

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Ústav pro životní prostředí

Studijní program: Ekologie a ochrana prostředí

Studijní obor: BOZP



Anna Petru

Potenciál přírodě blízké obnovy po těžbě kameniva na příkladu lomu Smrčí

The potential of natural succession in restoration of abandoned quarry on the example of the quarry Smrci

Bakalářská práce

Školitel: prof. Mgr. Ing. Jan Frouz, CSc.

Praha, květen 2014

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

Dále prohlašuji, že předložená tištěná verze bakalářské práce je totožná s elektronickou verzí vloženou do SIS.

V Praze, 20.5.2014

Podpis

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala prof. Mgr. Ing. Janu Frouzovi, CSc. za cenné rady a připomínky k bakalářské práci. Dále bych poděkovala Mgr. Tomáši Hubálkovi za jeho velkou ochotu a přístup k informacím ohledně kamenolomu Smrčí. Můj dík patří i Josefu Fríblovi a především firmě CEMEX, která mi umožnila vstup do lokality. Ing. Luboši Matějčkovi, Dr. děkuji za zapůjčení GPS a rady v oblasti GISových programů a zároveň jsem vděčna za poskytnutí ortografických snímků Českému úřadu zeměměřičskému a katastrálnímu. V neposlední řadě patří vděk i mé rodině za podporu během mého studia.

Obsah

Abstrakt	5
1. Úvod	6
2. Těžba a její dopady na životní prostředí	7
2.1. Těžba v České republice	8
2.2. Těžba kameniva	8
2.2.1. Vliv těžby kameniva na životní prostředí	10
3. Ekologie obnovy	10
3.1. Rekultivace	12
3.2. Spontánní sukcese	12
3.2.1. Negativa a pozitiva spontánní sukcese	13
3.2.2. Porovnání s Evropou	14
4. Výzkum spontánní sukcese v kamenolomech	14
4.1. Lomy jako stanoviště organizmů	15
4.1.1. Rostliny	15
4.1.2. Hmyz	16
4.1.3. Interakce mezi společenstvy	16
4.2. Vápencové lomy	17
4.2.1. Vápencové lomy Českého krasu	17
4.2.2. Vápencové lomy Moravského krasu	18
4.3. Čedičové lomy	19
4.4. Granodioritové lomy	20
5. Posouzení potenciálu spontánní sukcese v kamenolomu Smrčí	21
5.1. Úvod	21
5.2. Charakteristika lomu Smrčí	22
5.2.1. Geografické a identifikační údaje	22
5.2.2. Klimatické a hydrologické charakteristiky	22
5.2.3. Geologické a pedologické charakteristiky	23
5.2.4. Stav lokality	23
5.2.5. Sanace a rekultivace	24
5.3. Metodika	25
5.4. Výsledky a diskuze	26
5.5. Popis sukcesních ploch	33
6. Závěr	36
Literatura	37
Příloha	39

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá úlohou spontánní sukcese v ekologii obnovy ploch poškozených těžební činností. Stručně jsem představila její pozitiva a negativa. Hlavním tématem práce je shrnutí poznatků ze studií spontánní sukcese v kamenolomech různých typů a to převážně z pohledu rostlinné vegetace. Získané vědomosti jsou aplikovány na příkladu čedičového lomu Smrčí, kde jsem se pokusila v rámci vlastního měření posoudit potenciál přírodě blízké obnovy na plochách ponechaných volné sukcesí.

Klíčová slova: ekologie obnovy, spontánní sukcese, kamenolom, čedič

Abstract

This bachelor's thesis deals with the role of spontaneous succession in restoration ecology of sites damaged by mining. I briefly introduce its positive and negative aspects. The main purpose of my thesis is to summarize the knowledge of spontaneous succession in different types of quarries, especially as far as plant vegetation is concerned. This knowledge is applied in my study of the basalt quarry Smrci in which I attempt to assess the potential of natural succession on sites left to spontaneous succession based on my research.

Keywords: restoration ecology, spontaneous succession, quarry, basalt

1. Úvod

Místa narušená těžbou nerostných surovin představují jeden z nejnápadnějších dopadů lidské činnosti na krajinu. Ačkoli se tato místa zdají být nenávratně poškozena, řada z nich má velmi dobrý potenciál k obnově a to ekologických i estetických funkcí (Tropek et al., 2009). Množství studií z oboru ekologie obnovy ukazuje, že pomocí spontánní sukcese lze s vynaložením minimálních nákladů dosáhnout velmi dobré obnovy přírodních hodnot.

Existují tři různé přístupy jak obnovit narušené místo. Buď zavést plně technickou rekultivaci, nechat místo spontánní sukcesi nebo zkombinovat jednotlivé přístupy a cíleně řídit sukcesí (Prach & Hobbs, 2008). Rozhodnutím pro vhodnost těchto procesů by měla být kooperace všech zúčastněných subjektů v rámci procesu těžby. Avšak dodnes z převážné většiny případů vítězí technická rekultivace nad všemi jinými způsoby. Důvodů je hned několik, ať už jsou to neměnná zákonná opatření či nedostatek komplexních studií, které by umožnily s dostatečnou přesností predikovat vývoj sukcesních ploch. V neposlední řadě není ve spoustě případů jasné, k jakému účelu by mohly plochy obnovené spontánní sukcesí sloužit, či kdo bude jejich vlastníkem.

Potenciál spontánní obnovy mají takřka všechny prostory původní těžby surovin s výjimkou území se silně kyselými substráty, místa toxická či příliš suchá (Prach et al, 2009). Je potřeba však tuto problematiku více otevřít veřejnosti a v rámci dalších studií a výzkumů se pokusit aplikovat tento přístup na více a více lomů.

Cílem této práce je shrnutí poznatků o spontánní sukcesí v různých typech kamenolomů a aplikace těchto vědomostí na konkrétní příklad. Vzhledem k mým ambicím pokračovat s projektem v kamenolomu Smrčí i v rámci diplomové práce, jsem se nyní věnovala prozatím základnímu mapování terénu lokality a jednoduchému zhodnocení místní dřevité vegetace.

2. Těžba a její dopady na životní prostředí

Na celém světě najdeme už opravdu málo míst, které nebyly ještě činností člověka dotčeny. Na rostoucí počet lidí a s tím zvyšující se nároky na produkci potravin a další nezbytné hmotné statky k životu lze odpovědět jen ještě rostoucí spotřebou materiálů a energie. To nám zajišťuje z velké části těžba nerostných surovin, která zároveň patří mezi nejvýznamnější destruktivní činnosti člověka (Štýs et al., 1981).

Od dob průmyslové revoluce, kdy bereme člověka jako dominantu celého světa, můžeme vysledovat zásadní dopady jeho činnosti na krajinu (van Andel & Aronson, 2012). Dříve člověk vzhledem k primitivnějším nástrojům těžil jen povrchově uložená ložiska a to velice omezeně, proto se příroda dokázala s negativními dopady sama vyrovnat. S rozvojem techniky se zaměřilo lidstvo i na těžbu hlubinnou (Štýs et al., 1981).

Negativní dopady povrchové těžby na krajinu jsou z hlediska přeměny krajiny podstatnější, protože se jedná právě o změny v horninovém prostředí. To jsou nově vzniklé formy reliéfu např. výsypky, odvaly a dočasná úložiště materiálu (Štýs et al., 1981).

Atmosféricky jsou nejvýraznější změny mikroklimatického charakteru, tedy přímo na plochách lomů, kde se v důsledku absence vegetace zvyšuje přísun tepelné i světelné energie. To s sebou může nést kromě snížení vlhkosti i tzv. inverzní situace, které mohou dojít až k poruchám bioklimatu na určitém místě (Štýs et al., 1981).

Povrchovou těžbou jsou též ovlivněny podzemní i nadzemní vody a to především umělým odvodňováním, znehodnocováním užitkové i pitné vody, změnou odtokových poměrů atd. Zároveň mohou mít určité těžební činnosti i kladný vliv na hydrologii lomu. Jde o zvýšení akumulací, snížení vysoké hladiny podzemní vody či využití pro rekreační účely apod. (Štýs et al., 1981).

Z oblasti pedologie se jedná převážně o degradaci vlastností půdy a to většinou v celé oblasti lomu (Štýs et al., 1981).

K přímé destrukci biosféry dochází již před otvírkou lomu a postupně pokračuje až do ukončení činnosti v lomu. Nepřímé důsledky už jsou k určení mnohem složitější. Zde více než samotná těžba působí na biosféru doprovodný průmysl navazující na samotnou těžbu. Zároveň se jedná v tomto případě i o součinitel všech předchozích vlivů (Štýs et al., 1981).

Nelze zapomenout ani na ostatní vlivy těžby na okolí a to jsou např. hluk, seizmické účinky při trhacích pracích, vzdušné tlakové vlny, povýbuchové plyny (Štýs et al., 1981).

Těžba celosvětově ovlivnila více než 1 % povrchu země, a proto představuje zásadní typ krajiny ve většině regionů (Prach et al., 2007). V České republice se jedná o cca 700 km² a to bez zahrnutí historické těžby. Procentuálně se jedná o 0,89 % rozlohy naší země (Prach et al., 2009).

2.1. Těžba v České republice

Těžba v České republice tvořila dominantní odvětví hospodářství, avšak v dnešní době dochází k jejímu útlumu a to především kvůli snižujícím se zásobám surovin, vzestupu jiných hospodářských oblastí a v neposlední řadě tlaku ekologických organizací (Řehounek & Hátle, 2010). Právní ošetření těžby nerostných surovin na našem území je následovné. Těžebny výhradních ložisek podléhají v plném rozsahu hornímu zákonu o ochraně a využití nerostného bohatství č. 44/1988 Sb. a dalších báňských předpisů (Předpis č. 44/1988 Sb.; Řehounek & Hátle, 2010). Ložiska nevyhrazených nerostů jsou součástí pozemku, proto podléhají stavebnímu zákonu č. 183/2006 Sb. (Česká geologická služba, 2013; Řehounek & Hátle, 2010). V rámci zákonů je podnikatel povinen vytvářet rezervy na provedení sanací a rekultivací v určité finanční výši (Česká geologická služba, 2013).

Na území ČR se těží tři základní skupiny surovin rozdělených podle využití. Mezi energetické suroviny těžené k roku 2012 řadíme černé a hnědé uhlí, ropu a zemí plyn. Nerudní suroviny jsou reprezentovány s největším zastoupením kaolinu, jílu, bentonitu, živce, písků sklářských a slévárenských, vápence a cementářských surovin a dolomitu, tedy surovin, které jsou těženy v hmotnosti více než 100 tisíc tun za rok. Ze stavebních surovin se těží dekorativní a stavební kámen, šterkopísky a cihlářské suroviny (Česká geologická služba, 2013).

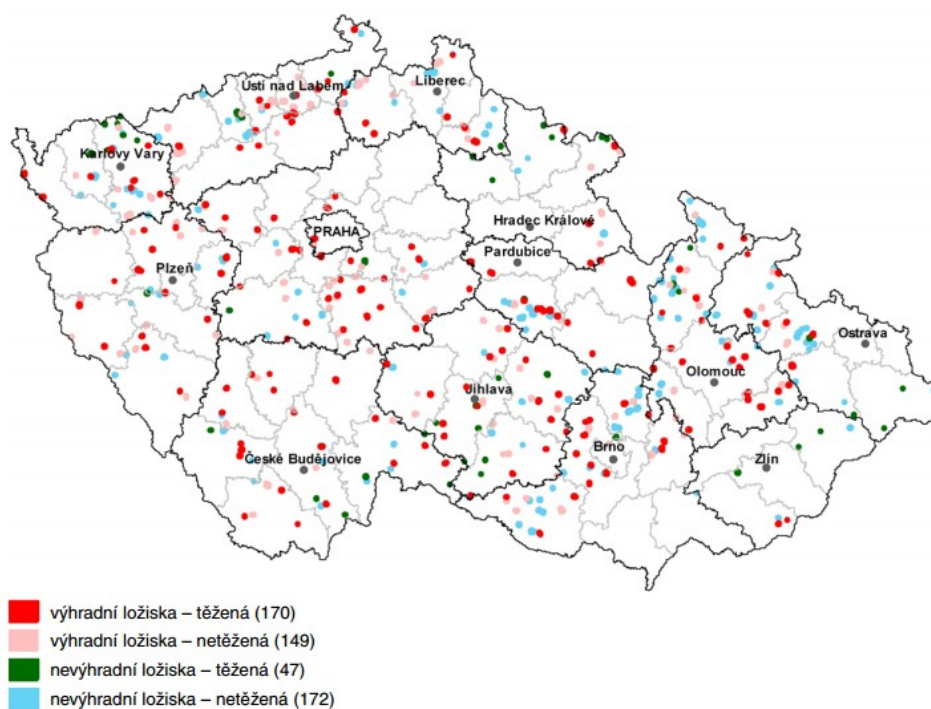
2.2. Těžba kameniva

Přírodní kámen je jeden z hlavních stavebních materiálů již od dávných dob a to především kvůli pevnosti, hutnosti a odolnosti vůči povětrnostním podmínkám a ohni. Díky těmto vlastnostem je tento materiál velice dlouhověký. Avšak díky velké hmotnosti a problémům s opracováváním se dnes využívá menšího zrna – kameniva (Adámek et al., 1996).

Drcené kamenivo je zboží nízké hodnoty a tak je trh kameniva soustředěn do místních oblastí a jednotlivých regionů. Poptávka je závislá na míře stavební aktivity a využití je

upřednostňováno pro stavební účely jako kamenivo samotné či s přidavkem pojiva (Česká geologická služba, 2013).

Na území ČR nalezneme k roku 2012 celkem 538 ložisek stavebního kamene, přičemž se momentálně těží na 217 z nich. Mapa vyznačených lokalit je ke zhlédnutí na obr. 1. Celých 170 lokalit spadá do výhradních ložisek. Podrobnější informace o zásobách a těžbě na těchto územích jsou k vidění v tab. 1.



Obr. 1.: Evidovaná ložiska stavebního kamene v České republice k roku 2012 (Česká geologická služba, 2013)

Rok	2008	2009	2010	2011	2012
Počet ložisek celkem	319	317	318	320	319
z toho těžených	165	166	164	165	170
Zásoby celkem, tis. m ³	2 290 511	2 346 363	2 392 813	2 392 105	2 391 958
bilanční prozkoumané	1 138 025	1 153 009	1 156 294	1 157 255	1 155 910
bilanční vyhledané	1 017 433	1 043 741	1 089 355	1 090 044	1 091 875
nebilanční	135 053	149 613	147 164	144 806	144 173
vytěžitelné	664 653	718 922	715 142	717 064	715 299
Těžba výhrad. lož., tis. m ³	14 799	13 947	12 350	12 299	10 950

Tab. 1.: Výhradní ložiska: Počet ložisek; zásoby; těžba. Základní statistické údaje České republiky k 31.12.2012 (Česká geologická služba, 2013)

2.2.1. Vliv těžby kameniva na životní prostředí

Těžba stavebního kamene je rozmístěna po České republice velice rovnoměrně, avšak těžba vápence je soustředěna do dvou větších oblastí – Českého a Moravského krasu (Tropek et al., 2010).

V porovnání s ostatními druhy těžby se těžba kamene potýká s těmito problémy. Dobývání kamene se v lomu provádí trhacími pracemi, které s sebou nesou jisté specifické environmentální dopady. Jedná se především o vibrace země, hlučnost a odlety zbytků kamene způsobené trhací technikou, které mohou poškodit struktury a rostliny v bezprostředním okolí lomu. Pokud se vedle lokality nachází obec, jsou negativně ovlivněny budovy a stavení a v neposlední řadě i lidské zdraví (Fişne et al., 2011; Kuzu & Ergin, 2005).

Dalším výrazným jevem je zvýšená prašnost, která vzniká emitováním prašných částic při dobývání a zpracovávání kamene v prostoru lomu. Proto se v lomech pravidelně zvlhčují účelové komunikace a to především v sušších lokalitách (Bluvshstein et al., 2011).

3. Ekologie obnovy

Ekologie obnovy (*Restoration Ecology*) je poměrně mladá vědní disciplína (Prach et al., 2001; Prach, 2006). Society for Ecological Restoration International (SER) (2004) definuje ekologii obnovy jako proces nápomoci obnovy ekosystému, který byl degradován, poškozen či zničen (*Ecological restoration is the proces sof assisting the recovery of an ecosystem that has been degraded, damaged, or destroyed*). Definice však málo zdůrazňuje „nápomoc“ v obnově druhů a druhové bohatosti, neboť z ní lze chápat jen obnovu ekosystému (van Andel et al., 2012).

Dle Pracha (2001, 2006) vychází vznik této vědy z potřeby aktivně obnovovat místa narušená či kompletně zničená antropogenní činností.

V posledních letech můžeme sledovat nárůst zájmu o tuto problematiku i prostřednictvím internetu. Diggelen (2006) ve svém článku představuje graf za období 1980 – 2005, kolikrát bylo zadáno slovo *Ecological Restoration* a *Restoration Ecology* ve vyhledávači Google. Samozřejmě je potřeba uvažovat i rychle stoupající dostupnost internetu, avšak počet hledaných výrazů vzrostl za sledované období sedmkrát.

Podle Pracha (2006) lze vztah člověka k přírodě charakterizovat třemi obdobími:

- 1) exploatační - tedy takový, který zde převládal až takřka doposud
- 2) konzervační – míněno ochranný
- 3) „restaurační“ – tedy ekologie obnovy

Konzervační pojetí je reprezentováno ochranou přírody, jež se však specializuje na udržování již existujících ekosystémů a jejich striktní ochranu a následný management (Kovář, 2006). V ekologii obnovy můžeme čekat mnohem dynamičtější přístup a v jistém ohledu se jedná o protipól ochrany, neboť tam, kde už není co chránit, je nutno stav nějakým vhodným způsobem obnovit (Kovář, 2006; van Andel & Aronson, 2012).

V nynější době rozdělujeme několik typů ekologie obnovy. Jedná se spíše o jednotlivé pojmy či směry, které se vzájemně prolínají a je na ně potřeba pohlížet tzv. *sensu lato* (v širokém slova smyslu) (van Andel & Aronson, 2012, Prach, 2009a):

1) restaurace (restoration) – navrácení v předešlý stav, kdy je snaha obnovit ekosystém do podoby, která byla před narušením či disturbancí. Zde je důležité to, že se jedná o prostor, kde se ještě nevratně nezměnily abiotické podmínky a návrat původní skladby je teoreticky možný.

2) rehabilitace (rehabilitation) – jedná se jen o částečnou obnovu ekosystému k původnímu stavu, neboť abiotické podmínky se již změnilly a jsou neakceptovatelné pro určité složení druhové bohatosti

3) rekultivace (reclamation) – jde převážně o silně degradovaná území, na kterých je žádoucí zavést jakýkoliv druh schopný se udržet na místě

V rámci dosáhnoutí úspěšné obnovy ekosystému Hobbs & Norton (1996) určili několik klíčových procesů. Nejdříve je nutno identifikovat jednotlivé procesy, které vedou k degradaci cílového ekosystému. Následně je vhodné vypracovat metody, díky kterým budou tyto procesy zastaveny. Je potřeba si nastavit reálné cíle pro obnovu funkčnosti ekosystému včetně návratu biodiverzity a to včetně vlivu socioekonomických. Aplikace těchto cílů musí být jednoduchá a odpovídat jednotlivým charakteristikám ekosystému. Zároveň je nutno celý postup obnovy začleňovat do širší strategie plánování a monitoring a hodnocení ekosystémových změn a postupů by měl být samozřejmostí.

3.1. Rekultivace

Horní zákon č. 44/1988 Sb. nařizuje všem těžářům rekultivovat místa dotčená těžbou a vytvářet na ně finanční rezervy (Česká geologická služba, 2013).

Lze rozčlenit několik druhů rekultivací podle způsobu využití. Jsou to rekultivace zemědělské, lesnické, hydrické, rekreační. Dále jsou možnosti využití plochy jako staveniště, odklady stavebního materiálu, průmyslových či komunálních odpadů (Štýs et al., 1981).

Z tab. 2 můžeme pozorovat vývoj rekultivací po těžbě nerostných surovin z let 2008-2012. Počet ploch nerektivovaných, kde stále probíhá těžba, má klesající tendenci. Zároveň rekultivace ukončené od počátku těžby mají vzrůstající hodnotu. Z toho lze usoudit, že zájem o rekultivace se projevuje v počtu rekultivovaných ploch.

	km ²	2008	2009	2010	2011	2012
výhradní ložiska	Plocha s projevy těžby, dosud nerektivovaná	637	642	551	538	521
	Rozpracované rekultivace	115	115	105	109	95
	Rekultivace ukončené od počátku těžby	195	204	213	209	222
	Rekultivace ukončené v daném roce	11	11	11	11	5
nevýhradní ložiska	Plocha s projevy těžby, dosud nerektivovaná	16	15	17	13	13
	Rozpracované rekultivace	3	2	3	3	3
	Rekultivace ukončené od počátku těžby	2	2	3	2	2
	Rekultivace ukončené v daném roce	0,2	0,5	0,2	0,2	0,1

Tab. 2.: Vývoj rekultivací po těžbě nerostných surovin (Česká geologická služba, 2013)

3.2. Spontánní sukcese

Ačkoliv byla myšlenka a aplikace rekultivací zásadním předělem v ochraně životního prostředí, v poslední době se množí studie zabývající se spontánní sukcesí.

Negativní pohled na plochy poškozené těžbou se totiž z pohledu ekologů začal rychle měnit. Lomy jsou místa, která podléhají časté disturbanci, abiotické podmínky pro organizmy jsou velice nepříznivé, a proto v době antropogenní činnosti zůstávají víceméně neobydlené. V dnešní době kulturní krajiny, kdy se z většiny území střední Evropy stala hospodářská půda za účelem produkce, jsou oblasti s podobnými podmínkami již vzácné. Řada druhů organismů, která je na těchto podmínkách závislá (rané stádium sukcese, habitat s řídkým porostem

vegetace) je proto stále více ohrožena (Tropek et al., 2009). Proto tyto druhy nalézají útočiště v těchto oligotrofních habitatech (Prach et al., 2013).

Vzhledem k tomu, že technikou a výsledky spontánní sukcese se budu podrobněji zabývat v zaměření na kamenolomy v následující kapitole, ráda bych zde shrnula jen srovnání sukcese na různých typech těžbou narušených ploch.

Prach et al. (2013) se pokusili o srovnání spontánní sukcese na různých těžbou disturbovaných lokalitách. Jednalo se o lomy, pískovny, šterkovny, výsyvky po těžbě černého uhlí a degradovaná rašeliniště. Směr a rychlost sukcese byly nejvíce ovlivněny klimatickými poměry, přičemž vlhčí a chladnější lokality směřovaly k vývoji na lesní společenstvo rychleji než ostatní. V raně sukcesních stádiích byly dominantou ve všech typech lokalit převážně ruderalní druhy rostlin, postupem času se rozdíl mezi lokalitami stále více zvětšovaly. Souvislá plocha vegetace se všude vyvinula po cca 10 – 20 letech s výjimkou velmi degradovaných rašelinišť.

Doposud se jeví spontánní sukcese jako ideální přístup k rekultivaci ploch v chráněných oblastech nebo v oblastech sousedících s cenným habitatem, kdy tyto plochy mají potenciál se vyvinout obdobně (Tropek et al., 2009).

3.2.1. Negativa a pozitiva spontánní sukcese

Ačkoliv aplikace spontánní sukcese může znít velice jednoduše, stále tomu tak není. Existuje totiž řada studií, podporující spontánní sukcesí, avšak převážná většina z nich je zaměřena velice jednostranně, tedy se zaměřením na jeden či několik málo druhů organismů. Doposud nebyla provedena žádná komplexní studie srovnávající působení sukcese spontánní a technické rekultivace na potenciál narušených míst. (Tropek et al., 2009) Vzhledem k tomu, že využití spontánní sukcese v rekultivačních přístupech musí být založeno na ověřených vědeckých výzkumech, je oblast aplikace na poli vědeckých debat často ve střetu zájmů (Prach et al., 2001).

Spontánní sukcese začne být častěji využívána až ve chvíli, kdy přestane být technická rekultivace vnímána jen pozitivně jako viditelný nástroj na opravu „šrámů v krajině“. Až se zbaví veřejnost špatného pocitu nechat něco ležet „ladem“, opadne i strach ze ztráty kontroly nad člověkem zničené oblasti (Tropek et al., 2009).

Pozitiva spontánní sukcese budou též probrána v kapitole o kamenolomech, proto bych se zde jen krátce zaměřila na ekonomickou stránku této problematiky.

Spontánní sukcese je levná záležitost, neboť začíná okamžikem, kdy je v těžebních oblastech ukončena činnost (Tropek et al., 2009). Rekultivace jsou většinou až bezostyšně drahé, ale stávají se i velice živnou půdou pro řadu rekultivačních firem, neboť se jedná o dobrý byznys. Pro představu, 1 hektar rekultivace stojí přibližně 1 milion Kč a více (Prach, 2006).

Zde by bylo vhodné uvést příklad nesmyslné rekultivace, která je nejen z biologického hlediska neadekvátní, ale zároveň prezentuje ukázkou špatné ekonomiky. Jednalo se o rekultivaci části Halámecké pískovny, kde po spontánní sukcesi byly přítomny již několik let staré borovice. Díky rekultivačním plánům došlo však k zarovnaní terénu a na nově vzniklý prostor se vysázely do řádek opět semenáčky borovic (Prach et al., 2001; Prach, 2006).

3.2.2. Porovnání s Evropou

Prostor pro spontánní sukcesi je tedy v našich zemích minimální. Jedná se o méně než 0,05 % rozlohy narušených stanovišť, například v porovnání s Německem, kde je ponecháno až 15% těžeben samostatnému vývoji. (Prach, 2009b; Řehouňková, 2006)

V porovnání s vyspělejší západní Evropou je na tom Česká republika s ostatními státy, jako je Maďarsko či Polsko stále hůře. Může za to období socialismu, kdy tehdejší národní hospodářství nechávalo prostory lomů a dolů po ukončení těžby opuštěné. Ačkoliv je tento stav ideální pro studium sukcese v dnešní době, je snaha tato místa navrátit do původního stavu a bez rozmyslu se na ně aplikují technické rekultivace (Prach et al., 2001).

4. Výzkum spontánní sukcese v kamenolomech

Již od středověku se setkává krajina střední Evropy s těžbou kamene. Zprvopočátku se však jednalo o těžbu nepříliš zatěžující životní prostředí, neboť lidé dobývali surovinu z lehce dostupných a zvětralých skalních výchozů. Největší spotřebu však dokázal pokrýt sběr kamene přímo z prostor polí a luk (Tropek et al., 2010). Dnes najdeme na území České republiky stovky až tisíce malých i větších kamenolomů (Prach et al., 2009). Zintenzivňuje se však i způsob dobývání kamene. Lomové stěny starších lomů jsou hladké. Dnes se využívá většího množství trhavin a kámen se již tak pečlivě nevybírání, proto mají lomové stěny tvar členitější (Tropek et al., 2010).

Byly provedeny studie zabývající se spontánní sukcesí v různých druzích lomů – vápencových Českého krasu (Tropek et al., 2009) a Moravského krasu (Tichý, 2006), čedičových (Novák, 2006) a lomech granodioritových (Chuman, 2006).

Jak bylo dokázáno v odborných pracích, lomy mohou být cenným biotopem a skýtat tak vhodná stanoviště pro řadu rostlinných i živočišných druhů (Chuman, 2006). Důkazem toho může být řada lomů opuštěná před cca 150 lety, která se stala v rámci České republiky chráněnými územími např. Český kras, Moravský kras (Tichý, 2006).

Spontánní sukcese v kamenolomech je podmíněna několika zásadami, které usnadní její nástup již v průběhu těžby, ale i po jejím ukončení. Je důležité směřovat těžbu v lomu jedním směrem a do opuštěných částí již nezasahovat a to ani dočasným ukládáním deponií. Lomy by se měly spíše zahlubovat a ne odtěžovat dominanty v krajině. Po ukončení těžby je vhodné neodstraňovat volné kamení a suť, ani velké plochy raně sukcesních stádií, neboť například pro bezobratlé živočichy to je ideální prostor pro přežití. Zároveň tyto plochy budou pomaleji směřovat k lesní vegetaci. V rámci monitoringu je vhodné zavést účinná opatření proti šíření allochtonních druhů a to i z bezprostředního okolí lomu (Tropek et al., 2010).

4.1. Lomy jako stanoviště organizmů

4.1.1. Rostliny

Všechny druhy kamenolomů jsou kvalitním stanovištěm pro spoustu skalních a stepních druhů rostlin. Jsou ideálním biotopem rostlin, které vyhledávají mělký půdní pokryv s nízkým obsahem živin (Tropek et al., 2010).

Sukcese rostlin je určena především abiotickými podmínkami stanoviště a zároveň druhovým složením v nejbližším okolí (Frouz, 2006).

Velmi důležitým limitem pro rychlost sukcese je dostupnost diaspor v okolí lomu. Bohužel, flóra České republiky obsahuje přibližně 33 % alochtonních druhů a v praxi to znamená, že ačkoliv je snahou dosáhnout návratu původních druhů na lokalitu ať přirozenou či umělou cestou, nikdy nelze zabránit samovolné introdukci zavlečených druhů (Tichý, 2006). Lomy nacházející se v nižších nadmořských polohách jsou více vystaveny invazi alochtonních druhů. Mezi nejčastější příklady řadíme trnovník akát (*Robinia pseudacacia* L.) a borovici černou (*Pinus nigra* Arnold) (Tropek et al., 2010). Není tedy jednoduchá cesta, jak by autochtonní druhy mohly využít volných stanovišť lomů. Podpořit by se tato skutečnost dala

např. vhodným managementem biotopů v bezprostřední blízkosti lomů. To může zahrnovat třeba odstraňování dřevinného náletu a především invazivních druhů rostlin (Tichý, 2006).

Limity z hlediska abiotických podmínek jsou již v předchozích kapitolách probrané klimatické a geologické podmínky.

Lomy jsou tedy příhodné pro využití spontánní sukcese v praxi. Ze všech studií vyplývá fakt, že cca po 20 letech po ukončení těžby má většina lomů již kvalitní biologický potenciál (Novák, 2006). Je tedy rychlá a většinou vede k biologicky kvalitním porostům (Prach et al., 2009).

4.1.2. Hmyz

Opuštěné lomy jsou také vhodným útočištěm pro řadu zástupců entomofauny (Tichý, 2006). V dnešní době ubývajících biotopů polopřirozených trávníků začíná být řada druhů hmyzu ohrožena nedostatkem těchto habitatů. Suché a teplé podmínky, které řada druhů (především denních motýlů) k vývoji potřebuje, mohou být dnes nahrazeny právě raně sukcesními stádii opuštěných lomů, výsypek a dalších podobných antropogenních prostor (Beneš et al., 2003).

Krásným příkladem je u nás již vyhynulý jasoň červenooký (*Parnassius apollo* L.), který byl v 90. letech reintrodukovan do Štramberského lomu. Jeho jediným stanovištěm je dodnes jenom prostor velkolomu. Mezi další příklady u nás kriticky ohrožených druhů, které našly útočiště v antropogenních lokalitách, patří např. saranče německé (*Oedipoda germanica* Latreille), křís (*Platymetopius guttatus* Fieber) či soumračník podobný (*Pyrgus armoricanus* Oberthür) (Tropek et al., 2010).

4.1.3. Interakce mezi společenstvy

Většina studií zabývajících se problematikou sukcese se zabývá pouze zkoumáním jedné trofické úrovně a otázka interakcí mezi jednotlivými úrovněmi není častá. Lze však poznamenat, že pro vývoj celého ekosystému jsou podstatné sukcesní změny rostlinné vegetace. Ta silně ovlivňuje další trofické úrovně (Frouz, 2006).

Rostliny a převážně stromy jsou tedy dominantními činiteli v lesních ekosystémech a ovlivňují řadu ekosystémových vlastností včetně půdy (Frouz et al., 2013).

Ráda bych nyní v krátkosti představila vliv rostlin na životní prostředí živočichů, neboť se jedná o významnou interakci. Rostliny se velice podstatně podílejí na prostorové struktuře ekosystémů jak v nadzemní i podzemní části, dokonce je v nadzemní části důležitější struktura vegetace nad skladbou druhů. Je důležitý podíl živých i odumřelých těl rostlin, které ovlivňují mikroklima, migraci a hnízdění živočichů apod. (Frouz, 2006).

Stromy mají vliv i na půdu a to jak přímo tak nepřímo. Přímý vliv má především růst kořenů, který ovlivňuje organickou a půdní strukturu a její chemické vlastnosti. Nepřímý vliv je především na půdní biotu. Existují rostliny, které například podporují společenstvo dekompozitorů (Frouz et al., 2013).

Živočichové ovlivňují rostlinné společenstvo také. Půdní fauna může působit na formování půdy během sukcese. Může mít například vliv na promíchávání půdy či tvorbu půdních agregátů, které ovlivňují vegetaci na povrchu. Vliv jednoho jedince má většinou malý dopad na malý objem půdy, ale kombinace těchto efektů větší populace a populací jiných může postupem času zcela změnit půdní strukturu. Studií na ovlivnění vegetace půdními živočichy není mnoho, neboť zkoumání je ovlivněno setrvačností efektů a skrytost těchto interakcí v podzemí je obtížně sledovatelný (Frouz, 2006)

4.2. Vápencové lomy

Ačkoliv zde budou lomy Českého a Moravského krasu probrány odděleně, mají pochopitelně tyto oblasti většinu společného. Pro shrnutí lze konstatovat, že z ochrannářského potenciálu bylo nejvíce ohrožených druhů zjištěno ve vápencových lomech a to především druhů teplomilných. Důležitým aspektem toho jevu je přítomnost těchto druhů v okolí lomu. Většinou se tedy jedná o starší opuštěné lomy, kterých se např. v Českém krasu vyskytuje povícero (Tropek et al., 2010).

4.2.1. Vápencové lomy Českého krasu

Pro potenciál spontánní sukcese bývá nejpodstatnější typ geologického podkladu, který ovlivňuje půdní reakce a koncentrace živin pro druhy rostlin. Vzhledem k preferenci rostlin k mírně bazickým půdám v prostředí střední Evropy lze usuzovat, že mnohem větší potenciál mají z geologického hlediska lomy vápencové (Tichý, 2006). Specifikum Českého krasu je dáno

stepním charakterem oblasti, kde převládají travní společenstva s dominantou kostřavou žlábkatou (*Festuca rupicola* Heuffel), křovitá s trnkami (*Prunus spinosa* L.), hlohy (*Crataegus* sp.) a javorem babykou (*Acer campestre* L.). Jen v nejstinnějších oblastech převládá lesní vegetace s příkladem břízy bělokoré (*Betula pendula* Roth), jasanu (*Fraxinus* sp.) či javoru mléče (*Acer platanoides* L.) na rozdíl od lomových stěn, které vegetací buď nezarůstají vůbec, nebo jen ojediněle (Prach et al., 2009, Tropek et al., 2010). Ve spontánně zarostlých vápencových lomech byla zdokumentována i řada ohrožených druhů: třešň křovitá (*Prunus fruticosa* Pallas), hvozdík sivý (*Dianthus gratianopolitanus* Vill.), krušík tmavočerný (*Epipactis atrorubens* (Hoffm.) Besser) apod., která se v rekultivovaných lomech nenašla (Tropek et al., 2010).

Tématem spontánní sukcese v lomech se zabývali Tropek et al. (2009). Ti provedli výzkum v lomech vápencových Českého krasu. Zabývali se srovnáním vlivu spontánní sukcese a technické rekultivace na společenstva cévnatých rostlin a členovců. Do své studie si vybrali 153 druhů cévnatých rostlin a 10 taxonů (539 druhů) členovců, které pokrývaly různé typy potravní specializace. Zaměřili se nejen na druhovou bohatost lokality, ale porovnali i stupně ochrany jednotlivých druhů a jejich rozšíření ve sledovaném území.

Výsledky hovoří o vysokém zastoupení druhů z Červených seznamů (10 %) ve vápencových lomech. Stejně tak je v těchto oblastech vyšší výskyt druhů teplomilných (14 %). Ačkoli není mezi spontánní sukcesí a technickou rekultivací rozdíl v druhové bohatosti, spontánně zarostlá území předčí rekultivace v zastoupení ohrožených druhů a teplomilných specialistů. To hovoří o preferenci ohrožených druhů pro spontánní sukcesí.

4.2.2. Vápencové lomy Moravského krasu

Stav ve vápencových lomech Moravského krasu je podobný jako v krasu Českém. Raně sukcesní stádia jsou typická přítomností stepních druhů a druhů odolným proti velkému suchu. Rozvoj vegetace je přímo úměrný malým množstvím dešťových srážek, proto jsou sledovány populace např. rozchodníku bílého (*Sedum album* L.), krvavce menšího (*Sanguisorba minor* Scop.) či kručinky barvířské (*Genista tinctoria* L.) (Tropek et al., 2010).

Zajímavou ukázkou přírodě blízké obnovy je rekultivace Růženina lomu v Moravském krasu (Tichý, 2006). Ten je součástí velkého dobývacího prostoru na jižním úbočí kopce Hády u Brna ve výšce cca 424 m n. m. Na místě probíhala těžba v 1. polovině 20. století a po ukončení

těžby byl lom nechán opuštěný. Celá lokalita Hádů byla považována za významné botanické území na jižní Moravě a v 70. letech minulého století stále vlastnila 2/3 původních ohrožených druhů. Prostor Růženina lomu byl nechán spontánní sukcesi až do 70. let 20. století, kdy se do lomu začal dovážet odpadový materiál z cementové výroby.

Ačkoliv by se mohlo zdát, že rozhodnutí pro rekultivaci tohoto lomu je nesmyslné, výsledky jsou zajímavé. Během technické i biologické rekultivace (1998-2000) bylo šetrně upraveno dno lomu, odklizeny zbytky stavební suti a různých železobetonových konstrukcí. Následně bylo vyseto asi 64 druhů xerofilních rostlin, které však pocházely z těsné blízkosti lomu. V průzkumu lokality z roku 2005 je známo, že takřka 70 % druhů zde později i kvetlo. Při rekultivaci byla zvýšena biodiverzita lomu a to ačkoliv bylo před rekultivací zaznamenáno 69 druhů cévnatých rostlin, které byly během úprav terénu převážně zničeny. Do roku 2005 však bylo introdukováno a znova spontánně navraceno 125 druhů. Počet ohrožených druhů se též zvýšil z 21 z roku 1998 na 38 v roce 2005 (Tichý, 2006).

Podobnými rekultivacemi bylo již upraveno asi 6 dalších lomů na území Moravského krasu (Prach et al., 2009).

4.3. Čedičové lomy

Čedičové lomy byly zkoumány převážně v oblastech Českého středohoří a Českomoravské vrchoviny (Prach et al., 2009; Tropek et al., 2010). Českomoravská vrchovina spadá do oblasti vlhčího a chladnějšího podnebí, proto se zdejší sukcese mnohem rychleji formuje do porostů dřevin a to do 15 let od ukončení těžby. Nejčastějšími druhy spontánní sukcese dřevin jsou bříza bělokorá (*Betula pendula* Roth), vrba jíva (*Salix caprea* L.), topol osika (*Populus tremula* L.), borovice lesní (*Pinus sylvestris* L.) a smrk ztepilý (*Picea abies* L.), což jsou druhy, které jsem v rámci mého projektu také zaznamenala (Prach et al., 2009). České středohoří je typické z hlediska dřevité vegetace spíše bezem černým (*Sambucus nigra* L.), svídou krvavou (*Cornus sanguinea* L.), hlohy (*Crataegus* sp.) a kromě druhů typických pro Českomoravskou vrchovinu i javorem babykou (*Acer campestre* L.) (Tropek et al., 2010).

Aspekty spontánní sukcese byly sledovány na rozsáhlejší území v roce 2003 Novákem & Prachem (2003). Ti se zaměřili na 56 čedičových lomů o rozloze 1 800 km² v oblasti Českého středohoří. Stádia sukcese byla ve spolupráci s těžařskými firmami rozčleněna na 5 kategorií (1-3 roky, 4-10 let, 11-25 let, 26-40 let, více než 40 let), pro které byl sledován nejčastější výskyt

druhů (Novák, 2006). Kompletní seznam zastoupených druhů rostlin je uveden v článku Nováka & Pracha (2003). Autoři studie si položili mimo jiné otázky, jak je rozdílná sukcese rostlin v prostředí různých klimatických podmínek a jaký má vliv okolní vegetace (především xerothermní trávníky) na sukcesi v lomu.

Klimatické poměry jsou v oblasti Českého středohoří velmi rozdílné. Průměrné roční srážky v Postoloprtech na Lounsku jsou maximálně 450 mm. V severní části Verneřického středohoří v České Kamenici sledujeme roční průměrné srážky na hodnotě až 850 mm. To s sebou nese i zásadní rozdílnost v druhovém složení lokalit. Lounská vegetace je již v raně sukcesních stádiích reprezentována xerothermními trávníky se zastoupením např. smělku štíhlého (*Koeleria macrantha* (Ledeb.) Schult.), pelyňku ladního (*Artemisia campestris* L.), zatímco Verneřické středohoří obývají druhy mezofilní a pasekové např. lipnice hajní (*Poa nemoralis* L.), vrbovka úzkolistá (*Epilobium angustifolium* L.) (Novák, 2006).

Studie Nováka & Pracha (2003) také ukázala, že směr sukcese je závislý na typu vegetace v nejbližším okolí lomu. Bylo zjištěno, že přítomnost xerothermních trávníků v okolí lomu má velký vliv na stav vegetace lokality. V raně sukcesních stádiích není rozdíl mezi vegetací lomu a blízkým xerothermním společenstvem nikterak veliký, avšak s rostoucím stupněm sukcese se však tento stav mění. Pokud nastoupí xerothermní trávníky do lomu velice brzy, nedojde pravděpodobně na lokalitě k sukcesi dřevin (Novák & Prach, 2003; Novák, 2006). Je však třeba poznamenat, že v posledních 50 letech ubývá přirozených xerothermních stanovišť a to vlivem poklesu pastvy a hospodaření v okolí lomů. Díky tomuto poznatku lze usoudit, že v dnešní době bude směr sukcese lomů směřovat spíše k lesní vegetaci (Novák, 2006).

4.4. Granodioritové lomy

Výzkum spontánní sukcese byl proveden i v lomech granodioritových a to konkrétně na Skutečsku Chumanem (2006), kde bylo zdokumentováno přes 100 lomů na ploše 36 km². Největší rozmach těžby byl zaznamenán v 1. polovině 20. století, kdy došlo k výrazné transformaci reliéfu. Většina lomů v této oblasti je jámová a tím vytváří nové dva druhy habitatu na Skutečsku, skály a vodní plochy, neboť řada lomů byla zatopena. Sukcese nastupuje do lomu po ukončení těžby v podstatě okamžitě, neboť 60 % vegetace je již uchyceno na lomových stěnách již v době provozu (Chuman, 2006). Dle výzkumu z vápencových lomů Nováka & Pracha (2003) lze očekávat, že směr sukcese bude i v granodioritových lomech postupovat k lesním porostům (Chuman, 2006).

5. Posouzení potenciálu spontánní sukcese v kamenolomu Smrčí

5.1. Úvod

Cílem tohoto projektu bylo posoudit možnosti obnovy ekosystémů pomocí spontánní sukcese a posoudit zda by některé plochy po ukončení těžby mohly být ponechány spontánní sukcesi. Zadání vychází z požadavků těžební firmy CEMEX Sand, k.s., která kamenolom Smrčí spravuje. V zásadě lze úkol rozdělit do několika etap souvisejících s následujícími otázkami:

- 1) má spontánní obnova v zájmové lokalitě potenciál zajistit potřebné ekosystémové funkce
- 2) může mít spontánní obnova nějaký ochranný potenciál v porovnání s rekultivovanými plochami
- 3) jaké jsou právní a ekonomické důsledky ponechání spontánní sukcese v dané lokalitě
- 4) jaké plochy lze doporučit k ponechání sukcese a jaké případné úpravy těžebních technologií je třeba aplikovat

Z důvodu krátkosti času jsem částečně přispěla k řešení otázky 1. Očekávám, že řešení ostatních otázek bude předmětem diplomové práce. Řada klíčových ekosystémových funkcí, které je provozovatel lomu povinen zajistit (zejména stabilita svahu, omezení eroze a odtoku jemných částic do recipientu) souvisí s rozvojem vegetace. Proto jsem provedla jednoduché zdokumentování rozvoje dřevité vegetace, která je zde dominantní na nerekulitovaných plochách, na kterých byla již ukončena těžba, nebo došlo ke skrývce vrchních vrstev půdy. Mým cílem bylo rozčlenit lom na jednotlivá stádia sukcese a zhodnotit stav vegetace na určitých plochách. Zaměřila jsem se na dřevitou vegetaci, neboť je z časového i prostorového hlediska velice lehko uchopitelná (Prach, 2006).

5.2. Charakteristika lomu Smrčí

5.2.1. Geografie a identifikační údaje

Kamenolom Smrčí se nachází jihovýchodně od Železného Brodu v okrese Semily, Liberecký kraj (Řehák, 2004). Rozkládá se na katastru obcí Záhoří, Smrčí a Chuchelna (Prospekta, 2010). Průměrná nadmořská výška dosahuje přibližně 500 – 460 m n. m. a terén je spíše rovinný s mírným sklonem na severovýchod. Severovýchodní svahy lomu jsou zalesněny. Areál kamenolomu je dobře přístupný cestami po celém obvodu, účelová komunikace do lomu vede po silnici 3. třídy ze Semil přes Smrčí do Železného Brodu (Řehák, 2004).

Předmětem těžby v kamenolomu Smrčí je výhradní ložisko čediče. Kamenivo z kamenolomu je prodáváno pro stavební účely a kámen se využívá pro komunikace a asfaltové směsi (Vučka et al., 1994).

V lomu se začalo těžit pravděpodobně ve 20. letech minulého století (Vučka et al., 1994). Dobývací prostor Smrčí byl svěřen rozhodnutím Ministerstva stavebnictví ČSSR, Československý kamenoprůmysl, generálního ředitelství, Praha těžebnímu národnímu podniku Severokámen Liberec dne 30.7.1973 (Československý kamenoprůmysl, 1973). Obvodní báňský úřad v Trutnově stanovil za účelem ztížení dobývání surovin ke dni 8.3.1990 Chráněné ložiskové území Záhoří (Ládyš, 2001; Obvodní báňský úřad v Trutnově, 1990). 8.6.2004 došlo k rozšíření dobývacího prostoru výhradního ložiska z původních 23 ha na 32 ha rozhodnutím Obvodního báňského úřadu Liberec (Dpsmrci). Současné hornické práce probíhají podle povolení OBÚ Trutnov (č.j. 224/96/Ko/Hr ze dne 19. 1. 1996) a to na kótu 441 m n. m (Ládyš, 2001).

5.2.2. Klimatické a hydrologické charakteristiky

Území lomu Smrčí je charakterizováno mírně teplým a vlhkým podnebím (Řehák, 2004). Z hydrologických poměrů je nejdůležitější údolí Mlýnského potoka na severozápadě kamenolomu, které je levým přítokem řeky Jizery. V období let 1921 - 1922 zde bylo zřízeno prameniště „Zlatá Voda“, které funguje jako zdroj pitné vody pro Železný Brod (Vučka et al., 1994). V roce 1975 zpracoval S. Klíra znalecký posudek, podle něhož byla stanovena těžební báze lomu na 441 m n. m. a zároveň nesmí být poškozeno samotné prameniště potoka (Řehák, 2004).

5.2.3. Geologické a pedologické charakteristiky

Geologická prozkoumanost této lokality je velice vysoká, s malými přestávkami se na ní pracuje již od roku 1947. Území je též z geologického hlediska velice pestré (Prospekta, 2010). Lokalita lomu je tvořena terciérním lávovým příkrovem, přičemž bazaltová láva má mocnost v řádu 20 – 50 m a šířku cca 1 km (Vučka et al., 1994). Tento lávový příkrov je překryt terciérními terasovitými štěrky s různou přítomností jílu v mocnosti 15 – 20 m. Podloží terciérních sedimentů je tvořeno fylity železnobrodského krystalinika ve výšce 401 – 407 m n. m (Vučka et al., 1994). Pokryvné útvary lokality tvoří převážně rozložený čedič a hlinito – kamenité sutě mocné max. 12 m. Lze tedy konstatovat, že z pedologické charakteristiky se bude jednat o mírně kyselé půdy s nasyceným sorpčním komplexem (Řehák, 2004; Vučka et al., 1994).

Předmětem těžby v kamenolomu Smrčí jsou tedy terciérní čediče. Na lokalitě můžeme rozlišit dva typy této horniny (Prospekta, 2010):

Čedič I – tvoří spodní a objemnější vrstvu výlevu. Je tvořen hrubě sloupkovitými útvary, které se ve spodní poloze rozpadají.

Čedič II – nachází se spíše ve vrchní části a v některých částech lomu není vůbec přítomen. Sloupky čediče jsou tenké a kostkovitě se rozpadají na přirozený hrubý štěrk (Řehák, 2004).

Ve větších hloubkách lomu byla zjištěna přítomnost ultrabazických pecek, které obsahují olivín. Ten má místy až drahokamovou kvalitu (Prospekta, 2010).

5.2.4. Stav lokality

Kamenolom Smrčí je otevřen stěnovým lomem ve dvou částech (Řehák, 2004; Prospekta, 2010). V nynější době je rozčleněn na tři etáže (453, 445 a 441 m n. m.), přičemž dotěžení na nejnižší kótu je konečné z hlediska ochrany prameniště Zlatá voda (Bek, 2009). Těžba je tedy vedena směrem jihozápadním a jihovýchodním a to po rozšíření dobývacího prostoru z roku 2004 (Bek, 2009; Řehák, 2004).

5.2.5. Sanace a rekultivace

V prostorech, kde byla již v minulosti ukončena těžba, jsou dle Souhrnného plánu rekultivace výhradního ložiska čediče Smrčí u Semil v dobývacím prostoru Smrčí z března – května 2004 prováděny sanační a rekultivační opatření. Autorem tohoto plánu je Ladislav Řehák, plán byl schválen OBÚ v Liberci (Bek, 2009).

Prvotní rekultivační studie lokality Smrčí byly uskutečněny roku 1979. Ty předpokládaly rekultivaci území na zemědělskou a lesní půdu. Po roce 1989 je uvažována už jen rekultivace na lesní půdu, neboť za doby socialismu byla většina skryté ornice převezena na jiné lokality. Současný rekultivační plán vychází převážně z minulých studií, je však aktualizován o rozšíření dobývacího prostoru a je změněn pohled na druhovou skladbu dřevin (Řehák, 2004).

V rámci technické rekultivace je myšleno navezení vrstvy materiálu a úrodné zeminy na dno lomu o mocnosti minimálně 1 m. Většina lomových stěn bude upravena dosypáním do úhlu cca 27°. Na provedení této rekultivace bude spotřebován materiál z nově prováděných skrývek a na zbytek se využije zdroje mimo lokalitu kamenolomu (Řehák, 2004).

Biologická rekultivace uvažuje osázení lomu vhodnými druhy dřevin. Souhrnný plán rekultivace bere ohledy na přírodě blízkou obnovu, tedy je zde snaha o výsadbu druhů odpovídajícím místním podmínkám. Oproti roku 1995, kdy byla stanovena skladba dřevin s nejvyšším 30 % zastoupením *Picea abies* L. a *Pinus sylvestris* L., kleslo zastoupení těchto druhů na 20 %. Zároveň stoupl procento listnatých stromů (*Quercus robur* L., *Tilia cordata* Mill. a *Acer pseudoplatanus* L.) též na 20 % (Řehák, 2004).

Rekultivace lokality Smrčí je rozdělena na 26 dílčích etap, jejichž plány jsou realizovány od roku 1995. Celková doba rekultivačních opatření je rozplánována přibližně na 10 – 12 let se zahrnutím technické i biologické rekultivace. Pro detailnější přehled přikládám tab. 3 aktualizovanou roku 2004.

ETAPA	VÝMĚRA v ha	OBDOBÍ REKULTIVACE		
		TECHNICKĚ	BIOLOGICKĚ	
1	2,5441	1995-1996	1997-2002	LPF
2	0,3395	-----	-----	OST. PL.
3	1,0113	1996-1997	1998-2003	LPF
4	1,1030	přirodní sukcese 2003-7		LPF
5	0,5372	1996-1997	1998-2003	LPF
6	1,3006	2010-2015	2015-2020	LPF
7	1,8685	1997-2007	2003-2014	LPF
8	1,6201	2008-2014	2014-2020	LPF
9	1,8238	2001-2005	2006-2011	LPF
10	0,6650	2010-2015	2015-2020	LPF
11	1,8991	2008-2014	2015-2020	LPF
12	1,1982	2005-2010	2011-2016	LPF
13	3,2556	2010-2015	2016-2020	LPF
14	2,0090	2015-2020	2020-2025	LPF
15	7,8092	2015-2020	2020-2025	LPF
16	1,4020	2015-2020	2020-2025	LPF
17	6,6331	2011-2013	2014-2019	LPF
18	4,1434	2020-2025	2025-2030	LPF
19	0,8889	2020-2025	2025-2030	LPF
20	0,5385	po r. 2025	po r. 2025	LPF
21	0,4447	po r. 2025	po r. 2025	OST. PL.
22	1,4927	po r. 2025	po r. 2025	OST. PL.
23	0,6761	po r. 2025	po r. 2025	OST. PL. nebo LPF
24	0,8078	2015-2020	2020-2025	LPF
25	1,3819	2015-2020	2020-2025	LPF
26	2,2038	2015-2020	2020-2025	LPF

Tab. 3.: Harmonogram rekultivačních prací z roku 2004 (Řehák, 2004)

5.3. Metodika

Pro zpracování mého projektu bylo před zahájením práce nutno porovnat současný stav lokality Smrčí s důlními mapami těžební firmy. Všechny podklady pro zpracování mého úkolu mi byly poskytnuty panem Hubálkem a to s vědomím vedení CEMEXu. Ortofotografické snímky ZABAGED dané lokality jsem si objednala u Českého úřadu zeměměřičského a katastrálního (aktualizace dat 2012 a 2013). Pro porovnání jsem použila důlní mapu (8.4.2010, měřítko 1 : 1 000) a zároveň jsem využila i mapy Souhrnného plánu rekultivace po rozšíření DP (7. 4. 2004, měřítko 1 : 2 000). V rámci podkladů jsem si orientačně vytyčila jednotlivé plochy sukcesních stádií.

Při první návštěvě lokality 3.4.2014 jsem porovnávala mapové podklady s realitou. Plochy, kde se stále aktivně těží, plochy fungující jako účelové prostory a plochy s již zahájenou biologickou rekultivací jsem odsunula ze středu mého zájmu. Zbytek lokality jsem si rozčlenila na 5 kategorií podle stupně ukončení těžby. Jedná se o tyto kategorie:

- 1) 0 let
- 2) do 5 let
- 3) do 15 let

- 4) do 30 let
- 5) nad 30 let

U všech kategorií sukcesních stádií jsem si vytyčila dvě ukázkové plochy různé velikosti, které co nejlépe reprezentují danou charakteristiku. Tyto plochy jsem změřila přístrojem GPS Trimble GeoExplorer XH 2008. Data jsem zpracovala v programu QGIS. Mapa kamenolomu je ke zhlédnutí v příloze (obr. 5).

U sukcesních stádií kategorie 3, 4 a 5 jsem zaznamenala fytoocenologické snímky a to pro každou jednotlivou plochu dvakrát (rozměr 5 x 5 m). V rámci fytoocenologických snímků jsem se zajímala z pohledu horizontální struktury jen typy E3 (stromové patro) a E2 (keřové patro), to znamená jen o dřevitou vegetaci. V rámci fytoocenologických snímků jsem spočítala počet jedinců jednotlivých zastoupených druhů a změřila jim DBH (výčetní tloušťka) cca ve výšce 1,3 m nad zemí. Výsledky měření jsou zapsány v tab. 4.

Data z fytoocenologických snímků jsem zpracovala v Excelu 2007 do přehledných tabulek. Vypočetla jsem plochu průřezu kmene, které jsou zaznamenány ve třetím sloupci tabulky. Pro potřeby další analýzy byla zavedena myšlená plocha 100 m², na kterou jsem své výsledky přepočítala (celkový počet jedinců a plocha průřezu kmene). Dále jsem vytvořila tři grafy sledující závislost počtu druhů na čase sukcese, plochu průřezu kmenů v závislosti na čase sukcese na ploše 100 m² a počet jedinců v závislosti na čase sukcese na ploše 100 m² (tab. 2-4).

Všechny druhy rostlin jsem sjednotila podle Klíče ke květeně ČR.

Kamenolom Smrčí je fotograficky zdokumentován v příloze (obr. 6-17).

5.4. Výsledky a diskuze

Mapa kamenolomu Smrčí (obr. 5) s vyznačenými plochami měření ukazuje, že plochy ponechané spontánní sukcesi v předmětném kamenolomu jsou poměrně malé a často podlouhlých rozměrů s velkým podílem okrajů. To může představovat výhodu pro následné šíření druhů do oblasti lomu (Frouz, 2014). Zároveň funguje kamenolom jako koridor a úkryt pro živočichy. Na lokalitě byl spatřen zajíc polní (*Lepus europaeus* Pallas), stopy srnce obecného (*Capreolus capreolus* L.) a káně lesní (*Buteo buteo* L.). Většina opuštěných ploch již byla rekultivována a vedla ke vzniku prostor s různě starým porostem vysazených dřevin.

Větší plochy určené sukcesi by mohly vyniknout při dalším postupu těžby.

Tab. 4.: Snímky dřevitého patra na různě starých plochách kamenolomu Smrčí

Plocha 1a, 1b stáří 0 let		
bez dřevin		
Plocha 2a, 2b stáří do 5 let		
ojedinělý výskyt náletu, stejně jako na okolních plochách (<i>Betula pendula</i> Roth, <i>Carpinus betulus</i> L., <i>Larix decidua</i> Mill., <i>Pinus sylvestris</i> L., <i>Salix caprea</i> L. atd.)		
Plocha 3a, stáří do 15 let (fytolocenologický snímek 1., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	2,5	4,91
	2,9	6,60
	3,5	9,62
<i>Pinus sylvestris</i> L.	2,2	3,80
	4x nálet	1,00
<i>Salix caprea</i> L.	20x nálet	5,00
		30,93
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 123,72 cm ² (0,0127 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 112		
Plocha 3a, stáří do 15 let (fytolocenologický snímek 2., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	2,6	5,31
	3,1	7,54
	3x nálet	0,75
<i>Picea abies</i> L.	1x nálet	0,25
<i>Pinus sylvestris</i> L.	3x nálet	0,75
<i>Salix caprea</i> L.	2,7	5,72
	15x nálet	3,75
		24,07
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 96,29 cm ² (0,0096 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 100		
Plocha 3b, stáří do 15 let (fytolocenologický snímek 1., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	25x nálet	6,25
<i>Larix decidua</i> Mill.	1x nálet	0,25
		6,50
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 26,00 cm ² (0,0026 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 104		
Plocha 3b, stáří do 15 let (fytolocenologický snímek 2., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	25x nálet	6,25
		6,25
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 25,00 cm ² (0,0025 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 100		

Plocha 4a, stáří do 30 let (fytocenologický snímek 1., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	2,6	5,31
	3,8	11,34
	3,8	11,34
	4,1	13,20
	5,0	19,62
	5,4	22,89
	6x nálet	1,50
<i>Betula pendula</i> Roth	4,8	18,09
<i>Picea abies</i> L.	1,9	2,83
	3,8	11,34
	4,5	15,90
<i>Pinus sylvestris</i> L.	1x nálet	0,25
		133,61
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 534,44 cm ² (0,0534 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 68		
Plocha 4a, stáří do 30 let (fytocenologický snímek 2., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Betula pendula</i> Roth	15,0	176,62
<i>Populus tremula</i> L.	1,9	2,83
	1,9	2,83
	2,9	6,60
	3,2	8,04
	3,5	9,62
	5,0	19,63
	5,4	22,89
	8,3	54,08
	11,1	96,72
	14,0	153,86
	18,2	260,02
	20,0	314,00
	20,0	314,00
	28,0	615,44
	7x nálet	1,75
<i>Salix caprea</i> L.	6,4	32,15
	8,6	58,06
		2 149,14
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 8 596,56 cm ² (0,8597 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 96		
Plocha 4b, stáří do 30 let (fytocenologický snímek 1., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm²]
<i>Betula pendula</i> Roth	6,7	35,24
	9,2	66,44
	9,5	70,85
	10,2	81,67
	11,8	109,30

	13,7	147,34
	14,6	167,33
<i>Picea abies</i> L.	2,0	3,14
	2,5	4,91
	4x nálet	1,00
<i>Populus tremula</i> L.	2,5	4,91
	3,2	8,04
	8,3	54,08
	19,1	286,38
		1 040,63

na ploše 100 m² by byla plocha kmenů celkem: 4 162,52 cm² (0,4163 m²)

na ploše 100 m² by byl celkový počet jedinců: 68

Plocha 4b, stáří do 30 let (fytolocenologický snímek 2., 5 x 5 m)

Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm ²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	6x nálet	1,50
<i>Betula pendula</i> Roth	3,8	11,34
	4,1	13,20
	4,1	13,20
	4,7	17,34
	5,7	25,50
	6,0	28,26
	6,7	35,24
	7,0	38,47
	7,6	45,34
	8,0	50,24
	8,0	50,24
	8,3	54,08
	8,6	58,06
	8,6	58,06
	9,9	76,94
	11,8	109,30
<i>Larix decidua</i> Mill.	2x nálet	0,50
<i>Picea abies</i> L.	4x nálet	1,00
<i>Pinus sylvestris</i> L.	1x nálet	0,25
<i>Populus tremula</i> L.	7,0	38,47
	17,5	240,41
	23,2	422,52
<i>Salix caprea</i> L.	3,5	9,62
	11,8	109,30
		1 508,38

na ploše 100 m² by byla plocha kmenů celkem: 6 033,52 cm² (0,6064 m²)

na ploše 100 m² by byl celkový počet jedinců: 136

Plocha 5a, stáří nad 30 let (fytolocenologický snímek 1., 5 x 5 m)

Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm ²]
<i>Betula pendula</i> Roth	9,9	76,94
	1,5	1,77
	12,4	120,70
	14,3	160,52

	15,6	191,04
	22,0	379,94
<i>Populus tremula</i> L.	2,9	6,60
	3,2	8,04
	3,2	8,04
	3,5	9,62
	3,8	11,34
	8,3	54,08
	13x nálet	3,25
		1 031,88

na ploše 100 m² by byla plocha kmenů celkem: 4 127,52 cm² (0,4128 m²)

na ploše 100 m² by byl celkový počet jedinců: 100

Plocha 5a, stáří nad 30 let (fytocenologický snímek 2., 5 x 5 m)

Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm ²]
<i>Betula pendula</i> Roth	4,5	15,90
	6,0	28,26
	7,0	38,47
	7,3	41,83
	10,1	80,08
	10,5	86,55
	11,5	103,82
	12,0	113,04
	13,0	132,67
	15,0	176,62
	21,0	346,19
<i>Carpinus betulus</i> L.	5,7	25,50
	7,0	38,47
	9,2	66,44
<i>Picea abies</i> L.	3,2	8,04
<i>Populus tremula</i> L.	4,1	13,20
	4,7	17,34
	5,0	19,63
	3x nálet	0,75
		1 352,80

na ploše 100 m² by byla plocha kmenů celkem: 5 411,20 cm² (0,5411 m²)

na ploše 100 m² by byl celkový počet jedinců: 84

Plocha 5b, stáří nad 30 let (fytocenologický snímek 1., 5 x 5 m)

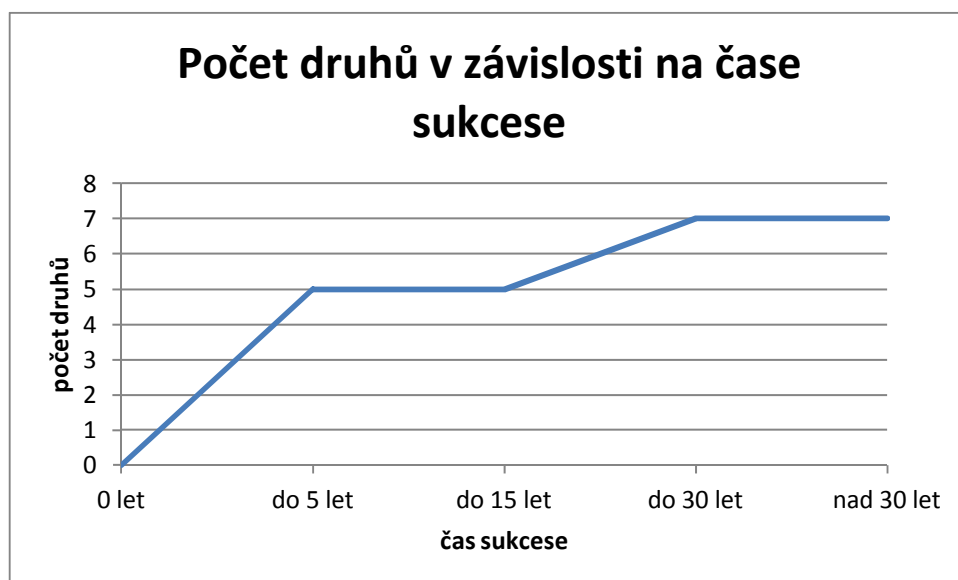
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm ²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	4,5	15,90
	13,4	140,96
	17,5	240,41
<i>Betula pendula</i> Roth	6,7	35,24
	14,3	160,52
<i>Prunus avium</i> L.	11,8	109,30
	17,5	240,41
		942,74

na ploše 100 m² by byla plocha kmenů celkem: 3 770,96 cm² (0,3771 m²)

na ploše 100 m² by byl celkový počet jedinců: 28

Plocha 5b, stáří nad 30 let (fytolocenologický snímek 2., 5 x 5 m)		
Druh	Průměr kmene [cm]	Plocha průřezu kmene [cm ²]
<i>Alnus glutinosa</i> L.	18,5	268,67
<i>Prunus avium</i> L.	9,2	66,44
<i>Sorbus aucuparia</i> L.	3,2	8,04
	5,0	19,63
	6,4	32,15
	8,0	50,24
	18,8	277,45
		722,62
na ploše 100 m ² by byla plocha kmenů celkem: 2 890,48 cm ² (0,2890 m ²)		
na ploše 100 m ² by byl celkový počet jedinců: 28		

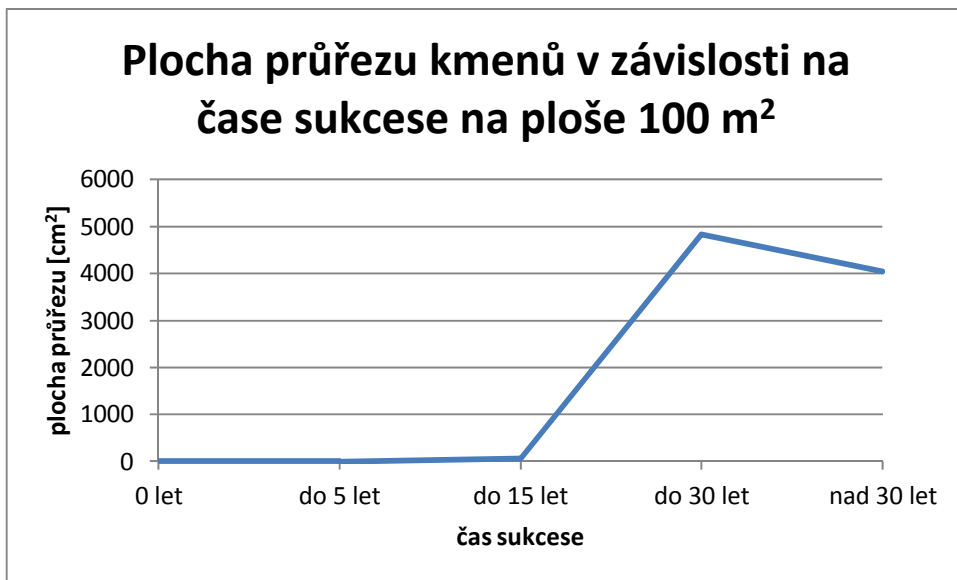
Tab. 4.: Snímky dřevitého patra na různě starých plochách kamenolomu Smrčí
pozn.: nálet – průměr kmene pod cca 2 cm, plocha průřezu kmene cca 0,25 cm²



Obr. 2.: Počet druhů v závislosti na čase sukcese

Z grafu počtu druhů v závislosti na čase sukcese (obr. 2) vyplývá, že počet druhů v průběhu času sukcese vzrůstá. Tento fakt je podložen i studií (Prach et al., 2013). Ten to vysvětluje tím, že řada druhů potřebuje k spontánní sukcesí vylepšení stanovištních podmínek, to znamená, že ne všechny druhy jsou schopny přežít raně sukcesní stádium. Zároveň je však nutno vzít v potaz konkurenční vztahy, které také s časem sukcese vzrůstají. Výslednicí mého grafu je však rostoucí křivka.

Při porovnání průměrného počtu druhů vyšších rostlin na ploše 25 m² na nerektifikovaných a rektifikovaných plochách na výsypkách v oblasti Mostecká vyšel autorům (Hodačová & Prach, 2003) stejný výsledek.



Obr. 3.: Plocha průřezu kmenů v závislosti na čase sukcese na ploše 100 m²
 pozn.: plochy průřezu kmene byly v rámci jednoho typu sukcesní plochy zprůměrovány
 plochy 2a a 2b – myšleny cca 2 jedince náletu na plochu 5 x 5 m (8 cm² plochy průřezu na 100 m²)

Obr. 3 nám dokumentuje přírůstek dřevní hmoty v rozmezí časového horizontu 30 let a více. Je dokázáno, že vegetace v souvislé ploše se v lomu uchytlí do 10 – 20 let (Novák, 2006; Prach et al., 2013). Svůj graf mohu tedy interpretovat tím, že největší přírůstek dřevní hmoty nastává v sukcesním stádiu 15 – 30 let, kdy dochází k ústupu bylinné vegetace, která bývá dominantou rané sukcese. Druhy jsou již uzpůsobeny klimatickým a geologickým podmínkám a v rámci mezidruhové konkurence je stanoviště ještě plně nevyužito. Nad 30 let věku dané plochy je vidět postupný úbytek plochy průřezů. To lze podle mě vysvětlit následovně. Stromy jsou již dostatečně vzrostlé a potřebují znatelný životní prostor a tím konkurenčně vytlačují další rostlinný nálet ze svého okolí. Naopak to neznamena, že dochází k celkovému úbytku dřevní hmoty, neboť je nutno uvažovat hmotu vzrostlých korun stromů, které nebyly v mé studii zahrnuty.



Obr. 4.: Počet jedinců v závislosti na čase sukcese na ploše 100 m²
 pozn.: plochy průřezu kmene byly v rámci jednoho typu sukcesní plochy zprůměrovány
 plochy 2a a 2b – myšleny cca 2 druhy dřevin na sledované ploše (8 jedinců na 100 m²)

Obr. 4 lze interpretovat obdobně jako obr. B. Můžeme na něm vidět raketový vzrůst počtu jedinců v rozmezí 5 – 15 let a jeho postupný úbytek po prvních 15 letech sukcese. První období 0 – 5 let je typické převážně bylinným rostlinstvem a minimálním zastoupením dřevin, což se po této době mění. V období do 15 let dochází k nástupu sukcese dřevin a počet jedinců roste. Ve chvíli, kdy dojde ke stárnutí jedinců, musí nutně z konkurenčních důvodů dojít i k úbytku jedinců, neboť přežijí jen ti konkurenčně nejsilnější. Z původního náletu dřevin tedy dojde ke starší souvisle zapojené lesní vegetaci. To pokračuje do věku 30 let, poté dle mého názoru musí dojít k ustálení tohoto jevu.

5.5. Popis sukcesních ploch

Údaje v této kapitole vycházejí z práce Řeháka (2004). První odstavec pod jednotlivými nadpisy popisuje geografické umístění a aktuální stav mnou měřené plochy. Druhý odstavec vysvětluje, co se s jednotlivou plochou zamýšlí podle Souhrnného plánu rekultivace. Označení lokalit na ortografickém snímku lomu Smrčí je v příloze práce.

Plocha 1a (4 111,92 m²)

Jedná se o plochu odvalu na dně lomu v blízkém sousedství technologické úpravny, proto se severní část plochy 1a nachází již mimo DP Smrčí. Odvaly jsou stále využívány, proto je plocha pokryta jen sporou, max. jednoletou vegetací bylinného charakteru.

Tento prostor se nachází v rekultivační ploše 19, která je uvažována na lesní půdu. Rekultivace jsou však plánovány až po roce 2020. V dnešní době je zde odval různého stáří, se kterým se stále pracuje.

Plocha 1b (5 516,91 m²)

Plocha 1b se nachází pod lomovou stěnou na platě lomu, momentálně slouží jako odval materiálu a stádium sukcese na ní je takřka nulové stejně jako na ploše 1a. S prostorem se stále pracuje.

Tato plocha je součástí rekultivace 9, která zahrnuje prostory lomové stěny a plán je na lesní půdy a část plochy se má nechat částečné sukcesí. V rámci této plochy 1b se však přes plán dokončit rekultivace do roku 2011 nechává tato oblast odvalům.

Plocha 2a (6 911,20 m²)

Jde o část plochy na dně lomu a přilehlé stráně na vrcholové části. Prostorem vede vyschlé koryto a celá oblast je ze západní strany oddělena účelovou komunikací. Cca 5 let stará sukcese dovoluje nálet dřevin.

Navrhovaná rekultivace této plochy 13 je na lesní půdu. Zatím jsou prováděny jen technické úpravy, většina části je nechána volně sukcesí.

Plocha 2b (1 565,05 m²)

Jedná se o plochu pod stěnou odkryvu. Má svažité terén na východ k cestě. Plocha je již cca 5 let nechána spontánní sukcesí a vyskytují se zde nálety dřevin s travinnou vegetací.

Je stejně jako plocha 1b v prostoru rekultivace 9 a plány s ní jsou totožné.

Plocha 3a (776,10 m²)

Toto místo se nachází přímo pod lomovou stěnou severního svahu lomu. Jedná se o úzký pás spontánně, avšak nerovnoměrně zarostlé plochy vedle cesty. Vegetace je stará přibližně do 15 let a nachází se zde větší výskyt vlhkomilné vegetace hlavně *Salix caprea* L.

Plocha 3a je v rámci rekultivační plochy 11 zamýšlena na lesní půdu. Jen vrcholová část stěny bude ponechána sukcesí. Vzhledem k tomu, že se jedná o průjezdový koridor, tedy spojnici

mezi severozápadní a jihovýchodní částí lomu, je pravděpodobně, že tato vegetace nebude zachována.

Plocha 3b (602,82 m²)

Jde opět o prostor pod lomovou stěnou, kde se nachází odval. Jedná se o malou oblast, která je pravděpodobně cca 15 let neobhospodařována.

Ačkoliv by měla být v rámci rekultivační plochy 7 rekultivace ukončena, na této ploše jsou uskladňovány odvaly půdy, na kterých byla někde zahájena rekultivace. Budoucnost těchto ploch je nejistá.

Plocha 4a (760,18 m²)

Nachází se v účelovém prostoru lomu jako trojúhelníkovité oddělení dvou přístupových cest, tedy prostor plata lomu. Prostor je cca 30 let spontánně zalesněn.

V rámci rekultivační plochy 22 se rekultivace území neuvažuje. Jedná se o technologickou plochu úpravny a po ukončení těžby v lomu by se dala využít k jiné průmyslové činnosti. Detaily by byly projednány až v plánu likvidace celého lomu. V případě změny v prostoru úpravny by byla plocha 4a (respektive plocha 4b) vykácena.

Plocha 4b (2 367,77 m²)

Je od plochy 4a oddělena jen účelovou komunikací, prostor je takřka totožný s plochou 4a .

Stejně jako plocha 4a se plocha 4b nachází v rekultivačním území 22, kde se rekultivace do doby ukončení provozu kamenolomu Smrčí neuvažuje.

Plocha 5a (2 197,33 m²)

Jedná se o částečně lomovou stěnu s plochou nad ní ohraničenou účelovou komunikací. Půda byla zde pravděpodobně odkryta. Porost starší 30 let však ukazuje, že je již dlouhou dobu nechán volně. Prostor se z větší části nachází mimo DP Smrčí.

Plocha 5a je součástí rekultivační plochy 12. Ta je vedena jako lomová stěna, která je plánována na rekultivaci na lesní půdu. Momentálně je nechána volně, neboť v jihovýchodní části lomu se stále těží.

Plocha 5b (1 363 000 m²)

Odvalová plocha s příkrými odkryvy půdy na jihu a východě. Mírné svahy na západě navazují na plochy, které jsou již uměle osázeny převážně *Pinus sylvestris* L. Sledovaná plocha 5b je spontánně zalesněna vegetací starší 30 let. Její severní část patří již mimo DP Smrčí.

Jedná se o východní část rekultivační plochy 17, která je navrhována na lesní půdu. Západní část je již technicky i biologicky upravena, plocha 5b se pravděpodobně až na úpravu odkryvu půdy na jihu nechá samovolně zarůst.

6. Závěr

1) Těžbou disturbované plochy mají potenciál na obnovu biologických i estetických funkcí. Je však potřeba provést více vědeckých výzkumů. Chybí komplexnější studie zahrnující např. interakce mezi společenstvy a jejich vlivy na sukcesi. V rámci posouzení potenciálu sukcese je potřeba mít individuální přístup ke každé lokalitě a objektivně zhodnotit místní abiotické charakteristiky i sociální aspekty, které mají na průběh a kvalitu sukcese také dopady.

2) Kamenolomy jsou dobrými lokalitami na přírodě blízkou obnovu ekosystému. Na celé řadě z nich se nachází vlivem spontánní sukcese řada ohrožených druhů rostlin i živočichů, které na rekultivovaných lokalitách nenajdeme. Při dobrém managementu a drobném technickém zásahu by se většina kamenolomů mohla stát dobrými stanovišti pro výskyt organizmů.

3) Sukcese v čedičových lomech směřuje převážně k lesní vegetaci.

4) Výsledky mé studie ukazují, že k vyvinutí řídké stromové vegetace dochází během prvních 15-20 let sukcese. Tento poznatek je podložen vědeckými studiemi od řady autorů.

Literatura

Adámek J., Novotný B., Koukal J. (1996): Stavební materiály. Akademické nakladatelství CERM, s.r.o. Brno

van Andel J. & Aronson J. (2012): Getting started. In: van Andel J. & Aronson J. (eds.): Restoration Ecology, The New Frontier, second edition, Blackwell, Oxford, p. 3-8

van Andel J., Grootjans Ab P., Aronson J. (2012): Unifying concepts. In: van Andel J. & Aronson J. (eds.): Restoration Ecology, The New Frontier, second edition, Blackwell, Oxford, p. 9-22

Bek K. (2009): Plán otvírky, přípravy a dobývání ložiska čediče v dobývacím prostoru Smrčí, aktualizace 2010-2014

Beneš J., Kepka P., Konvička M. (2003): Limestone Quarries as Refuges for European Xerophilous Butterflies. *Conservation Biology*, 17(4), p. 1058-1069

Bluvshtein N., Mahrer Y., Sandler A. et al. (2011): Evaluating the impact of a limestone quarry on suspended and accumulated dust. *Atmospheric Environment* 45(9), p. 1732-1739

Česká geologická služba (2013): Surovinové zdroje České republiky - nerostné suroviny, statistické údaje do roku 2012

Československý kamenoprůmysl, generální ředitelství (1973): Rozhodnutí k návrhu těžebního národního podniku, zn. DP – 50/72, Liberec

van Diggelen R. (2006): Restoration ecology and ecological restoration. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 7-12

Fişne A., Kuzu C., Hüdaverdi T. (2011): Prediction of environmental impacts of quarry blasting operation using fuzzy logic. *Environmental monitoring and assessment*, 174(1-4), p. 461-470

Frouz J. (2006): Interakce rostlin, půdy a půdních živočichů a jejich vliv na sukcesí. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 65-71

Frouz J., Livečková M., Albrechtová J. et al. (2013): Is the effect of trees on soil properties mediated by soil fauna? A case study from posot-mining sites. *Forest Ecology and Management*, 309, p. 87-95

Frouz J. (2014): Conclusion and practical consiferation. In: Frouz J. (ed): Soil biota and ecosystem development in post mining soil. CRC Press, Bota Racon, p. 290-302

Hobbs R. J. & Norton D. A. (1996): Towards a conceptual framework for restoration ecology. *Restoration Ecology*, 4(2), p. 93-110

Hodačová D. & Prach K. (2003): Spoil Heaps From Brown Coal Mining: Technical Reclamation Versus Spontaneous Revegetation. *Restoration Ecology*, 11(3), p. 385-391

- Chuman T. (2006): Příspěvek k poznání přirozené obnovy granodioritových lomů na Skutečsku. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 111-115
- Kovář P. (2006): Ekologie obnovy poškozené krajiny. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 23-38
- Kubát K., Hrouda L., Chrtěk J. jun. et al. (eds.) (2002): Klíč ke květeně České republiky. Academia, Praha.
- Kuzu C. & Ergin H. (2005): An assessment of environmental impacts of quarry-blasting operation: a case study in Istanbul, Turkey. *Environmental Geology*, 48(2), p. 211-217
- Ládyš L. (2001): Kamenolom Smrčí: Dokumentace hodnocení vlivu provozu kamenolomu Smrčí na životní prostředí. EKOLA, Praha
- Novák J. (2006): Variabilita sukcesních změn vegetace v čedičových lomech Českého středohoří. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 105-110
- Novák J. & Prach K. (2003): Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale. *Applied Vegetation Science*, 6, p. 111-116
- Obvodní báňský úřad v Trutnově (1990): Rozhodnutí o stanovení chráněného ložiskového území Záhoří, č. j. 496/90/Ko/H
- Prach K. (2006): Ekologie obnovy jako mladý obor a uplatnění botaniky v něm. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 13-21
- Prach K. (2009)a: Ekologie obnovy narušených míst I. Obecné principy. *Živa* 1/2009, p. 22-25
- Prach K. et al. (2009): Ekologie obnovy narušených míst II. Místa narušená těžbou surovin. *Živa* 2/2009, p. 68-72
- Prach K. (2009)b: Ekologie obnovy narušených míst VI. Shrnutí a závěrečné poznámky. *Živa* 6/2009, p. 262-264
- Prach K. & Hobbs R. J. (2008): Spontaneous succession versus technical reclamation in the restoration of disturbed sites. *Restoration Ecology*, 16(3), p. 363-366
- Prach K., Bartha S., Joyce C. et al. (2001): The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science*, 4(1), p. 111-114
- Prach K., Marrs R., Pyšek P. et al. (2007): Manipulation of Succession. In: Walker L. R., Walker J., Hobbs R. J. (eds.): *Linking Restoration and Ecological Succession*, Springer, New York, p. 121-149
- Prach K., Lencová K., Řehouňková K. et al. (2013): Spontaneous vegetation succession at different central European mining sites: a comparison across seres. *Environmental science and pollution research international*, 20(11), p. 7680-7685

- Prospekta, geologická kancelář (2010): Kamenolom Smrčí, dokumentace těžných lomových stěn a dokumentačních bodů geotechnického posouzení. Prospekta, Liberec
- Předpis č. 44/1988 Sb., Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství (horní zákon)
- Řehák L. (2004): Souhrnný plán rekultivace výhradního ložiska čediče Smrčí u Semil v dobývacím prostoru Smrčí (po rozšíření na jihozápad a jih)
- Řehounek J. & Hátle M. (2010): Obnova těžebních prostorů v ČR. In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice
- Řehouňková K. (2006): Spontánní sukcese vegetace ve štěrkopískovnách: možnost pro ekologickou obnovu. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 125-133
- Society for Ecological Restoration International (SER) (2004): The SER International Primer on Ecological Restoration. Society for Ecological Restoration International, Science and Policy Working Group, <http://www.ser.org/docs/default-document-library/english.pdf>
- Štýs S. et al. (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha 1981
- Tichý L. (2006): Diverzita vápencových lomů a možnosti jejich rekultivace s využitím přirozené sukcese na příkladu Růženina lomu. In: Prach K., Pyšek P., Tichý L. et al. (eds.): *Zprávy České Botanické Společnosti*, 41, Mater. 21, p. 89-103
- Tropek R., Kadlec T., Karesova P. et al. (2009): Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology*, 47(1), p. 139-147
- Tropek R., Tichý L., Prach K. et al (eds.) (2010): Kamenolomy. In: Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.): *Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi*. Calla, České Budějovice
- Vučka V., Franke M., Lána V. (1994): Posouzení stavu a ochrany životního prostředí a starých ekologických zátěží (ekologický audit). Praha