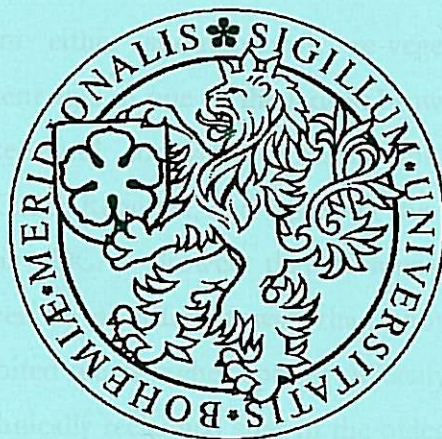


**JIHOČESKÁ UNIVERSITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
BIOLOGICKÁ FAKULTA**

MAGISTERSKÁ PRÁCE



**SPONTÁNNÍ SUKCESE VS. TECHNICKÁ REKULTIVACE
NA MOSTECKÝCH VÝSYPKÁCH**

Darina Hodačová


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

HODAČOVÁ D. (2002): Spontánní sukcese vs. technická rekultivace na mosteckých výsypkách, [Natural succession and technical reclamation on dumps from brown coal mining in the Most Basin, N.W. Bohemia, Czech Republic, M. Sc. Thesis, University of South Bohemia, Faculty of Biological Sciences, České Budějovice, in Czech]

Vegetation samples from either spontaneously re-vegetated or technically reclaimed dumps of different ages in one of the largest brown coal mining district in Europe, were analyzed and compared. The dumps are located in the northwestern part of the Czech Republic, and represent the age between 0 and 45 years. Ordination analysis (DCA) showed that technically reclaimed dumps developed their herb layer by a different way than those spontaneously re-vegetated. The latter exhibited much higher species diversity with the number of species double that of technically reclaimed sites in the oldest stages. Accelerating the vegetation development by technical reclamation was only of temporal character, while spontaneous succession proceeded further over the longer time scale. Spontaneous succession is advocated as an inexpensive and easy alternative to technical reclamation, as it leads to a more natural and rich vegetation cover. Unfortunately, technical reclamation is still the only approach considered in the present reclamation activities in this region.

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

V Českých Budějovicích dne 9.1.2002



Darina Hodačová

Poděkování:

Děkuji svému školiteli, rodině a kamarádům za podporu a pomoc a ing. Dvořákovi za získání cenných informací.

OBSAH

1. Úvod.....	1
2. Stručná charakteristika oblasti.....	2
2.1. Přírodní poměry	2
2.2. Těžba hnědého uhlí na Mostecku.....	3
3. Charakteristika mosteckých výsypek.....	4
3.1. Obecná charakteristika	4
3.2. Rekultivace	4
3.3. Popis studovaných výsypek	5
4. Metodika	7
4.1. Výběr lokalit.....	7
4.2. Sběr dat.....	8
4.3. Zpracování dat.....	8
5. Výsledky.....	10
5.1. Fytocenologické snímky	10
5.2. Počet druhů ve snímku, Shannonův index druhové diversity a pokryvnost <i>Calamagrostis epigejos</i>	12
5.3. Ordinační analýza.....	15
5.3.1. Nepřímá gradientová analýza DCA	15
5.3.2. Přímá gradientová analýza DCCA.....	16
6. Diskuse.....	17
7. Závěr	22
8. Literatura.....	23
9. Použitý software	27
10. Přílohy	28

1. ÚVOD

Během několika desetiletí byla zcela zničena původní krajina Mostecka. Bylo zbořeno a znovu postaveno město Most, byly vysídleny a zničeny desítky vesnic a na jejich místě se otevřely krátery povrchových dolů a navršily se masivy výsypek. Pro Mostecko se vžil název „měsíční krajina“.

Nicméně tento termín není nejvýstižnější, neboť na výsypkách brzy po nasypání započne proces spontánní sukcese. Vegetace výsypek je tvořena převážně ruderalními druhy, ale přesto je, zejména na starších výsypkách, přirozenější než většina vegetace okolní krajiny.

Ponechání samovolnému vývoji je jednou z možných alternativ rekultivace stanovišť nějakým způsobem narušených těžbou (LUKEN 1990, PRACH 1995). Další možností, v podstatě protipólem spontánní sukcese, je technická rekultivace spojená většinou se zalesněním, tedy lesnická rekultivace (SCHUSTER *et* HUTNIK 1987, HOLL *et* CAIRNS 1994). Pomíjím zde zemědělskou rekultivaci, neboť jejím cílem je tvorba nové orné půdy a v současnosti se na Mostecku používá jen zřídka.

Ve střední Evropě, zejména v postkomunistických zemích převažuje technický způsob rekultivace (SCHULZ *et* WIEGLEB 2000), existují i názory, že tento způsob rekultivace je jediný možný (ŠTÝS *et* BRANIŠ 1999).

Zákon o geologických pracích, v němž je zakotvena povinnost rekultivace území dotčených těžbou nerostných surovin, v tomto směru nehovoří konkrétně, využití spontánní sukcese tedy umožňuje. Na Sokolovsku již běží projekty, kde se v rámci rekultivací spontánní sukcese uplatňuje a probíhá zde intenzivní výzkum. Na Mostecku však vůči spontánní sukcesi panuje nedůvěra až nechut', ostatně následující citáty hovoří jasně:

„Bez následné úpravy by bylo území postižené těžbou dlouhodobě technogenní pustinou, ne nepodobnou pouštím, či „měsíční krajině“. Tato alternativa nepřichází v úvahu. Nedílnou součástí báňské činnosti je proto rekultivace.“ (<http://www.sdas.cz>, 1999).

„...není možné předpokládat, že by se příroda zhostila rehabilitace těžbou postižených území s dostatečnou rychlostí a v žádoucí kvalitě bez našeho přispění.“ (ŠTÝS 1996).

Nastupují tedy razantní technické zásahy a lesnická rekultivace, často s nepůvodními, někdy dokonce invazními druhy dřevin (např. *Acer negundo*, *Ailanthus altissimus*, *Populus balsamifera*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoaccacia*). Pokud některé výsypky v minulosti rekultivovány nebyly či byly rekultivovány extensivně, způsobil to většinou nedostatek finančních prostředků (PRACH *et al.* 1999).

Existuje celá řada prací, zabývajících se spontánní sukcesí (KUCZYŃSKA *et al.* 1984, WOLF 1985, PYŠEK *et* PYŠEK 1989, JOCHIMSEN 1987, 1996, PIETSCH 1996), nicméně práce, které by přímo porovnávaly plochy ponechané spontánní sukcesi s plochami rekultivovanými jsou ojedinělé (WOLF 1993, KIRMER *et* MAHN 2001).

Rozhodla jsem se tedy navázat na svoji bakalářskou práci, ve které jsem se zabývala rekultivovanými výsypkami a v této práci ověřit hypotézu, že spontánní sukcese vede na výsypkách k druhově bohatším a přírodě bližším porostům, než technická rekultivace.

Určila jsem si tyto cíle:

1. Zhodnotit vegetaci bylinného patra rekultivovaných a nerekulivovaných výsypek v oblasti Mostecka z hlediska směru a rychlosti sukcese.
2. Statisticky vyhodnotit rozdíly v počtu druhů a druhové diversitě bylinného patra na těchto výsypkách.
3. Na základě výsledků rozhodnout, zda spontánní sukcese je minimálně rovnocennou alternativou lesnické rekultivace v této oblasti.

2. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA OBLASTI

2.1. Přírodní poměry

Oblast Mostecka je součástí Severočeské hnědouhelné pánve, která se nachází v rozsáhlé příkopové propadlině mezi Krušnými horami a Českým Středoohořím, na západě je ohraničená Doupovskými horami a na východě řekou Labem. Hlavním nerostným bohatstvím této pánve je především mohutná uhelná sloj, která dosahuje mocnosti 10-25 m a místy až 35 m. Sedimentační prostor pánve vznikl hlavně v období miocénu vyklenutím masívu Krušných hor, vznikem Českého Středoohoří a Doupovských hor a to za současného poklesu dna pánve, která se začala plnit sedimenty. Základní série těchto třetihorních sedimentů je tvořena především písčnými a jílovitými usazeninami. Na toto podloží pak navazuje samotné souvrství hnědouhelných slojí, jejichž meziloží

jsou tvořena jíly, písčitymi jíly a písky. V mohutném nadložním souvrství převažují miocenní jíly až jílovce. Téměř celou terciérní výplň pánve překrývají kvartérní sedimenty tvořené různými substráty: jílovitými zvětralinami tufitů, aluviálními sedimenty, svahovými hlínami, sprašemi či eluviálními zvětralinami (MALKOVSKÝ 1985, DEMEK 1987).

Pro klimatické poměry Mostecka jsou charakteristické nízké srážky a relativně vysoké teploty vzduchu. Podle Atlasu podnebí Československé republiky (SYROVÝ 1958) lze sledované území zařadit do stupně B₂, což je mírně teplá, mírně suchá oblast, s převážně mírnou zimou. Průměrné roční srážky jsou kolem 520 mm, v oblasti nacházející se na samém úpatí Krušných hor pak kolem 660 mm. Průměrná roční teplota přesahuje 8 °C, ve vegetačním období (duben až září) 14 °C (BÁRTA *et al.* 1973).

Přírozenou vegetaci této oblasti tvoří zejména druhy dubo-habrových hájů (*Melampyro nemorosi-Carpinetum*), méně pak druhy teplomilných doubrav (*Potentillo albae-Quercetum*) (NEUHÄUSLOVÁ *et al.* 1997).

2.2. Těžba hnědého uhlí na Mostecku

Na výchozech zdejší hnědouhelné pánve se dolovalo již v 15. století (zápis v duchcovské kronice), ale vlastním začátkem uhelného hornictví v pánvi se stal teprve přelom 18. a 19. století. Uhlí bylo těženo dlouho jen ve výchozích partiích, zprvu lomově, později hlubinnými způsoby. Nástup další dějinné etapy hornictví se projevil již během 20. a 30. let 19. století. V tomto období dochází k záborům nadějných uhlonosných území a zakládáním nových dolů (BÍLEK *et al.* 1976). Těžba zdaleka nedosahovala takových rozměrů jako nyní, ale přesto se již projevily její negativní vlivy na životní prostředí: lokální znečištění ovzduší, znečišťování vodních toků důlními vodami, hromadění nadložní zeminy. Ovšem zvrát ve způsobu těžby (přechod od hlubinných dolů k rozsáhlým dolům povrchovým) a prudký vzestup jejího objemu od 40. let 20. století způsobil ekologickou katastrofu.

3. CHARAKTERISTIKA MOSTECKÝCH VÝSYPEK

3.1. *Obecná charakteristika*

První velkoplošné výsypky pocházejí z období těsně po druhé světové válce a sypány jsou dosud. Jedná se většinou o tzv. výsypky tabulové (ZAPLETAL 1968), jsou sypány velkozakladači a jejich povrch je bohatě vertikálně členitý. Převýšení výsypek nad okolní terén se pohybuje od 15 do 20 m. Substrát pochází z nadloží hnědouhelných slojí a tvoří ho převážně šedé miocénní jíly¹ (74,3%), hnědými jíly (7,0%), písky (6,6%), šterky (3,4%), jíly s uhelnou příměsí (5,4%), spraší a sprašovými hlínami (2,9%) (ŠTÝS *et* VÝBOROVÁ 1966).

Mikroklima výsypek (zvláště pak čerstvě nasypáných a dosud nepokrytých souvislou vegetací) má určité zvláštnosti. Teplota povrchových vrstev půdy je silně ovlivněna sklonem a expozicí svahu a při slunečném počasí nabývá především na jižně a jihozápadně orientovaných svazích extrémních hodnot, které mohou při vhodném sklonu svahu dosáhnout až 70 °C (JENÍK 1964). S tím souvisí i přesušení svrchních vrstev substrátu.

3.2. *Rekultivace*

Od začátku 50. let lze pozorovat postupný nárůst nákladů na rekultivace území po těžbě, včetně rekultivace výsypek. V roce 1956 to byly zhruba 2 miliony Kčs, během 40ti let se náklady vyšplhaly do výše 300 milionů Kč ročně a na této hladině setrvávají s menšími výkyvy již 10 let (ŠTÝS 1997). V dlouhodobém průměru činí náklady na rekultivaci jednoho hektaru 1 – 1,5 milionu korun.

Používají se tři základní způsoby rekultivace. Prvním způsobem je rekultivace zemědělská, tedy buď tvorba nových orných půd a zakládání zahrádkářských kolonií, nebo zakládání velkoplošných sadů a vinic. Lesnická rekultivace spočívá v zakládání nových lesních porostů, buď účelových lesů s ochrannou funkcí, či lesoparků v příměstských zónách. Naposled zmíním ještě rekultivaci hydrickou, tedy stavby vodních nádrží a vodotečí.

¹ 57% SiO₂, 16% Al₂O₃, 4% Fe₂O₃, 0,6% CaO, 0,44% P₂O₅, celkový N 0,12% (ŠTÝS 1981)

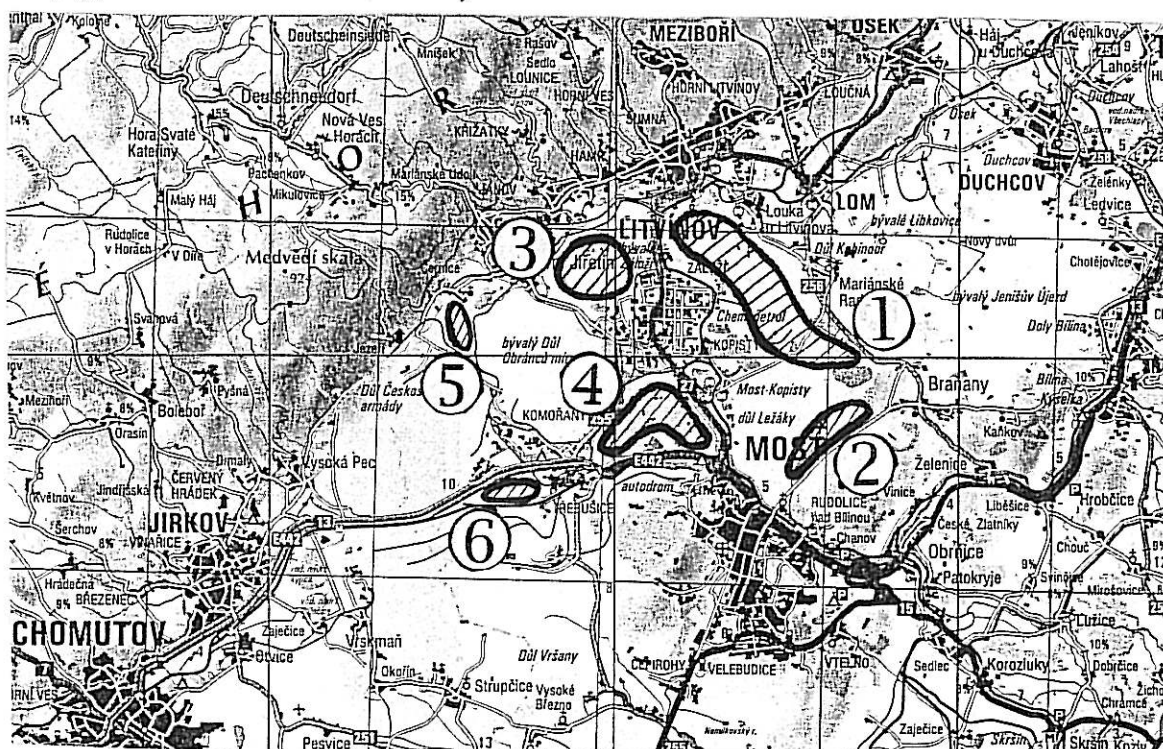
Ve své práci se zabývám pouze lesnickou rekultivací, jenž by měla vést k účelovým lesním porostům (viz kapitola 1).

Lesnická rekultivace se provádí nejčastěji 5-8 let po nasypání výsypky. Těsně před samotnou lesnickou rekultivací se provádějí terénní úpravy, úpravy vodního režimu a navážky úrodných a melioračních substrátů. Svahy výsypek jsou upravovány do sklonu kolem 10°. Při vysazování dřevin se užívá mechanizace, stromky jsou v pravidelných rozstupech sázeny do řad, přičemž se jednotlivé druhy dřevin střídají v celých řadách, nebo pruzích řad, anebo je rozmístění druhů skupinové.

3.3. Popis studovaných výsypek

Vybrané výsypky se nacházejí v oblasti zobrazené na mapě (Obr. 1 v textu a Obr. 9. v příloze). Oblast ohraničují: z jihu železniční trať Ústí nad Labem – Chomutov, ze severu bývalá železniční trať mezi Lomem u Mostu a Černicemi, ze západu důl ČSA a z východu silnice č. 256 Želenice – Lom. Jedná se vesměs o velkoplošné výsypky, jejichž substrátem jsou převážně šedé miocenní jíly. Substrát žádné z výsypek není toxický.

Obr. 1. Mapa studované oblasti, měřítko 1:200 000 (1 – Růžodolská výsypka, 2 – Střimická výsypka, 3 – Hornojřetínská výsypka, 4 – Kopistská výsypka, 5 – Albrechtická výsypka, 6 – výsypka Komořanského koridoru)



R ů ž o d o l s k á v ý s y p k a je komplex různě starých výsypek mezi Loukou u Litvínova, Litvínovem a Zálužím u Mostu o rozloze zhruba 800 ha. Až na malé výjimky je výsypka lesnicky rekultivována, ve výsadbách rozličného stáří převažuje *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*, *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior* a *Tilia cordata*.

S t ř i m i c k á v ý s y p k a (mostecká část) je celoplošně rekultivovaná. Rozkládá se východně od dolů Most a Ležáky na ploše cca 200 ha. Ve výsadbách převažuje *Alnus glutinosa*, *Acer pseudoplatanus* a *Fraxinus excelsior*, jejich stáří je 6-8 let, substrát pod staršími výsadbami je převrstven kůrou.

K o m o ř a n s k ý k o r i d o r je výsypka napravo od železniční trati Most-Chomutov, mezi zastávkami Třebošice a Kyjice. Lesnická rekultivace byla provedena před 17ti lety, převažuje *Acer negundo*, *Larix decidua* a *Sorbus aucuparia*.

H o r n o j i ř e t í n s k o u v ý s y p k u nalezneme východně od obce Horní Jiřetín. Na rozloze cca 300 ha byla v polovině 60. let provedena extensivní lesnická rekultivace. Kompletně osázeny byly pouze okraje a zbytek byl rekultivován ostrůvkovitě, bez většího zarovnávání terénních nerovností. Pro lesnickou rekultivaci byl použit *Populus* sp. (snad *P. × canadensis*), *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, aj.

A l b r e c h t i c k á v ý s y p k a je nejstarší nerekulitovanou výsypkou v oblasti. Dnes existuje jen malý zbytek této výsypky. Nasypána byla v polovině 50. let jižně od obce Černice na úpatí Krušných hor. Stromové a keřové patro zde tvoří zejména *Betula pendula*.

K o p i s t s k á v ý s y p k a byla nasypána přibližně ve stejné době jako výsypka Albrechtická, jedná se tedy o nejstarší rekultivovanou výsypku na Mostecku, přičemž lesnická rekultivace byla provedena okolo roku 1960. Vysázen byl hlavně *Fraxinus excelsior*, *Acer pseudoplatanus* a *Betula pendula*.

4. METODIKA

4.1. Výběr lokalit

Na každé výsypce byla vybrána jedna, nebo více lokalit různého sukcesního stáří. Byly vybrány pokud možno stejně staré lokality na rekultivovaných a nerektivovaných výsypkách, přičemž stáří lokalit na rekultivovaných výsypkách bylo počítáno od roku nasypání výsypky. Jejich přehled uvádí tabulka.

Výsypka	Stáří lokality	Zkratka názvu lokality
Růžodolská	1-3 roky ¹	RUN1
	6 let (rekultivováno)	RUR1
	6 let (nerektivováno) ¹	RUN2
	8 let (nerektivováno)	RUN3
	12 let (rekultivováno)	RUR2
	12 let (nerektivováno) ¹	RUN4
	22 let (nerektivováno)	RUN5
Střimická	8 let (rekultivováno)	STRR
Komořanský koridor	22 let (rekultivováno)	KKOR
Hornojřetínská	35 let (rekultivováno)	HJIR
	35 let (nerektivováno)	HJIN
Kopistská	45 let (rekultivováno)	KOPR
Albrechtická	45 let (nerektivováno)	ALBN

¹ označené lokality snímkoval před několika lety PRACH (nepublikováno), nyní již neexistují, resp. byly rekultivovány

4.2. *Sběr dat*

Na každé z lokalit (kromě snímkaných Prachem) bylo v reprezentativních částech zaznamenáno 10 fytocenologických snímků (velikost 5 × 5 m). Byla zjišťována celková pokrývnost jednotlivých pater vegetace (E_3 : stromové patro – nad 2 m, E_2 : keřové patro – 1,3 – 2 m, E_1 : bylinné patro, E_0 : mechové patro), orientace ke světovým stranám a sklon svahu. Pokrývnost jednotlivých druhů byla odhadnuta v procentech, pokrývnost menší než 1% byla označena +, druhy vzácné (1-2 jedinci ve snímku) r. U mechového patra byla pouze odhadnuta celková pokrývnost. Nomenklatura byla sjednocena podle ROTHMALERA (1994).

4.3. *Zpracování dat*

Pro zpracování fytocenologických snímků byla primární data o pokrývnosti převedena na ordinální škálu: 1-2 rostliny ve snímku (r) – 1; méně než 1% (+) – 2; méně než 5% - 3; cca 5% - 4; 5-15% - 5; 15-25% - 6; 25-50% - 7; 50-75% - 8; 75-100% - 9 (VAN DER MAAREL 1979).

Pro analýzu dat z fytocenologických snímků byly použity ordinační metody (program CANOCO for Windows ver. 4.02). Byla zvolena DCA (Detrended Correspondence Analysis), přičemž sukcesní stáří a počet druhů ve snímku byly zadány jako pasivní proměnné, a pro dokumentaci vlivu faktorů prostředí DCCA (Detrended Canonical Correspondence Analysis). Byl zjišťován vliv sukcesního stáří a rekultivace na složení vegetace bylinného patra. Ze snímků byly vyřazeny druhy evidentně vyseté a vysazené.

Statistická významnost vlivu proměnných prostředí byla testována Monte-Carlo permutačním testem (TER BRAAK 1987). Pro grafické zpracování výsledků analýz byl použit program CANODRAW ver. 3.1 (ŠMILAUER), pro úpravu grafů program CANOPOST 1.0 (ŠMILAUER 1996-97).

U všech snímků byl spočten průměrný počet druhů ve snímku a Shannonův index druhové diversity

$$H' = - \sum_{i=1}^s (N_i/N \log_2 N_i/N),$$

kde N_i je pokryvnost druhu i , N celková pokryvnost všech druhů ve snímku a S celkový počet druhů ve snímku. Dále byla spočtena průměrná pokryvnost *Calamagrostis epigejos*, absolutní a relativní (vztažená na součet pokryvností jednotlivých druhů).

Pro zjištění statistických rozdílů v počtu druhů a v Shannonově indexu druhové diversity mezi rekultivovanými a nerekulitovanými výsypkami byl použit t-test (program STATISTICA ver. 5.0). Byly spočteny korelace mezi počtem druhů ve snímku a stářím výsypky pro rekultivované i nerekulitované výsypky.

5. VÝSLEDKY

5.1. Fytcenologické snímky

Ve fytcenologických snímcích bylo zaznamenáno celkem 101 druhů vyšších rostlin v bylinném patře rekultivovaných i nerekulitovaných výsypek. Dalšíh 48 druhů se vyskytovalo pouze na nerekulitovaných výsypkách a 14 druhů pouze na výsypkách rekultivovaných (viz Tabulka 1). Celkem tedy bylo tedy zaznamenáno 163 druhů vyšších rostlin, kromě druhů vyšetých a vysazených při lesnické rekultivaci (přehled druhů používaných při lesnických rekultivacích uvádí Tabulky 5 a 6 v příloze práce). Přehled nejhojnějšíh druhů výsypek uvádí Tabulky 2 a 3.

Tabulka 1. Přehled druhů nalezených pouze na nerekulitovaných či pouze na rekultivovaných výsypkách. Nejsou zmíněny druhy vyšeté a vysazené.

Druhy vyskytující se pouze na nerekulitovaných výsypkách		Druhy vyskytující se pouze na rekultivovaných výsypkách
<i>Alchemilla</i> sp.	<i>Lamium album</i>	<i>Bromus mollis</i>
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	<i>Lapsana communis</i>	<i>Carduus crispus</i>
<i>Atriplex patula</i>	<i>Leucanthemum vulgare</i>	<i>Galium aparine</i>
<i>Atriplex rosea</i>	<i>Lysimachia vulgaris</i>	<i>Galium verum</i>
<i>Ballota nigra</i>	<i>Pimpinella saxifraga</i>	<i>Geum urbanum</i>
<i>Campanula patula</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Humulus lupulus</i>
<i>Carex muricata</i>	<i>Poa trivialis</i>	<i>Lythrum salicaria</i>
<i>Carlina vulgaris</i>	<i>Populus nigra</i> juv.	<i>Phalaris arundinacea</i>
<i>Carum carvi</i>	<i>Potentilla argentea</i>	<i>Plantago lanceolata</i>
<i>Centaurea jacea</i>	<i>Pyrus communis</i> juv.	<i>Stellaria media</i>
<i>Centaurea rhenana</i>	<i>Ranunculus repens</i>	<i>Symphytum officinale</i>
<i>Cirsium acaule</i>	<i>Rumex acetosella</i>	<i>Thlaspi arvense</i>
<i>Epilobium hirsutum</i>	<i>Rumex crispus</i>	<i>Verbascum thapsus</i>
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Sanguisorba officinalis</i>	
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Sedum telephium</i>	
<i>Euphorbia esula</i>	<i>Senecio jacobea</i>	
<i>Fragaria vesca</i>	<i>Senecio viscosus</i>	
<i>Heracleum sphondylium</i>	<i>Silene dichotoma</i>	
<i>Hieracium baubini</i>	<i>Silene nostiflora</i>	
<i>Hieracium pilosella</i>	<i>Sonchus oleraceus</i>	
<i>Holcus lanatus</i>	<i>Trifolium aureum</i>	
<i>Holcus mollis</i>	<i>Valeriana officinalis</i>	
<i>Chenopodium polyspermum</i>	<i>Viola arvensis</i>	
<i>Chenopodium strictum</i>	<i>Viola canina</i>	

Tabulka 2. Přehled nejhojnějších druhů výsypek. Vybrány byly druhy dosahující alespoň v jednom sukcesním stadiu minimálně 5% pokryvnost.

Stáří	1-3 roky		6 let		8 let		12 let		22 let		35 let		45 let	
	N	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	
<i>Agropyron repens</i>	-	0,0%	-	5,0%	0,2%	13,1%	-	-	0,1%	-	-	-	2,0%	
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	-	6,7%	-	-	3,3%	-	4,5%	-	4,0%	0,5%	10,2%	-	
<i>Artemisia vulgaris</i>	0,5%	1,0%	-	6,8%	0,0%	0,4%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	
<i>Atriplex nitens</i>	5,0%	27,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Calamagrostis epigjos</i>	-	1,6%	-	30,9%	19,2%	17,2%	15,1%	29,0%	24,2%	33,0%	53,5%	38,0%	44,0%	
<i>Carduus acanthoides</i>	0,3%	0,6%	0,2%	9,5%	0,4%	1,6%	-	1,0%	1,4%	-	-	-	-	
<i>Cirsium arvense</i>	0,1%	2,8%	2,3%	3,9%	8,6%	3,7%	6,5%	3,1%	0,2%	0,8%	0,0%	0,5%	0,1%	
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	-	0,0%	1,0%	8,2%	0,8%	-	0,5%	0,0%	4,1%	0,0%	
<i>Phalaris arrundinacea</i>	-	-	-	-	5,7%	-	-	-	-	-	-	-	0,0%	
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>	-	0,0%	-	4,4%	0,2%	1,0%	-	3,5%	4,5%	5,4%	2,8%	0,5%	2,0%	
<i>Poa pratensis</i>	-	-	-	-	-	0,2%	-	0,5%	1,5%	10,5%	0,0%	2,0%	0,1%	
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	0,0%	-	-	0,9%	0,0%	6,3%	-	3,4%	-	14,7%	6,6%	10,8%	2,6%	
<i>Senecio viscosus</i>	6,0%	0,1%	-	-	-	0,0%	-	1,3%	-	-	-	-	-	
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	0,0%	-	4,9%	0,3%	14,6%	2,1%	15,2%	0,0%	13,8%	0,0%	13,7%	0,5%	
<i>Tussilago farfara</i>	-	23,5%	-	4,8%	7,5%	5,3%	3,6%	0,6%	1,3%	0,2%	-	3,0%	0,5%	

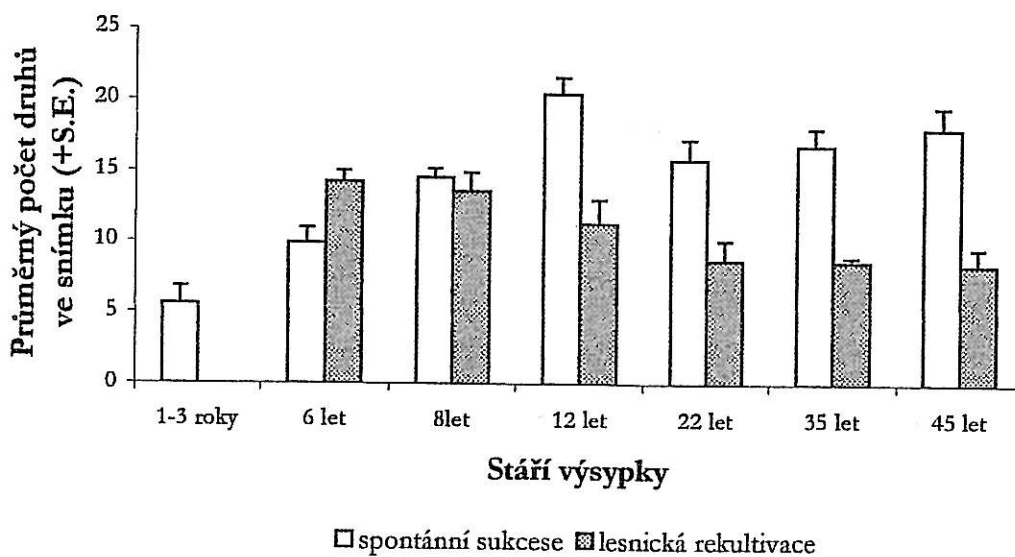
Tabulka 3. Přehled druhů, které v žádném stadiu nedosahují 5% pokryvnosti, ale alespoň v jednom stadiu se vyskytují minimálně v 2/3 snímků. Čísla udávají počet snímků, ve kterých byl druh nalezen (maximální počet snímků v jednom stadiu byl 10).

Stáří	1-3 roky		6 let		8 let		12 let		22 let		35 let		45 let	
	N	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	N	R	
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	2	1	7	-	2	3	6	1	8	1	
<i>Daucus carota</i>	-	-	7	8	1	3	3	3	2	7	-	6	-	
<i>Epilobium angustifolium</i>	4	7	-	3	-	9	1	8	-	4	-	5	1	
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	1	2	2	-	-	1	2	2	7	-	
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	10	4	8	1	2	5	2	1	1	-	1	
<i>Picris hieracioides</i>	-	1	3	6	1	3	2	8	3	8	-	5	1	
<i>Rumex acetosa</i>	-	4	-	-	-	4	1	1	-	7	-	-	-	
<i>Senecio fuchsii</i>	-	-	-	-	-	1	-	3	-	7	2	-	3	
<i>Senecio jacobaea</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	7	-	-	-	
<i>Sisymbrium loeselii</i>	2	9	5	3	3	8	2	3	-	-	-	-	-	
<i>Torilis japonica</i>	-	-	-	3	-	-	-	-	-	4	7	1	1	
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	2	8	10	7	8	5	9	6	5	-	-	1	1	

5.2. Počet druhů ve snímku, Shannonův index druhové diversity a pokryvnost *Calamagrostis epigejos*

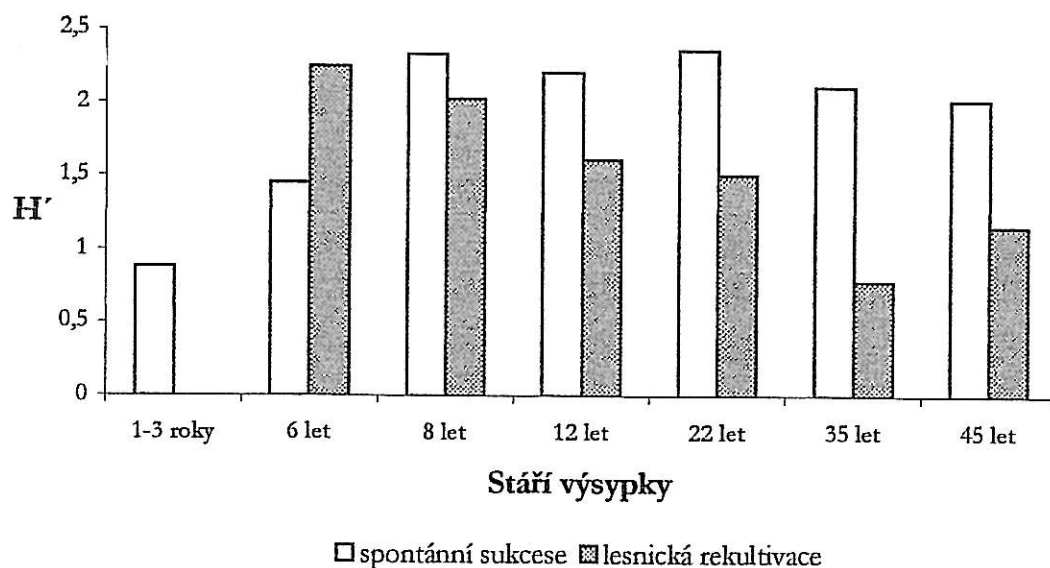
V Obr. 2 jsou výsypky seřazeny podle sukcesního stáří, znázorněny jsou průměr a standardní chyba. Je z něj patrný opačný trend pro rekultivované a nerektivované výsypky. Zatímco na nerektivovaných výsypkách počet druhů bylinného patra ve snímku se zvyšujícím se stářím výsypky vzrůstá ($p \ll 0,001$; $r = 0,458$), na rekultivovaných klesá ($p \ll 0,001$; $r = 0,539$). Rozdíly v počtu druhů ve snímku mezi rekultivovanými a nerektivovanými výsypkami v jednotlivých stádiích byly porovnány t-testem. Ve stádiích starých 12, 22, 35 a 45 let byl počet druhů na nerektivovaných výsypkách prokazatelně vyšší (12 let: $p < 0,001$, $t = -4,45$; 22 let: $p < 0,01$, $t = 3,53$; 35 let: $p \ll 0,001$, $t = 6,48$; 45 let: $p \ll 0,001$, $t = 5,07$). Ve stadiu 6 let starém byl prokazatelně vyšší počet druhů ve snímku na rekultivované výsypce ($p < 0,01$, $t = 3,26$).

Obr. 2. Průměrný počet druhů ve snímku v různých sukcesních stádiích



Průměrné hodnoty Shannonova indexu druhové diversity ukazuje Obr. 3. V sukcesních stádiích starých 35 a 45 let je druhová diversity na nerektivovaných výsypkách průkazně vyšší než na výsypkách rekultivovaných (35 let: $p < 0,001$, $t = 4,44$; 45 let: $p < 0,01$, $t = 3,57$). Ve stadiu 6 let starém byl Shannonův index druhové diversity prokazatelně vyšší na rekultivované výsypce ($p < 0,01$, $t = -3,18$).

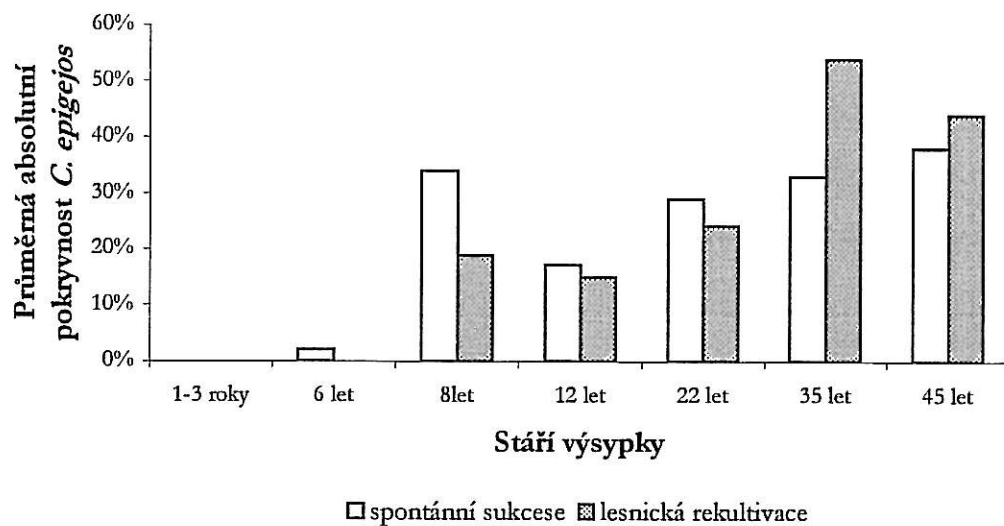
Obr. 3. Průměrné hodnoty Shannonova indexu druhové diversity v různých sukcesních stádiích



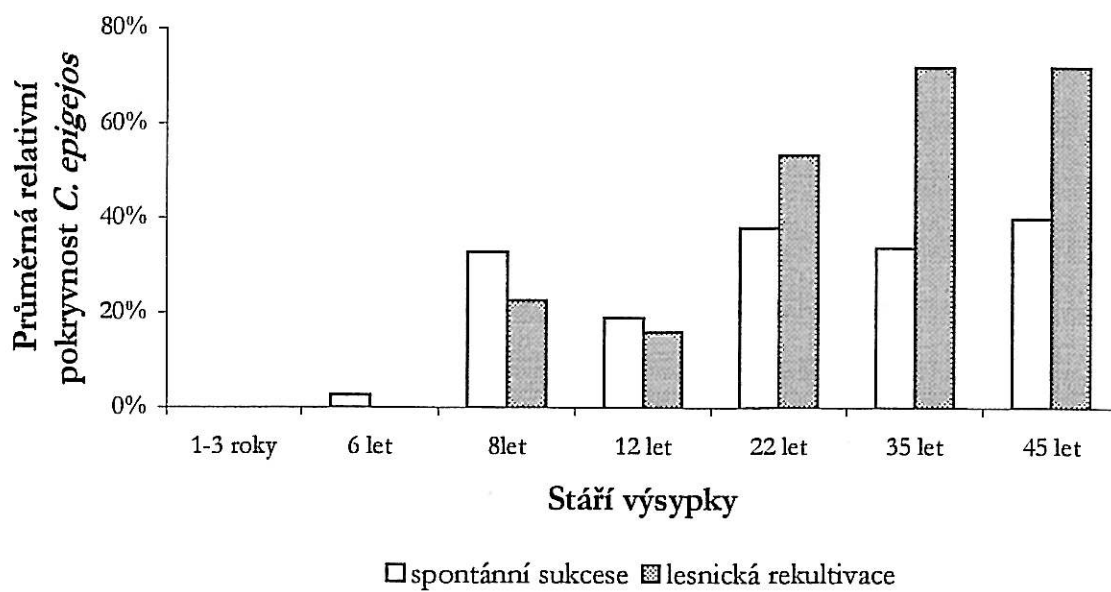
V Obr. 4 jsou znázorněny průměrné absolutní pokryvnosti *Calamagrostis epigejos*, v Obr. 5 její průměrné relativní pokryvnosti. Je patrné, že pokryvnost stoupá na rekultivovaných i nerektivovaných výsypkách.

Rozdíl mezi staršími stadii na rekultivovaných a nerektivovaných výsypkách spočívá v tom, že zatímco na nerektivovaných výsypkách je celková pokryvnost bylinného patra vysoká a *C. epigejos* zde roste ve směsi s mnoha jinými druhy, na rekultivovaných výsypkách je celková pokryvnost bylinného patra nízká a kromě *C. epigejos* zde již mnoho dalších druhů neroste. V tom také spočívá rozdíl mezi absolutní pokryvností (vztaženou na plochu snímku, viz Obr. 4) a poměrnou pokryvností *C. epigejos* na starších rekultivovaných výsypkách (viz Obr. 5).

Obr. 4. Průměrná absolutní pokryvnost *Calamagrostis epigejos* v různých sukcesních stádiích



Obr. 5. Průměrná relativní pokryvnost *Calamagrostis epigejos* v různých sukcesních stádiích

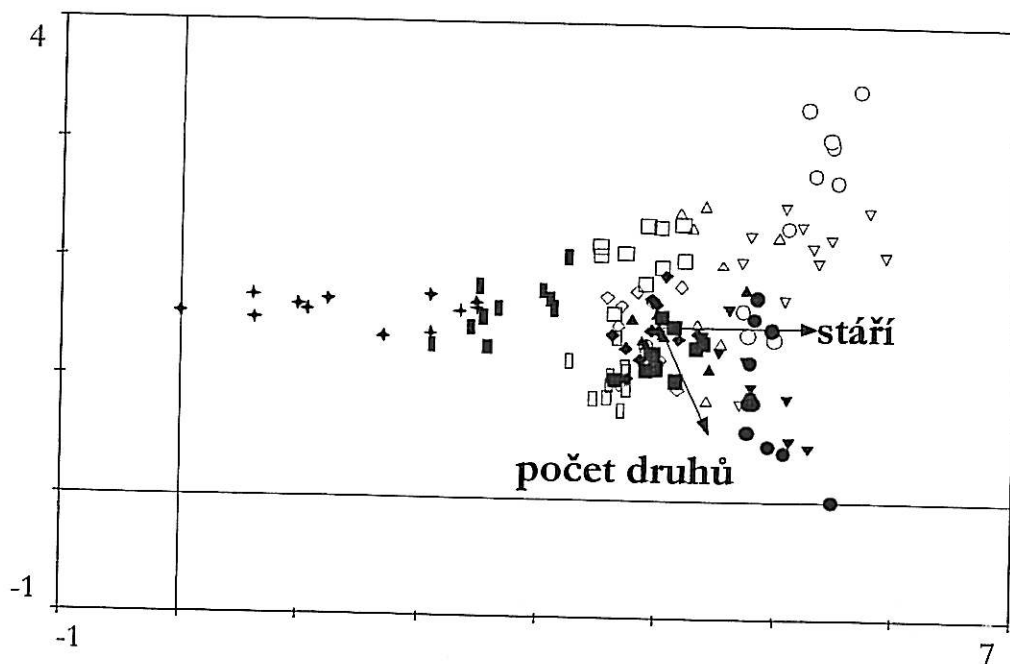


5.3. Ordinační analýza

5.3.1. Nepřímá gradientová analýza DCA

Výsledky analýzy dokumentují Obr. 6 (pro snímky) a Obr. 7 (pro druhy). Jako pasivní proměnné jsou znázorněny stáří a počet druhů. Uspořádání snímků podél první ordinační osy zhruba odpovídá sukcesnímu stáří výsypky ($r = 0,867$; *eigenvalue* 0,616), počet druhů je korelován s druhou ordinační osou ($r = 0,479$; *eigenvalue* 0,364).

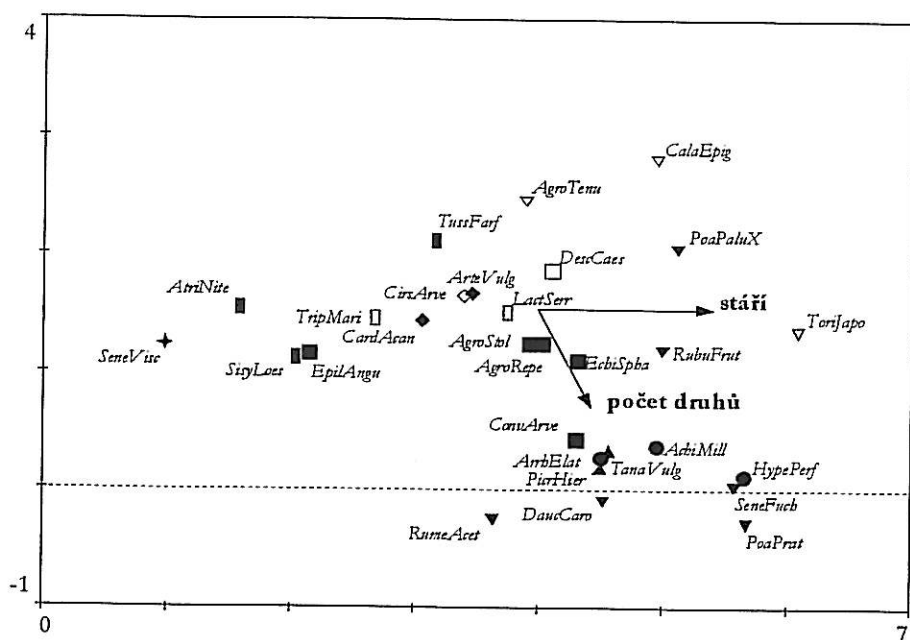
Obr. 6. DCA snímků (bílá – rekultivované výsypky, černá – nerektivované výsypky; stáří: hvězdičky – 1-3 roky, obdélníky – 4-6 let, kosočtverce – 7-11 let, čtverce – 12-20 let, trojúhelníky směřující vzhůru – 21-30 let, trojúhelníky směřující dolů – 31-45 let, kolečka – 45 a více let)



Z Obr. 6 je dobře patrný odlišný vývoj výsypky po rekultivaci. Bezprostředně po rekultivaci se krátkodobě zvyšuje počet druhů, nicméně další vývoj směřuje k druhově chudým porostům.

Rozmístění druhů podél první ordinační osy v Obr. 7 odpovídá jejich pořadí v sukcesní řadě, jednoleté druhy jsou následovány dvouletými a ty potom vytrvalými širokolistými bylinami a trávami.

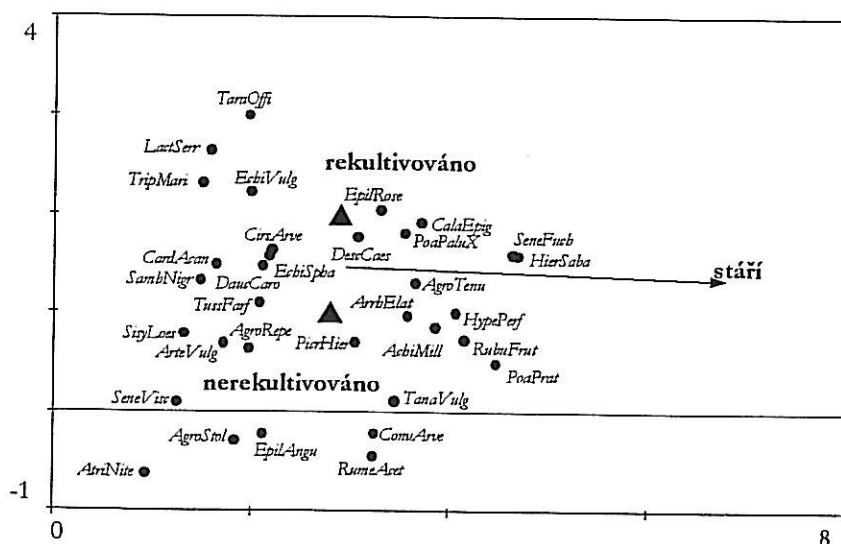
Obr. 7. DCA druhů (jednotlivé druhy jsou označeny zkratkami jmen a symboly stádií, v nichž dosáhly nejvyšší pokryvnosti – viz Obr. 4; přehled použitých zkratek uvádí Tabulka 4 v příloze)



5.3.2. Přímá gradientová analýza DCCA

Pomocí přímé gradientové analýzy jsem chtěla zjistit, zda mají sukcesní stáří a rekultivace prokazatelný vliv na složení vegetace. Výsledek dokumentuje Obr. 8. Zjistila jsem, že na vývoj vegetace má prokazatelně vliv stáří ($p = 0,001$; $F = 5,797$) i rekultivace výsypky ($p = 0,001$; $F = 3,723$).

Obr. 8. DCCA, vliv sukcesního stáří a rekultivace (trojúhelníky odpovídají centroidům rekultivováno resp. nerekulitováno)



6. DISKUSE

Výsypky po těžbě uhlí jsou velmi vhodným objektem pro studium spontánní sukcese, ostatně na toto téma existuje u nás již celá řada prací (PRACH 1987, 1989; PYŠEK 1983, 1989; VOLF 1987; aj.). Výsledky mé práce, včetně výstupů ordinační analýzy DCA, odpovídají již zjištěným údajům o průběhu primární sukcese na výsypkách. Rozložení druhů i snímků podél první osy v ordinačních diagramech je v podstatě shodné s jejich postavením v sukcesní řadě popsané v práci PRACHA (1987).

V iniciálních sukcesních stádiích převažují jednoleté druhy, zejména *Senecio viscosus*, *Polygonum lapathifolium* a zástupci čeledi *Chenopodiaceae*, jejich celková pokryvnost je velice nízká. Druhy se na výsypky šíří hlavně pomocí endozoochorie (PRACH 1987). Objevuje se *Atriplex nitens*, která zhruba po 6ti letech sukcese může tvořit rozsáhlé porosty o celkové pokryvnosti kolem 50%.

Mezi 7. a 12. rokem se zvyšuje účast druhů *Artemisia vulgaris*, *Sisymbrium loeselii* a *Carduus acanthoides*. Kolem 12. roku existence výsypky dosahuje druhová diversita maxima. Je to zřejmě způsobeno tím, že v této době vedle sebe rostou jak druhy jednoleté a dvouleté, tak druhy vytrvalé (např. *Tanacetum vulgare*, *Epilobium angustifolium*), jejichž zastoupení během následujících let (stadium 12 – 20 let) prudce stoupá. Zvyšuje se pokryvnost dřevin (*Sambucus nigra*, *Rosa canina*, *Betula pendula*) a trav. *Agropyron repens* v této době dosahuje maxima své pokryvnosti, narůstá pokryvnost *Arrhenatherum elatius* a *Calamagrostis epigejos*.

Vytrvalé trávy potom převládnu po 20. roce sukcese. Kromě *A. elatius* a *C. epigejos* se objevuje *Poa pratensis* a *Poa palustris* ssp. *xerotica*, nicméně jejich pokryvnosti nejsou nijak vysoké. Maxima pokryvnosti dosahuje *Rubus fruticosus*.

Nejstarší sukcesní stadia na mosteckých výsypkách jsou stará 45 let. Stále převažují vytrvalé trávy, dřeviny (*Betula pendula*, *Salix caprea*, *Fraxinus excelsior*) jsou pouze roztroušené, ale počet druhů je relativně vysoký (průměrně 19 druhů ve snímku). Maxima své pokryvnosti dosahuje *Hypericum perforatum* a *Achillea millefolium*, sporadicky se objevuje např. *Leucanthemum vulgare* a *Centaurea jacea*.

V terénních sníženinách se vyvinula vegetace mokřadní (v této práci nebyla analyzována), v níž převažuje *Phragmites australis*. Kromě něj je zde možno nalézt *Alisma plantago-aquatica*, *Eleocharis palustris*, *Typha angustifolia* a *Typha latifolia*, PRACH (1989) zde nalezl i *Schoenoplectus tabernaemontani* a *Sparganium emersum*.

Další vývoj vegetace je nejistý. Kompetičně silné trávy znesnadňují uchycování dalších dřevin, není tedy zcela zřejmé, zda stadium „ruderální lesostepi“ přejde ve stadium lesa. Studie z jiných oblastí střední a západní Evropy naznačují, že tento přechod je reálný. PYŠEK (1983) studoval sukcesi na odvalech po těžbě černého uhlí v okolí Nýřan. Přibližně po 120ti letech sukcese vegetace dospěla do stadia borového lesa. Haldy po těžbě antimonu na Slovensku studovala BANÁSOVÁ (1976). Stadia *Calamagrostis epigejos* zde byla v průběhu let nahrazena lesním porostem. JOCHIMSEN (1982, 1987) studovala vegetaci důlních odvalů v Porúří, kde se na nejstarších odvalech spontánně vyvinula společenstva svazu *Fagion* a *Carpinion betuli*. Lesní společenstva s *Betula pendula*, *Populus tremula* a *Sorbus aucuparia* popisuje KUCZYŃSKA *et al.* (1984) na haldách v okolí Walbrzychu.

Další vývoj vegetace na mosteckých výsypkách je tedy hypoteticky možný, pravděpodobné je však asi dlouhodobé setrvání v \pm současném stavu, snad se zvýšením účasti lučních druhů.

Nerekultivované výsypky jsou také kolonizovány mnoha druhy živočichů. Mezi nejhojnější drobné zemní savce nerekultivovaných výsypek patří v počátečních stádiích sukcese myšice křovinná (*Apodemus sylvaticus*), na nejstarších hraboš polní (*Microtus arvalis*), a kromě nich zde ještě žije norník rudý (*Clethrionomys glareolus*), rejsek obecný (*Sorex araneus*), či myšice lesní (*Apodemus flavicollis*) (BEJČEK, 1982, 1983). Nutno podotknout, že nejstarší zkoumané výsypky v práci Bejčka byly staré pouze 20 let, není tedy nic známo o současném stavu drobných zemních savců na nejstarších výsypkách Mostecka.

Tentýž autor se na výsypkách zabýval primární sukcesí ptačích společenstev (BEJČEK *et* TYRNER 1977). Nejhojnějšími druhy nerekultivovaných výsypek jsou skřivan polní (*Alauda arvensis*), bělořit šedý (*Oenanthe oenanthe*) a linduška úhorní (*Anthus campestris*). Poslední dva jmenované druhy jsou časté zejména na mladších výsypkách a jsou chráněny jako silně ohrožené. Zajímavé poznatky o sukcesi obojživelníků na výsypkách přináší diplomová práce VOJARA (2000), který zde zjistil hojný výskyt skokana skřehotavého (*Rana ridibunda*), čolka obecného (*Triturus vulgaris*) a ropuchy zelené (*Bufo viridis*), dále zde

nalezl několik jedinců ropuchy obecné (*Bufo bufo*) a blatnice skvrnité (*Pelobates fuscus*) a jednoho čolka velkého (*Triturus cristatus*). Zde musím upozornit, že výzkum byl prováděn na Radovesické výsypce, která leží na hranici CHKO České Středohoří, oblasti s velkým biologickým potenciálem, výsledky se tedy nedají příliš zobecňovat, což ovšem nic nemění na skutečnosti, že na nerektivovaných výsypkách je mnoho malých mokřadů osídlených obojživelníky a tyto mokřady jsou během rektivace nenávratně zničeny.

Vývoj vegetace na rektivovaných výsypkách se od předchozího odlišuje. Výsypky jsou rektivovány zhruba 5 – 8 let po nasypání, tedy v době, kdy se pokryvnost bylinného patra zvyšuje, rozrůstají se vytrvalé druhy a dřeviny. Kromě vegetace je zcela zničen členitý mikrorelief, svahy jsou zarovnané na sklon cca 5 – 10° a celá výsypka je odvodněna. Jsou vysázeny stromky. Tím ovšem celá rektivace nekončí. V následujících 7 – 10 letech jsou prováděny tyto zásahy (ŠTÝS 1997)

- ♦ odstraňování uschlých stromů (průměrně 35%)
- ♦ okopávání, kosení, hnojení
- ♦ ochrana sazenic kombinací chemických a mechanických prostředků

Bohužel další vývoj vegetace naznačuje, že tyto zásahy jsou z hlediska obnovy přirozeného vegetačního krytu kontraproduktivní, neboť jejich výsledkem je snížení diversity bylinného patra a zřejmě i zvýšení pokryvnosti *Calamagrostis epigejos*. Při rozsáhlých povrchových úpravách během počáteční fáze rektivace jsou oddenky *C. epigejos* rozptýleny po celém povrchu výsypky a to vzhledem k jejím značným regeneračním schopnostem (REBELE *et* LEHMAN 2001) vede k její expansi. Výsypky se 1× ročně kosí. Kosení je však prováděno až koncem léta, tedy v době zralosti semen *C. epigejos*, a pokosený porost se nechává ležet na místě. Takto uplatňovaný zásah tedy určitě nevede k omezení porostů *C. epigejos*, nehledě na to, že jedna seč za sezónu k omezení druhu nestačí (BŘEZINA 1999).

Jsou-li stromky opravdu hnojeny, jak uvádí ŠTÝS (1997), může to mít na vegetaci bylinného patra nepříznivý vliv. REDENTE *et al.* (1984) sledovali vliv hnojení na vegetaci narušených půd. Zjistili, že hnojení výsypek snižuje produkci širokolistých bylin a neovlivňuje produkci stromů a keřů, naopak zvyšuje produkci trav. Navíc se hnojení nepříznivě projevuje snižováním druhové diversity (BORNKAMM *et* HENNIG 1982).

Na nejstarších rekultivovaných výsypkách jsou v bylinném patře v současnosti téměř monotónní porosty *Calamagrostis epigejos*, občas s příměsí *Agropyron repens* a *Poa palustris* ssp. *xerotica*, v porostech s lepšími světelnými podmínkami (*Fraxinus excelsior*), v porostech s horšími světelnými podmínkami (*Acer pseudoplatanus*) často není bylinné patro vůbec vyvinuto. Ačkoli se tedy po rekultivaci počet druhů zvyšuje, má toto zvýšení pouze dočasný charakter. Na nejstarších rekultivovaných výsypkách existují sice zapojené lesní porosty, nemají však odpovídající bylinné patro. K těmto závěrům dospěla i JOCHIMSEN (1982, 1995) v Porúří.

Co se týče živočichů obývajících rekultivované výsypky, již jsem zmínila nízký výskyt obojživelníků, způsobený destrukcí jejich životního prostředí. Na rekultivovaných výsypkách je bohužel zakládáno jen velmi malé množství vodních nádrží.

Jiná je situace u malých zemních savců. Po lesnické rekultivaci se zvyšuje zastoupení lesních druhů. Ustupuje hraboš polní a častěji se objevuje rejsek obecný a myšice lesní (BEJČEK 1982, 1983).

Stejně tak se po rekultivaci zvyšuje počet lesních druhů ptáků. Na rekultivovaných výsypkách se ve větším množství objevuje pěnice (*Sylvia* sp.), linduška lesní (*Anthus trivialis*), kos černý (*Turdus merula*), drozd zpěvný (*T. philomelos*), pěnkava obecná (*Fringilla coelebs*), budníček větší (*Phylloscopus trochilus*) a sýkora koňadra (*Parus major*) (BEJČEK et TYRNER 1977), tedy vesměs běžné druhy.

Rekultivace tedy urychluje osídlování výsypek lesními druhy ptáků a drobných savců, navíc se po rekultivaci postupně zvyšuje jejich diversity. Pokud rekultivace provedena není, jsou tyto procesy značně zpomaleny, není ovšem možno říci, že nenastanou vůbec.

V neprospěch lesnické rekultivace hovoří kromě nízké diversity bylinného patra také používání nepůvodních druhů. Z 51 druhů stromů používaných při lesnických rekultivacích je celá 1/3 nepůvodní a dalších 9 druhů jsou kříženci (často nepůvodních druhů) a kultivary. Značná je také finanční náročnost rekultivací (viz kapitola 3.2).

Jako alternativa lesnické rekultivace se nabízejí dvě cesty. První možnost je ponechat zarůstání výsypky zcela v rukou přírody a do procesu spontánní sukcese vůbec nezasahovat.

Druhou možností je využití tzv. řízené sukcese (LUKEN 1990, PRACH 1995). Uvedu dvě (realizované) možnosti:

1. Extensivní rekultivace. Tento typ rekultivace byl proveden na Hornojiřetínské výsypce. Důvodem byl zřejmě nedostatek finančních prostředků. Osázeny byly jenom vnější svahy a malé plošky na tělese výsypky. Zachována byla členitost terénu. Počet druhů je v rekultivovaných částech výsypky výrazně nižší, nicméně myslím si, že je to dostatečně kompenzováno vyšším druhovým bohatstvím okolních ploch. Extensivní rekultivaci doporučuje i WOLF (1989), který navíc navrhuje převrstvovat rekultivované části lesní půdou, aby se na výsypku dostala lesní entomofauna, mikroorganismy a semena rostlin. Nicméně jeho práce se týkala výsypek po těžbě lignitu, jejichž substrát měl odlišné vlastnosti (JOCHIMSEN 1995).

2. Dosévání ruderalních druhů ze svazů *Sisymbrium*, *Dauco-Melilotion*, *Onopordion* a *Arction* (JOCHIMSEN 1987, 1996). Autorka považuje iniciální stadia sukcese za nejdůležitější pro další vývoj vegetace, proto zvolila netradiční postup dosévání druhů právě těchto stadií, čímž zvýšila jejich pokryvnost a urychlila tak rozvoj vegetace.

Experimentální studie WOLF (1989) a JOCHIMSEN (1987, 1996) vznikly v Německu, kde se 15% plochy výsypek ponechává spontánní sukcesi (WIEGLEB *et* FELINKS 2001).

7. ZÁVĚR

1. Výsledky ordinační analýzy ukazují, že vývoj vegetace bylinného patra je na rekultivovaných a nerekulitovaných výsypkách odlišný. Lesnická rekultivace sice zpočátku vývoj bylinného patra urychluje, zdá se však, že toto zrychlení má pouze dočasný charakter. Bezprostředně po rekultivaci se krátkodobě zvyšuje počet druhů, nicméně další vývoj směřuje k druhově chudým porostům. Rozmístění druhů podél první ordinační osy odpovídá jejich pořadí v sukcesní řadě, jednoleté druhy jsou následovány dvouletými a ty potom vytrvalými širokolistými bylinami a trávami. Zjistila jsem, že na vývoj vegetace má prokazatelně vliv stáří i rekultivace výsypky.

2. Na starších výsypkách (12 – 45 let) byl nalezen průkazný rozdíl v počtu druhů ve snímku mezi rekultivovanými a nerekulitovanými výsypkami. Vyšší počet druhů ve snímku byl na nerekulitovaných výsypkách. Zároveň byl nalezen průkazný rozdíl v Shannonově indexu druhové diverzity mezi nejstaršími sukcesními stadii (35 a 45 let) rekultivovaných a nerekulitovaných výsypek. Vyšší druhová diverzita byla na nerekulitovaných výsypkách.

3. Spontánní sukcese je určitě minimálně rovnocennou alternativou lesnické rekultivace. Na nerekulitovaných výsypkách sice není tak vysoké zastoupení dřevin, což je však jediná, navíc diskutabilní, nevýhoda. Členitý mikrorelief, kombinace mokřadních a xerotermních prvků na relativně malé ploše, to vše činí z výsypek velice zajímavý biotop s výskytem ohrožených druhů ptáků a obojživelníků. Vegetace nerekulitovaných výsypek je sice ruderální, nicméně je přirozenější, než na výsypkách rekultivovaných. Ostatně i mezi ruderálními druhy lze nalézt druhy vzácné a ohrožené. Postupně přibývají luční a lesní druhy.

Pro ozeleňování výsypek na Mostecku považuji za ideální extensivní rekultivaci s použitím domácích druhů dřevin, nejlépe druhy dubo-habrových hájů, tedy *Carpinus betulus*, *Quercus robur*, *Q. petraea* a *Tilia cordata*). Nejvhodnější by bylo osazovat pouze vnější svahy výsypek, vnitřní plochu výsypky ponechat spontánní sukcesí a terénní úpravy neprovádět.

8. LITERATURA

- Autoatlas Česká republika 1:200 000 (2000). Geodézie Brno a. s., Brno
- BANÁSOVÁ V. (1979): Vegetácia medených a antimónových hald. Biologické práce 1/XXII, Veda, Bratislava.
- BÁRTA Z., BRUS Z., HURNÍK S., TOBĚRNÁ V., TYRNER P. (1973): Příroda Mostecká. Severočeské nakladatelství, Most.
- BEJČEK V. (1982): Společenstva drobných zemišných savců na nerekvultivovaných a lesnický rekvultivovaných výsypkách v Mostecké pánvi. *Ms.* (kandidátská disertační práce, Knihovna PĚF UK v Praze).
- BEJČEK V. (1983): Sukcese a produktivita drobných savců na výsypkách v Mostecké pánvi. Studie ČSAV 24/83, Academia, Praha.
- BEJČEK V. *et* TYRNER P. (1977): Primary succesion 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.
- BÍLEK J., JANGL J., URBAN J. (1976): Dějiny hornictví na Chomutovsku. Vlastivědné muzeum v Chomutově.
- BORNKAMM R. *et* HENNIG U. (1982): Experimentell-ökologische Untersuchungen zur Sukzession von Ruderalen Pflanzengesellschaften auf unterschiedlichen Böden: I. Zusammensetzung der Vegetation. *Flora* 172: 267-316.
- BŘEZINA S. (1999): Šíření a omezování třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*) se zřetelem na její oddenkový systém. *Ms.* (magisterská diplomová práce, Knihovna AVČR v Českých Budějovicích).
- DEMEK J. *et al* (1987): Zeměpisný lexikon ČSR – hory a nížiny. Academia, Praha.
- DOSTÁL J. (1958): Klíč k úplné květeně ČSR. Nakladatelství ČSAV, Praha.

- HOLL K. D. *et* CAIRNS J. Jr. (1994): Vegetational community development on reclaimed coal surface mines in Virginia. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 121: 327-337.
- JENÍK J. (1964): *Geobotanika. Stručný přehled nauky o rostlinstvu*. SPN, Praha.
- JOCHIMSEN M. A. E., HARTUNG J., FISCHER I. (1995): Spontane und künstliche Begrünung der Abraumhalden des Stein- und Braunkohlenbergbaus. *Ber. d. Reih. Tüxen Ges.* 7: 69-88.
- JOCHIMSEN M. E. A. (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 Environments – Proceedings of the International Symposium Tokyo 1985*. Tokai Univ. Press, 11: 245-252.
- JOCHIMSEN M. E. A. (1996): Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. *Water, Air, and Soil Pollution* 91: 99-108.
- KIRMER A. *et* MAHN E. G. (2001): Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany. *Applied Vegetation Science* 4: 19-27.
- KUCZYŃSKA I., PENDER K., RYSZKA-JAROSZ A. (1984): Roślinność wybranych hald kopalni węgla kamiennego „Victoria“ w Wałbrzychu. *Prace Botaniczne XXVII*: 35-60
- LUKEN J. O. (1990): *Directing Ecological Succession*. Chapman & Hall, London.
- MAAREL E. VAN DER (1979): Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio, The Hague* 39: 97 – 114.
- MALKOVSKÝ M. (1985): *Geologie severočeské hnědouhelné pánve a jejího okolí*. Academia, Praha.
- NEUHÄUSLOVÁ Z. *et al.* (1997): *Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky*. Botanický ústav AVČR, Praha.

- PIETSCH W. H. O. (1996): Recolonization and development of vegetation on mine spoils following brown coal mining in Lusatia. *Water, Air and Soil Pollution* 91: 1-15.
- PRACH K. (1985): Sukcese – jeden z ústředních pojmů ekologie. *Biologické listy* 50 (3): 205-217
- PRACH K. (1987): Succession of vegetation on dumps from strip 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. (1989): Sukcese vegetace na Mosteckých výsypkách – účast jednotlivých druhů. *Severočes. Přír.* 23: 77-83.
- PRACH K. (1995): „Restaurační ekologie“, či ekologie obnovy. *Vesmír* 3: 143-144.
- PRACH K., PYŠEK P., ŠMILAUER P. (1999): Prediction of vegetation succession in human disturbed habitats using an expert system. *Restoration Ecology* 7: 15-23
- PYŠEK A. (1983): Některé aspekty botanické asanace deponií z těžby a úpravy nerostných surovin. *Hornická Příbram ve vědě a technice: Asanace a rekultivace XXII*: 166-172.
- PYŠEK A. et PYŠEK P. (1989): Vegetation der Abbaudeponien in Böhmen: Veränderungen der Artenzusammensetzung im Verlauf der Vegetationsentwicklung. *Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band XVIII*: 37-41.
- REBELE F. et LEHMANN C. (2001): Biological flora of central Europe: *Calamagrostis epigejos* (L.) Roth. *Flora* 196: 325-344.
- REDENTE E. F., DOERR T. B., GRYGIEL C. E., BIONDINI M. E. (1984): Vegetation establishment and succession on disturbed soils in Northwest Colorado. *Reclamation and Revegetation Research* 3: 153-165.
- ROTHMALER W. (1994): *Exkursionsflora von Deutschland*. Gustav Fischer Verlag Jena, Stuttgart.

- SCHULZ F. *et* WIEGLEB G. (2000): Development options of natural habitats in a post-mining landscape. *Land Degradation & Development* 11: 99-110.
- SCHUSTER W. S. *et* HUTNIK R. J. (1987): Community development on 35-year-old planted minespoil banks in Pennsylvania. *Reclamation and Revegetation Research* 6: 109-120.
- SYROVÝ *et al.* (1958): Atlas podnebí Československé republiky. Ústřední správa geodézie a kartografie, Praha.
- ŠTÝS S. (1996): Proměny měsíční krajiny. Nakladatelství Bílý slon, Praha.
- ŠTÝS S. (1997): Recultivation. Mostecká uhelná společnost, a.s., Most.
- ŠTÝS S. *et* BRANIŠ M. (1999): Czech school of land reclamation. *Acta Universitatis Carolinae – Environmentalica* 13: 99-109.
- ŠTÝS S. *et al.* (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Státní nakladatelství technické literatury, Praha.
- Topografická mapa 1:50 000, Most – sever (1989). Generální štáb ČSL.
- VOJAR J. (2000): Sukcese obojživelníků na výsypkách. *Živa* 1: 41-43.
- VOLF F. (1987): Výskyt rostlinných společenstev v emisní oblasti Severočeských hnědouhelných dolů Most a jejich význam pro životní prostředí. *M.s.* (dizertační práce, knihovna VÚRV v Praze).
- WIEGLEB G. *et* FELINKS B. (2001): Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia, Germany. *Applied Vegetation Science* 4: 5-18.
- WOLF G. (1987): Untersuchungen zur Verbesserung der forstlichen Rekultivierung im Rheinischen Braunkohlenrevier. *Natur und Landschaft* 62 (9).
- ZAPLETAL L. (1968): Geneticko – morfologická klasifikace antropogenních forem reliéfu. *Acta Univ. Palackiana Olomouensis, Fak. rer. nat.* 23: 239 – 427.

ZELENÝ V. (1999): Rostliny Bílinska. Grada Publishing, Praha.

<http://www.sdas.cz>, oficiální internetová stránka Severočeských dolů, a.s.

9. POUŽITÝ SOFTWARE

MICROSOFT CORPORATION (1985-99): MICROSOFT EXCEL 2000

STATSOFT, INC. (1997): STATISTICA for Windows [Computer program manual]. Tulsa, OK: StatSoft, Inc., 2300 East 14th Street, Tulsa, OK 74104, phone: (918) 749-1119, fax: (918) 749-2217, email: info@statsoft.com, WEB: <http://www.statsoft.com>

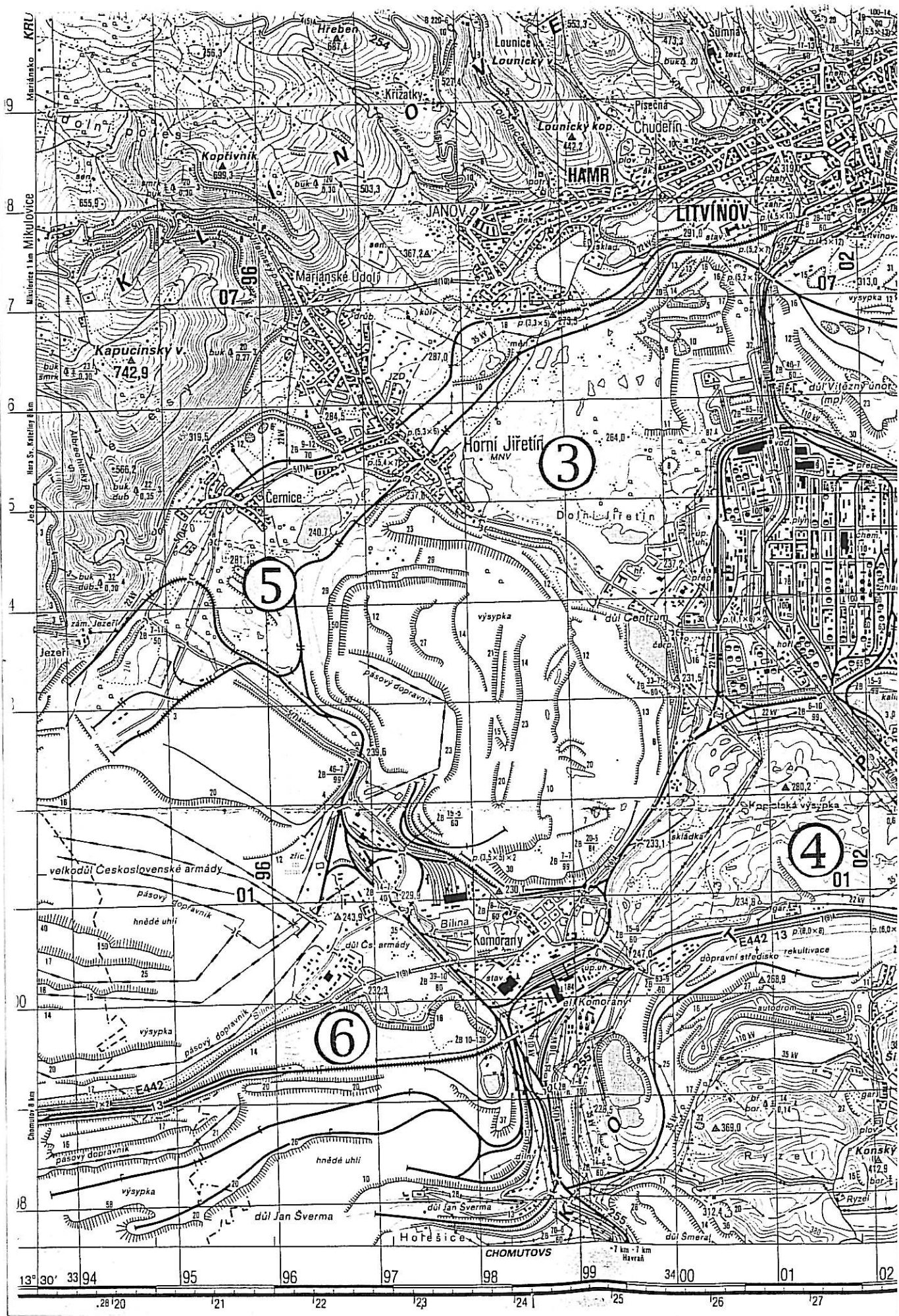
ŠMILAUER P. (1996-7): CANOPOST, ver. 1.02

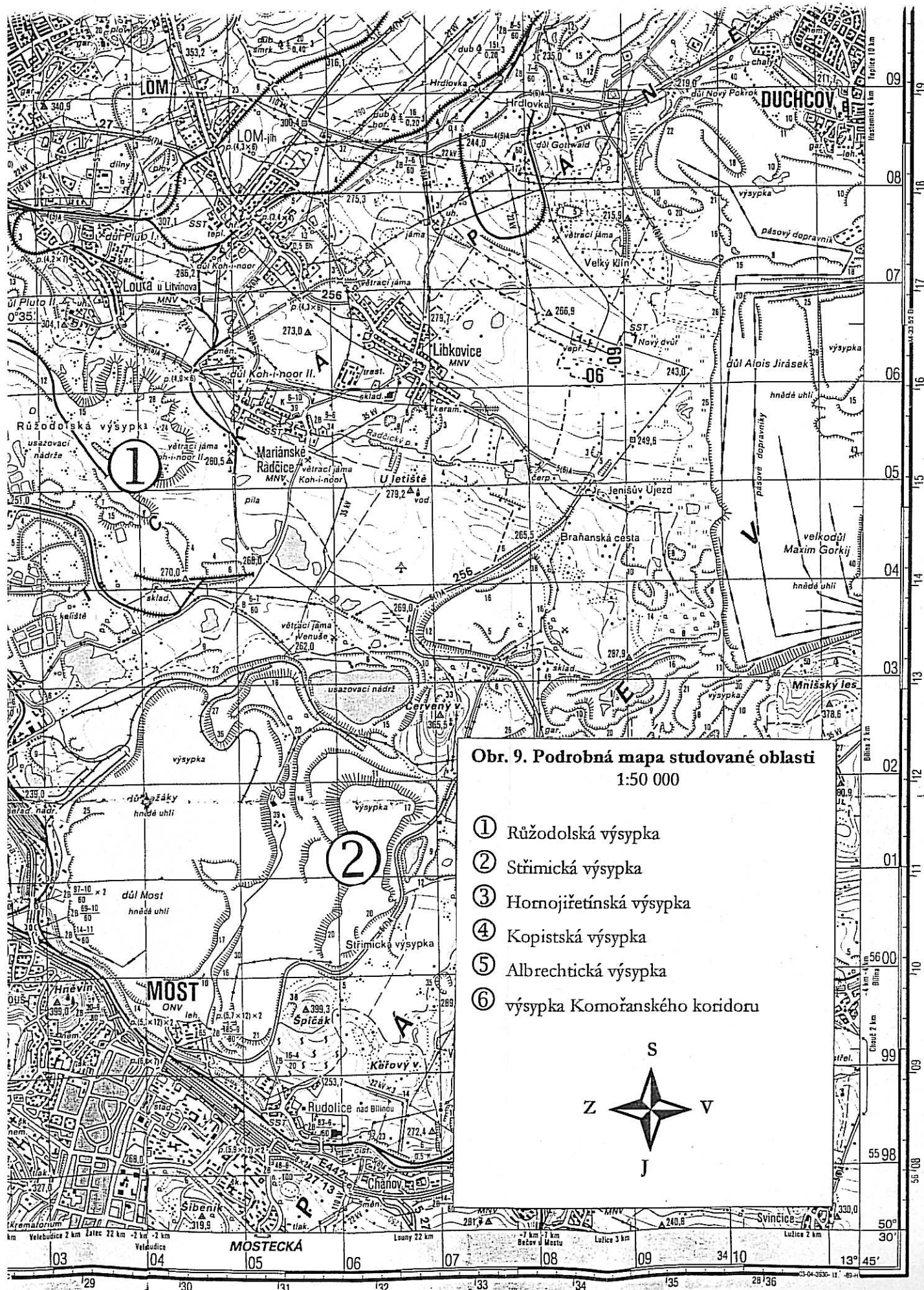
ŠMILAUER P.: CANODRAW, ver. 3.1

TER BRAAK C.J.F., ŠMILAUER P. (1997-1999): CANOCO for Windows ver. 4.02, Centre for Biometry Wageningen, CPRO-DLO, Wageningen, The Netherlands

10. PŘÍLOHY

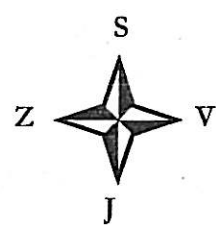
- ♦ Podrobnější mapa studovaného území
- ♦ Přehled zkratk rostlinných druhů zahrnutých do ordinační analýzy
- ♦ Druhy dřevin používaných při lesnických rekultivacích
- ♦ Přehled fytoecologických snímků
- ♦ HODAČOVÁ D. *et* PRACH K. (*in prep.*): Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation vs. spontaneous re-vegetation (článek určený pro časopis Restoration Ecology)





Obr. 9. Podrobná mapa studované oblasti
1:50 000

- ① Růžodolská výsypka
- ② Střimická výsypka
- ③ Hornojřetínská výsypka
- ④ Kopistská výsypka
- ⑤ Albrechtická výsypka
- ⑥ výsypka Komořanského koridoru



03 04 05 06 07 08 09 34 10 13° 45'

Tabulka 4. Přehled zkratkou použitých v ordinační analýze

Zkratka	Latinský název
AgroRepe	<i>Agropyron repens</i>
AgroStol	<i>Agrostis stolonifera</i>
AgroTenu	<i>Agrostis tenuis</i>
AchiMill	<i>Achillea millefolium</i>
ArrhElat	<i>Arrhenatherum elatius</i>
ArteVulg	<i>Artemisia vulgaris</i>
AtriNite	<i>Atriplex nitens</i>
CalaEpig	<i>Calamagrostis epigejos</i>
CardAcan	<i>Carduus acanthoides</i>
CirsArve	<i>Cirsium arvense</i>
ConvArve	<i>Convolvulus arvensis</i>
DaucCaro	<i>Daucus carota</i>
DescCaes	<i>Deschampsia caespitosa</i>
EchiSpha	<i>Echinops sphaerocephalus</i>
EchiVulg	<i>Echium vulgare</i>
EpilAngu	<i>Epilobium angustifolium</i>
EpilRose	<i>Epilobium roseum</i>
HierSaba	<i>Hieracium sabaudum</i>
HypePerf	<i>Hypericum perforatum</i>
LactSerr	<i>Lactuca serriola</i>
PicrHier	<i>Picris hieracioides</i>
PoaPaluX	<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>
PoaPrat	<i>Poa pratensis</i>
RubuFrut	<i>Rubus fruticosus</i> agg.
RumeAcet	<i>Rumex acetosa</i>
SambNigr	<i>Sambucus nigra</i>
SeneFuch	<i>Senecio fuchsii</i>
SeneVisc	<i>Senecio viscosus</i>
SisyLoes	<i>Sisymbrium loeselii</i>
TaraOffi	<i>Taraxacum officinale</i>
ToriJapo	<i>Torilis japonica</i>
TripMari	<i>Tripleurospermum maritimum</i>
TussFarf	<i>Tussilago farfara</i>

PŘÍLOHY

Tabulka 5. Přehled hlavních dřevin používaných pro lesnickou rekultivaci (ŠTÝS 1997)

	Druh	Původní rozšíření ¹	Zaznamenán ve snímcích
Přípravné dřeviny	<i>Robinia pseudoaccacia</i>	jihovýchod USA	ano
	<i>Populus tremula</i>		ne
	<i>Sorbus aucuparia</i>		ano
	<i>Carpinus betulus</i>		ano
	<i>Euonymus europaeus</i>		ne
	<i>Sambucus nigra</i>		pouze spontánně
	<i>Cornus alba</i>	Severní Amerika	ne
	<i>Chamaecytisus</i> sp.		ne
	<i>Hippophaë rhamnoides</i>		ne
	<i>Ribes aureum</i>	Severní Amerika	ne
	<i>Lonicera</i> sp.		ne
	<i>Ligustrum vulgare</i>		ano
	<i>Spiraea</i> sp.	kromě 1 druhu Asie, nebo Severní Amerika	ne
	Pomocné dřeviny	<i>Alnus incana</i>	
<i>Tilia</i> sp.			ano
<i>Betula</i> sp.			ano
<i>Acer negundo</i> ²		Severní Amerika	ano
<i>Ailanthus altissimus</i>		Čína	ne
<i>Salix calliantha</i> cult.			ne
<i>S. purpurea</i>			ne
<i>S. caprea</i>			pouze spontánně
<i>S. cordata</i>		Severní Amerika	ne
<i>S. daphnoides</i>			ne
<i>S. acutifolia</i>		severní Asie	ne
<i>Populus balsamifera</i>		Severní Amerika	ne
<i>P. × berlinensis</i>			ne
<i>P. × candicans</i>			ne
<i>P. trichocarpa</i>		Severní Amerika	ne
<i>P. × generosa</i>			ne
<i>Cerasus avium</i>			ne
<i>Pyrus</i> sp.		pouze spontánně	
Cílové dřeviny	<i>Alnus glutinosa</i>		ano
	<i>Quercus robur</i>		ano
	<i>Q. petraea</i>		ne
	<i>Q. rubra</i> ²	Severní Amerika	ano
	<i>Fraxinus excelsior</i>		ano
	<i>Acer pseudoplatanus</i>		ano
	<i>Populus × robusta</i>		ne
	<i>P. × serotina</i>		ne
	<i>P. × regenerata</i>		ne
	<i>P. × monilifera</i>		ne
<i>Larix decidua</i>		ano	
<i>Pinus</i> sp.		ne	

¹ pouze u druhů ve střední Evropě nepůvodních² potenciálně nebezpečné invazní druhy

PŘÍLOHY

Tabulka 6. Další dřeviny používané pro lesnickou rekultivaci. Tyto dřeviny ŠTÝS (1997) neuvádí, nicméně v letech 1999 – 2001 byly nalezeny na rekultivovaných výsypkách.

Druh	Původní rozšíření
<i>Acer campestre</i>	
<i>Acer pseudoplatanus</i> var. <i>purpurascens</i>	kultivar, ve snímcích neodlišen
<i>Acer saccharinum</i>	Východ Severní Ameriky
<i>Aesculus hippocastanum</i>	Albánie, severní Řecko
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	jižní Evropa a Asie
<i>Picea pungens</i>	Severní Amerika
<i>Symphoricarpos albus</i>	Severní Amerika
<i>Tamarix gallica</i>	jižní Evropa

PŘÍLOHY

Tabulka 7. Růžodolská výsypka, nerekvltivovaná, stáří 1-4 roky

číslo snímku	RUN1/1	RUN1/2	RUN1/3	RUN1/4	RUN1/5	RUN1/6	RUN1/7	RUN1/8	RUN1/9	RUN1/10
stáří (roky)	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
E1	1%	5%	0,01%	10%	20%	25%	20%	20%	25%	40%
<i>Agrostis tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Atriplex nitens</i>	-	-	r	-	r	10%	r	-	-	-
<i>Atriplex patula</i>	-	-	-	-	-	-	+	r	+	40%
<i>Atriplex rosea</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	+	-
<i>Carduus acanthoides</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	-	r	-	r	1%	-	-	+	3%
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	-	-	-	-	5%	+	r	1%	+
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Chenopodium polyspermum</i>	-	-	-	5%	-	5%	-	-	-	-
<i>Chenopodium strictum</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lamium album</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Poa annua</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Polygonum aviculare</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum lapathifolium</i>	+	5%	-	5%	-	-	1%	+	20%	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex crispus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rumex obtusifolius</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Sambucus nigra</i> juv.	r	-	-	-	-	+	1%	1%	3%	r
<i>Senecio viscosus</i>	+	-	-	+	20%	+	20%	20%	-	-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	1%	-
<i>Sonchus oleraceus</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	-	-	-	1%	-	1%	-	-	-	-
<i>Viola canina</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-

PŘÍLOHY

Tabulka 8. Růžodolská výsypka (u letiště), rekultivovaná, stáří 6 let

29.7.2001

číslo snímku	RUR1/1	RUR1/2	RUR1/3	RUR1/4	RUR1/5	RUR1/6	RUR1/7	RUR1/8	RUR1/9	RUR1/10
sklon, orientace ke sv. str.	0°	3° V	1° S	5° S	5° SV	5° SSV	0°	2° S	1° SZ	0°
E1	75%	75%	75%	75%	70%	60%	60%	50%	65%	30%
vysazené druhy										
<i>Acer platanoides</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	1%	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Alnus glutinosa</i>	+	+	-	-	+	1%	-	-	1%	-
<i>Betula pendula</i>	+	-	-	-	1%	-	+	-	-	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	-	-	+	-	1%	+	-	2%
<i>Quercus robur</i>	-	+	1%	+	-	+	+	+	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	+	+	+	+	-	+	-	-	1%	-
<i>Tilia cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
vyseté druhy										
<i>Dactylis glomerata</i>	15%	25%	25%	25%	40%	25%	50%	15%	+	-
<i>Lolium multiflorum</i>	25%	25%	15%	5%	10%	10%	+	1%	-	-
<i>Lolium perenne</i>	25%	25%	25%	20%	10%	20%	10%	10%	+	1%
<i>Trifolium hybridum</i>	-	-	1%	r	+	-	+	+	+	-
<i>Trifolium pratense</i>	+	1%	10%	1%	+	1%	1%	5%	-	-
ostatní druhy										
<i>Agrostis stolonifera</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Arrhenatherum elatius</i>	+	-	1%	5%	1%	-	5%	5%	30%	-
<i>Atriplex nitens</i>	-	-	-	r	r	-	-	+	-	-
<i>Bromus mollis</i>	-	-	-	+	-	-	1%	-	-	-
<i>Carduus acanthoides</i>	-	+	-	+	3%	-	-	-	5%	-
<i>Carduus crispus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	1%	+	+	2%	+	-	5%	+	-	15%
<i>Cirsium vulgare</i>	-	+	+	+	+	-	-	1%	+	-
<i>Daucus carota</i>	+	+	+	5%	-	+	-	1%	-	2%
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	2%	-
<i>Echium vulgare</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	3%
<i>Epilobium roseum</i>	-	-	-	-	+	-	+	r	-	-
<i>Hordeum jubatum</i>	+	r	-	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Lactuca serriola</i>	+	+	+	10%	+	5%	5%	2%	1%	+
<i>Lepidium campestre</i>	-	r	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Oenothera sp.</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pastinaca sativa</i>	-	-	-	-	1%	-	-	-	-	-
<i>Pbleum pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	+	+	-	-	-	-	-	-	20%	1%
<i>Plantago lanceolata</i>	-	-	-	+	-	-	-	2%	-	-
<i>Reseda lutea</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	1%
<i>Rumex obtusifolius</i>	-	-	-	-	1%	1%	1%	1%	1%	-
<i>Silene pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	+
<i>Sisymbrium loeselii</i>	+	-	-	r	1%	-	-	+	r	-
<i>Symphytum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	2%	1%	-
<i>Taraxacum officinale</i>	2%	+	-	-	2%	1%	-	1%	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+	+	+	+	10%	1%	+	1%	10%	7%
E0	-	-	-	-	-	+	-	-	-	1%

PŘÍLOHY

Tabulka 10. Střimická výsypka, rekultivovaná, stáří 8 let

3.8.2000

číslo snímku	STRR/1	STRR/2	STRR/3	STRR/4	STRR/5	STRR/6	STRR/7	STRR/8	STRR/9	STRR/10
Sklon, orientace ke sv. str.	<5° Z	<5° Z	<5° Z	<5° Z	<5° Z	<5° Z	<5° JZZ	<5° JZZ	<5° JZZ	<5° JZZ
E1	45%	75%	95%	75%	25%	45%	40%	75%	80%	65%
vysazené druhy										
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	-	-	-	-	-	7%	r	-	-	2%
<i>Alnus glutinosa</i> juv.	-	-	+	5%	-	-	5%	-	1%	-
<i>Fraxinus excelsior</i> juv.	1%	-	5%	-	3%	-	-	10%	5%	1%
<i>Quercus robur</i> juv.	-	+	-	-	+	-	+	-	-	-
vyseté druhy										
<i>Festuca rubra</i>	-	-	-	1%	-	2%	5%	40%	60%	15%
<i>Trifolium hybridum</i>	-	-	-	-	-	1%	+	+	1%	-
<i>Trifolium repens</i>	-	-	-	-	-	-	2%	-	-	-
přirozená vegetace										
<i>Agropyron repens</i>	+	-	-	-	-	2%	-	-	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctium lappa</i>	+	+	-	1%	+	-	-	-	-	1%
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	r	+	+	-	-	-	-	+
<i>Atriplex nitens</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	25%	30%	90%	10%	-	3%	+	2%	2%	30%
<i>Cardaria draba</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2%	-
<i>Carthus acanthoides</i>	-	-	-	-	1%	-	-	-	3%	-
<i>Cirsium arvense</i>	15%	7%	3%	15%	15%	10%	3%	1%	2%	15%
<i>Cirsium vulgare</i>	+	r	-	-	+	-	-	+	-	1%
<i>Dactylis glomerata</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	+	+
<i>Daucus carota</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Dipsacus silvestris</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epilobium roseum</i>	2%	-	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Festuca arrundinacea</i> ssp. uechtritziana ¹	-	-	-	-	-	-	2%	-	-	-
<i>Galeopsis tetrabit</i>	r	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Galium aparine</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hordium jubatum</i>	1%	r	-	+	-	2%	-	5%	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	-	1%	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lactuca serriola</i>	+	r	+	35%	+	1%	-	+	+	-
<i>Lolium perenne</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Myosoton aquaticum</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melilotus album</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Pbalaris arundinacea</i>	+	40%	5%	+	5%	5%	-	-	-	2%
<i>Pbleum pratense</i>	-	-	-	10%	1%	5%	5%	2%	+	5%
<i>Phragmites australis</i>	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Poa annua</i>	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-
<i>Poa palustris</i> ssp. xeratica	1%	1%	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Silene pratensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sysimbrium loeselii</i>	-	+	-	+	+	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	2%	-	-	-	-	+	-	1%	-
<i>Taraxacum officinalis</i>	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
<i>Trifolium campestre</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Trifolium dubium</i>	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+	+	10%	10%	4%	-	-	5%	+	+
<i>Tussilago farfara</i>	5%	-	-	+	-	10%	20%	25%	10%	5%
<i>Urtica dioica</i>	1%	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
E0	5%	5%	+	+	+	5%	1%	+	+	+

¹ ZELENÝ (1999)

PŘÍLOHY

Tabulka 11. Růžodolská výsypka (u letiště), nereaktivovaná, stáří 8 let

29.7.2001

číslo snímku	RUN3/1	RUN3/2	RUN3/3	RUN3/4	RUN3/5	RUN3/6	RUN3/7	RUN3/8	RUN3/9	RUN3/10
sklon, orientace ke svět. str.	0°	0°	0°	5-10° V	8° J	0°	3° JVV	0°	0°	0°
E2	5%	-	-	-	-	-	5%	-	-	-
<i>Sambucus nigra</i>	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus nigra</i>	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-
E1	100%	95%	85%	55%	95%	100%	100%	100%	90%	100%
<i>Agrostis stolonifera</i>	1%	+	10%	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Agropyron repens</i>	10%	-	5%	5%	30%	-	-	5%	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Arctium lappa</i>	-	-	-	-	-	15%	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	5%	3%	5%	+	-	15%	40%	-	+	-
<i>Atriplex nitens</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Calamagrostis epigjos</i>	60%	60%	15%	5%	10%	-	+	95%	15%	80%
<i>Candus acanthoides</i>	5%	5%	20%	5%	50%	-	10%	+	+	-
<i>Cerastium vulgare</i>	2%	-	-	-	-	1%	-	-	2%	-
<i>Cirsium arvense</i>	1%	3%	5%	5%	r	-	25%	+	2%	2%
<i>Cirsium vulgare</i>	-	r	-	-	r	5%	-	-	-	-
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	-
<i>Daucus carota</i>	+	+	+	15%	5%	+	20%	-	2%	-
<i>Dipsacus silvestris</i>	-	-	-	-	+	3%	-	-	-	-
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	15%	15%	5%	-	+	5%	5%	-	-	-
<i>Echium vulgare</i>	+	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	r	+	3%	-	-	-	-	-	-
<i>Epilobium roseum</i>	+	-	-	-	-	1%	-	-	-	-
<i>Galeopsis tetrahit</i>	-	r	-	-	-	+	-	-	-	1%
<i>Hordium jubatum</i>	-	-	-	-	-	r	-	+	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	+	+	25%	-	-	2%	-
<i>Lepidium campestre</i>	1%	1%	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linaria vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5%
<i>Lolium perenne</i>	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-
<i>Melilotus albus</i>	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Pastinaca sativa</i>	-	-	+	+	1%	15%	-	-	-	-
<i>Pbleum pratense</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	-	-	-	+	1%	+	10%	+	+	-
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>	1%	1%	5%	1%	5%	-	-	+	25%	10%
<i>Populus nigra</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene pratensis</i>	1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	-	-	-	1%	-	+	-	-	+	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	10%	5%	20%	4%	-	-	5%	-	-	10%
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	1%	+	-	-	-	3%	-
<i>Torilis japonica</i>	+	-	-	r	-	+	-	-	-	-
<i>Tragopogon pratensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	-	+	+	10%	r	5%	-	+	+	-
<i>Tussilago farfara</i>	-	15%	2%	+	+	-	25%	1%	10%	-
E0	-	-	-	5%	-	+	-	-	1%	-

PŘÍLOHY

Tabulka 12. Růžodolská výsypka, rekultivovaná, stáří 12 let

23.7.2000

číslo snímku	RUR2/1	RUR2/2	RUR2/3	RUR2/4	RUR2/5	RUR2/6	RUR2/7	RUR2/8	RUR2/9	RUR2/10
sklon, orientace ke sv. str.	0°	0°	0°	0°	0°	0°	<5° J	<5° J	<5° J	<5° J
E3	-	-	-	-	-	15%	-	-	-	-
vysazené druhy										
<i>Populus sp.</i>	-	-	-	-	-	15%	-	-	-	-
E2	5%	-	-	2%	-	-	5%	-	-	-
vysazené druhy										
<i>Alnus glutinosa</i>	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	-	-	2%	-	-	-	-	-	-
<i>Populus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-
E1	60%	70%	65%	40%	60%	85%	80%	80%	95%	80%
vysazené druhy										
<i>Acer platanoides</i> juv.	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	5%	+	1%	1%	-	-	-	-	-	-
<i>Alnus glutinosa</i> juv.	3%	2%	-	1%	-	-	-	-	-	-
<i>Carpinus betulus</i> juv.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Fraxinus excelsior</i> juv.	5%	1%	1%	-	-	+	-	+	1%	1%
<i>Larix decidua</i> juv.	-	-	1%	2%	3%	+	-	-	-	-
<i>Quercus robur</i> juv.	-	+	-	-	1%	-	-	-	-	-
<i>Quercus rubra</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia cordata</i> juv.	-	+	1%	-	+	+	5%	-	-	-
vyseté druhy										
<i>Festuca rubra</i>	50%	50%	50%	25%	40%	50%	50%	40%	20%	+
<i>Trifolium pratense</i>	-	-	r	+	+	-	-	-	-	-
pňrozeň vegetace										
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	r	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	-	1%	10%	10%	-	-	5%	30%	75%	20%
<i>Cirsium arvense</i>	12%	15%	10%	5%	1%	5%	1%	10%	5%	1%
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Dactylis glomerata</i>	+	-	-	-	r	+	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	-	-	+	-	1%	-	1%	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	+	-	-	-	-	-	2%	10%	10%	60%
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	-	-	2%	-	-	-	-	5%	-
<i>Echium vulgare</i>	-	-	+	4%	1%	-	1%	+	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Galium verum</i>	-	-	1%	1%	-	5%	1%	-	-	-
<i>Heracleum sphondylium</i>	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lactuca serriola</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	3%	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Linaria vulgaris</i>	r	10%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	+	-	-	-	-	-	1%	-	-	-
<i>Lytbrum salicaria</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Medicago lupulina</i>	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-
<i>Pbleum pratense</i>	-	-	r	+	-	-	r	+	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	-	-	-	-	-	-	+	+	-	-
<i>Plantago lanceolata</i>	-	r	+	+	+	-	-	-	-	-
<i>Polygonum lapathifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Reseda lutea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Ranex acetosa</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Silene pratensis</i>	-	-	r	+	-	-	-	-	+	-
<i>Sysimbrium loeselii</i>	-	-	-	-	1%	-	+	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	-	-	-	15%	+	5%	-	-	1%
<i>Taraxacum officinale</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Tblaspi arvense</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tragopogon pratensis</i>	-	-	r	+	-	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	1%	5%	2%	2%	+	+	+	2%	+	-
<i>Tussilago farfara</i>	+	+	5%	1%	+	30%	-	-	-	-
<i>Verbascum thapsus</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Vicia craca</i>	+	2%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia tetraspermum</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-
E0	10%	-	-	10%	5%	+	+	-	-	5%

PŘÍLOHY

Tabulka 13. Růžodolská výsypka, nerekvltivovaná, stáří 12 let

24.9.1990

číslo snímku	RUN4/1	RUN4/2	RUN4/3	RUN4/4	RUN4/5	RUN4/6	RUN4/7	RUN4/8	RUN4/9	RUN4/10
sklon, orientace ke sv. str.	10° S	0°	0°	0°	10° JV	5° Z	10° V	<5° JV	0°	0°
E3	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	10%	-	-	-	-	-	-
E2	10%	5%	-	5%	3%	21%	-	-	-	10%
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Salix caprea</i>	-	-	-	-	-	20%	-	-	-	5%
<i>Sambucus nigra</i>	10%	5%	-	5%	3%	1%	-	-	-	5%
E1	75%	95%	60%	75%	70%	90%	80%	90%	60%	75%
<i>Agrostis tenuis</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Agropyron repens</i>	30%	-	20%	50%	1%	-	5%	5%	20%	+
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	-	-	-	+	+	-	5%	+	10%
<i>Achillea millefolium</i>	-	r	1%	+	1%	-	1%	+	-	r
<i>Alchemilla</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	1%	-	1%	-	1%	-	-	-	10%	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	1%	+	1%	+	1%	-	+	+	+	+
<i>Atriplex nitens</i>	-	-	r	+	-	-	-	-	r	-
<i>Atriplex patula</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ballota nigra</i>	r	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Calamagrostis epigjos</i>	+	60%	+	1%	1%	70%	10%	+	10%	20%
<i>Canthus acanthoides</i>	10%	+	5%	+	+	r	+	-	1%	r
<i>Cirsium arvense</i>	+	5%	+	5%	1%	20%	5%	1%	+	+
<i>Convovulus arvensis</i>	10%	1%	-	-	+	-	-	-	1%	-
<i>Cynoglossum officinale</i>	r	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	-	-	+	+	-	-	-	r	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	-	-	+	+	5%	-	5%
<i>Dipsacus sylvestris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	r
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	1%	-	-	-	-	-	-	5%	10%	r
<i>Echium vulgare</i>	-	-	-	+	-	-	-	r	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	5%	5%	5%	+	5%	1%	5%	+	-	r
<i>Eupatorium cannabinum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Euphorbia cyparissias</i>	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Galeopsis tetrabit</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Galium album</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Herncleum sphondylium</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hieracium sabaudum</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	r
<i>Holcus lanatus</i>	-	-	-	1%	20%	-	-	10%	-	-
<i>Holcus mollis</i>	-	-	5%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	+
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lathyrus tuberosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Linaria vulgaris</i>	-	-	r	+	-	+	-	+	-	r
<i>Lysimachia vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Oenothera biennis</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Pbleum pratense</i>	-	-	5%	-	-	-	-	1%	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	+	-	r	-	r	-	-	-	-	-
<i>Pimpinella saxifraga</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>	-	-	-	+	-	-	10%	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	-	-	1%	-	-	-	-	+	1%	-
<i>Potentilla reptans</i>	-	-	+	-	-	-	-	5%	+	+
<i>Ranunculus repens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Reseda lutea</i>	-	-	-	+	1%	-	-	-	-	r
<i>Rosa</i> sp. juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	1%	30%	1%	10%	1%	-	-	20%	-	-
<i>Rubus idaeus</i>	-	-	-	-	-	-	30%	-	-	-
<i>Rumex acetosa</i>	1%	-	1%	+	+	-	-	-	-	-

PŘÍLOHY

Tabulka 13 (pokračování). Růžodolská výsypka, nerektivovaná, stáří 12 let

24.9.1990

číslo snímku	RUN4/1	RUN4/2	RUN4/3	RUN4/4	RUN4/5	RUN4/6	RUN4/7	RUN4/8	RUN4/9	RUN4/10
<i>Rumex obtusifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Sambucus nigra</i> juv.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Sanguisorba officinalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Senecio fuchsii</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Senecio viscosus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene dichotoma</i>	5%	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Silene noctiflora</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Silene pratensis</i>	-	-	-	-	r	-	-	+	r	-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	5%	+	+	-	+	-	+	r	5%	+
<i>Tanacetum vulgare</i>	15%	+	+	10%	40%	+	+	40%	+	40%
<i>Taraxacum officinale</i>	r	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trigopogon pratensis</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+	r	+	+	-	-	-	-	+	-
<i>Tussilago farfara</i>	+	+	30%	+	1%	-	20%	1%	1%	-
<i>Urtica dioica</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Valeriana officinalis</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia cracca</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-

PŘÍLOHY

Tabulka 14. Výsypka Komořanského koridoru, rekultivovaná, stáří 22 let

29.7.2000

číslo snímku	KKOR/1	KKOR/2	KKOR/3	KKOR/4	KKOR/5	KKOR/6	KKOR/7	KKOR/8	KKOR/9	KKOR/10
sklon, orientace ke sv. str.	10° JVV	0°	<5° SZZ	5° JVV	0°	0°	0°	20° SZZ	0°	0°
E3	35%	50%	10%	10%	10%	5%	10%	-	15%	20%
vysazené druhy										
<i>Acer negundo</i>	20%	-	2%	-	10%	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	-	10%	10%	-	10%
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	-	-	-	-	-	10%	10%	-
<i>Larix decidua</i>	10%	30%	2%	10%	-	-	2%	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	5%	20%	5%	-	-	5%	-	-	5%	-
<i>Tilia cordata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E2	5%	-	-	12%	2%	15%	7%	-	10%	10%
vysazené druhy										
<i>Acer pseudoplatanus</i>	+	-	-	10%	-	2%	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	5%	-
<i>Quercus robur</i>	-	-	-	-	2%	-	-	-	-	-
<i>Ribes aureum</i>	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-
<i>Sorbus aucuparia</i>	3%	-	-	2%	-	-	-	-	-	-
<i>Symphoricarpos albus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tilia platyphyllos</i>	-	-	-	-	-	15%	7%	-	-	-
E1	35%	20%	60%	40%	40%	20%	40%	40%	50%	40%
<i>Acer negundo</i> juv.	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	-	1%	r	-	-	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	5%	-	-	10%	-	+	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	r	-	+	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	+	15%	50%	2%	20%	-	25%	40%	50%	40%
<i>Carduus acanthoides</i>	1%	+	1%	1%	5%	1%	5%	+	+	+
<i>Cerastium vulgare</i>	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	+	r	-	-	-	2%	-	-	-	-
<i>Coryca canadensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	+	-	-	10%	-	-	-	-	-	-
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	-	-	+	r	+	-	-	-	-
<i>Echium vulgare</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Epilobium roseum</i>	-	+	-	5%	-	-	-	-	-	-
<i>Festuca rubra</i>	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hieracium sabaudum</i>	-	-	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	-	-	-	-	-	2%	-	-	-	-
<i>Lactuca scariola</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Lapsana communis</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myosotis arvense</i>	-	-	-	+	-	2%	-	-	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa compressa</i>	5%	-	5%	+	-	5%	+	-	-	-
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>	10%	5%	5%	20%	5%	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	10%	-	-	-	5%	-	-	-	-	-
<i>Quercus petraea</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Symphoricarpos albus</i> juv.	-	-	-	-	-	1%	-	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	+	-	-	-	-	-	10%	-	1%	-
<i>Tamoxacum officinale</i>	1%	-	-	1%	10%	5%	5%	+	-	-
<i>Trifolium arvense</i>	-	-	-	-	-	5%	-	r	-	-
<i>Trifolium dubium</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+	r	-	+	-	+	+	-	-	-
<i>Tussilago farfara</i>	-	5%	-	+	5%	1%	-	-	1%	1%
E0	5%	-	-	50%	-	40%	15%	+	-	-

PŘÍLOHY

Tabulka 15. Růžodolská výsypka (u Koh-i-nooru), nerektivovaná, stáří 22 let

29.7.2001

číslo snímku	RUN5/1	RUN5/2	RUN5/3	RUN5/4	RUN5/5	RUN5/6	RUN5/7	RUN5/8	RUN5/9	RUN5/10
sklon, orientace ke sv. str.	0°	1° JV	5° J	0°	0°	12° JJV	<5° S	0°	0°	0°
E3	7%	10%	-	-	60%	-	15%	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	10%	-	-	60%	-	-	-	-	-
<i>Crataegus monogyna</i>	7%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Salix caprea</i>	-	-	-	-	-	-	15%	-	-	-
E1	75%	60%	60%	85%	50%	80%	85%	70%	65%	70%
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	5%	-	+	+	-	-	-	-	1%
<i>Agrostis tenuis</i>	3%	4%	-	-	3%	-	-	6%	1%	-
<i>Achillea millefolium</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	5%
<i>Arrhenatherum elatius</i>	5%	+	+	-	1%	15%	+	5%	-	10%
<i>Artemisia vulgaris</i>	1%	-	-	-	1%	1%	-	-	-	+
<i>Calamagrostis epigejos</i>	15%	10%	50%	50%	10%	20%	60%	40%	10%	25%
<i>Carduus acanthoides</i>	5%	+	+	1%	-	-	4%	-	-	-
<i>Cirsium acule</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	5%	2%	3%	+	+	5%	2%	5%	4%	5%
<i>Cirsium vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3%
<i>Comomnulus arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	15%	5%	-	-
<i>Coryza canadensis</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Crataegus monogyna</i> juv.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	+	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	6%	-	-	-	-	2%	+
<i>Echium vulgare</i>	+	-	-	-	+	5%	-	-	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	+	-	+	1%	+	1%	-	+	+	1%
<i>Epilobium roseum</i>	+	+	r	-	-	-	-	-	+	+
<i>Lactuca serriola</i>	+	-	-	r	2%	+	-	-	-	r
<i>Ligustrum vulgare</i> juv.	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Linaria vulgaris</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Oenothera</i> sp.	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	5%	+	1%	+	-	4%	-	2%	+	+
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>ærotica</i>	10%	+	-	+	+	5%	-	-	10%	10%
<i>Poa pratensis</i>	5%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polygonum lapathifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Reseda lutea</i>	-	-	1%	-	-	1%	2%	-	+	-
<i>Rosa</i> sp.	-	-	+	-	-	1%	-	-	-	r
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	2%	-	1%	-	10%	5%	1%	10%	5%	+
<i>Rumex acetosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Rumex acetosella</i>	-	-	-	+	2%	-	-	-	-	-
<i>Sambucus nigra</i> juv.	-	2%	-	-	-	-	-	-	-	5%
<i>Senecio fuchsii</i>	-	-	-	+	-	-	1%	1%	-	-
<i>Senecio jacobea</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	+
<i>Senecio viscosus</i>	r	-	1%	1%	1%	+	10%	-	+	+
<i>Silene pratensis</i>	1%	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	r	-	-	-	-	+	-	-	-	r
<i>Tanacetum vulgare</i>	5%	40%	10%	30%	10%	15%	1%	6%	35%	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	+	-	+	r	+	r	-	-	-	+
<i>Tussilago farfara</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6%
<i>Vicia cracca</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Viola arvensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
E0	-	-	10%	-	-	1%	-	-	1%	-

PŘÍLOHY

Tabulka 17. Hornojiřetinská výsypka, nerekultivovaná, stáří 35 let

22.7.2000

číslo snímku	HJIN/1	HJIN/2	HJIN/3	HJIN/4	HJIN/5	HJIN/6	HJIN/7	HJIN/8	HJIN/9	HJIN/10
sklon, orientace ke sv. str.	<5° SSV	5° Z	0°	5° J	10° JZ	<5° J	10° S	10° JV	<5° J	5° J
E3	15%	15%	-	5%	-	-	-	-	10%	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	10%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	5%	-	-	-	-	-	-	10%	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	-	-	5%	-	-	-	-	-	-
<i>Pyrus communis</i>	15%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E2	15%	5%	25%	10%	25%	25%	20%	10%	-	10%
<i>Betula pendula</i>	-	5%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i>	-	-	20%	10%	25%	25%	10%	-	-	10%
<i>Sambucus nigra</i>	15%	-	5%	-	-	-	15%	10%	-	-
E1	80%	80%	55%	95%	100%	75%	100%	80%	100%	100%
<i>Acer negundo</i> juv.	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Agrostis stolonifera</i>	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	-	+	-	+	-	+	-	+	+	+
<i>Arrhenatherum elatius</i>	-	-	-	35%	5%	-	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Astragalus glycyphyllos</i>	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	15%	50%	15%	40%	+	30%	60%	-	25%	95%
<i>Campanula patula</i>	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Cardina vulgaris</i>	+	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Centaurea jacea</i>	-	-	+	-	-	2%	-	-	-	-
<i>Cerastium vulgare</i>	+	2%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	+	-	-	-	4%	+	2%	2%	+	+
<i>Convolvulus arvensis</i>	-	1%	-	+	-	-	-	-	-	+
<i>Crataegus monogyna</i> juv.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daucus carota</i>	+	+	2%	+	3%	3%	-	2%	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	-	-	-	-	-	-	1%	-	3%
<i>Echium vulgare</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	+	r	-	-	-	1%	-	-	+
<i>Epilobium roseum</i>	r	+	-	-	-	-	+	-	+	-
<i>Festuca rubra</i>	-	-	-	-	-	10%	-	-	-	-
<i>Galium album</i>	-	-	1%	15%	10%	5%	+	-	-	-
<i>Hieracium pilosella</i>	+	-	5%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hieracium sabaudum</i>	+	+	1%	r	-	2%	+	-	-	-
<i>Hypericum perforatum</i>	5%	-	-	-	-	3%	-	-	-	-
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	-	-	-	-	r	-	-
<i>Lathyrus pratensis</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leucanthemum vulgare</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lotus corniculatus</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Myosotis arvensis</i>	+	-	-	+	r	+	-	r	-	r
<i>Picris hieracioides</i>	+	+	2%	+	2%	-	-	+	+	+
<i>Pimpinella saxifraga</i>	1%	+	-	-	r	1%	-	-	r	-
<i>Poa compressa</i>	5%	r	-	-	-	-	-	1%	-	-
<i>Poa palustris</i> ssp. <i>xerotica</i>	3%	-	10%	1%	30%	-	-	10%	+	-
<i>Poa pratensis</i>	-	-	5%	5%	50%	20%	-	20%	5%	+
<i>Poa trivialis</i>	-	+	-	1%	-	-	-	-	-	-
<i>Rosa canina</i> juv.	-	-	-	-	-	5%	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	30%	+	1%	1%	-	-	40%	-	75%	-
<i>Rumex acetosa</i>	-	10%	+	3%	1%	1%	-	5%	5%	-
<i>Rumex crispus</i>	r	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sambucus nigra</i> juv.	-	-	-	-	-	-	1%	-	-	-
<i>Senecio fuchsii</i>	-	+	1%	1%	+	r	5%	-	1%	-
<i>Senecio jacobaea</i>	1%	-	3%	+	+	-	-	+	r	r
<i>Silene pratensis</i>	-	-	-	-	r	-	-	+	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	25%	20%	10%	-	15%	1%	10%	50%	2%	5%
<i>Taraxacum officinale</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Torilis japonica</i>	1%	-	+	+	-	-	-	-	-	r
<i>Trifolium arvense</i>	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trifolium campestre</i>	-	-	-	-	3%	-	-	-	-	-
<i>Thymus praenoxanthus</i>	2%	-	-	-	-	-	-	-	-	+
<i>Urtica dioica</i>	-	-	r	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia cracca</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia tetrasperma</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
EO	-	20%	-	5%	-	1%	-	-	-	-

PŘÍLOHY

Tabulka 18. Kopistská výsypka, rekultivovaná, stáří 45 let

5.8.2000

číslo snímku	KOPR/1	KOPR/2	KOPR/3	KOPR/4	KOPR/5	KOPR/6	KOPR/7	KOPR/8	KOPR/9	KOPR/10
sklon, orientace ke sv. str.	0°	<5° SZ	5° SSZ	0°	0°	0°	<5° SSV	0°	0°	12° JZ
E3	40%	40%	50%	40%	50%	15%	60%	20%	40%	60%
vysazené druhy										
<i>Acer platanoides</i>	-	-	-	-	50%	-	-	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	5%	-	-	-	-	40%	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	50%	-	-	15%	-	10%	30%	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	35%	35%	-	40%	-	-	25%	-	10%	60%
<i>Quercus robur</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Populus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	10%	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i>	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E2	-	7%	-	5%	2%	1%	10%	7%	15%	-
vysazené druhy										
<i>Acer pseudoplatanus</i>	-	-	-	-	-	-	5%	-	-	-
<i>Betula pendula</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2%	-
<i>Fraxinus excelsior</i>	-	7%	-	5%	2%	1%	5%	-	3%	-
<i>Populus sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Swida sp.</i>	-	-	-	-	-	-	-	2%	10%	-
E1	25%	25%	65%	90%	20%	55%	30%	100%	55%	80%
vysazené druhy										
<i>Ligustrum vulgare</i> juv.	3%	3%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Swida sp.</i> juv.	-	-	-	-	-	-	+	-	1%	-
<i>Symphoricarpos albus</i> juv.	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
ostatní druhy										
<i>Acer platanoides</i> juv.	-	-	-	-	2%	-	1%	-	-	-
<i>Acer pseudoplatanus</i> juv.	r	r	-	-	2%	r	1%	-	-	-
<i>Agropyron repens</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Agrostis tenuis</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	-	-
<i>Achillea millefolium</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Artemisia vulgaris</i>	-	-	1%	-	+	+	-	-	-	-
<i>Betula pendula</i> juv.	15%	25%	40%	90%	15%	50%	25%	55%	45%	80%
<i>Calamagrostis epigejos</i>	-	r	1%	-	+	-	r	-	-	-
<i>Cirsium arvense</i>	-	r	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Crataegus monogyna</i> juv.	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	-	-	+	-	-	-	+	1%	-	-
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	-	-	20%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Epilobium angustifolium</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Epilobium roseum</i>	r	-	-	+	-	-	r	-	-	-
<i>Eupatorium cannabinum</i>	1%	2%	-	1%	5%	5%	-	-	-	3%
<i>Fraxinus excelsior</i> juv.	-	-	-	-	r	+	-	-	-	-
<i>Galeopsis tetrabit</i>	-	-	-	-	-	r	-	-	+	-
<i>Hieracium sabaudum</i>	-	-	-	5%	1%	-	-	-	-	-
<i>Humulus lupulus</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Chenopodium album</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Lactuca serriola</i>	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Picris hieracioides</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Poa compressa</i>	5%	r	-	10%	-	-	-	5%	-	-
<i>Poa pubustris</i> ssp. <i>xerolica</i>	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Poa pratensis</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Populus tremula</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Quercus petraea</i> juv.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Robinia pseudoacacia</i> juv.	5%	+	-	-	-	-	-	-	-	1%
<i>Rosa canina</i> juv.	-	-	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	-	+	10%	1%	-	-	5%	-	10%	-
<i>Sambucus nigra</i> juv.	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Senecio fuchsii</i>	-	-	-	-	-	-	r	35%	2%	-
<i>Sorbus aucuparia</i> juv.	-	r	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	5%	-	-
<i>Torilis japonica</i>	-	-	-	-	r	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Tussilago farfara</i>	-	-	r	-	-	5%	+	-	-	-
E0	-	+	-	-	-	5%	1%	-	5%	-

PŘÍLOHY

Tabulka 19 (pokračování). Albrechtická výsypka, nerektivovaná, stáří 45 let

6.9.2000

číslo snímku	ALBN/1	ALBN/2	ALBN/3	ALBN/4	ALBN/5	ALBN/6	ALBN/7	ALBN/8	ALBN/9	ALBN/10
<i>Quercus robur</i> juv.	-	-	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Rosa canina</i> juv.	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Rubus fruticosus</i> agg.	-	10%	1%	50%	-	20%	15%	-	2%	10%
<i>Rumex crispus</i>	-	-	-	r	-	-	-	-	-	-
<i>Salix caprea</i> juv.	-	1%	-	-	-	-	-	-	r	-
<i>Sanguisorba officinalis</i>	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-
<i>Scrophularia nodosa</i>	-	-	1%	-	-	-	-	-	-	-
<i>Sedum telephium</i>	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Silene pratensis</i>	20%	10%	10%	60%	1%	2%	1%	30%	2%	1%
<i>Tanacetum vulgare</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	r
<i>Tanacetum officinalis</i>	-	-	-	1%	-	-	-	-	-	-
<i>Toriiis japonica</i>	2%	-	-	-	-	r	-	-	1%	r
<i>Trifolium arvense</i>	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Trifolium aureum</i>	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Trifolium hybridum</i>	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	-	-	30%	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tussilago farfara</i>	-	-	-	-	-	-	r	-	-	-
<i>Urtica dioica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia cracca</i>	-	1%	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Vicia tetrasperma</i>	+	-	-	-	r	r	-	r	-	-
EO	5%	-	+	1%	15%	-	10%	1%	1%	20%

Spoil heaps from brown coal mining: technical reclamation vs. spontaneous re-vegetation

Darina Hodačová¹

Karel Prach^{1,2} *

¹ Department of Botany, Faculty of Biological Sciences, University of České Budějovice, Branišovská 31, CZ-370 05 České Budějovice, Czech Republic; e-mail prach@bf.jcu.cz

² Institute of Botany, Academy of Sciences of the Czech Republic, CZ-379 82 Třeboň, Czech Republic; * corresponding author

Abstract

Vegetation samples from either spontaneously re-vegetated or technically reclaimed spoil heaps of different ages, in one of the largest active brown coal mining districts in Europe, were analyzed and compared. The spoil heaps are located in the northwestern part of the Czech Republic, and represented the age between 0 and 45 years. Ordination analysis (DCA) showed that technically reclaimed spoil heaps developed their herb layer by a different way than those spontaneously re-vegetated. The latter exhibited much higher species diversity with the number of species double that of technically reclaimed sites in the oldest stages. The oldest stages were also more advanced along a successional gradient as indicated by the ordination. Accelerating the vegetation development by technical reclamation was only of temporal character, while spontaneous succession proceeded further over the longer time scale. Spontaneous succession is advocated as an inexpensive and easy alternative to technical reclamation, as it leads to a more natural and rich vegetation cover. Unfortunately, technical reclamation is still the only approach considered in the present reclamation activities for this region.

Key words: Vegetation, succession, species diversity, ordination, restoration

Introduction

In any attempt for reclamation success evaluation many aspects must be considered depending on character of a disturbed site, the ecological characteristics of involved species, and the goals and expectations of the restoration process. Moreover, a broader, e.g. geographical context, must be considered and it is not always easy to determine which reclamation action might be the best (Chambers & Wade 1990). Basically, we have two approaches to reclamation or restoration of a disturbed site: (a) allowing spontaneous succession, or (b) using technical reclamation with sowing or planting target species, being accompanied by restoration or improvement of site conditions. There is also a "third way" when spontaneous (natural) succession is reasonably directed with the aim to reach a target community (Luken 1990; Parker 1997; Prach et al. 2001). However, most restoration projects have relied till now more upon technical measures than on spontaneous natural processes (Allen et al. 1997).

There have been many studies published on either spontaneous re-vegetation of various spoil heaps, especially in the North America and Europe (Wolf 1985; Pyšek & Pyšek 1989; Bartha 1992; Baig 1992; Skousen et al. 1994; Jochimsen 1996; Pietsch 1996; etc.) or vegetation development after technical restoration. In the temperate zone, technical reclamation has often included planting of trees (Schuster & Hutnik 1987; Holl & Cairns 1994; etc.). However, we are not aware of many studies in which spontaneously re-vegetated spoil heaps were directly compared in quantitative way with those artificially afforested or reclaimed by another technical way (except for Wolf 1993; Kirmer & Mahn 2001).

In the extensive central European coal mining districts, especially in the post-communist countries, technical reclamation has dominated (Schulz & Wiegler 2000) or even has been considered as the only possible way of reclamation of spoil heaps (Štýs & Braniš 1999). However, there were some spoil heaps which are left to spontaneous succession either intentionally or unintentionally because of a low reclamation capacity (Prach et al. 1999; Schulz & Wiegler 2000). Thus, they were available for studies on spontaneous succession as a restoration process (Wolf 1985; Prach 1987; Bartha 1992; Jochimsen 1996; Wiegler & Felinks 2001; etc.).

In our present study we concentrated on the comparison of vegetation development on spontaneously re-vegetated and technically reclaimed (by afforestation) spoil heaps in one of the largest active European coal mining areas. The objective was to evaluate the resulting vegetation, especially species richness of the respective vegetation stages.

Site description

The coal mining district in this study is located in the north-western part of the Czech Republic near the border with Germany. Brown coal is exploited by open-cast mining from layers reaching nearly 200 m in depth at some localities. The total area affected by mining is about 400 km². The resulting extensive spoil heaps were, until now, often left to spontaneous succession, but in the past several years the attempt is made to restore all the existing young heaps with technological inputs (Štýs & Braniš 1999). The present restoration program consists of re-modeling the surface by heavy machinery, covering the surface with organic material (woody debris, top soil) and planting trees or shrubs.

The spoil heaps are predominantly formed (80%) by gray clay from the Miocene period (57% SiO₂, 16% Al₂O₃, 4% Fe₂O₃, 0.6% CaO, 0.44% P₂O₅, 0.12% total N; Štýs 1981) with inserts of sand and gravel. The technical treatments are usually applied to heaps which are 5 - 8 years old since formed. By this time the dumped material is already rather stabilized.

The area is categorized to the central European deciduous woodland zone. The altitude is between 250 and 270 m, the mean annual temperature is 8.5 °C, and the mean annual precipitation is approximately 470 mm.

Methods

For the study, 9 spontaneously re-vegetated and 8 technically reclaimed spoil heaps were selected, representing the age between 0 and 45 years. On each of the 17 spoil heaps, 10 sites were randomly selected outside very wet depressions and very steep slopes, where rather different successional seres were described (Prach et al. 1999), and vegetational records were

made in 5 x 5 m size plots (170 in total). Cover of all present species was visually estimated using the following scale: 1 - very rare species with only one or two individuals in the plot with negligible cover; 2 - cover less than 1 %; 3 - cover less than 5 %; 4 - cover about 5%; 5 - cover about 10%; 6 - cover about 20%; 7 - cover 25-50%; 8 - cover 50 - 75%; 9 - cover 75 - 100% (van der Maarel 1979). Because of inaccuracies in dating and unequal frequency, the study sites were finally grouped into 6 age categories: 0-5; 6-10; 11-15; 16-25; 26-35; older than 35 years. Average cover values of species were calculated for each age category, distinguishing technically reclaimed and spontaneously re-vegetated spoil heaps.

The ordination method DCA (Detrended Correspondence Analysis) was used for vegetation data analysis (Jongman et al. 1987) using the program CANOCO ver. 4.0; graphical outputs were elaborated by the CANODRAW and CANOPOST programs (ter Braak & Šmilauer 1998). In the analysis, only the herb layer was considered excluding the planted woody species, and data was not transformed. Age and diversity (number of species in vegetation records) were used as passive variables. Two-sample T-test was used for statistical differences in the number of species (Venables & Ripley 1994).

Results

Outputs of the DCA ordination (indirect gradient analysis) are presented in Fig. 1A for samples, and in Fig. 1B for species which best fit the model. It appeared that after the technical reclamation, the respective sites developed their vegetation cover (herb layer) in a different direction, being in an opposite position to the vector of increasing species richness, with a correlation ($r=0.479$) with the second axis. The first axis clearly reflects the increasing successional age ($r=0.867$). Eigenvalue was high for the first axis 0.616, for the second axis was 0.364. From the position of the youngest reclaimed samples in the ordination diagram in comparison to those spontaneously re-vegetated, it seems that reclamation in the beginning accelerates development towards more advanced stages. However, the position of the oldest, spontaneously re-vegetated sites is more advanced along the successional gradient. This indicates that accelerating the development by reclamation is only of a temporal character, and

spontaneous succession proceeds further along the successional gradient over the longer time scale.

Species were arranged along the first axis reflecting their position on the successional gradient, with annuals and biennials being typical of the initial stages on the left side of the diagram, (Fig. 1B) being followed by perennial ruderal forbs, and non-ruderal perennial forbs or grasses. (In the latest stages of succession, spontaneously established woody species played a role, and the vegetation cover resembled a kind of anthropogenous steppe-woodland – Prach 1987.) The species presented in the ordination diagram are listed in Table 1 and the table includes their average cover values attained in the herb layer for particular stages of both spontaneously re-vegetated, and technically reclaimed heaps.

The comparison of the average number of species in the vegetation records is presented in Fig. 2 for spontaneously re-vegetated, and technically restored heaps, respectively. In the technically restored sites the species number was significantly lower 15 years after the creation of a site, i.e. after less than 10 years after reclamation. In the spontaneously re-vegetated sites, 30 species, being mostly typical for semi-natural vegetation around the spoil heaps, were found which did not occur on technically restored sites. On the technically restored sites there were only 9 vice versa, with most being ruderal species.

Discussion

Arrangement of both species and samples in the ordination diagrams well reflects a successional sequence, being in full accordance with the results obtained from a different data set from spontaneously re-vegetated spoil heaps in the area from research in the 1970's and 1980's (Prach 1987). The present results indicate that spontaneous succession should be considered as a reasonable alternative to technical reclamation of spoil heaps in the area, providing more diverse vegetation cover than technical reclamation (see also Prach et al. 1999). The technical reclamation usually starts when the dumped material is more or less stabilized, usually after 5 - 8 years after the dumping event (Štýs 1981). This coincides with the time when spontaneous succession approaches the stages when perennials start to dominate and gradually form a rather compact vegetation cover (approximately the 15th year of succession). In the wet depressions, semi-natural wetlands begin to form, being gradually very appreciated also from the zoological

point of view as breeding sites especially for birds (Bejček & Tyrner 1980). Unfortunately, just in that time frame the spoil heaps are re-modeled, creating a smooth surface and eliminating the wet depressions by building an effective drainage system. The re-modeled landscape is more uniform, being supported by the technique of afforestation when trees are planted in dense, systematic rows. Moreover, the re-modeling activities apparently support the expansion of the most aggressive plant which spontaneously establishes on the spoil heaps, i.e. *Calamagrostis epigeios*. If spoil heaps are left to spontaneous development, this species usually also increases, but the expansion is slower, being limited by competition from other spontaneously established species. During the re-modeling the heaps, rhizomes of this clonal grass are apparently spread over the whole area and the establishment of dense, species poor stands of this species are promoted.

We observed another disadvantage of technical restoration, that non-native plants are often used, including cultivars and invasive species (*Robinia pseudoaccacia*, *Quercus rubra*, and *Acer negundo*) which represent a serious threat to native vegetation in central Europe (Kowarik 1995; Williamson 1996). From the total number of 27 woody species we found planted on reclaimed sites, 12 were aliens.

Spontaneous succession does not require financial inputs. In 1999, about 282 million Czech crowns, i. e. about \$7 mil US dollars were spent for reclamation of the spoil heaps, which is equal to approximately 0.05% of annual state budget of the country. It corresponds to app. 82 000 Czech crowns (app. \$2 000 US) per hectare. It must also be remembered that the resulting woodlands are not considered as economically productive and the gain from them in the future is expected to be negligible (Štýs 1981).

We are not opposed to technical restorations. They are certainly very important, for example in the vicinity of settlements, or at sites exposed to accelerated erosion, especially on slopes and margins of the dumps. But it is not necessary to use this approach on all sites. We consider the policy that 85% of land disturbed by mining in Germany is to be technically reclaimed, and 15% left to spontaneous succession as acceptable compromise (Schulz & Wiegleb 2000; Wiegleb & Felinks 2001). Unfortunately, reclamation or restoration of disturbed sites in the Czech Republic, and similarly in some other post-communist countries, is in the hands of technically oriented people who usually have little ecological knowledge and they appear to not be willing to understand or accept basic ecological principles. This social condition will

possibly change as restoration ecologists become more involved in various restoration in the central European post-communist countries as is the case in the developed western countries.

Acknowledgments

We thank S. Bartha for helpful comments on an earlier version of the paper, J. Brock for correcting our English and other comments, and P. Šmilauer for consultation in statistics. The research was partly supported by grant no. 206/02/0617 of the Czech Grant Agency, grant no. AVOZ6005908 from the Grant Agency of the Czech Academy of Sciences, and grant no. MSM/1231/00004 from the Ministry of Education of the Czech Republic.

Literature cited

- Allen, E., W. W. Covington, and D. A. Falk. 1997. Developing the conceptual basis for restoration ecology. *Restoration Ecology* 5:275-276.
- 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. 1992. Preliminary scaling for multi-species coalitions in primary succession. *Abstracta Botanica* 16:31-41.
- Bejček, V. P., and P. Tyrner. 1980. 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, Brno*, 29:67-77.
- Chambers, J. C., and G. L. Wade, editors. 1990. Evaluating reclamation success: the ecological consideration – proceedings of a symposium. U.S. Department of Agriculture, Techn. Rep. 164, 107 pp.
- Holl, K. D., and J. Cairns, Jr. 1994. Vegetational community development on reclaimed coal surface mines in Virginia. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 121:327-337.

- Jochimsen, M. E. A. 1996. Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. *Water, Air, and Soil Pollution* **91**:99-108.
- Jongman, R. H., C. J. F. ter Braak, and O. F. R. Tongeren 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudoc, Wageningen, The Netherlands.
- Kirmer, A., and E.-G. Mahn. 2001. Spontaneous and initiated succession on unvegetated slopes in the abandoned lignite-mining area of Goitsche, Germany. *Applied Vegetation Science* **4**:19-27.
- Kowarik, I. 1995. Time lags in biological invasions with regard to the success and failure of alien species. Pages 15-38 in P. Pyšek, K. Prach, M. Rejmánek and M. Wade, editors. *Plant invasions – General aspects and special problems*. SPB Academic Publishing, Amsterdam.
- Luken, J. O. 1990. *Directing ecological succession*. Chapman & Hall, London.
- Parker, V. T. 1997. The scale of successional models and restoration objectives. *restoration Ecology* **5**:301-306.
- Pietsch, W. H. O. 1996. Recolonization and development of vegetation on mine spoils following brown coal mining in Lusatia. *Water, Air, and Soil Pollution* **91**:1-15.
- Prach, K. 1987. Succession of vegetation on dumps from strip coal mining, NW Bohemia, Czechoslovakia. *Folia Geobotanica and Phytotaxonomica* **22**:339-354.
- Prach, K., S. Bartha, Ch. B. Joyce, P. Pyšek, R. van Diggelen, and G. Wiegleb. 2001. The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* **4**:111-114.
- Prach, K., P. Pyšek, and P. Šmilauer. 1999. Prediction of vegetation succession in human disturbed habitats using an expert system. *Restoration Ecology* **7**:15-23.
- Pyšek, A., and P. Pyšek. 1989. Vegetation der Abbaudeponien in Böhmen: Veränderungen der Artenzusammensetzung im Verlauf der Vegetationsentwicklung. *Verhandlungen der Gessellschaft für Ökologie* **18**:37-41.
- Schulz, F., and G. Wiegleb. 2000. Development options of natural habitats in a post-mining landscape. *Land Degradation & Development* **11**:99-110.
- Schuster, W. S., and R. J. Hutnik. 1987. Community development on 35-year-old planted minespoil banks in Pennsylvania. *Reclamation and Revegetation Research* **6**:109-120.
- Skousen, J. G., C. D. Johnson, and K. Garbutt. 1994. Natural revegetation of 15 abandoned mine land sites in West Virginia. *Journal of Environmental Quality* **23**:1224-1230.

- Štýs, S. 1981. Reclamation of areas disturbed by mining of raw materials. STN, Prague (in Czech).
- Štýs, S., and M. Braniš. 1999. Czech school of land reclamation. *Acta Universitatis Carolinae – Environmentalica*, Prague, 13:99-109.
- ter Braak, C. J. F., and P. Šmilauer. 1998. CANOCO Release 4. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, N.Y.
- van der Maarel, E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio* 38:85-96.
- Venables, W. N., and B. D. Ripley. 1994. Modern applied statistics with S-Plus. Springer Verlag, New York.
- Wiegand, G., and B. Felinks. 2001. Predictability of early stages of primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia, Germany. *Applied Vegetation Science* 4:5-18.
- Williamson, M. 1996. Biological invasions. Chapman & Hall, London.
- Wolf, G. 1985. Primäre Sukzession auf kiesigsandigen Rohboden im Rheinischen Braukohlenrevier. *Schriftenr. f. Vegetationskunde, Bonn-Bad Godesberg* 16:46-81.

Figure captions:

Figure 1. (A) DCA ordination of vegetation samples from the herb layer of spontaneously re-vegetated (black symbols) and technically reclaimed (empty symbols) spoil heaps. The following age categories are represented: 0-5 years old – rectangles; 6-10 years - squares; 11-15 years – triangles; 16-25 years – rhombs; 26-35 years – upside-down triangles; over 35 years – circles. (B) DCA ordination of species which best fit the model; the symbols are used corresponding to successional stages in which the species reached their maximum average cover. For explanations of species names see Table 1.

Figure 2. Average number of species in a vegetation sample 5 x 5 m in each age category of spontaneously re-vegetated and technically reclaimed spoil heaps. Statistical differences (Two-sample T-test) are indicated: N.S. – not significant; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$.

Table 1. List of species presented in the ordination diagram (Fig. 1B) and their average cover (%) in the particular stages of spontaneously re-vegetated (first value) and technically reclaimed (second value) spoil heaps.

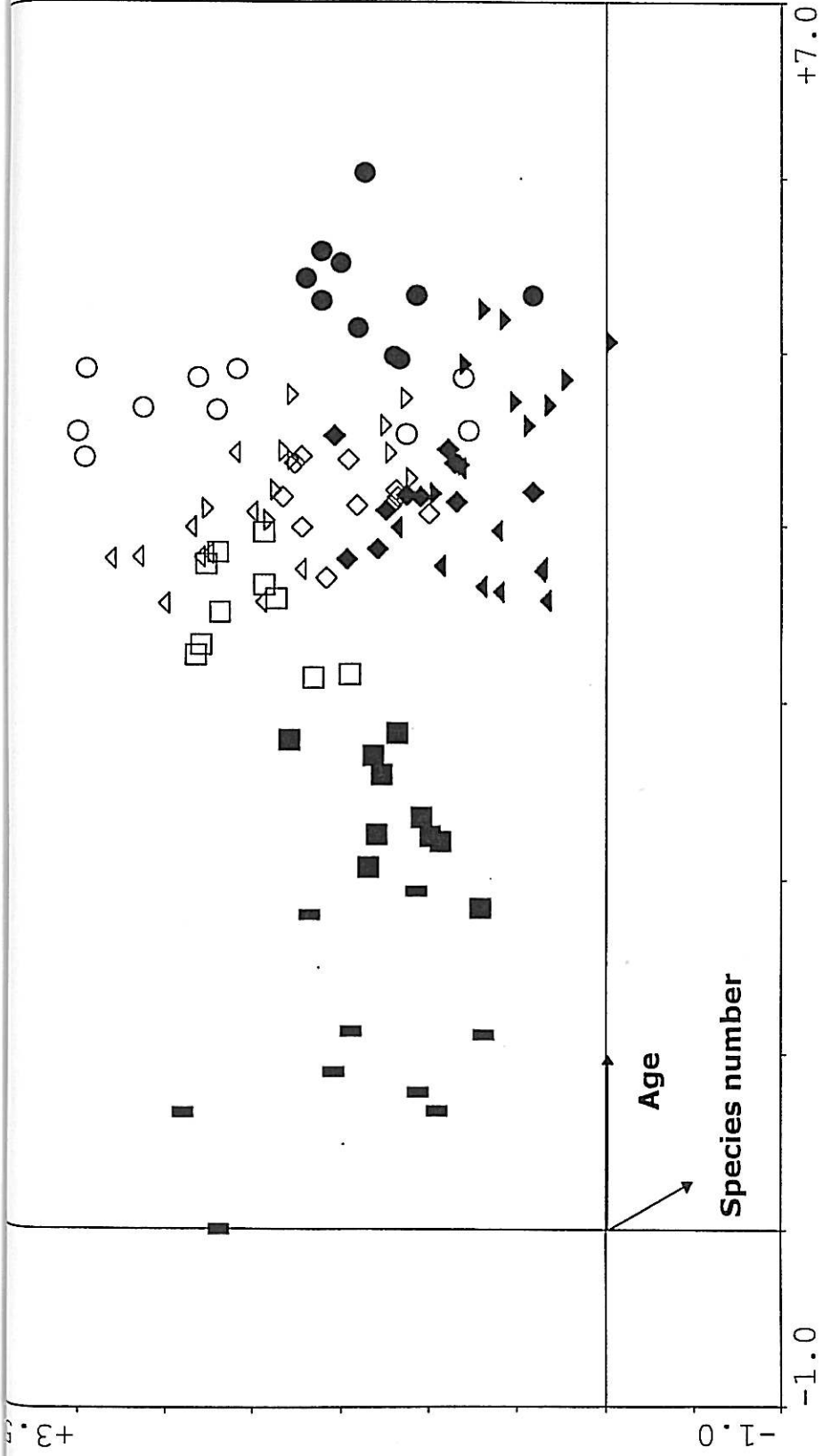
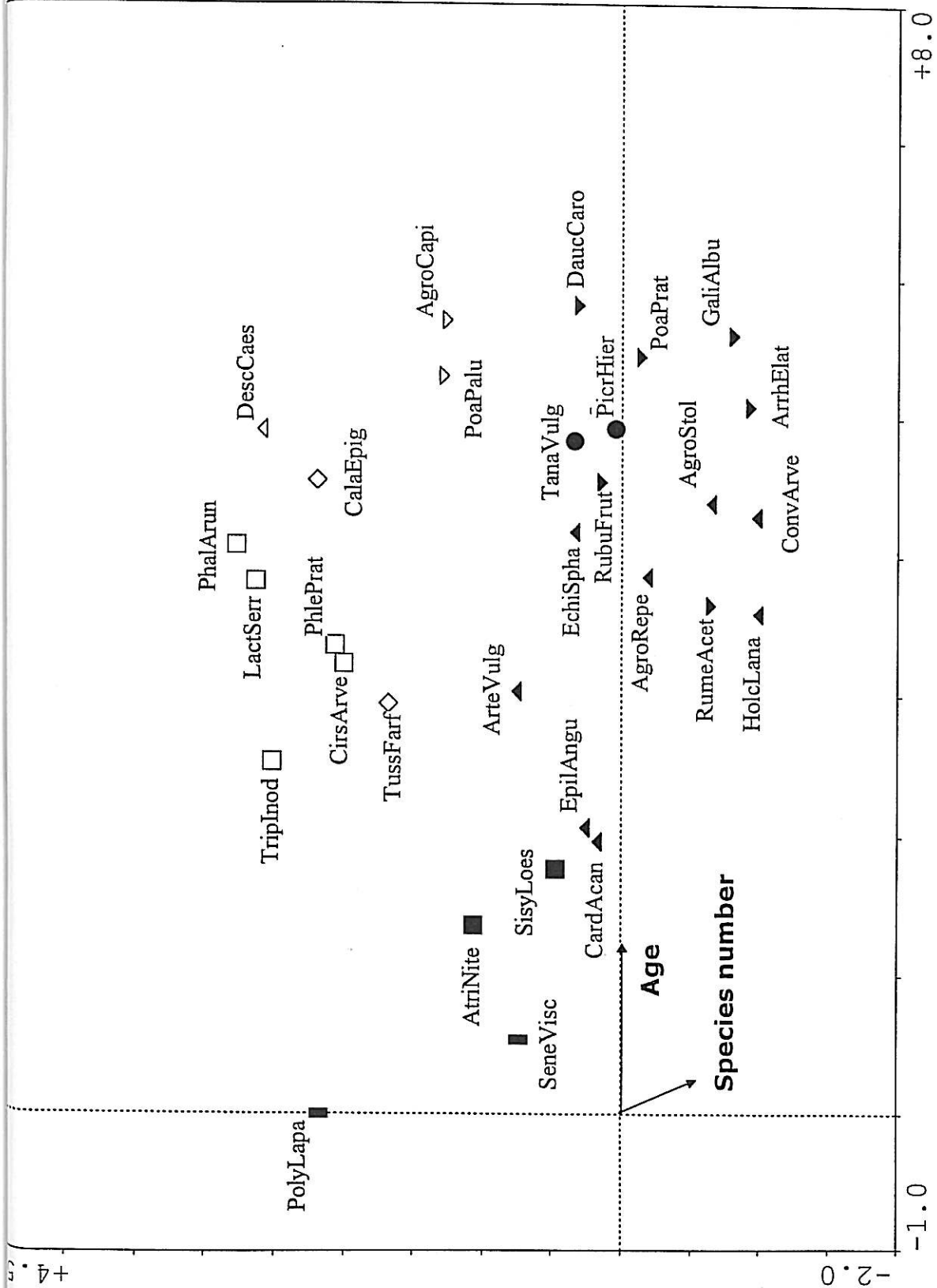
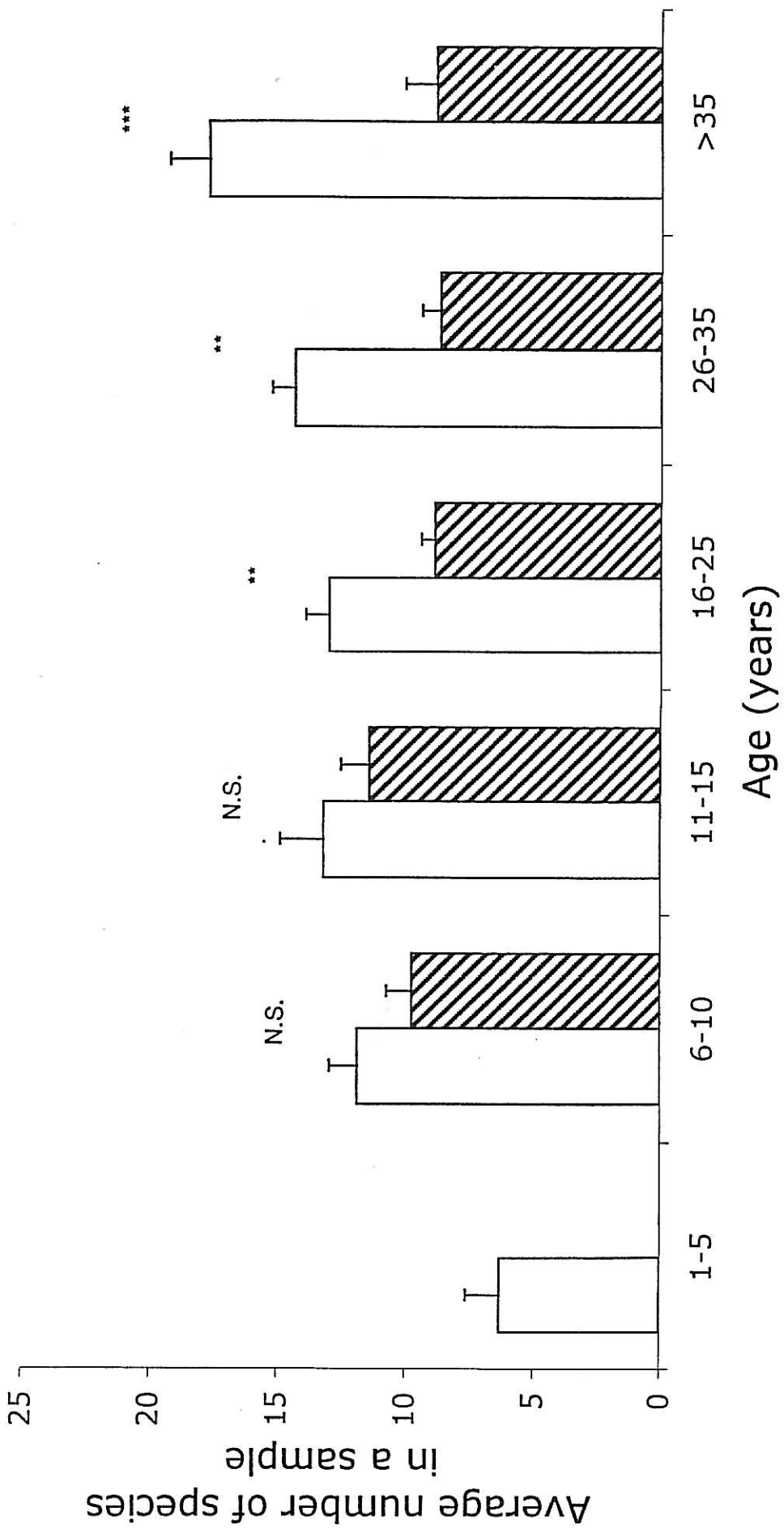


Figure 1



Unmed Jumps

de la ...



□ spontaneously revegetated dumps ▨ technically reclaimed dumps

Species	Abbreviation	Stages					
		1-5 years	6-10 years	11-15 years	16-25 years	26-35 years	>35 years
<i>Agrostis stolonifera</i>	AgroStol	-	-/-	1,5/-	0,9/0,2	0,6/-	1,1/-
<i>Agrostis capillaris</i>	AgroCapi	0,0	-/-	0,0/-	-/0,1	0,0/1,5	0,4/-
<i>Arrhenatherum elatius</i>	ArrhElat	-	-/-	-/-	10,0/-	15,5/0,3	9,7/-
<i>Artemisia vulgaris</i>	ArteVulg	0,5	1,0/0,1	2,4/0,1	0,2/0,1	0,0/0,1	0,0/0,0
<i>Atriplex nitens</i>	AtriNite	10	27,1/0,0	0,0/-	-/-	-/-	-/-
<i>Calamagrostis epigejos</i>	CalaEpig	-	1,7/19,2	19,3/15,1	44,7/47,5	33,3/38,9	31,4/42,0
<i>Carduus acanthoides</i>	CardAcan	0,5	0,8/-	1,6/0,0	0,0/0,1	0,0/-	0,0/-
<i>Cirsium arvense</i>	CirsArve	0,5	2,9/8,6	3,8/6,5	2,2/1,8	3,0/0,9	0,7/0,2
<i>Convonvulus arvense</i>	ConvArve	-	-/-	1,2/-	0,4/0,0	1,1/0,0	0,7/-
<i>Daucus carota</i>	DaucCaro	-	-/0,0	0,2/0,3	0,1/0,2	1,2/-	0,2/-
<i>Deschampsia caespitosa</i>	DescCaes	-	-/0,0	-/8,2	1,0/0,0	0,3/0,0	0,2/0,0
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	EchiSpha	-	-/-	1,5/0,8	0,1/-	0,2/0,0	0,1/0,3
<i>Elytrigia repens</i>	ElytRepe	-	0,0/0,2	11,0/-	6,9/-	0,0/-	-/2,5
<i>Epilobium angustifolium</i>	EpilAngu	0,8	1,8/-	3,4/0,0	1,0/0,1	-/0,2	0,2/0,1
<i>Galium album</i>	GaliAlbu	-	-/-	0,1/-	0,1/1,0	1,6/0,0	-/-
<i>Holcus lanatus</i>	HolcLana	-	-/-	2,8/-	0,0/-	0,1/-	0,0/-
<i>Lactuca serriola</i>	LactSerr	-	-/3,9	0,0/0,1	-/0,1	0,0/0,1	0,0/0,0
<i>Phalaris arundinacea</i>	PhalArun	-	-/5,8	-/-	-/0,5	-/-	-/0,0
<i>Phleum pratense</i>	PhlePrat	-	-/2,8	0,5/0,1	0,0/-	-/-	-/-
<i>Picris hieracioides</i>	PicrHier	-	0,0/0,0	0,1/0,1	0,1/0,0	0,4/0,3	1,6/-
<i>Poa palustris ssp. xerotica</i>	PoaPalu	0,0	0,0/0,3	0,9/-	1,5/1,1	3,6/3,7	0,0/2,0
<i>Poa pratensis</i>	PoaPrat	-	-/-	0,2/-	0,9/0,4	5,3/0,8	0,3/0,1
<i>Polygonum lapathifolium</i>	PolyLapa	3,2	-/-	-/0,0	-/-	-/-	-/-
<i>Rubus fruticosus</i>	RubuFrut	0,0	0,0/-	-/-	4,7/-	12,1/3,3	4,3/3,3
<i>Rumex acetosa</i>	RumeAcet	0,0	0,2/-	0,3/0,1	0,5/-	1,3/-	-/-
<i>Senecio viscosus</i>	SeneVisc	6,1	0,2/-	0,0/-	-/-	0,0/-	-/-
<i>Sisymbrium loeselii</i>	SisyLoes	1,6	2,8/0,1	1,2/0,1	0,0/-	-/-	-/-
<i>Tanacetum vulgare</i>	TanaVulg	-	0,0/3	-/2,1	8,2/2,4	10,3/0,1	11,9/0,5
<i>Tripleurospermum maritimum</i>	TripMari	0,2	0,4/3,1	0,2/1,4	0,0/0,3	-/0,1	0,0/0,0
<i>Tussilago farfara</i>	TussFarf	-	20,5/7,5	4,9/3,7	2,6/22,8	0,3/-	3,1/0,5