

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA
V PRAZE**

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA APLIKOVANÉ EKOLOGIE



DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání biomasy a ekonomické bilance lesních porostů na Velké Podkrušnohorské výsypce s porosty nacházející se mimo výsypku

Vedoucí práce: Ing. Ondřej Cudlín, Ph.D.

Diplomant: Bc. Jan Timko

2015

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra aplikované ekologie

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Jan Timko

Regionální environmentální správa

Název práce

Porovnání biomasy a ekonomické bilance lesních porostů na Velké Podkrušnohorské výsypky s porosty nacházející se mimo výsypku

Název anglicky

Comparison of biomass and economic balance of forest stands in the Great Podkrušnohorská spoil heap with stands located outside the spoil heap

Cíle práce

1. Stanovení biomasy a ekonomické bilance pro lesnický rekultivované plochy na výsypce a pro lesní porosty mimo výsypku.
2. Srovnání vybraných lesnický rekultivovaných ploch pomocí ekonomické bilance na výsypce s plochami mimo výsypku.

Metodika

Ekonomická bilance bude provedena na vybraných plochách Velké Podkrušnohorské výsypky a plochách nacházejících se mimo těleso výsypky. Bude se jednat o listnaté a jehličnaté rekultivované lesy a lesy mimo výsypku. Na každé zájmové ploše o velikosti 60x25 m budou sečteny všechny stromy po jednotlivých druzích. Bude změřena výčetní tloušťka a výška pomocí výškoměru vždy minimálně u tří jedinců stejné věkové kategorie a stejného druhu. Stáří porostů bude stanoveno pomocí kontrolních vrtů minimálně u 3 jedinců stejného druhu a to ve třech fázích růstu, kdy je třeba zachytit strom nejstarší, středně starý a nejmladší. Vrty budou provedeny Presslerovým nebozezem do poloviny šířky kmene. Na základě změřených dat budou spočteny současné biomasy lesních porostů u vybraných ploch. Do obou bilancí budou kromě výnosů započítány i náklady na založení jednotlivých porostů. Bilance mezi náklady a výnosy budou přepočteny na plochu 1ha a budou interpretovány na základě dostupných rekultivačních a lesnických podkladů.

Doporučený rozsah práce

50 stran včetně příloh.

Klíčová slova

rekultivace, lesní porosty, ekonomická bilance

Doporučené zdroje informací

ČZU v Praze. Vyd. Lesnická práce, Kostelec nad Černými lesy. 108 p.

Frouz, J., Popperl, J., Přikryl, I., Štrudl, J., 2007: Tvorba nové krajiny na Sokolovsku.

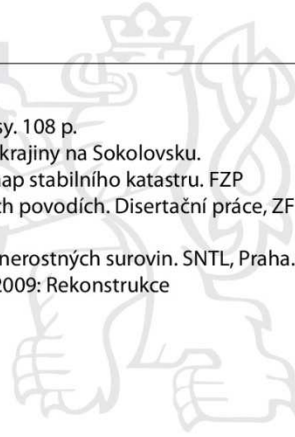
historického využití krajiny Sokolovska-Krajina v zrcadle map stabilního katastru. FZP

Plch, R., 2013: Možnosti ovlivňování bilance uhlíku v malých povodích. Disertační práce, ZF JČU, 176p.

Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov, 26 p.

Štýs, S. et al., 1981: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL, Praha.678 p.

Trpáková, I., Trpák, P., Sklenička, P., Skaloš, J., Engstová, B., 2009: Rekonstrukce



Předběžný termín obhajoby

2015/06 (červen)

Vedoucí práce

Ing. Ondřej Cudlín, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 19. 3. 2015

prof. Ing. Jan Vymazal, CSc.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 26. 3. 2015

prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Ondřeje Cudlína, Ph.D., a že jsem uvedl všechny literární zdroje, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 22. 4. 2015

.....

Jan Timko

PODĚKOVÁNÍ

Poděkování patří mému vedoucímu diplomové práce, panu Ing. Ondřejovi Cudlínovi, Ph.D., za jeho věcné připomínky, Janě Vaníčkové za spolupráci při sběru vzorků a dat, Tereze Mikoláškové za spolupráci při hodnocení výsledků, Lucii Chalupkové za zapůjčení techniky, rodině a přátelům, kteří mě podporují při studiu.

V Praze dne 22. 4. 2015

.....

Jan Timko

ANOTACE

Hlavním cílem práce bylo porovnání biomasy a ekonomické bilance rekultivovaných lesních porostů na Velké Podkrušnohorské výsypce s hospodářskými lesními porosty nacházející se mimo výsypku. Na všech sledovaných plochách bylo v průběhu roku 2014 provedeno podrobné dendrologické šetření. Cílem průzkumu bylo zhodnocení biometrických charakteristik dřevin porostu na všech sledovaných plochách, potřebných pro stanovení ekonomické bilance.

Kvantifikace objemu dřevní hmoty na sledovaných lokalitách byla stanovena pomocí lokálních alometrických rovnic. Jako vstupní parametry byly použity naměřené biometrické charakteristiky. Hodnoty ekonomické bilance byly určeny na základě rozdílů nákladů a zisků, stanovených pomocí hospodářských metodik ÚHÚL. Díky rozdílným taxačním parametrům sledovaných ploch byla pro ekonomickou bilanci použita srovnávací ekonomická a růstová prognóza, ve které je uvažována věková struktura porostu 80. let.

Z analýzy naměřených biometrických parametrů je patrné, že se od sebe většina ploch statisticky významně nelišila. Z ekonomického hlediska se od sebe plochy na výsypce a v okolí ve stáří 80. let také výrazně nelišily. Tyto výsledky ale nebyly statisticky testovány. Z celkového ekonomického pohledu jsou však v porovnání s hospodářským porostem v okolí rekultivované plochy zatíženy vysokými počátečními investicemi, které svým objemem převyšují potenciální návratnost. Tato skutečnost vyplývá z možného nadhodnocení nákladů celého projektu rekultivace Velké podkrušnohorské výsypky.

Klíčová slova: těžba, rekultivace, lesní porosty, ekonomická bilance, sukcese, Sokolovsko.

ABSTRACT

The main aim of this work was to compare the biomass and economic balance of the reclaimed forest stands on Velká podkrušnohorská výsypka with economic forests outside the dump. On all reporting areas was carried out in the course of the year 2014 detailed dendrological investigation. The aim of the survey was the appreciation of the biometric characteristics of woody vegetation on all of the areas necessary for the determination of the economic balance. The quantification of the volume of wood on the monitored locations was determined by using the local allometric equations. As input parameters have been applied to the measured biometric characteristics.

The economic value of the balance of payments have been determined on the basis of differences in the costs and profits, set out by the economic methodologies ÚHÚL. Thanks to the different parameters of taxonomic areas for the economic balance has been used comparative economic growth forecast, which is considered the age structure of the stand of 80 years.

From the analysis of the measured biometric parameters, it is evident that most areas from each other statistically significantly different. From an economic point of view, from the desktop to a dump and around at the age of 80. years also greatly different. These results but have not been statistically tested. From an overall economic point of view, however, in comparison with the economic growth in the area of reclaimed areas of high initial investments, their volume in excess of potential returns. This fact follows from the possible overestimation of the cost of the entire project, the reclamation of Great podkrušnohorská výsypka.

Keywords: mining, reclamation, forest stands, economic balance, succession, Sokolovsko.

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1 ÚVOD | 11 |
| 2 CÍLE PRÁCE | 12 |
| 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE | 13 |
| 3.1 Těžba – historie a současnost | 13 |
| 3.2 Rekultivace | 15 |
| 3.3 Historie Rekultivací | 15 |
| 3.4 Rekultivační fáze | 17 |
| 3.5 Zemědělská rekultivace | 18 |
| 3.6 Hydrická rekultivace | 19 |
| 3.7 Ostatní rekultivace | 19 |
| 3.8 Lesnická rekultivace | 19 |
| 3.9 Lesní management | 21 |
| 3.10 Lesnické rekultivace v Sokolovském regionu | 22 |
| 3.11 Sukcese | 24 |
| 3.12 Sukcesní vývoj na výsypkách | 26 |
| 3.13 Výsypky | 27 |
| 3.14 Primární produkce | 28 |
| 3.15 Dynamika přírůstku lesní biomasy | 29 |
| 3.16 Kvantifikace biomasy lesních porostů | 29 |
| 4 METODIKA | 32 |
| 4.1 Charakteristika území | 32 |
| 4.2 Sokolovská pánev | 32 |
| 4.2.1 Geomorfologická charakteristika | 32 |
| 4.2.2 Geologická charakteristika | 32 |
| 4.2.3 Klima | 33 |
| 4.2.4 Hydrologické poměry | 34 |

| | |
|--|----|
| 4.2.5 Potenciální lesní vegetace Sokolovské pánve | 34 |
| 4.2.6 Borové a habrové doubravy (Acidofilní doubravy) | 34 |
| 4.2.7 Mokřadní olšiny | 35 |
| 4.2.8 Xerothermní doubravy | 35 |
| 4.2.9 Velká podkrušnohorská výsypka | 36 |
| 4.3 Charakteristika lokalit | 38 |
| 4.4 Terénní výzkum a zpracování dat | 39 |
| 4.5 Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách VPV | 41 |
| 4.6 Ekonomická bilance na kontrolních plochách v okolí VPV | 43 |
| 4.7 Statistické zpracování dat..... | 44 |
| 4.8 Mnohospměrná analýza | 44 |
| 5 VÝSLEDKY | 45 |
| 5.1 Celková produkce dřevní hmoty na rekultivovaných plochách VPV - současnost | 45 |
| 5.2 Celková produkce dřevní hmoty na kontrolních plochách mimo VPV - současnost | 47 |
| 5.3 Celková produkce dřevní hmoty na rekultivovaných plochách VPV - prognóza | 48 |
| 5.4 Celková produkce dřevní hmoty na kontrolních plochách mimo VPV – prognóza..... | 50 |
| 5.5 Statistické vyhodnocení dat..... | 51 |
| 5.6 Mnohospměrná analýza dat | 53 |
| 5.6.1 PCA Analýza..... | 53 |
| 5.6.2 RDA Analýza | 54 |
| 5.7 Ekonomická bilance | 55 |
| 5.7.1 Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách VPV | 55 |
| 5.7.2 Ekonomická bilance na kontrolních plochách mimo VPV | 56 |
| 5.7.3 Porovnání ekonomické bilance na VPV a okolí – současnost | 57 |

| | |
|---|----|
| 5.7.4 Porovnání ekonomické bilance na VPV a okolí – prognóza..... | 58 |
| 6 DISKUZE..... | 59 |
| 7 ZÁVĚR | 62 |
| 8 POUŽITÉ ZDROJE: | 64 |
| 9 PŘÍLOHY: | 72 |

1 ÚVOD

Povrchová těžba nerostných surovin má nepříznivý dopad na životní prostředí. Podkrušnohorská oblast patří v rámci České republiky mezi regiony, ve kterých byla krajina díky těžbě nejvíce devastována. Komplexní obnova postižených oblastí je pro její další vývoj krajiny nevyhnutelná. Souborem zásahů, které v krajině zahlazují stopy negativní antropogenní činnosti, a navrácí území postiženému těžbou její původní krajinný ráz, jsou rekultivace. Současný trend rekultivačních zásahů preferuje provádění lesnických rekultivačních postupů, zejména kvůli schopnosti lesních ekosystémů navracet krajině její ekologický potenciál a vlastnosti přírodního prostředí.

Na Sokolovsku je vlivem povrchové těžby hnědého uhlí postiženo 9000 ha krajiny, přičemž je převážná část těchto ploch obnovována lesnickou rekultivací.

Práce se zabývá komparací struktury a variability vegetace biomasy, objemu dřevní hmoty a ekonomické bilance lesních společenstev na vybraných lesních plochách Velké podkrušnohorské výsypky a na kontrolních lesních hospodářských plochách v její sousední kulturní krajině.

2 CÍLE PRÁCE

Stanovení objemu dřevní hmoty a ekonomické bilance pro vybrané lesnický rekultivované plochy na výsypce a pro porosty mimo lesní výsypku.

Srovnání vybraných lesnický rekultivovaných ploch pomocí ekonomické bilance na výsypce s plochami mimo výsypku.

3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

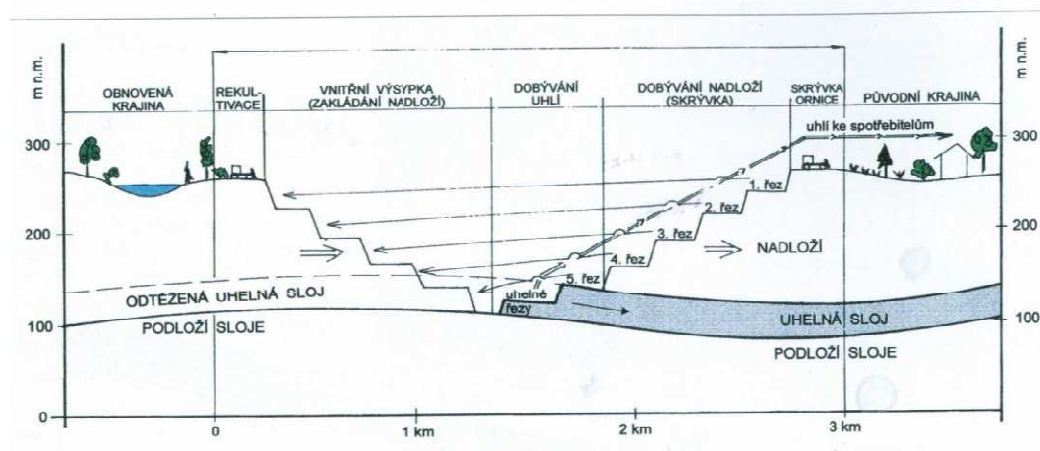
3.1 Těžba – historie a současnost

Dobývání nerostných surovin je praktikováno dvěma základními způsoby, do kterých patří těžba hlubinná a těžba povrchová (Štýs, 1981).

Hlubinné dobývání je založeno na realizaci podzemní sítě tunelů a štol, které prochází ložiskem. Velkou nevýhodou hlubinné těžby je zejména její menší obsáhlost. Těžební činnost se negativně projevuje na hydrologickém režimu, který je geologickými změnami (pokles, propad jednotlivých vrstev nadloží) narušen, či pozměněn (Dimitrovský, 2001).

Povrchová těžba (Obr. 1) svým charakterem významně ovlivňuje celé své prostředí. Narušuje geomorfologický ráz krajiny, přetváří její prostorovou a výškovou strukturu. Tyto změny způsobují narušení hydrogeologické dispozice v okolí lomu. Zvyšuje se riziko vysychání, postupně dochází k stárnutí podzemní vody v okolí lomu (Štýs, 1981).

Prostředí bývá uměle odvodňováno instalovanými drenážemi a umělou vodotečí, které zvyšují riziko kontaminace povrchových vod toxickými důlními vodami. Tyto geomorfologické změny se mohou podílet na změnách v mikro-mezoklimatu v okolí lomu. Půdní pokryv bývá odstraněn na celé ploše a tím dochází k významné půdní erozi. Na základě těchto změn je zřejmé, že při povrchové těžbě dochází k významné devastaci přírodního prostředí (Bradshaw, 1997).



Obr. 1: Schéma povrchového lomu, Autor: (Beneš et al., 2004).

Hornická činnost má v okolí Slavkovského lesa více jak tisíciletou tradici. V středověku docházelo k povrchové těžbě měkkých kovů, zejména cínu, mědi a stříbra. První písemný doklad o těžbě uhlí na Sokolovsku pochází z roku 1642. Jde o zápis v městské kronice města Horní Slavkov pojednávající o výpůjčce uhelného dolu u města Loket (Jiskra, 2012).

Masivnější těžba uhlí začala v polovině 19. století. V loketském revíru je v roce 1826 zaznamenáno 36 významnějších důlních děl. V roce 1886 dosáhl vytěžený uhelný materiál hranice jednoho milionu tun. V této době se surové kamenné uhlí dobývalo hlavně hlubinnou těžbou prováděnou nad hladinou podzemní vody. Touto metodou však nebyl zcela využit potenciál hnědouhelné sloje. Po roce 1945 dochází s nástupem výkonnější techniky k pozvolnému přeházení k efektivnějšímu způsobu těžby - povrchovému dobývání nerostných surovin (Tab. 1) (Jiskra, 2000).

Tab. 1: Podíl jednotlivých způsobů těžby na Sokolovsku, Zdroj: (Štrúdl, 2001).

| Rok | Celkem | Hlubiny | % | Lomy |
|------|------------|-----------|-------|------------|
| 1946 | 4 702 188 | 2 479 611 | 52,70 | 2 222 577 |
| 1954 | 9 062 088 | 2 682 521 | 29,60 | 6 379 567 |
| 1966 | 17 646 088 | 1 046 963 | 5,90 | 16 602 125 |
| 1971 | 20 088 006 | 599 151 | 3,00 | 19 488 855 |
| 1983 | 22 608 338 | 525 014 | 2,30 | 22 083 324 |
| 1990 | 16 466 205 | 288 000 | 1,75 | 16 178 205 |
| 1995 | 11 159 171 | - | | 11 159 171 |
| 2000 | 10 302 760 | - | | 10 302 760 |

V současné době je těžba soustředěna do dvou povrchových dolů, kterými jsou důl Jiří a důl Družba. Každoročně se na těchto dvou lokalitách vytěží přibližně 10 milionů tun hnědé uhlí, přičemž lom Jiří má na těžbě hlavní podíl. Předpokládá se, že od začátku těžební činnosti na Sokolovsku byla do poloviny roku 1997 vytěžena jedna miliarda tun hnědé uhlí (Frouz et al., 2007).

3.2 Rekultivace

Území narušené povrchovou těžbou hnědého uhlí je velmi specifickou subkategorií kulturní krajiny. Antropogenní činnost je v takové krajině v hlubokém kontrastu s její přirozenou podstatou. Těžba ovlivňuje všechny krajinné složky a funkce, ekosystémy v oblasti bývají devastovány, proces spontánního vývoje je nenávratně narušen. Diverzita druhů bývá v oblasti značně redukována, povrchová těžba také nevratně postihuje osobitý výraz krajiny (Pecharová et Hejny, 1998).

Existují však postupy, kterými lze po ukončení těžby vrátit krajině její původní hodnotu, polyfunkčně relativně vyváženou. Rekultivace by se dala definovat jako souhrn zásahů zahlazujících nežádoucí antropogenní činnost v krajině (Volný, 1985).

3.3 Historie Rekultivací

První písemný doklad dokazující rekultivační zásahy nalezneme ve Všeobecném zákoně horním č. 146/1894 Rakousko-uherské monarchie (Štefanovič, 2004).

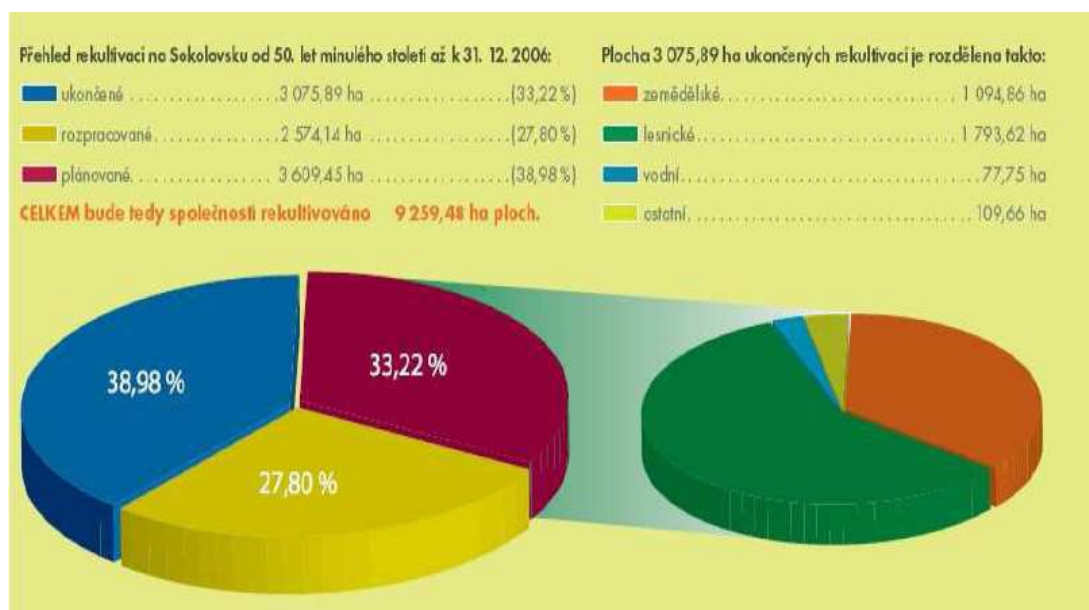
Území Podkrušnohoří se díky rozsáhlé důlní činnosti stalo vhodnou lokalitou pro obnovu těžbou narušeného území. Díky tomu byla v roce 1888 Zemskou zemědělskou radou v Duchcově zřízena Rekultivační expozitura, která svou činností pokrývala sanační zásahy do krajiny na severu Čech (Vráblíková et al., 2008).

Z iniciace Zemské zemědělské rady v roce 1910 byly započaty první rekultivační zásahy na Sokolovsku. V roce 1912 se začíná s pokusnou výsadbou javoru na několika poddolovaných pozemcích. Tyto pionýrské pokusy byly bohužel spíše neúspěšné. Část vysazovaných stromků byla ničena hospodářskými zvířaty, zbylá část uhynula díky suchu. Ve 20. letech 20. století pokračovaly rekultivační zásahy vysazováním dřevin. Nejvíce se vysazovaly dvouleté sazenice břízy bělokoré (*Betula pendula*) a borovice černé (*Pinus nigra*). V roce 1931 je vymezeno 154 ha plochy území vhodných k rekultivačním zásahům. Plochu těchto území se podařilo do roku 1936 upravit na 65 ha.

Do roku 1938 se zrekultivovalo území zasažené povrchovou těžbou o rozloze 163 ha, zrekultivované území zasažené hlubinnou těžbou mělo rozlohu 41 ha. Na základě příkazu státní správy v roce 1938 bylo praktikováno německé báňské zákonodárství, podle kterého museli těžaři provozující hornickou činnosti zpracovávat plán skrývky ornice a lomu, stabilizovat těžbou dotčené pozemky, vést evidenci o důlní činnosti, zpracovat rekultivační plán a podávat výroční zprávy (Beran, 2000).

V období II. světové války rekultivační činnost téměř ustala. Po skončení II. světové války se zvýšily nároky na produkci těžby nerostných surovin. Ke konci 50. let 20. století byl vyhotoven Generel rekultivací, který sloužil jako odborný podklad pro územní plánování. Jeho obsahem byla přehledá schémata rekultivačních postupů, schvalovaná Ministerstvem zemědělství (Štýs, 2001).

Současná obnova těžbou zasažených území je spravována zákonem č. 44/1988 Sb., který ukládá důlním společnostem povinnost sestavovat plán otvírky, přípravy a dobývání, přípravu a vyčíslení předpokládaných nákladů na odstranění důlních škod a na rekultivaci dotčených pozemků zasažených dobýváním výhradního ložiska. Součástí plánu je i návrh vytvoření potřebných finančních rezerv včetně návrhu časového průběhu jejich vytvoření. (Šímová, 2004).



Obr. 2: Přehledný generel rekultivací na Sokolovsku po těžbě hnědého uhlí, Zdroj: (Frouz et al., 2007).

Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. má bohatou tradici dobývání a zušlechťování hnědého uhlí na Sokolovsku. Společnost také zastává významnou roli v oblasti rekultivace a revitalizace narušené krajiny, spolupracuje s Výzkumným ústavem meliorací a ochrany půdy a dalšími vědeckovýzkumnými společnostmi, zabývajícími se praktickou aplikací rekultivačních postupů v krajině (Obr. 2) (Frouz, 1999).

3.4 Rekultivační fáze

Praktické použití rekultivačních zásahů je vymezeno charakteristickými podmínkami narušené krajinné oblasti, ale posloupnost jednotlivých rekultivačních etap je zpravidla neměnná. Během realizace těžební činnosti probíhá na území přípravná etapa, zahrnující v sobě průzkumné, koncepční a projekční aktivity. Má vysoký podíl na úspěšnosti navazujících rekultivačních procesů (Štýs, 1981).

V následující biotechnické etapě dochází k realizaci jednotlivých stanovišť. V této fázi probíhají geomorfologické úpravy krajinného rázu, pedologické úpravy, vznikají komunikační sítě a realizována bývá hydrotechnická stabilizace území. V této etapě je nesmírně důležitá obnova půdního pokryvu jako jednoho ze základních předpokladů vytvoření funkčních ekosystémů (Štýs, 2010).

Půda je životně důležitá k vytváření vhodných podmínek pro růst vegetace a funguje jako regulační mechanismus pohybu organických látek, vody a živin v ekosystému. Obnova půdního pokryvu je ovlivněna vhodně zvolenou druhovou vegetační skladbou, půdním obhospodařováním a obnovením vodního režimu v těžbou zasaženém území (Sklenička, 2003).

Pedologické podmínky výrazně ovlivňují mikrobiální biomasu, která postupem času na místech spravovaných rekultivačními zásahy i na místech ponechaných spontánní sukcesi zvyšuje svůj objem. Z mnohých výzkumů je patrné, že zejména listnaté dřeviny vytváří příznivější podmínky pro vznik humusovitých podestýlek a substrátu, než mnohem hůře rozložitelná biomasa z jehličnatých porostů (Frouz, 1999).

Po skončení základních stabilizačních a krajínotvorných etap následuje postrekultivační fáze, ve které dochází k fragmentaci do čtyř základních procesů (Obr. 3).



Obr. 3: Formy rekultivací, Zdroj: (Štýs, 1981).

Aplikace rekultivačních postupů v krajině narušené povrchovou těžbou je dlouholetý proces, který je implikován v závazných územních plánech. Hlavním úkolem rekultivací je zajištění druhové diverzity a krajinné perspektivy (Hobbs, 1997).

3.5 Zemědělská rekultivace

Zemědělské rekultivace patří mezi nejnáročnější rekultivační procesy při obnově narušených území. Výsledným prvkem zemědělské rekultivace bývá plocha přeměněná na louku, ornou půdu, nebo vinici. Před začátkem rekultivačních postupů je vždy realizován podrobný pedologický průzkum oblasti. Výsledný efekt je podmíněn dodržением několika nutných podmínek, mezi které patří stanovení žádoucí velikosti plochy, vyhovující morfologie oblasti, vhodná vzdálenost od průmyslových center, kvalita půdního pokryvu a příčný sklon reliéfu. Dimitrovský (2001) ve své studii udává optimální velikost plochy 5 ha a sklon terénu 3 až 8 %.

Rekultivační postupy mají v zásadě dva časové cykly, závislé na způsobu použitých technologií. Běžná zemědělská rekultivace má pětiletý cyklus, rekultivační postupy aplikované přímo na cyprisové podloží bývají osmileté. Od toho se odvíjí i další rozdělení zemědělské rekultivace, na přímou, která je podmíněna vhodným výběrem kulturních zemin a nepřímou, při které bývá neúrodné podloží pokryté vrstvou ornice (Dimitrovský, 1999).

Podle Štýse (1981) je optimální převrstvení pro trvalé travní porosty 20 až 30 centimetrů. Pro obdělávané plochy by mělo být převrstvení orníci 50 centimetrů vysoké. Pro ovocné sady a vinice by měla mít souvislá krycí vrstva úrodné půdy mocnost až 100 centimetrů.

Naopak Dimitrovský (1999) udává, že je vrstva o mocnosti 50 centimetrů pro trvalé travní porosty, ornou půdu a jeteloviny dostatečná.

3.6 Hydrická rekultivace

Vlivem těžební činnosti dochází k narušení vodního režimu v krajině díky velkoplošné fragmentaci systému povrchových vod, narušení režimu podzemních vod, přeložkám a narovnáním koryt vodních toků. Hydrické rekultivační procesy krajině navracejí hydrologickou stabilitu vhodným použitím hydromelioračních a hydrotechnických nástrojů. Spočívají v částečném, nebo úplném zatopení vytěžených lomů. Obnova vodního režimu v krajině je realizována také vytvořením nové hydrologické sítě, doplněné o uměle vytvořené mokřady a retenční nádrže, regulující povrchové vody. Všechna tato opatření vytvářejí nový, přírodě blízký ekosystém (Lietgeb, 2010).

3.7 Ostatní rekultivace

Princip ostatních rekultivací spočívá ve využití funkčního potenciálu nově vytvořené krajiny. V této souvislosti hovoříme o vytváření rekreačních a sportovních areálů, golfových hřišť, naučných stezek, lesoparků a geoparků. Vznik těchto prvků v krajině zvyšuje biodiverzitu a podílí se významně na tvorbě biokoridorů a biocenter. Vznikají tak biotopy, které jsou vhodnými stanovišti pro zvláště chráněné druhy živočichů a vegetace. Například u uměle vytvořených mokřadů jsou prováděny asistované migrace obojživelníků z ohrožených míst (Krása, 2012).

3.8 Lesnická rekultivace

Lesnická rekultivace je soubor zásahů, které mají na území narušeném povrchovou těžbou smysluplně založit požadovaný soubor porostů lesních dřevin. Štýs (1981) rozděluje lesnickou rekultivaci podle funkcí na několik skupin (Tab. 2).

Tab. 2: Rozdělení lesnické rekultivace podle funkcí, Autor: (Štýs, 1981).

| Lesnická rekultivace | |
|----------------------|--|
| Dělení rekultivace | Funkce v krajině |
| Ekologická | Protierozní, půdotvorná, půdoochranná funkce. |
| Klimatvorná | Zajištění klimatické stability. |
| Hydrická | Podpora vodního režimu v krajině, zadržování vlhkosti. |
| Ekonomická | Tvorba lesní hmoty, lesních plodů, výskyt lesní fauny. |
| Mimoekonomická | Estetická, rekreační, asanační, zdravotně-hygienická funkce. |

Území vymezené lesnické rekultivaci musí splňovat určitá kritéria. Limitujícími faktory jsou sklon svahu pozemku, který by měl mít maximálně 25 % spád, členitý terén, přítomnost ochranných pásů a reliéfů a v neposlední řadě dostatečné finanční rezervy (Dimitrovský, 1999).

Úspěšná lesnická rekultivace je podmíněna vhodným výběrem vysazovaných dřevin, které mají půdoochranný a půdotvorný význam. Svým růstem totiž ovlivňují mikrobiální, mykorhizické a mykologické prostředí a mikroklimatické změny. K sadbě používané na výsypkách jsou vybírány sazenice vypěstované v okolních lesních školkách se stejnou nadmořskou výškou, u kterých je kladen důraz především na morfologické, genetické a fyziologické vlastnosti. U netypických ploch, u kterých je kladen důraz zejména na kořenový systém, jsou upřednostňovány věkově starší sazenice. Sadba sazenic je limitována klimatickými podmínkami, nejúspěšnější a nejrozšířenější bývá na jaře, zpravidla na konci dubna, kdy se začíná ihned po rozmrznutí půdního pokryvu. Na podzimní sadbu, která začíná na konci října, mají zásadní vliv povětrnostní faktory.

Samotná výsadba sazenic je prováděná zejména do vyhloubených jamek, na úrovni okolního terénu, v pozici, která odpovídá předchozímu stavu umístění sazenice v lesní školce. Metoda méně praktikované kopečkové výsadby na extrémních stanovištích spočívá ve vysazení sazenice do vyvýšeného půdního kopečku nad úroveň okolního terénu. Další vývoj dřevin závisí na způsobu lesního managementu. Velký důraz je kladen na dodržování vhodného sponu a pravidelnosti výchovných zásahů. Spon bývá geometricky pravidelný, obdélníkový nebo čtvercový tvar usnadňuje orientaci v prostoru při pěstebních zásazích. Pro extrémní stanoviště se sazenice vysazují zpravidla nepravidelně. Nejpoužívanější spon je 1x1 m, 1,2 x 1 m a 0,8 x 1 m. Počet sazenic na 1 ha bývá přibližně 6 až 12 tisíc kusů v závislosti na použitém rozpětí sponu (Štýs, 1981).

3.9 Lesní management

V prvních letech od výsadby sazenic je následná péče prováděna především ve výměně uhynulých a poškozených kusů. Tyto sazenice jsou nahrazovány novými jedinci stejné výškové úrovně s vyvinutějším kmenem. Stabilizace porostu dosazováním a výměnou jedinců trvá zpravidla tři roky, než se nová lesní kultura ujme. Mezi další pěstební zásahy patří kypření v okolí sazenic, díky kterému se zlepšují fyzikální vlastnosti půd. Dalším celoplošným zásahem, používaným zejména proti buření, bývá v prvním a druhém roce od výsadby, bývá ožínání (Štýs, 1981).

Výchovný management lesních kultur do zapojení porostu trvá deset let. V tomto období je kladen důraz především na cílové dřeviny. Selekcí bývají odstraňováni jedinci nevhodného tvaru, s viditelným poškozením. U cílových dřevin je upravován tvar odstraněním bočních a vidličnatých výhonů. Po zapojení se provádí rozsáhlejší pěstební zásahy na stanovištích s pomocnými a přípravnými porosty. Ty bývají rovnoměrně odstraňovány tak, aby bylo možné plynulé zalesnění cílovými dřevinami (Štýs, 1981).

Prevence proti abiotickým činitelům bývá značně omezená. Nejvýznamnější jsou pěstební zásahy s ohledem na preventivní opatření. Důležitý je výběr lokality, exponovaná místa, na kterých hrozí holomráz a mrazové kotliny bývají ze sadby většinou vyloučeny. Jako preventivní protipožární ochrana slouží zemité pásy, na kterých není záměrně udržována vegetace (Poleno et al., 2009).

Preventivní ochranou před hmyzem a zvěří jsou různé mechanické zábrany, například pletiva, plastové obaly a perforované pásy, traviny, nebo rákosové trsy umístěné kolem kmene. Stanoviště s malou plochou bývají ohrazeny drátěnou, nebo dřevěnou oplocenkou. Chemické zábrany spočívají ochraně vysazených dřevin fungicidním a insekticidním nátěrem nebo postřikem v době vegetačního klidu při teplotách pohybujících se nad bodem mrazu (Poleno et al., 2009).

Lesnické rekultivace jsou po skončení pěstebního cyklu zařazeny do lesního půdního fondu a nově vzniklé lesní ekosystému nabývají statut lesů zařazených do kategorie ochranných lesů (Frouz et al., 2007).

3.10 Lesnické rekultivace v Sokolovském regionu

V Sokolovském regionu jsou lesnické rekultivace realizovány zejména ve svažitém terénu. Rekultivační cyklus je zpravidla pětiletý, kolem desátého až jedenáctého roku bývá nový zapojený porost prořezán. Sazenice dřevin bývají tříleté, vysazovány bývají bez kořenového obalu do sponu 1x1 m. Mezi nejvíce vysazované listnaté dřeviny patří olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*), dub zimní (*Quercus petraea*), dub letní (*Quercus robur*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), z jehličnatých dřevin to bývá borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrkztepilý (*Picea abies*) a modřín opadavý (*Larix decidua*) (Frouz et al., 2007).

Takto ustálená metodika rekultivačních postupů na Sokolovsku vychází z dlouholetých výzkumných projektů uplatňovaných v praxi Sokolovskou uhelnou, právním zástupcem, a.s. Výsledným zhodnocením je závěrečná zpráva zabývající se taxonomickými a ekonomickými aspekty lesnických rekultivací v České republice (Dimitrovský, 2012).

Hlavním cílem tohoto klasifikačního systému lesnických rekultivací bylo detailní zhodnocení dendrologických a fytoecologických nároků na pedologické a emisní stanovištní podmínky na výsypkách, odvozených z podstaty vývoje dřevin druhů původních a druhů introdukovaných. V této souvislosti je třeba zmínit několik požadavků, rozhodujících o rychlém a úspěšném provedení lesnických rekultivací na Sokolovsku:

- Nízká náročnost antropogenního substrátu, na kterém budou prováděny rekultivační postupy.
- Vysoká odolnost vůči klimatickým extrémům, protože jde vždy o plochy představující rozsáhlou holinu bez ochrany okolními lesními porosty.
- Požadavek na rychlé odrůstání výsadeb tak, aby byl co nejdříve zajištěn vznik vzrostlého lesního porostu (Podsadby a sadby s postupným převodem).

Nejlepším obdobím pro zahájení rekultivačních postupů jsou jarní měsíce, kdy bývá obnažený půdní reliéf výsypky po zimních mrazech dostatečně prokypřený, bez přítomnosti nežádoucích plevelů. Podmínky jednotlivých stanovišť vybízejí k několika způsobům zakládání nových lesních kultur, kterými jsou jehličnaté monokultury, lesy smíšené a lesy přípravné, které se dále dělí na lesy přípravné krátkodobé a dlouhodobé (Dimitrovský, 2012).

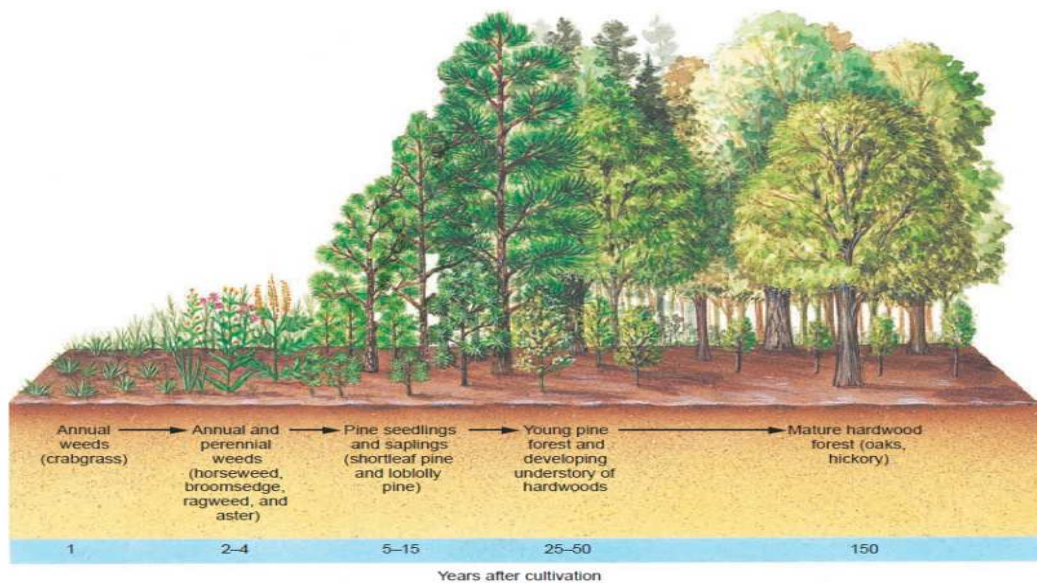
Při dodržení těchto nejdůležitějších kritérií kladených na dřeviny se jeví pro lesní rekultivace z listnatých druhů nejhodnější olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), olše šedá (*Alnus incana*), dřeviny, u kterých není po výsadbě díky vitalitě a nízkému procentu úhynu prováděn pěstební zásah, bříza bradavičnatá (*Betula verrucosa Ehrh.*), jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia L.*) a vrba lýkovcová (*Salix daphnoides Vill.*). Mezi introdukované dřeviny se z hlediska uvedených kritérií zdá nejvhodnější trnovník akát (*Robinia pseudoacacia L.*), který se v Evropě rozšiřuje pro své využití v průmyslu jako náhrada za tvrdá barevná dřeva exotických druhů. Jehličnaté dřeviny, kterými jsou borovice lesní (*Pinus sylvestris*), smrk ztepilý (*Picea abies*) a modřín opadavý (*Larix decidua*), domácí i introdukované, mají vysokou toleranci vůči extrémním chemickým hodnotám antropogenních substrátů s Ph nižším než 3,0, na kterých nedokáže přežít žádná jiná dřevina (Dimitrovský, 2012).

Obnova ekosystémů rekultivačními postupy by nebyla možná bez zhodnocení historického vývoje postižené krajiny. Nejdůležitějším podkladem pro posouzení bývají katastrální mapy a podklady, vzniklé mezi roky 1825 až 1845. Tyto dokumenty určují základní měřítka pro optimální funkce nové zrekultivované krajiny (Sixta, Trpáková et al., 2002).

3.11 Sukcese

Jednotlivá ekologická společenstva a druhy se vzájemně nahrazují v prostoru, ale i v čase. Výsledným stádiem takového procesu bývá konečné stádium- klimax. Změny však bývají dlouhodobé a neperiodické (Clements 1916, Begon et al., 2006).

Spontánní sukcese (Obr. 4) je zákonitý, nepřetržitý a postupný proces kolonizace a extinkce druhů na určitém místě, jehož výsledkem je celková stabilita společenstva (Tichá, 2005).



Obr. 4: Příklad sukcese na opuštěném exponovaném poli, Zdroj: (Strahler, 2011).

Sukcesní vývoj lze podle Walkera et de Morala (2003) rozdělit do šesti základních pilířů (Tab. 3).

Tab. 3 : Šest základních řídicích kroků primární sukcese, Autor: (Walker et de Moral, 2003).

| SUKCESE | |
|--------------|---|
| Řídicí kroky | Definice |
| Disturbance | Zničení, nebo rozsáhlé poškození původního ekosystému, vytvoření nových ploch pro osídlení. |
| Migrace | Příchod a kolonizace disturbovaného místa novými organismy. |
| Uchycení | Pro nové migrující organismy má zásadní vliv soubor abiotických faktorů. |
| Kompetice | Druhovú interakce a soupeření o dostupné zdroje. |
| Reakce | Reakce abiotického prostředí na působení složek bioty. |
| Stabilizace | Vznik rovnováhy - v ideální formě podoba klimaxového stádia. |

Vývoj sukcesních procesů je zkoumán převážně na rostlinných společenstvech, které mají přímou návaznost na abiotické podmínky stanoviště. Začátek sukcesního vývoje probíhá prakticky okamžitě a je přímo závislý na rychlosti přenosu a uchycení semen a drobných diaspor v půdním povrchu. Přenos semen na nové stanoviště je zoochorní, nebo anemochorní (Prach, 1988).

Traviny dosahují poměrně vysoké druhové diverzity ve velmi krátkém časovém horizontu. V tomto období jsou dominantními druhy vysoké byliny s nízkou pokryvností povrchu stanoviště. Postupem vývoje však dochází k zvýšení pokryvnosti až na 95%, kdy dominují nízké traviny, vysoké bylinné porosty jsou v tomto čase na ústupu.

Vývoj dřevin bývá v porovnání s vývojem nižších rostlin pomalejší. Stromy a sciofyty začínají stanovišti dominovat přibližně po 25 letech vývoje. Do té doby biotop připomíná step, nebo lesostep (Bejček et Šťastný, 2000).

3.12 Sukcesní vývoj na výsypkách

Výskyt prvních rostlin na exponovaných stanovištích výsypek je podmíněn abiotickými podmínkami. Ke konkurenčním vztahům dochází po několika letech při částečném pokryvu půdního povrchu vegetací. Dominují zejména jednoleté plevelné byliny, rdesno blešník (*Persicaria lapathifolia*), nebo starček lepkavý (*Senecio viscosus*). Na podmáčených stanovištích a mokřadech v prvních letech dominují druhy jako rákos obecný (*Phragmites australis*), orobinec širolistý (*Typha latifolia*), sítina článkovaná (*Juncus articulatus*), nebo chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinac*).

Prvními hluboce kořenícími vytrvalými rostlinami s nízkými nároky na prostředí bývají podběl obecný (*Tussilago farfara*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata* L.), komonice bílá (*Melilotus alba*) a rychle expandující třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Druhovú diverzitu rostlinného společenstva je nejvyšší v prvních deseti až patnácti letech od začátku vývoje sukcese. V této době dominují výsypce zejména druhy širokolistých trav, třtina křovištní (*Calamagrostis epigejos*) a ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatv*). Po třiceti letech od začátku vývoje dochází k stabilizaci druhové diverzity rostlinných společenstev na stanovišti. Tato situace se nazývá subklímax (Whittaker, 1974).

Díky této stabilizaci vývoje začínají stanovišti postupně dominovat dřeviny listnatého lesa. Pionýrskými dřevinami jsou bez černý (*Sambucus nigra*), bříza bělokorá (*Betula pendula*), jasan ztepilý (*Fraxinus excelsior*), javor klen (*Acer pseudoplatanus*), dub letní (*Quercus robur*), nebo dub zimní (*Quercus petraea*). Podíl jednotlivých dřevin na výsypce však ani po třiceti letech vývoje nedosahuje 10%, a celkové zastoupení je nedostatečné pro primární i sekundární sukcesí. Zvýšení podílu dřevin na lesních stanovištích je docíleno vhodnými rekultivačními postupy (Bejček et Šťastný, 2000).

3.13 Výsypky

Těžba nerostných surovin má na krajinu rozsáhlý negativní vliv. Při povrchovém způsobu těžby dochází k přesunu mnoha milionů m³ nadzemních hornin a tím k výrazné změně ve struktuře krajinného reliéfu. Vytěžená hornina-hlušina je přesouvána pásovými dopravníky z místa těžby a v prostoru vykládky bývá vrstvena za pomoci těžké techniky – zakladačů (Obr. 5) v rovinách a obloucích s výškovým převýšením až 50 metrů nad úroveň původního terénu. Vznikají tak umělé geomorfologické novotvary, které svou existencí mění charakter krajiny (Štýs et al., 1981).

Tyto novotvary – výsypky se rozdělují podle způsobu jejich vzniku na vnější a vnitřní. Vnější výsypky vznikají ihned v začátcích těžební činnosti. Odtěžená skrývka nadložních hornin je přemístěna mimo areál budoucího lomu, na úložné místo, kde dochází ke kumulaci vytěženého materiálu vrstvením nad úroveň původního terénu. Vnitřní výsypky vznikají postupným zaváženým vytěžených oblastí, buď ihned po ukončení těžební činnosti, nebo v průběhu ustoupení těžby do jiných oblastí. Nově vzniklý reliéf vnitřních výsypek je oproti původnímu terénu snížený (Štýs et al., 1981).

Vytěžená skrývka uložená na výsypce je vystavena působení atmosférického kyslíku, který způsobuje silnou oxidaci sirnatých složenin přítomných ve vytěžené zemině. Sloučeniny síry negativně ovlivňují okolní prostředí, způsobují nežádoucí okysličení a způsobují výraznou mineralizaci povrchových vod na výsypce. Struktura půdního pokryvu je po nasypání vrstev pokrytá řadou větších horninových segmentů, které se působením atmosférických vlivů, zejména srážek, pozvolně rozpadají a vytvářejí kompaktní nepropustnou vrstvu (Přikryl, 1999).

Na území Sokolovska bylo těžební činností vytvořeno několik vnitřních i vnějších výsypek, mezi které patří Velká podkrušnohorská výsypka, Loketská výsypka, výsypka Silvestr, Smolnická výsypka, nebo výsypka Lítov-Boden.



Obr. 5: Důlní nakladač na Smolnické výsypce, Autor: (Stolař, 2015).

3.14 Primární produkce

Základní biotickou složkou ekosystémů jsou autotrofní rostliny, jejichž metabolismus souvisí s fotosyntetickou asimilací atmosférického uhlíku. Na lesní ekosystémy se nahlíží jako na důmyslnou soustavu pump nasávajících atmosférický uhlík z atmosféry do biomasy a půdy prostřednictvím asimilace a vypouštějící uhlík zpátky do atmosféry. Primární produkce je rozdělena na hrubou a čistou. Hrubá primární produkce je definována jako měřítko velikosti fotosyntetické asimilace uhlíku. Čistá primární produkce je bilance mezi nárůstem uhlíku v ekosystému (fotosyntetické procesy, růst biomasy, hromadění uhlíku v půdě prostřednictvím organické hmoty) a uvolňováním uhlíku z ekosystému (Autotrofní respirace, mikrobiální rozklad organické hmoty.) (Begon et al., 2006).

Stanovení potenciálu primární produkce je klíčové pro pochopení míry vývoje ekosystému během sukcesních a rekultivačních procesů nově vznikajících stanovišť na území narušených povrchovou těžbou (Zianis et al., 2004).

Měření dynamiky primární produkce ekosystému je prováděno pomocí přímé metody založené na principu inventarizace biomasy na stanovišti nebo za pomoci nepřímé metody založené na klasifikaci velikosti toku uhlíku mezi ekosystémem a atmosférou. Další hybridní metodou je posouzení korelace biomasy s množstvím světla, které se odrazilo od materiálu v poměru k množství, které na materiál dopadlo. Tato metoda se často aplikuje při dálkových průzkumech zemského povrchu (Fahey et Knapp, 2007).

3.15 Dynamika přírůstku lesní biomasy

Exaktní stanovení biomasy rostlinných orgánů, suchých i čerstvých včetně plochy jejich povrchu jsou nesmírně důležitá pro studie primární produkce ekosystémů, ale slouží i vytváření mechanických a růstových modelů. Stanovení biomasy dřeviny včetně jejích částí (kořen, kmen, asimilační orgány) je založené na aplikaci alometrických vztahů mezi různými rostlinnými orgány. Používají se relace, které jsou snadno měřitelné, například rozměr kmene nebo velikost koruny a plochy povrchu, či biomasou dalších orgánů. Základními dendrologickými parametry jsou pro určení alometrických vztahů výčetní tloušťka kmene, měřená v prsní výšce – 1,3 m od paty kmene, věk, který je stanoven pomocí destruktivních odběrů vzorků z kmene, nebo porovnáním taxačních růstových tabulek. Vzhledem k obtížnějšímu stanovení dendrologických parametrů je korunám stromů věnována menší pozornost, ačkoliv je rozměr koruny hlavním určujícím činitelem pro radiční režim porostu (Kellomäki et al., 1984). Rozměr stromové koruny je také důležitý pro pokryvnost, pro stanovení objemu vnitřní olistěné části koruny – korunového jádra a pro určení samozřed'ovacího efektu (Mäkelä, 1997).

Produkce stromu souvisí s plochou povrchu koruny, zejména s její efektivní oslněnou částí. Dynamika vývoje přírůstku biomasy lesního porostu a jeho jednotlivých nadzemních orgánů má zpravidla typický průběh. Strmý nárůst biomasy listoví je patrný v první polovině vegetační sezóny, následován pozvolným poklesem v druhé polovině. K výraznému poklesu dochází v zimním období, způsobeném fyzickým poškozením korun stromů díky nepříznivým klimatickým podmínkám. Dalšími faktory ovlivňujícími objem biomasy jsou biotičtí škůdci a výkyvy klimatických podmínek v období růstové sezóny (Marek, 2011).

3.16 Kvantifikace biomasy lesních porostů

Pro potřeby kvantifikace lesní biomasy je možné použít destruktivní empirickou analýzu stanovení objemu. Tato destruktivní metoda patří mezi historicky nejstarší způsoby stanovení objemu. Bývá velice přesná, ale je zároveň ekonomicky a časově nákladná. Její podstata spočívá v stanovení objemu biomasy na vybraných pokácených vzornících lesního porostu.

Na území České republiky se touto empirickou metodou v minulosti zabývali Vyskot (1980, 1990) a Vinš (1975, 1981).

Další nedestruktivní metodou je vyhodnocení objemu biomasy stojícího lesního porostu pomocí vhodně zvolených alometrických rovnic a obecných výpočetních modelů. Po tyto metody jsou důležité vstupní parametry, kterými je výčetní tloušťka a výška stromu. Pro stanovení objemu biomasy na konkrétním stanovišti je používána metoda lokálních alometrických rovnic (Bollandsas et al., 2009; Albaugh et al., 2009).

Tyto rovnice však nebývají často při výpočtu objemu k dispozici, proto se při výpočtech objemu vychází z publikovaných modelů pro výpočet stromové biomasy, které pro Evropu vytvořil Zianis et al., (2005).

Při stanovení určitého typu výpočtového modelu je vždy nutné vybrat jednoznačnou výpočtovou předlohu, která se svými charakteristikami (bonita, rozsah vzorníků, druh a věk porostu), co nejvíce přibližuje modelům, pro které je požadováno stanovení objemu lesní biomasy (Somogyi et al., 2006).

Pro stanovení hodnot objemu lesní biomasy na regionální a národní úrovni však není kvantifikace pomocí regionálních rovnic možná vzhledem pravděpodobnosti výskytu závažných chyb. Východiskem je aplikace obecných modelů, do kterých na rozdíl od lokálních rovnic vstupuje celá škála veličin, kterými jsou například nadmořská výška, věk porostu, bonita a další vlastnosti stanoviště (Wirth et al., 2004; Muukkonen, 2007, Wutzler et al. 2008).

Pro stanovení objemu lesní biomasy je možné použít soubor expanzních a konverzních faktorů BEF (Biomass expansion factors). Tyto faktory byly vyvinuty pro stanovení objemu uhlíku vázaného v lesních ekosystémech a pro stanovení objemu lesní biomasy v národním rozsahu pro záměr závěrečných emisních inventur určených pro Mezinárodní panel klimatických změn IPCC (Marek, 2011; IPCC 2003).

Kvantifikace lesní biomasy pro Českou republiku je praktikována pomocí implikace vstupních dat z národní inventarizace lesních porostů a dat uvedených v lesních hospodářských plánech (Lehtonen et al., 2007).

Tato metoda je však některými vědci, zabývajícími se tematikou lesních ekosystémů, považována za nespolehlivou, některé srovnávací studie dokonce prokázali značnou nepřesnost při interpretaci výsledků (Somogyi et al, 2006; Jalkanen et al., 2005).

4 METODIKA

4.1 Charakteristika území

Zvolená oblast území Velké podkrušnohorské výsypky a blízkých kontrolních ploch se nachází v Podkrušnohorské části Krušnohorské subprovincie v severozápadních Čechách. Svou rozlohou zasahuje Karlovarský a Ústecký kraj. Jedním ze svých pěti celků, Chebskou pánví, pokrývá oblast v jihozápadním Sasku. Zbývající území je rozděleno na Mosteckou pánev, část Českého středohoří, Doupovské hory a Sokolovskou pánev (Dimitrovský, 1999).

4.2 Sokolovská pánev

4.2.1 Geomorfologická charakteristika

Sokolovská pánev je terciérní terestrický útvar se spojitou tektonickou strukturou. Reliéf pánve je vymezen příčně nepravidelným, stupňovitým příkopem. Rozloha pánve je 312 km², její délka činí 36 km, šířka je 9 km. Území Sokolovské pánve je na severu ohraničené krušnohorským zlomovým pásmem, které má stupňovitý charakter. Na jihu je vymezena oherským riftem, který pánev odlučuje od Tepelské vrchoviny a Slavkovského lesa. Západní oblast Sokolovské pánve je od Chebské pánve oddělena mírným krystalinickým hřbetem. V tomto bodě dochází k pozvolnému přechodu mezi jednotlivými geomorfologickými celky. Východní oblast útvaru je ohraničena geomorfologickým celkem Doupovských hor (Culek, 1996).

4.2.2 Geologická charakteristika

Geomorfologický charakter Sokolovské pánve má charakter členité pahorkatiny s výškovým rozpětím 75 – 150 metrů. Průměrná nadmořská výška dosahuje 450 metrů (Culek, 1996).

V geologickém souvrství Sokolovské pánve jsou uloženy terciérní metamorfity a přeměněné sedimentární horniny. V západní části jsou tyto horniny odděleny granitem, nebo bývají překryty třetihorními usazeninami. Východní oblast pánve je vyplněna různorodou směsí hornin tektonicko-vulkanického původu. Vývojová fáze sedimentů v oblasti Sokolovské pánve má tři etapy.

V první etapě došlo k vzniku souvrství kaolinických křemičitých pískovců a křemičitých slepenců (Chlupáč et al., 2002).

Druhá etapa sedimentační geneze je zastoupena kaolinickými jílovci, uhelnými jílovci a usazeninami jílovopísčitého charakteru. Aktivní tektonicko-vulkanickou činnost dobře ilustrují vrstvy tufitického jílovce. V třetí etapě vývoje je možné nalézt sedimenty cyprisového souvrství. Název pochází od fosilní lasturnatky *Cypris angusta*. Jedná se o malého, několik milimetrů velkého korýše, žijícího u dna v sladkých i slaných vodách. Na zemi se tento živočich vyskytuje již od první periody prvohor, hlavní část jeho vývoje proběhl přibližně před 500 miliony let. Mocnost cyprisové vrstvy dosahuje ve středu pánve až 182 metrů. Čtvrtohorní sedimenty a horniny se v oblasti Sokolovské pánve vyskytují sporadicky (Chlupáč et al., 2002).

V období paleogénu, v třetihorách, došlo k výrazným změnám litologicko-faciální povahy, v severozápadních Čechách vznikají významné hlubinné poklesy a rifty. Na území Sokolovské pánve tak objevila pravděpodobně dvě průtočná jezera. V jezerech se postupem času vystřídala období, ve kterých voda obsahovala vyšší koncentraci rozpuštěných solí, tak i voda sladká. Díky vysoké cyklické eutrofizaci docházelo v jezerech k masivnímu výskytu řas a hromadění fosilních schránek živočichů. V pozdějších dobách nastalo rozsáhlé vysychání obou vodních ploch. V prostoru vysychajících jezer vznikly rozsáhlé mokřady a bažiny, které daly základ dnešním hnědouhelným slojím (Mísař, 1983, Mergl, 1997).

4.2.3 Klima

Na území Sokolovské pánve determinuje klimatické poměry srážkový stín Krušných Hor. Díky srážkovému stínu má počasí klidový charakter, podnebí je mírně teplé, v podoblastech mírně vlhké až suché. Mírné sníženiny a propadliny v některých částech pánve bývají příčinou výskytu občasných inverzí. Zimní období bývají převážně mírná. Koncentrace emisí po instalaci dekontaminačních zařízení na odprašování a odsiřování od 90. let 20. století značně poklesly, ale stále patří naměřenými hodnotami v rámci České republiky mezi nejvyšší (Zahradnický, Mackovčín et al., 2004).

Povětrnostní podmínky jsou proměnlivé, závislé na vlastnostech terénu. Roční srážkový úhrn bývá přibližně kolem 600 mm, průměrné roční teploty se pohybují v rozmezí 7,2 až 7,4 °C (Culek, 1996).

4.2.4 Hydrologické poměry

Povrchová těžba hnědého uhlí v Sokolovské pánvi se negativně podepsala na přirozeném hydrologickém oběhu. Dalšími negativními faktory jsou průmyslové aglomerace, městská satelitní sídla nebo hlavní komunikace. Působení lidské činnosti způsobuje zvýšené odpařování ale i zrychlení přirozeného odtoku vody. Tato území lze definovat jako antropogenně podmíněné postindustriální krajiny (Pecharová et al., 2001).

V Chebské a Sokolovské pánvi se vyskytují geologické deprese tektonického původu, které odvodňují soustavu spodních vod. Přítomnost jílovitých a písčitých usazenin podporuje cirkulaci vody pod zemským povrchem. Díky těmto zlomovým depresím dochází k snadnému pronikání uhličitých minerálních vod na povrch.

Hlavním hydrologickým prvkem ovlivňujícím charakter krajiny je řeka Ohře. Povodí je charakteristické minimálními retenčními schopnostmi. Povrchové vody jsou odváděny hlavně ze severní části Sokolovské a Chebské pánve (Zahradnický et al., 2004).

4.2.5 Potenciální lesní vegetace Sokolovské pánve

Potenciální přirozenou lesní vegetaci bychom mohli vyvodit z potenciální vegetace sokolovsko-chebského regionu (Culek et al., 1996). Patří do ní převážně lesní vegetace 4. vegetačního stupně, kterými jsou dubojehličnaté varianty. Konkrétně se jedná o borové a habrové doubravy, mokřadní olšiny, teplomilné a xerofilní doubravy, a acidofilní doubravy (Obr. 6). (Neuhaslová et al., 1999).

4.2.6 Borové a habrové doubravy (Acidofilní doubravy)

Biotopy acidofilních doubrav jsou definovány smíšenými a jehličnatými lesy, v kterých dominuje dub, s převažujícím výskytem v kolinním a nížinném stupni, s mírným přesahem do submontánního vegetačního stupně.

Vyskytují se v podobě edafických klimaxů zejména na chudých a kyselých půdách, písčích a skalách. Přechodná společenstva do xerothermních doubrav bývají méně vymezena, je zde patrná absence buku, který zastupuje habr. Na extrémních stanovištích s vysoce nepříznivými klimatickými podmínkami přechází acidofilní doubravy v reliktní acidofilní bor. Hlavní dřevinou těchto lesů bývá dub, stanovištím s nižším výskytem srážek dominuje hlavně xerofilní dub letní (*Quercus robur*), na vlhkých stanovištích to bývá dub zimní (*Quercus petraea*). Sekundárními dřevinami jsou v těchto biotopech borovice lesní (*Pinus silvestris*) a jedle bělokorá (*Abies alba*), (Neuhauslová et al., 2009).

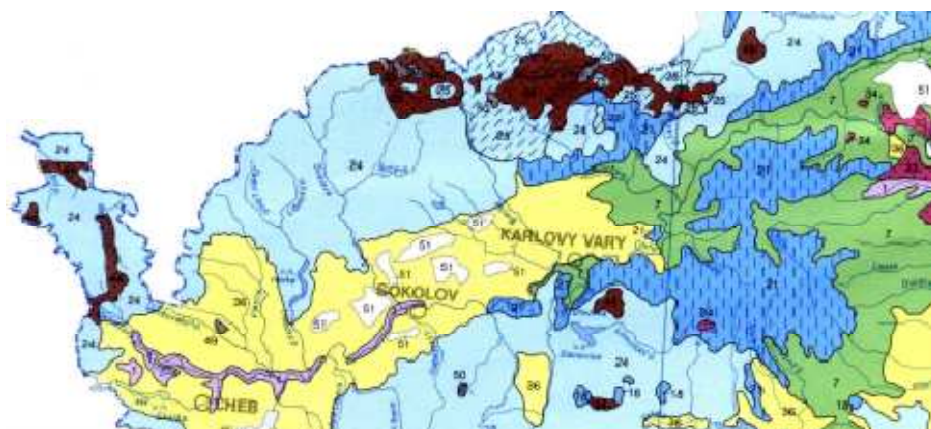
4.2.7 Mokřadní olšiny

Podmáčené a záplavové stanoviště jsou primárně definovány biotopy mokřadních olšin. Olšový les představuje příkladný druh azonální vegetace, vyskytující se ve všech klimatických zónách, nezávisle na místních klimatických podmínkách, s typickou stanovištní antecedencí (Neuhauslova et al., 2009).

Charakteristickou dřevinou je olše lepkavá (*Alnus glutinosa*), které sekundují bříza bělokorá (*Betula pendula*) a bříza pýřitá (*Betula pubescent*).

4.2.8 Xerothermní doubravy

Výskyt těchto biotopů je v České republice poměrně vzácný, vyskytují se v malém měřítku na jižních a jihovýchodních svazích, na kterých je pozorovatelný dlouhodobý výskyt slunečního svitu. Teplomilné doubravy byly zaznamenány u paty Doupovských hor na břehu Ohře (Neuhauslova et al., 2009).



Obr. 6: Jednotky potenciální přirozené vegetace mapované pro zájmovou oblast, Zdroj: (Neuhauslová et al., 1998).

Legenda: 01. lužní lesy (mokřadní olšiny), 21. violkové bučiny, 24. bikové bučiny, 33. teplomilné doubravy (mochnové doubravy), 36. bikové a jedlové doubravy, 51. komplex sukcesních stadií na antropogenních stanovištích

4.2.9 Velká podkrušnohorská výsypka

Prostor Velké podkrušnohorské výsypky je významně negativně ovlivněn antropogenní činností. Tato viditelná narušení krajinné ucelenosti jsou nazývány civilizační disturbancí. (Lipský, 1999).

Velká podkrušnohorská výsypka je rekultivovaná vnější důlní výsypka v okrese Sokolov ležící mezi obcemi Stará Chodovská, Lomnice, Dolní Nivy, Vřesová, a Horní Rozmyšl. Výsypka zabírá plochu 1957 ha a svým charakterem představuje významný novotvar měnící krajinný ráz dotčených katastrálních území. Díky své mocnosti patří mezi největší výsypky tohoto typu v České Republice (Obr. 7). Těleso vzniklo postupným slučováním několika sousedních výsypek Pastviny, Týn, Boučí, Vintřov a Lomnice. Výsypka je tvořena vrstvenými skrývkami pocházejícími z lomové činnosti, které jsou tvořeny zlomky uhelných jíílů, usazenými horninami organického původu, směsí jíílů a jíílovců a štěrkopískových podsypkových materiálů (Lietgeb et al., 1999b).



Obr. 7 : Letecký snímek Velké podkrušnohorské výsypky, Zdroj: (Autor, 2015).

Velká podkrušnohorská výsypka vznikala od 70. let 20. století, poslední skrývkové vrstvy byly založeny v roce 2004. Objem všech navezených skrývkových vrstev se pohybuje přibližně kolem 800 mil. m³. Nadmořská výška se pohybuje v rozmezí 550 – 600 m.n.m., průměrná roční teplota je 6.8°C a průměr ročních srážek se pohybuje kolem 650 mm (Horáček, 2005).

Rekultivační zásahy mají na výsypce více jak padesátiletou tradici. První rekultivační procesy byly aplikovány hned na počátku vzniku prvních uložených skrývkových hald. V této době se kladl důraz především na obnovu vegetačního krytu, bez zjevné návaznosti na ostatní rekultivační postupy. Toto období bylo postupně nahrazeno pokusy o hospodářské využití narušeného území a na výsypce byla aplikována zemědělská rekultivace. Na konci 80. let 20. století se začíná objevovat lesnická rekultivace. Na výsypce lze však najít i plochy, které nebyly rekultivovány. Díky různorodosti rekultivačních postupů v různém časovém intervalu vznikla na území výsypky bohatá kombinace vzájemně odlišných biotopů (Frouz et al., 2009).

Velká podkrušnohorská výsypka je v současné době spravována pouze lesnickou, zemědělskou a hydričnou rekultivací. Technická rekultivace, jejíž podstatou jsou úpravy terénu a hydromeliorační opatření, není v současné době realizována. V tabulce (Tab. 4) jsou uvedeny přehledy rekultivací a souvisejících nákladů od roku 1959 s prognózou do roku 2020.

Tab. 4: Přehled rekultivovaných ploch a souvisejících nákladů r. 1959 – 2020. Zdroj: (Routa, 2009).

| Způsob rekultivace | Celková výměra (ha) | % | Celkové náklady (tis. Kč) | % |
|---------------------------|---------------------|--------------|---------------------------|--------------|
| Rekultivace zemědělská | 1285,64 | 21,2 | 582 635 | 13,2 |
| Rekultivace lesnická | 4036,10 | 66,4 | 2 907 448 | 65,7 |
| Rekultivace hydričká | 581,76 | 9,6 | 757 687 | 17,1 |
| Rekultivace Ostatní | 169,74 | 2,8 | 176 054 | 4,0 |
| Rekultivace celkem | 6073,24 | 100,0 | 4 423 824 | 100,0 |

Realizace lesnické rekultivace bývá soustředěna převážně na svazích tělesa výsypky. Používány jsou listnaté dřeviny jako jasan ztepilý, olše šedá, javor klen nebo dub zimní a dub letní. Jehličnaté kultury zastupuje borovice lesní, modřín evropský, jedle bělokorá, nebo smrk ztepilý. Páteční komunikace a hospodárnice výsypky jsou lemovány křovinatými porosty, vybranými podle okolní nenarušené krajiny. Pro tvorbu nejlepších podmínek potřebných pro správný růst cílových porostů bývá na výsypce v rámci lesnické rekultivace používán tzv. přípravný les. Předpokladem je použití přípravných dřevin, které svou produkcí vytvoří vhodné pedologické podmínky. Jednou z těchto přípravných dřevin je olše šedá (Kryl et al., 2002).

Realizace zemědělské rekultivace bývá realizována buď přímo na navrstveném skrývkovém podloží, nebo je aplikovaná na navezené vrstvě orné půdy o mocnosti 35 – 40 cm (Frouz et. al., 2007).

Hydrická rekultivace si klade za cíl zejména obnovu vodního režimu v těžbou narušené krajině. Na tělese výsypky jsou vytvořené umělé mokřady, tůně a větší plochy s důrazem na zachování přírodního rázu a podoby, které měly vodní plochy a útvary vyskytující se na území před těžbou.

Spontánní sukcesi byl na výsypce vymezen prostor v její jižní části. Současným trendem je udržitelný rozvoj krajiny, proto jsou na Velké podkrušnohorské Výsypce aplikovány všechny zmíněné rekultivační postupy současně. (Pecharová et al., 2004).

4.3 Charakteristika lokalit

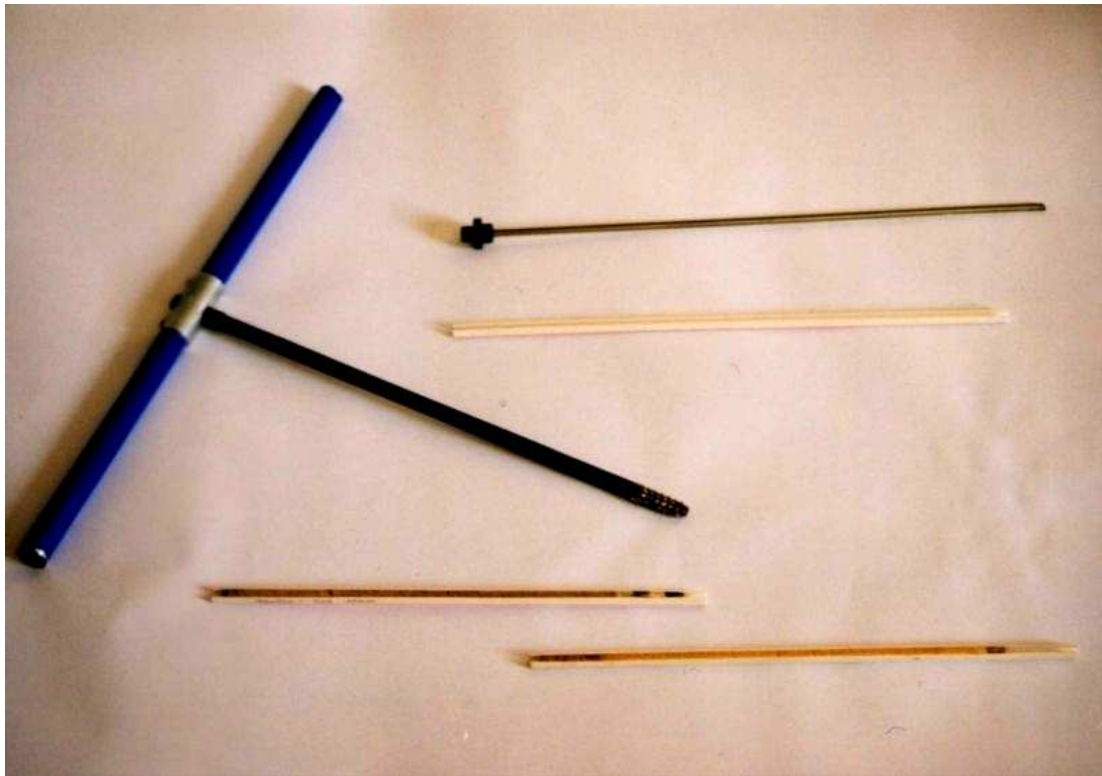
Pro komparaci energetické a ekonomické bilance vybraných lesních porostů Velké podkrušnohorské výsypky s kontrolními lesními lokalitami z jejího těsného okolí byly vybrány plochy spravované lesnickou rekultivací, kontrolní plochy mimo těleso výsypky spadají do kategorie hospodářských lesů. Na území výsypky bylo vybráno celkem 12 lesních ploch, pro které bylo vybráno 12 kontrolních lesních ploch mimo výsypky. Podrobná charakteristika jednotlivých ploch je zobrazena v tabulce v přílohách. (Tab. 2, Tab. 3).

4.4 Terénní výzkum a zpracování dat

Kvantifikace objemu dřevní hmoty byla provedena v roce 2014 na 24 plochách pro získání relevantních dat potřebných pro stanovení ekonomické a časové bilance. Kritérium výběru bylo především v zastoupení stejného druhu dominantní dřeviny na vybrané ploše. Tímto způsobem vzniklo 12 párových ploch na území Velké podkrušnohorské výsypky a 12 kontrolních ploch umístěných mimo výsypku. Objektivita měření byla zachována výběrem lokalit s podobnou stanovištní charakteristikou.

Na vybraných lokalitách byla vymezena studijní plocha o rozměrech 25x60 metrů (1500m²). Na této ploše byl přesně stanoven počet dřevin, které měly v daném místě dominantní zastoupení. U náhodně vybraných třiceti stromů stejné kategorie a druhu byla na každé ploše stanovena výška kmene pomocí lesnického výškoměru. Výčetní tloušťka kmene byla na každé ploše změřena u náhodně vybraných třiceti dřevin stejné kategorie a druhu ve výšce 130 cm od paty kmene lesnickou průměrkou.

Pro stanování stáří porostu byla použita dendrochronologická metodika stratifikovaného odběru dřevní hmoty ve výšce 130 cm od paty kmene. Výběr jednotlivých dřevin byl prováděn tak, aby odpovídal reálné výšce dřevin, zohledněna byla minimální a maximální výška jedinců v porostu. Na předem vybrané ploše byl u vytipovaných reprezentativních jedinců odebrán vzorek od okraje kmene po jádro pomocí dutého vrtáku – Presslerova nebozazu zn. Haglof (Obr. 8). Odběry byly prováděny u třech stromů jednoho druhu, přičemž byly odebrány vzorky nejstarších, středně starých a nejmladších jedinců. Hroubí o výčetní tloušťce menší než 7 centimetrů nebylo pro destruktivní vzorkování uvažováno. Získané vzorky byly zdokumentovány a uloženy do pevného slohu s vlepenými drážky z tvrdé papírové vlnité lepenky.



Obr. 8: Presslerův přírůstový nebozez, Zdroj: (Vávra, 2003).

Získané vzorky byly vyhodnoceny pomocí měřicí světelné lupy na Katedře aplikované ekologie ČZU Praha a získaná data byla spolu s ostatními vstupními parametry porovnána s růstovými taxačními tabulkami pro hlavní dřeviny ČR, které slouží společně s růstovými modely jako ucelený systém nástrojů pro hospodářskou úpravu lesů.

Kvantifikace objemu dřevní hmoty pro jednotlivé plochy byla vypočítána pomocí metody lokálních alometrických rovnic (Zianis et al., 2004). Za vstupní prediktory byly při výpočtu objemu použity hodnoty naměřených výčetních tloušťek, výšky a stáří jednotlivých stromových vzorníků, stanovených na základě porovnání odebraných vzorků s údaji uvedenými v růstových taxačních tabulkách. Při výpočtu bylo jako determinant uvažováno omezení výčetní tloušťky kmene, které podmiňovalo výběr vhodných alometrických rovnic šesti použitých modelů. Výsledný objem dřevní hmoty pro kontrolní plochu 25x60 m (1500m²) byl získán pomocí váženého průměru a pro lepší aritmetické operace převeden na plochu 1 hektaru.

4.5 Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách VPV

Jako vstupní parametry byly použity naměřené biometrické charakteristiky dřevin ze všech 12 zájmových ploch na Velké podkrušnohorské výsypce. Pro stanovení ekonomické bilance rekultivovaných ploch na výsypce byla použita tabulka nákladů pro 1ha lesnické rekultivace podle metodiky VÚMOP (Obr. 9), (tab. 1)(Čermák et al., 2002).

| založení a zajištění porostu | | | | |
|------------------------------|-------------------|-------------|-------|----------------|
| Dub | | operace, Kč | počet | cena/ha |
| celkem rekultivace | | | | 498767 |
| olše | | operace, Kč | počet | cena/ha |
| celkem rekultivace | | | | 498767 |
| smrk | | operace, Kč | počet | cena/ha |
| celkem rekultivace | | | | 513 767 |
| | 5x nátěr klikoroh | 0,5 | 6000 | 15 000 |
| borovice | | operace, Kč | počet | cena/ha |
| celkem rekultivace | | | | 513 767 |
| | 5x nátěr klikoroh | 0,5 | 6000 | 15 000 |

Obr. 9: Cena lesnických rekultivací pro jednotlivé dřeviny dle metodiky VÚMOP, Autor: (Čermák et al., 2002).

Z kalkulace byly vyjmuty jednotkové ceny terénních úprav (technická rekultivace) technologické fáze meliorací, lesní komunikace (biotechnická rekultivace), a práce doplňkové, praktikované na základě posouzení a potřeby během základního pěstebního cyklu (Tab. 5). V nákladech na pěstební péči byla v rámci výsadby uvažována cena jedné sazenice 7,40,- Kč. Uvažovaná hustota výsadby sazenic pro potřeby stanové ekonomické bilance byla 6000 ks sazenic na 1 ha se sponem 0,6m

Tabulka 5: Přehled jednotlivých operací pro lesnickou rekultivaci, Autor: (Čermák et al., 2002)

| kroky | operace/ 1ha | Kč/ha |
|-------------------|--|----------------|
| Tech. rek. | Terénní úpravy | 460 000 |
| Založení porostu | výsadba 6000 sazenic | 44 400 |
| 1. cyklus, 5 let | 5x okopávání sazenic, 10x vyžínání trávy, 10x nátěr proti okus zvířete, 2x hnojení | 354 890 |
| 2. cyklus, 3 roky | 3x okopávání sazenic, 3x vyžínání trávy 3x nátěr proti okusu zvířít | 113 817 |
| | | 973 107 |
| Celkem | | 513 107 |

Pro výpočet ekonomické bilance na VPV byla použita cena lesnické rekultivace na 1 ha plochy, dřeviny na plochách byly pro výpočet uvažovány jako sortiment VI. třídy – palivové dříví – jednotková cena byla převzata z průměrné ceny surového dříví (Kč/m³)(ARGI.CZ, 2014). Ve výpočtu nejsou uvažované prořezávky porostu jako pěstební úpravy při aplikaci lesnických rekultivací, protože nebyly na vybraných lokalitách Velké podkrušnohorské výsypky až na několik výjimek prováděny.

Předpokládané výnosy podílu dřevní hmoty byly získány součinem dřevní hmoty na 1 ha plochy a jednotkové ceny za sortiment palivového dříví. Bilance byla vypočítána pomocí rozdílu hypotetického výnosu – ekonomického potenciálu dřevní hmoty a rekultivačních nákladů.

Díky rozdílným taxačním parametrům sledovaných ploch byla pro ekonomickou bilanci použita srovnávací ekonomická prognóza, ve které je uvažována rámcově podobná věková struktura porostu. Vycházel jsem z obmýtního věku 80. let. Pro určení průměrné výčetní tloušťky a výšky byly použity růstové taxační tabulky pro dominantní dřeviny ČR. Pro porosty na VPV byla určena bonita 4 až 5 z důvodu nepříznivých stanovištních podmínek. Pro celkový počet jedinců na 1 ha plochy je předpokládán 40% úbytek oproti současnému stavu. Pro výpočet byly použity ceny lesnické rekultivace na 1 ha plochy, dřeviny na plochách byly pro výpočet uvažovány jako sortiment VI. třídy – palivové dříví – jednotková cena byla převzata z průměrné ceny surového dříví (Kč/m³) (AGRI, 2014).

Celková předpokládaný objem dřevní hmoty je vypočítán matematickým postupem používaným při výpočtech přímé a nepřímé úměrnosti, kde byly pro hodnoty dvojice čísel použity údaje z růstových tabulek hlavních dřevin ČR, hroubí s kůrou a počet stromů pro věk 80 let a příslušnou bonitu. Výsledný objem dřevní hmoty byl použit do výpočtu ekonomické bilance.

4.6 Ekonomická bilance na kontrolních plochách v okolí VPV

Jako vstupní parametry byly použity naměřené biometrické charakteristiky dřevin ze všech 12 zájmových ploch z okolí Velké podkrušnohorské výsypky. Pro stanovení ekonomické bilance byly uvažovány způsoby režimu výchovy lesních porostů podle metodiky Slodičáka (2008) (Tab. 6).

V metodice je předpokládána hustota sazenic na 1 ha u smrku a olše 6000 ks, u borovice a dubu 8000 ks. Pro odhad ceny jednotlivých sortimentů byly použity sortimentační tabulky (Pařez, 1985).

Díky rozdílným taxačním parametrům sledovaných ploch byla pro ekonomickou bilanci použita srovnávací ekonomická prognóza, ve které je uvažována rámcově podobná věková struktura porostu. Pro určení průměrné výčetní tloušťky a výšky byly použity růstové taxační tabulky pro dominantní dřeviny ČR (Pařez, 1985).

Pro porosty na VPV byla určena bonita 4 až 5 z důvodu nepříznivých stanovištních podmínek. Pro celkový počet jedinců na 1 ha plochy je předpokládán 20% úbytek oproti současnému stavu.

Tab. 6: Náklady na obnovu 1 ha porostu pro lesní porosty – dominantní dřeviny, Autor: (Slodičák, 2008).

| Druh dřeviny | Náklady na obnovu Kč/1ha |
|--------------|--------------------------|
| dub | 143800 |
| olše | 112140 |
| smrk | 127710 |
| borovice | 143800 |

4.7 Statistické zpracování dat

Statistické zpracování dat vždy uvažovalo porovnání tří ploch od stejného biotopu s typově podobnými biotopy. Z důvodu narušení dat bylo statistické vyhodnocení provedeno pomocí neparametrického ANOVA-Kruskal-Wallisova testu v programu Statistica 12. Nejprve byly porovnány rekultivované plochy na výsypce, poté plochy v okolí výsypky a nakonec byly porovnány plochy se stejným biotopem mezi výsypkou a okolím.

4.8 Mnohospměrná analýza

Mnohospměrná analýza ekologických dat byla provedena v programu Canoco 5 for Windows. Pro vizualizaci dat byla nejprve provedena PCA analýza (Principal Component Analysis). Jako vysvětlované proměnné naměřené parametry byly použity parametry výšky, výčetní tloušťky a objemu dřevní hmoty jednotlivých dřevin z jednotlivých ploch. Pro každou zájmovou plochu byly použity tři hodnoty, průměr ze tří změřených jedinců ve stejné věkové kategorii (tři věkové kategorie, mladí, středně staří a starší jedinci). Vysvětlující proměnné, které byly do analýzy pasivně promítnuty, určovaly umístění lokalit-zda byla plocha rekultivována na výsypce, nebo pocházela z okolní krajiny a typ biotopu- zda šlo o smrčinu, bor, doubravu, nebo olšinu.

Dále byla provedena RDA analýza (Redundancy Analysis), ve které byly použity stejné vysvětlované a vysvětlující proměnné jako v nepřímé analýze PCA. Vysvětlující proměnné byly testovány metodou postupného výběru (forward selection) a do analýzy byly zahrnuty pouze proměnné, které byly signifikantní na hladině významnosti $p=0,05$.

5 VÝSLEDKY

5.1 Celková produkce dřevní hmoty na rekultivovaných plochách VPV - současnost

Na základě naměřených biometrických charakteristik lesních porostů na vybraných plochách byla pomocí alometrických rovnic stanovena kvantifikace objemu dřevní hmoty. Pro výsledné hodnoty ze všech měření jsem použil metodu váženého průměru, Celkový dřevní objem sledovaného stanoviště o ploše 0,15 ha jsem převedl na plochu 1 ha, pro výpočet celkového množství jedinců na 1 ha plochy jsem použil aritmetickou rovnici pro řešení přímé a nepřímé úměrnosti (Tab. 7).

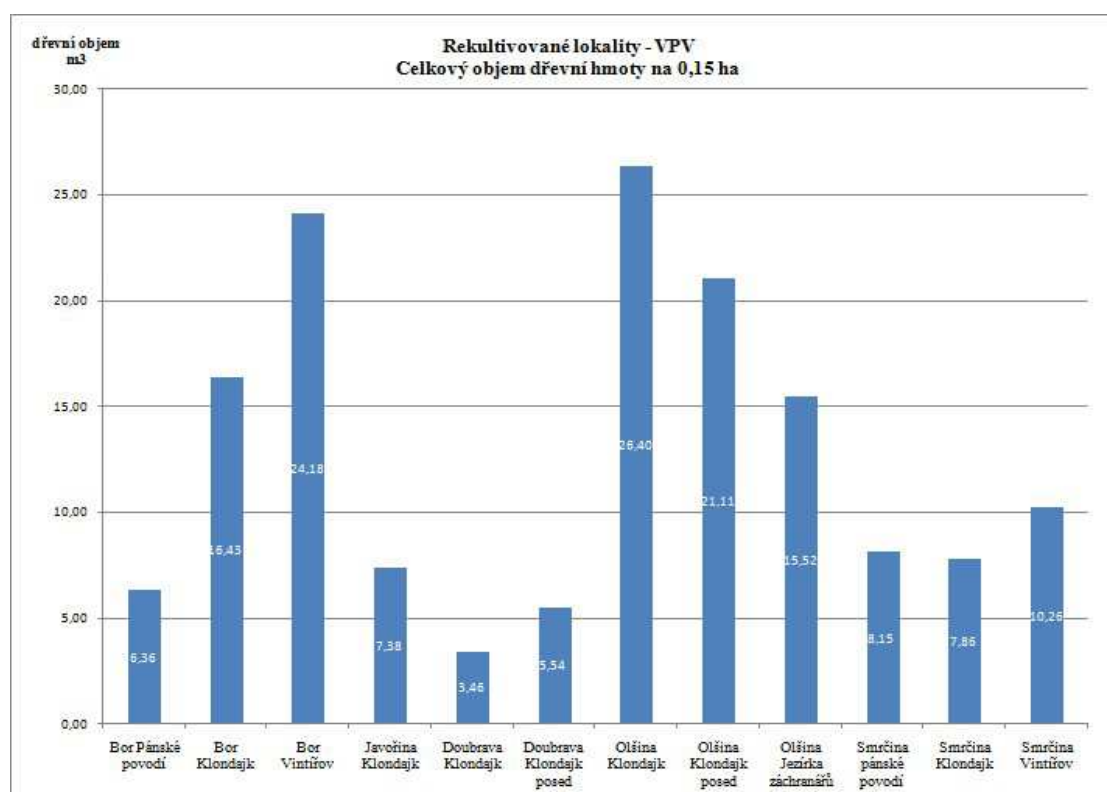
U rekultivovaných listnatých ploch je největší podíl objemu dřevní hmoty na 1 ha pozorován u lokality Olšina Klondajk (Obr. 10). Vysoký objem dřevní hmoty je způsoben příznivými stanovištními podmínkami a faktem, že listnatý les produkuje snadno rozložitelný opad, který svými vlastnostmi výborně kompenzuje nepříznivé podmínky nadložních jílů na výsypce.

Nejnižší objem dřevní hmoty je pozorován u suché acidofilní doubravy Klondajk a doubravy Klondajk posed. Obě lokality byly v minulosti založeny na mírně svažitém terénu, díky kterému dochází na obou lokalitách k rychlému úbytku vláhy a živin. Tyto nepříznivé stanovištní podmínky se podílí na pomalém růstu jedinců na obou stanovištích.

U rekultivovaných jehličnatých lesů je tento proces rozpadu daleko pozvolnější a způsobuje zpomalení vývoje půdního ekosystému (Frouz et al., 1999c). Největší podíl dřevní hmoty na 1 ha je u jehličnatých rekultivovaných lesů pozorován na lokalitě bor Vintířov (Obr. 10). Vyšší objem dřevní hmoty je způsoben příznivými stanovištními podmínkami, vhodně zvolenými pěstebními zásahy průměrným nejvyšším stářím lokality.

Tab. 7: Souhrnná tabulka pro rekultivované plochy na VPV, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality VPV | Dominantní dřevina | průměrná výška | průměrná výčetní tloušťka | průměrný věk porostu | Počet jedinců na 1 ha | celková biomasa na 1 ha v m3 |
|---------------------------|--|----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|------------------------------|
| Bor Pánské povodí | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,3 | 25,6 | 81 | 640 | 305,50 |
| Bor Klondajk | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,2 | 25 | 80 | 511 | 243,92 |
| Bor Vintířov | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,4 | 26 | 81 | 304 | 145,11 |
| Javořina Klondajk | javor klen- <i>Acer pseudoplatanus</i> | 23,5 | 23 | 80 | 328 | 170,12 |
| Doubrava Klondajk | ďub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 21 | 23,5 | 81 | 288 | 149,37 |
| Doubrava Klondajk posed | ďub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 24 | 22,5 | 80 | 319 | 165,45 |
| Olšina Klondajk | olše lepkavá- <i>Alnus glutinos</i> | 24 | 37 | 80 | 391 | 202,79 |
| Olšina Klondajk posed | olše lepkavá- <i>Alnus glutinos</i> | 23,5 | 37 | 82 | 336 | 174,27 |
| Olšina Jezírka záchranářů | olše lepkavá- <i>Alnus glutinos</i> | 23 | 36,5 | 81 | 228 | 118,25 |
| Smrčina pánské povodí | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,2 | 28 | 80 | 463 | 325,53 |
| Smrčina Klondajk | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,5 | 27,5 | 81 | 340 | 239,05 |
| Smrčina Vintířov | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,3 | 27 | 80 | 300 | 210,93 |



Obr. 10 : Grafické znázornění objemu dřevní hmoty na rekultivovaných plochách 0,15 ha VPV, Zdroj: (Autor, 2015).

5.2 Celková produkce dřevní hmoty na kontrolních plochách mimo VPV - současnost

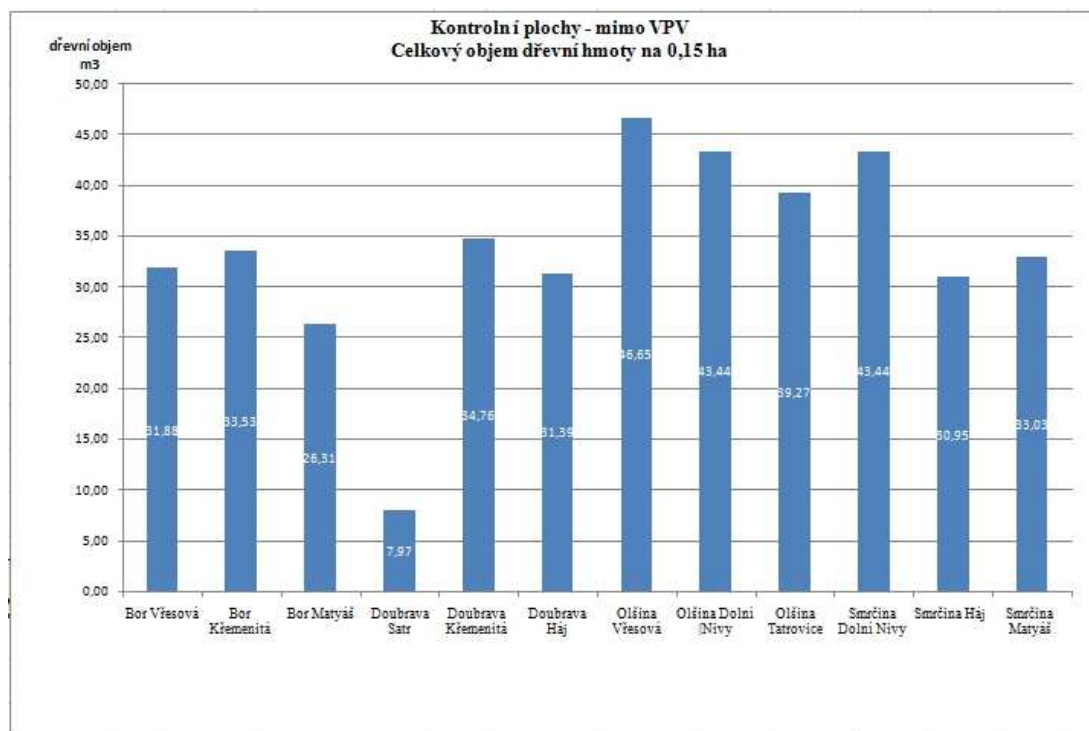
Pro kontrolní plochy byly v okolí Velké podkrušnohorské výsypky vybrány typově podobné lesní stanoviště s rekultivovanými plochami na Výsypce. Rozdílnými aspekty jsou odlišná věková struktura a prováděné pěstební zásahy na lesních kulturách. Nejvyšší věk naměřený stratifikovaným vzorkováním byl na těchto lokalitách 90 let (Bor Křemenitá). U kontrolních listnatých lesů je zaznamenán nejvyšší objem dřevní hmoty u olšových porostů (Tab. 8). Vysoký objem je způsoben vhodnými stanovištními podmínkami, habitat se nachází v úrodné nivě podhorských potoků.

Nejnižší objem dřevní hmoty u okolních listnatých lokalit vykazuje suchá acidofilní doubrava Satr (Obr. 11). Pomalý růst dřevin je v tomto případě způsoben nepříznivými půdními podmínkami, které jsou způsobeny štěrkovým a kamenným podložím pokrytým nízkým půdním profilem.

Z kontrolních jehličnatých lesů má největší objem dřevní hmoty na 1 ha smrčina Dolní Nivy a Bor Křemenitá. Vysoký podíl objemu je dán zejména vysokým věkem obou lokalit, vhodnými stanovištními podmínkami a vhodně zvolenými pěstebními zásahy. Nejnižší objem dřevní hmoty vykazuje bor Matyáš, který je také z celé skupiny jehličnatých kontrolních lokalit nejmladší.

Tab. 8: Souhrnná tabulka pro kontrolní plochy mimo VPV, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality mimo VPV | Dominantní dřevina | Váž. průměr ná výška | Váž. průměrná výčetní tloušťka | Váž. průměrný věk porostu | Počet všech jedinců na 0,15 ha | Počet jedinců na 1 ha | celkový dřevní objem m ³ na 1ha |
|-------------------------|--|----------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------|-----------------------|--|
| Bor Vřesová | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,41 | 25,35 | 53,60 | 38,00 | 253,33 | 212,52 |
| Bor Křemenitá | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 24,77 | 26,17 | 55,68 | 37,00 | 246,67 | 223,51 |
| Bor Matyáš | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,18 | 24,16 | 36,25 | 35,00 | 233,33 | 175,37 |
| Doubrava Satr | dub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 5,74 | 15,69 | 23,99 | 53,00 | 353,33 | 53,16 |
| Doubrava Křemenitá | dub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 21,65 | 21,23 | 42,06 | 55,00 | 366,67 | 231,76 |
| Doubrava Háj | dub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 22,05 | 21,50 | 43,24 | 49,00 | 326,67 | 209,25 |
| Olšina Vřesová | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 15,85 | 18,23 | 34,13 | 76,00 | 506,67 | 310,97 |
| Olšina Dolní Nivy | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 16,66 | 18,59 | 30,13 | 64,00 | 426,67 | 289,63 |
| Olšina Tatrovice | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 15,90 | 20,19 | 31,17 | 52,00 | 346,67 | 261,80 |
| Smrčina Dolní Nivy | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 27,23 | 36,41 | 60,88 | 31,00 | 206,67 | 289,63 |
| Smrčina Háj | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 18,99 | 21,36 | 39,38 | 54,00 | 360,00 | 206,36 |
| Smrčina Matyáš | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 24,38 | 28,48 | 52,06 | 43,00 | 286,67 | 220,19 |



Obr. 11 : Grafické znázornění objemu dřevní hmoty kontrolních ploch 0,15 ha mimo VPV, Zdroj: (Autor, 2015).

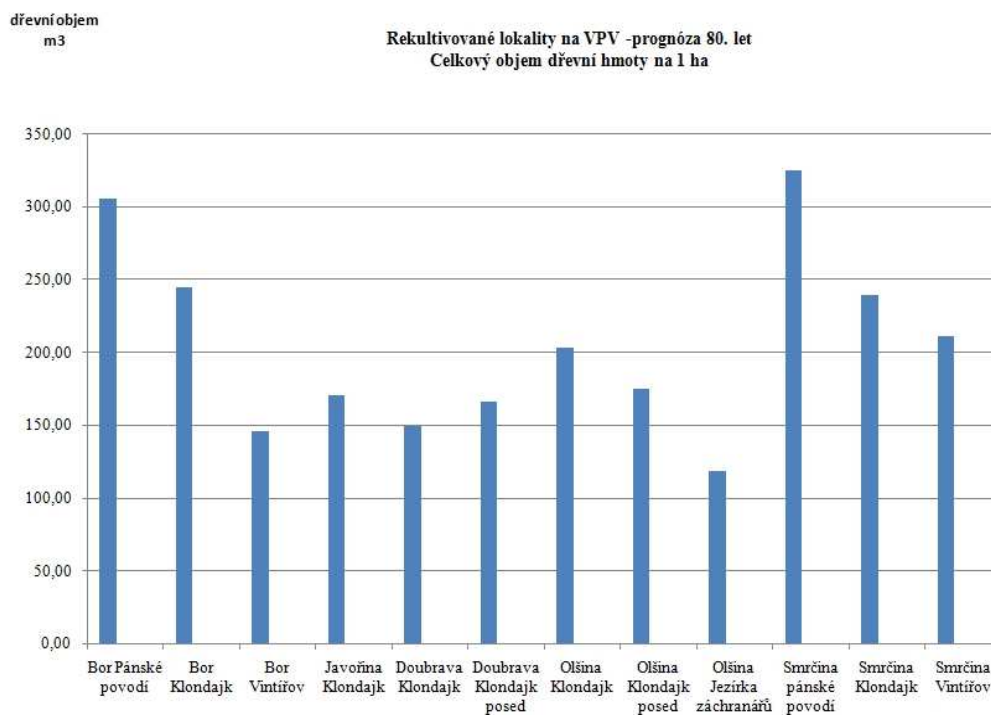
5.3 Celková produkce dřevní hmoty na rekultivovaných plochách VPV - prognóza

Díky rozdílným taxačním parametrům sledovaných ploch byla pro potřeby ekonomické bilance vytvořena prognóza vývoje objemu dřevní hmoty, pro kterou je uvažována rámcově podobná věková struktura porostu 80 let. Pro porosty na VPV byla určena bonita 4 až 5 z důvodu nepříznivých stanovištních podmínek. Pro celkový počet jedinců na 1 ha plochy je předpokládán 40% úbytek oproti současnému stavu.

Při prognostickém výhledu, u kterého je uvažováno stáří rekultivovaných ploch 80. let, vykazují nejvyšší objem dřevní hmoty na 1 ha jehličnaté lokality (Tab. 9), bor Pánské povodí, bor Klondajk a smrčina Pánské povodí. Nejnižší objem dřevní hmoty na 1 ha vykazuje lokalita bor Vintířov. U listnatých lokalit je nejvyšší objem dřevní hmoty předpokládán u olšiny Klondajk a javořiny Klondajk, nejnižší objem vykazuje olšina Jezírka záchranářů (Obr. 12). Růstový gradient je čistě teoretický, předpokládáný úbytek v počtu jedinců oproti současnému stavu je 40% a nepředpokládá možný vliv biotických a abiotických disturbancí.

Tab. 9: Souhrnná tabulka pro rekultivované plochy na VPV ve věku 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality VPV | Dominantní dřevina | průměrná výška | průměrná výčetní tloušťka | průměrný věk porostu | Počet jedinců na 1 ha | celkový objem dřevní hmoty na 1 ha v m ³ |
|---------------------------|--|----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|---|
| Bor Pánské povodí | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,3 | 25,6 | 81 | 640 | 305,50 |
| Bor Klondajk | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,2 | 25 | 80 | 511 | 243,92 |
| Bor Vintířov | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,4 | 26 | 81 | 304 | 145,11 |
| Javořina Klondajk | javor klen- <i>Acer pseudoplatanus</i> | 23,5 | 23 | 80 | 328 | 170,12 |
| Doubrava Klondajk | dub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 21 | 23,5 | 81 | 288 | 149,37 |
| Doubrava Klondajk posed | dub zimní- <i>Quercus petraea</i> | 24 | 22,5 | 80 | 319 | 165,45 |
| Olšina Klondajk | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 24 | 37 | 80 | 391 | 202,79 |
| Olšina Klondajk posed | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 23,5 | 37 | 82 | 336 | 174,27 |
| Olšina Jezírka záchranářů | olše lepkavá- <i>Alnus Glutinos</i> | 23 | 36,5 | 81 | 228 | 118,25 |
| Smrčina pánské povodí | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,2 | 28 | 80 | 463 | 325,53 |
| Smrčina Klondajk | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,5 | 27,5 | 81 | 340 | 239,05 |
| Smrčina Vintířov | smrk ztepilý- <i>Picea Abies</i> | 26,3 | 27 | 80 | 300 | 210,93 |



Obr. 12 : Grafické znázornění objemu dřevní hmoty na rekultivovaných plochách VPV ve věku 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

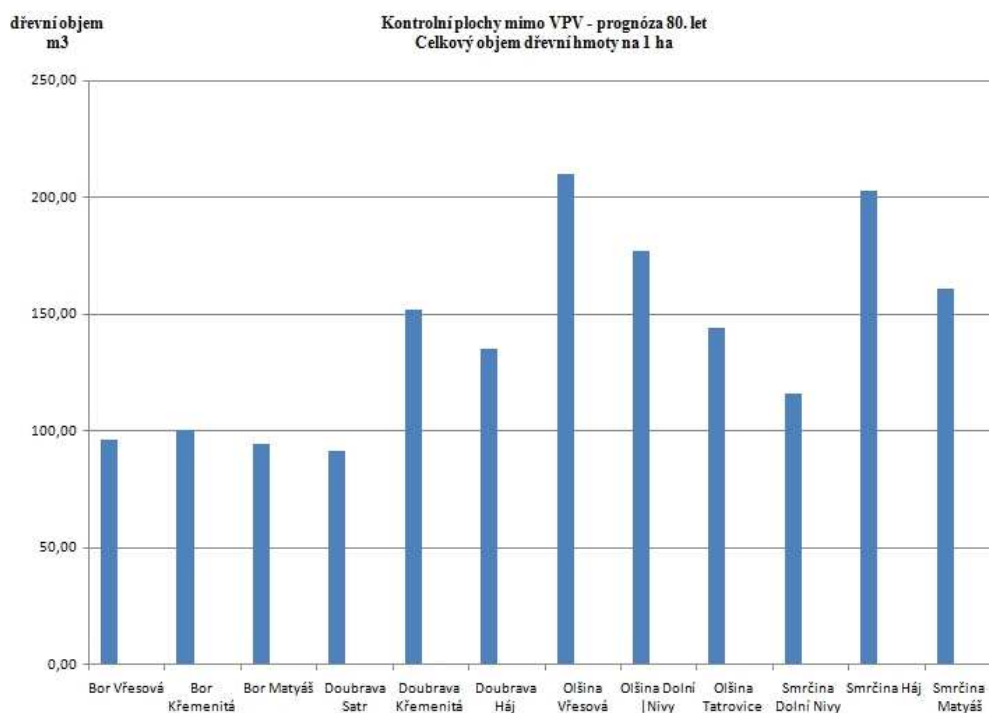
5.4 Celková produkce dřevní hmoty na kontrolních plochách mimo VPV – prognóza

U kontrolních ploch předpokládaného stáří 80. let je uvažován 20% úbytek jedinců oproti současnému stavu (Tab. 10). U jehličnatých porostů vykazují největší objem dřevní hmoty plochy smrčina Matyáš a smrčina Háj, nejnižší objem mají bory Vřesová, křemenitá a Matyáš.

Z listnatých porostů mají největší objem dřevní hmoty na 1 ha Olšina Vřesová a olšina Dolní Nivy. Nejnižší objem je předpokládán u doubravy Satr, která má ze všech kontrolních ploch nejméně příznivé stanovištní podmínky (Obr.13). Jako v případě rekultivovaných ploch na výsypce uvažujeme u prognózy plynulý růstový gradient, je čistě teoretický, a nepředpokládá možný vliv biotických a abiotických disturbancí.

Tab. 10: Souhrnná tabulka pro kontrolní plochy mimo VPV ve věku 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality VPV | Dominantní dřevina | průměrná výška | průměrná výčetní tloušťka | průměrný věk porostu | Počet jedinců na 1 ha | celkový objem dřevní hmoty na 1 ha v m ³ |
|--------------------|--|----------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|---|
| Bor Vřesová | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,3 | 25,6 | 81 | 202 | 96,42 |
| Bor Křemenitá | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,2 | 25 | 80 | 210 | 100,24 |
| Bor Matyáš | borovice lesní - <i>Pinus sylvestris</i> | 22,4 | 26 | 81 | 198 | 94,51 |
| Doubrava Satr | ďub zimní - <i>Quercus petraea</i> | 23,5 | 23 | 80 | 176 | 91,28 |
| Doubrava Křemenitá | ďub zimní - <i>Quercus petraea</i> | 21 | 23,5 | 81 | 293 | 151,96 |
| Doubrava Háj | ďub zimní - <i>Quercus petraea</i> | 24 | 22,5 | 80 | 261 | 135,37 |
| Olšina Vřesová | olše lepkavá - <i>Alnus Glutinosa</i> | 24 | 37 | 80 | 405 | 210,05 |
| Olšina Dolní Nivy | olše lepkavá - <i>Alnus Glutinosa</i> | 23,5 | 37 | 82 | 341 | 176,86 |
| Olšina Tatrovce | olše lepkavá - <i>Alnus Glutinosa</i> | 23 | 36,5 | 81 | 278 | 144,18 |
| Smrčina Dolní Nivy | smrk ztepilý - <i>Picea Abies</i> | 26,2 | 28 | 80 | 165 | 116,01 |
| Smrčina Háj | smrk ztepilý - <i>Picea Abies</i> | 26,5 | 27,5 | 81 | 288 | 202,49 |
| Smrčina Matyáš | smrk ztepilý - <i>Picea Abies</i> | 26,3 | 27 | 80 | 229 | 161,01 |



Obr. 13 : Grafické znázornění objemu dřevní hmoty na kontrolních plochách mimo VPV ve věku 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

5.5 Statistické vyhodnocení dat

Nejprve byly porovnány rekultivované plochy na výsypce, poté plochy v okolí výsypky a nakonec byly porovnány plochy se stejným biotopem mezi výsypkou a okolím. Z výsledků je patrné, že se od sebe většina ploch statisticky významně na hladině $p=0,05$ nelišila. Statisticky významně se od sebe odlišovaly pouze smrkové biotopy a bory mezi rekultivovanými plochami na VPV a kontrolními plochami v okolí. Bory se od sebe lišily zejména v počtu jedinců a biometrické charakteristice porostu, kterou byly v případě borů věk a výška porostů. Smrčiny se od sebe lišily zejména ve výšce porostu, výčetní tloušťce a stáří.

V souhrnném porovnání rekultivovaných lokalit na VPV a okolních kontrolních lokalit mimo výsypku se lokality vzájemně lišily v biometrických charakteristikách, zejména v počtu jedinců, výšce porostu, výčetní tloušťce a stáří porostu. Všechny tyto rozdíly jsou zapříčiněny rozdílnou věkovou strukturou rekultivovaných ploch na VPV a okolních ploch.

Přesto pomocí testu mnohonásobného porovnání nevyšly rozdíly mezi jednotlivými plochami statisticky průkazně. Listnaté lesy se mezi sebou statisticky významně neliší (Tab. 11)

Tab. 11: Souhrnná tabulka - Anova-Kruskal-Wallisův test, Zdroj: (Autor, 2015).

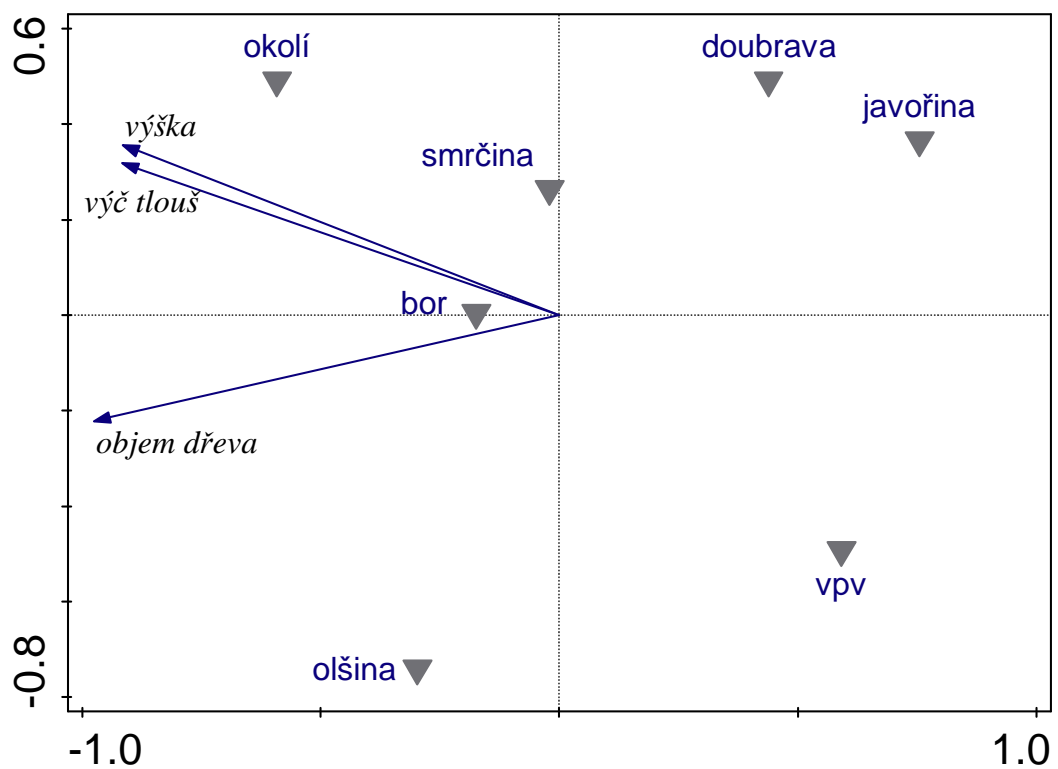
| SOUHRNNÁ TABULKA - ANOVA-KRUSKAL-WALLISŮV TEST | | | | | | | |
|--|-------------|----|------------|----------------------|------------|------------|------------|
| | | | H; p | H; p | H; p | H; p | H; p |
| Plochy | manag | N | Poč. jed. | dřevo m ³ | výška | VT | věk |
| bory, smrčiny | VPV | 18 | 5,43;0,37 | 4,13;0,53 | 6,57;0,25 | 8,16;0,14 | 9,84;0,08 |
| doubravy, olšiny | VPV | 18 | 3,75;0,59 | 8,55;0,13 | 4,88;0,43 | 2,69;0,75 | 0,62;0,99 |
| všechny plochy | VPV | 36 | 10,77;0,46 | 13,12;0,28 | 11,32;0,42 | 14,59;0,20 | 9,59;0,57 |
| všechny plochy | okolí | 36 | 10,27;0,51 | 6,15;0,86 | 18,11;0,07 | 9,34;0,59 | 11,86;0,37 |
| bory | VPV a okolí | 18 | 11,98;0,03 | 7,45;0,19 | 14,29;0,01 | 12,93;0,02 | 12,50;0,03 |
| smrčiny | VPV a okolí | 18 | 9,47;0,09 | 7,34;0,19 | 13,74;0,02 | 13,19;0,02 | 13,35;0,02 |
| smrčiny a bory | VPV a okolí | 18 | 21,78;0,04 | 15,44;0,22 | 29,00;0,01 | 28,52;0,01 | 27,53;0,01 |
| doubrava | VPV a okolí | 18 | 4,95;0,42 | 5,09;0,40 | 12,05;0,03 | 5,21;0,39 | 9,32;0,09 |
| olšina | VPV a okolí | 18 | 6,73;0,24 | 3,50;0,62 | 6,16;0,29 | 3,17;0,67 | 6,03;0,30 |

Legenda: p=hladina významnosti; N=hodnota testované plochy; manag.=charakteristika plochy; počet jed. = počet jedinců na ploše; dřevo m³=objem dřevní hmoty; VT= výčetní tloušťka, věk= stáří dřevin

5.6 Mnohospměrná analýza dat

5.6.1 PCA Analýza

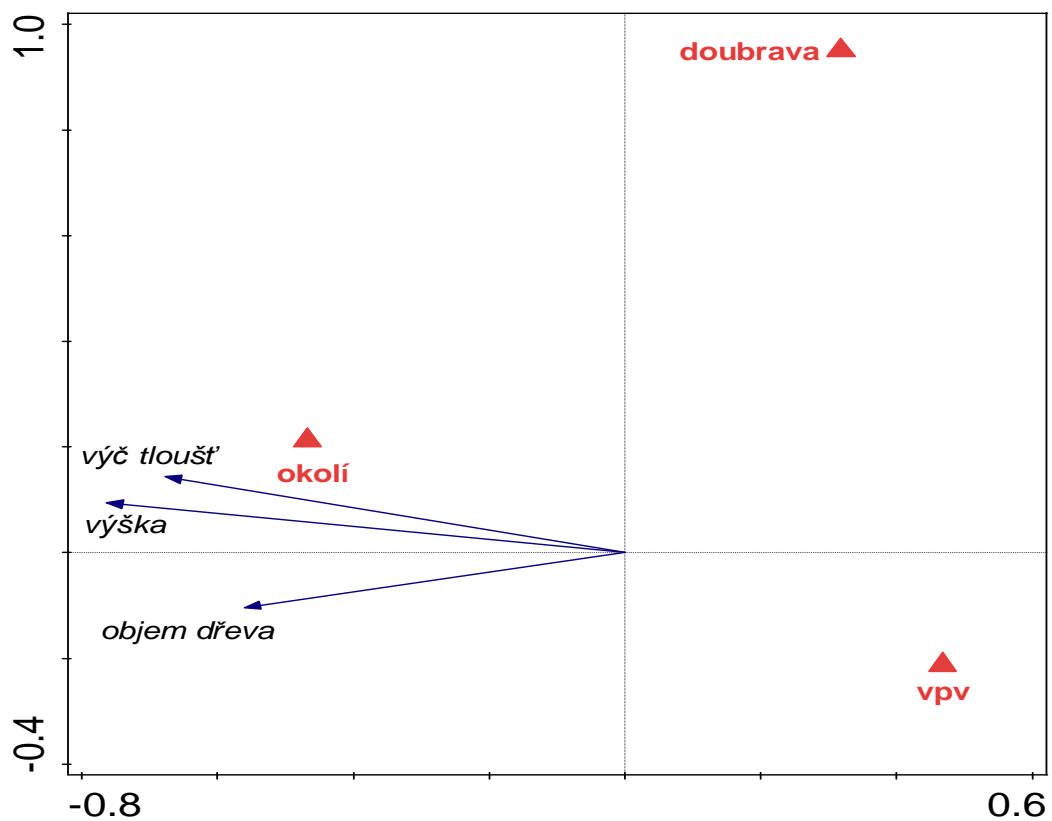
PCA analýza postihla veškerou variabilitu v datech (100%) zjištěných naměřených parametrů u jednotlivých stromů. První osa, se kterou koreluje umístění ploch a jednotlivé biotopy, vysvětlila 90,44%, druhá osa vysvětlila pouze 7,65% variability (Obr. 14).



Obr. 14: PCA analýza- Jako vysvětlované: biometrické charakteristiky (objem dřeva, výčetní tloušťka, objem dřeva), jako vysvětlující rekultivované plochy na VPV a kontrolní plochy mimo VPV.

5.6.2 RDA Analýza

Celková vysvětlená variabilita RDA analýzou byla 98,4%. První osa vysvětlila 40,16% a byla silně korelována s umístěním plochy. Druhá osa vysvětlila jen 1,12% variability (Obr. 15). Při postupném výběru vyšly průkazně pouze proměnné vysvětlující umístění plochy, která vysvětlila 33,5% (pseudo F = 35,3, p = 0,002) a biotop doubrava, který vysvětlil 7,9% (pseudo-F= 9,3, p = 0,002), ve kterém byly největší rozdíly v naměřených parametrech mezi výsypkou a okolím.



Obr. 15: RDA analýza- Jako vysvětlované: rekultivované plochy na VPV a kontrolní plochy, jako vysvětlující okolí biometrické charakteristiky (objem dřeva, výčetní tloušťka, objem dřeva).

5.7 Ekonomická bilance

5.7.1 Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách VPV

Ekonomická bilance rekultivovaných ploch se v současnosti mezi sebou výrazně neliší. Největší ekonomické ztráty jsou způsobené vysokými investičními náklady lesnických rekultivací. V tabulce jsou uvedeny celkové vstupní náklady a objem dřevní hmoty na 1 ha plochy, jednotková cena za 1 m³ potenciálního palivového dříví, celková cena objemu dřevní hmoty a bilance nákladů a výnosů (Tab. 12).

Ekonomická bilance rekultivovaných ve stáří 80. let se příliš neliší od ekonomického potenciálu rekultivovaných ploch v současnosti. Z výsledku je patrné, že budoucí ekonomické výnosy na rekultivovaných plochách nedokážou svým objemem pokrýt vstupní investice (Tab. 13)

Tab. 12: Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách na VPV v současnosti, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality VPV | | | | | |
|---------------------------|---------------|--|-------------------------------|---------------------|------------------|
| současnost | les rek Kč/ha | objem dřevní hmoty m ³ na 1ha | jedn. Cena m ³ /kč | cena celkem 1 ha/Kč | Výnos-náklady Kč |
| Bor Pánské povodí | 513767,00 | 42,37 | 787,00 | 33342,73 | -480424,27 |
| Bor Klondajk | 513767,00 | 109,54 | 787,00 | 86211,42 | -427555,58 |
| Bor Vintířov | 513767,00 | 161,18 | 787,00 | 126845,29 | -386921,71 |
| Javořina Klondajk | 498769,00 | 49,22 | 1005,00 | 49461,26 | -449307,74 |
| Doubrava Klondajk | 498769,00 | 23,07 | 1005,00 | 23183,96 | -475585,04 |
| Doubrava Klondajk posed | 498769,00 | 36,95 | 1005,00 | 37136,40 | -461632,60 |
| Olšina Klondajk | 498769,00 | 176,02 | 1005,00 | 176896,72 | -321872,28 |
| Olšina Klondajk posed | 498769,00 | 140,74 | 1005,00 | 141448,05 | -357320,95 |
| Olšina Jezírka záchranářů | 498769,00 | 103,45 | 1005,00 | 103962,53 | -394806,47 |
| Smrčina pánské povodí | 513767,00 | 54,34 | 787,00 | 42768,98 | -470998,02 |
| Smrčina Klondajk | 513767,00 | 52,42 | 787,00 | 41256,08 | -472510,92 |
| Smrčina Vintířov | 513767,00 | 68,41 | 787,00 | 53838,92 | -459928,08 |

Tab. 13: Ekonomická bilance na rekultivovaných plochách na VPV – prognóza 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality VPV | | | | | | | |
|---------------------------|---------------|--|-------------------------------|---------------------|-----------------------------|--------------|------------|
| prognóza 80. let | les rek Kč/ha | objem dřevní hmoty m ³ na 1ha | jedn. Cena m ³ /kč | cena celkem 1 ha/Kč | probírka porostu. 80 letech | celkový zisk | zisk |
| Bor Pánské povodí | 513767,00 | 305,5 | 850 | 259675 | 7840 | 267515,00 | -246252,00 |
| Bor Klondajk | 513767,00 | 243,92 | 850 | 207332 | 7840 | 215172,00 | -298595,00 |
| Bor Vintířov | 513767,00 | 145,11 | 850 | 123343,5 | 7840 | 131183,50 | -382583,50 |
| Javořina Klondajk | 498769,00 | 170,12 | 1010 | 171821,2 | 54900 | 226721,20 | -272047,80 |
| Doubrava Klondajk | 498769,00 | 149,37 | 1010 | 150863,7 | 54900 | 205763,70 | -293005,30 |
| Doubrava Klondajk posed | 498769,00 | 165,45 | 1010 | 167104,5 | 54900 | 222004,50 | -276764,50 |
| Olšina Klondajk | 498769,00 | 202,79 | 1010 | 204817,9 | 88962 | 293779,90 | -204989,10 |
| Olšina Klondajk posed | 498769,00 | 174,27 | 1010 | 176012,7 | 88962 | 264974,70 | -233794,30 |
| Olšina Jezírka záchranářů | 498769,00 | 118,25 | 1010 | 119432,5 | 88962 | 208394,50 | -290374,50 |
| Smrčina pánské povodí | 513767,00 | 325,53 | 1310 | 426444,3 | 21190 | 447634,30 | -66132,70 |
| Smrčina Klondajk | 513767,00 | 239,05 | 1310 | 313155,5 | 21190 | 334345,50 | -179421,50 |
| Smrčina Vintířov | 513767,00 | 210,93 | 1310 | 276318,3 | 21190 | 297508,30 | -216258,70 |

5.7.2 Ekonomická bilance na kontrolních plochách mimo VPV

Ekonomická bilance okolních kontrolních ploch v současnosti vykazuje téměř na všech plochách kladný hospodářský výsledek. Výjimkou jsou lokality doubrava Satr a bor Matyáš. Obě lokality vykazují nejnižší objem dřevní hmoty na 1 ha. U doubravy Satr hrají roli nepříznivé stanovištní podmínky, u boru Matyáš je to relativní mládí porostu (Tab. 14).

Ekonomická bilance okolních kontrolních ploch ve stáří 80. let ukazuje na příznivý ekonomický potenciál. Všechny okolní plochy vykazují v 80. letech stáří porostu kladný zisk. Nejnižší zisk je patrný u lokality Satr, nejvyšší u lokality smrčina Háj (Tab. 15).

Tab. 14: Ekonomická bilance na kontrolních plochách mimo VPV v současnosti, Zdroj: (Autor, 2015).

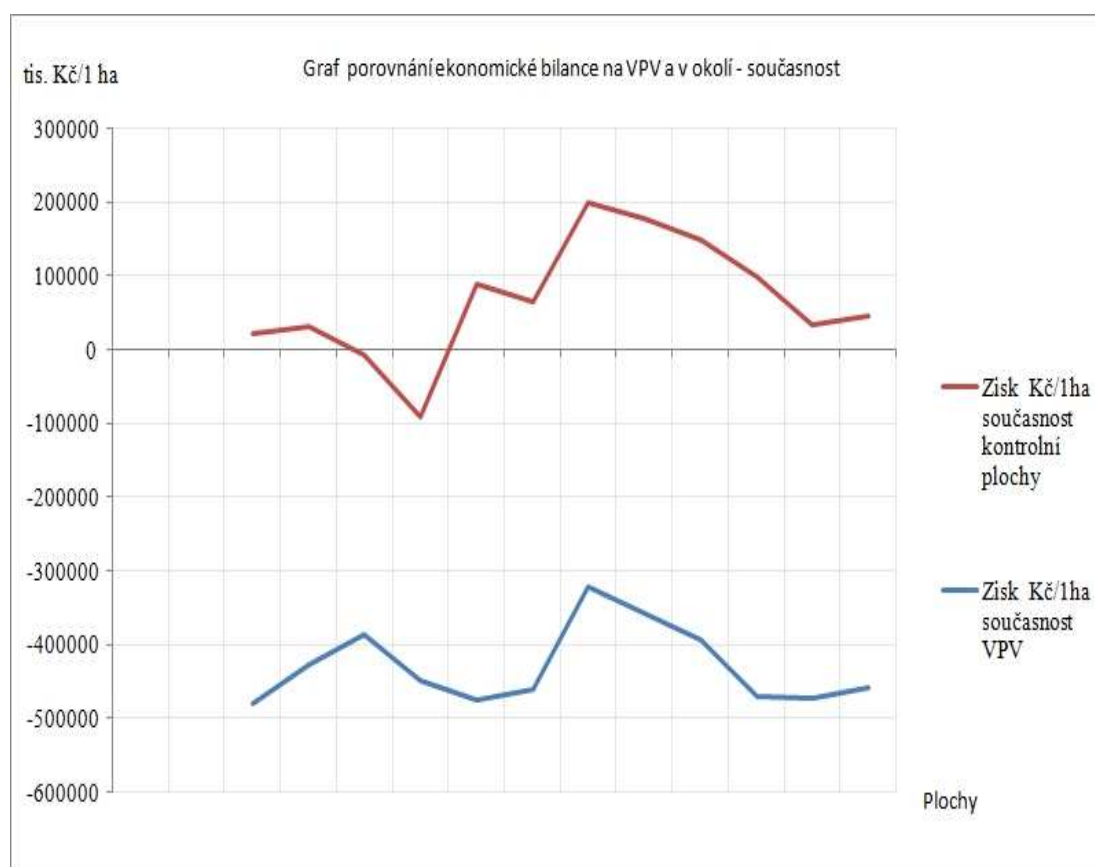
| Název lokality mimo VPV | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------------|---------------------|------------------|
| současnost | náklady na obnovu Kč/ha | objem dřevní hmoty m ³ na1ha | jedn. Cena m ³ /kč | cena celkem 1 ha/Kč | Výnos-náklady Kč |
| Bor Vřesová | 143800 | 212,52 | 787,00 | 167253,51 | 23453,51 |
| Bor Křemenitá | 143800 | 223,51 | 787,00 | 175904,60 | 32104,60 |
| Bor Matyáš | 143800 | 175,37 | 787,00 | 138017,70 | -5782,30 |
| Doubrava Satr | 143800 | 53,16 | 1005,00 | 53429,61 | -90370,39 |
| Doubrava Křemenitá | 143800 | 231,76 | 1005,00 | 232916,59 | 89116,59 |
| Doubrava Háj | 143800 | 209,25 | 1005,00 | 210294,65 | 66494,65 |
| Olšina Vřesová | 112140 | 310,97 | 1005,00 | 312525,88 | 200385,88 |
| Olšina Dolní Nivy | 112140 | 289,63 | 1005,00 | 291074,95 | 178934,95 |
| Olšina Tatrovice | 112140 | 261,80 | 1005,00 | 263110,36 | 150970,36 |
| Smrčina Dolní Nivy | 127710 | 289,63 | 787,00 | 227936,01 | 100226,01 |
| Smrčina Háj | 127710 | 206,36 | 787,00 | 162407,89 | 34697,89 |
| Smrčina Matyáš | 127710 | 220,19 | 787,00 | 173292,26 | 45582,26 |

Tab. 15: Ekonomická bilance na kontrolních plochách mimo VPV – prognóza 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

| Název lokality mimo VPV | | | | | | | |
|-------------------------|-------------------------|---|-------------------------------|---------------------|--------------------------|--------------|-----------|
| prognóza 80. let | náklady na obnovu Kč/ha | objem dřevní hmoty m ³ na1ha | jedn. Cena m ³ /kč | cena celkem 1 ha/Kč | probírka porostu. 80 let | celkový zisk | zisk |
| Bor Vřesová | 143800,00 | 96,42 | 1178,00 | 113582,76 | 91760,00 | 205342,76 | 61542,76 |
| Bor Křemenitá | 143800,00 | 100,24 | 1178,00 | 118082,72 | 91760,00 | 209842,72 | 66042,72 |
| Bor Matyáš | 143800,00 | 94,51 | 1178,00 | 111332,78 | 91760,00 | 203092,78 | 59292,78 |
| Doubrava Satr | 143800,00 | 91,28 | 899,00 | 82060,72 | 54900,00 | 136960,72 | -6839,28 |
| Doubrava Křemenitá | 143800,00 | 151,96 | 899,00 | 136612,04 | 54900,00 | 191512,04 | 47712,04 |
| Doubrava Háj | 143800,00 | 135,37 | 899,00 | 121697,63 | 54900,00 | 176597,63 | 32797,63 |
| Olšina Vřesová | 112140,00 | 210,05 | 1010,00 | 212150,50 | 88962,00 | 301112,50 | 188972,50 |
| Olšina Dolní Nivy | 112140,00 | 176,86 | 1010,00 | 178628,60 | 88962,00 | 267590,60 | 155450,60 |
| Olšina Tatrovice | 112140,00 | 144,18 | 1010,00 | 145621,80 | 88962,00 | 234583,80 | 122443,80 |
| Smrčina Dolní Nivy | 127710,00 | 116,01 | 1472,00 | 170766,72 | 203970,00 | 374736,72 | 247026,72 |
| Smrčina Háj | 127710,00 | 202,49 | 1472,00 | 298065,28 | 203970,00 | 502035,28 | 374325,28 |
| Smrčina Matyáš | 127710,00 | 161,01 | 1472,00 | 237006,72 | 203970,00 | 440976,72 | 313266,72 |

5.7.3 Porovnání ekonomické bilance na VPV a okolí – současnost

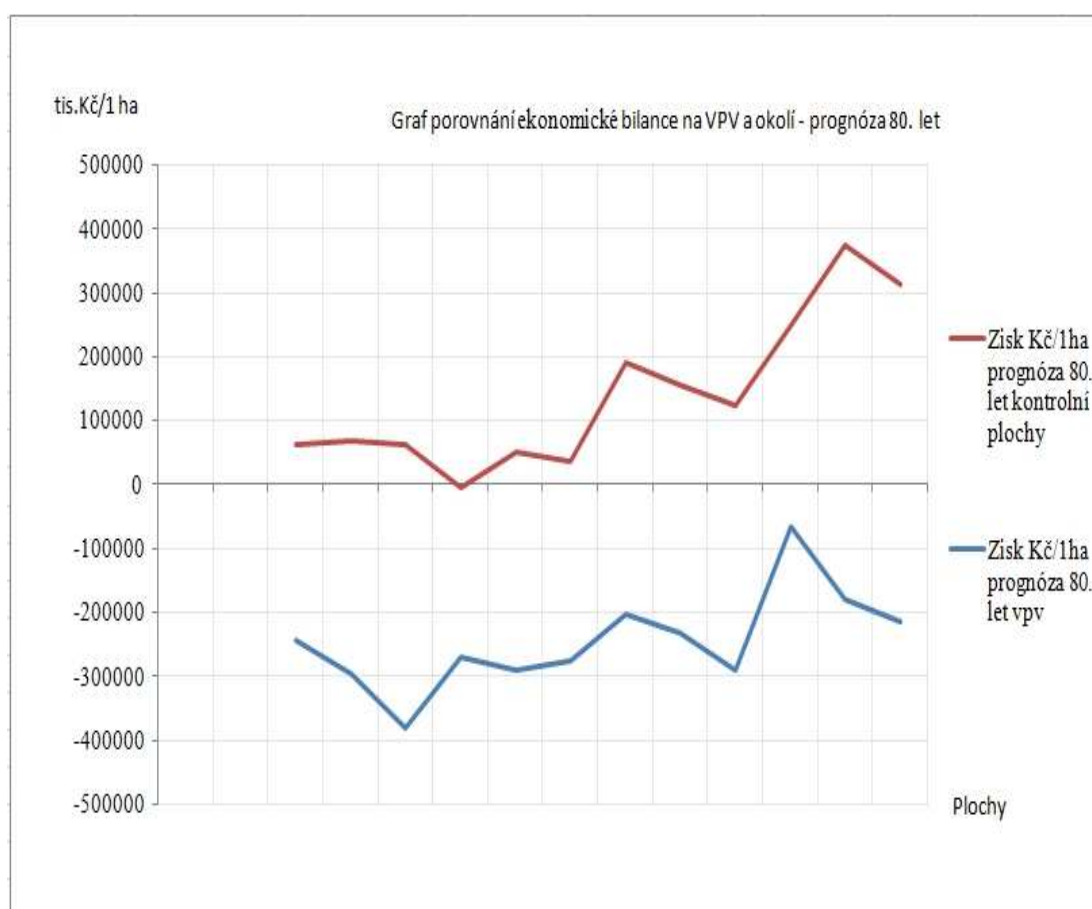
Porovnání ekonomické bilance na rekultivovaných plochách VPV s ekonomickou bilancí kontrolních ploch z okolí výsypky poukazuje na skutečnost, že jsou rekultivované plochy zatíženy vysokými počátečními investicemi, které svým objemem převyšují potenciální návratnost. Okolní plochy v současnosti mají téměř ve všech případech kladný ekonomický potenciál (Obr. 16).



Obr. 16: Grafické porovnání ekonomické bilance na VPV a okolních plochách v současnosti, Zdroj: (Autor, 2015).

5.7.4 Porovnání ekonomické bilance na VPV a okolí – prognóza

Porovnání ekonomické bilance na rekultivovaných plochách VPV s ekonomickou bilancí kontrolních ploch z okolí výsypky se ve stáří 80. let významně neliší od současného stavu. Rekultivované plochy jsou stále zatíženy vysokými vstupními investičními náklady na rekultivace a vykazují záporný zisk. Naopak okolní kontrolní plochy v současnosti mají téměř ve všech případech kladný ekonomický potenciál a kladný ekonomický výnos (Obr. 17).



Obr. 17: Grafické porovnání ekonomické bilance na VPV a okolních plochách – prognóza 80. let, Zdroj: (Autor, 2015).

6 DISKUZE

Kvantifikace biomasy stromu byla provedena pomocí alometrických rovnic na základně snadno měřitelných veličin. V případě stanovení biomasy stromů na Velké podkrušnohorské výsypce a v okolí byly použity parametry výšky, výčetní tloušťky a věku jednotlivých porostů. Pro větší přesnost však mohou být ve výpočtech zahrnuty i další veličiny, jako např. parametry koruny stromu, vlastnosti stanoviště, nebo nadmořská výška. Častým problémem bývá při výpočtu optimálně zvolená sestava rovnic. Pro účely kvantifikace objemu dřevní hmoty pro jednotlivé plochy na VPV a okolí byl vypočítán objem dřevní hmoty pomocí metody lokálních alometrických rovnic Zianise et al. (2004).

Pro podmínky České republiky je však podle Marka (2001) vhodnější použití alometrických rovnic autorů Wirth a kol. (2004). Práce obsahuje reprezentativní soubor údajů o smrku ztepilém ze středoevropského regionu. Nevýhodou této studie je absence rovnice pro celkovou nadzemní biomasu, ale pouze pro její jednotlivé části. Výsledný součet rovnic vede k zvyšování nejistot a možnému zahrnutí chyb do výpočtu. Borovice lesní je druhou nejvýznamnější dřevinou České republiky z hlediska podílu zásob dřevní hmoty. Pro tuto dřevinu v mírném pásmu jsou však reprezentativní studie značně omezené, protože mnohé byly zpracované pro subboreální a boreální podmínky Ruska nebo Skandinávie. Pro oblast České republiky nabízí studie projektu CzechCarbo, která na základě efektivního sběru dat přinesla vhodné alometrické rovnice pro výpočty objemu v mírném a boreálním pásmu (Cienciala et al., 2006a).

Ztížená situace správného výběru rovnic pro výpočet biomasy existuje i u dubu letního a zimního. Alometrické vztahy uvedené v dostupné literatuře nevyhovují podmínkám České republiky. V projektu CzechCarbo proto byla provedena podrobná studie, jejímž výsledkem jsou vhodné rovnice pro stanovení objemu jednotlivých složek nadzemní biomasy (Cienciala et al., 2008). Stanovení nadzemní biomasy pomocí biometrických rovnic předchází pracné venkovní měření doplněné destruktivním měřením vzorníků.

Podle terénních zjištění neprobíhají na rekultivovaných lesních plochách Velké podkrušnohorské výsypky v současné době žádné pěstební zásahy. Probírka porostů, uvedená v metodikách VÚMOP pro lesnické rekultivace, není v rámci lesního managementu na lesní porost VPV aplikována. Pro úspěšné perspektivní splnění výhledových prognóz rekultivačních postupů jsou nutné pravidelné pěstební zásahy, které se významně podílejí na požadovaném vývoji rekultivovaných ploch. Pro správný vývoj lesních ekosystémů na Velké podkrušnohorské výsypce je také důležitá druhová skladba dřevin, která by se měla svým charakterem přiblížit potenciální přirozené vegetaci. Na výsypce jsou často vysazovány nepůvodní jehličnaté monokultury, které narozdíl od půdotvorných listnatých kultur svým opadem znesnadňují půdotvorný proces na výsypkách a zpomalují vývoj celého ekosystému. Mudrák (2010) ve své studii podrostu na VPV poukazuje na přímou souvislost mezi produkcí biomasy ekosystémů a pedologickými podmínkami. Z výsledku jeho studie je patrné, že lesní ekosystémy listnatých padavých lesů na VPV mají vyšší produkci biomasy než jehličnaté monokultury.

Na základě růstové prognózy, ve které je uvažována věková struktura porostu 80. let, je ve výsledcích patrný nárůst biomasy u rekultivovaných ploch. Podle studií je však tento nárůst pozorován u všech počátečních ekosystémů, u kterých bylo disturbované stanoviště ponecháno spontánní sukcesi (Prach et Hoobs, 2008) nebo bylo obnovováno rekultivací (Uri et al., 2002).

Současný trend lesního managementu je zaměřený na změnu současné druhové skladby lesů, která je blízká skladbě přirozené a současně respektuje hospodářské zájmy vlastníků. Na kontrolních plochách mimo těleso VPV probíhají pravidelné pěstební zásahy. Podle Marka (2011) je pro důležité dodržení obmýtní doby v závislosti na převládající dřevině a její vhodnosti v podmínkách cílových hospodářských souborů.

Porovnání ekonomické bilance rekultivovaných ploch s ekonomickou bilancí okolních ploch v současnosti i v prognostické úvaze ukázalo jasnou ekonomickou ztrátu při provádění lesních rekultivačních zásahů. Některé doporučené metodické postupy VÚMOP (Čermák et al., 2002) pro lesnické rekultivace, např. ožínání a okopávání porostu, nebyly v rámci výzkumu na velké podkrušnohorské výsypce pozorovány.

Zefektivnění složitého rekultivačního managementu by mohlo znamenat nižší ekonomické investice a zlepšení vývoje iniciálních rekultivovaných ekosystémů.

Jednou z možných řešení ekonomické ztráty v souvislosti s lesnickými rekultivacemi by mohlo být ponechání disturbované lokality spontánní sukcesi. Podle Polstera (1991) si přírodné procesy poradí s narušeným stanovištěm mnohem přirozeněji, lépe a ekonomičtěji, než ekonomicky nákladné a vzhledem k složitosti často nesprávně zvolené rekultivační záměry.

7 ZÁVĚR

Rozdíly produkce dřevní hmoty mezi rekultivovanými lesními plochami na Velké podkrušnohorské výsypce a okolními lesními plochami jsou způsobené odlišnou věkovou strukturou a typologií. Nejvyšší objem dřevní hmoty na rekultivovaných plochách Velké podkrušnohorské výsypky vykazují vlhké olšové porosty, konkrétně lokality Olšina Klondajk a Olšina Klondajk posed. Vyšší objem dřevní hmoty je zapříčiněn zejména příznivými fyzikálními a hydrologickými vlastnostmi stanoviště, které zlepšuje olše svým opadem. Nižší objem dřevní hmoty byl zaznamenán u suchých acidofilních doubrav. U jehličnatých rekultivovaných lesů byl největší objem dřevní hmoty zaznamenán na Lokalitě bor Vintířov. Nižší objem dřevní hmoty byl zaznamenán u smrkových porostů Klondajk a Pánské povodí. Při prognostickém stanovení objemu dřevní hmoty pro porosty staré 80 let vykazují největší objem dřevní hmoty na 1 ha rekultivované jehličnaté porosty, zejména bor Pánské povodí a smrčina Pánské povodí. Největší objem dřevní hmoty na 1 ha plochy u listnatých rekultivovaných ploch vykazuje olšina Klondajk, nejnižší objem je patrný u Olšiny Jezírka záchranářů.

Největší objem dřevní hmoty na 1 ha plochy na kontrolních plochách z okolí výsypky má z listnatých lesů Olšina vřesová, z jehličnatých lesů má největší objem smrčina Dolní Nivy. Naopak nejmenší objem dřevní hmoty vykazuje suchá acidofilní doubrava Satr, z jehličnatých lesů vykazuje nejmenší objem bor Matyáš. Při prognostickém stanovení objemu dřevní hmoty pro porosty staré 80 let se objem dřevní hmoty od současnosti příliš nelišil.

Statistické porovnání rekultivovaných ploch na výsypce, ploch v okolí výsypky a porovnání ploch se stejným biotopem mezi výsypkou a okolím nevykázalo žádné staticky významné hodnoty na hladině $p=0,05$. Statisticky se od sebe odlišují pouze jehličnaté porosty na VPV a jehličnaté kontrolní plochy v okolí.

Z výsledků ekonomických bilancí je patrné, že rekultivované plochy v porovnání s hospodářským porostem v okolí jsou zatíženy vysokými počátečními investicemi, které svým objemem převyšují potenciální návratnost. Tato skutečnost vyplývá z nadhodnocení nákladů celého projektu rekultivace Velké podkrušnohorské výsypky.

K snížení ekonomických nákladů a zvýšení diverzity rekultivovaných stanovišť se jeví jako nejvhodnější způsob obnovy disturbovaných ploch vhodná aplikace ekonomicky nenáročného řízení sukcese, doplněná vhodně zvolenou lesnickou rekultivací, ve které budou dominovat původní druhy vegetace obohacené přípravnými druhy dřevin.

8 POUŽITÉ ZDROJE:

ALBAUGHT J., BERGH J., LUNDMARK T., NILSSON U., STAPE J., ALLEN H. L., LINDER S. (2009): Do biological expansion factors adequately estimate stand-scale above ground component biomass for Norway spruce? *Forest Ecology and Management*, 258: 2628–2637pp.

AGRI, (2014): Zpráva o stavu lesa a lesního hospodářství ČR 2013, ISBN: 978-80-7434-153-3, 86p.

BEGON M., COLIN R., TOWNSEND, HARPER J. L. (2006): *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell publishing, 738pp.

BEJČEK, V., ŠŤASTNÝ, K., (2000): *Fauna Bílinska*. Vyd. 1. Praha: Grada Publishing.

BENEŠ E. D. A KOL., (2004): *Mostecko regionální vlastivěda*. Hněvín, Most: 144 p.

BERAN, P., (2000): *Rekultivační práce v sokolovském revíru před rokem 1945*. Státní oblastní archiv v Plzni, Plzeň: 299–307pp.

BOLLANDS L. O. M., REKSTAD I., NCSSET E., RRSBERG I. (2009): Models for predicting above-ground biomass of *Betula pubescens* spp. in mountain areas of southern Norway. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 24: 318–332pp.

BRADSHAW A., (1997): Restoration of mined lands using natural processes *Ecological Engineering*, 8, 255–269pp.

CIENCIALA E., ČERNÝ M., APLTAUER J., EXNEROVÁ Z. (2005): Biomass functions applicable to European beech. *Journal of Forest Science*, 4: 147–154pp.

CIENCIALA E., APLTAUER J., EXNEROVÁ Z., TATARNOV, F. A. (2008): Biomass functions applicable to oak trees grown in Central-European forestry. *Journal of Forest Science*, 54: 109–120pp.

CLEMENTS, F. E., (1916): *Plant succession: an analysis of the development of vegetation*. Carnegie Institute of Washington Publication. No 242. Washington, DC.

CULEK, M. A KOL., (1996): Biogeografické členění České republiky. - Enigma, Praha: 347 pp.

ČERMÁK, P., KOHEL, J., DEDERA, F., A KOL., (2002): Rekultivace ploch devastovaných těžbou nerostných surovin v oblasti Severočeského hnědouhelného revíru. Metodika., Praha, VÚMOP, 2002

DIMITROVSKÝ K., (2001): Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, a.s., Sokolov, 191pp.

DIMITROVSKÝ, K. (1999): Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Metody pro zemědělskou praxi. 14. Praha, ÚZPI.

DIMITROVSKÝ, K., (2012): Závěrečná zpráva – Taxonomické a ekonomické zhodnocení lesnických rekultivací včetně kvalitativní stránky dřevní hmoty. FLD, Praha: 80 pp.

FAHEY T.J., KNAPP A.K., (2007): Principles and Standards for Measuring Primary Production. Oxford University press. 263pp.

FROUZ, J., (1999): Návrat přírody do krajiny poznamenané těžbou uhlí. Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., Sokolov: 16 pp.

FROUZ J., (1999): Obnova společenstev půdních organismů na plochách lesnických rekultivovaných hnědouhelných výsypek a jejich význam pro tvorbu půdy. Ochrana přírody 54 (5), 157-159 pp.

FROUZ J., PIŽL V., CIENCIALA E., KALČÍK J., (2009): Carbon storage in post-mining forest soil, the role of tree biomass and soil bioturbation. Biogeochemistry, 94(2), 111-121pp.

FROUZ, J., POPPERL, J., PŘIKRYL, I., ŠTRUDL, J., (2007): Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s., Sokolov.

FROUZ, J., PÖPPERL, J., PŘIKRYL, I., ŠTRUDL, J., (2007): Tvorba nové krajiny na Sokolovsku. Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., Sokolov: 26 pp.

HOBBS, R., (1997): Future landscapes and the future of landscape ecology. Landscape and Urban Planning 37: 1-9 pp.

HORÁČEK R.,(2005): Zvláštní režim - plán sanace a rekultivace na období 2006 – 2010, Technická zpráva. Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s., R – PRINCIP MOST, s. r. o., Most.

CHLUPÁČ, I. et al.,(2002): Geologická minulost České republiky.

IPCC, (2003): Good Practice Guidance For Land Use, Land-Use Change and Forestry.[on line]. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama: 675 pp
Dostupné http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_contents.html .

JALKANEN A., MÄKIPÄÄ R., STÅHL G., LEHTONEN A., PETERSSON H. (2005). Estimation of the biomass stock of trees in Sweden: comparison of biomass equations and age-dependent biomass expansion factors. Ann. For. Sci., 62: 845–851 pp.

JISKRA, J., (2012): Lomové dobývání uhlí, keramických hlín, šterkopísků a kameniva převážně v Karlovarském kraji ve fotografii. Studio OKO, Svatava: 292 pp.

JISKRA, J.,(2000): Z historie hornictví v obci Dolní a Horní Rychnov 1793 – 1993.– Obecní úřad Dolní Rychnov.

KELLOMÄKI, S., OKER-BLOM, P., KUULUVAINEN, T. (1984): The effect of crown and canopy structure on light interception and distribution in a tree stand. In Crop Physiology of Forest Trees. Tigerstedt, PMA, Puttonen, P., Koski, V. (Eds). University Press, Finland, 107–115 pp.

KRÁSA, P., (2012): Vegetace mokřadů jižního obvodu na Velké podkrušnohorské výsypce. Sborník muzea Karlovarského kraje 2012.

KRYL V., FROEHLICH E., SIXTA J.,(2002): Zahlázení hornické činnosti a rekultivace. VŠB-Technická univerzita Ostrava.

LEHTONEN A., CIENCIALA E., TATARINOV F., MÄKIPÄÄ R. (2007). Uncertainty estimation of biomass expansion factors for Norway spruce in the Czech Republic. Ann. For. Sci., 64: 133–140.

LEITGEB, J., (2010): Velké rekultivační stavby v příměstské části měst a obcí Sokolovska. Krajinná a městské inženýrství – realizace staveb, Stavebnictví 8

LEITGEB, J., (1999): Studie rekultivace Podkrušnohorské výsypky.

LIPSKÝ Z., (1999): Krajinná ekologie pro studenty geografických oborů. Karolinum, Praha.

MÄKELÄ, A., (1997): A carbon balance model of growth and self-pruning in trees based on structural relationships. For. Sci. 43: 7-24pp.

MAREK, M V, (2011): Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. 1. publ. Praha: Academia, 106 – 127pp.

MERGL, M., (1997): Geologická exkurze v okolí Sokolova a Lokte. - Pedagogické centrum Plzeň.

MÍSAŘ, Z. Et al., (1983): Regionální geologie ČSSR. Český masiv. – SPN. Praha.

MUDRÁK O, FROUZ J, VELICHOVÁ V., (2010): Understorey vegetation in reclaimed and unreclaimed post-mining forest stands. Ecological Engineering. 36:783-790 pp.

MUUKKONEN, P., (2007): Generalized allometric volume and biomass equations for some tree species in Europe. European Journal of Forest Research 126: 157–166pp.

NEUHAUSLOVÁ Z. A KOL., (1998): Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Academia, Praha, 341 pp.

PAŘEZ J. (1985): Procentické sortimentační tabulky pro smrkové, borové, bukové a dubové kmeny různé jakosti (odpovídá ČSN 48 0055 a ČSN 48 0056). Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Jíloviště-Strnady, 64 pp.

PECHAROVA E., SVOBODA I., VRBOVÁ M., 2011: Obnova jezerní krajiny pod Krušnými horami. Lesnická práce, Praha, 108 pp.

PECHAROVÁ E., (2004): Vybrané aspekty obnovy funkce krajiny narušené povrchovou těžbou hnědého uhlí. HP. Jihočeská universita v ČB. 74 (3): 143- 146 pp.

PECHAROVÁ, E., HEJNÝ, S.,(1998): Zhodnocení vybraných partií Velképodkrušnohorské výsypky z hlediska přirozených výskytů bylinnýchspolečenstev. – Průběžná ZPRÁVA, ENVI, O.P.S. TŘEBONĚ.

POLENO, Z., VACEK, S. A KOL., (2009): Pěstování lesů 3, Praktické postupy pěstování lesů. Lesnická práce, s.r.o., Kostelec nad Černými lesy.

PRACH, K; PYŠEK, P.,(1998): Dřeviny v sukcesi na antropogenních stanovištích. Praha: Mater.

PRACH K., HOBBS R., (2008): Spontaneous Succession versus Technical Reclamation in the Restoration of Disturbed Sites. Restoration Ecology, 16(3), 363–366pp.

PŘIKRYL, I.,(1999): Nová příležitost v krajině výsypky hnědouhelných lomů. Ochrana přírody 54: 190 – 192pp.

POLSTER, D. F.,(1991): Natural vegetation succession and sustainable reclamation. British Columbia Mine Reclamation Symposium.

ROUTA M., (2009): Ekonomická náročnost sanace a rekultivace v oblasti Sokolovska, disertační práce, Fakulta lesnická a dřevařská, česká zemědělská univerzita v Praze.

SEJÁK, J., DEJMAL, I. A KOL.,(2003): Hodnocení a oceňování biotopů České republiky. Praha, Český ekologický ústav. ISBN. 80-85087-54-5.

SIXTA, J., TRPAKOVA, I. ET AL.,(2002): Use of historical data from Stableland register for soil forming process on restore dumpsof brown coal open cast mine sites in north-west Bohemia. Cagliari: Proceedings SWEMP.

SKLENIČKA P.,(2003): Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha.

SLODIČÁK, M. (2008) : Lesnické hospodaření v Krušných horách. [Forestry management in the Krušné hory Mts.]. Hradec Králové, Lesy České republiky; Strnady, Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti. 480 pp.

SOMOGYI Z., CIENCIALA E., MÄKIPÄÄ R., MUUKKONEN P., LEHTONEN A., WEISS P. (2006): In direkt methodsoflarge-scaleforestbiomassestimation. Eur. J. Forest Res., 126: 197–207pp.

Stolař, M.,(2015): Ocelový gigant by se měl přeměnit na rozhlednu. MAFRA [on line], Dostupné na: <http://vary.idnes.cz/>.

STRAHLER, A.H. (2011): Introducingphysicalgeography, 5th ed. John Wiley&Sons, Hoboken, N.J.

ŠÍMOVÁ, I.,(2004): Sukcese zooplanktonu a zoobentosu ve vodních nádržích oblasti narušené povrchovou těžbou nerostů. Disertační práce. ZF JCU.

ŠTEFANOVIČ, M., (2004): Pozemkové právo. Bratislava: EUROUNION spol. s r.o., 49 p.

ŠTRUDL J.(2001): Uhlí na Sokolovsku podle historických pramenů (Tvorba nové krajiny na Sokolovsku.

ŠTÝS S. A KOL., (1981): Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. SNTL Nakladatelství technické literatury, Praha, 680pp.

ŠTÝS, S.,(2001): Mostecko – minulost-současnost, Most.

ŠTÝS, S., (2010): Proměny Mostecka. Statutární město Most, Most: 63pp.

TICHÁ, M., (2005): Monitoring rostlinných společenstev v LBC Hráza Kroměříž. Venkovská krajina 2005, sborník příspěvku z mezinárodní konference: 162 – 165 pp.

VÁVRA, T., (2003): Metodika: Princip dendrochronologie. Dendrochronologická společnost [on line], Dostupné: http://www.dendrochronologie.cz/foto_galerie

VINŠ B. (1981): Biomasa smrkového porostu v chlumní oblasti. Práce VÚLHM, 59: 83–99.

VOLNÝ, S.,(1985): Deteriorizace a rekultivace krajiny, VŠZ v Brně, 187 p.

VRÁBLÍKOVÁ, J. ET AL., (2008): Možnosti obnovy antropogenně postižené krajiny v severních Čechách. In: Revitalizace antropogenně postižené krajiny v

Podkrušnohoří. II. část, Teoretická východiska pro možnosti revitalizace území modelové oblasti. FŽP UJEP, Ústí nad Labem, 22-36 pp.

VYSKOT M. (1980): Balance biomasy hlavních lesních dřevin. Lesnictví, 26: 849–882pp.

VYSKOT M. (1990): Juvenilebeech in biomass. Prague, Academia: 167pp.

URI V., TULLUS H., LO K., (2002): Biomass production and nutrient accumulation in short-rotation grey alder plantation on abandoned agricultural land. Forest Ecology and Management, 161, 169-179pp.

WALKERL.R., DELMORAL R.,(2003): Primary succession and ecosystem rehabilitation. Cambridge Univerzity press, USA,458pp.

WHITTAKER, R., (1974): Climaxconcepts and recognition. Vegetationdynamics. Haag.

WIRTH CH., SCHUMACHER J., SCHULZE E. (2004). GenericbiomassforNorwayspruce in CentralEurope a meta-analysisapproachtowardprediction and uncertaintyestimation. TreePhysiology, 24: 121–139pp.

WUTZLER T., WIRTH C., SCHUMACHER J. (2008): Genericbiomass fiction forCommonBeech (Fagussylvatica) in CentralEurope: predictions and componentsofuncertainty. Can. J. For. Res., 38 : 1661–1675pp.

ZAHRADNICKÝ J., MACKOVČIN P. (EDS.), (2004): Plzeňsko-Karlovarsko. In: MACKOVČIN, P., SEDLÁČEK, M., (eds.):Chráněná území ČR, svazek XI. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum, Praha, 588 pp.

ZIANIS, D, MUUKKONEN, P, MAKIPAA, R &MENCUCCINI, M (2005): Biomass and stem volumeequationsfortree species in Europe. Silva fennicamonographs, no. 4, 1-2,5-63pp.

ZIANIS D., MENCUCCINI M., (2004): On simply fyingallometricanalysesofforestbiomass. ForestEcology and Management, 187(2-3), 311-332pp.

9 PŘÍLOHY:

| | |
|---|----|
| Tabulka č1: Charakteristika lokalit na VPV..... | 73 |
| Tabulka č2: Charakteristika lokalit mimo VPV..... | 76 |
| Tabulka č3: Metodika lesnické rekultivace..... | 79 |
| Tabulka č4: Založení a zajištění porostu..... | 82 |

Tabulka č1: Charakteristika lokalit na VPV

| Název lokality | GPS | Nadmořská výška | Soubor lesního Typu Zdroj: (Seják et. al., 2003) | Popis Lokality | Dominantní dřevina |
|-------------------|-----------------------------------|-----------------|--|---|---|
| Bor Pánské povodí | 50°14'27.174"N, 12°41'28.884"E | 510 | XX4 – Pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch a XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Jednověká monokultura, prořezávka dosud nebyla provedena, výsadba do cyprisového podloží | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| Bor Klondajk | 50°14'20.739"N, 12°41'56.270"E | 488 | XX4 – Pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch a XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Jednověká monokultura, prořezávka provedena před sedmi lety, výsadba do cyprisového podloží | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| Bor Vintřov | 50°14'9.024"N, 12°40'49.857"E | 495 | XX4 – Pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch a XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Starší monokultura s doprovodnými dřevinami, s nepravidelnými lesnickými zásahy | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>), doprovodné dřeviny: vrba jíva (<i>Salix Capria</i>), bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>) |
| Javořina Klondajk | 50°14'21.797"N, 12°42'7.593"E | 459 | L7.1 – Suché acidofilní doubravy; XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, vyžadující pěstební lesnický zásah | javor klen (<i>Acer pseudoplatanus</i>), doplňkovou dřevinou bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>). |

| | | | | | |
|---------------------------|-----------------------------------|-----|--|--|---|
| Doubrava Klondajk | 50°14'21.555"N, 12°42'5.181"E | 459 | L5.1 – Květnaté bučiny., XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací | dub zimní (<i>Quercus petraea</i>), doprovodnou dřevinou je bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>) a buk lesní (<i>Fagus sylvatica</i>) |
| Doubrava Klondajk posed | 50°14'19.612"N, 12°41'59.859"E | 488 | L5.1 – Květnaté bučiny., XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací | dub zimní (<i>Quercus petraea</i>) |
| Olšina Klondajk | 50°14'22.630"N, 12°42'3.879"E | 473 | XK4, pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch, X6.4, monokultura alochtonních druhů dřevin | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |
| Olšina Klondajk posed | 50°14'20.309"N, 12°42'1.504"E | 473 | XK4, pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch, X6.4, monokultura alochtonních druhů dřevin | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, pěstební zásahy jsou prováděny | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |
| Olšina Jezírka záchranářů | 50°13'36.981"N, 12°39'40.800"E | 478 | XK4, pionýrská dřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch, X6.4, monokultura alochtonních druhů dřevin | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, vyžadující pěstební lesnický zásah | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |

| | | | | | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----|---|---|--|
| Smrčina pánské povodí | 50°14'21.751"N, 12°41'6.551"E | 515 | XK4 – Pionýrskádřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, vyžadující pěstební lesnický zásah | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>), doprovodnými dřevinami jsou bříza bělokorá (<i>Betula pendula</i>), vrba jíva (<i>Salix Capria</i>) |
| Smrčina Klondajk | 50°14'18.562"N, 12°41'47.312"E | 488 | XK4 – Pionýrskádřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, vyžadující pěstební lesnický zásah | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) |
| Smrčina Vintřívov | 50°13'40.80"N, 12°39'42.83"E | 478 | XK4 – Pionýrskádřevinná vegetace nekultivovaných antropogenních ploch;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Biotop s ukončenou lesnickou rekultivací, vyžadující pěstební lesnický zásah | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) |

Tabulka2: Charakteristika kontrolních lokalit mimo VPV

| Název lokality | GPS | Nadmořská výška | Soubor lesního Typu Zdroj: (Seják et. al., 2003) | Popis Lokality | Dominantní dřevina |
|----------------|-----------------------------------|-----------------|---|---|---|
| Bor Vřesová | 50°15'36.229"N, 12°40'51.095"E | 586 | XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy a z částiX9A – Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. | Hospodářský les, monokultura Borovice lesní, v soukromém vlastnictví | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| Bor Křemenitá | 50°14'20.739"N, 12°41'56.270"E | 488 | XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy a z částiX9A – Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. | Hospodářský les, monokultura Borovice lesní, výrazné polomy, vlastník Lesy ČR | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>) |
| Bor Matyáš | 50°15'47.171"N, 12°40'37.152"E | 468 | XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy a z částiX9A – Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami. | Hospodářský les, věkově mladší monokultura, výrazné polomy, vlastník Lesy ČR | borovice lesní (<i>Pinus sylvestris</i>), doprovodné dřeviny: smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) (<i>Betula pendula</i>) |
| Doubrava Satr | 50°15'3.750"N, 12°40'44.630"E | 531 | L7.1 – Suché acidofilní doubravy | lesnická rekultivace v blízkosti skládky komunálního odpadu, vlastník | dub zimní (<i>Quercus petraea</i>) |

| | | | | Lesy ČR | |
|-----------------------|-----------------------------------|-----|---|--|--|
| Doubrava Křemenitá | 50°15'40.375"N, 12°40'41.814"E | 459 | L7.1 – Suché acidofilní doubravy, XL4 – Degradované lesní porosty s ruđerálními společenstvy. | Hospodářský les, Svažité terén, vlastník Lesy ČR | dub zimní (<i>Quercus petraea</i>) |
| Doubrava Háj | 50°14'54.433"N, 12°36'32.011"E | 662 | L7.1 – Suché acidofilní doubravy, XL4 – Degradované lesní porosty s ruđerálními společenstvy. | Hospodářský les, Vlastník Lesy ČR | dub zimní (<i>Quercus petraea</i>) |
| Olšina Vřesová | 50°15'33.027"N, 12°40'47.665"E | 566 | L2.2 – Údolní jasanovo – olšové luhy | V nivě přítoku Chodovského potoka - porost na obou březích toku, vlastník Lesy ČR | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |
| Olšina Dolní Nivy | 50°15'11.391"N, 12°38'29.914"E | 611 | L2.2 – Údolní jasanovo – olšové luhy | V nivě přítoku Chodovského potoka - olšina na obou březích toku, silně podmáčená, porost na obou březích toku, vlastník Lesy ČR | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |
| Olšina Tatrovce | 50.274269, 12.695071 | 566 | L2.2 – Údolní jasanovo – olšové luhy | V nivě Tatrovického potoka, středně podmáčená, porost na obou březích toku, Vlastník obec Tatrovce | olše lepkavá (<i>Alnus glutinosa</i>) |

| | | | | | |
|--------------------|---------------------------------|-----|---|---|-------------------------------------|
| Smrčina Dolní Nivy | 50°15'13.90"N, 12°38'29.4"E | 515 | X9A, Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami, ;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Hospodářský les, expozice ve svahu, velmi vzrostlé stromy, vlastník Lesy ČR | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) |
| Smrčina Háj | 50°14'47.21"N, 12°36'29.17"E | 488 | X9A, Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami, ;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Hospodářský les, vlastník Lesy ČR | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) |
| Smrčina Matyáš | 50°12'19.47"N, 12°36'53.14"E | 478 | X9A, Lesní kultury s nepůvodními jehličnatými dřevinami, ;XL4 – Degradované lesní porosty s ruderálními společenstvy. | Hospodářský les, expozice ve svahu, , vlastník Lesy ČR | smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>) |

Tabulka 2: Metodika lesnické rekultivace.

| Tabulka lesnické rekultivace | | | | | | |
|------------------------------|--|--------------------------|-------------|-------|-------|--------|
| | biologický část les rekult., bez terénních úprav | | | | | |
| | výsadba | | sazenice | 8000 | | |
| | | | cena/jednot | počet | cena | celkem |
| | | hnojení sazenic | 4 | 6000 | 24000 | |
| 1 cyklus | | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | | 1x vyžínání, jaro | 14539 | 1 | 14539 | |
| | | 1x vyžínání, léto | 14539 | 1 | 14539 | |
| 1 rok | | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | | 1x nátěr sazenic, podzim | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 50 | 5000 | |
| | | | | | | 85378 |
| | | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | | 1x vyžínání, jaro | 14539 | 1 | 14539 | |
| | | 1x vyžínání, léto | 14539 | 1 | 14539 | |
| 2 rok | | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | | 1x nátěr sazenic, podzim | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 50 | 5000 | |
| | | | | | | 61378 |

| | | | | | |
|-------|--------------------------|-------|------|-------|-------|
| | hnojení sazenic | 4 | 6000 | 24000 | |
| | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | 1x vyžínání, jaro | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 1x vyžínání, léto | 14539 | 1 | 14539 | |
| 3 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | 1x nátěr sazenic, podzim | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 50 | 5000 | |
| | | | | | 85378 |
| | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | 1x vyžínání, jaro | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 1x vyžínání, léto | 14539 | 1 | 14539 | |
| 4 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | 1x nátěr sazenic, podzim | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 50 | 5000 | |
| | | | | | 61378 |
| | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | 1x vyžínání, jaro | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 1x vyžínání, léto | 14539 | 1 | 14539 | |
| 5 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | 1x nátěr sazenic, podzim | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | cena nátěru | 100 | 50 | 5000 | |
| | | | | | 61378 |

| | | | | | | |
|-----------------|--------------|------------------------------|-------|------|--------|--------|
| cel 1 cyklus | | | | | 354890 | |
| | | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| 2 cyklus | | 1x vyžínání | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 6 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | | | | | 37939 | |
| | | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | | 1x vyžínání | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 7 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | | | | | 37939 | |
| | | okopávka | 2,25 | 6000 | 13500 | |
| | | 1x vyžínání | 14539 | 1 | 14539 | |
| | 8 rok | 1x nátěr sazenic, jaro | 0,65 | 6000 | 3900 | |
| | 8. rok | prořezávka (pomocné dřeviny) | | 1 ha | 30060 | 30060 |
| | | cena nátěru | 100 | 60 | 6000 | |
| | | | | | 37939 | |
| | cel 2 cyklus | | | | | 143877 |
| celkem rekult | | | | | 498767 | |

Tabulka 3: zajištění a založení porostu.

| založení a zajištění porostu | | | | | |
|--|--------------------------|-------------|-------|--------|---------------|
| Dub | | | | | |
| | | operace, Kč | počet | cena | celkem |
| | sadební materiál | 6 | 8000 | 48000 | |
| | výsadba, sazečem | 2,5 | 8000 | 20000 | |
| | dosadba 1 rok, 10% | 6 | 800 | 4800 | |
| | dosadba sazečem | 2,5 | 800 | 2000 | |
| | 1x 5 let, vyžínání, jaro | 4300 | 5 | 21500 | |
| 5 let | 1x 5 let vyžínání, léto | 4300 | 5 | 21500 | |
| | oplocenka | 1 | 1 ha | 26 000 | |
| celkem | | | | | 143800 |
| <p>sadba jamková - olše, smrk, 4,5 Kč/kus</p> <p>sadba sazečem - borovice, dub - 2,5 Kč/ks</p> <p>vyžínání buřeně v řádcích: 1 rok 1x, 2 a 3 rok 2x, s a 5 rok 1x, jedno vyžínání stojí 4300 Kč/ha</p> | | | | | |
| Olše | | | | | |
| | | operace, Kč | počet | cena | celkem |
| | sadeb mater, I kat | 6 | 6000 | 36000 | |
| | výsadba, sazečem | 2,5 | 6000 | 15000 | |

| | | | | | |
|-----------------|----------------------------------|-------------|-------|--------|---------------|
| | dosadba sazenice 1 rok, 7 % | 6 | 420 | 2520 | |
| | dosadba jamková | 4,5 | 560 | 2520 | |
| 2 roky | 1x vyžínání jaro, 1x vyž. Podzim | 4300 | 4 | 17200 | |
| 3 roky | 1x vyžínání, | 4300 | 3 | 12900 | |
| | oplocenka | 1 | 1 ha | 26 000 | |
| celkem | | | | | 112140 |
| smrk | | | | | |
| | | operace, Kč | počet | cena | celkem |
| | sadební materiál | 6 | 6000 | 36000 | |
| | výsadba, jamková | 4,5 | 6000 | 27000 | |
| | dosadba 1 rok, 7% | 6 | 420 | 2520 | |
| | dosadba jamková | 4,5 | 420 | 1890 | |
| 1 rok | 2x, vyžínání, jaro, podzim | 4300 | 2 | 8600 | |
| 4 let | 1x 5 vyžínání, léto | 4300 | 4 | 17200 | |
| 5 let | 5x, nátěr zvěř i práce | 0,65 | 6000 | 19 500 | |
| | 5x nátěr klikoroh | 0,5 | 6000 | 15 000 | |
| celkem | | | | | 127710 |
| borovice | | | | | |
| | | operace, Kč | počet | cena | celkem |
| | sadební materiál | 6 | 8000 | 48000 | |
| | výsadba, sazečem | 2,5 | 8000 | 20000 | |

| | | | | | |
|--------|--------------------------|------|------|--------|---------------|
| | dosadba 1 rok, 10% | 6 | 800 | 4800 | |
| | dosadba sazečem | 2,5 | 800 | 2000 | |
| | 1x 5 let, vyžínání, jaro | 4300 | 5 | 21500 | |
| 5 let | 1x 5 let vyžínání, léto | 4300 | 5 | 21500 | |
| | oplocenka | 1 | 1 ha | 26 000 | |
| celkem | | | | | 143800 |