2004). Spolu s extenzivní pastvou vznikají velmi heterogenní plochy se spoustou mikrohabitatů, kterých využívají nejrůznější druhy živočichů – např. koprofilní hmyz na výkalech (Wallis De Vries a kol. 2007).

1.1.3 Ohrožení a management

Postupnou degradaci a zánik spousty suchých trávníků odstartovala v 18. století průmyslová revoluce, kdy došlo k velkým hospodářským změnám, lidé se z venkova začali přesouvat do měst a o lokality tak neměl kdo pečovat. Ještě horší vliv měla na tyto biotopy kolektivizace zemědělství v druhé polovině 20. století. Tehdy se mimo jiné dobytek přesunul z pastvin do uzavřených hal, bývalé pastviny se začaly intenzivně hnojit a využívat pro produkci krmiva pro zvířata nebo se přestaly využívat úplně a postupně zarostly – tím se naprosto změnilo jejich druhové složení a ztratily svou biologickou hodnotu (Ložek 2012). Tyto způsoby ohrožení jsou pořád aktuální. Nadbytek dusíku v půdě, vlivem imisí atmosférického dusíku a používání umělých hnojiv v okolí, má za následek eutrofizaci prostředí a expanzi konkurenčně silných druhů vysokých trav – jako je *Arrhenatherum elatius* (ovsík vyvýšený) a *Calamagrostis epigejos* (třtina křovištní). Boj s těmito expanzivními druhy je pak velice zdlouhavý a náročný (Fiala a kol. 2004, Chytrý a kol. 2010).

Převážná část suchých trávníků na našem území vznikla druhotně činností člověka. K tomu, aby si suché trávníky dokázaly i nadále udržet svou velkou druhovou diverzitu, je tedy nutné o ně aktivně pečovat. Tato péče musí být pro každou lokalitu

upravena podle stávajících podmínek. Převážně ale spočívá v (1) odstraňování dřevin, aby se omezilo zarůstání lokality, (2) pastvě ovcí a koz, čímž dochází mimo jiné také k narušování drnu, což usnadňuje klíčení konkurenčně slabších druhů, (3) případně může být na některých lokalitách provedena i seč s následným odvozem usušené biomasy – maximálně však 1× za rok (Háková a kol. 2004).

1.2 Bioindikační potenciál půdních bezobratlých

Kromě řady druhů motýlů, ploštic, rovnokřídlého hmyzu apod. se na stepích vyskytují i vzácné a reliktní druhy půdní fauny – např. naše nejdelší žížala *Aporrectodea hrabei*; pavouci *Arctosa figurata* (slíd'ák suchomilný), *Atypus muralis* (sklípkánek pontický), *Eresus kollari* (stepník rudý), *Eresus moravicus* (stepník moravský), *Eresus sandaliatus* (stepník černonohý); ze střevlíkovitých brouků to je hlavně *Carabus hungaricus* (střevlík uherský), ale i *Calosoma auropunctatum* (krajník zlatotečný), *Cymindis miliaris*, *Dyschiriodes bonellii* a další (Hejda a kol. 2017). Jejich zastoupení nám může pomoci s posouzením stavu dané lokality, některé druhy proto mohou sloužit jako bioindikátory.

Jednou z možností, jak určit změny v kvalitě životního prostředí a zhodnotit míru zachovalosti stanoviště, je právě využití bioindikátorů. K bioindikaci jsou využívány různé skupiny půdních bezobratlých – např. chvostoskoci, roztoči, žížaly, pavouci, střevlíkovití brouci apod. (Paoletti 1999). Organismy používané k bioindikaci musí splňovat určité parametry, jako mít širokou ekologickou valenci, obývat různé typy habitatů, být s prostředím těsně propojeni (Paoletti a kol. 1991). Musí být také citliví ke změnám hlavních abiotických a biotických faktorů jako je např. teplota, vlhkost, kyselost, složení půdy nebo složení fytocenóz (Hůrka a Šustek 1995). Zároveň je velmi důležitá jejich lehká determinace, vysoká početnost, kosmopolitní rozšíření a dobrá prozkoumanost z hlediska způsobu jejich života a ekologických nároků (Vávrová a kol. 2003). Biologická indikace vychází z principu ekologické valence (tolerance působení určitého faktoru na organismus). Podstatou je rozdělení jednotlivých druhů do kategorií podle jejich bioindikační hodnoty (Hůrka a kol. 1996). Stanovení bioindikátorů platí pouze v prostředí, ve kterém k němu došlo. V odlišném prostředí totiž mohou být druhy limitovány jinými faktory.

Znalost ekologických nároků druhu je pro posouzení charakteru biotopu klíčová. Některé druhy totiž vynikají afinitou k určitému typu stanoviště. Typicky jsou to např. jeskynní druhy a druhy podzemních prostor. Sket (2008) tyto druhy klasifikuje podle jejich ekologických nároků na troglobionty, eutroglofily, subtroglofily a trogloxyeny. Troglobionty nenajdeme nikde jinde než v podzemních habitatech, na povrchu se vůbec neobjevují – v ČR např. pavouk *Porrhomma profundum* (plachetnatka hlubinná) (Růžička 2015).

Nemusíme se ale soustředit pouze na daný druh. Zaměřit se můžeme také na celé společenstvo jako celek (Van Straalen 1998). Společenstvo můžeme nejjednodušeji charakterizovat pouhým součtem všech druhů, které ho utváří (= druhová bohatost). Vysoká druhová bohatost však není vhodným parametrem pro posouzení kvality příliš odlišných stanovišť. S narušením biotopu totiž dochází nejen k vymizení citlivých druhů, ale obvykle i k průniku druhů tolerujících disturbance do tohoto biotopu. Počet druhů může být užitečný snad jen v případě porovnávání „stejných“ typů biotopů o stejné ploše.

Druhová bohatost nemá pořádnou výpovědní hodnotu i proto, že nebere v potaz početnosti jednotlivých druhů ani jejich rozložení podle tříd dominance. Když vyjádříme dominanci na logaritmické stupnici, vyjde nám víceméně symetrické rozdělení. Každou odchylku z této symetrie pak můžeme brát jako indikátor stresu (Hågvar 1994). Další možností je hodnocení pomocí indexů diverzity, které spojují druhovou bohatost a ekvitabilitu (rovnoměrnost v rozložení druhů) do jednoho čísla. Vyšší číslo znamená „lepší“ společenstvo. Existuje však mnoho faktorů, které mají na diverzitu vliv, proto se indexy diverzity ukázaly jako málo citlivé (Siepel a Van de Bund 1988; Kuznetzova 1994). Neberou totiž v úvahu ekologickou roli každého taxonu. Navíc může být výsledek ovlivněn velmi početným nebo velmi vzácným druhem a poskytovat tak o společenstvu zkreslené údaje. Ve skutečnosti může totiž vysoké hodnoty způsobovat přítomnost invazivních druhů namísto dobře strukturovaného společenstva (Parisi a kol. 2005).

Proto se např. při hodnocení kvality půd používají další parametry jako je poměr mezi počtem druhů roztočů a chvostoskoků. Čím je výsledná hodnota poměru vyšší, tím je půda kvalitnější. V degradovaných půdách totiž počet druhů roztočů klesá. Tato metoda se však nedá spolehlivě použít pro všechny ekosystémy. Index biologické

kvality půdy (QBS) se používá u půdních mikročlenovců, ti jsou rozděleni do skupin podle své morfologie. Tento index předpokládá, že v kvalitnějších půdách bude počet těchto morfologicky přizpůsobených skupin vyšší než v nekvalitních půdách (Parisi a kol. 2005).

Důležitá je také skladba daného společenstva. Např. zaplavování je limitující faktor pro spoustu skupin půdních bezobratlých. Ve více či méně pravidelně zaplavovaných ekosystémech se utvářejí specifická a unikátní společenstva stonožek, mnohonožek a suchozemských stejnonožců (Tajovský 1998, Tajovský 1999).

V ČR mají velký bioindikační potenciál střevlíkovití brouci (Carabidae) a pavouci (Araneae) kvůli své obrovské popularitě mezi profesionálními i amatérskými zoology a velkému počtu druhů (cca 570 druhů střevlíkovitých a 850 druhů pavouků). Střevlíkovití (Carabidae) jsou velmi citliví na používání umělých hnojiv a herbicidů. Nevýhodou však je jejich relativně velká migrační schopnost, která může vést ke špatné interpretaci výsledků (Hůrka 1996). Pavouci jsou díky své závislosti na kvalitě kořisti také použitelnými ukazateli charakteru daného stanoviště (Paoletti a kol. 1991).

Další potenciálně využívanou skupinou jsou u nás drabčíkovití (Staphylinidae) a to díky svému velmi bohatému zastoupení (cca 1400 druhů). Jde o nejpočetnější skupinu brouků na našem území. Nevýhodou však je jejich velká taxonomická náročnost a malý počet odborníků na tuto skupinu (Boháč a kol. 2007). Významnými bioindikátory na našem území jsou i stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda) a suchozemští stejnonožci (Oniscidea). Jejich výhodou je omezená schopnost šíření, protože se pohybují relativně pomalu a nemají křídla. Tyto tři skupiny se k hodnocení charakteru stanoviště často využívají společně, protože mají podobný životní styl a vzorce aktivity během roku, dosahují srovnatelných hustot, vzorkují se stejnými metodami sběru apod. (Tuf a Tufová 2008). Stonožky, mnohonožky i suchozemští stejnonožci jsou na našem území také relativně dobře prozkoumanými skupinami, i když o ně mezi odborníky zdaleka není tak velký zájem jako o střevlíkovité brouky nebo pavouky. V ČR je doposud známo 72 druhů stonožek (Tuf a Tajovský 2016), 77 druhů mnohonožek (Tajovský a Tuf 2016) a 43 druhů suchozemských stejnonožců (Orsavová a Tuf 2018). Zástupci z těchto skupin se řadí do kategorií podle své ekologické valence (Tuf a Tufová 2008), podobně jako střevlíkovití (Hůrka a kol. 1996), pavouci (Buchar 1983) a drabčíkovití (Boháč 1999). Stonožky, mnohonožky

a suchozemští stejnonožci se dělí na druhy reliktní, adaptabilní a eurytopické. Reliktní druhy obývají přírodě blízké, nenarušené habitaty s malým vlivem člověka. Adaptabilní druhy najdeme v přírodě blízkých, ale i v uměle vytvořených habitatech s podobnými podmínkami pro život. Eurytopické druhy mají nejširší ekologickou valenci a můžeme je najít v nejrůznějších habitatech. Do této kategorie spadají i druhy synantropní (Tuf a Tufová 2008).

2. Cíle práce

Pro tuto práci byl využit materiál půdních bezobratlých nachytaný na dané lokalitě a uložený ve sbírkách Ing. Vladimíra Huly, Ph.D., z Mendelovy univerzity v Brně. Motivací bylo zhodnotit tento materiál, pocházející z unikátní stepní lokality s vysokým stupněm ochrany. Cílem této práce bylo:

- determinace materiálu stonožek a suchozemských stejnonožců a vytvoření seznamu nalezených druhů,
- analýza podobnosti lokalit, respektive jednotlivých biotopů v rámci NPP, a posouzení vhodnosti vinice jako náhradního biotopu pro stepní druhy a
- posouzení vhodnosti použití stonožek a suchozemských stejnonožců k bioindikaci.

3. Metodika

3.1 Charakteristika území

Výzkum probíhal na území Národní přírodní památky (NPP) Pouzdřanská step – Kolby a v jejím blízkém okolí. Celá oblast spadala do katastrálního území obcí Uherčice a Pouzdřany v Jihomoravském kraji a ležela v nadmořské výšce 175–308 m. Území se nacházelo v teplé klimatické oblasti T4 (Quitt 1971). Z hlediska geomorfologického členění oblast náležela do Hustopečské pahorkatiny (Demek a kol. 2006).

3.2 NPP Pouzdřanská step – Kolby

Patří mezi nejvýznamnější zvláště chráněná území stepní flóry a fauny v ČR. Konkrétně zde najdeme společenstva úzkolistých suchých trávníků, širokolistých suchých trávníků a suchých bylinných lemů. Nachází se asi 1 km severovýchodně od obce Pouzdřany. Zabírá plochu o celkové výměře 156 ha, z toho cca 100 ha připadá na les – teplomilné doubravy a dubohabřiny panonského typu. Geologický podklad tvoří paleogenní jílovce a pískovce flyšového pásma. Povrch je nesouvisle překrytý spraší a sprašovými hlínami. Ve stepní části převažují půdy pararendzina typická a kambizemní, v lesní části Kolby hnědozem typická a luvizem typická (Mackovčín a kol. 2007).

3.3 Umístění pastí v roce 2005

Níže jsou použity informace z Prchalovy bakalářské práce (Prchal 2006).

Lokalita č. 1 – pole (GPS: 48°57'29.4"N, 16°39'8.56"E)

Past se nacházela uprostřed pole s kukuřicí (*Zea mays*) asi 700 m jižním směrem od obce Uherčice.

Lok. č. 2 – pole (GPS: 48°57'20.94"N, 16°39'18.22"E)

Past ležela přibližně 900 m jižně od obce Uherčice na hranici polí s brukví řepkou olejkou (*Brassica napus* subsp. *napus*) a ječmenem (*Hordeum vulgare*).

Lok. č. 3 – pole (GPS: 48°57'18.16"N, 16°39'14.21"E)

Past byla umístěna cca 1,1 km jižním směrem od obce Uherčice ve středu pole s pěstovaným ječmenem.

Lok. č. 4 – step (GPS: 48°57'13.2"N, 16°39'11.94"E)

Past byla nainstalována 1,4 km jižně od obce Uherčice na svahu pokrytém stepní vegetací s keři růže šípkové (*Rosa canina*) a hlohu obecného (*Crataegus laevigata*).

Lok. č. 5 – step (GPS: 48°57'6.44"N, 16°39'8.22"E)

Past ležela 150 m západně od lokality č. 4 na svahu se stepní vegetací mezi keřem růže a samostatně stojícím stromem trnovníku akátu (*Robinia pseudoacacia*).

Lok. č. 6 – ekoton (GPS: 48°57'4.59"N, 16°39'5.41"E)

Past se nacházela pod dubem pýřitým (*Quercus pubescens*) v přechodném pásmu mezi stepí a okrajem dubového lesa.

Lok. č. 7 – les (GPS: 48°57'3.63"N, 16°38'54.24"E)

Past byla umístěna na severním svahu pokrytém listnatým lesem, kde byl nejvíce zastoupen dub zimní (*Quercus petraea*). Dále pak lípa srdčitá (*Tilia cordata*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*) a habr obecný (*Carpinus betulus*). V bylinném patře dominovaly netykavka malokvětá (*Impatiens parviflora*) se strdivkou jednokvětou (*Melica uniflora*).

Lok. č. 8 – ekoton (GPS: 48°56'57.04"N, 16°38'50.72"E)

Past ležela mezi keři hlohu obecného a růže šípkové na rozhraní listnatého lesa a na něj navazujících stepních trávníků.

Lok. č. 9 – keře (GPS: 48°56'53.93"N, 16°38'52.05"E)

Past byla nainstalována na bývalé agrární terase zarostlé keři růže šípkové, hlohu, ptačího zobu obecného (*Ligustrum vulgare*) a bezu černého (*Sambucus nigra*).

Lok. č. 10 – step (GPS: 48°56'51.78"N, 16°38'44.68"E)

Past se nacházela na jižním svahu porostlém stepní vegetací. Poblíž stálo trouchnivé torzo stromu.

Lok. č. 11 – keře (GPS: 48°56'47.25"N, 16°38'48.98"E)

Past byla umístěna v hustě zapojeném akátovém porostu.

Lok. č. 13 – step (GPS: 48°56'36.72"N, 16°38'53.77"E)

Instalace pasti proběhla na stepním trávníku. V blízkosti stála stará suchá třešeň obecná (*Prunus avium*).

- Lok. č. 14 – keře (GPS: 48°56'37.65"N, 16°38'45.64"E)
Past byla nastražena v hustém keřovém porostu bez podrostu, konkrétně pod lískou obecnou (*Corylus avellana*). Dále se zde vyskytoval bez černý, ptačí zob obecný a brslen bradavičnatý (*Euonymus verrucosus*).
- Lok. č. 15 – step (GPS: 48°56'35.21"N, 16°38'37.08"E)
Past se nacházela na východním svahu kopce porostlého xerothermní vegetací a solitérními duby.
- Lok. č. 16 – ekoton (GPS: 48°56'22.57"N, 16°38'42.44"E)
Past byla nastražena uprostřed pásu starých ovocných stromů sousedících se stepními trávníky.
- Lok. č. 17 – step (GPS: 48°56'33.74"N, 16°38'29.06"E)
Past ležela ve svahu pokrytém společenstvy stepních trav. V blízkosti se nacházel trnovník akát.
- Lok. č. 18 – keře (GPS: 48°56'39.63"N, 16°38'24.85"E)
Past se nacházela v keřovém porostu hlohu a náletu jasanu ztepilého (*Fraxinus excelsior*).
- Lok. č. 19 – step (GPS: 48°56'43.22"N, 16°38'32.84"E)
Instalace pasti proběhla vedle keře růže šípkové ve vegetaci stepního charakteru.
- Lok. č. 20 – keře (GPS: 48°56'48.22"N, 16°38'37.92"E)
Past byla umístěna v hustém porostu hlohu obecného.
- Lok. č. 21 – keře (GPS: 48°56'50.16"N, 16°38'33.39"E)
Past ležela v porostu hlohu obecného, dubu zimního a jasanu ztepilého. Povrch půdy pokrýval pouze opad.
- Lok. č. 22 – les (GPS: 48°56'53.28"N, 16°38'39.76"E)
Past byla nainstalována v listnatém lese cca 5 m od okraje porostu. Nacházely se zde hlavně duby – dub zimní, dub pýřitý, dub letní (*Quercus robur*) a nálet jasanu ztepilého. Podrost tvořila netýkavka malokvětá spolu se svízelem vonným (*Galium odoratum*) a kopytníkem evropským (*Asarum europaeum*).

Lok. č. 23 – vinice (GPS: 48°56'49.21"N, 16°38'7.81"E)

Instalace pasti proběhla 1 km východně od obce Pouzdřany na obhospodařované terase vinice.

Lok. č. 24 – ekoton (GPS: 48°56'56.23"N, 16°38'22.55"E)

Past se nacházela na rozhraní listnatého lesa a vinice pod stromy jasanu ztepilého a javoru babyka (*Acer campestre*).

Lok. č. 25 – les (GPS: 48°57'0.52"N, 16°38'17.89"E)

Past byla nainstalována na okraji listnatého lesa ve stinném porostu dubu zimního, lípy srdčité a jasanu ztepilého. V podrostu převládal česnek medvědí (*Allium ursinum*).

Lok. č. 26 – les (GPS: 48°57'5.06"N, 16°38'39.92"E)

Past byla umístěna v jehličnatém porostu cca 1,2 km severovýchodně od obce Pouzdřany, kde převládal smrk ztepilý (*Picea abies*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*) a modřín opadavý (*Larix decidua*). Podrost tvořila převážně strdivka jednokvětá a kopytník evropský.

Lok. č. 27 – les (GPS: 48°57'11.49"N, 16°38'13.88"E)

Past ležela v rozvolněném lesním porostu dubu zimního a jasanu ztepilého. Povrch půdy byl kryt travinami a opadem.

Lok. č. 28 – les (GPS: 48°57'17.49"N, 16°38'1.58"E)

Past byla nastražena v hustě zapojeném listnatém lese, kde převládal dub zimní, jasan ztepilý a lípa srdčitá. Dále v okolí rostly také stromy javoru babyka s břízou bělokorou (*Betula pendula*). Keřové patro tvořil bez černý. Bylinné patro česnek medvědí a kopytník evropský.

Lok. č. 29 – les (GPS: 48°57'19.08"N, 16°37'45.85"E)

Instalace pasti proběhla v hustém koberci česneku medvědího na území listnatého lesa. Mezi dřevinami zde dominoval dub zimní a jasan ztepilý.

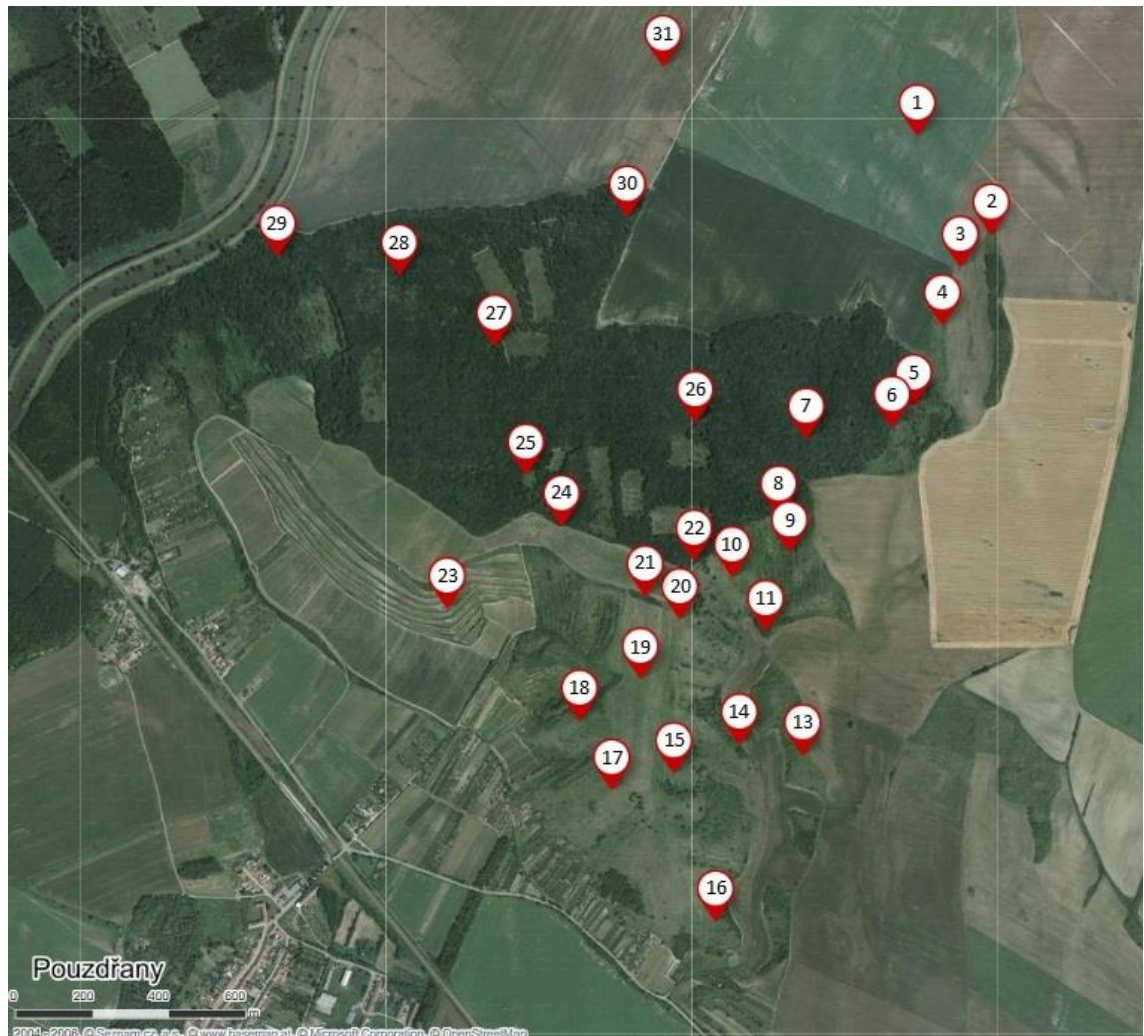
Lok. č. 30 – ekoton (GPS: 48°57'22.45"N, 16°38'31.05"E)

Past se nacházela v přechodném pásmu oddělujícím ekosystém listnatého lesa od obhospodařovaného pole. Přechod tvořily především porosty trnovníku akátu. Místy se zde vyskytoval také jasan ztepilý a javor babyka.

Lok. č. 31 – pole

(GPS: 48°57'35.28"N, 16°38'35.7"E)

Instalace pastí proběhla na poli s pěstovanou kukuřicí cca 600 m západně od obce Uherčice.



Obrázek 1. Letecký snímek lokalit v roce 2005

3.4 Umístění pastí v roce 2006

V této podkapitole jsou využity informace z Prchalovy diplomové práce (Prchal 2009).

Lokalita č. 0 – ekoton

(GPS: 48°57'44.364"N, 16°38'33.151"E)

Pasti byly umístěny cca 400 m jihozápadně od obce Uherčice v přechodném pásmu mezi polem s pšenicí a břehovými porosty řeky Svratky.

Lok. č. 1 – pole (GPS: 48°57'42.93"N, 16°38'32.661"E)

Pasti se nacházely cca 600 m jihozápadním směrem od obce Uherčice v pšeničném poli.

Lok. č. 2 – pole (GPS: 48°57'18.16"N, 16°39'14.21"E)

Pasti byly instalovány 1,1 km jižním směrem od obce Uherčice uprostřed pole s vysetou pšenicí.

Lok. č. 3 – les (GPS: 48°57'5.06"N, 16°38'39.92"E)

Pasti byly umístěny v jehličnatém porostu cca 1,2 km severovýchodně od obce Pouzdřany. Převládal zde smrk ztepilý, borovice lesní a modřín opadavý. Podrost tvořila převážně strdivka jednokvětá a kopytník evropský.

Lok. č. 4 – les (GPS: 48°57'3.63"N, 16°38'54.24"E)

Pasti se nacházely na severním svahu pokrytém listnatým lesem, kde byl nejvíce zastoupen dub zimní. Dále pak lípa srdčitá, jasan ztepilý a habr obecný. V bylinném patře dominovaly netykavka malokvětá se strdivkou jednokvětou.

Lok. č. 5 – vinice (GPS: 48°56'49.21"N, 16°38'7.81"E)

Instalace pastí proběhla 1 km východně od obce Pouzdřany na obhospodařovaných terasách vinice i na jejích zatravněných svazích.

Lok. č. 6 – step (GPS: 48°57'3.703"N, 16°38'55.861"E)

Pasti byly umístěny v trvalém travním porostu stepního charakteru, který byl spásán ovce. Nacházel se zde také jeden keř růže šípkové.

Lok. č. 7 – step (GPS: 48°56'35.21"N, 16°38'37.08"E)

Pasti se nacházely na východním svahu kopce porostlého xerothermní vegetací a solitérními duby.



Obrázek 2. Letecký snímek lokalit v roce 2006

3.5 Metody sběru bezobratlých

Pro zjištění druhové skladby epigeicky (na povrchu půdy) žijících živočichů u skupin Oniscidea a Chilopoda byla na vybraných lokalitách využita metoda zemních pastí (Skuhravý 1957). Zemní past tvořila hladká litrová zavařovací sklenice zakopaná až po okraj do země. Uvnitř této sklenice byla plastová sběrná nádoba se 4% roztokem formaldehydu ke konzervaci chycených jedinců. Nahoře měla sběrná nádoba vyvrtané malé otvory zajišťující odtok případné nadbytečné tekutiny (např. při silnějším dešti). Do této menší nádoby ústil trychtýř (odříznutá horní část z 1,5l polyethylenové láhve), kterým jedinci padali přímo do konzervačního roztoku. Z vrchní strany byly pasti zakryty dřevěnou destičkou na 3 kolících.

V roce 2005 byla na každou z 30 různých lokalit položena 1 past. Instalace pastí proběhla na přelomu března a dubna. Sběr dat probíhal od 2. 4. 2005 do 22. 10. 2005. Chycený materiál se vybíral pravidelně 1× za 14 dnů. K odchyťování jedinců docházelo celkem 203 dnů (Prchal 2006).

V roce 2006 bylo na 8 místech zakopáno dohromady 40 zemních pastí. Na základě výzkumu z roku 2005 byla vybrána místa druhově nejbohatší a stanovištně zajímavá. Na každé z lokalit se nacházelo 5 pastí v jedné linii. Sběr dat začal 8. 4. 2006 a trval 204 dnů. Ukončení proběhlo 29. 10. 2006. Chycený materiál se opět odebíral pravidelně 1× za 14 dnů (Prchal 2009).

Z jedinců odchytených v roce 2005 byly vytríděny stonožky (Chilopoda). Ze vzorků z roku 2006 byli vybráni suchozemští stejnonožci (Oniscidea). Obě skupiny jsem determinovala na druhovou úroveň. Chilopoda pomocí klíče Folkmanové (1959) a Oniscidea podle klíče Frankenbergera (1959).

3.6 Analýza dat

Pro analýzu podobnosti lokalit bylo využito 3 typů dat: početnosti (abundance) jedinců, prezenze/absence druhů a dominance (poměrné zastoupení jednotlivých druhů). Následně se na tyto 3 typy dat použila klastrová (shluková) analýza v programu JMP. Nestandardizované údaje jsme analyzovali pomocí Wardovy metody shlukování dat.

4. Výsledky

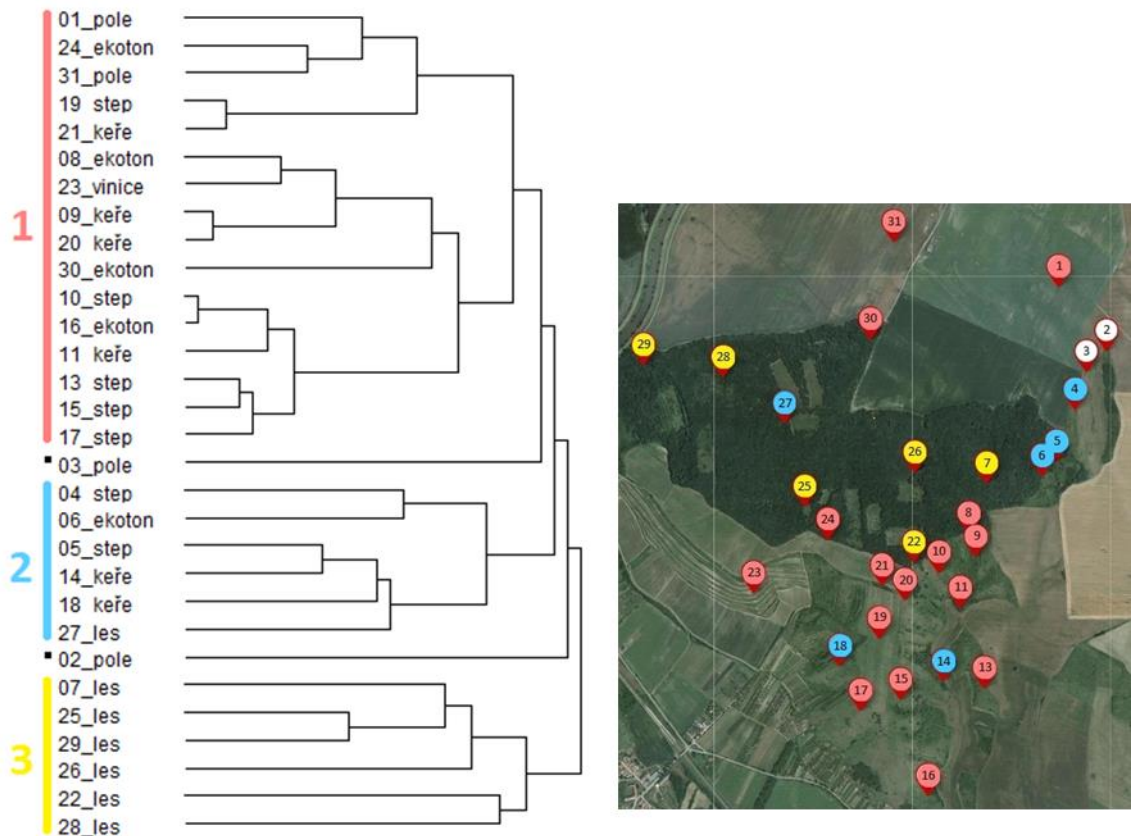
4.1 Rok 2005

Na zkoumaných lokalitách bylo v období od 2. 4. 2005 do 22. 10. 2005 odchyceno do 30 zemních pastí 496 jedinců náležících do třídy stonožky (Chilopoda). Determinováni byli do 3 rodů a 7 druhů. Souhrnnou tabulku s počty určených druhů ze všech lokalit obsahuje příloha.

V průběhu výzkumu bylo odchyceno také 8499 jedinců z čeledi střevlíkovití (Carabidae), kterými se dále zabýval ve své práci Prchal (2006). Náleželi do 35 rodů a 90 druhů.

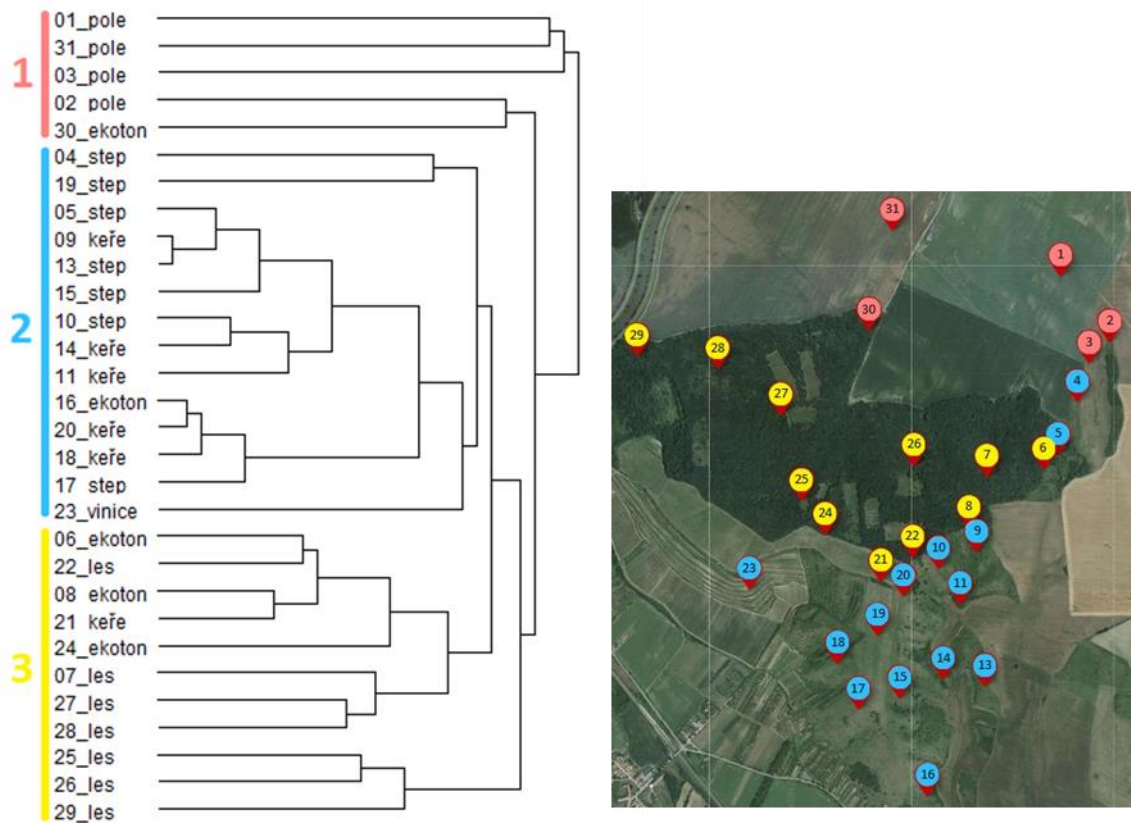
4.1.1 Analýza podobnosti lokalit

Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance jednotlivých druhů stonožek nejdříve odštěpila skupinu lesních lokalit a zbylé lokality rozdělila na dvě početnější skupiny (obr. 3). První skupina zahrnovala stepní biotopy a ekotony se stepí sousedící, vinicí a na ni navazující ekoton, keřové porosty a polní ekosystémy. Podobnou, středně vysokou, početnost napříč touto skupinou vykazoval druh *Lithobius latro*. Do druhé skupiny náležely lokality se stepní vegetací, ekoton mezi dubovým lesem a stepí, keřové porosty a rozvolněný dubový les. Nejpočetnější zde byl druh *Lithobius latro*. Třetí skupinu tvořily čistě lesní ekosystémy. Dominantním druhem v nich byl *Lithobius mutabilis*. Samostatně byla vyčleněna lokalita č. 3 a lok. č. 2. Obě území byla tvořena polními ekosystémy, avšak od ostatních lokalit se výrazně lišila.



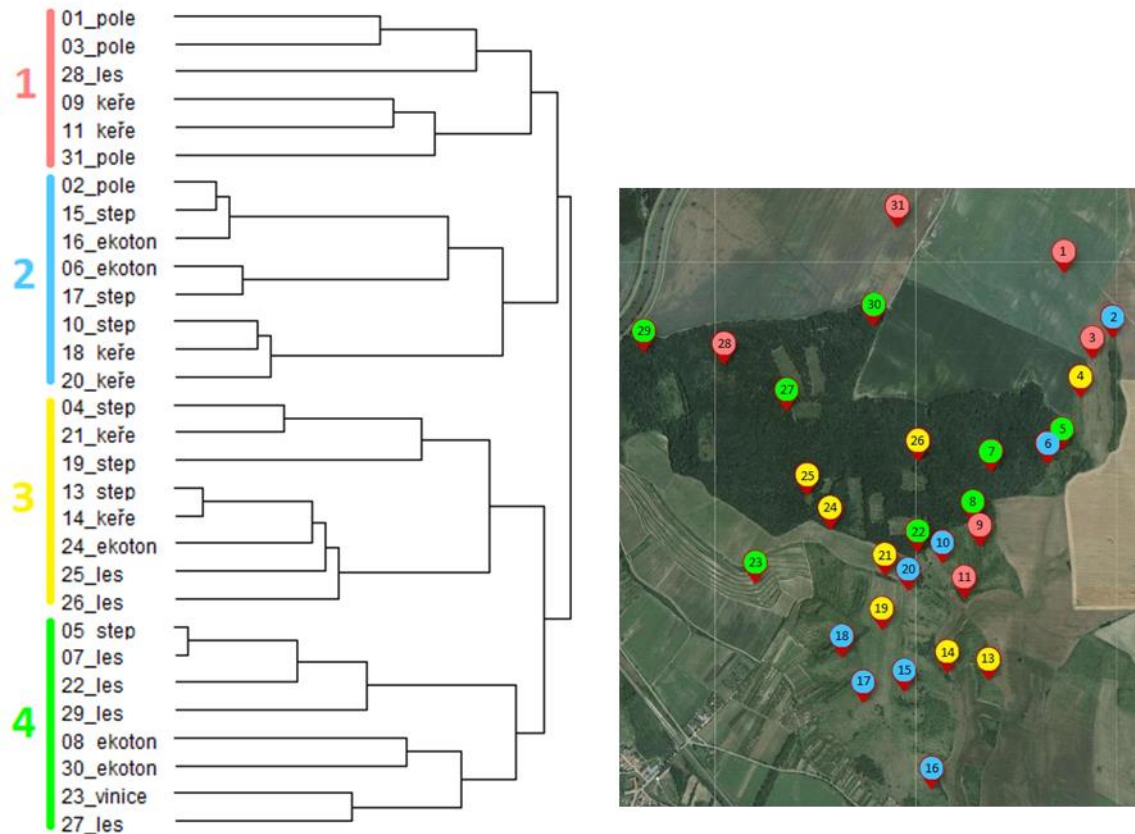
Obrázek 3. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů stonožek, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastřů.

Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance jednotlivých druhů střevlíkovitých v roce 2005 rozdělila lokality také na tři skupiny, ale na rozdíl od stonožek poněkud odlišně (obr. 4). První skupinu utvářely polní ekosystémy a ekoton oddělující pole od listnatého lesa. Velmi vysokou početnost měly druhy *Anchomenus dorsalis* (střevlíček ošlejchový) a *Pseudoophonus rufipes* (kvapník plstnatý). Druhá skupina se skládala ze stepních biotopů, ekotonu se stepí sousedícího, keřových porostů a vinice. Nejpočetnější zde byl *Carabus hungaricus* (střevlík uherský). Třetí skupina obsahovala lesní lokality, na ně navazující ekotony a keřový porost. Nejpočetnější druh představoval *Abax parallelepipedus* (čtvercoštítník černý).



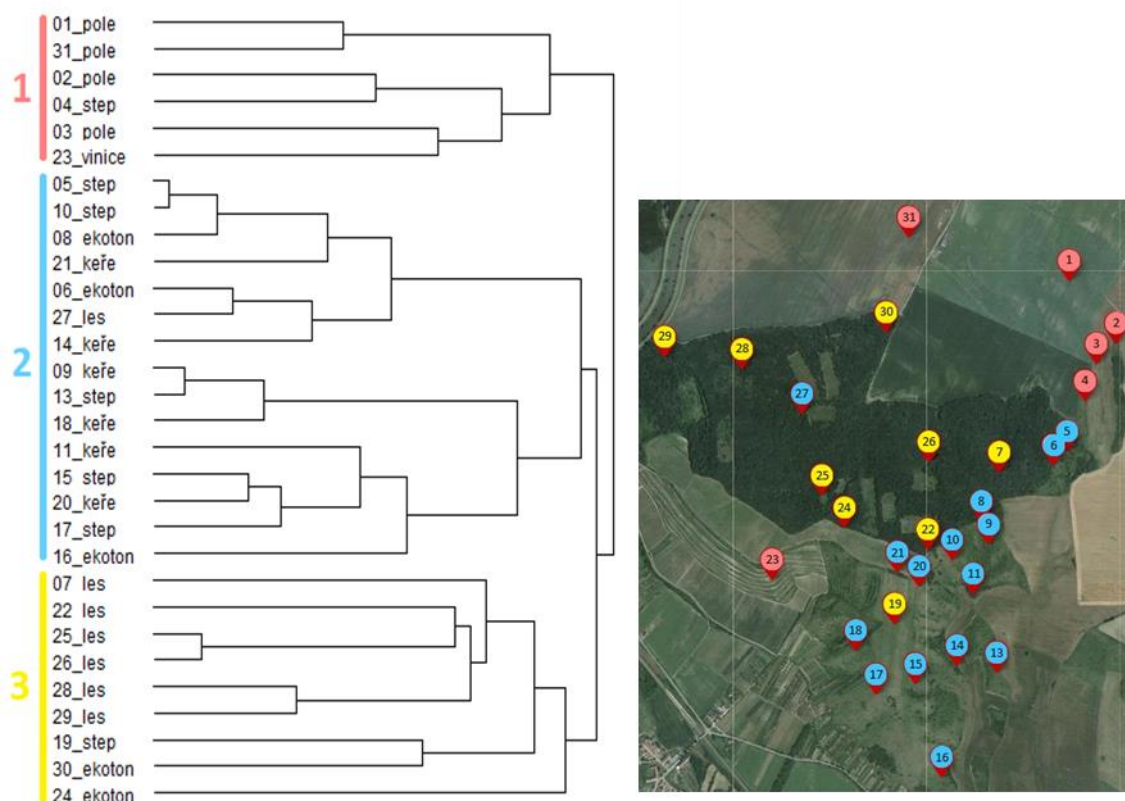
Obrázek 4. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů stěvlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů stonožek rozdělila lokality do čtyř přibližně stejně velkých, ale biotopově nepřilíš sourodých skupin (obr.5). První skupina zahrnovala polní ekosystémy, keřové porosty a listnatý les. Společným znakem zde byla přítomnost *Lamyctes emarginatus* nebo *Lithobius microps*, kteří se na jiných lokalitách nevyskytovali. Ve druhé skupině se jednalo z větší části o stepní lokality a ekotony se stepí sousedící. Patřily sem však také keřové porosty a pole. Podobnost spočívala v přítomnosti druhu *Lithobius latro*. Třetí skupinu tvořily stepi, keřové porosty, ekoton mezi listnatým lesem a vinicí, listnatý les a jehličnatý les. Podobnost se zakládala na prezenci druhů *Lithobius erythrocephalus*, *Lithobius forficatus* (stonožka škvorová) a *Lithobius latro*. Do čtvrté skupiny patřily převážně lesní ekosystémy a na ně navazující ekotony, ale náležela sem i stepní vegetace a vinice. Tyto lokality si byly podobnější díky přítomnosti druhu *Lithobius mutabilis*.



Obrázek 5. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů stonožek, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

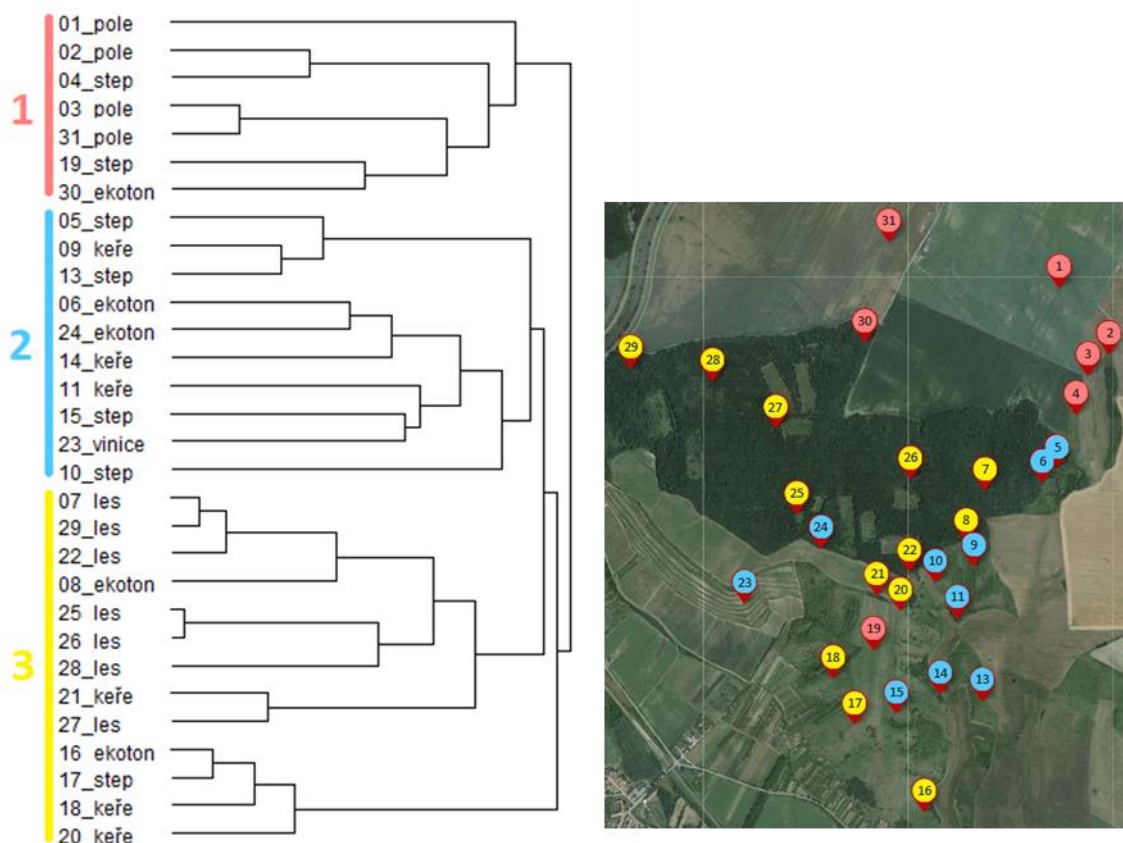
Na rozdíl od stonožek rozdělila shluková analýza lokality podle podobnosti v případě prevalence druhů střevlíkovitých v roce 2005 jen do tří skupin (obr. 6). První skupina zahrnovala polní biotopy, ale i stepní vegetaci a vinici. Na všech lokalitách v rámci této skupiny byly přítomny druhy: *Anchomenus dorsalis*, *Brachinus crepitans* (prskavec větší), *Brachinus explodens* (prskavec menší), *Microlestes maurus*, *Microlestes minutulus*, *Ophonus azureus*, *Poecilus cupreus* (střevlíček měděný), *Pseudoophonus rufipes*. Do druhé skupiny náležely lokality s keřovými porosty, stepními biotopy, ekotony oddělujícími stepní ekosystémy od lesních a také rozvolněný dubový les. Podobnou prezenci vykazovaly např. druhy: *Abax parallelepipedus*, *Carabus coriaceus* (střevlík kožitý), *Carabus hungaricus*, *Microlestes maurus*, *Microlestes minutulus*. Třetí skupinu tvořily lesní ekosystémy, s nimi sousedící ekotony i stepní biotop. Podobnost vycházela z přítomnosti druhů jako byly např. *Abax parallelepipedus*, *Carabus coriaceus*, *Carabus ullrichi* (střevlík Ullrichův), *Harpalus atratus*, *Notiophilus rufipes*.



Obrázek 6. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prezence druhů střevlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominance jednotlivých druhů stonožek přesně odpovídá analýze podobnosti stonožek podle abundance (obr. 3).

Podle dominancí druhů střevlíkovitých v roce 2005 rozdělila shluková analýza podobné lokality do tří skupin (obr. 7), avšak výrazně odlišně než v případě stonožek. První skupina se skládala z polních a stepních ekosystémů a z ekotonu oddělujícího pole od listnatého lesa. Nejdominantnějším druhem v této skupině byl *Anchomenus dorsalis*. Druhá skupina obsahovala stepní biotopy, keřové porosty, ekoton mezi stepí a listnatým lesem, vinici a ekoton oddělující vinici od listnatého lesa. Nejvíce dominantním zde byl druh *Microlestes maurus*. Třetí skupinu utvářely lesní biotopy, keřové porosty, step a ekotony na ni navazující. Největší dominanci vykazoval druh *Abax parallelepipedus*.



Obrázek 7. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominancí druhů střevlíkovitých v roce 2005, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastřů.

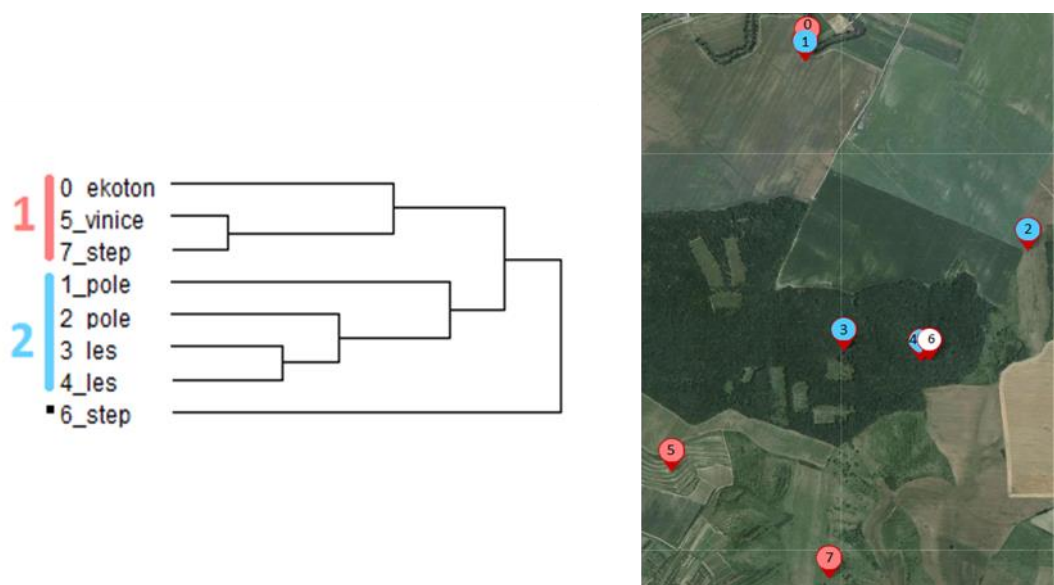
4.2 Rok 2006

Ve sledovaném období od 8. 4. 2006 do 29. 10. 2006 se do 40 zemních pastí chytilo 2649 jedinců náležících do podřádu suchozemští stejnonožci (Oniscidea). Určeni byli do 5 rodů a 6 druhů. Tabulku s určenými druhy i jejich abundancemi na jednotlivých lokalitách obsahuje příloha.

Během výzkumu bylo odchyceno také 15 332 jedinců z čeledi střevlíkovití (Carabidae). Determinováni byli do 36 rodů a 90 druhů. Podrobněji se jimi zabýval ve své práci Prchal (2009).

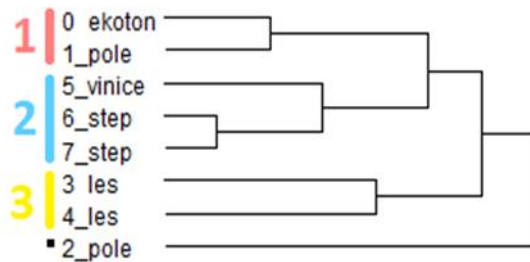
4.2.1 Analýza podobnosti lokalit

Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců rozdělila lokality na dvě početnější skupiny a jednu lokalitu stepního charakteru vyčlenila samostatně (obr. 8). První skupina se skládala z vinice, stepi a ekotonu utvářeného břehovými porosty. Velmi vysokou početnost vykazoval druh *Armadillidium vulgare* (svinka obecná). Druhá skupina zahrnovala polní a lesní ekosystémy. Zde byla nejpočetnějším druhem *Porcellium collicola* (stínka hrboilatá).



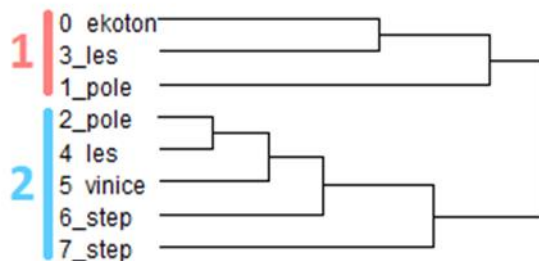
Obrázek 8. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastřů.

Analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů střevlíkovitých v roce 2006 (obr. 9) rozdělila lokality zcela odlišným způsobem než v případě suchozemských stejnonožců. Do první skupiny zařadila pouze polní biotop a ekoton oddělující pole od přiléhajících břehových porostů. Největší početnost zde měly druhy *Poecilus cupreus* a *Pseudoophonus rufipes*. Do druhé skupiny analýza zahrnula vinici i obě stepní lokality, nejpočetnější byly druhy *Pseudoophonus rufipes* a *Carabus hungaricus*. Lesní ekosystémy odštěpila zvlášť do třetí skupiny, v ní vykazovaly velmi vysokou početnost druhy *Abax parallelepipedus* a *Carabus ullrichi*. Úplně samostatně analýza oddělila polní lokalitu č. 2.



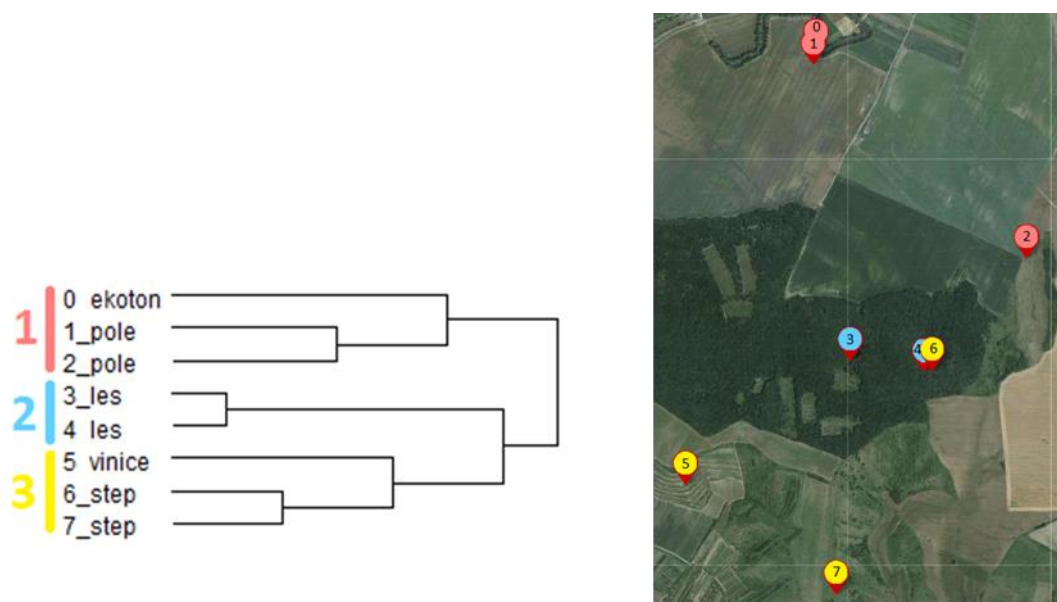
Obrázek 9. Shluková analýza podobnosti lokalit podle abundance druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů suchozemských stejnonožců rozdělila lokality jen na dvě skupiny (obr. 10). První skupina zahrnovala polní i lesní biotop a také ekoton oddělující pole od břehových porostů. Podobnost spočívala především v přítomnosti druhů *Armadillidium vulgare* a *Hyloniscus riparius* (beruška pobřežní). Druhou skupinu tvořily stepi, vinice, listnatý les a polní ekosystém. Tyto lokality si byly podobnější díky přítomnosti druhů *Armadillidium vulgare*, *Porcellium collicola*, *Trachelipus nodulosus* (stínka uzlovitá), *Trachelipus rathkii* (stínka Rathkeho).



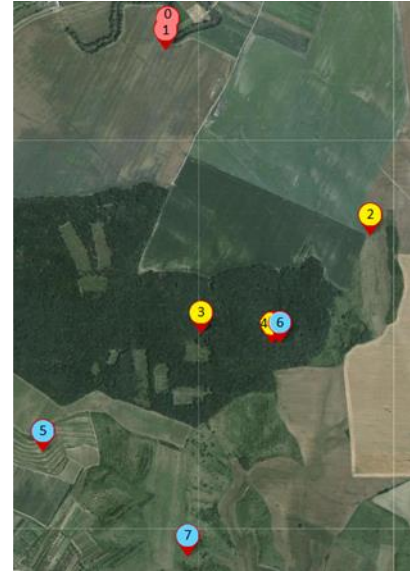
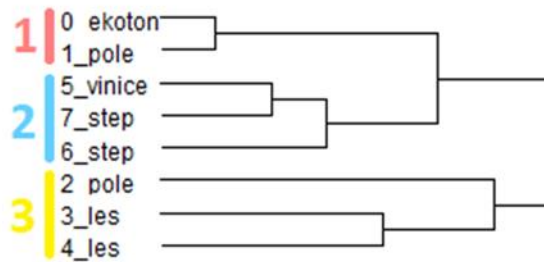
Obrázek 10. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prevalence druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Na rozdíl od suchozemských stejnonožců rozdělila shluková analýza lokality podle podobnosti v případě prezenze druhů střevlíkovitých v roce 2006 do tří skupin (obr. 11). První skupina obsahovala oba polní biotopy a ekoton na rozhraní pole a břehových porostů. Pouze v této skupině se na všech lokalitách vyskytovaly druhy: *Anisodactylus signatus*, *Calosoma auropunctatum* (krajník zlatotečný), *Harpalus affinis* (kvapník modrý), *Loricera pilicornis*, *Pterostichus macer*, *Pterostichus melanarius*, *Ophonus rupicola*, *Trechus quadristriatus*. Do druhé skupiny náležely lesní ekosystémy. Podobnou prezenci zde vykazovaly např. druhy: *Abax parallelus* (čtverčoštítník rovnoběžný), *Carabus nemoralis* (střevlík hajní), *Leistus rufomarginatus*, *Notiophilus biguttatus* (vláhomil dvouskvrnný), *Pterostichus oblongopunctatus*, *Pterostichus ovoideus*. Třetí skupinu utvářely stepní biotopy a vinice. Podobnost vycházela z přítomnosti druhů jako např. *Carabus coriaceus*, *Carabus hungaricus*, *Microlestes maurus*, *Ophonus azureus*.



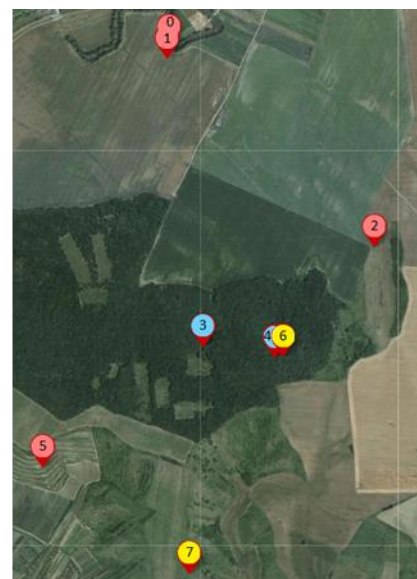
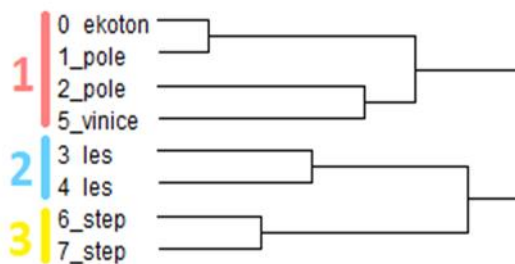
Obrázek 11. Shluková analýza podobnosti lokalit podle prezenze druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Podle dominancí druhů suchozemských stejnonožců rozdělila shluková analýza podobné lokality do tří skupin (obr. 12). První skupina se skládala z jednoho polního biotopu a ekotonu oddělujícího pole od břehových porostů. Velmi vysokou dominanci vykazoval druh *Armadillidium vulgare*. Do druhé skupiny spadaly oba stepní biotopy a vinice. Středně vysokou dominanci zde měl druh *Armadillidium vulgare*. Ve třetí skupině se jednalo o oba lesní ekosystémy a polní biotop. Dominantním druhem v ní byl *Porcellium collicola*.



Obrázek 12. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominance druhů suchozemských stejnonožců, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

Podle dominancí druhů střevlíkovitých v roce 2006 rozdělila shluková analýza podobné lokality také do tří skupin (obr. 13), ale poněkud odlišným způsobem než u suchozemských stejnonožců. Do první skupiny náležely oba polní ekosystémy, ekoton oddělující pole od břehových porostů a vinice. Nejdominantnějším druhem byl *Pseudoophonus rufipes*. Druhá skupina zahrnovala lesní biotopy. Podobně vysokou dominanci zde vykazovaly druhy *Abax parallelepipedus* a *Carabus ullrichi*. Třetí skupina obsahovala lokality se stepní vegetací. Vysokou dominanci vykazoval druh *Carabus hungaricus*.



Obrázek 13. Shluková analýza podobnosti lokalit podle dominance druhů střevlíkovitých v roce 2006, barevná vizualizace lokalit z jednotlivých klastrů.

5. Diskuse

V této diplomové práci jsem se zabývala distribucí jednotlivých druhů stonožek a suchozemských stejnonožců na území NPP Pouzdřanská step – Kolby a v jejím blízkém okolí. Střevlíkům jsem se v této práci podrobněji nevěnovala, protože je determinoval a více se jimi zabýval ve svých pracích Prchal (2006; 2009). K jeho výsledkům jsem pouze doplnila nové analýzy podobnosti lokalit podle střevlíků. Ty mi posloužily ke srovnání s výsledky dosaženými analýzou distribuce stonožek a suchozemských stejnonožců pro posouzení jejich bioindikačního potenciálu (viz dále). Podobnost lokalit byla analyzována pomocí Wardovy metody. K analýze byly využity abundance, prevalence a dominance vybraných skupin živočichů.

Lokální druhová bohatost je závislá na typu habitatu a jeho kvalitě (Rosenzweig 1995). Stonožky vyhledávají převážně habitaty s vyšší vlhkostí, protože jsou velmi náchylné k vysychání (Curry 1974). Jejich výskyt ovlivňují nejen vhodné podmínky stanoviště, ale také dostatek potravních zdrojů (Tajovský 2015). V Evropě najdeme největší druhové bohatství a rozmanitost stonožek ve starých přirozených listnatých lesích s dobře vyvinutou vrstvou opadu (Blackburn a kol. 2002; Grgič a Kos 2005). Abundance některých skupin edafonu je více ovlivňována kvantitou opadu než jeho kvalitou (Laossi a kol. 2008; Faly a Brygadyrenko 2018). Velké množství mrtvé biomasy najdeme typicky pod stromovou vegetací. Na nelesních biotopech je mrtvé biomasy obvykle méně, případně jí je hodně, ale nekvalitní (tj. tvořené opadem z trav čili jednoděložných rostlin). Při experimentech s manipulací vrstvy opadu vyšlo jasně najevo, že abundance stonožek z čeledi Lithobiidae s přidáním vrstvy opadu stouply, zatímco při snižování vrstvy opadu klesaly (Poser 1990). Ashford a kol. (2013) došli ke stejnému zjištění i v případě suchozemských stejnonožců.

Větší vrstva opadu však nepřináší jen samá pozitiva. Stonožce *Lithobius mutabilis* trvalo ve velké vrstvě opadu nalezení kořisti delší dobu a tím pádem klesala i celková úspěšnost jejího lovu (Kalinkat a kol. 2013). Přidaný opad může tedy jak podporovat rozvoj populací dekompozitorů, tak pro ně představovat lepší úkryt před predátory. Ke zvýšení druhové bohatosti a abundance stonožek také velmi přispívá přítomnost mrtvého dřeva na lokalitě (Jabin a kol. 2007). S výše zmíněným koresponduje i mnou zjištěná největší druhová bohatost stonožek na lokalitě č. 28 – hustě zapojeném dubovém lese, kde bylo odchyceno celkem pět druhů.

Ekoton představuje přechodnou zónu mezi dvěma odlišnými ekosystémy. Jsou pro něj charakteristické odlišné mikroklimatické podmínky než v jeho okolí (hlavně světelné, tepelné a srážkové). Pro ekoton je typická vyšší druhová diverzita epigeonu (Magura a kol. 2002). Také Tuf a kol. (2008) zjistili na ekotonu mezi vlhkou loukou a lužním lesem mnohem větší abundance stonožek než v sousedních ekosystémech. V této práci se však obvykle uváděná vyšší druhová bohatost společenstev stonožek na ekotonu oproti přiléhajícím ekosystémům nepotvrdila. Lacasella a kol. (2014) k tomuto závěru dospěli také. V jejich studii vykazovaly stonožky nejnižší druhové bohatství v travnatých stanovištích, zatímco ekoton a lesní stanoviště měly srovnatelné hodnoty.

Většina evropských studií diverzity stonožek probíhala v různých typech lesů nebo synantropních habitatů. Na relativně suchá stanoviště se dosud zaměřilo jen několik prací (Voigtländer 2003; Leśniewska a kol. 2015). Během tohoto výzkumu bylo odchyceno sedm druhů stonožek. Nejvíce zastoupeným druhem byl *Lithobius latro*. Tuf a Tufová (2008) uvádí tento druh na území ČR jako reliktní – obývajících nenarušené biotopy málo ovlivněné člověkem. To se však v mé práci potvrdilo jen částečně. Přítomnost druhu jsem totiž zaznamenala na všech typech zkoumaných lokalit – dokonce i na intenzivně využívaném poli. Vysokou početnost měl také druh *Lithobius mutabilis*. Nejvíce se vyskytoval v lese, v menším množství i na dalších zkoumaných lokalitách. Nezaznamenala jsem ho však na poli. Voigtländer (2005) uvádí *L. mutabilis* jako druh bez vyhraněných nároků na prostředí. Třetím nejpočetnějším druhem byl *Lithobius forficatus* (stonožka škvorová), který se nacházel na všech typech lokalit kromě vinice. Největší zastoupení měl tento druh na poli a stepi. Voigtländer (2005) ve své studii zjistila, že *L. forficatus* obývá suché habitaty bez vyhraněných nároků na míru pokryvnosti vegetace.

Pro suchozemské stejnonožce je stejně jako pro stonožky velmi podstatným faktorem při výběru habitatu jeho vyšší vlhkost (Wolters a Ekschmitt 1997). Důležitá je pro ně také nízká míra slunečního ozáření a relativně stabilní teplota (Warburg a kol. 1984; Oliver a Meechan 1993). Druhová bohatost suchozemských stejnonožců hodně závisí také na způsobu využití půdy. Dauber a kol. (2005) porovnávali druhové bohatství suchozemských stejnonožců na třech typech habitatů – bývalých polích ponechaných ladem, travnatých porostech a využívaných polích. Nejvyšší druhová bohatost byla v půdách ponechaných ladem a porostlých keři *Cytisus scoparius*

(janovec metlatý). Naopak nejnižší byla druhová bohatost na polích s pěstovanou pšenicí či ječmenem. Travnaté habitaty vykazovaly střední hodnoty. Suchozemských stejnoonožců jsem zaznamenala celkem šest druhů. Nejvíce druhů se nacházelo na stepní lokalitě č. 7.

Nejpočetnějším druhem byla *Armadillidium vulgare* (svinka obecná), která se vyskytovala na všech lokalitách, ale na stepi a vinici v podstatně větším množství. Tento druh je dobře přizpůsobený životu v sušším prostředí a je schopný odolávat vysušení po relativně dlouhou dobu (Edney 1951; Warburg 1987). Umožňuje mu to jak jeho schopnost volvace (při níž si chrání ventrální část těla s tenkou kutikulou), tak i jeho silná kutikula na dorzální straně těla (Csonka a kol. 2013). Dává přednost otevřené krajině a v lesích je méně běžný (Allspach 1996; Tajovský a kol. 2018). To se potvrdilo i v této studii.

Hojně zastoupena byla také *Porcellium collicola* (stínka hrbolatá). Jde o druh vázaný spíše na mírně vlhké habitaty. Velmi běžná je v listnatých lesích a křovinách (Frankenberger 1959; Tomescu 2012). Riedel a kol. (2009) při výzkumu suchozemských stejnoonožců na území města Olomouce zaznamenali *P. collicola* jako dominantní na přírodních lokalitách, běžná však byla i na rudéralech a v parcích. Tomu odpovídají i mnou zjištěné nejvyšší početnosti v listnatém lese. Relativně vysoké abundance vykazovala i na vinici a stepi.

Na stepních lokalitách a vinici se ve vysokých abundancích vyskytovala *Trachelipus nodulosus* (stínka uzlovitá). Tento druh je značně xerofilní (Frankenberger 1959) a obývá otevřené travnaté habitaty (Tomescu a kol. 2015). K odchycení pár jedinců tohoto druhu došlo také na poli a v lese. Vzhledem k nízkým početnostem na těchto lokalitách však nejspíše šlo pouze o zatoulané jedince z jiných ekosystémů. Tuf a Tufová (2008) uvádí *T. nodulosus* jako adaptabilní. Tyto druhy obývají přírodě blízké biotopy ale i ty, které byly vytvořeny uměle a mají podobné podmínky pro život. Podle zjištěných vysokých abundancí na stepi i vinici tedy můžeme vinice považovat za vhodný náhradní biotop pro tento druh.

Z výsledků analýzy podobnosti lokalit je patrné, že u stonožek se nejsnáze interpretují údaje z jejich početností a dominancí (v tomto případě se shodují). Nejpodobnější stepním lokalitám jsou ekotony navazující na step, keře a vinice. To je pravděpodobně způsobeno podobnými, suššími podmínkami pro život v těchto

biotopech a také pronikáním druhů z okolí. Podmínkami prostředí na jednotlivých lokalitách jsem se však v této práci nezabývala. Typicky stepní druh jsem v případě stonožek nezaznamenala.

U suchozemských stejnonožců se jeví jako nejvhodnější pro interpretaci údaje z početností, kdy vinice jednoznačně přichází jako nejpodobnější stepím. Vilisics a kol. (2007) zjistili u suchozemských stejnonožců v městském parku a ve zbytku příměstského bukového lesa mnohem vyšší abundance než v přirozeném bukovém lese. Při shlukové analýze podobnosti lokalit vyšel přirozený bukový les jako velmi nepodobný parku i příměstskému lesu, přičemž tyto dvě lokality se navzájem podobaly.

Vzhledem k mým výsledkům můžeme *T. nodulosus* považovat za typicky stepní druh. Vinice se zdá jako velmi vhodné refugium pro stepní druhy. S tím souhlasí i Košulič a kol. (2014). Svým výzkumem potvrdili, že vinice na jižní Moravě jsou hojně využívány širokým spektrem xerothermofilních druhů pavouků žijících na stepních trávnících. Také James a kol. (2015) potvrdili, že stepní druhy motýlů využívají vinice jako náhradní habitat.

Střevlíkovití jsou k hodnocení charakteru lokalit (bioindikaci) využíváni velmi často. Jsou totiž velmi různorodou a početnou skupinou obývajících všechny typy terestrických biotopů. Navíc je tato skupina díky zájmu širokého okruhu nejen amatérských zoologů velmi dobře a komplexně prozkoumána. Velmi významným nálezem na stepních lokalitách a vinici v obou zkoumaných letech je typicky stepní brouk *Carabus hungaricus* (střevlík uherský). Tento reliktní druh (Hůrka 1996) je v ČR podle vyhlášky č. 395/1992 Sb. ve znění vyhl. č. 175/2006 Sb. zařazen mezi druhy kriticky ohrožené.

Jednotlivé druhy střevlíkovitých jsou zařazeny do kategorií podle vazby ke stanovišti a jejich schopnosti adaptovat se na změny životního prostředí (Hůrka 1996). Na každém biotopu najdeme charakteristická společenstva těchto druhů. Složení společenstev pak značí různé ekologické parametry prostředí a míru ovlivnění člověkem. Vyšší počet životních forem se vyskytuje v přirozených a polopřirozených biotopech méně ovlivněných člověkem (Boháč 2005). Pro ještě přesnější charakterizaci studovaného biotopu se doporučuje do bioindikace zapojit i další skupiny bezobratlých.

Pro srovnání v případě abundancí střevlíků v roce 2005 vyšly stepi nejvíce podobné keřům, navazujícímu ekotonu a vinici. Což se podobá výsledkům abundancí

stonožek z téhož roku. V roce 2006 byla k analýze vybrána jen místa druhově nejbohatší a stanovištně zajímavá na základě výzkumu střevlíků z roku 2005 (Prchal 2009). Z vybraných lokalit byly v případě abundancí střevlíků stepím nejpodobnější vinice. Ke stejnému zjištění jsem v daném roce dospěla i u suchozemských stejnonožců. Tyto výsledky ukazují, že nejen střevlíci jsou zajímavou modelovou skupinou pro hodnocení charakteru stanovišť.

6. Závěr

Národní přírodní památka Pouzdřanská step – Kolby představuje významnou lokalitu pro stepní druhy živočichů. Distribuce vybraných skupin edafonu byla zkoumána pomocí metody zemních pastí. Do nich se v průběhu výzkumu odchytilo celkem 496 stonožek náležících do sedmi druhů a 2649 suchozemských stejnonožců ze šesti druhů. Nejpočetnějšími druhy stonožek byly *Lithobius latro*, *Lithobius mutabilis* a *Lithobius forficatus*. U suchozemských stejnonožců vykazovaly největší početnosti druhy *Armadillidium vulgare*, *Porcellium collicola* a typicky stepní druh *Trachelipus nodulosus*.

Na základě srovnání analýz podobnosti lokalit se v případě abundancí druhů jeví stonožky i suchozemští stejnonožci jako zajímavé modelové skupiny pro hodnocení charakteru lokalit, poskytující výsledky obdobné výsledkům při použití dat o rozšíření střevlíkovitých. Vinice vyšla jako velmi vhodný náhradní biotop pro stepní druhy. Na toto téma bych však doporučila další výzkum, který by se soustředil i na podmínky prostředí, jako je například vlhkost a teplota půdy či množství potravní nabídky.

7. Literatura

- Allspach, A. (1996):** The terrestrial isopods (Crustacea; Isopoda: Oniscidea) of the Bükk National Park. In: Mahunka, S., Zombori, L., Ádám, L. (eds.): The Fauna of the Bükk National Park. Hungarian Natural History Museum, Budapest: 71-74.
- Ashford, O.S., Foster, W.A., Turner, B.L., Sayer, E.J., Sutcliffe, L., Tanner, E.V.J. (2013):** Litter manipulation and the soil arthropod community in a lowland tropical rainforest. *Soil Biology and Biochemistry*, 62: 5-12.
- Blackburn, J., Farrow, M., Arthur, W. (2002):** Factors influencing the distribution, abundance and diversity of geophilomorph and lithobiomorph centipedes. *J. Zool., Lond.*, 256: 221-232.
- Boháč, J. (1999):** Staphylinid beetles as bioindicators. *Agriculture Ecosystems & Environment*, 74(1-3): 357-372.
- Boháč, J. (2005):** Brouci – střevlíkovití. 8 pp. In: Kučera, T. (ed.): Červená kniha biotopů České republiky. Dostupné z: http://www.biomonitoring.cz/biotop_cerv_kn/texty/8/index.html
- Boháč, J., Matějček, J., Rous, R. (2007):** Check-list of staphylinid beetles (Coleoptera, Staphylinidae) of the Czech Republic and the division of species according to their ecological characteristics and sensitivity to human influence. *Časopis Slezského Muzea Opava*, 56: 227-276.
- Buček, A. (2000):** Krajina České republiky a pastva. *Veronika*, 14: 1-7.
- Buchar, J. (1983):** Klasifikace druhů pavoučí zviřeny Čech, jako pomůcka k bioindikaci kvality životního prostředí. *Fauna Bohemiae Septentrionalis*, 8: 119-135.
- Csonka, D., Halasy, K., Szabó, P., Mrak, P., Štrus, J., Hornung, E. (2013):** Eco-morphological studies on pleopodal lungs and cuticle in *Armadillidium* species (Crustacea, Isopoda, Oniscidea). *Arthropod Structure & Development*, 42: 229-235.
- Curry, A. (1974):** The spiracle structure and resistance to desiccation of centipedes. *Symposia of the Zoological Society of London*, 32: 365-382.
- Dauber, J., Purtauf, T., Allspach, A., Triech, J., Voigtländer, K., Wolters, V. (2005):** Local vs. landscape controls on diversity: a test using surface-dwelling soil macroinvertebrates of differing mobility. *Global Ecology and Biogeography*, 14: 213-221.
- Demek, J., Mackovčín, P. (eds.) et al. (2006):** Zeměpisný lexikon ČR Hory a nížiny. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha, 590 s. ISBN 80-86064-99-9
- Edney, E.B. (1951):** The evaporation of water from woodlice and the millipede *Glomeris*. *Journal of Experimental Biology*, 28: 91-115.
- 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: 46-51.
- Fiala, K., Záhora, J., Tůma, I., Holub, P. (2004):** Importance of plant matter accumulation, nitrogen uptake and utilization in expansion of tall grasses (*Calamagrostis epigejos* and *Arrhenatherum elatius*) into an acidophilous dry grassland. *Ekológia*, 23: 225-240.

- Folkmanová, B. (1959):** Stonožky - Chilopoda. In: Kratochvíl, J. (ed.): Klíč zviřeny ČSR III. Praha, NČSAV: 49-66.
- Frankenberger, Z. (1959):** Stejnonožci suchozemští – Oniscoidea. Fauna ČSR, svazek 14. NČSAV, Praha.
- Grgič, T., Kos, I. (2005):** Centipede diversity in differently structured forests in Slovenia. *Peckiana*, 4: 49-56.
- Hågvar, S. (1994):** Log-normal distribution of dominance as an indicator of stressed soil microarthropod communities? *Acta Zool. Fenn.*, 195: 71-80.
- Háková, A., Klaudivová, A., Sádlo, J., editors. (2004):** Zásady péče o nelesní biotopy v rámci soustavy Natura 2000. Edice Planeta 2004, Praha: MŽP ČR, AOPK ČR, 144 pp.
- Hejzman, M., Hejzmanová, P., Pavlů, V., Beneš, J. (2013):** Origin and history of grasslands in Central Europe – a review. *Grass and Forage Science*, 68: 345-363.
- Hejda, R., Farkač, J., Chobot, K. (eds.) (2017):** Červený seznam ohrožených druhů České republiky. Bezobratlí. (Red List of threatened species of the Czech Republic. Invertebrates). *Příroda*, Praha, 36: 1-612.
- Hůrka, K. (1996):** Carabidae of the Czech and Slovak Republics. Kabourek, Zlín, 565 pp.
- Hůrka, K., Šustek, Z. (1995):** Coleoptera: Caraboidea. *Folia Fac. Sei. Nat. Univ. Masarykianae Brunensis, Biologia*, 93: 349-365.
- Hůrka, K., Veselý, P., Farkač, J. (1996):** Využití střevlíkovitých (Coleoptera: Carabidae) k indikaci kvality prostředí. Die Nutzung der Laufkafer (Coleoptera: Carabidae) zur Indikation der Umweltqualität. *Klapalekiana*, 32: 15-26.
- Chytrý, M., Hoffmann, A., Novák, J. (2007):** Suché trávníky (Festuco-Brometea). Dry grasslands. – In: Chytrý, M. (ed.): *Vegetace České republiky. 1. Travninná a keříčková vegetace [Vegetation of the Czech Republic. 1. Grassland and Heathland Vegetation]*, Academia, Praha, 372-470.
- Chytrý, M., Kučera, T., Kočí, M., Grulich, V. Lustyk, P. (eds) (2010):** Katalog biotopů České republiky. Ed. 2. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, Praha.
- Chytrý, M., Tichý, L., Roleček, J. (2003):** Local and regional patterns of species richness in Central European vegetation types along the pH/kalcium gradient. *Folia Geobotanica*, 38: 429-442.
- 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.
- James, D.G., Seymour, L., Lauby, G., Buckley, K. (2015):** Beauty with benefits: butterfly conservation in Washington State, USA, wine grape vineyards. *Journal of Insect Conservation*, 19: 341-348.
- Kalinkat, G., Ulrich, B., Rall, B.C. (2013):** Habitat structure alters top-down control in litter communities. *Oecologia*, 172:877-887.
- Košulič, O., Michalko, R., Hula, V. (2014):** Recent artificial vineyard terraces as a refuge for rare and endangered spiders in a modern agricultural landscape. *Ecological Engineering*, 68: 133-142.

- Kuznetzova, N.A. (1994):** Collembolan guild structure as an indicator of tree plantation conditions in urban areas. *Memorabilia Zoologica*, 49: 197-205.
- Lacasella, F., Gratton, C., De Felici, S., Isaia, M., Zapparoli, M., Marta, S., Sbordoni, V. (2014):** Asymmetrical responses of forest and “beyond edge” arthropod communities across a forest–grassland ecotone. *Biodiversity and Conservation*, 24(3): 447-465.
- Laossi, K.-R., Barot, S., Carvalho, D., Desjardins, T., Lavelle, P., Martins, M., Mitja, D., Rendeiro, A.C., Rousseau, G., Sarrazin, M., Velasquez, E., Grimaldi, M. (2008):** Effects of plant diversity on plant biomass production and soil macrofauna in Amazonian pastures. *Pedobiologia*, 51: 397-407.
- 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., Tajovsky, K. (eds.): *Proceedings of the 16th International Congress of Myriapodology*, Olomouc, Czech Republic. *ZooKeys*, 510: 125-139.
- Ložek, V. (2012):** Důsledky poznání vývoje přírody a krajiny ČR v holocénu pro ochranu přírody. In: Machar, I., Drobilová, L., editors. *Ochrana přírody a krajiny v České republice – Vybrané aktuální problémy a možnosti jejich řešení*. 1. vydání, Olomouc: Univerzita Palackého, I. díl, 58-65.
- Mackovčín, P., Jatiová, M., Demek, J., Slavík, P. (2007):** Brněnsko. In: Mackovčín, P., Sedláček, M. (eds.): *Chráněná území ČR, svazek IX. AOPK ČR, Ekocentrum Brno a VÚKOZ, Praha, 930 s. ISBN 978-80-87051-16-0 (AOPK ČR)*.
- Magura, T., Tóthmérész, B., Bordán, Z. (2002):** Carabids in an oak-hornbeam forest: testing the edge effect hypothesis. *Acta Biologica Debrecina*, 24: 55-72.
- Oliver, P.G., Meechan, C.J. (1993):** Woodlice. *Synopses of the British Fauna No. 49*. London, The Linnean Society of London and The Estuarine and Coastal Sciences Association.
- Orsavová, J., Tuf, I.H. (2018):** Suchozemští stejnonožci: atlas jejich rozšíření v České republice a bibliografie 1840-2018. [Woodlice: Distribution Atlas in the Czech Republic and Bibliography 1840-2018.] *Acta Carpathica Occidentalis, Supplement 1*: 1-120.
- Paoletti, M.G. (1999):** The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 74: 137-155.
- Paoletti, M.G., Favretto, M.R., Stinner, B.R., Purrington, F.F., Bater, J.E. (1991):** Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 341-362.
- Parisi, V., Menta, C., Gardi, C., Jacomini, C., Mozzanica, E. (2005):** Microarthropod communities as a tool to assess soil quality and biodiversity: a new approach in Italy. *Agriculture Ecosystem and Environment*, 105: 323-333.
- Pivničková, M. (1997):** Stepní formace a jejich ochrana. Edice: *Ochrana biologické rozmanitosti*, Agentura ochrany přírody a krajiny České republiky, 39 pp.
- Poser, T. (1990):** The Influence of litter manipulation on the centipedes of a beech wood. In: Minelli, A. (ed.), *Proceedings of the Seventh International Congress on Myriapods*. Brill, Leiden, 235-245.
- Prchal, J. (2006):** Taxocenózy střevlíkovitých (Carabidae) na Pouzdřansku. Bakalářská práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, Ústav ochrany lesů a myslivosti. Ms., 65 pp.

- Prchal, J. (2009):** Synuzie střevlíkovitých (Carabidae) v NPR Pouzdřanská step. Diplomová práce, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta. Ms., 67 pp.
- Quitt, E. (1971):** Klimatické oblasti Československa. *Studia geographica* 16, Geologický ústav ČSAV, Brno, 73 pp.
- Riedel, P., Navrátil, M., Tuf, I.H., Tufová, J. (2009):** Terrestrial isopods (Isopoda: Oniscidea) and millipedes (Diplopoda) of the City of Olomouc. In: Tajovský, K., Schlaghamerský, J. & Pižl, V. (eds.): *Contributions to Soil Zoology in Central Europe III*. Institute of Soil Biology, Biology Centre, ASCR, v.v.i., České Budějovice: 125-132.
- Rosenzweig, M.L. (1995):** *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Růžička, V. (2015):** Naši pavouci a biospeleologie. *Živa*, 63(5): 263-266.
- Siepel, H., Van de Bund, C.F. (1988):** The influence of management practises on the microarthropod community of grassland. *Pedobiologia*, 31: 339-354.
- Sket, B. (2008):** Can we agree on an ecological classification of subterranean animals? *Journal of Natural History*, 42(21-22): 1549-1563.
- Skuhřavý, V. (1957):** Metoda zemních pastí. *Časopis Československé Společnosti Entomologické*, 54:27-40.
- Sommer, R.S., Benecke, N., Lõugas, L., Nelle, O., Schmölcke, U. (2011):** Holocene survival of the wild horse in Europe: a matter of open landscape? *Journal of Quaternary Science*, 26(8): 805-812.
- Tajovský, K. (1998):** Diversity of terrestrial isopods (Oniscidea) in flooded and nonflooded ecosystems of southern Moravia, Czech Republic. *Isr. J. Zool.*, 44: 311-322.
- Tajovský, K. (1999):** Impact of inundations on terrestrial arthropod assemblages in southern Moravia floodplain forests, the Czech Republic. *Ekológia (Bratislava)*, 18, Suppl. 1: 177-184.
- Tajovský, K. (2015):** Společenstva mnohonožek (Diplopoda) a stonožek (Chilopoda) v měnicích se podmínkách horských smrčín Šumavy. In: *Lesník 21. století, 11. ročník, most mezi ekologií lesa a potřebami společnosti, Sborník příspěvků*. Praha: Ing. Karel Matějka, CSc - IDS, 13-28.
- Tajovský, K., Štrichelová, J., Tuf, I.H. (2018):** Terrestrial isopods (Oniscidea) of the White Carpathians (Czech Republic and Slovakia). *Zookeys*, 801: 305-321.
- Tajovský, K., Tuf, I.H. (2016):** An annotated checklist of the millipedes (Diplopoda) recorded in the Czech Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 80: 33-37.
- Tomescu, N., Teodor, L.A., Ferenti, S. (2012):** Three Porcellium species (Isopoda: Oniscidea, Trachelipodidae) in Romanian fauna: the variability of some specific morphological characters. *North-Western Journal of Zoology*, 8(2):257-267.
- Tomescu, N., Teodor, L.A., Ferenti, S., Covaciu-Marcov, S.D. (2015):** Trachelipus species (Crustacea, Isopoda, Oniscidea) in Romanian fauna: morphology, ecology, and geographic distribution. *North-Western Journal of Zoology*, 11 (Supplement 1): S1-S106.

- Tuf, I.H., Hora, P., Brichta, M., Tufová, J. (2008):** Proč se na ekotonu chytá více stonožek a mnohonožek? In: Mock, A. (ed.): 6. česko-slovenský myriapodologický seminár, Opátka, Slovenská republika, 15.-17.10.2008. Zborník abstraktov. Univerzita P.J. Šafárika, Košice: 15-16.
- Tuf, I.H., Tajovský, K. (2016):** An annotated checklist of the centipedes (Chilopoda) recorded in the Czech Republic. *Acta Societatis Zoologicae Bohemicae*, 80: 45-50.
- 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. *Čas. Slez. Muz. Opava (A)*, 57: 37-44.
- Tyler, G. (2003):** Some Ecophysiological and historical approaches to species richness and calcicole/calcifuge behaviour – Contribution to a debate. *Folia Geobotanika*, 38: 419-428.
- Van Straalen, N.M. (1998):** Evaluation of bioindicator systems derived from soil arthropod communities. *Applied Soil Ecology*, 9(1-3): 429-437.
- Vávrová, M., Zlámalová Gargošová, H., Šucnam, E., Večerek, V., Kořínek, P., Zukal, J., Zejda, J., Sebestiánová, N., Kubištová, I. (2003):** Game animal and small terrestrial mammals – suitable bioindicators for the pollution assessment in agrarian ecosystems. *Fresen. Environ. Bull.*, 12(2): 165-172.
- Verhulst, J., Báldi, A., Kleijn, D. (2004):** Relationship between land-use intensity and species richness and abundance of birds in Hungary. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(3): 465-473.
- Vilicsics, F., Elek, Z., Lövei, G.L., Hornung, E. (2007):** Composition of terrestrial isopod assemblages along an urbanisation gradient in Denmark. *Pedobiologia*, 51(1): 45-53.
- Voigtländer, K. (2003):** Species distribution and assemblages of centipedes (Chilopoda) in open xeric sites of Saxony-Anhalt (Germany). *African Invertebrates*, 44: 283-291.
- Voigtländer, K. (2005):** Habitat preferences of selected Central European centipedes. *Peckiana*, 4: 163-179.
- Wallis De Vries, M.F., Parkinson, A.E., Dulphy, J.P., Sayer, M., Diana, E. (2007):** Effects of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effects on animal diversity. *Grass and Forage Science*, 62(2): 185-197.
- Warburg, M.R. (1987):** Isopods and their terrestrial environment. *Advances in Ecological Research*, 17: 187-242.
- Warburg, M.R., Linsenmair, K.E., Bercovitz, K. (1984):** The effect of climate on the distribution and abundance of isopods. *Symp. Zool. Soc. Lond*, No 53: 339-367. (ve sborníku *The Biology of Terrestrial Isopods*)
- Wolters, V., Ekschmitt, K. (1997):** Gastropods, Isopods, Diplopods, and Chilopods: Neglected groups of the decomposer food web. In: Benckiser, G. (ed.): *Fauna in soil ecosystems: recycling processes nutrient fluxes and agricultural production*. Marcel Dekker, Inc., New York, 265-306.

Přílohy

Seznam příloh

Příloha 1. Odchycené druhy stonožek a jejich abundance na jednotlivých lokalitách v roce 2005.....	39
Příloha 2. Odchycené druhy suchozemských stejnonožců a jejich abundance na jednotlivých lokalitách v roce 2006.....	39
Příloha 3. Souhrn dat.....	39

Příloha 1. Odchycené druhy stonožek a jejich abundance na jednotlivých lokalitách v roce 2005.

Druh	Lokalita																															Celkem	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31			
<i>Clinopodes flavidus</i>									1							1		1															3
<i>Lamyctes emarginatus</i>	4		5																								1					10	
<i>Lithobius erythrocephalus</i>				2		4		1				1	4		2		6		5			2	1	4					3		35		
<i>Lithobius forficatus</i>	3		18	6	3		1					1	4				6		5	1		5	2	3		2	2		4		66		
<i>Lithobius latro</i>		44	4	17	11	19	13			6	5	5	11	4	6	4	10		1	1	13	2	2	4	3	14	1	6	2		208		
<i>Lithobius microps</i>									1		2																2			1		6	
<i>Lithobius mutabilis</i>					3		26	4				1	2								15	2	1	24	33	4	17	28	8		168		
Celkem	7	44	27	25	17	23	40	5	1	7	7	8	21	4	6	6	11	12	2	11	29	4	10	31	43	18	23	36	13	5	496		

Příloha 2. Odchycené druhy suchozemských stejnooáčů a jejich abundance na jednotlivých lokalitách v roce 2006.

Druh	Lokalita								Celkem
	0	1	2	3	4	5	6	7	
<i>Armadillidium vulgare</i>	235	1	85	8	52	272	740	305	1698
<i>Hyloniscus riparius</i>	1			5					6
<i>Porcellionides pruinosus</i>								1	1
<i>Porcellium collicola</i>	14		62	128	111	90	33	73	511
<i>Trachelipus nodulosus</i>			15		1	76	183	48	323
<i>Trachelipus rathkii</i>			63	10	4	2	29	2	110
Celkem	250	1	225	151	168	440	985	429	2649

Příloha 3. Souhrn dat.

Veškerý souhrn dat je zaznamenán v excelovských tabulkách, které najdete spolu s elektronickou verzí diplomové práce na přiloženém CD.