

Univerzita Karlova v Praze

Přírodovědecká fakulta

Katedra botaniky



Bakalářská práce

**Faktory ovlivňující sukcesí v rekultivovaných
lomech**

Factors affecting succession in abandoned mines

Martina Valoušková

Vedoucí práce: Doc. RNDr. Zuzana Münzbergová, Ph.D.

Praha 2010

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Faktory ovlivňující sukcesí v rekultivovaných lomech vypracovala samostatně a použila jsem jen pramenů, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Praze dne 13. 8. 2010

.....
Martina Valoušková

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala paní Doc. RNDr. Zuzaně Münzbergové, Ph.D. za její odborné vedení, cenné náměty a připomínky a především za její trpělivost. Dále děkuji všem, kteří mi pro vypracování bakalářské práce poskytli potřebné informace a podklady.

Abstrakt

Lámání vápenců v chráněných krajinných oblastech je fenoménem dnešních dnů a zároveň obrovským problémem. Nároky na množství a kvalitu vápence neustále stoupají a tím i tlak na rozšiřování dobývacích prostorů, které se nachází v areálech s výrazným krajinným a kulturním bohatstvím. O to větším problémem je následné navrácení poškozeného území zpět do přírodních koloběhů, ze kterých bylo násilně vytrženo. Neznámou je, zda je lepší postupovat formou rekultivací či pozvolnou obnovou; ponecháním území svému vlastnímu osudu – spontánní sukcesi.

V mé bakalářské práci se budu věnovat problematice spontánní sukcese v rekultivovaných lomech a faktorům, které ji ovlivňují. Je důležité zjistit, jakým způsobem se rostliny dokážou šířit na opuštěné, volné plochy po těžbě, kde budou primárními kolonizátory. Na lokalitě Čerínka v Českém krasu již probíhá terénní výzkum, který má za úlohu zjistit, zda a do jaké míry jsou rostliny schopny se šířit z mateřské lokality. Výzkum by měl prokázat, jaké překážky jim v tom brání (např. půdní poměry, kompetice okolních druhů, vodní režim či disturbance) a jak by bylo možné toto šíření urychlit či zjednodušit. Výzkum se provádí pravidelným fytoocenologickým snímáním dvakrát za vegetační sezónu.

Klíčová slova: spontánní sukcese, lomy, Český kras, těžba, rekultivace, faktory

Abstract

Extraction of limestone in protected landscape areas is a huge phenomenon and problem at the moment. Need of its quantity and quality constantly rise. The pressure to expand mining areas, which are located on places with considerable landscape and culture wealth, is rising as well. Returning of damaged territories back to natural cycle from which they have been forcibly extracted is even a bigger problem. The great unknown is whether it is better to proceed by means of reclamation or let the territory to its own evolution – spontaneous succession.

In my thesis I am going to deal with the problems of spontaneous succession and factors affecting it. It is important to find out how plants can spread to left and open areas after mining, where they are going to be the first inhabitants. The fieldwork take place Cerinka quarry in Czech Karst. The aim of the study is to collect informations how plants can spread from maternal habitats and try to find out if there are any hurdles, which could hinder plants in the expansion. By doing this it should be possible to identify why how to support spreading of the target species to the site. The research is based on regular collection of phytosociological relevés at the site.

Key words: spontaneous succession, quarries, Czech karst, mining, reclamation, factors

Obsah

Abstrakt/Abstract	4
1. Úvod	7
2. Rekultivace a/nebo sukcese?	8
2.1. Základní pojmy	8
2.2. Rekultivace	9
2.3. Sukcese	10
3. Faktory ovlivňující sukcesi v rekultivovaných lomech - literární přehled	11
3.1. Počátek sukcese	11
3.2. Abiotické faktory	11
3.2.1. Klimatické podmínky	12
3.2.2. Živiny	13
3.2.3. Reliéf a stanoviště	14
3.3. Biotické faktory	15
3.3.1. Šíření druhů z okolí	15
3.3.2. Druhová konkurence	17
3.3.3. Interakce rostlin s dalšími organismy	17
3.4. Disturbance a stres	18
3.5. Lidský faktor	19
4. Lokalita	20
4.1. CHKO Český kras	20
4.1.1. Přírodní poměry	20
4.1.2. Historie dobývání v Českém krasu	22
4.2. Lom Čeřinka	23
5. Návrh modelové studie - metodika	25
5.1. Pozorování sukcesních stádií ve srovnatelných podmínkách	25
5.2. Sledování sukcese na okraji lomu	25
5.3. Míra limitace schopnosti šíření druhů	25
5.4. Zjištění možnosti ovlivnění sukcese výsevem druhů z okolních lokalit	25
5.5. Význam dostupnosti mykorhizních hub pro vývoj společenstva	26
5.6. Vyhodnocení dat	26
6. Závěr	27
7. Literatura	28
7.1. Citovaná literatura	28
7.2. Ostatní zdroje	32
8. Seznam příloh	33

1. Úvod

Nároky na těžbu nerostných surovin pro průmysl neustále stoupají a poté zde jako jejich nevyhnutelný důsledek zůstávají rozsáhlá vytěžená území (Tropek *et al.* 2010). Právě v případě těžby jde o zásah velmi markantní, který neodvratitelně poznamená tvář a funkčnost krajiny po dlouhou dobu. Existuje mnoho negativních vlivů, které působí na narušovaná území. Může to být samotné lámání a těžba, která ovlivňuje reliéf (Ložek 1980) či doprovodné jevy, jako je hluk, změna vodního a půdního režimu, destrukce významných druhových společenstev nebo změna celkové tváře samotné krajiny a vytvoření její uniformity. Na druhou stranu nám tyto jizvy v krajině pomáhají poznávat historickou minulost Země (Ložek 1980) a dávají šanci na uchycení novým druhům či celým společenstvům a zvýšení tak druhové diverzity celého okolí.

Každý důlní zásah by měl být kompenzován cíleně orientovanou obnovou a měla by být využita nejvhodnější možná strategie, která nám zaručí nejlepší možný výsledek (Kramer *et al.* 2008). V dnešní době je vysoce preferován technický přístup k obnově narušených stanovišť (Prach a Pyšek 2001), ale existují další možnosti, jak navrátit násilně vyrvanou část krajiny zpět přírodě. Jednou z nich je využití spontánní sukcese k samovolnému začlenění disturbovaného území zpět do přirozených procesů. Právě spontánní sukcese je levnější a úspěšnější při obnovách území, kde nepanují extrémní podmínky, nejsou patrné výrazně negativní vlivy okolí (půdní eroze, kontaminace místních vod) a nepřevažuje zde veřejný zájem (rekreace, bezpečnost pro blízké okolí), který by vyžadoval technický přístup (Prach a Pyšek 2001, Prach *et al.* 2001, Prach a Hobbs 2008, Tropek *et al.* 2010). Příklad ve funkčnosti zmíněného přístupu nemusíme hledat daleko. Velmi dobré zkušenosti mají s tímto typem rekultivací v Německu, kde se stala území ponechaná samovolnému procesu přírodními zákoutími s diverzifikovaným prostředím a bohatou skladbou vzácných druhů rostlin a živočichů (Cílek 2002).

Přes veškerý pokrok ve vědě je v České republice neustále preferován způsob technické rekultivace, a to i na chráněných územích. V rekultivačních plánech nejsou zváženy všechny klady a zápory využití přirozené sukcese v praxi. Můžeme doufat, že další studie, jako byl výzkum umělého vysévání druhů rostlin z blízkých lokalit na degradovaná území opuštěných čedičových lomů v Českém středohoří u Nováka a Pracha (2010), napomohou osvětlit problematiku přirozené sukcese a zvážit její zapojení do oficiálního procesu rekultivace. Dopomoci by k tomu měla i má bakalářská práce orientovaná na tyto cíle:

- Zjistit nejdůležitější faktory, které ovlivňují průběh spontánní sukcese na těžbou narušených územích – literární rešerše.
- Nastínit další možné faktory, které by mohly významně ovlivnit průběh sukcese.
- Navrhnout možnosti dalšího studia přirozeného průběhu sukcese v technicky narušeném prostředí a faktorů, které ovlivňují její průběh.

2. Rekultivace a/nebo sukcese?

V dnešních dnech dochází k častým diskuzím, jak postupovat po skončení těžby a jak docílit opět přírodě blízkého území, které zde bylo před zahájením těžebních prací. V České republice existují zákonné normy, které dávají za povinnost odstraňovat škody způsobené hornickou činností. Jedním z nejdůležitějších zákonů, který tuto problematiku upravuje, je horní zákon č. 44/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů (novely horního zákona č. 541/1991 Sb. a č. 168/1993 Sb.). Ukládá těžbařům povinnost hospodárného využívání výhradních ložisek při těžbě, úpravě a zušlechťování surovin, dodržování zásad báňské technologie a bezpečnosti, „vyloučení neodůvodněných nepříznivých vlivů na pracovní a životní prostředí“ a „zajištění sanací všech pozemků dotčených těžbou výhradních nerostů“. Neopomenutelnou podmínkou je vytvářet pro sanaci a rekultivaci finanční rezervy. Činnost ve zvláště chráněných územích (ZCHÚ) – NP, CHKO, NPR, PR, NPP a PP upravuje zákon č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny, ve svém současném znění.

2.1. Základní pojmy

Již předem je důležité upozornit, že následující pojmy nejsou všeobecně nijak definované. Podléhají neustálému tlaku, vývoji a diskuzím.

Sanace – se v Horním zákonu č. 44/1988 Sb. (§31) definuje jako „odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur“ a v zákonu č. 334/1992 Sb. jako „činnost směřující k provádění vhodných úprav prostorů narušených těžbou tak, aby tvarem, uložením zeminy a vodními poměry byly připraveny k rekultivaci, pokud rekultivace přichází v úvahu“ (Rojík 2009).

Rekultivace – je pojmem z dob, kdy zemědělská produkce byla z ekonomických důvodů na předních příčkách tehdejších postupů u rekultivací. Postupem času se pro název vžilo i jiné využití. Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu rekultivaci definuje jako „proces, jehož úkolem je docílit, aby plochy dotčené jinou činností se staly opět způsobilé k dalšímu využití v krajině“ (Rojík 2009).

Renaturalizace – je obnovením původního přírodního stavu území po skončení těžby či stavbě komunikace či jiného lidského zásahu (Štefek 2001). Termín se významově přibližuje revitalizaci.

Hlavně ekonomické důvody vedly západní Evropu k upuštění od monofunkčních a rozsáhlých sanací a rekultivací. Na řadu přišla renaturalizace, kde se postupem času zjistily kladné efekty na stabilitu krajiny a diverzifikaci ekosystémů. Citlivé provedení používá méně invazní a levnější

technické zásahy, umožňuje členitější úpravu devastovaného území a architektonické dotvoření pro pestřejší využití území podle územního plánu. Renaturalizace se vůči sanaci a rekultivaci nijak nevyklučuje. Spíše na tyto činnosti navazuje a završuje je. Tento pojem je též velmi často dáván do spojitosti s tzv. ekologií obnovy (Rojík 2009).

Revitalizace – se vykládá jako znovuoživení a funkční zapojení do krajiny (Cílek 1999) nebo jako návrat do života (Štefek 2001). Obecněji jako náprava lidmi ovlivněné krajiny do stavu, co nejvíce podobného původnímu, tzn. že se má pozemek uvést do stavu blízkého před zahájením těžby. Bohužel tato varianta je neúměrně drahá. V podstatě to znamená znovuoživení hald a přesouvání problému dál v místě a čase (Rojík 2009).

2.2. Rekultivace

Je velmi důležité umět posoudit nutnost rekultivace zdevastovaného území. Protože každý další zásah lidské ruky vede k narušení citlivých vazeb k okolnímu prostředí. V některých případech ani k náročné a nákladné rekultivaci nemusí dojít. Mnoho lomů je založeno v polohách (prudké skalnaté svahy kopců, údolní zářezy), které rekultivaci klasickým postupem ani nedovolují a kde lomové stěny musí i po skončení těžby zůstat obnažené (Ložek 1980).

Předpokladem úspěšného navrácení území je samozřejmě dobře vypracovaný plán těžby a následných úprav. Po vytěžení ložiska je potřeba oblast upravit a zabezpečit tak, aby v první řadě nebyla nebezpečná pro budoucí obyvatele či návštěvníky. Postup můžeme rozčlenit na několik následujících etap, tzv. generely rekultivací, dle náročnosti a důležitosti (podle Rojíka 2009):

1. etapa – sanace neboli technická rekultivace: dochází k odstraňování technického vybavení, staveb, tvarování hald, odvádění povrchových a podzemních vod, stavění přístupových cest. Doba trvání je přibližně dva až tři roky. Tato etapa je velmi důležitá z hlediska následné bezpečnosti v lomech či těžebních areálech. K 1. etapě dochází téměř po každém ukončení těžby.
2. etapa – rekultivace neboli biologická rekultivace. Dochází k obnově území a jeho adaptaci k příštímu využití, k obnově produkčních schopností a mimoprodukčních funkcí nově vznikajících půd. Můžeme ji rozdělit na rekultivace zemědělské, lesnické, vodní, ekologickou obnovu a ostatní. Trvání je zpravidla pět a více let.

Níže uvedená tabulka dokládá pokles ploch ovlivněných těžbou a naopak nárůst rekultivovaných ploch za roky 2003-2007 v České republice.

Vývoj rekultivací po těžbě nerostných surovin v ČR

km ²	2003	2004	2005	2006	2007
Plocha s projevy těžby, dosud nerektivovaná	820	838	776	714	679
Rozpracované rekultivace	98	114	99	113	116
Ukončené rekultivace od počátku těžby	162	171	172	180	183
Rekultivace ukončené v daném roce	5	5	9	11	8

Zdroj: Starý J. *et al.* (2008): Surovinové zdroje České republiky - MŽP ČR a Geofond, ISSN 1801-6693 (upraveno)

Předmětem této práce není popsat jednotlivé druhy a postupy rekultivací. V následujícím textu se proto zaměřím pouze na ekologickou obnovu daného území. Ekologie obnovy je mladý obor, který využívá model spontánní sukcese a upřednostňuje nenásilnou implementaci narušeného území před převládajícími technickými a drahými přístupy. Ty většinou postrádají vědecky podložený základ, který je k úspěšné obnově nezbytný (Prach 2006).

Dle definice IUCN je ekologická obnova proces napomáhající obnově ekosystému, který byl degradován, poškozen nebo zničen.

2.3. Sukcese

Hlavním činitelem v ekologii obnovy je právě využití procesu spontánní sukcese. Ale co vlastně samotná sukcese znamená? Dle Begonovy definice můžeme sukcesí vystihnout jako „nesezónní, směrovaný a spojitý proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů v určitém místě“ (Begon *et al.* 1997). Anebo podle starší a rozsáhlejší Odumovi definice: „Ekologická sukcese je výsledek změn abiotického prostředí vyvolávaných společenstvem, tzn. že sukcese je společenstvem ovládána, i když abiotické prostředí určuje povahu, rychlost, změny a často i hranice, kam až vývoj může dojít. Vrcholí ustáleným ekosystémem, v němž na jednotku dosaženého toku energie uchovává nejvíce biomasy (nebo vysoký obsah informací) a nejvíce symbiotických vztahů mezi organismy. Směna druhů v sukcesní řadě nastává proto, že populace mění abiotické prostředí, a vytvářejí tak příhodné podmínky pro jiné populace, až je dosaženo rovnováhy mezi biotickou a abiotickou složkou.“ (převzato ze Slavíkové 1986).

Po ukončení těžby dochází v lomech k tzv. primární sukcesí, k procesu při kterém dochází k osídlení území, které bylo předtím degradováno a o veškerou vegetaci ochuzeno. Na rozdíl od sekundární sukcese, při sukcesí primární nejsou vytvořeny svrchní, organické ani půdní horizonty a neexistuje zde žádná primární zásoba semen v půdě (Kovář 2001).

3. Faktory ovlivňující sukcesi v rekultivovaných lomech – literární přehled

Vegetace je výsledkem činnosti mnoha faktorů působících na dané lokalitě v jednom okamžiku (ať už je okamžik chápán jako rok či desetiletí). Faktory mohou na rostliny působit izolovaně, ale jejich síla je v simultánním působení (Kovář 2001). Faktory určují vztahy rostlin k prostředí a ovlivňují jejich životní optima, která mohou být působením (nebo nepůsobením) jakéhokoliv dalšího faktoru narušena.

Hlavními faktory, které ovlivňují ekologickou sukcesi v oblastech s mírným podnebím (v námi studovaných podmínkách) jsou místní mezoklimatické rozdíly, krajinné faktory závislé na přítomnosti zachovalé okolní vegetace a místní faktory, hlavně fyzikálně chemické půdní vlastnosti (Novák a Konvička 2006, Prach *et al.* 2007, Moreno-de las Heras *et al.* 2008).

Na následujících řádcích jsem se pokusila pro přehlednost rozdělit faktory do několika oddělení. Jak jsem již ale zmínila, faktory působí simultánně a není možné je od sebe úplně oddělit. Někde tudíž dochází k prolínání vlivu několika faktorů najednou.

3.1. Počátek sukcese

Kolonizace opuštěných a narušených území probíhá v mnoha na sebe navzájem navazujících etapách. Prvními kolonizátory jsou pionýrské druhy velmi tolerantní k drsným podmínkám. Hrají významnou roli v přípravě území pro další druhy. Zamezují erozi a eliminují vliv toxického povrchu (Prach a Hobbs 2008). Populace je obvykle velmi chudá, pokrytí je nízké a schopnost konkurence malá (Duan *et al.* 2008). Obecně jde shrnout, že počáteční stadia sukcese jsou typická převahou ruderalních jednoletých a dvouletých rostlin, které se rozmnožují velkým množstvím semen roznášených větrem na velké vzdálenosti (Novák a Prach 2003, Thompson a McKinley 2006, Duan *et al.* 2008). Během let přechází vegetace k trvalým travinám a druhům typickým pro otevřená stanoviště až k druhům typickým pro les (Prach a Hobbs 2008). Samozřejmě toto tvrzení je velmi obecné, protože na stanovišti existuje celá řada dalších faktorů (extremní stanoviště vápencových lomů), které ovlivňují uchycení ostatních jednotlivých druhů.

Po několik desítek let od začátku kolonizování opuštěného území se na lokalitě udržuje druhové bohatství na vysoké a relativně konstantní úrovni, ale poté rychle klesá a společenstvo se mění z krátce žijících ruderalních druhů na dlouhověké stres tolerující druhy (Ursic *et al.* 1997).

Prach a Pyšek (2001) i Prach a Hobbs (2008) dokládají významnou roli invazivních druhů rostlin na sukcesi na narušených územích. Některé konkurenční druhy rostlin mohou zabrzdit

přirozený vývoj na dlouhou dobu vytvořením kompaktního pokryvu. V podmínkách střední Evropy je to převážně druh *Calamagrostis epigejos*, *Solidago canadensis*, *Reynoutria* spp., *Aster* spp, *Acer negundo* a *Robinia pseudacacia*.

3.2. Abiotické faktory

3.2.1. Klimatické podmínky

Teplota, světlo a voda ovlivňují chod všech základních fyziologických procesů. Klimatické podmínky jsou velmi důležité v ohledu na místní druhové složení, silně ovlivňují účast dřevinných druhů na kolonizaci území a rozhodují o hranicích areálu druhu (Prach 2003). Mají vliv na klíčení, růst, produkci biomasy i reprodukci a velmi ovlivňují schopnost rostlin kolonizovat a prospívat na dříve narušených lokalitách (Novák a Prach 2010).

Životní podmínky v lomu primárně závisí na jeho stanovištních poměrech – zda je lom otevřený a slunný nebo je uzavřený a stinný (Chuman 2006). Každá lokalita má své specifické mikroklima, které je odlišné od okolní krajiny. Velmi vhodným příkladem mohou být vápencové lomy. Albedo vápencových skal je vyšší než albedo okolního vegetačního krytu, což vede k většímu světelnému požitku rostlin (Tichý 2006). K tomu napomáhá i totální absence vegetačního krytu na narušené lokalitě. V Růženině lomu u Brna přišel tým vědců se zjištěním, že oproti okolním, vegetací pokrytým lokalitám, u kterých nedochází k výrazným výkyvům teplot, dochází na těžbou odkrytých stanovištích k výrazné akumulaci tepla podkladem během dne a naopak k jeho postupnému vyzařování v nočních hodinách (Tichý 2006).

Každé mikroklima je typické pro určité druhy rostlin a ty jsou pak specifické pro jednotlivé stanovištní podmínky, kde se vyskytují. Příkladem mohou být bývalé stěnové žulové lomy na Skutečsku, které jsou zapuštěné do okolního terénu. Převažují zde stinná a vlhká stanoviště s dominantními druhy *Dryopteris filix-mas*, *Geranium robertianum*, *Impatiens parviflora* a *Polypodium vulgare*. Na místech s akumulací bylinného opadu je umožněn vývoj nitrofilní bylinné vegetace (Chuman 2006).

Orientace stanovišť ke světovým stranám velmi ovlivňuje jejich celkovou druhovou skladbu. Na jih orientované lokality vykazují vyšší příjem sluneční radiace během dne. Se sluneční energií dopadající na povrch země roste i okolní teplota a ovlivňuje tak místní mikroklimatické poměry. Podle studie Ursic *et al.* (1997) v opuštěných lomech na jihu Ontaria v Kanadě jsou druhy přizpůsobené teplejšímu, suššímu a dobře osvětlenému stanovišti (*Melilotus officinalis*, *Rumex crispus*, *Candelariella aureola*, *Verrucaria nigrescentoides*) nacházeny hlavně na jižně exponovaných místech. Naopak druhy tolerující chladnější, vlhčí a zastíněný prostor s větším množstvím srážek (*Geranium robertianum*, *Bryum algovicum*, *Platydictya subtile*) nalézáme na severně exponovaných místech.

Množství vody dostupné pro druhy na lokalitě je ovlivněno hlavně přísunem vodních srážek z atmosféry a jejich zadržením půdou na místě jejich dopadu. Voda ovlivňuje jako nezávislá proměnná celý ekosystém a účastní se v něm všech hlavních pochodů spojených s koloběhem hmoty, potravními řetězci a metabolismem rostlin (Slavíková 1986). Atmosférické srážky jsou v České republice dostupné ve formě kapalné jako déšť nebo pevné a to ve formě sněhu nebo ledu (kroupy). Dalším vlivným činitelem, který ovlivňuje množství srážek, je zeměpisná poloha lokality. Záleží na zeměpisné délce, šířce, nadmořské výšce, orientaci vůči světovým stranám a okolnímu reliéfu krajiny. Vzhledem k absenci vegetačního krytu na disturbovaných lokalitách je velmi zásadním faktorem ovlivňujícím množství vody na lokalitě sklon svahu a typ půdního krytu, především jeho fyzikální vlastnosti. Jílovité půdy jsou vhodné k zadržování vody, ale kvůli malým půdním pórům a silným kapilárním silám, které vodu v pórech zadržují, je pro rostliny špatně využitelná nebo nepřístupná. Druhým extrémem jsou půdy písčité, které jsou typické velkými póry. Voda u písčitých půd je pro rostliny dobře přístupná, ale vzhledem ke gravitačním silám jen po velmi krátkou dobu. Tyto půdy jsou specifické špatným zadržováním většího množství srážek a jejich rychlým odtokem do hlubších vrstev půdního krytu, kde už je pro rostliny nepřístupná. Nenašla jsem mnoho studií, které by se přímo zabývaly problematikou vodních srážek a množstvím vody a jejich vlivu na schopnosti rostlin osídlit disturbovaná stanoviště. Snad jen studie Pracha *et al.* (2007), která se ale nakonec věnovala spíše pH půdy a studie Zenga *et al.* (2010) pro kterou bylo stěžejní vysvětlit, jak moc ovlivňuje nedostatek vody schopnost rostlin vyklíčit. V laboratorním pokusu na typických aridních a semi-aridních druzích rostlin jižní Číny studie uvádí, že schopnost vyklíčit závisí na životních strategiích jednotlivých zkoumaných druhů rostlin a jejich specifických ekologických adaptacích na nepříznivé podmínky.

Obecně lze shrnout, že pokud se druhy nachází na lokalitách, které se blíží jejich přirozenému optimu (druhy suchých trávníků na teplých a suchých místech), je jejich výskyt hojný. Naopak pokud se druhy nachází na lokalitách od jejich optima vzdálených (druhy suchých trávníků na chladných a vlhkých stanovištích) je jejich výskyt sporadický a shlukovitý (Novák a Prach 2010).

3.2.2. Živiny

Dostupnost živin v podobě minerálních či organických látek je pro počáteční stádia sukcese u rostlin velmi důležitá. Cenné jsou zejména lokality, kde se vzhledem k počátečnímu nedostatku živin déle udržují stádia sukcese (Sádlo 2009). Jednu z hlavních rolí hraje matečná hornina. Například vápenec je dosti vzácným typem geologického podloží, a tak i rostliny na něj vázané jsou mnohem vzácnější než ostatní druhy tolerující jiné složení půd (Tichý a Sádlo 2001).

Dostupnost N, P a množství Ca^{+} určují pH půdy, stejně tak i obsah solí a těžkých kovů. Půdní pH s rostoucím sukcesním stářím a vlivem půdních procesů klesá (Duan *et al.* 2008). PH ovlivňuje

dostupnost a obsah jednotlivých půdních elementů. S postupem sukcese Na a Ca klesá, na druhou stranu obsah C a N, K a ve vodě rozpustného F stoupá (Frouz *et al.* 2008, Duan *et al.* 2008).

Na kyselých půdách je uchycení a následný rozvoj rostlin velmi limitován. Celý systém je pak velmi chudý a jednoduchý. Je to též pravděpodobně kvůli nedostatku druhů z blízkých zdrojů (které rostou na zásaditých půdách) a příležitostné toxicity spojené s extrémně kyselými substráty (Moreno-de las Heras *et al.* 2008). Na těchto substrátech prosperují hlavně pionýrské druhy s rozsáhlým kořenovým systémem, který je schopný tolerovat silnou aciditu a druhy, které se umějí vyrovnat se silným povrchovým odtokem a jsou schopny akumulovat půdní organické látky ((Duan *et al.* 2008). Celý proces kolonizace území je na takto toxických substrátech pomalejší než za normálních podmínek (Prach a Pyšek 2001). Na druhou stranu je překvapivé, že Prach *et al.* (2007) přišli s tvrzením, že pro počty druhů kolonizující narušenou lokalitu, jsou daleko důležitější biotické faktory (množství semen dostupných z okolních stanovišť) než úroveň pH substrátu, se kterou se dá případně manipulovat.

S rostoucím sukcesním stářím produkce humusu a obsah živin v něm na lokalitě stoupá. To je způsobeno významným vzrůstem v produkci bylinné a dřevní biomasy v pozdějších sukcesních stádiích, která se poté mění v organickou půdní hmotu. Frouz *et al.* (2008) mikrostrukturní analýzou odhalili, že aktivita žíhal, především promíchávání organických a minerálních vrstev, hraje hlavní roli v uspořádání celé humusové vrstvy a celkovém rozložení dostupných živin pro rostliny.

3.2.3. Reliéf a stanoviště

Při tvorbě nové morfologie prostoru po ukončené těžbě, respektive návrhu, se využívají náměty z okolní přírody, ale i morfologie starých lomů již dříve opuštěných, které dnes už náleží do kulturní krajiny a vytváří její krajinný ráz (Štefek 2001). Důležité je umístění ke světovým stranám, velikost lomu, množství produkovaného odpadu, vzdálenost od komunikací a přístupnost (Hakl 2001).

Díky těžbě vznikají nové typy lokalit, které pro dané místo nemusejí být typické. Tím vzniká šance pro nové druhy rostlin či pro druhy, které jsou nuceny ustupovat tlakům kompetičně silnějších druhů. V případě Českého krasu vyniká odtěžením horniny skalní podklad, který simuluje výjimečná a ohrožená přirozená stanoviště vápencových skal a svahů, na něž je vázána řada vzácných rostlin a živočichů (Tichý a Sádlo 2001).

Sukcesí roste na narušených lokalitách vrstva opadu a humusových složek, na kterých se postupně vytváří nový vegetační kryt, pro který je rozhodující zejména míra stability skal a sutí, schopnost povrchu zachytit a udržet vodu a množství dopadajícího slunečního záření (Tichý a Sádlo 2001). Nestabilita stěn lomů ovlivňuje abundanci a složení kolonizujících druhů (nemá vliv na většinu ruderalních bylinných druhů), ale na druhou stranu je zde také silný vliv určený stářím lokality a její velikostí (Ursic *et al.* 1997, Prach a Pyšek 2001, Novák a Konvička 2006).

Vliv velikosti disturbovaných ploch na úspěšnost sukcese je značný. Menší území mají větší šanci osídlit druhy typické pro místní vegetaci (Prach a Pyšek 2001). Studie Ursic *et al.* (1997) v jižní Kanadě dokládá, že nestabilní stěny lomů jsou osídleny hlavně krátkověkými jednoletými druhy nebo trvalkami. Stabilní stěny jsou naopak schopny osídlit pouze dlouhověké stres tolerující druhy - stromy, mechorosty a lichenizované druhy. Podle Tichého a Sádla (2001) vyšší stabilitu vykazují sutě s drobnějšími kameny a jsou osidlovány prvními pionýrskými rostlinami. Kovář (2001) uvádí velký vliv strmosti svahu na lokalitě. Čím je svah prudší, tím větší je vliv matečné horniny na půdní chemismus a následně na druhovou skladbu daného místa. Více exponovaná místa jsou vystavena většímu vlivu klimatických změn v průběhu roku a díky absenci vegetačního krytu, zde povětrnostní poměry mohou dosahovat svého extrému.

3.3. Biotické faktory

V převážné míře se jedná o vzájemné vazby mezi jednotlivými rostlinnými druhy či dalšími organizmy daného prostředí.

3.3.1. Šíření druhů z okolí

Struktura společenstva je velmi závislá na vzdálenosti od semenných zdrojů a je limitována schopností jednotlivých druhů šířit se na nová území (Novák a Konvička 2006, Moreno-de las Heras *et al.* 2008). Poměrně rychle proniká okolní skalní květena i zvířena do lomů, které bezprostředně navazují na přírodní skály (Ložek 1980) a okolní vegetaci. Na rozsáhlém území pomaleji migrující druhy, přicházející navíc jen z početně slabých populací přežívajících na několika izolovaných místech v okolí, nemají téměř žádnou šanci úspěšně osídlit vytěžený prostor (Tichý a Sádlo 2001). Postup přirozeného pronikání stanovištně vhodných a žádoucích prvků je také podstatně brzděn možná i znemožněn odlehlostí nově vzniklých skalních partií od přirozených skal, z nichž by k takovému šíření mohlo dojít (Ložek 1980) a skladbou okolní vegetace (Prach a Hobbs 2008).

Na disturbovaných územích se úspěšně usazují vzácné druhy s velmi malými semeny. Ačkoliv mají tyto druhy nízkou abundanci v okolí lomů, tak jejich schopnost překonat velkou vzdálenost a akumulovat se na stanovištích v lomech je obrovská (Kirmer *et al.* 2008). Kirmer *et al.* (2008) také dokládá na příkladu z východního Německa, že je velmi důležité zachovat zbytkové populace vzácných druhů rostlin na okolních stanovištích, aby jim byla dána šance šířit se na pro ně vhodné lokality v lomech či jinak narušených územích. Ta fungují jako obrovský lapač anemochorních a vzácných rostlin (Tichý a Sádlo 2001, Kirmer *et al.* 2008).

Studie Nováka a Konvičky (2006) na čedičových lomech v Labském Středohoří pomáhá zodpovědět mnoho otázek okolo ovlivňování narušeného povrchu okolní vegetací. Tato práce jasně

dokládá, jakým způsobem jsou rostliny schopné osidlovat nová území, jaké překážky jim v tom brání a jak moc je důležité druhové složení blízké vegetace. S prvním faktem, se kterým vědci přišli, je závislost na vzdálenosti a velikosti plochy xerothermní vegetace, která by měla disturbované území osídlit. Nejsilnější vliv byl prokázán ve vzdálenosti do 30 m od vegetace lomu. K mezofilnímu průběhu sukcese začalo docházet ve vzdálenosti více jak 100 m od trvalého porostu. Extrémní podmínky zabraňují uchycení dřevinné vegetace. Ukázalo se, že blízký příchod či naopak absence kompetitivních xerothermních druhů předurčuje celý další sukcesní vývoj vegetace. Při jejich absenci bude sukcese směřovat k mezofilním křovinám. Pokud se budou trávníky nalézat v blízkém okolí, mají jejich diaspory větší šanci se na lokalitu dostat dříve a ve větším množství. V xerothermních travinných společenstvech se hlavně vyskytují snadno se rozšiřující se druhy (*Trifolium arvense*, *Arenaria serpylli-folia*, *Echium vulgare*, *Euphorbia cyparissias*), které jsou přítomné i v lomech od stepních biotopů vzdálených. Místa mohou také dobře kolonizovat slabí kompetitoři (*Erysium crepidifolium*, *Sedum album*, *Centaurea stoebe*, *Acinos arvensis*), kteří preferují iniciační stadia sukcese a poté jsou postupně nahrazovány silnějšími mezofilními druhy.

Vliv na šíření druhů má především vítr. Vyhlazuje povrch terénu a žene před sebou deponovaný materiál i lehká semena (Kovář 2006, Marteinsdóttir *et al.* 2010). Semeno při přesunu větrem musí zavadit o terénní nerovnost, aby se mohlo uchytit a vyklíčit. Velmi zajímavá studie Kirmer *et al.* (2008) na nutričně chudých územích Saska v Německu se zabývá disperzí na dlouhé vzdálenosti. Podle Kirmer *et al.* (2008) je právě vítr jedním z hlavních faktorů ovlivňující primární sukcesí. Většinou jde ruku v ruce s dalšími faktory, hlavně klimatickými. Kirmer *et al.* (2008) ve své studii také uvádí, že druhy s adaptacemi pro přenos vzduchem, které disponují semeny s nízkou hmotností, mají vyšší šanci osídlit vhodné lokality.

Významný vliv na rozšiřování semen po lokalitách mají i mravenci. Myrmekochorie je velmi zvláštní symbiotický vztah mezi nimi a rostlinnou. Aniž by mravenci tušili, tak právě díky konzumaci elaiosomu semena neúmyslně roznáší (Slavíková 1986). Doklad nám může poskytnout studie Jarešové a Kováře (2004), kdy byly na rudním odkališti studovány tři druhy mravenců (*Tetramorium caepitum*, *Sasimus niger*, *Formica rufibarbis*). Zjistili, že mravenci si nosí z širšího okolí odkaliště semena jako stavební materiál nebo jako potravu do svých hnízd. Ta jsou umístěna pod povrchem a na ploše odkaliště se dají najít pouze vstupní otvory. Důvodem umístění mravenišť pod povrchem jsou extrémní podmínky (výkyvy teplot během dne i během roku) na povrchu země. Na okrajích vstupních otvorů dochází k postupnému klíčení semenáčků a k ozelenění prázdné plochy.

Samozřejmě, že vlivu na rozšiřování semen do okolí je mnoho. Záleží však na každé jednotlivé lokalitě, na její geografické poloze, na její dostupnosti a na přítomnosti nepříznivého vlivu z okolí, který by v šíření semen bránil. Vhodným příkladem může být divoká zvěř či ptáci přítomní na studovaném území. Napomáhají šíření rostlin, ale i samotnému šíření brání konzumací semen. Konzumenti semen jsou málo prozkoumaným, ale potvrzeným negativním vlivem na šíření rostlin

na narušené plochy. Mohou ovlivnit celkovou druhovou skladbu lokality, velikost areálu konzumovaného druhu nebo omezit jeho schopnost šířit se na rozsáhlejší území (Orrock et al. 2006).

3.3.2. Druhá konkurence

Ke konkurenci dochází v momentě, kdy se setkají dva a více druhů usilujících o stejné místo v prostoru, který je vhodný k osídlení. Právě konkurence zajišťuje různorodost a pestrost budoucí vegetace na narušených územích. Je nedílnou součástí sukcesního procesu a změn, které probíhají na lokalitě v průběhu času. Velmi záleží na abiotických faktorech a na nikách okolních druhů. Pokud dojde ke shodě a dva druhy mají stejné požadavky na abiotické podmínky, stejný životní cyklus a nedostatek prostoru pro volný růst, dochází ke konkurenci.

K nejsilnější konkurenci dochází hlavně v půdním prostoru, kdy si jednotlivé druhy navzájem odebírají vodu a minerální látky (Slavíková 1986). Tuto kompetici o půdní zdroje může snižovat mykorhizní symbióza (Gryndler *et al.* 2004). Zajišťuje přísun minerálních látek, organických látek a energie (Simard *et al.* 1997, Malcová *et al.* 2001). Postupující sukcesí může docházet i ke kompetici o sluneční záření. Dochází k rozrůznění vegetace na patra a rostliny, které nesnáší zastínění, jsou postupně vytlačovány, ze svého stanoviště. Jsou to především primární kolonizátoři, kteří osídlili lokalitu jako první a připravili ji pro druhy sukcesně starší.

3.3.3. Interakce rostlin s dalšími organismy

Mezi rostlinami a ostatními druhy přítomnými na jedné lokalitě může dojít k vzájemné úzké kooperaci a provázanosti. Jedná se o specifické interakce ovlivňující nadzemní i podzemní části rostlin. Interakce jsou pro rostliny jak prospěšné, bez výrazného efektu, tak i ryze negativní, kdy narušují samotný vývoj jedince. Můžeme se setkat s herbivorií (v kapitole o disturbancích), se spoluprací rostlin s mravenci (o myrmekochorii je blíže pojednáno v kapitole o šíření rostlin z okolí), se zvláštní symbiózou mezi rostlinou a houbou – mykorhizou nebo se symbiózou s tzv. hlízkovými bakteriemi.

Mykorhiza je intimním vztahem mezi houbami a hostitelskými rostlinami a je ovlivněna druhovým složením rostlin v průběhu celé sukcese (Gryndler *et al.* 2004). Arbuskulární mykorhizní houby (AMF) invadují na narušené a nutričně chudé půdy pomocí větru či zvěře (Allen a Allen 1992) a jsou pro rostliny rozhodující. Vztah zabezpečuje oboustrannou výměnu potřebných živin (asimilátů strany rostliny a minerální látky ze strany houby). Každá rostlina preferuje specifické mykorhizní houby (Püschel *et al.* 2006) a díky nim má zajištěné dostatečné množství minerálních a organických látek potřebných k úspěšnému kolonizování narušených ploch. Výraznou nevýhodou využití arbuskulární mykorhizy v nepříznivých podmínkách lomů je citlivost hub na abiotické podmínky lokality (především dostupnost N a pH půdy) a negativní biotické vlivy v podobě intenzivní

pastvy (Malcová *et al.* 2001, Gryndler *et al.* 2004, Straker *et al.* 2007, Tian *et al.* 2009). Ohledně této problematiky existuje jen málo dalších doložitelných studií. Určitě by si výzkum interakcí mezi rostlinou a houbou na narušených územích zasloužil větší pozornost a hlubší poznání.

Příkladem prospěšného soužití je i symbióza nitrogenních organismů (hlízkových bakterií) s kořeny bobovitých druhů rostlin. Bakterie a houby vážou dusík a za poskytnutí asimilátů jej rostlinám poskytují. Čím více asimilátů obdrží, tím více dusíku rostlině poskytnou. Rostlina a hlízkové bakterie tvoří ekologickou jednotku (Slavíková 1986). O tom jak a zda tato symbióza ovlivňuje schopnosti rostlin osídlit narušené lokality je známo velmi málo. Tato problematika by si rovněž zasloužila větší pozornost.

3.4. Disturbance a stres

Určitá míra disturbance je důležitá pro udržení biodiverzity – koexistence druhů a je nutná, aby sukcese blokovala nebo vracela zpět. Také z hlediska ochrany rostlin bývá vhodné lokality opakovaně disturbovat např. pojezdy vozů, případně na nich zavést či obnovit sečení (Sádlo 2009).

Na úpatí Mount St. Helen v Severní Americe mají víceleté byliny a traviny navzájem opačný vztah k disturbovaným územím. Víceleté byliny jsou schopnější expandovat na intenzivněji narušené plochy než trávy (Tsuyuzaki a del Moral 1995).

Na místech s velmi omezujícími a stresujícími podmínkami se ostatní vlivy stávají ještě významnějšími. Tyto vlivy jsou závislé na počátečních podmínkách a na výskytu ostatních disturbancí jako je vodní eroze, pastva či houboví škůdci. Na velmi disturbovaných územích mohou prospívat pouze jednoduchá a rozptýlená společenstva. V práci Morena-de las Heras *et al.* (2008) pastva a/nebo houboví škůdci zajišťují v uhelné pánvi na středovýchodě Španělska velmi diversifikované společenstvo, kde dominují různé druhy trsovitých rostlin (*Thymus vulgaris*, *Xeranthemum Annuum*, *Santolina chamaecyparissus*, *Onobrychis vicifolia*).

Půdní eroze byla klasifikována jako klíčový faktor pro vývoj vegetace a sukcese, jak v přírodních, tak rekultivovaných územích (Nicolau a Asensio 2000, Wang *et al.* 2007, Moreno-de las Heras *et al.* 2008). Odnosem svrchní vrstvy půdy vznikají mezery, kde mají méně kompetičně zdatné druhy rostlin šanci úspěšně osídlit.

Disturbance v podobě pastvy a houbových škůdců má též významný vliv na postiženou lokalitu, na sukcese vegetace a její druhové složení. Máme k dispozici mnoho studií, které tento vliv dokazují. Nejvíce se jich zabývá problematikou herbivorie nadzemních částí rostlin, ale stejnou váhu má i herbivorie pod zemským povrchem (Blossey a Hunt-Joshi 2003). Živočiškové vlivem konzumace částí rostlin vytváří mezery v porostech a ovlivňují kompetici jednotlivých rostlin na lokalitě (Fagan a Bishop 2000, Erbilgin a Raffa 2003, Moreno-de las Heras *et al.* 2008). Na druhou stranu

může pastva hrát významnou roli v šíření nových druhů. Velké množství semen může být transportováno v srsti nebo zaživačím traktu zvířat (Mitlacher *et al.* 2002 in Moreno-de las Heras *et al.* 2008).

3.5. Lidský faktor

Člověk je nezastupitelným prvkem v dnešní industrializované krajině. Jeho management výrazně ovlivňuje utváření krajiny. Jeho vliv na sukcesí v lomech je nesmírný. Sečení, pastva i setí mají významné dopady na strukturu společenstev.

Novák a Prach (2010) využili faktu, že suché narušené trávníky se v mnoha parametrech shodují s územím narušeným těžbou a přišli se studií, která měla za úkol zjistit, jaký vliv bude mít řízené vysetí vybraných druhů rostlin ze sousedních lokalit na celkové druhové složení disturbovaného stanoviště. Výstupem práce bylo zjištění, že vysetím se urychlil proces sukcese směrem k vytvoření cílového společenstva suchých trávníků a dokonce místně vzrostla druhová bohatost vzácných druhů rostlin. Vysetím zde vznikla útočiště pro mnoho ohrožených druhů (Prach a Hobbs 2008).

Dalším podobným příkladem vhodného managementu narušených území může být průběh sukcese v Růženině lomu u Brna (Tichý 2006). Druhy introdukované v mulčovacím senu z okolních lokalit (*Festuca rupicola*, *F. valesiana*, *Thymus pannonicus*) výrazně ovlivnily celý průběh rekolonizace vegetačního krytu území. Druhy ze sena nebo druhy uměle vyseté obohatili území o čtyřicet čtyři nových xerofilních druhů.

Z hlediska ochrany rostlin bývá vhodné lokality opakovaně disturbovat např. pojezdy vozů, případně na nich zavést či obnovit sečení (Sádlo 2009) či pastvu. Právě pastva je v posledních desetiletích hojně diskutovaným tématem. Tráva byla v minulosti hojně využívána jako krmivo pro skot. S nástupem velkochovů se ale od pastvy upustilo. Po jejím ukončení zůstaly opuštěné lokality bez hlavního stresujícího faktoru a začaly rychle degradovat a přicházet o svou druhovou bohatost. V Českých poměrech opuštěné louky zarůstají nejčastěji trnkou a svídou, v jejichž porostech se uchycují babyka a jasan, a během několika desetiletí nastupuje stinný listnatý háj s převahou nitrofilních druhů, jako je bršlice kozí noha s téměř absolutní absencí druhů stepních trávníků (Sádlo 2009).

Na druhou stranu negativní lidské konání (intenzivní zemědělství, rozsáhlé zábory půdy stavbou průmyslových objektů či dopravních cest, snižování využití pastvy, umělé zvyšování zastoupení dřevin v přírodě) a celkově neznalost problematiky ochrany přírody a to i ze strany úřadů naše snažení značně znesnadňuje.

4. Lokalita

Česká republika leží v mírném pásu pro který jsou typické listnaté opadavé lesy. Podnební poměry Středních Čech závisí na nadmořské výšce a tvaru terénu. Podle Quittova (1971) klimatického členění českých zemí patří Pražská kotlina do teplé oblasti a vyznačuje se vegetačním obdobím, které trvá od dubna do září (Ložek 2003). Krajina je typická svým kulturním fenoménem.

4.1. CHKO Český kras

Chráněná krajinná oblast Český kras byla vyhlášena v roce 1972. Můžeme ji najít jihovýchodně od Prahy směrem k městu Berounu. Zaujímá rozlohu 128 km² a jsou zde dvě národní přírodní rezervace (NPR), čtyři národní přírodní památky (NPP), osm přírodních rezervací (PR) a čtyři přírodní památky (PP). Celá oblast je hojně turisticky navštěvována pro svou snadnou dostupnost a zajímavou členitost.

4.1.1. Přírodní poměry

Celá oblast CHKO Český kras spadá do oblasti mírně teplé až mírně suché s mírnou zimou. Severovýchodní pražská část náleží do teplé a suché oblasti. Průměrná roční teplota činí 8-9°C, průměrný roční úhrn srážek dosahuje množství 530 mm. Maximum srážek spadá do období července. V zimních měsících jsou srážky minimální a sněhová pokrývka je nízká. Mikroklimatické vlivy se zde výrazně uplatňují díky pestrosti terénu a charakteru rostlinného pokryvu. (Správa CHKO Český kras 2001)

Základem území Českého krasu je protáhlý ovál Pražské pánve. Na jejích okrajích můžeme nalézt starší horniny a směrem do středu horniny mladší. V některých vrstvách převládají vápence, ale jinde se setkáme s běžnými břidlicemi a vulkanickými horninami. Celé území prošlo stádiem vysokých tlaků, kdy bylo rozlámáno sítí zlomů. Na řadě míst došlo k masivním výstupům a zanořením některých bloků hornin. Tento fakt způsobil vysokou pestrost složení místních hornin. Díky vysoké variabilitě podloží se na tomto území setkáváme s různými geomorfologickými útvary (skalnaté rokle, široká údolí) s vysokou pestrostí místní flóry. (Pondělíček a kol. 2002, LOMY MOŘINA 2010)

Většina hornin Českého krasu byla vytvářena ve starších prvohorách (Ordovik, Silur, Devon). Ordovické břidlice staré přibližně půl miliardy let obklopují mladší silurské a devonské jádro tvořené mnoha druhy vápenců a břidlic se starými vulkanickými horninami. Místní horniny dosahují evropského, ale i celosvětového významu. (Pondělíček a kol. 2002)

V ordoviku pokrývalo moře rozsáhlé plochy středních Čech. Jednalo se o chladné moře blízko pevniny. V nejlhánějším období byla hladina pokryta ledovými krami. Obrovská delta přinášela z pevniny velké množství sedimentů, hlavně písčité a jílovité. Zpevněním vznikly křemičité pískovce až křemence a břidlice. V siluru došlo k oteplení a moře se změnilo v mělké tůně. Nad hladinu vystupuje několik hřbetů, hlavně v okolí Sv. Jána pod Skalou. Silurská sedimentace začíná černými břidlicemi se stříbřitě zbarvenými zbytky graptolitů. Vápnné břidlice a vápence se zde začali usazovat po obnově činnosti mořských proudů. Též tu probíhala velmi intenzivní sopečná činnost. V devonu se stále setkáváme s mělkým mořem, které postupně ustoupilo. U Koněprus se vytváří korálový útes, jenž je známý jako naleziště devonských zkamenělin. Později dochází k prohloubení pánve a globálnímu vymírání. Po těchto procesech byla na území dnešního Českého krasu po 270 milionů let souš a docházelo k zahlazování reliéfu. Až v mladší části druhohor (v křídě) postoupilo na toto území naposledy moře. (Pondělíček a kol. 2002, Správa CHKO Český kras 2010, LOMY MOŘINA 2010)

V třetihorách pravděpodobně tekla na SZ přes Český kras mohutná řeka. Tento vodní proud zanechal v oblasti písčité a štěrkovité náplavy. Do tohoto období též můžeme datovat vznik krasových jeskyní. V průběhu čtvrtohor se řeka Berounka zařizla do kaňonovitého údolí včetně svých přítoků a vznikl tak reliéf, který známe dnes. (Správa CHKO Český kras 2001)

Půdní poměry CHKO jsou velmi pestré. Území klimazonálně patří k oblasti s hnědozemním půdotvorným procesem. Silný vliv uplatňuje matečná hornina. Na vápencích vznikají rendziny nebo vápnné hnědozemě. Vyskytují se zde i zbytky fosilních půd vzniklých v tropickém třetihorním podnebí – tzv. terra rosa. Na říčních terasách jsou podzoly a na kyselých horninách hnědý ranker. V menším množství se vyskytují gleje. (Správa CHKO Český kras 2001)

CHKO Český kras náleží do samostatného fyto geografického okresu Český kras. Místní květena a vegetace je ovlivněna pestrým geologickým podložím, geomorfologií krajiny, xerothermní květennou oblastí, lidskou činností i osídlením. Krasový fenomén je zde spojen se zvětráváním vápenců i specifickým vývojem půd.

V oblasti se vyskytují teplomilné a suchomilné submediteránní druhy rostlin, ale i druhy středoevropské lesní květeny. Na jednotlivých lokalitách se kombinuje mělký půdní profil tvořený protorendzinou a velmi teplé mikroklima jižních svahů. Za těchto podmínek vzniká přirozené bezlesí, tzv. xerothermní hranice lesa. Místní habrové doubravy hojně doplňují tyto reliktní stanoviště (skalní stepi, xerothermní trávníky a lesostepy).

K nejzajímavějším společenstvům patří šípákové doubravy s dřínem. Najdeme je většinou na mělkých půdách vápenců. Kromě dubu pýřitého (*Quercus pubescens*) se setkáváme s keřovitým jeřábem mukem (*Sorbus aria*), jeřábem břekem (*S. torminalis*), ptačím zobem obecným (*Ligustrum vulgare*) a dalšími. Z velmi nápadných trav a bylin tu jsou zastoupeny druhy jako třemdava bílá

(*Dictamnus albus*), sasanka lesní (*Anemone sylvestris*), hrachor chlumní (*Lathyrus lacteus*, rozrazil klasnatý (*Pseudolysimachion spicatum*), vstavač nachový (*Orchis purpurea*). Jako jediné místo v Čechách s rudohlávem jehlancovitým (*Anacamptis pyramidalis*) se může pyšnit NPR Karlštejn. Na jižních svazích se vytváří nelesní společenstva s kostřavou walliskou (*Festuca valesiana*), doplněné vzácnými submediteránními a subkontinentálními druhy – kavyly, bělozářky, včelníky. Neméně zajímavými a nejrozšířenějšími lesními společenstvy jsou dubohabřiny, ve kterých nalzáme četné vzácné druhy rostlin: lilie zlatohlavá (*Lilium martagon*), medovník meduňkolistý (*Melittis melissophyllum*), orlíček obecný (*Aquilegia vulgaris*), lýkovec jedovatý (*Daphne mezereum*), okrotice bílá (*Cephalanthera damasonium*), okrotice dlouholistá (*C. ensifolia*), kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*), prstnatec bezový (*Dactylorhiza samicina*), vemeník dlouholitý (*Platanthera bifolia*). V rezervaci Karlštejn se vzácně vyskytuje zvonovec liliolistý (*Adenophora liliifolia*) či ohrožený kruštík lékařský (*Epipactis muelleri*).

Javory mléč a klen (*Acer platanoides*, *A. pseudoplatanus*) se v Českém krasu vyskytují převážně na strmých svazích s pohyblivou sutí. Spolu s nimi zde můžeme narazit na lísku (*Corylus Avelana*), bez černý (*Sambucus nigra*) a druhy meruzalky (*Ribes alpinum*, *R. uva-crispa*). Na suťové lesy volně navazují rokle, které jsou porostlé oběma výše zmíněnými javory spolu s dymnivkami (*Corydalis cava*, *C. intermedia*, *C. solida*), jaterníkem trojlaločným (*Hepatica nobilis*), orsejem jarním (*Ficaria bulbifera*), kyčelníci devítolistou (*Dentaria enneaphyllos*), vzácněji omějem vlčím (*Aconitum vulparia*).

Ve svých dvou extrémních podobách se zde vyskytují druhy květeny skal a skalních stepí. A to v podobě květeny vápencových a diabatových skal s nevyvinutými půdami a květeny stinných vápencových srázů. Na exponovaných jižních skalních stěnách je typický koniklec luční český (*Pulsatilla pratensis* subs. *bohemica*). Naopak vlhčí a stinné vápencové stěny obývají druhy typické pro evropské hory. Charakteristický je výskyt pěchavy vápnomilné (*Sesleria albicans*), lomikámene vždyživého a trsnatého (*Saxifraga paniculata*, *S. rosacea*), hvozdíku sivého (*Dianthus gratianopolitanus*) a výskyt penízku horského (*Thlaspi montanum*) a kostřavy waleské (*Festuca valesiana*), kteří jsou typičtí pro NPR Karlštejn.

Díky velmi dobře propustným horninám se v Českém krasu nevyvinula rozsáhlejší mokřadní společenstva, ale můžeme se zde setkat s četným výskytem břichatkovitých hub a druhově bohatými zástupci mechorostů. (Správa CHKO Český kras)

4.1.2. Historie dobývání v Českém krasu

Dobývání má v Českém krasu, hlavně tedy v okolí Mořiny, staletou historii. Již od dob Jana Lucemburského s menšími přestávkami nacházíme doklady o těžbě nerostných surovin. V minulosti se vápence z Mořiny používaly převážně jako redukční činidla v šachtových pecích na tavení železné rudy. Prudký rozvoj pro zdejší lomy znamenala druhá polovina 19. století, kdy se přešlo

na vysokopecní výrobu železa. Značný rozvoj hutnictví na Kladně byl hlavním iniciátorem zvýšení těžby v místních lokalitách. V roce 1856 byla zahájena stavba Kladensko-Nučické dráhy, která později fungovala k dopravě materiálu z Mořiny. Také se v oblasti hojně rozvíjel cukrovarnický průmysl. Zde bylo třeba vápence jako saturačního činidla při zpracování řepy. Nesmíme opomenout zvýšenou poptávku po stavebních surovinách a to hlavně po vápně a cementu. (LOMY MOŘINA 2010)

Nejstarší písemný doklad o řádném povolení dobývat je ze 4.12.1890, kdy pan Gottfried Bächer na jeho základě v roce 1891 zahájil těžbu. Jednalo se převážně o fyzicky náročnou ruční práci. Lámání se provádělo nabíjením černého střelného prachu a následným roznětem pomocí rozbušky a doutnáku. O objemech těžby se až do roku 1903 nedochovaly spolehlivé údaje. V tomto roce se vytěžilo asi 140 tis. tun. K velmi výraznému pokroku došlo až po roce 1930, kdy se začala používat nová technologie, např. drtiče a třídiče na rozdělení jednotlivých frakcí. Po druhé světové válce se vyčerpaly zásoby v Nučickém revíru, došlo k útlumu výroby na Kladně a těžba se přesunula na Mořinu, která se stala součástí podniku Rudné doly Příbram. Vlivem velké poptávky ve stavebnictví se zde vyrábělo hlavně stavební kamenivo. V roce 1993 získaly provoz Mořina České energetické závody (dnes ČEZ, a.s.) jako svoji základnu pro dodávky kvalitního vápence k odsyřování elektráren. Frakce nad cca 30 mm jsou využívány společností ČEZ, a.s. a ostatní podsítné frakce využívají pro své potřeby cementárny. Od roku 1994 známe podnik pod dnešním názvem LOMY MOŘINA spol. s r.o. (LOMY MOŘINA 2010)

4.2. Lom Čeřinka

Lom Čeřinka se nachází na území NPR Karlštejn v katastrálním území obcí Bubovice a Kozolupy. Svou polohou zasahuje jak do první, tak druhé zóny chráněné krajinné oblasti.

NPR se vyznačuje členitým lesnatým územím. Díky vápencovému podloží se zde setkáváme s pestrým souborem ekosystémů od okroticových bučin přes černýšové dubohabřiny a mochnové doubravy po hrachorové šípákové doubravy a kostřavové a pěchavové skalní stepy (Správa CHKO Český kras 2001).

Areál lomu je otevřen v sedmi těžebních etážích. Rozsáhlý komplex poskytuje profil od kotýzských vápenců přes úplný sled pragu (koněpruské, slivenecké, loděnické, řeporyjské, dvorecko-prokopské vápence) až ke spodního zlíchovu (Chlupáč 2003). Vápence v této lokalitě jsou paleontologicky velmi ceněné. V SZ předpolí dobývaného prostoru se nachází známé krasové fenomény – jeskyně Arnoldka a Čeřinka (Chlupáč 2003). Oblast spadá do soustavy Českého masivu – krystalinika a prevariského paleozoika, oblasti středočeské (bohemikum) a do regionu Barrandien.

V roce 1961 začala těžba ve východní části lomu. Tato část lomu je již nefunkční a postupně se zavazí vytěženou hlušinou ze stále aktivních partií lomu. Předmětem studie bude právě tato opuštěná a rekultivovaná lokalita, která volně navazuje na vrcholovou část Pání hory. Zde můžeme

nalézt habrový porost s hájovou květenou nebo mozaikovitou vegetací stepí a křovin, kde se vyskytují druhy jako *Pulsatilla pratensis*, *Helianthemum grandiflorum*, *Veronika prostrata*, *Teucrium chamaedrys* a *Anacamptis pyramidalis* (Mayerová 2007). Louky na Pání hoře jsou každoročně podrobeny pastvě.

Dle těžebního plánu se v lomu Čeřinka bude pokračovat v lámání přibližně dalších 30 let. Během této doby bude docházet k postupným rekultivacím již opuštěných a vytěžených částí lomu. Po ukončení činnosti provozu vedení společnosti počítá s ponecháním „kaňonu“ v délce přibližně 2km a hloubce 60m s odstupňovanými stěnami přirozenému a postupnému začlenění do krajiny.

5. Návrh modelové studie - metodika

5.1. Pozorování sukcesních stádií ve srovnatelných podmínkách

Cílem je shromáždit data z již zapojených lomů, kde byla využita spontánní sukcese jako hlavní motor obnovy ekosystému. Byly by porovnávány informace z různě starých sukcesních stádií se srovnatelnými podmínkami prostředí. Výsledek by byl prezentován jako změna ve skladbě dominantních druhů na lokalitě v rozpětí několika desítek let.

5.2. Sledování sukcese na okraji lomu

Pro přesné pozorování průběhu primární sukcese budou vytyčeny trvalé plochy na 100 m pásu čerstvě navezené rekultivované ploše na okraji lomu, která bude absolutně bez dalšího technického zásahu. Oblast bude rozčleněna na cca 25 trvalých ploch o velikosti 1x1 m v různé vzdálenosti od okolních nenarušených stanovišť (významná stepní lokalita). Opakovaným fytoecologickým snímkováním bude sledována vegetace v průběhu sezóny a v průběhu několika let.

5.3. Míra limitace schopností šíření druhů

Cílem tohoto pokusu bude popsat, do jaké vzdálenosti a jakým způsobem jsou druhy schopné se šířit ze sousední stepní lokality a případně jaké překážky jim v tom mohou bránit. Ke sběru dat napomůže vytyčení sady paralelních ploch v různé vzdálenosti od sousední lokality. Na 100 m pásu bude vytyčeno 5 řad ploch o velikosti 1x1m. Data budou sbírána pravidelným fytoecologickým snímkováním.

5.4. Zjištění možnosti ovlivnění sukcese výsevem druhů z okolních lokalit

V tomto pokusu bude cílem zjistit, do jaké míry je možné ovlivnit sukcesí na narušené ploše. Cíleně zde budou vysety druhy z okolních stanovišť, které budou buď sbírány, chytány do trychtýřů nebo přeneseny na lokalitu v senu. Možnou alternativou je využití regionální směsi semen druhů okolních lokalit (viz Jongepierová a Poková 2006). Ostrůvkovité vysetí zaručí rovnoměrnou možnost šířit se po lokalitě. Pravidelným snímkováním vytyčených ploch se bude zjišťovat, zda dojde k urychlení uchycení jednotlivých druhů na lokalitě a zda se druhová bohatost zvyšuje či naopak.

5.5. Význam dostupnosti mykorhizních hub pro vývoj společenstva

V tomto zahradním pokusu je cílem sledovat vliv mykorhizních hub na složení a vývoj společenstva v jednotlivých květináčích se substrátem dovezeným přímo z lokality. Část květináčů bude zalita výluhem z lokality, tj. přenesení části mykorhizních hub a dalších organismů přímo do sledovaného vzorku a část ponechána růstu bez hub. Ve sledovaných květináčích bude vyšet vzorek 30-40 druhů rostlin cílového společenstva okolních lokalit.

5.6. Vyhodnocení dat

Z dostupných dat bych chtěla zjistit, jakým způsobem probíhá primární sukcese na technicky narušených lokalitách, jaké stanovištní faktory ovlivňují dostupnost druhů na tomto území a jakým způsobem jsme schopni ovlivnit průběh sukcese a druhovou bohatost na dané lokalitě.

Výsledky práce by měly doplnit známé údaje o jednotlivých faktorech, které ovlivňují zapojení degradovaných stanovišť do okolního prostředí a možnosti jejich ovlivnění člověkem. V neposlední řadě by měla práce podpořit implementaci obnovy spontánní sukcese v širší praxi.

6. Závěr

Lomy v krajině nemusejí být negativním zásahem do krajiny. Mohou naši krajinu i obohacovat o cenné biotopy a mohou se stát refugii vzácných a chráněných rostlin. Ze studií vyplývá, že žádná z provedených analýz nepotvrdila negativní dopad spontánní sukcese na druhovou bohatost či ochrannou hodnotu rostlin v porovnání s technickou rekultivací. Naopak kolonizace lokalit ponechaných spontánnímu vývoji v lomech s vysokým počtem chráněných a úzce specializovaných druhů dokládá, že spontánní sukcese je efektivní nástroj pro ochranu biodiverzity. Dále nám studie dokazují, že těžbou disturbovaná území mohou sloužit jako vhodný model pro integraci dalších ekologických studií a jejich výsledky mohou být použity pro projekty obnovy, které probíhají na narušených územích.

O technickém způsobu provádění rekultivací bylo popsáno nespočet studií, ale o možnosti využití spontánní sukcese v obnově, je známo daleko méně. Aby spontánní sukcese mohla být úspěšně využívána v praxi, je důležité porozumění jejímu průběhu a hlavně faktorům, které ji ovlivňují. Na každého jedince na narušené lokalitě tyto faktory působí, usměrňují jeho růst a vývoj. Zpracováním předložené bakalářské práce jsem došla k závěru, že nejdůležitějšími aspekty ovlivňujícími úspěšnost sukcese na narušené lokalitě jsou abiotické faktory. Především se jedná o geografické podmínky vybraného území, složení půd a dostupnost vody. Z biotických faktorů výrazně ovlivňuje výsledek sukcese dostupnost a rozmanitost semen z blízkého okolí. Naopak jsem dospěla k závěru, že velmi opomíjeným tématem jsou interakce rostlin s dalšími organismy. Rovněž absence ucelených a výstižných studií, které by dokazovaly zásadní vliv těchto interakcí na sukcesi na disturbovaných územích, je mezerou v oboru, kterou je třeba zaplnit.

Cílem mé budoucí diplomové práce by mělo být bližší objasnění faktorů, které zásadně ovlivňují průběh spontánní sukcese a její úspěšnost při praktické aplikaci v terénu. Svou pozornost budu hlavně směřovat na studium schopnosti druhů invadovat na lokalitu a možnost využití alternativních přístupů v podobě různých druhů osevních postupů (využití sběru semen z okolí, přenos sena z okolních lokalit, využití regionálních osevních směsí). Dále bych byla velmi ráda, aby má navazující práce napomohla k usnadnění vytipování míst s potenciálem k spontánní obnově a tím i přispět ke snížení nákladů na náročné technické rekultivace.

7. Literatura

7.1. Citovaná literatura

- **ALLEN M. F., ALLEN E. B. (1992):** Development of mycorrhizal patches in a successional arid ecosystem. In Straker C. *et al.* (2007): Arbuscular mykorrhiza status of gold and uranium tailings and surrounding soils of South Africa's deep level gold mines: Root colonization and spore levels. *South African Journal of Botany* 73, pp. 218-225
- **BEGON M., HARPER J. L., TOWNSEND C. R. (1997):** *EKOLOGIE jedinci, populace a společenstva*, Vydavatelství Univerzity Palackého, ISBN: 80-7067-695-7, p. 628
- **BLOSSEY B., HUNT-JOSHI T. R. (2003):** Belowground herbivory by insects: Influence on plants and aboveground herbivores. *Annual Review of Entomology* 48, pp. 521-547
- **CÍLEK V. (1999):** Revitalizace lomů – principy a návrh metodiky. *Ochrana přírody* 54 (3), pp. 73-76
- **CÍLEK V. (2002):** Revitalizace velkých vápencových lomů v Německu. *Ochrana přírody* 57, pp. 105-108
- **DUAN W.-J., REN H., FU S.-L., GUO Q.-F., WANG J. (2008):** Pathways and determinants of early spontaneous vegetation succession in degraded lowland of South China. *Journal of Integrative Plant Biology* 50, pp. 147-156
- **ERBILGIN N., RAFFA K. F. (2003):** Spatial analysis of forest gaps resulting from bark beetle colonization of red pines experiencing belowground herbivory and infection. *Forest Ecology and Management* 177, pp. 145-153
- **FAGAN W. F., BISHOP J. G. (2000):** Trophic interactions during primary succession: Herbivores slow a plant reinvasion at Mount St. Helen, *The American Naturalist* 155, pp. 238-251
- **FROUZ J. (2006):** Interakce rostlin, půdy a půdních živočichů a jejich vliv na sukcesi rostlinných a živočišných společenstev na disturbovaných územích. In Prach K., Pyšek P., Tichý L., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 65-71
- **FROUZ J., PRACH K., PIŽL V., HÁNĚL L., STARÝ J., TAJOVSKÝ K., MATERNA J., BALÍK V., KALČÍK J., ŘEHOUNKOVÁ K. (2008):** Interactions between soil development, vegetation and soil fauna during spontaneous succession in post mining sites. *European Journal of Soil Biology* 44, pp. 109-121
- **GRYNDLER M., BALÁŽ M., HRŠELOVÁ H., JANSÁ J., VOSÁTKA M. (2004):** Mykorrhizní symbióza; O soužití hub s kořeny rostlin. *Academia Praha*, ISBN: 80-200-1240-0, pp. 171-203

- **HAKL M. (2001):** K rekultivaci opuštěných lomů na Příbramsku a Sedlčansku. *Ochrana přírody* 56, pp. 242-245
- **CHLUPÁČ I. (2003):** Comments on facies development and stratigraphy of Devonian, Barrandian area, Czech Republic. *Bulletin of Geosciences* 78: 299-312
- **CHUMAN T. (2006):** Příspěvek k poznání přirozené obnovy granodioritových lomů na Skutečsku. In Prach K., Pyšek P., Tichý L., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 111-115
- **JAREŠOVÁ I., KOVÁŘ P. (2004):** Interactions between ants and plants during vegetation succession in the abandoned ore-washery sedimentation basin in Chvaletice. In Kovář p. [ed], *Natural recovery of human-made deposits in landscape*, Academia Praha, ISBN: 80-200-1279-6, pp. 300-310
- **JONGEPIEROVÁ I., POKOVÁ H. (2006):** Praktické organizační aspekty při realizaci projektů obnovy druhově bohatých trvalých travních porostů (na příkladu Bílých Karpat). In Prach K., Pyšek P., Tichý L., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 73-86
- **KIRMER A., TISCHEW S., OZINGA W. A., VON LAMPE M., BAASCH A., VAN - GROENENDAEL J. M. (2008):** Importance of regional species pools and functional traits in colonization processes: predicting re-colonization after large-scale destruction of ecosystems. *Journal of Applied Ecology* 45, pp. 1523-1530
- **KOVÁŘ P. (2001):** *Geobotanika (Úvod do ekologické botaniky)*, Karolinum, Univerzita Karlova, Praha, pp. N/A
- **KOVÁŘ P. (2006):** Ekologie obnovy poškozené krajiny. In Prach K., Pyšek P., Tichý L., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 23-38
- **LOŽEK V. (1980):** K osudu opuštěných lomů v chráněných územích. *Památky a příroda* 5, pp. 359-365
- **LOŽEK V., CÍLEK V., KUBÍKOVÁ J. a kol. (2003):** *Střední Čechy. Příroda, člověk, krajina*, Středočeský kraj, Praha, pp. 49-52
- **MALCOVÁ R., ALBRECHTOVÁ J., VOSÁTKA M. (2001):** The role of the extraradical mycelium network of arbuscular mycorrhizal fungi on the establishment and growth of *Calamagrostis epigejos* in industrial waste substrates. *Applied Soil Ecology* 18, pp. 129-142
- **MARTEINSDÓTTIR B., SVAVARSDÓTTIR K., THÓRHALLSDÓTTIR T. E. (2010):** Development of vegetation patterns in early primary succession. *Journal of Vegetation Science* 21, pp. 531-540
- **MAYEROVÁ H. (2007):** *Vlastnosti druhů určující reakci na pastvu*. Bc., PřF UK, Praha

- **MORENO-DE LAS HERAS M., NICOLAU J. M., ESPIGARES T. (2008):** Vegetation succession in reclaimed coal-mining slopes in a Mediterranean-dry environment. *Ecological Engineering* 34, pp. 168-178
- **NICOLAU J. M., ASENSIO E. (2000):** Rainfall erosion on opencast coal-mine lands: ecological perspective. *Soils and Ecology* 1, pp. 51-73
- **NOVÁK J. (2006):** Variabilita sukcesních změn vegetace v čedičových lomech Českého středohoří. In Prach K., Pyšek P., Tichý L., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 105-110
- **NOVÁK J., KONVIČKA M. (2006):** Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26, pp. 113-122
- **NOVÁK J., PRACH K. (2003):** Vegetation succession in basalt quarries: pattern on landscape scale. *Applied Vegetation Science* 6, pp. 111-116
- **NOVÁK J., PRACH K. (2010):** Artificial sowing of endangered dry grasslands species into disused basalt quarries. *Flora* 205, pp. 179-183
- **ORROCK J. L., DOUGLAS J. L., BRENT J. D., DAMSCHEN E. I. (2006):** Seed predation, not seed dispersal, explains the landscape-level abundance of an early-successional plant. *Journal of Ecology* 94, pp. 838-845
- **PIETSCH W. H. O. (1998):** Landscape changes by lignite mining demonstrated by example of Lusatian area (Germany). *Nature and culture in landscape ecology*, The Karolinum press, ISBN 80-7184-956-1, pp. 238-251
- **PRACH K. (2003):** Spontaneous succession in Central-European man-made habitats: What information can be used in restoration practice? *Applied Vegetation Science* 6, pp. 125-129
- **PRACH K., BARTHA S., JOYCE C. B., PYŠEK P., VAN DIGGELEN R., WIEGLEB G. (2001):** The role of spontaneous vegetation succession in ecosystem restoration: A perspective. *Applied Vegetation Science* 4, pp. 111-114
- **PRACH K., HOBBS R. J. (2008):** Spontaneous succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. *Restoration Ecology* 16, pp. 363-366
- **PRACH K., PYŠEK P. (2001):** Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological Engineering* 17, pp. 55-62
- **PRACH K., PYŠEK P., JAROŠÍK V. (2007):** Climate and pH as determinants of vegetation succession in Central European man-made habitats. *Journal of Vegetation Science* 18, pp. 701-710
- **PÜSCHEL D., RYDLOVÁ J., VOSÁTKA M. (2006):** Mycorrhiza influences plant community structure in succession on spoil banks. *Basic and Applied Ecology* 8, pp. 510-520
- **ROJÍK P. (2009):** materiály k přednáškám Těžby a rekultivace
- **SÁDLO J. (2009):** Bezzásahovost takřikajíc nechtěná. Samovolné sukcesní procesy v krajině současnosti. *Ochrana přírody* 5, pp. 22-25

- **SLAVÍKOVÁ J. (1986):** Ekologie rostlin, SPN Praha, ISBN 14-446-86, pp. 61- 93, pp. 269-270
- **STARÝ J., KAVINA P., VANĚČEK M., SITENSKÝ I., KOTKOVÁ J., NEKUTOVÁ T. [eds] (2008):** Surovinové zdroje České republiky, Nerostné suroviny (Stav 2007), Ministerstvo životního prostředí, Česká geologická služba Geofond, ISSN 1801-6693, pp. 108-114
- **STRAKER C. J., WEIERSBYE I. M., WITKOWSKI E. T. F. (2007):** Arbuscular mykorrhiza status of gold and uranium tailings and surrounding soils of South Africa's deep level gold mines: Root colonization and spore levels. *South African Journal of Botany* 73, pp. 218-225
- **ŠTEFEK V. (2001):** Nový přístup k sanaci a rekultivaci lomů s uplatněním hledisek krajinného rázu. *Český kras XXVII*, pp. 47-50
- **THOMPSON R. L., MCKINLEY L. E. (2006):** Vascular flora and plants habitats of an abandoned limestone quarry at Center Hill Dam, DeKalb County, Tennessee. *Castanea* 71 (1), pp. 54-64
- **TIAN H., GAI J. P., ZHANG J. L., CHRISTIE P., LI X. L. (2009):** Arbuscular mycorrhizal fungi in degraded typice steppe of inner Mongolia. *Land Degradation & Development* 20, pp. 41-54
- **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., Kovář P., Jongepierová I., Řehouňková K. [eds]: *Botanika a Ekologie Obnovy, Zprávy Čes. Bot. Společnosti, Materiály* 21, pp. 89-103
- **TICHÝ L., SÁDLO J. (2001):** Revitalizace vápencových lomů. *Ochrana přírody* 56, pp. 178-182
- **TROPEK R., KADLEC T., KAREŠOVÁ P., SPITZER L., KOČÁREK P., MALENOVSKÝ I., BANAR P., TUF I. H., HEJDA M., KONVIČKA M. (2010):** Spontaneous succession in limestone quarries as an effective restoration tool for endangered arthropods and plants. *Journal of Applied Ecology* 47, pp. 139-147
- **TSUYUZAKI S., DEL MORAL R. (1995):** Species attributes in early primary succession on volcanoes. *Journal of Vegetation Science* 6, pp. 517-522
- **URSIC K. A., KENKEL N. C., LARSON D. W. (1997):** Revegetation dynamics of cliff faces in abandoned limestone quarries. *Journal of Applied Ecology* 34, pp. 289-303
- **WANG F. X., WANG Z. Y., LEE J. H. W. (2007):** Acceleration of vegetation succession on eroded land by reforestration in a subtropical zone. *Ecological Engineering* 31, pp. 232-241
- **ZENG Y. J., WANG Y. R., ZHANG J. M. (2010):** Is reduced seed germination due water limitation a special survival strategy used by xerophytes in arid dunes? *Journal of Arid Environments* 74, pp. 508-511

7.2. Ostatní zdroje

- **ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA** – mapové podklady (10. 5. 2010)

<http://www.geology.cz/extranet/geodata/mapserver>

- **LOMY MOŘINA spol. s r.o.:** Informace o lomech v Českém krasu (31. 5. 2010)

<http://www.lomy-morina.cz/>

- **SPRÁVA CHKO ČESKÝ KRAS:** Informace o CHKO Český kras (31. 5. 2010)

<http://www.ceskykras.ochranaprirody.cz/>

8. Seznam příloh

Příloha 1 – Mapa lokality lomu Čeřinka 1:10900 (zdroj: Mapový server AOPK ČR)

Příloha 2 – Fotomapa lokality lomu Čeřinka (zdroj: server Seznam.cz, a.s.)

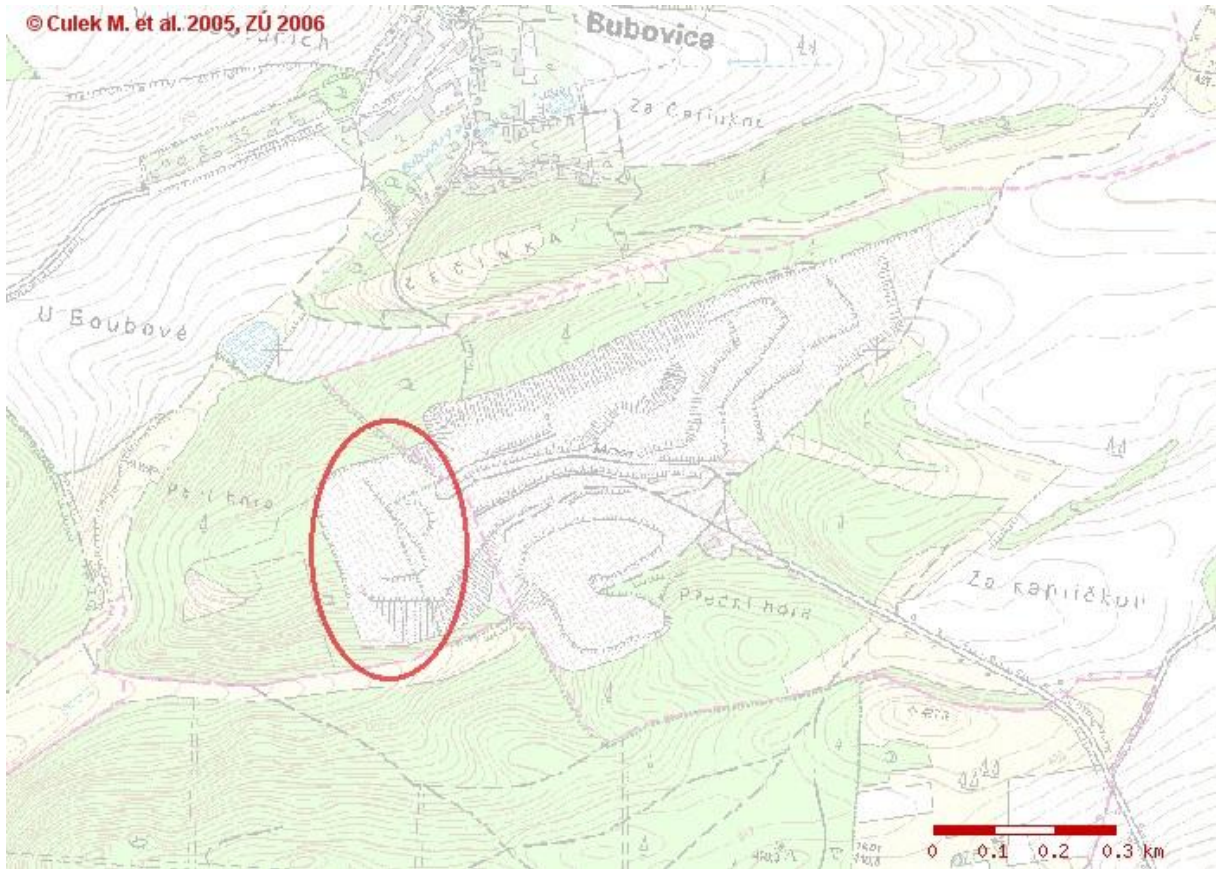
Příloha 3 – Mapa geologického podloží NPR Karlštejn, s vyznačením přibližného areálu lomu Čeřinka (zdroj: Česká geologická služba)

Příloha 4 – Mapa lomu Čeřinka s vyznačením jeskyní Arnoldka a Čeřinka z roku 1973 (zdroj: Geospeleos)

Příloha 5 – fotografie z průběhu zavážení území hlušinou (zdroj: vlastní)

Příloha 1

Mapa lokality lomu Čeřinka 1:10900 (zdroj: Mapový server AOPK ČR)



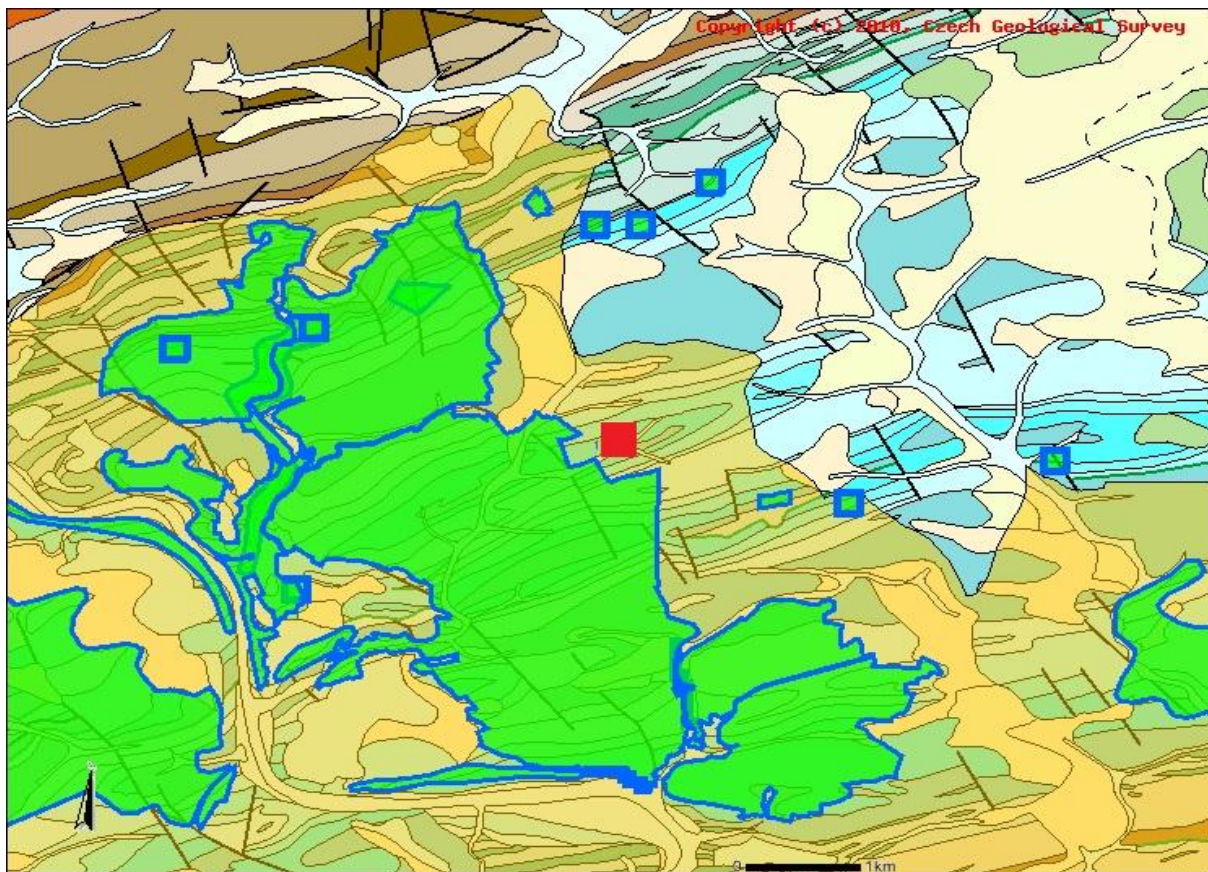
Příloha 2

Fotomapa lokality lomu Čeřinka (zdroj: server Seznam.cz, a.s.)



Příloha 3

Mapa geologického podloží NPR Karlštejn (GeoČR 50), s vyznačením přibližného **areálu lomu Čeřinka** (zdroj: Česká geologická služba)



Sjednocená legenda GeoČR 50

kenozoikum

kvartér

holocén

- 6** nívní sediment (fluviální nečlenené + sedimenty vodních nádrží)
- 9** slatina, rašelina, hnilokal (organická)
- 10** hlína, písek, štěrk (fluviální, deluviofluviální) (složení pestré)
- 13** kamenitý až hlinito-kamenitý sediment (deluviální) (složení pestré)

pleistocén

- 16** spraš a sprašová hlína (eolická) (složení křemen + příměsi + CaCO₃)
- 20** sediment deluvioeolický (složení křemen + příměsi + CaCO₃)
- 22** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)
- 24** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)
- 25** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)
- 28** písek, štěrk (fluviální) (složení pestré)

ČESKÝ MASIV - POKRYVNÉ ÚTVARY A POSTVARISKÉ MAGMATITY

neogén

miocén

132 jíly, písky, šterky (fluviální až fluviolakustrinní)

mezozoikum

křída

křída svrchní

317 jílovce, uhelné jílovce, uhlí, prachovce, pískovce, slepence (sladkovodní až brakické)

paleozoikum

karbon

karbon svrchní

435 valounové pískovce, slepence, pískovce, prachovce, jílovce, uhelné sloje, brekcie, tufy a tufity

ČESKÝ MASIV - KRYSTALINIKUM A PREVARISKÉ PALEOZOIKUM

devon

devon střední

526 prachovce s vložkami pískovců, na bázi černé vápnité břidlice a bituminózní vápence

devon spodní, devon střední

527 biodetritické, biomikritické a mikritické vápence, vápnité břidlice

devon spodní

531 bazalty, tufy bazaltu

528 biodetritické vápence až mikritické vápence, často nodule rohovců

529 biodetritické a organogenní vápence, biomikritové až mikritické hlíznaté vápence

530 biodetritické vápence, mikritické vápence s vložkami břidlic, dolomitické vápence, místy s rohovci

silur

ludlow, přídolí

532 biosparitové vápence, mikritické vápence, vápnité břidlice, místy vulkanogenní příměs

llandover, wenlock

533 vápence, vápnité břidlice, silicity, jílovité a křemité břidlice, místy vulkanogenní příměs

534 granuláty, granulátové a popelové tufy, vulkanické brekcie

535 bazalty ('diabasy')

ordovik

ordovik svrchní

537 pískovce, prachovce, jílovité břidlice, na bázi diamiktity

538 zelenavé jílovce, jílovité břidlice

539 tmavošedé jílovce, prachovce

540 prachovce, tmavé břidlice

541 černošedé jílovité břidlice

542 střídání drob, pískovců, prachovců a jílovitých břidlic

559 bazalty

556 bazalty a pyroklastika (granuláty a tufy) včetně izolovaných výskytů ve spodním a svrchním ordoviku

ordovik svrchní

545 jílovité břidlice

ordovik střední, ordovik svrchní

543 křemenný pískovec (marinní)

ordovik střední

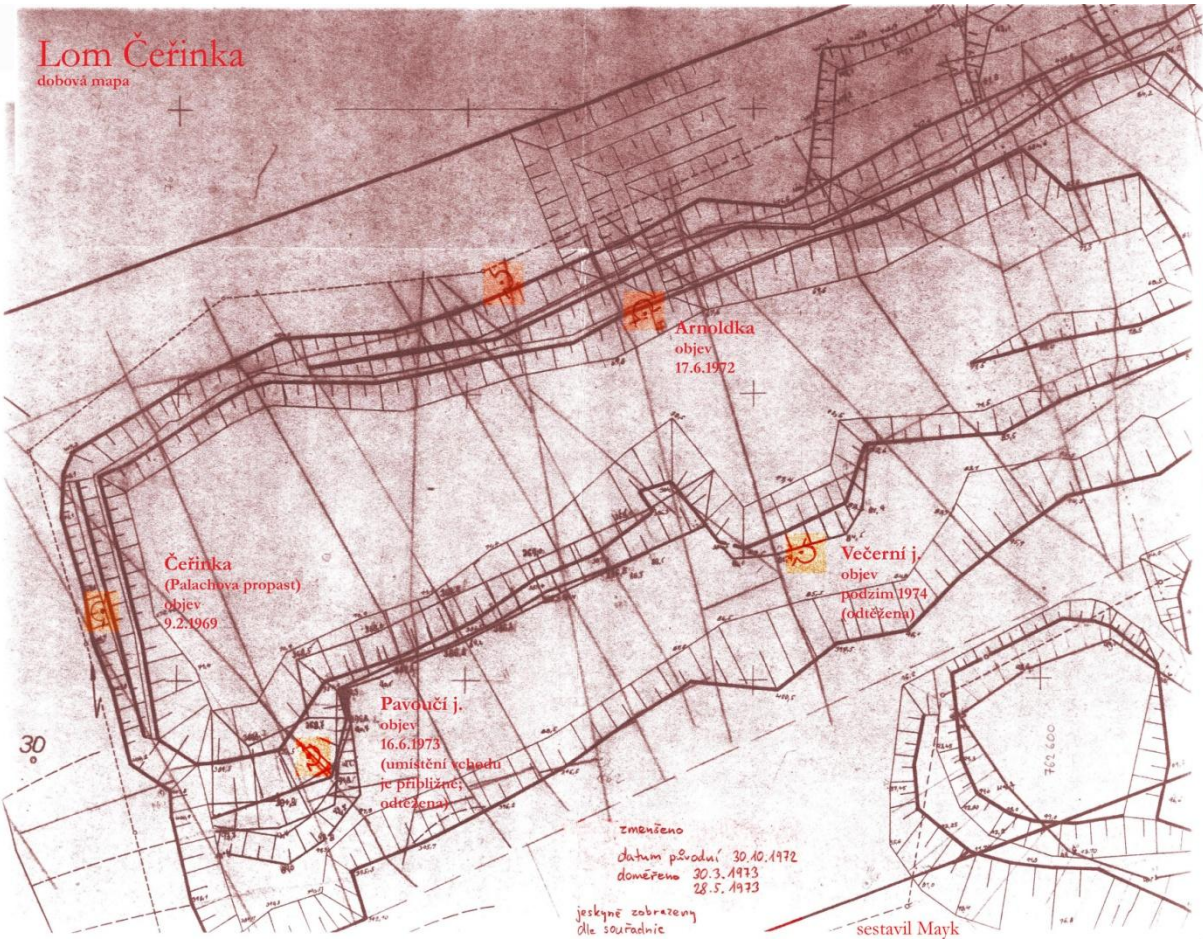
546	jílovité břidlice
562	železné rudy (sedimentární, marinní)
proterozoikum	
neoproterozoikum	
743	prachovce, břidlice, droby
745	droby, prachovce, břidlice
735	prachovce, břidlice, droby
paleozoikum	
582	Minetokersanit

Legenda linií pro GeoČR 50

———— 2	, hranice zjištěná	----- 23	, zlom předpokládaný s tekt. brekcii	----- 28	, přesmyk předpokládaný
----- 3	, hranice pravděpodobná	———— 32	, zlom zakrytý	----- 29	, přesmyk předpokládaný s mylonit.
----- 4	, přechod litologický	———— 37	, zlom zakrytý se sklonem	----- 38	, přesmyk zakrytý
----- 5	, hranice sesuvných území	———— 36	, zlom zakrytý se sm. úklonou	----- 39	, přesmyk zakrytý s mylonit.
———— 12	, zlom zjištěný	———— 34	, zlom zakrytý s mylonit.	———— 42	, mylonitizovaná zóna
———— 17	, zlom zjištěný se sklonem	———— 35	, zlom zakrytý s pokl. krou	----- 43	, pásmo drčení
———— 16	, zlom zjištěný se sm. úklonou	----- 33	, zlom zakrytý s tekt. brekcii	----- 184	, zóna fytonitizace
———— 14	, zlom zjištěný s mylonit.	———— 21	, zlom násunový zjištěný	———— 44	, tektonika speciální
———— 15	, zlom zjištěný s pokl. krou	----- 31	, zlom násunový předpokládaný	----- 8	, žily žilné horniny - linie
———— 13	, zlom zjištěný s tekt. brekcii	———— 41	, zlom násunový zakrytý	----- 9	, žily žilné horniny - body
----- 22	, zlom předpokládaný	———— 20	, příkrov zjištěný	----- 153	, hranice prostoru těžebny
----- 27	, zlom předpokládaný se sklonem	----- 30	, příkrov předpokládaný	----- 60	, mapový list 1 : 50 000
----- 26	, zlom předpokládaný se sm. úklonou	———— 40	, příkrov zakrytý	----- 59	, státní hranice ČR
----- 24	, zlom předpokládaný s mylonit.	———— 18	, přesmyk zjištěný	———— 61	, linie formální
----- 25	, zlom předpokládaný s pokl. krou	———— 19	, přesmyk zjištěný s mylonit.	———— 82	, hranice k. metan. ostrá

Příloha 4

Mapa lomu Čeřinka s vyznačením jeskyní Arnoldka a Čeřinka z roku 1973 (zdroj: Geospeleos)



Příloha 5

Fotografie z průběhu zavážení území hlušinou (zdroj: vlastní)

