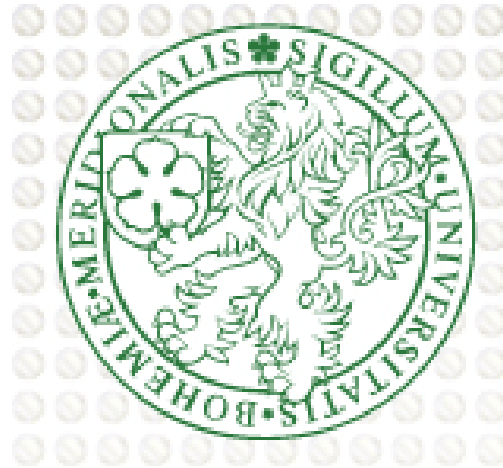


Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Přírodovědecká fakulta

Magisterská práce



**Porovnání diverzity spontánně zarostlých a
technicky rekultivovaných výsypek na Mostecku**

Bc. Lucie Málková

Vedoucí práce: Prof. RNDr. Karel Prach, CSc.

České Budějovice

2011

Málková, L. (2011): Porovnání diverzity spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných výsypek na Mostecku (The comparison of diversity on spontaneously re-vegetated and technically reclaimed dumps from coal mining in the Most Region, Czech Republic, Mgr. Thesis in Czech) -75 p., Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Annotation

Sites left to spontaneous vegetation succession and those technically reclaimed were studied and compared on dumps in the Most Region, NW Czech Republic. Data were sampled in summer 2008 and 2010. Species composition and species diversity were analyzed using phytosociological reléves arranged along 100m transects. Alfa- and beta-diversity were evaluated. There were significant differences between sites in alfa-diversity. Beta-diversity was highest in the spontaneously re-vegetated sites. There were also differences in species composition among the studied sites. I consider using spontaneous succession as appropriate in restoration of land disturbed by brown coal mining. It is a good alternative to expensive technical reclamation.

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Přírodovědeckou fakultou, elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

.....

Lucie Málková

V Českých Budějovicích dne 19. 4. 2011

Poděkování:

Školiteli, rodině a přátelům za pomoc, podporu a toleranci.

Motto:

..... Je zřejmé, že příroda by se ozelenění měsíčních krajin sice za dlouhá období zhostila, avšak pouze k obrazu svému a nikoliv podle našich představ a potřeb.....

(Štýs S., Helešicová L. 1992)

..... Fundamentální ekologové, zapomínají, že krajina slouží nejen přírodě, ale i lidem, by nejradyji revitalizaci devastovaných území přenechali všemocné přírodě. Ta je však pouze „ekologem“, který má k ekonomice a k sociálním zájmům člověka daleko.....

(Štýs S., 1997)

Obsah

1.	Úvod	
1.1.	Výzkum sukcese na výsypkách	1
1.2.	Cíle práce	4
2.	Charakteristika území	
2.1.	Přírodní poměry :	5
2.2.	Historie těžby	6
2.3.	Historie rekultivací	7
2.4.	Studované výsypky :	8
3.	Metodika	
3.1.	Sběr dat	11
3.2.	Vyhodnocení dat	13
4.	Výsledky	
4.1.	Počty druhů ve snímku	15
4.2.	Alfa a beta diverzita	19
4.3.	Ordinační analýzy	23
5.	Diskuse	26
6.	Závěr	33
7.	Literatura	34
8.	Přílohy	
8.1.	Přehled druhů a jejich pokryvnost	39
8.2.	Fotografie vybraných ploch	73

1. Úvod

Tato práce tematicky navazuje na mou předešlou práci (Málková, L. 2009: Srovnání spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných míst na Radovesické výsypce na Mostecku), zpracovanou v rámci bakalářského studia. Je jejím rozšířením. V rámci této práce bylo studováno více výsypek v Mostecké pánvi, za účelem prokázat rozdíly v druhovém složení vegetace a rozdíly v α a β diverzitě na výsypkách ponechaných spontánní sukcesi a výsypkách technicky rekultivovaných (lesnický, zemědělský).

1.1 Výzkum sukcese na výsypkách

Těžba hnědého uhlí v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve má dlouhou historii. Začátky těžby jsou datovány do 15. století (www.ecmost.cz). V minulosti převažovaly hlubinné doly, zatímco v současnosti jsou v činnosti již jen lomy povrchové. Zlom ve způsobu dolování nastal ve druhé polovině 20. století. Výhodou povrchové těžby je vyšší efektivita a výtěžnost ložiska, nevýhodou vyšší ekologická zátěž prostředí. Povrchová těžba hnědého uhlí výrazně ovlivnila a stále ovlivňuje krajinu. Výsypky a těžební jámy zaujímají obrovské plochy. Na takto změněnou krajinu je možno nahlížet mnoha pohledy – pro někoho se jedná o „měsíční krajinu“, kterou je nezbytné znovu „vyrobit“ a přetvořit, pro jiné se jedná o prostor s vysokým potenciálem samovolné obnovy, jedinečné plochy ke zkoumání spontánní sukcese. V okamžiku nasypání výsypkový substrát neobsahuje diaspory rostlin, ani jiné živé organismy, proto lze hovořit o primární sukcesi na výsypkách. Výsypky jsou pro studium primární sukcese velmi vhodné i proto, že téměř vždy můžeme určit jejich přesné stáří a výsypkový substrát je často homogenní (Prach 1987).

Těžební činností dochází k narušení všech složek krajiny, včetně destrukce pedosféry, narušení stratigrafie a vodního režimu (Štýs et al. 1981), dochází ke změně ekologických faktorů jako je např. hladina spodní vody, změna mikroklimatických podmínek. Okolí dobývacích prostor, provoz a nově nasypané výsypky se vyznačují vyšší prašností. V současné době existuje několik alternativních způsobů rekultivace míst narušených těžbou. Tato místa mohou být ponechána samovolnému vývoji (Luken 1990), nebo lze užít jen mírných zásahů, tak aby bylo dosaženo rychlejšího vytvoření vegetace procesem tzv. řízené sukcese (Tischew 1998). Naproti tomu stojí užití

technických rekultivací - lesnických (Holl et Cairns 1994), zemědělských, vodních a ostatních. Užití těchto metod je i u nás stále více diskutováno a snad nebude dlouho trvat překonání vžitého a velmi nákladného modelu velkoplošných technických rekultivací.

Nicméně i aplikace technických rekultivací prochází určitým vývojem. Zatímco v minulosti byly upřednostňovány zemědělské rekultivace (existovalo nařízení, podle kterého musela být více jak polovina všech rekultivací zemědělských), v současné době se stávají oblíbené vodní rekultivace (např. tvorba obrovského jezera Most – 312 ha na území starého města Mostu, zaplavení zbytkových jam – vodní plochy Matylda, Barbora) a ostatní rekultivace (plochy určené k trávení volného času, rekreační plochy).

Narozdíl od některých evropských zemí jako je Německo, Holandsko či Velká Británie, kde je spontánní sukcesí dáván větší prostor (Tischew 1998), v České republice stále ještě není akceptována spontánní sukcese jako adekvátní prostředek obnovy krajiny. Přitom ponechání míst samovolné sukcesí je nejjednodušší a nejlevnější způsob obnovy krajiny (Prach 2006). V zákonech naší země je zakotvena povinnost rekultivovat území dotčená těžbou nerostných surovin, není ale konkrétně stanoveno jakým způsobem. Díky rozsáhlé a účelové propagaci tzv. „české rekultivační školy“ v dobách minulých si mnoho lidí stále myslí, že bez nákladných technických rekultivací by na výsypkách byla tzv. „měsíční krajina“. Bohužel i dnes se na Mostecku s tímto názorem stále ještě můžeme setkat.

V současnosti u nás probíhá diskuse, jaké vlastnosti a jakou velikost mají mít plochy, které by mohly být ponechány spontánní sukcesí. Obecně se jako nejvhodnější jeví varianta ponechat spontánní sukcesí alespoň 20% celkové plochy výsypky, maloplošné např. pískovny nebo lomy, by nemusely být rekultivovány vůbec, což by mohlo vést ke stabilnějším a přírodě bližším ekosystémům (Řehounek et al. 2010). Ovšem nebylo by asi vhodné aplikovat toto doporučení paušálně na všechny plochy. Je zde velmi vysoká variabilita podmínek prostředí a každá lokalita by asi měla být posuzována samostatně a měly by být objektivně posuzovány všechny okolní aspekty, protože ne všechny plochy jsou vhodné k celkovému ponechání samovolné sukcesí.

Na některých místech - např. na svazích bezprostředně ohrožených erozí, v blízkosti měst, nebo na příliš toxických substrátech je jistě nějaká forma rekultivace nebo úpravy žádoucí. Ovšem smysl postrádají velkoplošné technické rekultivace, které se stále ještě provádějí a jsou v nich zbytečně proinvestovány nemalé finanční

prostředky. Místa, která se nenacházejí v přímé blízkosti města, mající potenciál k samovolné obnově – např. zdroje diaspor v okolí, by se mohla stát do budoucna velmi cennými lokalitami. Na výsypkách by se mohly uchytit druhy méně konkurenčně zdatné, které ze současné kulturní krajiny soustavně mizí. Existuje zde tedy pro některé plochy potenciál do budoucna stát se chráněným územím (Tischew 1996, 1998).

Jak naznačují výsledky prací (Karešová 2007, Řehouňková et Prach 2006, 2008), tento potenciál nemají pouze výsypky po těžbě hnědého uhlí, ale i lokality narušené těžbou jiných nerostných surovin (vápencové lomy, pískovny). I na těchto lokalitách vznikají procesem spontánní sukcese ekologicky hodnotná společenstva. Užitím spontánní sukcese na lokalitách po těžbě písku se u nás zabývala např. Řehouňková et Prach (2006, 2008). Z výsledků jejich práce vyplývá, že procesem spontánní sukcese vznikají ekologicky hodnotnější společenstva než při užití technických rekultivací. Zvyšuje se mozaikovitost krajiny narušené těžbou a lokální biodiverzita.

Výsypky, na nichž nebyly provedeny terénní úpravy, jsou tvořeny bohatou mozaikou mikrostanovišť, kde se na poměrně malém prostoru mohou vyskytovat různá rostlinná společenstva. Obecně jsou výsypky velmi variabilní ve své velikosti, tvaru, horizontální členitosti aj.

Studium sukcese na výsypkách je jistě zajímavé téma, u nás i v zahraničí se jím zabývalo a zabývá mnoho autorů (Toběrná 1980, Prach 1987, Hodačová et Prach 2003), v Polsku (Rostaňsky 2000), v Německu - Porúří (Jochimsen 1987, 1991), Sasko (Tischew 1996, Tischew 1998, Kirmer et Mahn 1998), Dolní Lužice (Wiegleb et Felinks 2001), v Maďarsku (Szegi et al. 1988, Bartha 1990). Sukcese na výsypkách byla studována i v Kanadě – Alberta (Russel et al. 1986, Baig 1992), ve Spojených státech (Brenner et al. 1984, Thompson et al. 1984, Skousen et al. 1994) a Novém Zélandu (Rufaut et al. 2006).

I zoologickému aspektu primární sukcese na výsypkách je věnována nemalá pozornost, např. sukcesí drobných savců na Mostecku (Bejček 1982, 1983), sukcesí ptačích společenstev (Bejček et Turner 1977), sukcesí bezobratlých (Hejkal 1985).

Podmínky na výsypkách bývají rozdílné a dosti často extrémní – sucho, nízké pH, vysoké výkyvy teplot, eroze (Kent 1982, Grunwald et al. 1988). Výsypkový substrát bývá někdy pro řadu druhů rostlin toxický. Oxidací pyritu se snižuje pH, stoupá obsah Al a Mn, tím se snižuje dostupnost živin jako např. P, K, Mg. Přesto jsou v takových podmínkách některé druhy rostlin schopny růst. Pro zlepšení vlastností

substrátu a zpřístupnění prostoru výsypek i dalším rostlinným druhům byly zkoumány účinky vápnění (Kirmer et Mahn 1997).

Rozvoj vegetace na výsypkách je závislý na mnoha faktorech. Každá výsypka je v tomto ohledu něčím výjimečná (teplota, členitost mikroreliefu, množství srážek), což ovlivňuje i složení její vegetace. Mnoho autorů se těmito faktory, které ovlivňují složení vegetace na výsypkách zabývalo - jedná se např. o vstup semen z okolí (Archibold 1980), půdní faktory (Bell et Ungar 1981, Grunwald et al. 1988, Schmiedeknecht 1996, Malik et Scullion 1998), vlhkost a obsah organických látek (Brenner et al. 1984).

Většinou je možné vysledovat určitou sukcesní řadu. Šíření semen na výsypku probíhá anemochorně i zoochorně. V iniciálních stádiích mají často výhodu semena šířená zoochorně – jsou větší, mají vyšší šanci uchytit se a vyklíčit (Prach 1987). Na výsypkách v Mostecké pánvi v prvních několika letech převládají spíše jednoleté druhy rostlin s nepříliš velkou pokryvností, avšak je zde již možné najít i vytrvalé druhy rostlin typické pro pozdější stadia sukcese (Prach 1987). Postupně převládají dvouleté a vytrvalé druhy rostlin, po čase bývá dominantní *Calamagrostis epigejos*. Vyšší pokryvnosti dosahují druhy šířící se vegetativně (Wolf 1985). Po 15. roce sukcese se na výsypkách začínají více uplatňovat dřeviny (Prach 1987). Jedná se především o druhy *Betula pendula*, *Sambucus nigra*, *Acer pseudoplatanus*, *Salix caprea* či *Fraxinus excelsior*. Rozdílnost vývoje vegetace na výsypkách v závislosti na klimatických faktorech je možné sledovat i na našem území. Na Sokolovsku, kde jsou nižší průměrné roční teploty 5,5 – 6,5 °C a vyšší úhrn srážek 600 - 700 mm (www.chmi.cz) než na Mostecku v iniciálních stádiích nepřevládají tolik jednoleté druhy rostlin, více se uplatňují vytrvalé druhy a také dřeviny se uchycují dříve (Prach et al. 2009).

1.2 Cíle práce

1. Porovnat druhové složení na plochách ponechaných spontánní sukcesí s plochami zemědělsky a lesnický rekultivovanými na mosteckých výsypkách.
2. Vyhodnotit rozdíly v počtu druhů a druhové diverzitě na těchto plochách.
3. Vyvodit důsledky pro ekologii obnovy mosteckých výsypek.

2. Charakteristika oblasti

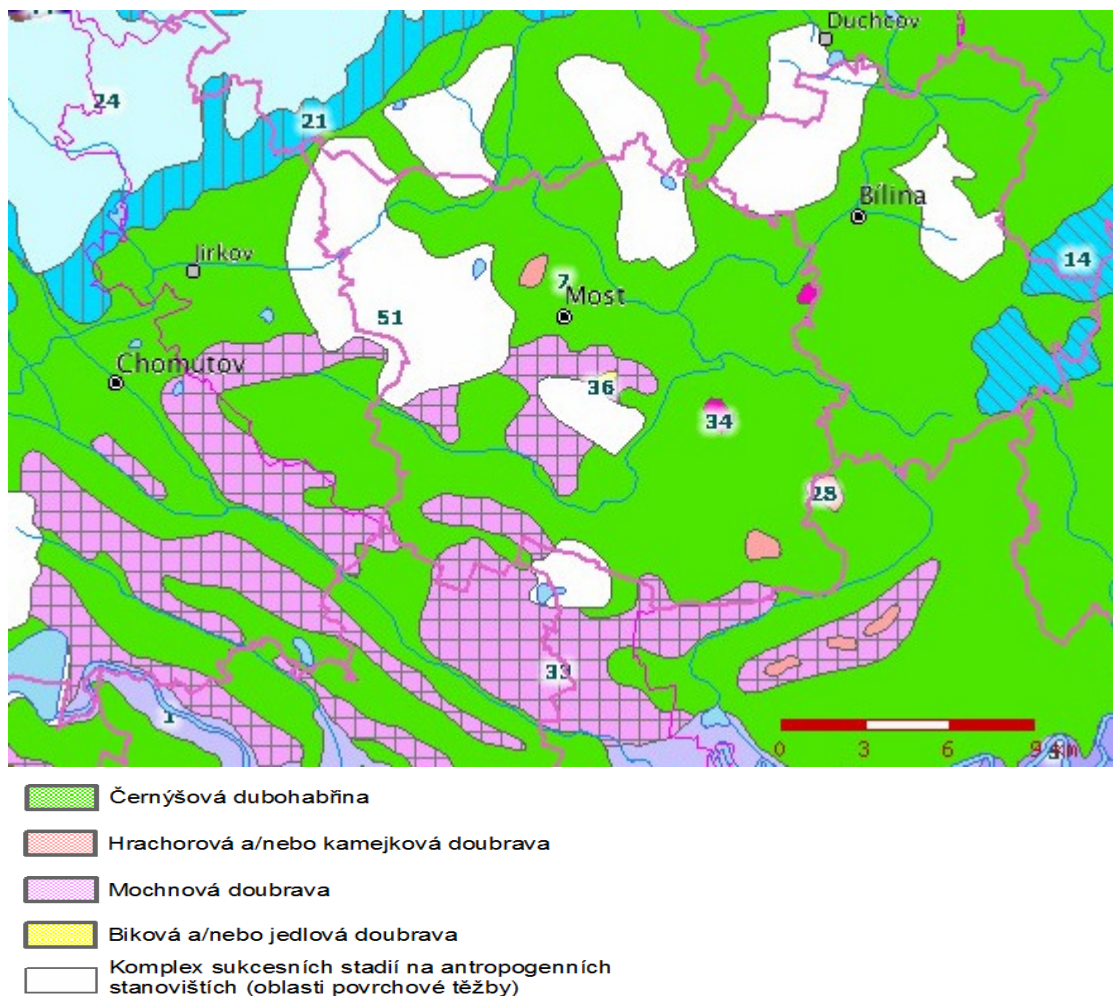
2.1 Přírodní poměry

Oblast náleží do fytogeografického obvodu Českého termofytika, leží na rozhraní dvou fytogeografických okresů – Podkrušnohorské pánve a Lounsko-labského středohoří (Neuhäuslová et al. 2001). Podle geomorfologického členění patří do České vysočiny, Krušnohorské subprovincie, Podkrušnohorské oblasti, Mostecké pánve. (www.geoportal.cenia.cz).

Mocnost uhelných slojí v oblasti Mostecké pánve dosahuje 25 – 40 m. Vznik těchto slojí probíhal v miocénu, příkopová propadlina se vyplňovala sedimenty. Nejdříve docházelo k ukládání písčitých a jílovitých sedimentů, poté v teplém a vlhkém klimatu začala vznikat rašeliniště a lesy. Ty daly vznik uhelné sloji, jejíž nadloží je opět tvořeno sedimenty s převahou jílu, jílovců a písků – dohromady 85 % (Zelený 1999). V pleistocénu, v období glaciálů, probíhalo ukládání spraše, jejíž tloušťka je dobře patrná při skrývkových pracích a pohybuje se v rozmezí od několika centimetrů až po několik metrů (Zelený 1999).

Podle rekonstrukční geobotanické mapy (Mikyška et al. 1968) se kdysi na území Mostecké pánve nacházela následující společenstva: subxerofilní doubravy (*Potentillo-Quercetum*, *Lithospermo-Quercetum*), dubohabrové háje (*Carpinion*), květnaté bučiny (*Eu Fagion*) a kolem vodních toků společenstva lužních lesů a olšin (*Alno Padion*, *Salicetea purpureae*).

Podle mapy potenciální přirozené vegetace (Neuhäuslová et al. 2001) by se za současných podmínek v oblasti bez zásahů člověka nacházel na většině území komplex sukcesních stadií na antropogenních stanovištích, dále černýšové dubohabřiny (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*) a různé doubravy (*Lathyro versicoloris-Quercetum pubescenti*, *Torilido-Quercetum*, *Luzulo albidae-Quercetum petraeae*, *Potentillo-Quercetum*) viz Obr. 1.



Obr. 1 potenciální přirozená vegetace Mostecké pánve podle Neuhäuslová et al. (2001).

Nadmořská výška území se pohybuje mezi 230 - 450 m.n.m. Podle Českého hydrometeorologického ústavu se průměrná roční teplota vzduchu v území pohybuje mezi 6 – 8 °C a průměrný roční úhrn srážek je cca 550 - 650 mm (www.chmi.cz).

Mostecká pánev se nachází na území bývalých okresů Chomutov, Most, Teplice a Louny. Oblast je na severu vymezena masivem Krušných hor, dále Doupovskými horami a Českým středohořím.

2.2 Historie těžby

Jak již bylo zmíněno v úvodu této práce, první historicky doložené dolování hnědého uhlí v oblasti Mostecké pánve sahá až na počátek 15. století. V té době byla těžba neorganizována, činěna nesystematicky v malém měřítku primitivními prostředky. Pod kontrolu báňského úřadu se dostala až na konci 18. století, kdy byla těžba uhlí

podmíněna dolovacím právem. První větší rozvoj těžby nastal na přelomu 19. a 20. století s rozvojem železniční sítě. Krajina se začala měnit a dostávala se pod soustavnější tlak lidských aktivit. Největší rozvoj těžby nastal v polovině 20. století, kdy se změnil způsob těžby – hlubinné doly byly nahrazeny rozsáhlými povrchovými doly. Zintenzivnění těžby a rozvoj povrchových dolů znamenal problém s uložení skryvkového materiálu, který byl vyřešen tvorbou rozsáhlých výsypek. To sebou přineslo další devastaci krajiny a jejích složek. Zánik nebo přemístění vodních toků, zasypání celých údolí i zánik mnoha obcí (www.muzeum-most.cz).

V současnosti je v provozu pět velkých povrchových lomů. Pod Mosteckou uhelnou a.s. spadá lom ČSA, Jan Šverma a Vršany, pod Severočeské doly a.s. pak lom Libouš a Bílina.

2.3 Historie rekultivací

Povinnost rekultivovat těžbou narušená území sahá až do dob Rakousko-uherské monarchie. Roku 1854 vyšel v říšském zákoníku Obecný horní zákon, který nařizoval vracet pozemky narušené těžbou „původnímu účelu“. První organizované rekultivace v oblasti severních Čech jsou zaznamenány z roku 1908 – 448 ha (www.ecmost.cz).

K velkému rozmachu rekultivací dochází po druhé světové válce s rozvojem povrchové těžby. V tomto období u nás vzniká uskupení tzv. „rekultivační škola“ založené na snaze rekultivovat všechna území zasažena těžbou hnědého uhlí. V šedesátých letech vznikl závazný dokument – Generel rekultivací. V minulosti byl kladen zřetel zejména na zemědělské rekultivace – pravidlo „hektar za hektar“, či pravidlo, že nejméně 50% rekultivací muselo být zemědělských, bez ohledu na podmínky prostředí.

V současné době je v platnosti zákon o využití a ochraně nerostného bohatství z roku 1988, který ukládá organizacím zajistit sanaci a rekultivaci všech území postižených těžbou. Pro ilustraci jsou přiloženy tabulky skupiny Czech Coal: Tab. 1 - objem rekultivovaných ploch 2004 – 2009 a Tab. 2 - náklady na rekultivace 2004 – 2009 (www.czechcoal.cz).

Tab. 1 objem rekultivovaných ploch 2004 – 2009 (www.czechcoal.cz).

Objem rekultivací skupiny Czech Coal (rozpr. a ukončené v daném roce) ha						
typ rekultivace (ha)	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Zemědělské	193	144	145	208	181	222
Lesnické	929	928	893	577	508	513
Vodní	47	47	39	38	58	42
Ostatní	966	983	915	752	522	529
celkem (ha)	2135	2102	1992	1575	1269	1306

Tab. 2 náklady na rekultivace 2004 – 2009 (www.czechcoal.cz).

Náklady na rekultivace 2004 - 2009							
	2004	2005	2006	2007	2008	2009	celkem
Náklady Czech Coal (mil Kč)	103	108	62	41	23	20	357
Náklady státu (mil Kč)	14	11	10	69	130	262	496
Celkem (mil Kč)	117	119	72	110	153	282	853

2.4 Studované výsypky

Radovesická výsypka

Tato vnější výsypka lomu Bílina, jedna z největších vnějších výsypky ve střední Evropě, se nachází východně od města Bíliny, v blízkosti CHKO České středohoří a přírodních rezervací Dřínek, Trupelník, Hradišťské louky u Mukova a Březina u Kostomlat.

Její rozloha je přibližně 1400 ha, průměrná mocnost skrývky 50 - 70 m. Sypaní probíhalo mezi lety 1969 – 2003 (www.terratur.cz). V některých částech již proběhly rekultivace (lesnické, zemědělské, ostatní), malá část výsypky by měla být ponechána spontánní sukcesi.

(Transekty: 2 x spontánní sukcese, 2 x lesnická rekultivace, 2 x zemědělská rekultivace)

Kopistská výsypka

Nejstarší lesnický rekultivovaná velkoplošná výsypka na Mostecku se nachází mezi městy Most a Litvínov na katastrálním území zaniklých obcí Souš, Most I, Dolní Jiřetín a Třebušice. Její rozloha je 328 ha. Výsypka vznikala odvozem skrývky z dolu Obránců míru mezi lety 1945 – 1976. První lesnické rekultivace byly zahájeny roku 1962.

Lesnické rekultivace nyní zaujímají asi 70% povrchu výsypky, přibližně 80 ha je rekultivováno zemědělsky. Důsledkem toho, že nebyly provedeny rozsáhlé terénní úpravy a byl téměř zachován původně nasypáný reliéf, se místy působením dešťových srážek utvořily bezodtoké vodní plochy, v nichž se dnes nachází nejpočetnější populace čolka velkého (*Triturus cristatus*) v Ústeckém kraji. Díky tomu byla Kopistská výsypka v roce 2005 vyhlášena jako evropsky významná lokalita.

(Transekty: lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace)

Růžodolská výsypka

Vnější výsypka lomu ČSA byla založena na území bývalých obcí Růžodol a Dolní Litvínov. Nachází se v blízkosti Chemických závodů Litvínov, mezi Zálužím u Mostu, Loukou u Litvínova a Litvínovem.

Sypání výsypky probíhalo mezi lety 1965 – 1995. Její rozloha činí 760 ha. Rekultivace probíhaly postupně v několika etapách od roku 1971 (www.ecmost.cz) a ukončeny byly v roce 2010. Z důvodu blízkosti zdroje znečištění se upustilo od záměru velkoplošnějších zemědělských rekultivací, většina území byla tedy rekultivována lesnický.

(Transekty: lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace)

Střimická výsypka

Tato vnější výsypka lomu Ležáky se nachází severně od města Most na území bývalého města Mostu a obce Střimice. Rozkládá se mezi vrchy Špičák, vrchem Na Skalce a Červeným vrchem. V západní části výsypky se nyní zaplavuje zbytková jáma a vzniká tak jezero Most.

Sypání výsypky probíhalo v letech 1959 – 1973. Střimická výsypka má rozlohu 395 ha. První rekultivační pokus byl neúspěšný a proběhl v roce 1967. Další rekultivace byla zahájena v roce 1974. Nejvíce ploch bylo rekultivováno až kolem roku 1990.

(Transekty: spontánní sukcese, lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace)

Velebudická výsypka

Vnější výsypka lomu Jan Šverma se nachází na jižním okraji města Mostu na území bývalých obcí Velebudice a Židovice. Výsypka byla v provozu od roku 1955, v sedmdesátých letech byla rozšířena a její sypání trvalo do roku 1995. Celková rozloha činí 790 ha. První lesnické rekultivace a terénní úpravy byly provedeny v roce 1965.

V roce 1973 byla vypracována studie na vybudování koňské dostihové dráhy a další projekty na využití Velebudické výsypky jako příměstské rekreační zóny –

rekultivační park Velebudice. V provozu je mimo jiné i golfové hřiště, lesopark a naučný park.

(Transekty: spontánní sukcese, zemědělská rekultivace)

Čepirožská výsypka

Tato výsypka dolu Šmeral se nachází v bezprostřední blízkosti města Mostu, zasahuje do jeho intravilánu a navazuje na zalesněný areál úpatí Ressleru. Nachází se na území bývalých obcí Hořany a Bylany. Sypání probíhalo mezi lety 1958 – 1969. Rekultivační práce probíhaly od roku 1973. Rozloha výsypky činí 260 ha.

Na svazích byly založeny vinice a zahrádkářská kolonie. Další rekultivace byly lesnické a lesoparkové. Na území výsypky byly v minulosti uvolněny pozemky pro stavbu rodinných domů, které jsou nyní ohroženy svahovými sesuvy a poklesem podloží. Stejně problémy sužují i vinice a silnici Most-Žatec v oblasti Čepiroh.

(Transekty: lesnická rekultivace)

Výsypka Malé Březno

Vnější výsypka lomu Vršany se nachází v blízkosti stejnojmenné obce Malé Březno, Vysoké Březno a Strupčice. Rozloha výsypky je 210 ha. Rekultivační práce probíhaly od roku 1990 a v současnosti je celá výsypka rekultivována. Převažují lesnické rekultivace doplněné zemědělskými.

(Transekty: lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace)

Výsypka lomu Vrbenský

Vnitřní výsypka lomu Vrbenský se nachází východně od města Most pod severní patou vrchu Ressler, na území bývalých obcí Třebušice a Souš. Soušská část se nazývá Matylda, třebušická potom Saxonia. Celá výsypka má rozlohu 500 ha.

Rekultivace byly zahájeny v roce 1970. Na soušské části je od roku 1983 v provozu Autodrom Most. V roce 1992 zde také vznikla v rámci příměstských rekultivací vodní plocha Vrbenský (Matylda) využívaná pro rekreační účely. V třebušické části v oblasti zbytkové jámy vzniklo odkaliště úpravní uhlí, které by mělo být v provozu do roku 2020. V blízkosti tohoto odkaliště se dosud nachází nerekulitované plochy.

(Transekty: spontánní sukcese)

Albrechtická výsypka

Tato nejstarší nerekulitovaná výsypka se nachází v blízkosti obcí Horní Jiřetín a Černice, přibližně 8 km severozápadně od města Most. Těsně navazuje na největší povrchový lom Mostecké pánve – lom ČSA. Velká část Albrechtické výsypky byla

opětovně odtěžena, protože byla založena na území, které nebylo vyuhleno. Zbytek této výsypky není rekultivován, protože v případě prolomení těžebních limitů by tato výsypka zanikla.

(Transekty: spontánní sukcese)

Venuše

Důl Venuše se nacházel v blízkosti obce Braňany cca 5km severovýchodně od města Most pod Červeným vrchem. V provozu byl již od roku 1899, ale z důvodů nevhodných dobývacích i bezpečnostních byl jeho provoz přerušen a roku 1961 byl definitivně uzavřen.

Dnes se zde nachází odkaliště a v jeho okolí nerekultivované plochy.

(Transekty: spontánní sukcese)

3. Metodika

3.1 Sběr dat

Data byla sebrána na jednadvaceti 100 m liniových transektech orientovaných S-J směrem, během dvou vegetačních sezon – léto 2008 a léto 2010. Sedm transektů se nacházelo na plochách ponechaných přirozené sukcesí (výsypky – 2 x Radovesická; Střimická; Albrechtická; Velebudická; Vrbenský; Venuše), sedm transektů na plochách lesnicky rekultivovaných (výsypky – 2 x Radovesická; Růžodolská; Střimická; Malé Březno; Čepirožská; Kopistská) a posledních sedm na plochách zrekultivovaných zemědělsky (výsypky – 2 x Radovesická; Růžodolská; Střimická; Velebudická; Malé Březno; Kopistská). Jejich rozmístění je patrné z Obr. 3. Plochy byly různého stáří, přibližné datování viz Tab. 3.



Obr. 2 rozmístění výsypek a jednotlivých transektů. Vysvětlivky: červeně – sukcesní plochy, žlutě – zemědělsky rekultivované plochy, zeleně – lesnický rekultivované plochy.

Tab. 3 přibližné stáří jednotlivých lokalit.

sukcesní plochy		lesnické rekultivace		zemědělské rekultivace	
výsypka	stáří (roky)	výsypka	stáří (roky)	výsypka	stáří (roky)
Radovesická		Radovesická		Radovesická	
transekt 1	10	transekt 1	5	transekt 1	10
transekt 2	30	transekt 2	20	transekt 2	10
Střimická	40	Růžodolská	23	Růžodolská	15
Albrechtická	55	Střimická	25	Střimická	22
Velebudická	45	Malé Březno	22	Velebudická	15
Vrbenský	40	Čepirožská	40	Malé Březno	15
Venuše	35	Kopistská	50	Kopistská	35

Na každém transektu bylo umístěno 20 ploch 2 x 2m. Celkem tedy bylo zhotoveno 420 fytoocenologických snímků, na nichž byla zaznamenána celková

pokryvnost jednotlivých vegetačních pater (E_0 – mechové patro, E_1 bylinné patro a E_2 a E_3 dohromady keřové a stromové patro) a druhové složení. Pokryvnost jednotlivých druhů byla odhadnuta v procentech (Kent et Coker 1992). Botanická nomenklatura byla sjednocena dle Kubát et al. (2002).

3.2 Vyhodnocení dat

Pro vyhodnocení získaných dat byly použity programy: STATISTICA 8, CANOCO 4.52 (ter Braak & Šmilauer 2002), CANODRAW 4.12 (Šmilauer 1999 - 2003), ArcGis (ESRI 2010) a MICROSOFT EXCEL 'XP 2002.

Pro znázornění rozmístění jednotlivých transektů na výsypkách byl použit program ArcGis.

V programu CANOCO byla použita unimodální ordinační metoda DCA (Detrended Correspondence Analysis) na základě délky gradientu v DCA 6,18 SD. Druhy byly dále rozříděny do tří skupin podle Ellenberga et al. (1991) na luční a mokřadní, lesní, plevelné a ruderalní. Tyto kategorie byly použity v DCA jako pasivní proměnné. Při rozdělování druhů do jednotlivých kategorií byly brány v úvahu všechny druhy (včetně vysetých a vysázených). Dále byly vyneseny isočáry průměrného počtu druhů ve snímku. Pro grafické znázornění výsledků analýz byl použit program CANODRAW.

Pro všechny transekty byl spočten průměrný počet druhů ve snímku (s i bez evidentně vysázených a vysetých druhů).

Pro všechny fytocenologické snímky byl spočten Shannon-Wienerův index druhové diverzity (1) a Whittakerův index β -diverzity (2) (Kent et Coker 1992).

$$(1) \quad H' = - \sum_{i=1}^S (N_i / N) \times \ln (N_i / N)$$

S - celkový počet druhů ve snímku

N_i - pokryvnost druhu i

N - celková pokryvnost všech druhů ve snímku

$$(2) \quad \beta = S / (a - 1)$$

S – celkový počet druhů na transektu

(a – 1) - průměrný počet druhů ve snímku minus jedna

Dále byl spočten Czekanowského index (3) pro kvantitativní zjištění míry podobnosti po sobě jdoucích dvojic snímků na transektech a Sørensenův index (4) pro kvalitativní informace o podobnosti druhového složení jednotlivých po sobě následujících dvojic snímků na transektech (Kent et Coker 1992).

$$(3) \quad I_C = [2 \sum \min(X_i, Y_i)] / (\sum X_i + Y_i)$$

X_i – pokryvnost druhu i v prvním snímku

Y_i – pokryvnost stejného druhu i ve druhém snímku

min - menší hodnota pokryvnosti v jednom nebo druhém snímku u druhů, které jsou oběma snímkům společné

S – celkový počet druhů v obou snímcích dohromady

$$(4) \quad I_S = 2a / (b + c)$$

a – počet druhů společných oběma snímkům

b – počet druhů v prvním snímku

c – počet druhů ve druhém snímku

Ke zjištění rozdílu mezi jednotlivými plochami (spontánní sukcese, zemědělská rekultivace, lesnická rekultivace) v průměrném počtu druhů ve snímku, u celkového počtu druhů na transektech, u Shannon-Wienerova a Czekanowského indexu byla použita ANOVA. Pro přesné určení, které plochy se mezi sebou lišily, byl použit Tukeyho post hoc test. U Whittakerova a Sørensenova indexu nebyly splněny předpoklady pro užití parametrické ANOVY - homogenita variance, byla tedy použita neparametrická obdoba jednocestné ANOVY – Kruskal-Wallisův test (Sokal et Rohlf 1981).

4. Výsledky

4.1 Počty druhů ve snímku

Na výsypce bylo celkem na všech transektech nalezeno 162 druhů vyšších rostlin. Na sukcesních plochách se nacházelo 110 druhů, na plochách zemědělsky rekultivovaných 73 druhů a na plochách rekultivovaných lesnicky 93 druhů. Přehled všech druhů a jejich pokryvnost viz Příloha 1.

Na lesnicky rekultivovaných plochách bylo nalezeno celkem 15 druhů dřevin, z toho 11 použitých při rekultivaci (*Acer negundo*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Robinia pseudoaccacia*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos*). Na sukcesních plochách bylo nalezeno 16 druhů dřevin (*Acer platanoides*, *Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Carpinus betulus*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Prunus avium*, *Pyrus communis*, *Quercus petraea*, *Quercus robur*, *Salix aurita*, *Salix caprea*, *Salix fragilis*, *Sorbus aria*, *Sorbus aucuparia*). Převažovala *Betula pendula* dále *Populus tremula* a vrby.

Na lesnických rekultivacích převládaly z vysazených dřevin *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior* a *Quercus robur*. Na Radovesické výsypce dosahovala vyšší pokryvnosti *Pinus sylvestris* a na Čepirožské výsypce pak *Acer negundo*. Další vysazené druhy nedosahovaly tak velké pokryvnosti, např. *Larix decidua*, *Tilia cordata*, *Tilia platyphyllos* či *Populus tremula*. Místy byly nalezeny i dřeviny spontánně uchycené, převážně *Betula pendula*, *Pyrus communis*.

Průměrný počet druhů ve snímku se všemi druhy i bez evidentně vysazených/vysetých druhů a celkový počet druhů na jednotlivých transektech znázorňuje Tab. 4.

Tab. 4 průměrný počet druhů ve snímku s i bez vysázených/vysetých druhů, celkový počet druhů na jednotlivých transektech s i bez vysázených/vysetých druhů na plochách sukcesních, zemědělsky a lesnický rekultivovaných + S.E.M. (střední chyba průměru).

sukcesní plochy			
výsypka	průměrný počet druhů ve snímku (S.E.M.)		počet druhů na transektu
Radovesická			
transekt 1	10,40 (0,64)		42
transekt 2	8,35 (0,61)		35
Střimická			
		6,65 (0,36)	30
Albrechtická			
		14,30 (0,74)	47
Velebudická			
		6,25 (0,71)	27
Vrbenský			
		14,25 (0,58)	45
Venuše			
		7,70 (0,46)	29
lesnické rekultivace			
výsypka	průměrný počet druhů ve snímku (S.E.M.)	průměrný počet druhů ve snímku bez vysázených/vysetých druhů (S.E.M.)	počet druhů na transektu (bez vysetých/vysázených)
Radovesická			
transekt 1	10,75 (0,73)	8,4 (0,77)	37 (31)
transekt 2	10,30 (0,40)	8,3 (0,36)	35 (30)
Růžodolská			
		5,40 (0,36)	22 (16)
Střimická			
		5,25 (0,27)	23 (20)
Malé Březno			
		4,95 (0,29)	17 (13)
Čepirožská			
		7,05 (0,52)	25 (18)
Kopistská			
		7,25 (0,39)	25 (21)
zemědělské rekultivace			
výsypka	průměrný počet druhů ve snímku (S.E.M.)	průměrný počet druhů ve snímku bez vysázených/vysetých druhů (S.E.M.)	počet druhů na transektu (bez vysetých/vysázených)
Radovesická			
transekt 1	9,05 (0,38)	5,15 (0,37)	25 (17)
transekt 2	10,25 (0,61)	6,60 (0,57)	32 (25)
Růžodolská			
		8,65 (0,26)	27 (22)
Střimická			
		7,10 (0,31)	21 (19)
Velebudická			
		10,05 (0,51)	37 (31)
Malé Březno			
		10,45 (0,55)	32 (26)
Kopistská			
		6,20 (0,34)	20 (16)

ANOVA neprokázala signifikantní rozdíl v průměrném počtu druhů ve snímku na jednotlivých transektech (se všemi druhy). Bez evidentně vysetých/vysázených druhů ANOVA prokázala rozdíl v průměrném počtu druhů ve snímku na jednotlivých transektech Obr. 3 mezi plochami sukcesními a lesnický rekultivovanými ($p = 0,009$).

Prokazatelný rozdíl byl i v celkovém počtu druhů na transektech mezi sukcesními plochami a plochami lesnický rekultivovanými ($p = 0,044$).

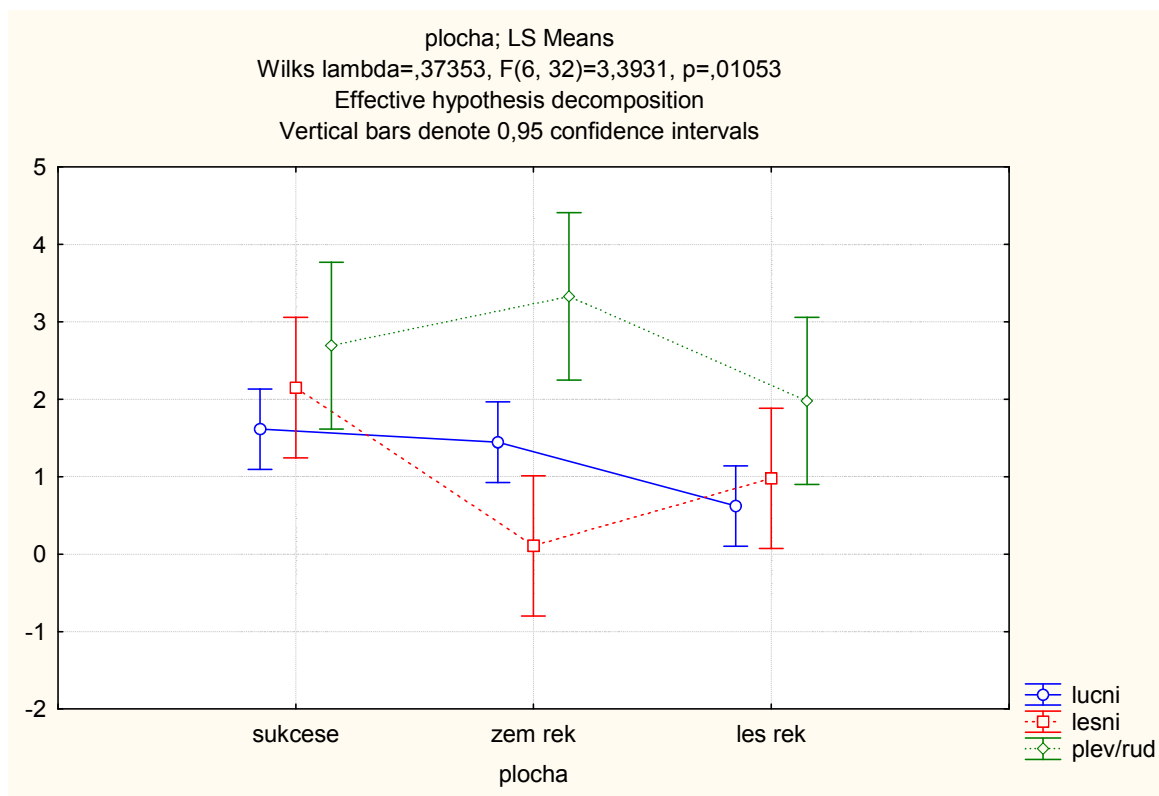


Obr. 3 průměrný počet druhů ve snímku bez vysázených/vysetých druhů (+S.E.M.).

Průměrné zastoupení skupin druhů na jednotlivých plochách znázorňuje Tab. 5 a Obr. 4.

Tab. 5 průměrné zastoupení skupin druhů ve snímku na plochách.

	sukcese	zemědělská rekultivace (bez vysázených/vysetých druhů)	lesnická rekultivace (bez vysázených/vysetých druhů)
luční	1,6	3,19 (1,45)	0,62
lesní	2,15	0,11	2,85 (0,98)
plev/rud	2,69	3,59 (3,33)	1,98



Obr. 4 zastoupení jednotlivých kategorií druhů na plochách (průměrný počet ve snímku, bez evidentně vysetých/vysázených druhů).

Bereme-li v úvahu rozdělení všech druhů (vysetých i vysázených) do kategorií, pak se na všech plochách nachází vysoký podíl druhů plevelných a ruderálních. Na plochách zemědělsky rekultivovaných se nenachází téměř žádný lesní druh. Zastoupení jednotlivých kategorií druhů na sukcesních plochách je vyvážené, žádná kategorie výrazně nedominovala. Analýza variance prokázala rozdíl v zastoupení všech kategorií druhů mezi všemi plochami.

Třídění druhů bez evidentně vysetých a vysázených druhů ukazuje Obr. 4. V tomto případě na všech typech ploch převažují druhy plevelné a ruderální, přičemž na zemědělsky rekultivovaných plochách mají zjevnou převahu nad ostatními kategoriemi. Srovnáme-li plochy spontánně zarostlé a zemědělsky rekultivované, pak nám vychází, že na sukcesních plochách bylo průměrně o něco více lučních a mokřadních druhů a méně druhů plevelných a ruderálních. Porovnáme-li sukcesní plochy a plochy lesnický rekultivované, pak se na sukcesních plochách nachází více lesních, lučních a mokřadních i plevelných a ruderálních druhů. Analýza variance prokázala u druhů lučních a mokřadních prokazatelný rozdíl mezi plochami sukcesními a lesnický rekultivovanými ($p = 0,03$) u druhů lesních pak rozdíl mezi plochami sukcesními a

zemědělsky rekultivovanými ($p = 0,01$). U plevelných a ruderalních druhů nebyl prokázán rozdíl mezi plochami.

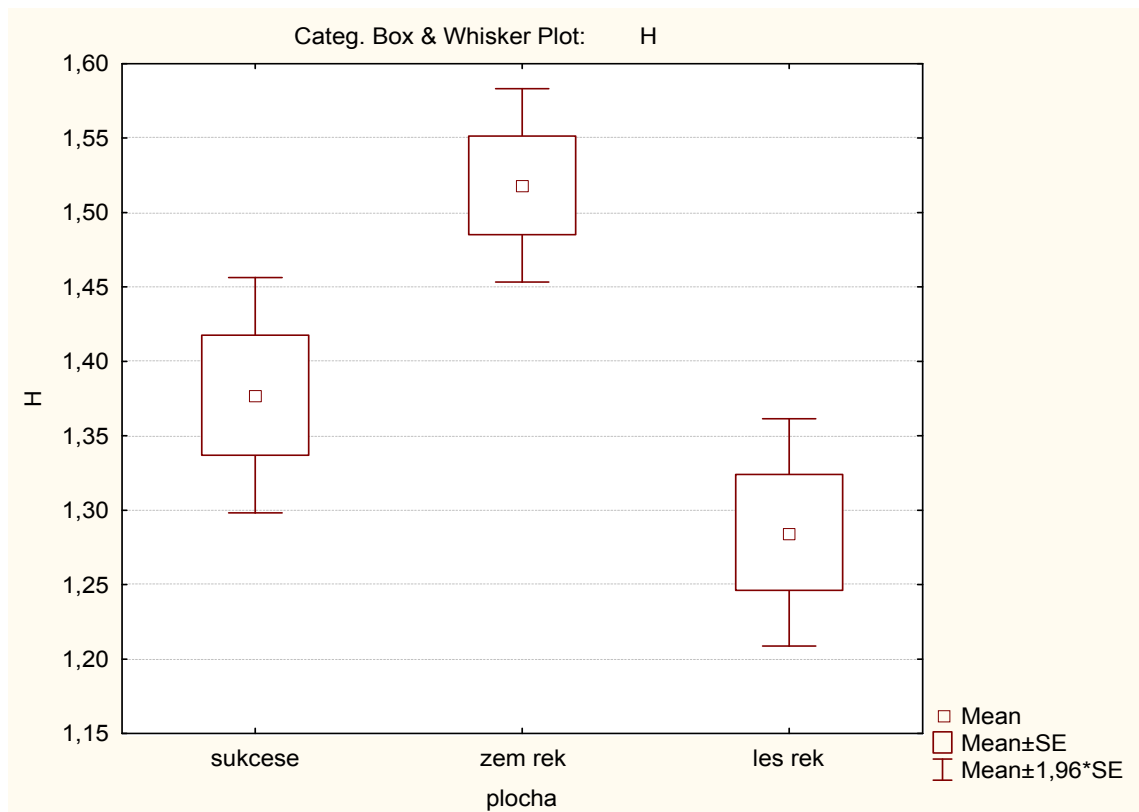
Souhrn celkových počtů druhů na plochách sukcesních, lesnický a zemědělsky rekultivovaných ukazuje Tab. 6.

Tab. 6 souhrnná tabulka počtu druhů na plochách.

	celk.počet druhů	prům.počet druhů na transektech (S.E.M.)	dřeviny	vyšeté/ vysázené druhy	celkem luční	celkem lesní	celkem ruderalní
sukcese	110	36,4 (3,1)	16	0	32	19	32
zem.rek	73	27,7 (2,4)	0	10	26	3	32
les.rek	93	26,3 (2,7)	15	11	16	19	36

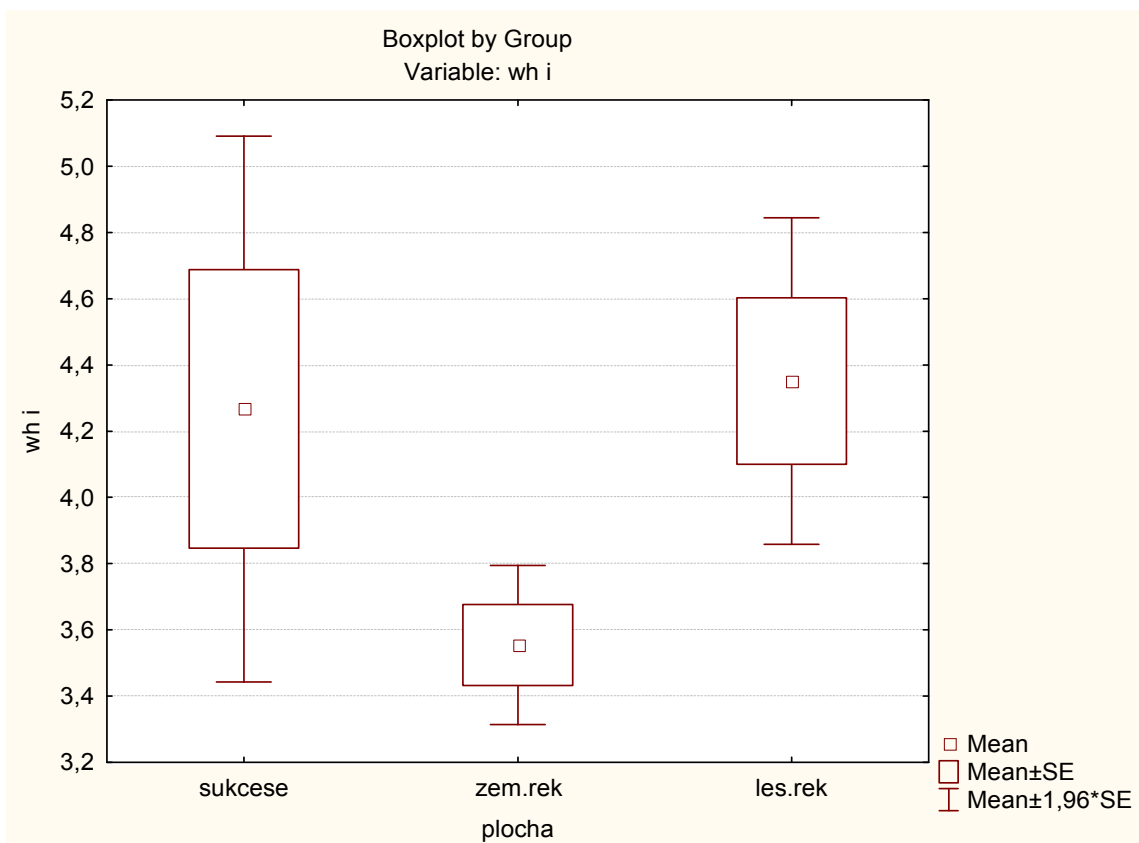
4.2 Alfa a beta diverzita

Průměrné hodnoty Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity se všemi druhy na jednotlivých transektech jsou znázorněny na Obr. 5. Z grafu vyplývá, že hodnoty Shannon-Wienerova indexu se na jednotlivých plochách liší. Nejnížší byl na lesnický rekultivovaných plochách, nejvyšší na plochách zemědělsky rekultivovaných. ANOVA prokázala rozdíly - sukcesní plochy vs. plochy zemědělsky rekultivované ($p = 0,02$), zemědělsky rekultivované plochy vs. plochy lesnický rekultivované ($p = 0,00005$). Co se týče jednotlivých transektů, pak byl Shannon-Wienerův index nejnížší na lesnický rekultivované ploše Střimické výsypky, nejvyšší na sukcesní ploše Albrechtické výsypky.



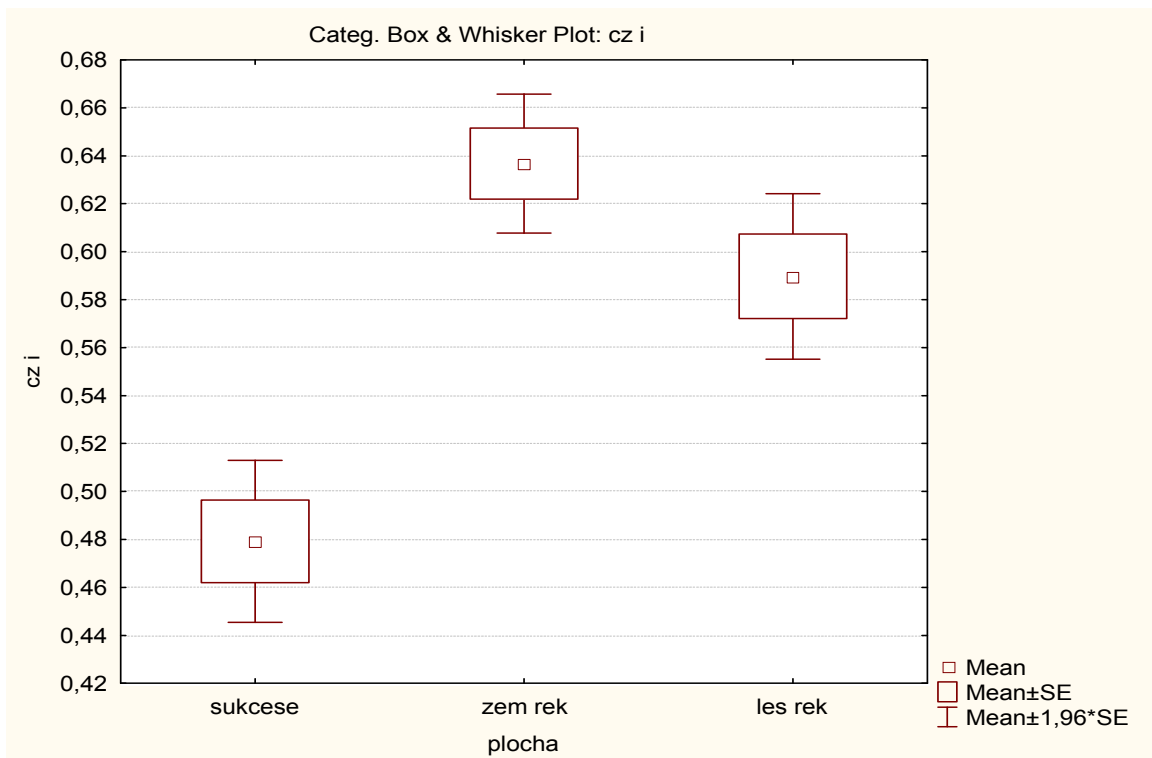
Obr. 5 průměrné hodnoty Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity se všemi druhy ve snímcích na jednotlivých plochách + S.E.M. (střední chyba průměru).

Whittakerův index β -diverzity – vyjadřující míru odlišnosti mezi snímky – znázorňuje Obr. 6. Je patrné, že se mezi jednotlivými plochami výrazně nelišil, nejnižší byl na plochách zemědělsky rekultivovaných, sukcesní a lesnický rekultivované plochy vyšly téměř shodně.

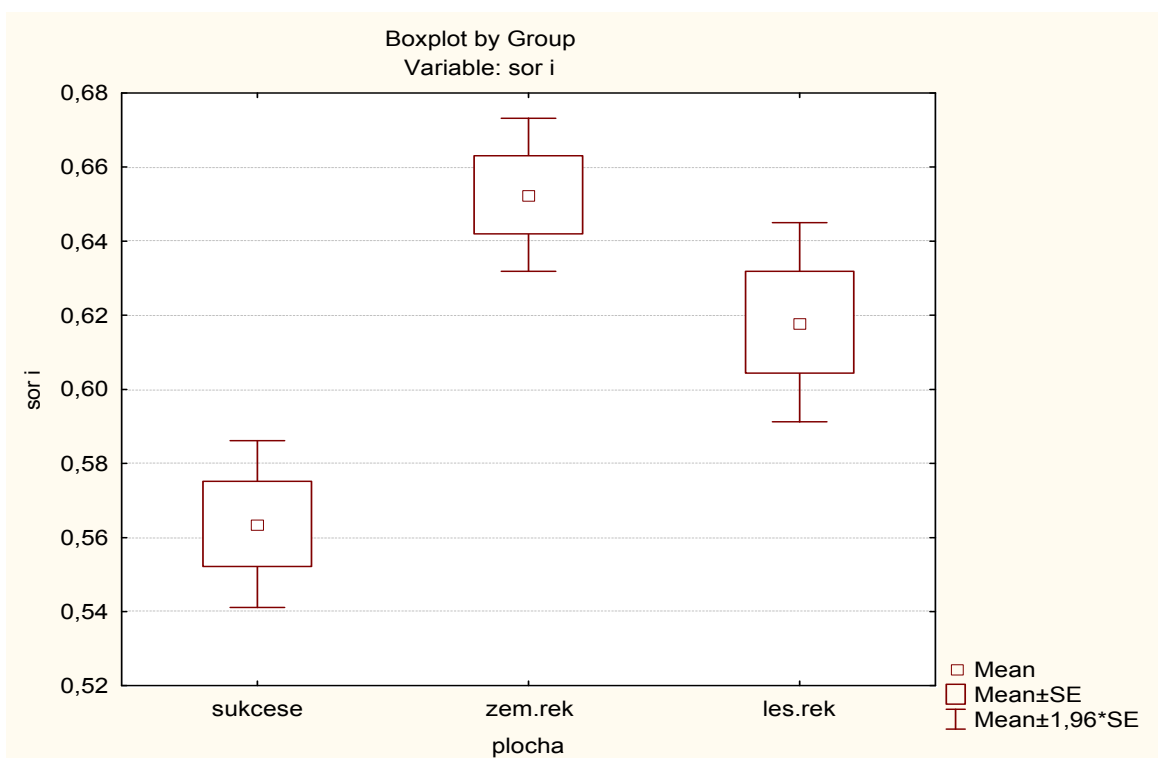


Obr. 6 Whittakerův index β -diverzity se všemi druhy. Neparametrická ANOVA (Kruskal – Wallisův test) neprokázal signifikantní rozdíl mezi plochami.

Průměrné hodnoty Czekanowského indexu mezi dvojicemi snímků po sobě následujících na transektech zobrazuje Obr. 7, průměrné hodnoty Sørensenova indexu mezi dvojicemi snímků po sobě následujících na transektech zobrazuje Obr. 8. Podle Czekanowského indexu si byly nejméně podobné snímky na sukcesních plochách, nejpodobnější si byly snímky naopak na plochách zemědělsky rekultivovaných. Analýza variance prokázala signifikantní rozdíly mezi sukcesními plochami a plochami zemědělsky rekultivovanými ($p = 0,00002$) a mezi sukcesními plochami a plochami rekultivovanými lesnický ($p = 0,00002$). Kvalitativní míra podobnosti – Sørensenův index vyšel podobně, nejméně si byly podobné snímky na sukcesních plochách, nejvíce na plochách zemědělsky rekultivovaných. Neparametrická obdoba analýzy variance – Kruskal – Wallisův test prokázal signifikantní rozdíl mezi sukcesními plochami a plochami zemědělsky rekultivovanými ($p = 0,000001$) a mezi sukcesními plochami a plochami lesnický rekultivovanými ($p = 0,003$).



Obr. 7 průměrné hodnoty Czekanowského indexu po sobě následujících snímků na transektech, se všemi druhy (+S.E.M.).



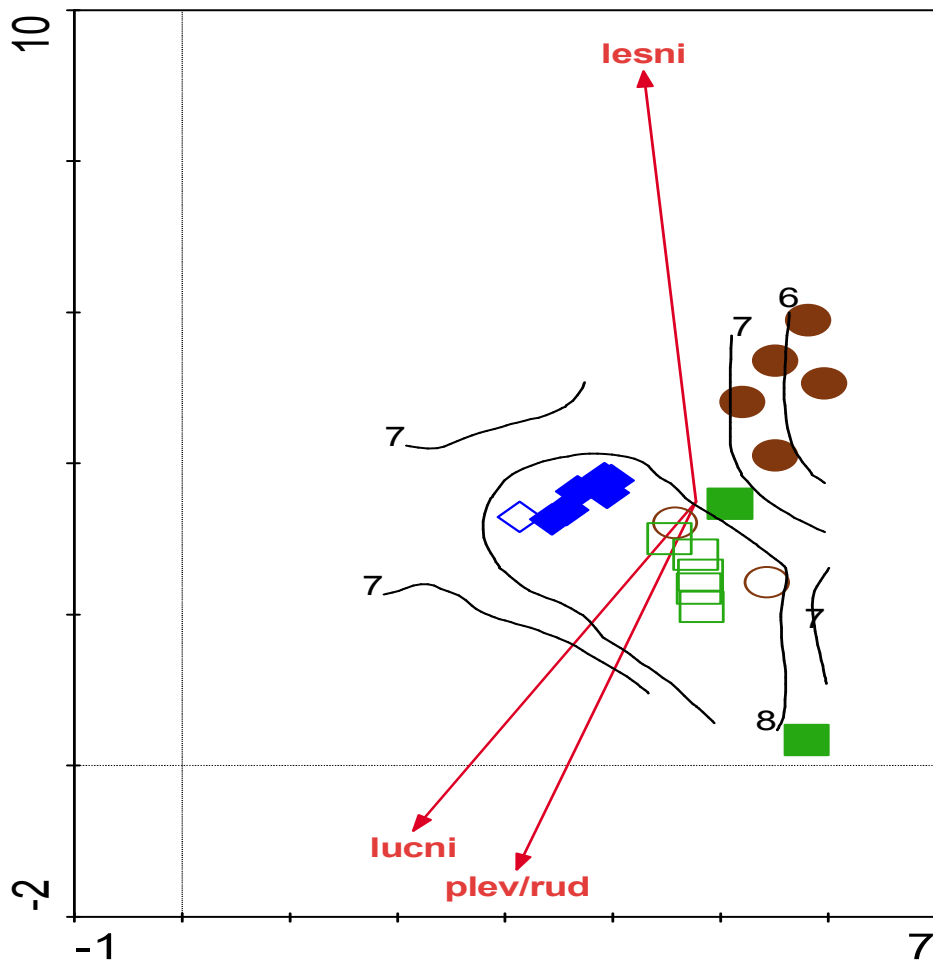
Obr. 8 průměrné hodnoty Sørensenova indexu po sobě následujících snímků na transektech, se všemi druhy (+S.E.M.).

Dále byla ověřována průkaznost změn Czekanowského indexu v závislosti na sukcesním stáří. Czekanowského index se v rámci jednotlivých transektů v závislosti na čase signifikantně neměnil.

4.3 Ordinační analýzy

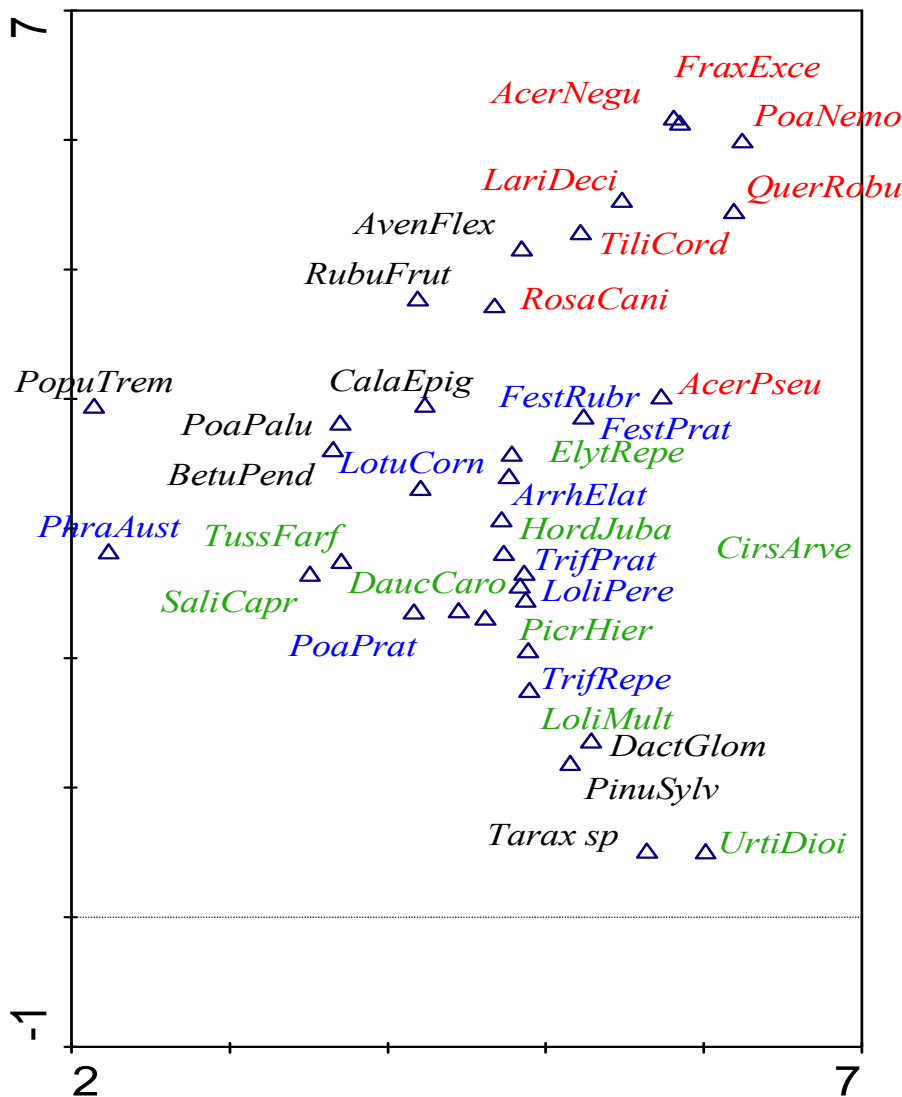
Výsledky analýzy DCA ukazuje Obr. 9 (pro snímky) a Obr. 10 (pro všechny druhy). V Obr. 9 jsou jako pasivní proměnné znázorněny kategorie druhů (luční a mokřadní, lesní, plevelné a ruderalní) a vyneseny isočáry průměrného počtu druhů ve snímku. Celková variabilita v datech je 20,69%. První osa vysvětluje 4,0 procenta z celkové variability, délka gradientu je 6,18. Druhá osa vysvětluje 3,4 procenta z celkové variability a délka gradientu je 6,24.

Z Obr. 9 je patrné rozložení kategorií druhů na jednotlivých typech ploch. Druhy luční a mokřadní se vyskytovaly na sukcesních a zemědělsky rekultivovaných plochách v přibližně stejném množství, plevelné a ruderalní druhy převažovaly na plochách zemědělsky rekultivovaných, lesní druhy se mírně kloní k sukcesním plochám.



Obr. 9 DCA, v analýze jsou vyneseny centroidy pro jednotlivé transekty, dále kategorie druhů jako pasivní proměnné a isočáry počtu druhů ve snímku.

Vysvětlivky: (prázdné znaky – plochy mladší než 20 let, vyplněné znaky - plochy starší než 20 let; modře – sukcese, hnědě – lesnické rekultivace, zeleně – zemědělské rekultivace).



Obr. 10 DCA druhů.

Vysvětlivky: kategorie druhů: černě – druhy nezařazené, červeně – lesní druhy, zeleně – druhy plevebné a ruderální, modře – druhy luční a mokřadní

zkratky druhů: *AcerNegu* – *Acer negundo*, *AcerPseu* – *Acer pseudoplatanus*, *ArrhElat* – *Arrhenatherum elatius*, *AvenFlex* – *Avenella flexuosa*, *BetuPend* – *Betula pendula*, *CalaEpig* – *Calamagrostis epigejos*, *CirsArve* – *Cirsium arvense*, *DactGlom* – *Dactylis glomerata*, *DaucCaro* – *Daucus carota*, *ElytRepe* – *Elytrigia repens*, *FestPrat* – *Festuca pratensis*, *FestRubr* – *Festuca rubra* agg, *FraxExce* – *Fraxinus excelsior*, *HordJuba* – *Hordeum jubatum*, *LariDeci* – *Larix decidua*, *LoliMult* – *Lolium multiflorum*, *LoliPere* – *Lolium perene*, *LotuCorn* – *Lotus corniculatus*, *PhraAust* – *Phragmites australis*, *PicrHier* – *Picris hieracioides*, *PinuSylv* – *Pinus sylvestris*, *PoaNemo* – *Poa nemoralis*, *PoaPalu* – *Poa palustris*, *PoaPrat* – *Poa pratensis*, *PopuTrem* – *Populus tremula*, *QuerRobu* – *Quercus robur*, *RosaCani* – *Rosa canina*, *RubuFrut* – *Rubus fruticosus*, *SaliCapr* – *Salix caprea*, *Tarax sp* – *Taraxacum sp.*, *TiliCord* – *Tilia cordata*, *TrijPrat* – *Trifolium pratense*, *TrijRepe* – *Trifolium repens*, *TussFarf* – *Tussilago farfara*, *UrtiDioi* – *Urtica dioica*.

5. Diskuse

Studium spontánní sukcese na výsypkách je dle mého názoru velmi atraktivní téma. Zabývá se jím stále více autorů. Existuje mnoho přístupů, mnoho zajímavých témat, která se na těchto lokalitách dají studovat nejen z vegetačního hlediska, ale i z hlediska ekologického nebo zoologického. Existuje mnoho autorů, kteří zkoumají rekultivované výsypky, úspěšnost rekultivací a druhy, které jsou pro rekultivace v dané lokalitě vhodné. Jiní zkoumají alternativní přístupy k technickým rekultivacím – spontánní sukcesi jako způsob obnovy krajiny narušené těžbou různých nerostných surovin (Bartha 1990, Prach 1987 aj.).

V poslední době např. v Německu (Tischew 1998) se rozvíjí metody řízené sukcese. Jsou založeny na mírných zásazích, kdy se přírodě jen mírně dopomůže k dosažení stabilního vegetačního krytu. Jednou z možností je např. dosévání semen z lokálních zdrojů, kdy se zajistí vznik společenstev, která jsou pro dané prostředí přirozená. Tyto metody pomáhají k rychlejšímu a jistějšímu vytvoření vegetace. Je to jistý kompromis mezi celkovým ponecháním spontánní sukcesi a rozsáhlými technickými rekultivacemi, který by mohl být na některých lokalitách přijatelný pro obě strany.

U nás byla v minulosti na Mostecku porovnáována místa ponechaná spontánní sukcesi s místy lesnický rekultivovanými (Hodačová, Prach 2003). Tato práce ukázala rozdíly ve vývoji vegetace na místech ponechaných spontánní sukcesi oproti místům lesnický rekultivovaným. Dále bylo dokázáno, že na místech ponechaných spontánní sukcesi byla vyšší druhová diverzita a nacházelo se zde až dvakrát více druhů než na místech lesnický rekultivovaných.

Výsledky mé práce z mosteckých výsypek prokázaly odlišnosti v druhové diverzitě míst ponechaných sukcesi a míst technický rekultivovaných. Beta diverzita vyjádřena pomocí Whittakerova indexu (Kent et Coker 1992) se na plochách výrazně nelišila. Při vyjádření beta diverzity pomocí indexů (ne)podobnosti – Czekanowského, Sørensenova (Kent et Coker 1992), počítaného pro sousední snímky daného transektu, vyšly prokazatelné rozdíly. Rozdíly v průkaznosti beta diverzity vyjádřené Whittakerovým indexem a indexy (ne)podobnosti (Czekanowského, Sørensenova) mohou být způsobeny tím, že Whittakerův index vyjadřuje souhrnnou (ne)podobnost všech snímků daného transektu, zatímco Czekanowského a Sørensenův index vyjadřovaly (ne)podobnost pouze snímků sousedních. Na celých transektech se mohou

podobné snímky opakovat a celková beta diverzita nemusí vykazovat průkazné rozdíly, zatímco v rámci sousedních snímků jsou sukcesní plochy evidentně více heterogenní a rekultivované plochy více homogenní.

Alfa diverzita byla mezi snímky odlišná, nejvyšší byla kupodivu na plochách zemědělsky rekultivovaných, nejnižší na plochách lesnický rekultivovaných. Vyšší alfa diverzita na zemědělsky rekultivovaných plochách může být způsobena jejich celkovou odlišností. Ačkoliv způsob rekultivace probíhá všude víceméně stejně - vysévají se stejné druhy, odlišná je jejich následná péče. Zatímco mladší zemědělsky rekultivované plochy jsou obhospodařované, starší plochy se liší intenzitou obhospodařování. Především intenzitou kosení – Kopistská, Velebudická výsypka, hnojením – Střimická výsypka.

Na mladších zemědělských plochách zpočátku nebývá zcela zapojená vegetace, je zde tedy prostor pro vstup nových druhů z okolí. Při zemědělských rekultivacích navíc v prvních několika letech probíhá postupné dosévání jetelotravní směsi, čímž se zvyšuje hustota těchto druhů, což také může přispívat ke zvýšení alfa diverzity v rámci menších ploch (snímky 2 x 2 m).

Na zemědělsky rekultivovaných plochách byl zaznamenán nejvyšší počet druhů plevelných a ruderálních. Tyto plochy jsou zakládány za účelem trvalých travních porostů, k hospodářskému využití. Mezi cílové druhy jistě nepatří druhy plevelné a ruderální, nýbrž druhy luční. Šíření plevelných a ruderálních druhů jako *Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*, *Elytrigia repens*, *Urtica dioica* podporuje organický materiál, který je užíván již při zakládání zemědělských rekultivací.

Celkové počty druhů na transektech se všemi druhy tj. i s vyšetými /vysázenými vykazovaly rozdíly, nejvíce druhů bylo nalezeno na sukcesních plochách (110), nejméně na plochách zemědělsky rekultivovaných (73). V celkovém počtu druhů na transektech vyšel signifikantní rozdíl mezi plochami ponechanými spontánní sukcesí a plochami lesnický rekultivovanými. Rozdíly mezi průměrnými počty druhů ve snímcích na transektech se všemi druhy sice jsou, ale nikoliv statisticky signifikantní. Prokazatelný rozdíl v průměrném počtu druhů ve snímcích na transektech byl zjištěn při vynechání vyšetých/vysázených druhů a to mezi sukcesními a lesnický rekultivovanými plochami. Při lesnických rekultivacích vznikaly v minulosti nejčastěji monokultury tj. porosty s jedním převládajícím druhem dřeviny, bylinné patro na těchto plochách většinou není nijak bohaté, proto při vynechání vysázených dřevin výrazně klesají počty druhů na těchto plochách.

Na několika plochách byly zaznamenány nepůvodní dřeviny (*Acer negundo*, *Larix decidua*, *Robinia pseudacacia*, *Symphoricarpos albus*), přičemž druh *Acer negundo* se u nás považuje za invazní a na dané lokalitě – Čepirožská výsypka se evidentně šířil. Na některých mladších rekultivacích byl zaznamenán pozitivní trend – a sice vysazování *Alnus glutinosa* na vlhčí místa, či evidentní snaha tvořit smíšené porosty dřevin, ne jen monokultury *Pinus sylvestris* či jiných dřevin.

Je patrné, že na plochách ponechaných spontánní sukcesi se vyvíjí ekologicky hodnotné společenstvo, s poměrně vysokou pokryvností dřevin a celkem pestrým bylinným podrostem, ve kterém mají paradoxně v porovnání s lesnickými rekultivacemi vyšší podíl lesní druhy, což by mohlo být vysvětleno tím, že lesnická rekultivace většinou vrátí proces sukcese přibližně o deset let zpět. Tento jev je způsoben tím, že proces rekultivace je zahájen většinou až po několika letech od založení výsypky. V té době je již na výsypce založena vegetace procesem spontánní sukcese. Ta je při rekultivacích zničena, povrch je upraven a následně jsou vysazeny dřeviny.

Vysoký podíl ruderálních druhů se nacházel na všech plochách, nejvyšší byl na plochách zemědělsky rekultivovaných. Předpokládaný úbytek ruderálních druhů v průběhu sukcese (Walker, del Moral 2003, Frouz et al. 2008) se neprokázal, nejmenší počet ruderálních druhů se nacházel na transektech přibližného stáří 30 – 40 let, pak byl jejich počet na sukcesních plochách opět vyšší. Na sukcesních plochách byl v porovnání se zemědělskými rekultivacemi vyšší podíl druhů lučních a mokřadních.

Na sukcesních plochách byla zaznamenána vyšší pokryvnost u druhů *Tussilago farfara*, klonální trávy *Calamagrostis epigejos*, v zapojených lesních porostech pak dosahovaly vyšší pokryvnosti druhy *Hieracium sabaudum*, *Rosa canina*, *Rubus ideaus* či *Rubus fruticosus* agg. Na Střimické výsypce byla v některých snímcích zaznamenána vyšší pokryvnost *Festuca rubra* agg., což lze vysvětlit vlivem rekultivovaných ploch v okolí. Ve snímcích s vyšší vlhkostí, nebo v terénních depresích na sukcesních plochách dosahoval vyšší pokryvnosti ještě *Phragmites australis*. Druh *Calamagrostis epigejos* byl na všech sukcesních plochách, nelze ovšem tvrdit, že by na všech plochách dosahoval výjimečně vysokých pokryvností. Nacházel-li se tento druh na lesnických rekultivacích, pak se vyskytoval s mnohem vyšší pokryvností.

Překvapivá je pro sukcesní plochy absence jinak pro mostecké výsypky typické dřeviny bezu černého (*Sambucus nigra*). Nevyskytoval se na žádném transektu, ani v jeho blízkém okolí.

Nejvyšší pokryvnost na zemědělských rekultivacích měly druhy evidentně vyseté, diverzitu těchto ploch zvyšovaly ruderalní druhy. Na zemědělsky rekultivovaných plochách byl většinou dominantní jeden až dva druhy vysetých trav (*Dactylis glomerata*, *Elytrigia repens*, *Lolium perenne*, *Lolium multiflorum*), a jetelovina *Trifolium pratense*. Na nejstarší zemědělsky rekultivované ploše na Kopistické výsypce dominovala *Festuca rubra* agg, na nesekané Velebudické výsypce převládla *Calamagrostis epigejos*.

Samozřejmě jsou patrné rozdíly v druhovém složení na rekultivovaných plochách a plochách ponechaných spontánní sukcesi. Na rekultivovaných plochách převažují druhy vyseté či vysázené, na sukcesních plochách se tvoří rozmanitá mozaika společenstev. Tyto rozdíly se jistě mohou časem prohlubovat, vzhledem k jiným podmínkám založení vegetace, druhovému složení a jiným podmínkám následné péče.

Ve vývoji vegetace na výsypkách hrají velkou roli podmínky prostředí. Porovnáme-li vývoj vegetace výsypek na Mostecku a Sokolovsku, pak se ukazují rozdíly hlavně v uplatnění dřevin (Frouz et al. 2008). V chladnějším a vlhčím prostředí výsypek na Sokolovsku se v prvních letech téměř neuplatňují jednoleté druhy, rychlejší je nástup vytrvalých druhů a dřevin (*Betula pendula*, *Populus Tremula*, *Salix caprea*). Na starších nerekulitovaných výpkách se v podrostu vyskytují semenáčky náročnějších dřevin (*Quercus robur*, *Fagus sylvatica*) a více se uplatňují lesní a luční druhy. Na Sokolovsku je zjevně i vyšší ochota ponechávat místa s již vytvořenou vegetací spontánní sukcesi.

Technické rekultivace jsou velmi nákladné, na mnoha lokalitách naprosto zbytečné, na některých lokalitách do jisté míry užitečné. Výsypky v oblasti Mostecké pánve jsou prostorově velmi rozsáhlé, místa narušená těžbou tvoří v okolí města Mostu dominantní prvek. Proto je nasnadě na místech v blízkosti města budovat komplexy k trávení volného času, sloužící k rekreaci (autodrom, hipodrom, golfová hřiště, vodní nádrže...), které přispívají k rozvoji tohoto regionu. Na druhé straně stojí velkoplošné lesnické nebo zemědělské rekultivace. Největší společností provádějící těžbu hnědého uhlí a následné technické rekultivace na Mostecku je skupina Czech coal, pod níž patří např. společnosti – Vršanská uhelná a.s. spravující lomy Vršany a Jan Šverma a Litvínovská uhelná a.s. spravující lom ČSA. Podle informací z jejich internetových stránek provedla mezi lety 2004 – 2009 v této oblasti téměř 1 100 ha zemědělských rekultivací a 4 350 ha lesnických rekultivací. Celkem bylo v tomto období zrekultivováno téměř 10 380 ha území. Zemědělské a lesnické rekultivace tedy stále

zaujímají více jak polovinu celkově rekultivovaných ploch. Mezi tzv. ostatní rekultivace se řadí např. hydrické a parkové rekultivace. Co se týče finanční stránky, tak z téhož zdroje se můžeme dozvědět, že zatímco náklady skupiny Czech coal mezi lety 2004 – 2009 neustále klesaly a celkově bylo vydáno 357 milionů Kč, náklady státu se rok od roku zvyšují a v tomto období dosáhly částky 496 milionů Kč. Ačkoli se neustále rozvíjí snaha uvědomělých lidí poukazovat na výhody spontánní sukcese oproti leckdy zbytečným a drahým technickým rekultivacím, změny v tomto ohledu zatím nejsou nijak zvlášť patrné. Jednu malou výjimku zde tvoří ponechání spontánní sukcesí necelých 5 % z celkových 1350 ha na Radovesické výsypce. Právě na této výsypce by ale bylo užití spontánní sukcese vhodné na mnohem větším území, protože Radovesická výsypka má vysoký potenciál k samovolné obnově (zásoba diaspor v okolí, blízkost maloplošných chráněných území, umístění ve větší vzdálenosti od města, vysoká členitost reliéfu...).

Diskuse o zařazení do zákonných norem a užití spontánní sukcese jako adekvátního způsobu obnovy krajiny narušené těžební činností bude snad nadále pokračovat a možná někdy v budoucnu bude uvedena v praxi. Otázkou zůstává, jak velké území z celkové plochy by mělo být ponecháno spontánní sukcesí. Nejčastěji se hovoří alespoň o 20 %. Nemyslím si, že by bylo nutné stanovovat přesně kolik plochy by mělo být rekultivováno tak či onak, či jak velká plocha by měla být ponechána spontánní sukcesí. Jsou plochy, které by mohly zůstat pro spontánní sukcesí celé – např. maloplošné lomy, nebo větší část na některých výsypkách. Jistě ale také existují lokality, kde by zmíněných 20 % bylo mnoho. Dle mého názoru záleží spíše na uplatnění zdravého rozumu, na citlivém posuzování jednotlivých lokalit a stanovení cílů, k jakému účelu má dané území nadále sloužit.

Tvoření rekultivovaných ploch jen proto, aby bylo splněno nařízení o rekultivaci ploch je extrém, který přetrvává z minulosti a funguje dodnes. Při sběru dat na tuto práci jsem se setkala s rozsáhlými zemědělsky rekultivovanými plochami, o které se očividně nikdo nestaral. Výjimkou nebyly plochy dva, tři i mnoho let nekosené. Je smutné, že o plochy, do kterých bylo investováno tolik finančních prostředků, se nikdo nestará. Tyto plochy začínají zarůstat a už nyní by byl návrat k jejich původnímu účelu – zemědělské plochy, ne-li nemožný, pak velice obtížný. Problémem je, že postrekultivační plány péče jsou nastaveny na určitou dobu. Pokud o tyto pozemky neprojeví zemědělci zájem, pak zůstávají nevyužité.

Nerekultivované výsyvky poskytují velmi variabilní a často extrémní podmínky (teplota, pH, vlhkost, substrát) nejen pro vegetaci, ale i pro ostatní organismy. Klíčení semen na výsyvkách je ovlivněno nejen vlhkostí, substrátem, ale i jejich umístěním v krajině (Prach 1988). Vegetace na členitém mikroreliefu výsypek se nejrychleji a nejdříve rozvíjí v depresích (splach semen, vyšší vlhkost) a až postupem času se druhy uchycují i na vyšších místech. Na výsyvkách dochází k častému střídání typů půdy (jíl, písek, jejich směs), čímž se dá vysvětlit předpokládaná vyšší nepodobnost druhového složení snímků na sukcesních plochách. Při provádění technických rekultivací – ať už zemědělských či lesnických, se terén nejprve zarovná, svahy se upraví na standardizovaný sklon, popřípadě se povrch ještě převrství ornou půdou, slínovcem, drcenou kůrou či štěpkou. Tyto plochy by tedy měly být více homogenní.

Proces rekultivace se tradičně dělí na několik fází (Štýs 1997) na přípravnou, která zahrnuje výběr vhodné lokality, důlnětechnickou, která zahrnuje selektivní odklizení nadložních zemin, úpravu reliéfu a popřípadě meliorace (odvodnění, závlahy) a na ekotechnickou zahrnující přípravu území před výsadbou, zajištění půdotvorného procesu, výběr druhů k rekultivaci, výsadbu nebo výsev nových kultur a péči o založenou vegetaci. Tato fáze se výrazně uplatňuje na mladších rekultivacích. Kromě standardní ochrany proti okusu mladých stromků se můžeme setkat s nesmyslným kosením lesnicky rekultivovaných ploch, kdy sazenice stromků dosahují velikosti už kolem 1,5 m. Postrekultivační fáze zajišťuje předání rekultivovaných pozemků k následnému užívání.

Při realizaci zemědělských rekultivací jsou užívány dva technologické způsoby – přímý, kdy se kultivuje přímo výsyvkový substrát, nebo nepřímý, kdy je povrch převrstven vhodnější zeminou (Štýs 1997). Nejčastěji se užívá druhý způsob – nepřímý, kdy je povrch převrstven orníci či organickým materiálem. V případě Radovesické výsyvky, byl povrch nejprve převrstven vrstvou slínovce a následně orníci. Cílovými kulturami na zemědělsky rekultivovaných plochách jsou v současné době nejčastěji trvalé travní porosty. Uplatňují se zde meliorační agrocykly 5-leté nebo 8-leté. Plochy jsou postupně osévány travními a jetelovými směsicemi za účelem zúrodnění půdy.

Základní a nejčastěji užívanou metodou technických rekultivací i nadále zůstávají lesnické rekultivace. Jejich účelem je plnit jisté funkce jako např. protierozní, stabilizační, rekreační. Bylo by samozřejmě vhodné, aby tyto plochy byly co nejpřirozenější, s pestrou skladbou pokud možno původních dřevin. V praxi to ovšem často vypadá jinak. Lesnické rekultivace bývají často monokultury, obzvláště u starších

rekultivovaných ploch se můžeme setkat i s výsadbou nepůvodních dřevin. Na lesnický rekultivovaných plochách byla zkoumána sukcese drobných savců (Bejček 1982, 1983). Z výsledků jeho práce vyplývá, že lesnická rekultivace urychluje sukcesi drobných savců na výsypkách. Na sukcesních plochách se šíří epidemiologicky a zemědělsky nevídaný druh *Microtus arvalis*, který po provedení lesnické rekultivace ustupuje a zvyšuje se diverzita ostatních drobných savců.

Na výsypkách nerekulitovaných, nebo tam kde při rekultivacích nebyl zarovnan povrch, se tvoří tzv. nebeská jezírka vznikající zadržováním srážkové vody v terénních depresích. Tato místa jsou velmi vhodná pro rozvoj populace obojživelníků a pro rozvoj mokřadní vegetace. Při rekultivacích, kdy je povrch zarovnan, jsou tato jedinečná místa většinou nenávratně ničena. Na nejstarší velkoplošné lesnický rekultivované výsypce – Kopistské, nebyly provedeny razantní úpravy povrchu a dnes se zde nachází jedna z největších populací čolka velkého (*Triturus cristatus*) v Ústeckém kraji (www.nature.cz; www.kr-ustecky.cz).

Na nerekulitovaných částech Radovesické výsypky prováděl výzkum obojživelníků Vojar (1999). Zaznamenal zde 6 druhů obojživelníků – skokan zelený (*Rana esculenta*), čolek velký (*Triturus cristatus*), čolek obecný (*Triturus vulgaris*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), ropucha obecná (*Bufo bufo*), ropucha zelená (*Bufo viridis*) a 3 druhy plazů – ještěrka obecná (*Lacerta agilis*), slepýš křehký (*Anguis fragilis*) a užovka obojková (*Natrix natrix*). Výsledky napovídají, že se zde vyskytovala poměrně bohatá druhová skladba. Nyní už je Radovesická výsypka z velké části zrekultivovaná a dá se předpokládat, že místa výskytu těchto obojživelníků jsou zničena.

Na výsypkách, ať už rekultivovaných či nerekulitovaných, se nachází velké množství spárkaté zvěře, což má jistě negativní vliv na rozvoj vegetace. Na mnoha plochách byl patrný okus dřevin. Tento jev znamená hlavně na mladších lesnický rekultivovaných plochách zvýšení výdajů na následnou péči o dřeviny, na sukcesních plochách pak možné zpomalení sukcese dřevin.

Na rekultivovaných výsypkách se v současnosti řeší další problémy, související se špatným odvodněním či neuváženou zástavbou. Např. v nejbližším okolí města Mostu, na Čepirožské výsypce byla v minulosti realizována výstavba rodinných domů, zahrádkářské kolonie, obnova komunikací a na svazích výsadba vinice. V současné době se opakovaně řeší problémy se sesuvy svahů, propady komunikací, ohrožena je již

stávající zástavba rodinných domů. Výstavba objektů zde i nadále pokračuje a zároveň se vydávají další finanční prostředky na sanaci svahů.

Spontánní sukcese má oproti technickým rekultivacím jistě mnoho výhod. V dnešní době jistě není zanedbatelný argument, že „pracuje“ zadarmo. Dalším argumentem pro využití spontánní sukcese je tvorba stabilních a přirozených ekosystémů, které mají potenciál státi se v budoucnu ekologicky cennými lokalitami. Tento vývoj jak se ukazuje, nemusí trvat až tak dlouho. Estetickou stránku lze hodnotit jen opatrně, protože každý považuje za „estetické“ něco jiného. Krajina by ovšem neměla být estetická jen podle a pro člověka, a to by se mělo brát v úvahu při rozhodování o budoucích funkcích a vzhledu krajiny.

6. Závěr

Cílem této práce bylo zjistit rozdíly v druhovém složení a druhové diverzitě ploch ponechaných spontánní sukcesí a ploch technicky rekultivovaných (lesnicky, zemědělsky).

Srovnání počtu druhů na plochách ponechaných sukcesí a plochách zemědělsky a lesnicky rekultivovaných ukázalo rozdíly. Statisticky signifikantní byl rozdíl mezi plochami ponechanými spontánní sukcesí a plochami lesnicky rekultivovanými bez vysázených/vysetých druhů, vyšší počet druhů byl zaznamenán na plochách ponechaných spontánní sukcesí. Dále byl signifikantní rozdíl v celkovém počtu druhů na transektech se všemi druhy mezi sukcesními plochami a plochami lesnicky rekultivovanými, opět se vyšší počet druhů nacházel na plochách ponechaných spontánní sukcesí.

Index α - diverzity prokázal odlišnosti mezi jednotlivými plochami, nejvyšší α - diverzita byla na plochách zemědělsky rekultivovaných, nejnižší na plochách rekultivovaných lesnicky. Vyjádření β – diverzity pomocí Whittakerova indexu neprokázalo výrazné rozdíly mezi plochami. Při vyjádření β – diverzity pomocí Sørensenova a Czekanovského indexu po sobě jdoucích snímků byla prokázána velká nepodobnost mezi snímky na sukcesních plochách, nejvíce podobné si naopak byly snímky na zemědělsky rekultivovaných plochách. Byl zde statistický rozdíl jak mezi sukcesními plochami a plochami zemědělsky rekultivovanými, tak mezi sukcesními plochami a plochami rekultivovanými lesnicky.

Druhové složení těchto ploch se lišilo i kvalitativně. Nepočítáme-li s druhy evidentně vysetými/vysázenými pak se nejvíce ruderálních druhů nacházelo na plochách zemědělsky rekultivovaných. Na sukcesních plochách se nacházel nejvyšší počet lesních druhů, více než na plochách lesnický rekultivovaných. I počet lučních a mokřadních druhů byl na sukcesních plochách mírně vyšší než na zemědělsky rekultivovaných.

Výsledky této práce ukazují, že se spontánní sukcese nejenže dokáže vyrovnat drahým technickým rekultivacím, ale že je někdy v mnoha ohledech předčí. Užití spontánní sukcese při rekultivacích výsypek v Mostecké pánvi proto považují za velmi vhodný a výhodný způsob obnovy krajiny na Mostecku. Myslím, že tato oblast má vysoký potenciál k vývoji různorodé vegetace, a je tedy zbytečné, aby se na všech plochách prováděly razantní technické rekultivace (lesnické, zemědělské). Jistě by bylo vhodné, aby se spontánní sukcese v tomto regionu stala adekvátní alternativou k technickým rekultivacím.

7. Literatura

- Anonymus (1999). STATISTICA for Windows (Computer program manual). StatSoft, Inc., Tulsa.
- Archibold, O. W. (1980). Seed input as a factor in the regeneration of strip-mine wastes in Saskatchewan. *Canadian Journal of Botany* 58: 1490 – 1495.
- Baig, M. N., (1992). Natural revegetation of coal mine spoils in the rocky mountains of Alberta and its significance for species selection in land restoration. *Mountain Research and Development* 12: 285 - 300.
- Bartha, S. (1990). Spatial processes in developing plant communities: pattern formation detected using information theory. In: Krahulec, F., Agnew, A. D. Q., Agnew, S., Willems, J. H. [eds.]: *Spatial processes in plant communities*: 31 – 47. *Proceedings of the Workshop held in Liblice, 18 – 22 Sept. 1989.*
- Bejček, V. (1982). Společenstva drobných zemních savců na nerekulivovaných a lesnický rekultivovaných výsypkách v Mostecké pánvi. *Ms.* (kandidátská disertační práce, Knihovna Přf UK v Praze).
- Bejček, V. (1983). Sukcese a produktivita drobných savců na výsypkách v Mostecké pánvi, *Studie ČSAV* 24 / 83, Academia, Praha.

- Bejček, V., Tyrner, P. (1977). Primary succession and species diversity of avian communities on spoil banks after surface mining of lignite in the Most basin (North – Western Bohemia). *Folia Zoologica* 29 (1): 67 – 77.
- Bell, T. J., Ungar, I. A. (1981). Factors affecting the establishment of natural vegetation on a coal strip mine spoil bank in southeastern Ohio. *Am. Midl. Nat.* 105: 19 – 31.
- Brenner, F. J., Werner, M., Pike, J. (1984). Ecosystem development and natural succession in surface coal mine reclamation. *Minerales and Environment* 6: 10 - 22.
- Ellenberg, H., Weber, H. E., Düll, R., Wirth, V., Werner, W., Paulißen, D. (1991). *Zeigewerte von Pflanzen in Mitteleuropa. Skripta Geobotanica* 18: 1 – 248.
- Frouz, J., Prach, K., Pižl, V., Háněl, L., Starý, J., Tajovský, K., Materna, J., Balík, V., Kalčík, J., Řehouňková, K. (2008). Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology* 44: 109 – 121.
- Grunwald, C., Iverson, L. R., Szafoni, D. B. (1988). Abandoned mines in Illinois and North Dakota: toward an understanding of revegetation problems. *Rehabilitating Damaged Ecosystems* 1: 39 - 56.
- Hejkal, J. (1985). The development of a carabid fauna (Coleoptera, Carabidae) on spoil banks under conditions of primary succession. *Acta Entomologica Bohemoslovaca* 82: 321 – 346.
- Hodačová, D., Prach, K. (2003). Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385 - 391.
- Holl, K. D., Cairns, J. (1994). Vegetational community development on reclaimed coal surface mines in Virginia. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 121: 327 - 337.
- Jochimsen, M. (1987). Vegetation development on mine spoil heaps – a contribution to the improvement of derelict land based on natural succession. In: Miyawaki, A., Bogenvieder, A., White, J. [eds.]: *Vegetation Ecology and Creation of New Enviroments – Proceedings of the International Symposium Tokyo 1985*. Tokai Unio. Press 11: 245 – 252.
- Jochimsen, M. E. (1991). *Rekultivation of raw soils according to natural succession. Pflanzensociologie/-ökologie*, Universität Gesamthochschule Essen.
- Karešová, P. (2007). Spontánní sukcese vegetace v opuštěných lomech v Českém krasu: Porovnání výskytu v lomech a okolí. *Bakalářská práce*. Knihovna Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

- Kirmer, A., Mahn, E. G. (1997). Einfluss von Kalkung auf die initiierte Vegetationsentwicklung extrem saurer Substrate in Braunkohlentagebauen. Abbau von Bodenschätzen und Wiederherstellung der Landschaft. Hohenheimer Umwelttagung . Hrsg.: U. Arndt, R. Böcker, A. Kohler.
- Kirmer, A., Mahn, E. G. (1998). Beeinflussung von Sukzessionsprozessen. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt. – Halle SH1.
- Kent, M., Coker, P. (1992). Vegetation description and analysis. Belhaven Press, London.
- Kent, M. (1982). Plant growth problems in colliery spoil reclamation – a review. *Applied Geography* 2: 83-107.
- Kubát, P., Hrouda, L., Chrtek, J. jun., Kaplan, Z., Kirschner, J., Štěpánek [eds.] (2002). Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Luken, J. O. (1990). Directing ecological succession. Chapman and Hall, London.
- Malik, A., Scullion, J. (1998). Soil development on restored opencast coal sites with particular reference to organic matter and aggregate stability. *Soil Use and Managment* 14: 234 - 239.
- Mikyška, R. (1968). Geobotanická mapa ČSSR. List České země. – In: Vegetace ČSSR, ser. A, 2. Praha [list Teplice, Mikyška, R., Neuhäuslová, Z., 1969]
- Neuhäuslová, Z. et al. (2001). Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha.
- Prach, K. (1987). Succession of vegetation on dumps from brown coal mining, N. W. Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobotanica et Phytotaxonomica* 22: 339 – 354.
- Prach, K. (1988). Životní cykly rostlin ve vztahu k časovým změnám populací a společenstev. *Preslia* 60: 23 – 40.
- Prach, K. (2006). Příroda pracuje zadarmo. Technické, nebo přírodní rekultivace? *Vesmír* 5: 272 – 277.
- Prach, K., Frouz, J., Karešová, P., Konvalinková, P., Koutecká, V., Mudrák, O., Novák, J., Řehounek, J., Řehouneková, K., Tichý, L., Trnková, R., Tropek, R. (2009). Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin. *Živa* 2: 68 – 73.
- Rostaňsky, A. (2000). Spontaneous flora of post-industrial sites of the upper Silesia region. A summary of investigation 1989-1999; *Acta biologica Silesiana*. T.35 (52).
- Rufaut, C. G., Hammit, S., Craw, D., Clearwater, S. G. (2006). Plant and invertebrate assemblages on waste rock at Wangaloa coal mine, Otago, New Zealand. *New Zealand Journal of Ecology* 30: 311 - 319.

- Russel, W. B., La Roi, G. H. (1986). Natural vegetation and ecology of abandoned coal – mined land, Rocky Mountain Foothills, Alberta, Canada. *Can. J. Bot.* 64: 1286 – 1298.
- Řehounek, J., Řehouňková, K., Prach, K. (eds.) (2010). *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice.
- Řehouňková, K., Prach, K. (2006). Spontaneous vegetation succession in disused gravelsand pits: Role of local site and landscape factors. *Journal of Vegetation Science* 17: 583-590.
- Řehouňková, K., Prach, K. (2008). Spontaneous vegetation succession in gravel-sand pits: A potential for restoration. *Restoration Ecology* 16: 305-312.
- Schmiedeknecht, A. (1996). Beziehungen zwischen standörtlichen Grundlagen und spontaner Vegetation im Tagebauggebiet „Goitsche“ (Sachsen, Sachsen – Anhalt). *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26: 399 – 406.
- Skousen, J. G., Johnson, C. D., Garbutt, K. (1994). Land reclamation. Natural Revegetation of 15 Abandoned Mine Land Sites in West Virginia. *J. Environ. Qual.* 23: 1224 - 1230.
- Sokal, R. R., Rohlf, J. F. (1981). *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. W.H. Freeman and Co., New York, second edition.
- Szegi, J., Oláh, J., Telete, G., Halász, T., Várallyay, G., Bartha, S. (1988). Recultivation of the spoil banks created by open – cut mining activities in Hungary. *Ambio* 2: 137 – 143.
- Štýs, S. et al. (1981). *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. SNTL, Praha.
- Štýs, S., Helešicová, L. (1992). *Proměny měsíční krajiny*. Bílý slon, Praha.
- Štýs, S. (1997). *Rekultivace*. Mostecká uhelná společnost a.s. Most.
- ter Braak, C. J. F., Šmilauer P. (2002). *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide*. Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). – Microcomputer Power, Ithaca.
- Thompson, R. L., Vogel, W. G., Taylor, D. D. (1984). Vegetation and flora of a coal surface-mined area in Laurel County, Kentucky. *Castanea* 49: 111 - 126.
- Tischew, S. (1996). Analyse von Mechanismen der Gehölzsukzession auf Braunkohlentagebaukippen. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie* 26: 407 – 416.

- Tischew, S. (1998). Sukzession als mögliche Folgenutzung in sanierten Braunkohletagebauen. Berichte des Landesamtes für Umweltschutz Sachsen – Anhalt.- Halle SH 1: 42 – 53.
- Toběrná, V. (1980). Modell eines zwanzigjährigen Besiedlungsvorganges der Kippen im Most – Gebiet durch Pflanzen. In: Spálený, J. [ed.]: Proceedings of the 3rd Intern. Conf. Bioindic. Deterior. Reg., Sept. 1977, Liblice, Czechoslovakia: 109 – 113. Praha.
- Vojar, J. (1999): Sukcese obojživelníků na Radovesické výsypce. Diplomová práce, ČZU Praha.
- Walker, L. R., del Moral, R. (2003). Primary succession and Ecosystem rehabilitation. Cambridge University Press. Cambridge.
- Wiegleb, G., Felinks, B., (2001). Primary succession in post – mining landscape of Lower Lusatia – chance or necessity. Ecological Engineering 17: 199 – 217.
- Wolf, G. (1985). Primäre Sukzession auf kiesig – sandigen Rohböden im Rheinischen Braunkohlenrevier. Schr. Reihe Vegetationsd 16: 110 – 125.
- Zelený, V. (1999). Rostliny Bílinska. Grada Publishing spol. s. r. o., Praha.

Internetové zdroje:

<http://www.chmi.cz>, stránky Českého hydrometeorologického ústavu

<http://www.czechcoal.cz>, oficiální stránky skupiny Czech coal

<http://www.ecmost.cz>, stránky Ekologického centra města Most

<http://www.geoportál.cenia.cz>, portál Veřejné správy České republiky

<http://www.kr-ustecky.cz>, oficiální stránky Ústeckého kraje

<http://www.muzeum-most.cz>, stránky Oblastního muzea v Mostě

<http://www.nature.cz>, stránky Natury 2000

<http://www.terranatura.cz>, oficiální internetové stránky revitalizační společnosti Terra Natura.