

Mendelova univerzita v Brně
Lesnická a dřevařská fakulta
Ústav lesnické botaniky, dendrologie a geobiocenologie

Sukcese vegetačního krytu na odvalu
Koksovny Svoboda v Ostravě

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

2015/2016

Jakub Jaroš

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem práci Sukcese vegetačního krytu na odvalu Koksovny Svoboda v Ostravě zpracoval samostatně a veškeré použité prameny a informace uvádím v seznamu použité literatury. Souhlasím, aby moje práce byla zveřejněna v souladu s § 47b Zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách ve znění pozdějších předpisů a v souladu s platnou Směrnicí o zveřejňování vysokoškolských závěrečných prací.

Jsem si vědom, že se na moji práci vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, a že Mendelova univerzita v Brně má právo na uzavření licenční smlouvy a užití této práce jako školního díla podle §60 odst. 1 autorského zákona.

Dále se zavazuji, že před sepsáním licenční smlouvy o využití díla jinou osobou (subjektem) si vyžádám písemné stanovisko univerzity, že předmětná licenční smlouva není v rozporu s oprávněnými zájmy univerzity a zavazuji se uhradit případný příspěvek na úhradu nákladů spojených se vznikem díla, a to až do jejich skutečné výše.

V Brně, dne 2. 5. 2016

Podpis:

Poděkování:

Děkuji Ing. Tomášovi Kouteckému, Ph.D. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, kterou mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

Rovněž děkuji své rodině, která mi byla po čas studia a zpracování této práce velkou oporou.

Abstrakt

Autor a název práce: Jakub Jaroš - Sukcese vegetačního krytu na odvalu Koksovny Svoboda v Ostravě / Succession of vegetation cover on muck stack coking plant Svoboda in Ostrava

Abstrakt: Tato práce se zabývá zhodnocením sukcesního vývoje na odvalu Koksovny Svoboda v Ostravě od posledního průzkumu provedeného Kouteckým (2004) a rámcovým návrhem péče o podobné lokality. Pro tento účel bylo vyhotoveno 39 fytoocenologických snímků, na kterých bylo nalezeno 177 druhů cévnatých rostlin. Pomocí analýz datových souborů byl zjištěn úbytek dostupného světla a tepla a nárůst vlhkosti, obsahu živin v půdě a pH, které byly přisouzeny především probíhající sukcesi. Pro účely obnovy podobných lokalit bylo navrženo maximální možné využití přirozené sukcese.

Klíčová slova: Hlubinná těžba uhlí, odval, Ostravsko-karvinský revír, rekultivace, sukcese

Abstract: This bachelor thesis is focused on the evaluation of succession on muck stack coking plant Svoboda in Ostrava since the last research carried by Koutecký (2004) and the proposal of framework of care for similar locations. For this purpose has been made 39 phytocenological relevés where were found 177 species of vascular plants. The loss of available light and heat and increase of humidity, accesible nutrients in soil, and pH, which was attributed primarily to ongoing succession, has been detected through analysis of data files. For the purposes of recovery of similar sites have been proposed the maximum possible usage of spontaneous succession.

Key words: Deep coal mining, Ostrava-karviná district, spoil heap, succesion, reclamation

Obsah

1. Úvod.....	6
2. Cíl práce.....	7
3. Literární přehled.....	8
3. 1. Vliv těžby černého uhlí na krajinu.....	8
3. 2. Fyzikálně-chemické podmínky na odvalech.....	11
3. 2. 1. Fyzikální vlastnosti.....	11
3. 2. 2. Chemické vlastnosti.....	11
3. 2. 3. Vlhkostní poměry.....	12
3. 2. 4. Biotické poměry.....	13
3. 2. 5. Půdní teplota.....	13
3. 2. 6. Termická aktivita.....	13
3. 3. Obnova území postižených těžbou.....	15
3. 3. 1. Sukcese.....	15
3. 3. 2. Rekultivace.....	16
3. 3. 3. Historie rekultivací na Ostravsku.....	19
3. 3. 4. Ekologie obnovy.....	20
4. Metodika.....	22
4. 1. Lokalizace zájmového území.....	22
4. 2. Přírodní podmínky zájmové oblasti.....	22
4. 2. 1. Geomorfologické poměry.....	22
4. 2. 2. Geologické poměry.....	23
4. 2. 3. Pedologické poměry.....	23
4. 2. 4. Hydrologické poměry.....	23
4. 2. 5. Klimatické poměry.....	24
4. 2. 6. Biogeografické poměry.....	24
4. 2. 7. Biotické poměry.....	25
4. 3. Sběr dat.....	25
4. 4. Analýza dat.....	26
5. Výsledky.....	28
5. 1. Botanický průzkum.....	28
5. 2. Analýza dat.....	29
5. 3. Párové t-testy.....	33
5. 4. Fidelita.....	34
5. 5. Indexy podobnosti a diverzity.....	35
5. 6. Dendrologický průzkum.....	36
6. Diskuze.....	38
6. 1. Praktická část.....	38
6. 2. Péče o podobné lokality.....	41
7. Závěr.....	44
8. Summary.....	45
9. Seznam použité literatury.....	46
10. Seznam příloh.....	49

1. Úvod

První prameny podložená zmínka, dokládající povědomí o přítomnosti uhlí na Ostravsku, se datuje k roku 1753, avšak první přesně lokalizovaný nález učinil až v roce 1763 mlynář Jan Augustin v údolí Burňa na Polské Ostravě. Další nálezy byly učiněny v letech 1776 u Karviné či 1780 na Landeku. S těžbou započali Wilczkové roku 1787, avšak v té době nebyla ještě příliš rentabilní a tudíž vytěžený objem činil pouhých 800 t ročně (Jiřík a kol. 1993).

S rozmachem industrializace v 19. a 20. století silně vzrostla poptávka po černém uhlí pro potřeby nových vynálezů v odvětvích dopravy a strojírenství. Na tyto potřeby navazuje rychlý rozvoj těžkého a těžebního průmyslu stejně jako pátrání po nových ložiscích zdrojů.

Koncem 19. století objem těžby v regionu postupně vzrostl na 3,2 mil. t ročně a rovněž se začíná prosazovat výroba koksu. Objem důlní těžby vytrvale rostl, v polovině 20. století dosahoval 16 mil. t (Jiřík a kol. 1993), vrcholem ale byla 80. léta, kdy bylo vytěženo rekordních 24 mil. t (Štýs a kol. 1981).

Po revoluci v roce 1989 probíhal z ekonomických důvodů velký útlum ostravské části revíru. Důl Odra, poslední na území Ostravy, definitivně ukončil těžbu 30. 6. 1994 (Roček 2003). V ostatních částech Ostravsko-karvinského revíru těžba pokračuje dodnes.

Přestože je tomu již více než 20 let od posledního výstupu horníků z šachet v Ostravě, známky těžby vtiskly svůj nesmazatelný ráz celému městu i jeho okolí. Přípomínky 200 let trvajících období jsou rozesety téměř na každém kroku, ať už jde o drobnosti typu pamětních desek či názvů ulic a jiných lokací nebo naopak o odvaly tyčící se vysoko nad zástavbu.

Protože právě odvaly jsou nejnápadnějším pozůstatkem po těžebních činnostech na území města, je nanejvýš vhodné usilovat o jejich začlenění do krajiny či případně jiném kulturním využití. Toto je ale možné provést pouze po důsledném výzkumu přírodních podmínek a pochopení principů spontánního vývoje vegetace na podobných antropogenních lokalitách, k čemuž se pokusí přispět i tato práce.

2. Cíl práce

Cílem této práce je na základě opakovaného fytoecologického snímkování vyhodnotit sukcesní změny, ke kterým došlo na odvalu Koksovny Svoboda v Ostravě za posledních 14 let, dále pak v zájmovém území zhodnotit současný stav porostů dřevin a navrhnout rámcové zásady péče o podobné lokality.

3. Literární přehled

3. 1. Vliv těžby černého uhlí na krajinu

V počátečním období, trvajícím téměř 60 let, bylo uhlí těženo primitivním způsobem, štolováním, které na povrchu nezanechalo významných stop. Avšak s nástupem industrializace se od poloviny minulého století soustavně zvyšovalo množství vytěženého uhlí až na 24 mil. t. ročně v 80. letech (Štýs a kol. 1981).

Celková hmotnost odebraných hmot z litosféry, tj. uhlí, hlušiny a vody, při dobývání černého uhlí v letech 1782 – 2000 je v české části hornoslezské pánve přibližně 4,25 mld. t.. Na 1 km² ovlivněný těžbou tak připadá 16,35 mil. t. odebrané hmoty (Havrlant a Martinec 2003).

Přírozená změna reliéfu trvá celá tisíciletí, avšak v důsledku důlních činností se krajina mění mnohokrát rychleji.

Základním projevem hlubinné těžby uhlí je poklesová kotlina, která vzniká závalem vytěžených uhelných slojí. Při tomto procesu se směrem k povrchu jednotlivé horninové vrstvy nejprve lámou, čímž dochází k jejich nakypření a zvětšení objemu. Tato oblast se označuje jako pásmo zavalování. Svrchnější vrstvy se posléze prohýbají a nepravidelně praskají, přičemž bloky hornin klesají do vyrubaného materiálu. Tato část je označována jako pásmo zalamování. Nad tímto pásmem se nachází pásmo průhybu nadložních vrstev, které se na povrchu projevuje právě jako poklesová kotlina (Smolík 1986).

Při těžbě v hloubkách menších než 400 m. dosahuje pásmo zalamování až k povrchu a poklesová kotlina dostává nepravidelný tvar s různými okrajovými trhlinami a stupňovitými zlomy. Při hlubší těžbě má kotlina pravidelný tvar s mírně svažitémi okraji (Smolík 1986).

Pokles povrchu se šíří formou poklesové vlny, jejíž rychlost závisí na činitelích těžebního charakteru. Doba klesání se rozděluje na období počátečního klesání, intenzivního klesání a doznívání (Smolík 1986).

Do vzniklé kotliny stéká povrchová voda a její dno se stále více zbahňuje, čímž dochází k znehodnocení půdy. Pokud dno kotliny dosáhne hladiny podzemních

vod, dochází jeho trvalému zavodnění. Tato forma poklesu se označuje jako „mokrá“, při absenci vody v kotlině je označována jako forma „suchá“ (Smolík 1986).

Největší poklesy nastaly v karvinské části Ostravsko-karvinského revíru, tzv. Karvinské moře dosahuje hloubky přes 30 m. V Ostravě jsou poklesová maxima jen okolo 6 m., což je způsobeno malou mocností uhelných slojí a jejich uložením ve značné hloubce (Koutecký 2004).

Řada poklesových kotlin byla využívána k sedimentaci flotačních hlušin, uhelných a elektrárenských popílků (Havrlant 1980).

Jelikož těžba byla prováděna převážně na řízený zával (Havrlant 1980), vznikala potřeba účinného systému likvidace značných objemů důlní hlušiny. Část hlušiny byla využívána pro základku vytěžených slojí, část jako násypový materiál pro tělesa silnic a železnic (Štýs a kol. 1981) či pro asanace poklesových kotlin (Smolík 1986), avšak stále zbývalo nemalé množství, které bylo ukládáno v blízkosti šachet na odvaly. Nejobjemnější z nich, odval Dolu Heřmanice (dříve centrální odval Rudý říjen), obsahuje 15,35 mil. tun hlušiny (Havrlant 1980).

Vznikem těchto nových krajinných útvarů dochází ke změnám v jejich okolí. Mění se mikroklima a mezoklima, odtokové poměry, kvalita podzemní vody a celkový ráz krajiny (Smolík 1986). Rovněž se mění rychlost větrného proudění, které mimo jiné způsobuje víření prachu z čerstvě nasypných hald, a společně s případnými exhaláty z haldových požárů a ostatními průmyslovými emisemi značně zhoršují kvalitu ovzduší (Havrlant a kol. 1967).

Termická aktivita je dalším závažným problémem odvalů. Současně s průvodními horninami se na odvaly dostávala i uhelná substance, buďto v čisté formě získaná při ražení důlních chodeb anebo jako součást průvodní horniny, kde tvořila vrstvy neseparované v těžebním procesu. Procento hořlavého materiálu na odvalech běžně dosahuje 30 %, ale není výjimečný i výskyt okolo 50 %. Toto množství bohatě postačuje pro samovznícení uhelné frakce za předpokladu vhodných tepelných a tlakových podmínek (Brtnický 2012).

Nebezpečí plynoucích z prohoření odvalů tkví ve vzniku podpovrchových prohořelin hrozících propadem pod projíždějící technikou či procházejícími osobami. Při termické aktivitě blízko povrchu hrozí vznik otevřeného ohně a vznícení okolní vegetace, přičemž vzhledem k nedostupnosti terénu se tyto požáry obtížně potlačují.

V souvislosti s nedokonalým spalováním se do ovzduší uvolňuje množství oxidu uhelnatého a toxických plynů vzniklých hořením síry (Brtnický 2012).

Právě z hlediska toxicity jsou nejnebezpečnější sloučeniny síry, která se vždy vyskytuje společně s uhlím v minimálním množství 0,2 % jeho hmotnosti až po více než 11 %. Dalšími nebezpečnými prvky vyskytujícími se v tělesech odvalu jsou měď, nikl, rtuť, zinek, olovo, baryum, beryllium, kadmium, selen, vanad a jiné. Tyto prvky byly lokalizovány v sušině rostlin Brtnickým (2012). Z tohoto výčtu vyplývá, že odvaly se mohou v jistých podmínkách chovat jako deponie toxických látek.

Smolík (1986) odvaly člení ve vztahu ke krajině do tří skupin. Do první patří odvaly kritické a výhledově nepřijatelné, které jsou umístěny do bezprostřední blízkosti obytné zástavby nebo rekreačních zón. Druhou tvoří odvaly únosné a za vhodných podmínek přijatelné, které jsou v oblastech, kde se neplánuje bytová výstavba a dle možností se omezuje výstavba ostatní. Poslední jsou odvaly bezkolizní, které zahrnují ty lokality, kde se nevytváří žádné negativní vztahy vzhledem k dalším prvkům územního plánování.

Další rozdělení odvalů je možné podle jejich tvaru. Mimo v minulosti nejobvyklejší kuželové odvaly a rozhrnutím jejich vrcholů vzniklé haldové kupy, jsou významně zastoupeny typy odvalů tabulových, terasových a vyrovnávacích. Méně obvyklé jsou odvaly svahové a hřbetové (Havrlant 1980).

Výška odvalů se různí převážně dle jejich tvaru. Nejvyšší odvaly dosahovaly 80 – 90 m, převážně však byly technickými úpravami sníženy (Havrlant 1980). Nyní je nejvyšším odvalem na území Ostravy odval dolu Petr Bezruč (halda Ema) s výškou 80 m (Brtnický 2012). Stejně tak se různí i jejich rozloha, která může dosahovat od několika arů až po desítky ha (Havrlant 1980). Prím svou rozlohou 110 ha drží odval Heřmanice, dříve centrální odval Rudý říjen (Brtnický 2012).

Údaje o počtech odvalů nejsou zcela jednoznačné. Havrlant a kol. (1967) svého času uváděli jejich počet na území Ostravy na 117. Jelikož ale jsou odvaly považovány za nevhodné prvky, byly koncem minulého století v rámci projektů na likvidaci ekologických zátěží postupně odstraňovány (Brtnický 2012). Roku 2000 jich bylo napočítáno pouhých 46 (Brtnický 2012 ex Havrlant 2004).

3. 2. Fyzikálně-chemické podmínky na odvalech

3. 2. 1. Fyzikální vlastnosti

Petrografické složení důlních hlušin na odvalech je dáno lokalitou těžby, jejím způsobem a primárně složením hornin v dané oblasti. V Ostravsko-karvinském revíru jde o karbonské sedimenty tvořené pískovci, prachovci, jílovcem a slepenci. Drobové pískovce jsou zde nejčastějším horninovým typem (Brtnický 2012).

Hlušiny bývají na haldy vyváženy bez jakéhokoliv třídění, ale povětšinou sledují inverzní stratigrafický sled ložiska. Prvotní výsypka pochází z otvirkových prací a dále se složení mění s postupující hloubkou dolu a se změnami geologických podmínek v něm panujících (Brtnický 2012). Toto však neplatí pro tzv. centrální odvaly, které slouží pro více jam současně.

Jelikož je vrstvení výsypkou nepravidelné a smíšené a pískovcové horniny jsou oproti jílovitým kompaktnější a pevnější, dostávají se na svazích zpravidla až k úpatí odvalu, kdežto na úbočích převažují horniny jílovité. Plošina však mívá hlušinu smíšenou (Havrlant a kol. 1967).

Dle výzkumu Grundy a Kulhavého (1984) mají odvalové půdy vysoký obsah šterku, který se pohybuje mezi 60 a 70 %, v čerstvě navezených haldách však i téměř 90 %. Vytěžený horninový materiál se rychle rozpadá na drobné kousky, takže časem ubývá balvanů a hrubého šterku a adekvátně přibývá frakcí jemnozeme. Půdy na odvalech lze tedy označit za kamenité, většinou neslehlé a dobře provzdušněné s nízkým až středním obsahem jílovitých částic (Grunda a Kulhavý, 1984).

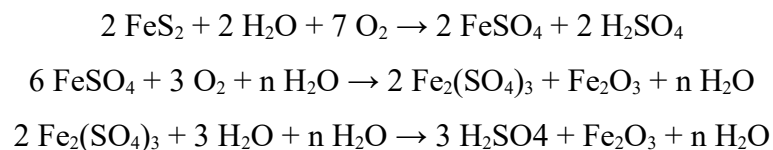
3. 2. 2. Chemické vlastnosti

Podobně jako fyzikální vlastnosti jsou i poměry chemické zcela závislé na horninovém složení odvalu a mohou se v rámci malých vzdáleností značně lišit.

Stejně tak se mohou lišit i v čase. Havrlant a kol. (1967) zjistili při měření půdní reakce značné výkyvy na stejném stanovišti v rozmezí pouhých sedmi týdnů, kde při prvním měření reagovala půda neutrálně až mírně alkalicky s průměrnými

hodnotami pH kolem 7,0 a při opakovaném měření vzorky vykazovaly mírně kyselé hodnoty v rozpětí 5,0 – 5,9.

Odvaly Ostravsko-karvinského revíru jsou tvořeny horninami bohatými na minerální živiny, především na vápník, ale i na draslík a fosfor. Hlušina však obsahuje také příměsi pyritu a markazitu, které vlivem vzduchu a vody oxidují na kyselinu sírovou a síran železnatý, který dále oxiduje na oxid železitý a síran železitý a z toho posléze hydrolyzou vzniká opět oxid železitý a další kyselina sírová:



Vzniklá kyselina sírová mnoho minerálních živin rozpouští a ty jsou vlivem srážek proplachovány do hlubších vrstev odvalu (Grunda, Kulhavý, 1984). Tyto silně mineralizované vody při výtoku z odvalů mohou zasolovat okolní půdy natolik, že se na nich objevují typické halofyty (Havrlant a kol. 1967).

Havrlant a kol. (1967) však poukazují i na jev opačný, kdy vlivem plyných výronů a výchozů vodních par z hořících odvalů dochází k obohacování svrchních horizontů minerálními látkami.

Obsah humusových látek závisí na délce přítomnosti a typu vegetačního krytu na odvalech.

3. 2. 3. Vlhkostní poměry

Sypaný materiál odvalů se vyznačuje značnou pórovitostí, absorpční schopností a propustností pro vodu. Zpevněné sedimenty jsou schopny pohltit a zadržet dostatek vláhy potřebné pro vegetaci. Srážková voda však rychle vsakuje a způsobuje jevy popsané výše (Havrlant a kol. 1967).

Pórovitost zeminy v kombinaci s teplotními výkyvy ale také umožňuje kondenzaci vodních par v hloubce 30 – 40 cm a tím i vznik významného horizontu, který poskytuje dostatečnou zásobu vody pro vegetaci. Překrytí povrchu odvalu i tenkou vrstvou zeminy tento jev eliminuje (Štýs a kol. 1981).

3. 2. 4. Biotické poměry

Mikrobiální osídlení čerstvě navezených hald je přirozeně velice nízké, avšak zahrnuje všechny skupiny saprotrofních mikroorganismů, které jsou obvykle v půdě přítomny. Během geneze půd pak jejich počty vzrůstají (Grunda a Kulhavý 1984).

3. 2. 5. Půdní teplota

Vzhledem k vysoké variabilitě ve struktuře a vodivosti nasypných materiálů se objevují na povrchu odvalů vysoké teplotní výkyvy, které mohou být při povrchu v letních měsících až o 11 °C vyšší než u ornice, v hloubce 1 m pak vyšší o 5 °C. V zimě ovšem hlušina promrzává i hlouběji než do 1 m, zatímco teplota ornice na podobné lokalitě neklesá pod 0 °C již v 50 cm (Havrlant a kol. 1967).

Tmavé kamenité sedimenty mají větší schopnost absorpce slunečního záření než normální půdy a zahřívání povrchu je tedy poměrně rychlé, což se projevuje především na exponovaných svazích. Vlivem rozdílné expozice se půdní teplota v 10 cm může lišit až o 10 °C (Havrlant a kol. 1967).

3. 2. 6. Termická aktivita

Jak již bylo zmíněno, odvaly obsahují značné množství hořlavín a jsou tak náchylné k fyzikálnímu samovznícení. Uhlík v nich obsažený má schopnost svým povrchem absorbovat plyny a páry za vzniku tepla. Samovznícení napomáhá rovněž tvar a velikost odvalů, kdy je k dispozici pouze malá plocha povrchu k odvodu vzniklého tepla (Brtnický 2012).

Největší množství tepla se uvolňuje při oxidaci nenasycených organických látek na sloučeniny typu humínových kyselin, přičemž je tento proces urychlován dalšími exotermními reakcemi a to především oxidací pyritu a markazitu. Pokud rostoucí zápar dosáhne hranice 300 °C, dochází ke karbonizaci a v případě přístupu kyslíku k hoření. Takto dochází ke vzniku ohnisek hoření s teplotou přesahující 1000 °C (Brtnický 2012).

Šíření požárů na odvalech je podporováno jejich porézní strukturou umožňující průtahy plynů, které zajišťují dostatek kyslíku pro další oxidaci a odvádějí zplodiny

hoření. Vzhůru stoupající plynné produkty karbonizace se mohou při dosažení zóny aerace vznítit a založit tak další ohnisko požáru i v místech, kde se nemusí nalézat dostatečné množství uhelné substance (Brtnický 2012).

Existence souvislého vegetačního krytu je vyloučena, jelikož kořenový systém obvyklé vegetace nevydrží teploty dlouhodobě převyšující 30 °C, přičemž na tehdy aktivním odvalu dolu Petr Bezruč byla v hloubce 10 cm naměřena teplota přesahující 50 °C. Na těchto stanovištích se vyskytují pouze určité druhy mechorostů s mělkým kořenovým systémem (Havrlant a kol. 1967).

3. 3. Obnova území postižených těžbou

3. 3. 1. Sukcese

Obnova průmyslem zdevastovaných lokalit ale může proběhnout i bez cílené lidské činnosti, přirozenými přírodními procesy, sukcesí.

Sukcese je soubor autoregulačních mechanismů, pomocí kterých společenstvo směřuje ke stále větší uspořádanosti a akumulaci biomasy, energie a informací, přičemž jejich cílem je dosažení rovnovážného stavu mezi příjmem a výdejem energie a hmoty. Při jeho dosažení nastává klimax (Laštůvka a Šťastná 2014).

Na nově zformovaných ekotopech, kterými jsou právě odvaly, probíhá sukcese primární, jejíž trvání obsáhne celá staletí, při zahrnutí doby geneze vyspělých půd trvá ještě déle. Typický je přechod rostlinných druhů z r-stratégů na c-stratěgy, kdy raně sukcesní pionýrské druhy připravují prostředí pro nástup druhů klimaxových.

Sukcese začíná řídkými porosty jednoletých (např. *Senecio viscosus*) či dvouletých (*Carduus acanthoides*) druhů, kolem 10. roku postupně převládnu vytrvalé byliny (*Artemisia vulgaris*, *Cirsium arvense*) a vegetativně se šířící trávy (*Calamagrostis epigejos*). Pionýrské druhy dřevin (*Betula pendula*, *Populus tremula*) se uchycují mezi 5. a 10. rokem, později jim v tom obvykle brání souvislý travní pokryv. (Neuhäuslová a kol. 2001).

Konkrétně pro odvaly na Ostravsku jsou pro raně sukcesní stádia typické taxony *Erigeon annuus*, *Coryza canadensis* a *Oenothera* sp., z dřevin pak *Salix caprea* či hybridní populace *Populus nigra* a *Populus x canadensis* (Prach 2010b ex Koutecký a Koutecká 2006).

Během sukcesních změn druhová diverzita obvykle roste, při přiblížení se klimaxu se ale může vlivem vyšších konkurenčních tlaků mírně snižovat (Laštůvka a Šťastná 2014).

3. 3. 2. Rekultivace

Rekultivace půdy je souborem různých opatření a úprav, kterými zúrodňujeme půdy znehodnocené a zpustošené přírodní nebo lidskou činností. Do této definice zapadají i následky hlubinné těžby (Pokorný a kol. 2001).

Povinnost zahlazení následků důlní činnosti a tvorby finančních rezerv na ni je od roku 1993 zakotvena v novele důlního zákona č. 44/1998 Sb. Dalším významným předpisem ovlivňujícím rekultivační činnosti je stavební zákon č. 183/2006 a vyhlášky na něj navazující. Při řešení různých dílčích úkonů je rovněž nutno brát ohled na mnoho dalších zákonů, například zákon o vodách, zákon o ochraně životního prostředí či zákon o odpadech. Konečnou úpravu postižené krajiny po ukončení těžby by měly řešit generely rekultivací. Žádná legislativa ale tvorbu takového projektu neukládá, stejně jako neovlivňuje postup jeho schválení. Při vytvoření takového projektu není tento pro důlní organizaci ani závazný (Dimitrovský 2000).

Rekultivaci odvalů můžeme rozdělit podle jejího časového a technologického rozložení na několik fází:

První, přípravná, důlně-technická fáze se netýká samotné rekultivace, ale věnuje se spíše opatřením předcházejícím její potřebě nebo alespoň omezením jejího rozsahu a důkladnému naplánování prací (Pokorný a kol. 2001).

Množství vyprodukované hlušiny se odvíjí především od mocností a rozmístění uhelných slojí v okolní hornině, což ale není ovlivnitelný faktor. Způsobem těžby je možno její množství mírně omezit, ale hlavním způsobem regulace je následné nakládání s ní. Hlušinu je možno využít na asanaci poklesových kotlin, pro inženýrské stavby, ať jde o podloží silnic a železnic nebo o tvorbu sypaných hrází, či pro zakládku do vytěžených prostor. Tento poslední způsob se jeví jako nejekologičtější, jelikož zamezí jak tvorbě poklesových kotlin a problémům s nimi spojených, tak hromadění hlušiny na povrchu, avšak náklady pro jeho realizaci jsou příliš vysoké na to, aby byl ve větší míře využíván (Štýs 1990).

Druhá, provozně-technologická fáze je obdobím provozu důlních činností a tvorby haldy dle dříve vypracovaných plánů. Tato fáze může výrazně ovlivnit rozsah a intenzitu devastace krajiny a následnou úspěšnost rekultivačních prací. Ta je dána mimo jiné zajištěním stability odvalu odvodněním podloží, případné skrývce a uložení

svrchních horizontů půdy, volbou vhodných sklonů svahů či zpřístupněním sítí pozemních komunikací. (Dimitrovský 1978; Pokorný a kol. 2001).

Třetí fází je fáze technická, která spočívá v terénních úpravách již dokončeného odvalu, hydrotechnických opatřeních, mechanické stabilizaci svahů, navezení dřívě skryté zeminy či v technické melioraci. Tuto fázi je vhodné provádět až po ustálení terénu nově vzniklého útvaru. (Štýs 1990; Pokorný a kol. 2001).

Čtvrtou fází je vlastní biologická rekultivace, kterou můžeme dále rozdělit na rekultivaci zemědělskou, ovocnářskou, lesnickou a hydrickou. Z těchto variant pro odvaly však přichází v úvahu pouze rekultivace lesnická (Dimitrovský 2000).

Postrekultivační fáze je fází poslední. Začíná předáním rekultivovaných pozemků do užívání, ale povětšinou pokračuje sledováním vlivu na životní prostředí (Pokorný a kol. 2001).

Lesnická rekultivace se zabývá úkoly, které řeší klasické lesní hospodářství, pouze na mnohem extrémnějších lokalitách. Problematika spočívá ve vhodné úpravě plochy před výsadbou, volbě adekvátních dřevin ve vztahu ke stanovišti a cílové funkci porostu, v zajištění vhodné kvality a typu sadebního materiálu, ve způsobu zalesnění, péči o založené porosty a jejich následnou výchovu (Štýs 1990).

Příprava stanoviště může být celoplošná nebo pomístná. Celoplošná příprava má smysl pouze na odvalech se zarovnanou vrcholovou plošinou, ovšem pouze za předpokladu existence dopravní komunikace. V ostatních případech je možno využít přípravu pomístnou, na příkrých svazích případně ruční kopání teras. Na slabě zabuřeněných lokalitách není potřebná vůbec. Své uplatnění na nově nasypávaných odvalech nachází i biologická příprava zeleným hnojením (Štýs 1990; Mauer 2009).

Vhodnou dřevinnou skladbou se zabývalo mnoho autorů, například Havrlant, Kincl a Gerlich (1967), Kincl a Gerlich (1968), Štěpán (1978) Smolík (1986), Štýs (1990) či Dimitrovský (2000). Ti se shodují, že při volbě dřevin je nutno vycházet především ze stanovištních poměrů zalesňovaných pozemků, fytogeografické zonality lokality a funkčního typu porostu. Přednost také dávají druhům s širokou ekologickou valencí, které jsou schopné přizpůsobit se atypickým podmínkám rekultivovaných ploch.

Dimitrovský (2000) na základě rozsáhlých studií rozděluje dřeviny dle jejich vhodnosti pro rekultivační účely do čtyř skupin. Mezi nejvhodnější dřeviny zařadil

mimo jiné z jehličnanů *Abies concolor*, *Larix decidua*, *Picea omorica*, *Picea pungens*, *Pinus nigra*, *Pinus ponderosa*, *Pseudotsuga menziesii* a *Taxus baccata* a z listnatých dřevin *Acer platanoides*, *Acer pseudoplatanus*, *Alnus glutinosa*, *Betula pubescens*, *Cornus sanguinea*, *Corylus colurna*, *Elaeagnus angustifolia*, *Lonicera tatarica*, *Populus tremula*, *Prunus padus*, *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Salix caprea*, *Sambucus nigra*, *Ulmus glabra* a *Viburnum lantana*. Druhy hodnotil dle procenta ujmoutí na uměle vytvořených substrátech, vzrůstu a vývoje, půdotvorného a ochranného působení a odolnosti proti průmyslovým imisím.

Sadební materiál je možno využívat jak prostokořenný tak krytokořenný, druhý způsob je ale ekonomicky a časově náročnější. V Ostravsko-karvinském revíru se dle Gerlicha a Kincla (1968) i Štýse a kol. (1981) nejvíce osvědčila jamková sadba prostorokořenných sazenic s přidavkem ornice. Pro mimořádně nepříznivá stanoviště je však vhodnější zalesňovat sadebním materiálem krytokořenným (Štýs 1990; Dimitrovský 2000). V obou případech je nutné dodržování všech zásad manipulace se sadebním materiálem, počínaje od vyzvedávání, přes transport až po vlastní výsadbu. Rovněž je nutno dbát na jeho kvalitu, zejména tloušťku kořenového krčku, mykorhizní bohatost a rozvětvení kořenového systému.

Volba sponu není ničím určena, jako nejvhodnější pro rekultivační účely se ale jeví čtvercové spony menších rozměrů – 1 x 1 m nebo 1,2 x 1,2 m (Smolík 1986; Dimitrovský 2000). Na terénech, kde je možno nasadit těžkou mechanizaci, je lépe pro její efektivnější nasazení použít sponu volnějšího, například obdélníkového sponu se vzdálenostmi řad 1,5 – 2,5 m (Štýs 1990).

Pro rekultivační účely nejsou nejvhodnější monokultury, byť mohou být uplatňované při výsadbě přípravných porostů. Ideální volbou jsou porosty smíšené, kde lze vybírat mezi směsmi pouze přípravných dřevin, či směsmi obsahujícími jak dřeviny přípravné, tak ušlechtilé. Například Smolík (1986) doporučuje řadové smíšení způsobem, kdy se střídá řada keřů, dřevin přípravných a dřevin cílových. Při tvorbě porostních směsí je zvláště důležité dbát na volbu vhodné kombinace dřevin, především na jejich přibližně stejnou vitalitu růstu (Dimitrovský 2000).

Zalesňovací práce je nejvhodnější provádět v jarním období. Přesný termín je nutno stanovit na základě klimatických podmínek daného roku. Rovněž je podstatné sadbu provést před vystoupením rostlin z dormance, opačný případ je značně rizikový.

V případě přílišného objemu zalesňovacích prací lze využít i výsadbu podzimní (Smolík 1986; Štýs 1990; Mauer 2009).

Péče o nově založené kultury se neliší od klasického lesního hospodářství, je nutno potlačovat buřň, aplikovat ochranné postřiky proti hmyzím a houbovým škůdcům, eliminovat negativní vliv zvíře a v případě potřeby kultury doplňovat či přihnojovat (Štýs 1990; Mauer 2009).

Lesnické rekultivace jsou završeny výchovou kultur dle obvyklých metod (Dimitrovský 2000).

3. 3. 3. Historie rekultivací na Ostravsku

Nejstarší pokusy o rekultivaci se datují před 20. léta 19. století, kdy bylo využíváno *Robinia pseudoacacia*, neboť byl osvědčenou dřevinou při osazování extrémních stanovišť. Tyto porosty však nebyly dále udržovány (Havrlant a kol. 1967).

První úspěšnou rekultivací byla práce profesora Štěpána a jeho studentů v letech 1920 – 1921 na odvalu dolu Zárubek, kde byla vysazena pestrá směs dřevin obsahující druhy rodů *Robinia*, *Betula*, *Acer*, *Tilia*, *Sorbus*, *Ligustrum*, *Forsythia* či *Philadelphus*. Lokalita byla na jeho počest pojmenována Štěpánův sad (Havrlant a kol. 1967; Kostruch 1998).

Dalším částečně úspěšným pokusem byla rekultivace odvalu jámy Odra v letech 1928 – 1930. Zde bylo použito ve směsi i jehličnatých dřevin *Picea abies*, *Pinus strobus*, *Pinus nigra*, které však byly zdevastovány vlivem průmyslových exhalací. Do dnešních dnů se zachovaly pouze listnáče *Populus nigra*, *Robinia pseudoacacia* a *Quercus rubra*. Podobná směs dřevin byla použita roku 1942 Mysliveckou společností pro zalesnění odvalu dolu Jan Šverma. Porost ale v 70. letech musel ustoupit při rozšiřování závodu. Myslivecká společnost vykonala rekultivační práce i na mnoha dalších odvalech (Havrlant a kol. 1967; Kostruch 1998).

Na základě zákona 41/1957 Sb. o využití nerostného bohatství (horní zákon) vznikla důlním společnostem povinnost obnovovat těžbou narušené plochy. V návaznosti na tento zákon vznikl roku 1962 podnik OKD Rekultivace, vykonávající velkoplošné zalesňování a o dva roky později zřídil Výzkumný ústav meliorací

pokusnou plochu na odvalu dolu Petr Cingr., kde byla úspěšně zkoumána problematika rekultivací důlních odvalů, která se následně uplatňovala v praxi (Havrlant a kol. 1967; Kostruch 1998).

3. 3. 4. Ekologie obnovy

Výsledkem moderních přístupů k obnově stanovišť narušených nebo přímo zničených lidskou činností je relativně nový vědní obor ekologie obnovy (restoration ecology). Jeho počátky se datují do 80. let minulého století, kdy se začaly objevovat snahy nejen o zastavení degradace ekosystémů, ale i o jejich navrácení do pokud možno původního stavu. Obor ekologie obnovy spojuje ekologické teorie s jejich praktickou aplikací, čímž formuluje cenné podklady pro samotné činnosti směřující k obnově zdevastovaných stanovišť (Prach 2009a).

Postup obnovy dle principů ekologie obnovy lze shrnout do sedmi bodů,

- Identifikace procesů, které vedly k degradaci
- Návrh postupů vedoucích k jejímu zastavení
- Stanovení reálných cílů projektu obnovy
- Návrh snadno měřitelných parametrů dokumentujících proces obnovy
- Navržení konkrétních metodických postupů obnovy
- Praktická realizace
- Následný monitoring

přičemž jejich konečnými cíli mohou být krom samotné obnovy devastovaných lokalit i zlepšení produkčních schopností degradovaných území či zvýšení přírodní hodnoty chráněných nebo produkčních území (Prach 2010a).

Na odvalech se v současné době převážně uplatňují technické rekultivace. Po slehnutí hlušiny je povrch odvalu zarovnan a odvodněn drenážemi a následně je překryt vrstvou organického materiálu, do které jsou vysazeny dřeviny odpovídající danému stanovišti, ale v některých případech jsou použity dřeviny zcela nevhodné (Prach 2010b).

Přestože je tento způsob obnovy funkční a má v některých případech své odůvodnění (například v blízkosti obytných zón nebo na stanovištích ohrožených

erozí), z ekologického pohledu se často jedná o výsledek až negativní a navíc zbytečně ekonomicky náročný (Prach 2009a).

Většina území ovlivněných těžbou v České republice má potenciál pro obnovu spontánní sukcesí, na Ostravsku se jedná až o 100 % lokalit. Výjimkami jsou jen sporadicky se vyskytující sukcesní stadia blokováná porosty *Calamagrostis epigejos*. Proto je nejjednodušší a zároveň po ekologické a ekonomické stránce velmi vhodné tento potenciál využít a přirozený vývoj v případě potřeby pouze usměrnit (Prach 2010b).

Pro odvaly v Ostravsko-karvinském revíru Prach (2010b) doporučuje dávat přednost spontánní sukcesi a především předcházet mechanickým zásahům do reliéfu odvalů, odvodňování podmáčených lokalit a překrývání povrchu organickými substráty. Tím bude zachována mozaiková struktura stanoviště, která značně zvyšuje přírodní hodnotu a biodiverzitu ekosystému. Usměrnění sukcese je vhodné aplikovat pouze v případě blokačního stádia s *Calamagrostis epigejos* nebo při zvýšeném výskytu nepůvodních a invazivních taxonů, kterými jsou v této oblasti *Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*, *Reynoutria* sp. či *Solidago* sp.

4. Metodika

4. 1. Lokalizace zájmového území

Odval Koksovny Svoboda, jinak také odval dolu Odra, či dříve odval Vítězný Únor, se nachází v Moravskoslezském kraji, okrese Ostrava-Město, obci Ostrava, katastrálním území Přívoz.

Samotný odval je situován přímo v městské zástavbě, ze severovýchodu ho limituje levý břeh Ostravice, z jihovýchodu ulice Muglinovská, ze severozápadu železniční trať spojující Ostravu s Bohumínem a z jihozápadu sklady soukromých podniků.

Kuželový odval se zarovnanou vrcholovou částí (haldová kupa) zaujímá plochu 15,8 ha a jeho nasypaný objem činí 2,6 mil. m³ hlušiny pocházející z úpravny uhlí (Brtnický 2012).

Odval se tyčí přibližně 60 m nad okolním terénem. Nadmořská výška jeho vrcholu je 273 m n. m. a jeho GPS souřadnice 49.857521 N a 18.282181 E.

4. 2. Přírodní podmínky zájmové oblasti

4. 2. 1. Geomorfologické poměry

Zájmové území se nachází v provincii Západní Karpaty, soustavě Severní Vněkarpatské sníženiny, celku Ostravské pánve, podcelku Ostravské roviny, okrsku Ostravské nivy (Demek a Mackovčín, 2006).

Okrsek je charakterizován jako nejnižší část Ostravské pánve a je tvořen především náplavovými rovinami kolem řek Odry a Ostravice. Jeho rozloha činí 144,86 km² (Demek a Mackovčín, 2006).

4. 2. 2. Geologické poměry

Region převážně budují kvartérní sedimenty, tj. štěrky a písky, překryté pláštěm nevápnitých, často pseudoglejových sprašových hlín. Značný rozsah mají také sedimenty nivní a podél toků štěrkopískové tabule. V posledních dvou staletích se objevují i sedimenty antropogenního charakteru (Culek 1996).

Ostravské souvrství vzniklo v přímořském prostředí ovlivňovaném častou vulkanickou činností a po litologické stránce je velmi pestré. Mnohokrát se zde opakují postupně se zjemňující cykly pískovců, prachovců, slují a jílovců. Tato cykličnost je mimo jiné způsobena periodickými zdvihy mořské hladiny, kompakcí prouhelňující se rašeliny či klimatickými faktory (Brtnický 2012).

Reliéf má charakter ploché pahorkatiny s oblými hřbety a místy se vyskytujícími rovinnými úseky. Významné jsou zde relativně široké nivy řek ostře, byť ne příliš hluboko zařezané do okolí. Charakteristickým rysem je silná antropogenní přestavba, četné odvaly a poklesové kotliny (Culek 1996).

Dle výškové členitosti má reliéf charakter ploché pahorkatiny s členitostí 30 – 80 m. Nadmořská výška se pohybuje mezi 220 a 300 m n. m. (Culek 1996).

4. 2. 3. Pedologické poměry

Zcela dominující jsou zde pseudoglejové luvizemě přecházející často do luvizemních pseudoglejů. Podél toků z Karpat se vyvinuly typické fluvizemě, podél ostatních toků převažují glejové fluvizemě. V posledních staletích značnou část území obsadily nevyvinuté půdy antropogenního původu (Culek 1996).

4. 2. 4. Hydrologické poměry

Nejvýznamnější řekou Ostravsko-karvinského revíru je Odra, patřící do úmoří Baltského moře, se svými hlavními přítoky Opavou, Ostravicí a Olší. Její povodí o rozloze 4 721 km² zahrnuje na 330 toků s povodím alespoň 10 km² a nespočet dalších menších. Odra je řekou se čtvrtým největším průtokem v České republice, ten v místě soutoku s Olší činí 43 m³/s (Němec 2006).

V oblasti se rovněž nachází mnoho antropogenních vodních ploch, ať již jde o rybníky, nebo o zatopené poklesové kotliny. I přes negativní vlivy hlubinné těžby je však hydrologická situace na Ostravsku plně stabilizována (Brtnický 2012).

4. 2. 5. Klimatické poměry

Oblast východní Moravy, kde se nachází i zájmové území, spadá do mírně teplé oblasti MT10, jež je charakterizována dlouhým, mírně teplým a suchým létem, krátkým a mírně teplým jarem a podzimem a rovněž krátkou, mírně teplou a velmi suchou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky (Quitt 1971).

Pro oblast MT10 je dle Quitta (1971) typických 40 – 50 letních dnů, 140 – 160 dnů s teplotou alespoň 10 °C, 110 – 130 mrazových dnů a 30 – 40 dnů ledových. Průměrnou lednovou teplotu udává intervalem -2 – -3 °C, dubnovou 7 – 8 °C, červencovou 17 – 18 °C a říjnovou rovněž 7 – 8 °C. Počet dnů s měřitelnými srážkami se pohybuje mezi 100 – 120 při srážkovém úhrnu ve vegetačním období 400 – 450 mm a v období zimním 200 – 250 mm. Sněhová pokrývka zde leží obvykle 50 – 60 dnů. (Květoň a Voženílek 2011 ex Quitt 1971). V Ostravské pánvi se zvláště v zimním období vytvářejí teplotní inverze (Culek 1996). Převládající směr větrů je JJZ (33 – 36 %) a SSV (12 – 13 %) (Štýs a kol. 1981).

Langův dešťový faktor (L)Df, stanovený jako podíl průměrných ročních srážek a průměrné roční teploty, je 86,67 a území tedy patří do humidní oblasti.

4. 2. 6. Biogeografické poměry

Zájmové území je zařazeno do provincie Středoevropských listnatých lesů, Polonské podprovincie a Ostravského bioregionu (Culek 1996).

Bioregion obsahuje převážně biota 4. bukového vegetačního stupně s charakteristickým zastoupením hercynských prvků a z hor splavených karpatských druhů. V krajině převažuje orná půda, zastoupeny jsou však také vlhké louky, vodní plochy především antropogenního původu a olšové lesy. Význačné je narušení území těžbou černého uhlí, těžkým průmyslem a hustým osídlením (Culek 1996).

4. 2. 7. Biotické poměry

Bioregion leží z převážné části v mezofytiku ve fytogeografickém okrese Ostravská pánev (Culek 1996).

Převládající skupinou typů geobiocénu na Ostravské pánvi jsou jedlové doubravy s bukem *Abieti-querceta roboris fagi* (Buček, Lacina 2007). Nejčastěji se vyskytující soubor lesních typů je hlinitá dubová bučina 3H (Koutecký in verb.), ale vyskytují se také svěží dubové jedliny 4O, jedlodubové bučiny 3O, vlhké dubové bučiny 3V a vlhké bučiny 4V (Buček a Lacina 2007).

Potenciální lesní vegetaci na Ostravsku dominují dle Culka (1996) dubové bučiny *Carici-Quercetum*, které navazují podél vodních toků na lužní lesy podsvazu *Almenion glutinoso-incanae*. Pro podmáčená místa byly typické bažinné olšiny svazu *Alnion glutinosae*. Ve vlhkých nivách přítoků Ostravice byly přítomny křoviny svazu *Salicion triandrae* a podél samotné Ostravice svazu *Salicion albae*.

Dle Neuhäuslové a kol. (2001) potenciální vegetaci tvoří v nivách toků střemchové jaseniny *Pruno-Fraxinetum* a jilmové doubravy *Querco-Ulmetum* a na ostatních lokalitách podmáčené dubové bučiny *Carici brizoidis-Quercetum*.

V současné době jsou vyvinuty různé typy antropogenní vegetace. Původní lesy byly vlivem průmyslových činností redukovány na pouhých 7,1 % původní plochy (Havrlant a kol. 1967) a částečně nahrazeny monokulturou výsadbou smrku, na severovýchodě pak rozsáhlými plochami novodobých olšin. Na odvalech byly provedeny umělé výsadby pestrého složení dřevin včetně introdukovaných druhů (Culek 1996).

4. 3. Sběr dat

Cílem terénních prací bylo na odvalu Koksovný Svoboda zopakovat botanický průzkum provedený Kouteckým (2004) v srpnu 2002.

Práce probíhaly v srpnu 2015, aby bylo docíleno co nejpodobnějšího stavu vegetačního pokryvu. Na zájmovém území bylo lokalizováno 39 původních výzkumných ploch a na nich bylo provedeno opakované fytoecologické snímkování. Vlastní dohledání ploch bylo provedeno za účasti autora dřívějšího výzkumu,

čímž by měla být zajištěna srovnatelnost získaných dat. Z celkového počtu bylo 20 snímků o rozměrech 4x4 m vyhotoveno ve společenstvech bez dřevinných pater a 19 snímků o rozměrech 20x20 m ve společenstvech s nimi. Každý snímek byl nově zaměřen pomocí GPS.

Synuzie dřevinných pater byla zaznamenávána dle Zlatníkovy stupnice patrovitosti a synuzie bylinného patra byla hodnocena dle kombinované stupnice abundance a dominance Braun-Blanquetovy, upravené Zlatníkem (Ambros 2003).

Zároveň byl vypracován floristický soupis na základě informací z jednotlivých snímků a doplnění při pohybu terénem.

Na plochách s dřevinným porostem byly Presslerovým přírůstovým nebozezem odebrány vzorky z tloušťkově podprůměrného, průměrného a nadprůměrného zástupce nejzastoupenější dřeviny pro vyhodnocení přibližného stáří porostu. Obvod každého vzorkovaného stromu byl změřen pásmem.

Vývrty byly neprodleně nalepeny do dřevěných lišt a po vyschnutí opracovány pásovou bruskou a brusným papírem.

4. 4. Analýza dat

Data pořízená v terénu byla převedena do digitální podoby databáze v programu Turboveg for Windows 2.101 (Hennekens a Schaminée 2001), kde pro jednotlivé fytoecologické snímky byly vygenerovány průměry Ellenbergových indikačních hodnot (EIH) (Ellenberg a kol. 1992) a indexy alfa diverzity. Obohacená data byla exportována pro následné zpracování v programu JUICE 7.0.102 (Tichý 2002), LibreOffice, a Canoco for Windows 4.5 (ter Braak a Šmilauer 2002).

V prvním jmenovaném byla data rozdělena do skupin dle doby jejich pořízení a absence či prezence dřevinného patra. Následně byla pomocí synoptických tabulek analyzována fidelita (věrnost výskytu daného druhu k jedné z tázaných skupin) jednotlivých taxonů ke skupinám ve variantách:

- Fidelita bylinného patra ke skupinám snímků bez dřevinného patra
- Fidelita bylinného patra ke skupinám snímků s dřevinným patrem
- Fidelita zmlazení dřevin pro celé zájmové území

Výsledky analýz synoptických tabulek jsou uvedeny v příloze 5, přičemž byly odfiltrovány druhy s hodnotou fidelity nižší než 20. V horním indexu je zaznamenána frekvence výskytu.

Kancelářský balík LibreOffice 5.1.0.3 byl použit pro tvorbu oboustranných párových t-testů průměrů Ellenbergových indikačních hodnot mezi skupinami snímků rozdělených dle doby pořízení. Také v něm byl vypočten Sørensenův a Jaccardův index podobnosti jak pro jednotlivé páry snímků, tak pro celkové floristické soupisy z let 2002 a 2015.

Pomocí softwaru Canoco for Windows 4.5 s přidruženými programy WCanoImp a CanoDraw 4.12. byly provedeny hlavní analýzy shromážděných dat, zaměřené především na rozdílnost snímků z let 2002 a 2015 a její možné příčiny. Pro tento účel byly využity dvě mnohorozměrné analýzy: Nepřímá detrendovaná korespondenční analýza – DCA (detrended correspondence analysis) a přímá kanonická korespondenční analýza – CCA (canonical correspondence analysis).

Před samotnými analýzami byla data logaritmicky transformována a byla také snížena váha vzácných druhů. Poté byla provedena DCA analýza. Na základě zjištěného gradientu první osy (4,107) bylo možno pro další analýzu použít unimodální přístup a otestovat vliv jednotlivých proměnných na druhové složení jejich postupným výběrem (manual selection) pomocí CCA s Monte Carlo permutačním testem s 999 permutacemi.

Výstupy analýz byly do přehledné grafické formy zpracovány v programu CanoDraw 4.12.

Dendrochronologické vývrty byly vyhodnocovány pomocí měřicího systému VIAS TimeTable s přesností 0,01 mm. Měření křivek byla provedena v programu PAST 3.2 (©SCIEM) v laboratoři dendrochronologie Ústavu nauky o dřevě Mendelovy univerzity v Brně. Získaná data byla zpracována do grafického a tabelárního výstupu v programu LibreOffice 5.1.0.3.

5. Výsledky

5. 1. Botanický průzkum

Na zájmovém území bylo lokalizováno a identifikováno 177 druhů cévnatých rostlin, z nichž bylo 135 bylin a travin, 40 listnatých dřevin a 2 dřeviny jehličnaté.

V minulosti provedlo botanický průzkum na odvalu Koksovny Svoboda více badatelů. Majkus (1988) uvádí počet cévnatých rostlin na lokalitě na počátku 80. let na 85 druhů, Koutecký (2004) k roku 2002 na 136 druhů a Filipová (2007) k roku 2006 na 153 druhů. Tato práce však primárně srovnává své poznatky s prací Kouteckého (2004).

Počet druhů se oproti měření provedenému Kouteckým (2004) zvýšil o 35 (o 24,6 %), přibýlo 25 druhů bylin (22,7 %), 9 druhů listnatých dřevin (29 %) a 1 jehličnatou (100 %).

Zvýšení však není absolutní, z původních 110 bylinných druhů bylo opětovně zjištěno pouhých 79, nově určeno druhů 56 a nenalezeno 31. Podobně také u dřevin, znovu nalezeno bylo 26 druhů, nově 16 a 6 vůbec.

Z celkového počtu druhů je v České republice nepůvodních 10 taxonů dřevin (23,8 %) a 37 taxonů bylin (27,4 %) (Pyšek a kol. 2002).

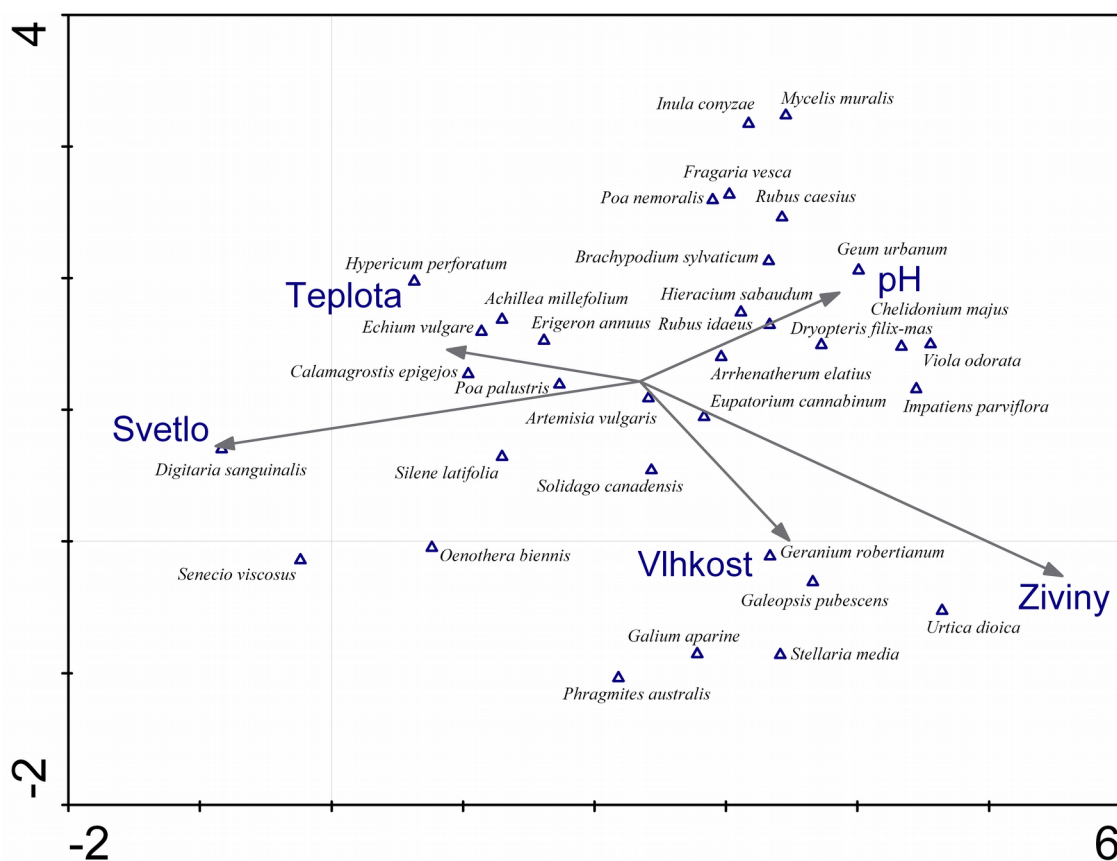
Tři původní druhy jsou k nalezení v červeném seznamu chráněných druhů. *Cucubalus baccifer* v kategorii C4a – vzácné druhy a *Filago arvensis* s *Taxus baccata* v kategorii C3 – ohrožené druhy (Procházka 2001).

Mezi zajímavé nálezy patří druh *Anthriscus cerefolium*, který dle získaných informací nebyl dosud na Ostravsku zaznamenán. Dalším překvapivým faktem je invaze taxonu *Ailanthus altissima*, nyní se vyskytujícího hned na 6 snímcích a prakticky po celé jižní části náhorní plošiny odvalu, byť v minulém výzkumu zde nebyl lokalizován. Rovněž zajímavým nálezem byl druh *Picea abies*, který byl na celém odvalu lokalizován v počtu právě jednoho kusu. Za zmínku stojí i souvislý kryt nepůvodního taxonu *Duchesnea indica* o rozloze přibližně 5 m², který si v silné konkurenci dokázal vydobýt a udržet své stanoviště.

Kompletní floristický soupis je uveden v příloze 1, fytocenologické snímky pak v příloze 4. Původní data, z nichž tato práce vychází, jsou publikována v příloze k práci Kouteckého (2004) a pro přehlednost rovněž v příloze 3.

5. 2. Analýza dat

Nejprve byl vyhotoven ordinační diagram s centroidy optim 33 nejvýznamnějších druhů zastoupených na odvalu s pasivně proloženými doplňkovými proměnnými vypočtenými z průměrů Ellenbergových indikačních hodnot světla, teploty, živin, vlhkosti a pH pro každý snímek. Tento diagram na obrázku 1 pomáhá objasnit význam prvních dvou kanonických os zobrazených ve všech ostatních ordinačních diagramech analýzy DCA. Podíl vysvětlené variability na prvních dvou kanonických osách DCA byl 16,9 %, délka gradientu pak 4,107.



Obr. 1: DCA s nejvýznamnějšími druhy a jejich ekologickými indikacemi

První ordinační diagram poskytuje dostatek prostoru pro různé úvahy. Přestože je Canoco bezpochyby vynikající program, jeho výstupy nejsou vždy jednoznačně interpretovatelné. Všechny grafické výstupy DCA analýz v této práci jsou vykresleny na prvních dvou kanonických osách, pro které je nejprve nutno vyvodit, jaké gradienty vlastně označují.

Na tuto otázku pomohou odpovědět Ellenbergovy indikační hodnoty zakreslené v podobě vektorů. Osa x je poměrně snadno objasnitelná. S rostoucí hodnotou na ose x klesá gradient světla a teploty a naopak mírně stoupá gradient vlhkosti a přístupnosti živin v půdě. Tato kombinace je logická, jelikož dopad slunečního světla přirozeně ohřívá prostředí a zároveň ho vysušuje.

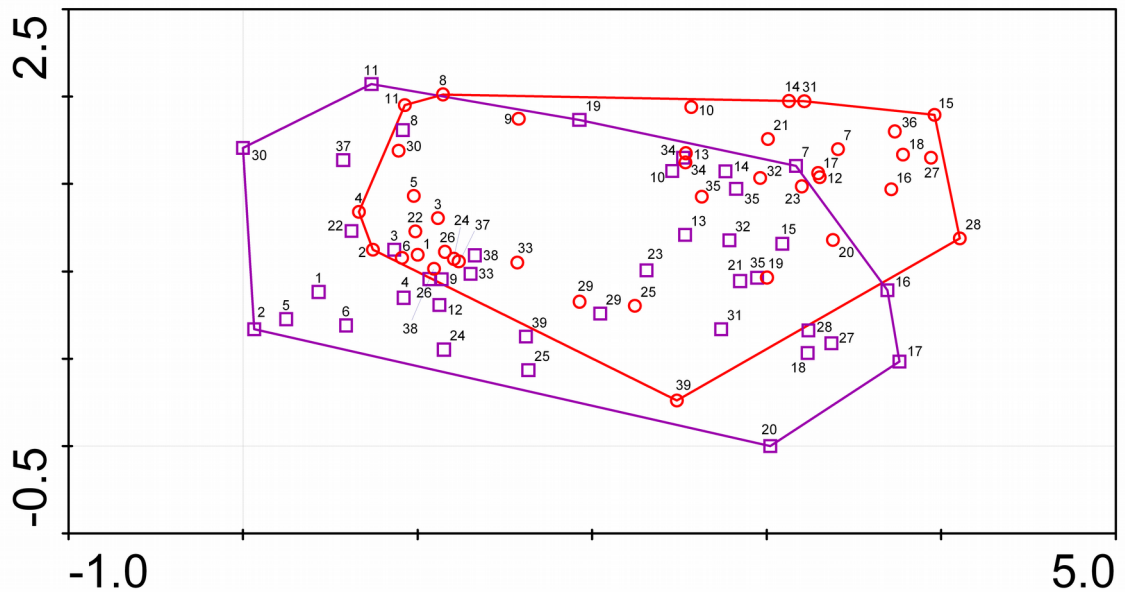
Vysvětlení osy y je komplikovanější. Je možno konstatovat, že na ní jsou vyneseny kombinované gradienty vlhkosti a půdní reakce působící v opačných směrech, avšak toto tvrzení nemusí být kompletní.

Celkově lze situaci na prvním obrázku shrnout do těchto bodů:

- V levé části se vyskytují druhy sušších stanovišť s vyššími požadavky na světlo a teplo. Tyto požadavky odpovídají na zájmovém území lokalitám bez dřevinného patra, případně oblastem v okolí termicky aktivních ploch.
- Pravou horní část obsazují druhy méně náročné na světlo, avšak vyžadující značně živnější půdy s neutrální až mírně zásaditou reakcí. Obsažené taxony jsou typické pro stanoviště s nepřiliš zapojenými dřevinnými porosty. Na odvalu tato stanoviště zastupují náletové porosty *Betula pendula* s *Populus tremula* vyskytující se na vrcholové tabuli a na jižních a západních svazích.
- Napravo dole jsou zastoupeny taxony stanovišť podobných, ale s nižším přístupem světla a tepla, lehce kyselejším pH a ještě vyššími nároky na dusík v půdě. Převážně jde o výrazně nitrofilní druhy obvykle se vyskytující na rudérálních stanovištích. Na zkoumaném území se tato stanoviště vyskytují na severních úbočích a místech s vysokým zápojem ve stromových patrech.

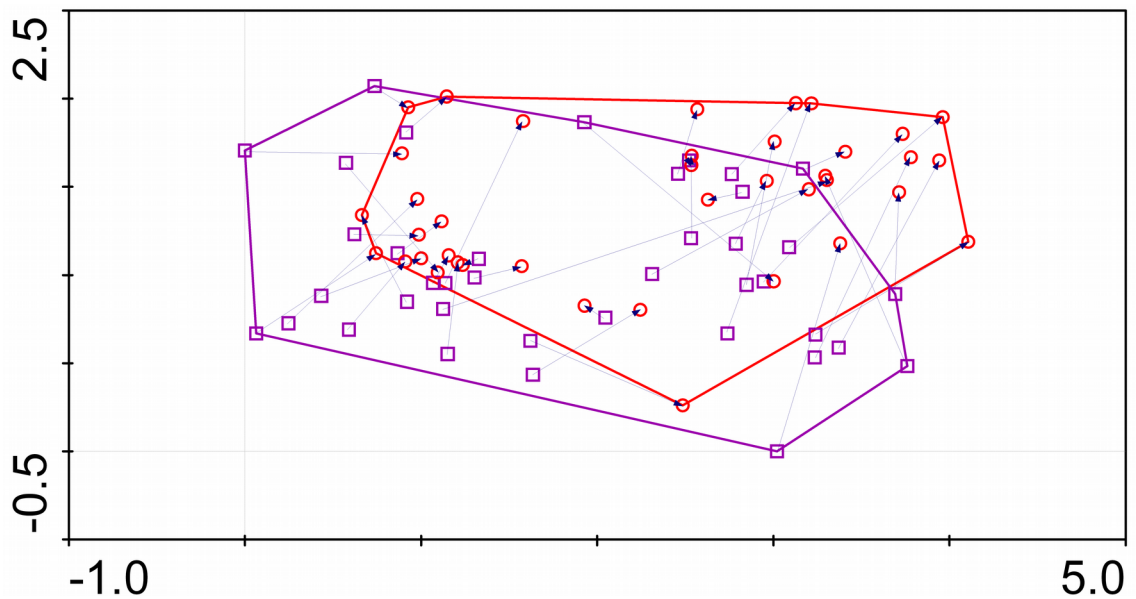
Tyto předpoklady usnadňují výklad ostatních ordinačních diagramů DCA analýz, které různými způsoby vykreslují jednu situaci – sukcesi vegetačního krytu za posledních 13 let nebo přesněji rozdíl Ellenbergových indikačních hodnot druhů vyskytujících se v bylinném patře vegetačního krytu.

Na obrázku 2 je vykreslen výsledek DCA pro fytoecologické snímky rozdělené do dvou skupin podle doby jejich vyhotovení – fialové čtverce reprezentují centroidy optim snímků pořízených v létě 2002 a červená kolečka snímků o 13 let novějších. U každého z nich se nachází jeho číslo. Centroidy optim se shodným číslem označují páry snímků vypracovaných na shodných plochách v různém čase.



Obr. 2: DCA s párovým označením snímků

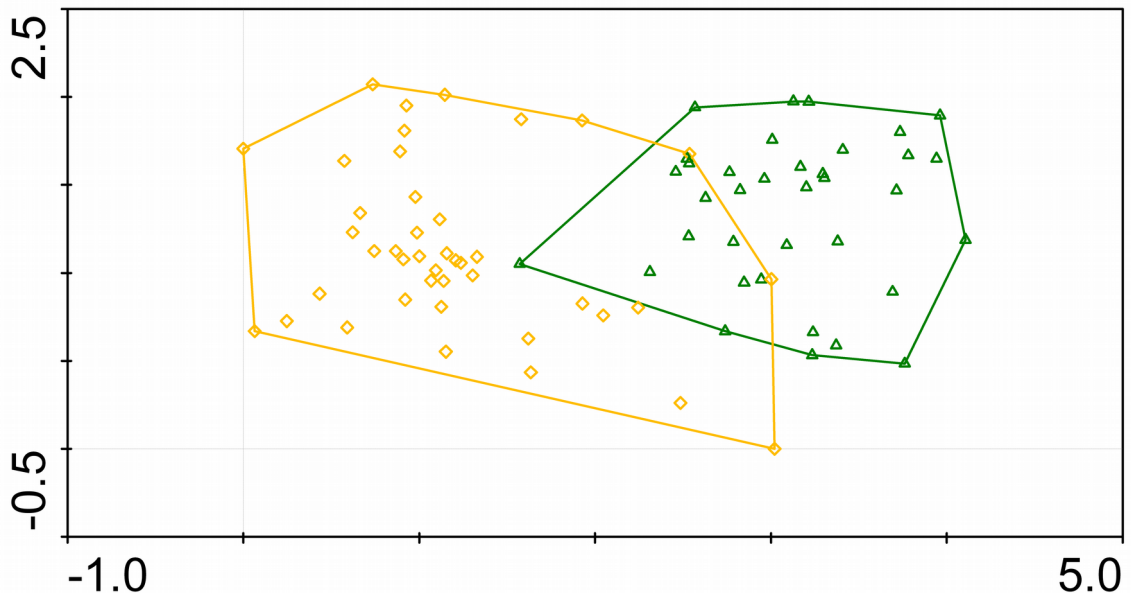
Z diagramu je zřejmý trend posuvu shluku centroidů, tento je dále zvýrazněn na následujícím obrázku, kde jsou korespondující páry propojeny vektory. Symbolika obrázku 3 je shodná s předešlým.



Obr. 3: DCA s vektorovým propojením párů snímků

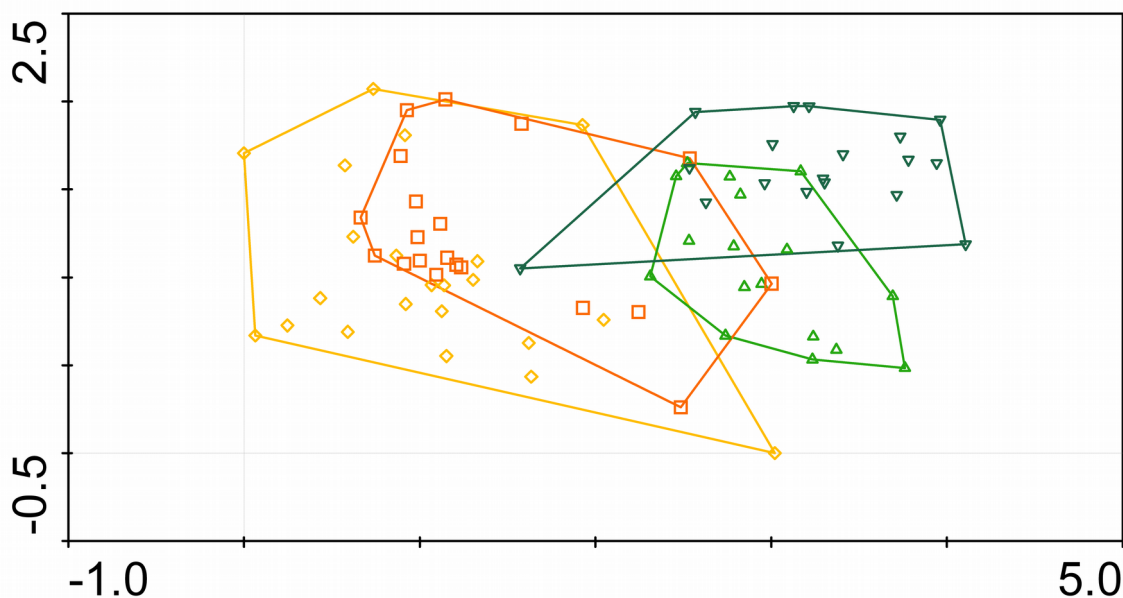
Trend posuvu shluku centroidů je v souladu s gradientem osy x i osy y. Za předpokladu pravdivosti předcházejících odstavců lze konstatovat, že nyní se vyskytující kombinace taxonů preferuje nižší přístup světla a tepla za cenu zvýšení vlhkosti, pH a zásoby živin v půdě.

Na obrázku 4 je zvýrazněna přirozená rozrůzněnost snímkaných ploch ze společenstev s dřevinným patrem (zeleně) a bez něj (žlutě). Situace zcela odpovídá předpokladům. Na snímcích bez dřevinného patra se více prosazují taxony preferující stanoviště s vyšším přístupem světla a tudíž i s vyšší teplotou. Naopak taxony s vyššími požadavky na obsah živin, vlhkost a zastínění se vyskytují spíše na stanovištích s dřevinným krytem. Na průniku vyobrazených množin se nacházejí centroidy optim snímků s počátkem sukcese pionýrských dřevin, jejichž vlivem se zvolna mění stanovištní podmínky.



Obr. 4: DCA s rozlišením mezi snímky s dřevinným patrem a bez něj

Obrázek 5 zobrazuje shodnou situaci, avšak dále rozdělenou na plochy bez dřevinného porostu původní (žluté kosočtverce) a nové (oranžové čtverce), a plochy s dřevinným porostem původní (světle zelené trojúhelníky) a nové (tmavě zelené obrácené trojúhelníky). Opět je zde patrný trend vývoje v čase.



Obr. 5: DCA s rozlišením mezi snímky dřevinným patrem a bez něj v čase

Z tohoto ordinačního diagramu vyplývá, že se snímky z otevřených ploch posunuly především po ose x, tedy proti gradientu světla a s ním spjaté teploty. Lesní snímky naopak vykazovaly posun spíše po ose y.

Přímá ordinace CCA prokázala statisticky významný rozdíl mezi sadami snímků jak pro dobu jejich pořízení ($p = 0,001$; $F = 2,388$; $\lambda = 0,14$), tak pro pokryvnost bylinného patra ($p = 0,001$; $F = 2,266$; $\lambda = 0,14$). Jednalo se o jediné dvě signifikantní proměnné při postupném výběru (manual selection).

5. 3. Párové t-testy

Průměry Ellenbergových indikačních hodnot bylinných pater snímků zaznamenaných nyní a před 13 lety byly otestovány oboustranným párovým t-testem při hladině statistické významnosti $p 0,05$. Jejich výsledek je v tabulce 1.

Tab. 1: Párový t-test

Průměr EIH	Snímky z roku 2002	Snímky z roku 2015	Hodnota p
Světlo	6,898	6,688	0,025
Teplota	5,627	5,443	0,034
Vlhkost	4,952	5,258	0,183
Živiny	6,128	6,227	0,631
pH	5,784	6,413	0,007

Test poukazuje na silnou statistickou významnost flórou indikované změny pH půdy, přístupu světla a tepla a zároveň nepotvrzuje statistickou významnost pro změnu vlhkosti prostředí a obsahu přístupných živin.

5. 4. Fidelita

Srovnání fidelity snímků pomocí synoptických tabulek (příloha 5) ke stanovištím mimo dřevinný porost poukázalo na ústup oligotrofních a oligotrofně-mezotrofních druhů (*Senecio viscosus*, *Agrostis canina*), které nahrazují druhy mezotrofní až nitrofilní (*Hypericum perforatum*, *Galium aparine*). Druhy vázané na termicky aktivní plochy (*Digitaria sanguinalis*) jsou rovněž na ústupu.

Na analýze v synoptické tabulce složené ze snímků s dřevinným porostem je dobře pozorovatelný ústup světlomilných taxonů (*Arrhenatherum elatius*, *Hypericum perforatum*, *Echium vulgare*), vyskytujících se v raně sukcesních stádiích porostů. Rovněž je patrný ústup stenoekních ruderálních nitrofilů (*Stellaria media*, *Galium aparine*), na jejichž místo nastupují taxony mezotrofně-nitrofilní (*Geum urbanum*, *Rubus caesius*). Naopak se začínají prosazovat typické druhy polostinných lesů (*Geranium robertianum*, *Torilis japonica*) a popínavé taxony (*Parthenocissus inserta*, *Humulus lupulus*).

Poslední test fidelity, provedený pouze pro zmlazení dřevin (tab. x), zobrazuje zmlazování pionýrských dřevin (*Betula pendula*, *Populus tremula*), které ustupuje dřevinám pozdějších sukcesních stádií (*Cerasus avium*, *Acer pseudoplatanus*, *Acer platanoides*). Zmlazení klimaxových dřevin (*Quercus robur*, *Fagus sylvestris*) se však objevuje pouze sporadicky. Také se zmlazuje znatelně vyšší počet keřů.

Na závěr je nutno dodat, že především první dvě analýzy fidelity pomocí synoptických tabulek byly poměrně silně ovlivněny absencí taxonů v jedné ze srovnávaných skupin.

5. 5. Indexy podobnosti a diverzity

Výsledek ani Sørensenova, ani Jaccardova indexu podobnosti pro žádný ze sledovaných párů fytoecologických snímků nepřesáhl hodnotu, při které lze snímky označit jako floristicky podobné, tedy u Sørensenova indexu hodnotu 70 a u Jaccardova hodnotu 50.

Zajímavé jsou ale dva fakty:

- Podobnost, nebo v tomto případě spíše nepodobnost, lesních i nelesních párů snímků je prakticky shodná – u lesních je hodnota Sørensenova indexu 45,24 a hodnota Jaccardova indexu 30,02 a u nelesních činí 42,80 a 27,96.
- Průměr indexů všech sledovaných snímků nabývá hodnot 44,05 a 29,02, tedy hodnot silně pod hranicí floristické podobnosti. Avšak při stanovení indexů z dřívějších a nynějších floristických soupisů se jejich hodnoty pohybují těsně pod hranicí floristické podobnosti – 65,83 a 49,07.

Průměrný Simpsonův index alfa diverzity pro sadu snímků z roku 2002 nabývá hodnoty 0,723, pro snímky z roku 2015 pak 0,718. Index alfa diverzity se mírně snížil, diverzita lokality tedy buď vzrostla anebo v bylinném patře začaly ustupovat dominantní druhy. Nárůst diverzity však nevykazuje statistickou významnost (oboustranný párový t-test o hodnotě 0,905).

Vyšší průměrnou alfa diverzitu, byť s klesající tendencí, vykazují fytoecologické snímky pořízené mimo dřevinný porost. Průměrný Simpsonův index zde činí 0,651 (2002) a 0,674 (2015). Naopak na lesních plochách index je 0,791(2002) a 0,760 (2015).

5. 6. Dendrologický průzkum

Ze zájmového území bylo odebráno celkem 51 dendrochronologických vývrtů z *Betula pendula* (27), *Robinia pseudoacacia* (7), *Populus tremula* (5), *Fraxinus excelsior* (3), *Quercus robur* (4), *Ailanthus altissima* (1), *Sambucus nigra* (2) a *Sorbus aucuparia* (2).

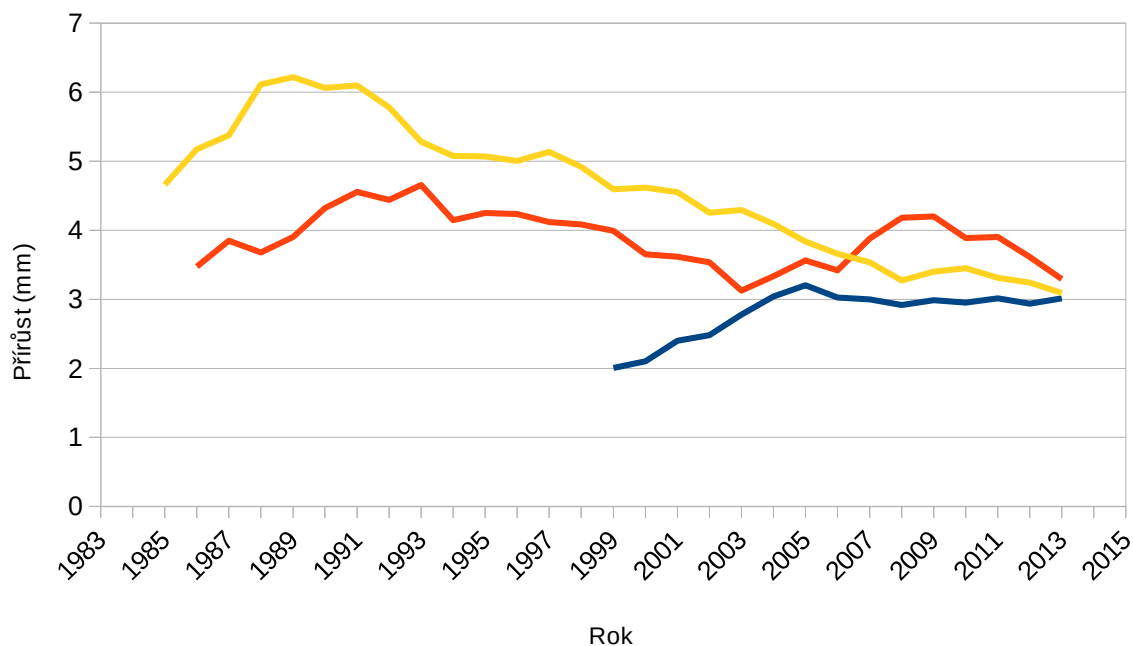
Průměrný a maximální zjištěný věk dřevin je uveden v tabulce 2, všechny výsledky měření pak v příloze č. 8. ID dřeviny uvedené tamtéž je složeno z čísla plochy a zakončeno číslicí 0 pro jedince podprůměrného, 1 pro průměrného a 2 pro nadprůměrného.

Tab. 2: Zjištěné věkové složení dřevin

Dřevina	Věk průměrný	Věk maximální
<i>Betula pendula</i>	18,52	33
<i>Robinia pseudoacacia</i>	22,86	34
<i>Populus tremula</i>	15,40	22
<i>Fraxinus excelsior</i>	12,33	21
<i>Quercus robur</i>	20,25	25
<i>Ailanthus altissima</i>	8,00	8
<i>Sambucus nigra</i>	16,50	21
<i>Sorbus aucuparia</i>	15,00	18

Zajímavý je fakt, že i přes značné rozměry některých jedinců žádný z měřených stromů nepřesáhl věk 34 let.

Pro *Betula pendula* byl vytvořen z klouzavých průměrů naměřených hodnot ročních přírůstů graf pro jednotlivé tloušťkové kategorie, tj. pro jedince s nejvyšší (žlutá), průměrnou (červená) a nejnižší (modrá) tloušťkou z každé sledované plochy.



Obr. 6: Graf přírůstu pro *Betula pendula*

Z grafu je patrný juvenilní růst trvající přibližně 8 let a následný pozvolný pokles přírůstu. Rovněž je možné stanovit období zapojování porostu, které nejspíše proběhlo mezi lety 2004 a 2007.

Je také nutno upozornit na problematičnost stanovování přírůstu roztroušeně pórovitých dřevin, mezi které *Betula pendula* patří, z důvodu častého vzniku částečných, případně zdvojených letokruhů a špatné rozlišitelnosti jejich hranic. Tyto skutečnosti mohly ovlivnit výsledky uvedené výše.

6. Diskuze

6. 1. Praktická část

Výsledky uvedené v předchozí kapitole této práce, podobně jako mnoho jiných měření zaměřených na celá společenstva, nejsou zcela jednoznačné. Změny stanovišť v čase jsou způsobeny vysoce komplexními procesy a takovýto relativně jednoduchý průzkum je nedokáže jednoznačně vysvětlit. Stále však je možné tyto pochody alespoň částečně osvětlit, k čemuž slouží následující stránky.

První, praktická část této práce se věnovala porovnání stádia sukcese z doby současné oproti době před 13 lety. Doba to není dlouhá, avšak pro patřičné pochopení a zdokumentování sukcesních procesů jsou vhodnější měření čtenější než prováděná jednou za několik desetiletí, byť tato by jistě přinesla výsledky vypovídající o radikálnější změně prostředí.

Prekvapivý je stálý nárůst počtu taxonů cévnatých rostlin oproti dřívějším studiím vypracovaným Majkusem (1988), Kouteckým (2004) a Filipovou (2006). Dle klasických představ o průběhu sukcese je maximální počet druhů na stanovišti přítomen přibližně v polovině doby dosažení klimaxu a poté začíná klesat (Prach 2009b). Podle stáří odvalu a doznívání fáze pionýrských dřevin by bylo možné očekávat opačný trend. Skutečnost může být tedy zdůvodněna stále ještě přirozeně probíhající sukcesí, ale příčina může být i ve zvýšeném výskytu nepůvodních a invazivních druhů, které se na Ostravsku v době dřívějších výzkumů ještě nenacházely.

V kapitole výsledků byly popsány vegetačním krytem indikované změny v přírodních podmínkách stanovišť na zájmovém území. Nasnadě je ale další otázka: Čím jsou tyto změny způsobeny? Před pokusem o zodpovězení je nutno zdůraznit fakt, že kromě čistě fytoecologického průzkumu nebyla prováděna žádná další měření fyzikálních či chemických vlastností prostředí a tím se následující úvahy dostávají do čistě hypotetické roviny.

Kombinace indikací o nižším přístupu světla a tepla lze vysvětlit přirozeným sukcesním vývojem odvalu. Jak je vidět i na leteckých snímcích v příloze 9, za sledovanou dobu se značná část volných ploch změnila na plochy s dřevinnou vegetací. Rovněž je pravděpodobné, že dříve nepřilíš zapojené porosty vyspěly

a v důsledku toho se jejich zápoj zvýšil, s čímž souhlasí i interpretace grafu na obrázku 6. Dalším důvodem může být vypočítaná expanze popínavých taxonů *Parthenocissus inserta*, *Hedera helix*, *Clematis vitalba* a *Humulus lupulus*. Poslední jmenovaný na některých lokalitách vytváří velmi spleťité loubí v korunách okolních stromů a nepřímo zvyšuje jejich „zápoj“.

Snížení přístupu světla a tepla přímo způsobuje zvýšení vlhkosti, byť toto se na zkoumané lokalitě nejeví jako podstatné.

Indikace vyšší koncentrace přístupných živin v půdě může být také způsobena přirozenou sukcesí a probíhající pedogenezí. Pionýrské organismy, zde především dřeviny, mají nenahraditelnou meliorační funkci, během které se jejich opad a jiná odumřelá hmota rozkládá a tvoří tak na surovém substrátu humusové horizonty poskytující živiny ostatním rostlinným druhům. Sukcese je zde ale již v takovém stádiu, že změny gradientu nejsou příliš zřejmé.

Důvod pro zvýšení indikací půdní reakce je složitější otázkou, pro jejíž zodpovězení by bylo nejvhodnější provést plnohodnotný výzkum. Odpověď v této práci bude omezena na hypotézu Ing. Aleše Kučery, Ph.D. (Kučera in verb.). Ta říká, že zvýšení pH půdy může být dáno působením kořenových exudátů na uložený bazický popílek, který se pod jejich vlivem chemicky rozkládá a uvolněné báze se stávají přístupné vegetaci, která může reagovat zvýšením podílu druhů s nároky na půdy s vyšším pH.

Vektor posuvu skupiny snímků v čase probíhá přibližně jako vektor pH a proti vektorům světla a tepla. S tím souhlasí i výsledky provedených párových t-testů, které právě pro tyto gradienty prokázaly statisticky významnou změnu. Zbylé dva gradienty, vlhkost a živiny, byly vyhodnoceny jako statisticky nevýznamné, což odpovídá i jejich spíše kolmému vztahu s vektorem času.

Výsledky analýz fidelity v synoptických tabulkách podporují hypotézy o postupném průběhu sukcesních změn na lokalitě. Obecně její výstupy odpovídají DCA analýzám, ale zajímavý je ústup nitrofilních ruderalů z prakticky celého odvalu. Buď ho lze přisoudit přirozeným sukcesním změnám, ale také je možný vliv rekultivační výsadby *Populus x canadensis* z roku 1963. Zbytky této nepříliš úspěšné rekultivace se nacházejí ve stádiu rozpadu a uvolňují místo přirozeně se zmlazujícím dřevinám, pod kterými se tvoří bylinné patro s vyšším podílem lesních druhů. Tyto nové

druhy jsou přizpůsobeny pozměněným podmínkám a konkurenčně vytlačují dřívější ruderály.

Dle analýzy fidelity omezené na fázi zmlazení se zdá, že sukcese se nachází na konci stádia pionýrských dřevin, neboť se začínají zmlazovat náročnější druhy, které odpovídají indikovaným změnám na stanovištích.

Nečekané jsou výsledky Sørensenova a Jaccardova indexu podobnosti. Přestože se sledované lokality na první pohled tak výrazně nezměnily, ani jeden z indexů pro žádný srovnávaný pár nepřesahoval hodnotu, při které lze snímky označit jako floristicky podobné.

Zajímavé však je, že indexy vypočtené pro všechny nalezené druhy na celém odvalu jsou mnohem blíže hranici podobnosti než průměry indexů pro jednotlivé páry snímků. Z toho je možné usoudit, že byť se celkové druhové složení na zájmovém území příliš nezměnilo, silně se posunulo v prostoru. I tento výsledek potvrzuje stále probíhající sukcese.

Asi nejpřekvapivější zjištění z dendrochronologického průzkumu je absence dřevin starších 34 let s výjimkou 52 let starých *Populus x canadensis* z rekultivačních pokusů. Příčina není známá, bylo nalezeno příliš málo informací o stavu vegetace na odvalu z doby před prací Kouteckého (2004). Vysvětlením může být, že v rámci péče o rekultivační výsadbu bylo potlačeno přirozené zmlazení. Jelikož však byla rekultivace neúspěšná a přežilo z ní jen několik desítek jedinců, bylo od péče upuštěno a sukcese dřevin mohla naplno začít.

Většina dřevin zastoupených na odvalu se řadí mezi dřeviny pionýrské (*Betula pendula*, *Populus tremula*) nebo mezi invazivní druhy (*Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*), přičemž obě skupiny vykazují nezřízené obsazování volných prostorů a rychlý růst. Nejagresivnější je v současné době *Ailanthus altissima*, který přestože nebyl před 13 lety vůbec zaznamenán, nyní zabírá značné plochy na tabuli odvalu. Jeho rozšiřování má ale i svou výhodu – postupně vytlačuje souvislé porosty *Calamagrostis epigejos* a na jejich místě dovoluje pokračování sukcese bylinného patra.

Náročnější dřeviny zastupují *Fraxinus excelsior* a *Sorbus aucuparia*, které vykazují nejvyšší přírůst ze sledovaných dřevin. Z klimaxových dřevin je přítomen pouze *Quercus robur*, kterého nebylo nalezeno více než 10 jedinců. Pro tyto druhy bylo získáno příliš málo dat, jejich další interpretace by tím byla značně ovlivněna.

Obecně lze ale říci, že vlivem relativně nízkého konkurenčního tlaku dřeviny velmi dobře odrůstají, což se ale s postupem času za předpokladu pokračování stávajícího vývoje nejspíše změní.

6. 2. Péče o podobné lokality

Druhou část práce tvoří návrh péče o lokality podobné zájmovému území. Ještě před samotnými odpověďmi je nutné konstatovat, že nejlepší péčí by bylo podobné lokality vůbec nevytvářet a využívat důlní hlušinu ve značně vyšší míře pro zakládku do vytěžených prostor, či pro jiné, například stavební účely. Tato preventivní opatření jsou bohužel příliš ekonomicky náročná na realizaci, takže se s nimi v dohledné době nedá počítat.

Jak již bylo zmíněno v literárním přehledu, hlavními metodami obnovy jsou rekultivace, přirozená sukcese a případně jejich kombinace. Ve všech případech je ale nutné před jakýmkoli zásahem vypracovat projekt budoucích činností, čímž by bylo zamezeno excesům známým z minulosti, kdy byly již obnovené plochy částečně odtěženy či bylo rozhodnuto, že budou využity ke kompletně jinému účelu než doposud.

Jak rekultivace, tak sukcese mají své vlastní klady a zápory, se kterými je nutno kalkulovat při tvorbě plánu obnovy.

Pro sukcesí hovoří jasně ekonomická stránka věci. Byť trvá déle než rekultivace, její provedení nestojí prakticky žádné prostředky. Diverzita a ekologická stabilita spontánně obnoveného prostředí jsou rovněž na lepší úrovni než při rekultivacích a celé území nabývá vyšší přírodní hodnoty. V neposlední řadě se také na území České republiky jedná o jedinečné lokality sloužící jako útočiště vzácným druhům rostlin a živočichů. Z vědeckého pohledu jsou podobné lokality velice cenné pro nejrůznější výzkumy.

Obnova území rekultivací je mnohem rychlejší, což může obzvláště v blízkosti obytných zón být zásadní faktor při rozhodování. Při tomto způsobu lze navíc mnohem lépe předpovídat budoucí vývoj lokality. Jelikož je dřevinná skladba předem určená a známá, je možno přeskočit desetiletí přípravných porostů a rovnou se zaměřovat na směsi s cílovými hospodářskými dřevinami. Výsledkem je ale společenstvo

povětšinou velmi vzdálené od přírodního stavu a za cenu vynaložení nemalých finančních prostředků.

Tyto dva přístupy lze samozřejmě kombinovat. Je možné nechat na obnovované lokalitě probíhat primární sukcesí a tu v průběhu ovlivňovat různými zásahy, například doplněním cílovými dřevinami či eliminací nežádoucích druhů.

Pro jednu z variant je možno se rozhodnout až po ujasnění cíle obnovy, který může mít mnoho variant. Mezi ně patří využití odvalů pro hospodářské účely, rekreační a sportovní využití, ekologické obohacení krajiny či pro účely vědeckých výzkumů.

Vzhledem k potenciálu obnovy sukcesí na Ostravsku se jako nejvhodnější jeví samotná sukcese a nebo kombinovaný přístup, který spojuje nízké ekonomické náklady a vysokou přírodní hodnotu obnoveného území, přičemž se zachovává možnost usměrnění sukcese vnějšími zásahy.

Konečné rozhodnutí silně závisí na umístění odvalu. Pro účel dalšího textu budou odvaly rozděleny do dvou skupin: Odvaly na území a v blízkosti koncentrace lidských sídel a odvaly mimo ně.

Přístup ke druhé skupině je snazší z důvodu absence různých veřejných a estetických zájmů a je tedy možno dát volný průběh sukcesí. Jakmile pokročí do pozdějších fází, je možno buďto ji ponechat svému osudu a využít jako materiál pro vědecké studie či pionýrský porost přeměnit na porost hospodářsky zajímavější. Toho lze docílit například clonnou sečí, následnou podsadbou cílovými hospodářskými dřevinami a poté domýcením původního porostu.

První skupina je více zatížená přítomností lidských sídel a problémů s nimi spojených. Příklad péče je možno demonstrovat na zájmovém území. Vzhledem k jeho umístění a nemalé výšce je z jeho vrcholu pěkný výhled na centrum Ostravy, Koksovnu Svoboda a do okolní krajiny (viz příloha 10). Jako cílové využití lze tedy uvažovat rekreační či kulturní aktivity. Pro tyto účely je nutné vybudovat adekvátní zpřístupnění, tj. soustavu schodišť a chodníků, aby se na vrcholovou tabuli dostali i méně pohybově zdatní lidé. Pro lepší výhled přichází v úvahu i vybudování rozhledny, převyšující koruny stromů pro maximalizaci úhlu rozhledu.

Jelikož na odvalu sukcese již značně pokročila, bylo by nerozumné ji likvidovat a snažit se nahradit novou výsadbou. Mnohem vhodnějším přístupem by byl mírný

zásah do porostů za účelem jejich zpřehlednění a vyšší estetiky. Zároveň je možné vnést méně náročné a zároveň esteticky cenné dřeviny, kterými jsou například *Viburnum opulus*, *Symphoricarpos albus*, *Forsythia x intermedia*, *Rhus typhina* a mnoho dalších. Výsledkem by byla lokalita cenná jak po přírodní stránce, tak po stránce kulturní a estetické.

Problematiku péče o tato území nelze jednoduše shrnout a připravit pro ni univerzální řešení. Důvodem je příliš mnoho proměnných, ať už se jedná o lokální přírodní podmínky, umístění a tvar odvalu či plánované využití. Důraz musí být kladen na zahájení jakýchkoliv prací až po konzultaci s odborníky, aby se předešlo plýtvání přírodními a ekonomickými zdroji. Celý proces je vhodné monitorovat a jeho výsledky použít pro obohacení následujících projektů.

7. Závěr

Tato práce se zabývala dvěma úkoly. Vyhodnocením sukcesních změn na odvalu Koksozny Svoboda v Ostravě od posledního měření provedeného Kouteckým (2004) v létě roku 2002 a rámcovým návrhem péče o podobné lokality.

Sukcese byla hodnocena formou opakování fytocenologických snímků na plochách shodných s plochami vytyčených autorem dřívějšího výzkumu.

Na odvalu bylo nalezeno 177 druhů cévnatých rostlin, z nichž bylo 135 bylin a travin, 40 listnatých dřevin a 2 dřeviny jehličnaté. Počet druhů se oproti dřívějšímu měření zvýšil o 35 (o 24,6 %), neboli o 25 druhů bylin (22,7 %), 9 druhů listnatých dřevin (29 %) a 1 jehličnatou (100 %).

Z celkového počtu druhů je v České republice nepůvodních 10 taxonů dřevin (23,8 %) a 37 taxonů bylin (27,4 %). Tři druhy jsou zapsány v červeném seznamu chráněných druhů.

Zpracování dat pomocí vhodného softwaru pomohlo objasnit směřování sukcese na zájmovém území. Na základě analýz datového souboru bylo zjištěno, že na zájmovém území se za srovnávanou dobu snížila dostupnost světla, tepla a naopak zvýšila vlhkost, množství živin v půdě a pH. Tyto změny byly přisouzeny spontánně probíhající sukcesi a s ní souvisejícím zvyšováním zápoje porostů a obsazováním nelesních ploch dřevinami.

Pomocí dendrochronologického průzkumu byl stanoven věk dřevin přítomných na sledovaných lokalitách, který s výjimkou dřívější rekultivační výsadby nepřesahoval 34 let. Rovněž byl zjištěn ústup zmlazování pionýrských dřevin, který je nahrazován dřevinami pozdějších sukcesních stádií, stále však ne klimaxovými druhy.

V druhé části práce bylo doporučeno v maximální míře využívat pro obnovu podobných lokalit přirozenou sukcesi a pouze v odůvodněných případech se uchýlovat ke kombinaci sukcese s rekultivačními pracemi.

8. Summary

This bachelor thesis is focused on two tasks: evaluation of successional changes on muck stack coking plant Svoboda in Ostrava since the last research carried by Koutecký (2004) in the summer of 2002 and the proposal of framework of care for similar locations.

Succession was evaluated by means of repetition phytocenological relevés in the same areas as the areas localized by author of previous research.

Exactly 177 kinds of vascular plants were found at the muck stack, of which 135 are herbs and grasses, 40 broadleaves trees and 2 coniferous trees. The number of species found, compared with previous research, increased by 35 (24.6 %): 25 species of herbs (22.7 %), 9 species of broadleaves trees (29 %) and 1 coniferous tree (100 %) in particular.

Out of the total number of species found here, there are 10 species of trees (23.8 %) and 37 species of plants (27.4 %) non-native to the Czech Republic on the model area. Three species are registered in the Red List of vascular plants.

Processing data, using an appropriate software, helped clarify the direction of successional changes on the model area. Based on analysis of the data files, it has been found that there has been reduced availability of light and heat; and humidity, amount of nutrients in the soil, and pH have all increased at the model area for the observed period of time. These changes were attributed to ongoing succession and the associated increase in canopy and filling non-forest areas with trees.

Dendrochronological survey has determined the age of trees present on the monitored sites which, with the exception of former reclamation planting, does not exceed 34 years. The retreat of renewal of pioneer tree species was observed as well. That has been replaced by renewal of trees of later successional stages, nevertheless the climax species have been yet to present.

There were recommendation for maximum usage of natural succession in the second part of the thesis and to resort to the combination of succession and reclamations shall be done only in justified cases.

9. Seznam použité literatury

- Ambros, Z., 2003.** Praktikum geobiocenologie. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 98 stran.
- Brtnický, M., 2012,** Revitalizace krajiny po starých ekologických zátěžích - odvalech důlní hlušiny vzniklých po těžbě černého uhlí. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 76 stran.
- Buček, A., Lacina, J., 2007,** Geobiocenologie II. Brno, Mendelova univerzita v Brně, 251 stran, ISBN 978-80-7375-046-6.
- Culek, M., 1996,** Biogeografické členění České republiky. Praha, ENIGMA, 347 stran, ISBN 80-85368-80-3.
- Demek, J., Mackovčín P., 2006,** Zeměpisný lexikon ČR: Hory a nížiny. Brno, Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 582 stran, ISBN 80-86064-99-9.
- Dimitrovský, K., 1978,** Rekultivace ploch devastovaných báňskou a průmyslovou činností v oblastech uhelných revírů ČSR. Rekultivace krajiny v územích těžby a průmyslu v ČSR. Praha, Ministerstvo výstavby a techniky ČSR, strany 5 – 22.
- Dimitrovský, K., 2000,** Zemědělské, hydrické a lesnické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, 66 stran, ISBN 80-7271-065-6.
- Ellenberg, H. a kol., 1992,** Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. 3., erweit. Aufl. Goltze, Scr. Geobot. 18, strany 1 – 248.
- Filipová, K., 2007,** Hodnocení vegetačních poměrů antropogenního reliéfu Ostravska v různých stádiích sukcese a rekultivace. Disertační práce. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 119 stran
- Gerlich, V., Kincl, M., 1968,** K problematice ozelenění haldových pokryvů na Ostravsku. Přírodovědecký sborník. Ostrava, Přírodovědecká společnost v Ostravě, strany 133 – 148.
- Grunda, B., Kulhavý, J., 1984,** Půdy lesnicky rekultivovaných hald v Ostravsko-karvinském revíru. Lesnictví. Praha, Ústav vědeckotechnických informací pro zemědělství, strany 321 – 332.

- Havrlant, M. a kol., 1967**, Přírodní podmínky a současný stav vegetačního krytu na černouhelných haldách Ostravsko-karvinského revíru. Ostrava, Pedagogická fakulta v Ostravě, 81 stran.
- Havrlant, M., 1980**, Antropogenní formy reliéfu a životní prostředí v Ostravské průmyslové oblasti. Ostrava, Pedagogická fakulta v Ostravě, 151 stran.
- Havrlant, M., Martinec, P., 2003**, Vliv těžby uhlí na životní prostředí. Uhelné hornictví v Ostravsko-karvinském revíru. Ostrava, ANAGRAM, strany 428 – 440, ISBN 80-7342-016-3.
- Hennekens, S., M., Schaminée, J. H. J., 2001**, TURBOVEG, a comprehensive data base management system for vegetation data. *J. Veg. Sci.* 12: strany 589 – 591.
- Jiřík, K. a kol., 1993**, Dějiny Ostravy. Ostrava, Sfinga, 811 stran.
- Kostruch, J., 1998**, Historie asanačně-rekultivačních prací v Ostravsko-karvinském revíru (OKR). *Pohledy 5*, Praha, strany 27 – 30.
- Koutecký, T., 2004**, Hodnocení lesnických rekultivací a spontánní sukcese na antropogenním reliéfu v okolí Ostravy. Diplomová práce. Brno, Mendelova univerzita v Brně, Lesnická a dřevařská fakulta, 57 stran.
- Květoň, V., Voženílek, V., 2011**, Klimatické oblasti Česka. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci, 20 stran, ISBN 978-80-244-2813-0.
- Laštůvka, Z., Šťastná, P., 2014**, Ekologie. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 184 stran, ISBN 978-80-7509-182-6.
- Majkus, Z., 1988**, Ekologicko-faunistická charakteristika arachnocenóz vybraných ostravských hald. *Spisy PFO* 63.
- Mauer, O., 2009**, Zakládání lesa I. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 172 stran.
- Němec, J. (ed), 2006**, Voda v České republice. Praha, Consult, 253 stran, ISBN 80-903482-1-1.
- Neuhäuslová, Z. a kol., 2001**, Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia, 450 stran, ISBN 80-200-0687-7.
- Pokorný, E. a kol., 2001**, Rekultivace. Brno, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 128 stran.
- Prach, K., 2009a**, Ekologie obnovy narušených míst I. Obecné principy. *Živa* 1/2009. Praha, Academia strany 22 – 24.

- Prach, K., 2009b**, Ekologie obnovy narušených míst VI. Shrnutí a závěrečné poznámky. *Živa* 6/2009. Praha, Academia strany 262 – 264.
- Prach, K., 2010a**, Ekologie obnovy ukazuje možnosti obnovy cenných biotopů. In Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.), 2010, Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. České Budějovice, Calla, strany 7 – 9, ISBN 978-80-87267-09-7.
- Prach, K. (ed.), 2010b**, Výsypky. In Řehounek J., Řehouňková K., Prach K. (eds.), 2010, Ekologická obnova území narušených těžbou nerostných surovin a průmyslovými deponiemi. České Budějovice, Calla, strany 15 – 35, ISBN 978-80-87267-09-7.
- Procházka F. (ed.), 2001**, Černý a červený seznam cévnatých rostlin České republiky (stav v roce 2000). *Příroda* 18, strany 1 – 147.
- Pyšek, P. a kol., 2002**, Catalogue of alien plants of the Czech Republic. *Preslia* 74, strany 97 – 186.
- Quitt, E., 1971**, Klimatické oblasti Československa. Brno, Academia, 73 stran
- Roček, A., 2003**, Ostravsko-karvinský revír v letech 1945 – 2000. Uhelné hornictví v Ostravsko-karvinském revíru. Ostrava, ANAGRAM, strany 116 – 199, ISBN 80-7342-016-3.
- Smolík, D., 1986**, Rekultivace v Ostravsko-karvinském revíru. Ostravsko-karvinské uhlí, 1986, červen, strany 3 – 42.
- Štěpán, J., 1978**, Dějiny lesnických rekultivací v Československu. Rekultivace krajiny v územích těžby a průmyslu v ČSR. Praha, Ministerstvo výstavby a techniky ČSR, strany 23 – 27.
- Štýs, S. a kol., 1981**, Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 678 stran.
- Štýs, S., 1990**, Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů. Praha, Státní nakladatelství technické literatury, 192 stran, ISBN 80-85087-10-3.
- ter Braak, C.J.F., Šmilauer, P., 2002**, CANOCO release 4. Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination. Microcomputer Power, Ithaca, New York.
- Tichý, L., 2002**, JUICE, software for vegetation classification. *J. Veg. Sci.* 13, strany 451 – 453.

10. Seznam příloh

Příloha č. 1: Floristický soupis

Příloha č. 2: GPS lokalizace fytoecenologických ploch

Příloha č. 3: Fytoecenologické snímky z roku 2002

Příloha č. 4: Fytoecenologické snímky z roku 2015

Příloha č. 5: Fidelita druhů

Příloha č. 6: Výsledky analýzy podobnosti

Příloha č. 7: Výsledky analýzy diverzity

Příloha č. 8: Dendrochronologická měření

Příloha č. 9: Mapy

Příloha č. 10: Fotodokumentace