

Jihočeská universita v Českých Budějovicích

Biologická fakulta

Bakalářská práce



**Srovnání spontánně zarostlých a technicky
rekultivovaných ploch na Radovesické výsypce na
Mostecku**

Lucie Málková

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

Málková, L. (2009): Srovnání spontánně zarostlých a technicky rekultivovaných míst na Radovesické výsypce na Mostecku. (The Comparison of spontaneous succession and technical reclamation on the Radovesice dump in the Most Basin, Bc.Thesis in Czech) – Faculty of Science, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic.

Anotace

V této práci byla studována místa ponechaná sukcesi s místy technicky rekultivovanými (lesnický a zemědělský) na Radovesické výsypce na Mostecku. Cílem práce bylo porovnat druhové složení a diversitu na těchto místech. Ačkoliv nebyl prokázán signifikantní rozdíl v druhové diverzitě mezi jednotlivými plochami, kvalitativně se plochy lišily. V tomto ohledu je spontánní sukcese jistě adekvátní variantou finančně nákladným technickým rekultivacím.

Annotation

Sites left to spontaneous vegetation succession and technically reclaimed sites were studied and compared on the Radovesice dump. The dump is situated in the Most Basin, in the northwestern part of the country. Data were sampled during one season – in summer 2008. Species composition and species diversity were analyzed along 100m transects located in the different sites. There was no significant difference between these sites in species diversity. There were qualitative differences in species composition between studied sites. In this point of view spontaneous succession is a good alternative to expensive technical reclamation

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

.....

Lucie Málková

V Českých Budějovicích dne 29.4.2009

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 nejraději 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 po těžbě uhlí

1.2 Cíle práce

2. Charakteristika území

2.1. Přírodní poměry

2.2. Historie území

2.3. Současný stav

2.4. Plány rekultivací

3. Metodika

3.1. Sběr dat

3.2. Vyhodnocení dat

4. Výsledky

4.1. Počty druhů ve snímku

4.2. Alfa a beta diverzita

4.3. Ordinační analýzy

5. Diskuse

6. Závěr

7. Literatura

8. Přílohy

8.1. Přehled druhů a jejich pokryvnost

8.2. Fotografie Radovesické výsypky

8.3. Plán rekultivací Radovesické výsypky

8.4. Mapa Radovesické výsypky

8.5. Letecký snímek Radovesické výsypky

1. Úvod

1.1. Výzkum sukcese na výsypkách po těžbě uhlí

Povrchová těžba hnědého uhlí výrazně ovlivnila a ovlivňuje krajinu. Vznikají rozsáhlé těžební jámy a výsypky. Výsypky jsou v jistém ohledu výzvou. Pro rekultivátory výzvou ukázat jak se dá „vyrobit“ krajina, pro vědce výzvou ke zkoumání přirozených procesů sukcese. Protože výsypkový substrát v okamžiku nasypání většinou neobsahuje diaspory rostlin a není oživen jinými organismy, probíhá na výsypkách primární sukcese. Pro její studium jsou právě rozsáhlé výsypky velmi vhodným místem, jelikož známe téměř přesně jejich stáří a substrát bývá často homogenní (Prach 1987).

Těžební činností dochází k narušení všech složek krajiny, včetně destrukce pedosféry, narušení vodního režimu aj. (Štýs et al. 1981). Existuje několik alternativních způsobů rekultivace míst narušených těžbou – ponechání samovolnému vývoji (Luken 1990), řízená sukcese (Tischew 1998), technická rekultivace – lesnická (Holl et Cairns 1994), zemědělská a vodní rekultivace. Zatímco vodní rekultivace se v poslední době stávají oblíbené (např. tvorba obrovského jezera Most – 312 ha na území starého města Mostu), zemědělské se již neprovádějí v takovém měřítku jako dříve. O tyto plochy s vysokým vkladem a nízkým výnosem již není příliš zájem.

Ponechání míst samovolné sukcesi je nejjednodušší a nejlevnější způsob obnovy krajiny (Prach 2006). Sukcese by jistě měla být důležitou složkou obnovy krajiny narušené těžbou uhlí, přesto se u nás stále moc nevyužívá. V zákonech naší země je zakotvena povinnost rekultivovat území dotčená těžbou nerostných surovin, není ale konkrétně stanoveno jakým způsobem. Mnoho lidí není ochotno uvažovat o spontánní sukcesi jako o způsobu obnovy krajiny snad proto, že se „nic neděje“. Mnohem více prostoru pro spontánní sukcesi na místech narušených těžbou či jinak se v dnešní době dává např. v Německu, Holandsku či Velké Británii (Tischew 1998).

Studiem sukcese na výsypkách se zabývalo a zabývá mnoho autorů nejen u nás (Toběrná 1977, Prach 1987, Hodačová et Prach 2003), ale i např. v Maďarsku (Bartha 1990, Szegi et al. 1988), 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). Sukcese na výsypkách byla studována i v Kanadě – Alberta (Baig 1992, Russel et al. 1986), ve Spojených státech (Thompson et al. 1984, Skousen et al. 1994, Brenner et al. 1984) a Novém Zélandu (Refaut et al. 2006).

Primární sukcese na výsypkách byla studována i ze zoologického hlediska např. sukcese drobných savců na Mostecku (Bejček 1983, 1988), dále sukcese ptačích společenstev (Bejček et Tyrner 1977), sukcese bezobratlých (Hejkal 1980, Frouz et al. 2008).

Podmínky na výsypkách bývají dosti často extrémní – sucho, nízké pH, vysoké výkyvy teplot, eroze (Grunwald et al. 1988, Kent 1982). Rozvoj vegetace na výsypkách je proto závislý na mnoha faktorech. Každá výsypka je v tomto ohledu něčím výjimečná, což ovlivňuje i složení její vegetace. Přesto je možné většinou vysledovat určitou sukcesní řadu. Šíření semen na výsypku probíhá jak anemochorně, tak zoochorně, přičemž v iniciálních stádiích mají často výhodu semena šířená zoochorně – jsou větší, mají vyšší šanci uchytit se a vyklíčit (Prach 1987). Pokud jde o výsypky na Mostecku, v prvních několika letech zde převládají spíše jednoleté druhy rostlin s nepříliš velkou pokryvností, avšak lze zde již najít i vytrvalé druhy rostlin typické pro pozdější stadia sukcese (Prach 1987). Postupně převládají dvouleté a vytrvalé druhy rostlin, po čase často dominuje *Calamagrostis epigejos*. Vyšší pokryvnosti dosahují druhy schopné vegetativního šíření (Wolf 1985). Po 15. roce sukcese se na výsypkách více uplatňují dřeviny (Prach 1987). Jedná se především o druhy *Betula pendula*, *Sambucus nigra*, *Acer pseudoplatanus*, *Salix caprea* či *Fraxinus excelsior*.

Mnoho autorů se zabývalo tím, jaké faktory ovlivňují složení vegetace na výsypkách. Jsou to např. vstup semen z okolí (Archibold 1980), půdní faktory (Bell et Ungar 1981, Grunwald et al. 1988, Schmiedeknecht 1996, Malik et Scullion 1998) a vlhkost a obsah organických látek (Brenner et al. 1984).

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).

Výsypky jsou velmi variabilní ve tvaru, horizontální členitosti, velikosti, umístění v krajině (např. blízkost města). Ne všechny plochy se proto mohou ponechat spontánní sukcesí. Rekultivace jsou žádoucí např. na příkrých svazích, kde je bezprostřední riziko eroze, v blízkosti měst, kde lidé očekávají „funkční“ a „estetickou“ krajinu, nebo tam, kde nejsou předpoklady pro vývoj vegetace spontánní sukcesí. Vhodné plochy pro spontánní sukcesí jsou naopak ty, kde se v blízkém okolí nacházejí místa se zdroji diaspor a plochy, kde by se potenciálně mohla vyvinout vzácná rostlinná i jiná společenstva. Na

výsypkách se mohou vyskytovat druhy méně konkurenčně zdatné, které jsou z dnešní kulturní krajiny vytěšňovány. Výsypky mají potenciál utvořit rozmanitou mozaiku mikrostanovišť, kde se na poměrně malém prostoru mohou vyskytovat různá rostlinná společenstva. Některá místa mají potenciál stát se v budoucnu chráněným územím (Tischew 1996, 1998).

V současné době probíhá diskuse i u nás, jaké vlastnosti a jakou velikost mají mít plochy, které by mohly být ponechány spontánní sukcesi. Obecně se jako nejvhodnější jeví varianta ponechat spontánní sukcesi 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.

1.2. Cíle práce

1. Porovnat druhové složení na plochách ponechaných spontánní sukcesi s plochami zemědělsky a lesnický rekultivovanými na Radovesické výsypce na Mostecku.
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 fyto geografického obvodu Českého termofytika, leží na rozhraní dvou fyto geografických okresů – Podkrušnohorské pánve a Lounsko-labského středohoří (Neuhäuslová 2001) . Podle geomorfologického členění patří do České vysočiny, Krušnohorské subprovincie, Podkrušnohorské oblasti, Mostecké pánve (Herink et Kastner 2003).

Mocnost uhelných slojí v oblasti Bílinska dosahuje místy 30 – 40 m. Vznik těchto slojí probíhal v miocénu, kdy 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 – 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 dnešní Radovesické výsypky nacházela následující společenstva: subxerofilní doubravy (*Potentillo–Quercetum*, *Lithospermo–Quercetum*), dubohabrové háje (*Carpinion*), květnaté bučiny (*Eu Fagion*) a kolem vodních toků společenstva lužních lesů a olšín (*Alno Padion*, *Salicetea purpureae*).

Nadmořská výška území se pohybuje mezi 400 - 450 m.n.m. Podle Českého hydrometeorologického ústavu se průměrná roční teplota vzduchu v území pohybuje kolem 8°C a průměrný roční úhrn srážek je cca 510 mm. Radovesická výsypka se nachází v blízkosti CHKO České středohoří a přírodních rezervací Dřínek, Trupelník, Hradištské louky u Mukova a Březina u Kostomlat.

2.2. Historie území

Radovesické údolí se nacházelo východně od města Bíliny. Stejně jako oblast Mostecká patří i tato oblast do Severočeské hnědouhelné pánve. Archeologické výzkumy v oblasti dokazují dlouhodobé lidské osídlení již od neolitu a doby bronzové. V údolí se odedávna nacházelo několik obcí – Radovesice, Dřínek, Chotovenka, Lyskovice a Hetov (první písemné doklady o obci Radovesice pocházejí již z poloviny 13.století). Na území probíhala maloplošná těžba slínovce a nacházely se zde mineralogické lokality Kajba a Březový vrch. V druhé polovině dvacátého století s postupným zintenzivňováním povrchové těžby hnědého uhlí v oblasti, konkrétně ve Velkolomu Maxim Gorkij (dnes lom Bílina), začal vznikat problém s uložením skrývkového materiálu. V roce 1964 bylo tedy rozhodnuto o zasypání Radovesického údolí. V letech 1968 – 1975 byly zlikvidovány všechny obce nacházející se v dané oblasti. Mezi lety 1969 – 2003 se Radovesické údolí za pomoci tří zakladačů proměnilo v mohutnou Radovesickou výsypku (www.terrannatura.cz).

2.3. Současný stav

Sypání skrývky na Radovesické výsypce bylo ukončeno v červenci 2003 (původní plány počítaly s rokem 2015). Parametry výsypky jsou i tak úctyhodné - rozloha je přibližně 1400 ha, průměrná mocnost skrývky 50-70 m a objem uloženého materiálu 500 mil.m³ (www.terrannatura.cz). Radovesická výsypka tak patří mezi největší vnější výsypky ve střední Evropě. Původně křídové a rulové podloží bylo převrstveno miocenními jíly a písky, které se na výsypce často střídají v nepravidelných pásech. Těleso výsypky je

rozděleno koridorem, kterým kráčel zakladač, na dvě části – severní a jižní. Vznikl tak přirozeně členitější mikrorelief s různě exponovanými svahy. Povrch výsypky tam, kde již byla zrekultivována, byl meliorován návozem slínovců. Ten byl následně zaorán, a tak vznikl kořenící horizont o hloubce 0,6 – 1m.

2.4. Plány rekultivací

V současné době již proběhly zemědělské a lesnické rekultivace na cca 300 ha území a v blízké době se plánuje započít rekultivace dalších 760 ha. Z toho by mělo být 115 ha zemědělských, 235 ha lesnických a 10 ha vodních rekultivací. Ostatní plocha zahrnuje tzv. ostatní rekultivace mezi něž se řadí budování komunikací, ploch k využívání volného času (cyklostezky, motokros, rozhledové louky) a také plochy ponechané spontánní sukcesi. Plochy ponechané spontánní sukcesi by měly mít dohromady cca 60 ha.

3. Metodika

3.1. Sběr dat

Data byla sebrána na šesti cca 100 m liniových transektech orientovaných S-J směrem, během jedné vegetační sezony – léto 2008. Dva transekty se nacházely na plochách ponechaných přirozené sukcesi (suk1; suk2), dva transekty na plochách lesnický rekultivovaných (les1; les2) a poslední dva na plochách zrekultivovaných zemědělsky (zem1; zem2). Plochy byly různého stáří, přibližné datování – suk1 – 10 let, suk2 – 30 let, les1 – 5 let, les2 – 20 let, zem1, zem2 – obojí 10 let. Na každém transektu bylo umístěno 20 ploch 2x2m. Celkem tedy bylo zhotoveno 120 fytoecologických 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. Botanická nomenklatura byla sjednocena dle Kubát et al. (2002).

3.2. Vyhodnocení dat

Pro vyhodnocení získaných dat byly použity programy: STATISTICA 7, CANOCO 4.52 (ter Braak & Šmilauer 2002), CANODRAW 4.12 (Šmilauer 1999-2003) a MICROSOFT EXCEL 'XP 2002.

V programu CANOCO byla použita unimodální ordinační metoda DCA (Detrended Correspondence Analysis) na základě délky gradientu v DCA 6,9 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 nebyly brány v úvahu druhy vyseté a vysazené. Pro grafické znázornění výsledků analýz byl použit program CANODRAW.

Pro všechny transektu byl spočten a znázorněn průměrný počet druhů ve snímku (bez evidentně vysazených a vysetých druhů). Ke zjištění rozdílu mezi jednotlivými dvojicemi transektů (spontánní sukcese, zemědělská rekultivace, lesnická rekultivace) v průměrném počtu druhů ve snímku byla použita ANOVA.

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

$$(1) \quad H' = - \sum (N_i / N) \times \ln (N_i / N)$$

N_i - pokryvnost druhu i ;

N - celková pokryvnost všech druhů ve snímku

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

S – celkový počet druhů na transektu

$(\alpha - 1)$ - průměrný počet druhů ve snímku minus jedna

Dále byl spočten Czekanowského index (3) pro kvantitativní zjištění míry podobnosti všech dvojic snímků na transektech a Sørensenův index (4) pro kvalitativní informace o podobnosti druhového složení všech jednotlivých dvojic snímků na transektech.

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

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

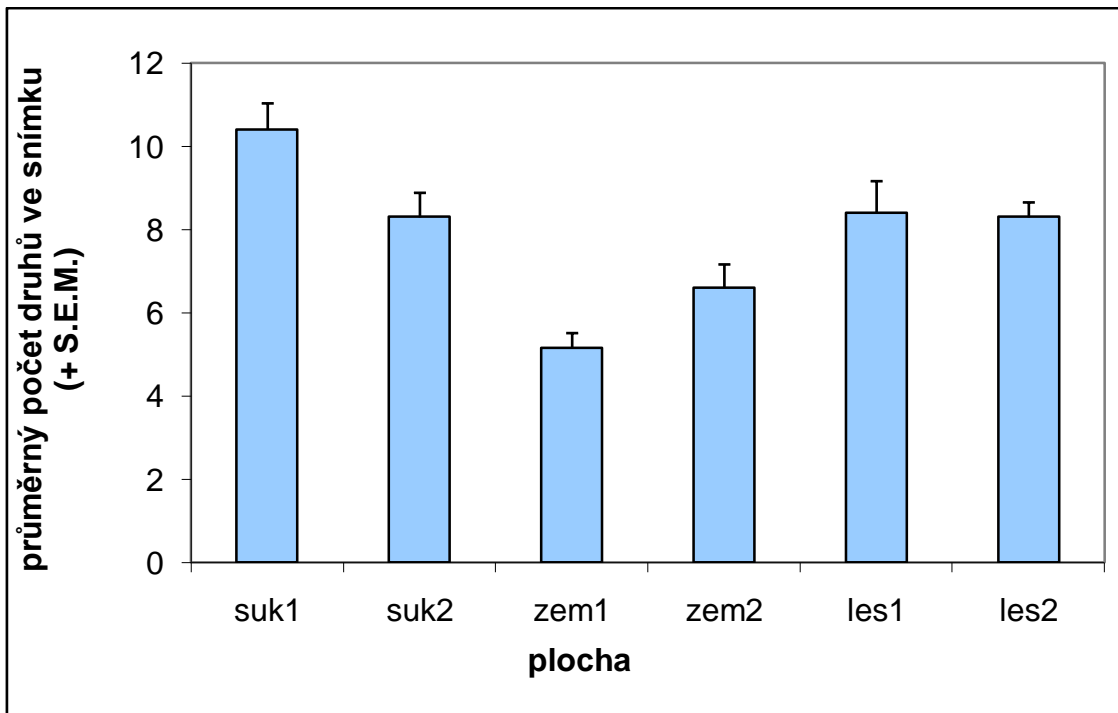
4. Výsledky

4.1. Počty druhů ve snímku

Na výsypce bylo celkem na všech transektech nalezeno 86 druhů vyšších rostlin. Z toho 53 druhů na sukcesních plochách, 38 druhů na plochách zemědělsky rekultivovaných a 46 druhů na plochách rekultivovaných lesnicky. Přehled všech druhů a jejich pokryvnost viz Příloha 1.

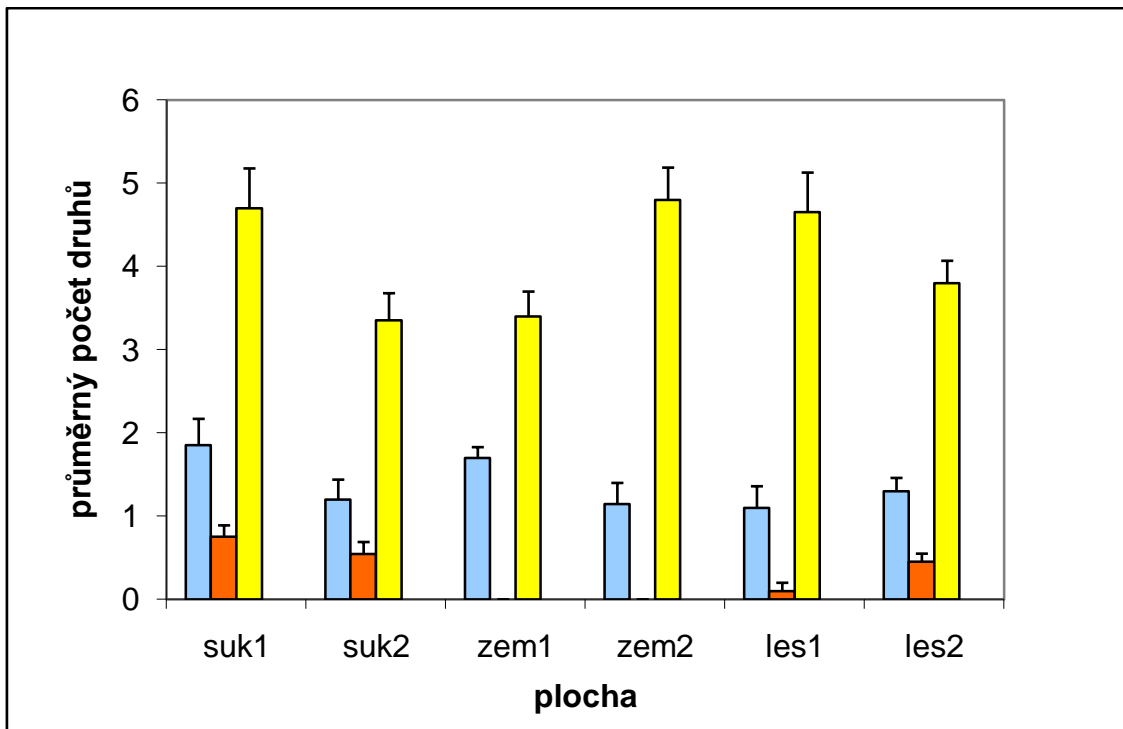
Na lesnicky rekultivovaných plochách bylo nalezeno celkem 8 druhů dřevin, z toho 7 použitých při rekultivaci (*Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Larix decidua*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*). Na sukcesních plochách bylo nalezeno 9 druhů dřevin (*Alnus glutinosa*, *Betula pendula*, *Picea abies*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula*, *Quercus robur*, *Salix caprea*, *Salix cinerea*, *Salix fragilis*).

Průměrný počet druhů ve snímku bez evidentně vysazených nebo vyšetých druhů znázorňuje Obr. 1.



Obr. 1. Průměrný počet druhů ve snímku (bez vysazených či vyšetých druhů) + S.E.M (střední chyba průměru). Analýza variance neprokázala signifikantní rozdíl mezi průměrným počtem druhů ve snímku bez vysazených/vyšetých druhů mezi dvojicemi transektů.

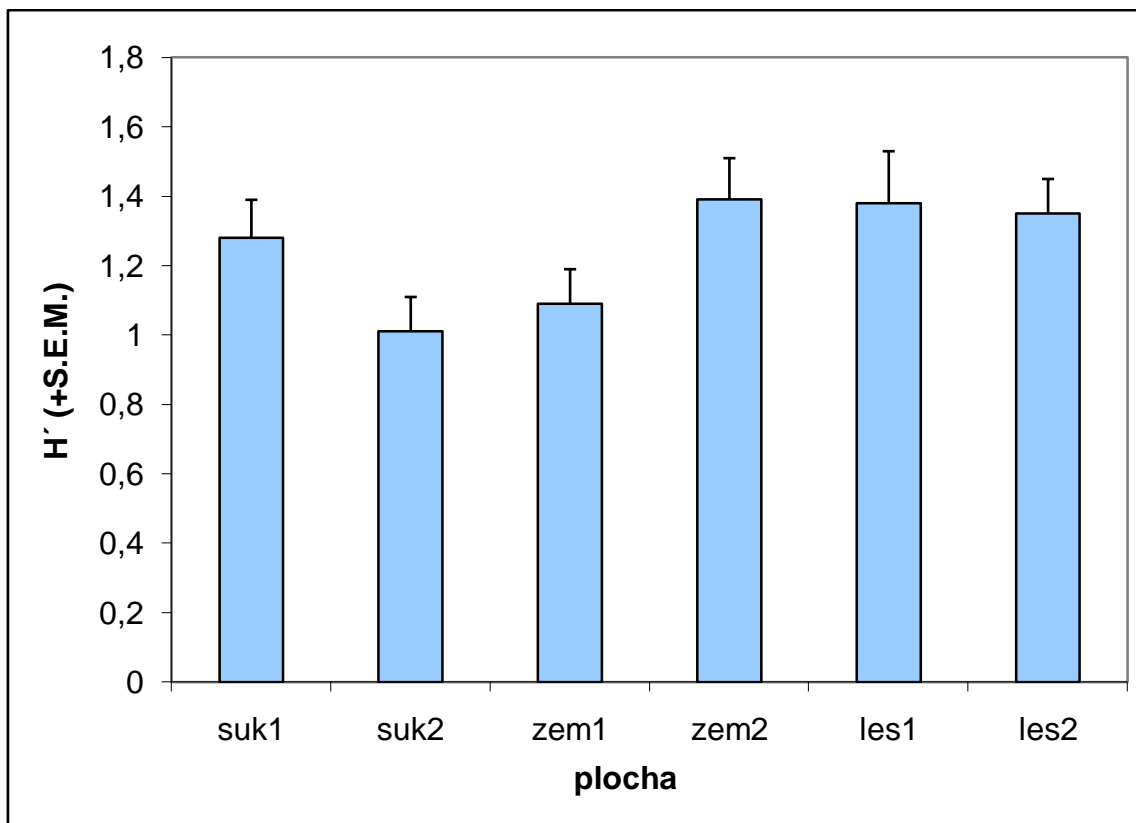
Zastoupení skupin druhů na jednotlivých transektech znázorňuje Obr. 2. Na všech plochách je nejvyšší podíl druhů plevelných a ruderálních. Dle očekávání se na plochách zemědělsky rekultivovaných nevyskytoval žádný lesní druh. Při srovnání ploch sukcesních a lesnický rekultivovaných zjistíme, že ačkoliv obsahovaly podobný počet plevelných a ruderálních druhů, na sukcesních plochách se vyskytovalo více lesních druhů. Počet druhů lučních a mokřadních nebyl výrazně odlišný.



Obr. 2. Průměrné zastoupení lučních a mokřadních, lesních a plevelných a ruderálních druhů na jednotlivých transektech + S.E.M. (střední chyba průměru).
 Vysvětlivky: modře – luční a mokřadní druhy, červeně – lesní druhy, žlutě – plevelné a ruderální druhy.

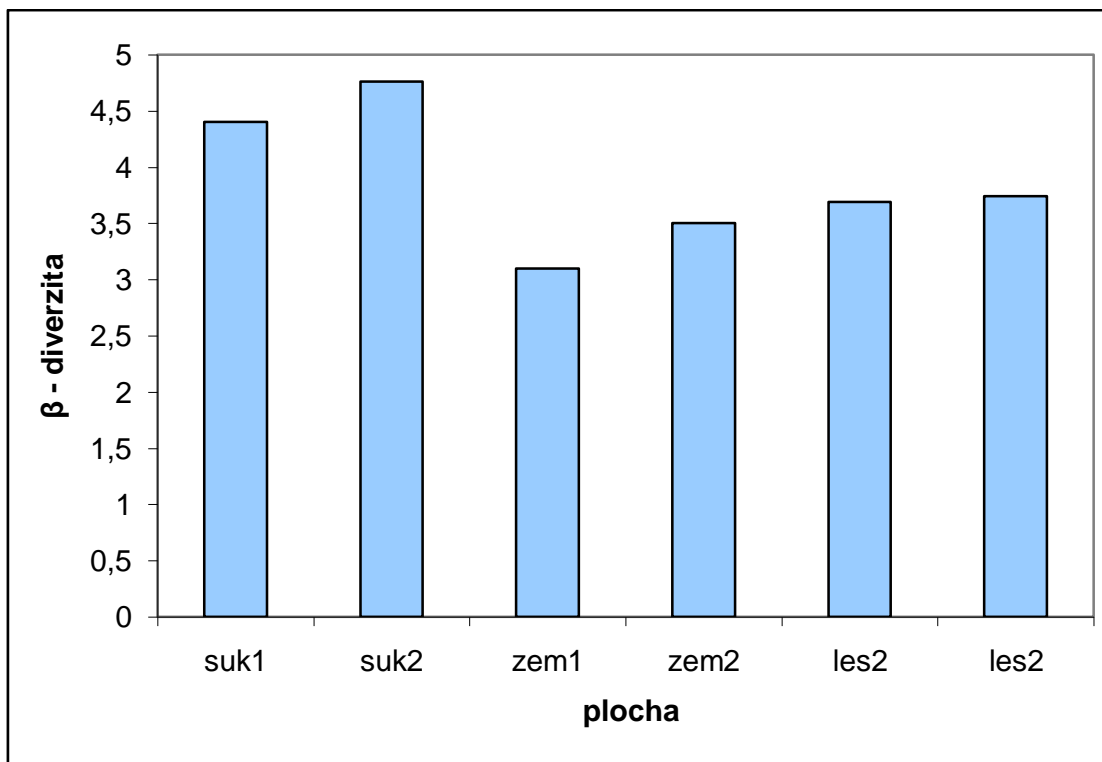
4.2. Alfa a beta diverzita

Průměrné hodnoty Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity bylinného patra bez evidentně vysazených/vysetých druhů na jednotlivých transektech je znázorněn na Obr. 3. Z grafu vyplývá, že hodnoty Shannon-Wienerova indexu se na jednotlivých transektech výrazně neliší, nejnižší byl na ploše suk2, nejvyšší na ploše zem2. Plochy les1 a les2 vyšly téměř shodně.

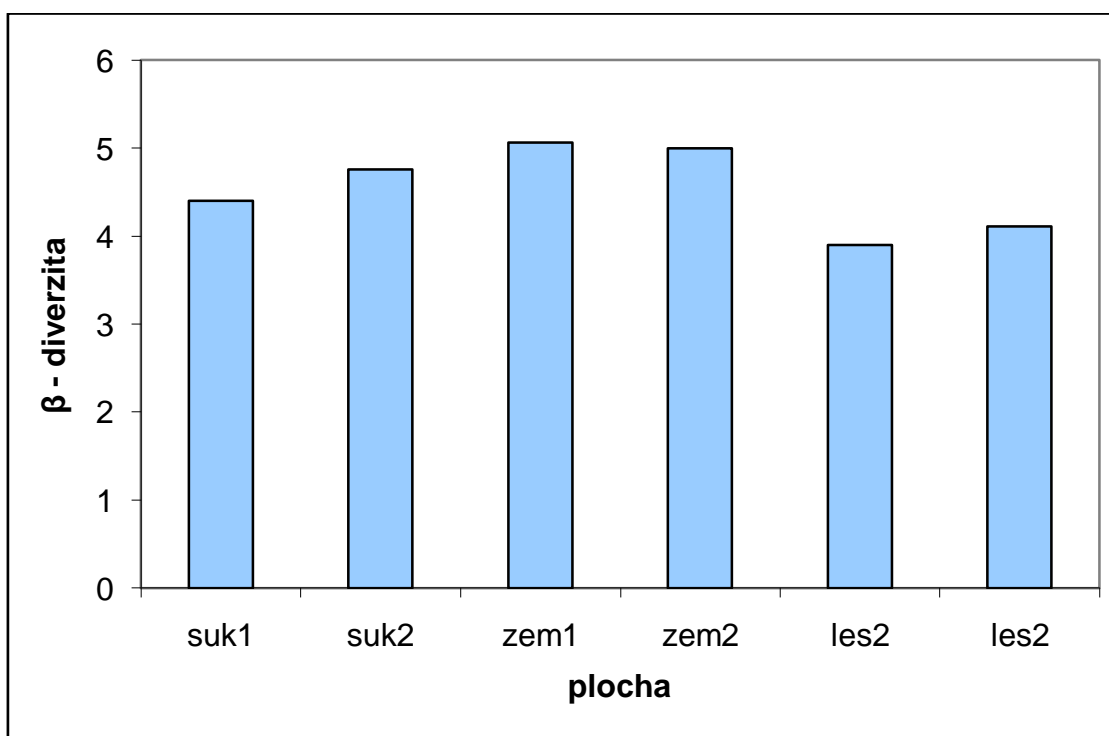


Obr. 3. Průměrné hodnoty Shannon-Wienerova indexu druhové diverzity ve snímecích na jednotlivých transektech + S.E.M. (střední chyba průměru). Analýza variance neprokázala signifikantní rozdíl mezi jednotlivými transekty.

Whittakerův index β -diverzity byl spočten a znázorněn jak s vysazenými/vysetými druhy – Obr. 4, tak bez vysazených a vysetých druhů – Obr. 5. β -diverzita, nebo-li míra odlišnosti mezi snímky, vyšla v případě s vysazenými/vysetými druhy nejvyšší u sukcesních ploch a nejnižší u ploch zemědělsky rekultivovaných. Nebylo-li počítáno s druhy vysazenými a vysetými, β -diverzita na zemědělsky rekultivovaných plochách byla nejvyšší, na plochách rekultivovaných lesnický zůstala víceméně stejná.

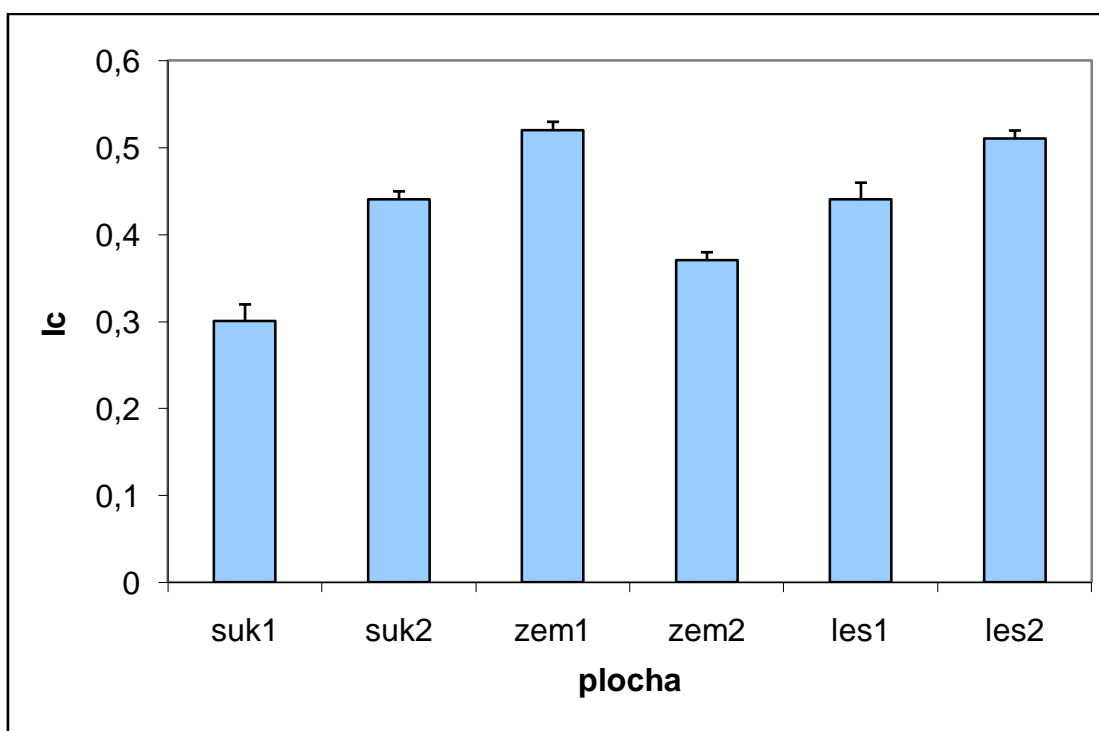


Obr. 4. Whittakerův index β -diverzity s vyšetými/vysázenými druhy

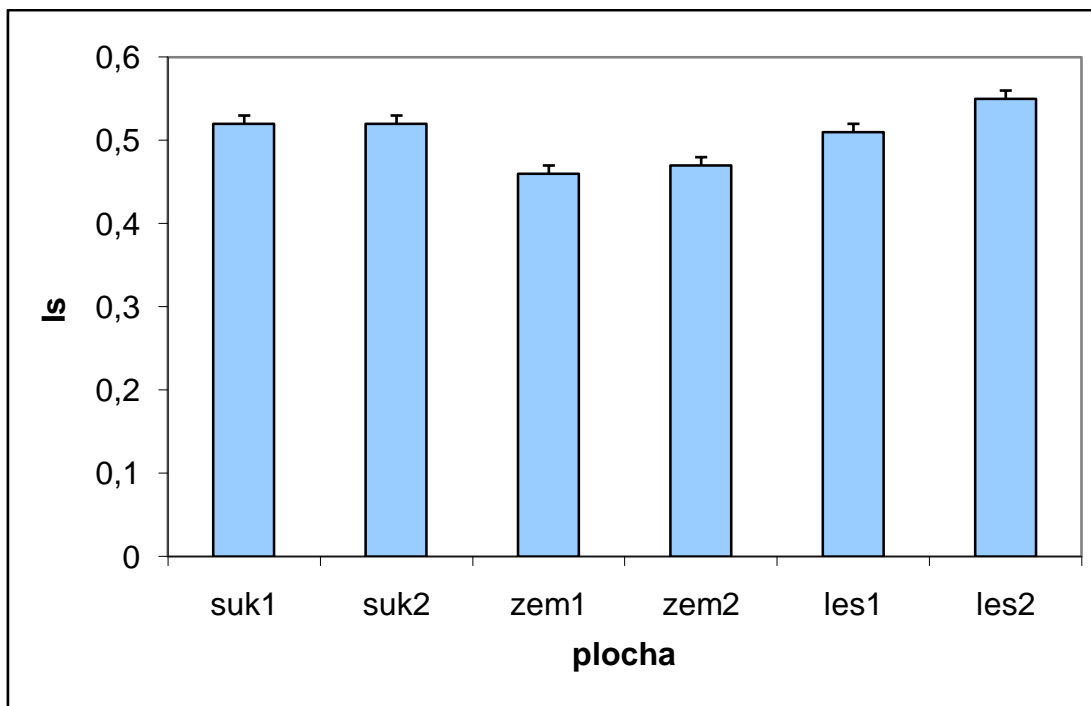


Obr. 5. Whittakerův index β -diverzity bez vysázených/vyšetých druhů

Průměrné hodnoty Czekanowského indexu mezi všemi dvojicemi snímků na transektech zobrazuje Obr. 6, průměrné hodnoty Sørensenova indexu mezi všemi dvojicemi snímků na transektech zobrazuje Obr. 7. Podle Czekanowského indexu si byly nejméně podobné snímky na mladší sukcesní ploše, nejpodobnější si byly snímky naopak na zemědělské rekultivaci a starší lesnické rekultivaci. Překvapivě si byly celkem dost podobné i snímky na starší sukcesní ploše.



Obr. 6. Průměrné hodnoty Czekanowského indexu, bylinné patro, bez vysazených/vysetých druhů. Analýza variance neprokázala signifikantní rozdíl mezi jednotlivými transekty.

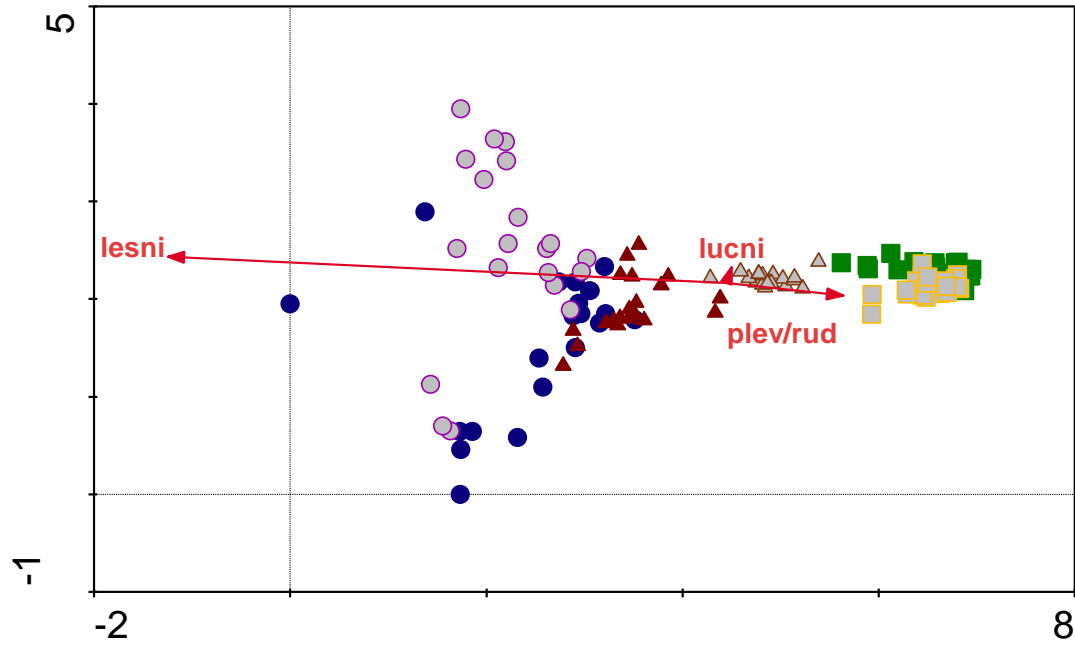


Obr. 7. Průměrné hodnoty Sørensenova indexu, bylinné patro, bez vysazených/vysetých druhů. Analýza variance neprokázala signifikantní rozdíl mezi jednotlivými transekty.

4.3. Ordinační analýzy

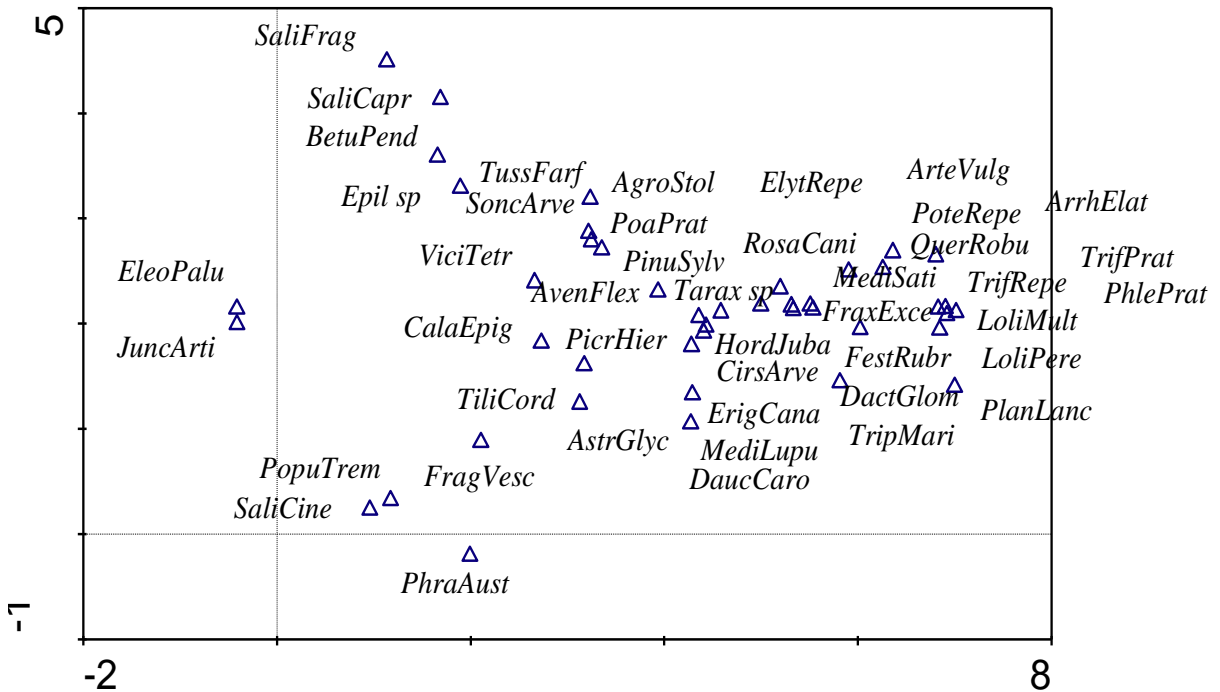
Výsledky analýzy DCA ukazuje Obr. 8 (pro snímky) a Obr. 9 (pro všechny druhy). V Obr. 8. jsou jako pasivní proměnné znázorněny kategorie druhů (luční a mokřadní, lesní, plevelné a ruderální), bez vysetých a vysazených druhů. Celková variabilita v datech je 8,63 %. První osa vysvětluje 9,7 procenta z celkové variability, délka gradientu je 6,95. Druhá osa vysvětluje 6,1 procent z celkové variability a délka gradientu je 3,95. První osa evidentně odpovídá typu zásahu – sukcesní plochy, lesnická rekultivace, zemědělská rekultivace.

Z Obr. 8 je patrné rozložení kategorií druhů na jednotlivých typech ploch. Zatímco luční a mokřadní druhy se vyskytovaly na všech typech ploch v přibližně stejném množství, lesní druhy výrazně převažovaly na sukcesních plochách, plevelné a ruderální druhy ač měly výrazné zastoupení na všech plochách, mírně převládaly na plochách zemědělsky rekultivovaných.



Obr. 8. DCA snímky a kategorie druhů jako pasivní proměnné

Vysvětlivky: (světle – starší plochy, tmavě mladší plochy; kolečka – sukcese, trojúhelníky – lesnické rekultivace, čtverečky – zemědělské rekultivace).



Obr. 9. DCA druhů

Vysvětlivky: *AcerPseu* - *Acer pseudoplatanus*, *AgroStol* – *Agrostis stolonifera*, *ArrhElat* – *Arrhenatherum elatius*, *ArteVulg* – *Artemisia vulgaris*, *AstrGlyc* – *Astragalus glycyphyllos*, *AvenFlex* – *Avenella flexuosa*, *BetuPend* – *Betula pendula*,

CalaEpig – *Calamagrostis epigejos*, *CirsArve* – *Cirsium arvense*, *DactGlom* – *Dactylis glomerata*, *DaucCaro* – *Daucus carota*, *EleoPalu* – *Eleocharis palustris*, *ElytRepe* – *Elytrigia repens*, *Epil sp* – *Epilobium sp.*, *ErigCana* – *Erigeron canadensis*, *FestRubr* – *Festuca rubra* agg, *FragVesc* – *Fragaria vesca*, *FraxExce* – *Fraxinus excelsior*, *HordJuba* – *Hordeum jubatum*, *JuncArti* – *Juncus articulatus*, *LoliMult* – *Lolium multiflorum*, *LoliPere* – *Lolium perene*, *MediLupu* – *Medicago lupulina*, *MediSati* – *Medicago sativa*, *PhlePrat* – *Phleum pratense*, *PhraAust* – *Phragmites australis*, *PicrHier* – *Picris hieracioides*, *PinuSylv* – *Pinus sylvestris*, *PlanLanc* – *Plantago lanceolata*, *PoaPrat* – *Poa pratensis*, *PoteRept* – *Potentilla reptans*, *PopuTrem* – *Populus tremula*, *QuerRobu* – *Quercus robur*, *SaliCapr* – *Salix caprea*, *SaliCine* – *Salix cinerea*, *SaliFrag* – *Salix fragilis*, *SoncArve* – *Sonchus arvensis*, *Tarax sp* – *Taraxacum sp.*, *TiliCord* – *Tilia cordata*, *TrifPrat* – *Trifolium pratense*, *TrifRepe* – *Trifolium repens*, *TussFarf* – *Tussilago farfara*, *ViciTetr* – *Vicia tetrasperma*.

5. Diskuse

Studiu spontánní sukcese na výsypkách se u nás věnovali (Prach 1987, Hodačová, Prach 2003), v zahraničí např. (Jochimsen 1987,1991, Tischew 1996, 1998, Bartha 1990). Toto téma je stále více zajímavé pro řadu autorů. Rozvíjí se snaha poukazovat na výhody spontánní sukcese oproti leckdy zbytečným a drahým technickým rekultivacím. Poslední dobou se do popředí dostávají různé metody řízené sukcese (Tischew 1998), kdy se přírodě jen mírně pomůže (např. doséváním semen druhů získaných z blízkého okolí), aby sama rychleji dosáhla stabilního vegetačního krytu. Takto vzniknou stabilní rostlinná společenstva s druhy, které jsou v daném prostředí přirozené.

Jak již bylo uvedeno, výsypky poskytují velmi variabilní a často extrémní podmínky (teplota, pH, vlhkost, substrát) nejen vegetaci, ale i ostatním organismům. Při klíčení semen na výsypkách patří k důležitým faktorům umístění semen v půdě a vlhkost (Prach 1988). Proto se vegetace na členitém mikroreliéfu výsypek nejrychleji a nejdříve rozvíjí v depresích (splach semen, vyšší vlhkost) a až později se druhy uchycují i na vyšších místech. Tímto a ještě střídáním typů půdy (písek, jíl), lze vysvětlit vyšší nepodobnost druhového složení snímků na sukcesích plochách. Oproti tomu zarovnaný terén na rekultivovaných plochách, převrstvení povrchu ornou půdou a slínovcem by mělo činit tyto plochy celkem homogenní.

Místa ponechaná spontánní sukcesí s místy lesnicky rekultivovanými již byla na Mosteckých výsypkách studována (Hodačová, Prach 2003). Bylo dokázáno, že na místech ponechaných spontánní sukcesí probíhá vývoj vegetace jinak než na místech lesnicky rekultivovaných. Na místech ponechaných spontánní sukcesí byla vyšší druhová

diverzita a nacházelo se zde až dvakrát více druhů než na místech lesnický rekultivovaných. Výsledky mé práce z Radovesické výsypky neprokázaly tak výraznou odlišnost v druhové diverzitě míst ponechaných sukcesí a míst technicky rekultivovaných. Celkové počty druhů na transektech vykazovaly rozdíly, nejvíce druhů bylo nalezeno na sukcesních plochách (53), nejméně na plochách zemědělsky rekultivovaných (38). Rozdíly mezi průměrnými počty druhů ve snímcích na transektech sice jsou, ale nikoliv statisticky signifikantní.

Je patrné, že na plochách ponechaných spontánní sukcesí 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. Na všech plochách – sukcesních i technicky rekultivovaných, byl vysoký podíl ruderalních druhů. Nejméně ruderalních druhů bylo na starší sukcesní ploše, z čehož by se dalo usuzovat na postupný úbytek těchto druhů v průběhu sukcese, což by odpovídalo všeobecně předpokládanému vývoji vegetace v průběhu sukcese (Walker, del Moral 2003, Frouz et al. 2008 aj.).

Na obou sukcesních plochách byla zaznamenána nejvyšší pokryvnost u druhů *Tussilago farfara* a klonální trávy *Calamagrostis epigejos*. Ve snímcích s vyšší vlhkostí v terénních depresích na mladé sukcesní ploše dosahoval vyšší pokryvnosti ještě *Phragmites australis*. Vyšší výskyt *Calamagrostis epigejos* v určitých sukcesních stádiích na výsypkách byl zaznamenán také např. na odvalech po těžbě černého uhlí u Nýřan (Pyšek 1983). Z výsledků lze předpokládat, že stadia s převládající *Calamagrostis epigejos* nejsou trvalá, že mohou být časem potlačena dřevinami. Vysoký výskyt *Calamagrostis epigejos* byl pozorován ještě na mladé lesnické rekultivaci, kde byl ovšem redukován častou sečí.

Nejvyšší pokryvnost na zemědělských rekultivacích měly druhy evidentně vyseté, diverzitu těchto ploch zvyšovaly ruderalní druhy.

Z dřevin na mladší sukcesní ploše převažovaly vrby a dále *Populus tremula*, na starší sukcesní ploše byla převážně *Betula pendula*. Zajímavá je úplná absence, jinak pro mostecké výsypky velmi typické dřeviny, bezu černého (*Sambucus nigra*). Nevyskytoval se na žádném transektu, ani v jeho okolí.

Na mladé lesnické rekultivaci převládaly z vysazených dřevin *Acer pseudoplatanus*, *Tilia cordata* a *Pinus sylvestris*, na starší lesnické rekultivaci pak *Acer pseudoplatanus* a *Pinus sylvestris*. Další vysazené druhy byly méně početné a

nedosahovaly tak velké pokrývnosti, např. na mladé lesnické rekultivaci *Larix decidua*, *Quercus robur* či *Populus tremula*, na starší lesnické rekultivaci pak *Quercus robur* a *Fraxinus excelsior*.

Samozřejmě jsou patrné rozdíly v druhovém složení na rekultivovaných plochách a plochách ponechaných spontánní sukcesi. Tyto rozdíly se jistě mohou časem prohlubovat, vzhledem k jiným podmínkám založení vegetace, druhovému složení a jiným podmínkám následné péče.

Rekultivace Radovesické výsypky probíhá v několika etapách, jsou vypracovány plány, podle kterých se těleso výsypky postupně rekultivuje. Probíhají lesnické, zemědělské a vodní rekultivace, dále pak ostatní rekultivace zahrnující obnovu komunikací, plochy určené k trávení volného času, rozhledové louky, arboreta vzácných dřevin a v neposlední řadě dvě plošky ponechané spontánní sukcesi.

Proces rekultivace se tradičně dělí na několik fází (Štýs 1997) na důlnětechnickou, která zahrnuje selektivní odkliz nadložních zemin, úpravu reliéfu a popřípadě meliorace (odvodnění, závlahy) a na ekotechnickou zahrnující přípravu území před výsadbou, výběr druhů k rekultivaci, výsadbu nebo výsev nových kultur a péči o založenou vegetaci.

Na Radovesickou výsypku byly jako vhodné druhy na základě složení nadložních zemin pro rekultivaci vybrány následující druhy dřevin: *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Quercus petraea*, *Tilia cordata*, *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Larix decidua*, *Ulmus laevis*, *Pinus nigra*, *Pinus sylvestris*, *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Populus tremula* a *Sorbus aucuparia* (Slavíková 2001). Svědčí to o stále přetrvávající nesmyslné snaze řadit mezi dřeviny používané při rekultivaci nepůvodní druhy (*Quercus rubra*, *Pinus nigra*).

Při realizaci zemědělských rekultivací jsou užívány dva způsoby – přímý, kdy se kultivuje přímo výsypkový substrát, nebo nepřímý, kdy je povrch převrstven vhodnější zeminou (Štýs 1997). Na Radovesické výsypce se uplatňuje tzv. nepřímá rekultivace kdy je povrch převrstven vrstvou slínovce a následně orníci. Je zde realizován tzv. meliorační agrocyklus 5-letý nebo 8-letý, během kterého jsou plochy postupně osévány travními a jetelovými směsicemi za účelem zúrodnění půdy, cílová kultura jsou trvalé travní porosty.

Ze zoologického hlediska výsypky také nezůstávají neosídleny. Sukcesí drobných savců na výsypkách se zabýval Bejček (1982, 1983). Z výsledků jeho práce vyplývá, že na sukcesních plochách se šíří epidemiologicky a zemědělsky nevídaný druh

Microtus arvalis. Tento druh po provedení lesnické rekultivace ustupuje a zvyšuje se diverzita ostatních drobných savců. Lesnická rekultivace tedy urychluje sukcesi drobných savců na výsypkách.

Výzkumem obojživelníků přímo na Radovesické výsypce se zabýval 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*). Zjištěné druhy se vyskytovaly v tzv. nebeských jezírkách, která vznikají spontánně zadržením srážkové vody v terénních depresích a při rekultivacích jsou nenávratně ničena.

Negativní vliv na vegetaci rekultivovaných i nerekulitovaných ploch má jistě vysoký výskyt spárkaté zvěře. Na Radovesické výsypce lze pozorovat silný okus dřevin. Na sukcesních plochách toto může zpomalit spontánní vývoj dřevin, pro rekultivované plochy to znamená zvýšení výdajů na následnou péči o vysázené dřeviny.

Výhod spontánní sukcese oproti technickým rekultivacím je jistě mnoho. Mezi nejvýrazněji diskutované patří nízké náklady, tvorba stabilních a přirozených ekosystémů s možným potenciálem státi se v budoucnu ekologicky cennými lokalitami a jak se ukazuje, tento vývoj nemusí trvat až tak dlouho. Estetickou stránku asi nelze hodnotit, protože každý považuje za „estetické“ něco jiného. Každopádně krajina by 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

1) Srovnání počtu druhů na plochách ponechaných sukcesi a plochách zemědělsky a lesnicky rekultivovaných ukázalo rozdíly, které ovšem nebyly statisticky signifikantní. Indexy α a β – diverzity také neprokázaly výrazně velké odlišnosti mezi jednotlivými transekty. Druhové složení těchto ploch se lišilo kvalitativně. Na sukcesních plochách se v bylinném patře nacházel nejvyšší počet lesních druhů, více než na plochách lesnicky rekultivovaných. Na starší sukcesní ploše bylo nejméně ruderálních druhů.

2) Užití spontánní sukcese při rekultivaci Radovesické výsypky považuji za velmi vhodné. Myslím, že na Radovesické výsypce je vysoký potenciál k vývoji různorodé vegetace, a je tedy zbytečné, aby se na celé ploše prováděly razantní technické rekultivace.

Z těchto důvodů v tomto případě nepovažuji za dostatečné ponechání jen necelých 5% z celé plochy výsypky spontánní sukcesi.

3) Ačkoliv jsem se na mnou zkoumaných plochách nesetkala s nepůvodními dřevinami, při dalších rekultivacích na Radovesické výsypce je s nimi počítáno, což nepovažuji za příliš vhodné. Naopak na některých plochách již lesnický rekultivovaných jsem zaznamenala pozitivní trend – a sice snahu tvořit smíšené porosty dřevin, ne jen monokultury *Pinus sylvestris* či jiných dřevin.

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 nerekulitovaných 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.
- Brenner, F. J., Werner, M., Pike, J. (1984). Ecosystem development and natural succession in surface coal mine reclamation. *Minerales and Environment* 6: 10 - 22.
- 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.

- 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.
- Herink, J., Kastner, J. (2003). Školní atlas České republiky. Kartografie Praha.
- 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.
- 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., Cooker, 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 Management* 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.
- Pyšek, A. (1983). Některé aspekty botanické asanace deponií z těžby a úpravy nerostných surovin. *Příbram ve vědě a technice: Asanace a rekultivace* 22: 166 – 172.
- 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.
- 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.
- Slavíková, J. (2001). Vyhodnocení rekultivační činnosti na vnější výsypce Radovesice a perspektivy využití půdního fondu v této lokalitě. Diplomová práce. Knihovna FŽP UJEP v Ústí nad Labem.

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

8. Přílohy

8.1. Přehled druhů a jejich pokryvnost

mladší sukcese, N 50° 32,068'; E 13° 50,279', 11.7.2008

snímek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pokryvnost E ₀ (%)	20	0	0	0	0	0	5	5	10	80	5	0	10	20	20	5	25	20	20	50
pokryvnost E ₁ (%)	50	15	35	15	5	5	30	30	8	70	60	5	80	80	85	35	60	45	55	60
pokryvnost E ₂ (%)	35	0	0	0	5	45	0	0	7	25	1	0	0,1	5	10	0	2	10	2	0
<i>Betula pendula</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Pinus sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	20	0	0,1	0	5	15	0	0	5	20	0	0	0	5	5	0	0	10	0,5	0
<i>Salix cinerea</i>	15	0	0	0	1	0,1	0	0	2	5	1	0	0,1	0,5	5	0	2	0	2	1
<i>Salix fragilis</i>	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Bromus sterilis</i>	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	20	10	20	1	1	2	7	15	0,1	5	15	5	50	50	0	20	25	40	30	20
<i>Centaureum erythraea</i>	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0,5	0	0,1	0,1	2
<i>Cirsium arvense</i>	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	1	1	15	1	0,1	2	1	1	5	1
<i>Cynoglossum officinale</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0
<i>Daucus carota</i>	0,1	1	3	1	0,1	0,2	2	0,5	1	0	1	0	3	0,1	0,1	5	2	1	1	0,5
<i>Eleocharis palustris</i> agg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
<i>Epilobium</i> sp.	0	0,1	0,1	0	0,1	0	5	3	0,2	0	0	0	0,1	0,1	1	0,5	0,1	0,1	1	2
<i>Equisetum arvense</i>	0	0	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	0	0	0	0	0	0,5	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1
<i>Eupatorium cannabinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Filago minima</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Fragaria vesca</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Geum urbanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0
<i>Hieracium pilosella</i> agg.	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0

<i>Hypochaeris radicata</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Juncus articulatus</i>	0	0	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	0	0	0	0	0
<i>Lepidium campestre</i>	0	0	0,5	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Linum catarticum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phragmites australis</i>	30	2	0	6	0,5	2	2	0,1	5	80	40	0	5	0	3	0	0	0	0	1
<i>Picris hieracioides</i>	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,5	0	0	0	0	2	5	1	0,1	1
<i>Plantago medium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
<i>Rhinanthus sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	3
<i>Rosa canina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Taraxacum sp.</i>	0	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	1
<i>Tragopogon pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium repens</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	0	0	0,1	0,1	0,1	0	0,2	1	0	0	1	0,5	0	0	0,1	0,5	0,1	0	0,1	2
<i>Tussilago farfara</i>	1	5	10	5	0,1	0,1	10	10	2	0	5	0,1	10	30	2	7	5	1	15	20
<i>Typha latifolia</i>	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vicia tetrasperma</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20	0	5	0

sukcese starší; N 50°32,793'; E 13° 50,098' ; 5.8.2008

snímek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pokryvnost E ₀ (%)	30	40	40	50	15	20	60	0	0	5	0	0	0	30	10	25	0	10	30	50
pokryvnost E ₁ (%)	75	75	15	50	25	30	90	15	5	20	5	15	65	95	90	50	25	60	85	95
pokryvnost E ₂ (%)	20	20	95	80	50	80	25	60	85	80	90	90	70	10	0,1	10	70	50	70	0
<i>Alnus glutinosa</i>	0	0	0,1	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Betula pendula</i>	20	10	20	10	50	30	0	0	80	0	20	60	40	10	0	10	50	50	60	0
<i>Picea abies</i>	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Populus tremula</i>	0	0	0	0	0	0	0	60	5	80	80	30	30	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Quercus robur</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0
<i>Salix cinerea</i>	0,1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	20	0
<i>Salix caprea</i>	0	0	50	70	10	60	25	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	20	0	0	0
<i>Salix fragilis</i>	0	0	30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Achillea millefolium</i>	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	30	20	5	10	5	10	60	0,1	1	10	5	10	25	50	70	30	25	40	40	70
<i>Carduus acanthoides</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0
<i>Centaureum erythraea</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	0,1	0,1	0	0,1	1	2	2	0	0	2	2	0	0	5	2	0	0	0	1	5
<i>Crepis biennis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Daucus carota</i>	5	2	0,1	0	0,1	0	0	5	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Epilobium sp.</i>	5	2	2	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	1
<i>Erigeron canadensis</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	1	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Eupatorium cannabinum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	5	0	0	1	0
<i>Filago minima</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,5	0
<i>Fragaria vesca</i>	0	5	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	0	0	0	5	0
<i>Geum urbanum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0,1	0	0	0	0
<i>Hypericum perforatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	5	0	0	0	0	0	0
<i>Hypochaeris radicata</i>	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Origanum vulgare</i>	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	1
<i>Phragmites australis</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	2	10	0,1	0	1	0	0	0	1	2	0	0,1	0	0,1	0	1	0	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	10	5	0	0	0	0	0

zemědělská rekultivace, N 50° 32,556; E 13° 49,029; 17.7.2008; nekoseno; svah na jih(8°)

snímek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pokryvnost E ₀ (%)	10	20	10	10	20	10	5	10	10	20	10	5	10	30	30	30	30	20	20	10
pokryvnost E ₁ (%)	85	90	70	75	90	70	55	85	95	95	95	90	90	95	95	95	90	90	75	80
<i>Arrhenatherum elatius</i>	10	20	10	10	15	20	15	15	15	15	10	20	10	15	15	20	15	20	15	10
<i>Artemisia vulgaris</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Carduus acanthoides</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	0	0	0	0	5	0	0	5	15	30	30	5	15	2	2	0	0	2	5	20
<i>Dactylis glomerata</i>	1	3	0	5	0	0	0	2	0	0	5	0	0	0	2	0	10	15	0	2
<i>Daucus carota</i>	0	0,1	0	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Elytrigia repens</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0	5	1	0	0	2	0	2	0	0
<i>Festuca rubra</i> agg.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hordeum jubatum</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	50	50	25	20	15	15	25	25	30	20	15	20	10	15	25	30	30	30	30	40
<i>Lolium perene</i>	5	5	10	15	15	5	5	10	10	15	5	5	10	10	10	5	5	10	10	5
<i>Medicago sativa</i>	0	0	1	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
<i>Melilotus officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Phleum pretense</i>	2	2	5	1	0,1	3	0	0	0	0	0	0	0	5	2	0	10	5	0	2
<i>Picris hieracioides</i>	0	0	0	1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0
<i>Plantago lanceolata</i>	0	0	0	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa trivialis</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	1	0	0
<i>Taraxacum</i> sp.	1	0	0,1	0,1	0	0,1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium campestre</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Trifolium pratense</i>	15	10	20	10	20	20	5	10	10	5	10	30	40	50	40	40	30	10	5	0,1
<i>Trifolium repens</i>	10	5	5	7	10	5	5	10	5	2	10	0	10	5	10	5	10	2	2	0
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	0	0	0	0	0,5	0	0	0	1	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Tussilago farfara</i>	0	0	0	0	10	3	2	10	10	10	15	5	0	0	10	0	0	0	15	5

zemědělská rekultivace; N 50° 32,298' E 13° 49,025'; 24.7.2008; koseno

snímek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pokryvnost E ₀ (%)	0	10	10	30	20	40	10	30	5	5	0	5	5	10	10	10	10	5	5	5
pokryvnost E ₁ (%)	95	80	75	90	95	95	95	90	95	75	90	75	95	80	95	95	95	55	80	95
<i>Achillea millefolium</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
<i>Arctium tomentosum</i>	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Artemisia vulgaris</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0
<i>Atriplex sagitata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	0,1	2	1	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0,1	2	2	0	5	0,1	2
<i>Convolvulus arvensis</i>	0,1	1	1	0	0	0	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Dactylis glomerata</i>	20	0	5	10	5	5	10	10	10	10	15	5	20	15	10	5	5	10	15	10
<i>Daucus carota</i>	0	0,1	0	5	0,1	5	1	2	20	1	0	1	5	0,1	2	1	0	0,1	0	0,1
<i>Elytrigia repens</i>	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Hordeum jubatum</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Hypochaeris radicata</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lolium multiflorum</i>	60	50	30	30	30	30	35	15	10	20	30	30	20	30	35	20	20	15	20	30
<i>Lolium perene</i>	5	5	10	10	15	20	15	5	10	15	25	10	15	15	10	20	25	5	15	20
<i>Malva sylvestris</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicago lupulina</i>	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Medicago sativa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Melilotus officinalis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Phleum pratense</i>	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	10	0	1	10	2	0	0	10
<i>Phragmites australis</i>	0	0	0	0	0	2	5	0	0,1	10	0	5	0	0	0	5	0	0	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	0	0	0	0	2	2	0	5	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
<i>Plantago lanceolata</i>	1	0	0	2	0	5	1	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0
<i>Polygonum aviculare</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla anserina</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Potentilla reptans</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	10	5
<i>Taraxacum sp.</i>	2	1	2	5	0	2	10	5	5	0	0	0	0	0	5	1	0	0,1	0	0,1
<i>Trifolium hybridum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0

<i>Trifolium pratense</i>	10	5	15	35	40	40	40	35	20	10	25	20	40	20	40	30	25	20	20	30
<i>Trifolium repens</i>	5	10	10	10	40	20	5	5	10	5	0	0	0	2	0	10	0	0	5	0
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	0	0,1	0,1	0	0,1	0	5	10	10	0	1	0	0	0,1	5	5	0	0	5	2
<i>Tussilago farfara</i>	10	0	2	0	5	2	0	1	10	5	0	5	0	0	10	10	10	2	0	10

lesní rekultivace stará; N 50°32,870' E 013°48,914'; 1.9.2008; koseno

snímek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
pokryvnost E ₀ (%)	15	10	20	25	10	20	30	10	10	0	0	0	10	10	10	10	5	10	0	10
pokryvnost E1 (%)	55	55	60	60	90	60	70	85	40	30	20	60	10	70	70	75	75	80	45	70
pokryvnost E2 (%)	40	50	60	40	50	40	35	50	60	70	60	40	70	20	50	20	20	35	30	50
rekultivační dřeviny																				
<i>Acer pseudoplatanus</i>	30	20	20	30	30	20	25	50	60	70	60	30	70	10	25	0	25	35	30	50
<i>Fraxinus excelsior</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0	0	5	0	0	0	0	10
<i>Pinus sylvestris</i>	10	30	50	15	30	30	15	5	1	0	0	15	0	0	0	10	5	5	0	0
<i>Quercus robur</i>	10	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	15	0	0	0	0
<i>Tilia cordata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Arrhenatherum elatius</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0	0
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Avenella flexuosa</i>	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
<i>Calamagrostis epigejos</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	0	0
<i>Cirsium arvense</i>	0	5	2	10	2	1	0,1	5	0	1	1	0,1	0,1	1	0	5	10	5	10	0
<i>Dactylis glomerata</i>	0,1	5	0	10	30	10	30	25	0	1	0	15	0	5	20	15	0	0	10	30
<i>Daucus carota</i>	0	0	0,1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	2	1	2	5	0
<i>Epilobium sp.</i>	0,1	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Erigeron canadensis</i>	2	0,1	1	0,1	15	0,1	5	0,1	0	0	0	10	0	1	0	0	0,1	0	0,1	0,1
<i>Festuca rubra agg.</i>	10	0	5	10	0	20	10	5	10	1	5	15	10	0	10	5	5	0	0	10
<i>Holcus lanatus</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lactuca serriola</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Lepidium campestre</i>	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	1	0,5	0,1	0	1	0	0	0,5
<i>Medicago lupulina</i>	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0
<i>Medicago sativa</i>	20	10	0	0	5	2	0	0	0,1	0	0	0,1	0	1	5	2	5	1	15	2
<i>Melilotus albus</i>	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Myosotis arvensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0
<i>Picris hieracioides</i>	0	2	5	5	10	7	5	0	1	0	1	0,1	1	0	0	0,1	5	5	1	0,1
<i>Plantago medium</i>	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Poa pratensis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	20	5	0

8.3. Fotografie Radovesické výsypky



Spontánní sukcese, přibližné stáří 10 let



Zemědělská rekultivace, přibližné stáří 10 let



Lesnická rekultivace, přibližné stáří 5 let

8.3. Plán rekultivací Radovesické výsypky

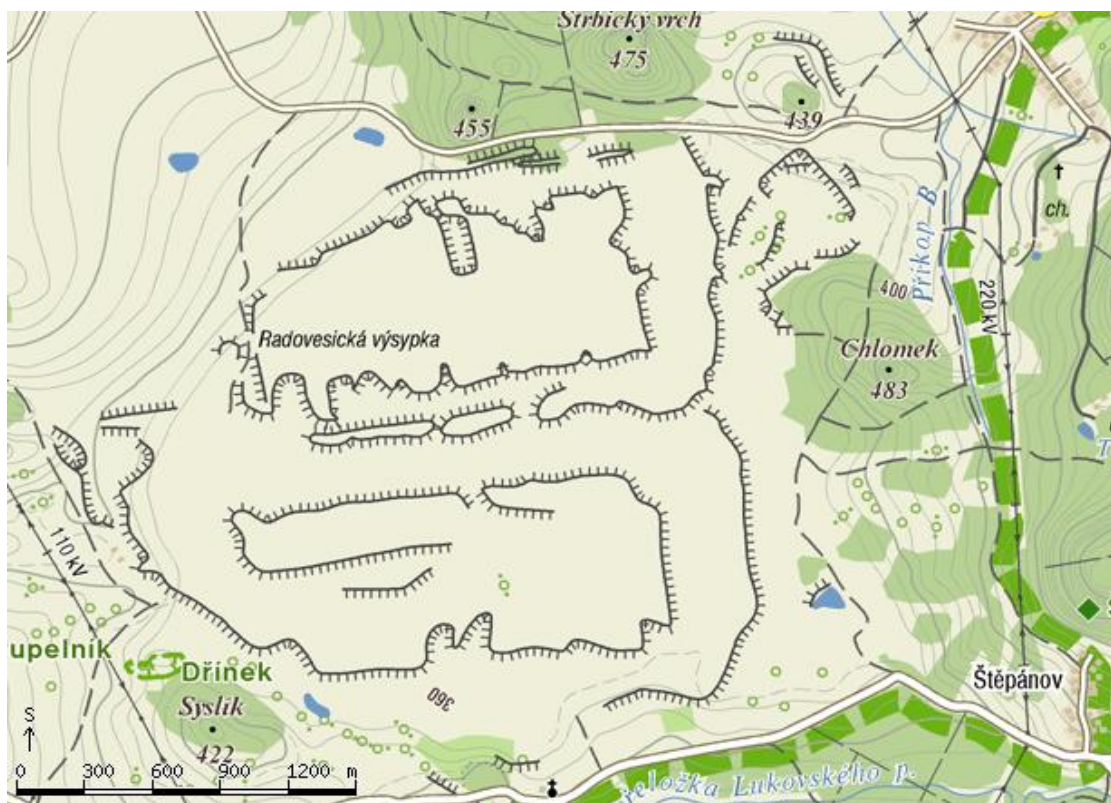


Legenda

- lesnická rekultivace
- zemědělská rekultivace
- ostatní rekultivace
- vodní rekultivace
- ostatní plochy
- rekonstrukce porostu
- obnova vodních složek krajiny
- plocha pro využití volného času
- stavební pozemky
- průmyslové zóny
- sanace

- biocentra a biokoridory
- cyklotrasy
- cyklotrasy navrhované v rámci jiných programů
- cyklotrasy provozované značené
- naučná stezka
- výhledy - rozhledy
- komunikace
- nové vodoteče
- revitalizace toků

8.4. Mapa Radovesické výsypky



8.5. Letecký snímek Radovesické výsypky

