

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Stonožky, mnohonožky a suchozemští stejnonožci
ostravských hald

Markéta Sikorová

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

na získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

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

Olomouc 2020

Bibliografická identifikace:

Sikorová M. 2020. Stonožky, mnohonožky a suchozemští stejnonožci ostravských hald.

Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci. 52 s. 6 přílohy. Česky.

Abstrakt

Rekultivace hald je již dlouho diskutovaným problémem. Není ustálený názor, zda je lepší nechat haldy samovolnému sukcesnímu vývoji, dělat různé typy rekultivací nebo tyto způsoby kombinovat. Tato bakalářská práce se zabývá třemi ostravskými haldami. Konkrétně haldou Bezruč, Ema a Zárubek. Na každé z těchto hald bylo umístěno pět pastí, s výjimkou haldy Bezruče, kde se nacházelo pastí deset, kvůli jeho nerekulitované a rekultivované části. Na těchto haldách byli odchyceni pomocí zemních pastí půdní bezobratlí v letech 2015–2016. Cílem této bakalářské práce bylo z odchycených vzorků vytřídit a determinovat suchozemské stejnonožce, mnohonožky a stonožky, vyhodnotit vliv opadu a charakteru vegetačního krytu na jejich distribuci a porovnat společenstva suchozemských stejnonožců a mnohonožek ostravských hald se společenstvy z Olomouce, ve snaze vyhodnotit jejich charakter. Celkově ze vzorků bylo determinováno 2429 jedinců. Na jejich distribuci mělo signifikantní vliv množství listového opadu, sklon svahu a výskyt jednoděložných rostlin v podrostu. Také některé druhy dřevin signifikantně ovlivňovaly jejich výskyt. Společenstvo stejnonožců haldy Ema připomínalo společenstva olomouckých ruderalů, naproti tomu společenstvo stejnonožců rekultivované části haldy Bezruč silně připomínalo olomoucká společenstva známá z parků.

Klíčová slova: haldy, rekultivace, mnohonožky, suchozemští stejnonožci, stonožky

Bibliographical identification:

Sikorová M. 2020. Centipedes, millipedes and woodlice of dumps in Ostrava. Bachelor thesis. Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University in Olomouc. 52 pp. 6 Appendices. Czech.

Abstract

Reclamation of heaps has been a long-discussed issue. There is no fixed opinion on whether it is better to leave heaps to spontaneous successive development, or to do different types of reclamation, or combine these methods. This bachelor thesis focuses on three Ostrava heaps. Specifically, the heap of Bezruč, Ema and Zárubek. Five traps were placed on each of these heaps, except the Bezruč heap, where ten traps were placed, due to its non-reclaimed and reclaimed part. Soil invertebrates were captured on these heaps in 2015-2016. The goal of this bachelor thesis was to sort and determine terrestrial isopods, millipedes and centipedes from the captured samples, judge the influence of litter and vegetation cover on their distribution and equate terrestrial isopods and millipedes of Ostrava heaps with communities from Olomouc, in an effort to evaluate their character. 2,429 individuals were determined from the samples. Their distribution was significantly influenced by the amount of leaf fall, the slope and the occurrence of monocotyledonous plants. Some tree species also significantly influenced their occurrence. The community of isopods of the Ema heap resembled the communities of the Olomouc ruderals, while the community of isopods of the reclaimed part of the Bezruč heap strongly resembled the communities of Olomouc known from the parks.

Keywords: heaps, reclamation, terrestrial isopods, millipedes, centipedes

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. Tufova a citovala všechny použité literární prameny.

V Olomouci dne

.....

Podpis

Obsah

Seznam grafů.....	viii
Seznam příloh.....	ix
Seznam použitých zkratk.....	x
1 Úvod	1
1.1 Halda.....	2
1.2 Rekultivace a ekologická obnova.....	2
1.3 Historie důlní těžby	3
1.4 Půdní bezobratlí na haldách.....	4
2 Cíle práce	6
3 Materiál a metody	7
3.1 Zemní pasti	7
3.2 Determinace půdních bezobratlých	7
3.3 Suchozemští stejnonožci.....	8
Popis.....	8
Rozmnožování a způsob života	9
Vybrané druhy	10
3.4 Stonožkovci	11
3.5 Mnohonožky.....	11
Popis.....	11
Rozmnožování a způsob života	12
Vybrané druhy	13

3.6	Stonožky	13
	Popis.....	13
	Rozmnožování a způsob života	14
	Vybrané druhy	15
3.7	Charakteristika území	16
3.8	Charakteristika lokalit.....	16
	Halda Bezruč.....	16
	Halda Ema.....	17
	Halda Zárubek.....	18
3.9	Statistické metody.....	18
4	Výsledky	20
4.1	Početnost a druhová rozmanitost vzorků.....	20
	Suchozemští stejnonožci.....	20
	Stonožky	20
	Mnohonožky	21
4.2	Ovlivnění stromy a rekultivací	21
4.3	Vliv mikrohabitatu.....	22
4.4	Zhodnocení společenstev edafonu ostravských hald.....	25
5	Diskuse	28
6	Závěr	31
7	Literatura	33
8	Příloha.....	37

Seznam grafů

- Graf 1:** Kanonická korespondenční analýza vztahu druhů vůči rekultivaci a jednotlivým druhům stromů (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).22
- Graf 2:** Znázornění preference druhů vůči faktorům mikrohabitatu – sklonu svahu, rekultivaci, tloušťce listového opadu a jednoděložným rostlinám v podrostu: zelená skupina druhů preferuje dvouděložný podrost, hnědá skupina druhů preferuje silnou vrstvu opadu a žlutá skupina druhů preferuje svažité plochy (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk)......23
- Graf 3:** Znázornění distribuce druhů vůči množství listového opadu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).24
- Graf 4:** Znázornění distribuce druhů vůči zastoupení trav v bylinném podrostu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).24
- Graf 5:** Znázornění distribuce druhů vůči sklonu svahu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).25
- Graf 6:** Porovnání společenstev suchozemských stejnonožců Ostravy a Olomouce. Červené symboly znázorňují olomoucké parky, zelené symboly olomoucké lokality přírodního charakteru a hnědé symboly olomoucké ruderály. Druhy vyskytující se pouze v Olomouci jsou znázorněny menším písmem (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk)26
- Graf 7:** Porovnání společenstev suchozemských stejnonožců Ostravy a Olomouce. Červené symboly znázorňují olomoucké parky, zelené symboly olomoucké lokality přírodního charakteru a hnědé symboly olomoucké ruderály. Druhy vyskytující se pouze v Olomouci jsou znázorněny menším písmem. (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk)27

Seznam příloh

Příloha 1: Celé názvy druhů	37
Příloha 2: <i>Armadillidium sp.</i> (Sikorová, 2020)	39
Příloha 3: Tabulka početnosti taxonů na jednotlivých haldách.....	40
Příloha 4: Přehled početnosti druhů suchozemských stejnonožců	40
Příloha 5: Přehled početnosti druhů stonožek.....	41
Příloha 6: Přehled početnosti druhů mnohonožek.....	41

Seznam použitých zkratek

ČR – Česká republika	LithForf - <i>Lithobius forficatus</i>
OKD – Ostravsko karvinské doly	LithLucf - <i>Lithobius lucifugus</i>
ArmdVers – <i>Armadillidium versicolor</i>	LithMicr - <i>Lithobius microps</i>
ArmdVulgare - <i>Armadillidium vulgare</i>	LithPice - <i>Lithobius piceus</i>
BlanGutt - <i>Blaniulus guttulatus</i>	MelgBroe – <i>Melogona broelemanni</i>
BlnGenSp – <i>Blaniulidae gen. sp.</i>	MelgVoig - <i>Melogona voigti</i>
BracBang - <i>Brachyiulus bagnalli</i>	OmmIaSabl – <i>Ommatoiulus sabulosus</i>
BracSupr - <i>Brachydesmus superus</i>	OnisAssl - <i>Oniscus asellus</i>
CrypPars - <i>Cryptops parisi</i>	OphyPils – <i>Ophiulus pilosus</i>
CylnBrit - <i>Cylindroiulus britannicus</i>	PlatHoff – <i>Plathyrathus hoffmanseggi</i>
CylnCaer – <i>Cylindroiulus caeruleocinctus</i>	PoldAngs – <i>Polydesmus angustus</i>
CylnNitd – <i>Allaiulus nitidus</i>	PoldComp – <i>Polydesmus complanatus</i>
CylsConv - <i>Cylisticus convexus</i>	PoldIncn - <i>Polydesmus inconstans</i>
HaplDanc - <i>Haplophthalmus danicus</i>	PoldIncs - <i>Polydesmus incostans</i>
HaplErem - <i>Haploporatia eremita</i>	PolxLagr - <i>Polyxenus lagurus</i>
HaplMeng - <i>Haplophthalmus mengii</i>	PorcColl - <i>Porcellium collicolum</i>
HarpAnod - <i>Harpolitus anodus</i>	PorcPru - <i>Porcellionides pruinosus</i>
HylRipr - <i>Hyloniscus riparius</i>	PorcScab - <i>Porcellio scaber</i>
JulsScan – <i>Julus scandinavicus</i>	PorcSpin - <i>Porcellio spinicornis</i>
KrypOccl - <i>Kryphioidius occultus</i>	ProtFusc – <i>Proteroiulus fuscus</i>
LeptCibd – <i>Cylindroiulus cibdelus</i>	ProtPolt – <i>Protracheoniscus politus</i>
LigdHypn - <i>Ligidium hypnorum</i>	TrachRath - <i>Trachelipus rathkii</i>
LithbSp - <i>Lithobius sp.</i>	TricPusl - <i>Trichoniscus pusillus</i>
LithCras - <i>Lithobius crassipes</i>	UncgrFoet – <i>Unciger foetidus</i>
LithCurt - <i>Lithobius curtipes</i>	

Poděkování

Tímto bych chtěla poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ivanu H. Tufovi za poskytnuté cenné rady, pomoc s determinací druhů, konzultace, trpělivost a čas. Dále bych chtěla poděkovat panu RNDr. Andreji Mockovi, PhD., za determinaci mnohonožek do mé bakalářské práce. A především děkuji mé rodině, zejména sestře, která mi poskytovala po celou dobu psaní psychickou podporu a korekturní poznámky, v neposlední řadě děkuji také příteli za jeho podporu při studiu.

V Olomouci dne: 24. 7. 2020

1 Úvod

Tato bakalářská práce se věnuje haldám a půdním bezobratlým vybraných ostravských dolů, konkrétně dolů Zárubek, Petr Bezruč a Trojice. Ve všech těchto dolech již byla ukončena těžební činnost. Jako pozůstatek jejich těžební činnosti zůstaly ostravské haldy. Prostředí hald, které vzniklo během aktivní těžby a poté prošlo sukcesním vývojem, v některých případech i rekultivací, posloužilo k realizaci výzkumu, který je předmětem této práce.

Těžba jakýchkoli nerostných surovin způsobuje veliký zásah do krajiny. Krajinu je možné představit mnoha způsoby. Definice krajiny také není ustálená a má mnoho podob. Pro představu jsou zde uvedeny dvě různé definice z různých pohledů. Krajinu si lze představit jako strukturovaný organismus, který je spoluvytvářený i ovládaný kulturními a přírodními procesy. Tyto procesy se navzájem ovlivňují, prolínají, ale také zůstávají na sobě nezávislé (Lokoč et al., 2010). Lze ji také definovat jako heterogenní část zemského povrchu, skládající se ze souboru vzájemně se ovlivňujících ekosystémů (Forman a Godron, 1993). V mnoha případech těžba nemusí být však pro krajinu jen známkou opuštěného a degradovaného území. Opuštěná těžební štola, celé doly nebo haldy, které vznikají, mohou být i přínosem pro krajinu v jejich bezprostředním okolí. Okolní krajina se může stát významným útočištěm i vzácných zvířat, rostlin či hub. Mnohé ohrožené druhy organismů, které se dříve běžně vyskytovaly ve volné krajině, jsou dnes vytlačeny na tato území zasažená těžbou. Tato stanoviště jsou většinou chudá na živiny, proto zde nacházejí většinou útočiště druhy, které jsou konkurenčně slabší. Tyto konkurenčně slabší druhy z okolní krajiny rychle mizí nebo jsou pro ni vzácné. Po naprosté zástavě těžby v daných dolech se dá biodiverzita podpořit obnovou. Je nutné zvolit vhodný způsob obnovy, aby se zabránilo případným nežádoucím dopadům. Ty mohou být značné při nesprávně provedeném postupu obnovy krajiny. Nejvhodnější obnovou jsou přírodě blízké způsoby, tzn. především spontánní sukcese, což je samovolné zarůstání lokality nebo usměrněná sukcese. V některých případech je žádoucí využít managementové zásahy pro podporu ohrožených společenstev (Tropek a Řehounek, 2011).

1.1 Halda

Halda představuje konvexní antropogenní útvar, který vzniká při hornické činnosti akumulací odpadního materiálu. Těžební haldy nejčastěji vznikají za účelem skládkování hlušiny, vytěžené při dobývání užitkového nerostu. Hlušinu tvoří zbytky vytěženého materiálu a jeho odpad, který již nelze nijak využít. Ukládání zpět do dolů nelze realizovat, nebo by bylo příliš nákladné (Kirchner a Smolová, 2010). U hornických hald má také svůj význam to, jestli jsou tvořeny odpadem z povrchové nebo hlubinné těžební činnosti. Pokud jsou haldy tvořeny hlubinným materiálem, říká se jim odvaly, pokud je tvoří materiál z povrchových dolů, jsou to výsypky (Havrlant, et al., 1982). Konkrétně ostravské haldy tvoří horniny, které jsou různého stáří (karbonské až devonské), jsou to např. pískovce, břidlice, hořlavé lupky, slepence a arkózy. Místo, kde se halda zakládá, se označuje jako odvališť, a zpravidla bývá v blízkosti zdroje materiálu s kterého je tvořena. Podle typu terénu, na kterém je halda zakládána, rozlišujeme haldu vyrovnávací (umístěna v konkávním terénu), rovinnou (v rovině) nebo svahovou (ve svahu), (Kirchner a Smolová, 2010).

1.2 Rekultivace a ekologická obnova

Pojem rekultivace je nejčastěji spojen s postindustriálními stanovišti. Jde tedy o antropogenní místa, která postupně znovu osídlují různé organismy (kamenolomy, doly, pískovny, výsypky, odkaliště, zchátralé komplexy kasáren atd.), za pomoci člověkem řízených úprav terénu a výsadeb zeleně.

Prvotní fází obnovy je technická rekultivace. Na území se za pomoci těžké techniky naveze vhodná půda, která je poté rozprostřena a různě zarovnávaná po okolním terénu. Po této fázi nejčastěji přichází rekultivace biologická, kdy se upravuje půda na úrodnou, tzn. přihnojování, odstraňování nežádoucích náletových dřevin a ruderálních rostlin. Požadovaný konečný stav rekultivací musí být nejdříve vyprojektován a poté uměle vytvořen. Podle cílů projektů a následných úprav předchozích dvou fází rozlišujeme ještě rekultivace lesnické, vodohospodářské, zemědělské a přírodě blízké. Cílem projektu bývají lesy, koupaliště, golfová hřiště, vinice, louky, parky a tak dále. Obzvláště důležitý je výběr vhodných dřevin, jednoděložných i dvouděložných rostlin. Používají se i komerční směsi bylin. V dnešní době se čím dál víc začínají prosazovat rekultivace přírodě blízké, které nejčastěji vznikají na haldách. Jsou ponechány vlastnímu sukcesnímu vývoji, kdy je lidmi pouze korigováno množství dřevin nebo invazních druhů. U rekultivací po těžbě uhlí

je nutné mít na paměti možné opakované a dlouhodobé vzplanutí, které může trvat i desítky let (Tropek a Řehounek, 2011).

Příkladem biologické rekultivace může být také krajina na Slovensku, která je poškozena těžbou a zpracováním magnetické rudy. Tato těžba výrazně mění pH půdy na zásadité, v některých případech dokonce půda dosahuje pH 9 a více. Technická rekultivace je v tomto případě málo pravděpodobná, biologická rekultivace se zdá naopak výhodnější, jak z ekonomického hlediska, tak z pohledu environmentálního přínosu. Biologická rekultivace zde spočívá ve vysazování rákosu obecného (*Phragmites australis*). Rákos totiž produkuje ve velkém měřítku biomasu, která může být později použita, jako přírodní zdroj energie (Hronec et al., 2016).

1.3 Historie důlní těžby

Už od počátku osidlování naší planety lidmi byla krajina ovlivňována negativními i pozitivními vlivy, které s sebou postupně vznikající civilizace přinášela. Techniku, stroje, vlastně celý průmysl lidé rozvíjeli po celá staletí od jednoduchých dřevěných a kamenných nástrojů k obrovským strojům, železárnám, rozsáhlým firmám. Velice významným článkem v tomto vývoji se stalo uhlí. Otázkou zůstává, zda je toto všechno přínosné nebo naopak můžeme tuto vyspělou techniku považovat za hrozbu.

Uhlí, které je symbolem Ostravska, využívali lidé již od nepaměti. Podle archeologických nálezů na Ostravsku jej, jako první používal pravěký člověk, nikdy však nebylo potvrzeno, jestli tito lidé uhlí do ohně házeli účelově. První pokusy o těžbu však probíhaly mnohem později a to v Anglii od 17. století. V 18. století se poté začala provádět cílená hledání ložisek i na dnešním území Ostravska, která podporovala Rakouská vláda. Pravidelná těžba začala až v 19. století. Na tuto skutečnost měla veliký vliv hlavně výstavba železnic a rozvoj železáren. Během tohoto století došlo k rozkouskování těžby uhlí do několika lokalit. Nejznámější a velmi rozsáhlou lokalitu tvoří na území České republiky doly OKD (Ostravsko - karvinské doly). Jsou také jediným producentem černého uhlí v České republice. Roční produkce činí kolem 4 miliónů tun. Lokality, ve kterých se na území ČR těží hnědé uhlí, jsou např. Severočeská, Chebská a Sokolovská pánev (dostupné z: <https://www.okd.cz/cs/tezime-uhli/historie-tezby-uhli>).

1.4 Půdní bezobratlí na haldách

Diverzitu půdních bezobratlých může ovlivnit i prostorová heterogenita. Zkoumané lokality v Severočeské uhelné pánvi obývalo 140 jednotlivých druhů půdních bezobratlých. Téměř polovina druhů byla zastižena jak na rekultivovaných územích, tak na územích, které byly ponechány vlastnímu vývoji. Další 37 % druhů se vyskytovalo pouze na nerektivovaných plochách. Druhovou bohatost výrazně ovlivnily mikroklimatické podmínky. Samovolná sukcesní místa vykazují menší zastoupení suchých míst, než rekultivovaná místa. Další významné prvky jako je humusová vrstva a listový opad si jsou na této lokalitě velmi podobné. Aby se maximalizovala hodnota míst ovlivněných těžbou pro diverzitu půdních bezobratlých, měla by se kombinovat sukcesní stanoviště a stanoviště ovlivněné rekultivací. Výrazným faktorem mohou být také variace terénu. Při plánování technické rekultivace by měly být co nejvíce zahrnovány deprese (Hendrychová et al., 2012), protože heterogenita prostředí je výrazným faktorem pro biologickou rozmanitost.

Na území s větší prostorovou heterogenitou na Sokolovsku bylo zaznamenáno 30 % druhů, které se nachází výlučně v tomto zvlněném terénu. Z celkového počtu 380 druhů jich pouze 15 % bylo vázáno na homogenní nezvlněná stanoviště (Moradi et al., 2018). Pro zvýšení prostorové variace mohou být použity heterogenní usazeniny hlín, šterkové směsi nebo střídání rychle a pomalu rostoucích stromů. Pro některé druhy, které upřednostňují oligomorfni, slaná nebo kyselá místa, by bylo vhodné nechat místa nedotčená rekultivací (Hendrychová et al. 2012).

Výzkumy prováděné na hnědouhelných výsypkách v oblasti Sokolova ukázaly, že přestože se v oblasti vyskytuje 16 druhů stonožek, na samotných výsypkách se jich vyskytuje jen sedm. Většina ploch je rekultivována lesnickou rekultivací. Na sukcesně mladších plochách je prokázán menší počet druhů, než na lokalitách vyššího stáří. Mladší stanoviště byla osídlována druhem *Lamyctes emarginatus*, na zalesněných plochách se více vyskytovaly druhy jako je *Lithobius forficatus* a *Lithobius microps* (Voženílková a Tajovský, 2001). S pokročilejším vývojem hald je prokázáno, že raný průkopnický druh např. *Lithobius melanops* byl potlačen (Tajovský a Aurová, 2008).

Druhy, které jsou schopny se na místech zasažených těžbou usadit a rozmnožovat od založení výsypky, se nazývají pionýrské druhy (Dugner, 1991). Na Sokolovsku byl

zkoumán také vývoj suchozemských stejnonožců a mnohonožek. Na mladších haldách byl nízký počet mnohonožek, zatímco stejnonožci osídlili všechny části hald už od počátku. Nejhojnějším druhem byl *Trachelipus rathkii*, má zřejmě dobrou přizpůsobivost k podmínkám prostředí a vytvořil stabilní populace. Suchozemští stejnonožci dosáhli vyšší průměrné osídlenosti v otevřených místech, zatímco v následujících 10–20 letém zalesňování byly občas nepřítomni. Migrační aktivita suchozemských stejnonožců však neustala. Zalesňování míst se ukazuje jako vhodná úprava pro následnou rekolonizaci mnohonožek, zejména u mnohonožky *Julus scandinavus* (Tajovský, 2001).

Způsob rekultivace a volba dřevin také ovlivnily společenstva půdní fauny. Místa zalesněná modřínem, borovicí, smrkem, dubem, olší a lípou byla porovnávaná s nerekulturními místy, která zarostla spontánně vrbami, břízami a osikami (Tajovský a Aurová, 2008). Celkem na lokalitách bylo zaznamenáno 16 druhů mnohonožek, 15 stonožek a 4 druhy stejnonožců. Nejmenší rozmanitost druhů představovaly lokality s jehličnatými stromy a dub, kdy všechny vykazují pouze 16 druhů. Naopak největší rozmanitost s 26 druhy vykazují lokality s porostem lípy. Ukazuje se, že haldy mají v rámci mikrohabitatů jednotlivých typů zalesňování i spontánně zarůstajících míst vysokou diverzitu. Druhy, které osídlily všechny zalesněné území, byly např. již výše zmíněné druhy *Julus scandinavus*, *Trachelipus rathkii*, *Lithobius forficatus* nebo *Geophilus flavus* (Tajovský a Aurová, 2008).

2 Cíle práce

Tato bakalářská práce má za úkol zjistit a rozšířit informace o diverzitě vybraných půdních bezobratlých, konkrétně stonožek (Chilopoda), mnohonožek (Diplopoda) a stejnonožců (Oniscidea) a efektivnosti rekultivace hald, které již v minulosti proběhly nebo stále probíhají. Celkem jsou určeny tři cíle.

- Prvním cílem práce je zjistit druhovou diverzitu stonožek, mnohonožek a suchozemských stejnonožců ostravských hald Ema, Zárubek a Bezruč.
- Druhým cílem je vyhodnotit kvalitativní i kvantitativní znaky společenstev s ohledem na stáří haldy a další environmentální parametry, tzn. charakter porostu i podrostu, množství opadu, sklon svahu.
- Třetím cílem je srovnání ostravských společenstev suchozemských stejnonožců a mnohonožek s olomouckými ve snaze vyhodnotit jejich charakter, tzn., zda připomínají společenstva přírodě blízká, ruderální či společenstva udržovaných zelených ploch.

3 Materiál a metody

Sběr materiálu byl prováděn studenty Ostravské univerzity v letech 2015–2016. Odchyt byl prováděn pomocí zemních padacích pastí, které v obou letech vybírali od května do listopadu. Z tohoto materiálu jsem vybrala pouze stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda) a suchozemské stejnonožce (Oniscidea), které jsem následně determinovala na druhovou úroveň.

3.1 Zemní pasti

Pro odchyt a zkoumání půdních bezobratlých je nejrozšířenější a také nejefektivnější metodou sběr do zemních pastí. V češtině se těmto pastem jinak také říká padací nebo pasti formalínové podle nejběžněji používané fixační látky. Poprvé jejich využití popsal Angličan Barber, který tyto pasti použil pro sběr bezobratlých v jeskyních, proto se jim také někdy říká Barberovy pasti (Tuf, 2013). Tyto pasti jsou nejčastěji vloženy do vykopaných děr, skládají se z nádoby často skleněné nebo z pevnějšího plastu. Výkopy pro tyto pasti se dělají tak hluboké, aby jejich hrdlo bylo zároveň se zemským povrchem. V mnoha případech je žádoucí spadlé bezobratlé ihned zakonzervovat. K tomuto účelu se nejčastěji používá 4% formaldehyd. K dalším běžným roztokům, které se na konzervaci používají, patří etanol, který by měl mít alespoň 11%, nasycený solný roztok, nebo etylenglykol, který patří k hlavní složce nemrznoucí směsi. Všechna zmíněná fixační média mají své klady i zápory, ať už s ohledem na preparaci sesbíraného materiálu či s ohledem na reprezentativnost vzorku. Seshora se pasti přikrývají stříškami, aby do nich zbytečně nepadali obratlovci. Stříšky slouží také proti nežádoucímu napadání nečistot a jako ochrana proti dešti (Tuf, 2013).

3.2 Determinace půdních bezobratlých

Determinaci vybraného materiálu jsem prováděla v letech 2019–2020 pomocí binokulární lupy a světelného mikroskopu. Určování suchozemských stejnonožců do druhů bylo prováděno za pomoci určovacího klíče (Frankenberg, 1959), pro determinaci stonožek jsem využila práce Neckářové (Neckářová, 2009) a článku ze Živy (Navrátil et al., 2008). Mnohonožky určil dr. Mock z Univerzity Pavla Jozefa Šafárika v Košicích.

3.3 Suchozemští stejnonožci

Suchozemští stejnonožci (Oniscidea) jsou u jedním z jedenácti řádu stejnonožců (Isopoda), dále patří do třídy rakovci (Malacostraca), podkmene korýši (Crustacea) a kmenu členovci (Anthropoda). Suchozemští stejnonožci představují ve stejnonožcích více než třetinovou celkovou druhovou diverzitu (Šimek, 2019).

Popis

Suchozemští stejnonožci jsou relativně malí zástupci korýšů, jejichž velikost se pohybuje od několika milimetrů do několika centimetrů. Velikost zástupců v ČR se pohybuje od 0,5 mm do 18 mm. Zároveň je to také jediná skupina korýšů, která se plně adaptovala na terestrický život (Orsavová a Tuf, 2018). Fosilní doklady téměř chybí, kvůli jejich vápenité kutikule, která se na souši fosilizuje jen obtížně. Děje se to tak, protože nízké pH pryskyřice leptá vápenitou kutikulu. Nejstarší dosud nalezené fosilie, jsou ze svrchní křídy. Molekulární analýzy a fosilní nálezy řádu stejnonožců však naznačují, že se suchozemští stejnonožci vyvinuli již dříve a to v karbonu, přibližně před 300 miliony let (Šimek, 2019). Tehdy na souši pro ně byly vhodné podmínky neboli vhodná ekologická nika, která jim umožnila rychlou diverzifikaci a rozšíření (Orsavová a Tuf 2018). V ČR obývají všechny typy suchozemských stanovišť, od nížin po vrcholky hor (Tuf a Tufová 2008).

Tělo suchozemských stejnonožců tvoří tři části: hlavohruď (cephalothorax), hrud' (pereion) a zadeček (pleon). Hlavohruď tvoří šest hlavových a jeden hrudní článek, odtud se nese i samotný název. Prvních šest článků pevně srostlo, zvenčí už dokonce článkování není rozpoznatelné. Zbytky článkování však můžeme najít na ventrální a vnitřní straně. Srůst hrudního článku s hlavou zanechal stopu v podobě jemné ostré rýhy. U nižších stejnonožců je pozorovatelná na horní a postranních částech hlavohruďi, u vyšších pak pouze po stranách. Na hlavohruďi lze dále pozorovat tzv. čelní lalok, jehož tvar je významným vodítkem při determinaci jednotlivých druhů. Oči jsou nápadné, v mnoha případech dobře vyvinuté, představují pravé složené oko (u nás pouze rod *Ligidium* asi 120 oček, u ostatních tuzemských druhů je to 20–30, v některých případech zcela chybí). Kousací ústní ústrojí tvoří jeden nesouměrný pár kusadel (mandibuly) a dva páry čelistí (maxilly). Na hlavě se nachází dva páry tykadel. Zakrnělé anteny složené z jednoho až tří článků a dlouhé, výrazné anteny, tvořené pětičlánkovým násadcem a bičíkem. Na posledním článku, který, jak již bylo zmíněno, anatomicky nenáleží k hlavě, jsou

čelistní nožky (maxillipedy). Hruď tvoří sedm hrudních článků, neboli pereonitů. Dorsální štítky, tzv. tergity jsou silně zploštělé a klenuté. Tělo je tvořeno tak, že jednotlivé tergity na sebe navazují a z malé části se překrývají, jako tašky na střeše. Jsou také silně chitinizovány vápennými solemi. Vyklenutí hrudi umožňují tenké blanky, které jsou umístěny vždy mezi dvěma po sobě následujícími pereionity. Na každý článek připadá jeden pár kráčivých nohou, neboli pereopodů. Na jejich člancích jsou vytvořeny různě upravené ostny a brvy, jejichž tvar a rozložení může být taktéž významné pro determinaci. U mnoha druhů těchto stejnonožců se projevuje na pereopodech významný pohlavní dimorfismus. Především na prvním a sedmém, jejichž některé články bývají u samců opatřeny různými zvláštními strukturami, sloužícími k přidržení samice při páření. Zadeček byl původně také tvořen sedmi články, předposlední však srostl s posledním v celek zvaný pleotelson nebo také jen telson. Telson může být různých tvarů, většinou však trojúhelníkovitý se špičatým nebo oblým zakončením. Zadeček nese pět párů zadečkových nohou (pleopodů) a koncové přívěsky zvané uropody (Frankenberg, 1959).

Rozmnožování a způsob života

Rozmnožování u suchozemských stejnonožců může být ovlivněno ibreedingem, u samic ještě feminizační bakterií wolbachii. Wolbachie přetvářejí samce na fenotypové samice (Moreau a Rigaud, 2000). Mezi suchozemskými stejnonožci jsou však i některé druhy hermafrodité. Na pokusu s *Armadilidium vulgare* se zjistilo, že samci kopulují delší čas s nepříbuznými samicemi než s příbuznými. Pokud však kopulují s příbuznými samicemi, narodí se méně mláďat (Fortin et al., 2018). Po spáření samička nosí vajíčka v tzv. marsupiu. Mláďata se rodí již schopná samostatného života. Většina s nich je ještě nepigmentovaná, tudíž bílá, pigment získají po několika svlecích.

Suchozemské stejnonožce najdeme téměř všude, nemají žádné vyhrazené prostředí pro život. Dají se obvykle nalézt u lidských sídel, v lesích, na polích nebo třeba parcích. Některé druhy žijí dokonce i v pouštích. Nejčastěji se schovávají pod kameny, dřevy, v zídkách, pod spadáním listů, atd. Většina vylézá až na večer, kdy není přímý sluneční žár a bývá větší vlhkost vzduchu. Některé druhy svinek např. *Hemilepistus reaumurii* své rodiny poznávají pomocí čichu, na kutikule stejnonožců jsou totiž těžké látky, s největší pravděpodobností terpenoidy. Tyto svinky si vyhrabávají nory, každá nora má svůj specifický chemický profil, který je od ostatních rodin odlišný. Výhodou této čichové

identity je, že vetřelce odhalí ihned, jakmile se k jejich noře přiblíží. K opětovnému nalezení nor, používají své exkrementy. V blízkém okolí nory exkrementy tvoří val, který může mít průměr až 15cm (Ayari et al., 2016).

Vybrané druhy

V ČR jsou asi nejznámější a nejčastěji viděny druhy, které se dají nalézt v blízkosti lidských sídel. Například to mohou být: stínka zední (*Oniscus asellus*), svinka obecná (*Armadillidium vulgare*) a stínka obecná (*Porcellio scaber*).

Stínka zední je velmi známý a poměrně velký druh. Co se velikosti týče, dorůstá až 18 mm. Zbarvení jedinců je šedohnědé a obvod těla lemují tenká bělavá čára. Na hřbetních štítcích se vyskytují dvě řady bílých skvrn. Žaberní lupínky na zadečku jim umožňují dýchání, proto je udržují neustále vlhké. Jejich oblíbeným místem pro život jsou obydlí a sklepy, dále také pod kameny, spadlými stromy a opadaném listí (Kolibáč et al., 2019).

Svinka obecná je asi nejznámější druh i mezi laickou veřejností. Jsou známé pro jejich schopnost stočení se do klubíčka. Proto je jejich tělo výrazně klenuté. Délka těla těchto suchozemských stejnonožců činí 10–13 mm. Zbarvení je modrošedé se světlými skvrnami na hřbetu (Bellmann et al., 2016). Tento druh je vápnomilný a žije v listnatých lesích v jejich opadu a pod kmeny. Lze je nalézt i na sušších místech než ostatní druhy suchozemských stejnonožců (Kolibáč et al., 2019).

Stínka obecná má délku těla až 14 mm. Zbarvení těla tohoto druhu není jednoznačné, může mít více variant. Může být šedé až černé, šedobílé mramorované až rezavě hnědé. Po celém povrchu těla má výrazné vystupující zrnění. Kyslík přijímá pomocí dvou párů lupenitých zadečkových přívěsků, do kterých je vchlípen systém trubiček (vzdušnicové plíce). Tyto plíce jsou viditelné pouhým okem, protože prosvítají v podobě světlých políček. Vyskytuje se na stanovištích jako stínka zední, která je popsána výše s tím rozdílem, že stínka obecná upřednostňuje synantropní stanoviště (Kolibáč et al., 2019).

3.4 Stonožkovci

Stonožkovci (Myriapoda) jsou podkmenem členovců (Arthropoda). Tento podkmen zahrnuje čtyři třídy, stonožky (Chilopoda), mnohonožky (Diplopoda), stonoženky (Symphyla) a drobnušky (Paupoda). Stonožkovci jsou rozšíření kosmopolitně. Znamých je zatím přibližně 13 tisíc druhů. Všichni stonožkovci jsou výhradně suchozemští živočichové oddělného pohlaví, tzv. gonochoristé. Mají vylučovací malpigické trubice a tracheální dýchací systém. V následujících dvou podkapitolách, jsou popsány dvě největší třídy: stonožky a mnohonožky.

3.5 Mnohonožky

Třidu mnohonožek (Diplopoda), tvoří 16 řádů. Jsou řazeni do kmenu členovci (Arthropoda) a podkmenu stonožkovci (Myriapoda). Zástupci, kteří byli nalezeni na ostravských haldách, patří mezi - plochule (Polydesmida), mnohonožky (Julida), hrbule (Chordeumatida).

Popis

Mnohonožky mají mnoho druhů, které se od sebe velmi liší jak velikostně, tak i tvarově a barevně. Na světě dosud bylo popsáno přes 8 tisíc druhů, ale odhaduje se, že by jich mohlo být daleko více, až kolem 80 tisíc. V ČR bylo k minulému roku popsáno 77 druhů (Kocourek et al., 2017). Barevně mohou být od zemitě bílé, přes žlutou, různé odstíny šedé až černé. Mohou nést určitou kresbu, mramorování nebo tečkování. Velikost se pohybuje od 1,4 až do 350 mm. Na hřbetní straně je tělo buď silně vyklenuté, nebo mírně ploché, na břišní straně jsou obvykle zploštělé. Mnohonožky se zploštělou břišní částí mají schopnost stáčet se do kuličky, naopak druhy s válcovitým tělem se stáčí spirálně. Počet článků těla v dospělosti není u mnohonožek ustálený, každý řád má jiný počet článků od 9 až po neukončený počet, který se při každém svlékání zvyšuje. Povrch těla je značně chitinosní, u většiny druhů s příměsí uhličitanu vápenatého. Kryt těla tvoří chitinosní desky nebo pláty. Pokud nesrostly dohromady, dá se na těle rozeznat štít hřbetní (tergit), břišní (sternit) a postranní (pleurity). Ve většině případů však tyto štíty srůstají dohromady a utvoří pevný kroužek (sklerit). I na pevném kroužku jsou však znatelné dvě části, přední část (prozonit) a zadní (metazonit), (Lang, 1954). Prozonit je většinou užší a hladký, mezazonit je rozrýhovaný a také má klenutější charakter. Prozonity jsou schopny se díky svému zúžení

zasunout do metazonitů. Tato schopnost umožňuje zkrácení stočení těla mnohonožek v případě ohrožení (Krejča a Korbel, 2001). Obecně se tělo dělí do tří částí a to hlavu, trup a telson. Hlava je kulovitá s vyklenutým temenem. Nese jeden pár tykadla, kdy poslední článek obsahuje čichové brvy. Oči jsou jednoduché, obvykle početné, v políčku či řadě, u některých skupin oči zcela chybějí. V této části těla se nachází také tzv. Tömösváryho orgán, který slouží ke vnímání vlhkosti v prostředí (Balát et al., 1959). Ústní ústrojí je kousavé, skládá se ze dvou částí. První částí jsou silná kusadla (mandibuly) a druhá přeměněné čelisti (maxily). Trupová část se skládá z podobně vypadajících článků, první článek za hlavou nemá nohy, ostatní tři jsou opatřeny vždy jedním párem nohou. Zbytek článků je opatřen dvěma páry nohou. Každá noha má 6 článků, výjimečně ji tvoří 7 nebo 8 článků. Samečci mají na sedmém tělním článku gonopody. Gonopody slouží k páření, mají nejrůznější tvary, najdeme na nich četné výrůstky, lamely a výběžky. Tyto nožky jsou důležitým určovacím znakem mnohonožek. Poslední článek, není opatřen nohama a nazývá se telson. (Lang, 1954).

Rozmnožování a způsob života

Samice po páření kladou vejce do země, kde zůstávají 2–4 týdny, poté se z nich líhnou larvy. V některých případech se u mnohonožek starají o vajíčka samci, kteří snůšku obtočí svým tělem. Samci chrání vejce před plísňovou infekcí, tudíž mají větší šanci vylíhnout se a nebyť napadena. Šíře těla zde má své opodstatnění, druhy s širším tělem jsou schopny obejmout více vajíček (Kudo et al., 2010). Postembryonální vývoj mnohonožek se liší mezi jednotlivými řády. Larva v prvním stádiu vývoje má většinou jen sedm tělních článků a tři či čtyři páry nohou (Krejča a Korbel, 2001). Dorůstání článků a nohou se děje při svlékání jedinců. Schopnost svlékání některým řádům zůstává, až do dospělosti, kdy se stále zvyšuje i počet segmentů.

Mnohonožky obývají především vlhké prostředí, jako jsou lesy, kde je lze nalézt pod kameny, spadáním listů, v mechu nebo také pod zemí, kam se většinou stahují při stoupající teplotě a snižující se vlhkosti. Jsou významnými saprofágními živočichy, žijí se tlejícími rostlinami nebo živočichy a přispívají tak k tvorbě humusu (Krejča a Korbel, 2001).

Vybrané druhy

Typičtí zástupci pro Českou republiku jsou například mnohonožka lesní (*Julus scandinavius*), mnohonožka dvoupásá (*Ommatolulus sabulosus*) a plochule křehká (*Polydesmus complanatus*).

Mnohonožka lesní má protáhlé tělo, které je u samic dlouhé až 40 mm, samci jsou o něco menší. Mají hnědé zbarvení těla, které zdobí tenká černá linie na hřbetu. Průřez tělem je kruhovitý. Tělo má 50 článků. Samci mají první pár nohou redukovaný a telson je takéž miniaturní a hrotovitý. Nemají specifické nároky na výskyt, tudíž se dají nalézt skoro všude i na stanovištích pozměněných člověkem, například na zkoumaných haldách (Anděra, 2018).

Mnohonožka dvoupásá je poměrně velikého vzrůstu s mohutným tělem. Samice v dospělosti dorůstají až 45 mm, samci jsou oproti samicím menší. Dospělí jedinci mají 55 článků těla a úctyhodných až 101 párů noh (Kolibáč et al., 2019). Zbarvení u samců i samic je červenohnědé až hnědočerné barvy. Na hřbetu se nacházejí dva okrové pruhy. Ve většině případů se nalézají ve velkých skupinách, dokonce provádějí i hromadné migrace. Vyskytují se na otevřených stanovištích, jako jsou skály, lomy, zříceniny, světlé a suťové lesy (Anděra, 2018).

Plochule křehká je středního vzrůstu, délka jejího těla činí nejvíce 23mm. V dospělosti mají 20 tělních článků, které mají křídélkovitě rozšířené hřbetní okraje. Zbarvení je okrové až světle hnědé. Tento druh mnohonožky je slepý a lze nalézt převážně v opadu (Kolibáč et al., 2019)

3.6 Stonožky

Třída stonožky (Chilopoda), náleží ke kmenu členovců (Anthropoda) a podkmenu stonožkovců (Myriapoda). Celkově tato třída obsahuje pět řádů. Na zkoumaných lokalitách byly nalezeny a determinovány pouze zástupci řádů Lithobiomorpha a mnohočlenky (Scolopendromorpha).

Popis

Velikost stonožek je velmi různorodá. Existují druhy, které dorůstají pouhých několik milimetrů, na druhé straně největší druhy dorůstají délky přes 30 centimetrů. V České

republice se nacházejí stonožky měřící maximálně okolo 10 centimetrů. Zbarvení těla stonožek bývá nejčastěji žluté, rezavé, odstíny hnědé a červenohnědé, méně časté zbarvení je celé černé nebo jen s černými pruhy na těle. Tělo stonožek se skládá z hlavy a trupu, je měkké a elastické. Povrch těla není prostoupen uhličitanem vápenatým (Kaczmarek, 1979). Po těle mají rozmístěné otvůrky, do kterých ústí kožní žlázy. Také se na těle vyskytují brvy, které mohou zesílit v trnité brvy, mohou být vytvořeny také silnější útvary trny nebo zuby. Přední část hlavy tvoří čelo, které přechází ve většině případů ve ventrálně položený čelní štítek. Dále přední část nese pár tykadel, která jsou velmi jemná, až niťovitá. Tykadla jsou ve většině případů složena z podobných článků, kterých může být 14 až přes 400. Po stranách hlavy mají skupiny jednoduchých očí, složené oči mají pouze strašníci (Scutigromorpha). Někdy oči zcela chybějí. Ústní ústrojí se skládá z nepárového horního pysku (labrum), kusadel (mandibulare) a dvou párů čelistí. Silně sklerotizovaná kusadla tvoří žvýkáci destička a násadec. Žvýkáci destička je opatřena zoubky nebo hřebínky, jež jsou tvořeny plochými třásněmi. Tělo stonožek má vždy lichý počet článků nesoucí kráčivé končetiny. U některých druhů se střídají menší a větší články. Každý článek trupu nese jeden pár končetin a skládá se z hřbetního štítku (tergitu), břišního štítku (sternitu) a boční části (pleuritů). První článek trupu je modifikovaný a nese, tzv. kusadlové nožky. Tyto nožky obsahují jedové žlázy a slouží k chytání a usmrcování potravy. Některé druhy mají tak silný jed, že dokáží zabít i malého obratlovce jako je například myš. Zřasená blána tvoří boční stěnu článků, v níž se v různém počtu nacházejí sklerotizované štítky. Nožky jsou jednoduché a jejich počet se pohybuje od 15 do 177 párů, záleží na třídě, ale také na druhu stonožky. Nohy jsou zakončeny drápkem (praetarsus). Po celé jejich délce se může vyskytovat ochlupení, brvy nebo trny. Poslední pár nohou se odlišuje od všech ostatních, jsou to tzv. vlečné nohy. Tyto nohy jsou silnější a delší než ostatní, u samců bývají ještě zesíleny. Končetiny posledního článku, jsou pozměněny na pohlavní nožky neboli gonopody. Od ostatních se liší svou menší velikostí (Balát et al., 1959).

Rozmnožování a způsob života

Stonožky se rozmnožují a líhnou po celý rok. Jejich vývoj se liší podle skupin. Můžou mít jak vývoj anamorfní, tak epimorfní, v některých případech mají dokonce hemianamorfózní vývoj. Anamorfní vývoj je typický tím, že první larva po vylíhnutí (pullus) nemá tolik

tělních článků a nožek jako dospělý jedinec. Postupem času všechny tyto tělní části dorůstají. Epimorfóza je vývoj, kdy se z vejce vylíhne jedinec, který je již stejného vzhledu jako dospělec. Liší se hlavně velikostí. Hemianamorfóza je kombinací těchto dvou vývoju. U zemivek a stonoh samička nakladené vejce obtáčí svým tělem a po vylíhnutí mláďat se o ně ještě nějaký čas stará. Stonožky žijí obvykle 2–3 roky (Folkmanová, 1928; Balát et al., 1959).

Stonožky jsou draví živočichové, jejich potravou jsou často např. pavouci, různý hmyz, ale i malí obratlovci, které dokáže jed usmrtit. Stonožky převážně bývají dobrými lovci, kteří loví pomocí svých kusadlových nožek obsahujících jedové žlázy, na znehybnění kořisti se podílejí i ostatní páry nohou. Nezaměřují se jen na určitý druh potravy, v podstatě loví vše, co se vyskytuje v jejich prostředí. Loví převážně v nočních hodinách. Stonožky obývají obdobné prostředí jako stejnonožci a mnohonožky. Vyskytují se v opadaném listí, kůře, mechu, pod kameny a v půdě (Tuf a Růžička, 2006).

Vybrané druhy

Nejznámější a nejběžnější druh stonožek v ČR je stonožka škvorová (*Lithobius forficatus*).

Stonožka škvorová je jeden z největších druhů stonožek v ČR, dorůstá délky až 30mm. Barva je kaštanově hnědá nebo červenohnědá. V dospělosti mají 15 tělních článků, které nejsou stejně velké. Vždycky za jedním větším následuje menší článek, dva větší články se stýkají pouze uprostřed těla. Některé kratší hřbetní štítky jsou ke konci na obou stranách prodlouženy v rohy. Konkrétně jsou protaženy štítky na člancích 9, 11 a 13. Tento druh je hojný jak v přírodě, tak u lidských sídel (Kolibáč et al., 2019).

Stonoha francouzská (*Cryptops parisi*) dorůstá délky až 30mm. Tato stonoha má zbarvení rezavě červené, až nažloutlé. Tělo tvoří 21 článků, které od sebe nejsou rozlišeny velikostně, tzn., všechny hřbetní štítky mají stejnou délku. Jsou slepé. Obvykle se nacházejí v lesním listovém opadu. (Kolibáč et. al, 2019; Bellmann et. al, 2016).

3.7 Charakteristika území

Ostravské černouhelné doly patří do soustavy Vněkarpatských sníženin a celku Ostravské pánve. Do tohoto celku se řadí ještě dva podcelky: Ostravské roviny a Ostravské plošiny. Pro většinu území jsou charakteristické jen velmi mírně zvlněné pahorkatiny, v pořičních nivách se vyskytují čistě i jen roviny. Podloží současného povrchu krajiny budují nezpevněné nebo jen málo zpevněné neogenní mořské usazeniny, na kterých většinou spočívají i kvarterní nánosy. Na Ostravsku a Oderské bráně lze pozorovat i glaciální nánosy a kryosedimenty. V Ostravské pánvi jsou pak pod neogenními a kvarterními sedimenty docela mělce uloženy karbonské uhlonosné vrstvy (Bína a Demek, 2012).

Území je také charakteristické intenzivní devastací krajinných prvků nejen těžbou uhlí, ale také metalurgií železa. Důlní těžba zde přispěla k mnoha změnám v litosféře, atmosféře (vypouštění škodlivých plynů), hydrosféře např. potlačení nebo vytlačení podzemních vod na povrch, kdy často dochází k zatopení depresí, a půdním pokryvu. Antropogenní reliéfy lze rozdělit na změny člověkem vědomě vytvořené (haldy) a tvary, které vznikly jako neúmyslný následek lidské činnosti (poklesy okolního terénu), (Hodeček et al., 2015).

3.8 Charakteristika lokalit

Halda Bezruč

Halda dolu Petr Bezruč je situována na okraji slezské části města Ostrava. Halda byla zakládána roku 1920 (Hodeček et al., 2016). Nachází se v komplexu více hald, které zde vznikly vyvezením odpadového materiálu z několika bývalých dolů a to dolu Petra Bezruče, Trojice a Michálky. Od dolu Petra Bezruče je halda vzdálená přibližně 250 m. Haldy jsou dostupné z vícera stran. Leží nedaleko Zoo Ostrava, která je vzdálená přibližně 470 m. Dále jsou přístupné také cestou od krematoria, které je vzdálené přibližně 600 m.

Následující dva odstavce jsou převzaty z bakalářské práce Jiřího Hodečka (Hodeček 2008).

Halda Dolu Bezruč (Terezie) byla založena v roce 1920 jihovýchodně od Dolu Petr Bezruč v těsné blízkosti již existujícího odvalu koksovny Trojice. Ve své západní polovině byl velice dlouho teplotně aktivní (Havrlant, 1980) a tato aktivita ustala až v průběhu 80. let minulého století. Koncem 80. let byla na odvalu provedena částečná lesnická

a technická rekultivace. Velká část území (západní a jižní svah, část temene a prostor nacházející se jižně a jihovýchodně od haldového tělesa Dolu Bezruč) byla překryta izolační jílovitou zeminou o mocnosti cca. 0,4 m. Celkově bylo rekultivováno 18 ha plochy v prostoru odvalu. K výsadbě byly použity sazenice listnatých stromů (především *Quercus rubra*, *Fraxinus excelsior*, *Betula pendula.*, *Tilia sp.*, *Alnus sp.*). Západní svah byl osázen jehličnany (*Picea abies*, *Picea pungens*) u nichž byl však v minulosti zaznamenán značný úhyn.

Výsledný tvar haldy je nepravidelná kupovitá tabule. Odval je značně vysoký, převýšení nad okolním terénem činí až 60m. Relativní výška vzhledem k sousednímu prstencovitému odvalu je téměř 30 m. Severní, východní i jižní svahy jsou velmi strmé. Vrcholová kóta dosahuje výšky 303 m. n. m., plochý vrcholový prostor se rozkládá na ploše téměř 1,5 ha.

Na výše popsané lokalitě byly umístěny dvě sady pastí, kdy každá sada obsahovala pět pastí. První lokalita neboli pasti Bezruč (1–5) byla umístěna na rekultivovaném území. Zde proběhlo navezení jílovitého materiálu a následná lesnická rekultivace. Druhá lokalita neboli pasti Bezruč (6–10) byla umístěna na nerekulitovaném území, tato část byla ponechána náletovým dřevinám a původní zemina nebyla překryta jílovitou. Částečná výsadba byla uskutečněna pouze na svazích a okrajových částech.

Halda Ema

Ema územně navazuje na haldu Bezruč, která je popisována o něco výše. Struktura obou hald je téměř totožná. Halda Ema je v Ostravě asi neznámější a nejnavštěvovanější místem pro ty, kteří si chtějí prohlédnout celou Ostravu z jednoho místa. Je to totiž nejvyšší bod Ostravy. Její vrchol se tyčí v nadmořské výšce 324 m. n. m. V tomto komplexu hald se také naskýtá pohled na místo, jenž sice bylo vytvořeno člověkem, ale po letech nehezkyých navážek, rekultivací a utváření společenstev zde již najdeme krajinu, která dokáže uchvátit svým vzhledem i bohatostí.

Kuželová halda koksovny Trojice byla založena patrně již před rokem 1920. Nasypávána byla bez přestávky až do roku 1960 a její základ tvoří vesměs výpěrky prádla koksovny. Celkově je v haldě uloženo asi 28 milionů kubických metrů vytěžené hlušiny. Halda byla dlouhou dobu termicky aktivní a hořela až do roku 1976. Vzhledem k možnosti vypuknutí požáru byla v minulosti z jihozápadního svahu hlušina několikrát odebírána.

Jako protipožární opatření byla dokonce na haldy navezena vrstva jílovité zeminy, která byla rozprostřena po plošině, sedle a části odvalu Bezruč. V polovině 80. let pak proběhla částečné lesnická rekultivace. I v současnosti je odval stále místně termicky aktivní, což můžeme pozorovat v podobě stoupající páry a oxidu siřičitého (Hodeček, 2008)

Pasti byly umístěny na jihovýchodním svahu kousek pod vrcholem po obvodu haldy, v nadmořské výšce přibližně 305–310 m. n. m. Na Emě bylo umístěno celkově pět pastí. Označení vzorků je prováděno nápisy Ema (1–5).

Halda Zárubek

Halda Zárubek se již nenachází ve společnosti komplexu, jako halda Ema a Bezruč. Zárubek je situován mezi kolejemi, které slouží pro trolejbusovou dopravu a silnicí I. a II. třídy. Samotný důl je vzdálen přibližně 240 m.

Halda byla založena ve 40. letech minulého století. Důvodem, proč halda vznikla právě na tomto místě, byla snaha o vyrovnání pokleslé oblasti v dobývacím prostoru Dolu Zárubek. Jižní svah byl později částečně narušen odběrem hlusiny. Halda není teplotně aktivní a jen v malé části proběhla jeho lesnická rekultivace (Hodeček, 2008)

Halda Zárubek má tvar tabule, jeho rozloha se rozprostírá na ploše 6,3 ha. Výška haldy nad okolním terénem představuje sedm metrů. Nadmořská výška terénu haldy Zárubek činí asi 80 m (Hodeček, et al., 2015). Pasti zde byly umístěny na svrchní straně svahu, který směřuje ke kolejím. Na této haldě byl umístěn stejný počet pastí, jako na Emě. Označení odebraných vzorků je Zárubek (1–5).

3.9 Statistické metody

V programu Microsoft Excel došlo k vytvoření tabulek s informacemi o lokalitách a určených druzích. Zpracovaná data v programu Microsoft Excel poté analyzoval program CANOCO for Windows (verze 5.0). Jako druhová data byly využity úlovky jednotlivých druhů v konkrétních odběrech. Jako environmentální proměnné se použily charakteristiky jednotlivých lokalit. Pomocí nul a jedniček se kódoval název haldy, zda zde proběhla rekultivace, procentuálně se hodnotila pokryvnost jednotlivých vegetačních pater, přítomnost jednoděložných rostlin v podrostu a pokryvnost konkrétních rodů dřevin. V centimetrech byla hodnocena tloušťka listového opadu a ve stupních sklon svahu.

Pro vyhodnocení celkového materiálu se použila s ohledem na délku gradientu v druhových datech kanonická korespondenční analýza (CCA), jakožto unimodální metoda. Signifikance modelu se testovala pomocí Monte-Carlo permutačního testu (499 opakování). Význam jednotlivých environmentálních proměnných pro predikci distribuce stonožek se testoval pomocí sumarizace efektů vysvětlujících proměnných. Výsledkem této metody je ordinační biplot jako nástroj pro zobrazení závislostí v mnohorozměrných datech. Analýzy proběhly pro různé skupiny proměnných odděleně.

Pro vybrané proměnné (opad, zastoupení jednoděložných a sklon svahu) byly vytvořeny generalizované lineární modely predikující abundance jednotlivých druhů. V grafech byly vykresleny pouze druhy se signifikantním vztahem k dané proměnné.

Společenstva mnohonožek jednotlivých hald se společně se společenstvy z olomouckých parků, ruderálů a přírodě blízkých lokalit analyzovala pomocí parciální korelační analýzy (PCA), která v biplotu znázornila jejich vzájemnou podobnost. Stejná analýza byla provedena i pro suchozemské stejnonožce.

4 Výsledky

Celkem bylo odebráno padacími zemními pastmi z hald Ema, Bezruč i Zárubek 419 vzorků. Z toho 130 vzorků neobsahovalo zástupce modelových skupin této práce (stonožky, mnohonožky a stejnonožci). Ve zbylých 289 vzorcích, kdy ne vždy každý obsahoval všechny zájmové taxony, se našlo a determinovalo celkem 2 429 jedinců těchto skupin.

4.1 Početnost a druhová rozmanitost vzorků

Suchozemští stejnonožci

Suchozemští stejnonožci (Příloha 4) prokazují nejvyšší celkový počet jedinců a to 1650 o deseti druzích – *Porcellium collicola*, *Oniscus asellus*, *Protracheoniscus politus*, *Ligidium hypnorum*, *Cylisticus convexus*, *Trachelipus rathkii*, *Armadilidium versicolor*, *Porcellio scaber*, *Hyloniscus riparius* a *Plathyarthrus hoffmannseggi*. Největší druhovou diverzitu prokazuje nerekulturnovaná část haldy Bezruč (6–10), obsahuje osm druhů a 216 jedinců. Rekulturnovaná část této haldy se však vyznačuje nejmenší druhovou i početní rozmanitostí. Největší počet jedinců byl odchycen na haldě Ema. Druhý nejvyšší počet určených druhů se nacházel ve vzorcích z haldy Zárubek (7 druhů).

Stonožky

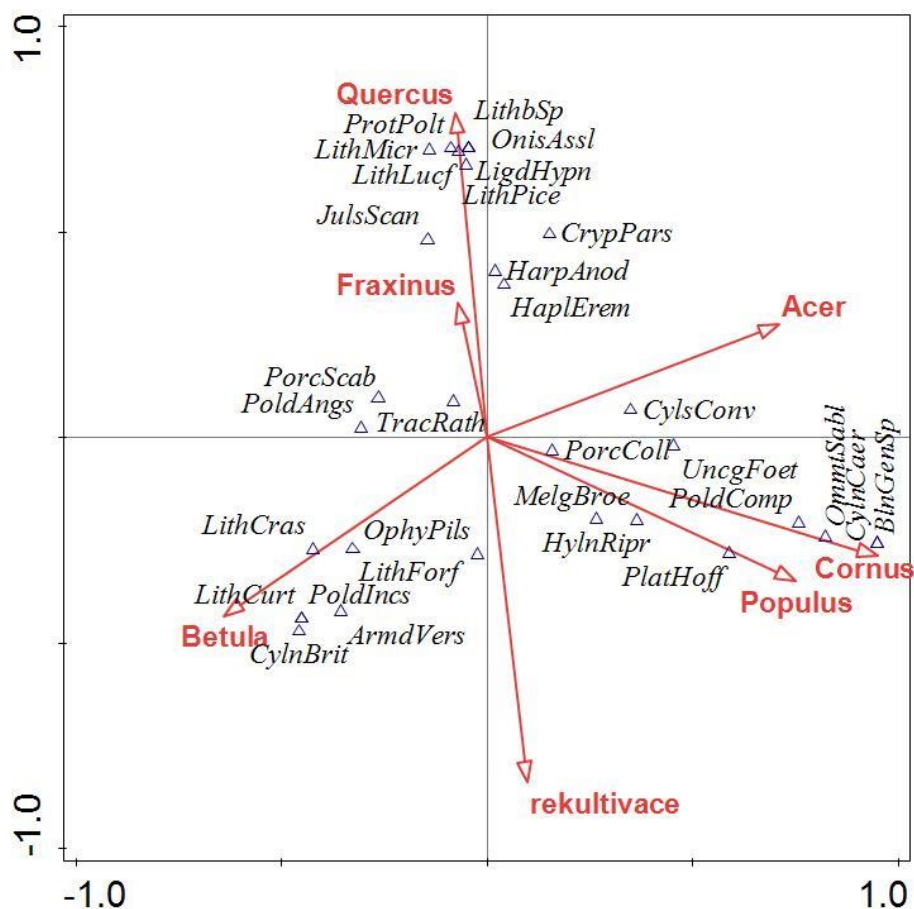
Stonožky mají nejmenší zastoupení (Příloha 5) na těchto územích, co se týče počtu jedinců i diverzity. Celkový počet tvoří 86 jedinců náležících do 8 druhů (jeden jedinec byl pouze určený do rodu *Lithobius*, z důvodu chybějící části těla). Jedinci, kteří se zde vyskytují, náleží k druhům: *Harpolithobius anodus*, *Lithobius forficatus*, *Lithobius lucifugus*, *Lithobius piceus*, *Lithobius crassipes*, *Lithobius curtipes*, *Lithobius microps* a *Cryptops parisi*. Největší diverzitu stonožek má opět nerekulturnovaná část (6 druhů), ale i rekulturnovaná část haldy Bezruč, která má stejný počet druhů. Na nerekulturnované části se však odchytily 35 zástupců, zatímco na rekulturnované pouze 7. Na Emě se odchytily celkem 40 jedinců, z toho 31 jedinců představovalo druh *Lithobius forficatus*, který byl také nejhojnějším druhem ve všech vzorcích. Nejméně bohatý vzorek byl získán na haldě Zárubek, byli zde odchyceni pouze 4 jedinci.

Mnohonožky

Třetí sledovanou skupinou jsou mnohonožky (viz Příloha 6). Představují nejrozšířenější skupinu, co se diverzity týče a jsou také druhou největší skupinou v počtu jedinců. Celkově se odchytilo 693 jedinců, zařazených do 11 druhů, kdy jeden jedinec je zařazen pouze na úroveň čeledi (*Blaniulidae* gen.sp.). Druhy, které se zde vyskytly, jsou: *Polydesmus incostans*, *Polydesmus angustus*, *Polydesmus complanatus*, *Julus scandinavius*, *Ommatoiulus sabulosus*, *Unciger foetidus*, *Ophiulus pilosus*, *Cylindroiulus caeruleocinctus*, *Cylindroiulus britanicus*, *Haploporatia eremita* a *Melogona broelemanni*. U mnohonožek má největší diverzitu halda Ema. Z této haldy je determinováno 10 druhů o 217 jedincích, na rozdíl od suchozemských stejnonožců a stonožek kde byla největší diverzita zaznamenána na nerekulťované části Bezruč. Rekulťovaná část Bezruč má 73 jedinců o 6 druzích, což opět představuje nejmenší počet. Nerekulťovaná část má stejný počet druhů, ale 247 zástupců.

4.2 Ovlivnění stromy a rekultivací

Korespondenční kanonická analýza vytvořila signifikantní model ($F = 4,7$, $p = 0,002$) distribuce modelových druhů vztažených k faktorům rekultivace a konkrétním druhům dřevin na haldách (Graf 1), který vysvětluje 9,7 % variability v druhových distribucích. Signifikantními prediktory distribuce byly *Cornus* ($F = 12,9$; $p = 0,002$), rekultivace ($F = 8,5$; $p = 0,002$) a *Fraxinus* ($F = 4,1$; $p = 0,004$), téměř signifikantně vyšel i *Acer* ($F = 1,7$; $p = 0,052$), další dřeviny vyšly poměrně těsně nad hranici signifikance (*Quercus* $F = 1,6$; $p = 0,062$ a *Betula* $F = 1,7$; $p = 0,060$). Je zřejmé, že mnohonožky *O. sabulosus* a *C. caeruleaocinctus* a stejnonožec *P. hoffmannseggii* upřednostňují místa s větším zastoupením dřinu a že stínka *P. politus*, mnohonožka *J. scandinavius* a stonožky *L. microps* a *L. lucifugus* preferují lokality s rostoucím jasanem. Také je patrné, že žádný druh nepreferoval rekultivaci samotnou.

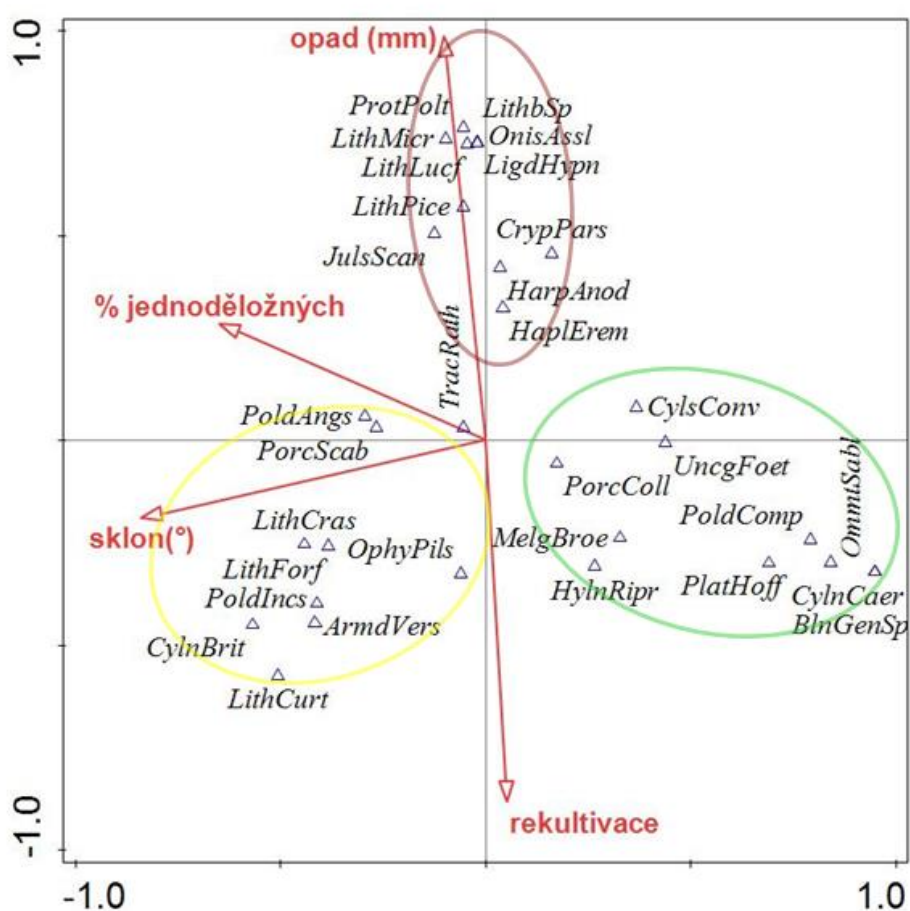


Graf 1: Kanonická korespondenční analýza vztahu druhů vůči rekultivaci a jednotlivým druhům stromů (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).

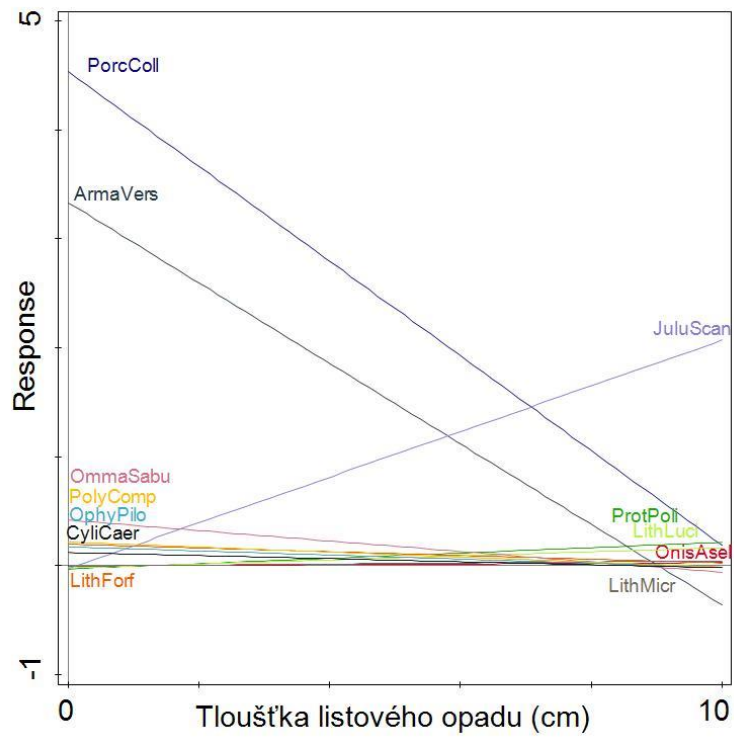
4.3 Vliv mikrohabitatu

Další kanonická korespondenční analýza se zaměřila na charakter mikrohabitatu (Graf 2). Model distribuce druhů byl signifikantní ($F = 12,8$; $p = 0,002$) a vysvětlil 7,9 % variability v distribuci druhů. Signifikantními faktory byly tloušťka opadu ($F = 10,2$; $p = 0,002$), sklon svahu ($F = 10,0$; $p = 0,002$) a podíl jednoděložných v bylinném patře ($F = 4,5$; $p = 0,002$). Faktor rekultivace signifikantní nebyl. Je patrné, že jen málo druhů preferuje spíše jednoděložné rostliny, velká část druhů se trávám vyhýbá (zelená skupina v grafu 2). Nejvíce druhů se vyskytuje v silnější vrstvě listového opadu, typické pro nerekultivované plochy (hnědá skupina na grafu 2). Některé druhy jako např. *A. versicolor* nebo *L. forficatus* upřednostňují strmé svahy. Tyto vztahy byly vyjádřeny pomocí generalizovaných lineárních modelů. Silnou vrstvu listového opadu (Graf 3) preferují druhy *J. scandinavius*, *P. politus*, *L. lucifugus*, *O. asellus* a *L. microps* naproti tomu *P.*

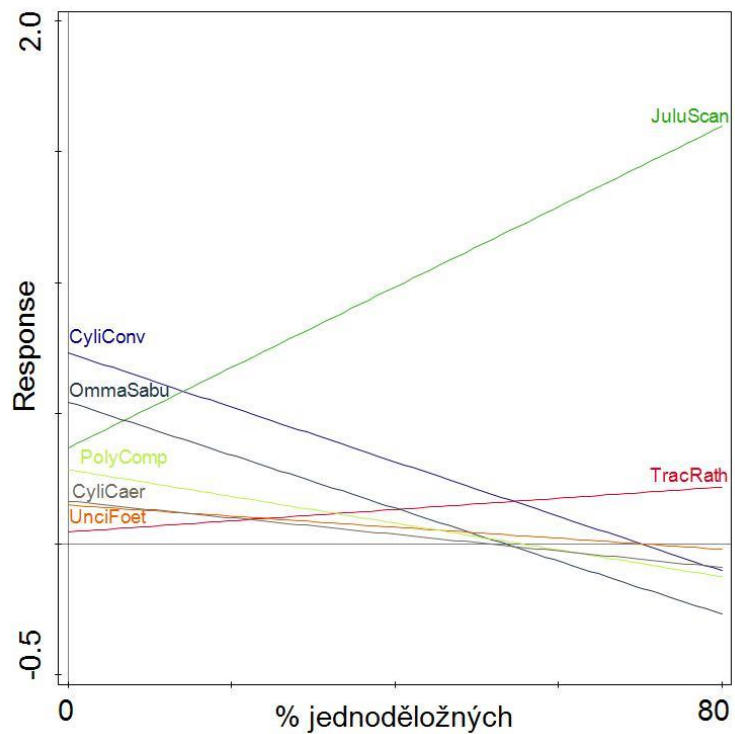
collicola, *A. versicolor* a některé další druhy jsou obvyklé na místech bez opadu. Silný výskyt trav v podrostu (Graf 4) vyhovuje mnohonožce *J. scandinavius* a stínce *T. rathkii*, druhy *C. convexus*, *O. sabulosus*, *P. complanatus*, *C. caeruleocintus* a *U. foetidus* obývají místa s dvouděložnými bylinami v podrostu. Svahy (Graf 5) nejvíce vyhovovaly *A. versicolor*, *P. angustus*, *L. forficatus* a *P. scaber*, naopak druhy *O. sabulosus*, *C. convexus* a *P. complanatus* preferují méně svažité území. Druhy *C. caeruleocintus*, *L. crassipes* a *C. britanicus* nemají výrazný nárůst ani pokles jedinců s rostoucím svahem.



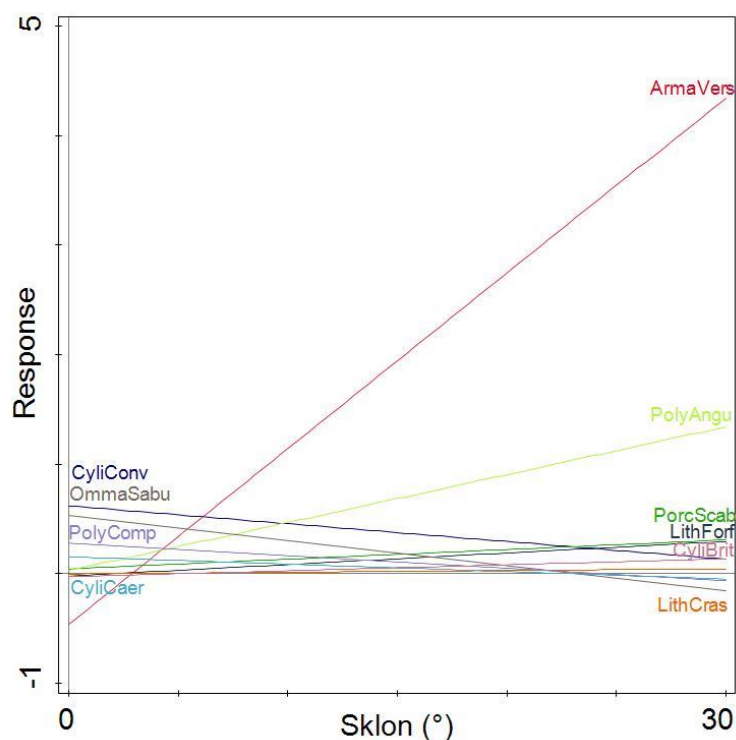
Graf 2: Znárodnění preference druhů vůči faktorům mikrohabitu – sklonu svahu, rekultivaci, tloušťce listového opadu a jednoděložným rostlinám v podrostu: zelená skupina druhů preferuje dvouděložný podrost, hnědá skupina druhů preferuje silnou vrstvu opadu a žlutá skupina druhů preferuje svažité plochy (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk).



Graf 3: Znáornění distribuce druhů vůči množství listového opadu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratek).



Graf 4: Znáornění distribuce druhů vůči zastoupení trav v bylinném podrostu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratek).



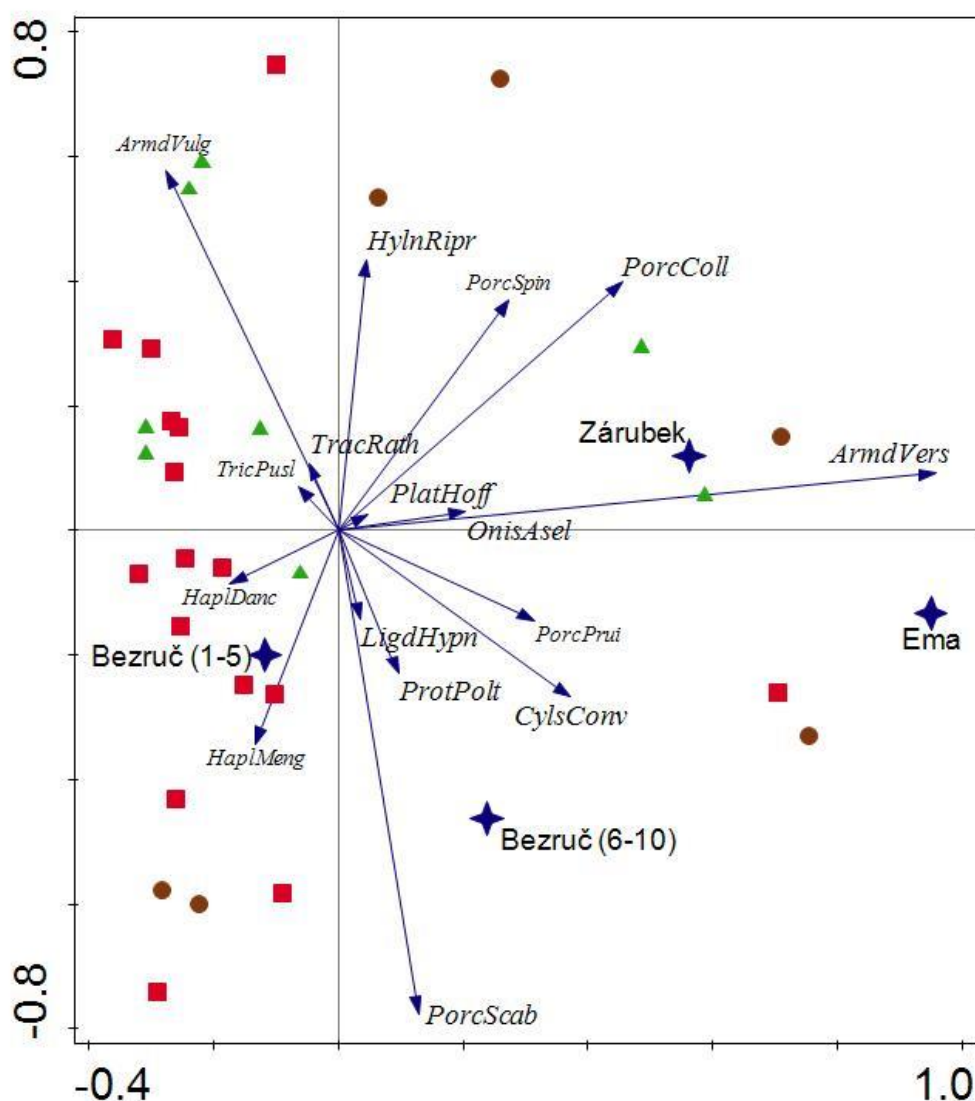
Graf 5: Znázornění distribuce druhů vůči sklonu svahu (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratek).

4.4 Zhodnocení společenstev edafonu ostravských hald

Pro posouzení, jak moc přírodě blízká jsou společenstva stejnonožců na ostravských haldách, byla porovnávána se společenstvy stejnonožců z různých biotopů v Olomouci (Riedel et al., 2009). V Olomouci byly intenzivně studovány parky, ruderály i přírodě blízká místa pomocí zemních pastí. Autoři vyhodnotili distribuci stejnonožců a mnohonožek těchto lokalit. Grafické porovnání olomouckých i ostravských společenstev ukazuje podobnost lokalit na základě distribuce druhů suchozemských stejnonožců (Graf 6) a mnohonožek (Graf 7). Ostravské haldy na obou grafech představují modré křížky. Olomouc má více zkoumaných stanovišť, zelené značky představují přírodě blízké biotopy, hnědé značky jsou ruderální oblasti a červené značky jsou olomoucké parky. Druhy, které se vyskytovaly v Ostravě, jsou zaznamenány větším písmem, naopak druhy které se vyskytují jen v Olomouci, jsou znázorněny písmem menším.

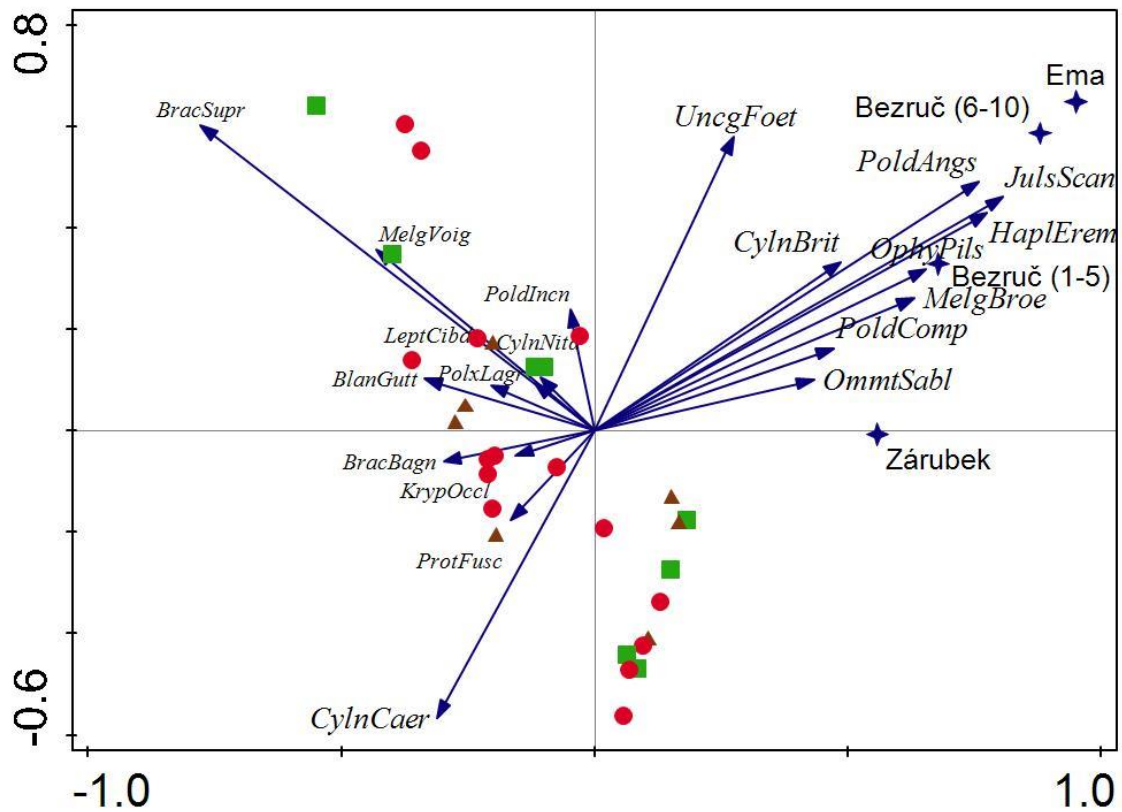
Rekultivovaná část haldy Bezruč (pasti 1–5) se blíží svými společenstvy stejnonožců (Graf 6). olomouckému parkovému prostředí. Naopak nerekultivovaná část této haldy se nepodobá ani jednomu území, které bylo zkoumáno v Olomouci. Halda Ema

je podobná spíše ruderálním olomouckým plochám. Halda Zárubek vykazuje podle společenstva největší podobnost s přírodě blízkými stanovišti.



Graf 6: Porovnání společenstev suchozemských stejnonožců Ostravy a Olomouce. Červené symboly znázorňují olomoucké parky, zelené symboly olomoucké lokality přírodního charakteru a hnědé symboly olomoucké ruderály. Druhy vyskytující se pouze v Olomouci jsou znázorněny menším písmem (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk)

Naproti tomu společenstva mnohonožek ostravských hald se od těch olomouckých značně liší (Graf 7). Na lokalitách se vyskytují jiné druhy a společenstva si nejsou podobná. Značky v grafech mají stejný význam, jako v grafu předešlém.



Graf 7: Porovnání společenstev suchozemských stejnonožců Ostravy a Olomouce. Červené symboly znázorňují olomoucké parky, zelené symboly olomoucké lokality přírodního charakteru a hnědé symboly olomoucké ruderály. Druhy vyskytující se pouze v Olomouci jsou znázorněny menším písmem. (pro zkratky druhů viz Seznam použitých zkratk)

5 Diskuse

Tato práce se zabývá druhovým složením a počtem jedinců půdních bezobratlých ostravských hald (mnohonožek, suchozemských stejnonožců a stonožek). Diverzitu půdních bezobratlých může ovlivnit různorodost v půdních vlastnostech. Půdní vlastnosti by měly také být zohledněny v každém managementu obnovy (Hendrychová, 2012).

Nejhojnější skupinou ve vzorcích jsou suchozemští stejnonožci. Nejméně jedinců suchozemských stejnonožců bylo na nejstarší haldě Bezruč, která má 100 let. Na mladších haldách byl vyšší počet, na nejmladší 40 let staré Emě byl počet nejvyšší (58 % všech stejnonožců). S časem suchozemští stejnonožci na haldách ubývají, s největší pravděpodobností i kvůli zarůstání otevřených ploch. To by mohlo být podloženo doloženou preferencí dvou nejpočetnějších druhů, *P. collicola* a *A. versicolor*, pro obnažené plochy bez listového opadu. Na Emě byly pasti umístěny na slunném a málo stromy zarostlém svahu. Tajovský (2001) zjistil, že na Sokolovsku na haldách po těžbě hnědého uhlí stejnonožci osídlili všechny části hald už od počátku. Nejhojnějším druhem byl *Trachelipus rathkii*, přítomný v našem výzkumu nepoččetně na všech haldách. Suchozemští stejnonožci na Sokolovsku dosáhli vyšší průměrné osídlenosti na otevřených místech, podobně jako na haldě Ema, zatímco v následujících 10–20 letech v průběhu zalesňování byli občas nezastiženi (Tajovský, 2001).

Svinka *A. versicolor* je synantropní druh, který je doložen z několika větších měst (Orsavová a Tuf, 2018). Je možné, že na stále hořící haldě Ema jí vyhovuje právě vyšší teplota, která je pro města typická. Města jsou běžně útočištěm pro druhy, kterým klimatické podmínky okolní krajiny nevyhovují (Szlavec et al., 2018). Podobně druh *P. collicola* je v rámci ČR charakteristický hlavně pro teplejší oblasti, jako je jižní Morava a Polabí a má synantropnější charakter výskytu, než kongenerický druh *Porcellium conspersum* (Orsavová a Tuf, 2018). *Porcellium collicola* může osídlit mnoho městských stanovišť také díky odolnosti vůči změnám způsobených urbanizací (Szlavec et al., 2018). Podobný charakter výskytu jako *P. collicola* má i *P. scaber*, jenž byl nejpočetnější na haldě Ema. Pro druh *P. spinicornis* jenž byl nalezen na olomouckých stanovištích, jsou vhodným útočištěm také ruiny hradů, kamenné zdi nebo desky z betonu (Szlavec et al., 2018), tudíž kamenné zdi v olomouckých parcích jsou pro tento druh vhodným stanovištěm. Tato místa skrývají mnoho skulin, kde se mohou tyto bezobratlí lehce schovat.

Výskyt druhu stínky *Protracheoniscus politus* v ČR lze klasifikovat jako lesní (Orsavová a Tuf, 2018), je proto zajímavé, že nejvyšších abundancí dosáhl na nerekulitované ploše na haldě Bezruč, která byla charakteristická silnou vrstvou listového opadu.

Nejmenší zastoupení na sledovaných lokalitách mají stonožky, co se týče počtu i diverzity. Celkový počet jedinců je 86. Nejhojnějším druhem na lokalitách je *L. forficatus* (45 % odchycených stonožek) a *L. lucifugus* (21 %), zbytek druhů měl maximální zastoupení 5 jedinců. Voženílková a Tajovský (2001) zjistili, že na Sokolovsku *L. forficatus* dominoval na nejmladších otevřených stanovištích, což se shoduje s haldou Ema, která je také dobře prosluněná, nejmladší a bylo zde nejvíce jedinců této stonožky. *Lithobius microps* dominovala na starších již zarostlých územích na sokolovských haldách (Voženílková a Tajovský, 2001), na Ostravsku se také vyskytovala jen na haldě Bezruč v její nerekulitované části s množstvím opadu. Stejnou lokalitu preferoval i druh *L. lucifugus*, který je obvyklý v subteránních biotopech (Tuf et al., 2017). *Lithobius forficatus* a *L. microps* jsou označováni za brzké kolonizátory hald, nikoli však za průkopníky. V důlních lokalitách se vyskytovali již po 1–7 letech a stále se jejich dominance prokazovala i po 46 letech. *Lamyctes emarginatus* je skutečným průkopnickým druhem hald, díky jeho krátkému vývoji, kdy je schopen vytvořit několik generací potomstva ročně. Vyznačuje se také vysokou tolerancí vůči stresu, čímž odolává prvotním nepříznivým podmínkám okolí (Dugner a Voigtländer, 2009).

Zajímavým faunistickým prvkem byl nález stonožky *Harpolithobius anodus*, který je z České republiky znám jen z vápencových lokalit, jako jsou vrch Kotouč, Hranický kras (Mikula 2006) a řada lokalit v Bílých Karpatech (Pavelková 2008). Jeho původ na ostravských haldách je nejasný, nicméně nejpočetnější byl na nerekulitované části Bezruče.

Mnohonožky jsou druhově nejdiferzifikovanější zkoumanou skupinou na ostravských haldách. Vyskytuje se zde 11 druhů. Nejhojnějším druhem je *J. scandinavius*, který je zastoupen 270 jedinci (představoval 39 % všech mnohonožek). Nejvíce byl tento druh zastoupen na haldě Bezruč, na nerekulitovaném území jich bylo 177 a na částečně ovlivněné části lesnickou rekultivací 59. Tajovský (2001) uvádí, že zalesňování míst se ukazuje jako vhodná metoda pro rekolonizaci mnohonožek, zejména mnohonožku *J.*

scandinavicus. Je však prokázán rozdíl v zalesňování listnatými a jehličnatými stromy (Dugner a Voigtländer, 2009). Největší diverzitu by mohly mít místa zalesněná lípami a olší, naopak zalesňování jehličnatými stromy prokazuje nejmenší diverzitu (Tajovský a Aurová, 2008).

Časnými kolonizátory hald z druhů mnohonožek jsou *P. inconstans* a *J. scandinavicus*. *Polydesmus inconstans* dosáhl svého vrcholového výskytu v prvních deseti letech, v dalších letech se jejich počet snižoval, po 46 letech z pastí zcela vymizel (Dugner a Voigtländer, 2009). *Polydesmus inconstans* je dobře adaptovaný na extrémní mikroklimatické podmínky (Tajovský a Voženílková, 2002), proto je možné, že po letech, kdy se na haldách ustálilo prostředí, tomuto druhu již nevyhovovalo. *Julus scandinavicus* se dokonce řadí mezi primární kolonizátory výsypek, kdy jejich výskyt na haldách je již po 1–2 letém zalesňování (Dugner a Voigtländer, 2009).

6 Závěr

Provedení této bakalářské práce se shoduje s předem určenými cíli. Je provedena determinace půdních bezobratlých, konkrétně mnohonožek (Diplopoda), suchozemských stejnonožců (Oniscoidea) a stonožek (Chilopoda). Odebírání vzorků se provádělo na třech lokalitách v Ostravě a to na haldě Ema, Zárubek a Bezruč. Na haldě Ema a Zárubek bylo umístěno po pěti pastech, zatímco Bezruč byl rozdělen na rekultivovanou a nerekulitovanou část, každá část měla 5 pastí. Sesbírané vzorky byly z let 2015–2016. Celkem bylo odebráno pomocí zemních pastí 419 vzorků, kdy 130 z nich neobsahovalo potřebné skupiny. Ve zbylých 289 vzorcích se nachází a je determinováno celkem 2429 jedinců. Konkrétně se našlo 1650 jedinců o 10 druzích suchozemských stejnonožců, 693 jedinců mnohonožek o 11 druzích a 8 druhů stonožek o 86 jedincích. Největší diverzitu stonožek (7 druhů) a suchozemských stejnonožců (8 druhů) prokazují pasti 6–10 na haldě Bezruč. Největší počet jedinců u těchto dvou skupin prokazuje stále hořící halda Ema, stonožek se zde vyskytovalo 40, z toho však 31 jedinců byli zástupci pouze jednoho druhu stonožky škvorové (*Lithobius forficatus*), a suchozemských stejnonožců zde bylo 950. Co se týče mnohonožek největší počet jedinců má nerekulitovaná část haldy Bezruč a to 247, zatímco halda Ema zde vykazuje největší druhovou rozmanitost. Halda Zárubek neprokazuje zajímavou diverzitu.

Výskyt a hojnost druhů může výrazně ovlivňovat listový opad, který jim slouží jak k úkrytu, tak potravě (pro dravé stonožky představuje potravu jejich kořisti). Největší listový pokryv byl na obou lokalitách Bezruče, na rekultivované části bylo 9 cm a na nerekulitované 7 cm. Na Emě byl proměnlivý listový opad, buď okolo 4 cm, nebo téměř žádný. Pastí zde byly umístěny na slunném svahu, kde se nachází mnoho jiných dvouděložných rostlin. Na Zárubku se téměř listový pokryv nevyskytuje, občas je viditelná tenká vrstva. Vliv množství opadu na početnosti byl prokázán u 12 druhů.

Ze sedmi druhů, které signifikantně ovlivňovalo množství travin v podrostu, pouze *Trachelipus rathkii* a *Julus scandinavius* preferovaly travnaté lokality. Sklon svahu ovlivňoval výskyt dokonce deseti druhů.

Z porovnání Ostravy s Olomoucí vyplývá, že zkoumané haldy jsou každá podobná jinému stanovišti v Olomouci. V Olomouci byly celkem tři typy stanovišť a to parky, přírodě blízká stanoviště a ruderaly. Rekultivovaná část haldy Bezruč se svým

společenstvem suchozemských stejnonožců podobá parkovému prostředí Olomouce. Nerekultivovaná část haldy Bezruč (pasti 6–10) se však vymyká a nepodobá se žádnému z olomouckých stanovišť. Halda Ema je nejvíce blízká ruderálním stanovištím a Zárubek se nejvíce podobá přírodě blízkým stanovištím.

7 Literatura

- 1) Anděra, M., (2018). *Atlas fauny České republiky*. Praha: Academia. Atlas (Academia). ISBN 978-80-2002756-6
- 2) Ayari, A., Richard, F. J., Southy–Grosset, C., Nasri–Ammar, K., (2016). Family identity of the sub-social desert terrestrial isopod *Hemilepistus reaumurii*. *Journal of Arid Environments* 134, 10–16 pp.
- 3) Balát, F., Kratochvíl, J., (1959). *Klíč zvířeny ČSR. Díl III, Vzdušnicovci, stonožky, drobnušky, mnohonožky, stonožky, hmyzenky, chvostoskoci, vidličnatky, šupinušky, jepice, pošvatky, vážky, rovnokřídli, kudlanky, švábi, škvoři, pisivky, všenky, vši, ploštice, stejnokřídli, střechatky, dlouhošijky, síťokřídli, srpice, chrostíci, blechy, motýli*. Praha: Československá akademie věd, 869 s. Studie a prameny. Sekce biologicko-lékařská, sv. 36.
- 4) Bellmann, H., (2016). *Atlas živočichů: 1000 druhů a více než 1200 vyobrazení*. Praha: Knižní klub. Do přírody. ISBN 978-80-2425161-5
- 5) Bína, J., Demek, J., (2012). *Z nížin do hor: geomorfologické jednotky České republiky*. Praha: Academia. Průvodce (Academia). ISBN 978-80-200-2026-0
- 6) Dugner, W., Voigtländer, K., (2009). Soil fauna (Lumbricidae, Collembola, Diplopoda and Chilopoda) as indicators of soil eco-subsystem development in post-mining sites of eastern Germany – a review. *Soil organisms* 81/1(2009), 1-51.
- 7) Folkmánová, B., (1928). *Chilopoda Republiky československé. Díl I., Chilopoda Čech*. V Praze: Česká akademie věd a umění, 130 s.
- 8) Forman, R. T. T., Gordon, M., (1993). *Krajinná ekologie*. Praha: Academia, 583 s. ISBN 80-200-0464-5
- 9) Fortin, M., Vitet, C., Souty-Grosset, C., Richard, F.J., (2018). How do familiarity and relatedness in fluence mate choice in *Armadillidium vulgare*? *PLoS ONE* 13(12):e0209893.
- 10) Frankenberg, Z., (1959). *Stejnonožci suchozemští - Oniscoidea*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, Práce Československé akademie věd. Sekce biologicko-lékařská, sv. 14.
- 11) Frouz, J., Keplin, B., Pižl, V., Tajovský, K., Starý, J., Lukešová, A., Nováková, A., Balík, V., Háněl, L., Materna, J., Christian, D., Chalupský, J., Rusek, J., Heinkele, T.,

- (2001). Soil biota and upper soil layer development in two contrasting post –mining chronosequences. *Ecological Engineering* 17, 275–284.
- 12) Havrlant, M., (1980). *Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v ostravské průmyslové oblasti*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980. 153 s. Spisy Pedagogické fakulty v Ostravě. Vol. 41.
 - 13) Havrlant, M., Buzek, L., Wahla, A., Vencálek, J., (1982). *AZ, Geografický terminologický slovník*. Ostrava: Ostravská univerzita, Pedagogická fakulta.
 - 14) Hendrychová, M., Šálek, M., Tajovský, K., Řehoř, M., (2012). Soil Properties and Species Richness of Invertebrates on Afforested Sites after Brown Coal Mining. *Restoration Ecology* 20(5), 561 – 667 pp.
 - 15) Hodeček, J., (2008). *Ekologicko-faunistická charakteristika brouků (Coleoptera) na vybraných ostravských odvalech*. Bakalářská práce, PřF OU, Ostrava, 87 s.
 - 16) Hodeček, J., Kuras, T., Sipos, J., Dolny, A., (2015). Post-industrial areas as successional habitats: Long-term changes of functional diversity in beetle communities. *Basic and Applied Ecology* 16, 629–640 pp.
 - 17) Hodeček, J., Kuras, T., Sipos, J., Dolny, A., (2016). Role of reclamation in the formation of functional structure of beetle communities: A different approach to restoration. *Ecological Engineering* 94, 537–544 pp.
 - 18) Hronec, O., Adamisin, P., Bejda, J., Huttmanova, E., Vravec, J., Vavrek, R., (2016): Alternative biological approaches to improve the environment in deteriorated area. *Production management and engineering sciences*. 95-100.
 - 19) Kaczmarek, J., (1979). *Pareczniki (Chilopoda) Polski*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza, 99 s. Seria zoologia, nr. 9.
 - 20) Kirchner, K., Smolová, I., (2010). *Základy antropogenní geomorfologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-2376-0
 - 21) Kocourek, P., (2017). *Mnohonožky České republiky: Příručka pro určování našich druhů*. ČSOP Vlašim, 256 s. ISBN 9788087964095
 - 22) Kocourek, P., Tajovský, K., Dolejš, P., (2017). *Mnohonožky České republiky – Příručka pro určování našich druhů*. Vlašim: ČSOP, 254 p.
 - 23) Kolibáč, J., Hudec, K., Laštůvka, Z., Peňáz, M., (2019). *Příroda České republiky: průvodce faunou*. Druhé, upravené a doplněné vydání. Praha: Academia. ISBN 978-80-2002993-5

- 24) Krejča, J., Korbel, L., (2001). *Velká kniha živočichů*. Bratislava: Vydavatel'stvo Příroda, s.r.o., 344 s. ISBN 80-07-00863-2
- 25) Lang, J., (1954). *Mnohonožky - Diplopoda*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, Práce Československé akademie věd. sv. 2.
- 26) Mikula, J.,(2006). *Subteránní společenstva bezobratlých NPP Zbrašovské aragonitové jeskyně a NPR Hůrka u Hranic*. Diplomová práce. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, Olomouc, 61 s.
- 27) Moradi, J., Potocký, P., Kočárek, P., Bartuška, M., Tajovský, K., Tichánek, F., Frouz, J., Tropek, R., (2018). Influence of surface flattening on biodiversity of terrestrial arthropods during early stages of brown coal spoil heap restoration. *Journal of Environmental Management* 220, 1–7.
- 28) Moreau, J., Rigaud, T., (2000). Operational sex ratio in terrestrial isopods: interaction between potential rate of reproduction and Wolbachia- induced sex ratio distortion. *Oikos* 91(200), 477–484.
- 29) Navrátil, M., Riedel, P., Tuf, Ivan H., (2008). Znáte (naše) stonohy? *Živa* 2/2008: 74–76.
- 30) Neckařová, M., (2008). *Stonožky řádu Lithobiomorpha České republiky*. Bakalářská práce. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra botaniky, Olomouc, 95 s.
- 31) Orsavová, J., Tuf, Ivan H., (2018). *Suchozemští stejnonožci: atlas rozšíření v České republice a bibliografie 1840-2018: Woodlice: distribution atlas in the Czech Republic and bibliography 1840-2018*. Vsetín: Muzeum regionu Valašsko. Acta Carpathica Occidentalis, Suppl. 1/2018. ISBN 978-80-87614-57-07
- 32) Pavelková, K., (2008). *Společenstva stonožek (Chilopoda) vybraných karpatských lokalit*. Univerzita Palackého, Přírodovědecká fakulta, Katedra ekologie a životního prostředí, Olomouc, 73 s.
- 33) Shin-Ichi, K., Yoshinobu, A., Shuichiro, H., Tsutomu, T., Morimoto, G., (2011). Exclusive Male Egg Care and Determinants of Brooding Success in a Millipede. *Ethology*. 117: 19–27.
- 34) Szlavetz, K., Vilisics, F., Tóth, Z., Hornung, E., (2018). Terrestrial isopods in urban environments: an overview. *ZooKeys* 801 (2008): 97–126
- 35) Šimek, M., (2019). *Živá půda*. Praha: Academia. 796 s. ISBN 978-80-200-2976-8

- 36) Tajovský, K., (2001). Colonization of Colliera Spoil Heaps by Millipedes (Diplopoda) and Terrestrial Isopods (Oniscidea) in the Sokolov Region, Czech Republic. *Restoration Ecology*, 9(4), 365–369.7.
- 37) Tajovský, K., Aurová, K., (2008). Development of terrestrial isopod, millipede and centipede and assemblages in differently afforested colliery spoil heaps. Biodiversity, Conservation and Sustainable Management of Soil Animals. Positivo university. Brazil. (2008)
- 38) Tajovský, K., Voženílková, K., (2002). Development of millipede (Diplopoda) and centipede (Chilopoda) assemblages on colliera spoil heaps under different rehabilitation practices. International conference disturbed landscapes. (2002): 86
- 39) Tropek, R., Řehounek, J., (2011). *Bezobratlí postindustriálních stanovišť: význam, ochrana a management*. České Budějovice: Entomologický ústav AV ČR, 147 s. ISBN 978-80-86668-23-9
- 40) Tuf, Ivan H., (2013). *Praktika z půdní zoologie*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci. ISBN 978-80-244-3479-7
- 41) Tuf, Ivan, H., Kopecký, O., Mikula, J., (2017). Can montane and cave centipedes inhabit soil? *Turkish Journal of Zoology* (2017) 41, 2017: 375 – 378.
- 42) Tuf, Ivan H., Růžička, M., (2006). Co loví stonožky? *Vesmír*, 85: 732-736.
- 43) Tuf, Ivan H., Tufová, J., (2008). Proposal of ecological classification of centipede, millipede and terrestrial isopod faunas for evaluation of habitat quality in Czech Republic. *Cas. Slez. Muz. Opava (A)*, 57, 37-44.
- 44) Voženílková, K., Tajovský, K., (2001). Stonožky (Chilopoda) hnědouhelných výsypek na Sokolovsku. *Myriapodologica Czecho – Slovaca* 1, 2001: 81–84.

8 Příloha

Příloha 1: Celé názvy druhů

Živočichové

beruška dánská *Haplophthalmus danicus* Budde – Lund, 1880

beruška malá *Trichoniscus pusillus* Brandt, 1833

beruška Mengeho *Haplophthalmus mengii* (Zaddach, 1844)

beruška mokřadní *Ligidium hypnorum* (Cuvier, 1792)

beruška pobřežní *Hyloniscus riparius* (C. Koch, 1838)

dlouženka slepá *Blaniulus guttulatus* (Fabricius 1798)

dlouženkovití *Blaniulidae gen. sp.* (Koch, 1847)

dlouženka nahnědlá *Proteroiulus fuscus* (Am Stein 1857)

Hemilepistus reaumuri (H. Milne – Edwards, 1840)

hrbulka jižní *Melogona broelemanni* (Verhoeff, 1897)

hrbulka pořiční *Melogona voigti* (Verhoeff, 1899)

chlupule podkorní *Polyxenus lagurus* (Linnaeus, 1758)

Lamyctes emarginatus (Newport, 1844)

Lithobius (M.) crassipes L. Koch, 1862

Lithobius (M.) curtipes C. L. Koch, 1847

Lithobius (S.) microps Meinert, 1868

Lithobius lucifugus L. Koch, 1862

Lithobius melanops Newport, 1845

Lithobius piceus L. Koch, 1862

mnohonožka dvoupásá *Ommatoiulus sabulosus* (Linnaeus, 1758)

mnohonožka lesní *Julus scandinavus* Latzell, 1884

oblanka hnědoskvřinná *Allajulus nitidus* (Verhoeff, 1891)

oblanka sídelní *Cylindroiculus caeruleocintus* Wood, 1864

oblanka šedomodrá *Kryphoiulus occultus* (C. L. Koch, 1847)
plochule hrbolatá *Brachydesmus superus* (Latzel, 1884)
plochule křehká *Polydesmus complanatus* (Linnaeus, 1761)
plochule příměstská *Polydesmus inconstans* Latzell, 1884
plochule západní *Polydesmus angustus* Latzell, 1884
prouženka Bagnalliova *Brachyiulus bagnalli* Brölemann, 1924
stínka hladká *Protracheoniscus politus* (C. Koch, 1841)
stínka hrbolatá *Porcellium collicola* (Verhoeff, 1907)
stínka mravenčí *Plathyarthus hoffmasnegi* Brandt, 1833
stínka obecná *Porcellio scaber* Latreille, 1804
stínka ojíněná *Porcellionides pruinosus* (Brandt, 1833)
stínka Rathkeho *Trachelipus rathkii* (Brand, 1833)
stínka skvrnitá *Porcellio spinicornis* Say, 1818
stínka vypouklá *Cylisticus convexus* (De Geer, 1778)
stínka zední *Oniscus asellus* Linnaeus, 1758
stonoha francouzská *Cryptops parisi* Brölemann, 1920
stonožka bezzubá *Harpolithobius anodus* (Latzel, 1880)
stonožka škvorová *Lithobius forficatus* (Linnaeus, 1758)
strašníci *Scutigeraomorpha*
svinka obecná *Armadillidium vulgare* (Latreille, 1804)
svinka různobarvá *Armadillidium versicolor* Stein, 1859
špičanka dlouhoocasá *Ophiulus pilosus* (Newport, 184)
štětenka křovinná *Haploporatia eremita* (Verhoeff, 1909)
uzlenka čpavá *Unciger foetidus* (C. L. Koch, 1838)
zemivka dlouhorohá *Geophilus flavus* (DeGeer, 1778)

Rostliny

olše *Alnus* sp.

bříza bělokorá *Betula pendula* Roth, 1788

dub červený *Quercus rubra* (Linné, 1753)

jasan ztepilý *Fraxinus excelsior* (Linné, 1753)

líška obecná *Coryllus avellana* (Linné, 1753)

rákos obecný *Phragmites australis* Steudel, 1840

smrk pichlavý *Picea pungens* (Engelmann, 1879)

smrk ztepilý *Picea abies* ((L.) Karst 1881)

svída krvavá *Cornus sanguinea* (Linné, 1753)

lípa *Tilia* sp.



Příloha 2: *Armadillidium* sp. (Sikorová, 2020)

Příloha 3: Tabulka početnosti taxonů na jednotlivých haldách

Lokality	Suchozemští stejnonožci	Stonožky	Mnohonožky	Celkem
Bezruč 1 - 5	43	7	73	123
Bezruč 6 - 10	216	35	247	498
Ema	950	40	217	1 207
Zárubek	441	4	156	601
Celkem	1 650	86	693	

Příloha 4: Přehled početnosti druhů suchozemských stejnonožců

	<i>Porcellium collicola</i>	<i>Oniscus asseius</i>	<i>Protracheoniscus politus</i>	<i>Ligidium hyphorum</i>	<i>Cylisticus convexus</i>	<i>Trachelipus rathkii</i>	<i>Armadillidium versicolor</i>	<i>Porcellio scaber</i>	<i>Hyloniscus riparius</i>	<i>Platyarthrus hoffmannseggii</i>
Bezruč 1-5	24	0	1	0	0	10	1	6	1	0
Bezruč 6-10	118	3	22	1	46	6	3	17	0	0
Ema 1-5	381	0	0	0	10	13	515	28	3	0
Zárubek 1-5	316	0	0	0	67	7	32	1	4	14

Příloha 5: Přehled početnosti druhů stonožek

	<i>Lithobius forficatus</i>	<i>Lithobius lucifugus</i>	<i>Harpolitus anodius</i>	<i>Lithobius (M.) crassipes</i>	<i>Cryptops parisi</i>	<i>Lithobius piceus</i>	<i>Lithobius (S.) microps</i>	<i>Lithobius (M.) curtipes</i>	<i>Lithobius sp.</i>
Bezruč 1-5	1	2	0	1	1	1	1	0	0
Bezruč 6-10	5	16	5	0	3	1	4	0	1
Ema 1-5	31	0	1	5	0	0	0	3	0
Zárubek 1-5	2	0	1	0	1	0	0	0	0

Příloha 6: Přehled početnosti druhů mnohonožek

	<i>Polydesmus angustus</i>	<i>Julus scandinavius</i>	<i>Ommatoiulus sabulosus</i>	<i>Unciger foetidus</i>	<i>Haploporatia eremita</i>	<i>Melogona broelemanni</i>	<i>Ophiuulus pilosus</i>	<i>Polydesmus complanatus</i>	<i>Cylindroiulus britannicus</i>	<i>Polydesmus incostans</i>	<i>Cylindroiulus caeruleocinctus</i>	<i>Blaniulidae gen. sp.</i>
Bezruč 1-5	8	59	0	1	1	2	2	0	0	0	0	0
Bezruč 6-10	55	177	1	8	4	0	0	2	0	0	0	0
Ema 1-5	136	29	1	3	1	7	20	1	15	4	0	0
Zárubek 1-5	0	5	65	13	1	11	7	34	0	0	19	1