

Universita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Ústav pro životní prostředí
Ochrana životního prostředí



Bakalářská práce:

**Heterogenita povrchu na výsypkách a její vliv na distribuci
vegetace**

**Heterogeneity of surface on dump sites and its effect on
disturbance**

Vypracovala: Pavla Pochmanová

Vedoucí bakalářské práce: doc. Mgr. Ing. Jan Frouz, CSc

Srpen 2010

Místopřísežné prohlášení

Místopřísežně prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracovala samostatně s pomocí použité literatury uvedené v bakalářské práci.

V Praze dne

.....
Pavla Pochmanová

Poděkování

Děkuji doc. Mgr. Ing. Janu Frouzovi, CSc za odbornou pomoc, cenné rady a konzultace při vypracování bakalářské práce. Ing. Luboši Matějčkoví za pomoc s GPS a tvorbou map. Ing. Pavlu Strahlheimovi za poskytnutí materiálů, zaměstnancům společnosti Severočeské doly a.s. za umožnění přístupu na výsypku. Bc. Jakobovi Hamrovi za pomoc na výsypce. Dále chci poděkovat svojí rodině za finanční a psychickou podporu během studia.

ABSTRAKT

Jednou z hlavních průmyslových činností v podkrušnohorské pánvi je těžba hnědého uhlí. Vznikající lomy a výsypky během těžby jsou hlavním prvkem nepříznivých změn v krajině. Jsou příčinou proměn všech podsystemů krajiny-reliéfu, půdního a horninového prostředí, vodohospodářské situace, atmosféry atd. Následné zahlazování důsledků těžby není jednoduchou činností z pohledu technologického ani časového. Touto činností se zabývá rekultivace. Jejím cílem je obnovit produkční funkce, vytvořit krajinu vyváženou, esteticky, přírodně a hygienicky hodnotnou. Tato bakalářská práce se zabývá vývojem těžby a popisem jednotlivých způsobů rekultivace s ohledem na heterogenitu rekultivovaných oblastí. V závěru práce představuji svůj vlastní experiment prováděný na sukcesní ploše Radovesice XVII.B.

Klíčová slova: sukcese, rekultivace, výsypky, těžební činnost, heterogenita

ABSTRACT

One of the major industrial activities in North West Bohemia is brown coal mining. Mines and heaps originated during the mining process represent main elements of adverse changes in the local landscape. They are causes of changes of all subsystems of landscape, soil and mineral environment, water situation, atmosphere, etc. Subsequent recovering of these impacts of mining activities is not easy in terms of technology or time. Reclamation engages in such activities. Its aim is to restore production function of land and to create a balanced, aesthetically, naturally and hygienically valuable landscape. This thesis deals with the development of mining and descriptions of various methods of reclamation with regard to the heterogeneity of reclaimed areas. In conclusion, own experiments carried on the surface of succession area „Radovesice XVII.B“ are presented.

Key words: succession, land reclamation, heaps tailings, mining activity and heterogeneity

OBSAH

1.	ÚVOD	6
2.	TĚŽBA NEROSTŮ	7
2.1	HLUBINNÁ TĚŽBA	7
2.2	POVRCHOVÁ TĚŽBA	8
3.	VÝSYPKY	9
3.1	ZPŮSOBY VYUŽITÍ ÚZEMÍ VÝSYPEK	9
4.	OBNOVA EKOSYSTÉMU NA VÝSYPKÁCH.....	10
4.1	REKULTIVACE	11
4.2	TECHNOLOGIE REKULTIVACÍ.....	11
4.2.1	Přípravná fáze	11
4.2.2	Důlně technická fáze	11
4.2.3	Biotechnická fáze	12
4.2.4	Post-rekultivační fáze	12
4.2.5	Zemědělské způsoby rekultivací	12
4.2.6	Lesnické způsoby rekultivací	14
4.2.7	Hydrické rekultivace	15
4.2.8	Rekreační způsoby rekultivací	16
4.2.9	Ostatní rekultivace.....	17
4.3	SUKCESE	17
4.4	VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ REKULTIVACE A SUKCESE NA VÝSYPKÁCH.....	20
5.	HETEROGENITA	22
6.	PROJEKT: SLEDOVÁNÍ HETEROGENITY SPONTÁNNÍ VEGETACE NA RADOVESICKÉ VÝSYPCE.....	24
6.1	STUDOVANÁ OBLAST: RADOVESICKÁ VÝSYPKA.....	24
6.2	PŘEHLED PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK	25
6.2.1	Geologie a geomorfologie	25
6.2.2	Pedologie	25
6.2.3	Klima	26
6.3	METODIKA.....	26
6.4	VÝSLEDKY A DISKUZE	30
7.	ZÁVĚR.....	31
8.	POUŽITÁ LITERATURA.....	32

1. ÚVOD

Těžba hnědého uhlí v severočeském hnědouhelném revíru probíhá již od konce 18. století a je významným ekonomickým přínosem pro region a pro celou Českou republiku. Těžbou uhlí dochází k nezbytným přeměnám vzhledu povrchu a horninového složení, k ovlivnění ovzduší, vody i půdy a k dalším nepříznivým vlivům s dalekosáhlými důsledky pro životní prostředí (Bejček et al., 2003). Nedílnou součástí těžby nerostných surovin v České republice je zákonem 44/1988 Sb. povinná následná rekultivace zasažených území. Cílem rekultivace je tvorba krajiny, která by se stala opět vyváženým, hygienicky vhodným, esteticky působivým a z hlediska rekreace hodnotným životním prostředím pro člověka (Štýs, 1990,1981). Severočeské výsypky mají pověst měsíční krajiny. Tak se ale mohou jevit jen krátce po nasypání. V podstatě okamžitě po jejich vzniku začíná proces primární sukcese (Míchal, 1994). Tento spontánní rozvoj osídlení může představovat za určitých okolností citlivý způsob obnovy území (Frouz et al., 2007). Cílem této práce je seznámit se s vývojem těžby v podkrušnohorské pánvi a aplikovatelnými způsoby rekultivace. Zvláštní pozornost je věnována heterogenitě výsypkových ploch a jejich vlivu na další vývoj vegetace na výsypkách. Závěr práce obsahuje výsledky experimentu mapování heterogenity vegetace provedeného na sukcesních plochách Radovesické výsypky sledující otázky vztahu mezi nerovností terénu a uchycením vegetace.

2. TĚŽBA NEROSTŮ

Současná civilizace nemůže existovat bez intenzivního využívání nerostných surovin. Z nerostného bohatství naší planety lidstvo pokrývá veškeré materiální a energetické potřeby, jejichž spotřeba stoupá. Energetický regulační úřad uvádí, že v roce 2009 spotřeba energie vzrostla o 1,2% oproti roku minulému (<http://proatom.luksoft.cz>). Energie se v současnosti vyrábí především z neobnovitelných zdrojů, využíváním ložisek uhlí, ropy zemního plynu či jaderného paliva (Bejček et al., 2003). Všechny způsoby těžby určitým způsobem narušují okolní krajinu. Tato práce se bude zabývat pouze devastáčními vlivy těžby uhlí, protože většina energie České republiky pochází z uhlí, a nutno počítat s tím, že tomu tak bude i v budoucnu (Bejček et al., 2003). První zmínky o těžbě uhlí nacházíme již od počátku 15. století (Majer et al., 1985). V průběhu let její devastáční vlivy přerůstají od původních maloplošných deformací půdního fondu ve velkoplošné destrukce všech základních krajinných prvků-geomorfologie, pedosféry, hydrosféry, atmosféry, biosféry (Štýs, 1990).

Dvěma hlavními způsoby těžby uhlí jsou: i) povrchová těžba a ii) hlubinná těžba. Ostatní těžební metody jako je např. podzemní zplynování uhlí, mají jen doplňkový charakter a používají se hlavně u méně hodnotných ložisek (Švéda, 1987). O tom, která metoda je pro danou lokalitu výhodnější rozhoduje poměr mocnosti nadloží k mocnosti uhelné sloje. Obecně platí, že mladší uhlí se obvykle vyskytuje v menších hloubkách a starší ve větších (Krátký, 1954). Zvolená dobývací metoda ovlivňuje rozsah změn vznikajících na povrchu dobývacího prostoru.

2.1 HLUBINNÁ TĚŽBA

Pod pojmem hlubinné dobývání se rozumí získávání nerostných surovin hornickou činností v podzemí dolů (Švéda, 1987). Hlubinným způsobem jsou těžena ložiska uhelná, ložiska rud i jiných nerostných surovin. Hlubinné dobývání je prováděno v závislosti na mocnosti, úklonu a technologických vlastnostech dobývané sloje (Štýs, 1990). Hluboce uložené uhelné sloje se dobývají různými metodami, jako jsou pilířování, etážování, stěnování, komorování. Pilířování se původně říkalo metodě, při níž se razily vysoké a široké chodby a mezi nimi se ponechávaly slabší pilíře. Etážování se provádělo ve dvou (později i více) patrech nad sebou. U metody stěnování se uhelný pilíř mezi dvěma rovnoběžnými chodbami rozdělil na stěny. Do těchto stěn se pak vyrubaly malé komory. Metoda stěnování je nejčastěji využívána u ploše uložených slojí (Švéda, 1987). Z metody stěnování se vyvinula dobývací metoda

komorování, která se stala převažující dobývací metodou, kdy se uhlí dobývá v komorách v předem stanoveném pořadí (Štýs, 1990). Nejprve byly vyraženy rovnoběžné chodby a následně se v síti těchto chodeb zakládaly jednotlivé komory, ve kterých se vyrubalo uhlí do výšky dvou i více metrů. Všechny tři metody lze kombinovat s dobýváním na zával, kde jsou vydobyté stropy zaplňovány závalem původních hornin a s výstupkovou metodou dobývání, kde se z hlavní těžené chodby rube směrem nahoru (dovrchně) po horizontálních výstupkách (výstupech, zálomech) na způsob „obrácených schodů“ (Lux, 1997). Po částečném vytěžení se zvyšuje napětí v hornině, které časem překročí mez pevnosti, vznikne tzv. pásmo zalamování. Na zemském povrchu se projevuje jako pravidelná poklesová kotlina (Štýs, 1990). Tyto poklesové kotliny mohou vést k nežádoucím vlivům na povrchu zejména snížení stability budov, ale vedou též ke vzniku pinek, v nichž se po určité době mohou vytvořit velmi zajímavé ekosystémy (Přikryl, 1999).

2.2 POVRCHOVÁ TĚŽBA

Povrchový způsob dobývání se podílí ze všech činností člověka nejvýrazněji na proměnách krajiny. Při povrchovém způsobu těžby je odstraněno nadloží nad těženou vrstvou, kterou je pak možno odtěžit. To znamená, že při povrchovém dobývání je nutné skrýt značný objem nadloží (Voštová, Růžička, 2000). Velkou předností povrchového způsobu dobývání je vysoká výrubnost. Ložisko uhlí se vybere beze zbytku oproti hlubinnému dobývání, kdy je nutné ve sloji ponechat opěrné sloupy. Výtěžnost při povrchovém dobývání dosahuje obvykle 90-98% zatímco při hlubinném dobývání bývá okolo 35-45%. Další pozitiva a negativa povrchové těžby naleznete v tab. 1. Povrchová těžba výrazně ovlivňuje litosféru. Zvýrazňuje výškovou i prostorovou členitost reliéfu a je příčinou změn v horninovém prostředí (Štýs, 1990). Pro povrchový způsob dobývání je rozhodující poloha, tvar, mocnost ložiska, mezní hloubka dobývání, množství zásob nerostu a jeho plošný rozsah (Štýs, 1990). V současné době se uhlí nachází až 250 a více metrů pod povrchem.

Tab. 1: Pozitiva a negativa povrchové těžby oproti těžbě hlubinné (Štýs 1991)

Pozitiva	Negativa
Vyšší roční těžby	Vyšší stupeň technogenní transformace území
Nižší těžební náklady	Devastace všech složek prostředí
Vyšší výrubnost ložiska	

3. VÝSYPKY

Výsypky jsou hlavním prvkem nepříznivých změn v krajině během těžby. Vzhledem k tomu, že dosahují plochy i několika čtverečných kilometrů jsou příčinou rozsáhlé proměny všech podsystémů krajiny-reliéfu, horninového a půdního prostředí, vodohospodářské situace atd. Výsypky vznikají systematickým nasypáním hornin (Bejček et al., 2003). Mocné vrstvy zeminy, které v minulosti překryly hnědouhelné sloje, musí být z důvodu postupu těžby odtěženy a uloženy někde jinde. Vytěžená skrývka je dopravována po pásech na výsypky, kde zakladače a rypadla etážovitě zasypávají plochu lomu (Lux, 1997). Podle místa uložení materiálu dělíme výsypky na vnější a vnitřní. Vnitřní výsypky jsou zakládány do již dříve devastovaného prostoru a nevyžadují tak další zábor pozemků. Tento prostor však někdy nestačí, a tak musí být značná část materiálu uložena mimo těžební pole na výsypky vnější. Vnitřní výsypky lze pokládat za výhodnější, protože při nich nedochází k záboru dalších pozemků mimo těžební pole, a ekonomičtější kvůli kratším přepravním vzdálenostem zeminy na výsypku (Bejček et al., 2003). Štýs uvádí, že „výsypky převyšují okolní krajinu o 100 až 200 m a tím vytvářejí nový charakter krajiny“. Jiné dělení výsypek může být podle výškové orientace okolního terénu na výsypky úrovně (rovinné), nadúrovně (konvexní) a podúrovně (konkávní) (Štýs, 1981) a podle mechanizace výsypkových prací na plavené, pluhové, rypadlové a zakladačové. Pluhové výsypky se používají jen výjimečně při zakládání nejspodnějších vrstev výsypek (Štýs, 1981). Na ně navazují rypadlové výsypky, které se používají mnohem častěji. Zakladačové výsypky mají význam v případě zakládání velkého množství zemin (Švéda, 1987). Nejenom způsob umísťování výsypek, ale i tvar výsypky má z hlediska rekultivace značný vliv. Tvar výsypky ovlivňuje stabilitu a možnosti následného využití, proto tvarování výsypky probíhá již během jejich vzniku, a to s ohledem na jejich trvalou stabilitu a na předpokládaný způsob rekultivace (Bejček et al., 2003). Cílem je vytvářet výsypky tvaru, při kterém dochází k nejmenší devastaci krajiny. Nejvhodnější tvar výsypky je tvar kruhový či čtvercový, protože tyto tvary představují nejmenší nároky na zábor pozemků (Štýs, 1981). S optimálním tvarem výsypky se urychluje následná rekultivace, protože se zmenšuje rozsah terénních úprav a tím se snižují i finanční náklady.

3.1 ZPŮSOBY VYUŽITÍ ÚZEMÍ VÝSYPEK

Výsypky jsou tvořeny různorodou směsí hornin a zemin, které se od běžných půd zpravidla liší. Geologické prostředí je nejčastěji tvořeno směsí třetihorních a čtvrtohorních hornin (Bejček et al., 2003). Čtvrtohorní horniny se od třetihorních hornin liší tím, že prodělaly

intenzivnější chemické zvětrávání (Štýs, 1981). Mezi hlavní faktory ovlivňující rychlost vývoje půd na výsypkách patří (Frouz, 2006):

- Vlastnosti výsypkového substrátu;
- druhy vysazovaných dřevin;
- rozvoj vegetačního krytu;
- vzdálenost rekultivované plochy od půdních organismů v okolní krajině.

Díky těžební činnosti došlo k výraznému plošnému a výškovému rozčlenění území a tyto změny se promítají do klimatických a hydrologických poměrů oblasti (Spiřík, 1992). Změnil se příkon světelné energie, sluneční radiace, větrné poměry, vodní režim, pokryvnost vegetace i kvalita stanovišť. Vznikají hřebeny, které se vyznačují jako teplé a suché a naproti nim sedla, kde se hromadí vlhkost a chladnější vzduch. Všechny tyto negativní rysy krajiny ovlivňují zvolený způsob rekultivace.

4. OBNOVA EKOSYSTÉMU NA VÝSYPKÁCH

Průvodním jevem při povrchové těžbě uhlí je dlouhodobá plošná změna krajiny. Těžbou nadloží, uhelné sloje a stavbou vnějších výsypek dochází k přeměnám vzhledu povrchu a horninového složení. Podle Štýse, 1981 jsou vlastnosti rekultivované krajiny následující:

- Ekologická vyváženost;
- zdravotní a hygienická nezávadnost;
- efektivní a potenciální produkce schopnost;
- estetická působivost a rekreační účinnost.

Těžba hnědého uhlí v severočeském regionu probíhá desítky let, a proto jsou rekultivace řešeny postupně po částech. Výše zmíněné vlastnosti krajiny mohou být dosaženy pouze takovou rekultivací, která má perfektní koncepci a optimálně kombinuje základní způsoby rekultivace. Je třeba se na krajinu dívat jako na celek a vhodně kombinovat zemědělské, lesnické a vodohospodářské způsoby rekultivací. V tab. 2 je uvedeno, jaké způsoby rekultivací budou použity na výsypkách Severočeských dolů a.s. Chomutov do roku 2050.

Tab. 2: Rozloha a procentuální zastoupení jednotlivých druhů rekultivací na území spravovaném Severočeskými doly a.s. Chomutov výhled do roku 2050 (Severočeské doly 2008)

<u>Plochy</u>	<u>ha</u>	<u>%</u>
zemědělské	3325,32	25,3
lesnické	5624,62	42,7
vodní	2244,32	17,0
ostatní	1973,81	15,0
celkem	13168,07	100,0

4.1 REKULTIVACE

Je antroporegulačním faktorem v dynamickém procesu vývoje přírody a funkcí převážně kladným zpětných vazeb, kterými je urychlován a usměrňován vývoj struktury a funkce devastovaných částí krajiny (Štýs, 1981). Zákon č.334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu definuje rekultivaci jako „proces“, jehož úkolem je docílit, aby plochy dotčené jinou činností se staly opět způsobilé k dalšímu využití v krajině. Podle Bejčka et al., 2003 „Rekultivační činnost směřuje ke zvýraznění estetických hodnot krajiny a ke vzniku harmonických vztahů v krajině podle principů trvale udržitelného rozvoje.“.

4.2 TECHNOLOGIE REKULTIVACÍ

Rekultivační technologie je velmi rozmanitá. Vyplývá z povahy pozměněného území a z rekultivačního cíle. Tedy z představy, jak by dané místo mělo v budoucnosti vypadat.

4.2.1 Přípravná fáze

Tato fáze probíhá již během průzkumu ložiska v podobě průzkumných, koncepčních a projektových činností. Je orientovaná na vytváření vhodných podmínek pro vlastní rekultivaci (Bejček et al., 2003). V přípravné fázi se řeší střety zájmů např., v jakých případech bude vhodné ložisko dobývat a v jakých ne. Přípravná fáze má především preventivní a optimalizační funkci (Štýs, 1981).

4.2.2 Důlně technická fáze

Důlně technická fáze je také především preventivní, vytváří optimální podmínky pro biotechnickou rekultivaci, kdy je rekultivované území upravováno do potřebné kvality a to hlavně z hlediska tvaru území (Bejček et al., 2003). Řeší technicky realizovatelná opatření k minimalizaci destruktivních vlivů na krajinu (Štýs, 1981). V této fázi se provádějí např.

úpravy vodního režimu, kdy se terén upravuje tak, aby byl umožněn odtok, staví se nové komunikace, sloužící k propojení rekultivovaného území s okolní krajinou (Svoboda, 2002).

4.2.3 Biotechnická fáze

Biotechnická fáze navazuje na fázi technickou. Úkolem této fáze je zlepšování ekologických vlastností území určených k rekultivaci (Štýs, 1981). V této fázi se provádí tři skupiny prací. Práce s lesními dřevinami, kdy se zakládají lesy, parky, doprovodná zeleň. Práce zemědělské, při kterých jsou plochy navraceny zemědělskému půdnímu fondu tvorbou luk, polí, ovocných sadů atd. Poslední skupinou prací jsou práce spojené s tvorbou ploch určené k rekreaci (Bejček, 2003).

4.2.4 Post-rekultivační fáze

V této fázi se řeší speciální problémy, jako jsou pěstební opatření pro speciální stanoviště (Štýs, 1981).

4.2.5 Zemědělské způsoby rekultivací

Zemědělské rekultivace jsou velmi náročné, protože výsypkové zeminy jsou bez překryvu orníci (Bejček, 2003). Tedy bez půdotvorného substrátu kvartérního původu (Jůva et al., 1960) usnadňujícího zemědělské rekultivace. Zemědělské rekultivace výsypek se během prvních let prováděly bez překryvu orníci systémem přímé rekultivace výsypkových zemin. Touto metodou došlo k obohacení povrchu výsypky o kořenovou hmotu bohatě kořenících zúrodnovacích zemědělských plodin (Bejček et al., 2003). Během let se začal uplatňovat jiný způsob rekultivace. Tento systém je založen na důsledné úpravě povrchu a rozprostření vrstvy ornice, která je navázena na upravené výsypky zpravidla v 50cm vrstvě (Štýs, 1995). Obecně platí, že čím je vrstva orníční vrstvy silnější, tím větší má zúrodnovací efekt (Bejček et al., 2003). Na takto upraveném pozemku se pak během 5 až 8 let realizuje meliorační osevní cyklus s převahou hluboko a bohatě kořenících jetelovin a travin (Štýs, 1995). Prospěšný vliv víceletých trav a jetelovin spočívá v tom, že bohatě vyvinuté kořeny obohacují půdu o organickou hmotu, jejímž rozkladem vzniká půdní humus, který je potřebný pro růst plodin. Účinnost působení jetelotravních směsek na následnou úrodnost půdy je dána správným poměrem trav k jetelovinám (Jůva et al., 1960). Nejlepších výsledků je dosahováno jetelotravními směsí, ve kterých se uplatňují jeteloviny vůči travinám v poměru 70:30 (Štýs, 1995). Vzorové rekultivační postupy ukazuje tab. 3. Při zvažování kolik pozemků bude navraceno zemědělské výrobě, je třeba zohlednit několik faktů např. morfologii terénu,

budoucí vodní režim výsypky, množství ornice, která je k dispozici a současný trend zemědělské politiky státu (Svoboda, 2002).

Tab. 3: Osevní postupy rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru, 2002 (Čermák et al., 2002)

Vzorové rekultivace osevní postupy	
rok	Plodina
Osmiletý-varianta 1.	
1.	Krycí plodina s podolem vojtěšky
2. - 4.	Vojtěška
5.	Obilovina
6.	Okopanina
7.	Silážní kukuřice (luskovinoobilná směska)
8.	Krycí plodina s podolem víceleté plodiny
2. varianta	
1.	Luskovinoobilná směska
2.	Krycí plodina s podolem jetelotrávy
3. - 4.	Jetelotráva
5.	Obilovina
6.	Ozimá řepka
7.	Obilovina
8.	Krycí plodina s podolem vojtěšky
Pětiletý-1.varianta	
1.	Krycí plodina s podolem vojtěšky
2.	Vojtěška
3.	Vojtěška
4.	Ozimá obilovina
5.	Luskovinoobilná směska nebo bob
2.varinata	
1.	Krycí plodina s podolem jetelotrávy
2.	Jetelotráva
3.	Jetelotráva
4.	Ozimá obilovina
5.	Okopanina nebo ozimá řepa

4.2.6 Lesnické způsoby rekultivací

Lesnické způsoby rekultivací jsou nejvýznamnějším způsobem rekultivace území devastovaných těžbou nerostných surovin. Lesní porosty vznikající na rekultivovaných územích jsou ze zákona číslo 289/1995 Sb. zařazovány do kategorie lesů zvláštního určení. Primárním účelem zakládání lesních porostů jsou funkce produkční (Spiřík, 1992). Kromě produkční funkce plní lesní porosty ještě následující funkce: půdoochranné, protierozní, půdotvaré a meliorační. Lesní porosty mají kladný vliv na zalesněnou plochu, ale i na její okolí. Stabilizují hydrický a klimatický systém, přispívají k vyšší hygienické nezávadnosti území, zlepšují estetiku území, kdy zapojený porost dokáže zmírnit ostré přechody mezi výsypkou a okolním terénem (Štýs, 1995). V procesu lesnických rekultivací hraje důležitou roli správně zvolená druhová skladba zakládaných porostů ve vztahu ke stanovištním podmínkám jednotlivých oblastí (Bejček et al., 2003), vhodná úprava ploch před výsadbou, zajištění biologicky vhodného výsadbového materiálu, pečlivou výsadbou a péčí o založenou kulturu (Štýs, 1995). Ekologicky nejúčinnější jsou lesy přirozené. Při lesnické rekultivaci je vhodné uplatňovat přednostně původní druhy dřevin, které by měly odpovídat domácímu geofondu (Štýs, 1990). Nejprve se k rekultivacím používaly odolné a nenáročné dřeviny, jako je olše, bříza, akát, topoly. S postupem času se začaly více uplatňovat ekologicky náročnější a hospodářsky žádoucí dřeviny, jako je javor, jasan, lípa, dub (Bejček et al., 2003). Z jehličnatých dřevin se k rekultivacím dobře hodí modřín, na sušších stanovištích i borovice lesní. Z keřů se pro rekultivaci hodí ptačí zob obecný (Svoboda, 2002). Při lesnických rekultivacích se nedoporučuje používat cizí druhy dřevin, protože jejich přítomnost může změnit ekosystémovou strukturu a funkci (Richardson et al., 2000). V oblasti Severočeské hnědouhelné pánve se podle Štýse k lesnickým rekultivacím nejvíce osvědčily „ze sortimentu přípravných dřevin: akát (*Robinia pseudoacacia*), osika (*Populus tremula*), habr (*Carpinus betulas*), bez černý (*Sambucus nigra*), ptačí zob (*Ligustrum*). Ze dřevin s významem pomocným: olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), lípa (*Tilia*), bříza (*Betula*), javor jasanolistý (*Acer negundo*), vrby (*Salix callianth*, *S. purpurea*, *S. caprea*), topoly balzamové (*Populus balsamifera*, *P. candidas*, *P. trichocarpa*) a z dřevin hospodářsky cenných: dub letní (*Quercus robur*), dub zimní (*Quercus petraea*), dub červený (*Quercus rubra*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), modřín (*Larix*) a některé druhy borovic (*Pinus*)“ (Štýs, 1995). Na úspěšnost lesnické rekultivace má dále vliv i skupinové rozmístění výsadby. Skupinu tvoří jedna hlavní dřevina a několik druhů pomocných dřevin. Skupiny se na ploše střídají a po postupné redukci pomocných dřevin se dosáhne smíšeného porostu s různým

vertikálním a horizontálním druhovým rozčleněním (Spiřík, 1992). Detailní vzorové rozmístění skupinové výsadby na výsypce je uvedeno v tab. 4.

Tab. 4: Vzorové rozmístění skupinové výsadby na výsypce (Spiřík, 1992)

Typ terénu	skupina	Hlavní dřevina	Pomocná dřevina	keře
Roviny, severní a západní svahy	1	jasan	olše lepkavá a šedá, bříza	zimolez
	2	borovice	jeřáb, lípa	ptačí zob, bez černý, svida
	3	javor mléč	olše lepkavá a šedá, jeřába	
	4	dub červený	jeřáb, hloh	
Jihozápadní svahy	1	jasan	jeřáb, olše šedá, osika	
	2	borovice	jeřáb, lípa	
	3	javor-klen	jeřáb, javor jasanolistý	
	4	dub letní, zimní	osika, hloh, lípa	zimolez, ptačí zob
Jihovýchodní svahy	1	jasan	olše šedá, bříza, javor jasanolistý	brslen
	2	javor mléč	Jeřáb, olše lepkavá	
	3	dub červený, letní, zimní	Jeřáb, mahalebka	
Vlhké lokality	olše lepkavá		Vrba, topol	

4.2.7 Hydrické rekultivace

Hydrické rekultivace jsou z krajinyotvorného hlediska velmi důležitým prvkem. Provádí se za účelem úpravy vodního režimu rekultivovaných ploch. Kromě své technické funkce odvádění a akumulace vody se také podílí na zrychlení revitalizace devastovaného území. Pro technické

opatření jsou využívány příkopy, průlehy, retenční nádrže, odvodňovací žebra atd. Kromě zřizování akumulčních a sedimentačních nádrží přírodního charakteru, jsou na výsypkách v maximální možné míře ponechávány i samovolně vzniklé vodní plochy tzv. „nebeská oka“ v terénních depresích (Svoboda, 2002), které jsou vidět na obr. 1.



Obr. 1: „nebeská oka“ na Radovesické výsypce (foto Pochmanová)

4.2.8 Rekreační způsoby rekultivací

Rozsáhlá území devastovaná těžbou lze při rekultivaci přeměnit na plochy určené převážně k rekreaci obyvatelstva (Štýs, 1981). Využití výsypek nebo těžební jámy lze nejenom za účelem zahlazení škod po těžbě, ale často jde také o doplnění dosud chybějících ploch k rekreaci. V severočeském hnědohelném revíru je již několik příkladů úspěšné rekultivace k rekreačním účelům např. vodní plocha Barbora na obr. 2, která je dnes vyhledávaným rekreačním místem v blízkosti Teplic a autodrom Most na obr. 3.



Obr. 2: Vodní nádrž Barbora (<http://www.krusnohorsly.cz/image>)



Obr. 3: Autodrom Most (http://www.zsmezibori.com/projekt/pic/foto_800/most_autodrom.jpg)

4.2.9 Ostatní rekultivace

Tato kategorie je velmi široká a zahrnuje území od zpěvných ploch přes komunikace až mokřadní zeleň nebo plochy ponechané přirozené sukcesi a podobně. Výsledek je zpravidla odvislý od poptávky investorů po technicky upravených plochách. Takto jsou připraveny plochy např. pro řízené skládky, parkoviště, komunikace či pro další možné průmyslové a jiné komerční i nekomerční využití (Havlicová, 2005).

4.3 SUKCESE

Ekologická sukcese v ekosystému může být definována takto:

- Je to uspořádaný sled vývoje společenstva, zahrnující změny druhového složení a procesů ve společenstvu v průběhu času. Vývoj se děje určitým směrem a můžeme jej tedy přiměřeně předvídat (Odum, 1977);
- nesezónní, směrovaný, spojitý proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů v určitém místě (Begon et al., 1997);
- znamená pohyb ekosystému iniciovaný živým subsystémem v biologicky progresivním směru“ (Míchal, 1994);
- sukcese směřuje k ustáleným ekosystémům (ke klimaxu), v němž se na jednotku dosažitelného toku energie uchovává nejvíce biomasy a nejvíce symbiotických vztahů mezi organismy (Odum, 1977);
- střídání druhů během sukcese jsou důsledkem rozdílné rychlosti růstu, rozdílné životnosti a kolonizační schopnosti zúčastněných druhů (Odum, 1977);
- sukcese zahrnuje změny vyvolané aktivitou biocenózy, která mění své vlastní prostředí tak, že se stává příznivější pro jinou biocenózu (Transley, 1929; Odum, 1977; Míchal, 1994).

Hybnou silou sukcese je boj protikladů mezi silami organismů budující ekosystém na dané sukcesní úrovni a mezi silami schopnými jeho organizovanost narušit (Míchal, 1994). Příčinou sukcese je tedy nerovnoměrné rozdělení výdeje a příjmu energie a hmot v ekosystému. Sukcese probíhající na výsypkách v podmínkách České republiky trvají přibližně v intervalu 10 až 100 let. Sukcese vrcholí ustáleným ekosystémem - klimaxem, v němž se na jednotku dosaženého toku energie uchovává nejvíce biomasy a nejvíce symbiotických vztahů mezi organismy (Begon et al., 1997).

Rozlišují se 2 typy sukcese:

- Primární: o ní mluvíme, probíhá-li na obnažené části povrchu, kterou dříve neovlivňovalo žádné společenstvo (Begon et al., 1997). Primární sukcese je dlouhodobý proces obnovy, který začíná okamžitě po nasypání materiálu na výsypku (Hodačová a Prach 2003). Probíhá na substrátech, na kterých není vyvinuta půda ani rozmnožovací části rostlin. Můžeme ji pozorovat na výsypkách dolů, na místech, která byla zasažena lávou po výbuchu sopky apod.;

- sekundární: je krátkodobým procesem obnovy, který probíhá na kterémkoliv ze stádií primární sukcese, již mají vytvořenou půdu a zásobu semen. Semena se na výsypku přenášejí větrem, zvěří a někdy i člověkem.

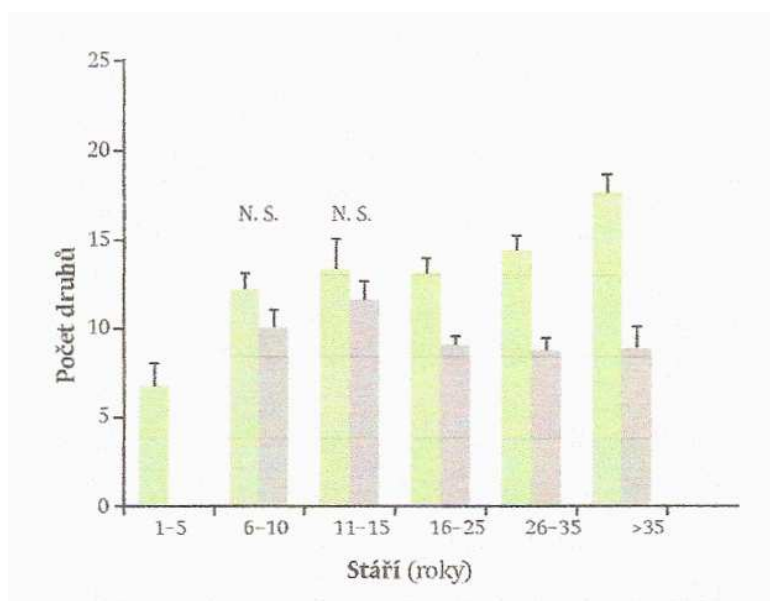
Nicméně rozdíl mezi primární a sekundární sukcesí není zcela zřetelný (Glenn-Lewin et al., 1992). Zvláštním typem sukcese je regresivní sukcese, což je sukcese směřující opačným směrem. Příkladem regresivní sukcese je proces nastávající po sešlápnutí rostlinných společenstev např. člověkem, po výbuchu sopky, pastvě dobytka, erozí, hnojením, exhalací apod. Jak již bylo zmíněno výše plochy narušené těžbou, jsou ekologicky velmi labilní a celkově negativně ovlivňují své okolí, proto je potřeba, co nejdříve se postarat o obnovu ekologických funkcí těchto ploch. Vegetace je závislá na hlavních vegetačních činitelích: na sluneční energii ve formě tepla a světla, vodě a na minerálních živinách obsažených v půdě. Vazba mezi prostředím a rostlinami je dokonalá. Rostliny mohou sloužit jako indikátory stanovištních poměrů a mohou být použity jako vodítko při rozhodování o způsobu využití devastovaných pozemků, protože rostlinná společenstva osidlují výsypky vždy ve stejné posloupnosti (Štýs, 1981, 1990). Invaze rostlin je u výsypek zahajována zpravidla u báze v ronových rýhách. Během několika let rostlinstvo porůstá celé výsypky. Na většině výsypek dominují ruderalní rostliny. Společenstva organismů jsou zprvu velmi jednoduchá, což je charakteristický znak všech pionýrských sukcesních stádií ekosystému (Bejček et al., 2006). V prvních letech zpravidla dojde k převaze jednoho druhu, který tvoří souvislé porosty např. lebedou lesklou (*Antreplex nitens*), která je značně přizpůsobivá a dobře roste na rozmanitých substrátech. Po odumření listů přivádí do půdy značné množství organické hmoty, a tím ji obohacuje o humus, důležitý pro další sukcesí (Bejček et al., 2003), podbělem lékařským (*Tussilago farfara*). Postupně se objevují také luční společenstva s dominujícím ovsíkem evropským (*Arrhenatherum medoeuropaeum*), třtinou křovištní (*Calamagrostis epigeios*). Společenstva třtiny křovištní vytvářejí druhově chudé porosty až monocenózy a s vysokou konkurenční schopností zaujímají dominantní postavení (Bejček et al., 2003). Ostatní vegetaci třtina křovištní potlačuje, proto bývá na některých výsypkách a odvalech závěrečným společenstvem (Štýs, 1981). Stromy např. bříza bělokorá (*Betula pendula*) se začínou objevovat až na výsypce 25-41 let staré (Frouz, Nováková, 2005). Bříza bělokorá má v sukcesních oblastech prominentní pozici mezi dřevinnými druhy. Vyskytuje se v širokém rozsahu přírodních podmínek (Ellenberg, 1988). Je stabilní v rané fázi sukcese a rychle roste. Je považována také za cenný meliorační druh, který se pomocí šíření vzduchem dostal i do odlesněných oblastí (Pyšek, 1992). Mezi hlavní negativa břízy bělokoré je její pravděpodobná

role jako zdroj alergenních pylů (Kopecký, 1983). Míra pokrytí bylin, keřů a stromů závisí na stáří výsypky, roste se sukcesním věkem (Frouz et al., 2008). Další dobře se šířící dřevinou je bez černý, který dobře snáší zeminy s nejnižší úrodností i sušší stanoviště a topol osika (Bejček et al., 2003). S břízou a osikou dobře roste další významná dřevina, jeřáb ptačí. Konečný ráz spontánní vegetace je obvykle určený rozměry mezi travinnými a dřevinnými druhy (Prach, Pyšek, 2000).

4.4 VÝHODY A NEVÝHODY VYUŽITÍ REKULTIVACE A SUKCESE NA VÝSYPKÁCH

Spontánní sukcese je cestou levnou, protože se nemusí navážet ornice, hnojit, není potřeba žádných strojů ani stavba komunikací. Vráblíková uvádí, že „náklady na plochy rekultivované sukcesí jsou 22 tis.Kč/ha v porovnání s klasickými způsoby v závislosti na způsobu rekultivace v rozmezí 0,6-7,7 mil Kč/ha“ (Vráblíková, 2001). Většina výsypek (až 95%) má potenciál obnovit se sama (Prach, 2009). Rychlost sukcese je srovnatelná s rychlostí technické rekultivace. Souvislý vegetační kryt se vytváří do 15. roku sukcese a po 20-ti letech je vegetace výsypek poměrně dobře stabilizována. Při technické rekultivaci se obvykle musí čekat až 8 let, než si výsypkový substrát sesedne, tím se pomalejší průběh spontánní sukcese vyrovnává s technickou rekultivací (Řehounek et al., 2010). Technicky rekultivované výsypky jsou druhově chudší než výsypky spontánně zarostlé. Mohou produkovat monotónní, uniformní společenstva, kde funkce diverzity je redukována (Prach, Hobbs, 2008), protože živiny vnesené organickým materiálem podporují uchycení a růst konkurenčně silných rumištních, expanzivních a invazních druhů, hlavně třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Plochy ponechané přirozené sukcesi dovolí kolonizovat území více druhům, jsou také často útočištěm chráněných a ohrožených druhů a to i takových, které se v okolní krajině nevyskytují, nebo jsou zde extrémně vzácné (Frouz et al., 2007). Rozdíl mezi počtem druhů na nerekulitovaných a rekultivovaných výsypkách ukazuje obr. 4. Jak bylo zmíněno výše, sukcesí rozdělujeme na dva typy primární a sekundární. Bylo by chybné domnívat se, že lze použít k rekultivaci jen jeden typ. V rozmanitých projektech obnovy ve vyspělých zemích se používají kombinace obou typů sukcese (Prach, 2006). Sukcese je doporučována v místech, kde přírodní podmínky nejsou extrémní a neočekávají se nepříznivé vlivy okolí, jako jsou eroze, kontaminace půdy a vody (Prach, Hobbs, 2008). Tak jako jednotlivé druhy rekultivací ani sukcesí nelze použít na všech stanovištích. Sukcesí nelze použít na extrémních stanovištích, kde jsou substráty silně kyselé, toxické, příliš suché nebo příliš bohaté (Prach, 2009). Přírodním procesům by měla být ponechána zelená hlavně v místech, kde nedošlo

k velkým změnám prostředí a narušený ekosystém se může dostat do funkčního stavu spontánní sukcesí (Prach, 2006). Na druhou stranu i technické rekultivace jsou v některých místech velmi potřebné např. v místech, která jsou ohrožena erozí nebo v místech, která jsou vhodná pro určité rekreační využití. Rozdíl ve vzhledu míst rekultivovaných a míst ponechaných přirozené sukcesi můžeme pozorovat na obr. 5 a 6. Sukcesní plochy také vykazují menší celkovou produkci biomasy (Frouz et al. 2008) což na jednu stranu podporuje druhovou diverzitu na druhou stranu to může být překážkou při jejich dalším komerčním využití.



Obr. 4: Porovnání průměrného počtu druhů cévnatých rostlin na ploše 25 m² na nerekvultivovaných (zeleně) a rekvultivovaných (šedivě) výsypkách na Mostecku (Hodačová, Prach, 2003)



Obr. 5: Sukcesní plocha na Radovesické výsypce (foto Pochmanová)



Obr. 6: Rekultivovaná plocha na Radovesické výsypce (foto Pochmanová)

5. HETEROGENITA

Heterogenita v nejširším smyslu slova znamená vlastnost objektů být různorodé, skládat se ze složek s různými vlastnostmi. (Heterogeneity decide status to be heterogeneous, consisting of dissimilar or diverse ingredients or constituents – Britannica, 2010). Podobně Risser (1987) definuje heterogenitu jako vlastnost systému, směsí skládající se z navzájem nepodobných či odlišných součástí nebo skladebních prvků. V krajinné ekologii hovoříme o různorodosti jednotlivých ekosystémů nebo jednotlivých složek krajiny (Kovář, 2008). Podle Hesslerové a Kučery „je heterogenita základní vlastností krajinné mozaiky a charakterizuje její složitost“ (Hesslerová, Kučera, 2006). Krajina je v dnešní době výsledkem působení biotických a abiotických činitelů, přičemž její vzhled závisí na jejich poměru (Hesslerová, Kučera, 2006). Krajinná heterogenita je chápána jako kvantitativní kritérium obnovy krajiny (Sklenička, Lhotka, 2002), jako stupeň pestrosti přítomných typů prostředí. V krajinné ekologii používáme k popisu prostorové heterogenity koncept plošek (patches) a matrice (matrix). Ploška je součástí povrchu, která se vzhledem liší od svého okolí a bývá obklopena krajinnou maticí (Kovář, 2008). Původ plošek je různý, vyznačují se velkou rozmanitostí (Hesslerová, Kučera, 2006). Maticí rozumíme složku krajiny, která zpravidla plošně dominuje a je spojitá v celé sledované ploše. Jednotlivé plošky mohou mít různý tvar, různou velikost a mohou být od sebe různě izolované (Kovář, 2008). Velikost a uspořádání těchto plošek ovlivňuje rychlost disturbance v krajině (Chapin et al., 2002). Velikost plošek ovlivňuje lokální heterogenitu a má vliv na šíření disturbance z jedné plošky do druhé (Chapin, 2002). Heterogenita vegetace pramení z přirozeného kolísání velikosti populací v závislosti na

místních podmínkách, společenského procesu a disturbance (Chapin et al., 2002). Hlavními faktory určujícími heterogenitu vegetace je tedy heterogenita abiotických podmínek daná zejména různými vlastnostmi půdy a geologického podloží a různou topografií terénu a dále heterogenita disturbance. V rostlinné ekologii disturbance znamená ničení vytvořené biomasy (Novotná, 2001). Původ disturbancí je různý. Jsou způsobené abiotickými, biotickými (Lipský, 1999) a antropogenními faktory. V současnosti je hlavním tvůrcem disturbancí člověk (Novotná, 2001), který těžbou nerostných surovin přímo narušuje krajinnou strukturu (Lipský, 1999). Disturbance v krajině mají různou velikost, frekvenci, intenzitu a rozšíření (Heslerová, Kučera 2006). Mírné disturbance značně zvyšují heterogenitu krajiny, silné disturbance heterogenitu zvyšují i snižují (Forman, Gordon, 1993). Heterogenita je podmíněna rozložením plošek v krajině, které tvoří krajnou mozaiku odlišující se ekologickými vlastnostmi (Chapin, 2002). Šíření organismů závisí na pohybu mezi ploškami, které je silně ovlivněno jejich spojitostí (Turner et al., 2001). Pro funkční chování krajiny je důležité, aby byly plošky mezi sebou propojeny tak, aby mohlo docházet k výměně energie a materiálů (Hellerová, Kučera, 2006). Hranice mezi ploškami má unikátní vlastnosti, může zde docházet k zachycování semen, hromadění sněhu a tím větší vlhkosti, rozhraní mohou působit jako migrační bariéry (hlavně v kolmém směru) nebo naopak jako preferované migrační koridory (hlavně v podélném směru) atp. Tyto vlastnosti rozhraní jsou důležité pro různé okrajové speciality (Chapin, 2002). V přirozených ekosystémech umožňuje heterogenita prostředí koexistenci různých druhů a může zvýšit stabilitu populací při změnách podmínek v čase, neboť přítomnost různých podmínek umožňuje více druhům najít vhodné podmínky pro svůj život (Begon et al., 1997). Naproti tomu u produkčních ploch intenzivně využívaných člověkem je snaha o snížení prostorové heterogenity podmínek prostředí. Uniformita podmínek zvyšuje možnost využití intenzivní technologie, zlepšuje konkurenční schopnost pěstovaných organismů, zvyšuje vyrovnanost pěstovaných organismů, což může jednak zvyšovat celkový výnos a dále usnadňovat technologii pěstování (Petr, 1989).

Při formování nové krajiny na výsypkách je její heterogenita dána jednak různorodostí nasypných vrstev a také topografií terénu, která souvisí s technologií sypání výsypky (Štýs 1981, 1990). Řada technologií sypání vede k vytvoření povrchu s charakteristickým zvlněným reliéfem (obr. 5). Vznikají hřebeny, které se vyznačují jako teplé a suché a naproti nim sedla, kde se hromadí vlhkost a chladnější vzduch. Tento zvlněný reliéf je během rekultivačních prací zpravidla eliminován následným vyrovnáním povrchu (obr. 6). Toto vyrovnání povrchu má řadu výše popsaných výhod z hlediska dostupnosti a produkčních vlastností nově vzniklé

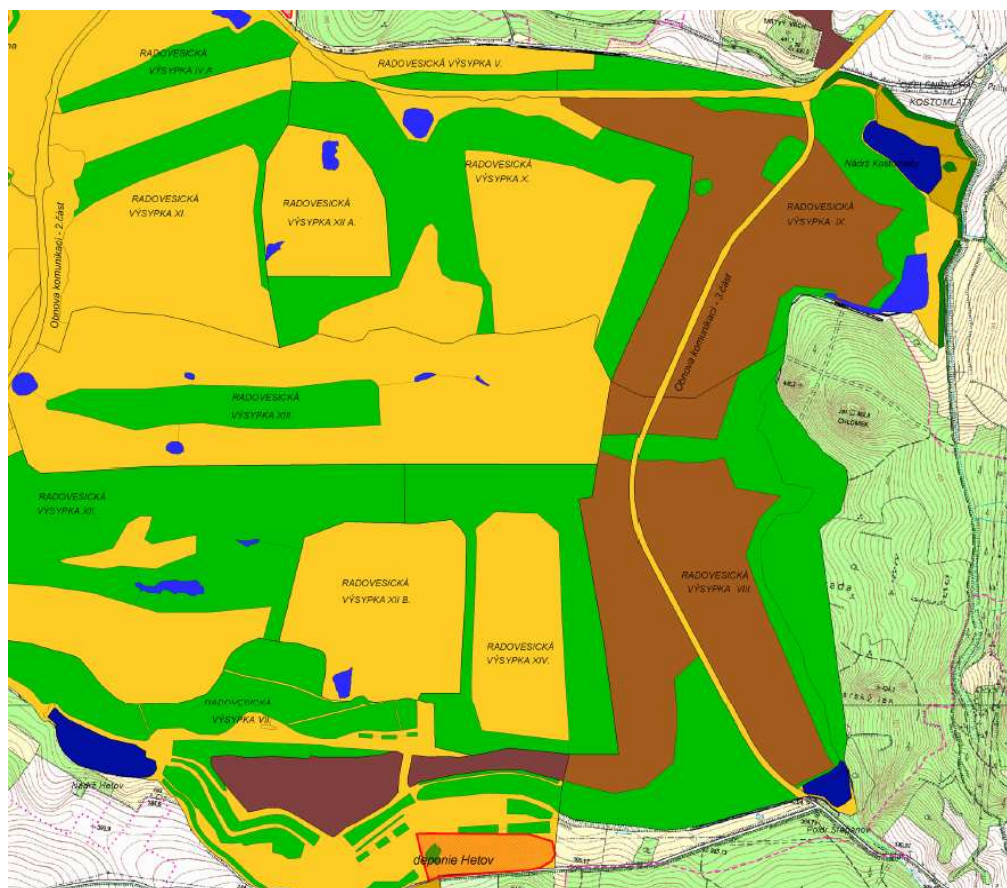
plochy. Naproti tomu dochází k potlačení řady transportních procesů, které se na zvlněné ploše uplatňovaly (například hromadění odpadu, vody a diaspor v úžlabích terénních vln), a tím k vytváření lokálně lepších podmínek pro rozvoj vegetace a půdy (Topp et al. 2000; Frouz, Nováková, 2005; Frouz et al., 2008). Zlepšují se vegetační činitelé např. sluneční energie ve formě tepla a světla, voda a minerální živiny obsažené v půdě. Potlačení prostorové heterogenity vede také ke snížení druhové bohatosti těchto ploch (Topp et al., 2010).

6. PROJEKT: SLEDOVÁNÍ HETEROGENITY SPONTÁNNÍ VEGETACE NA RADOVESICKÉ VÝSYPCE

Cílem tohoto experimentu je zmapovat výskyt a rozmístění vegetace na sukcesní ploše Radovesické výsypky XVII.B. a porovnat mé výsledky s výsledky jiných prací zabývajících se tímto tématem (Topp et al., 2001, Frouz et al., 2008).

6.1 STUDOVANÁ OBLAST: RADOVESICKÁ VÝSYPKA

Radovesická výsypka na obr. 7 a 8 je vnější a největší výsypkou Dolů Bílina, Severočeské doly a.s. Důlní aktivita na výsypce se datuje od roku 1964, kdy se začala budovat. Báňská činnost byla následně ukončena v roce 2003. Radovesická výsypka je rozsáhlým geomorfologickým útvarem o rozloze 1120 ha (Svoboda, 2002). Východní a jižní hranice výsypky sousedí s CHKO České středohoří a na západě s městem Bílina. Na těleso Radovesické výsypky navazuje výsypka Jirásek a dříve rekultivované území po těžbě bývalých dolů i lomů Lotta-Marie, Jarmila, Svornost a Karolina I a II. Území výsypky Radovesice je rozděleno do ploch Radovesice I až XVII, jejichž uvolňování pro rekultivační činnost probíhá po jednotlivých etapách. Důvodem je hlavně postup výsypky při těžbě, kdy se může začít s rekultivací na těch částech, kde už byla předchozí činnost spojená s těžbou ukončena. Dalšími důvody jsou dostupnost a postupné uvolňování finančních prostředků a celkový objem rekultivačních prací na jednotlivých plochách.



Obr. 7: Plán rekultivací na Radovesické výsypce (Svoboda, 2002)

6.2 PŘEHLED PŘÍRODNÍCH PODMÍNEK

6.2.1 Geologie a geomorfologie

Dle studie Svoboda, 2002 zájmové území Radovesické výsypky leží na rozhraní dvou výrazně odlišných geomorfologických celků - Mostecké pánve a Českého středohoří. Oba celky jsou součástí Podkrušnohorské oblasti, která je součástí Krušnohorské provincie v rámci provincie České vysočiny. Geologicky se území vnější výsypky nachází na styku tří regionálně geologických jednotek. Vyskytují se zde krystalinika, která vystupují na povrch v údolí Lukovského potoka. V podloží výsypky převládají sedimenty svrchní křídy. V jihovýchodní části jsou vulkanická tělesa terciéru a pánevní sedimenty v severní části.

6.2.2 Pedologie

Celé území je tvořeno nevyvinutou antropozemí, jejímž základem jsou výsypkové zeminy z nadloží hnědouhelné sloje dolu Bílina. Na Radovesické výsypce jsou převládajícími výsypkovými horninami šedé písčité jílovce a písky, heterogenní materiál, který je náchylný k vodní erozi a svým charakterem nevhodný k přímé rekultivaci. Z tohoto důvodu jsou

zeminy meliorovány pomocí zúrodnitelných zemin. Nejvhodnější půdou pro rychlý rozvoj vegetace jsou třetihorní jíly (Frouz, 2006).

6.2.3 Klima

Radovesická výsypka náleží ke klimatické oblasti mírně teplé, mírně suché. Průměrná roční teplota činí 7,6 °C, průměrná teplota ve vegetačním období je 13,8 °C. Nejteplejším měsícem roku je červenec a nejchladnějším leden. Rozdělení srážek během roku se vyznačuje velkými rozdíly. Nejvlhčí bývá červenec, nejsušší únor. V oblasti Bíliny je převažující směr proudění větrů jihozápadní, západní a severozápadní s roční relativní četností větrů v rozmezí 16 až 18%. Průměrný úhrn ročních srážek představuje 510 mm, z toho ve vegetačním období (duben až říjen) 363 mm tedy přibližně 71% (Svoboda, 2002).

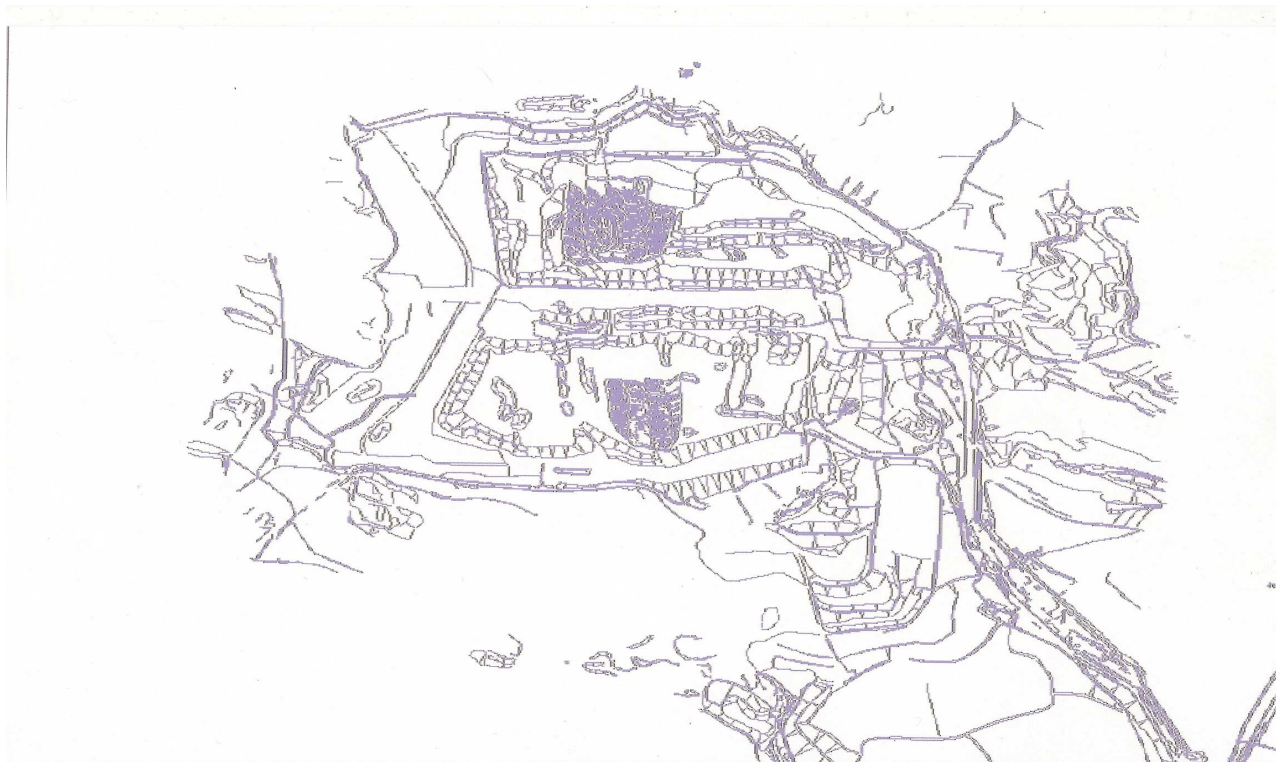


Obr. 8: Nejnovější satelitní snímek Radovesické výsypky zaměřený na sukcesní plochu Radovesice XVII.B (Severočeské doly a.s.)

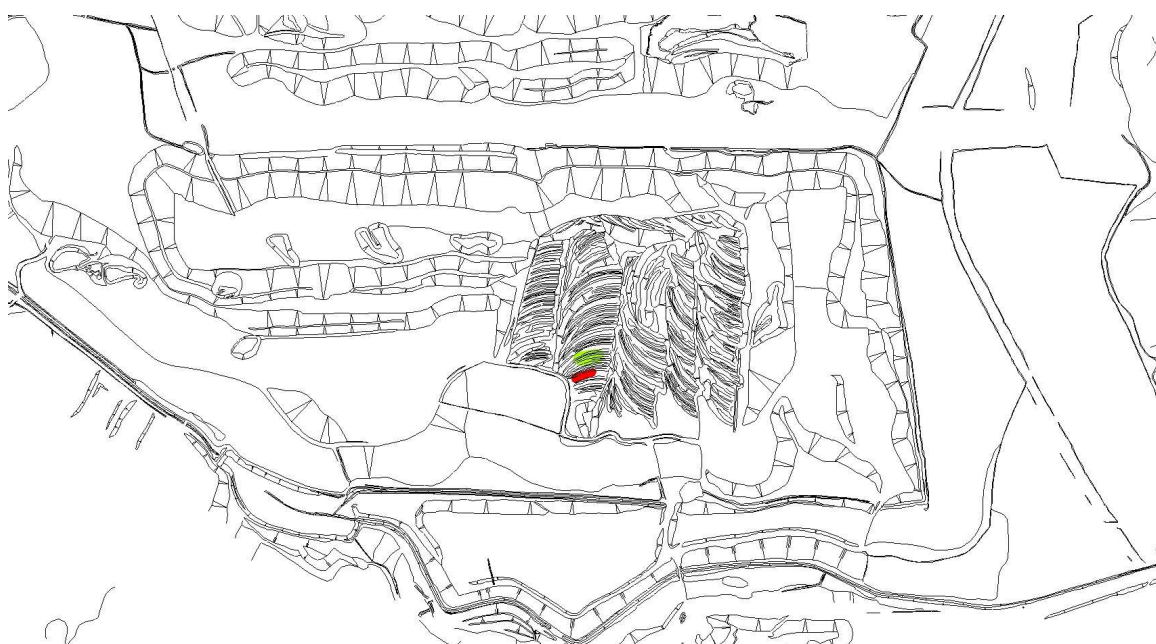
6.3 METODIKA

Experiment byl prováděn na dvou plochách (4×50 m) Radovesické výsypky XVII.B (obr. 9, 10 a 11). Tyto plochy se nachází na nevyvinutých antropozemích s převládajícími jílovými horninami. Pomocí zařízení GPS jsem zmapovala rozmístění stromů a změřila jejich bazální šířku kmene. Na experimentální ploše jsem vytvořila další menší plošky o velikosti (27×27 cm), na kterých jsem hodnotila hustotu vegetace třtiny křovištní (*Calamagrostie epigeios*).

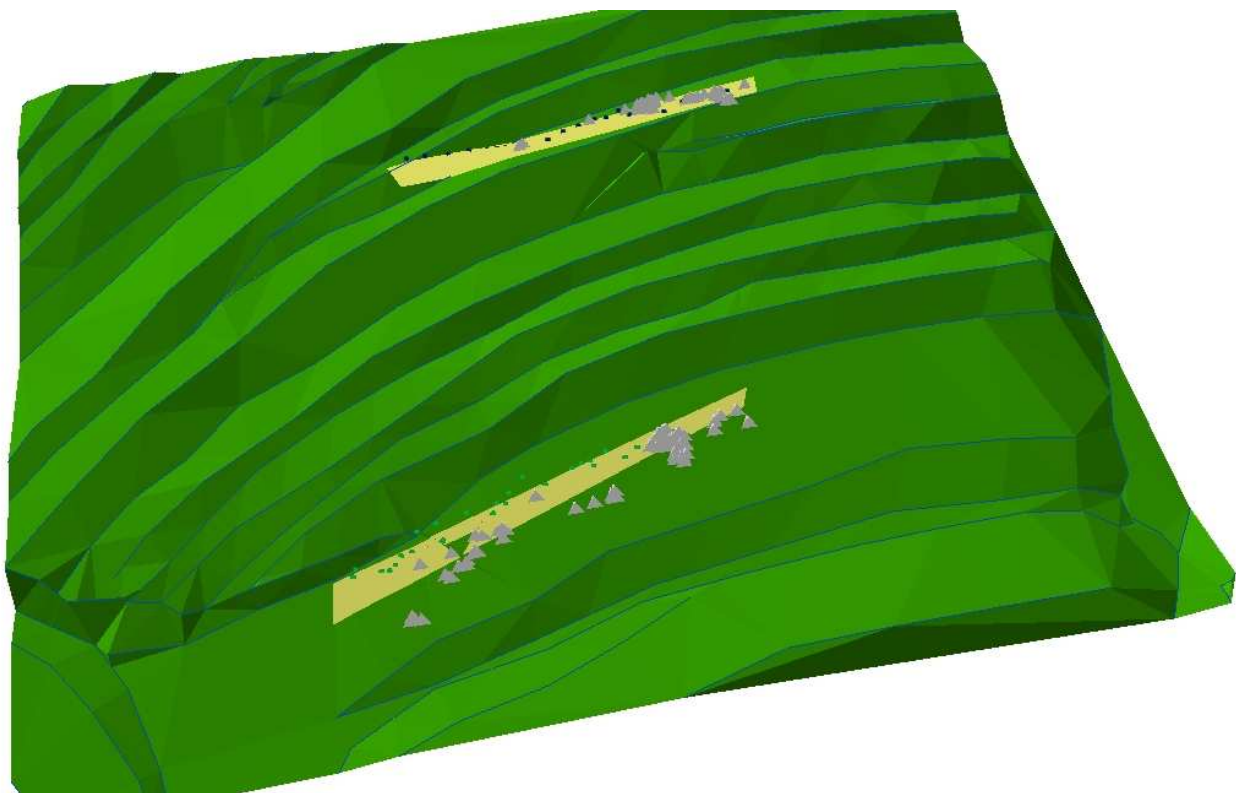
Hustota byla v terénu odhadnuta pomocí 5 ti bodové škály u 20% plošek byly navíc odebrány vzorky biomasy a tyto vzorky byly usušeny a zváženy. Pomocí odhadu hustoty a váhy třtiny křovištní jsem následně vytvořila kalibrační odhad biomasy na tomto území.



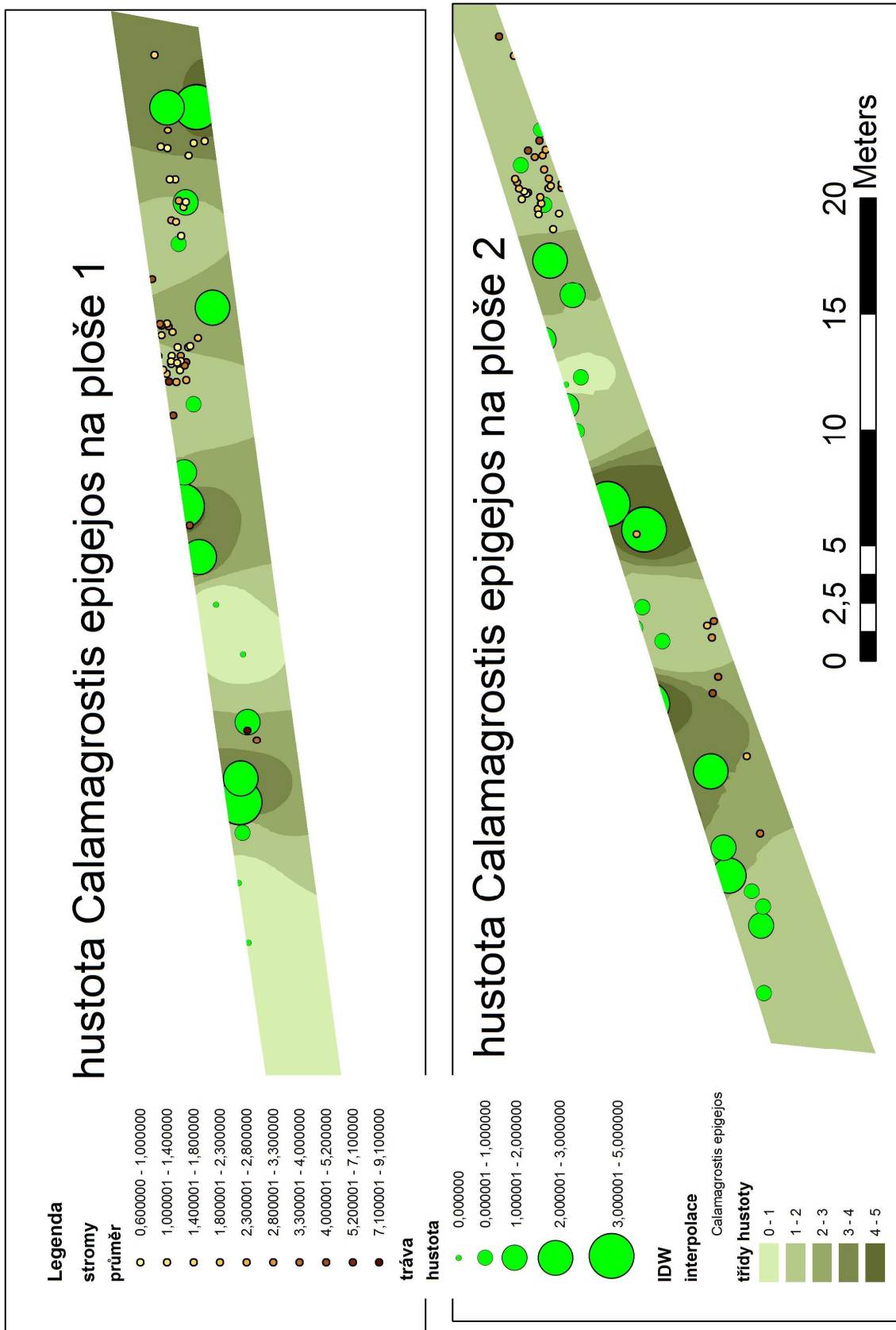
Obr. 9: Výšková členitost Radovesické výsypky (Severočeské doly a.s.)



Obr. 10: Výšková členitost sukcesní plochy XVII.B s označením míst experimentálních plošek (Severočeské doly a.s.)



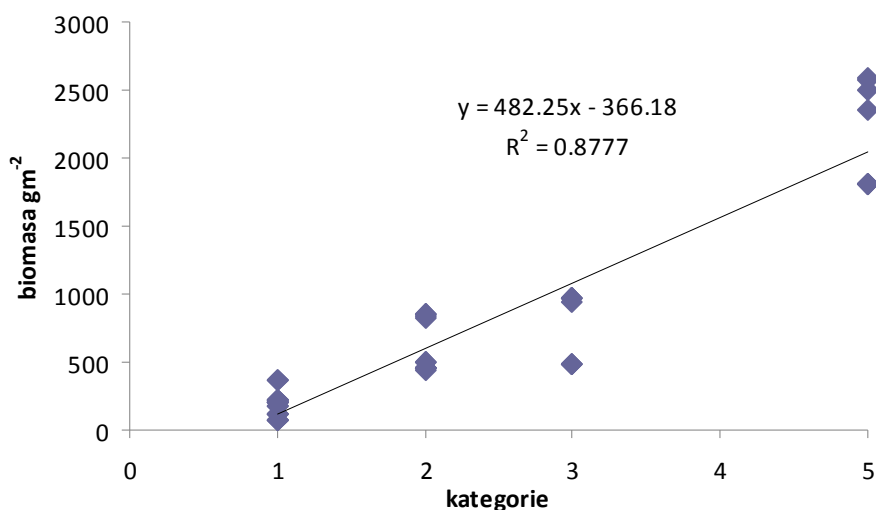
Obr. 11: model terénu experimentálních plošek



Obr. 12: Hustota třtiny křovištní (*Calamagrostie epigeios*) a výskyt dřevin na sledovaných plochách

6.4 VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsypky mají heterogenní povrchovou strukturu. Skládají se z hřebenů a žlabů, které vznikly úpravou povrchu horní technologií. Z pozorování vyplývá, že deprese na ploše A i B jsou hustěji osídlené než vrcholy (obr. 12). Z kalibrace biomasy (obr. 13) lze pomocí terénního odhadu odhadnout, že průměrná biomasa na jednotlivých ploškách je 645 ± 665 a 679 ± 733 gm^{-2} (průměr \pm SD). Je však značně variabilní. Maximální hodnoty, které se vyskytují v depresích dosahují až 2000 gm^{-2} zatímco na vrcholech jsou hodnoty mnohem nižší nebo třtina zcela chybí (obr. 12 a 13). To souhlasí s pozorováním ostatních autorů v jiných pracích, kteří právě na rozdíly v osídlení mezi elevacemi a depresemi poukazují (Štýs, 1981, Topp et al. 2001, Frouz et al., 2008). Je to patrně dáno tím, že deprese mají funkce dřezu pro vodu a materiálů transportovaných z elevací (Frouz et al., 2008). To je důvodem rychlejší kolonizace rostlin v depresích než v elevacích a vysvětluje to také, proč rostlinstvo vrcholu bývá zpravidla v horším fyzikálním stavu než rostlinstvo v prohlubních a na svazích (Wanner, Dunger, 2000). Tak jako v ostatních pracích i na ploše Radovesické výsypce XVII.B vegetační pokryv tvoří hlavně bříza bělokorá (*Betula pendula*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*), které jsou často udávány jako dominantní druhy pionýrských stádií i na jiných výsypkách (Frouz et al., 2008). Důvodem, proč se na sukcesní ploše Radovesice XVII.B vyskytují hlavně tyto dva druhy, souvisí s materiálem, který se na této ploše vyskytuje, neboť ten je na svažitém terénu náchylný k erozi. Přirozená kolonizace rostlinstvem je díky nepříznivým fyzikálním případně i chemickým vlastnostem ztížena (Svoboda, 2002).



Obr 13: Kalibrace odhadu biomasy pomocí semi-kvantitativních kategorií na experimentálních plochách Radovesice XVII.B

7. ZÁVĚR

Pro nápravu negativních projevů těžební činnosti v Podkrušnohorské krajině je rekultivační činnost a soubor revitalizačních opatření k obnově ekologicky stabilní, pestré, estetické a produkční krajiny nutná. Obnovu devastovaného území bychom neměli považovat pouze jako povinnost ze zákona, ale i jako naši morální povinnost pro příští generace. Také bychom ji neměli brát pouze jako zdroj devastací v krajině. V některých případech může maloplošná těžba a přítomnost navazujících výsypek obohatit okolní krajinu. Může se stát útočištěm pro mnoho druhů rostlin i živočichů, které z krajiny postupně mizí. Podmínkou, aby se tak stalo, je ponechat tato místa sukcesi spontánní popřípadě řízené.

8. POUŽITÁ LITERATURA

Begon M., Harper J., Townsend C. 1997: Ekologie jedinci, populace, společenstva, Vydavatelství University Palackého, Olomouc, 646pp

Bejček V., Cibulka J., Falešník M., Kurfirst J., Macholdová E., Náprstek J., Novák J., Ondráček V., Řehoř M., Sixta J., Suchý B., Svoboda I., Štádl P., Šťastný K., Štýs S., Švejda J. 2003: Obnova krajiny na Bílinsku a Tušimicku, Severočeské doly a.s., Litvínov, 237

Bejček V., Sklenička P., Šťastný K. 2006: Lze využít přirozenou sukcesi při rekultivaci výsypek? *Veronika 1/2006*:1-4

Chapin, F.S., Matson P.A., Mooney H. A. 2002: Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology, Springer-Verlang, New York, 423pp

Čermák P., Kohel J., Dederá F. 2002: Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru, VÚMP, Praha, 89

Ellenberg H., 1988: Vegetation Ecology of central Europe, Cambridge University Press, Cambridge, 705pp

Forman, R.T.T., Gordon M. 1993: Krajinná ekologie, Academica, Praha, 583pp

Frouz J. 1999: Obnova společenstev půdních organismů na plochách lesnický rekultivovaných hnědouhelných výsypek a jejich význam pro tvorbu půdy. *Ochrana přírody 5/54*: 157-159

Frouz J., Nováková A. 2005: Development of soil microbial properties in topsoil layer during spontaneous succession in heaps after brown coal mining in relation to humus microstructure development. *Geodeta 129/2005*:54-64

Frouz J. 2006: Soil and soil biota in reclaimed and non-reclaimed post mining sites

Frouz J., Pižl V., Tasovský K. 2007: The effect of earthworms and other saprophagous macrofauna on soil microstructures in reclaimed and un-reclaimed post-mining sites in Central Europe. *European Journal of Soil Biology 43/2007*: 184-189

Frouz J., Pižl V., Cienciala E. , Kalčík J. 2008: Carbon storage in post-mining forest soil, the role of tree biomass and soil bioturbation *Biogeochemistry 94*: 111-121

Frouz J., Prach K., Pižl V., Háněl L., Starý J., Tasovský K., Materna J., Balík V., Klačík J., Řehouňková K. 2008: Interaction between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European journal of soil biology 44/2008*: 109-121

Glenn-Lewin, D.C., Peet, R.K., Veblen, T.T. 1992: Plant succession in Theory and Prediction, Chapman and Hall, London, 346pp

Havlicová P. 2005: Biologické rekultivace odvalů, *Eko: Ekologie a společnost 2005/4*, 26-28

Hesslerová P., Kučera T. 2006: Krajina-známá neznámá, *Ochrana přírody 2006/7*, 195-198

- Jůva K., Rýznar J., Straňák A. 1960: Meliorace půdy, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 244pp
- Kopecký K. 1983: Remarks on the gangues of vegetation in relation allergic respiration Diseases- a case study from SW Prag. *Preslia* 55:149-163
- Krátký 1954: Uhlí jako chemická surovina. Státní nakladatelství technické literatury, Praha, 136
- Lipský Z. 1999: Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů, Karolinum, Praha, 37-38
- Luxa J. a kol. 1997: Z historie hornictví k současnosti dolování na Bílinsku, NIS, Teplice, 80-84
- Majer J., Matějček J., Matušek Z., Novosad J., Paděra Z., Pekár M., Vozár J. 1985: Uhelné hornictví ČSSR, Profil, Ostrava, 800pp
- Míchal I. 1994: Ekologická stabilita, Brno: Veronica, 276pp
- Novotná D., 2001: Úvod do pojmosloví v ekologii krajiny, MŽP, Enigma, Praha, 53
- Odum E. 1977: Základy ekologie, Academica, Praha, 736pp
- Petr J. 1989.: Rukověť agronoma. SZN, Praha, 674pp
- Prach K., Pyšek P. 2000.: Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe, *Ecological Engineering* 17/2001: 275-284
- Prach K. 2006: Příroda pracuje zadarmo. *Vesmír* 5/2006:272-277
- Prach K., Hobbs R. 2008: Spontaneous Succession versus technical Reclamation in the restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* 16/3:363-366
- Prach K.: Ekologie obnovy narušených míst. *Živa* 6/2009:262-264
- Prach K., Frouz J., Karešová P., Konvalinková P., Koutecká V., Mudrák O., Novák J., Řehounek J., Řehouňková K., Tichý L., Trnková R., Tropek R.: Ekologie obnovy narušených míst. *Živa* 2/2009:68-72
- Příkryl I. 1999: Nová příležitost v krajině výsypek hnědouhelných dolů. *Ochrana přírody* 6/54. 190-192
- Pyšek P. 1992: Dominant species Exchange during succession in reclaimed habitats: a case Study from areas deforested due to air pollution. *Ecologist management* 54:27-44
- Richardson D. M., Pyšek P., Rajmánek M., Barbour M.,G., Panetta F.,D., West J.,C. 2000: Naturalization and invasion of alien plants concepts and definitions. *Diversity and Disturbance* 6:93-107
- Risser P.G. 1987: Landscape ecology: Landscape heterogeneity and Disturbance, Ecological studies, Springer-Verlag, New York
- Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. 2010: Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi 2010
- Severočeské doly, 2008: Výroční správa S.D. a.s., Severočeské doly a.s. Bílina, 150pp

Sklenička P.: Sledování změn krajinné struktury při obnově krajiny narušené povrchovou těžbou, http://investor.kr-ustecky.cz/reregionsmezinarodni_konference_most/C2E02TCZ.PDF

Svoboda 2006: Sanace, rekultivace, revitalizace území lomu Bílina při postupu za územně ekologické limity, závěrečná zpráva, R-princip Most, s.r.o., Most, 2006

Svoboda 2002: Rekultivace Radovesické výsypky po ukončení provozu, R-princip Most, s.r.o., Most, 138-142

Špiřík F. 1992: Racionalizace lesních rekultivací území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru-komplexními opatřeními, Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, Praha, 15

Štýs S. 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostů, Nakladatelství technické literatury, NDR, 678pp

Štýs S. 1990: Rekultivace území devastované těžbou nerostů, Nakladatelství technické literatury, Praha, 186pp

Štýs S. 1995: Zelené proměny černého severu, Bílý slon, Praha, 8-9

Švéda K. 1987: Hornictví II, Nakladatelství technické literatury, Praha, 262pp

Topp W., Simon M., Guido K., Dworschak U., Nicolini F., Pruckner S. 2000: Soil fauna of a reclaimed lignite open-cast mine of the Rhineland: improvement of soil quality by surface pattern. *Ecological Engineering* 17/2001: 307-322

Topp W Thelen K, Kappes H 2010. Soil dumping techniques and aforestations drive ground-dwelling beetle assemblages in a 25-year-old open-cast mining reclamation area. *Ecological engineering* 36: 751-756.

Turner, M.G., Gardner, R.,H., O'neill R., V. 2001: Landscape ecology in Theory and Practice: Pattern on Process, Springer-Verlag, New York

Voštová, Růžička 2000: Povrchová těžba a optimální rekultivace, ČVUT, Praha

Vráblíková J., Vráblík P., Jeništa J., Švec J. 2001: Obnova krajiny severních Čech, Universita J.E. Purkyně , Fakulta životního prostředí, Krajský úřad Ústeckého kraje

Wanner M., Dunger W. 2002: Primary immigration and succession of soil organisms on reclaimed opencast coal mining areas in eastern Germany, *European Journal of soil biology* 38/2002, 137-143