

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů
Katedra zoologie a rybářství



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

**Porovnání rekultivací těžbou postižených území
na základě fauny mravenců**

Diplomová práce

Lucie Kocháňová
Rozvoj venkovského prostoru

Mgr. Vladimír Vrabec, Ph.D.

© 2024 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou diplomovou práci " Porovnání rekultivací těžbou postižených území na základě fauny mravenců" jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 22. 4. 2024

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé práce, Mgr. Vladimíru Vrabcovi, PhD., za jeho odbornou a především lidskou podporu, kterou mi poskytoval po celou dobu trvání studie. Děkuji také sama sobě za to, že jsem vytrvala.

Porovnání rekultivací těžbou postižených území na základě fauny mravenců

Souhrn

Tato porovnávací studie poskytuje ucelený přehled o diverzitě mravenců v Severočeských dolech, zkoumajíc rekultivované i přirozeně se vyvíjející lokality.

Konkrétně se výzkum zaměřil na čtyři stanoviště: Radovesice XVII B., Pokrok Emma, Václav II a Syčivka, kde byly v letech 2020 a 2022 instalovány zemní pasti pro monitorování populace mravenců. Celkově bylo identifikováno 1 232 jedinců mravenců, zařazených do 21 druhů. Nejčastěji se vyskytoval druh *Lasius niger* s 766 exempláři, následovaný *Myrmica rubra* s 94 jedinci. Zvláště zajímavé byly lokality Pokrok Emma a Václav II, kde byly nalezeny vyšší počty chráněných druhů *Formica cunicularia* a *Formica rufa*.

Druhová podobnost mezi lokalitami, hodnocená pomocí Jaccardova indexu, odhalila nejvyšší shodu mezi lokalitami Pokrok Emma a Syčivka (70 %), což ukazuje na sdílení významné části druhů. Naopak, mezi lokalitami Syčivka a Václav byla zjištěna nejnižší podobnost (40 %). Simpsonův index pro rok 2022 ukázal nejvyšší druhovou diverzitu na lokalitě Radovesice XVII B. (0.5250) a nejnižší na lokalitě Václav II (0.6535), což reflektuje rozdíly v ekologických podmínkách a managementu jednotlivých lokalit.

Z výsledků vyplývá, že jak přístupy k managementu, tak stadia rekultivace mají významný vliv na biodiverzitu a strukturu druhů mravenců. Tato zjištění jsou klíčová pro plánování efektivnějších rekultivačních a konzervačních strategií v oblastech postižených těžbou.

Klíčová slova: povrchová těžba, rekultivace, přirozený vývoj, diverzita, mravencovití, kvalita ploch

Comparison of reclamation in areas affected by mining based on ant fauna

Summary

This comparative study provides a comprehensive overview of ant diversity in the North Bohemian mines, examining both reclaimed and naturally evolving sites. Specifically, the research focused on four sites: Radovesice XVII B., Pokrok Emma, Václav II, and Syčivka, where pitfall traps were installed in 2020 and 2022 to monitor ant populations. In total, 1 232 ant individuals were identified, belonging to 21 species. The most frequently occurring species was *Lasius niger* with 766 specimens, followed by *Myrmica rubra* with 94 specimens. Notably, the sites of Pokrok Emma and Václav II contained higher numbers of the protected species *Formica cunicularia* and *Formica rufa*.

Species similarity among the sites, assessed using the Jaccard index, revealed the highest similarity between Pokrok Emma and Syčivka (70 %), indicating a significant sharing of species. Conversely, the lowest similarity was found between Syčivka and Václav (40 %). The Simpson index for 2022 showed the highest species diversity at Radovesice XVII B. (0.5250) and the lowest at Václav II (0.6535), reflecting differences in ecological conditions and management of the individual sites.

The results indicate that both management approaches and the stages of reclamation significantly influence the biodiversity and species structure of ants. These findings are crucial for planning more effective reclamation and conservation strategies in areas affected by mining.

Keywords: open cast mining, reclamation, natural development, diversity, Formicidae, quality of areas

Obsah

1	ÚVOD	- 8 -
2	CÍL PRÁCE	- 9 -
3	LITERÁRNÍ REŠERŠE	- 10 -
3.1	TĚŽBA A SPOTŘEBA HNĚDÉHO UHLÍ V ČESKÉ REPUBLICE	- 10 -
3.2	VLIV TĚŽBY NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	- 11 -
3.3	LEGISLATIVNÍ ÚPRAVA OBNOVY TĚŽBOU POSTIŽENÝCH OBLASTÍ	- 12 -
3.4	OBNOVA A TYPOLOGIE REKULTIVACÍ	- 14 -
3.5	EKOLOGICKÁ OBNOVA	- 15 -
3.6	ALTERNATIVNÍ POJETÍ OBNOVY	- 16 -
3.7	REKULTIVACE	- 17 -
3.8	VÝSYPKY	- 17 -
3.9	MRAVENCI	- 18 -
3.9.1	<i>Morfologie</i>	- 19 -
3.9.2	<i>Život mravenců</i>	- 20 -
3.9.3	<i>Symbiotické vztahy</i>	- 21 -
3.9.4	<i>Mravenci jako bioindikátory</i>	- 22 -
3.10	METODY SBĚRU MRAVENCŮ	- 22 -
3.10.1	<i>Smýkání</i>	- 22 -
3.10.2	<i>Sklepávání</i>	- 23 -
3.10.3	<i>Prosívání</i>	- 23 -
3.10.4	<i>Individuální sběr</i>	- 24 -
3.10.5	<i>Malaise pasti</i>	- 24 -
3.10.6	<i>Zemní pasti</i>	- 24 -
3.10.7	<i>Pasti s návnadou (sugar cube method)</i>	- 24 -
3.11	UCHOVÁVÁNÍ A KONZERVACE FORMICIDAE	- 25 -
3.11.1	<i>Preparace</i>	- 26 -
3.12	METODIKA	- 27 -
3.13	ZKOUMANÉ ÚZEMÍ	- 27 -
3.13.1	<i>Doly Bílina</i>	- 27 -
3.13.2	<i>Radovesická výsypka</i>	- 28 -
3.13.3	<i>Lokalita Radovesice XVII. B.</i>	- 30 -
3.13.4	<i>Václav II.</i>	- 30 -
3.13.5	<i>Pokrok II u Emmy</i>	- 31 -

3.13.6	<i>Okolí nádrže Syčivka Radovesice VI-XI</i>	- 32 -
3.14	POSTUP PŘI INSTALACI PASTÍ / SBĚR DAT	- 33 -
3.15	VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ A ZRACOVÁNÍ DAT	- 36 -
4	VÝSLEDKY	- 37 -
4.1	ZJIŠTĚNÉ DRUHY A ČETNOST ZASTOUPENÍ	- 37 -
4.2	KOMENTÁŘE KE ZJIŠTĚNÝM MRAVENCŮM	- 38 -
4.2.1	<i>Formicinae</i>	- 38 -
4.2.2	<i>Myrmicinae</i>	- 40 -
4.3	SIMPSONŮV INDEX	- 42 -
4.3.1	<i>Simpsonův index rok 2020</i>	- 42 -
4.3.2	<i>Simpsonův index rok 2022</i>	- 43 -
4.3.3	<i>Simpsonův index 2020 a 2022</i>	- 44 -
4.4	JACCARDŮV INDEX	- 45 -
5	DISKUSE	- 46 -
5.1	JAK SE PROJEVUJE STÁŘÍ REKULTIVACE NA SLOŽENÍ MRAVENCŮ?	- 46 -
5.2	CHARAKTERISTIKY FAUNY MRAVENCŮ JEDNOTLIVÝCH ZKOUMANÝCH LOKALIT	- 46 -
5.2.1	<i>Index diverzity</i>	- 46 -
5.2.2	<i>Jaccardův index</i>	- 47 -
6	ZÁVĚR	- 49 -
6.1	ZÁVĚRY A DOPORUČENÍ PRO MANAGEMENT	- 50 -
7	LITERATURA	- 51 -
8	PŘÍLOHY	- 56 -

1 Úvod

V posledních dekádách se zvýšil zájem o environmentální dopady těžební činnosti a následnou obnovu postižených území. Těžba hnědého uhlí v Severočeských dolech, konkrétně v dole Bílina, zanechala významné antropogenní stopy v krajině. Tyto aktivity nejenom že mění fyzickou strukturu krajiny, ale také ovlivňují biodiverzitu a ekosystémové funkce. V rámci snah o minimalizaci negativních dopadů a podporu udržitelného rozvoje regionu je nezbytné porozumět dynamice obnovy postižených území. V této souvislosti se můj zájem soustředil na faunu mravenců, která může sloužit jako důležitý bioindikátor zdraví a stability rekultivovaných území.

Cílem této studie je vyhodnotit, jak různá stádia rekultivace ovlivňují biodiverzitu mravenců ve srovnání s územími, která byla ponechána přirozenému vývoji. Specificky se zaměřuji na zjištění, zda druhově nejbohatší fauna mravenců převládá v raných stádiích sukcese nebo v oblastech bez zásahů. K tomu byly využity zemní pasti umístěné na vybraných stanovištích v dole Bílina, s cílem zachytit a analyzovat vzorky mravenců, které poskytnou potřebná data pro porovnání a hodnocení.

Byla bych ráda, kdyby tato práce přispěla k hlubšímu pochopení ekologických procesů spojených s obnovou krajiny po těžební činnosti a poskytla důležité informace pro efektivnější plánování rekultivací. Výstupy výzkumu by mohly sloužit k podpoře úsilí o obnovu biodiverzity a ekologické stability v regionu, což je klíčové pro dlouhodobou udržitelnost jak pro místní ekosystémy, tak pro komunity žijící v těchto oblastech.

V kontextu tohoto výzkumu je zvlášť relevantní rozpoznat a adresovat napětí mezi silnými zájmy energetické lobby a ochránců přírody a místních komunit, které mají často protichůdné názory na budoucí využití a management těchto oblastí. Energetický sektor hledá cesty k maximálnímu využití zdrojů, zatímco ochránci přírody a místní obyvatelé se zasazují o zachování a obnovu přírodních hodnot a udržitelného rozvoje regionu. Tento dialog a jeho výsledky jsou klíčové pro formulaci politik a praktik, které reflektují široké spektrum zájmů a podporují spravedlivou a efektivní obnovu po těžbě.

2 Cíl práce

Cílem práce „Porovnání rekultivací těžbou postižených území na základě fauny mravenců“ je vyhodnotit stav rekultivovaných území antropogenně postižené krajiny Severočeských Dolů, konkrétně Dolu Bílina na základě fauny mravenců (Hymenoptera: Formicidae) zachycené do zemních pastí a porovnat různě stará rekultivovaná stanoviště s územím ponechaným přirozenému vývoji. Studie má praktický význam pro údržbu krajinného prostoru po ukončení těžby a navrácení pozemků do zemědělského a lesního půdního fondu.

Testována je hypotéza: Druhově nejbohatší fauna mravenců je přítomna v časnějších sukcesních stádiích rekultivací nebo na stanovištích ponechaných přirozenému vývoji.

3 Literární rešerše

3.1 Těžba a spotřeba hnědého uhlí v České republice

Historie těžby hnědého uhlí na území České republiky je dlouhá a datuje se až do 18. století. V průběhu let prošla těžba hnědého uhlí mnoha vývojovými fázemi, od skromnějších operací až po velké průmyslové těžební činnosti za pomoci nejmodernější techniky.

Těžba hnědého uhlí v České republice se soustředí převážně v severočeské hnědouhelné pánvi a v menší míře také v sokolovské pánvi. Tyto oblasti obsahují významné zásoby hnědého uhlí, které jsou využívány pro energetické účely. V severočeské hnědouhelné pánvi se nachází povrchový důl Bílina, na nějž se v této práci zaměřuji. Obrázek č. 1 vyobrazuje evidovaná ložiska hnědého uhlí a ostatní zdroje České republiky.

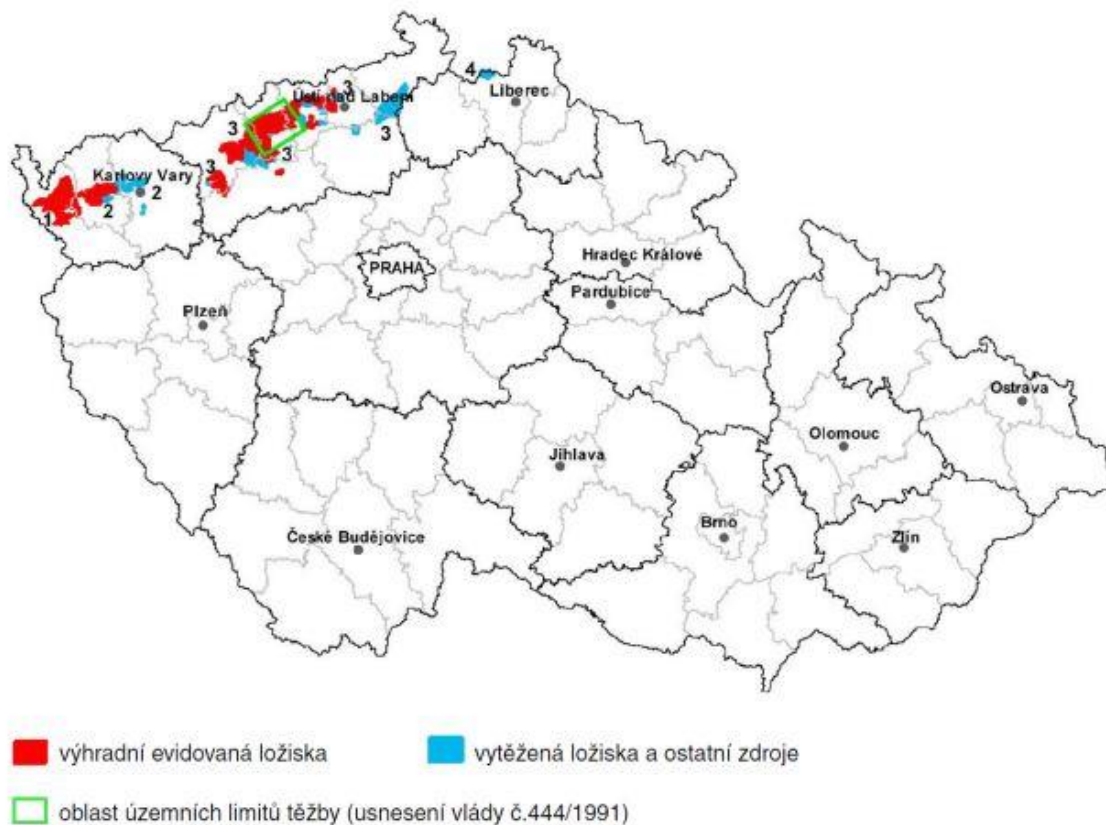
Těžbě hnědého uhlí se v České republice věnují čtyři společnosti: Severní energetická a.s. a Vršanská uhelná a.s. ze skupiny Sev.en Energy (lomy ČSA a Vršany), dále Severočeské doly, a. s. ze skupiny ČEZ (Doly Nástup Tušimice - lom Libouš a Doly Bílina) a Sokolovská uhelná, a. s. (SUAS) ze skupiny Sokolovská uhelná (lom Jiří) (Energetická statistika MPO).

Přestože těžba hnědého uhlí v České republice klesla po roce 1989 přibližně na polovinu, hnědé uhlí stále pokrývá významnou část spotřeby energie v zemi. V roce 2022 celková spotřeba hnědého uhlí dosahovala hodnoty 32 493 tis. tun; až do roku 2021 vykazovala spotřeba klesající trend; v roce 2022 ve srovnání s rokem předchozím došlo k nárůstu spotřeby o 10 %; na výrobu elektřiny bylo využito 80 % celkové spotřeby hnědého uhlí, 10 % připadlo na výrobu tepla k prodeji, 3 % představovala provozovací spotřeba v energetice, 3 % spotřeba na výrobu tepla ve firmách a 4 % spotřeba na výrobu tepla v domácnostech (Energetická statistika MPO).

Pro českou energetiku má hnědé uhlí stále velký význam, jak vyplývá ze statistiky Ministerstva průmyslu a obchodu, kdy v roce 2022 bylo z hnědého uhlí vyrobeno 34 448 GWh elektřiny, tj. 41 % z celkového množství vyrobené elektřiny v ČR.

V posledních letech došlo v ČR k diskusím o limitech těžby hnědého uhlí a o budoucnosti uhlí jako takového. Evropská unie, vláda a energetické společnosti hledají cesty k diversifikaci zdrojů energie, zavádění modernějších a čistších technologií a postupnému omezování závislosti na hnědém uhlí.

Neoddiskutovatelný je vliv těžby na ekonomiku, životní prostředí a společnost v regionech, kde se hnědé uhlí těží.



Obrázek 1: Evidovaná ložiska hnědého uhlí a ostatní zdroje České republik (statistika MPO)

3.2 Vliv těžby na životní prostředí

Povrchová těžba je vždy obrovským zásahem do krajiny, jejíž původní ráz a využití navždy změní. Při těžbě dochází k:

- Fyzickému narušení půdy a vegetace, kdy dochází k přesunům velkého množství půdy. To má za následek fragmentaci ekosystémů: Těžba často rozděluje kontinuální ekosystémy na izolované fragmenty, což snižuje biodiverzitu a omezuje pohyb divokých živočichů a v důsledku vede ke ztrátám habitatu rostlin a živočichů. Zmenšená rozloha fragmentů, zvýšená izolace a rozšíření okrajových oblastí spouští procesy změn, které se rozšiřují napříč ekosystémy. Účinky stávající fragmentace budou patrné i v následujících desetiletích. Pravděpodobně se budeme muset vyrovnat s důsledky vyhynutí, když dluhy spojené s imigrací druhů možná nikdy nebudou zcela vyrovnány. Experimenty také ukazují, že ztráty biodiverzity a funkčnosti ekosystémů pokračují i dvacet let nebo déle po fragmentaci (Haddad et al 2015).

- Znečištění vody – Těžba může kontaminovat povrchové i podzemní vody těžkými kovy, chemikáliemi a sedimenty, což negativně ovlivňuje vodní ekosystémy a zdroje pitné vody. Stejně tak může být narušen hydrologický cyklus.
- Znečištění půdy v důsledku kontaminace vytěženého materiálu či použitých chemikálií, potažmo znečištění vzduchu prachem a emisemi z těžebních operací.
- Erozi půdy, ke které dochází odstraněním vegetačního krytu a následné zvýšené sedimentaci vodních toků.
- Nárůstu přítomnosti invazních druhů, kdy rekultivované oblasti jsou často náchylnější k invazi cizích druhů, což může vést k dalšímu vytlačování druhů původních. Toto se však děje spíše nesprávným řízením rekultivací a výběrem nevhodných vysazovaných druhů rostlin.
- Sociálně-ekonomickým změnám způsobeným těžbou, v důsledku např. přesunu obyvatelstva, změn v zemědělské produkci.

3.3 Legislativní úprava obnovy těžbou postižených oblastí

Česká legislativa upravuje obnovu lokalit postižených těžbou hnědého uhlí prostřednictvím několika klíčových zákonů a nařízení, která se zaměřují na sanaci, rekultivaci a další aspekty obnovy těchto oblastí. Zde jsou hlavní legislativní nástroje:

- a) Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (Horní zákon) - Zákon č. 44/1988 Sb.: Tento zákon řeší především regulaci těžebních aktivit a zavádí povinnost sanace a rekultivace území po ukončení těžby. Horní zákon stanoví, že po ukončení těžby musí být území přivedeno do stavu, který umožní jeho další využití, a to buď obnovou původních funkcí krajiny nebo přizpůsobením pro nové využití.
- b) Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu - Zákon č. 334/1992 Sb.: Tento zákon klade důraz na ochranu zemědělské půdy a reguluje rekultivace s cílem obnovit zemědělskou produkci na postižených územích. Zákon také upravuje náležitosti rekultivací, které mají za cíl vrátit půdu do zemědělského půdního fondu.
- c) Zákon o ochraně přírody a krajiny - Zákon č. 114/1992 Sb.: Věnuje se ochraně přírodních hodnot, včetně těch, které mohou být ovlivněny těžbou hnědého uhlí. Zahrnuje ustanovení o ochraně specifických typů území, jako jsou národní parky,

chráněné krajinné oblasti a další chráněné přírodní prvky, které mohou být součástí rekultivovaných oblastí.

Také Evropská unie přistupuje k regulaci těžby hnědého uhlí (a těžby obecně) prostřednictvím řady legislativních a politických nástrojů, které se zaměřují na ochranu životního prostředí, snižování emisí skleníkových plynů, a zajištění sociální spravedlnosti v transformačních regionech.

Klíčovými aspekty jak EU legislativně upravuje těžbu hnědého uhlí, zejména v souvislosti s ekologickými a sociálními dopady jsou:

1. Rámec pro ochranu životního prostředí

- Směrnice o posuzování vlivů na životní prostředí (EIA): Tato směrnice vyžaduje, aby byly projekty s potenciálním významným dopadem na životní prostředí, včetně těžby hnědého uhlí, podrobeny posouzení vlivů na životní prostředí před zahájením těžby.
- Směrnice o stanovištích a směrnice o ptácích: Tyto směrnice chrání biologickou rozmanitost tím, že stanoví ochranu určitých habitatů a druhů, což může omezit těžbu v oblastech, které jsou pro tyto účely vyhrazeny.

2. Politika snižování emisí

- Systém EU pro obchodování s emisemi: Tento systém stanovuje strop pro celkové množství určitých skleníkových plynů, které mohou být emitovány zařízeními pokrytými systémem, což zahrnuje i energetický sektor. To má za cíl postupně snižovat emise skleníkových plynů z těžby a spalování hnědého uhlí.
- Cíle pro obnovitelné zdroje energie a účinnost: EU stanovila ambiciózní cíle pro zvýšení podílu energie z obnovitelných zdrojů a zlepšení energetické účinnosti, což indirektně omezuje potřebu těžby hnědého uhlí tím, že podporuje čistší alternativy.

3. Sociální spravedlnost a transformace

- Spravedlivá transformace: EU uznává, že odchod od uhlí má sociální dopady, zejména v regionech silně závislých na těžbě uhlí. Iniciativa pro spravedlivou transformaci a Fond pro spravedlivou transformaci podporují ekonomickou diverzifikaci a poskytují finanční pomoc pro vytváření pracovních míst v udržitelných odvětvích.

- Podpora pro dotčené komunity: Legislativa a politiky EU se zaměřují na poskytování podpory pro pracovníky a komunity postižené transformací, včetně přeškolení a sociální podpory.

4. Legislativní a politické rámce pro energetickou unii a klimatickou neutralitu

- Evropská zelená dohoda (European Green Deal): Tento ambiciózní plán má za cíl, aby se EU stala prvním klimaticky neutrálním kontinentem do roku 2050, což zahrnuje postupný útlum těžby a využívání hnědého uhlí.

Tyto legislativní a politické nástroje společně vytvářejí komplexní rámec, který se snaží řešit ekologické a sociální dopady těžby hnědého uhlí, podporovat přechod na udržitelnější formy energie a zajišťovat spravedlivou transformaci pro dotčené regiony a komunity.

3.4 Obnova a typologie rekultivací

Jak se bude k rekultivaci postiženého území přistupovat, je otázkou multioborovou a velmi komplexní. Těžbou degradovaná krajina se již nikdy nevrátí do původní podoby, a tedy i její funkce v kulturní krajině se mění. Vhodné využití potenciálu výsypek, pestrost nově vznikajícího prostředí a jejich ekologické funkce v okolní krajině by měly být součástí diskuse všech zúčastněných stran – ekologů, ochránců životního prostředí, vědců, těžebních společností, orgánů veřejné správy a jistě také veřejnosti. Kromě kvalitní koncepce šité na míru jedinečnosti lokality je třeba vyžadovat dlouhodobé závazky ke zlepšení poškozených ekosystémů, a tedy naplnění předem stanovené koncepce.

V současné době již máme možnost provádět studie míst s ukončenou těžbou, a tedy i porovnávat území, která byla či jsou ponechána přirozené sukcesi s těmi, která již byla rekultivována. Získané závěry jsou velmi důležitými vstupními daty pro rozhodování, jak naložit s dalšími, těžbou postiženými lokalitami (srov. Gremlica et al. 2013).

Pro plánování post-těžební krajiny jsou pro těžební organizace, potažmo vlastníky, u konkrétního těžebního záměru rozhodující schválené plány sanace a rekultivace. V nich současná podoba legislativy upřednostňuje, resp. uvažuje jen o ochraně pozemků určených k plnění funkcí lesa a zemědělského půdního fondu (Melichar et al. 2019).

Ekologické přístupy k obnově, včetně těch, které spoléhají na spontánní procesy, se setkávají s rostoucím zájmem ve srovnání s technickými opatřeními, která dříve převažovala, kdy bylo místo obvykle připravováno pro umělou zalesnění nebo zemědělské využití (Prach 2001).

3.5 Ekologická obnova

Méně je více, je ve většině případů týkajících se výsledných rekultivací, téměř vždy pravdou. Jedním z nejpřekvapivějších zjištění aplikované ekologie posledních dvou desetiletí je, že některá stanoviště tradičně vnímaná jako symbol degradace přírodního prostředí, například opuštěné lomy a jiné těžebny surovin, důlní výsypky, deponie popílku nebo dálniční násypy, bývají zhusta osídlována unikátními živočišnými společenstvy s velkým zastoupením vzácných a ohrožených druhů (Konvička 2012). Někteří autoři hovoří o paradoxu postindustriálních stanovišť (srov. Vrabec 2013).

Ekologická obnova těžbou postižených míst představuje klíčový prvek pro dosažení udržitelného rozvoje těchto oblastí a má významný dopad na zlepšení lokálních ekologických podmínek zahrnující podporu biodiverzity, stabilizace krajiny a obnovení ekosystémových služeb.

Při tomto způsobu revitalizace postindustriálních stanovišť jsou v maximální míře využívány přírodní procesy (zejména ekologická sukcese). Po skončení těžební nebo průmyslové činnosti je lokalita ponechána svému vývoji, který může být opatrně usměrňován tak, aby se na ní vyvinula ochranně a zároveň esteticky hodnotná a pro životní prostředí nezávadná stanoviště (Tropek et Řehounek 2012).

V praktických projektech obnovy můžeme buď (a) plně se spoléhat na přirozenou (spontánní) sukcesi, nebo (b) přirozenou sukcesi různým způsobem usměrňovat (manipulovat), tj. urychlovat, brzdit, vracet zpět nebo jinak nasměrovat (např. umělými výsevy žádoucích druhů do sukcesních stadií, eliminací druhů nežádoucích, třeba invazních, nebo vhodným ochranným managementem, např. obnovením pravidelného kosení na zanedbané louce) nebo (c) můžeme použít zcela umělých, technických postupů, kdy cílový porost je jako celek vysázen či vyset. Třetí způsob se používá spíše v technických rekultivacích, které jsou z hlediska ochrany přírody v naprosté většině nežádoucí. Jejich výsledek je totiž většinou velmi vzdálen přírodnímu stavu (Prach 2015).

Při ekologické obnově se obvykle zvažují tyto klíčové aspekty:

- **Půdní sanace:** Těžba často zanechává půdu kontaminovanou a náchylnou k erozi. Prvním krokem v obnově je obvykle rehabilitace půdy, což může zahrnovat její fyzické úpravy, odstranění kontaminantů, zlepšení úrodnosti a struktury.
- **Rostlinná rekultivace:** Zasadit rostliny, které jsou vhodné pro danou oblast a schopné se vyrovnat s lokálními podmínkami. Tyto rostliny pomáhají stabilizovat půdu, podporují návrat dalších druhů a obnovují biologickou diverzitu.
- **Management vodních zdrojů:** Vzhledem k tomu, že těžba může významně ovlivnit hydrologii oblasti, je důležité zavést opatření na obnovu a management vodních toků a zdrojů.
- **Integrace biodiverzity:** Klíčovým prvkem je zajištění, že obnovovací projekty podporují širokou paletu biologických druhů, od mikroorganismů až po větší živočichy, což zvyšuje ekologickou rezilienci a funkčnost.
- **Monitoring a adaptivní management:** Po zavedení obnovovacích opatření je důležité sledovat pokrok a přizpůsobovat managementové strategie v reakci na získané ekologické informace a měnící se podmínky.
- **Spolupráce s místními komunitami:** Úspěch ekologické obnovy často závisí na zapojení místních komunit, které mohou poskytnout cenné znalosti o místní ekologii a historii, a měly by mít prospěch z obnovovacích aktivit.

Z detailních vědeckých studií a terénních pozorování řady přírodovědců vyplývá, že spontánní sukcese až na výjimky vede k vytvoření souvislého vegetačního krytu v průběhu deseti až dvaceti let. Vytvoření kompaktního vegetačního krytu je většinou hlavním cílem obnovy těžbou narušených míst (Prach 2015).

3.6 Alternativní pojetí obnovy

Využití části výsypek pro výrobu elektrické energie pomocí fotovoltaických elektráren se nabízí jako efektivní (i když dočasná) alternativa k uspokojení poptávky po produkci elektřiny z obnovitelných zdrojů (Chmelař, 2024, pers. Comm.). Vzhledem k tomu, že současně stejná výsypka může být ponechána přirozené obnově. Za předpokladu spolupráce

zřizovatelů FVE a biologů, vědců, může být i tato cesta alternativou, jak ekonomicky a současně šetrně k životnímu prostředí obnovit poškozenou krajinu.

3.7 Rekultivace

Základním úkolem rekultivace je obnova či vytváření zemědělských pozemků a kultur, lesních kultur, vodních ploch a toků v souladu s koncepcí ekologicky vyvážené krajiny a životního prostředí. Konečným cílem rekultivačních prací je tvorba takové krajiny, která by byla ekologicky vyváženým a ekonomicky hodnotným životním prostředím, odpovídajícím zájmům společnosti (Štýs 2014).

Rekultivace můžeme rozdělit nejběžněji ve vztahu ke konečnému využití rekultivovaného území, a to na technickou a biologickou. Technická rekultivace je souborem opatření technické povahy. Začíná obvykle skrývkou ornice a pokračuje dále terénními úpravami dle projektu.

Biologická rekultivace je vlastně konečnou etapou rekultivace, lze ji rozdělit na:

- Zemědělskou
- Lesnickou
- Vodohospodářskou
- Sadovnickou
- Rekreační

Rekultivace se ze zákona se provádí na každé těžené lokalitě, výjimkou jsou potencionálně ekologicky cenná území, která mohou být ponechána přirozené sukcesi za účely pozorování, vědeckého a biologického výzkumu (Gremlica et al. 2013).

Celkově lze konstatovat, že technické rekultivace výsypek, jsou v České republice až na některé výjimky (velmi plošně rozsáhlá narušení, místa ohrožená erozí, bezprostřední sousedství sídel nebo komunikací, sportovní a rekreační využití) z hlediska obnovy krajiny negativní a drahou aktivitou. V mnoha případech likvidují cenné biotopy i populace chráněných a vzácných organismů (Prach 2015).

3.8 Výsypky

Důležitou součástí lomu jsou výsypky, kde se ukládá odstraněná nadložní zemina a jiný materiál. Výsypky jsou zpravidla rozsáhlé útvary (řádově o stovkách hektarů) vzniklé sypáním nadložního materiálu při povrchové těžbě hnědého uhlí. Vyplňují značnou část

podkrušnohorských pánví na Mostecku a Sokolovsku. Podobně jako další člověkem vytvořená prostředí (např. lomy a pískovny) jsou i výsypky spontánně osidlovány organismy z okolní krajiny (Vojar et al 2012).

Tyto deponie jsou nezbytné pro efektivní a bezpečnou těžbu a jsou klíčové pro řízení odpadů a rekultivace těžebních oblastí. Výsypky mohou být lokalizovány vně těženého území nebo uvnitř již vytěžené plochy.

Vnitřní výsypka lomu Bílina je specificky odvodňována systémem gravitačních drénů, které se prodlužují v souladu s jejím postupem (Pešek 2010).

3.9 Mravenci

Mravenci (Formicidae) jsou skupinou sociálních hmyzích druhů náležících k řádu blanokřídlých (Hymenoptera), který zahrnuje také vosy a včely. Mravenci jsou známí svou pokročilou úrovní společenské organizace a schopnostmi vytvářet rozsáhlé kolonie, které mohou obsahovat miliony jedinců.

Ekologicky mají mravenci velmi významný a různorodý biotický vliv na celé lokální biocenózy, protože patří mezi zvířata, která dominují v mnoha terestrických biotopech na celém světě, pokud jde o početnost a biomasy (Czechowski et al. 2002).

Taxonomické zařazení mravenců

Říše: Animalia (Živočichové)

Kmen: Arthropoda (Členovci)

Podkmen: Hexapoda (Šestinozí)

Třída: Insecta (Hmyz)

Podtřída: Pterygota (Křídlatí)

Řád: Hymenoptera (Blanokřídlí)

Podřád: Apocrita (Vyšší blanokřídlí)

Nadčeleď: Vespoidea (Vosy)

Čeleď: Formicidae (Mravencovití)

(Biolib.cz)

Konkrétní podmínky vhodné k životu jednotlivých druhů jsou často nedostatečně prozkoumaným tématem. Většina druhů našich mravenců není potravně specializovaná a živí se živočišnou i rostlinnou potravou (sbírají mrtvá těla živočichů, nektar, semena nebo dokonce

pylová zrna jehličnanů, loví různé bezobratlé). Teplota a vlhkost prostředí jsou pro mravence velmi důležité, ale je třeba mít na paměti, že většina druhů, zvláště těch s početnými koloniemi a hnízdy s nadzemními konstrukcemi, je schopna podmínky v hnízdech (včetně např. pH) do značné míry regulovat (Pech 2014).

3.9.1 Morfologie

Tělesné struktury mravence jsou navrženy pro efektivitu a přežití. Každý segment mravenčího těla nese specifické anatomické struktury, které mu umožňují vykonávat různé funkce v rámci kolonie.

Jeho vnější tělo, tvořeno ochranným exoskeletem, poskytuje nepřetržitou ochranu proti nepřátelům a vnějším vlivům – ochraňují mravence před dehydratací a slunečním UV zářením

Pod exoskeletem je samotné vnitřní tělo mravence, které se sestává z hlavy, hrudi a zadečku. Všechny části jsou spojeny úzkými spoji. Hlava je důležitá nejen pro samotného mravence, ale také pro odborníky, kteří se podle ní řídí při určování čeledí, rodů a druhů. Hlava nese čelisti tzv. mandibuly, jsou to silná, často zubatá svrchní kusadla (Sadil 1955). Mravenci je používají k uchopování, řezání, obraně a manipulaci s objekty. Pod kusadly je umístěna struktura ústních orgánů, která slouží k přijímání potravy a v některých případech k produkci zvuků nebo vibrací.

Párová lomená tykadla mravencům slouží jako senzorké orgány, umožňují chemickou komunikaci s ostatními mravenci.

Oči mravenců jsou složeny z několika jednotlivých čoček, podobně jako u mouchy. Různé druhy mravenců mají v každém oku různý počet čoček, což jim usnadňuje vidění ve tmavých místech, jako jsou tunely hluboko v jejich mraveništích.

Hrudník (thorax) je opěrným bodem pro šest nohou, které z něj vycházejí. Nohy mravence jsou silné, specializované pro rychlý pohyb, kopání či lezení. Každá noha je zakončena drápkem. V případě, že jde o reprodukční jedince (samce a královny), mají tyto mravenci dva páry křídel připojených k hrudníku, které používají při svatebních letech. Po páření královny často křídla ztratí (Sadil 1955).

Zadeček (abdomen) – zakončuje tělo mravence, je to poslední část těla, připojen k hrudníku zúženým tělním článkem – tělní stopkou. V zadečku se nachází většina trávicího systému mravence. U některých druhů, je na konci zadečku žihadlo, které slouží k obraně nebo k útoku.

3.9.2 Život mravenců

Mravenci jsou eusociální organismy, charakteristické společnou péčí o potomstvo, překrývajícími se generacemi dělnic v rámci kolonie a vysoce rozvinutým systémem kast (Wilson 1971).

Mravenci společně pečují o potomstvo, což není omezeno pouze na matku potomstva; další členové kolonie, typicky dělnice, také pomáhají ve krmení a ochraně larev a kukel. Tak vzniká mnogogenerační kolonie, kde jsou přítomni společně mravenci různého stáří. Ti se poté rozdělují do jednotlivých kast, které se liší morfologií i funkcí. Rozlišujeme tři hlavní skupiny:

Královny, které jsou obvykle větší než ostatní mravenci v kolonii a jejich primárním úkolem je rozmnožování. Mají schopnost přežít mnoho let, což je důležité pro stabilitu kolonie.

Dělnice, neplodné samice bez křídel, které se starají o množství úkolů včetně shánění potravy, péče o larvy, údržbu hnízda a obranu kolonie.

Samečci, zpravidla menší, s plně vyvinutými křídly. Jejich primární funkcí je oplodnit královnu během svatebního letu. Po páření obvykle brzy zahynou.

Toto rozdělení funkcí a určení je zásadní pro přežití a efektivitu kolonie.

Životní cyklus kolonie sestává ze tří hlavních fází: založení, růst a rozmnožování. Většina kolonií je založena, když nově spářená královna odletí hledat nové místo pro usídlení (Wilson 1971). Vhodné místo k založení kolonie je v této fázi trhlina v zemi, ve dřevě, pod kameny, kde je velmi důležitým aspektem správná vlhkost a teplota. Po založení hnízda královna klade první vajíčka. Tato vajíčka se vyvíjejí do larev, které královna krmí ze zásob energie, které si nabrala před svatebním letem.

Od této chvíle se královna stará o larvy, které se nakonec zakuklí a promění v první dělnice kolonie. Jakmile se vyvinou první dělnice, převezmou úkoly hledání potravy, péče o další potomstvo a rozšiřování hnízda. Královna poté přechází téměř výhradně k roli rozmnožovací.

Mnohé druhy mravenců používají dva způsoby osídlování nových lokalit. Na dlouhé vzdálenosti se rozšiřují okřídlené královny při svatebním letu. Ty pak zakládají hnízdo buď samy, nebo s pomocí jiných mravenců, kdy mohou obsadit hnízda svého vlastního druhu (jako to někdy činí např. královny rodů *Myrmica*, *Formica* či *Temnothorax*), nebo hnízda jiného druhu, což dělá třeba řada dočasně sociálně parazitických mravenců rodů *Formica* a *Lasius* (Pech 2014).

Běžně uznávané teorie o chování a ekologii mravenců považují mravence za masožravce a rozhodně jen málo mravenců je zcela býložravých (Wilson 2000). Některé druhy

mravenců konzumují rostlinné šťávy, semena nebo dokonce části rostlin. Jiné druhy upřednostňují sběr mrtvého či živého hmyzu a jiných malých živočichů. Mravenci mají relativně jednoduchý, ale účinný trávicí systém, který je přizpůsoben k zajištění potřebné výživy z jejich různorodé stravy, a také jedinečnou schopnost krmit ostatní členy kolonie procesem zvaným trofalaxe, kdy předávají strávenou potravu z úst do úst. Tento proces nejenže pomáhá rozdělit potravu mezi členy kolonie, ale také posiluje sociální vazby a přenáší informace o potravinových zdrojích.

3.9.3 Symbiotické vztahy

Mravenci mají fascinující a komplexní vztahy s mnoha druhy hmyzu a jinými organismy, často symbiotické. Tyto vztahy mohou být mutualistické, kde obě strany mají prospěch, nebo parazitické, kde prospívá primárně jeden z účastníků.

Jednou z nejznámějších symbióz je vztah mezi mravenci a mšicemi. Mravenci chrání mšice před predátory a nemocemi a na oplátku se živí medovicí, kterou mšice vylučují. Tato sladká, lepkavá substance je bohatá na cukry a je důležitým zdrojem energie pro mravence. Mravenci dokonce mohou přenášet mšice do svých hnízd, aby je lépe chránili a získávali z nich medovici.

Je třeba zmínit, že mnoho rostlin také vytváří mutualistické vztahy s mravenci. Rostliny poskytují mravencům nektar nebo oleje a výměnou za to mravenci chrání rostliny před herbivory nebo pomáhají šířit jejich semena.

Opačná situace však nastává v případě parazitických vztahů, v nichž se mravenci také nezřídka nacházejí.

Společenství mravenců přímo určuje životaschopnost jejich parazitů: například populace modrásků rodu *Phengaris*. Pouze mravenci rodu *Myrmica* žijí v úzkém vztahu s motýly rodu *Phengaris*. Tento vztah je charakterizován parazitickým způsobem života larev motýlů, které využívají mraveniště k dokončení svého vývoje (Pilařová et Vrabc).

Zajímavým příkladem parazitického vztahu je manipulace chování mravence ze strany houby rodu *Ophiocordyceps*, způsobující mravenci v konečné fázi smrt. Tento jev je znám jako houbová choroba „zombie-ant fungus“. V této asociaci jsou mravenci ovládnuti tak, aby opustili kolonii a vykonávali stereotypní chování smrtelného sevření, kdy kousají do vegetace nad cestičkami pro sběr potravy, než jsou zabiti a slouží jako základ pro růst houby po jejich smrti (Araújo et Hughes 2019).

3.9.4 Mravenci jako bioindikátory

Mravenci jsou důležitou součástí pozemních potravních sítí a klíčovou skupinou v interakcích potravních sítí a mnoha ekosystémových procesech. Jejich citlivá a rychlá reakce na změny v životním prostředí naznačuje, že jsou vhodnou indikační skupinou pro monitorování abiotických, biotických a funkčních změn (Tiede et al 2017). Jsou zcela přirozenou součástí všech ekosystémů a sami tak představují významný zdroj potravy pro jiné živočichy. Živí se jimi nejen pavouci, plošnice a někteří další bezobratlí, ale zejména mnohé druhy ptáků (šplhavci, kurové, pěvci) a také někteří savci a obojživelníci (Bezděčka et Bezděčková 2014). Přítomnost mravenců na lokalitě tedy zákonitě přitahuje i jiné druhy živočichů – predátorů, čímž se místě a v jeho okolí zvyšuje biodiverzita.

3.10 Metody sběru mravenců

Metody sběru hmyzu se obvykle dělí na kvalitativní a kvantitativní. Jednou z kvalitativních metod je individuální sběr, který spočívá v selektivním sběru jednotlivých hmyzích jedinců ručně nebo s využitím nástrojů zaměřených přímo na objekty výzkumu. Je však časově náročná a vyžaduje hluboké znalosti pro správné rozpoznání sbíraných druhů a jejich přirozeného prostředí, stejně jako umění být na správném místě ve správný čas. Kvantitativní metody, do kterých spadá i použití zemních pastí, dále zahrnují techniky jako je metoda smýkání, prosívání, sklepávání a různé druhy pastí jako jsou okenní pasti, světelné pasti, podzemní pasti, pasti Malaise, náletové pasti a kombinované pasti.

Velmi přehledně je toto téma zpracováno v publikaci Metody sběru a preparace hmyzu (Novák 1969).

3.10.1 Smýkání

(Sweep netting) Je jednoduchá a efektivní entomologická technika odchytu hmyzu, používá se pro sběr vzorků z vegetace. Tato metoda je zvláště užitečná pro zachycení různých druhů létajícího a skákajícího hmyzu, který se pohybuje v bylinném patře. Pro smýkání se používá smýkací síť, která je obvykle lehká a má dlouhou rukojeť s širokým, často kónickým síťovým vakem. Síť může být vyrobena z různých materiálů, ale musí být dostatečně pevná, aby odolala opakovanému kontaktu s rostlinami. Máváním zpět a vpřed (opisováním osmičky) přes vrcholky rostlin nebo skrze vegetaci se hmyz sedící na rostlinách vyruší a následně je

zachycen v síťovině. Smýkání je ideální pro sběr hmyzu v rozmanitých biotopech, jako jsou louky, okraje lesů, mokřady a zemědělská pole. Technika je zvláště účinná v teplejších měsících, kdy je hmyz nejaktivnější. Metoda je rychlá, nenáročná na vybavení a umožňuje sběr velkého množství hmyzu v krátkém čase. Je také ovšem neselektivní, často jsou zachyceny a poškozeny nežádoucí druhy hmyzu.

3.10.2 Sklepávání

Metoda sklepávání, známá také jako „beating“, je jednou z klasických technik sběru hmyzu, která se používá pro sběr druhů žijících především na stromech, keřích nebo vyšších rostlinách. Tato metoda je zvláště užitečná pro sběr mravenců, kteří obývají listoví nebo větve.

Ke sklepávání se používá sklepávací (deštníkové, síťové, či americké). Jednoduše řečeno je to dlouhá hůl a bílé plachtové plátno či tkaninový pytel, který slouží jako podběrák.

Plátno má obvykle tvar parabolický nebo je napnutý mezi dvěma tyčemi (americké sklepávací), aby se na něm lépe zachytával hmyz.

Po zvolení vhodného keře nebo větve, která obsahuje mravence, pečlivě, ale důrazně, udeříme holí do větve nebo keře, aby hmyz, který se na ní nachází, spadl dolů. Silou nárazu hmyz odpadá z rostliny a padá na bílé plátno, kde je snadno viditelný a dá se pohodlně sbírat.

Tato metoda může být mírně destruktivní pro rostliny, a proto je třeba ji používat s rozmyslem, zejména v citlivých nebo chráněných ekosystémech.

3.10.3 Prosívání

Metoda prosívání „sifting“ je oblíbená technika sběru hmyzu, která se zaměřuje na druhy žijící v půdě, v listové hrabance, pod kůrou, nebo ve vrstvách organického odpadu. Tato metoda je zvláště užitečná pro sběr drobného hmyzu, jako jsou mravenci, pavouci, drobní brouci a další bezobratlí, kteří se často skrývají v těchto substrátech.

K prosívání je potřeba mít síto s jemným okem nebo speciální prosívací zařízení, které umožňuje oddělit hmyz od větších částí substrátu. Síta mohou mít různé velikosti ok podle cíleného hmyzu. Jemnější síta jsou vhodná pro menší druhy. Při prosívání jednou rukou držíme prosívací a druhou vkládáme substrát. Energickými, krouživými pohyby se snažíme protřást drobný hmyz skrz síto, a tak jej oddělit od zbytku substrátu.

3.10.4 Individuální sběr

Tato metoda umožňuje hledání mravenců na mikrostanovištích, a to konkrétně na mrtvém dřevě, kmenech stromů, spadlém ovoci, listí.

Po lokalizaci mravenců se jednotlivci opatrně chytají rukou či pinzetou a umisťují do sběrných nádobek. Je důležité při manipulaci dbát na to, aby nedošlo k poškození hmyzu.

3.10.5 Malaise pasti

Malaiseova past je typ pasti, která je často používána pro sběr létajícího hmyzu, včetně mravenců. Je to jedna z nejefektivnějších metod pro zachytávání širokého spektra druhů hmyzu v různých prostředích, je ceněna pro svou schopnost poskytnout vysoký objem kvalitních dat.

3.10.6 Zemní pasti

Zemní pasti (pitfall traps) se často využívají pro sběr mravenců v rámci ekologických výzkumů díky své nenáročnosti na „aktivní pohyb výzkumníka v terénu“, nízkým nákladům, jednoduché obslužnosti a vhodnosti pro dlouhodobé sledování populací. Přesto je třeba brát v úvahu, že tyto pasti zachytávají především jedince aktivní na povrchu půdy a že jejich efektivita může kolísat v závislosti na druhové diverzitě, specifických daného habitatu a velikosti těla (Hancock et al. 2012).

3.10.7 Pasti s návnadou (sugar cube method)

Jde o metodu, kdy je na mravence nastražena nádobka s úzkým vstupem nebo více vstupy a návnadou, nejčastěji kostkou cukru. Například výzkum provedený v lesním ekosystému ve střední Itálii, který se zaměřil na účinnost pastí na hmyz v závislosti na použitých návnadách ve výsledcích ukazuje, že pasti s návnadami založenými na látkách s vysokým obsahem cukru by měly být preferovány pro efektivní sběr některých skupin hmyzu, a že tyto návnady mohou být použity jako náhrada za jiné látky (formaldehyd), které mohou představovat zdravotní rizika nebo znečišťovat prostředí. Z výzkumu také vyplývá, že účinnost pastí je ovlivněna také klimatickými faktory, jako jsou srážky a preferencí taxonů (Baini et al. 2016).

3.11 Uchovávání a konzervace Formicidae

Uchovávání obecně znamená proces, při kterém je hmyz skladován po nějakou dobu. To může zahrnovat jeho umístění do vhodných kontejnerů, jako jsou sběratelské boxy nebo uzavřené vitríny, kde je chráněn před fyzickým poškozením, světlem, vlhkostí a teplotními změnami. Uchovávání může zahrnovat také správnou péči o již konzervované vzorky, aby se zabránilo jejich poškození časem a udrželo se jejich kvalitní zobrazení. Pro dlouhodobé uchovávání členovců se využívají 3 základní typy. Prvním z nich je uchovávání ve fixační tekutině, druhým tvorba trvalých mikroskopických preparátů a třetím preparování (Walker et al 1999).

Konzervace se zaměřuje primárně na dlouhodobé ochránění biologického materiálu hmyzu před rozkladem a poškozením. Cílem je zachovat fyzickou strukturu a možná i molekulární složky hmyzu pro výzkumné, vzdělávací nebo sběratelské účely. Při konzervaci se používají různé chemické látky nebo fyzikální metody, jako je zmrazení nebo alkoholové lázně, aby se zabránilo degradaci tkání a udržela se morfologická integrita hmyzu.

Nejběžnějšími metodami konzervace hmyzu jsou:

Suché konzervace:

Kolíkování (pinning): Jedna z nejtradičnějších metod konzervace hmyzu, která spočívá ve vložení kolíku – entomologického špendlíku skrze tělo hmyzu, obvykle ve středu hrudi. Mravenci jsou následně umístěni do suchého boxu společně s dalšími preparáty. Tato metoda je vhodná pro větší druhy mravenců.

Menší druhy mravenců je vhodné lepit na papírové štítky odpovídající velikosti a ty následně propíchnout entomologickým špendlíkem a stejně jako u předchozího postupu, vložit do boxu s dalšími exponáty.

Jednotliví zástupci se preparují buď napíchnutím na špendlík, nebo nalepením na lístek. Takto vypreparovaní jedinci se poté ukládají do entomologických krabic (Novák, 1969).

Umístění do krabiček: Menší druhy mravenců nebo ty, které by mohly být poškozeny kolíkováním, mohou být uloženy do malých papírových krabiček nebo kapslí.

Mokrý konzervace:

Alkoholová konzervace: Hmyz je uchováván ve skleněných nádobách naplněných konzervačním roztokem, typicky 70 - 95% ethylalkoholem. Tato metoda je ideální pro drobnější mravence a pro ty, u kterých je důležité zachovat měkké tkáně pro anatomické nebo genetické studie.

Glycerin: Pro dlouhodobé skladování vzácných nebo zvláště křehkých exemplářů se může použít glycerin, který zabrání vyschnutí a zachová pružnost tkání.

Konzervace v rozpínavém polystyrenu:

Někdy se používá pro speciální účely, kdy je hmyz umístěn mezi dvě vrstvy jemného rozpínavého polystyrenu, což umožňuje bezpečné skladování bez fyzického poškození těla hmyzu.

Zmrazení:

Zmrazení je metoda, která se používá pro dočasné skladování hmyzu před dalším zpracováním nebo konzervací. Je to zejména užitečné pro zachování DNA a dalších biologických materiálů.

Fumigace:

Používá se k eliminaci parazitů a zabránění rozkladu, obvykle ve větších sbírkách uložených v muzeích nebo výzkumných institucích.

3.11.1 Preparace

Preparace mravenců či obecněji hmyzu vyžaduje řadu nástrojů a materiálů, které zajišťují správné a bezpečné zpracování vzorků. Mezi ty hlavní patří entomologická pínzeta vhodné velikosti a tvaru, entomologické špendlíky, které jsou antikorozi a dají se pořídit v různých velikostech, tloušťkách a barvách (nerezové, černé). Důležitá je také preparační podložka, lupa, vodou ředitelné lepidlo, trojúhelníkové a popisovací štítky, voděodolný fix, preparační stupínek pro určení výšky štítků a napíchnutých vzorků.

3.12 Metodika

Na čtyřech vybraných různě starých stanovištích Dolu Bílina bylo instalováno po třech zemních pastech na každém z nich. Fixační náplň zemních pastí byl ocet a pastí byly pravidelně vybírány zhruba v měsíčních intervalech po dobu jedné sezóny. Z pastí byl vybrán, vypreparován, určen a spočítán materiál mravenců. Zvolená stanoviště (tři různě staré rekultivované lesní porosty a jedno území ponechané přírodnímu vývoji) byla mezi sebou porovnána z hlediska druhového zastoupení mravenců a jejich denzity. K vyhodnocení jsem použila základní biostatistické postupy, index druhové diverzity a pro vzájemné porovnání Jaccardův index.

3.13 Zkoumaná území

Severočeská hnědouhelná pánev je geologická a průmyslová oblast nacházející se v severní části České republiky, zvláště v Ústeckém kraji. Toto území je významnými rozsáhlými ložisky hnědého uhlí, které jsou základem pro těžební průmysl v regionu. Pánev se rozkládá od města Most na západě po město Chomutov na východě a od Krušných hor na severu po České středohoří na jihu.

Hnědouhelná pánev je tvořena třetihorními sedimenty, které obsahují bohatá ložiska hnědého uhlí. Těžba hnědého uhlí má v regionu dlouhou historii a významně formovala krajinu, včetně velkých povrchových dolů, které velmi změnily její původní charakter.

V oblasti se nacházejí rekultivované plochy a umělé vodní plochy, vzniklé po ukončení těžby v některých dolech – například jezero Barbora. Umělé jezero v Mostecké pánvi vzniklo zatopením zbytkové jámy po těžbě hnědého uhlí. Vznikla vodní plocha o rozloze 55 ha hluboká až 60 m. Původně byl lom zatopen důlní vodou, později byl zprůtočněn přivedením vody z potoka Bouřlivce (mapy.cz).

Území Severočeské hnědouhelné pánve patří do mírného podnebného pásma s chladnějšími zimami a mírnými až teplými letními měsíci. Průměrné teploty se v zimě pohybují kolem nuly nebo jsou mírně pod nulou, zatímco v létě často dosahují 20–25 °C. Srážky jsou rozloženy relativně rovnoměrně po celý rok, s mírným zvýšením v letních měsících.

3.13.1 Doly Bílina

Doly Bílina se rozkládají severozápadě od města Bílina. V blízkosti dolů leží další menší obce a města, jako jsou Ledvice, Lom a Duchcov. Tyto oblasti jsou ekonomicky propojeny s

těžební činností v dole. V okolí dolu se nacházejí rekultivované oblasti, které byly v minulosti postiženy těžbou a nyní jsou v různých stádiích rekultivace či sukcese.

Rozšiřování dolu Bílina v minulosti vedlo k zániku některých malých vesnic a částí obcí, které musely být kvůli těžbě uhlí vystěhovány. Příkladem zaniklých lokalit je ves Libkovice, která byla zbořena a její obyvatelé přesídleni kvůli rozšiřování těžebních aktivit. Obdobný osud postihl i další menší osady v této oblasti.

Největší povrchový důl České republiky se nachází v nejhlubší části severočeské hnědouhelné pánve, s výchozem sloje v oblasti bílinského zlomu a postupuje v porubní frontě delší než 5 km směrem k západu a sleduje uhelnou sloj v hloubkách 80 až 120 m. K západu upadající podloží, hloubka uložení uhelné sloje a nedostatečná geomechanická stabilita skrývaných zemin vedly v minulosti k nutnosti uložit podstatnou část těchto zemin na vnější výsypku Radovesice (Burda et al 2016).

Těžba zde probíhá v ložisku dříve nazývaném „Velkolom Maxim Gorkij“. V roce 2008 byly celkové vytěžitelné zásoby uhlí na tomto ložisku odhadovány na 202,2 milionu tun (Pešek). Očekává se, že lom bude provozován do roku 2035 v rámci stanovených územních a ekologických limitů.

3.13.2 Radovesická výsypka

Radovesická výsypka, s rozlohou přibližně 15 km² a průměrnou tloušťkou sypaní 50–70 metrů, je největší takový objekt v Čechách a patří mezi největší v Evropě. Dříve se na místě dnešní výsypky rozkládalo pět vesnic - Lyskovice, Chotovenka, Hetov, Dříněk a Radovesice, které byly největší a po nichž je výsypka pojmenována. Radovesice byly zbořeny v roce 1971 a následně zde byla od tohoto roku až do roku 1996 ukládána zemina z Velkolomu Maxim Gorgij, nyní důl Bílina. Veškeré zeminy založené na výsypku Radovesice pocházejí z povrchového lomu Bílina.

Pro účely odvodnění předpolí výsypky byla v roce 1982 vyražena 2,5 kilometru dlouhá štola, která funguje jako drenážní systém až do současnosti. Během předchozích let bylo vytvořeno náplavové těleso, které zaplnilo Radovesické údolí až do výšky přibližně 380 metrů nad mořem a na východě a severovýchodě až do 400 metrů nad mořem. Na náhorní plošině byla navíc vytvořena další zvýšená úroveň, rozdělená na dvě části - severní a jižní, čímž vznikla přirozeně rozčleněná krajina s třemi oddělenými svahy. Celkem bylo na toto území a do okolních oblastí přemístěno 680 milionů kubických metrů zeminy, které obsahují především jíly, písky a jílovité písky.

Aktivity na Radovesické výsypce byly ukončeny 31. března 2003 a výsypka byla předána k rekultivaci. Rekultivační strategie je zaměřena na integraci rozsáhlého výsypkového tělesa do okolního prostředí a na jeho udržitelné využití. Hlavním cílem je vytvoření rekreační a ekologické funkce s možnostmi lesního hospodářství. Velký důraz je kladen na ochranu přírody, zejména vzhledem k blízké chráněné krajinné oblasti Českého středohoří. Rekultivační práce byly zahájeny v roce 2011, přičemž se klade důraz na rozvoj infrastruktury a přírody pro budoucí rekreační účely. Byla také vybudována silnice z Chlumského sídliště v Bílině do Kostomlat pod Milešovkou.

Na území Radovesické výsypky najdeme dvě unikátní pokusné sukcesní (nerekultivované) plochy o celkové výměře 54,34 ha, které se staly v roce 2017 registrovanými významnými krajinnými prvky.

Konkrétní zkoumané lokality v území Dolu Bílina

Stručné informace o všech zkoumaných územích shrnuje následující tabulka.

Tabulka č. 1: Plochy vybrané ke studiu na území DB. Zaměření ploch je v systému WGS 84 a je provedeno v aplikaci mapy.cz, mapovací kód je podle Nováka (1989) a Prunera et Míky (1996). x = údaj se nepodařilo zjistit.

Název plochy	Souřadnice a kód mapování	Zahájení rok	Plocha	Technická rekultivace	Biologická rekultivace	Zahájení pěstební péče	Pozn.
			ha	rok	rok	rok	
Sukcese Radovesice XVII B přirozená sukcese souš a vodní plocha	50.32.1.769N/ 13.50.14.277E (5449)	1996	52,78	x	x	x	ukončeno zakládání 2003
Okolí Syčivky Radovesice VI-XI rekultivace	50.32.29.765N/ 13.48.59.409E env. (5449)	1999	44,35	1999-2001	2002-2008	x	ukončeno 2008
Václav II rekultivace	50.36.30.548N/ 13.45.36.773E (5348)	1963	12,40	x	x	x	ukončeno 1974
Pokrok II u Emmy rekultivace	50.35.52.795N/ 13.44.6.303E (5448)	1992	22,62	1993	1996-1998	1999	ukončeno 2001

3.13.3 Lokalita Radovesice XVII. B

Přírozená sukcese, 50°32'5.085"N, 13°50'7.015"E (5449)

Území se nachází východně až jihovýchodně od města Bíliny. Jde o přírozenou sukcesi na ploše navážek s neupravovaným reliéfem. Na pohled velmi zajímavé stanoviště s rozvolněnou vegetací, kde jsou holé vršky hromad hlušiny prostřídány travním a keřovým porostem a v depresích mokřady. Sukcese zde již pokročila a místy jsou porosty březového lesa stabilizované se slušným zápojem. V rýhách mezi nasypnými liniemi a v depresích území jsou časté vodní plošky.



Obrázek 2: Radovesnice XVII B. (Foto poskytl V. Vrabec)

3.13.4 Václav II

Lesnická rekultivace stará (lesopark Habeš), 50°36'32.396"N, 13°45'31.299"E (5348)

Oblast se nachází přímo na severovýchodním okraji Duchcova. V území vzrostlý, v poslední době po probírkách a lokálním odtěžení udržovaný lesní porost, jinde setrvává stav bez dodatečných zásahů a úprav (suché stromy, polámané větve). Jde o jednu z nejstarších větších lesnických rekultivací (již 48 let, ukončena v roce 1974) v rámci prostoru DB,

s využitím rychle rostoucích dřevin, z nichž některé již odumírají. Porosty však jsou stabilizované. V porostech je patrná dost nevyrovnaná vlhkost v různých partiích, z okraje u Duchcova místní občané udělali skládku, která byla převrstvena navážkou. Nasypány byly i materiály považované za nebezpečné (eternitová krytina apod.). Z hlediska zoologického nebylo možno očekávat pestřejší faunu xylobiontů, vzhledem k pokryvnosti a zápoji dřevin, dobře se vyvíjí fauna edafická v lesní opadance. V západní části sousedí prostor s oborou s chovem jelenovitých. Na přelomu let 2018 a 2019 byla provedena těžba dřeva v lesním porostu, kde vznikly průseky a oplocenky. Zásah je patrně motivován řádným lesnickým hospodařením, které má nahradit spíše pionýrské dřeviny stabilnějším lesním porostem s vyšší výtěžností a delší dobou obmýtí.



Obrázek 3: Václav II (Foto poskytl V. Vrabec)

3.13.5 Pokrok II u Emmy

Lesnická rekultivace středně stará, 50°35'52.796"N, 13°44'5.747"E (5448) (dále jen Pokrok Emma)

Stabilizovaný, dobře založený porost ve středním věku jižně jihozápadně od Duchcova. Vzhledem k tomu, že je vhodně kombinován se zatravněnou plochou a v blízkosti se nacházejí vodní plochy, lze očekávat vysokou diverzitu rostlinnou i živočišnou. Proběhla zde probírková těžba břízy, kmeny pokácené roku 2018, nebyly odklizeny. Prořezávkové hmoty krom

kůrovcových těžeb jsou ponechávány v porostu kvůli obohacení půdního profilu o živiny a je možno je hodnotit pozitivně (rozkládající se dřevu zůstává v ekosystému). Bylo by vhodné pokračovat v probírkách navazujících borových porostů.



Obrázek 4: Pokrok II U Emmy (Foto poskytl V. Vrabec)

3.13.6 Okolí nádrže Syčivka Radovesice VI-XI

Rekultivované plochy část les, část zatravněné, 50°32'16.721"N, 13°48'44.206"E (5449) (dále jen Syčivka)

Jde o rekultivace jihovýchodně od Bíliny, od Syčivky směrem ke středu Radovesické výsypky. Část z nich vznikla navázkou slínovce, kterým byl povrch překrytý, v důsledku čehož primárně vznikly rozvolněné trávníky, které představují v krajině vzácná a vhodná stanoviště pro řadu živočichů. Díky oslunění a nepropustné vrstvě slínovce se území do jisté míry chová jako xerothermní lesostep postupně zanikající zárostem dřevin, který však postupuje relativně pomalu. Nicméně po roce 2021 již bylo otevřených plošek velmi málo a na většině území dřeviny dosahují vyššího zápoje.



Obrázek 5: Syčivka Radovesice VI-XI (Foto poskytl V. Vrabec)

3.14 Postup při instalaci pastí / Sběr dat

Hlavními cíli při samotné instalaci pastí bylo vybrat vhodné umístění pastí na lokalitě a poté pasti dobře zabezpečit proti vniknutí nežádoucích látek, živočichů.

První tři pasti byly umístěny na Radovesické výsypce 15. 4. 2022 ve vzdálenosti 7 metrů od sebe. Přesné umístění bylo zvoleno na základě viditelného pohybu mravenců a doporučení vedoucího výzkumu – V. Vrabce.

Samotná past – dva plastové kelímky do sebe vložené byly zakopány do zahradnickou lopatkou vyhloubené díry, zahrnuty zeminou tak, aby jejich horní okraj byl v úrovni se zemí. Následně byla past naplněna roztokem kvasného octa 8% a vody 1 : 1 do cca jedné třetiny objemu. Kelímky byly přikryty kusem pevné kůry či kameny, která byly lehce přizvednuty či podepřeny, aby mravenci do pasti mohli vniknout, avšak aby zemní past odolala vyplavení deštěm.

Velmi důležitým krokem bylo přesné zaznamenání umístění jednotlivých pastí, a to pomocí souřadnic GPS a označení místa jejich uložení v terénu zalomením větviček dřevin v okolí tak, aby při dalším vybírání byly bez problému nalezeny.

Celý tento postup byl obdobně zopakován na všech čtyřech zkoumaných lokalitách dolu Bílina.

Sběr nachytaného materiálu probíhal od 15. 5. 2022 do 26. 10. 2022 v přibližně 30denních intervalech. Při každé návštěvě pastí došlo k vyprázdnění vnitřního kelímku do přinesené zavařovací sklenice se současným odstraněním znečišťujícího organického materiálu – převážně listů. Kelímek byl vždy znovu naplněn octem a past obnovena. Nachytané vzorky byly označeny a zabezpečeny k následnému transportu.

Nachytaný obsah jsem doma pečlivě prohlédla v mělké misce a vybrala z něj další nečistoty, jiný hmyz, větvičky a především mravence. Ty jsem po dobu několika minut promyla vodou přes jemné sítko tak, aby byl vzorek oddělen od roztoku a následně jsem mravence velmi krátce ponořila do destilované vody pro očištění a nechala lehce oschnout rozmístěné na papíru. Poté jsem mravence přemístila do plastových zkumavek vystlaných kouskem papírové utěrky. Zkumavky jsem označila datem sběru, lokalitou a datem zpracování/zmrazení. Do plastových zkumavek jsem umístila pouze ty vzorky, které jsem z časových důvodů nemohla zpracovat ihned. Tyto vzorky byly zmrazeny a zpracovávány po rozmrazení později. Část vzorků byla zpracována okamžitě.

K poslednímu úkonu s již očištěným materiálem jsem použila entomologickou pinzetu, lepidlo Herkules, trojúhelníkové štítky a entomologické špendlíky. Mravence jsem s největší opatrností a trpělivostí lepila stranou jejich těla na papírové štítky, které jsem napíchnávala na kus polystyrenu. Vypreparovaní mravenci byli umístěni do entomologických krabic.



Obrázek 6: Preparační pomůcky (Vlastní foto)



Obrázek 7: Průběh preparace mravenců – nelokalizovaný materiál (Vlastní foto)

Všechny preparáty pak byly následně opatřeny lokálními štítkem.

V případě preparace rozmrazených, již čistých vzorků jsem postupovala tak, že jsem mravence nechala cca 20 minut povolit na kusu čistého papíru a poté jsem je lepila a napichovala obdobně.

Determinaci a rozřídění mravenců provedl vedoucí práce (V. Vrabec det.), určení revidoval Dr. Petr Werner. K určení byly užity běžné příručky (Czechowski et al 2002, Sadil 1955, Seifert 2018).

Při posledním výběru nachytaného materiálu z pastí dne 26. 10. 2022 byly všechny pasti – dvojité kelímky odstraněny ze všech zkoumaných lokalit a zůstalé jamky byly zahrabány okolním materiálem.

Kromě materiálu z roku 2022 jsem zpracovávala také mravence nachytané do zemních pastí v roce 2020, které mi dal k dispozici vedoucí práce V. Vrabec. Mravenci pocházeli z identických lokalit.

3.15 Vyhodnocení výsledků a zpracování dat

Pro správné statistické zhodnocení výsledků jsem brala v potaz několik faktorů, a to cíle této studie, nasbíraný materiál, který jsem měla k dispozici a doporučení vedoucího práce.

K vyhodnocení diverzity druhů na stanovištích jsem použila Simpsonův index dle Losos et al (1984). Tento index je definován jako pravděpodobnost, že dva náhodně vybraní jedinci z populace budou patřit ke stejnému druhu. Simpsonův index nabývá hodnot mezi 0 a 1. Nižší hodnota indexu naznačuje vyšší diverzitu. Je obzvláště užitečný v případech, kdy jsou v populaci přítomny dominantní druhy, protože silně zvýrazňuje jejich vliv na celkovou diverzitu.

Následně jsem jednotlivé lokality porovnávala z hlediska podobnosti mezi sebou Jaccardovým indexem dle vzorce v Losos et al (1984).

Vzorec Jaccardova indexu:

$$IS_j = \frac{C}{A + B - C} \cdot 100$$

Kde:

IS_j..... Jaccardův index

A..... počet druhů na stanovišti „a“

B..... počet druhů na stanovišti „b“

C..... počet druhů společných pro stanoviště „a“ a „b“

Dále jsem nasbírané vzorky popsala z hlediska bohatosti druhů, nejvyšší četnosti

Vstupními údaji mi byla přehledná tabulka, která je k nalezení v přílohách této práce jako Příloha č. 1.

4 Výsledky

4.1 Zjištěné druhy a četnost zastoupení

Počet mravenců nachytných za rok 2020 činil 245 jedinců, kteří byli určeni do 15 druhů. Na lokalitě Pokrok Emma 117 jedinců, Syčivka 16 jedinců, Václav 87 jedinců a Radovesice XVII B. 25 jedinců. Zachyceny byly druhy zákonem chráněné (v kategorii ohrožených) rodu *Formica*: *Formica cunicularia* Latreille, 1798, *Formica pratensis* Retzius, 1783, *Formica rufa* Linnaeus, 1761, *Lasius brunneus* (Latreille, 1798), *Lasius flavus* (Fabricius, 1782), *Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798), *Lasius niger* (Linnaeus, 1758), *Myrmecina graminicola* (Latreille, 1802), *Myrmica gallienii* Bondroit, 1920, *Myrmica lobicornis* Nylander, 1846, *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758), *Myrmica ruginodis* Nylander, 1846, *Myrmica schencki* Viereck, 1903, *Stenamma debile* (Förster, 1850), *Temnothorax crassispinus* (Karavajev, 1926). Dvěma nejpočetnějšími druhy byli *Lasius niger* (Linnaeus, 1758) s celkovým počtem 142 exemplářů a *Formica rufa* Linnaeus, 1761 ve 44 exemplářích.

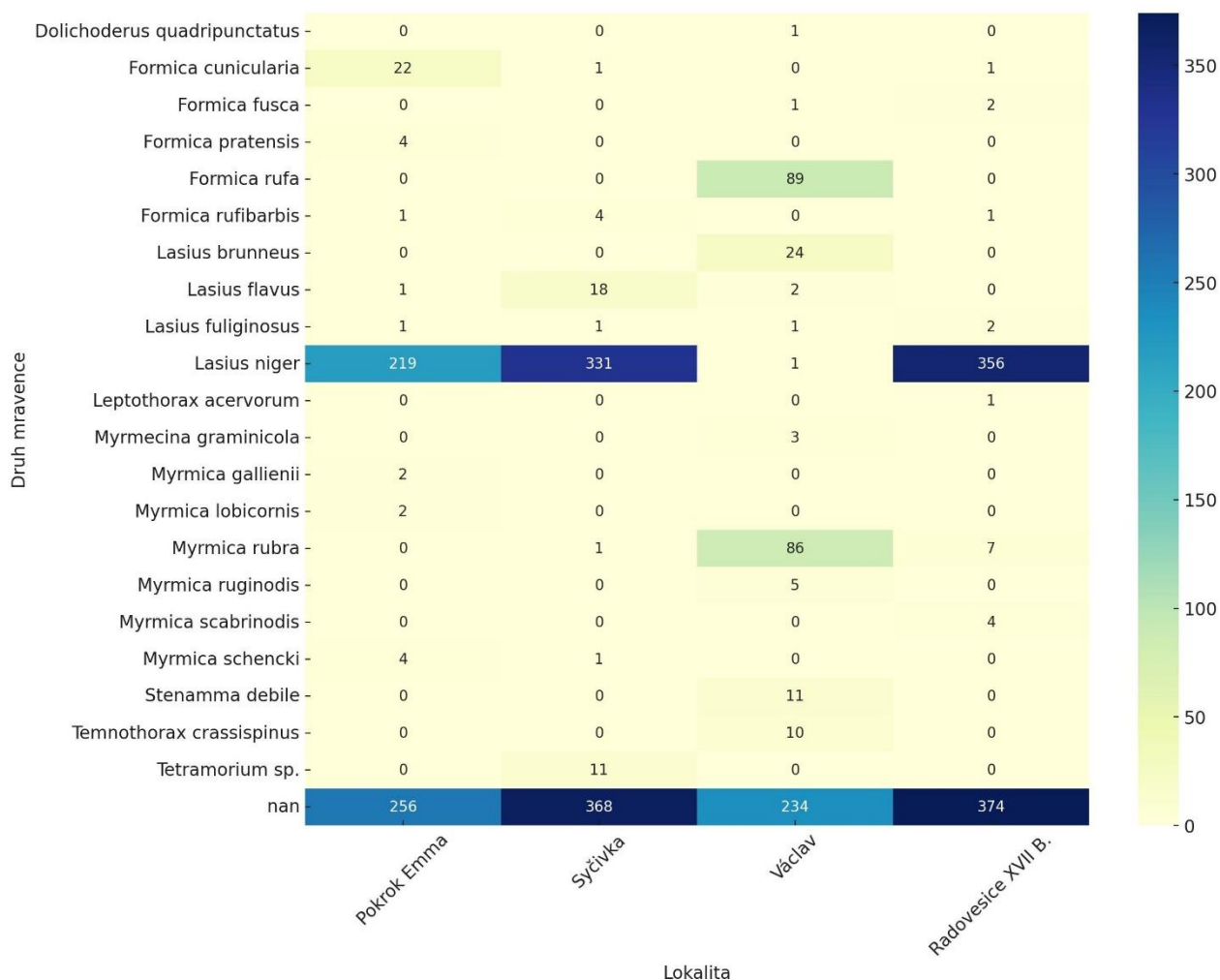
V roce 2022 čítal souhrnný vzorek 987 mravenců, druhovou skladbou byl bohatší, zahrnoval 19 druhů. Oproti roku 2020 byli navíc zaznamenáni mravenci *Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771), *Tetramorium* sp., *Formica cunicularia* Latreille, 1798, *Formica rufibarbis* Fabricius, 1793. Z toho na lokalitě Pokrok Emma 139 jedinců mravenců, Syčivka 352 jedinců, Václav 147 jedinců a Radovesice XVII B 349 jedinců.

Nejvíce zastoupeny byly druhy *Lasius niger* (Linnaeus, 1758) v počtu 766 jedinců a *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) s počtem 94 jedinců.

Druh mravence, který byl celkově nejčastěji zastoupen na všech lokalitách, byl *Lasius niger* (Linnaeus, 1758).

Celkem se tedy za oba roky na zkoumaných lokalitách dolu Bílina nachytno do zemních pastí 1 232 mravenců v 21 druzích. Přehledně dle lokalit a roků tato čísla zobrazuje Graf 2, kde

jsou vizualizovány počty nasbíraných jedinců, rozdělených podle lokalit. Světější odstíny indikují nižší počty mravenců, zatímco tmavší odstíny představují vyšší počty.



Graf 1: Vizualizace jednotlivých druhů mravenců na lokalitách za roky 2020 a 2022.

4.2 Komentáře k vybraným mravencům

4.2.1 Formicinae

Lasius flavus (Fabricius, 1782)

Druh mravence, který je hojně rozšířen, v České republice jeden z nejčastěji se vyskytujících.

Lasius flavus jsou zcela podzemní mravenci, kteří se živí především medovicí speciálně chovaných kořenových mšic (Czechowski et al)

Jsou to žlutí mravenci, kteří si na loukách a pastvinách budují hnízda v pevných hlinitých kupkách, každoročně zpracují (přeloží, promíchají a provzdušní) až několik tun půdy na hektar, což je výkon, který překonají pouze žížaly (Bezděčka et Bezděčková 2014).

Druh také hnízdí pod kameny, zejména ve skalnatých oblastech.

Lasius niger (Linnaeus, 1758)

Zmínku o tomto mravenci je možné od jeho prvního popsání nalézt snad v každé literatuře o mravencích. Je považován za eurytopa s neobvykle širokou ekologickou flexibilitou a velkou biologickou plasticitou (Czechowski et al). Hojně rozšířen v České republice. Upřednostňuje xerothermní a otevřené lokality (travné ekosystémy, městská zeleň) (Werner et Wiezik 2007).

Lasius brunneus (Latreille, 1798)

Jedná se o dendrofilní druh vyskytující se v různých typech biotopů s podílem listnatých stromů, kde zakládá hnízda pod kůrou a ve dřevě, od podzemních částí kmenu až po hlavní větve, občas se nachází ve stěnách dřevěných, cihlových nebo kamenných budov (Czechowski et al). Živí se především medovicí stromových mšic, která tvoří hlavní složku potravy, nepohrdne však ani potravou živočišnou.

Formica cunicularia (Latreille, 1798)

Tento druh mravence je eurytopní a často se vyskytuje v různorodých oblastech, od písčinych dun, vápencových svahů a sádrovcových kopců přes louky a pastviny až po prostřední lesní mýtiny, okraje lesů a řídké křoviny (Czechowski). Na těchto stanovištích se soustřeďuje v rozsáhlých hnízdních strukturách, je aktivní v horní vrstvě půdy. Tento druh je adaptabilní a schopný osídlit i antropogenně ovlivněné plochy, jako jsou okraje cest nebo staré lomy. Mravenci tohoto druhu jsou omnivorní, se silným důrazem na sběr medovice od mšic. Živí se také hmyzem a jinými malými bezobratlými. V České republice je celý rod *Formica* zákonem chráněný.

Formica fusca (Linnaeus, 1758)

Mravenec černohnědý, jeden z běžnějších druhů v rodu *Formica*, dobře adaptabilní na různé prostředí a různorodou potravu. Ze všech druhů *Serviformica*, *Formica fusca* je nejčastěji obětí dočasného sociálního parazitismu mravenců z podrodu *Protoformica s.s.* a *Coptoformica*, a také otroctví praktikovaného mravenci *Formica sanguinea* a *Polyergus rufescens* (Czechowski).

Formica pratensis (Retzius, 1783)

Tento druh je zařazen mezi mravence lesní, ačkoliv ve skutečnosti se jedná o polytopní druh suchých biotopů; žije na otevřených místech v lesích, stepích, loukách a pastvinách. Hnízda s plochými kopečky (menší než u *Formica rufa*), vyrobené z hrubého rostlinného materiálu, jsou obvykle obklopena kruhem vysoké trávy (Czechowski).

4.2.2 Myrmicinae

Zajímavé jsou kolonizační schopnosti mravenců rodu *Myrmica*. Jejich královny totiž mezi prvními kolonizují opuštěná pole nebo nově vzniklé paseky, na druhou stranu se tyto mravenci téměř vůbec neuplatňují na začátku sukcese výsypek a odkališť (Pech 2014).

Myrmecina graminicola (La treille, 1802)

Neboli mravenec pomalý. Jedná se o termofilní druh, který obývá převážně světlé listnaté lesy a zahrady, ale může se vyskytovat i v otevřených biotopech, například na kamenitých pastvinách. Kolonie jsou malé, skládají se z několika desítek dělnic, obvykle jsou monogynní, občas s několika plodnými královnami (Czechowski). Při ohrožení či vyrušení se stočí do kuličky a předstírají, že jsou mrtví.

Myrmica rubra (Linnaeus, 1758)

Mravenec žahavý, obvyklý druh v České republice, se kterým má snad každý člověk zkušenost, jelikož je to mravenec poměrně agresivní. Vyskytuje se ve velmi rozmanitých

biotopech (od mezofilních po velmi vlhké), zejména v nížinách. Je zvláště početný na loukách s vysokou hladinou podzemní vody. Tento druh se často vyskytuje v antropogenních biotopech (zahrady, agrokoenózy), v lesích je vzácnější (nahrazuje ho *Myrmica ruginodis*). Hnízda si zakládá v zemi, v trsech trávy a mechu, pod kameny, v shnilém dřevě, pod kůrou; hnízda často s malým kopečkem půdy nebo rostlinných zbytků (Czechowski). Kolonie mohou čítat až 10 000 jedinců a obsahovat více než jedno hnízdo – tvoří polykalický systém.

Myrmica schencki (Viereck, 1903)

Jedná se o oligotopní druh suchých biotopů; jedna z nejtermofilnějších druhů mezi střeoevropskými *Myrmica*, a přesto poměrně tolerantní k teplotě prostředí. Vyskytuje se jak na otevřených plochách, tak i v lesích - v těch pouze na slunných místech na světlých podzolových půdách s chudou bylinnou vegetací (Czechowski). Aktivní je *Myrmica schencki* především v noci. Velkým podílem jejich stravy jsou jiní mravenci, živí se ale i nektarem z květů.

Tetramorium sp.

Tetramorium sp. patří k rodu mravenců, který zahrnuje více než 500 druhů a je rozšířený po celém světě. Druhy z rodu *Tetramorium* jsou známé svou adaptabilitou na různé životní prostředí, od tropických deštných pralesů až po mírné klimatické zóny. V České republice je známa přítomnost pěti druhů těchto mravenců.

4.3 Simpsonův index

Výpočet jsem realizovala za jednotlivé roky 2020 a 2022, a za oba roky dohromady.

4.3.1 Simpsonův index rok 2020

Výsledky Simpsonova indexu pro jednotlivé lokality za rok 2020:

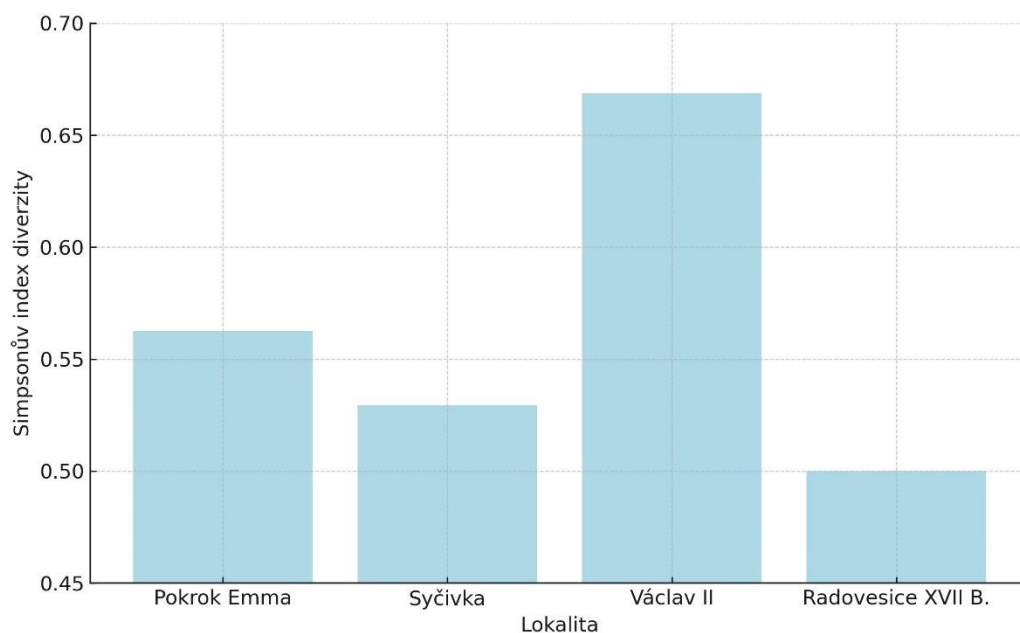
Pokrok Emma: 0.5626

Syčivka: 0.5293

Václav II: 0.6686

Radovesice XVII B.: 0.5000

Z výsledků vyplývá, že lokalita Radovesice XVII B. má nejvyšší druhovou diverzitu, což naznačuje, že má relativně větší rovnováhu mezi počty jednotlivých druhů mravenců. Naopak lokalita Václav II vykazuje nejnižší diverzitu.



Graf 2: Simpsonův index rok 2020

4.3.2 Simpsonův index rok 2022

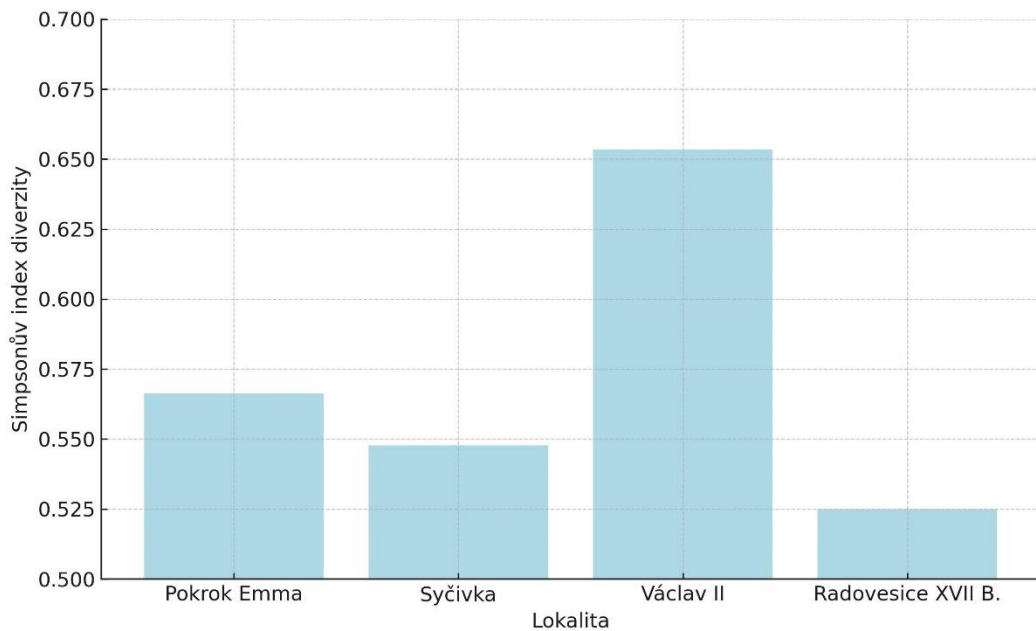
Pokrok Emma: 0.5664

Syčivka: 0.5477

Václav II: 0.6535

Radovesice XVII B.: 0.5250

Podobně jako v předchozím roce 2020, lokalita Radovesice XVII B. má nejvyšší druhovou diverzitu podle Simpsonova indexu, což znamená, že zde je nejnižší pravděpodobnost, že dva náhodně vybraní jedinci patří ke stejnému druhu. Naopak lokalita Václav II vykazuje nejnižší diverzitu.



Graf 3: Simpsonův index rok 2022

4.3.3 Simpsonův index 2020 a 2022

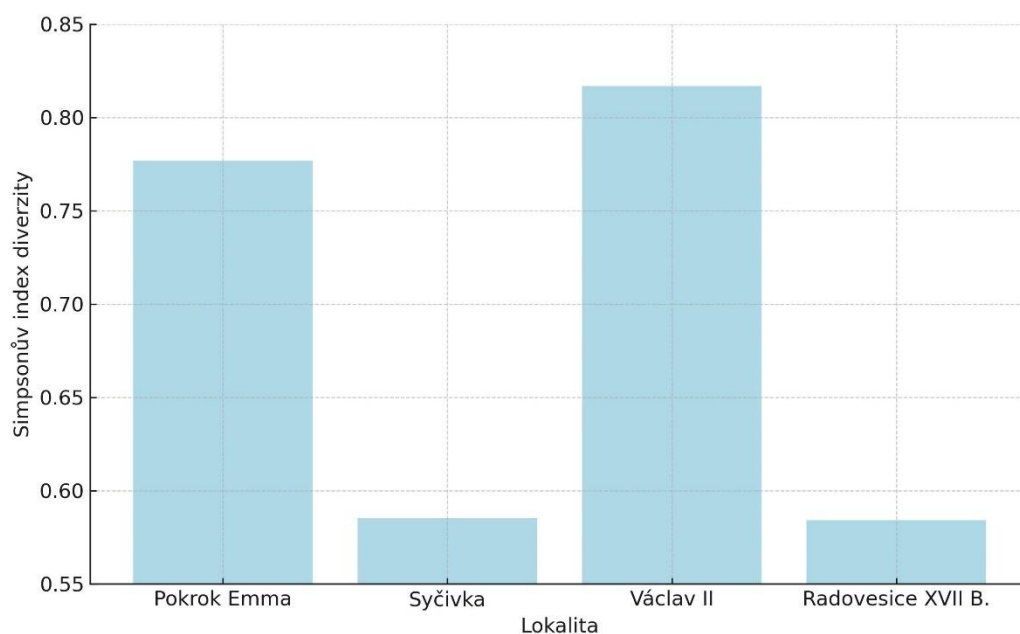
Pokrok Emma: 0.7769

Syčivka: 0.5852

Václav II: 0.8168

Radovesice XVII B.: 0.5841

Z výsledků vyplývá, že lokalita Radovesice XVII B. má nejvyšší druhovou diverzitu s indexem 0,5841, což znamená největší rovnováhu v počtu jednotlivých druhů mravenců. Naopak nejnižší druhová diverzita vyšla na území Václav II s indexem 0,8168. Tento výsledek je konzistentní s předchozími lety. Lokalita Syčivka rovněž ukazuje vysokou diverzitu, 0,5852.



Graf 4: Simpsonův index 2020 a 2022

4.4 Jaccardův index

Považovala jsem druh za přítomný na lokalitě, pokud byl jeho celkový počet jedinců za oba roky větší než nula. Poté jsem spočítala Jaccardův index mezi každou dvojicí lokalit.

Zde jsou výsledky Jaccardova indexu pro porovnání podobnosti mezi lokalitami na základě přítomnosti druhů mravenců:

Pokrok Emma a Syčivka: 0.6923

Pokrok Emma a Václav II: 0.4737

Pokrok Emma a Radovesice XVII B.: 0.5714

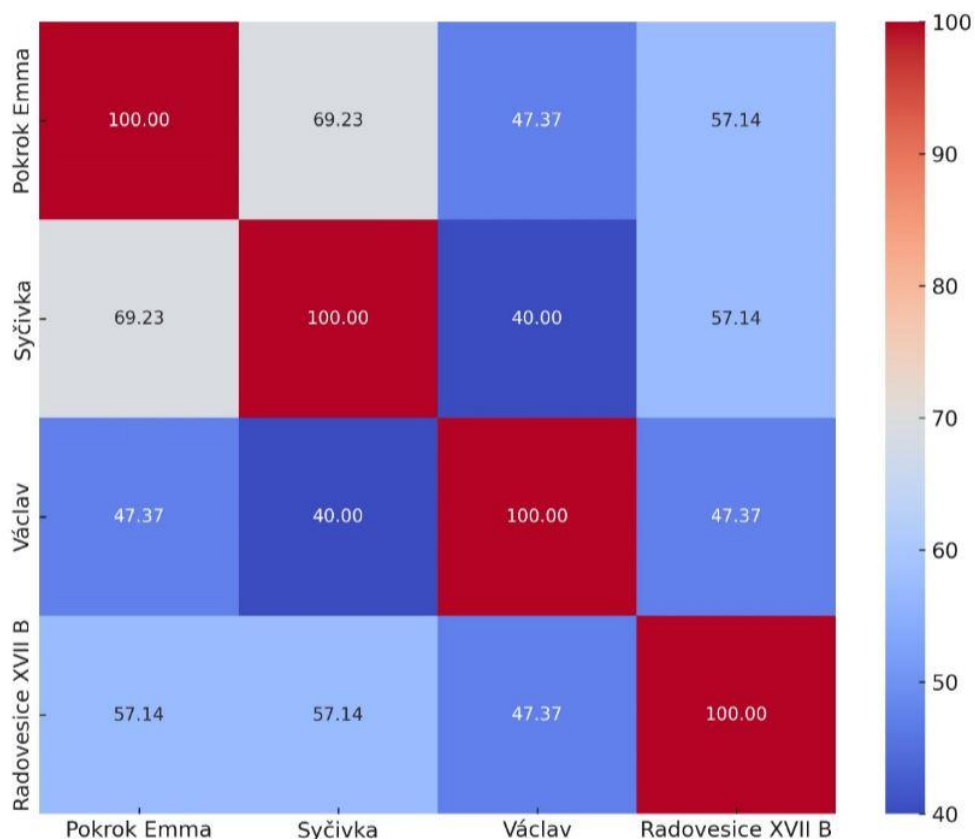
Syčivka a Václav: 0.4

Syčivka a Radovesice XVII B.: 0.5714

Václav a Radovesice XVII B.: 0.4737

Nejvyšší podobnost je mezi lokalitami Pokrok Emma a Syčivka s Jaccardovým indexem 0.6923, což naznačuje, že tyto dvě lokality sdílejí významnou část druhů (70 %). Naopak, nejnižší podobnost je mezi lokalitami Syčivka a Václav s indexem 0.4.

Hodnoty jsem převedla do procentních bodů a graficky znázornila pomocí grafu 4.



Graf 5: Podobnost lokalit dle Jaccardova indexu

5 Diskuse

5.1 Jak se projevuje stáří rekultivace na složení mravenců?

Zkoumaná hypotéza tvrdí, že největší druhová diverzita mravenců je přítomna v raných stádiích sukcese rekultivací nebo na stanovištích ponechaných přirozenému vývoji. Tento předpoklad vychází z teorie, že raná sukcesní stádia často poskytují větší heterogenitu prostředí a dostatek zdrojů, což může podporovat vyšší biodiverzitu vzhledem k tlaku druhů z okolí na jejich využití. Získané výsledky poukazují na fakt, že stáří rekultivace má vliv na druhovou diverzitu. Nejvyšší druhové zastoupení bylo zjištěno na lokalitě Radovesice XVII B., která byla ponechána přirozenému vývoji, zatímco diverzita nejnižší je v nejstarší rekultivaci Václav II. Odpovídají tomu i vypočtené hodnoty Simpsonova indexu.

5.2 Charakteristiky fauny mravenců jednotlivých zkoumaných lokalit

5.2.1 Index diverzity

Radovesice XVII B.

Pro rok 2020 byl Simpsonův index pro tuto lokalitu nejnižší (0.5000), což by mohlo naznačovat omezenou druhovou diverzitu. V roce 2022 se index zvýšil na 0.5250, s kumulativní hodnotou za oba roky 0.5841, což je nejvyšší hodnota mezi všemi zkoumanými lokalitami. Tento výsledek naznačuje, že i přes počáteční nižší hodnoty může lokalita s přirozenou sukcesí nakonec podporovat vyšší druhovou diverzitu, což je pozitivní pro ekosystémovou komplexnost a zdraví.

Václav II

S indexem 0.6686 v roce 2020 a mírným poklesem na 0.6535 v roce 2022, který vyústil v kumulativní hodnotu 0.8168, lokalita Václav II vykazuje nejnižší druhovou diverzitu. Tento výsledek je v rozporu s očekáváním, že starší rekultivace by mohla podporovat vyšší biodiverzitu díky vyvinuté vegetační struktuře a stabilnímu prostředí. Místo toho výsledky ukazují, že další faktory, jako je možná homogenita vegetace nebo nižší heterogenita mikrostanovišť, mohou limitovat biodiverzitu.

Pokrok Emma

Lokalita ukázala mírný nárůst druhové diverzity z 0.5626 v roce 2020 na 0.5664 v roce 2022, což vedlo ke kumulativní hodnotě 0.7769. Tento nárůst může indikovat, že středně staré rekultivace začínají nabízet lepší podmínky pro různorodé druhy mravenců, možná díky zvýšené strukturální diverzitě a rozvoji podmínek příznivých pro více druhů.

Syčivka

Tato lokalita začínala s nejnižší hodnotou v roce 2020 (0.5293), ale v roce 2022 došlo ke zlepšení na 0.5477, což znamená kumulativní index 0.5852. Tyto hodnoty ukazují, že i mladší rekultivace se postupně mohou stávat vhodnými pro větší druhovou diverzitu, ačkoliv to může vyžadovat více času pro rozvoj potřebných ekologických struktur.

5.2.2 Jaccardův index

Porovnání druhového složení mezi zkoumanými lokalitami pomocí Jaccardova indexu odhaluje zajímavé vzorce v podobnosti a rozdílnosti fauny mravenců na různých typech rekultivovaných a přirozeně se vyvíjejících území. Nejvyšší podobnost fauny byla zaznamenána mezi lokalitami Pokrok Emma a Syčivka, což naznačuje, že podobné managementové praxe nebo environmentální podmínky v těchto oblastech vedou k vývoji podobných druhových komunit. Obě tyto území sdílejí významnou část druhů mravenců, což může být důsledek podobného stáří rekultivace a podobných ekologických podmínek, které jsou pro mravence příznivé.

Naopak, nejnižší podobnost byla zjištěna mezi lokalitami Syčivka a Václav II, což poukazuje na významné rozdíly v druhovém složení mezi starou lesnickou rekultivací a mladšími rekultivačními oblastmi. Tyto rozdíly mohou být výsledkem odlišných rekultivačních praxí, stáří vegetace a heterogenity prostředí, které ovlivňují dostupnost habitatů pro různé druhy mravenců.

Dále zjištění ukazují, že lokalita Radovesice XVII B a Syčivka, přestože obě prošly spontánní sukcesí, vykázaly středně vysokou míru podobnosti. Toto poukazuje na to, že i přirozené procesy mohou vytvářet podobné podmínky, které jsou vhodné pro obdobná druhová spektra mravenců, i když jsou tyto lokality geograficky a možná i biotopově různé. Toto tvrzení je však v rozporu s názorem, že rekultivace těžebních jam a výsypek je v řadě případů opodstatněná. Krajinu jsme totálně změnili a teď jí dáváme novou tvář, je tvrzení Vojara (2012). Zjištění o středně vysoké míře podobnosti mezi lokalitami Radovesice XVII B. a Syčivka může podporovat argument pro přirozenou obnovu těžebních prostorů a průmyslových deponií. Tento nálezný naznačuje, že přirozené procesy mohou vytvářet vhodné podmínky pro podobná druhová

spektra, i když jsou lokality rozdílné, což je v souladu s názory odborníků a nevládních organizací v České republice. Tyto skupiny poukazují na to, že tradiční metody rekultivace mohou ničit biodiverzitu a vytvářet uniformní společenstva, zatímco přírodě blízká obnova by mohla krajinu obohatit. Tento přístup by tedy mohl představovat cennou alternativu k dosavadním praxím, které často vedou k negativním ekologickým dopadům (Prach 2015).

Výsledky porovnání podobnosti tak naznačují, že nejen stáří rekultivace, ale i specifické charakteristiky lokality jako jsou hydrologické podmínky, typ vegetace a předchozí zemědělské či lesnické využití mohou mít významný vliv na biodiverzitu mravenců. Tyto faktory by měly být zohledněny při plánování budoucích rekultivačních opatření a ochrany biodiverzity. Výsledky rovněž zdůrazňují potřebu detailnějšího zkoumání ekologických a biogeografických faktorů, které mohou ovlivnit rozdělení druhů mravenců na rekultivovaných územích.

Na tomto místě je též vhodné upozornit na okolnosti, které mohly zkreslit celkový výsledek.

V roce 2020 díky soustavnému ničení pastí zvěří mohl být na lokalitě Syčivka realizován pouze jeden nenarušený odběr vzorku za celou sezónu, což se s určitostí projevilo ve výsledcích: Do pastí při tomto odběru se chytilo pouze 16 mravenců ve dvou taxonech, a to *Lasius niger* v 15 exemplářích a jediný mravenec *Lasius flavus*.

Oproti roku 2020 bylo v roce 2022 poškození pastí minimální, a tedy bylo dosaženo komplexnějších a druhově bohatších výsledků. Z pastí bylo vybráno o čtyři druhy mravenců více, konkrétně se jednalo o mravence *Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771), *Tetramorium* sp., *Formica cunicularia* Latreille, 1798, *Formica rufibarbis* Fabricius, 1793.

6 Závěr

Porovnávací studie prezentovaná v této práci poskytuje podrobný přehled o fauně mravenců v Severočeských dolech na třech různě starých rekultivacích a jedné výhradně sukcesní lokalitě. Výzkum byl realizován na čtyřech lokalitách: Radovesice XVII B, Pokrok Emma, Václav II a Syčivka. K monitorování populace mravenců byly použity zemní pasti, které byly na každé ze zmíněných lokalit rozmístěny vždy ve třech kopiích během let 2020 a 2022.

Celkem bylo za oba roky zjištěno 1 232 mravenců určených do následujících 21 druhů: *Dolichoderus quadripunctatus* (Linnaeus, 1771), *Formica cunicularia* Latreille, 1798, *Formica fusca* Linnaeus, 1758, *Formica pratensis* Retzius, 1783, *Formica rufa* Linnaeus, 1761, *Formica rufibarbis* Fabricius, 1793, *Lasius brunneus* (Latreille, 1798), *Lasius flavus* (Fabricius, 1782), *Lasius fuliginosus* (Latreille, 1798), *Lasius niger* (Linnaeus, 1758), *Leptothorax acervorum* (Fabricius, 1793), *Myrmecina graminicola* (Latreille, 1802), *Myrmica gallienii* Bondroit, 1920, *Myrmica lobicornis* Nylander, 1846, *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758), *Myrmica ruginodis* Nylander, 1846, *Myrmica scabrinodis* Nylander, 1846, *Myrmica schencki* Viereck, 1903, *Stenammina debile* (Förster, 1850), *Temnothorax crassispinus* (Karavajev, 1926), *Tetramorium sp.*

Nejvíce zastoupeny byly druhy *Lasius niger* (Linnaeus, 1758) v počtu 766 mravenců a *Myrmica rubra* (Linnaeus, 1758) s počtem 94.

Druh mravence, který byl celkově nejčastěji zastoupen na všech lokalitách, byl *Lasius niger* (Linnaeus, 1758).

Z hlediska nálezů chráněných druhů mravenců rodu *Formica* byly nejhodnotnější lokality Pokrok Emma, kde se do pastí chytil druh *Formica cunicularia* Latreille, 1798 ve 22 exemplářích a lokalita Václav II s nálezem *Formica rufa* Linnaeus, 1761 v 89 exemplářích.

Porovnáním druhové podobnosti lokalit dle Jaccardova indexu byla zjištěna nejvyšší druhová shoda mezi lokalitami Pokrok Emma a Syčivka s hodnotou indexu 0.6923, což naznačuje, že tyto dvě lokality sdílejí významnou část druhů. Naopak nejnižší druhová podobnost byla zjištěna mezi lokalitami Syčivka a Václav s indexem 0.4.

Simpsonův index pro rok 2022 ukazuje, že nejvyšší druhovou diverzitu měla lokalita Radovesice XVII B. s indexem 0.5250 a nejnižší lokalita Václav II s indexem 0.6535. Tato

zjištění odrážejí rozdíly v ekologických podmínkách a managementu jednotlivých lokalit, což má přímý vliv na biodiverzitu a druhovou strukturu mravenčích společenstev.

Výsledky této práce ukazují, jak různé managementové přístupy a stadia rekultivace mohou ovlivňovat biodiverzitu a druhovou strukturu mravenců na rekultivovaných územích. Tyto poznatky jsou klíčové pro plánování efektivnějších rekultivačních a konzervačních strategií v post-těžebních krajinách.

6.1 Závěry a doporučení pro management

Zhodnocení hypotézy: „Druhově nejbohatší fauna mravenců je přítomna v časnějších sukcesních stadiích rekultivací nebo na stanovištích ponechaných přirozenému vývoji“ ukazuje, že původní předpoklad o vyšší druhové bohatosti mravenců v časnějších sukcesních stadiích rekultivací nebo na územích ponechaných přirozenému vývoji není jednoznačně podpořen. Nejvyšší druhová diverzita byla zaznamenána na lokalitě Radovesice XVII B., která je ponechána přirozené sukcesi, což podporuje část hypotézy. Nicméně, ostatní rekultivované lokality, jako je Václav II a Syčivka, ukázaly nižší nebo proměnlivou druhovou diverzitu, což naznačuje, že časná stadia rekultivace nezaručují nutně vyšší biodiverzitu. Výsledky tak poukazují na složitost vztahů mezi stářím rekultivace, způsobem managementu a biodiverzitou mravenců.

Nezbývá než vyčkat, zda další výzkum potvrdí zde naznačené výsledky. Rozhodně by to ale neměl být argument proti ponechávání sukcesních území v rámci rekultivací.

Doporučila bych také aplikovat více metod sběr mravenců a pravidelnou kontrolu pastí. Tato doporučení by měla přispět k lepšímu pochopení a efektivnější ochraně biodiverzity na rekultivovaných územích s cílem podpořit ekologickou stabilitu a udržitelný rozvoj postindustriálních krajin.

7 Literatura

- Araújo JPM, Hughes DP. 2019. Zombie-Ant Fungi Emerged from Non-manipulating, Beetle-Infecting Ancestors. *Current Biology* **29**:3735. Available at [https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822\(19\)31164-9?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982219311649%3Fshowall%3Dtrue#%20](https://www.cell.com/current-biology/fulltext/S0960-9822(19)31164-9?_returnURL=https%3A%2F%2Flinkinghub.elsevier.com%2Fretrieve%2Fpii%2FS0960982219311649%3Fshowall%3Dtrue#%20)
- Baini, F., Del Vecchio, M., Vizzari, L., Zapparoli, M. 2016. Can the efficiency of pitfall traps in collecting arthropods vary according to the used mixtures as bait? *Rendiconti Lincei-Scienze Fisiche E Naturali*. (27). 495-499.
- Bezděček P, Bezděčková K. 2014. Mravenci v zahradách a sadech - pomocníci, nebo škůdci? *Veronica*:26-27.
- Burda J, Pletichová M, Žižka L. 2016. Informační komplex výsypkových lokalit – výsypka Radovesice. *Zpravodaj Hnědé uhlí* **2016**:7.
- Czechowski W, Ratchenko A, Czechowska W. 2002. The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland. *STUDIO 1, Warszawa*.
- Czechowski W., Radchenko A., Czechowska W. 2002: The ants (Hymenoptera, Formicidae) of Poland. *Museum and Institute of Zoology PAS, Warszawa*, 200 pp.
- Gremlica T., Vrabec V., Cílek V., Zavadil V., Lepšová A., Volf O. 2013: *Industriální krajina a její přirozená obnova. Právní východiska a rekultivační metodika oblastí narušených těžbou. Novela Bohemica, Praha*, 110 str. (ISBN 978-80-87683-10-1)
- Haddad M. N, Brudvig A. L, Clobert J, Davies F. K, Gonzalez A., Holt D. R, Lovejoy E. T, Sexton O. J, Austin P. M, Collins D. C, Cook M. W, Damschen I. E, Ewers M. R, Foster L. B, Jenkins N. C, King J. A, Laurance F. W, Levey J. D, Margules R. Ch, Melbourne A. B, Nicholls O. A, Orrock L. J, Song D, Townshend R. J. 2015. Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances* **1**:1-9. Available at <https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.1500052>.
- Hancock, M. H., Legg, C. J. 2012. Pitfall trapping bias and arthropod body mass. *Insect conservation and diversity*, **5** (4). 312–318.
- Chmelař V. 15. ledna 2024. Podání informací k chystaným projektům skupiny ČEZ na dolech Bílina. *Pers. Comm*.

- Konvička M. 2012. Postindustriální stanoviště z pohledu ekologické vědy a ochrany přírody. 11-19 in Bezobratlí postindustriálních stanovišť: Význam, ochrana a management. Entomologický ústav AV ČR.
- Melichar J, Pavelčík P, Braun Kohlová M, Frouz J, Máca V, Kaprová K, Karel J. 2019. Metodika pro hodnocení alternativních způsobů obnovy post-těžební krajiny. Centrum pro otázku životního prostředí, Univerzita Karlova. 20.
- Novák I. 1989: Seznam lokalit a jejich kódů pro síťové mapování entomofauny Československa. - Zprávy Českoslov. Spol. Entomol., 25(1-2): 3-84.
- Novák Karel. 1969. Metody sběru a preparace hmyzu. Československá akademie věd. 244 s. 509-21-872.
- Pech P. 2014. Jak reagují společenstva mravenců na změnu prostředí. Živa:79-82.
- Pešek J. et al. 2010. Terciérní pánve a ložiska hnědého uhlí České republiky. Česká geologická služba.
- Pilařová A, Vrabec V. 2021. Ant communities in meadows inhabited by Large Blue Butterflies *Phengaris* in the vicinity of Přelouč (Czech republic). 27 in 13th Workshop on biodiversity, Jevany. Česká zemědělská univerzita v Praze.
- Prach K, Bartha S, Joyce CB, Pyšek P, van Digellen R, Wiegler G. 2001. The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A Perspective. Applied Vegetation Science 4:111-113.
- Prach K. 2015. Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. 7-9 in Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi 2. dopl.. Calla, České Budějovice.
- Pruner L. a Míka P. 1996: Seznam obcí a jejich částí v České republice s čísly mapových polí pro síťové mapování fauny. - Klapalekiana, 32(Suppl.): 1-175.
- Řehounek J, Řehouňková K, Prach K. 2010. Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. Calla, České Budějovice. 167
- Sadil J. 1955: Naši mravenci. Orbis, Praha, 228 str.
- Seifert B. 2018: The Ants of Central and North Europe. Lutra Verlag, Boxberg, 407 pp.

- Sharaf MR, Saleh Abdel-Dayem M, Al Dhafer H, Saad Aldawood A. 2013. The ants (Hymenoptera: Formicidae) of Rawdhat Khorim Nature Preserve, Saudi Arabia, with description of a new species of the genus *Tetramorium* Mayr. *Zootaxa*:565-580.
- Štýs S. 2014: Krajina naděje. Proměny území mezi Kadaní a Březnem. Nakladatelství Stanislav Srnka, Ústí nad Labem, 240 s.
- Tiede Y, Schlautmann J, A. Donoso D, I. B. Wallis C, Bendix J, Bradl R, Farwig N. 2017. Ants as indicators of environmental change and ecosystem processes. *Elsevier*:527.
- Vojar J, Doležalová J, Solský M. 2012. Hnědouhelné výsypky - nová příležitost (nejen) pro obojživelníky. *Ochrana přírody*:8-11.
- Vrabec V. 2013: Zdařilý příspěvek ke změně rekultivačního paradigmatu – Robert Tropek, Jiří Řehounek (eds.): Bezobratlí postindustriálních stanovišť. Význam, ochrana a management. *Živa, Praha*, 61(2): xxxix-xL. (ISSN 0044-4812)
- Walker, A. K, Fitton, M. G, Vane-Wright, R. I, Carter, D. J. 1999. Insects and other invertebrates. In: Carter, D. & Walker, A. (eds). (1999). Chapter 2: Care and Conservation of Natural History Collections. Oxford: Butterwoth Heinemann, pp. 37 - 60.
- Wilson, E. O. 1971. The insect societies. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 548 pp.

Seznam obrázků:

Obrázek 1: Evidovaná ložiska hnědého uhlí a ostatní zdroje České republik	- 11 -
Obrázek 2: Radovesnice XVII B. (Foto poskytl V. Vrabec)	- 30 -
Obrázek 3: Václav II (Foto poskytl V. Vrabec).....	- 31 -
Obrázek 4: Pokrok II U Emmy (Foto poskytl V. Vrabec).....	- 32 -
Obrázek 5: Syčivka Radovesice VI-XI (Foto poskytl V. Vrabec)	- 33 -
Obrázek 6: Preparační pomůcky (Vlastní foto)	- 35 -
Obrázek 7: Průběh preparace mravenců – nelokalizovaný materiál (Vlastní foto).....	- 35 -

Seznam grafů:

Graf 1: Vizualizace jednotlivých druhů mravenců na lokalitách za roky 2020 a 2022.....	- 38 -
Graf 2: Simpsonův index rok 2020.....	- 42 -
Graf 3: Simpsonův index rok 2022.....	- 43 -

Graf 4: Simpsonův index 2020 a 2022	- 44 -
Graf 5: Podobnost lokalit dle Jaccardova indexu	- 45 -

Seznam příloh:

Příloha 1: Výchozí data pro statistické vyhodnocení výsledků - 56 -

Zákony a právní předpisy:

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve znění pozdějších předpisů.

Zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu

Statistika:

Energetická statistika MPO Uhlí v České republice 2012-2022

https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/tuha-paliva/2024/2/Uhli-2012-2022_2.pdf

8 Přílohy

Příloha 1: Výchozí data pro statistické vyhodnocení výsledků

druh mravence	Pokrok Emma	Pokrok Emma	Pokrok Emma	Syčivka	Syčivka	Syčivka	Václav	Václav	Václav	Radovesice sukcese	Radovesice sukcese	Radovesice sukcese
	vše 2020	vše 2022	dohromady	vše 2020	vše 2022	dohromady	vše 2020	vše 2022	dohromady	vše 2022	vše 2022	dohromady
<i>Dolichoderus quadripunctatus</i> (Linnaeus, 1771)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
<i>Formica cunicularia</i> Latreille, 1798	6	16	22	0	1	1	0	0	0	0	1	1
<i>Formica fusca</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	2
<i>Formica pratensis</i> Retzius, 1783	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Formica rufa</i> Linnaeus, 1761	0	0	0	0	0	0	44	45	89	0	0	0
<i>Formica rufibarbis</i> Fabricius, 1793	0	1	1	0	4	4	0	0	0	0	1	1
<i>Lasius brunneus</i> (Latreille, 1798)	0	0	0	0	0	0	20	4	24	0	0	0
<i>Lasius flavus</i> (Fabricius, 1782)	1	0	1	1	17	18	0	2	2	0	0	0
<i>Lasius fuliginosus</i> (Latreille, 1798)	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	2	2
<i>Lasius niger</i> (Linnaeus, 1758)	101	118	219	15	316	331	0	1	1	25	331	356
<i>Leptothorax acervorum</i> (Fabricius, 1793)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
<i>Myrmecina graminicola</i> (Latreille, 1802)	0	0	0	0	0	0	1	2	3	0	0	0
<i>Myrmica gallienii</i> Bondroit, 1920	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrmica lobicornis</i> Nylander, 1846	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myrmica rubra</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1	1	7	79	86	0	7	7
<i>Myrmica ruginodis</i> Nylander, 1846	0	0	0	0	0	0	2	3	5	0	0	0
<i>Myrmica scabrinodis</i> Nylander, 1846	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4
<i>Myrmica schencki</i> Viereck, 1903	2	2	4	0	1	1	0	0	0	0	0	0
<i>Stenamma debile</i> (Förster, 1850)	0	0	0	0	0	0	6	5	11	0	0	0
<i>Temnothorax crassispinus</i> (Karavajev, 1926)	0	0	0	0	0	0	6	4	10	0	0	0
<i>Tetramorium</i> sp.	0	0	0	0	11	11	0	0	0	0	0	0
	117	139	256	16	352	368	87	147	234	25	349	374