

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE
FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
KATEDRA GENETIKY A FYZIOLOGIE LESNÍCH
DŘEVIN

VYMEZENÍ KRITÉRIÍ VOLBY DŘEVIN PRO ÚČELY
REKULTIVACE
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Václav Bažant, Ph.D.

Bakalant: Robin Štrudl

2014

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra genetiky a fyziologie lesních dřevin

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Štrudl Robin

Vodní hospodářství

Název práce

Vymezení kritérií volby dřevin pro účely rekultivace

Anglický název

Defining criteria for the choice of trees for the forest reclamation purpose

Cíle práce

Cílem bakalářské práce je zhodnotit a posoudit vhodnost jednotlivých druhů dřevin pro účely rekultivace ploch postižených báňskou činností.

Metodika

Literární rešerše k dané problematice

Analýza stávajících poznatků

Volba dřevin dle jednotlivých výsypkových substrátů - Sokolovská a Mostecká pánev

Kritické zhodnocení

Diskuse

Harmonogram zpracování

9/13 – literární rešerše

12/13 – analytická část

2/14 – pracovní verze BP

3/14 – odevzdání BP

Rozsah textové části

50 normostran, přílohy

Klíčová slova

lesnické rekultivace, volba dřevin, výsypky

Doporučené zdroje informací

- ČERMÁK P. et al., 1999: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru (metodika pro praxi). VÚMOP Praha, 93 p.
- DIMITROVSKÝ K., 1976: Výběr vhodných druhů dřevin a jejich směsí pro výsypková stanoviště v oblasti SR. Dílčí závěrečná zpráva. Výzkumný ústav meliorací, Praha – Zbraslav, 55 p.
- DIMITROVSKÝ K., VESECKÝ J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 132 p.
- DIMITROVSKÝ K., NECHANICKÝ M., 2004: Závěrečná zpráva projektu „Sledování vývoje a stavu kultur lesnické rekultivace Březno IX.“ ČZU v Praze, Unico Agric, 92 p.
- DIMITROVSKÝ K., KUNT M., 2007: Dílčí závěrečná zpráva: Řešení obnovy přírodních složek průmyslové krajiny v systému půda – voda – vegetace – ovzduší. ČZU v Praze, 64 p.
- HÜTL R. F., BRADSHAW A., 2001: Ecology of post-mining landscapes. Restoration Ecology, 9: 339–340 p.
- JONÁŠ F., 1985: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách. Závěrečná zpráva VŠZ, Praha.
- KOZÁK J., 2001: Posouzení půdních poměrů okresu Sokolov. – Tvorba nové krajiny na Sokolovsku.
- ŠTÝS S. et al., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL Praha, 678 p.
-

Vedoucí práce

Bažant Václav, Ing., Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 18.12.2013

prof. Ing. Jaroslav Kobliha, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 18.12.2013

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan fakulty

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Václava Bažanta, Ph.D. (Další informace mi poskytl pan Ing. Konstantin Dimitrovský), a že jsem uvedl všechny literární prameny, ze kterých jsem čerpal.

V Praze 15.4.2014

.....

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval panu Ing. Václavu Bažantovi, Ph.D. za odborné vedení při vytváření práce, panu Ing. Konstantinu Dimitrovskému za poskytnuté rady a materiály, panu Ing. Josefu Štrudlovi za celoživotní přínos v oblasti rekultivací a dále všem, kteří svou ochotou a dobrým přístupem napomohli k vyhotovení této bakalářské práce.

V Praze 15.4.2014

.....

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá posouzením vhodnosti výběru dřevin a keřů pro účely lesnické rekultivace na antropogenních půdách výsypkových stanovišť v zadaném zájmovém území. V první fázi jsou popsány obecné skutečnosti o jednotlivých rekultivačních metodách a jejich souvisejících požadavcích či dělení apod. Dále je práce zaměřena na lesnické rekultivace a s nimi související tvorbu půdního profilu. Jsou zde uvedeny půdní vlastnosti substrátů, rozlišeny typy lesních porostů a nezbytná úprava a ochrana povrchu. V druhé části je z více hledisek charakterizováno zájmové území, tedy oblast Severozápadního hnědouhelného revíru, konkrétně Sokolovská a Mostecká pánev. Je definováno geologické složení substrátů a přiblíženo zastoupení jednotlivých dřevin, způsoby zakládání porostů a jejich vývoj.

Klíčová slova: lesnické rekultivace, volba dřevin, výsypky, antropogenní substrát

Abstract

The bachelor thesis deals with assessment of appropriateness of selection trees and shrubs for forestry reclamation on anthropogenic substrates of spoil banks in specified area of interest. In first phase are general facts about reclamation methods and their related requirements or division etc. Further work is focused on forest reclamation and associated formation of the soil profile. There are soil substrate properties, types of forest and necessary treatment and surface protection. In second part is characterized area of interest, northwestern brown coal zone, namely Sokolov and Most basin. Is defined geological substrate composition and representation of individual trees, ways of create forests and their development.

Keywords: forest reclamation, choice of tree species, spoil bank, anthropogenic substrate

Obsah

1. Úvod.....	8
2. Cíle práce.....	9
3. Metodika práce.....	9
4. Literární rešerše.....	10
4.1 Rekultivace a rekultivační koncepce po ukončení těžby.....	10
4.2 Způsoby rekultivací.....	11
4.2.1 Zemědělské rekultivace.....	11
4.2.2 Hydrické rekultivace.....	13
4.2.3 Ostatní rekultivace.....	15
4.3 Lesnické rekultivace.....	15
4.3.1 Podmínky a vlastnosti půd.....	16
4.3.2 Funkční typy rekultivačních porostů.....	19
4.3.3 Úprava recentních útvarů.....	21
4.3.4 Druhové složení dřevin.....	24
5. Charakteristika výsypkových stanovišť a volba dřevin v Sokolovské a Mostecké páňvi....	26
5.1 Pedogenetické procesy antropogenních substrátů.....	26
5.2 Vývoj dřevin na výsypkách (ontogeneze, fytogeneze).....	27
5.3 Charakteristika sledovaných antropogenních substrátů.....	28
5.4 Hodnocení antropogenních substrátů.....	36
5.5 Volba druhového zastoupení dřevin a způsobů pěstování.....	39
5.6 Způsoby zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích.....	44
5.7 Vzrůst a vývoj výsypkových lesních porostů.....	46
5.8 Volba sponu výsadby.....	47
5.9 Vhodná doba zalesnění a sadbový materiál.....	49
5.10 Stanovení kritérií výběru a zakládání vhodných směsí dřevin na antropogenních substrátech.....	49
6. Diskuse a hodnocení.....	57
7. Závěr.....	62
8. Seznam použité literatury.....	63
Seznam obrázků.....	65
9. Přílohy.....	66

1. Úvod

Krajina se již dlouhou dobu potýká se zásahy do své přírodní podoby způsobené lidskou činností. V některých případech je takové počínání nezbytné, jako například při budování nových prostor pro bydlení, výrobu potravin apod. To jsou změny, které krajíně dávají nový význam a je to většinou změna trvalá. Odlišné je to v případě povrchové těžby nerostných surovin. Těžba patří v současné moderní společnosti k nejvýznamnějším činnostem, je nutnou součástí dnešní doby, protože závislost obyvatelstva na surovinách a energiích je všeobecně známá. Technologie těžby se od 17. století neustále vyvíjela a ať šlo o hlubinnou těžbu prováděnou na Ostravsku či Kladensku nebo o těžbu lomovou v severozápadních Čechách, vždy se tato činnost rozdílnými následky podílela na ovlivnění základních přírodních složek jako voda, půda, vegetace, klima. Většina lidí si ovšem neuvědomuje co všechno obnáší proces, který zajišťuje spokojený život. Krajina mnohdy utrpí tak masivní škody, že trvá desítky let než se původní vzhled a účel navrátí. V některých případech je návrat neuskutečnitelný, avšak jsou k dispozici takové moderní metody, které umějí téměř zázraky.

Způsoby zabývající se obnovou přírodních podmínek jsou různé, ale každý z nich má stejný cíl, dosáhnout nápravy. V této práci je blíže přiblížena rekultivační problematika zejména z hlediska lesnické rekultivace. Při těchto nápravných opatřeních jde především o tvorbu příznivého půdního profilu, optimalizaci vodního režimu a funkci vegetačního pokryvu s využitím jehličnatých a listnatých dřevin. Veškeré obnovy lesních porostů na výsypkových stanovištích kladou důraz na půdotvorné procesy, odolnost vůči imisím a krajínotvorný význam těchto porostů. Druhové bohatství prostorově členitých listnatých a hlavně jehličnatých porostů vytváří pestrou texturu výsypkového lesního hospodářství. Díky tomuto velice bohatému dendrologickému výběru jsou specifikovány jednotlivé metody zalesňování výsypek dřevinami, které jsou svou velkou adaptací schopné přizpůsobit se atypickým a nepříznivým podmínkám na výsypkových stanovištích.

Dobře rekultivovaná území se postupně stanou nedílnou součástí přírody a pouze dobří pamětníci dokážou s jistotou tvrdit, co se na onom místě před několika desetiletími nacházelo (Prokop, 2001). Každý, kdo se podílí na obnově, vykonává velice užitečnou a záslužnou práci. Výsledkem jejich úsilí je nová krajina, která čím

dokonaleji navazuje na původní typ a účel krajiny, tím je hodnotnější. Nový model a obnova řízené, jak přízemní, tak také vzrostlé vegetace odpovídá požadavkům moderní a vyspělé společnosti (Dimitrovský, 2012).

2. Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je, z dlouholetého výzkumu získaných dat v oblasti dendrologie a lesního výsypkového hospodářství v severozápadních Čechách, zhodnotit a posoudit vhodnost jednotlivých druhů dřevin pro účely rekultivace ploch postižených báňskou činností.

3. Metodika práce

Práce je založena na studiu a analýze odborných informačních zdrojů z odvětví rekultivační problematiky, jejich porovnávání a vymezení zásadních a důležitých poznatků vycházejících z dlouhodobě prováděného výzkumu.

Z nashromážděných literárních zdrojů a materiálů je obecně představena a přiblížena problematika způsobů provádění zahlazování následků devastace krajiny způsobených těžbou nerostných surovin. Jsou popsány jednotlivé způsoby rekultivačních prací, ovšem důraz je kladen především na rekultivace lesnické, které jsou jak na západě Čech, tak i v severnějším regionu nejčastěji volenou metodou obnovy krajiny. Jsou objasněny zásady a požadavky pro uplatnění nápravy lesnickou formou a s tím související tvorbou vegetačních porostů.

V praktické části došlo k vlastní analýze známých výsledků výzkumu, důležitých informací, předpokladů a hypotéz předních odborníků v tomto odvětví, k posouzení vhodnosti uplatnění jednotlivých dendrologických taxonů na různě příznivých antropogenních substrátech se zohledněním zásadních ovlivňujících podmínek a vlastností. To vše v zájmovém území severozápadních Čech, kde se nacházejí obě zkoumané hnědouhelné pánve, Sokolovská a Mostecká. Byly popsány geologické podmínky přímo související s uplatněním a prosperitou dřevin. Dále proběhlo porovnání různých způsobů zakládání, míšení, vývoje a vzrůstu, jak celých porostů, tak i jednotlivých dřevin.

Závěrem byly shrnuty a formulovány podstatné výsledky a došlo ke zhodnocení zkoumaných skutečností.

4. Literární rešerše

4.1 Rekultivace a rekultivační koncepce po ukončení těžby

Konečným procesem každé hornické nebo průmyslové činnosti je sanace a rekultivace, neboli zjednodušeně, obnova krajiny. V důsledku dlouholetých těžebních prací dochází k devastaci území, je proto nutné oplatit přírodě její štědrost a pokusit se o navrácení vzhledu a účelu, ke kterým byla původně určena. Samozřejmě v mnoha případech původního stavu dosáhnout nelze, v takové situaci je potřeba vynaložit potřebné prostředky a úsilí, aby se z postižené oblasti stalo území s kultivovanějším vzhledem, rozmanitějším potenciálem a půdním fondem (Dimitrovský, 1999).

Těžbou nově vzniklé recentní útvary (výsypky) mají složení z různých hornin, které jsou vystavovány vnějším půdotvorným vlivům např. zvětrávání. Po rozrušení těchto hornin se z nich stávají zeminy, které jsou základními substráty při vzniku půd pro rekultivační účely. Svým složením představují jakési směsi nerostných součástí. Na recentních útvarech lze nalézt různé druhy hornin, které se podle původu rozdělují na vyvěřelé neboli eruptivní, usazené neboli sedimentární, proměněné neboli metamorfované (Dimitrovský, 2001, Štýs a kol., 1981, Patejdl, 1974, Špiřík, 1992, Darmer, 1955).

Při povrchové velkolomové těžbě a následném zakládání výsypek, ať vnějších či vnitřních, je způsobena rozsáhlá změna původního terénního reliéfu a také biologických vlastností historicky dané krajiny. Těžební uhelné společnosti, které provádějí těžbu v Severočeském hnědouhelném revíru a v Sokolovském revíru, plně financují veškeré rekultivační práce v rámci souhrnného plánu sanace a rekultivace. Zřizují také finanční rezervy pro potřeby zahlazení území po ukončení těžby. Návrh rámcové koncepce sanace a rekultivace se řídí těmito zásadami:

- důsledný průzkum a posouzení půdních a klimatických podmínek postižené oblasti a začlenění území do územního systému ekologické stability
- pro ekologickou optimalizaci krajiny je důležité zvolit způsob rekultivace:
 - a) zemědělská (ovocnářská)
 - b) lesnická
 - c) hydrická (vodní)

d) ostatní

Další zásady se týkají jednotlivých typů rekultivací (Dimitrovský, 1999).

4.2 Způsoby rekultivací

4.2.1 Zemědělské rekultivace

Pokud chceme zanechat v Sokolovském i v Severočeském regionu určitou úroveň, která je v souladu s představou optimalizace přírodního krajinného prostředí jako obyvatelného prostoru, je v dnešní době zapotřebí využívat a uplatňovat i zemědělskou koncepci rekultivačních a asanačních prací (Dimitrovský, 2001).

Zemědělská rekultivace je taková úprava pozemků, aby mohly být tyto pozemky, po dokončení biotechnických úprav, využívány jako zemědělská půda. Biotechnické rekultivace se většinou provádějí v pětiletém cyklu, během kterého dojde ke konkrétně řešeným agrotechnickým zásahům. Těmito zásahy spolu s minerálním a organickým hnojením, by mělo být docíleno přepokládané úrodnosti půdy (Štýs a kol., 1981, Špiřík, Dederá, 1987).

Při zemědělské rekultivaci na antropogenních substrátech je velice obtížné zajistit správnou přípravu výsypek nejen z technického hlediska, ale také z pohledu finančního. Samozřejmostí pro zemědělské rekultivace je uvážlivý výběr takových ploch, které budou nejvíce vhodné z hledisek půdně ekologických a produkčních. Otázka zemědělských rekultivací výsypkových ploch je výzkumně řešena již od roku 1958 a to nejen v Sokolovském regionu, ale také na Teplicku, Chomutovsku a Mostecku. Od té doby bylo testováno mnoho způsobů pěstování zemědělských taxonů s různými výsledky. Jednotlivé taxony, např. plodiny, jeteloviny nebo traviny, byly odzkoušeny jak metodou přímé rekultivace, to znamená bez překrytí povrchu ornice, tak také metodou nepřímé rekultivace s návozem ornice. V Severočeském hnědouhelném revíru a v Sokolovském revíru se nejlépe osvědčila ornice o mocnosti 0,50 m (Dimitrovský, 2001).

Kritéria volby způsobu zemědělské rekultivace

Základní kritérium přímé i nepřímé rekultivace je primární potenciální úrodnost rekultivovaných substrátů. Tvorba půdních substrátů na výsypkách je dána kvalitou a množstvím zemin (ornice, zúrodnějšochpné zeminy, spraše) v povrchových vrstvách výsypky.

Půdotvorné substráty jsou podle vhodnosti řazeny do dvou kategorií, přičemž do I. kategorie velmi vhodných zemín spadají například tyto zeminy:

- humózní horizonty černozemí
- humózní horizonty degradovaných černozemí
- spraše

Do II. kategorie, které jsou označovány jako vhodné patří:

- humózní horizonty hnědozemí
- humózní horizonty slabě kyselých a neutrálních hnědých půd
- sprašové hlíny
- svahoviny
- podzolované a slabě oglejené horizonty hnědých půd
- některé miocénní jíly s formou zpevnění lístkovité odlučnosti

Dalším kritériem při hodnocení vhodnosti nadloží jsou především chemické a fyzikální vlastnosti (Dimitrovský, 1999).

Ovocnářské rekultivace

V první řadě je potřeba si uvědomit, že pro úspěšnou ovocnářskou rekultivaci je potřeba příznivých proměnlivých faktorů. Mezi hlavní patří překryv výsypkových ploch bohatou a kvalitní ornici, jejíž mocnost by měla být 50 cm i větší. Takové zeminy, společně s vhodnými klimatickými podmínkami, jsou vyhovující pro zakládání sadů a pěstování kvalitního ovoce. Především v oblasti Chomutovska jsou k mání ornice s vysokou potenciální úrodností. V tomto odvětví jsou nejvýznamnější doly Nástup Tušimice, které v zakládání ovocnářských ploch mají největší tradici nejen v České republice, ale také ve světě. Při posuzování je patrné, že jsou zde výnosy lepší než v jiných srovnatelných oblastech.

Nejdůležitější a rozhodující je problematika udržení vhodných podmínek v dalším období. Zejména v průběhu plné plodnosti a to nejen u vysokých, ale především z hlediska stabilních sklizní. Ovšem po dlouhá léta je kvalita ovoce hodnocena jako velmi dobrá (Dimitrovský, 1999, Jonáš, 1986, Dederá, 1975, Štýs a kol., 1981).

4.2.2 Hydrické rekultivace

Vodní zdroje jsou nedílnou součástí rozvoje lidstva a jejich rozsáhlé využívání je nezbytné k životu na Zemi. Je proto důležité počítat s touto rekultivací jako možnou variantou. V projektování a následné realizaci sanací a rekultivací musí být kladen důraz na potřebná opatření, které jsou spjata s vytvářením nového přírodního vodního režimu postižené krajiny. Limitující faktor hydrických rekultivací, které se nazývají také jako mokrá varianta rekultivace, je takzvaná technologie porubní fronty, při lomové těžbě dochází ke změně tvaru výsypek, jejich převýšení a také tvaru zbytkových jam. Nové vodní plochy, které se vytvářejí při provádění asanačních a rekultivačních prací mokrou variantou, vznikají dvěma způsoby:

- odvodňováním výsypkových ploch
- zatápěním zbytkových jam

Jak velké budou nově vzniklé vodní plochy na výsypkách záleží např. na mocnosti převýšení, velikosti a tvaru odvodňovaného území, na sklonitosti, geologicko pedologické povaze zemin, intenzitě atmosférických srážek (Dimitrovský, 2001).

Odvodnění výsypek a svahů zbytkových jam

Pokud nelze dosáhnout požadovaného vodního režimu rekultivovaných území za pomoci organizačních ani agrotechnických opatření, je nezbytné využít technická protierozní opatření. Ta spočívají v urovnání nerovností na povrchu a výstavbě odvodňovacích prvků. Technická zařízení, které lze pro takové účely využít jsou:

- příkopy, průlehy
- terasy
- poldry - retenční nádrže (viz. Obrázek č. 1)
- protierozní cesty
- sanace strží

Obrázek č. 1: Retenční nádrž na Sokolovsku (výsypka Velká Loketská)



Zdroj: K. Dimitrovský, Tvorba nové krajiny na Sokolovsku, 2001

Používají se mimo jiné i odvodňovací prvky na bočních svazích, které postupně dostávají mělkou podzemní vodu mimo svahový prostor. Tato metoda se nazývá sanační odvodnění a k její realizaci jsou se používají hlavně drény a kamenná odvodňovací žebra (Dimitrovský, 1999, Jonáš, 1986, Štýs a kol., 1981).

Zatápění zbytkových jam

Zbytkové jámy jsou jednoznačně nejsložitějším problémem ze všech druhů rekultivací z hlediska technicko-ekonomického. Je nepřijatelné být jen uvažovat o variantě zpětného zasypání velkých jam, protože by bylo velice náročné uskutečnit takový krok nejen po stránce technického provedení, ale především po ekonomické stránce (Dimitrovský, 2001, Štýs a kol, 1981).

Teoreticky přicházejí v úvahu tyto varianty, zasypat jámu zeminami, zatopit jí vodou, nebo jí nechat nezatopenou a nezasypanou. Je možné spolu tyto možnosti různě kombinovat, vždy se najdou jak výhody, tak také nevýhody. Každopádně zatopením jámy dosáhneme mimo jiné i důležitých opatření jako je těsnění dna uhelné sloje a zajištění stability navazujících svahů břehů.

Zatápění těchto prostor je významný způsob jak zahladit stopy po těžebních pracích. Je to varianta, která je vhodně umístěna do okolní krajiny. Nemusí ovšem sloužit jen jako estetický krajinný prvek, může plnit například funkci ekologickou, sportovní nebo rekreační. Pro to je však nutné vytvářet a udržovat optimální podmínky. Význam této formy rekultivace bude v budoucnu narůstat, neboť je pravděpodobné, že dojde ke zvýšení poptávky po pitné a užitkové vodě. Předpokládá se, že vzniklá jezera budou disponovat vysokou kvalitou vody, mohou tedy plnit úlohu zásobáren vody, která může být využívána pro průmysl nebo zemědělské závlahy (Dimitrovský, 1999).

4.2.3 Ostatní rekultivace

Rekultivované ostatní plochy mohou být upravené především jako funkční a rekreační zeleň. Vytváření skupin a pásů stromů nebo keřů, jejichž rozloha není větší než 0,3 ha nemohou být brány jako lesní porost. Jako ostatní rekultivace mohou být uvažovány například zakládání druhové rozsáhlejšího a složitějšího komplexu výsadeb, z nichž se vytvářejí parky, příměstské zeleně. Vhodné zabudování rekreačních a sportovních ploch do krajiny nebo úprava podél průmyslových objektů a skládek a jejich okolí. Každý z těchto prvků má určitý význam z hlediska tvorby lokálních biokoridorů a biocenter. U takových úprav se jejich součástí stávají také zpevněné nebo nezpevněné komunikace, manipulační plochy, popřípadě plochy s ostatním komerčním využitím (Dimitrovský, 1999, Jonáš, 1961, Štýs a kol., 1981).

4.3 Lesnické rekultivace

Celkový pohled společnosti na problematiku plnění funkce lesa se postupně změnil, došlo k výraznému posunu hodnocení lesních porostů. Dnes je otázka určení vhodného způsobu lesnické rekultivace na výsypkových stanovištích jednou z nejčastěji řešených. V dlouhodobém procesu osvojování lesa, který vzniká na antropogenních substrátech, měla dendrologie, a stále mít bude, své centrální postavení (Dimitrovský, 1999, Špiřík, 1970). Tato nauka o dřevinách má mnohostranné využití, nejen že je součástí výuky, ale je zaměřená i na výzkum (Dimitrovský, 2012).

V České republice má zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích svou dlouholetou tradici. Například v oblasti Sokolovska se již v letech 1932 - 1934

objevily první pokusy o zalesňování substrátů, které vznikly uložením skrývaných nadložních zemin (Dimitrovský, 2001).

Abychom mohli zvolit vhodný druh lesnické rekultivace, musíme vzít v úvahu mnoho faktorů a volit tak, aby nedošlo ke znehodnocení hospodářské funkce rekultivace. Nejdůležitějším faktorem je kvalita výsypkového substrátu, proto se nejčastěji používá způsob s použitím přípravných dřevin nebo jejich příměsí. Hlavní a společné cíle jsou co nejrychleji zakrýt výsypku, vytvořit vhodné klima, biologicky oživit půdní substrát a obohatit ho o nedostatkové biogenní a organické látky. Před určením zastoupení dřevin je potřeba pro každou plochu pečlivě posoudit všechny okolnosti, poté podle poznatků nasadit neoptimálnější skladbu dřevin a způsob založení porostu. Je nutné vždy vycházet z výsledků výzkumu a místních zkušeností. Tím je také ovlivněna vlastní technologie výsadby, následné ošetření a ochrana vysázených dřevin včetně důležité pěstební péče (Štýs a kol., 1981, Špiřík, 1992).

Skladba lesních porostů je nenahraditelným prvkem při pedogenetických procesech substrátů na výsypkách. Důležité je vhodné určení skladby, která se může skládat z porostů přípravných, smíšených listnatých nebo smíšených listnato-jehličnatých. Pro určení vhodnosti, již uvedených typů porostů, je určujícím měřítkem známá primární potenciální úrodnost substrátů a její změny v průběhu rekultivačního cyklu (Jonáš, Dimitrovský, 1972).

4.3.1 Podmínky a vlastnosti půd

Zejména na samém počátku rekultivačního cyklu, období přibližně 10 - 15 let, jsou pro volbu vhodných druhů dřevin neméně důležité mikroklimatické podmínky. Mikroklima na výsypkových stanovištích je závislé především na:

- teplotě
- geomorfologii výsypky a plošné výměře
- převýšení
- větru
- atmosferických srážkách
- slunečnímu záření
- výskytu mlhy

Mikroklimatické podmínky, spolu s podmínkami půdními na výsypkových stanovištích, jsou rozhodující pro volbu dřevin s velkou, střední nebo malou ekovalencí a jejich zastoupení v porostech (Dimitrovský, 1999, 2001, Štýs a kol., 1981, Čermák a kol., 1999).

Dalšími limitujícími faktory pedogenetických vlastností substrátů, jejich potenciální úrodnosti a jejich vyživovacích schopností, jsou struktura a textura půdy. Je tedy zřejmé, že nově vznikající lesní porosty na výsypkových stanovištích, jsou schopné poskytovat pouze takový užitek, který jim dovolí jejich funkční potenciální úrodnost.

Mezi významné charakteristiky dendrologických aspektů patří:

- geologicko-petrografická skladba nadložních zemin a jejich mineralogické složení
- půdní chemie
- půdní fyzika
- hydroopedologie
- botanická příslušnost dřevin a jejich prostorové zastoupení (Dimitrovský, 2007).

Pedologické charakteristiky substrátů

Antropogenní půdy jsou příčinou rozšíření znalostí o reakci a adaptabilitě dřevin domácího i cizího původu na půdní podmínky stanoviště. Podle geologicko-petrografické skladby se antropogenní substráty dělí do dvou základních skupin:

- antropogenní půdní substráty kvartérního původu
- antropogenní půdní substráty terciérního, miocénního stáří

Jako zvláštní samostatná skupina jsou uváděny substráty fosilního původu, které prošly spalovacím procesem. Patří sem popele a popílky, ty nejsou v České republice příliš zastoupeny, jejich plošná výměra je malá a velice roztrášená. Vážou se především k provozům průmyslových závodů, kde se nacházejí ve formě složišť a odkališť různých tvarů a velikostí (Dimitrovský, 1999, 2001, 2012).

Chemické půdní vlastnosti

Co se chemických vlastností týká, je z dendrologického hlediska podstatná strukturotvorná schopnost organických látek, nikoli jejich kvantitativní zastoupení a to zejména u dezagregovaných jílovitých substrátů. Podle množství obsahované organické složky (humusu), můžeme hodnotit a klasifikovat půdní profily. Během posledních let se prokázalo, že existuje určitá závislost odolnosti dřevin vůči emisím a imisím na chemickém zastoupení pH v půdním profilu. Při zkoumání vlivu pH na rezistenci dřevin se dospělo k těmto zjištěním:

- pokud dojde ke snížení pH, potom se snižuje také odolnost dřevin vůči průmyslovým emisím.
- prokazatelně největší odolnost vykazují jehličnaté a listnaté dřeviny, které se pěstují na substrátech s neutrální až zásaditou reakcí.

Pro snižování nebo zvyšování půdní kyselosti jsou důležitým faktorem sorpční vlastnosti, také obsah Ca + Mg a kvantitativní zastoupení jílové frakce (Dimitrovský, 1999, Štýs a kol., 1981).

Fyzikální vlastnosti a hydropedologie

Z hlediska půdotvorného, ale také dendrologického, se jako klíčové faktory jeví fyzikální a hydropedologické vlastnosti. A to u všech druhů antropogenních půdních substrátů nacházejících se v Sokolovském a Severočeském hnědouhelném revíru. Z toho vyplývá, že primární pedologické a hydropedologické vlastnosti udávají směr volby a skladby dřevin i jejich zastoupení v zakládaných porostech na výsypkách.

Podle hydropedologie a půdní fyziky se řídí hloubka provlhčení a prokořenění profilu. Z toho plyne zásada, že pokud se zvyšuje vertikální kumulativní schopnost profilu pro vodu, potom se úměrně zvyšuje hloubka prokořenění (Dimitrovský, Kunt, 2008). Hydropedologické a pedologické zvláštnosti substrátů jsou důvodem mělkého zakořenění všech druhů dřevin a nezáleží na tom, zda jsou hluboce nebo mělce kořenící.

Důležitou informací je, že žádný z antropogenních půdních substrátů není ve styku s hladinou podzemní vody, proto je vláhová potřeba dřevin závislá na množství spadlých atmosferických srážek a na kumulativní schopnosti těchto půdních

substrátů. Klasickým znakem všech substrátů na recentních útvarech je, že podzemní voda nedosahuje do fyziologické hloubky profilů (0 - 120 cm). Díky této skutečnosti probíhá translokace rozpuštěných látek, organických a minerálních živin, jen ve směru vertikálním vlivem zasakující srážkové vody.

Samozřejmostí je, že jedním z nejdůležitějších půdotvorných a půdoochranných faktorů při rekultivaci minerálně odlišných antropogenních půd je bezesporu vlastní lesní porost (Dimitrovský, Vesecký, 1989, Dimitrovský, 1999).

4.3.2 Funkční typy rekultivačních porostů

Lesy s funkcí primárně hospodářskou

V tomto případě je hlavním cílem zalesňování výsypek vytvoření porostů, které budou splňovat podmínky pro začlenění do hospodářského cyklu produkčního lesa. Pro tento účel je nutné přizpůsobit volbu dřevin, druhovou skladbu, prostorové a plošné uspořádání. Výzkum prokázal, že je možné na určitých substrátech počítat perspektivně s hospodářskými lesy. Pokud chceme zalesňování a výchovu porostů zaměřit na produkci dřeva, musíme své úsilí vést k souladu s biologickými hledisky. To znamená volit uplatnění hospodářsky významných dřevin a v potřebné míře také zastoupení pomocných dřevin, které mají dočasnou funkci. Jedná-li se o zvláště nepříznivý půdní substrát, který zabraňuje přímému použití cílových dřevin, je nutné provést takzvaný dvoufázový postup zalesnění, při kterém jsou nejprve založeny přípravné porosty. Pod jejich ochranu jsou po více než deseti letech, podle podmínek na jednotlivých stanovištích, vysazovány cílové dřeviny (Štýs a kol., 1981).

Lesy účelové

Tyto lesy nemají charakter spojený s produkcí, ale mají zabezpečovat ostatní užitečné funkce lesa. Je potřeba respektovat, zejména při zakládání porostů, specifickou lokalitu. To zahrnuje nejčastější výsypkovou zeminu, svahy a dočasné ozelenění výsypek. Účelové lesy, podle hlavní funkce, kterou mají plnit, mohou být projektovány jako lesy ochranné nebo rekreační (Štýs a kol., 1981).

- Lesy ochranné s funkcí půdoochrannou, protierozní a stabilizační. Jejich vliv je potřeba zdůraznit především na výsypkách, které se skládají z terciálních písků a lehčích materiálů. Jejich účel spočívá ve zlepšení fyzikálních vlastností, snižování povrchového odtoku, omezení vodní eroze na svazích

kořenovým systémem, tím je podpořena stabilita povrchu. V případě převýšených členitých výsypek je účel lesa automaticky spojen s ochranou proti větrné erozi. Z těchto důvodů je nutné upravit a přizpůsobit způsob založení porostů a samozřejmě také volbu keřů a dřevin a jejich zastoupení.

- Lesy ochranné s funkcí půdotvornou, jejichž pozitivní vliv se projevuje zejména při obohacení zemin o organickou hmotu, melioračních účincích, tvorbě a prohlubování půdního profilu. S tím je spojeno vytváření trvalých podmínek pro vegetaci a zlepšování různých půdních vlastností.
- Lesy ochranné s funkcí hydrickou, kde lesní porost pomáhá zlepšovat vlhkostní poměry, jelikož u převýšených výsypek nedochází ke kontaktu s podzemní vodou a vegetace je závislá na atmosférických srážkách. Při přívalových deštích výrazně snižuje povrchový odtok. Pozitivní vliv lze rovněž spatřit ve vsaku vody do půdy pomocí kořenového systému dřeviny. Ten slouží jako přirozená drenáž u méně propustných zemin.
- Lesy ochranné s funkcí sanitární neboli asanační. Jsou využívány v průmyslových oblastech, kde jejich význam roste z pohledu zlepšení životního prostředí. Účel lesa je ve filtračních schopnostech, které omezují pohyb nečistot v ovzduší a jejich zachycování. Zároveň jsou významné v oblasti ochrany proti hluku.

Lesy rekreační, pro krátkodobou rekreaci a odpočinek, mohou být zakládány na vhodně využitelných nových výsypkových útvarech, s ohledem na značnou hustotu obyvatelstva v průmyslových oblastech. V podstatě se jedná o tři kategorie - parkové lesy, parky a lovecké prostory (Štýs a kol., 1981).

- Parkové lesy jsou spojením prvků lesa a parku. Jejich uplatnění je zejména jako příměstská zeleň, splňující podmínky pro krátkodobou rekreaci. Hlavní význam těchto lesů je, mimo rekreační funkce, ve zlepšení prostředí kolem měst a také plní jistou estetickou funkci. Výsadba porostů je podřízena zásadám pro budování parkových lesů, s tím souvisí i úprava komunikací a přístupových cest.
- Parky jsou v rekultivační problematice budovány v místech, kde devastovaná území přímo zasahují do prostorů měst a sídlišť. Zakládání se řídí podle stanovisek zahradní architektury.

- Lovecké prostory nebo chceme-li obory jsou realizovány v místech, které zaručují klid pro zvěř, a to vzhledem k rozlohám a členitosti výsypek. Veškeré technologie související se zalesňováním nebo úpravami terénu se podřizují druhu zvěře, který je pro tyto prostory určen (Štýs a kol., 1981).

4.3.3 Úprava recentních útvarů

Na prvním místě je potřeba ujasnit si a vrýt do paměti, že výsypka je zcela nová uměle vytvořená konfigurace terénu, kde je zapotřebí biologickou část vytvářet postupně.

Na technickou úpravu výsypek se nahlíží ze dvou hledisek. V prvním případě názory vycházejí z technických požadavků na rekultivace. Zastávají se názoru, že je potřeba připravit terén na výsypce takovým způsobem, aby bylo možné v poměrně krátké době (cca. 4 - 10 let) uskutečnit biologickou část rekultivace z pohledu hospodářského a území předat budoucím uživatelům.

Druhý názor na věc je ten, že je potřeba vycházet zejména z požadavků na ochranu a tvorbu krajiny. To obnáší minimalizaci zemních prací a vyžaduje také požadavek na rekultivaci přirozenou cestou. Ovšem rekultivace výsypek přirozenou sukcesí je proces nezanedbatelně dlouhodobý a v budoucnu velice nákladný na využití pozemků. Je tedy nutné pamatovat na skutečnost, že výsypka je území, které se musí v určitém čase začlenit zpět do krajiny (Dimitrovský, 1999, 2001, Štýs a kol., 1981).

Valná většina půd, které se využívají při rekultivačních procesech jsou charakteristické nepříznivými půdními vlastnostmi. Právě úprava zemin a zejména zlepšení jejich vzdušnosti, patří k zásadním problémům rekultivace (Štýs a kol., 1981).

Všechny terénní úpravy výsypek jsou bohužel limitovány tvarem provedeného sypání (Dimitrovský, 2001), proto je nutné upravit spádové a tvarové poměry svahů a plání na výsypkách. K tomu dochází pojezdem těžkých strojů, kvůli utužení povrchu, úpravě plání do mírně zvlněného terénu a úpravě přijatelných sklonů svahů. To ovšem ještě více zhoršuje už tak nehostinné půdní podmínky. Je tedy potřeba všech potřebných zásahů, které umožní zlepšení pohybu vzduchu, vody, oteplování,

čímž selepší nejen pohyb živin, ale i minerálních, biologických, organických prvků v nově se tvořícím půdním profilu.

Hlavním záměrem přípravy zemin je zkvalitnění povrchových vrstev, jejich promíšení a odstranění, nebo alespoň oddálení výskytu buřeně. Při volbě přípravy je nezbytné vycházet z půdních vlastností, volby dřevin a způsobu zalesnění. Velice důležitým faktorem je čas, protože veškeré úpravy, kypření, orba, by měly proběhnout v podzimních měsících, neboť hrozí rozpojení zeminy v důsledku vymrznutí a zadržení vláhy. Dosáhne se tím lepší struktury půdy a vodního režimu a v jarních měsících se provádí výsadba. Není vhodné ponechávat takto připravenou plochu déle nezalesněnou (Jonáš, 1972, Štýs a kol., 1981).

Meliorační úpravy výsypkových zemin

Dosáhnout zlepšení půdních vlastností na výsypkách lze využitím meliorací. Jsou případy, kdy je dokonce nevyhnutelná pokud má být splněn cíl zalesnění. Samozřejmě, že čím více přibývá podobných zákroků, tím rostou také finanční náklady, proto musí být efektivní a účelná. Zaměřuje se tedy na mimořádně důležité a významné plochy nebo na extrémní stanoviště (Štýs a kol., 1981).

Jako kritické půdní vlastnosti zemin, které působí na jejich použitelnost pro rekultivace, je považováno jejich původní zrnitostní složení. Extrémním případem jsou nadložní žluté jíly, nebo naopak písky. Do přirozených příčin nepříznivých vlastností texturálně těžkých zemin se řadí zejména vysoký obsah jílu. Kvalitativní kritéria probíhajícího půdotvorného procesu výrazně ovlivňuje zastoupení jílových minerálů, zejména illitu a kaolinitu (viz. Tab. č. 1) (Dimitrovský, 1999).

Těžké žluté jíly vyžadují mechanický zásah, který upraví fyzikální vlastnosti, především vzdušnost a strukturu. Tyto zásahy znamenají navážku vylehčujících materiálů na upravené plochy. Do zeminy se zapracují hlubokou orbou nebo těžkými rotavátory.

Zkvalitnění fyzikálních vlastností a struktury je možné alespoň částečně dosáhnout také díky umělým přípravkům tzv. polyelektrolytů. Používají se jednak jako roztok, nebo jako prášek. Jejich vysoká výrobní cena je značnou nevýhodou, stejně tak i krátkodobá a omezená účinnost a také poměrně komplikované vpravení do země (Štýs a kol, 1981).

Odlíšné půdní charakteristiky mají zeminy lehčího charakteru, zeminy písčité, jejichž znakem je nízký obsah jílové frakce a nestabilní vodní režim. Pro zlepšení těchto nepříznivých vlastností se používá vpravení minerálních sorbentů (bentonitu, tufitu) v množství obvykle 50 - 150 t.ha⁻¹ rotavátorem nebo zaoráním (Štýs a kol., 1981).

Dalším melioračním opatřením je zapravení organických hmot do výsypkového substrátu. Jako vhodná dávka organických látek pro rekultivační účely je přibližně 400 t.ha⁻¹. Efektivní dávka se řídí podle pedologických vlastností upravovaných zemin a na kvalitativních hodnotách použitých hmot. Pokud jsou tyto materiály používány za účelem úpravy protierozních půdních vlastností, musí se volit mělčí zapravení. Jedná-li se o požadavek na chemickou úpravu půdních vlastností používá se zapravení do větší hloubky. Celoplošné mulčování výsypky organickými hmotami je považované jako opatření s omezenou časovou účinností a používá se k dosažení počáteční vysoké úrovně zabezpečení svahů proti erozním činitelům (Dimitrovský, 1999, Patejdl a kol., 1978).

Protierozní ochrana výsypkového povrchu

Rekultivačně nestabilní a neupravený povrch je v podstatě ihned náchylný k vodní erozi, dokonce při výskytu jen velmi nízkých intenzit srážek. Během velice krátké doby může dojít k rozvoji erozních procesů, které jsou schopné dosáhnout formy rýhové až stržové (Dimitrovský, 1999, 2001).

Předcházení vzniku, nebo alespoň omezení, takových počátečních negativních procesů je možné jen díky opatřením, které jsou schopné kvalitativně upravit infiltrační schopnosti používaných zemin. Technologické postupy, které by měly být v tomto případě zvoleny, mají za úkol nejen ovlivnit účelově pouze tuto půdní charakteristiku (infiltraci), ale kompletně přispět ke zlepšení i dalších deficitních půdních vlastností upravovaného profilu výsypky (Dimitrovský, 2001).

Rozhodujícím prvkem při vytváření antropogenních půd jsou projektové návrhy vhodných délek svahů. Ty přímo zohledňují hydrofyzikální vlastnosti zemin, sklonitostní poměry a dostupné meliorační technologie zajišťující úpravu infiltrační schopnosti povrchu. Tím je možné předejít zbytečným finančním nákladům využívaným na realizaci technických protierozních opatření.

Zvolení protierozního zabezpečení svahů na výsypkách pro určitou dobu opakování výskytu srážky bude erozně závislé zejména na biologické rekultivaci a charakteru okolního území nacházejícího se u tělesa výsypky. Doporučená stanovištní kritéria pro tyto účely v případě lesnických rekultivací jsou:

- vhodný sklon svahů do 20 %
- plošná výměra bez omezení
- požadované zabezpečení pro dobu opakování výskytu srážky 5 let. Pokud rekultivované území navazuje na prostory, které vyžadují vyšší protierozní ochranu (intravilán, dopravní komunikace, vodní zdroje, těžební prostory), je potřebné navýšit požadavek zabezpečení až pro dobu opakování výskytu 50 let (Dimitrovský, 1999, 2001).

4.3.4 Druhové složení dřevin

V opatřeních týkajících se lesnických rekultivací je vždy potřeba věnovat pozornost souladu technických opatření s biologickými. Kvůli velkým plošným rozlohám určených k zalesnění, je nevyhnutelné provedení stanovištního průzkumu ještě před samotnou výsadbou. Teprve podle zjištěných skutečností stanovit způsob zakládání porostů, jejich druhové složení a rozmístění. Jednotlivé druhy dřevin mají rozdílné ekologické nároky, jinou adaptační schopnost na určité podmínky a funkční typy porostu. Z těchto požadavků musí druhová skladba vycházet.

Jiná druhová skladba se volí pro lesy produkční, jiná pro účelové lesy se zvláštní funkcí. V porostech zakládajících se především pro hospodářské využití budou mít hospodářské dřeviny větší či menší zastupující podíl než dřeviny pomocné. To závisí na podmínkách určitého stanoviště a zvolenému způsobu zalesnění. V případě účelových lesů se o zastoupení jednotlivých druhů dřevin rozhoduje podle bližší specifčnosti jejich účelu.

S tvorbou porostů a jejich směsí je spjato rozmístění dřevin na ploše. O rozmístění rozhodují v první řadě funkce jednotlivých dřevin, kterou mají zastávat v nově zakládaném porostu a také podmínky prostředí. Na výsypkách je praktické řadové rozmístění, kde dochází ke střídání dřevin v celých řadách nebo pruzích. Přehlednost tohoto způsobu rozmístění je hlavní výhodou, zároveň je možné využití mechanismů při výsadbě, tak při ošetřování kultur pro vývoj porostu. Nevýhoda je, že po postupném odstranění pomocných dřevin, které v porostu plní dočasnou úlohu

se objeví nevyhovující rozestupy cílových dřevin. I výchovné zásahy jsou o poznání složitější.

Další metodou rozmístění je rozmístění skupinové. Ve skupinách jsou zastoupeny jedna dřevina cílová či přípravná, nebo více dřevin cílových a pomocných. Tento způsob je dobrý ve využívání stanovištních podmínek. Volí se ty dřeviny, které jsou pro dané území zapotřebí. Pokud je například potřeba zabránit větrné erozi, vybíráme ve skupině dřeviny rychle rostoucí. Pro terénní depresi nebo do míst s nadměrnou vlhkostí při patě výsypky volit olše nebo vrby. Ovšem nevýhoda spočívá v tom, že se musí spoléhat na jednu dřevinu a to představuje velké riziko u heterogenních půd a nepříznivých klimatických podmínek. Jedné cílové dřevině ve skupině tedy nemůže být poskytnuta bezprostřední pomoc dřevinou meliorační. Tím pádem se varianta volby jedné cílové dřeviny ve skupinách využívá jen málokdy.

Je také možné spolu jednotlivé způsoby rozmístění kombinovat. Hlavní dřevina se střídá s pomocnou v jedné řadě a v další řadě se sázení provádí v opačném sledu. Střídání skupin se provádí tak, že po odstranění melioračních dřevin dosáhneme smíšeného porostu s různým rozčleněním, který souhlasí s navrženými cíli (Štýs a kol., 1981, Špiřík, 1970, 1992, Dimitrovský, 1999, 2001).

5. Charakteristika výsypkových stanovišť a volba dřevin v Sokolovské a Mostecké pánvi

5.1 Pedogenetické procesy antropogenních substrátů

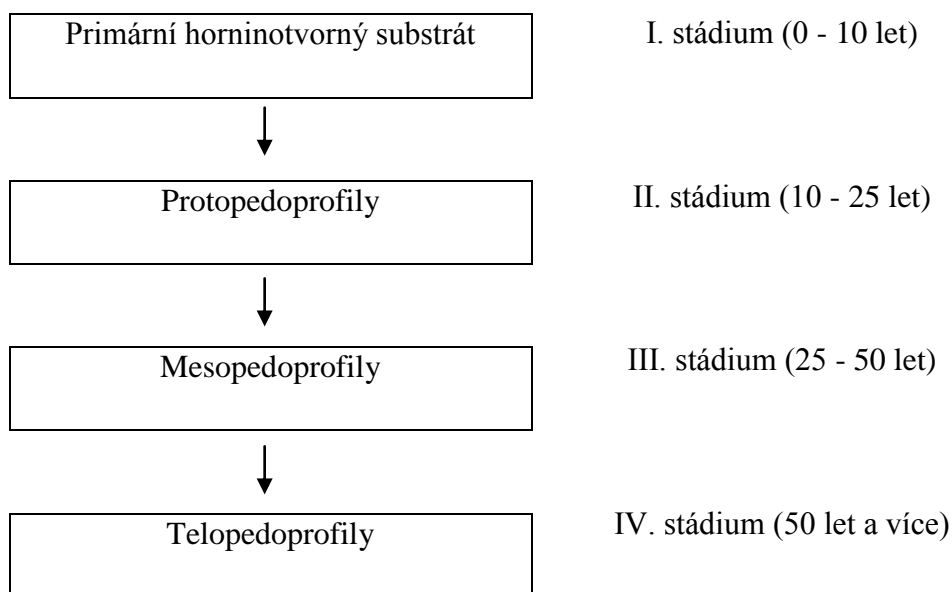
Antropogenní substrát je definován jako zvláštní pedologická kategorie půd, která má svou specifickou půdní fyziku, chemii, hydropedologii a nevyhraněnou genetiku (Dimitrovský, 1976). Rozlišují se podle geologickopetrografické zařazení, s tím souvisí mineralogické složení, zastoupení mikro a makroprvků, textura a struktura, hydraulická vodivost, organické složky primárního a sekundárního původu a v průběhu času také jednotlivé fáze pedogeneze.

Z vyhodnocení posledních 45 let provádění lesnických rekultivací na výsypkách severozápadních Čech vyplývá podrobná analýza pedogeneze antropogenních substrátů, které se v drtivé většině případů skládají z horninotvorných nadložních sedimentů jílovité povahy, ve vazbě na:

- volbu dřevinné skladby
- stáří smíšených, listnatých a jehličnatých porostů
- podrostní vegetaci a její vývoj (bylinné patro)
- tvorbu organické půdní složky
- časovou hierarchii pedogeneze profilů od protopedoprofilů, mezopedoprofilů k telopedoprofilům

Na výsypkových stanovištích řešených v tzv. geologické epoše mají procesy geobiocenózy následující cyklická stádia vývoje pedogeneze:

Rekultivační cyklus



5.2 Vývoj dřevin na výsypkách (ontogeneze, fytogeneze)

Stejně jako veškeré organismy pěstované na antropogenních substrátech výsypkových stanovišť, hald, složišť, odvalů po celé České republice, tak i dřeviny musí během svého ontogenetického (vývoj jedince) a fytogenetického vývoje (vývoj druhu) projít geneticky fixovaným obdobím, které je dědičné po celou historickou éru existence od stanovištních podmínek, na kterých se určitý jedinec či porost přímo vyvíjel. Znalost a přehled nároků souvisejících s kterýmkoli druhem na půdní a klimatické podmínky stanoviště, konkrétně sokolovské a mostecké pánve, je rozhodující pro stanovení vhodnosti nebo nevhodnosti k pěstování. V daném postupu hodnocení jsou zásadní tyto skutečnosti:

- Dendrologické základy hodnocení dřevin dle Prof. P. Svobody založené na:
 - ontogenezi jedince
 - fytogenezi druhu
- Vývoj antropogenních substrátů na výsypkách v geologické epoše v řadě:
 - protoprofilý
 - mezoprofilý
 - teloprofilý
- Dendrologické základy taxonů získané v lesnickém rekultivačním arboretu Antonín na výsypce Antonín a na ostatních výsypkách po dobu 50 let.

- Geografická a geomorfologická příslušnost taxonů domácího a introdukovaného původu k půdním podmínkám na různě starých výsypkových stanovištích Sokolovska a Mostecka.
- Výběr způsobu zakládání a pěstování dřevin a keřů v monokulturách a různých směsích.
- Genetická profylaxe dřevin na imisní zátěži (prach, oxidy dusíku a síry apod.).
- Problematika výživy dřevin na antropogenních substrátech a nadložních sedimentech (horninách).
- Hospodářský význam lesů na výsypkách (Dimitrovský, 2012).

5.3 Charakteristika sledovaných antropogenních substrátů

Pestrost a rozmanitost geologickopetrografických podmínek substrátů na všech výsypkách, které jsou určeny pro obnovu lesa je bezesporu limitující faktor při volbě dendrologické příslušnosti taxonů. Výsypkové lesní hospodářství v Severozápadních Čechách se nachází na substrátech, z nichž se podstatná většina skládá z jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série v rámci Sokolovské pánve a ze šedých a žlutých jílu a jílovců v pánvi Mostecké. Jedná se hlavně o jíly a jílovce kompaktní, jílovité břidlice a jíly s lístkovitou skladbou. Rekultivační význam těchto hornin je velmi rozlišný a je závislý na typu struktury. Ta zásadním způsobem ovlivňuje půdní fyziku, chemismus v půdě a hydrologii substrátu. Z výše uvedených důvodů je potřeba mluvit o obnově lesa v tzv. geologické epoše. Při rekultivaci, jinak tvorbě krajiny, zpevněné formy jílovců podléhají galivaci, což je proces kdy dochází k rozpadu původních forem a rozrušování hornin zvětráváním. V pedologických hodnoceních antropogenních výsypkových substrátů jílovité povahy je možné se setkat místo galivace s pojmem desagregace. Zvláštní skupinou hornin v nadloží jsou porcelanity, to jsou vlastně již uvedené jíly, ale v průběhu času prošly vypálením zemními požáry (Dimitrovský, 2007, 2012, Štýs a kol., 1981, Jonáš, Semotán, 1958).

Ve spodních vrstvách se nacházejí kaolinit a illit, výjimečně se vyskytující kaolinitické jíly a svrchní část tvoří směs kaolinitu s illitem a montmorillonitem (viz. Tab. č. 1). Podle pedogenetických proměn v prostoru a čase jsou z rekultivačního hlediska významné dva morfologické znaky:

- stavba hornin (textura) - forma prostorového seřazení nerostných částic
- sloh hornin (struktura) - daný povahou, velikostí a tvarem nerostných součástí

Struktura jílových hornin je pelitická, textura všestranně zrnitá.

Tab. č. 1: Minerální zastoupení v nadloží Severozápadních Čech

Sokolovské nadložní souvrství		Severočeské nadložní souvrství	
kaolinit	16,6 %	kaolinit	15,0 %
illit	28,0 %	illit	30,0 %
montmorillonit	30,4 %	montmorillonit	26,0 %
karbonáty	5,0 %	karbonáty	6,0 %
organická hmota	3,6 %	organická hmota	3,0 %
křemen	16,4 %	křemen	20,0 %
Σ	100 %	Σ	100 %

U nově se vytvářejících půd na všech typech recentních útvarů má jedinečný význam primární chemismus hornin, především obsah čtyř hlavních živinových prvků (Ca, K, Mg, P), který ukazuje na minerální sílu hornin vrstvených na površích výsypek. Schopnost využití základních chemických prvků je v přímé souvislosti s pedogenetickými procesy závislá na:

- primární struktura
- stupni desagregace
- skladbě a stáří porostu

Ovšem početnost zastoupení jednotlivých prvků u zkoumaných substrátů různého věku, stupně desagregace zpevněných forem jílu, účinnosti hydratace a dehydratace, zastoupení dřevin s dobrou meliorační funkcí (olše, javor, habr, jilm, lípa), vytváří schopný předpoklad ke vzniku z genetického hlediska bohatých až velmi bohatých půd. Tento předpoklad je založený na hodnocení podle chemických analýz substrátů a přírůstků velkého množství testovaných listnatých a jehličnatých dřevin (viz. Tab. č. 1).

Chemické vlastnosti a stupně pedogenetický procesů antropogenních substrátů různého stáří ovlivňuje výskyt organické půdní složky primárního původu nacházející se v jílovcích a jílech limnického původu, ale i sekundárního původu, které jsou dodávány lesním porostem smíšeným, listnatým nebo jehličnatým. Na výsypkách v Sokolovském revíru je obsah fosforu ve všech případech hodnocen jako velmi nízký. Důležité ovšem je, že jakýkoli obsah fosforu, nízký, střední, vysoký, výrazně neovlivňuje růstovou vitalitu listnatých ani jehličnatých dřevin. Je nutné podotknout, že dostupnost fosforu je dána jeho vazbou na jílovité horniny, která je většinou ve formě alkalické reakce. V případě jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetrické série se obvykle objevuje ve sloučeninách s vápníkem.

Jako mimořádně výhodný je možné označit obsah hořčíku. Jedná-li se o cyprisové jílovce, potom nejnepříznivěji rozpustné sloučeniny Mg jsou síran a uhličitan hořečnatý. Především v období mezi roky 1965 - 1985 s vysokou koncentrací oxidu siřičitého v ovzduší, se jednoznačně projevilo, že vysoký až velmi vysoký obsah hořčíku v substrátech prokazatelně snižuje jeho zhoubný účinek zejména

u jehličnatých porostů. Průměrná aktivní kyselost pod lesními porosty mladších než 20 let je na hodnotě 7,34, u starších je to 7,08. Příměs vulkanodetrických jílovců v povrchovém horizontu profilu zajišťuje slabě zásaditou reakci. Na nejstarších výsypkách Bohemia a Vilém, které byly zalesněny v roce 1934 - 1936, hodnoty pH výsypkových substrátů vykazují skutečnost, že vznikající půdy na výsypkách složených z jílu a jílovců cyprisové nebo vulkanodetrické série jsou schopné si pozitivní reakci uchovat i do dalších let rekultivačního cyklu, kterým je období vzniku meso až teloprofilů, zapříčiněné jejich pedogenezí pod pěstovanými lesními porosty starších věkových skupin.

V procesu pedogeneze antropogenních substrátů pod různou druhovou a prostorovou skladbou porostů (v lesnickém arboretu Antonín bylo zvoleno 42) bylo výzkumem jednoznačně prokázáno, že nejvíce ovlivňujícími faktory všech substrátů v systému protopedo, mesopedo až k telopedoprofilům jsou především fyzikální a hydropedologické vlastnosti (viz. Obrázek č. 2).

Všechny druhy a typy zpevnění nadložních hornin rozprostřených na povrchu výsypek (kompaktní jíly, jílovité břidlice, jíly lístkovité odlučnosti) mají společný

charakteristický znak a tím je porušená a velmi heterogenní struktura. Heterogenita struktury je příčinou nestejnomyšného zastoupení vysokého množství nekapilárních pórů a puklin, rozdílného obsahu půdního vzduchu a velmi odlišné hydraulické vodivosti pro příjem srážkové vody jako jediného zdroje půdní vláhy k pěstování keřů a listnatých a jehličnatých dřevin.

Obrázek č. 2: Jílovce cyprisové a vulkanodetritické série



Zdroj: Dimitrovský, Obnova vegetace formou rekultivací na Sokolovsku (lesnické arboretum Antonín), prezentace k příležitosti konference konané v Opavě 18.6.2008

Rozdílem od rostlých lesních půd jílovité povahy je, že jednotlivé horizonty profilu výsypkových substrátů mají díky někdy takřka chaotickému stavu strukturálních změn pod lesními porosty nerovnoměrnou hmotnost. Mimo biotických a abiotických faktorů má na desagregaci různých forem zpevnění a geometrických tvarů hornin nezanedbatelný vliv jejich mineralogické složení (minerály jako kaolinit, illit, montmorillonit), kvantita hydratačních a dehydratačních procesů a samozřejmě také obsah organické půdní složky. Jíly cyprisové a vulkanodetritické série s lístkovitou odlučností se projevují jako ty s nejpříznivější strukturou. Množství půdního vzduchu a jeho cirkulace je velmi proměnlivou fyzikální

veličinou, obsah půdního vzduchu je dán především množstvím a velikostí makropórů, což jsou v podstatě pukliny, v povrchových i podpovrchových vrstvách profilů. Právě toto nerovnoměrné rozložení vzduchu v profilech a heterogenní strukturální stav představuje neurčitou infiltrační schopnost. Infiltrace profilů s velmi nízkým a středním stupněm desagregace je výrazná až velmi výrazná. Průměrná hodnota koeficientu hydraulické vodivosti je o dva řády vyšší než u rostlých půd stejného geologickopetrografického složení. Z daných typů makropórů (tabulární, planární, mezerovité) jsou ve výsypkových profilech převážně makropóry planární a mezerovité (Dimitrovský, 1976). Především u profilů složených z homogenních kompaktních jílovců a profilů s vysokým stupněm desagregace se projevuje nejnižší schopnost infiltrace kapalně fáze vody. V případě rostlých půd, u kterých infiltrace souvisí se zrnitostním složením (texturou), je to naopak než u antropogenních substrátů, u nich je infiltrační schopnost záležitostí struktury. Tato konkrétní hydrologická vlastnost je důsledkem toho, že veškeré antropogenní substráty na výsypkách nepřevrstvené jakoukoli ornici jsou vývojem pedogeneze, od protoprofilů po mesoprofilu, zařazeny do geologické epochy (Dimitrovský, 2001).

Problematika pohybu vody na antropogenních substrátech jílovité povahy převážně strukturálně heterogenního rázu je často řešená otázkou a je opravdu složitou záležitostí. Řada simulačních modelů vyvinutých v minulých letech, ukazují průběh pohybu vody v půdách různého zrnitostního složení. Řešení této bylo prováděno dvěma metodami. Modely simulující tok vody v systému tzv. přetékačích nádob patří mezi varianty jednodušší. V tomto případě stanovení pohybu a odtoku vody z určité vrstvy nastane v době, kdy je překročena mezní hodnota polní vodní kapacity dané vrstvy. Je to metoda nenáročná na čas, protože vyžaduje pouze krátkou simulační dobu. Ovšem výsledky získané tímto způsobem je důležité brát jen jako orientační. Simulační modely složitějšího charakteru vycházejí z numerického řešení Richardsonovy rovnice, která má tvar:

$$\nabla \cdot [k(H)\nabla H] + \frac{dk(H)}{dz} = \frac{dW}{dt}$$

kde: k - hydraulická nenasycená vodivost

H - sací (negativní) tlak v půdním prostředí

z - svislou osu

W - půdní vlhkost

t - čas

∇ - Hamiltonův operátor nabra

Jedná se o přesnější modely, ovšem na čas poměrně náročnější. Modifikovanou metodou dvou válcových infiltrometrů zaplavenou plochou (Dimitrovský, 1976) je možné stanovit infiltraci antropogenních substrátů. Výpočty se prováděly, pro oba hnědouhelné revíry v letech 1966 - 1972. Pro informaci uvádím stanovení infiltračních vlastností antropogenních substrátů v Severočeské a Sokolovské pánvi Kostjakovou rovnicí ve tvaru:

$$a) \quad i = B.t = \frac{A}{1-\alpha} \cdot t^{1-\alpha} \quad (\text{mm})$$

$$b) \quad = V \frac{di}{dt} = A.t^{-\alpha} \quad (\text{mm.t}^{-1})$$

kde: i - celkový vsak (kumulativní infiltrace /mm/)

V - vsakovací rychlost v daném čase t , vyjádřená (mm.min^{-1})

t - čas uplynulý od počátku vsaku (min)

A - úsek zkoumané přímky v logaritmickém papíře v první časové jednotce (nejčastěji v 1. minutě)

α - směrnice zkoumané přímky v logaritmickém papíře

(Kutílek, 1963, Dimitrovský, 1972).

Díky pestrému analytickému materiálu v průběhu infiltrace výsypkových substrátů, byla pro vyhodnocení intenzity infiltrace válcovými infiltrometry zaplavenou plochou sestavena použita nová klasifikace (Dimitrovský 1976, 2005, Dimitrovský, Nechanický, 2004). Na základě odlišné zákonitosti infiltrace, která je způsobená neuspořádaným výskytem planárních, tabulárních a mezerovitých

makropórů byla použita další metoda hodnocení infiltrační schopnosti a to metoda hloubky provlhčení profilu. Metoda spočívá v horizontálním a vertikálním odkryvu po ukončení měření infiltrace. Protopedoprofilu a mesopedoprofilu na výsypkových stanovištích Bohemia a Vilém pod listnatými, jehličnatými a smíšenými porosty v době do prvního obmytí mají půdní propustnost v rozsahu 100 - 500 mm.hod⁻¹. Jsou tedy zařazeny do kategorie s výraznou až velmi výraznou infiltrací (Dimitrovský, 1989). Výše zmíněné, dlouholetým výzkumem sledované, pedogenetické procesy ukazují, jak bude dále probíhat vývoj rostlinného společenstva na výsypkách a tím i volba obnovy lesa.

Porovnáním ontogenetické a fyto-genetické proměny listnatých a jehličnatých dřevin v první fázi rekultivačního cyklu (protoprofilu) je možné dojít k závěru, že jehličnaté dřeviny procházejí mnohem výraznějšími proměnami z hlediska větvení, barvy jehličí, přírůstu a hlavně hloubce prokořeňování. Tyto rozdíly jsou způsobeny teplotními a vlhkostními změnami působícími na primární strukturální stav jílu a jílovců. Ten poté podstatným způsobem ovlivňuje pedogenetické proměny v rámci půdní fyziky, chemie a především hydro-pedologie, která je specifická pro veškeré typy antropogenních substrátů jílovité strukturální skladby. Je důležité podotknout, že od úplného počátku řešení obnovy devastované krajiny technickou těžbou formou všech druhů rekultivací, došlo k velkému pokroku v poznání geologie jako takové, ale také ve využívání geologických a mineralogických poznatků souvisejících s tvorbou antropogenních substrátů na recentních útvarech. V dnešní době jsou tyto poznatky využívány a uplatňovány v mnoha vědních oborech na různých úrovních. Mezi hlavní důsledky výzkumů využívání fyzikálních, chemických, botanickogenetických, mineralogických zákonů je proces hodnocení kvantitativních a kvalitativních rysů geologického prostředí v souvislosti s pedogenezí v pořadí hornina - protoprofil - mezoprofil - teloprofil - dřevina (Pöpperl, 2008).

Pro analýzu ontogeneze a fyto-geneze dřevin na výsypkách byly použity tyto modelové dřeviny:

modřín jesenický (*Larix sudetica*)

smrk ztepilý (*Picea abies*)

smrk omorika (*Picea omorica*)

douglaska tisolistá (*Pseudotsuga menziesii*)

borovice žlutá (*Pinus ponderosa*)

borovice lesní (*Pinus silvestris*)

borovice černá (*Pinus nigra*)

borovice Murrayova (*Pinus Murrayana*)

javor klen (*Acer pseudoplatanus*)

javor mléč (*Acer platanoides*)

dub zimní (*Quercus petraea*)

dub letní (*Quercus robur*)

dub červený (*Quercus rubra*)

habr obecný (*Carpinus betulus*)

jilm horský (*Ulmus montana*)

jilm polní (*Ulmus laevis*)

olše lepkavá (*Alnus glutinosa*)

olše šedá (*Alnus incana*)

jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*)

Tyto taxony byly postupně vyhodnocovány dendrometrickou metodou (Dimitrovský a kol., 2008, Dimitrovský, 2012). Máli být porozuměno důvodnému vztahu mezi zvolenou skladbou nového lesa na výsypkových stanovištích od počátků do současnosti a jeho vnějším prostředím, nelze nevzít v úvahu rozdíly v zastoupení a rozložení jednotlivých druhů dřevin (jehličnaté, listnaté), v orografii a imisní exponovanosti a v neposlední řadě také stáří lesních porostů zakládaných v monokulturách a směsích. Kvůli těmto důvodům byl výzkum cíleně zaměřen na určené a přesně vymezené komplexy výsypkového lesa jako modelové příklady a ty byly pečlivě analyzovány. Při analýze bylo sledováno:

- základní geologické vlastnosti šedých a žlutých jílů v oblasti Mostecké pánve a jílů cyprisové a vulkanodetritické série v Sokolovské pánvi
- fyzikální, chemické a hydropedologické vlastnosti výsypkových substrátů

- druhová skladba lesních kultur a porostů
- imisní zátěže (SO₂, NO₂, prach, fluor)
- pěstebně výchovné zásahy (probírky, čistky, prořezávky)

Areálová dendrografie pěstovaných listnatých a především jehličnatých taxonů na mnoha výsypkách a hlavně v rekultivačním lesnickém arboretu Antonín je obrovským přínosem pro lesnickou dendrologii. V průběhu let se rozsah zatížení lesních porostů znečištěním ovzduší na výsypkách zjišťoval tzv. listovou analýzou (1965 - 2005). Imisní zátěže jsou na výsypkách velkým problémem a na Sokolovsku mají některé specifické zvláštnosti. Na síle imisního zatížení má vliv nejen jeho velikost a délka trvání, ale zejména chemismus na výsypkových stanovištích. Jde především o pH půdy a vysoký obsah Mg. Neutrální kyselost substrátů spolu s vysokým obsahem hořčíku, konkrétně nad 600 mg/kg zeminy, eliminuje zhojný vliv imisních zátěží. Tyto získané výsledky, shromažďované od prvopočátků řešení problematiky pěstování lesních porostů na výsypkách, prokazují u mnoha konkrétních příkladů, že i u velice složitých rekultivačních a ekologických situací lze vyprodukovat a určit provozní systém pěstování, který dlouhodobě až trvale zajistí obhospodařování lesa i na výsypkách. Výsledky korelačního koeficientu (SO₂, NO₂) na defoliační míru u domácích a nově zavedených jehličnatých dřevin byly využívány pro testování vývoje míry defoliace smrkových porostů v celých severozápadních Čechách.

5.4 Hodnocení antropogenních substrátů

Základním a charakteristickým znakem profilu byl pro makroskopický popis jednotlivých vrstev v první fázi rekultivačního cyklu vzat v úvahu primární strukturální stav povrchových i podpovrchových vrstev. Hlavním kritériem pro správné posouzení problematiky tvorby půdních substrátů na výsypkových stanovištích i s etapovou obnovou přízemní vegetace na části výsypkového prostoru a vzrostlé vegetace (lesních porostů) může být, dle padesátiletých výzkumů, jen metoda vědeckého poznání, která je založená na dedukci, správně zvolené indukci a na formulování a testování hypotéz. Z důvodu velice komplikovaného procesu chování zkoumaných půdních substrátů a vegetačních taxonů na rostlých půdách, ale hlavně na všech recentních útvarech (výsypky, složiště atd.) byly z počátku zvolené postupy spíše obecného, přibližného významu. Tvorba nových vegetačních úprav na antropogenních substrátech je v České republice historicky poměrně mladou

záležitostí, ale z dendrologického i pěstebního hlediska patří k velmi významným v celé Evropě. Výsypky Vilém a Bohemia, obě zalesněné ve třicátých letech minulého století, patří do skupiny tzv. ručních výsypek. Jejich plošná výměra byla:

- 7,2 hektarů výsypka Vilém
- 2,4 hektarů výsypka Bohemia

Při zalesnění byla použita jamková výsadba a dřeviny na výsypce Vilém byly zvoleny následující:

- smrk ztepilý
- olše lepkavá
- jasan ztepilý
- modřín jesenický
- borovice černá

V případě výsypky Bohemia bylo zalesnění provedeno celoplošně olší lepkavou a jen ojediněle olší šedou. Zvolený spon výsadby byl u obou výsypek 2 x 2 metry. Od samých začátku výzkumu roku 1962 byly tyto výsypky zařazeny do programu výzkumu paralelně se zakládáním pokusných ploch na těchto výsypkách:

Sokolovsko

- Velký Ríesl (23 hektarů)
- Chodovská (3,2 hektarů)
- Dvory (105 hektarů)
- Matyáš (36,2 hektarů)
- Jižní lom (7,4 hektarů)

Mostecko

- Merkur
- Březno
- Pruněřov

Obrázek č. 3: Lesnické rekultivace na výsypce Prunéřov



Zdroj: Fotodokumentace pana Ing. K. Dimitrovského

Všechny tyto výsypky byly upravovány kombinací zemědělské a lesnické rekultivace. V průběhu dalších let byly postupně zakládány další pokusné, poloprovozní a provozní úpravy na výsypkách:

- Gustav
- Silvestr
- Velká loketská
- Antonín
- Podkrušnohorská

Na těchto lokalitách byly, v blízké spolupráci s realizačními složkami, prováděny především lesnické, ale také zemědělské a vodohospodářské úpravy, a to jak s významem výzkumným, tak také poloprovozním a provozním. Je ovšem nutné mít stále na paměti fakt, že problematika související s těžbou nerostných surovin a zároveň s životním prostředím je velice složitou, výzkumně a realizačně náročnou záležitostí, zejména s ohledem na technická, biotechnická a finanční opatření.

Obrázek č. 4: Letecký pohled na koupaliště Michal na Sokolovsku



Zdroj: Fotodokumentace pana Ing. K. Dimitrovského

5.5 Volba druhového zastoupení dřevin a způsobů pěstování

V zákoně č. 289/1995 Sb., pojednávajícím o opatřeních potřebných na zaházení škod, které jsou důsledkem provozování báňských a ostatních průmyslových činností a v podnikových směrnících státních lesů pro hospodaření v lesích imisních oblastí, je psáno, že zachování půdotvorné, půdoochranné a vodohospodářské funkce lesů, což jsou rekultivační a meliorační kritéria, je zásadní pro volbu druhů dřevin, způsoby zakládání lesních porostů a péči o ně. Díky trvajícím neshodám mezi jednotlivými politickými resorty (Ministerstvo zemědělství, Ministerstvo životního prostředí, Ministerstvo průmyslu a obchodu) o volbě dřevin a zajišťování lesních porostů na výsypkách a stanovištích ohrožených imisemi není stanovena jednotná koncepce obnovy ochranných a hospodářských lesů. Rozdílnost názorů je důsledkem nedokonalosti ve znalostech profilaxe domácích a nově založených dřevin na neovlivnitelné systematické a periodické změny antropogenních substrátů a rostlých půd. V severozápadních Čechách v imisních kalamitních územích bylo otestováno velice málo dřevin např. buk, bříza, borovice blatka, smrk pichlavý, olšička zelená. Dnešní sortiment na výsypkách obsahuje kolem 115 druhů dřevin (Dimitrovský a kol., 1984). Je nezbytné vědět, že tato problematika bude

analyzována převážně neučebnicovým způsobem, jelikož se dosažené výsledky u mnoha listnatých a především u jehličnatých dřevin pěstovaných na antropogenních substrátech značně neshodují s klasickými literárními zdroji. Informační prameny, jak domácí, tak také zahraniční, již od prvopočátku řešení rekultivační politiky a volby vhodných dřevin pro výsypková a imisní lesní území uváděly nejednotný výběr dřevin.

Pro testování keřů a dřevin domácího a introdukovaného původu na sokolovských výsypkách, které se skládají převážně z jílu cyprisové a vulkanodetrické série bylo použito u dvou dřevinných druhů (modřín a smrk) jejich geografických ras. Co se týče geografické rasy smrku ztepilého, ty byly zkoumány na substrátech výsypky Dvory na jílech vypálených zemními požáry, tedy porcelanitech. Rasy modřínů jsou sledovány již od roku 1968 v lesnickém arboretu Antonín, konkrétně v jeho severovýchodní části. Pro místní rekultivační dendrologický výzkum bylo využito těchto geografických ras:

- *Larix sudetica (gmelinii)*
- *Larix dahurica*
- *Larix sibirica*
- *Larix tirolica*

Uvedené geografické populace smrku a modřínu byly z rekultivačních a dendrologických důvodů opravdu detailně zkoumány, a to z hlediska půdních podmínek výsypkových stanovišť a především z hlediska vlivu průmyslových emisí (SO₂, NO₂, prach, fluor). Během mnoha uplynulých let (1934 - 2014) se svým dynamickým vývojem a strukturou obnovované lesy na výsypkových stanovištích postaraly o vznik nové epochy dendrologie, fytoecologie a pedologie.

Analytický geodendrologický popis zkoumaných dřevin a lesních porostů z dřevin domácích a introdukovaných jasně ukazuje na dendrografickou rozlišnost v geobiocenologické koncepci na výsypkových stanovištích a na území lesních rostlých půd. Vyhodnocené výsledky prvních výzkumů naznačují, že výsypkové dendrologické a fytoecologické případy je možné využít v jiných přírodních podmínkách zdevastovaných krajinných objektů (např. kamenolomy, pískovny atd.). Na Sokolovsku, na rozdíl od ostatních uhelných oblastí, bylo zvoleno velice široké spektrum dřevin a keřů, které jsou součástí velkého množství různých porostních

skladeb. Pro veškeré pěstební rekultivační opatření byla nastavena následující kritéria:

- maximální trvalá produktivita u monokultur a smíšených porostů
- spolehlivost a prosperita zvolených listnatých a jehličnatých druhů dřevin na biotických a abiotických podmínkách výsypkových stanovišť
- rekultivační pěstební ekonomika zajišťující finanční výhodnost u všech nezbytných opatření pro zakládání jehličnatého, listnatého nebo smíšeného porostu
- vlastní dendrologické studium související s adaptací zvolených ekotypů na znečištění vody, půdy, ovzduší způsobené systematicky emitovanými škodlivinami

Nynější platný zákon č. 289/1995 Sb. o lesích a o změně a doplnění určitých zákonů v některých částech upozorňuje na přírodní a stanovištní podmínky, ovšem nezmiňuje se typologickém systému lesů vzniklých a vznikajících rekultivačním způsobem u veškerých krajinných celků poničených těžbou nerostných surovin. Odvětví pěstování lesů na antropogenních substrátech je jen zčásti a nepříliš systematicky upraveno pouze v podzákoných předpisech, ve vyhláškách Ministerstev zemědělství a životního prostředí. Systém výběru vhodných druhů dřevin (listnatých, jehličnatých) pro výsypková stanoviště navazující na rekultivační dendrologii je v dnešní vývojové fázi nedílnou součástí hospodářských úprav lesů a rekultivační lesnické praxe. V dendrologickém rekultivačním systému především u jehličnatých porostů na výsypkách Dvory, Antonín, Gustav, Matyáš a porostů listnatých na výsypce Bohemia a Velký Riesel je pozorován systém aplikačních jednotek pro rozdílnost zakládání lesních porostů a hospodaření na výsypkách, který vychází z perfektní znalosti:

- půdní fyziky, chemie a hydropedologie substrátů
- dendrologických a klimatických požadavků zvolených taxonů
- geobiocenologie výsypkového ekotopu
- vymezených rozlišených zásad zajišťující stabilitu obnovované vegetace na výsypkách v posttěžebním stádiu

Potřebná rekultivační a asanační opatření v systému hornina - půda - voda - vegetace - klima jsou velmi náročná. Jejich obtížnost souvisí s respektováním

technologií skrývání nadloží. Sanační a rekultivační plán sokolovské a severočeské krajiny, opírající se o padesátileté výzkumné a realizační výsledky, bez výjimky vyžadoval a neustále vyžaduje řešení v čase a prostoru následujícího:

- Určení množství (kvantifikaci) způsobů volby vegetačních součástí nové krajiny (např. louky, pole, lesní porosty - hospodářské, příměstské, přípravné).
- Stanovení primárních kritérií obnovy vegetační infrastruktury v těžebním procesu a především v posttěžebním období.
- Fytografie výsypek z třicátých let minulého století sloužící jako hlavní testovací a praktický prvek v nových výzkumných procesech lesnické rekultivace od roku 1962.
- Vyhodnocení makroklimatických a mikroklimatických dat v Sokolovské a Mostecké pánvi na jednotlivých výsypkách. Již od roku 1963 na výsypce Velký Ríesl a později od roku 1967 na výsypce Antonín byly mikroklimatické podmínky zjišťovány na vybudované meteorologické stanici prvního řádu. Pro vyhodnocení mikroklimatických dat byl jako rozhodující faktor brán výběr výsypek s různým převýšením a expozicí. Rovněž bylo prováděno důležité měření tepelných změn výsypkových substrátů na obou stanovištích v hloubce 0 - 1 metr.

U výsypkových stanovišť sokolovské pánve se vývěr listnatých a jehličnatých dřevin a keřů docela lišil od výběrů v severočeském regionu. Na Mostecku a Bílinsku byl pro zalesňování výsypek zvolen detailně okopírovaný východoněmecký dendrologický systém (Darmer, 1955) rozdělující jen listnaté dřeviny a keře do tří kategorií:

Meliorační dřeviny a keře

Meliorační dřeviny, částečně také hospodářské

Dřeviny s převážně hospodářským významem

Tyto porosty jsou, mimo pár výjimek, v dnešní době v rozkladu. Na Sokolovsku byla volba listnatých, jehličnatých dřevin a jejich směsí pro rekultivační účely velice pestrá (Frouz, Pöpperl, Příkryl, Štrudl J., 2007). Velmi obsáhlý sortiment pěstovaných dřevin na výsypkách skládajících se z jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série a především pěstební systém umožnili splnění zadaných cílů pro obnovu lesa. Pro zpracování současných dendrologických a pěstebních základů a k důkladné analýze výsypkových stanovišť bylo nahlíženo z těchto rozhodujících hledisek:

- ujmoutí a přizpůsobivost listnatých a jehličnatých dřevin na výsypkách charakteristických půdních vlastností ve vlastních školkách (Vintířov, Malý Rísl, Chlumek)
- vzrůst a vývoj jednotlivých druhů dřevin založených v monokulturách a směsích
- půdotvorný a půdoochranný význam, především u listnatých dřevin
- imunitní systém a odolávání proti působení průmyslových emisí, hlavně u jehličnanů
- hospodářský a krajinotvorný význam obnovovaných lesních porostů, tak také zemědělských porostů

Ovšem znovu musí být zdůrazněno, že prvotním předpokladem pro úspěšné splnění rekultivačních cílů byla a stále je vzájemná spolupráce výzkumných a realizačních složek projektu. Z obsažených testovaných dřevin a keřů na jednotlivých výsypkách je zřetelně poznat, že při výběru dřevin a keřů nebyla plně respektována stránka jejich ekologických vlastností podle domácí i zahraniční lesnické dendrologické literatury. Rozdílný pohled na vlastnosti týkající se hydrologie, klimatu, půdy a imisí zkoumaných dřevin dal vzniknout vlastním výsledkům výzkumu a praxe.

Dříve byla zhodnocena problematika související s volbou vhodných dřevin a keřů pro výsypková stanoviště podle antropogenních substrátů různých ekologických vlastností. Dlouhodobě prováděné dendroekologické studie (1960 - 2012) na mnoha experimentálních plochách se zabývala testováním přes 120 různých druhů dřevin a keřů. Tyto otestované dřevinné druhy na všech hlavních typech antropogenních substrátů, převážně jílovitého charakteru, byly taxativně rozlišeny ve 4 klasifikačních skupinách (Dimitrovský, 1989, 1999, 2001):

- dřeviny a keře velmi vhodné	+
- dřeviny a keře vhodné	++
- dřeviny a keře méně vhodné	+++
- dřeviny a keře nevhodné	++++ (viz. Příloha č. 1)

5.6 Způsoby zakládání lesních porostů na výsypkových stanovištích

Způsoby zakládání lesních porostů, především na netypických výsypkách, zásadně ovlivňují i pěstební techniku a vytvářejí zvláštní kategorii pěstování lesa, která přímo souvisí se specifickými vlastnostmi výsypkových substrátů. Během veškerých ověřovacích metod zakládání lesních porostů na výsypkách, mimo systematických biometrických a bioindikačních šetření, byl hlavní důraz kladen na pedologické a hydropedologické změny. K takovým změnám dochází pod pěstovanými různorodými a různověkými porosty. Tento metodický postup řešení byl zvolen proto, že pokud není dokonale známá potenciální úrodnost zemin a postupný genetický vývoj antropogenních substrátů v rekultivačním procesu, potom nemůže výsypkové lesní hospodářství plnit svou úlohu. Znalost chování půdotvorného procesu pod lesními porosty je nejdůležitějším kritériem pro stanovení nejen způsobu zakládání lesních porostů na výsypkách, ale také jejich výchovy. Podle zatím provedených výzkumů, které se zabývaly pěstováním lesních porostů na půdních materiálech antropogenního charakteru bylo prokázáno, že pro vymezení rozdílnost metod zakládání lesních porostů na výsypkách je potřeba respektovat následující fakta:

- určité půdní podmínky vesměs heterogenní povahy s nerovnoměrnou objemovou hmotností, stupněm zvětrávání, jílovitou frakcí, pórovitostí, s velice rozmanitou hydropedologickou charakteristikou, která je ovlivňována hlavně makropóry a jejich systémem
- všechny antropogenní substráty před zalesněním mají heterogenní strukturu v celé rhizologické hloubce profilů
- na všech výsypkových stanovištích, kde není vegetace, se vyskytují extrémní mikrolimatické podmínky
- i u stejných druhů dřevin jsou zřetelně odlišné morfologické znaky, které jsou ovlivňovány v první řadě půdní fyzikou, chemií a hydropedologií výsypkových zemin a v řadě druhé existenčními faktory jako je druhová

skladba, nově se vytvářející humus a jeho obsah, proměny mikroklimatických podmínek

- krátkodobá srovnání ekologických vlastností testovaných dřevin, to platí zejména u listnáčů, nejsou často dostačující pro seřazení dřevin do "pěstebních typů" podle určujících faktorů výsypkového prostředí
- určení druhů dřevin, jejich zastoupení i způsob založení listnatých, jehličnatých, smíšených porostů závisí na prvotně dané vyživovací schopnosti antropogenního stanoviště

Pro sledování projevujících se změn morfologických znaků pěstovaných různorodých, různověkových popř. stejnověkových dřevin na výsypkách, tedy pro stacionární a systematický výzkum, je zásadní a nutná znalost jejich provenience (neboli původ). Ovšem při dnešním pěstování lesních porostů na těchto stanovištích nehledě na původ dřevin, nelze bez detailní evidence přísunu semen a sazenic vznikající rozdíly studovat a vlastní malé prováděné provenienční experimenty nemohou stačit.

Jediným východiskem, které vede k dostatečnému zhodnocení lesních porostů ve výsypkovém lesním hospodářství je studium geobotanických a geodendrologických vztahů. Díky tomu lze získat přinejmenším územní výsypkové růstové a pěstební třídění, podle kterého lze určit druhové složení dřevin a provozní cíle. V rekultivačním lesnickém provozu je důležité mít přehled o druhové skladbě porostů, ještě důležitější je ovšem vědět, jak tyto porosty zakládat s ohledem na heterogenitu antropogenních substrátů téže výsypky nebo na různých výsypkách a jakým způsobem a včasné přistoupit k výchově porostů.

Pouze jmenovitý výběr výzkumem ověřených dřevin pro výsypky v rekultivační praxi rozhodně nestačí. Důležitý je metodický postup pěstování těchto dřevin, zdali ve směsích s úspěšnou druhovou skladbou či v monokulturách, každopádně tolerující specifické podmínky stanoviště. Probíhající vývoj zakládání lesních porostů na výsypkách především v 70. letech uplynulého století, nezbytná adaptace na časté změny prostředí, vzrůst a vývin jednotlivých druhů dřevin atd., napomohly ke stanovení předpokladů pro jakési ustálené koncepční řešení zakládání porostů a pěstebně výchovných zásahů (Dimitrovský, 1976, 1999, 2001, Pöpperl, 2008).

5.7 Vzrůst a vývoj výsypkových lesních porostů

Exaktní výzkum lesnické rekultivace, který se zakládá na geobotanických a dendroekologických studiích je nepostradatelný pro spojené s územním plánováním, to je potřeba mít stále na paměti. Ani díky dlouhodobým meteorologickým a podrobným pedologickým a hydrologickým průzkumům není možné dosáhnout takových výsledků, které umožňuje získat dobře provedený geobotanický a dendrologický výzkum. Ten dokáže odhalit nejen specifické podmínky antropogenních substrátů, ale také podmínky devastované krajiny jako takové (Dimitrovský, 1999).

Lesnické rekultivační práce na Sokolovsku a Mostecku jsou v současném období mnohem rozsáhlejšího charakteru než tomu bylo v minulých letech a doplňují dřívější podobu krajinné zeleně o porosty rozsáhlejších a složitějších účelových výsadeb. Nově vzniklé a stále rostoucí lesní porosty na výsypkových stanovištích velice výrazně napomáhají k vytváření zdravého, kulturního a příjemnějšího životního prostředí.

Lesní hospodářství na výsypkových stanovištích související s těžbou hnědého uhlí v České republice je vystaveno významným změnám jejichž dosah je možné zjistit srovnáním významu vzniku organizovaného lesnictví z 18. století. Zmíněným změnám udala směr především konference o ochraně lesů konající se v roce 1990 ve Strassbourgu. Co se týče výsypkového hospodářství u lesů České republiky je pro zakládání lesních porostů na výsypkách vyžadován systém podle vegetačních stupňů. Ovšem je moudré zmínit to, že dodržování tohoto požadavku, tedy volit dřeviny podle devíti lesních vegetačních stupňů v lesním hospodářství na výsypkách je naprostý nesmysl, jelikož všechny lesní porosty na výsypkách jsou pěstovány v geologické epoše, to znamená, že se jedná o antropogenní substráty geneticky nevyvinuté. Důležité rovněž je, že lesnická výsypková dendroekologie a zčásti také typologie (Dimitrovský, 1989, 1999, 2012) nejsou v dnešní době dostatečně využívány a co hůř, jsou často nesprávně používány v hospodářské úpravě lesa výsypkových stanovišť, které byly zalesňovány v 60. a 70. letech uplynulého století. Jak již bylo zmíněno v rešeršní části této práce je rozdělení lesních porostů na výsypkách prováděno podle převažujícího údělu, ať jede o půdotvorné, estetické, půdoochranné či rekreační, na tyto skupiny:

- účelové
- ochranné

Další dělení je prostorově dle druhu míšení. Míšení se rozeznávají na:

- kruhové
- pruhové
- klínové
- kulisové
- řadové

Z tohoto rozdělení je patrné, že všechny porosty lesního typu na výsypkách v dnes probíhající vývojové etapě přísluší skupině lesů polyfunkčního významu. Veškeré výzkumy, krátkodobé či dlouhodobé, ukázaly nutnost volit dřeviny při zalesňování výsypek tvořených z terciérních jíílů podle stupně jejich zpevnění (kompaktní jíily atd.). Nejvhodnějším způsobem míšení se zdá být, alespoň podle dendroekologických a praktických kritérií, skupinovitě míšení. Jednotlivě míšené porosty jsou pěstebně velice technicky i časově obtížné. Jde-li o kterýkoli způsob míšení, vždy je nezbytné řídit se ekologickými vlastnostmi dřevin. Geometrické tvary a velikosti skupin mohou být realizovány v různých variantách. Ve výsypkovém lesním hospodářství by se zásahy spojené s pěstební výchovou dřevin měly řídit zásadami, které vedou k volbě kvalitních jedinců, skupin či celých lesních porostů. Pokud bude dodržena ověřená sestava dřevin, je velice pravděpodobné, že se nezanedbatelně sníží finanční náklady při realizaci rozsáhlých rekultivací a výsledku hospodaření (Dimitrovský, 2012).

5.8 Volba sponu výsadby

V celém odvětví lesnických rekultivací veškerých profilů antropogenních substrátů v ČR i v zahraničních zemích (Německo, Anglie, Polsko) bylo využito a odzkoušeno nesčetné množství sponů (od sponu 0,25 x 0,25, přes 3 x 3, až po spon 6 x 6). Ovšem spony širší než 4 x 4 včetně, se využívaly jen u různých vyšlechtěných odrůd topolů. Zajímavostí je, že v žádném státě, který provádí lesnické rekultivace výsypek nikdy nebyla publikována novelizovaná norma. Dokonce ani žádný návod a pokyny pro zvolení počátečního zahuštění zakládaných lesních kultur na antropogenních substrátech. Tato skutečnost dává volnost pro libovolnou volbu sponů. Na Mostecku je pravidelně volen spon 1 x 1,5 a 1 x 1. To znamená 7 500

a 10 000 kusů na hektar. Na Sokolovsku se po celou dobu zakládání lesních porostů volí shodný spon 1 x 1 m. Veškeré zmíněné varianty sponů jsou testovány na pokusných plochách. Zvolení správného sponu je přímo spojeno s ekonomickou stránkou, ale i se stránkou pěstební, což obnáší např. kvantitu produkce sazenic požadované kvality, ochranu a ošetřování, vzrůst a kvalita porostů.

Při volbě hustoty zakládaných kultur na výsypkách se přihlíželo zejména k těmto účelům:

- uspíšení pozitivních pedogenetických procesů
- zapojením porostů podpořit povrchovou ochranu půdy
- kvalitní vývoj a vzrůst zakládaných celků

V těchto nutných rekultivačních postupech je vyžadováno zakládání dřevin ve sponech hustých. Na mnoha testovacích provozních i poloprovozních plochách byla provedena spousta pokusů a zkoušek, ze kterých vyplývají pedologická, hydropedologická, dendrologická i ekonomická hlediska, podle nichž se jako nejvhodnější prokázal spon 1 x 1 m pro veškeré obvykle používané listnaté i jehličnaté dřeviny, kromě borovic pokroucené a Murrayovy a topolových kultivarů.

Kořenové systémy hlavních druhů jehličnatých a listnatých dřevin (olše lepkavá a šedá, lípa srdčitá, habr obecný, dub letní a zimní, javor klen a mléč, jasan ztepilý, borovice lesní, vejmutovka, černá, pokroucená, Murrayova, smrk omorika, pichlavý, ztepilý, douglaska tisolistá a jiné) podrobené dlouhodobým šetřením jejich morfologie, jsou důvodem mělkého vertikální prokořenění profilů.

Již zmíněné různé kultivary topolů patří k dřevinám, které byly zakládány od samého počátku řešení rekultivačních opatření v ČR i v zahraničí. Na Mostecku i na Sokolovsku je sortiment topolů využitých při zalesňování výsypkových stanovišť velice obsáhlý. Topolové kultury byly zakládány v podstatě dvěma způsoby:

- 1) pouze topolové monokultury
- 2) topolové kultury smíšené doplněné výplňovými dřevinami (javor klen, mléč, olše lepkavá, šedá, jasan ztepilý atd.)

Vzrůst topolových kultur se dá označit za variabilní. Je ovlivněný kvalitou půdního profilu a typem založení (monokultury, smíšené kultury). Topoly pěstované

s podporou výplňové dřeviny vykazují podstatně lepší výškový vzrůst, na rozdíl týž kultur pěstovaných bez této výplňové dřeviny. Srovnávacím zkoumáním se dospělo k závěru, že topoly s olší lepkavou (starou přibližně 10 let) jako výplňovou dřevinou mají jednoznačně největší kvantitu opadu ze všech topolových kultur s výplňovou dřevinou. Potlačení výplňové dřeviny opad klesá. Tyto kultury s výplňovou dřevinou nemusejí být ošetřovány okopáním nebo ožínáním, jelikož od počátku založení prokazují vysokou růstovou vitalitu. Nemusejí být chráněny ani proti okusu, protože jím netrpí. Dendrometrickým měřením čtyřicetiletého topolu viržinského a chlupatoplodého na výsypkovém stanovišti Velký Ríesl byl naměřen objem dřevní hmoty 380 - 420 m³ na hektar (Dimitrovský, 1999, 2001, 2007, 2012, Čermák a kol., 1999, Štýs a kol., 1981).

5.9 Vhodná doba zalesnění a sadbový materiál

Jako vhodné období pro realizaci zalesnění recentních útvarů se projevilo, na základě veškerých dosavadních šetření, ihned po dokončení terénních úprav planýrováním a svahováním, tedy v době, kdy se na stanovišti nevyskytuje žádný plevel. Úplně nejvhodnější je jarní období následující po roce od konce provedení terénních úprav. Jaro je ideální z důvodu, že zemina je po zimních mrazech dostatečně nakypřena.

Pokud je dodrženo zmíněné pravidlo a zalesňování je prováděno v jarním období, je možné aplikovat stejně kvalitní sadbový materiál jako v případě zalesňování rostlých lesních zemin (Štýs a kol., 1981, Špiřík, 1992, Dimitrovský, 2007).

5.10 Stanovení kritérií výběru a zakládání vhodných směsí dřevin na antropogenních substrátech

Hlavním cílem založené kultury na kterémkoliv antropogenním půdním stanovišti musí být co možná nejrychlejší tvorba půdy a kvalita zakládaného porostu. Zásadní biologické i meliorační opatření tedy stále zůstává tvorba půdního profilu pod pěstovanými lesními porosty. S ohledem na specifické podmínky antropogenních substrátů v oblasti České republiky, skládající se z různých geologicko-petrografických materiálů, je v podstatě možné volit tyto metody zakládání lesních kultur:

- nesmíšené přípravné lesní kultury
 - krátkodobé
 - dlouhodobé
- smíšené lesní kultury
 - listnaté
 - listnato-jehličnaté
- jehličnaté lesní kultury - monokultury

Zakládání nesmíšených přípravných lesních porostů je zásadní pro výsypkové substráty nevhodných pedofyzikálních a hydropedologických vlastností. Typy přípravných porostů byly zakládány obvykle olší šedou a olší lepkavou. Jejich rozdělení na mladší než 10 let (krátkodobé) a starší věkové skupiny (dlouhodobé) bylo realizováno z důvodů doby melioračně rekultivačního působení a podle podoby jejich přeměny. Podle toho jsou rozeznávány přeměny krátkodobé či dlouhodobé. V nejrozsáhlejší míře je zakládání přípravných porostů krátkodobých i dlouhodobých prováděno na území Sokolovska, zde má již vybudovanou tradici.

Rekultivační problematika v otázce pěstování přípravných porostů na antropogenních stanovištích dává k dispozici v podstatě dvě varianty způsobu jejich založení:

- 1) Celoplošné zakládání přípravných porostů, jejichž smyslem je celoplošně biologicky připravit antropogenní půdu, která má nevhodné fyzikální a hydropedologické vlastnosti.
- 2) Skupinové zakládání přípravných porostů. Skupiny se volí v různých geometrických tvarů a velikostí. Touto metodou je pozorována určitá místní biologická příprava nevhodných zemin různých druhů a typů.

Dlouhodobým zkoumáním se došlo k jednoznačnému zjištění, v obou případech založení je dostačující volba sponu o velikosti 1 x 1 metr, tedy 10 000 sazenic na hektar. Jako nejlepší sadbový materiál se u obou metod osvědčil materiál 2 až 3 lety, školovaný, prostokořenný. V obou variantách zakládání byl statistickým vyhodnocením sazenic zjištěn maximální úhyn do 10 % v případě zachování kvality sazenic a provedené výsadby (Špiřík, 1992, Dimitrovský, 2007, 2012).

Díky nízkému procentu úhynu není potřeba provádět žádné vylepšování. Jak olše lepkavá, tak olše šedá vykazují vysokou vitalitu růstu, proto nemusí docházet k jejich ošetřování.

Hlavní podmínkou k průběhu přeměn přípravných porostů na veškerých antropogenních stanovištích je stupeň biologické aktivace substrátů pod těmito porosty (navýšení množství organické půdní složky, zvětšení fyziologické hloubky profilů podpořené bohatým kořenovým systémem) a také zkvalitnění příznivého mikroklimatu pro obnovu cílových listnáčů. Ukázalo se, že různorodý geologicko-mineralogický původ sledovaných antropogenních substrátů pod přípravnými porosty olše lepkavé a olše šedé přímo souvisí s odlišným intervalem biologického oživení. Na takových stanovištích je možné s přeměnou mladých přípravných porostů začít už v době jejich zapojení, to znamená v období mezi 6. a 8. rokem od jejich založení.

Snížení počtu, neboli redukci mladých přípravných porostů lze uskutečnit v rozsahu 30, 40 a 50 %. Míra redukce přípravného porostu, prováděné za účelem obnovy ušlechtilých dřevin obvykle podsazováním, je podstatným biotechnickým opatřením podporující další postup ve vývoji půdotvorného procesu, pařezovou výmladnost a vzrůst regenerovaných ušlechtilých dřevin (jasan ztepilý, dub zimní a letní, habr obecný, javor klen a mléč, lípa srdčitá atd.). Z mnoha prováděných studií vychází najevo, že ideální podmínky pro obnovu ušlechtilých dřevin při přeměně krátkodobých přípravných porostů zaručuje redukce přípravného porostu na 50%. Případné následující redukce přípravných dřevin je potřeba realizovat se zásadním ohledem na vitalitu vzrůstu dřevin, které jsou obnovovány podsadbou a jejich požadavků na světlo. U přeměny přípravných krátkodobých porostů je možné využít také obnovy jehličnanů podsadbou (modřín opadavý, borovice lesní, pokroucená, Murrayova, černá, smrk pichlavý, douglaska tisolistá, smrk omorika a jiné).

Jako nevhodná se jeví jednorázová celoplošná přeměna, a to z praktických pěstebních důvodů. Tyto důvody jsou, že oba zmíněné druhy olše (lepkavá, šedá) na antropogenních substrátech mají velice vysokou výmladnost, což zapříčiňuje opakovanou likvidaci olšových výmladků.

V případě dlouhodobých přípravných porostů je možné přeměnu zrealizovat tradičními způsoby. Tím je myšleno kotlíkovou, klínovou, clonnou, pruhovou nebo

kombinovanou sečí. Jsou zde využívány totožné dřevinné ušlechtilé druhy jako ve variantě krátkodobých porostů. Ve všech volených kombinacích se vzrůst projevil ve většině případů jako velice dobrý, to ovšem znamená, že žádný způsob nelze stanovit jako univerzální.

Mezi nejstarší volené metody zakládání lesních porostů na antropogenních stanovištích patří způsob zakládání porostů smíšených listnatých. Je to varianta, která má dlouholetou tradici, ovšem není natolik rozpracovaná, aby podle ní bylo možné určit jednoznačný metodický postup pro provedení velkoplošné rekultivace. Zásadní nedokonalosti a nedostatky souvisejí především s problematikou provenience ve volbě míšení jednotlivých druhů s odlišnou vitalitou růstu. Perfektní znalost prosperity jednotlivých listnatých dřevin na antropogenních půdách je základním podmínkou pro úspěšné provedení tohoto způsobu. Porosty byly založeny, z teoretických a praktických důvodů, následovně:

- prvním způsobem bylo testování různých druhů listnatých dřevin pěstovaných v monokulturách
- v druhém postupu sledování porostů založených kombinovaným způsobem, v různých kombinacích míšení dřevin, které byly použity pro první způsob

Obě varianty měly k dispozici tyto dřeviny:

javor mléč	jasan ztepilý
javor klen	dub červený
buk lesní	dub letní
jilm horský	dub zimní
olše šedá	jilm habrolistý
olše lepkavá	jilm polní
lípa srdčitá	habr obecný

U určitých kombinacích míšení byly v málem rozsahu využity keře jako ptačí zob, hlošina širokolistá, netvařec křovitý nebo čimišník. Podle způsobu založení je možné sledované dřeviny ve druhé, kombinované variantě, shledat jako provozně významné, protože skýtají celou řadu pěstebních možností, zcela nezbytné pro

rekultivační praxi. Veškeré pokusné, poloprovozní a provozní plochy nyní patřící pod lesní správu Kraslice byly při zjišťování vhodných směsí zakládány systémy:

- jednotlivě smíšeným (javor - jasan, jilm - jasan, olše - jasan, javor - olše, dub - habr, olše - jilm, apod.)
- ve skupinách libovolných geometrických tvarů a velikostí

Jednotlivě smíšené lesní kultury jsou zakládány převážně v řadách ze dvou i více druhů. Dlouhodobým šetřením se došlo ke zjištění, že je přijatelné použití obou uvedených hlavních metod smíšení, ovšem za dodržení následujících předpokladů:

- Je důležité, aby při založení lesních kultur způsobem jednotlivě smíšeným bez výjimky na veškerých antropogenních půdních substrátech měly volené kombinace dřevin zhruba stejnou vitalitu růstu. Jako nejlepší ověřované kombinace se ukázaly: olše lepkavá - javor klen, olše lepkavá - javor mléč, olše šedá - javor mléč, olše lepkavá - jasan ztepilý, olše šedá - jasan ztepilý, olše šedá - jilm horský, jilm horský - javor klen, jilm horský - javor mléč, habr obecný - dub zimní, habr obecný - dub letní, habr obecný - lípa srdčitá, dub zimní - lípa srdčitá, dub zimní - dub letní atd. S ohledem na provozní i pěstební hlediska je nejvhodnější používat míšení jen ze dvou druhů dřevin jako v uvedených kombinacích. Dříve založené porosty jednotlivě smíšeným systémem složené z více druhů dřevin, např. olše - javor - jilm, olše - javor - jasan, jsou v pozdějších letech po pěstební stránce velice náročné. Zejména na Mostecku byly při zakládání lesních kultur jednotlivě smíšeným způsobem použity také keře (pámelník, netvařec, ptačí zob, hlošina, tavolník). Nicméně takto založené porosty v 60. - 70. letech minulého století nejsou tak kvalitní, jsou mezernaté. Proto není, v žádné ze zvolených kombinací, aplikace keřů doporučována. Pro úplnost důležité upozornění, volené kombinace se využívají jen pro obnovu jmenovaných dřevin na úplně holých výsypkách, odvalech a odkalištích. Není možné je v dané formě použít např. při přeměně přípravných porostů. Pokud je antropogenní půdní substrát na dostatečné biologické úrovni, potom u výše volených směsí dochází ke změně vitality růstu. Jako příkladný případ je dobré uvést obnovu javoru mléče, javoru kleny a jasanu ztepilého clonnou sečí na Sokolovsku, konkrétně na výsypkách Vilém a Bohemia. V průběhu jednoho desetiletí byly oba druhy javoru zcela potlačeny jasanem.

- Způsob zakládání porostů ve skupinách dává k dispozici mnohem větší škálu možností. Geometrický tvar skupin a jejich velikost jsou v zásadě odkázány na počáteční potenciální úrodnost antropogenních substrátů. Intenzivní zkoumání poskytlo takové poznatky na jejichž základě lze podat obecné tvrzení, že pokud dochází ke zvyšování trofnosti (úživnost rostliny přístupnými živinami) antropogenní půdy je možné zvyšovat i velikostní rozsah jednotlivých skupin. Umožnění výběru o mnoho širšího sortimentu dřevin rozdílné přirůstavosti je další výhodou skupinového míšení. To při zakládání porostů jednotlivě smíšených nelze uplatnit.
- Pro zakládání skupinových lesních porostů na antropogenních stanovištích je možné úspěšně využít veškeré dřeviny zařazené do dřevin velmi vhodných, vhodných a málo vhodných na těchto nelesních stanovištích. Způsob zakládání porostů smíšených listnatých obsahuje široký rozsah pěstebních možností, proto nelze všechny podrobně prozkoumat. Je nezbytné neustálé vylepšování ploch a předcházení zabuření těchto ploch a vzniku redukovaného zápoje, a to jak v případě zakládání porostů jednotlivě smíšených, tak i zakládání porostů ve skupinách.
- Smíšené porosty pouze z dřevin ušlechtilých, to znamená bez dřevin přípravných, je doporučováno zakládat jen na antropogenních půdních stanovištích, která v primární podobě skýtají vhodnou půdní fyziku, chemii a hydropedologii. Sadbový materiál je pro obě varianty zakládání porostů nejvhodnější dvou až tříletý, prostokořenný, školkovaný. Rozsah využití a uplatnění zvolených kombinací a způsobů zakládání se řídí danými půdními a mikroklimatickými podmínkami jednotlivých oblastí postižených báňskou a průmyslovou činností.

O mnoho složitější než volba vhodných směsí u listnatých dřevin je volba vhodných směsí při zakládání smíšených listnato-jehličnatých porostů. V takovém případě je pro volbu jehličnatých druhů dřevin nutné brát v úvahu, kromě zásad použitých u listnatých dřevin, především jejich rezistenci (odolnost) proti průmyslovým imisím.

Na antropogenních půdních stanovištích je rezistence porostů určována opatřeními, které omezují celkový pevný úlet a oxid siřičitý. Ovšem současné odhady vycházejí pouze z dlouhodobého předpokladu vývoje spotřeby palivových

a energetických zdrojů (obsahu síry v uhelné hmotě, odsiřovacích zařízeních). Nejvíce škodlivou složkou je rozhodně onen oxid siřičitý. Nicméně zjištění stacionárních hodnot zhoubné koncentrace oxidu siřičitého působící na listnaté a především na jehličnaté dřeviny není i přes současné technické možnosti nic snadného, především proto:

1. Pokud není upřesněna povaha poškození, měřítka poškození či ostatní omezující okolnosti, je otázka náchylnosti a citlivosti dřevin na působení imisí velice neurčitá. Není neobvyklé, že dřeviny na základě kritérií vyříděné do skupin dle citlivosti se často objevují v různých třídách.

2. Nelze technicky potlačit a eliminovat ostatní doprovázející škodlivé látky oxidu siřičitého (prach, fluór, oxid dusíku atd.).

3. Je logické, že o eliminaci klimatických a mikroklimatických faktorů (mráz, vlhkost vzduchu, atmosférické srážky, sluneční záření) nelze vůbec uvažovat.

4. Působení imisí probíhá v jednotlivých obdobích rozdílně. Je obtížné stanovit míru imisí v měsících nebo ročních intervalech.

5. Laboratorní šetření se zabývalo koncentrací oxidu siřičitého převážně na mladém materiálu, to se ovšem nedá přenést na často proměnlivé stanovištní podmínky antropogenních substrátů.

6. Na základě pozorovaných makroskopických, morfologických a barevných proměn asimilačních orgánů lze míru poškození jednotlivých dřevin hodnotit pouze velice orientačně.

7. Dnešní zdravotní stav lesních porostů na veškerých typech a druzích antropogenních půd je hodnocen jako uspokojivý až velmi uspokojivý. Nejvíce tomu přispívá trofnost minerálně silných antropogenních substrátů vyznačující se zejména svou příznivou aciditou a sorpčními vlastnostmi.

Díky těmto skutečnostem je snazší si představit, jak je volba dřevin pro zalesňování antropogenních půdních substrátů nesnadnou záležitostí.

Pokud je základním hlediskem rekultivačních opatření záležitost půdotvorného procesu, je možné zodpovědět otázku zastoupení jehličnatých dřevin v lesních porostech na antropogenních substrátech. Veškeré odzkoušené varianty míšení při zakládání porostů smíšených listnato-jehličnatých jsou realizovatelné pod

podmínkou zachování převahy listnatých dřevin nad dřevinami jehličnatými. S ohledem na primární půdotvorné aspekty, které předurčují zastoupení jehličnatých dřevin v porostech na antropogenních stanovištích v maximálním rozsahu 20 až 40 %. U jehličnatých dřevin na výsypkách pěstovaných v systému jednotlivě smíšeným je nutné, aby dřevina listnatá měla zhruba stejnou nebo nižší vitalitu růstu než dřevina jehličnatá. Z velkého množství ověřovacích listnatých dřevin pro zakládání smíšených listnato-jehličnatých kultur se jako všestranné projevíly dřeviny:

- lípa srdčitá
- habr obecný
- dub letní
- dub zimní

Pokud se jedná o zakládání smíšených porostů listnato-jehličnatých skupinovým systémem, je možné aplikovat takřka veškeré listnaté dřeviny vhodné pro určité antropogenní půdní substráty.

Z celkem 22 ověřovaných druhů jehličnatých dřevin se perspektivně projevíly především tyto dřeviny:

borovice blatka	modřín opadavý (jesenický)
borovice lesní	douglaska tisolistá
borovice pokroucená	smrk ztepilý
borovice Murrayova	smrk pichlavý
borovice vejmutovka	smrk omorika
borovice těžká	jedle ojíněná
borovice černá	jedle obrovská

Pedogenezí antropogenních půd je vyžadováno, aby skupiny jehličnatých dřevin byly malé a často střídané na jednotku plochy (Štýs a kol., 1981, Špiřík, 1992, Dimitrovský, 1999, 2001, 2007, 2012).

6. Diskuse a hodnocení

Základním předpokladem ke splnění rekultivačních cílů v oblasti Sokolovské pánve a Mostecké pánve bylo pěstování olše lepkavé a olše šedé. Oba zmíněné druhy olše je možné bez rizika pěstovat na veškerých půdních materiálech a nedochází při tom k mimořádným finančním nákladům. Jejich význam je mnohostranný, mají nezbytný půdotvorný význam zlepšující nepříznivé fyzikální a hydrologické vlastnosti zemin, velice intenzivně obohacují prokořenění horizontů půdních profilů, mikrobiálně oživují povrchové a podpovrchové horizonty apod. Oproti ostatním druhům listnáčů vitalita růstu olší zlepšuje nepříznivé mikroklimatické podmínky výsypek v krátké době. Dostatečné zastoupení olše v založených porostech s ostatními dřevinami působí velice příznivě na jejich růst a zdravotní stav. Přípravné porosty olše lepkavé a olše šedé dávají nejlepší předpoklady pro pěstování druhově vyvážených smíšených porostů na výsypkových stanovištích. Na výsypkách, které jsou celoplošně zalesněné olší (Bohemia, Vilém, Velký Ríesl) je postupem času úspěšně realizována přeměna standardními obnovovacími prvky, tedy pruhovou, kotlíkovou, clonnou, klínovou sečí. Funkci olše lepkavé i olše šedé je možné z rekultivačních hledisek hodnotit několika způsoby. Mohou plnit funkci půdotvornou a půdoochrannou, krycí, hnací (v kombinaci s jasanem, jilmem, lípou), výplňovou (v případě pěstování topolových kultivarů - topol trichocarpa, topol berlínský).

Existence olše lepkavé a olše šedé je závislá na stupni půdotvorného procesu a na pěstebních požadavcích ostatních dřevin. Výsledky z 45 let trvajícího výzkumu prokázali, že oba druhy olší použité ve směsích dřevin napomáhají od počátku dobrému vzrůstu (olše - lípa, olše - jasan, olše - topoly, olše - jilm, olše - javor klen a mléč). Využitím obou přípravných dřevin ve směsích s ušlechtilými listnáči v poměru 1 : 1 je do budoucna dobrým předpokladem pro likvidaci olše chemickou cestou. To je vhodné, jelikož při likvidaci olše prořezávkou je nutné po dvou až třech letech zásah opakovat. Ovšem není možné je použít s dřevinami na biologicky neoživených zeminách málo přirůstajícími (dub zimní, buk lesní, habr obecný). Pro jejich pěstování se jako nejlepší osvědčili dříve vytvořené kulisy přípravného porostu.

Co se týče Jilmu horského a jilmu habrolistého, to jsou dřeviny, které dosud byly lesnickými rekultivacemi poněkud opomíjeny. Rozhodně si zasluhují větší pozornost. Jejich pěstování na výsypkách bylo realizováno:

- na čerstvých materiálech bez příměsí přípravných dřevin
- na čerstvých materiálech s příměsí olše v poměru 1 : 1
- pod svrchní ochranou přípravného porostu v podsadbách
- v přeměnách přípravných porostů starších věkových tříd kotlíkovou a pruhovou sečí

U jilmu horského ve zvolených variantách se vzrůst projevil jako velice variabilní. Ovšem největší vzrůst prokázaly kultury jilmu s boční nebo svrchní ochranou přípravného porostu. Jilm má v mládí velkou schopnost snášet stín, je proto možné jej provozně pěstovat všemi uvedenými metodami s výjimkou první varianty. Navzdory tomu, že ujmoutí jilmu i na čerstvých výsypkových materiálech bylo takřka sto procentní (98 %), nedoporučuje se pěstovat bez příměsí přípravné dřeviny, jelikož jeho vzrůst je velice pomalý. S tím souvisí také vyšší náklady na ošetření a na ochranu proti okusu. Z dlouhodobého sledování intenzity okusu je patrné, že jilm, habr, buk, dub jsou dřeviny nejvíce trpící okusem, je tedy jejich ochrana nezbytná, zejména dva až tři roky po výsadbě. Porovnáním vzrůstu a zdravotního stavu založených jilmových kultur je jasné, že pro výsypková stanoviště je vhodnější jilm horský. Jilm lze také pěstovat, na jílech s lístkovitou odlučností, s příměsí lípy, jasanu a javoru. Dosavadně získané výsledky pěstování jilmů v obnovních sečích porostů olše lepkavé a olše šedé na výsypkách Vilém a Bohemia a ve směsích s výše uvedenými dřevinami na výsypce Antonín jsou velice instruktivní.

Výsypky Merkur, Březno, Pruněřov

Provenienční pokusy s dřevinami z různých geografických oblastí vykazují skutečnost, že jejich ekovalence je o mnoho širší než se doposud předpokládalo. Dosavadní výsledky různých provenienčních pokusů se opírají o stáří sledovaných kultur 20 - 30 let na výsypce Merkur I (modřín opadavý, dub letní, javor mléč, javor klen, jasan ztepilý atd.) a mladší na výsypkách Pruněřov a Merkur. To je ovšem nepostačující ke konečnému zhodnocení vhodnosti zvolené populace pěstované dřeviny na zdejších výsypkách. Nicméně četné listnaté a jehličnaté dřeviny a jejich ekologické vlastnosti jsou o poznání širší než je zřejmé z výskytu jejich původního

rozšíření. Některé populace modřínu opadavého, borovice lesní, javoru mléče po přenesení na výsypková stanoviště svůj růst nejen nezhoršují, ale ještě zlepšují. Takové zjištění popírá představy, že každá dřevina, která je pěstována na antropogenních substrátech kategorie protopedo profilů (kategorie půd geneticky nevyvinutých) by musela růst hůře než na původních územích jejího výskytu. Ukázalo se, že při přirozené obnově (generativním rozmnožování) dřevin na výsypkách jsou důležité dědičné vlastnosti a stadijní vývoj jedince či celého druhového souboru. Celá řada šetření výsypkových lesních porostů v areálu DNT (doly Nástup Tušimice) potvrzují ranou plodnost některých druhů dřevin. Mnoho pokusů prokázalo, že mladší stromy (modřín mezi 10. - 15., u javoru mléče mezi 20. - 30. rokem) plodí a dávají semeno, které váhou, velikostí a u javoru mléče i klíčivostí převyšují osivo ze stromů starších. Výjimkou nejsou ani případy plodnosti dřevin v ještě mladším věku než u modřínu a javoru. Tyto anomálie byly pozorovány u jasanu ztepilého na výsypce Březno IX, u borovice lesní na výsypce Pruněřov II. V případě modřínu byl proveden sběr šišek, kterým bylo přispěno k vypěstování sadebního materiálu výsypkové provenience. Na Sokolovsku z dlouhodobých zkoumání, které byly prováděny u starších lesních kultur (starších 45 let) vyplynulo, že pro sběr semen v porostech na výsypkách jsou nejpodstatnější stromy s vysokou kvalitou růstu, ovšem s pozdější dobou plodnosti. To také bylo potvrzeno i u sběru semen borovice pokroucené, borovice Murrayovi a smrku ztepilého na odkalištích Verněřov poblíž výsypky Pruněřov.

Růst dubu na výsypce Velký Ríesl

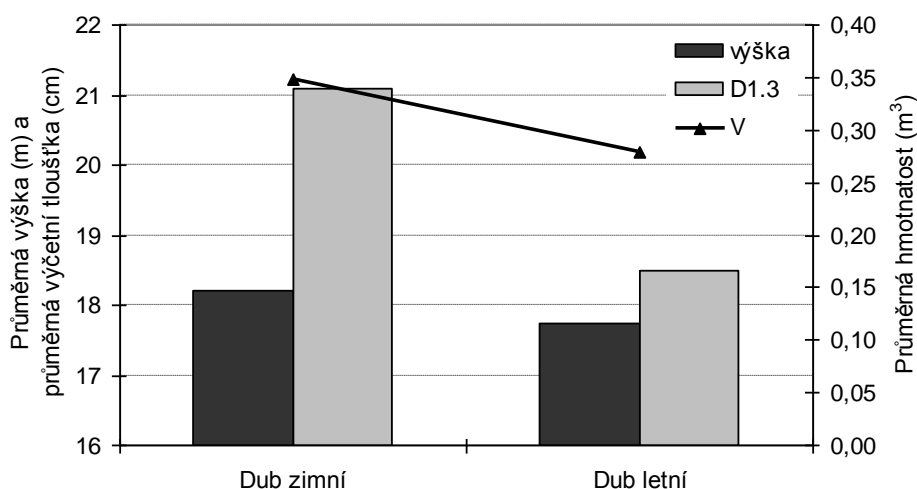
Tento růst se vyznačuje dosaženými průměrnými hodnotami sledovaných a měřených dendrometrických veličin (viz. Obrázek č. 5). Výsledky dokazují, že zdejší podmínky pro růst jsou příznivější pro dub zimní. Za téměř padesát let růstu dosáhl průměrné výčetní tloušťky 21,1 cm a průměrné výšky 18,2 m, z čehož vyplývá průměrná hmotnost 0,35 m³. Za celé období života je průměrný roční tloušťkový přírůst středního stromu je 4,9 mm, průměrný výškový přírůst je 42,3 cm a průměrný roční objemový přírůst je 0,008 m³. Tento porost je svou průměrnou výškou řazen do druhé bonity (AVB 28).

Růst dubu letního je o poznání pomalejší. Dokazuje to dosažená průměrná výčetní tloušťka 18,5 cm, průměrná výška 17,7 m a průměrná hmotnost 0,28 m³.

Rozdíly jsou patrné také u vypočtené průměrné roční přírůsty základních veličin. Zde jsou oproti dubu zimnímu rovněž o něco nižší hodnoty - výčetní tloušťka 4,3 mm, výška 41,2 cm a objemový přírůst 0,0065 m³. Průměrnou výškou spadá dub letní do třetí bonity (AVB 26).

Zvýšení tloušťkového přírůstu působí jako efekt uvolnění korunového porostu dřevin. To bylo prokázáno již mnohokrát a lze je považovat za obecně platnou závislost.

Obrázek č. 5: Graf znázorňující základní růstové hodnoty dubu zimního a dubu letního



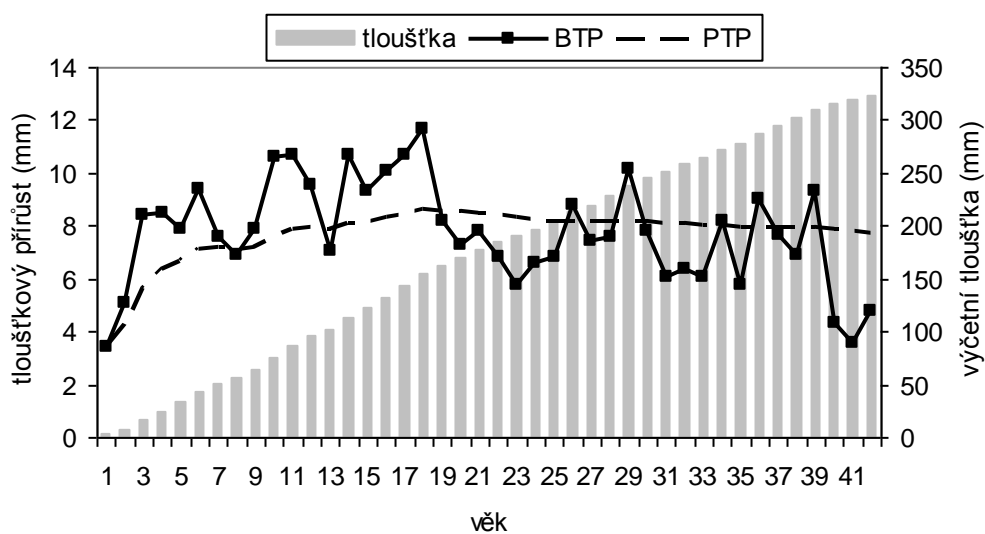
Zdroj: K. Dimitrovský, Taxonomické a ekonomické zhodnocení lesnických rekultivací včetně kvalitativní stránky dřevní hmoty, závěrečná zpráva, 2012

Růst smrku ztepilého na výsypce Vilém

Stáří vzorníku je odhadováno na zhruba 50 let, jelikož na něm bylo stanoveno celkem 42 letokruhů (ve výčetní výšce).

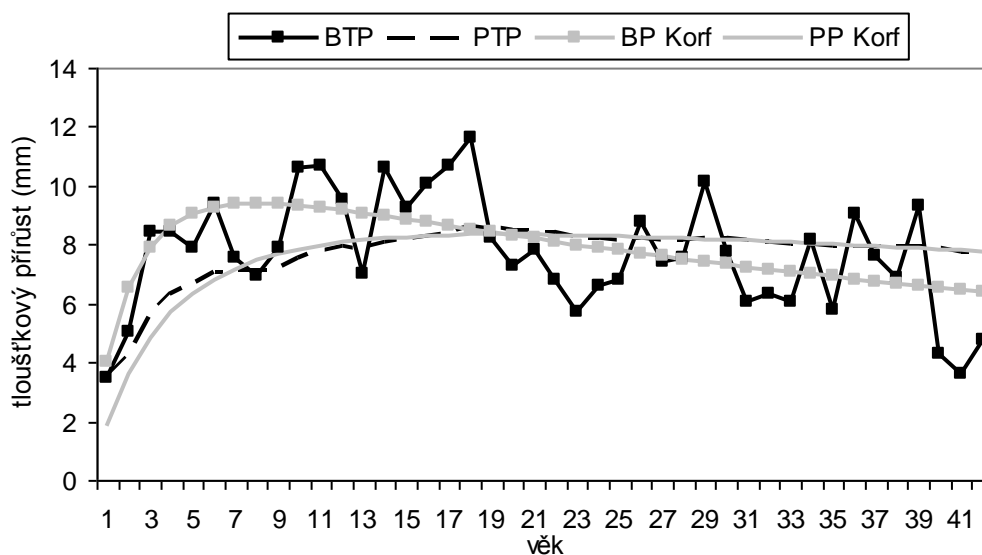
Obrázky č. 6 a 7 znázorňují průběh tloušťkového růstu. Zmíněný růst je celkem rovnoměrný, s výraznějším průběhem v prvních třiceti letech věku a s pozvolným poklesem. To je také dokázáno kulminační dobou obou přírůstů. U běžného přírůstu, tedy u aktuální rychlosti růstu, došlo ke kulminaci už ve 20 letech věku stromu. Průměrný roční tloušťkový přírůst dosáhl svého maxima až v 41 letech. Velice dobré růstové podmínky tohoto porostu jsou podloženy hodnotami ročních tloušťkových přírůstů, které lze označit jako velmi vysoké. To vše je potvrzeno dosaženou výčetní tloušťkou 32,4 cm bez kůry ve věku pouhých padesáti let.

Obrázek č. 6: Průběh vývoje výčetní tloušťky a tloušťkového přírůstu vzorníku smrku



Zdroj: K. Dimitrovský, Taxonomické a ekonomické zhodnocení lesnických rekultivací včetně kvalitativní stránky dřevní hmoty, závěrečná zpráva, 2012

Obrázek č. 7: Průměrný a běžný tloušťkový přírůst smrku vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí



Zdroj: Dimitrovský, Taxonomické a ekonomické zhodnocení lesnických rekultivací včetně kvalitativní stránky dřevní hmoty, závěrečná zpráva, 2012

7. Závěr

Obnova krajiny je v současnosti velice aktuálním tématem a lesnické rekultivace jsou nejrozšířenější, dalo by se říci tradiční, metodou nápravy následků těžby v obou severozápadních pánvích, jak v Sokolovské, tak také v Mostecké. Je jasné, že takový zásah nepřinese výsledky přes noc, je zapotřebí trpělivosti a ochoty neustále pečovat o založené porosty. Díky velkému rozmachu a rozsahu lesnických rekultivací jsou dlouhodobými výzkumy a sledováními k dispozici stále nové informace o chování porostů na nepříznivých substrátech. Na základě dosavadních výsledků je již v dnešní době možné určení vhodnosti či nevhodnosti jednotlivých druhů dřevin na různých typech výsypkových stanovišť.

Právě ze získaných výsledků výzkumů byly v práci zanalyzovány a posouzeny geologické podmínky výsypek v zájmovém území, dále byly popsány postupy pro zajištění kvalitního půdního profilu a zároveň vymezena kritéria volby dřevin pro nově vznikající lesní porost. Díky čerpání informací z publikací a zdrojů opravdových odborníků z tohoto rekultivačního odvětví, může tato práce posloužit jako doplňkový nebo srovnávací materiál pro budoucí výzkum.

Rekultivační problematiku je možné, poměrně trefně, shrnout tvrzením, že ač se zdá být krajina po těžebních a průmyslových činnostech zcela zdevastovaná a bez života, opak je pravdou. Skýtá mnoho možností pro začátek nové éry budování a vytváření lepšího a nově využitelného prostředí a nezáleží na tom o jaký druh rekultivace se jedná. Veškeré způsoby jsou schopné následky těžby zmírnit, v některých případech dokonce zcela odstranit. Je ovšem potřeba zasáhnout včas nebo ještě lépe, počínat si do jisté míry takovým způsobem, aby rekultivací nebylo zapotřebí.

8. Seznam použité literatury

Čermák P. a kol., 1999: Rekultivace území devastovaných báňskou činností v oblasti severočeského hnědouhelného revíru (metodika pro praxi). VÚMOP Praha, 93 s.

Darmer G., 1955: Biologische Grundlagen zur Wiederurbarmachung von Kippen und Halden. Die Wiederurbarmachung der Kippen und Halden in Senftenberger Braunkohlenrevier. Cottbus.

Davis G., Melton R.E., 1963: Trees for graden strip - mine spoils. The Pennsylvania State Forestry School Res. Paper No. 32.

Dedera F., 1975: Výzkum ovocnářského využití výsypek a rajonizace sadů zakládaných na devastované půdě v revíru SHD. Závěrečná zpráva, VÚM, Praha.

Dimitrovský K., 1972: Stanovení infiltrace recentních útvarů - výsypek v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru (SHR). Vodní hospodářství A.

Dimitrovský K., 1976: Lesnická rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru. VÚM, Praha - Zbraslav, 220 s.

Dimitrovský K., 1976: Volba druhu dřevin a způsoby jejich pěstování na výsypkách. Lesnická práce č. 6.

Dimitrovský a kol., 1984: Rekultivační arboretum na Sokolovsku. Lesnická práce č. 3.

Dimitrovský K., Vesecký J., 1989: Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů. Státní zemědělské nakladatelství, Praha, 132 s.

Dimitrovský K., 1999: Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. ÚZPI, Metodiky pro zemědělskou praxi č. 14, Praha, 66 s.

Dimitrovský K., 2001: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, a.s., Sokolov, 191 s.

Dimitrovský K., Nechanický M., 2004: Závěrečná zpráva projektu „Sledování vývoje a stavu kultur lesnické rekultivace Březno IX.“. ČZU v Praze, Unico Agric.

Dimitrovský K., 2005: Kategorizační procesy obnovy krajiny postižené báňskou a ostatní průmyslovou činností. Dílčí závěrečná zpráva ČZU, Praha.

Dimitrovský K., Kunt M., 2007: Řešení obnovy přírodních složek průmyslové krajiny v systému půda - voda - vegetace - ovzduší. Dílčí závěrečná zpráva, ČZU, Praha.

Dimitrovský K. a kol., 2008: Zkušenosti s pěstováním jasanů na výsypkových stanovištích Sokolovska. In: Jasan - strom roku 2008. Konference Kostelec nad Černými lesy, listopad 2008, ISBN 978-80213-1847-2, 19 - 25 s.

Dimitrovský K., Kunt M., 2008: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. Dílčí zpráva, ČZU, Praha, 13 s.

- Dimitrovský K., 2012:** Taxonomické a ekonomické zhodnocení lesnických rekultivací včetně kvalitativní stránky dřevní hmoty. Závěrečná zpráva, Praha, 82 s.
- Frouz J., Pöpperl J., Příkryl I., Štrudl J., 2007:** Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26 s.
- Jonáš F., Semotán J., 1958:** Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v Severočeském hnědouhelném revíru. VÚM, Praha.
- Jonáš F., 1961:** Rekultivace záruka obnovy průmyslové krajiny. Ochrana přírody č. 1.
- Jonáš F., 1972:** Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v Severočeském hnědouhelném revíru. VÚM, Zbraslav.
- Jonáš F., Dimitrovský K., 1972:** Hydropedologická charakteristika výsypkových zemin v oblasti SHR a HDBS. Dílčí závěrečná zpráva, VÚM, Praha.
- Jonáš F., 1986:** Rekultivace devastovaných půd. VŠZ, Praha.
- Kutílek M., 1963:** Stanovení specifického povrchu půd a zemin. Práce ČVUT I č. 3, SPN, Praha.
- Patejdl C., 1974:** Zemědělská rekultivace výsypek a oblastí narušených průmyslovou činností. VÚM, Praha, 240 s.
- Patejdl C. a kol., 1978:** Zemědělská rekultivace v oblastech povrchové těžby nerostných surovin (uhlí). Metodika ÚVTIZ č. 20, 59 s.
- Pöpperl J., 2008:** Vliv geologických charakteristik na tvorbu půd na výsypkách Sokolovské hnědouhelné pánve. Disertační práce.
- Prokop V., 2001:** I tudy kráčely dějiny. Sokolovská uhelná, a.s., 235 s.
- Špiřík F., 1970:** Lesnické meliorace převýšených výsypek a hald v oblasti SHR. DZZ, VÚM.
- Špiřík F., Dederá F., 1987:** Metodické pokyny - Racionalizace zemědělských rekultivačních postupů v oblasti SHD. VÚZZP, Praha.
- Špiřík F., 1992:** Racionalizace lesnických území devastovaných báňskou činností v oblasti SHR komplexními opatřeními. Metodika VÚMOP 8, 29 s.
- Štýs S. a kol., 1981:** Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha, 678 s.

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Retenční nádrž na Sokolovsku (výsypka Velká Loketská)

Obrázek č. 2: Jílovce cyprisové a vulkanodetritické série

Obrázek č. 3: Lesnické rekultivace na výsypce Pruněřov

Obrázek č. 4: Letecký pohled na koupaliště Michal na Sokolovsku

Obrázek č. 5: Graf znázorňující základní růstové hodnoty dubu zimního a dubu letního

Obrázek č. 6: Průběh vývoje výčetní tloušťky a tloušťkového přírůstu vzorníku smrku

Obrázek č. 7: Průměrný a běžný tloušťkový přírůst smrku vyrovnaný Korfovou růstovou funkcí

9. Přílohy

Příloha č. 1: Tabulka rekultivační klasifikace dřevin a keřů

dřeviny a keře velmi vhodné	+
dřeviny a keře vhodné	++
dřeviny a keře méně vhodné	+++
dřeviny a keře nevhodné	++++

A - JEHLIČNATÉ

<i>Abies alba</i> - jedle bělokorá	++
<i>Abies grandis</i> Lindl - jedle obrovská	+
<i>Abies concolor</i> Hoopes - jedle ojiněná	++
<i>Larix decidua</i> Mill - modřín opadavý	+
<i>Larix sudetica</i> Mill - modřín sudetský	+
<i>Picea engelmanni</i> Engelm - smrk Engelmannův	++
<i>Picea excelsa</i> Limk - smrk ztepilý	++
<i>Picea mariana</i> B.S.P. - smrk černý	++
<i>Picea omorica</i> Purk - smrk omorika	+
<i>Picea pungens</i> Engelm - smrk pichlavý	++
<i>Picea sitchensis</i> Carr - smrk sitka	++++
<i>Pinus banksiana</i> Lamb - borovice banksovka	+++
<i>Pinus contorta</i> Dougl. - borovice pobřežní	+
<i>Pinus murrayana</i> S.Wats - borovice Murrayova	+
<i>Pinus jeffreyi</i> Balf - borovice Jeffreyova	++
<i>Pinus nigra</i> Arn - borovice černá	+
<i>Pinus ponderosa</i> Dougl - borovice těžká	+
<i>Pinus silvestris</i> L. - borovice lesní	++
<i>Pinus strobus</i> L – borovice vejmutovka	++++
<i>Pseudotsuga taxifolia</i> Britt - douglaska tisolistá	+
<i>Taxus baccata</i> L. - tis obecný	++

B - LISTNATÉ

<i>Acer campestre</i> L – javor babyka	++
<i>Acer negundo</i> L - javor jasanolistý	++
<i>Acer platanoides</i> - javor mléč	++
<i>Acer pseudoplatanus</i> L - javor klen	+
<i>Aesculus hippocastanum</i> L - jírovec maďal	++
<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn - olše lepkavá	+
<i>Alnus incana</i> (L.) Moench - olše šedá	+
<i>Alnus viridis</i> (Chaix) DC - olše zelená	++
<i>Amorpha fruticosa</i> L - netvařec křovitý	+
<i>Berberis vulgaris</i> L - dřišťál obecný	+++
<i>Betula papyrifera</i> Marsch - bříza papírovitá	++
<i>Betula pubescens</i> Ehrh - bříza pýřitá	++
<i>Betula verucosa</i> Ehrh - bříza bradavičnatá	+
<i>Caragana arborescens</i> Lam - čimišník obecný	+
<i>Carpinus betulus</i> L - habr obecný	+
<i>Chaenomeles japonica</i> Lindl - kdoulovec japonský	++
<i>Cornus sanguinea</i> L - svída krvavá	+
<i>Corylus colurna</i> L - líska turecká	+
<i>Crataegus oxyacantha</i> L - hloh obecný	++
<i>Crataegus submollis</i> Sarg - hloh pýřitolistý	+
<i>Elaeagnus angustifolia</i> L - hlošina úzkolistá	++
<i>Elaeagnus comutata</i> Kott - hlošina stříbrná	+
<i>Euonymus europaea</i> L - brslen evropský	++
<i>Fagus sylvatica</i> L - buk lesní	++++
<i>Forsythia viridissima</i> Lindl - zlatice nazelenalá	+
<i>Fraxinus americana</i> L - jasan americký	+++
<i>Fraxinus excelsior</i> L - jasan ztepilý	++
<i>Fraxinus ornus</i> L - jasan zimnář	+++

<i>Hippophae rhamnoides</i> - rakytník úzkolistý	+
<i>Juglans nigra</i> L - ořešák černý	+++++
<i>Ligustrum vulgare</i> L - ptačí zob obecný	++
<i>Lonicera tatarica</i> L - zimolez tatarský	+++
<i>Physocarpus opulifolius</i> Maxim - tavola kalinolistá	++
<i>Platanus acerifolia</i> Willd. - platan javorolistý	+++++
<i>Populus alba</i> L - topol bílý, linda	++
<i>Populus marilandica</i> Car - topol marilandský	+
<i>Populus balsamifera</i> L - topol balzámový	++
<i>Populus nigra</i> L - topol černý	+
<i>Populus simonii</i> Car - topol Simonův	++
<i>Populus tremula</i> L - topol osika	+
<i>Populus trichocarpa</i> Torr. of Gray - topol západní balzámový	+++
<i>Populus berolinensis</i> Kott - topol berlínský	++
<i>Potentilla fruticosa</i> L - mochna křovitá	+++
<i>Prunus mahaleb</i> L – mahalebka obecná	++
<i>Prunus padus</i> L - střemcha hroznovitá	+
<i>Pyracantha coccinea</i> Rocm - hlohyně ohnivá	++
<i>Quercus petraea</i> Liebl - dub zimní	+
<i>Quercus robur</i> L - dub letní	+
<i>Quercus rubra</i> L - dub červený	+
<i>Ribes alpinus</i> L - meruzalka alpská	++
<i>Salix caprea</i> L - vrba jíva	++
<i>Salix viminalis</i> L - vrba košíkářská	+
<i>Salix fragilis</i> – vrba křehká	+
<i>Sambucus nigra</i> L - bez černý	+
<i>Sambucus racemosa</i> L - bez červený	++
<i>Sorbus aucuparia</i> L - jeřáb ptačí	+
<i>Spiraea salicifolia</i> L - tavolník vrbolistý	++

<i>Symphoricarpus albus</i> Blacke - pámelník bílý	++
<i>Tilia cordata</i> Mill - lípa srdčitá	+
<i>Ulmus carpinifolia</i> Gleb - jilm habrolistý	+++
<i>Ulmus scabra</i> Mill - jilm drsný	+
<i>Viburnum opulus</i> L - kalina obecná	+++

Zdroj: Dimitrovský K., 1999: Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. ÚZPI, Metodiky pro zemědělskou praxi č. 14, Praha, 66 s.

Příloha č. 2: Smrková provenience na výsypce Dvory v Sokolovském regionu



Zdroj: Dimitrovský, Obnova vegetace formou rekultivací na Sokolovsku (lesnické arboretum Antonín), prezentace k příležitosti konference konané v Opavě 18.6.2008

Příloha č. 3: Kombinace zemědělské a lesnické rekultivace na Sokolovsku



Příloha č. 4: Borovice pokroucená na odkališti Pruněřov I na Mostecku



Zdroj: Dimitrovský, Obnova vegetace formou rekultivací na Sokolovsku (lesnické arboretum Antonín), prezentace k příležitosti konference konané v Opavě 18.6.2008

Příloha č. 5: Zemědělská rekultivace výsypky Velká Loketská

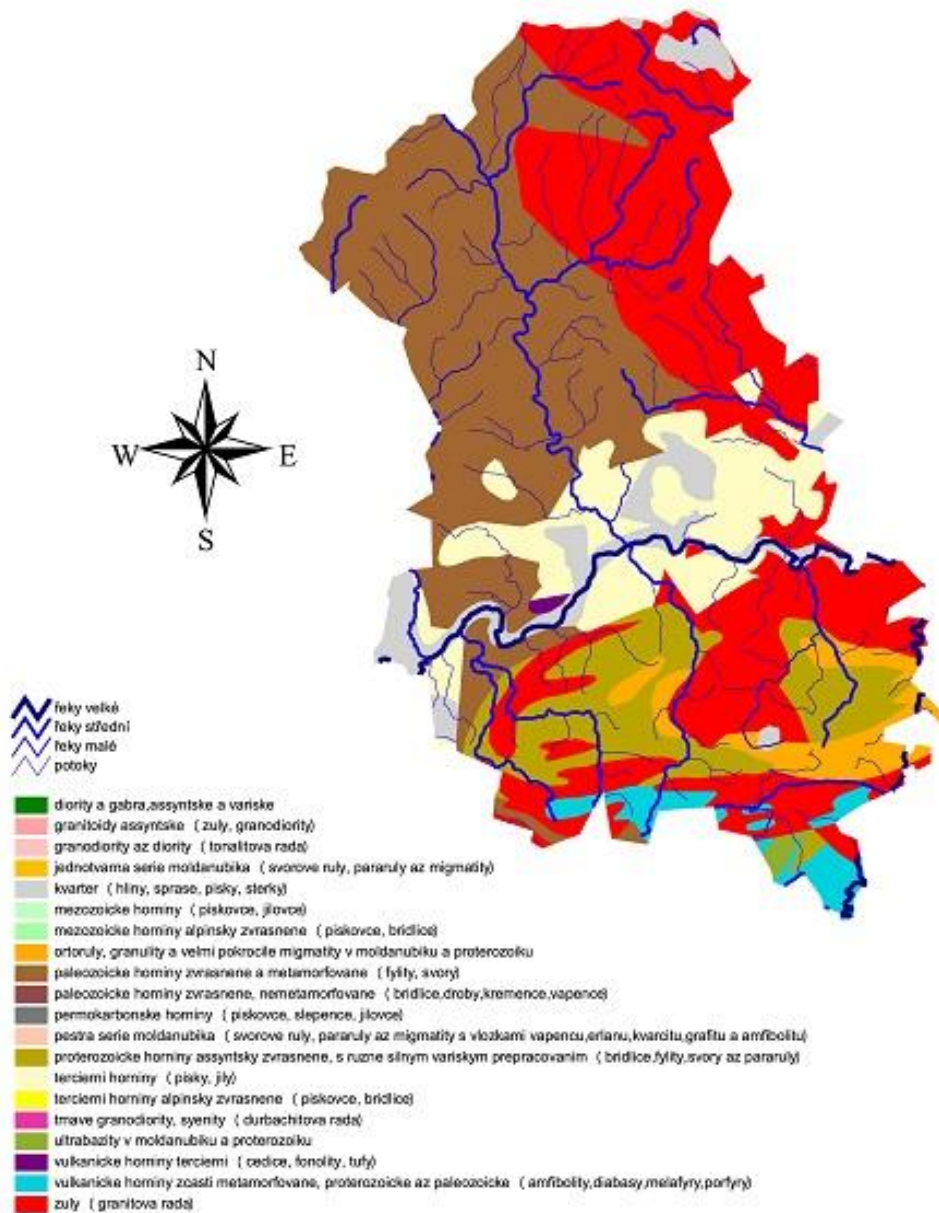


Příloha č. 6: Pokusná plocha smrku omoriky v lesnickém arboretu Antonín



Zdroj: Dimitrovský, Obnova vegetace formou rekultivací na Sokolovsku (lesnické arboretum Antonín), prezentace k příležitosti konference konané v Opavě 18.6.2008

Geologické poměry



Zdroj: K. Dimitrovský, Tvorba nové krajiny na Sokolovsku, 2001