

JIHOČESKÁ UNIVERSITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
BIOLOGICKÁ FAKULTA



**SUKCESE VEGETACE NA VÝSYPKÁCH V OBLASTI
SOKOLOVSKÉ HNĚDOUHelné PÁNVE**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Václava Velichová

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

Konzultant: Ing. Mgr. Jan Frouz, CSc.

VELICOVÁ VÁCLAVA (2005): Sukcese vegetace na výsypkách v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve [Succession of vegetation on dumps in Sokolov coal-mining area]. Faculty of Biological Sciences, University of South Bohemia, České Budějovice, Czech Republic. 29 pp. Thesis in Czech.

Anotace:

Tato práce se zabývá sukcesí na výsypkách v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve. Je zaměřena na popis průběhu spontánní sukcese, dále si klade otázku, zda je primární sukcese ovlivněna prostorovou heterogenitou stanoviště. Praktickým výstupem této práce je návrh obnovy vegetačního krytu výsypky s využitím procesu spontánní sukcese.

Vegetation succession was studied in a coal-mining area near Sokolov. The successional series was reconstructed and the influence of heterogeneity on vegetation pattern was evaluated. Implementation of the results into reclamation practice is suggested.

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

V Českých Budějovicích dne 17.4.2005

Velichová V.

Václava Velichová

Poděkování:

Chtěla bych touto cestou poděkovat svému školiteli prof. Karlu Prachovi, Mgr.Janu Frouzovi, RNDr. Karlu Tajovskému, Mgr. Kláře Voženílkové, RNDr. Ivo Přikrylovi a mnoha dalším, kteří svou radou a pomocí přispěli ke zdárnému dokončení této diplomové práce.

Obsah

1. Úvod	1
2. Charakteristika studovaného území	4
2.1 Těžba uhlí na Sokolovsku	4
2.2 Vznik výsypek	5
2.3 Geomorfologie a geologie	6
2.4 Klima	6
2.5 Potenciální přirozená vegetace	7
3. Metodika	8
3.1 Popis studovaných lokalit	8
3.2 Sběr dat	9
3.3 Nomenklatura	10
3.4 Statistické zpracování dat	10
4. Výsledky	11
4.1 Rekonstrukce směru rychlosti sukcese	11
4.2 Vliv prostorové heterogenity stanovišť	13
4.3 Popis sukcese vegetace – shrnutí	14
5. Diskuse	16
6. Návrh obnovy vegetace na výsypce	20
6.1 Morfologické začlenění do okolní krajiny	20
6.2 Vysazované dřeviny	20
6.3 Obnova jednotlivých biotopů	21
7. Závěr	24
8. Seznam použité literatury	25
9. Přílohy	29

1. Úvod

Povrchová těžba hnědého uhlí velmi výrazně ovlivňuje tvář krajiny. Vlivem těžební činnosti dochází k ničení pedosféry, deformaci litosféry a k narušení vodního režimu (ŠTÝS et al. 1981). Nově vzniklá průmyslová krajina ztrácí schopnost plnit své původní funkce.

Na obnaženém substrátu nově vzniklých výsypkových stanovišť probíhá postupná kolonizace živými organismy. Z toho vyplývá, že výsypy jsou vhodným modelovým objektem pro studium spontánní sukcese.

Sukcese je centrálním pojmem pro ekologii stejně tak jako evoluce pro biologii (WALKER & DEL MORAL 2003). Je bezesporu jedním z nejvíce studovaných a zároveň nejvíce diskutovaných ekologických témat posledního století.

CONNEL & SLATYER (1977) definovali tři mechanismy sukcese, vycházející ze vztahů mezi populacemi druhů zúčastněných v sukcesi.

Usnadňovací (facilitation model) – vychází z klasické představy, že jeden druh připravuje půdu pro další úpravou abiotických podmínek prostředí.

Toleranční (tolerance model) – druhy neusnadňují ani nebrání růstu druhů dalších. Druhy pozdějších sukcesních stadií díky svému pomalejšímu růstu, dlouhověkosti a omezenějším možnostem šíření zvětšují své uplatnění postupně.

Inhibiční (inhibition model) – druhy raných sukcesních stadií brání uchycení dalších druhů (zástin, vyčerpání živin). Může na určitou dobu dojít k zablokování sukcese. K druhové směně dochází až po disturbanci nebo odumření stávajících druhů vlivem stáří či chorob.

GRIME (2001) k popisu sukcesních změn využívá teorii životních strategií druhů přítomných v jednotlivých stadiích sukcese. Uvažuje změny podílu C-, S-, R-stratégií v čase a závislosti na úrodnosti stanoviště, intenzitě stresu a disturbancím. V produktivních podmínkách předpokládá směnu R-stratégií za C– až C-S-stratégy. V málo produktivních podmínkách se zpočátku spíše uplatňují R-stratégové, následně R-S-stratégové, v konečných fázích převažují S-stratégové.

V současné době se dříve obecně uznávaná (GLENN-LEWIN et al. 1992) důležitost dělení sukcese na primární a sekundární pokládá za méně významnou. PRACH

et al. (2003) rozlišují dva typy sukcesních serií. První, sukcese jdoucí „ruderálním“ směrem, je charakteristická pro úživná stanoviště s vyšším pH. Sukcese tohoto typu je zahajována ruderálními jednoletými druhy, ty následují druhy dvouleté a vytrvalé. V pozdějších stadiích dominují klonální druhy; zejména traviny. Druhý typ sukcese začíná s malým nebo žádným zastoupením ruderálních druhů a vyskytuje se na živinami chudých substrátech v méně pozměněných krajinách. Klonální vytrvalé druhy se výrazně uplatňují již v iniciálních stadiích.

Na průběh a rychlosť sukcese má vliv velké množství faktorů (WALKER et DEL MORAL 2003). Důležitou roli hraje vzájemná konkurence mezi druhy. Z abiotických faktorů to jsou zejména fyzikální a chemické vlastnosti substrátu. Jedná se zejména o strukturu, pH, toxicitu, vlhkost a dostupnost živin. Dalším faktorem je celkové klima dané oblasti, které prostřednictvím srážek a teploty přímo ovlivňuje druhovou skladbu narušených míst. Důležité jsou zdroje diaspor a vektory jejich přenosu (VAN DER VALK 1992).

Studiem spontánní sukcese na výsypkách se zabývá celá řada autorů. Sledování vývoje vegetace v oblastech narušených těžbou surovin je ve střední Evropě i ve světě aktuálním tématem. Například v Německu probíhá výzkum výsypek v důlních oblastech Porýní (WOLF 1985), Lužice (PIETSCH 1996), Saska-Anhaltska (TISCHEW et al. 2003) a Porúří (JOCHIMSEN 1987, 1995). V Polsku byla studována oblast v okolí Walbrzychu (KUCZYNKA et al. 1984). V Maďarsku se studiem vegetace na výsypkách zabývá BÁRTHA (1990). Řada prací vzniká ve Spojených Státech Amerických a Kanadě. U nás se studiem vegetace na hnědouhelných výsypkách zejména na Mostecku zabývala řada autorů (TOBĚRNÁ 1980; PYŠEK et PYŠEK 1987; PRACH 1985, 1987, 1989, 2003; aj.).

Konečnou fází budování výsypky je její rekultivace (PŘIKRYL 1999). Dokončená výsypka je po dobu 5 – 10 let ponechána bez dalších úprav, v tomto časovém rozmezí zpravidla dochází ke stabilizaci materiálu. Po této době, v souladu s obecnou rekultivační praxí, je povrch výsypky urovnán a podle vypracovaného plánu provedena technická rekultivace.

Zemědělská rekultivace se většinou provádí překrytím substrátu návozem ornice o mocnosti cca 0,5 m. Pokud je kvalita výsypkového substrátu nízká (zejména se jedná o toxicitu a nízké pH), mohou se použít různé zlepšující zásahy jako je překryv sprašovými zeminami, hnojení organickými i anorganickými hnojivy, nebo vápnění

(ŠTÝS et al. 1981). Lesnická rekultivace se na Sokolovsku provádí přímou výsadbou 2 – 3 letých sazenic stromků bez návozu ornice. Jedná se hlavně o druhy *Alnus glutinosa*, *Alnus incana*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Populus alba*, *Populus nigra* (DIMITROVSKÝ 1976; FROUZ 1999a).

Nevýhodou klasických rekultivací je jejich přímé zaměření na produkční funkci rekultivovaných území, což se bohužel odvíjí od současné platné legislativy. Zlepšení mimoprodukčních vlastností krajiny je bráno jako vedlejší efekt této činnosti a většinou není zcela uspokojivé (FROUZ 1999a).

Na výsypkových stanovištích se bezprostředně po jejich opuštění začínají uplatňovat sukcesní procesy (PRACH et PYŠEK 2001). Studie prokazují, že na stanovištích ponechaných spontánní sukcesi dochází k vytvoření ekologicky stabilnějších a často i hodnotnějších porostů (HODAČOVÁ et PRACH 2003, KIRMER et al. 2001). Nespornou výhodou spontánní sukcese jsou nízké náklady v porovnání s technickou rekultivací. Proto by využití spontánní sukcese mělo být podporováno jako alternativa klasické rekultivace.

Hornická a průmyslová činnost Sokolovské uhelné a.s. je doprovázena negativním ovlivňováním životního prostředí, proto je nedílnou součástí jejích aktivit i minimalizace těchto negativních vlivů (FROUZ 1999a). Od roku 1993 probíhá v rámci dlouhodobého projektu ÚPB AV ČR České Budějovice a ENKI v.p.s. Třeboň půdně zoologický výzkum na výsypkách v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve (FROUZ et al. 2002). Dlouhodobým záměrem tohoto výzkumu je hledání technologicky schůdných řešení podpory vzniku biologicky hodnotných ekosystémů na výsypkách, které by mohly být náhradou některých vytěžených území zajímavých z krajinařského a biologického hlediska. Předchozí studie ukazují, že ponechání spontánní sukcese v některých vybraných lokalitách, případně použití tzv. řízené sukcese by mohlo významným způsobem dopomoci k řešení tohoto úkolu (FROUZ et al. 2002).

Cílem této práce je:

1. Rekonstruovat rychlosť a směr sukcese na sokolovských výsypkách.
2. Podchytit vliv prostorové heterogenity stanoviště na složení vegetace.
3. Na základě výsledků navrhnut vhodný způsob obnovy vegetačního krytu Velké podkrušnohorské výsypy.

2. Charakteristika studovaného území

2.1 Těžba uhlí na Sokolovsku

Historie těžby uhlí na Sokolovsku sahá do 16. století. Jedna z prvních písemných zmínek pochází z roku 1545, týká se okolí Starého Sedla. V 17. století je doložena těžba uhlí v okolí Lokte, Louček a Nového Sedla. Uhlí bylo používáno k výrobě loučí na svícení (DIMITROVSKÝ 2001).

První zmínky o průmyslovém využívání uhlí jsou až z konce 18. století, těžený materiál byl zpracováván v tzv. „minerálních závodech“ vyrábějících kamenec pro koželužnou výrobu, skalici a později síru a kyselinu sírovou (FROUZ 1999a).

Větší rozvoj průmyslové výroby začal až v první polovině 19. století. Uhlí se začíná používat k topení v porcelánkách a sklárnách a s rozvojem parních strojů i v ostatních odvětvích průmyslu.

Po roce 1870, kdy byl zprovozněn železniční úsek Karlovy Vary – Cheb, vzrostl výrazně objem těžby a v roce 1886 byla překročena hranice 1 milionu tun. Do uhelného podnikání vstupují kapitálové společnosti a nahrazují drobné podnikatele. V roce 1905 překračuje těžba 3 miliony tun. Na této úrovni se drží až do II. světové války. Ve válečném období dochází ke zvýšení těžby na 5,6 milionu tun (DIMITROVSKÝ 2001).

V roce 1945 bylo v provozu 14 otevřených lomů a 26 hlubinných dolů. Potřeba uhlí v 50. letech prudce rostla, proto byla provedena rekonstrukce stávajících lomů na velkolomovou koncepci. Modernizace umožnila výrazně zvýšit těžby, na kterých se velkou měrou podílely lomy Antonín, Libík, Gustav, Medard a Silvestr.

V druhé polovině padesátých let vznikl lom Družba a krátce na to velkolom Jiří s projektovanou roční těžbou 5 milionů tun hnědého uhlí. Vzhledem k nutnosti zajistit pro odkrytí uhelných zásob odkliz velkého objemu skrývkových hmot byly v roce 1981 a 1982 nasazeny na skrývce velkolomu Jiří dva velkokapacitní technologické celky ve složení: kolesové rypadlo, pásová doprava a zakladač s dosahovanými ročními výkony 8 až 9 milionů m³. Velkolom Jiří dosáhl v roce 2000 těžbu 7,8 milionů tun hnědého uhlí (DIMITROVSKÝ 2001).

Od roku 1990 se spotřeba uhlí podstatně snížila, celková roční těžba klesla cca na polovinu. Současné vytěžitelné zásoby jsou stanoveny na 275,5 milionu tun.

Vzhledem ke stanoveným limitům těžby je předpokládaná životnost velkolomu Jiří rok 2025 při kapacitě 7,5 milionu tun ročně. Velkolom Družba by měl těžit do roku 2035 při kapacitě těžby 2,3 milionu tun ročně (DIMITROVSKÝ 2001).

2.2 Vznik výsypek

Exploatací ložisek nerostných surovin, zejména koncentrovanou velkolomovou těžbou hnědého uhlí, doznává reliéf Sokolovská značných změn. Jsou zde těženy a přemísťovány desítky milionů m^3 nadložních zemin. Výsypky jsou obvykle sypány v několika etážích nad původní terén s jeho převýšením až o 50 m. Tím vznikají v krajině zcela nové útvary, které mění dosavadní krajinný reliéf (ŠTÝS et al. 1981).

Podle způsobu vzniku dělíme výsypky na vnitřní a vnější. Vnější skrývky jsou budovány v počátečním období těžby. Leží vně lomu a zvedají se nad původní terén. Když těžba dostatečně pokročí, je možno nadložní materiál ukládat do starších částí lomu. Tak vznikají vnitřní výsypky. Jejich povrch je oproti původnímu terénu zakleslý (ŠTÝS et al. 1981).

Výsypkový materiál ukládají velké zakladače zpravidla tak, že z jednotlivě nasypaných oblouků vznikají paralelní pásy tvořící asi 15 m vysoké etáže.

Vystavením nadložních zemin vzdušnému kyslíku má za následek oxidaci sirníků zejména pyritu. Vzniká kyselina sírová, která okyseluje prostředí a způsobuje zvýšený pohyb kovů v povrchových vrstvách výsypek i výrazné okyselení a mineralizaci vody (PŘIKRYL 1999). V případě Velké podkrušnohorské výsypky je nadloží tvořeno jílovými horninami s dostatečnou koncentrací uhličitanů, takže okyselení prakticky nepůsobí problémy až na maloplošné výjimky.

Povrch bezprostředně po nasypání je tvořen velkými hroudami jílu, po nichž dešťová voda volně stéká do tělesa výsypky. Během roku se však tato hroudy rozpadnou a spojí do vrstvy, která již vodu propouští méně (PŘIKRYL 1999).

2.3 Geomorfologie a geologie

Sokolovská pánev má charakter členité pahorkatiny až ploché vrchoviny s členitostí 75 – 150 m. Nadmořská výška se pohybuje mezi 400 – 520 m (CULEK 1996).

Podloží Sokolovské pánve je na východě tvořeno horninami Karlovarského plutonu a na západě Krušnohorským krystalinikem. Do první etapy terciérního sedimentačního vývoje řadíme starosedelské souvrství tvořené hrubozrnnými křemenci, křemitými slepenci a slabě kaolinickými křemitými pískovci (CHLUPÁČ et al. 2002).

Druhá sedimentační etapa zahrnuje uhelnou sloj Josef, jsou zde zastoupeny jílovopísčité sedimenty, uhelné jílovce a kaolinické jílovce. Samotná sloj je tvořena páskovaným detritem, průměrná mocnost dosahuje 6m. Sedimentační vrstvy nad slojí Josef poukazují na vulkanickou činnost která probíhala v období jejich formování. Jsou tvořeny jílovci s vulkanogenní příměsí, tufitickými jílovci, tufy a tufity.

Třetí etapa sedimentace je zastoupena mocným cyprisovým souvrstvím, které tvoří nadloží sloje Anežka o mocnosti 5 – 8 m a Antonín s mocností místy až 55 m. Název cyprisového souvrství pochází od hojného výskytu korýše *Cypris angusta*. Souvrství je tvořeno monotónní sedimentací jílovců, popřípadě jílů. Jílovce mají horizontální odlučnost – vrstevnatost. Největší mocnost cyprisového souvrství je v předpolí lomu Družba, kde dosahuje až 200 m.

Kvartérní sedimenty v Sokolovské pánvi nejsou příliš mocné - řádově dm (CHLUPÁČ et al. 2002). Na Sokolovsku se vyskytuje většinou těžké hnědé půdy, převážně jílovité a kyselé. Ojediněle se vyskytují i sprašové půdy (DIMITROVSKÝ 2001).

2.4 Klima

Podnebí je zde mírně teplé a vlivem mírného srážkového stínu poměrně suché, zvláště v zimních měsících je pod vlivem silných teplotních inverzí. Roční průměrná teplota se pohybuje okolo 7,3°C, roční úhrn srážek je cca 600 mm (CULEK 1996).

2.5 Potenciální přirozená vegetace

Sledované území zahrnuje podle NEUHÄUSLOVÉ et al. (2001) následující jednotky:

Acidofilní bučiny a jedliny

Svaz *Luzulo – Fagion*. Stromové patro tvoří *Fagus sylvatica* s příměsí *Quercus robur*, *Tilia cordata*, dříve *Abies alba*.

Bylinné patro tvoří *Luzula luzuloides*, *Avenella flexuosa*, *Calamagrostis arundinacea*, *Vaccinium myrtillus*, *Poa nemoralis*.

Acidofilní doubravy

Svaz *Genisto germanicae – Quercion*. Stromové patro tvoří *Quercus robur*, *Q. petraea*, *Sorbus aucuparia*, *Betula pendula*, *Populus tremula*, *Frangula alnus*.

Bylinné patro tvoří *Avenella flexuosa*, *Genista germanica*, *Hieracium laevigatum*, *Hieracium sabaudum*, *Melampyrum pratense*, *Luzula luzuloides*, *Pteridium aquilinum*, *Hieracium lachenalii*, *Veronica officinalis*, *Festuca ovina*, *Carex pilulifera*, *Rubus fruticosus* agg., *Convalaria majalis*, *Maianthemum bifolium*, *Oxalis acetosella*, *Stellaria holostea*.

Luhy a olšiny

Podsvaz *Alnenion glutinoso – incanae*. Stromové patro tvoří *Alnus glutinosa*, *Fraxinus excelsior*.

Bylinné patro tvoří *Cardamine amara*, *Carex brizoides*, *Chaerophyllum hirsutum*, *Chrysosplenium alternifolium*, *Crepis padulosa*, *Equisetum arvense*, *Lysimachia nemorum*, *Senecio ovatus*, *Caltha palustris*, *Geum rivale*, *Rubus idaeus*.

3. Metodika

3.1 Popis studovaných lokalit

Během půdně zoologického výzkumu na území Sokolovské uhelné a.s. byly vytyčeny čtyři plochy pro sledování spontánní sukcese na nerekultivovaných výsypkových stanoviště. V roce 2000 jejich věk dosahoval 6, 8, 13 a 40 let. Všechny plochy byly vybrány na podobném substrátu, tj. jílech cyprisové série, se shodným směrem sukcesního vývoje vegetace. Povrchová vrstva zkoumaných ploch byla nasypána ve formě asi 1,5 m vysokých žeber uložených rovnoběžně za sebou s roztečí zhruba 5 – 7 m. Na těchto plochách nebyl proveden žádný rekultivační zásah a plochy byly od nasypání ponechány samovolnému vývoji.

Plocha I založena v roce 1994, leží na Velké podkrušnohorské výsypce. Reliéf je tvořen pravidelně se střídajícími hřebeny o výšce cca 1 m. Vyznačuje se řídkým bylinným pokryvem. Pravidelně se vyskytuje holá místa bez vegetace a to zejména na vrcholech hřebenů. Dominantu tvoří podběl (*Tussilago farfara*), na některých plochách expanduje chrpa latnatá (*Centaurea stoebe*). V roce 2003 došlo k mírnému snížení vegetačního pokryvu zřejmě vlivem nedostatku srážek v letním období.

Plocha II založena v roce 1992, umístěná na Velké podkrušnohorské výsypce. Reliéf je tvořen pravidelně se střídajícími terénními vlnami o výšce cca 1 m. Na vrcholech hřebenů bylinný pokryv prakticky chybí, naprostá většina vegetace se vyskytuje v úzlabích terénních vln. Dominantu bylinného patra tvoří expandující třtina křoviští (*Calamagrostis epigeios*), dále se v menší míře uplatňuje podběl (*Tussilago farfara*). Na ploše se místy vyskytuje dřeviny, a to jíva (*Salix caprea*), osika (*Populus tremula*), bříza (*Betula pendula*). Během sezóny byly keře viditelně poškozeny okusem.

Plocha III byla založena v roce 1987, je umístěná na Velké podkrušnohorské výsypce. Reliéf tvoří pravidelné terénní vlny o přibližné výšce 2m. Sledované území je pokryto zapojeným porostem křovin a nižších stromů. Dominantu tvoří jíva (*Salix caprea*), dále osika (*Populus tremula*) a bříza (*Betula pendula*). Bylinné patro je dřevinami značně potlačeno, vyvinuto je pouze na nezastíněných místech, pak zde dominuje třtina

křovištní (*Calamagrostis epigeios*). Na zastíněných plochách je poměrně dobře vyvinuté mechové patro.

Plocha IV založena v roce 1960, umístěna na výsypce Stará chodovská. Reliéf je převážně rovinatý, s nepravidelně rozmištěnými terénními depresemi. Plochu pokrývá zapojený porost dřevin. Dominantou stromového patra je bříza (*Betula pendula*), méně se uplatňuje osika (*Populus tremula*) a jíva (*Salix caprea*). Keřové patro je převážně tvořeno výše zmíněnými dřevinami, dále se zde vyskytuje růže (*Rosa sp.*). V bylinném patře se již kromě ruderálních druhů jako je podběl (*Tussilago farfara*) a třtina křovištní (*Calamagrostis epigeios*) uplatňují druhy luční, jako je kopretina (*Leucanthemum vulgare*) a druhy typicky lesní jako jsou hruštička menší (*Pyrola minor*) a lipnice hajní (*Poa nemoralis*). V podrostu se dále objevují semenáčky klimaxové dřeviny dubu letního (*Quercus robur*).

3.2 Sběr dat

V roce 2000 jsem na výše zmíněných plochách vytvořila po deseti čtvercích o rozlozech 5x5 m. Všechny čtverce byly umístěny tak, aby co nejlépe reprezentovaly vegetační typ daného stanoviště.

Na každém ze čtyř sledovaných stanovišť jsem v období 2001 – 2004 pořídila fytocenologické snímky. Snímkování probíhalo vždy na konci srpna, kdy ruderální vegetace zde dosahuje svého vrcholu.

V roce 2004 jsem na všech čtyřech výzkumných plochách, v přímce probíhající severojižním směrem, vytvořila 60 čtverců velikosti 1x1 m tak, aby vždy čtvrtina z nich postihovala jeden z místních typů mikrostanovišť: vrcholy hřebenů (T), deprese (B), severní svahy (N), jižní svahy (S). V srpnu 2004 byly pořízeny fytocenologické snímky.

Pokryvnost jednotlivých druhů jsem zaznamenávala pomocí sedmičlenné kombinované stupnice abundance a dominance podle Braun-Blanqueta s dělením stupně 2 (VAN DER MAAREL 1979). U mechového patra jsem odhadovala pouze jeho pokryvnost. Za keřové patro jsem považovala jedince dřevin o výšce 0,5 – 3m, stromové patro pak nad 3m výšky. Neuvádím druhová jména u taxonů *Agrostis*, *Alchemilla*, *Crataegus*, *Hieracium*, *Rosa*, vzhledem k jejich taxonomické složitosti.

Sukcesní stáří snímků jsem počítala od roku nasypání sledované plochy.

3.3 Nomenklatura

Nomenklatura cévnatých rostlin je sjednocena podle Klíče ke květeně České republiky (KUBÁT et al. 2002).

3.4 Statistické zpracování dat

Získaná data jsem zpracovala pomocí počítačového programu CANOCO verze 4.5 (TER BRAAK et ŠMILAUER 2002). Statistická významnost vlivu proměnných prostředí byla ověřena pomocí Monte-Carlo permutačního testu ($N = 499$ permutací).

Použila jsem metody nepřímé DCA a přímé gradientové analýzy RDA. Lineární metoda byla použita proto, že se v primárním souboru dat vyskytly plochy s velmi nízkou, téměř nulovou pokryvností (LEPŠ et ŠMILAUER 2003).

Druhová data byla transformována pomocí ordinační stupnice 1 – 9 (VAN DER MAAREL 1979).

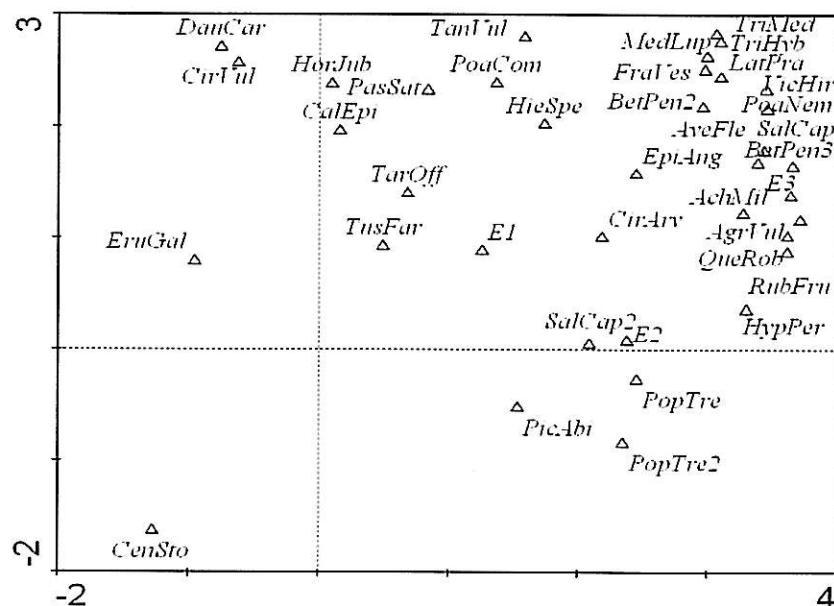
Grafické výstupy byly vytvořeny v programu CanoDraw (TER BRAAK et ŠMILAUER 2002). Pro druhy byly použity zkratky složené ze tří počátečních písmen rodového jména a tří počátečních písmen druhového jména. Kompletní názvy druhů uvádím v příloze.

4. Výsledky

4.1 Rekonstrukce směru a rychlosti sukcese

Nepřímá gradientová analýza DCA

První ordinační osa v analýze DCA (Obr. 1) vysvětluje 12.3 procenta variability, délka gradientu je 3.02. Spolu s druhou ordinační osou vysvětluje 16 procent variability, délka gradientu je 2.6. První osa odpovídá zhruba sukcesnímu stáří, v levé části diagramu jsou umístěny druhy iniciálních stadií, druhy pozdní sukcese se nacházejí v pravém horním rohu.

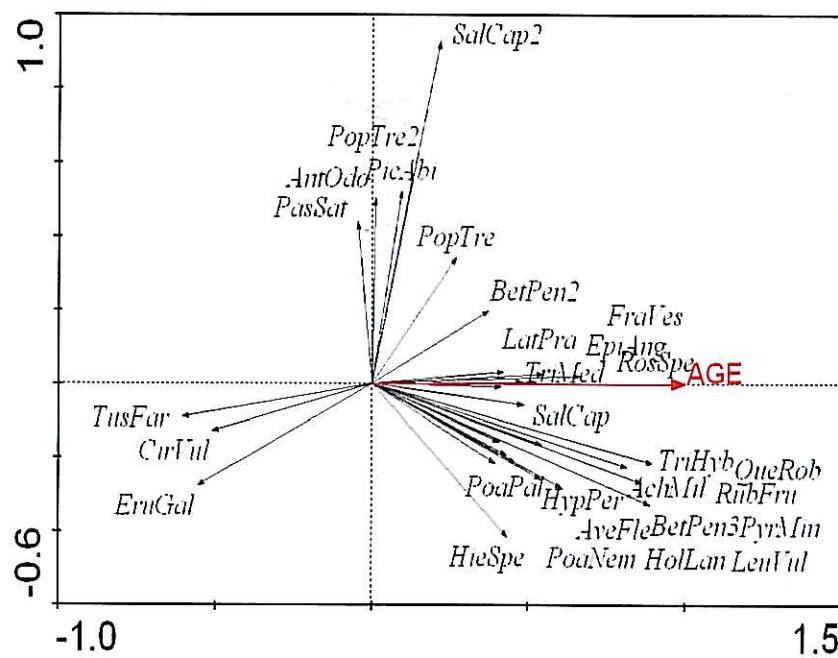


Obr. 1. Rozložení druhů v ordinační diagramu DCA. Zobrazeny jsou první a druhá osa. E1 bylinné patro, E2 keřové patro, E3 stromové patro. Vysvětlení zkratek druhů viz příloha.

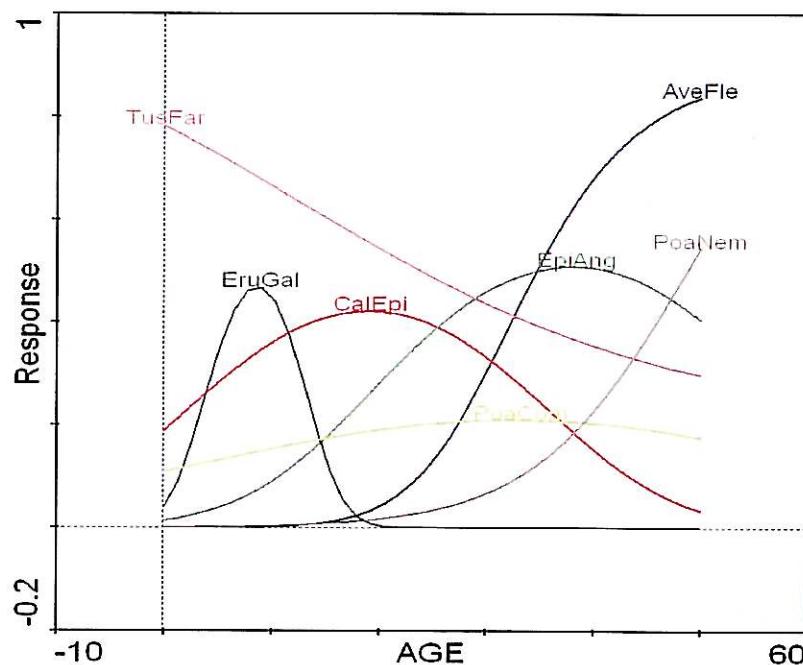
Přímá gradientová analýza RDA

Pomocí přímé gradientové analýzy jsem ověřovala, jestli má doba od nasypání plochy prokazatelný vliv na složení vegetace. Výsledek znázorňuje Obr. 2. Monte-Carlo permutační test ukázal, že vysvětlující úloha proměnné věk plochy má prokazatelný vliv na složení vegetace ($p << 0.001$). Proměnná věk plochy vysvětluje 32.5% celkové variability. Na Obr. 3 je znázorněn průběh sukcese pro několik typických druhů

bylinného patra vyskytujících se na Velké podkrušnohorské výsypce. Zachycuje odpovědi vybraných druhů na gradient času.



Obr.2. RDA, vliv sukcesního stáří. Zkratky druhů uvádím v příloze.



Obr. 3. Odpověď vybraných druhů na gradient času na základě RDA.

Vysvětlení zkratek druhů viz příloha.

4.2 Vliv prostorové heterogenity stanoviště

Přímá gradientová analýza RDA

Pomocí přímé gradientové analýzy RDA jsem sledovala, zda má na druhové složení a prostorovou distribuci vegetace vliv severní a jižní orientace spolu s umístěním snímku v úžlabí nebo na vrcholu hřebenů.

Výsledky Monte-Carlo permutačního testu:

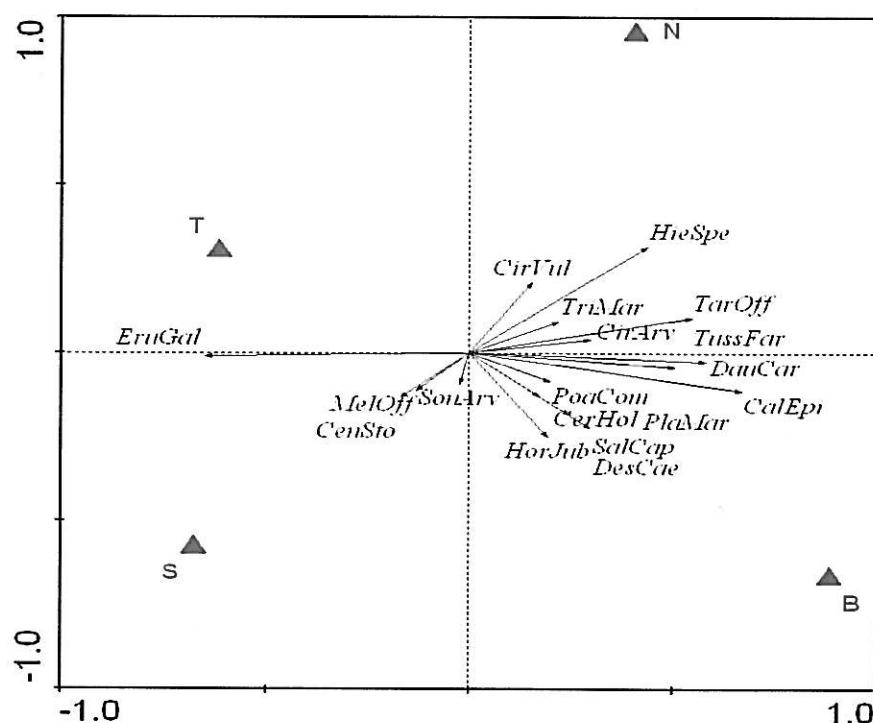
Transek na ploše I: $p << 0.01$, $F = 7.2$, proměnné vysvětlují 27 % celkové variability.

Transek na ploše II: $p << 0.01$, $F = 14.1$, proměnné vysvětlují 43 % celkové variability.

Transek na ploše III: $p > 0.01$, $F = 1.1$, proměnné vysvětlují 2 % celkové variability.

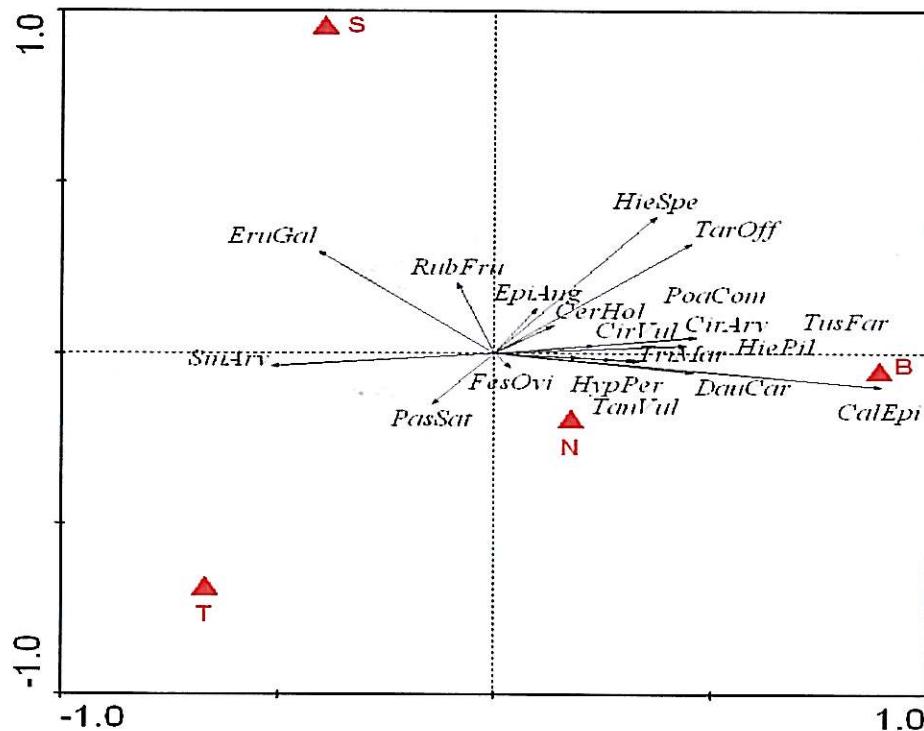
Transek na ploše IV: $p > 0.01$, $F = 0.7$, proměnné vysvětlují 6 % celkové variability.

Počáteční stadia vývoje vegetačního krytu výsypek jsou výrazně ovlivňována heterogenitou stanoviště (Obr. 4, Obr. 5). Rostliny mají tendenci inklinovat k terénním depresím a severním svahům kde jsou příznivější podmínky pro přežití. Po vytvoření keřového a stromového patra se vliv terénních vln a nerovností postupně vytrácí (statisticky neprůkazné výsledky ploch III a IV).



Obr. 4. Vliv mikrostanovišť na strukturu vegetace na ploše I vyjádřený pomocí RDA.

T - vrcholy hřebenů, B – úžlabí, N – severní svahy, S – jižní svahy.



Obr. 5. Vliv mikrostanovišť na strukturu vegetace na ploše II vyjádřený pomocí RDA.

T - vrcholy hřebenů, B – úžlabí, N – severní svahy, S – jižní svahy.

4.3 Popis sukcese vegetace – shrnutí

Sukcesi zahajují společenstva ruderálních porostů, vyznačující se velmi nízkou pokryvností. Mezi typické druhy patří např. *Tussilago farfara*, *Cirsium vulgare*, *Erucastrum gallicum*, *Sinapis arvensis*.

Kolem šestého roku nastupuje *Calamagrostis epigeios*, *Daucus carota*, *Pastinaca sativa*. V terénních depresích se začínají objevovat semenáče dřevin *Salix caprea*, *Betula pendula*, *Populus tremula*. Sporadicky se vyskytují i *Picea abies* a *Pinus sylvestris*.

Do patnáctého roku od nasypání většinou dochází k vytvoření zapojeného keřového patra. Dominují keře *Salix caprea*, dále se vyskytují mladé stromy *Betula pendula* a *Populus tremula*. V této fázi sukcesního vývoje se pokryvnost bylinného patra radikálně snižuje. K tomuto jevu dochází zřejmě díky silnému zastínění porostem křovin. Mechové patro dosahuje pokryvnosti až 50%. V rámci bylinného patra v hojnějším počtu přetrhávají pouze *Tussilago farfara* a *Epilobium angustifolium*.

Mezi dvacátým pátým až čtyřicátým rokem dochází k ústupu křovin a jejich nahrazení stromy, které kolonizovaly výsypku ve stejné době jako keře. Jedná se o pozvolný proces vyplývající z dynamiky růstu jednotlivých dřevin.

Ve věku 40 let po nasypání bývá vyvinuté místy zapojené stromové patro tvořené převážně břízou (*Betula pendula*) s příměsí osiky (*Populus tremula*). Pokryvnost bylinného patra místy dosahuje 75%. V podrostu se uplatňují hájové a luční druhy jako jsou např. *Pyrola minor*, *Avenella flexuosa*, *Leucanthemum vulgare*, *Dianthus deltoides*. Dále se zde vyskytují *Achillea millefolium*, *Hypericum perforatum*, *Astragalus glycyphyllos*. Lze nalézt semenáče dřevin *Quercus robur*, *Acer pseudoplatanus*, *Sorbus aucuparia*. Je zde minimálně zastoupena *Calamagrostis epigeios*, *Tussilago farfara* postupně vyznívá.

5. Diskuse

Studiu spontánní sukcese vegetace na výsypkách se věnovala řada prací u nás i v zahraničí (TOBĚRNÁ 1980; PYŠEK et PYŠEK 1987; PRACH 1985, 1987, 1989, 2003; JOCHIMSEN 1987, 1996; PIETSCH 1996; aj.). Sukcesí vegetace na Sokolovských výsypkách se však zatím nikdo nezabýval. Výsledky této práce rámcově odpovídají již dříve zjištěným údajům o průběhu primární sukcese na výsypkách hnědouhelných dolů. Rozložení snímků i druhů podél první ordinační osy přibližně odpovídá sukcesnímu stáří podobně jako na Mostecku. Výsypy v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru se však na rozdíl od Mostecka (TOBĚRNÁ 1980, PRACH 1987) vyznačují poměrně nízkou druhovou diversitou jak bylinného tak stromového patra a vyšším zastoupením spontánně vzniklých porostů dřevin. Také zde v iniciálních stadiích sukcese nejsou zastoupeny rody *Atriplex* a *Chenopodium*, na Mostecku typický zástupce dřevin *Sambucus nigra* taktéž chybí. Raná sukcesí stadia v oblasti Sokolovska zdaleka nedosahují tak vysoké pokryvnosti bylinného patra, jak bylo popsáno z Mostecké hnědouhelné pánve (HODAČOVÁ et PRACH 2003).

Obecně lze říci, že počáteční stadia spontánní sukcese na Sokolovských výsypkách odpovídají svým charakterem tolerančnímu modelu (mechanismu) který uvádí CONNEL et SLATYER (1977). Vlivem zápoje keřového patra kolem 15. až 20. roku dochází k částečnému přerušení vývoje bylinného patra a tím i k významné redukcii pokryvnosti ruderálních druhů. Po čtyřiceti letech dospívá sukcesní vývoj do stadia lesa, v jehož podrostu se uplatňuje minimum ruderálních druhů. Tento vývoj dobře koresponduje se sukcesním vývojem půdy na výsypkách popsaným v práci FROUZ et al. (2005).

Studie z jiných oblastí Evropy ukazují na obdobný vývoj vegetace. JOCHIMSEN et al. (1987, 1995) uvádí z výsypek oblasti Porúří v pokročilých fázích sukcese lesní porosty, které označuje jako *Betulo – Quercetum*. Lesní společenstva s *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, a *Robinia pseudoacacia* uvádí z výsypek Lužické oblasti PIETSCH (1996). Podobné druhové složení stromového patra se vyskytuje i na výsypkách v Porýní (WOLF 1985). KUCZYNSKA et al. (1984) studovala spontánní sukcesi na výsypkách v oblasti Walbrzychu, v pokročilých stadiích uvádí lesní společenstva s *Betula pendula*, *Populus tremula* a *Sorbus aucuparia*.

Druhové složení bylinného patra je v citovaných studiích odlišné, nejčastějším druhem společným pro naprostou většinu studovaných oblastí je klonální tráva *Calamagrostis epigeios*, která může způsobit dočasné zablokování sukcese. Získané poznatky však naznačují, že spontánní přechod k lesním porostům na výsypkách se dá považovat za reálný.

Jedním z důležitých faktorů ovlivňujících prostorovou distribuci vegetačního krytu výsypek je reliéf jednotlivých stanovišť. Vliv tohoto faktoru byl pozorován zejména u mladších ploch sypaných prostřednictvím kolejového zakladače. U vyvýšenin je povrch půdy půrovnitější s charakteristickou lamelovou strukturou. V terénních depresích dochází k větší akumulaci vody, bobtnání jílových částic, jejich deformaci a sléhání, což vede ke vzniku až amorfní struktury v povrchové vrstvě půdy (FROUZ 2001).

Úžlabí hřebenů také fungují jako tišiny, které zachytávají diasropy unášené větrnými proudy. Diaspory se v úžlabích hromadí též působením gravitace a splachu srážkovou vodou. Rostliny zde mají vzhledem k vyšší vlhkosti příznivější podmínky k přežití.

Díky výrazné nerovnosti substrátu dochází k přesunu látek z vrcholů do úžlabí hřebenů. Akumulace organické hmoty v terénních depresích rovněž přispívá k mohutnějšímu rozvoji jak vegetace, tak populací většiny skupin půdních organismů (FROUZ 2000).

Na starších plochách dochází k podstatnému zmenšení rozdílů pokryvnosti bylinného patra mezi vrcholy a úžlabími hřebenů. Hlavní vliv má zřejmě nárůst keřového a stromového patra, které svým zápojem snižuje heterogenitu abiotických faktorů dílčích mikrostanovišť.

Specifické podmínky výsypkových biotopů, jako jsou mimo jiné časté disturbance, nebo nízká pokryvnost bylinného patra, bývají důvodem výskytu konkurenčně slabých, ohrožených rostlin. Například z výsypek v okolí Halle (Sasko-Anhaltsko) popisuje TISCHEW et al. (2003) výskyt ohrožených kapradin hadilky obecné (*Ophioglossum vulgatum*), vratíčky měsíční (*Botrychium lunaria*) a vratíčky heřmánkolisté (*Botrychium matricariifolium*). Výskyt vzácných a ohrožených druhů rostlin na Velké podkrušnohorské výsypce je spíše výjimečný. Za zmínu stojí zjištěný průnik rdestu alpského (*Potamogeton alpinus*) a výskyt prstnatce májového

(*Dactylorhiza majalis*), hruštičky menší (*Pyrola minor*) a hruštice jednostranné (*Orthilia secunda*).

Výsydky jsou kolonizovány mnoha druhy živočichů, z nichž některé jsou považovány za ohrožené. Prostředí nerekultivovaných výsypek nabízí nejrůznější druhy biotopů které z naší krajiny vlivem opouštění tradičních způsobů hospodaření postupně mizí. Jedná se zejména o travinné porosty s roztroušenými skupinami křovin. Tato „ruderální lesostep“ se vyznačuje vysokým podílem ekotonů. Dále se zde vyskytují biotopy v krajině méně obvyklé, jsou to periodické tůňky, slaná jezírka u paty výsydky, v místech vyvěrající vody, krustové mokřady, vznikající vysrážením vápenatých minerálů obsažených ve výsypkové vodě.

Stepní až místy jakoby polopouštní charakter výsypek vyhovuje zejména motýlům. Vyskytuje se zde bělásek ovocný (*Aporia craetaegi*) ve větším množství byl zjištěn v roce 2000 (HULA et al. 2000). Ohrožený hnědásek *Euphydryas aurinia*, chráněný Bernskou úmluvou (PŘIKRYL 2002). Pravidelně je zastoupen otakárek fenyklový (*Papilio machaon*). Hojný výskyt tohoto herbivorního hmyzu je přisuzován přítomnosti živných rostlin, významné jsou čeledi Fabaceae a Apiaceae. Dalším faktorem je fyziologický stav rostliny – housenky často preferují žír na rostlinách stresovaných extrémními podmínkami prostředí.

Z Velké podkrušnohorské výsydky uvádí PŘIKRYL (1999) následující vzácnější druhy obratlovců:

V rákosových porostech i na vrcholu výsydky se vyskytuje slavík modráček (*Luscinia svecica*), pravděpodobně zde i hnízdí. Drobná periodická jezírka, která se vyznačují absencí rybí populace, jsou využívána k reprodukci obojživelníků. Na Velké podkrušnohorské výsydce tvoří početné populace ropucha krátkonohá (*Bufo calamita*), které velmi vyhovuje terén s minimálním rostlinným pokryvem. Ještě početnější je ropucha zelená (*Bufo viridis*). Nalezena byla i blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*). Běžný je výskyt čolka obecného (*Triturus vulgaris*), v některých jezírkách se vyskytuje čolek velký (*Triturus cristatus*) a nalezen byl i čolek horský (*Triturus alpestris*).

V současné době je Velká podkrušnohorská výsydka obývána početnou populací spárkaté zvěře. K jejímu rozšíření došlo pravděpodobně v souvislosti s demontáží pásového dopravníku a celkovým omezením technických prací na výsydce. Od roku 2002 byl opakován pozorování silný okus na plochách s vyvíjejícím se keřovým

patrem. Je pravděpodobné, že tato situace na některých místech povede ke zpomalení, nebo dokonce pozastavení spontánního vývoje porostů dřevin. Z tohoto důvodu byl v roce 2003 založen dlouhodobý pokus s výsevem dřevin na před zvěří chráněná a nechráněná místa. Pokus je ještě před vyhodnocením, ale již teď lze konstatovat, že hervivorní tlak je velice silný.

6. Návrh obnovy vegetace na výsypce

6. 1 Morfologické začlenění do okolní krajiny

Hlavním cílem morfologické sanace by mělo být odstranění všech pravidelných, v krajině nepřirozených geometrických prvků: nepravidelným dosypáním hlušiny a sražením hran výsypkových etáží pomocí buldozeru.

Terénní úpravy je nutné provádět co možná nejdříve po vytvoření tělesa výsypky (zhruba do 5 let). Modelování terénu v pozdějších stadiích obvykle vede k vegetativnímu rozšíření klonální trávy *Calamagrostis epigeios*, jejíž oddenky jsou rozvlečeny mechanizací.

Z hlediska podpory přežití půdní bioty a vegetace je třeba v co největší míře zachovat terénní nerovnosti vzniklé během tvorby výsypky, které podmiňují značnou heterogenitu prostředí a tím i biodiverzitu. Toto uspořádání zajišťuje i únosné vlhkostní podmínky v průběhu celého roku.

6. 2 Vysazované dřeviny

Pro obnovení plné biologické funkce výsypek je nezbytné vytvoření půdy. Typ vegetace a kvalita opadu je pro vývoj půdy důležitější než kvalita výsypkového substrátu, pokud se ovšem nejedná o substráty toxické (ŠOURKOVÁ 2005).

Jehličnany produkují menší množství hůře rozložitelného opadu. Tato skutečnost vede ke snížení rychlosti vývoje půdního ekosystému (FROUZ et al. 2000), proto bych jejich výsadby nedoporučovala.

Listnáče produkují snadno rozložitelný opad, který může do jisté míry kompenzovat nepříznivé vlastnosti substrátu. Jsou-li podmínky pro dekompozici dobré, může rozvinuté společenstvo dekompozitorů u starších porostů rozložit celoroční přísun opadu velmi rychle (FROUZ 1999c).

Nejlepším řešením je začít výsadbu přípravným porostem listnáčů například olše, javoru a po vytvoření stabilního společenstva půdních organismů je možné provést dosadbu borovicí nebo dubem, jehož opad je také hůře rozložitelný. Tento postup zaručuje stabilní rychlosť dekompozice i u starších porostů.

V řadě případů však žádné výsadby dřevin nutné nejsou, uchytí se úspěšně samy, jak bylo ukázáno v této práci.

6. 3 Obnova jednotlivých biotopů

Vegetační kryt výsypky pro účel návrhu obnovy rozděluji na lesní porosty, porosty křovin, travní porosty, mokřady a vodní plochy.

Lesní porosty

Tento typ porostu je nutné vysazovat pouze v místech, kde těleso výsypky bezprostředně naruší estetické vnímaní nebo působí jiným rušivým dojmem, tj. zejména v kontaktu s městskou zástavbou, v okolí komunikací a pod. Dále je užití zalesňování opodstatněné na svazích výsypky, kde hrozí půdní sesuvy.

Lesnická rekultivace se na Sokolovsku provádí přímou výsadbou semenáčů olše lepkavé (*Alnus glutinosa*) případně olše šedé (*Alnus incana*) do výsypkového substrátu bez překryvu ornici (FROUZ 1999a). Olše významně obohacuje půdu dusíkem, díky tomu urychlují rozvoj půdního ekosystému. Po 12 – 16 letech, kdy dochází k vytvoření půdního profilu (ŠOURKOVÁ et al. 2005), by mělo dojít k částečné probírce přípravných porostů a k dosadbě semenáčů ušlechtilých dřevin. Vhodné jsou zejména: *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*, *Quercus robur*, *Sorbus aucuparia*. Jedná se o domácí, v krajině Sokolovska původní druhy.

JOCHIMSEN (1987, 1991, 1996) navíc doporučuje pod stromové výsadby dosévání ruderálních druhů ze svazu *Dauco – Melilotion*, *Sysimbrion*, *Onopordion a Arction*. Tato druhová kombinace podle autorky významně urychlují rozvoj vegetace a v pozdějších stadiích vede ke kvalitnějšímu podrostu než u prostých výsadeb. Domnívám se, že na Sokolovsku podobné výsevy nejsou třeba, navíc v této poněkud chladné krajině by neměly velkou šanci rozvoje.

Porosty křovin

Tyto porosty reprezentují druh lesostepní krajiny s významným podílem ekotonů. Jedná se o nepravidelně rozmístěné shluky dřevin. Typické jsou *Salix caprea*, *Rosa sp.*, *Crataegus sp.* a mladé exempláře stromů *Betula pendula* a *Populus tremula*.

Tento druh porostu není nutné cíleně vysazovat, vzniká samovolně v průběhu primární sukcese. Obvykle se objevuje do 15 let po nasypání. Vznik pásů křovin je možné přímo podpořit mechanickými úpravami terénu. Vhodné je vytvoření lokálních depresí a vyvýšenin, nebo částečné zachování heterogenních ploch vzniklých prstovitým nasypáním výsypkového materiálu prostřednictvím kolejového zakladače.

Možností, jak částečně ovlivnit složení těchto porostů, je výsadba semenáčů cílových dřevin přímo pod nálety. Křoviny pak mimo jiné plní funkci ochrany před herbivory. Takovýto ochranný porost, na rozdíl od soliterních dřevin, také lépe odolává extrémním výkyvům počasí (BRADSHAW 1997; URBANSKA et al. 2001).

Dalším vhodným způsobem zakládání porostů je vytváření tzv. „safe sites“ (URBANSKA et al. 2001). Tato místa mají charakter ostrovů vegetace nepravidelně rozmištěných po povrchu výsypky. Složení porostu je následující: sazenice přípravných i cílových dřevin, drny, navíc sem lze aplikovat seno tvořené regionální směsí bylin, případně je možné použít přímého dosevu. Výsledný typ porostu následně slouží jako zdroj diaspor pro okolní plochy.

Travní porosty

V obnově travních porostů se nabízí dva hlavní způsoby jak postupovat:

- návoz svrchní vrstvy půdy
- ponechání původního substrátu

Pokud provedeme návoz ornice, téměř okamžitě dochází k oživení půdy. Rostlinná i živočišná společenstva se vyvíjejí velice rychle (FROUZ 1999b), avšak po několika letech dochází k poklesu biodiverzity. Tento čistě rekultivační způsob má snad opodstatněné použití jen v případě, kdy je nezbytně nutné v krátké době zpevnit substrát a tím zamezit půdní erozi a sesuvům a v případě toxickejch a kyselých substrátů.

FROUZ (1999b) provedl návoz skrývkové zeminy v od sebe oddělených pásech. Ukázalo se, že z míst s navezenou půdou se do okolního prostoru poměrně úspěšně šíří půdní organismy, které dále významně přispívají k oživení výsypkového substrátu.

Z biologického hlediska je nejschůdnějším řešením ponechání rozsáhlých území primární sukcesi. Složení spontánně vzniklých porostů je možné korigovat např. aplikací sena tvořeného regionální směsí bylin.

Mokřady a vodní plochy

V místech terénních sníženin přirozeně vznikají mokřady a drobné vodní plochy. Tato jezírka hrají důležitou roli například v rozmnožování obojživelníků a mnoha čeledí hmyzu. Z tohoto důvodu je vhodné zachování již existujících vodních ploch.

Nově vybudované vodní plochy by měly na Velké podkrušnohorské výsypce sloužit k umístění druhů rostlin a živočichů přenesených z tzv. pinkoviště, nacházejícím se v předpolí velkolomu Jiří. Oblast pinkoviště je z biologického hlediska mimořádně cenná, ale vzhledem k postupující těžbě je její zánik nevyhnutelný. Byl proto proveden záchranný transfer v co nejvyšší možné míře (PŘIKRYL 1999).

↑ ho hodnoty?

7. Závěr

Během čtyřletého sledování spontánního zarůstání trvalých ploch na Velké podkrušnohorské a Staré Chodovské výsypce byly zjištěny následující zákonitosti:

— pole s ch
Prostřednictvím primární sukcese je vegetační kryt výsypek schopen regenerovat v poměrně úspěšné míře, v pozdějších fázích sukcese (cca po 30 letech) vykazuje polopřirozený charakter.

Pokryvnost keřového a stromového patra během sukcese vzrůstá, bylinné patro vykazuje dva vrcholy. První před vytvořením zapojeného keřového patra mezi šestým a patnáctým rokem, druhý nastává po částečném rozvolnění korun stromového patra mezi třicátým až čtyřicátým rokem trvání sukcese.

Bylinné patro je v ranných stadiích sukcese významně ovlivňováno abiotickými podmínkami stanoviště, v pozdějších sukcesních stadiích je vegetace svým prostřednictvím schopna tyto podmínky částečně měnit a nivelirovat.

8. Seznam použité literatury

- BARTHA, S. 1990: Spatial processes in developing plant communities: pattern formation detected using information theory. In: KRAHULEC, F., AGNEW, A. D. Q., AGNEW, S., WILLEMS, J. H. [eds.]: Spatial processes in plant communities. 31 – 47. Proceedings of the Workshop held in Liblice, 18 – 22 September 1989.
- BRADSHAW, A. D. 1997: Restoration of mined lands – use any natural processes. Ecological Engineering 8: 255 – 269.
- CONNEL, J. H., SLATYER, R. O. 1977: Mechanisms of succession in natural communities and their roles in community stability and organisation. The American Naturalist 111: 1119 – 1144.
- CULEK, M. [ed.] 1996: Biogeografické členění České republiky. Enigma, Praha. 120 – 122 .
- DIMITROVSKÝ, K. 1976: Lesnická rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru. Výzkumný ústav meliorací, Zbraslav nad Vltavou.
- DIMITROVSKÝ, K. 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná a.s., Sokolov.
- FROUZ, J. 1999a: Návrat přírody do krajiny poznamenané těžbou uhlí. Sokolovská uhelná a.s., Sokolov.
- FROUZ, J. 1999b: Obnova společenstev půdních organismů na plochách lesnický rekultivovaných hnědouhelných výsypek a jejich význam pro tvorbu půdy. Ochrana přírody 54: 157 – 159.
- FROUZ, J. 1999c: Obnova společenstev půdních organismů a tvorba půdy na plochách lesnický rekultivovaných výsypek. In: SVOBODA, I. [ed.]: Hornická Příbram ve vědě a technice, sborník přednášek Zahazování následků hornické činnosti. 1 – 6.
- FROUZ, J. [ed.] 2000: Rekolonizace výsypek po těžbě hnědého uhlí půdními organismy a možnosti jejího urychlení. Zpráva o plnění smlouvy uzavřené mezi ENKI v.p.s. Třeboň a ÚPB AV ČR České Budějovice.
- FROUZ, J., KEPLIN, B., PIŽL, V., TAJOVSKÝ, K., STARÝ, J., LUKEŠOVÁ, A., NOVÁKOVÁ, A., BALÍK, V., HÁNĚL, L., MATERNA, J., DÜKER, CH, CHALUPSKÝ, J., RUSEK, J., HEINKELE, T. 2001: Soil biota and upper layer development in two contrasting post-mining chronosequences. Ecological Engineering 17: 275 – 284.

- FROUZ, J., TAJOVSKÝ, K. [eds.] 2001: Spontánní sukcese půdní bioty na výsypkách a vliv některých faktorů prostředí. Zpráva o plnění smlouvy uzavřené mezi ENKI v.p.s. Třeboň a ÚPB AV ČR České Budějovice.
- FROUZ, J., BALÍK, V. [eds.] 2003: Zpráva o plnění smlouvy uzavřené mezi ENKI v.p.s. Třeboň a ÚPB AV ČR České Budějovice.
- FROUZ, J., PRACH, K., PIŽL, V., HÁNĚL, L., STARÝ J., TAJOVSKÝ, K., MATERNA, J., BALÍK, V., KALČÍK, J., ŘEHOUNKOVÁ, K. 2005: Interactions between plant succession, soil development and soil fauna in non-reclaimed post mining sites. *Oikos*, (Submitted).
- GLENN-LEWIN, D. C., PEET, R. K., VEBLEN, T. T. [eds.] 1992. Plant succession: Theory and prediction. Chapman and Hall, London.
- GRIME, J. P. 1979: Plant strategies and vegetation processes. Wiley, Chichester.
- HODAČOVÁ, D., PRACH, K. 2003: Spoil heaps from brown coal mining: Technical reclamation versus spontaneous revegetation. *Restoration Ecology* 11: 385 – 391.
- HULA, V., FRIC, Z., PAVLÍČKO, A. 2000: Bělásek ovocný na Sokolovsku. *Živa* 6: 281 – 282.
- CHLUPÁČ, I. et al. 2002: Geologická minulost České republiky. Academia, Praha.
- 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 Unio. Press 11: 245 – 252.
- JOCHIMSEN, M. E. A., 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. 1996: Reclamation of colliery mine spoil founded on natural succession. *Water, Air and Soil Pollution* 91: 99 – 108.
- KUBÁT, K., HROUDA, L., CHRTEK, J., KAPLAN, Z., KIRCHNER, J., ŠTĚPÁNEK, J. [eds.] 2002: Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- KUCZYŃSKA, I., PENDER, K., RYSZKA-JAROSZ, A. 1984: Roślinność wybranych hald kopalni węgla kamiennego „Viktoria“ w Wałbrzychu. *Prace Botaniczne XXVII*: 35 – 60.
- LEPŠ, J., ŠMILAUER, P. 2003: Multivariate Analysis of Ecological Data using CANOCO. Cambridge University Press, Cambridge.

- LUKEN, J. O. 1990: Directing ecological succession. Chapman and Hall, London.
- NEUHAUSLOVÁ et al. 2001: Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, 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 pojmu ekologie. Biologické listy, Praha, 50: 205-217.
- PRACH, K. 1987: Succession of vegetation on dumps from brown coal mining, NW Bohemia, Czechoslovakia. Folia Geobotanica et Phytotaxonomica 22; 339 – 354.
- PRACH, K. 1989: Sukcese vegetace na Mosteckých výsypkách – účast jednotlivých druhů. Severočeskou přírodou, Litoměřice 23: 77 – 83.
- PRACH, K., PYŠEK, P. 2001: Using spontaneous succession for restoration of human disturbed habitats: Experience from Central Europe. Ecological Engineering 17: 55 – 62.
- PRACH, K. 2003: Spontaneous succession in Central – European man made habitats: What information can be used in restoration practice? Appl. Veg. Sci. 6: 125 – 129.
- PŘIKRYL, I. 1999: Nová příležitost v krajině – výsypky hnědouhelných lomů. Ochrana přírody 54: 190 – 192. *a februář ?*
- PYŠEK, A., PYŠEK, P. 1989: Vegetation der Abbaudeponien in Böhmen: Veränderungen der Artenzusammensetzung in Verlauf der Vegetationsentwicklung. Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie, Band XVIII: 37 – 41.
- ŠOURKOVÁ, M., FETTWEIS, U., HUTTL, R. F., ŠANTRŮČKOVÁ, H. 2005: Soil development and properties of microbial biomass succession in reclaimed post mining sites near Sokolov (Czech Republic) and near Cottbus (Germany). Geoderma, In Press.
- ŠTÝS, S et al. 1981: Rekultivace území poškozených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.
- TISCHEW, S., LEBENDER, A. 2003: Verbreitung, standortökologische Bindung und Populationsentwicklung der Natternzungengewächse (Ophioglossaceae) in ehemaligen Braunkohleabbaugebieten Sachsen-Anhalts. Mitt. Florist. Kart. Sachsen-Anhalt 8: 3 – 18.
- TER BRAAK, C., ŠMILAUER, P. 2002: CANOCO Release 4.5. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, New York.

- TOBĚRNÁ, V. 1980: Modell eines zwanzigjährigen Besiedlungsvorganges der Kippen im Most-Gebiet durch Pflanzen. In: SPÁLENÝ, J [ed.]: Proceedings of the 3rt Intern. Conf. Bioindic. Deterior. Reg., September 1977, Liblice, Czechoslovakia. 109 – 113.
- URBANSKA, K. M., WEBB, N. R., EDWARDS, P. J. 1997. Restoration ecology and sustainable development. Cambridge University Press, Cambridge.
- VAN DER MAAREL, E. 1979: Transformation of cover-abundance values in phytosociology and effect on community similarity. *Vegetatio* 39: 97 – 114.
- VAN DER VALK, A. G. 1992: Establishment, colonisation and persistence. In: GLENN-LEWIN, D. C., PEET, R. K., VEBLEN, T. T. [eds.] 1992. Plant succession: Theory and prediction. Chapman and Hall, London.
- WALKER, L. R., DEL MORAL, R. 2003: Primary succession and Ecosystem rehabilitation, Cambridge University Press, Cambridge.
- WOLF, G. 1985: Primäre Sukzession auf kiesig – sandigen Rohbogen im Rheinischen Braunkohlenrevier. *Schr. Reihe Vegetationkunde*. 16: 195 – 203.

9. Přílohy

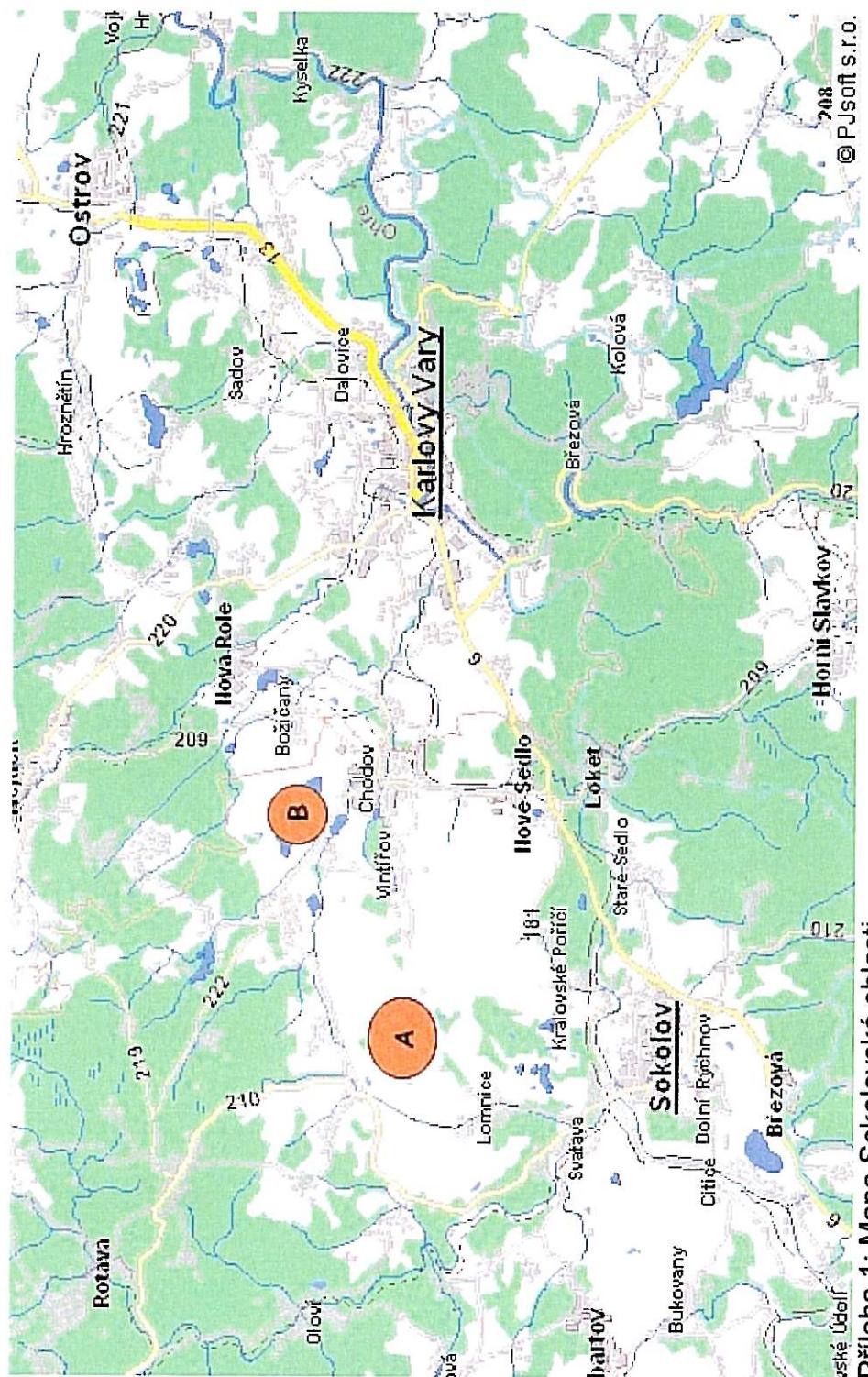
Příloha 1: Mapa Sokolovské oblasti

Příloha 2: Letecký snímek Velké podkrušnohorské výsypky

Příloha 3: Fytocenologické snímky

Příloha 4: Přehled zkratek jmen druhů použitých v analýze

Příloha 5: Fotografie



Příloha 1: Mapa Sokolovské oblasti

A – Velká podkrušnohorská výsypka

B – výsypka Stará chodovská



Příloha 2: Letecký snímek Velké podkrusnohorské výsyppky (Vlastivěda, 1)

Na fotografii jsou vyznačeny plochy na kterých bylo prováděno sledování

- | | | |
|-----|---|---------------------|
| I | - | datum nasypání 1994 |
| II | - | datum nasypání 1992 |
| III | - | datum nasypání 1987 |
| IV | - | datum nasypání 1960 |

Příloha 3: fytoценologické snímky

datum 24. 8. 2001
rozměr 5x5 m

152

římská čísla = číslo významného plochy (číslo IV)

Arabská čísla – císelník významně přičty (vý I do IV), velké písmeno – označení snímkovaného číverce (od A do Z).

Santmerek		E1 %		Agrostis vulgaris		Cynodon dactylon		Alopecurus myosuroides		Arenaria sericea		Ceratodon purpureus		Echium vulgare		Deschampsia cespitosa		Poa annua		Poa nemoralis		Poa compressa		Poa trivialis		Quercus robur Juv.		Quercus petraea		Rubus fruticosus		Rumex acetosa		Salix caprea Juv.		Sorbus aucuparia Juv.		Staphys agricola Juv.		Tilia cordata		Trifolium medium		Trientalis officinalis		Vicia sativa		Viola hirsuta		Vicia sep.		E2 %	
I/A2		-10		-15 - 25%		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																	
II/A2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
III/A2		-20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
IV/A2		-30		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
V/A2		-20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VI/A2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VII/A2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VIII/A2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
IX/A2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
X/A2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
XI/A2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
XII/A2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																			
I/B2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																			
II/B2		-20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																			
III/B2		-30		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
IV/B2		-20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
V/B2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VI/B2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VII/B2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
VIII/B2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
IX/B2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
X/B2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
XI/B2		-15		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
XII/B2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
I/C2		-10		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																			
II/C2		-20		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
III/C2		-30		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-		-																					
IV/C2																																																					

KÓD SNÍMKU

římská číslice – číslo výkumné plochy (od I do IV)
velké písmeno – označení snímkovaného čtvrtce (od A do J)
arabská číslice – poslední číslo letopočtu (od 1 do 4)

datum 27. 8. 2003
rozměr 5x5 m

KÓD SNÍMKU

římská číslice – číslo výzkumné plochy (od I do IV)
velké písmeno – označení snímkovaného číverce (od A do J)
arabská číslice – poslední číslo letočtu (od 1 do 4)

datum 28. 8. 2004
rozměr 5x5 m

		%	snímek
IV/A4	10	-	
IV/B4	25	-	
IV/C4	25	-	
IV/D4	25	-	
IV/E4	30	-	
IV/F4	25	-	
IV/G4	25	-	
IV/H4	50	-	
IV/I4	25	-	
IV/J4	30	-	
IV/K4	50	-	
IV/L4	25	-	
IV/M4	25	-	
IV/N4	60	-	
IV/O4	25	-	
IV/P4	25	-	
IV/Q4	25	-	
IV/R4	25	-	
IV/S4	25	-	
IV/T4	25	-	
IV/U4	25	-	
IV/V4	25	-	
IV/W4	25	-	
IV/X4	25	-	
IV/Y4	25	-	
IV/Z4	25	-	
V/A4	10	-	
V/B4	25	-	
V/C4	25	-	
V/D4	25	-	
V/E4	50	-	
V/F4	25	-	
V/G4	25	-	
V/H4	50	-	
V/I4	25	-	
V/J4	25	-	
V/K4	25	-	
V/L4	25	-	
V/M4	25	-	
V/N4	25	-	
V/O4	25	-	
V/P4	25	-	
V/Q4	25	-	
V/R4	25	-	
V/S4	25	-	
V/T4	25	-	
V/U4	25	-	
V/V4	25	-	
V/W4	25	-	
V/X4	25	-	
V/Y4	25	-	
V/Z4	25	-	
VI/A4	10	-	
VI/B4	25	-	
VI/C4	25	-	
VI/D4	25	-	
VI/E4	50	-	
VI/F4	25	-	
VI/G4	25	-	
VI/H4	50	-	
VI/I4	25	-	
VI/J4	25	-	
VI/K4	25	-	
VI/L4	25	-	
VI/M4	25	-	
VI/N4	25	-	
VI/O4	25	-	
VI/P4	25	-	
VI/Q4	25	-	
VI/R4	25	-	
VI/S4	25	-	
VI/T4	25	-	
VI/U4	25	-	
VI/V4	25	-	
VI/W4	25	-	
VI/X4	25	-	
VI/Y4	25	-	
VI/Z4	25	-	
VII/A4	10	-	
VII/B4	25	-	
VII/C4	25	-	
VII/D4	25	-	
VII/E4	50	-	
VII/F4	25	-	
VII/G4	25	-	
VII/H4	50	-	
VII/I4	25	-	
VII/J4	25	-	
VII/K4	25	-	
VII/L4	25	-	
VII/M4	25	-	
VII/N4	25	-	
VII/O4	25	-	
VII/P4	25	-	
VII/Q4	25	-	
VII/R4	25	-	
VII/S4	25	-	
VII/T4	25	-	
VII/U4	25	-	
VII/V4	25	-	
VII/W4	25	-	
VII/X4	25	-	
VII/Y4	25	-	
VII/Z4	25	-	
VIII/A4	10	-	
VIII/B4	25	-	
VIII/C4	25	-	
VIII/D4	25	-	
VIII/E4	50	-	
VIII/F4	25	-	
VIII/G4	25	-	
VIII/H4	50	-	
VIII/I4	25	-	
VIII/J4	25	-	
VIII/K4	25	-	
VIII/L4	25	-	
VIII/M4	25	-	
VIII/N4	25	-	
VIII/O4	25	-	
VIII/P4	25	-	
VIII/Q4	25	-	
VIII/R4	25	-	
VIII/S4	25	-	
VIII/T4	25	-	
VIII/U4	25	-	
VIII/V4	25	-	
VIII/W4	25	-	
VIII/X4	25	-	
VIII/Y4	25	-	
VIII/Z4	25	-	
IX/A4	10	-	
IX/B4	25	-	
IX/C4	25	-	
IX/D4	25	-	
IX/E4	50	-	
IX/F4	25	-	
IX/G4	25	-	
IX/H4	50	-	
IX/I4	25	-	
IX/J4	25	-	
IX/K4	25	-	
IX/L4	25	-	
IX/M4	25	-	
IX/N4	25	-	
IX/O4	25	-	
IX/P4	25	-	
IX/Q4	25	-	
IX/R4	25	-	
IX/S4	25	-	
IX/T4	25	-	
IX/U4	25	-	
IX/V4	25	-	
IX/W4	25	-	
IX/X4	25	-	
IX/Y4	25	-	
IX/Z4	25	-	
X/A4	10	-	
X/B4	25	-	
X/C4	25	-	
X/D4	25	-	
X/E4	50	-	
X/F4	25	-	
X/G4	25	-	
X/H4	50	-	
X/I4	25	-	
X/J4	25	-	
X/K4	25	-	
X/L4	25	-	
X/M4	25	-	
X/N4	25	-	
X/O4	25	-	
X/P4	25	-	
X/Q4	25	-	
X/R4	25	-	
X/S4	25	-	
X/T4	25	-	
X/U4	25	-	
X/V4	25	-	
X/W4	25	-	
X/X4	25	-	
X/Y4	25	-	
X/Z4	25	-	
XI/A4	10	-	
XI/B4	25	-	
XI/C4	25	-	
XI/D4	25	-	
XI/E4	50	-	
XI/F4	25	-	
XI/G4	25	-	
XI/H4	50	-	
XI/I4	25	-	
XI/J4	25	-	
XI/K4	25	-	
XI/L4	25	-	
XI/M4	25	-	
XI/N4	25	-	
XI/O4	25	-	
XI/P4	25	-	
XI/Q4	25	-	
XI/R4	25	-	
XI/S4	25	-	
XI/T4	25	-	
XI/U4	25	-	
XI/V4	25	-	
XI/W4	25	-	
XI/X4	25	-	
XI/Y4	25	-	
XI/Z4	25	-	
XII/A4	10	-	
XII/B4	25	-	
XII/C4	25	-	
XII/D4	25	-	
XII/E4	50	-	
XII/F4	25	-	
XII/G4	25	-	
XII/H4	50	-	
XII/I4	25	-	
XII/J4	25	-	
XII/K4	25	-	
XII/L4	25	-	
XII/M4	25	-	
XII/N4	25	-	
XII/O4	25	-	
XII/P4	25	-	
XII/Q4	25	-	
XII/R4	25	-	
XII/S4	25	-	
XII/T4	25	-	
XII/U4	25	-	
XII/V4	25	-	
XII/W4	25	-	
XII/X4	25	-	
XII/Y4	25	-	
XII/Z4	25	-	
XIII/A4	10	-	
XIII/B4	25	-	
XIII/C4	25	-	
XIII/D4	25	-	
XIII/E4	50	-	
XIII/F4	25	-	
XIII/G4	25	-	
XIII/H4	50	-	
XIII/I4	25	-	
XIII/J4	25	-	
XIII/K4	25	-	
XIII/L4	25	-	
XIII/M4	25	-	
XIII/N4	25	-	
XIII/O4	25	-	
XIII/P4	25	-	
XIII/Q4	25	-	
XIII/R4	25	-	
XIII/S4	25	-	
XIII/T4	25	-	
XIII/U4	25	-	
XIII/V4	25	-	
XIII/W4	25	-	
XIII/X4	25	-	
XIII/Y4	25	-	
XIII/Z4	25	-	
XIV/A4	10	-	
XIV/B4	25	-	
XIV/C4	25	-	
XIV/D4	25	-	
XIV/E4	50	-	
XIV/F4	25	-	
XIV/G4	25	-	
XIV/H4	50	-	
XIV/I4	25	-	
XIV/J4	25	-	
XIV/K4	25	-	
XIV/L4	25	-	
XIV/M4	25	-	
XIV/N4	25	-	
XIV/O4	25	-	
XIV/P4	25	-	
XIV/Q4	25	-	
XIV/R4	25	-	
XIV/S4	25	-	
XIV/T4	25	-	
XIV/U4	25	-	
XIV/V4	25	-	
XIV/W4	25	-	
XIV/X4	25	-	
XIV/Y4	25	-	
XIV/Z4	25	-	
XV/A4	10	-	
XV/B4	25	-	
XV/C4	25	-	
XV/D4	25	-	
XV/E4	50	-	
XV/F4	25	-	
XV/G4	25	-	
XV/H4	50	-	
XV/I4	25	-	
XV/J4	25	-	
XV/K4	25	-	
XV/L4	25	-	
XV/M4	25	-	
XV/N4	25	-	
XV/O4	25	-	
XV/P4	25	-	
XV/Q4	25	-	
XV/R4	25	-	
XV/S4	25	-	
XV/T4	25	-	
XV/U4	25	-	
XV/V4	25	-	
XV/W4	25	-	
XV/X4	25	-	
XV/Y4	25	-	
XV/Z4	25	-	
XVI/A4	10	-	
XVI/B4	25	-	
XVI/C4	25	-	
XVI/D4	25	-	
XVI/E4	50	-	
XVI/F4	25	-	
XVI/G4	25	-	
XVI/H4	50	-	
XVI/I4	25	-	
XVI/J4	25	-	
XVI/K4	25	-	
XVI/L4	25	-	
XVI/M4	25	-	
XVI/N4	25	-	
XVI/O4	25	-	
XVI/P4	25	-	
XVI/Q4	25	-	
XVI/R4	25	-	
XVI/S4	25	-	
XVI/T4	25	-	
XVI/U4	25	-	
XVI/V4	25	-	
XVI/W4	25	-	
XVI/X4	25	-	
XVI/Y4	25	-	
XVI/Z4	25	-	
XVII/A4	10	-	
XVII/B4	25	-	
XVII/C4	25	-	
XVII/D4	25	-	
XVII/E4	50	-	
XVII/F4	25	-	
XVII/G4	25	-	
XVII/H4	50	-	
XVII/I4	25	-	
XVII/J4	25	-	
XVII/K4	25	-	
XVII/L4	25	-	
XVII/M4	25	-	
XVII/N4	25	-	
XVII/O4	25	-	
XVII/P4	25	-	
XVII/Q4	25	-	
XVII/R4	25	-	
XVII/S4	25	-	
XVII/T4	25	-	
XVII/U4	25	-	
XVII/V4	25	-	
XVII/W4	25	-	
XVII/X4	25	-	
XVII/Y4	25	-	
XVII/Z4	25	-	
XVIII/A4	10	-	
XVIII/B4	25	-	
XVIII/C4	25	-	
XVIII/D4	25	-	
XVIII/E4	50	-	
XVIII/F4	25	-	
XVIII/G4	25	-	
XVIII/H4	50	-	
XVIII/I4	25	-	
XVIII/J4	25	-	
XVIII/K4	25	-	
XVIII/L4	25	-	
XVIII/M4	25	-	
XVIII/N4	25	-	
XVIII/O4	25	-	
XVIII/P4	25	-	
XVIII/Q4	25	-	
XVIII/R4	25	-	
XVIII/S4	25	-	
XVIII/T4	25	-	
XVIII/U4	25	-	
XVIII/V4	25	-	
XVIII/W4	25	-	
XVIII/X4	25	-</td	

Datum 24. 8. 2004
číselník 1x1 m

kód snímku

Číslík – číslo výzkumné plochy (od I do IV)
Velké písmeno – označení mikrostanoviště (T - vrchol, B - úžlabí, N - severní svah, S - jižní svah)
Arabská čísla – pořadové číslo snímku v transektu

Příloha 4: Přehled zkratek jmen druhů použitých v analýze

AcePla	<i>Acer platanoides</i>	LotCor	<i>Lotus corniculatus</i>
AgrSpe	<i>Agrostis</i> sp.	LupPol	<i>Lupinus polyphyllus</i>
AgrVul	<i>Agrostis vulgaris</i>	MedLup	<i>Medicago lupulina</i>
AchMil	<i>Achillea millefolium</i>	MelAlb	<i>Melilotus albus</i>
AlcSpe	<i>Alchemilla</i> sp.	MelOff	<i>Melilotus officinalis</i>
AntOdo	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	PasSat	<i>Pastinaca sativa</i>
AntSyl	<i>Anthriscus sylvestris</i>	PhaAru	<i>Phalaris arundinacea</i>
ArtVul	<i>Artemisia vulgaris</i>	PhlPra	<i>Phleum pratense</i>
AstGly	<i>Astragalus glycyphyllos</i>	PicAbi	<i>Picea abies</i>
AveFle	<i>Avenella flexuosa</i>	PinSyl	<i>Pinus sylvestris</i>
BetPen	<i>Betula pendula</i>	PlaLan	<i>Plantago lanceolata</i>
CalEpi	<i>Calamagrostis epigeios</i>	PlaMai	<i>Plantago major</i>
CamPat	<i>Campanula patula</i>	PlaMed	<i>Plantago media</i>
CamRot	<i>Campanula rotundifolia</i>	PoaCom	<i>Poa compressa</i>
CenJac	<i>Centaurea jacea</i>	PoaNem	<i>Poa nemoralis</i>
CenSto	<i>Centaurea stoebe</i>	PoaPal	<i>Poa palustris</i>
CerAvi	<i>Cerasus avium</i>	PoaPra	<i>Poa pratensis</i>
CerHol	<i>Cerastium holosteoides</i>	PopCan	<i>Populus cf. canadensis</i>
CerVul	<i>Cerastium vulgatum</i>	PopTre	<i>Populus tremula</i>
CirArv	<i>Cirsium arvense</i>	PyrMin	<i>Pyrola minor</i>
CirVul	<i>Cirsium vulgare</i>	QueRob	<i>Quercus robur</i>
CraSpe	<i>Crataegus</i> sp.	ResLut	<i>Reseda lutea</i>
DacGlo	<i>Dactylis glomerata</i>	RosSpe	<i>Rosa</i> sp.
DauCar	<i>Daucus carota</i>	RubFru	<i>Rubus fructicosus</i>
DesCae	<i>Deschampsia cespitosa</i>	RumAce	<i>Rumex acetosa</i>
DiaDel	<i>Dianthus deltoides</i>	SalCap	<i>Salix caprea</i>
EchVul	<i>Echium vulgare</i>	SilAlb	<i>Silene alba</i>
ElyRep	<i>Elytrigia repens</i>	SinArv	<i>Sinapis arvensis</i>
EpiAng	<i>Epilobium angustifolium</i>	SonArv	<i>Sonchus arvensis</i>
EquArv	<i>Equisetum arvense</i>	SorAuc	<i>Sorbus aucuparia</i>
EriCan	<i>Erigeron canadensis</i>	TanVul	<i>Tanacetum vulgare</i>
EruGal	<i>Erucastrum gallicum</i>	TarOff	<i>Taraxacum officinale</i>
EupSpe	<i>Euphorbia</i> sp.	TriArv	<i>Trifolium arvense</i>
FesOvi	<i>Festuca ovina</i>	TriHyb	<i>Trifolium hybridum</i>
FraVes	<i>Fragaria vesca</i>	TriMed	<i>Trifolium medium</i>
GalApa	<i>Galium aparine</i>	TriPra	<i>Trifolium pratense</i>
GalPum	<i>Galium pumilum</i>	TriRep	<i>Trifolium repens</i>
HiePil	<i>Hieracium pilosella</i>	TriMar	<i>Tripleurospermum inodorum</i>
HieSpe	<i>Hieracium</i> sp.	TusFar	<i>Tussilago farfara</i>
HolLan	<i>Holcus lanatus</i>	UrtDio	<i>Urtica dioica</i>
HorJub	<i>Hordeum jubatum</i>	VerOff	<i>Veronica officinalis</i>
HypPer	<i>Hypericum perforatum</i>	VicCra	<i>Vicia cracca</i>
LatPra	<i>Lathyrus pratensis</i>	VicHir	<i>Vicia hirsuta</i>
LatTub	<i>Lathyrus tuberosus</i>	VicSep	<i>Vicia sepium</i>
LeoHis	<i>Leontodon hispidus</i>	VicSpe	<i>Vicia</i> sp.
LeuVul	<i>Leucanthemum vulgare</i>	VioHir	<i>Viola hirta</i>

Příloha 5: fotografie



1. výsypkový substrát



2. jedna z dominant ranné sukcese – *Tussilago farfara*



3. červeně vzniklá vrcholová část výsypky



4. plocha II, 12 let staré sukcesní stadium



5. porost starý přibližně 40 let