

Univerzita Karlova v Praze
Přírodovědecká fakulta
Katedra zoologie



Bakalářská práce

Spontánní sukcese a rekultivace v lomech

Spontaneous succession and reclamation in quarries

Alena Borská

Školitelka: RNDr. Lucie Juříčková, PhD.

Praha 2009

Obsah

Abstrakt	3
Poděkování	4
1. Úvod	4
2. Spontánní sukcese.....	5
2.1. Vymezení pojmu sukcese	5
2.2. Studie sukcesních procesů na různých organismálních skupinách	5
2.2.1. Rostliny.....	5
2.2.1.1. Metodika.....	5
2.2.1.2. Výsledky.....	6
2.2.2. Bezobratlí živočichové	7
2.2.2.1. Metodika.....	7
2.2.2.2. Výsledky	8
3. Přírozená sukcese vs. rekultivace	10
4. Rekultivace, revitalizace lomů	11
4.1. Stanovení pojmů	11
4.2. Možné typy rekultivace	12
4.3. Je lepší přírozená sukcese nebo rekultivace?.....	12
5. Studium suchozemských plžů v lomech Českého krasu	15
6. Výběr lokalit pro diplomovou práci	16
7. Závěr	18
8. Citovaná literatura	19

Abstrakt

Tato literární rešerše diskutuje naše poznatky o spontánní sukcesi rostlinných a živočišných společenstev v opuštěných lomech. Jsou zde shrnuty různé metody sběru dat a naše dosavadní znalosti o vegetaci a společenstvech bezobratlých živočichů různých sukcesních stádií lomů. Diskutován je rozdíl mezi lomy ponechanými spontánní sukcesi a lomy rekultivovanými.

Většina prací, zabývajících se rekultivacemi v lomech je popularizační, vědeckých článků je jen málo. Nejvíce diskutovanými problémy jsou: jak upravit vzhled terénu lomů, které druhy rostlin by měly být vysévány a nakonec využití spontánní sukcese k rekultivaci.

Na konci této rešerše jsou uvedeny lokality, které jsem vybrala pro studium sukcese měkkýších společenstev v lomech Českého krasu, které budu studovat v rámci mé diplomové práce.

Klíčová slova: sukcese, lomy, měkkýši, rekultivace

Abstract

Our knowledge of spontaneous succession of plant and animal assemblages in abandoned quarries were discussed. Various methods of data collecting were summarized, and our actual knowledge of vegetation and invertebrate assemblages of different succession states of quarries were put together. The difference between quarries left to a spontaneous succession and reclaimed quarries were also discussed.

Only few scientific papers are engaged in quarries reclamation, but lots of articles popularize this subject. The most discussed topics are following: how to modify an appearance of a quarry terrain, which plant species should be planted, and at last using the spontaneous succession for reclamation.

The list of sites chosen for the next study was placed at the end of this rešerché. The principal aim of my diploma thesis will be to study the succession of mollusc communities in Bohemian Karst quarries.

Key words: succession, quarries, molluscs, reclamation

Poděkování

Ráda bych poděkovala své školitelce RNDr. Lucii Juříčkové, PhD., která mi pomáhala během roku s výběrem lokalit potřebných k mé navazující práci. Také jsem jí vděčná za pomoc a rady při zpracování této práce. Dále bych chtěla poděkovat RNDr. Karlu Žákovi, Csc. a RNDr. Vojenu Ložkovi DrSc. z Geologického ústavu AV ČR a také Ing. Vojenu Ložkovi ml. ze Správy CHKO Český kras za důležité informace ohledně opuštěných lomů.

1. Úvod

Každá těžba nerostných surovin je nevratným zásahem do krajiny, neboť dochází ke změně jejího reliéfu (Ložek 1980). Avšak kromě záporných vlivů, jako jsou během těžby hluk, imise a prašnost a v dlouhodobém měřítku zásah do reliéfu vytvořením antropogenních tvarů, změna mikroklimatu, vodního režimu, zničení krasových jevů a původních skalních společenstev často s reliktními druhy, můžeme nalézt i nějaká pozitiva. Těmi například jsou: tvorba nových geologických odkryvů, tvorba náhradních stanovišť pro lesostepní a skalní ekosystémy a zvýšení celkové diverzity krajiny i druhových společenstev v ní (Ložek & Cílek 1992).

Způsob těžby má velký vliv na následné využití, případně rekultivaci. Těžba v 19. a první polovině 20. století se velmi lišila od dnešní. Lomy byly podstatně menší, více členité a těžba probíhala ručně či za pomoci malé mechanizace. To vedlo k vytvoření polopřirozeného vzhledu již během těžby. Tyto staré lomy do krajiny již velmi dobře zapadly a v mnoha případech ji obohatily o zajímavé biotopy. Bude ale možné něco podobného říci o dnešních velkolomech za padesát let? Kolmé stěny, pravidelné pravoúhlé etáže. Tento vzhled už má k přirozeným skalám a stržím velmi daleko a tak je nutné provádět terénní úpravy v podobě sanací a následně revitalizací (Cílek 2005).

V následujících třech bodech jsem shrnula hlavní cíle své bakalářské práce:

1. provést literární rešerši, týkající se spontánní sukcese biocenóz v lomech
2. diskutovat o vhodnosti rekultivace vs. spontánní sukcese v tomto prostředí
3. vybrat vhodné lomy v rozmezí sukcese od 100 let po současnost na území Českého krasu na základě archivních záznamů, které budou studovány v rámci diplomové práce

2. Spontánní sukcese

2.1. Vymezení pojmu sukcese

Jedna z mnoha definic říká, že sukcese je zákonitý proces nahrazování druhů nebo celých společenstev jinými, někdy až do konečného stadia (klimaxu). Je to dlouhodobá, neperiodická změna, která na daném stanovišti probíhá určitým směrem (Prach 2006).

Sukcese se také dá chápat jako postupný zákonitý vývoj rostlinného společenstva spějící ke stabilitě – klimaxu (Tichá 2005).

Podle Begona et al. (1997) je sukcese definována jako „nesezónní, směřovaný a kontinuální proces kolonizace a zániku populací jednotlivých druhů na určitém místě.“

2.2. Studie sukcesních procesů na různých organismálních skupinách

Vzhledem k rozdílným metodickým přístupům i charakteristikám jednotlivých skupin organismů jsem se rozhodla věnovat se studiím na flóře a fauně zvlášť.

2.2.1. Rostliny

2.2.1.1. Metodika

Sukcese je nejčastěji zkoumána na rostlinných společenstvech, neboť rostliny jsou přímo vázány na abiotické podmínky jako je složení půdy, vlhkost, míra oslunění, eroze atd. Díky tomu můžeme více říci o prostředí daného biotopu, v našem případě lomu.

Důležité je vybrat správné lokality pro sběr. Velký vliv na rostlinná společenstva, a na ně vázaná živočišná společenstva, má podloží. Většinou si autoři vybrali jeden typ podloží pro celou práci a tudíž se jeho vlivem na jednotlivých lokalitách dále nezabývali. Zmínku o různých podložích jsem našla v málo pracích. Ve dvou z nich byly porovnány lokality v křídových a vápencových lomech (Davis & Jones 1978, Davis 1979) a v jednom případě jsou při postupu výběru lokalit zmiňovány různé lomy (těžba písku, vápenec, břidlice, atd.), ale v tabulce zkoumaných lokalit, je většinou jako podloží uveden vápenec a u některých míst není podloží popsáno vůbec. Kromě těchto zmínek se nikdo nevěnoval rozdílu mezi rostlinnými společenstvy v lomech o různém geologickém podkladu, resp. mezoklimatickým rozdílům (třeba hory vs. nížiny).

Pro porovnání sukcesních stádií rostlinných společenstev v lomech je dále podstatná doba od ukončení těžby, rozloha, okolní a zdrojové biotopy. Průběh sukcese v čedičových lomech směrem k žádané xerofilní stepi je velmi ovlivněn vzdáleností od nejbližší louky a podílem travinných společenstev v prostředí lomu. Počáteční sukcese je samozřejmě ovlivněna nejbližšími biotopy (Novák & Konvička 2006).

Dalšími důležitými faktory pro výběr lokality mohou být:

- strmost stěny (Jian-Gang Yuan 2006; Ursic et al. 1997)
- rozdíly v lokálním klimatu (Novák & Prach 2003)
- dostatečná výška a délka stěny (Ursic et al. 1997)

Samotný odběr vzorků má ve většině případů velmi podobnou metodiku. Jedná se o obdélníky o rozměrech několik metrů rozmístěné v ploše lomů náhodně (Mota et al. 2004; Ursic et al. 1997) nebo v pravidelných vzdálenostech (Jian-Gang Yuan et al. 2006; O'Connor & Aarssen 1987). V jiných případech byly vzdálenosti obdélníků nahrazeny jejich počtem na lom (Novák & Prach 2003).

Získaná data byla ve většině případů ekologicky analyzována různými statistickými metodami. Čistě floristickou studii jsem našla pouze jednu.

2.2.1.2. Výsledky

Sukcese cévnatých rostlin začíná ihned po vzniku habitatu. Počáteční stádium (1-5 let) se vyznačuje ve vápencových i čedičových lomech převahou rudérálních jednoletých a dvouletých bylin (Novák & Prach 2003; Thompson & McKinley 2006), vzácně se zde mohou vyskytnout některé chamaefyty např. *Levandula* sp., *Salvia* sp. (Khater et al. 2003). Oproti tomu Tsuyuzaki & del Morala (1995) uvádějí fakt, že na holých vulkanických stanovištích dochází k osídlení nejprve trvalými bylinami, a že jednoleté byliny jsou zde v počátečních stádiích sukcese vzácné. Také v sádrovcových lomech neprobíhá počátek sukcese standardně, neboť se zde nenachází invazivní rostliny, což je nejpravděpodobněji zapříčiněno strukturou substrátu po ukončení těžby. Téměř holé plochy krystalického sádrovce dávají možnost uchytit se jen rostlinám přizpůsobeným na extrémní podmínky (Mota et al. 2004).

Postupně složení vegetace přechází k trvalým travinám a hemikryptofytům (kolem 10 let). Na čedičích dominuje *Arrhenatherum elatius*, i stepní druh *Artemisia campestris* je zde běžný, občas se mohou vyskytnout i mladé stromky jako *Salix caprea* a *Betula pendula* (Novák & Prach 2003; Novák & Konvička 2006). *Arrhenatherum elatius* a *Leucanthemum vulgare* se v hojných počtech vyskytují i ve vápencových lomech (Cullen et al. 1998).

Stromy, křoviny, sciofyty a nitrofyty nastupují po 25 letech a nejstarší sukcesní stádia (40 a více let) jsou charakteristická vytvořením souvislého stromového patra, případně v oblastech sušších a teplejších dojde k ustálení druhově bohaté xerofilní stepi. Novák & Pach (2003) předpokládají, že složení nejstaršího stádia se bude měnit velmi pomalu a více změn bude mít kvantitativní charakter.

Tradičním předpokladem k nárůstu diverzity je signifikantní růst s dobou od opuštění lomu (Bazzaz 1975; Jian-Gang Yuan et al 2006) až do ustanovení klimaxu. S tím ale

kontrastují výsledky výzkumu O'Connrové & Aarssena (1987), kdy v lomech starých 2 roky a 21 let byla diverzita stejná.

Většina předchozích zmiňovaných studií byla prováděna především sběrem rostlin ze dna lomu či mírného svahu. Jian-Gang Yuan et al. (2006) provedl výzkum stěn tří lomů 3, 5 a 7 let po ukončení těžby. Ukázalo se, že s dobou od opuštění narůstá druhová pestrost a procento pokryvu stěny. Zároveň se studií rostlinného společenstva byla zkoumána půda zachycená ve štěrbinách a puklinách. Předpoklad, že je primárního původu, se nepotvrdil, neboť měla téměř stejné složení jako půda nedaleké plantáže. Rostlinná společenstva a množství půdy se zde velmi ovlivňuje. Nebýt rostlin, půda by se v období dešťů vyplavila a nebýt dostatečného půdního materiálu, nebyly by zde rostliny.

V dlouhodobějším měřítku druhová bohatost a komplexita složení společenstva na stěně lomu narůstá během prvních 70 let od ukončení těžby, poté kvůli zastínění okolními stromy klesá (Ursic et al. 1997).

Obecně, až na některé výjimky, probíhá sukcesní vývoj životních forem rostlin od jednoletek a dvouletek k trvalým bylinám, a od křovinných dřevin ke stromům. Mění se také složení společenstva od generalistů ke specialistům a od invazivních ruderálních druhů ke vzácnějším lokálním druhům.

2.2.2. Bezobratlí živočichové

Studie o obratlovcích jsem nevyhledávala, protože nejsou příliš vhodnou skupinou pro výzkum sukcesních procesů v tak malém biotopu jako jsou lomy. Zde se vyskytují spíše přechodně, a to nezávisle na sukcesním stádiu, či v nízkých populačních hustotách. Výjimkou jsou populace obojživelníků v zatopených lomech, které ale spadají mimo náš zájem.

2.2.2.1. Metodika

Výběr lokalit je závislý na podobných faktorech jako u rostlin, až na to, že většina abiotických faktorů působí na živočichy nepřímo prostřednictvím rostlin.

Většina skupin bezobratlých je odchyťována pomocí zemních pastí. Výjimkou jsou měkkýši a létající hmyz. Ve studiích ohledně mravenců a pavouků jsem našla rozpory v tom, zda používat pouze zemní pasti nebo i jiné metody odchyty.

Používání pouze zemních pastí je zdůvodňováno tím, že data se nejlépe porovnávají, jen když jsou pořizována současně. Díky tomu i můžeme lépe porozumět přednostem habitatů pro místní druhy (Retana & Cerdá 2000, Ottonetti et al. 2006, Dekoninck et al. 2009). Všechny metody jsou ovlivněny tím, že ne vždy odchyťujeme všechny jedince všech druhů. Výhodou zemních pastí je to, že už nemají další zásadní omezení, ale další metody většinou nějaká

mývají. Pro smýkání potřebujeme dostatečnou vegetaci, ručním sběrem se nám jen těžko podaří osbírat celou vertikálu stěny lomu (Topping & Suderland 1992, Bell et al. 1998).

Problém je v tom, že data získaná ze zemních pastí mívají převážně kvalitativní charakter, neboť se jednotlivé druhy liší svou vagilitou (Topping & Suderland 1992), a tak ve studiích zaměřených na kvantitu musí být sběr doplněn nejlépe dalšími metodami. V případě mravenců je dobrá kombinace se sčítáním hnízd, doplněná dalšími způsoby (Schlick-Steiner et al. 2006) např. ručním sběrem, odběrem opadu a půdy, smýkáním vegetace a oklepáváním keřového a stromového patra (Bisevac & Majer 1999). Tyto další způsoby sběru byly využity i pro kompletaci arachnocenózy (Kůrka 2000).

Zjišťování abundance a diverzity motýlů bylo provedeno opakovaným pozorováním na lokalitách. Výzkumník pokaždé procházel stejnou trasou a zaznamenával si jednotlivé druhy a jejich početnost. Druhy byly určovány na místě, jen ve složitějších případech byly odebrány vzorky a následně určeny pitvou genitálií (Beneš et al. 2003)

Sběr měkkýšů byl prováděn především ručním sběrem a odběrem hrabanky, která byla dále zpracovávána v laboratoři (Pfleger 2000).

Na rozdíl od rostlin, kde máme k dispozici řadu ekologických studií, zkoumajících jednotlivé faktory, které ovlivňují jejich druhovou diverzitu v lomech, u bezobratlých živočichů má převážná část studií charakter faunistických soupisů druhů se slovními charakteristikami zoocenóz jednotlivých lomů. To se týká jak studií na pavoucích, tak i na měkkýších. Jednu z výjimek tvoří studie (Beneš et al. 2003), která statistickými metodami testuje vliv různých faktorů prostředí na diverzitu motýlů v jihočeských lomech.

2.2.2.2. Výsledky

Mravenci : Obecně počet druhů v lomech roste s dobou od počátku rekultivace. Na to poukazuje srovnávací studie Bisevace & Majera (1999). V lomech rekultivovaných před 2-20 let bylo nalezeno 96 druhů mravenců, což je téměř o polovinu více než na podobných lokalitách zkoumaných 1-3 roky po rekultivaci (Majer et al. 1982). Podle Bisevace & Majera (1999) dokonce byly jimi studované nejstarší lokality druhově bohatší než všechny kontroly. Toto poukazuje na význam opuštěných lomů, kde může být dosažena vyšší diverzita než v přírodě.

Tento výsledek podporuje i Dekonick et al. (2009), který ve svém výzkumu použil mnohem starší lokality s přirozenou sukcesí. Také poukazuje na to, že více zalesněné lomy jsou méně bohaté na xerothermní vzácnou floru a tím i na ní vázaná společenstva mravenců. Proto doporučuje větší zásah člověka na takovýchto stanovištích např. pastvou ovcí. Za větší

druhovou pestrost pak vděčíme většímu přísunu oslunění. To omezuje konkurenci, neboť velké druhy se musí více skrývat a tím se uvolní nika pro druhy menší.

Pavouci: Podle studie Bella et al. (1998) se počet druhů pavouků nemění lineárně s věkem stanoviště. Na nejstarší lokalitě (cca 100 let od ukončení těžby) ani na přirozeném stanovišti nebylo nalezeno nejvíce jedinců ani druhů, ale bylo tomu tak u lomu opuštěného cca 65 let. Tomu ale odporují výsledky Kůrky (2000), který uvádí, že v opuštěných lomech je největší druhová diverzita i nejvíce antropofobních druhů v nejstarším ze zkoumaných lomů (cca 80 let od ukončení těžby). Místní společenstvo se svou podobou velmi blíží cenózám původních xerothermních stanovišť. Nakonec je ale třeba podotknout, že celkově nejbohatší arachnocenózy se nacházely na přirozené lokalitě a to i s největším podílem antropofóbních druhů. Tyto výsledky prokazují nenahraditelnost neporušených biotopů pro arachnocenózy přirozených stepí, skalních stepí a lesostepí.

Xerofilní motýli: Některé xerofilní druhy denních motýlů se objevují i v aktivních lomech, kde je převážně nezarostlý substrát a občasná vegetace je ostrůvkovitě rozložena. Množství druhů v opuštěných lomech je ovlivňováno vzdáleností od přirozených stepí. Celkově druhová diverzita xerofilních společenstev motýlů roste s polohou lokality směrem k jihu a s množstvím přilehlých stepí, a klesá s větším zastoupením lesů v nejbližším okolí, a také se stářím lomu, neboť s postupem času dochází k zarůstání křovinami a později i lesem (Beneš et al. 2003).

Měkkýši : Podle výzkumu Pfliegera (2000) se nejvíce druhů měkkýšů vyskytuje na nejstarší lokalitě (cca 80 let od ukončení těžby), dost možná díky členitosti reliéfu lomu. Během sukcese dochází k ústupu zpočátku velmi hojných druhů *Xerolenta obvia* a *Alinda biplicata*. Souhrnně ze studie vyplývá, že s delším časovým odstupem od ukončení těžby v lomech roste počet druhů měkkýšů.

O měkkýších v souvislosti s lomy jsem našla ještě dvě zmínky v pracích Wheeler & Cullen (1997) a Davis & Jones (1978). Podle designu jejich práce to vypadá, že k odchytu měkkýšů došlo spíše náhodně než cíleně, neboť v obou případech bylo použito pouze zemních pastí, což k hodnocení druhové diverzity a abundance měkkýšů nestačí. Davis & Jones (1978) se zmiňují o měkkýších pouze v příloze formou seznamu nalezených druhů a dále tyto výsledky nijak nediskutují. Zato Wheeler & Cullen (1997) uvádějí, že počet měkkýšů na past je signifikantně vyšší v lomech se samovolnou sukcesí a na přirozených stanovištích než na rekultivovaných plochách, což by odpovídalo i jiným studiím na jiných skupinách bezobratlých, avšak jen těžko se tento závěr dá považovat za potvrzený, protože nebyla použita vhodná metodika sběru měkkýšů.

3. Přirozená sukcese vs. rekultivace

V předchozí kapitole jsem se snažila shrnout známá fakta o studiu sukcese v lomech. Nyní bych se ráda věnovala porovnávání lomů, ve kterých došlo k přirozené sukcesí, a lomů rekultivovaných.

Co se týče vegetace, tak na přirozených stanovištích v okolí lomů a v opuštěných lomech se spontánní sukcesí se vyskytuje více druhů s abundancí nad 5% plochy dna lomu než v rekultivovaných lomech (Cullen et al. 1998, Wheater & Cullen 1997). Oproti tomu, když porovnáme druhové složení flóry, jsou si více podobné plochy rekultivované a přirozené, než lomy ponechané spontánní sukcesí, což poukazuje i po pěti letech od revitalizace na správný výběr rostlinných druhů použitých k rekultivaci (Cullen et al. 1998).

Diverzita rostlinných společenstev má v případě spontánní sukcese i rekultivací zásadní vliv na složení společenstev bezobratlých živočichů. Více druhů rostlin znamená více druhů potravy pro primární (Pulmonata, Isopoda, Diplopoda) a následně i sekundární konzumenty (Araneae) (Wheater & Cullen 1997).

Podle Bella et al. (1998) je abundance a diverzita arachnocenóz v rekultivovaných a dále obhospodařovaných lomech po cca 10 letech srovnatelná s přirozenými stanovišti. Tímto vyvrátili předpoklad Luffa & Rushtona (1989), že se abundance a druhová diverzita arachnocenóz s osemem a obhospodařováním lomů snižuje. Zde je ale jasné, že pavouci nejsou vázáni na vegetaci přímo.

Porovnáním starších rekultivovaných lomů (>11 let) a přirozených stanovišť v písčových dolech v Austrálii Bisevac & Majer (1999) zjistili, že počet druhů mravenců je větší v rekultivovaných lomech. Nejspíš je to způsobeno tím, že v lomech se ještě vlivem disturbancí zachovává větší habitatová pestrost, což vyhovuje některým specialistům na otevřené plochy a také specializovaným predátorům, kteří se již na přirozeném stanovišti nevyskytují.

Podstatný vliv na osidlování rekultivovaných i nerekulivovaných lomů má charakter okolního porostu, neboť ten bývá v počátečních stádiích hlavní potravou pro potenciální kolonizátory (Wheater & Cullen 1997).

Z výše uvedených pramenů ale jasně vyplývá, že se jen minimum prací zabývá přímo rozdílem mezi druhovou diverzitou bezobratlých v rekultivovaných lomech ve srovnání s lomy s přirozenou sukcesí. Tímto tématem se u několika skupin členovců v současné době zabývá kolektiv autorů kolem T. Kadlece (pers. com.) na příkladu šesti lomů v Českém krasu.

4. Rekultivace, revitalizace lomů

4.1. Stanovení pojmů

Ekologie obnovy – jinak také „restaurační ekologie“ je dílčím oborem v rámci ekologie, k jejímu rozvoji došlo především v západních zemích (USA, Holandsko, Velká Británie) s nejvíce zasaženými a degradovanými ekosystémy. Ekologie obnovy se hlavně zabývá obnovou narušených ekosystémů (Prach 1995).

Sanace – je podle horního zákona č.(44/1988 Sb. 31,5) odstranění škod na krajině komplexní úpravou území a územních struktur. Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu (ČNR č. 334/1992 Sb. 8,1) považuje za sanaci činnost směřující k provádění vhodných úprav narušených těžbou tak, aby tvarem, uložením zeminy a vodními poměry byly připraveny k rekultivaci. (Cílek 1999, Štefek 2001). Z těchto zákonů vyplývá, že sanace jsou terénní úpravy předcházející samotné rekultivaci případně jinému využití hornických území po ukončení těžby. Těžební organizace jsou povinny zajistit sanace a rekultivace, byť třeba jen finančně (Štefek 2001).

Rekultivace – je podle vyhlášky FZMV č.36/1987 Sb. 4-8 a zákona č. 334/1992 Sb. 8,2 opětovné využití pozemku k zemědělským či lesnickým účelům (Cílek 1999). Rekultivací také můžeme obecně označit proces, jehož cílem je upravit plochy poškozené lidskou činností tak, aby bylo možné je dále využívat v krajině (Štefek 2001).

Revitalizace – může znamenat znovuoživení a funkční zapojení do krajiny (Cílek 1999). Doslova se revitalizací míní návrat do života, obecněji se dá chápat jako náprava lidmi ovlivněné krajiny do stavu co nejvíce podobného původnímu (Štefek 2001). Anglickým ekvivalentem je pak pojem *reclamation*.

Renaturalizace – znamená podle Štefeka (2001) obnovení původního přírodního stavu území po skončení nějakého lidského zásahu jako je těžba nebo stavba komunikace. Tento termín je významově podobný revitalizaci.

S použitím termínu rekultivace a revitalizace jsou trochu potíže. Výsledkem revitalizace by měla být co nejpřirozenější vegetace, zato po rekultivaci bychom na dané lokalitě měli nalézt kulturní step, hospodářský les případně rekreační oblast. Tyto pojmy však nejsou zcela ujednoceny a v řadě prací se významově překrývají nebo dochází k jejich záměně.. Toto mé tvrzení podporuje i záznam z debaty na téma: Jak rekultivovat krajinu aneb spící zákonodárci (Vaněk 2007).

4.2. Možné typy rekultivace

Podle Pracha (1995) je možné metodiku obnovy ekosystémů rozdělit na přímé a nepřímé postupy. Přímé postupy pak dále dělíme na:

- Zcela umělé (de novo)
- Přenos částí ekosystémů
- Rehabilitace dosavadních ekosystémů dosevy, dosadbami, odstraněním nežádoucích druhů, apod.
- Řízená sukcese (s využitím např. aktivit uvedených v předchozím bodě)
- Spontánní sukcese

Mezi nepřímé postupy se změnou stanovištních faktorů můžeme zařadit:

- Změny abiotických faktorů (často jednorázově)
- Změny biotických faktorů (např. „biologický boj“)
- Změny v hospodaření (managementu)

Toto rozdělení se vztahuje obecně na obnovu různých narušených součástí krajiny jako jsou výsypky nebo odtěžené povrchové doly apod. Literatura, zabývající se těmito rekultivacemi je velmi rozsáhlá a není předmětem této rešerše. Práci, zabývající se revitalizacemi v lomech je už mnohem méně a většina z nich opět sleduje tento problém z hlediska vegetace.

4.3. Je lepší přirozená sukcese nebo rekultivace?

Problematika revitalizací a rekultivací je velmi složitá. Velmi záleží na konkrétních případech a situacích. Je třeba rozvážit v jaké krajině se lom nachází. Pokud lom navazuje na přirozené skalní útvary se skalní stepí, není třeba příliš rekultivovat. Zdroje původních společenstev nejsou daleko a dojde-li k vhodným terénním úpravám, můžeme zde za několik desítek let snadno získat biotop velmi podobný původnímu (Ložek 1980).

Je-li revitalizovaným lomem lom jámový, situace je jiná. Jámové lomy často vytváří v krajině útvary, které se v nejbližším okolí ani nenacházely. Z toho vyplývá, že musíme více uvažovat, co s takovou lokalitou podniknout. Jednou z možností je jámu zavézt. To je vcelku přijatelné v případě, že zde byly těženy nesoudržné suroviny jako písky, štěrkopísky, spraše, slíny apod. V případě kamenolomů zavezení vhodným řešením není (Ložek 1980). Jámové lomy a lomy v parovině svou přítomností zvyšují diverzitu území (Cílek 1999, Kůrka 2000) a tím umožňují výskyt více druhů, často i vzácných. Zavážení lomů také neschvaluje Ursic et al. (1997) neboť tak dochází ke ztrátám již tak vzácných stanovišť.

Pokud se tedy rozhodneme, že je revitalizace nutná a výsledkem má být co nejpřirozenější biotop, nastává čas pro řešení problému jak revitalizovat. Cílek (1999, 2005) shrnul zásady revitalizace do několika následujících bodů:

- Původní revitalizační projekty počítaly s eliminací lomů po ukončení těžby, většinou zasypaním odpadky, případně „rekultivací“ v podobě zešikmení stěn. Dnes je situace odlišná. Firmy jsou již při získávání povolení k těžbě donuceny vytvořit předběžný plán revitalizace, který musí být schválen náležitými úřady.
- Je vhodné aby samotná revitalizace v dnešních velkolomech probíhala již během těžby, neboť se netěží celou dobu v celém lomu. V okrajových částech tak může již probíhat naplánovaná revitalizace.
- Než dojde na samotnou biotickou složku je třeba ve velkolomech provést úpravy stěn i velkého rovného dna. Hlavním účelem terénních úprav je rozčlenění celého prostoru na dílčí skaliska, případně sutiny. Dno je vhodné zvrásnit haldami a valy z vhodného materiálu. Na škodu není malá vodní plocha. Celkově je vhodné směřovat výsledný tvar lomu k co největší morfologické diverzitě.
- Do revitalizace také patří demontáž všech staveb, které během těžby vznikly. Myslí se tím nejen správní budovy v lomech, ale i komunikace a ve větším rozměru třeba i celá cementárna.
- Je také třeba dbát na budoucí návštěvníky lomů a jejich bezpečnost. Cílek (1999, 2005) doporučuje vytvoření valu o výšce 1-1,5 m na horní hraně lomu, která má zabránit nešťastným nehodám, ale zároveň umožnit výhled do lomu a odvážlivcům i vstup, i když na vlastní nebezpečí. Podobný val, cca 4-6 m od svahu, navrhuje i v dolní části lomu, neboť i desítky let po ukončení těžby může docházet k opadům uvolněných kamenů. Též je dobré zahradit vjezd do lomu, aby zde nevznikaly nelegální skládky.
- Po všech těchto úpravách, kdy je zapotřebí těžká technika, může nastoupit samotná biologická revitalizace.

Biologická revitalizace může mít více podob. V případě mnoha malých lomů ponechaných spontánní sukcesi po 50-100 let se tento proces jevil jako velmi příznivý (Tichý & Sádlo 2001). I na strmých stěnách lomů opuštěných jen několik let se projevuje sukcese jako vhodný prostředek revitalizace. Přírodní procesy zde vytváří neobvyklá, ale přirozená společenstva (Ursic et al. 1997).

Prach & Pyšek (2001) sestavili tabulku výhod a nevýhod užití spontánní sukcese. Za hlavní pozitiva považují: nízké náklady; vcelku rychlé ustanovení kontinuálního pokryvu vegetací; časté rozšíření přirozených, dobře adaptovaných dřevin; obvykle malý výskyt invazivních druhů; častá refugia pro divoká zvířata; běžná vyšší přírodní hodnota ve srovnání s technicky obnovenými lomy. Negativy spontánní sukcese podle nich jsou: možnost zastavení sukcese na počátku expanzí kompetitivně silných netravinných bylin nebo travin; jisté dominantní druhy mohou být zdroji alergenních pylů; příležitostně se mohou stát zdroji semen plevelů; zpravidla mají tyto lokality nižší produktivní hodnotu než rekultivované lomy.

Celkově je sukcese považována za vhodný a efektivní způsob obnovy lomů (Novák & Prach 2003, Wheeler & Cullen 1997).

Je možné dosáhnout pouhou sukcesí dobrých výsledků ve velkolomech? Velkolomy bývají obklopeny původními biocenózami jen lokálně, blízké lesy jsou často ovlivněny výsadbou nevhodných dřevin, což způsobuje degradaci podrostu (Tichý & Sádlo 2001). Za takovéto situace je potřeba introdukci správných druhů trochu pomoci. Lze to nazvat řízenou sukcesí (Prach 1995) nebo revitalizací (Cílek 1999, 2002, 2005) či rekultivací (Hakl 2001).

Důležitý je výběr druhů, který by měl probíhat pod vedením odborníka (Cílek 2005). Lze použít jednak výsadby, jednak rozhazování půdního materiálu získaného z nedalekých přirozených lokalit. Pokud má biotop následně sloužit jako refugium světlomilných druhů, je nutné na to brát ohledy při výběru dřevin. Nevhodné jsou zejména nepůvodní druhy a většinou i jehličnany. Též je potřeba občasného zásahu a usměrnění sukcese správným směrem (Tichý & Sádlo 2001).

Pro urychlení rekultivací v krátce opuštěných sušších a na živiny chudších lomech je možné přidávat k sazenicím hydro-gel na zadržování vláhy, mykorhizní očkovací látku pro rychlejší nárůst kořenového systému a tím i vyšší příjem živin a vody nebo přidávat živiny přímo do půdy ve formě hnojiv (Clemente et al. 2004).

Rozhodnutí, jak naložit s opuštěným lomem bývá často společensky citlivé. Pak je vhodné vybírat nejcennější lokality, které mají být zanechané pro přirozenou nebo řízenou sukcesí a jiné, pro které je vhodné např. rekreační využití. V tomto směru může být příkladem práce Milgroma (2008). Také Montanez-Escalante et al. (2005) se zabývá podobnou problematikou, ale navrhuje možnost obnovy původního společenstva, což odůvodňuje tím, že po vytěžení nezůstává žádná vegetace, která by byla základem pro nová společenstva, a také tím, že vrstva substrátu je nedostatečná.

Nedá se jednoznačně říct, která z metod obnovy lomů je obecně nejlepší, neboť každý lom potřebuje individuální přístup, nejlépe ze strany odborníků. V dnešní době se těží především ve velkolomech. Aby se tak velká plocha stala hodnotnější je potřeba pomoci revitalizací. Nejlépe by bylo urychlit nástup vegetace dodáním vhodné půdy a rozsevem semen či vysazováním sazenic a následně ponechat lom sukcesi s občasnými drobnými zásahy.

5. Studium suchozemských plžů v lomech Českého krasu

Ve své práci se zaměřuji na terestrické prostředí lomů a tudíž vynechávám měkkýší společenstva zatopených lomů. V Českém krasu byla provedena pouze jedna studie porovnávající různě staré lokality. Pflieger (2000) se ve své práci zaměřil na faunistickou studii šesti lomů, z toho na čtyři nerekulтивované a dva po rekultivaci. Jako kontroly si vybral nejbližší okolí tří zkoumaných lomů. Nalezl zde 34 druhů suchozemských plžů. Bohužel ale nebyla provedena žádná analýza faktorů prostředí, které ovlivňují diverzitu jednotlivých lomů.

Český kras byl z hlediska měkkýší fauny velmi dobře prozkoumán V. Ložkem. Řada faunistických výzkumů je nepublikovaná ve formě zpráv na Správě CHKO Český kras, důležité údaje pak shrnuje práce Ložka (1974). Podle této studie je Český kras jedinečné vápencové území vzhledem k izolovaným výskytům řady druhů i zachovalým přirozeným malakocenózám. Hlavním ohrožením měkkýšů, především skalních společenstev, je spád z cementáren a drtičů. Opuštěné lomy v blízkosti zachovaných skalních biotopů se samovolně snadno „rekultivují“ a časem v nich nalezneme společenstva nerozeznatelná od původních, což je však autorem pouze konstatováno na základě empirických zkušeností a nikdy nebylo zjišťováno kvantitativně. Vynikající kontext pro studium recentní malakofauny Českého krasu a jejího vývoje navíc poskytuje světově unikátní síť téměř 50 profilů holocénních měkkýších sukcesí (Ložek 1967). Tento fakt napomohl zjistit, že původní malakofauna se v Českém krasu zachovala převážně jen v údolích. Kromě některých vrcholků v jižní části krasu jsou oblasti parovin malakozoologicky chudé.

6. Výběr lokalit pro diplomovou práci

Protože hlavním cílem mojí diplomové práce bude zkoumat měkkýší společenstva lomů, které v Českém Krasu vytvářejí sukcesní řadu, bylo klíčové vybrat z více než sta lomů reprezentativní lokality, na nichž bude výzkum probíhat.

Při výběru lokalit jsme se zaměřili na vápencové lomy v CHKO Český kras, které byly opuštěné v časovém horizontu od 100 do 5 let.

Nejprve jsem provedla výběr možných lokalit na základě soupisu historických lomů (Vachtl 1949a, b; Prokop & Vachtl 1951). Díky konzultacím s RNDr. Karlem Žákem, Csc. a RNDr. Vojenem Ložkem DrSc. z Geologického ústavu AV ČR, Ing. Vojenem Ložkem ze Správy CHKO Český Kras, případně se současnými správci jednotlivých lomů a porovnáním s archivními záznamy jsem shromáždila údaje o rocích ukončení těžby ve většině lomů, což bylo prvotním kritériem pro náš další výběr. Díky tomu jsme získaly přehled o možných budoucích porovnávaných skupinách lomů.

Při výběru lomů v terénu jsme rozlišovaly severní a jižní orientaci stěn lomů a typ okolních rostlinných společenstev, která ovlivňují sukcesi biocenóz v lomech. Dalším podstatným kritériem bylo současné využití lomů, kde jsme zohledňovali, jestli je lom nadále ovlivňován např. závážkou anebo je ponechán spontánní sukcesi. Po uvážení všech kritérií jsme vybrali výsledné lokality, které jsou shrnuty v tabulce č.1. Jsou rozděleny do čtyř skupin podle stáří sukcese a u každého jsou uvedeny pro nás základní a důležité charakteristiky lomů a nejbližšího okolí.

Tab. 1: Vybrané lokality a jejich charakteristiky

Skupina	Název lomu (obec)	Rok ukončení těžby	Orientace	Typ lomu	Okolní porost
1900-1925	VČS - bývalý Císařský lom (Koněprusy)	1900	J	Stěnový	les, step
	V obecním lomu (Tetín)	1907	S	Stěnový	les
1925-1949	Lom Pod prostředním mlýnem (Dobříč)	1915	J	Jámový	les
	Lom Kobyla (Koněprusy)	1929	J	Jámový	les
	Soví ráj (Mořina)	1930	J	Jámový	les
	Kamensko (Mořina)	1930	J	Jámový	les
	Budňanský lom (Mořina)	1930	J	Jámový	les
	Lom Na Kozlu = Alkazar (Hostim I.)	1940	J	Stěnový	step
	Cífkův lom (Loděnice)	1940	J	Jámový	les, louka
	Houbův lom (Koněprusy)	1950	J	Stěnový	step
	Záloženský lom (Loděnice)	1950	S i J	Jámový	les, louka
	VČS - zadní část (Koněprusy)	1955	J	Stěnový	les, step
1950-1975	Petzoldův lom (Srbsko)	1960*	J	Stěnový	step, budovy
	Lom na Chlumu (Srbsko)	1961	J	Stěnový	les
	Nový Bílý lom (Tetín)	1962	J	Stěnový	step
	Hergetův lom (Tetín)	1962	J	Stěnový	step
	Lom U paraplete = Solvayův lom (Sv.Jan pod Skalou)	1963	J	Stěnový	les, pole
	PP Cíkáňka II.	1965*	J	Stěnový	les, step
	Tomáškův lom (Komo)	1967	S	Stěnový	les
	Lom Starý Čížovec (Trněný Újezd)	1968	J	Jámový	step, louka, pole
	Homolák (Vinařice)	1970*	S i J	Stěnový	křoviny
	Lom Kuchařík (Kuchařík)	1983	J	Stěnový	step, pole
1975-2000	Plešivec (Vinařice)	1994	J	Stěnový	les
	Lom Nový Čížovec (Trněný Újezd)	2006	J	Stěnový	step, louka, pole

* uvedené roky jsou odhadnuté a budou ještě upřesněny

7. Závěr

Lomy představují v krajině jakési dlouhodobé plochy pro studium sukcese společenstev. Studie zaměřené tímto směrem se více zabývají rostlinnými než živočišnými společenstvy, neboť rostliny vázané na abiotické podmínky lomu vypovídají o jeho prostředí přímo.

Studie zaměřené na vegetaci jsou častěji koncipovány jako analýzy ekologických faktorů, které ovlivňují rostlinná společenstva, na rozdíl od převážně faunistických studií. Tento nepoměr se budu snažit posunout ve své diplomové práci.

Výběr lokalit pro pozorování sukcese závisí na mnoha faktorech. Hlavními jsou: podloží, doba od ukončení těžby, rozloha lomu, okolní a zdrojové biotopy.

Druhová diverzita organismů většinou se stářím lomů roste, ale není jisté, zda nejbohatší společenstva se v lomech budou vyskytovat i po nastolení klimaxu, neboť i přes sto let opuštěné lomy jej ještě v mnoha případech nedosáhly a nemáme tedy dostatek informací pro potvrzení či vyvrácení jakýchkoliv hypotéz. Samozřejmě záleží na podmínkách konkrétních lokalit, kterým směrem se bude biocenóza ubírat.

Rozdíly lomů ponechaných spontánní sukcesi a lomů rekultivovaných se převážně studují na rostlinných společenstvech. Rekultivované opuštěné lomy se od nerekulitovaných liší hlavně počtem druhů s vyšší abundancí a podobností s přirozenými stanovišti. Na druhovou diverzitu flory jsou těsně vázáni primární konzumenti a na ně jejich predátoři.

Rekulitacemi (revitalizacemi) obecně se zabývá mnoho odborných prací, ale už ne tolik rekultivacemi (revitalizacemi) v lomech. Odborně populární články jsou podstatně častější, takže reálných dat máme zatím k dispozici je poskrovnu.. Hlavními diskutovanými problémy jsou metodiky úprav terénu, zvláště ve velkolomech, správnost vysévaných druhů rostlin a v neposlední řadě také možnosti využití spontánní sukcese, ke které se přiklání nemálo autorů.

CHKO Český kras je průběžně zkoumán V. Ložkem z hlediska recentních i fosilních měkkýšů, avšak ne z hlediska sukcesí malakocenóz v lomech. Faunistikou měkkýšů v šesti lomech se zabýval V. Pflieger. Cílem mé diplomové práce bude analýza vlivu různých faktorů prostředí na druhovou diverzitu měkkýších společenstev v lomech v různém stádiu sukcese. Vybrané lokality pro tento výzkum jsou již uvedeny v této práci.

8. Citovaná literatura

- Bazzaz, E A. 1975:** Plant species diversity in old-field successional ecosystems in southern Illinois. *Ecology*, 56: 485-488
- Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. 1997:** *Ekologie – jedinci, populace a společenstva*, Vydavatelství Univerzity Palackého, Olomouc, 628pp
- Bell, J.R., Cullen, W.R. & Wheeler, C.P. 1998:** The structure of spider communities in limestone quarry environments. *Proceedings of the 17th European Colloquium of Arachnology*, Edinburgh 1997: 253 – 259
- Beneš, J., Kepka, P. & Konvička, M. 2003:** Limestone quarries as refuges for European Xerophilous Butterflies. *Conservation Biology* 17 (4): 1058 - 1069
- Bisevac, L. & Majer, J.D. 1999:** Comparative study of ant communities of rehabilitated mineral sand mines and Healthland, Western Australia. *Restoration Ecology* 7 (2): 117 – 126
- Cílek, V. 1999:** Revitalizace lomů - principy a návrh metodiky. *Ochrana přírody* 54 (3): 73 – 76
- Cílek, V. 2002:** Revitalizace velkých vápencových lomů v Německu. *Ochrana přírody* 57 (4): 105 – 108
- Cílek, V. 2005:** *Krajiny vnitřní a vnější*. Praha: Dokořán s.r.o.: 84 – 93
- Clemente, A.S., Werner, C., Máguas, C., Cabral, M.S., Martins-Louçao, M.A. & Correia, O. 2004:** Restoration of a limestone quarry: Effect of soil amendments on the establishment of native Mediterranean sclerophyllous shrubs. *Restoration Ecology* 12(1): 20 - 28
- Cullen, W.R., Wheeler, C.P. & Dunleavy P.J. 1998:** Establishment of species-rich vegetation on reclaimed limestone quarry faces in Derbyshire UK. *Biological Conservation* 84: 25 – 33
- Davis, B.N.K. & Jones P.E. 1978:** The ground arthropods of some chalk and limestone quarries in England. *Journal of Biogeography* 5: 159 - 171
- Davis, B.N.K. 1979:** Chalk and limestone quarries as wildlife habitats. *Environmental Geochemistry and Health* 1 (2): 48 – 56
- Dekonick, W., Hendrix, F., Dethier, M. & Maelfait, J.P. 2009:** Forrest succession endangers the special ant fauna of abandoned quarries along the River Meuse (Wallonia, Belgium). *Restoration Ecology* (in press)
- Hakl, M. 2001:** K rekultivaci opuštěných lomů na Příbramsku a Sedlčansku. *Ochrana přírody* 56 (8): 242 – 245

- Jian-Gang Yuan, Wei Fang, Ling Fan, Yan Chen, Dong-Qing Wang & Zhong-Yi Yang 2006:** Soil formation and vegetation establishment on the cliff face of abandoned quarries in the early stages of natural colonization. *Restoration Ecology* Vol. 14, No. 3: 349 – 356
- Khater, C., Martin, A. & Maillet, J. 2003:** Spontaneous vegetation dynamics and restoration prospects for limestone quarries in Lebanon. *Applied Vegetation Science* 6: 199 – 204
- Kůrka, A. 2000:** Sukcese arachnocenóz v povrchových vápencových lomech v Českém krasu (pavouci – Araneae). *Český kras* 26: 22 – 27
- Ložek, V. 1967:** Vědecký význam vápencových oblastí. *Ochrana přírody* 22 (10): 145 – 147
- Ložek, V. 1974:** Měkkýši Českého krasu z hlediska ochrany přírody. *Bohemia centralis* 3: 163 – 174, Praha
- Ložek, V. 1980:** K osudu opuštěných lomů v chráněných územích. *Památky a příroda* 5,6: 359 - 365
- Ložek, V & Cílek, V. 1992:** Ekologická těžba v koněpruské oblasti, rekultivační studie. *Ochrana přírody* 47 (3): 72 – 75
- Luff, M.L. & Rushton, S.P. 1989:** The ground beetle and spider fauna of managed and unimproved upland pasture. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 25 (2-3): 195-205
- Majer, J.D., Sartori, M., Stone, R. & Perriman, W.S. 1982:** Recolonization by ants and other invertebrates in rehabilitated mineral sand mines near Eneabba, Western Australia. *Reclamation and Revegetation Research* 1: 63 – 81
- Milgrom, T. 2008:** Environmental aspects of rehabilitating abandoned quarries: Israel as a case study. *Landscape and urban planning* 87: 172 – 179
- Montañez-Escalante, P., García-Barrios, L. & Jiménez-Osornio, J. 2005:** Quarry reclamation in Mérida, Yucatan, México: a review on achievement and current limitations. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*, 5: 101 – 108
- Mota, J.F., Sola, A.J., Jiménez-Sánchez, M.L, Pérez-García, F.J. & Merlo, M.E. 2004:** Gypsicolous flora, conservation and restoration of quarries in the southeast of the Iberian Peninsula. *Biodiversity and Conservation* 13: 1797 – 1808
- Novák, J. & Konvička, M. 2006:** Proximity of valuable habitats affects succession patterns in abandoned quarries. *Ecological Engineering* 26: 113 – 122
- Novák, J. & Prach, K. 2003:** Vegetation succession in basalt quarries: Pattern on a landscape scale. *Applied vegetation Science*, 6: 111 – 116
- O'Connor, I. & Aarssen, W. 1987:** Species association patterns in abandoned sand quarries. *Vegetatio*, 73: 101 – 109

- Ottonetti, L., Tucci, L. and Santini, G. 2006:** Recolonization Patterns of Ants in a rehabilitated Lignite Mine in Central Italy: Potential for the Use of Mediterranean Ants as Indicators of Restoration Processes. *Restoration Ecology* 14 (1): 60–66
- Pfleger, V. 2000:** Měkkýši modelových lokalit Českého krasu. *Český kras* 26: 28 – 32
- Prach, K. 1995:** „Restaurační ekologie“, či ekologie obnovy? *Vesmír* 74 (3): 143 – 146
- Prach, K. 2006:** Příroda pracuje zadarmo. *Vesmír* 85 (5): 272 – 277
- Prach, K. & Pyšek, P. 2001:** Using spontaneous succession for restoration of human-disturbed habitats: Experience from Central Europe. *Ecological engineering* 17: 55 – 62
- Retana, J & Cerdá, X. 2000:** Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia* 123: 436–444
- Schlick-Steiner, B.C., Steiner, F.M., Moder, K., Bruckner, A., Fiedler K. & Christian E. 2006:** Assessing ant assemblages: pitfall trapping versus nest counting (Hymenoptera, Formicidae). *Insectes Sociaux* 53: 274 – 281
- Štefek, V. 2001:** Nový přístup k sanaci a rekultivaci lomů s uplatněním hledisek krajinného rázu. *Český kras*, 27: 47 – 50
- Thompson, R.L. & McKinley, L.E. 2006:** Vascular Flora and Plant Habitats of an Abandoned Limestone Quarry at Center Hill Dam, DeKalb County, Tennessee. *Castanea*, 71(1): 54 – 64
- Tichá, M. 2005:** Monitoring rostlinných společenstev v LBC Hráza Kroměříž. *Venkovská krajina 2005*, sborník příspěvků z mezinárodní konference: 162 – 165
- Tichý, L. & Sádlo, J. 2001:** Revitalizace vápencových lomů. *Ochrana přírody* 56 (6): 178 - 182
- Topping, C.J. & Sunderland K.D. 1992:** Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology* 29: 485 – 491
- Tsuyuzaki, S. & del Moral, R. 1995:** Species attributes in early primary succession on volcanoes. *Journal of Vegetation Science* 6: 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: 289 – 303
- Vachtl, J. 1949a:** *Soupis lomů ČSR č.31 - okres Beroun*. Praha: Státní geologický ústav ČSR
- Vachtl, J. 1949b:** *Soupis lomů ČSR č.39 - okres Praha-jih*. Praha: Státní geologický ústav ČSR

- Prokop, F. & Vachtl, J. 1951:** *Soupis lomů ČSR č.42 - okresy Praha-město a Praha venkov-sever*. Praha: Ústřední ústav geologický
- Vaněk, S. 2007:** Jak rekultivovat krajinu aneb Spící zákonodárci. *Vesmír* 86 (4): 206
- Wheater, C.P. & Cullen, W.R. 1997:** The flora and invertebrate fauna of abandoned limestone quarries in Derbyshire, United Kingdom. *Restoration ecology* 5(1): 77 – 84