

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

PŘÍRODOVĚDECKÁ FAKULTA

ÚSTAV PRO ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

MAGDA SEDMÍKOVÁ

SPONTÁNNÍ SUKCESE V KRAJINĚ NARUŠENÉ
POVRCHOVOU TĚŽBOU

Obor: Ekologie a ochrana prostředí

Akademický rok: 2005/2006

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Jaroslav Tonika, Csc.

Obsah:

1. Úvod	2
2. Vymezení základních pojmů	3
3. Těžba a její vliv na krajinu	4
4. Vývoj a trendy ve využívání dotěžených území	6
5. Vhodnost využití spontánní sukcese	11
6. Stanovištní poměry a nutné technické úpravy lomů	16
7. Přirozené zarůstání a osidlování lomů	21
8. Zahraniční výzkum	25
9. Závěr	26
10. Literatura	28

1. Úvod

Těžba nerostných surovin znamená významný zásah do přírody, protože způsobuje silné narušení všech složek životního prostředí. Česká krajina je těžbou značně ovlivněna a přetvořena. Je tedy důležité najít vhodný způsob rekultivace. Jednou z možností je ponechat poškozené území vyvíjet se samovolně pomocí přírodních procesů.

Tato práce shrnuje poznatky týkající se využití spontánní sukcese při obnově území narušeného povrchovou těžbou. Cílem je zhodnotit průběh spontánní sukcese, možnost začlenění lomů do krajiny a jejich význam jako náhradního stanoviště pro ohrožené druhy rostlin a živočichů.

Domnívám se, že pokud člověk vytvoří vhodné výchozí podmínky, může na poškozeném území vzniknout díky přirozené sukcesi stabilnější a druhově bohatší ekosystém než na tradičně rekultivovaných plochách.

Tento předpoklad vychází z porovnání vývoje u starých lomů ponechaných bez zásahů člověka a u lomů, kde byla provedena zemědělská či lesnická rekultivace. Opuštěné lomy dokazují, že se tyto útvary mohou stát cennými prvky obohacující krajinu.

Spontánní sukcesi lze za jistých podmínek uplatnit i u lomů ze současnosti. Je ale nutné stanovit, do jaké míry má příroda schopnost pomoci si sama a nakolik je potřebný zásah člověka.

Možnost spontánní obnovy úzce souvisí především s mírou destrukce krajiny. Tento zásah je ovlivněn nejenom velikostí a umístěním lomu, ale i druhem těžby. Pro zachycení trendů ve využívání ploch po dokončení těžby je nutné podívat se do minulosti na vývoj rekultivací i současný podíl jednotlivých způsobů obnovy poškozeného území.

Spontánní sukcese má oproti tradičním rekultivacím mnoho předností, ale je zde i několik omezení, které je třeba brát v úvahu. Výhody a nevýhody uplatnění tohoto procesu při obnově území jsou srovnány v kapitole č. 5. V dalších dvou kapitolách jsou charakterizovány typické ekologické podmínky, které ovlivňují zarůstání lomů a časový průběh přirozené obnovy.

Dále je připojen přehled několika výzkumů ze zahraničí, které se týkají především obnovy půdy, vegetačního krytu a výskytu živočichů na nerekulitovaném území.

2. Vymezení základních pojmů

Rekultivací se rozumí opětovné využití pozemku k zemědělským nebo lesnickým účelům, jak udává zákon č. 334/1992 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu. Za sanaci pokládá tento zákon činnost směřující k provádění vhodných úprav území narušených těžbou tak, aby tvarem, uložením zeminy a vodními poměry byly připraveny k rekultivaci. Sanace podle zákona č. 44/1988 Sb., o ochraně a využití nerostného bohatství je odstranění škod na krajíně komplexní úpravou území a územních struktur. V případě lomů se sanací rozumí soubor terénních úprav, do kterého spadá úprava stěn, dna a okolí lomu (Cílek, Hladil, 1997). Renaturalizace je obnovení původního přirozeného stavu území po skončení lidského zásahu, což u lomů nepřipadá v úvahu vzhledem k destruktivnímu charakteru těžby. Revitalizace je pak znovuoživení a funkční zapojení plochy do krajiny.

Sukcesí označujeme takový vývoj ekosystému, jehož výsledkem je rostoucí vnitřní organizace a rovnovážný stav mezi hromaděním a rozkladem organické hmoty. Výsledkem sukcese biocenózy je ustálené druhové i kvantitativní složení populací. Takovou biocenózu označujeme jako potencionální přirozenou vegetaci. Ve střední Evropě by na většině území byly konečným stádiem sukcese různé typy lesních ekosystémů, z čehož ale nevyplývá, že by zde krajina měla být naprosto zalesněná (Míchal, 2001).

Dimitrovský (2001) charakterizuje sukcesi jako dlouhodobý necyklický vývoj společenstev na vymezeném stanovišti, který je charakterizován zásadními změnami vlastností společenstva. Spontánní sukcese lomů a výsypek je pak osidlování závislé na biodiverzitě okolních těžbou nedotčených biotopů.

Na odhalených a převrstvených substrátech povrchových lomů či výsypek probíhá tzv. primární sukcese, kterou lze charakterizovat jako sukcesi na podkladech, které v minulosti nebyly pod vlivem žádných společenstev. Substráty tedy neobsahují žádné žijící organismy ani diaspory (Sklenička, Bejček a Přikryl, 2002).

Jak maximálně využívat spontánní mechanismy obnovy ekosystému k nápravě škod způsobených lidskou činností se zabývá vědní obor ekologie obnovy. Ekosystémový přístup je v tomto případě nezbytné zvolit, protože přírodní procesy jsou vzájemně provázané a probíhají na všech hierarchických hladinách. Tento přístup by měl sloužit k dosažení rovnováhy mezi ochranou a využíváním životního prostředí (Kovář, 2000).

3. Těžba a její vliv na krajinu

Intenzivní a nadměrné dobývání nerostných surovin způsobilo, že v některých oblastech dopady těžby překročily hranice únosnosti území. Narušení přirozených vazeb v krajině má často podobu nevratného poškození. Dlouhodobá nestabilita území po ukončení těžby nepřetržává kvůli nedostatečné rekultivaci, ale kvůli nízké míře začlenění nových ploch do funkčních územních vazeb (Holý, 2001).

Nadměrné čerpání nerostných surovin z životního prostředí a následná rekultivace je příkladem rozporu mezi tendencí přírodních procesů k maximální odolnosti ekosystémů a mezi lidskou vůlí je maximálně využít (Míchal, 2001).

Těžba vede k hlubokým změnám v krajině, ale k takto dramatickým zásahům docházelo i ve zcela přírodní krajině. Přírodní síly v minulosti vytvářely situace, které jsou srovnatelné s některými lidskými zásahy z dnešní doby. Příroda se s tím dokázala sama vyrovnat, pokud jí k tomu byl dán prostor. Teprve prudce se zvyšující trend negativních zásahů člověka způsobuje výrazný pokles diverzity a všeobecnou degradaci krajiny (Ložek, 2001).

Povrchová těžba má před hlubinnou mnohé přednosti, především dosahuje výrazně většího využití zásob. Její dopady na krajinu a životní prostředí znamenají však vážnou destrukci základních složek přírodního systému (Dimitrovský, 2001).

Povrchová těžba nerostných surovin značně změnila charakter evropské krajiny. V naší republice mají na krajinu největší vliv povrchové doly v podkrušnohorských pánvích. Těžba některých surovin, jako např. vápence v Českém i Moravském krasu, v Krkonoších a u Štramberku, čediče a žnělce v Českém středohoří, rašeliny na Třeboňsku a kameniva v Blanském lese se dokonce dostává do střetu se zájmy na ochraně přírody a krajiny i v chráněných krajinných oblastech (Říha, 2002).

Způsob těžby ovlivňuje konečný vzhled lomu i budoucí možnosti rekultivace. Nové lomy jsou velmi odlišné od lomů z 19. a začátku 20. století. Staré lomy jsou výrazně menší a také mnohem členitější, což bylo dáno menší mechanizací. Po válce se objevily velkolomy, komorové odstřely a dlouhé monotónní stěny. Malé a členité lomy se stabilními stěnami a drobnými jezírky se úspěšně začlenily do krajiny a v mnoha případech ji obohatily. To samé ale nelze říci o velkolomech (Cílek, 2002).

Sádlo a Tichý (2002) porovnávají hlavní rozdíly mezi komorovými a clonovými odstřely. Použití komorových odstřelů vedlo k nečleněným stěnám vysokým až sto metrů. Hornina byla narušována především v místech vrstevních nebo zlomových ploch, takže stěny připomínaly přirozené skalní výchozy. V tom se neshodují s Cílkem (2002), který takové stěny považuje za naprosto nepřirozené. Technika komorových lomů byla kvůli mnoha nedostatkům vystřídána

clonovými odstřely, kdy jsou stěny lomů rozděleny po 10 až 20 výškových metrech do tzv. etáží. Svým pravidelným uspořádáním vytvářejí v krajině nápadný cizorodý prvek.

Konvička a Beneš (2001) se domnívají, že úměrná nepřirozenost nemusí být vždy zcela nevýhodná. Vycházejí z toho, že se středoevropská krajina neustále proměňovala, takže to, co dnes působí rušivým dojmem, v sobě může skrývat velký potenciál.

Velkolomová koncepce je ze své podstaty spojena s nezbytností výrazné destrukce celého těžbou postiženého území. Netýká se to pouze devastace půdního fondu, ale i všech ostatních přírodních složek: reliéfu území, geologických poměrů, hydrologických charakteristik, biotických složek a dále i mikroklimatických vlastností. Celkově se tak jedná o destrukci celých ekosystémů. K tomu se přidává i fakt, že velkolomová těžba ovlivňuje velké krajinné celky (Štýs, 1998).

Velikost lomu je dána převážně množstvím a druhem těžené suroviny. Např. těžba stavebních nerostných surovin nepostihuje krajinu v tak ohromném rozsahu jako je tomu u uhelných lomů, kde dochází k velkoplošným záborům zemědělského či lesního půdního fondu. (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002). Těžaři postupují do stále větších hloubek, s čímž je spojen nárůst množství skrývané zeminy a značně se zvětšují zábory půdy (Štýs, Helešicová, 1992).

Zásah takových rozměrů naruší nejen krajinný ráz, ale zničí ekologické funkce a vztahy v krajině. Velkoplošné změny krajinného prostředí sebou nesou mnoho problémů, jako je delší časový horizont sukcese, hrozí zvýšené riziko ruderalizace stanoviště či možnost sesuvů zeminy (Šišková a Bílek, 2001).

Největším problémem současné těžby je snaha nadnárodních společností o maximalizaci okamžitého zisku bez většího ohledu na hospodárné využití suroviny, jak tomu bylo dříve u rodinných firem (Sádlo, Tichý, 2002).

Těžaři dávají přednost lomům na úpatí kopce, protože zde mohou lépe manipulovat s kamenem a není zde problém se spodní vodou. Je to ale velký zásah do linie horizontu, protože většinou o kopec téměř přicházíme (Cílek, 2002). Měla by být proto ponechána alespoň skalní kulisa tvořená přirozeným bokem údolí. Potom nejsou ztráty krajinného rázu tak velké a lom může lépe splynout s okolím. Úplně by mělo být zakázáno těžit krajinné dominanty jako je např. kopec Tlustec, Maršovický či Tachovský vrch. (Cílek, Hladil, 1997).

Krajinářsky vhodnějším řešením je otevřít jámový lom v rovné krajině. Pro těžaře je to ale nákladnější, protože musí čerpat vodu, dopravovat kámen nahoru a postarat se o vzniklé haldy. Po skončení těžby zde většinou vzniká vodní nádrž (Cílek, 2002).

Drobné tůňky či lomová jezera jsou v krajině vnímána často pozitivně, ale přesto i v tomto případě se jedná o značný zásah do krajiny. Velká lomová jezera vznikají především po těžbě šterkopísku. Stávají se charakteristickým krajinným prvkem a lze je možné využít ke

koupání, k mnoha dalším vodním sportům či k rybaření. Setkáváme se s nimi např. v Polabí, Pomoraví, Poodří či na Třeboňsku (Matějček, 2005).

Více než lom často vadí haldy, silnice a provozní budovy, ze kterých se stávají centra další industrializace krajiny. Těžba by měla být povolena teprve tehdy, když firma předloží projekt rekultivace lomu a úplné likvidace budov po skončení těžby (Cílek, 2002).

Budoucí záměr jakékoliv rekultivace musí být již respektován během těžby vzhledem k požadavkům na konečné tvarování a využití území (Vrbová, 2000). Rekultivace by tedy měla být průběžná a probíhat již během těžby. Těžař by měl co nejrychleji dosáhnout okraje dobývacího prostoru a pokračovat k jeho středu. Okrajové partie tak mohou zatím úspěšně zarůstat. Životnost průměrného lomu je 30 až 50 let, takže nejméně půlka lomu může být při ukončení těžby již téměř v přirozeném stavu. I pro firmu je výhodnější, když morfologické úpravy provede již během těžby (Cílek, 2002).

Způsob těžby lze z hlediska chystaných rekultivací v mnoha lomech natolik optimalizovat, že již není třeba po jejím ukončení území zásadněji měnit. Je důležité, aby byly v blízkosti lomu zachovány nejcennější drobné plochy přirozené vegetace, které slouží jako biocentra, odkud se pak mohou původní druhy samovolně šířit na volné plochy v lomu. (Sádlo, Tichý, 2002).

Těžbu samozřejmě nelze úplně zakázat, ale je možné rozhodnout, kde a za jakých podmínek je únosné ji povolit. Především je třeba si uvědomit, že jeden velký lom je lepší než mnoho malých a že lom v místě, kde už před tím těžba probíhala je lepší než lom v nedotčené krajině (Cílek, 1996).

4. Vývoj a trendy ve využívání dotěžených území

Štýs (2001) rozděluje vývoj rekultivací do několika etap. Jako první uvádí etapu sukcesivních rekultivací, kdy docházelo ke spontánnímu náletu dřevin a travin či přenosu semen živočichy. Další etapou je sanačně-ozeleňovací, což jsou rekultivace bez velkých úprav stanovišť, pouze zatravněné s dílčí výsadbou dřevin a ponechání terénu k neřízené sukcesi. Poté následuje hospodářsko-produktivní etapa, která se vyznačuje tvorbou půdního pokryvu, uplatňování efektivních dřevin při lesnických rekultivacích a přednostní orientací na zemědělské rekultivace, které zabírají neúměrně vysoký podíl. Poslední je tzv. ekologizační etapa, která preferuje koncepci krajinně ekologické obnovy území s cílem dosáhnout žádoucí úrovně biodiverzity.

Rekultivace v minulosti probíhala často tak, že lom byl vyplněn odpadky a zasypan hlínou, takže vzniklo jinak nevyužitelné území (Cílek, 2002).

Jednalo se o černě vznikající skládky, ale většinou nebyla vůle jejich vzniku zamezit a vyřešit tuto věc jinak než zasypaním. Problém nastal především po velkém rozvoji výroby plastů, různých chemických přípravků pro domácnost a zemědělství, a hlavně jejich nadměrnou spotřebou, což se projevilo ve změně skladby a množství komunálního odpadu (Hakl, 2001).

Nekontrolované ukládání odpadu snižuje estetickou hodnotu daného území, ale také může být příčinou znečištění podzemních vod (Matějček, 2005).

Zasypaní umožňovalo zbavit se přebytečného materiálu, aniž by těžaři museli rozšiřovat val. Povrch byl buď překryt ornici nebo osázen lesním porostem. V minulosti se takto rekultivovaly i různé mokřiny nebo rokle, což bylo důsledkem tehdejšího znění horního zákona (Hakl, 2001).

Zavést lom je vhodným řešením pouze u jámového lomu v oblasti, kde je potřeba upravit povrch tak, aby se území blížilo stavu před těžbou. Velmi ale záleží na kvalitě závázky. Odpadky nebo nevhodné materiály, jako byly ordovické břidlice z výlomů pražského metra, k začlenění lomu do krajiny nepřispívají. Představují cizorodý materiál, který špatně zarůstá. (Ložek, 1980).

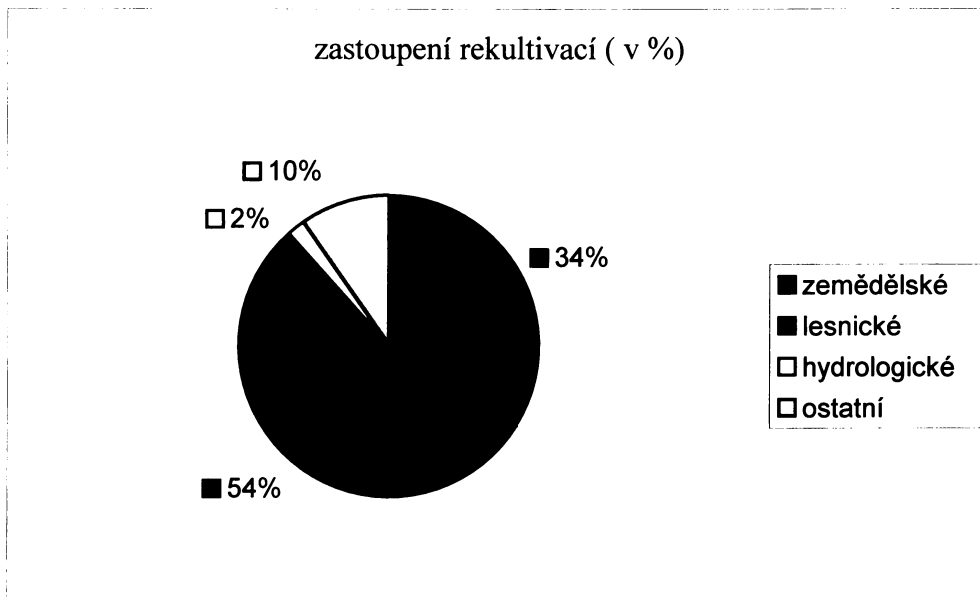
V průběhu doby se měnily priority cílového využití nových krajín a podle toho se přizpůsobují rekultivační opatření. V minulých letech se dávala přednost zemědělskému, popřípadě ovocnářskému typu rekultivace ploch po těžbě. Přebytkem zemědělských produktů na agrárním trhu EU a s klesajícím zájmem o klasické zemědělské hospodaření, ztratil tento typ na významu (Vrbová, 2000). Přesto jsou i nadále na některých místech nákladným způsobem rekultivována území na ornou půdu, přestože vlivem útlumu zemědělství je na jiných místech orná půda zatravňována a zalesňována (Sklenička, 2005).

V 90. letech docházelo k přechodu od zemědělských rekultivací k lesnickým. Plochy byly zalesňovány bez ohledu na to, zda byl půdotvorný výsypkový substrát vhodnější pro jinou rekultivaci nebo zda mělo stanoviště vůbec vhodné podmínky pro vznik lesa (Sixta, 2005). Nadměrně využívaná lesnická rekultivace je často málo diverzifikovaná a v okolní krajině i značně nepřirozená (Přikryl a kol., 2001).

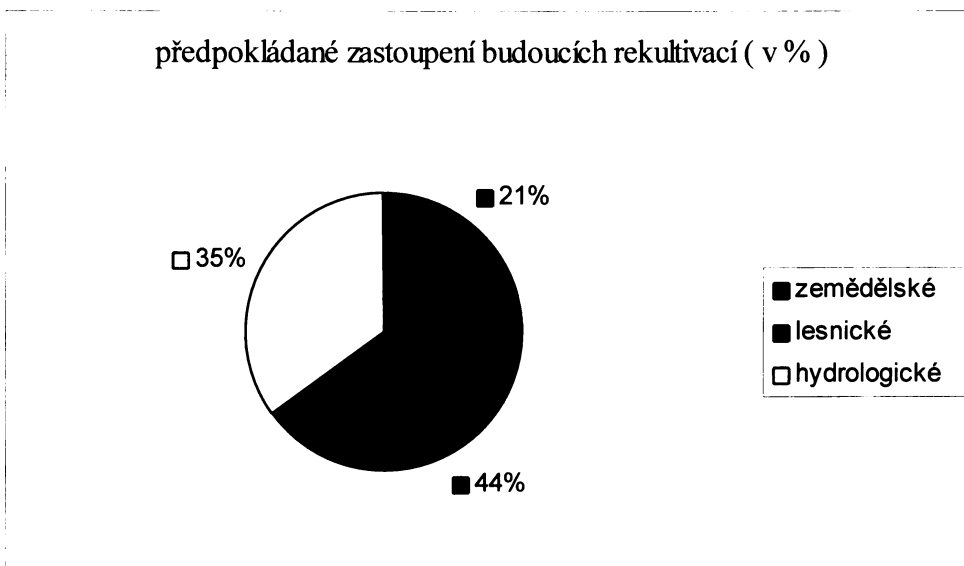
Dalším typem tradiční rekultivace, která se v současnosti využívá, je zatápění lomů. Výhodou hydrologické rekultivace je možnost vyřešit nedostatek zemin, které by byly nutné k zasypaní lomu. Zatopený lom může mít také pozitivní vliv na místní klima a je dobře využitelný pro rekreační činnosti. Vrbová (2000) zmiňuje také ochrannou funkci nádrží před suchem a povodněmi. Naopak Matějček (2005) uvádí, že v nivách řek mohou lomová jezera způsobovat problémy při průchodu povodňové vlny. S tímto způsobem rekultivace je spojeno

mnoho problémů. Je to nepřítomnost nadbytku povrchové vody a zhoršování kvality vody zvláště u neprůtočných nádrží.

Na konkrétním příkladu území, které rekultivuje společnost Severočeské doly, a.s. je možné ukázat, jak se přístup k rekultivacím vyvíjel. **Graf č.1** ukazuje podíl jednotlivých provedených nebo připravených rekultivací v letech 1950 až 1998 na celkové ploše 4519,26 ha. **Graf č.2** znázorňuje předpokládaný podíl rekultivací v letech 1998 až 2045, které se týkají území na 7932,84 ha (Štýs, 1998).



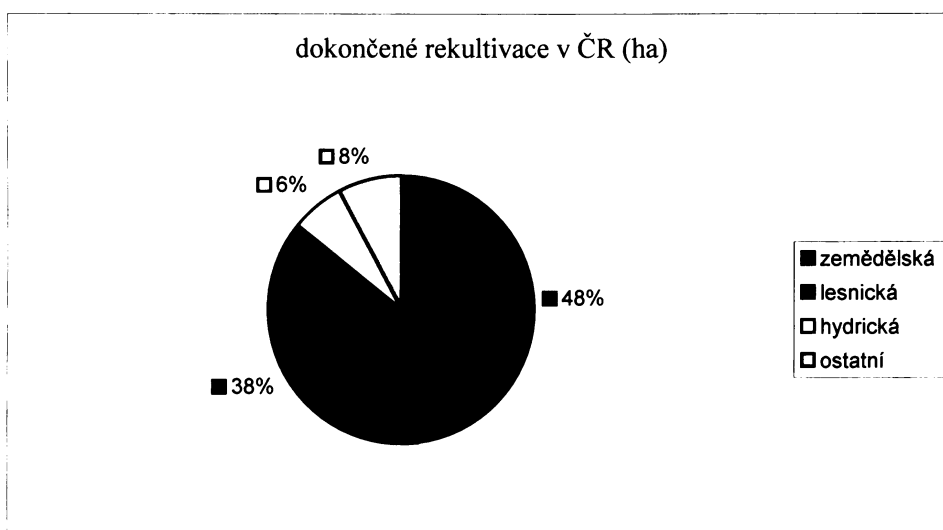
Graf č.1 : Rekultivace provedené v letech 1950 až 1997 na severočeských hnědouhelných pánvích (Štýs, 1998)



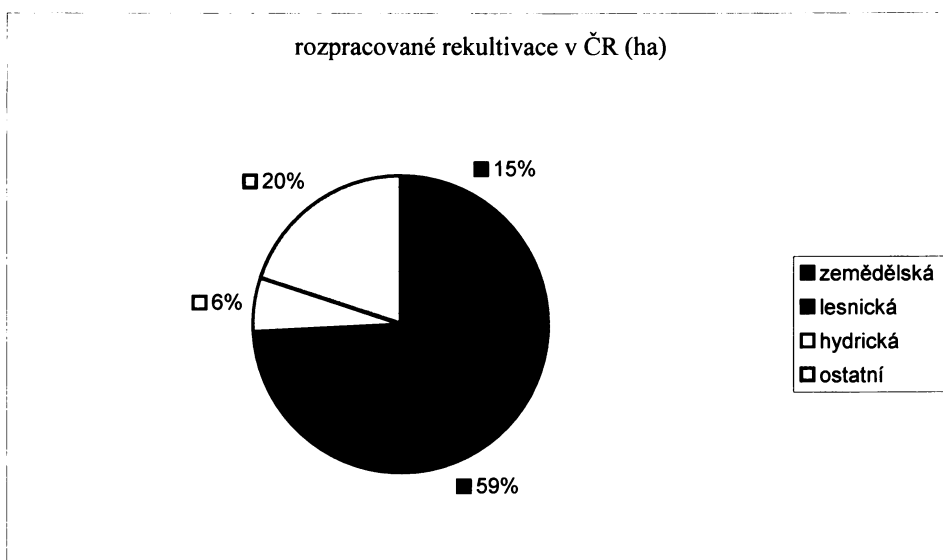
Graf. č.2 : předpokládaný vývoj rekultivací v letech 1998 až 2045 na severočeských hnědouhelných pánvích (Štýs, 1998).

Pokud srovnáme oba grafy, získáváme představu o tendencích ve volbě typu rekultivace. Došlo ke snížení plochy, kde je prováděna zemědělská rekultivace, což je dáno především celkovým nadbytkem zemědělské půdy. Naopak největšího nárůstu dosáhly hydrologické rekultivace. To je způsobeno hlavně snahou o lepší využitelnost těchto ploch pro činnosti člověka.

Jak vypadá situace v celé ČR nám ukazují další **grafy č.3 a 4**. Na nich je vidět zřetelný nárůst lesnických rekultivací na úkor zemědělských. V celorepublikovém měřítku je mnohem menší procentuální podíl hydrologických rekultivací než v samotné oblasti hnědouhelných pánví. Je také nutné zdůraznit, že se zvýšilo zastoupení ploch, kde se provádějí i jiné typy rekultivací.



Graf č.3 : přehled dokončených rek. v ČR k datu 1.1.2000 (ha) (Kryl, 2002)



Graf č. 4 : přehled rozpracovaných rek. v ČR k datu 1.1.2000 (ha) (Kryl, 2002)

Mezi ostatní způsoby rekultivace lze zařadit především plochy, které nejsou určeny k hospodářskému účelu, ale slouží ke zvýšení biodiverzity krajiny a posílení systému ekologické stability. Počítáme sem např. mokřady, remízky, biokoridory, louky, skaliska apod. Při velkoplošné rekultivaci devastovaných území nehrají tyto útvary plošně podstatnou roli, ale v případě rekultivace malých lokalit mohou vytvářet významný přírodní a krajinný prvek (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002).

V přístupech k rekultivaci lze sledovat několik trendů. Od prostého ozeleňování docházíme až k tvorbě ekosystémů. Krátkodobé zásahy se mění v dlouhodobé koncepce, což souvisí se vzrůstající velikostí rekultivovaného území. Rekultivační práce se stávají součástí hornické činnosti a již nejsou odděleny od vlastní těžby jako v minulosti. A od realizování jen zemědělské či lesnické rekultivace se dostáváme k tvorbě pestré krajiny (Štýs, 2001).

V současné době je tedy snaha o co největší syntézu ekologických, užitných a estetických hodnot. Uplatňuje se především integrace zemědělských a lesních kultur s doplňkem vodních nádrží. Cílem je celková tvorba nových funkčních ekosystémů. Je nutné, aby se rekultivační opatření nevztahovala jen na dílčí pozemky, ale musí být v rozsahu celého dotčeného území, protože je potřeba obnovit celou těžbou postiženou krajinu (Štýs, 1998). Rekultivace by měly vycházet z krajinytvorné koncepce a směřovat k vyváženosti jednotlivých souborů ekosystémů v širších územních celcích (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002).

Je nutné vytvořit dynamický ekosystém, který bude mít schopnost ekologické stability. Krajina musí mít odolnost a pružnost, tzn. že při působení rušivého vlivu dochází k minimálním změnám a zároveň je krajina schopná se vrátit do původního stavu (Roubíček, 2001).

Nejméně posledních 20 let se ve vyspělých státech začal prosazovat přístup, který počítá s lomem jako s novou hodnotou krajiny a snaží se vytěžený lom upravit takovým způsobem, že je krajině navrácený jako obohacující prvek (Cílek, Hladil, 1997).

Starý lom by měl navázat na okolní fragmenty původní krajiny a vytvořit s nimi pevné vazby. To se daří především u ekosystémů, které se na daném místě usadily sami (Sklenička, 2005).

Studium obnovy narušených ekosystémů pokročilo nejdále v USA, Velké Británii, Nizozemí a Německu. V dolnolužickém hnědouhelném revíru v Německu se podařilo prosadit, že alespoň 15% výsypek bude ponecháno spontánnímu vývoji. Na našem území jsou k dispozici silně narušená místa, která jsou vhodnými výzkumnými objekty. Zkoumala se např. rostlinná sukcese a změny fauny na mosteckých výsypkách nebo sukcese půdních bezobratlých a vývoj půdy na sokolovských výsypkách či hmyz ve vápencových lomech (Prach, 2006).

V minulosti byly rekultivace brány pouze jako činnosti, které směřují výhradně k obnovení kulturního stavu daného pozemku. Se změnou vlastnických poměrů k půdě a celkovou změnou hospodářských podmínek se proměňuje i pohled na úpravy krajiny ovlivněné těžbou. Všechny tyto změny společně s rostoucím ekologickým povědomím veřejnosti vedou k tomu, že se stále častěji začíná hovořit o ponechání krajiny k samovolnému sukcesnímu vývoji (Sixta, 2005).

Myšlenka ponechání lomu přirozenému vývoji není ovšem nijak nová. Zmiňuje se o ní již Ložek ve své práci z roku 1980. Upozorňuje na to, že úplná likvidace lomu může být z ochrannářského hlediska nevhodná.

5. Vhodnost využití spontánní sukcese

Krajina není jen místem, které nám umožňuje pěstovat plodiny, ale i místem, které musí umožnit rozvoj všech forem života. Tento pohled se začíná prosazovat i při rozhodování o budoucím využití území, které bylo narušené těžbou. Vzhledem k vysoké průměrné hustotě osídlení v ČR, nelze budoucí změny krajiny postavit pouze na návrzích přírodních stanovišť, která by byla jen minimálně ovlivněna člověkem. Naopak ale nelze dále přehlížet potřeby krajiny i na jiné formy než jsou jen pole, pastviny a hospodářské lesy. Je nutné najít vhodný vzájemný poměr obou způsobů řešení (Sixta, 2005).

Tradiční rekultivace, kdy dochází k zasypaní lomu, je nutná pokud je lom využit k založení skládky nebo při obnově zemědělského či lesního půdního fondu (Sádlo, Tichý, 2002). Technické rekultivace mají svůj význam v sousedství lidských sídel, komunikací či v místech silně ohrožených erozí (Prach, 2006).

Při použití řízené rekultivace dochází k urychlení procesu oživení těchto ploch, zmírnění potencionálního rizika nepříznivého vlivu raných sukcesních stádií na okolí a rychleji vracejí postižené území k využití člověkem (Sklenička, Bejček a Příkryl, 2002).

Spontánní sukcese je vhodná a optimální zejména na plochách, které mají primárně plnit ekologickou funkci a žádné územní překážky nebrání šíření organismů z nepostiženého okolí (Vaněk, 2006). Přírodní procesy se mohou uplatnit především tam, kde nedošlo k velkým změnám prostředí a narušený ekosystém zde má šanci dostat se do funkčního stavu sám (Prach, 2006).

Je zde mnoho faktorů, které přirozené sukcesi brání. Především je potřeba, aby se území upravilo rychle, protože je nutné zabránit erozi a prašnosti, ale také proto, aby se území dalo využívat. Postižené plochy mívají extrémní charakteristiky, např. nízké pH. Dále není často

vyřešena otázka vlastníka či správce území. V neposlední řadě legislativa vnímá přirozenou sukcesí jako nerekulitovanou plochu (Vaněk, 2006).

Roubíček (2001) upozorňuje na to, že samotná schopnost přírody spontánně se vyvíjet, nemůže u krajín značně postižených a zničených těžbou obnovit její biologickou rovnováhu s dostatečnou rychlostí bez přiměřeného zásahu člověka.

I Štýs (2001) poukazuje na to, že ačkoliv jsou autoregulační systémy, které byly vytvořeny k usměrňování vývojového procesu přírody, velmi účinné, nemůžeme spoléhat na to, že by se příroda úspěšně zhostila revitalizace těžbou postižených území. Intenzita těžebních zásahů do krajiny je většinou tak výrazná, že by to přírodní procesy samy nezvládly.

Poškozené stanoviště prochází proměnou jen velmi pomalu a trvalo by stovky lidských generací, než by vše sama příroda uvedla do stavu ekologické stability. Člověk proto musí vytvořit novou půdu, nový vodní režim a zeleň, tak aby vznikl fungující ekosystém a zároveň území musí přinášet užitek i lidské společnosti v podobě lesů, parků, polí, ovocných sadů či vinic (Štýs, 1998). Posílení ekologické stability dosáhneme především zvětšováním heterogenity krajiny, zvyšováním druhové diverzity či posilováním tzv. malého oběhu vody a živin v krajině, kdy omezíme neproduktivní odtok vody a odnos živin (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002).

Sixta (2005) dochází k závěru, že pokud člověk nechá opuštěný lom samovolnému vývoji, tak se také může jednat o extrém, který je pouze opačný k pohledu na dřívější tradiční rekultivace, který byl jednostranně antropocentrický. Dále varuje před tím, aby se zdánlivá ekologická výhodnost nestala jednoduchým zdůvodněním pro snižování výdajů firem na rekultivaci.

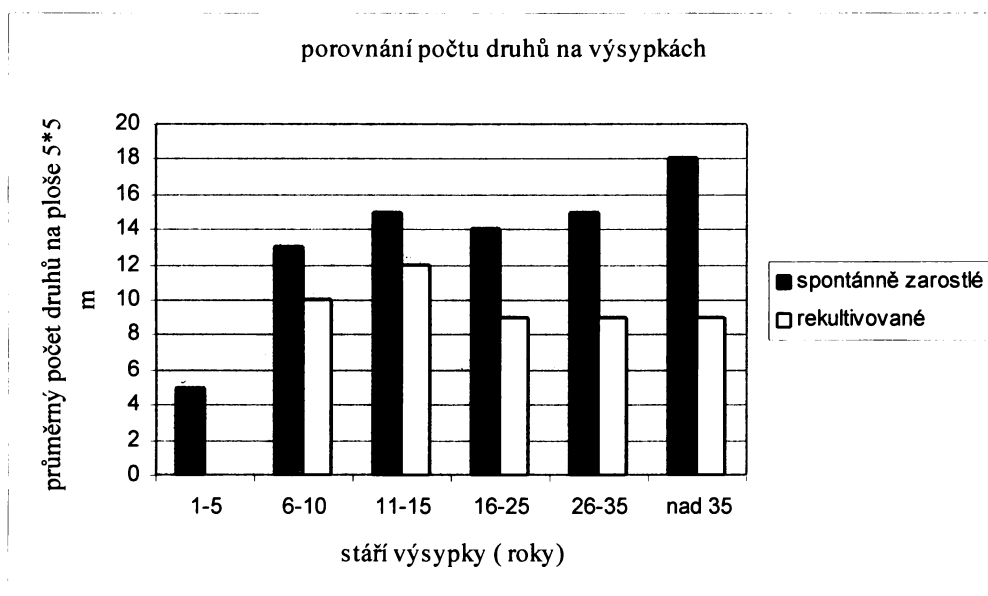
Ponechání území přirozené sukcesí bez možnosti dalšího využití člověkem můžeme přírodě v konečném důsledku spíše uškodit. Hospodářský tlak na krajinu, který je spojen se zvyšováním lidských nároků, by se přesouval jinam, a to i do člověkem podstatně méně dotčených míst (Vondrouš, 2000).

Mezi zastánce tradiční lesnické a zemědělské rekultivace patří Dimitrovský (2005). Konstatuje, že na území Sokolovského a Severočeského hnědouhelného revíru je podle prováděných výzkumů uspokojivá potenciální úrodnost skrývaného nadloží a podle autora jsou pěstované porosty na velmi dobré kvalitativní úrovni. Zaměřuje se však příliš na produkční funkci lesa, protože kvalitu lesa posuzuje pouze podle jednotlivých stromů a nikoliv podle bohatosti druhového zastoupení. Opomíjí tak ekologickou funkci lesa, která je v monokulturním lese pěstovaném na rekultivovaném území oslabená.

V jiném svém příspěvku (Dimitrovský, 2001 b) uvádí, že představa přirozeného zarůstání lomu a výsypek je pouze hypotetické řešení rekultivace, které sice vychází ze zkušeností přírodovědných oborů, ale bez ohledu na specifické požadavky poškozených ploch. Dále tvrdí,

že předpoklad vyšší diverzity na nerektivovaných výsypkách je nepodložený. Vývoj vegetace, která se šíří samovolně větrem, hodnotí velmi záporně. Prvotně se vyvíjející společenstva rostlin jsou sice druhově poměrně bohatá, ale postupně se mění na monotónní porosty.

Tuto jeho tezi vyvrací Prach (2006). Spontánní sukcese vede k pestré porostní mozaice, a takto vzniklá krajina plní ekologické, protierozní i estetické funkce. Pestrost dokládá porovnání počtu druhů na rektivovaných a nerektivovaných výsypkách. Z grafu vyplývá, že nerektivované území je zhruba po 35 letech dvakrát druhově bohatší.



Graf č. 5 :

Porovnání vývoje počtu druhů na technicky rektivovaných a spontánně zarostlých výsypkách po těžbě uhlí na Mostecku (Prach, 2006)

O spontánní rektivaci hovoříme především v souvislosti s obtížně zalesnitelnými úseky, které je výhodnější ponechat přirozenému vývoji (Cílek, Hladil, 1997).

Dotěžené prostory jsou jinak těžko využitelná území, takže využití pro ochranu přírody se nabízí jako nenákladné a zároveň prospěšné řešení. Bohužel bývala revitalizace dlouhou dobu zaměřována s klasickou rektivací, tedy zarovnáním povrchu navezením zeminy a zalesněním. Dnes se od tohoto pojetí ustupuje a začíná se zdůrazňovat nezastupitelný význam lomů pro výskyt společenstev, která jinde v krajině mizí. Ústup mnoha druhů, které jsou vázány na suché a teplé bezlesé biotopy, souvisí s dlouhotrvajícími změnami krajiny. Z historických fotografií je zřejmé, že krajina bývala v minulosti stanovištně mnohem pestřejší než dnes. Zbytky pestré bioty, která byla vázaná na extenzivně obhospodařované biotopy, přežívají v současnosti na takových stanovištích, jako jsou právě lomy různého typu a stáří. (Konvička, Beneš, 2001).

Těžařské a rektivační firmy mají stále potřebu přeměnit krajinu podle svých představ s co největším zásahem člověka, i z toho důvodu, že se jedná o lukrativní zakázky. Je ale

naprosto nevhodné, pokud území, které již je stabilizováno dlouhodobou sukcesí, bylo uměle zrehabilitováno, přestože je to v souladu se zákonem (Sklenička, 2005).

Na výsypkách se totiž během několika let vytvoří poměrně soudržný vegetační kryt a ve sníženinách vznikají pestré mokřady. Poté ale často nastoupí těžká mechanizace, která krajinu přetvaruje do monotónní podoby. Sníženiny odvodní nebo zaveze a zničí nově vzniklé porosty. Místo toho sem navezou organický materiál, který podpoří šíření nežádoucích rumištních druhů a zároveň sem často nasázejí nepůvodní druhy (Prach, 2006).

Není ale vůbec nutné, aby všechna území narušená těžbou byla technicky rekultivována, tak jak se dělo či děje na většině takových ploch. Pokud necháme přírodu pracovat samu, vznikne po určité době pestrá a přírodě blízká vegetace téměř zdarma. Většinou však rekultivátoři tvrdě zasáhnou, a to i do rozběhnutých přírodních procesů. Úpravy, jako je přemodelování terénu, navezení půdy a vysazení stromů, jsou velmi nákladné a ne vždy vhodné. (Prach, 2001).

Otázkou, zda-li je rekultivace lomů z hlediska biodiverzity žádoucí, se zabývá Tichý (2004). Na příkladu vápencových lomů srovnává rekultivaci a přirozené zarůstání. Dochází k závěru, že navážka při tradiční rekultivaci brání rozmanitosti rostlin. Pod vrstvou navážky totiž zmizí pestré stanoviště, které mohlo obývat velké množství živých organismů. Technickými úpravami jsou zahlazeny plochy etází a navážka ornice zakryje podloží, které by mohlo ovlivňovat biotop. Výsadba dřevin a jetelotravní směsky, která má bránit erozi na prudkých svazích, vytváří druhově chudé společenstvo, kde posléze převažují rychle se šířící synantropní druhy. Z dlouhodobého pohledu je tak z hlediska prospěchu pro krajinu výhodnější lom bez rekultivace, protože díky pomalému vývoji rostlinných společenstev a pestré mozaice stanovišť se lom postupně stává přirozenou součástí okolí. Extrémní podmínky dovolují, aby se zde začaly postupně objevovat některé vzácné rostlinné a živočišné druhy.

Pokud již ekologická sukcese úspěšně započala, ale její vývoj je v rozporu s plánovaným využitím území, je přesto vhodné vyvarovat se velkých zásahů a spíše vývoj pouze usměrňovat dílčími opatřeními (Sklenička, Bejček a Přikryl, 2002).

Lomy, kde převažuje spontánní proces, se za příznivých okolností mohou změnit v hodnotnou součást krajiny. Výhodou je, že výsledná vegetace odpovídá stanovištním poměrům (Sádlo, Tichý, 2002).

Mnoho ze starých nezrekultivovaných lomů jsou dnes nejen chráněnými lokalitami ohrožených druhů rostlin a živočichů, ale také vytvářejí výrazné dominanty, které esteticky zapadají do krajiny (Tichý, 2004). Staré zarostlé lomy s geologickými odkryvy a jeskyněmi vytvářejí část krajinného kouzla území a jako celek krajinu obohacují (Cílek, 1996).

Komplikací je pouze to, že stepní chráněná území, která se vyskytují v opuštěných lomech, jsou na jedné straně příliš malá, ale zároveň přímo přeplněná ohroženými organismy a společenstvy. Není zde dostatek prostoru, jak dát dohromady rozdílné nároky různých druhů a udržovat dynamické interakce různých stanovišť a sukcesních stádií (Konvička, Beneš, 2001).

Lidský vliv tedy nemusí vždy krajinu poškozovat a degradovat, ale je ji schopen spoluvytvářet a vnášet do ní nové prvky, které zvyšují její diverzitu i estetický vzhled. Těžba nerostné suroviny může na jedné straně krajinu naprosto zničit, ale může zde vytvořit i nový krajinný prvek, který po skončení těžbařských aktivit krajinu mění v pozitivním smyslu (Ložek, 2001).

Pozůstatky po těžbě mnohde dotvářejí krajinu stovky let a vytvářejí v ní zajímavé prvky. Zarostlé terénní nerovnosti již téměř nepřipomínají původní odvaly a jezírko se svou vegetací a živočichy, které je ve starém jámovém lomu, obohatilo celé území (Hakl, 2001).

Jako ukázka toho, jak se vyvíjí území lomu během několika desítek let, pokud se ponechá přirozené sukcesí, můžeme sledovat ve vápencových lomech v Českém krasu. Například lom Velká Kazatelna v systému lomů Malá Amerika ukazuje, jak spontánní sukcese začleňuje lom do krajiny. Je to dávno opuštěný jámový lom, který obohacuje území o nová bezlesá stanoviště. Postupně byl obsazen mnohými rostlinami a živočichy, a to i chráněnými druhy. Zdejší vegetace je už téměř shodná s okolní a v druhovém bohatství ji dokonce předstihuje. Lom se tak stal plnohodnotnou součástí krajiny (Sádlo, Tichý, 2002).

Na otázku, zda-li lomy přispívají ke krajinné pestrosti, nelze jednoznačně odpovědět. Drobné pískovny byly v zemědělské krajině zakládány často uprostřed polí a pokud nebyly po vytěžení zavezeny a zrehabilitovány k původnímu zemědělskému využití, zarostly většinou náletovými dřevinami, takže se vytvořily drobné remízky nebo zde vznikly drobné tůňky. Těmito stanovišti došlo ke zvýšení pestrosti jednotvárné zemědělské krajiny. Naopak území pod dnešními velkými jezery či uměle vytvořenými monokulturami bylo před těžbou většinou pestřejší. Těžbou došlo k vytvoření souvislé vodní plochy, a tím se snížila mozaikovitost krajiny (Matějček, 2005).

Ochranářsky cenných lomů je poměrně hodně, a téměř vždy jde o území, která nebyla rekultivována. Tyto lomy jsou zajímavé nejen botanicky a zoologicky, ale i z hlediska geologie a paleontologie, protože fungují jako sondy do zemských hloubek. Za jistých podmínek mohou lomy zvýšit pestrost daného území. Některé lomy jsou pak vhodné i pro turismus (Sádlo, Tichý, 2002). To vše lze využít pro zřizování naučných stezek, které demonstrují jinde nepřístupné vzácné přírodní fenomény (Tichý, Sádlo, 2001).

Lom odkryje mnoho geologických struktur a geomorfologických jevů, které by jinak zůstaly skryty (Ložek, 1980). Těžbou byly mnohde odhaleny přírodní zajímavosti a unikáty a

lomy se staly součástí chráněných území. Např. na rozhraní Českého středohoří a Lužických hor jsou známé Kamenné varhany – NPP Panské skály, které vznikly těžbou čediče (Holý, 2001).

Tématem rekultivací a spontánní sukcesí se zabývá výzkumný projekt MŽP ČR VaV 640/3/00 Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou, který byl vypracován společností ENVI, s.r.o. Práce byla zaměřena na území hnědouhelných podkrušnohorských pánví. Cílem bylo komplexní zhodnocení navržení vzorového postupu hodnocení povrchovou těžbou narušené krajiny pro přípravu projektů obnovy a navržení variant strukturální a funkční obnovy vymezeného území. Důraz byl kladen na dlouhodobou mnohostrannou funkčnost obnovovaných ploch hodnocenou v krajinném měřítku, využití sukcesních procesů a respektování známých tendencí vývoje živých společenstev.

Prokázalo se, že prostor výsypek a povrchových lomů je rychle osídlován širokým spektrem živých organismů ještě před provedením rekultivací, a to včetně ohrožených druhů. Dále se potvrdilo, že všude na plochách postižených povrchovou těžbou lze najít příležitosti pro podporu cenných ekosystémů, které jsou pravidelně v procesu rekultivací ničeny, především kvůli urovnání terénu pro biologické rekultivace.

Vzhledem k relativně vysoké monotónnosti krajiny, měla by nově navržená mozaika zvýšit heterogenitu krajinné struktury, protože ta je jedním ze základních předpokladů dosažení vysoké biodiverzity a tedy i ekologické stability krajiny.

Zhodnocen byl vliv rozdílných substrátů na výsypkách z hlediska podmínek pro vznik cenných ekosystémů. Půdotvorný substrát hraje pro budoucí potenciální vegetaci podstatně menší úlohu, než ostatní stanovištní charakteristiky. Zejména se jedná o množství dostupné vody a její kolísání, o situování ke světovým stranám a morfologii stanoviště (Příkryl a kol., 2001).

6. Stanovištní poměry a nutné technické úpravy lomů

Mezi nejdůležitější prvky krajiny, jejichž funkci je nutné obnovit, patří půda a voda. Jsou předpokladem vyváženého stavu v ekologických systémech. Pouze takové ekosystémy, které disponují dostatkem kvalitní půdy a přístupné vody, jsou produktivní a jako takové jsou zárukou ekologické stability daného území (Štýs, 1998).

K degradaci půdy dochází vysoušením či zamokřováním těžných ploch a okolí lomu, kdy půda ztrácí svou úrodnost a zaniká v ní život mikroorganismů, což vede k rozvrácení celého složitého půdního systému. Úplné zničení je pak způsobeno zábory půdy pro těžbu, výsypky a nezbytná provozní zařízení. (Štýs, Helešicová, 1992).

Naprostou nezbytností je záchrana vrchních zemin půdního profilu a vhodných potenciálně úrodných či melioračně účinných hornin. Jedná se především o spraš a slínovce, které jsou využívány k rychlé tvorbě výsypkových půd (Štýs, 1998). Množství skrývek je ovlivněno podmínkami využitelnosti ložiska. Tyto skrývky se ukládají na odvaly, které jsou umístěné především vně lomového provozu. Skrývkový materiál je využitelný při sanačních a rekultivačních úpravách (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002).

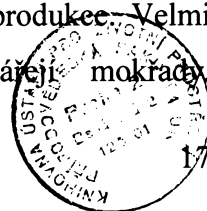
Pokud je rekultivace prováděna bez použití kulturních vrstev zemin, označujeme ji jako rekultivaci přímou, opakem jsou rekultivace nepřímé, kdy dochází k překrytí plochy orníci nebo podorničních substrátů. Výzkumy ukazují, že ani během 30-ti let nebylo dosaženo metodou přímé rekultivace žádoucí tvorby potenciálně úrodného stanoviště zemědělské půdy (Kryl, Fröhlich, Sixta, 2002).

U půdotvorného procesu na výsypkových substrátech bylo dříve zkoumáno především jeho ovlivňování tak, aby došlo k co nejrychlejšímu obnovení schopnosti úrodnosti. Nyní vzhledem k změněným podmínkám je potřeba řešit otázky týkající se půdotvorného procesu výsypkových zemin i pod přirozenými sukcesními porosty. Byly hledány ukazatele, které by ukázaly vztah mezi potenciální přirozenou vegetací a půdotvorným substrátem. Zkoumali se vlastnosti jednotlivých výsypkových zemin se snahou vytvořit stupnici vhodnosti ke vzniku konkrétních společenstev, jako např. mokřadních společenstev, společenstev klimaxových lesů, lučních společenstev i teplomilných společenstev výsušných svahů. Přesný vztah ale nelze určit, protože vznik přirozených stanovišť více ovlivňují ostatní stanovištní podmínky (Sixta, 2005).

Vodní režim je těžbou značně narušován a je nutné vodu do krajiny opět přivést (Štýs, 1998). Dochází nejen ke změnám v množství vody, ale i její kvality. Lom představuje ohromný trychtýř, do kterého se stahuje voda z okolí. Na druhé straně se těžbou snižuje hladina podzemní vody a vysušuje se okolí lomu (Štýs, Helešicová, 1992).

Pro vznik určitého ekosystému je důležité především množství vody. Momentální a dlouhodobá vodní bilanci daného stanoviště ovlivňuje vznik mokřadu nebo naopak výsušného teplomilného společenstva podstatně více než kvalita půdotvorného substrátu. Mokřady na výsypkách byly lokalizovány jak na jílovitých zeminách, tak na spraších, ale i na píscích. Vždy se jako hlavní podmínkou vzniku mokřadu ukázal nadbytek vody a vhodně tvarovaná plocha (Sixta, 2005).

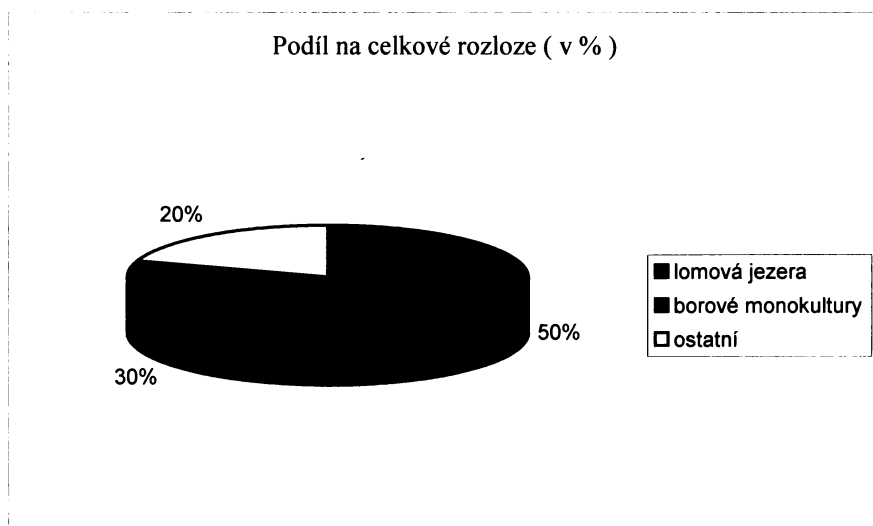
Lomy jsou většinou bezvodé, takže je potřebné vytvořit místa vhodná pro vznik drobných prohlubní nebo etáží se zvýšeným okrajem, kde by se mohla zadržovat voda. To je nezbytné pro možnost zarůstání lomu vegetací (Cílek, 1999). Tím jak skalní dno lomu či etáží zachycuje srážkovou vodou a rychle zarůstá, stávají se tato místa centry spontánní reprodukce. Velmi vítaným prvkem jsou mělké deprese, které se zavodňují a vytvářejí mokřady.



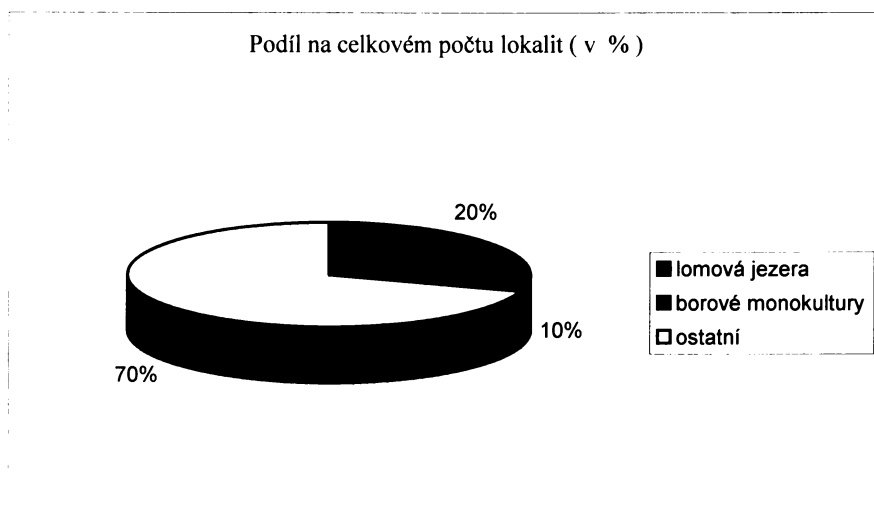
Snaha o vybudování vodních plošek by měla být součástí většiny revitalizačních projektů, protože velmi příznivě ovlivňuje návrat fauny (Cílek, Hladil, 1997).

U obnovy pískoven záleží především na její hloubce, tedy jestli těžba dosáhla hladiny podzemní vody. V tomto případě dochází k vytvoření lomového jezera. Při těžbě nad hladinu podzemní vody jsou vytěžené pískovny většinou zalesňovány. Nejčastěji se používají monokultury borovice lesní (*Pinus sylvestris*), dále je vysazován dub červený (*Quercus rubra*), který je u nás nepůvodní. Vlivem pomalého rozkladu kyselého opadu je negativně ovlivněn rozvoj bylinného patra (Matějček, 2005). Borovice lesní roste na propustných a živinami chudých písčích celkem dobře. Nákladné výsadby jsou ale mnohdy zbytečné, protože se na těchto stanovištích často uchytí sama, zvláště, když je pískovna obklopena borovým lesem (Prach, 2006).

Na území středočeského okresu Nymburk bylo sledováno 97 lokalit o celkové rozloze 241 ha. **Grafy č. 6 a 7** nám ukazují využití vytěžených pískoven na tomto území. Z hlediska podílu na celkové ploše vytěžených pískoven je nejvýznamnějším způsobem vytvoření lomových jezer a zalesnění borovou monokulturou. Na tomto konkrétním území zaujímají lomová jezera přes 50% a borové monokultury přes 30% celkové rozlohy všech vytěžených pískoven (**graf č.6**). Tímto způsobem jsou využity především velké pískovny, takže z hlediska počtu lokalit je poměr jiný (**graf č. 7**). Lomová jezera tvoří necelých 20% a borové monokultury jen 10% z celkového počtu. Zbýlých 70% lokalit připadá na drobné pískovny, které ve většině případů spontánně zarůstají nebo byly zavezeny a zrekultivovány (Matějček, 2005).



Graf č. 6 : Podíl jednotlivých způsobů využití na celkové rozloze vytěžených pískoven (celkově 241 ha) v % (Matějček, 2005)



Graf č. 7 : Podíl jednotlivých způsobů využití na celkovém počtu lokalit (97 lokalit) v % (Matějček, 2005)

Klima v lomech a v jejich okolí se značně odlišuje od neporušené krajiny. Lomy a výsyvky jsou vystaveny silnějšímu slunečnímu záření, takže je i vyšší vstup sluneční energie do půdy. Mikroklima devastovaných území je ovlivňováno i barvou povrchu či tvarem lomu. Hůře provětrávané lomy a specifické klimatické podmínky v jejich okolí jsou příčinou inverzních stavů (Štýs, Helešicová, 1992).

Při těžbě nerostných surovin je značně ovlivňován reliéf. Vedle vlastních těžebních prostor, kde dochází ke snížení úrovně terénu, vznikají akumulací materiálu různé výsyvky a odvaly. Narůstají tak výškové rozměry, což je spojeno s urychlením erozních procesů a znesnadňují tím rekultivaci (Matějček, 2005). Výsyvky a odvaly podléhají silnému procesu tvarových změn, které se projevují svahovými sesuvy, kdy se dají do pohybu obrovské masy zeminy (Štýs, Helešicová, 1992).

Otázka mikroreliéfu je důležitá při hodnocení potenciálních schopností daných zemin vytvořit vhodný předpoklad pro vznik přirozených půd vlivem sukcesí vegetace. Zarovnění povrchu, které bylo nezbytné pro hospodářský úspěch rekultivací, se naopak v případě sukcesních ploch ukazuje jako velmi nevhodný zásah. Čím větší je heterogenita povrchu daného stanoviště a čím jsou větší místní povrchové nerovnosti, tím jsou lepší předpoklady pro rychlejší nástup vyšších stupňů sukcesních řad (Sixta, 2005).

Technický vzhled lomů je vhodné alespoň částečně potlačit tím, že rozrušíme pravidelnosti etáží a dílčími modelacemi tvaru stěn lomu (Sádlo, Tichý, 2002). Etáže lze upravit buď odtěžením a tedy jejich likvidací nebo pouze jejich rozrušení zúžením nebo naopak dosypáním (Cílek, Hladil, 1997).

Nejdůležitější část lomu by měla být ponechána jako převážně svislá skalní stěna kvůli vegetaci, ptákům i jako geologický profil. Vzniká tak stanoviště blízké skalním stepím a možnost hnízdění pro méně obvyklé druhy ptáků, které jsou vytlačeny z okolní krajiny. Je nutné se vyhýbat pravoúhlým rohům a velkým monotónním stěnám, protože základem dobré rekultivace je členitost (Cílek, 2002).

Závěrečné modelování terénu při dotěžování lomu by mělo vést k rozrůznění stanovišť. Mají být zachovány některé etáže, naopak vyšší kolmé stěny je nutné rozčlenit. To samé platí i pro dna lomů či paty svahů, kde by měly být budovány prohlubně a vyvýšeniny. Je nezbytné zamezit sesuvům půdy či navážky (Tichý, 2004).

Lom je dále nutné zabezpečit proti možnému úrazu člověka i proti vjezdu aut s odpadem. Dříve se kolem lomů stavěl plot, který vydržel pouze pár let. Nyní se místo plotu osvědčuje stavět val ze zeminy nebo z odpadního kamene, který většinu návštěvníků odradí (Cílek, 2002). Přístup člověka do lomu je nevhodný především pokud se v tomto území vytvořilo stanoviště ohrožených druhů rostlin a živočichů. Tehdy je nutné zamezit negativním vlivům například pomocí v lomu zbylých bloků, kterými se zahradí vstup (Hakl, 2001).

Lomové stěny jsou po mohutných odstřelech velmi rozvolněné a nestabilní, takže zde hrozí nebezpečí pádu kamenů. K opadu ze stěn dochází další léta až desetiletí. Ve vhodné vzdálenosti od stěny, přibližně 4 až 6 m podle její výšky, je nutné vytvořit val, který zabrání v pohybu přímo pod stěnou (Cílek, 1999).

K zásypům a dotvarování stěn by měly sloužit jen místní materiály a i porosty by měly vycházet z místního genofondu (Cílek, Hladil, 1997).

Pro umělou výsadbu jsou nevhodné nepůvodní druhy a většina jehličnanů, protože potlačují přítomnost jiných druhů rostlin a nekontrolovaně mohou obsazovat celý prostor lomu. Nejvhodnější je vytvořit mozaiku skupin stromů, křovin a bezlesí. Lze použít buď přímé výsadby nebo rozhazování půdního materiálu ze skrývky na místech původní vegetace. Pro zachování původnosti a genetické čistoty je nutné používat osivo nebo rostliny pouze z bezprostředních lokalit. Výběr rostlin by měl být co nejrozmanitější, ale tak aby odpovídal podmínkám stanoviště. Měli by jsme se vyvarovat rostlin, které by mohly převládnout tak, že by vytlačily méně odolné druhy (Tichý, Sádlo, 2001).

Zastánci nepůvodních dřevin naopak zdůrazňují to, že se většinou jedná o dřeviny, které jsou schopné růst ve velmi širokém rozmezí ekologických podmínek a mohou se tedy uplatnit na antropogenních substrátech. Vykazují zde největší autoreprodukční vlastnosti. Mezi tyto rostliny patří douglaska tisolistá, modřín dahurský, modřín sibiřský, modřín sudetský, javor klen, javor mléč, jasan ztepilý a habr obecný (Dimitrovský, 2005).

Přírozené rozšiřování rostlinných i živočišných druhů se kombinuje s řízenými rekultivačními zásahy. (Vrbová, 2000). Usměrnujeme tak sukcesi a pomáháme přírodním silám k rychlejšímu návratu (Sádlo, Tichý, 2002).

Přírozená vegetace nám slouží jako bioindikátor k rychlé orientaci ve vztahu k vlastnostem stanoviště, což pomáhá při správné volbě rekultivačního procesu (Štýs, 1998).

Potencionální přírodní stav ekosystému je základem pro hodnocení změn vzniklých lidskými zásahy a umožňuje nám odvodit reálné spontánní vývojové tendence ekosystémů, které se mohou uplatňovat na stanovištích vzniklých lidskou činností (Míchal, 2001).

7. Přírozené zarůstání a osidlování lomů

V lomech se většinou uplatňují zejména rostliny schopné tolerovat velmi mělkou, vysychající půdu, extrémní teplotní výkyvy, přímé sluneční záření a bezprostřední vliv geologického podloží na kořenový systém. Neplatí to vždy, protože jednotlivá místa v lomu nabízejí rostlinám různé životní podmínky (Sádlo, Tichý, 2002).

První fází sukcese nerekulitovaných ploch lomu je bylinná ruderalní vegetace a primitivní ruderalní trávníky. Poté vznikají dva základní typy společenstev. Vyvíjí se stabilní travinná xerothermní vegetace nebo dynamicky se měnící společenstva, která směřují k lesu. Délka této sukcese je několik desetiletí (Sádlo, Tichý, 2002). V případě přírozené sukcese v lomech či na výsypkách není důležité dosáhnout klimaxového společenstva, ale podstatné je to, že již kolem dvacátého roku vzniká stabilní porost (Vaněk, 2006).

Dimitrovský (2001) ve své práci uvádí pravidelný sled ve střídání převládajících typů životních forem. Prvotními dominantami jsou terofyty, což jsou jednoleté až dvouleté plevelné druhy, které se šíří převážně větrem. Dále následují geofyty. Jedná se o oddenkaté a víceleté dvouděložné rostliny. Poté převažují hemikryptofyty, což jsou vytrvalé trávy. Poslední fází jsou porosty stromových dřevin nebo-li dendrofyty.

Jako důkaz toho, že se jedná o velmi dlouhodobý proces, nám mohou sloužit výzkumy zaměřené na množství času potřebného pro regeneraci narušených nebo vznik úplně nových ekosystémů. Roky trvá vznik společenství jednoletých plevelů, několik desetiletí je nutné pro vznik nelesních společenstev a celá staletí vznikají lesní geobiocenózy. Za předpokladu, že se na lokalitě dochovaly hlavní dřeviny trvá spontánní obnova slatinných olšin téměř 100 let, borů a jasanových olšin 150 let, smíšených borodoubřav 180 let a smíšených doubrav 350 i více let. Nově vysázené lesní kultury na polích se nestanou plnohodnotnou biocenózou ani za 500 let (Míchal, 2001).

Délka jednotlivých sukcesních fází je závislá na mnoha faktorech, z nichž nejdůležitější význam mají : biodiverzita rostlinných společenstev v okolí, geologicko-petrografický charakter zemin, stupeň proudění vzduchu, geomorfologické tvary, stupeň zvětrávání strukturních forem povrchových zemin, hydrologie, půdní chemie a fyzika, rekultivační záměry, způsoby hospodaření a stáří lomu (Dimitrovský, 2001).

Ponechání lomu svému osudu, kdy se uplatňuje pouze přírodní sukcese bez vnějších zásahů , je možné pouze u malých lomů, které nemají tak velký negativní vliv na krajinu. Malé lomy mají po jisté době od vytěžení podobnou vegetaci jako okolí, protože zásobník semen rostlin se nalézá v přilehlé oblasti, která při maloplošné těžbě nebyla poškozena. Naopak čím jsou lomy větší, tím méně jsou závislé na okolí, protože se zde vyskytují pouze roztroušené, početně slabé populace, které nemohou konkurovat náletům nepůvodních druhů. Zároveň s velikostí lomu klesá relativní pestrost jeho stanovišť (Sádlo, Tichý, 2002).

Rozvoj vegetace záleží především na místním horninovém podkladu. Například většina hornin Českého masívu, zejména sedimentární vápence, zarůstá sama, což můžeme vidět třeba v Českém krasu. Naopak v proterozoických horninách je zapotřebí připravit alespoň ostrůvkovitou revitalizaci (Cílek, 2002).

Množství skalních štěrbin, kde se mohou rostliny uchytit, se odvíjí od soudržnosti hornin. Žulové lomy mívají stěny natolik kompaktní, že jim pukliny vhodné k zazemnění a osídlení téměř chybějí. Naopak stěny z vápnatých břidlic rychle erodují, takže jejich povrch zůstává dlouho labilní a pod stěnami se stále hromadí pohyblivé suťové osypy, což obojí brání většímu rozvoji vegetace (Sádlo, Tichý, 2002).

U starých štěrkoven a pískoven dochází k poměrně rychlému samovolnému zahlazení následků těžby, protože v nesoudržném materiálu se zachycují náletové rostliny a dřeviny, které dále rozrušují drobné stěny. Ale i horniny, které jsou velmi pevné, se postupně začleňují do okolní krajiny, pokud se tam vyskytují alespoň nějaké výstupky. Na těch se zachytává jemnější materiál, který také umožňuje zakořenění. Po půl století pak taková lomová stěna připomíná skalní strž či průrvu (Hakl, 2001).

Lomový odkryv představuje skalní stanoviště s vyhraněnými ekologickými podmínkami. Pokud lomy přímo navazují na přírodní skály, jako např. v údolí Berounky, šíří se do nich okolní skalní vegetace i živočichové poměrně rychle. Naopak, v krajině, kde původně skály nebyly , může být přirozené pronikání organismů znemožněno odlehlostí lomu od přirozených skal, z nichž by k šíření mohlo docházet. Takové lomy je možné využít jako náhradní stanoviště skalních druhů, které by zde byly uměle vysázeny nebo přeneseny z přirozených lokalit . Tak by se mohl zajistit biogenofond mnoha vzácných a ohrožených druhů (Ložek, 1980).

V jednotvárné zemědělské krajině mohou být lomy vhodnými útočišti pro organismy, které jinak z krajiny mizejí. Ve vlhčích oblastech lomy většinou poměrně rychle zarůstají domácími dřevinami, nejčastěji břízou, borovicí, osikou či vrbou jívou. Na sušších místech se mohou vytvořit cenné náhradní stepní biotopy, zvláště pokud se zachovalé stepní porosty vyskytují blízko lomového okraje. (Prach, 2006).

Pro druhové složení vegetace má klíčový význam chemismus půdy, který je ovlivněn především chemickými parametry výchozí horniny. Například vytěžený vápencový lom je obdobou otevřených strmých svahů typických pro vápencové a krasové území, které patří mezi jedny z botanicky nejzajímavějších biotopů. Další zajímavou oblastí jsou hadcové lomy ve Slavkovském lese, kde se projevuje specifická podkladu. Mnoho rostlin typických pro tuto horninu je nejhojnější právě zde. Jedná se například o několik druhů kapradinek z rodu sleziník (Sádlo, Tichý, 2002).

Z hlediska významu pro ohrožené druhy, jsou důležité pískovny, protože se zde na mokřadech shromažďují mizející vlhkomilné druhy, jako např. rosnatka okrouhlostá, plavuňka zaplavovaná či bublinatky (Tichý, Sádlo, 2001).

V menších pískovnách můžeme najít i druhy, které se v okolní krajině vyskytují pouze vzácně. Jde především o druhy pískomilné, např. paličkovec šedavý (*Corynephorus canescens*), bělolist nejmenší (*Filago minima*), smělek sivý (*Koeleria glauca*) nebo kolenec jarní (*Spergula morisonii*). Najdeme zde i druhy vlhkomilné, např. rdest dlouholistý (*Potamogeton gramineus*), vstavač bahenní (*Orchis palustris*) či prstnatec pleťový (*Dactylorhiza incarnata*) (Matějček, 2005).

Pro mnoho ohrožených druhů naší entomofauny jsou často lomy posledním vhodným biotopem, protože mají příliš vyhraněné nároky a jejich původní stanoviště mizejí. Např. v jinak zdánlivě biologicky nezajímavém opuštěném lomu v Hloubětíně byla objevena velká druhová pestrost blanokřídlého hmyzu, protože se zde zachovala výslunná sprašová stěna, kterou potřebují k reprodukci (Sádlo, Tichý, 2002).

Denní motýli jsou ideální biondikační skupinou, především díky dostatečnému poznání jejich biologie. Zmenšení počtu druhů denních motýlů odráží situaci i v jiných skupinách bezobratlých. Tento úbytek je dán nedostatečnou rozlohou a izolovaností zbytkových stanovišť. Druhá příčina nezvratného ústupu těchto druhů otevřených suchých stanovišť spočívá v tom, že ve stepních rezervacích se obvykle opomíjí udržení nejranějších sukcesních stádií. Mnoho druhů prosperuje jen na místech, kde z nějaké příčiny nikdy nedošlo k úplnému zapojení vegetace. Důvodem mohou být strmé stěny či pohyblivá suť v lomech (Konvička, Beneš, 2001).

Z obratlovců se v lomech setkáváme s těmi, kteří by jinak byli na skalnatých lesních strání. Dále zde hnízdí ptáci vázání na nepřístupné skalní stěny lomů, jako např. výr velký (*Bubo*

Bubo). Na mosteckých výsypkách žije populace bělořita šedého (*Oenanthe oenanthe*), který kdysi obýval otevřené terény suchých kamenitých pastvin s nízkou trávou. V menších jezírkách, která vysychají, chybějí ryby, ale umožňuje život obratlovcům. Typickým obojživelníkem lomů je ropucha obecná (*Bufo Bufo*). Lomová jezera se mohou stát hnízdištěm mnoha druhů vodních ptáků. Dále se v lomech vyskytují četné druhy netopýrů. (Sádlo, Tichý, 2002).

Některé činné nebo čerstvě opuštěné lomy, jako jsou např. Hády u Brna, mohou být coby stanoviště některých druhů dokonce cennější než lomy dávno opuštěné. Činné lomy představují rozsáhlá disturbovaná území, která se nacházejí v různých stádiích narušení a sukcese. Jsou zde místa od téměř holých, která poskytují domov raně sukcesním druhům, přes vysokostébelné stepi až po křovinné partie (Konvička, Beneš, 2001).

Například v aktivních lomech v Českém krasu a na jižní Moravě se běžně vyskytuje chruplavník větší (*Polycnemum majus*), přestože je na svých původních polních stanovištích již zcela výjimečný. Tato rostlina se po lomech šíří na kolech těžební techniky. Dalším příkladem je Radotín u Prahy, kde přímo v areálu cementárny roste na lomové stěně např. pýchava vápnomilná (*Sesleria albicana*), bělozářka liliovitá (*Anthericum liliago*), hladýš širolistý (*Laserpitium latifolium*) a plámenek přímý (*Clematis vecta*) (Sádlo, Tichý, 2002).

V šterkovnách a pískovnách, které jsou v provozu se často vyskytuje ropucha krátkonohá, která je řazena mezi zvláště chráněné druhy. Jakmile ale dojde k ukončení těžby, žáby zmizí, protože potřebují otevřené plochy a nevyhovuje jim, že šterkoviště začíná zarůstat vegetací (Vlašín, 2001).

I na řadě míst Sokolovské i Severočeské hnědouhelné pánve je možné se přesvědčit, co dokáže příroda sama. Krajina se pomalu stává hodnotnou z ekologického i estetického hlediska. Tato hodnota je jedinečná především tím, že je nenapodobitelná. Na rozdíl od člověkem provedené rekultivace je povrch více členitý, nejsou zde pravidelné řady stromů a druhová skladba je mnohem pestřejší (Sklenička, 2005).

Na Sokolovsku byly ponechány některé výsypky přirozenému vývoji a jsou osidlovány průběžně již 30 let. Tyto výsypky bez provedení technických úprav vykazují určitou analogii ve vývojových stádiích sukcese. Ve stromovém patře dominuje bříza bělokorá (*Betula Pendula*), která tvoří plně zapojené porosty. Z ostatních dřevin je možné najít především topol osiku (*Populus Tremula*), borovici lesní (*Pinus Silvestris*) a vrbu jívu (*Salix Caprea*). V místech, kde nejsou přirozené nálety dřevin a keřů, převládá kolonizující třtina křovistní (*Calamagrostis Epigeios*) nebo komonice bílá (*Melilotus Alba*) (Dimitrovský, 2001).

8. Zahraniční výzkum

Bradshaw (1997) se ve své studii zaměřuje na obnovu půdy postiženou těžbou přírodními procesy. Zdůrazňuje, že přirozená sukcese dokáže obnovit a znovuvytvořit plně funkční půdu bez pomoci člověka. Na území postiženém těžbou je hlavním limitem vývoje nedostatek živin a toxicita. Pokusy dokazují, že rostliny jsou schopné přinést živiny do krajiny a nahromadit je v dostupné formě. Z tohoto pohledu je nejdůležitějším prvkem dusík. Bez něj by proces obnovy nezačal nebo by brzy selhal. Proto je dusík do systému většinou dodáván uměle, ale přírodní ekosystémy jsou schopny ho vázat a shromažďovat samy.

V dalším svém příspěvku se Bradshaw (2000) se opět zabývá poškozením půdy a vegetace způsobené těžbou a použitím přirozené sukcese při rekultivacích. Narušení je tak velké, že je požadována zásadní obnova daného území. Upozorňuje ale také na to, že v přírodě na mnoha místech úspěšně probíhá primární sukcese bez lidské pomoci. Proto je možné pokusit se tyto procesy zahrnout do rekultivačních plánů. Autor zkoumá limitující faktory a ukazuje, jak je překonat. Hlavní nevýhodou primární sukcese na surových substrátech je podle autora dlouhá doba potřebná na jejich vývoj. Proto je nutné hledat způsoby, jak celý proces urychlit a zlepšit.

Časový průběh půdního a vegetačního vývoje na těžbou postiženém území zkoumá Wali (1999). Studie se pokouší pomocí simulací zhodnotit vliv času a reliéfu na vývoj půdy a vegetace. Poznání stanovištních potřeb dovoluje stanovit vhodné rostliny pro rekultivaci. Porovnává plochy ponechané přirozenému vývoji a plochy, které byly překryty ornici a osázeny. Jako srovnávací plochy mu slouží nepoškozené území v okolí. Druhové bohatství se ve všech případech zvyšuje s rostoucím stářím zkoumaného území. Nejmladší plochy jsou charakterizovány osídlením nepůvodních průkopnických rostlin. Po 30-ti letech jsou půdní podmínky stabilizovány a vyskytuje se zde velké množství původních druhů. Studie ukázala, že proces obnovy je s lidským přispěním až o několik desítek let rychlejší než spontánní sukcese.

Další srovnávací studií je práce , kterou napsali Martínez-Ruiz a Fernández-Santos (2005). Zkoumají rostlinnou sukcesí na opuštěných místech vzhledem k orientaci svahu. Dále srovnávají výsypky, které jsou obnažené a ty, co jsou pokryty ornici. Docházejí k závěru, že sukcese je nejrychlejší na severních svazích, ale není zde zásadní rozdíl v jejím průběhu, přestože zde není úplně stejné druhové složení. Překrytí ornici zvyšuje bohatství a rozmanitost a snižuje čas nutný k vytvoření konečného stavu sukcese.

Wiegleb a Felinks (2000) studují primární sukcesí na území Lusatia (Lužice) na východě Německa. Na tomto území postiženém těžbou byl proveden čtyřletý výzkum, který zde zkoumal spontánní vegetaci. Bylo zde popsáno 13 vegetačních typů, charakterizovaných podle dominantních druhů. Výzkum ukázal široký překryv těchto vegetačních typů, takže nebylo

možné odvodit žádný sukcesní trend pouze na základě druhového složení. To je ovlivňováno především ekologickými podmínkami jako je pH nebo množství vody. Potenciální vegetaci tak může být mnoho typů, podle konkrétních stanovištních podmínek. Počáteční vegetace je následována velkým počtem vegetačních typů na různém stupni vývoje. Celý systém je stabilizován vytvořením hustého vegetačního krytu a pomocí konkurence hlavních druhů. Směr sukcese se mění pomocí různých mechanismů, jako je např. disturbance či vliv okolí. Trvání vývojových stupňů a jejich přechodů není možné zcela předpovědět.

Galán (1996) se zabýval kolonizací obojživelníků a plazů v lignitovém povrchovém dole v severozápadním Španělsku po dobu deseti let od počátku obnoven rostlinného krytu. Území bylo sice zúrodněno, ale následně bylo kolonizováno vegetací z okolí. Při sčítání bylo objeveno 9 obojživelníků a 6 plazů. Kolonizace byla zvláště rychlá v průběhu prvních dvou až tří let a úzce souvisela s vývojem stanoviště přírodní sukcesí. Prvním kolonizujícím plazím druhem byla ještěrka portugalská (*Podarcis bocagei*), která se zde byla zjištěna již první rok. Druhý rok se objevily první druhy obojživelníků, a to ropuška starostlivá (*Alytes obstetricans*) a skokan Perézův (*Rana perezi*). Po deseti letech byla druhová skladba podobná jako u kontrolních nepoškozených plochách v okolí.

9. Závěr

Spontánní sukcese je možnou alternativou k tradičním rekultivacím. Dochází k osidlování vegetací z místních populací, která tak odpovídá stanovištním podmínkám. Vzniká zde mnoho nových biotopů a lom se díky tomu úspěšně začleňuje do krajiny. V porovnání s tradiční rekultivací vytváří spontánní sukcese druhově bohatší stanoviště. Zrekultivovaná území mají nízkou biodiverzitu způsobenou nevhodným osázením či zalesněním a především expanzí nepůvodních agresivních druhů. Z hlediska ochrany přírody je tedy využití přirozených procesů výhodnější.

Mnohde se těžební prostory s extrémními podmínkami stávají útočištěm ohrožených druhů. Zde je nutné rozhodnout, zda-li je vhodnější nechat lom přirozeně zarůst nebo řízenou péčí sukcesí usměrnit a zabránit tak ztrátě specifického biotopu.

Mezi nejdůležitější faktory, které ovlivňují úspěšný průběh spontánní sukcese patří různorodost povrchu území a neporušená druhová pestrost v okolí lomu. Sukcesí dále ovlivňuje dostatek vody a kvalita půdotvorného substrátu.

Při obnově území po těžbě se nelze obejít bez lidského zásahu. Jedná se především o zajištění vhodného průběhu těžby a konečné podoby lomu, kdy je nutné rozrušit monotónnost svahů a etází. Velmi vhodné je při obnově území využít funkcí mokřadů a drobných vodních ploch.

Spontánní sukcesí nelze aplikovat na všechna narušená území. Většina autorů se shoduje na tom, že ji lze využít pouze u malých lomů, kde nedošlo k nadměrnému poškození přírody. Naopak ve velkolomech je nutné použití tradičních rekultivací, protože zásah do krajiny zde přesahuje přirozenou regenerační schopnost. Spontánní sukcese dále není použitelná na území, kde je potřeba obnovit zemědělský či lesnický půdní fond a v blízkosti obydlených ploch.

Hlavním problémem je, že tento proces je příliš pomalý a nelze předpovědět jeho přesný průběh. Území, kde převládají přirozené procesy, je pro člověka kromě turistiky téměř nevyužitelné. Po rekultivaci by tyto plochy mohly plnit produkční funkci. Jako nejvhodnější se jeví kombinace spontánní sukcese s cíleným usměřňováním procesů člověkem, ať už jde o dosadbu vhodných rostlinných druhů z okolí nebo odstranění invazních druhů.

Teoretické poznatky budou uplatněny v budoucí diplomové práci. Ta se bude týkat výzkumu přirozené sukcese v několika vývojových stádiích. Cílem bude srovnat stanovištní podmínky a druhovou skladbu v přirozeně zarostlých lomech v porovnání s nepoškozeným okolím či s zrekultivovanou plochou.

10. Literatura

- BRADSHAW, Anthony. 2000. The use of natural processes in reclamation – advantages and difficulties. *Landscape and Urban Planning*, October 2000, vol. 51, issues 2-4, s. 89-100.
- BRADSHAW, Anthony. 1997. Restoration of mined lands – using natural processes. *Ecological Engineering*, August 1997, vol. 8, issue 4, s. 255-269.
- CÍLEK, Václav. 2002. *Krajiny vnitřní a vnější*. Praha: Dokořán s.r.o., 2002. 231 s.
- CÍLEK, Václav. 1999. Revitalizace lomů. Principy a návrh metodiky. *Ochrana přírody*, 1999, roč. 54, č 3, s. 73-76.
- CÍLEK, Václav. 1996. Kras, těžba a lomy. *Speleo*, 1996, č 21, s. 63-64.
- CÍLEK, Václav – HLADIL, Jindřich. 1997. Tvorba postindustriální krajiny:lomy (Příkladová studie Koněpruské oblasti). In *Archeologie a Jeskyně*, Praha : Česká speleologická společnost : Zlatý kůň, 1997. s. 160-174.
- DIMITROVSKÝ, Konstantin. 2005. Energetika a obnova vegetace. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 4 – Naše krajina v přírodní krajině Evropy*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2005. s. 87-95.
- DIMITROVSKÝ, Konstantin. 2001a. *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*. Sokolov : Sokolovská uhelná, 2001. 191 s.
- DIMITROVSKÝ, Konstantin. 2001b. Rekultivace – součást péče o ŽP území devastovaného těžbou uhlí. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 5 – Krajina z pohledu dnešních uživatelů*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 137-144.
- GALÁN, Pedro. 1996. Colonization of spoil benches of an opencast lignite mine in northwest Spain by amphibians and reptiles. *Landscape and Urban Planning*, February -March 1996, vol. 34, issues 3-4, s. 335-345.
- HAKL, Miroslav. 2001. K rekultivaci opuštěných lomů na Příbramsku a Sedlčansku. *Ochrana přírody*, 2001, roč. 56, č 8, s. 242-245.
- HOLÝ, Martin. 2001. Kam se ubíhá příběh destrukce těžbou v krajině. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 6 – Krajina v ohrožení*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 96-105.
- KONVIČKA, Milan – BENEŠ, Jiří. 2001. Stepní motýli a ekologický význam lomů. *Živa*, 2001, roč. 49, č 4, s. 172-174.
- KOVÁŘ, Pavel. 2000. Přirozená obnova nepřirozených krajin. In Kol. autorů. *Téma pro 21.století: kulturní krajina aneb proč ji chránit ?* Praha: MŽP, 2000. s. 134-141.
- KRYL, Václav – FRÖHLICH, Emil – SIXTA, Jan. 2002. *Zahlužení hornické činnosti a rekultivace*. Ostrava : Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Fakulta hornicko - geologická, 2002. 79 s.
- LOŽEK, Vojen. 2001. Krajina a její diverzita v proměnách času. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek úvodní*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 35-37.
- LOŽEK, Vojen. 1980. K osudu opuštěných lomů v chráněných územích. *Památky a příroda*, 1980, roč. 5, č 6, s. 359-365.
- MARTÍNEZ-RUIZ, Carolina – FERNÁNDEZ-SANTOS, Belén. 2005. Natural revegetation on topsoiled mining-spoils according to the exposure. *Acta Oecologica*, November-December 2005, vol. 28, issue 3, s. 231-238.
- MATĚJČEK, Tomáš. 2005. Vytěžené pískovny a jejich začlenění do krajiny. *Živa*, 2005, roč. 53, č 6, s. 251-252.

- MÍCHAL, Igor. 2001. Netknutá příroda jako součást kulturní krajiny? In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek úvodní*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 49-58.
- PRACH, Karel. 2006. Příroda pracuje zadarmo. *Vesmír*, 2006, roč. 85, č 5, s. 272-277.
- PRACH, Karel. 2001. Šaty dělají člověka, vegetace krajinu. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek úvodní*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 45-48.
- PŘIKRYL, Ivo a kol. 2001. Obnova funkce krajiny narušené povrchovou těžbou na příkladu Sokolovské pánve. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 6 – Krajina v ohrožení*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001, s. 110-112.
- ROUBÍČEK, Václav. 2001. Těžba nerostných surovin a krajinné rekultivace. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek úvodní*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001. s. 272-277.
- ŘÍHA, Martin. 2002. Těžba surovin a krajina. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 3 – Člověk jako krajinotvorný činitel*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2002, s. 155-157.
- SÁDLO, Jiří – TICHÝ, Lubomír. 2002. *Sanace a rekultivace po lomové a důlní těžbě: tržné rány v krajině a jak je léčit*. Brno : ZO ČSOP Pozemkový spolek Hády ve spolupráci s neziskovou organizací Rezekvítek, 2002. s. 35.
- SIXTA, Jan. 2005. Vývoj náhledu na tvorbu antropogenních půd v rámci rekultivačních činností. In Kol. autorů. *Revitalizace krajiny postižené těžbou – úspěšné projekty*. Cheb : MIM Consulting, 2005, 88
- SKLENIČKA, Petr. 2005. Když posttěžební krajina divočí. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 4 – Naše krajina v přírodní krajině Evropy*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2005, s. 85-86.
- SKLENIČKA, Petr – BEJČEK, Vladimír – PŘIKRYL, Ivo. 2002. Využití procesů přirozené sukcese při obnově krajiny po těžbě nerostů. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 6 – Rehabilitace krajiny*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2002, s. 60-63.
- ŠIŠKOVÁ, Markéta – BÍLEK, Ondřej. 2001. Vliv dominantních prvků vytvořených nebo přetvořených člověkem na krajinný ráz. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 1 – Krajina jako přírodní prostor*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001, s. 65-69.
- ŠTÝS, Stanislav. 2001. Proměny krajiny Severočeské hnědouhelné pánve. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 5 – Krajina z pohledu dnešních uživatelů*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001, s. 145-158.
- ŠTÝS, Stanislav. 1998. *Návraty vypůjčených krajin*. Praha : Bílý slon, 1998. 47 s.
- ŠTÝS, Stanislav – HELEŠICOVÁ, Liběna. 1992. *Proměny měsíční krajiny*. Praha : Bílý slon, 1992. 256 s.
- TICHÝ, Lubomír. 2004. Rekultivace vápencových lomů. *Vesmír*, 2004, roč. 83, č 6, s. 315-317.
- TICHÝ, Lubomír – SÁDLO, Jiří. 2001. Revitalizace vápencových lomů. *Ochrana přírody*, 2001, roč. 56, č 6, s. 178-182.
- VANĚK, Stanislav. 2006. Bílá místa podkrušnohorských map. *Vesmír*, roč. 85, č 6, s. 338-343.
- VLAŠÍN, Mojmír. 2001. Krajina z pohledu jejích uživatelů – suchozemských obratlovců. In Kol. autorů. *Tvář naší země – krajina domova. Svazek 1 – Krajina jako přírodní prostor*. Lomnice nad Popelkou: Česká komora architektů, 2001, s. 35-37.
- VONDROUŠ, Dan. 2000. Více divočiny nebo trvalé udržitelnosti? In Kol. autorů. *Téma pro 21.století: kulturní krajina aneb proč ji chránit ?* Praha: MŽP, 2000, s. 90-94.

- VRBOVÁ, Marie. 2000. *Jezerní krajina po těžbě*. Chomutov : Severočeské doly, 23 s.
- WALL, Mohan K. 1999. Ecological succession and the rehabilitation of disturbed terrestrial ecosystems. *Plant and Soil*, March 1999, vol. 213, no. 1-2, s. 195-220.
- WIEGLEB, Gerhard. 2001. Primary succession in post-mining landscapes of Lower Lusatia – chance or necessity. *Ecological Engineering*, July 2001, vol. 17, issues 2-3, s. 199-217.

