

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství

**Lesnické rekultivace na Sokolovsku a jejich ekonomické zhodnocení**

Diplomová práce

Autor: David Trávníček

Vedoucí práce: doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekonomiky a řízení lesního hospodářství

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

David Trávníček

Lesní inženýrství

Název práce

Lesnické rekultivace na Sokolovsku a jejich ekonomické zhodnocení

Název anglicky

Forest reclamation and its economic evaluation in Sokolov region

---

### Cíle práce

Cílem práce bude provedení výběru vhodných ekotypů lesních dřevin pro výsypková stanoviště, způsoby jejich zakládání, stanovení prosperity jednotlivých druhů dřevin pro rekultivace a to včetně ekonomického vyhodnocení. Budou vyhodnoceny i půdní podmínky na výsypkových stanovištích.

### Metodika

Bude provedeno:

- zhodnocení chemických, fyzikálních a hydopedologických vlastností výsypkových substrátů,
- stanovení zásad výběru dřevin pro výsypková stanoviště,
- klasifikace prosperity dřevin na výsypkových stanovištích,
- ekonomické vyhodnocení lesnických rekultivací.

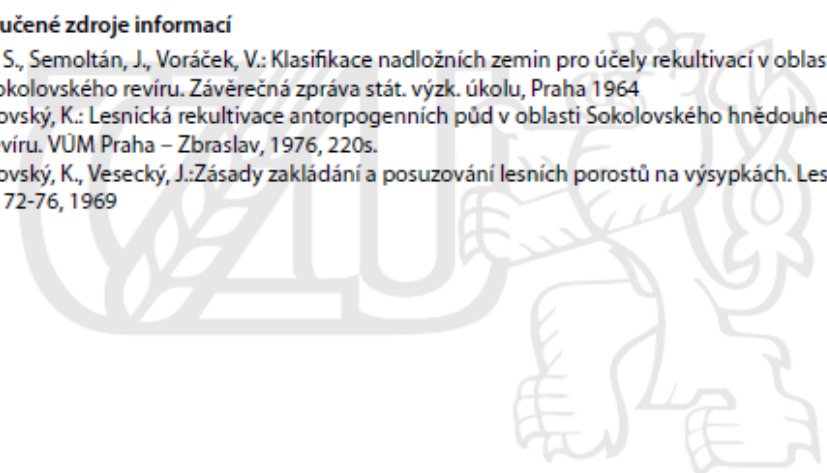
Bude provedeno celkové zhodnocení založených lesních porostů na výsypkových stanovištích Sokolovska.

**Doporučený rozsah práce**

50-75 stran

---

**Doporučené zdroje informací**

- Beneš, S., Semolán, J., Voráček, V.: Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivací v oblasti Sokolovského revíru. Závěrečná zpráva stát. výzk. úkolu, Praha 1964
- Dimitrovský, K.: Lesnická rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru. VÚM Praha – Zbraslav, 1976, 220s.
- Dimitrovský, K., Vesecký, J.: Zásady zakládání a posuzování lesních porostů na výsypkách. Lesnická práce 2, 72-76, 1969
- 

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Roman Sloup, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2015

**doc. Ing. Václav Kupčák, CSc.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 27. 3. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.**

Děkan

V Praze dne 20. 04. 2015

“Prohlašuji, že jsem Diplomovou práci na téma Lesnické rekultivace na Sokolovsku a jejich ekonomické zhodnocení vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Pavla Sloupa, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Chebu dne:

Podpis autora:

Je mou milou povinností poděkovat zde vedoucímu práce doc. Ing. Pavlu Sloupovi, Ph.D, Ing. Konstantinu Dimitrovskému, pracovníkům Sokolovské uhelné, právní nástupce a.s., mé rodině a přátelům za pomoc, podporu a trpělivost.

## **Abstrakt**

Při těžbě nerostných surovin, prováděných povrchovou (velkolomovou) technologií dochází k rozsáhlé devastaci kulturní krajiny, k porušení rovnováhy přírodního ekosystému a také k přesunu a ukládání velkého množství skrývaného půdního materiálu. Dobývací práce by měly být zakončeny úspěšnou sanací a navrácením rekultivovaných pozemků jejich původnímu účelu. Cílem práce je posoudit dosavadní vývoj lesnických rekultivací v oblasti Sokolovské uhelné pánve, provést kalkulaci a zhodnocení jednotlivých způsobů lesnické rekultivace území, zasažených dobývacími pracemi. Provést ekonomické zhodnocení efektivnosti lesnických rekultivací a zjistit ekonomickou efektivnost hodnocených lesnických rekultivací. Podle pěstebních a hospodářských výsledků byly hodnoceny lesní porosty těchto dřevin: dub zimní, dub letní, smrk ztepilý a modřín opadavý na výsypkách Vilém a Velký Riesl. Komparací výsledků, získaných pomocí výše uvedených postupů byla zjištěna, při kalkulaci výnosů z produkce dříví nerentabilita projektů lesnických rekultivací, avšak po zahrnutí ostatních funkcí lesních porostů byly výsledky kalkulace ve všech případech kladné. Jako nejvíce efektivní vychází porosty dubu zimního, následují porosty smrku ztepilého a dubu letního.

**Klíčová slova: Lesnické rekultivace, ekonomické hodnocení projektů, báňská činnost, lesní porosty na výsypkách.**

## **Abstract**

In mining and quarrying, carried out surface (velkolomovou) technologies with large scale devastation of cultural landscape, the equilibrium of the natural ecosystem and also to move and store large amounts of soil material skrývaného. The mining work should be completed by the successful rehabilitation and restoration of land reclaimed their original purpose. The aim is to evaluate the current development of forestry reclamation in the Sokolov coal basin, perform the calculation and assessment of the individual methods of forestry land reclamation, hit siege works. Perform the economic evaluation of the effectiveness of forestry reclamation and evaluated to determine the economic efficiency of forestry reclamation. According to a growing economic results were evaluated forests

these species: sessile oak, oak, spruce and larch on dumps William and Big Riesl. By comparing the results obtained using the above procedures was found, when calculating income from timber production unprofitable forestry reclamation projects, but after the inclusion of other functions of forests calculation results were positive in all cases. As the most effective based sessile oak stands, followed by stands of spruce and oak summer.

**Keywords: forestry reclamation, economic evaluation of projects, mining, forests of dum**

## **Obsah**

<b>1. Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Cíle práce</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Literární rešerše</b> .....	<b>13</b>
3.1. Historické podklady těžby nerostných surovin v ČR .....	13
3.1.1. Organizace rekultivačních prací v oblasti Sokolovské pánve .....	17
3.1.2. Metodické pokyny Ministerstva Hornictví pro řešení problematiky devastace a rekultivace území postižených báňskou činností .....	19
3.1.3. Zákony a vyhlášky, které upravují rekultivační činnost .....	21
3.2. Klasifikace nadložních hornin pro účely rekultivace .....	22
3.2.1. Geologie nadloží .....	24
3.2.2. Klasifikace nadloží pro účely lesnické rekultivace .....	25
3.3. Výzkum lesnické rekultivace na výsypkách .....	26
3.3.1. Geologie půdních substrátů na výsypkách .....	28
3.3.2. Půdní chemie substrátů .....	31
3.3.3. Půdní fyzika substrátů .....	33
3.3.4. Hydropedologie substrátů .....	34
3.4. Klasifikace dřevin pro účely Lesnických rekultivací .....	38
3.4.1. Lesnické rekultivační arboretum Antonín .....	39
3.5. Zhodnocení výsledků Lesnických rekultivací .....	41
3.6. Ekonomické hodnocení projektu lesnických rekultivací .....	42
3.6.1. Metoda čisté současné hodnoty (ČSH) .....	44
3.6.2. Metoda vnitřního výnosového procenta (VVP) .....	45
3.6.3. Index výnosovosti (IV) .....	46
3.6.4. Diskontní míra .....	47
<b>4. Metodika</b> .....	<b>48</b>
<b>5. Výsledky</b> .....	<b>49</b>
5.1. Výpočet výnosů .....	56
5.1.1. Shrnutí výše uvedených nákladových a výnosových vstupů a kalkulace ukazatelů jejich efektivnosti .....	59
5.1.2. Kalkulace čisté současné hodnoty potenciální produkce dříví rekultivovaných lesních porostů na recentních útvarech .....	62
5.2. Kalkulace čisté současné hodnoty lesnických rekultivací na recentních útvarech při započítání jednotlivých mimoprodukčních funkcí lesa .....	63
5.2.1. Sociálně-ekonomické funkce lesa .....	64



5.2.2. Chov zvěře a myslivost jako funkce lesa .....	65
5.2.3. Nedřevoprodukční funkce lesa .....	66
5.2.4. Hydrické funkce lesa .....	67
5.2.5. Vzduchoochranné funkce lesa .....	68
5.2.6. Zdravotně-hygienické funkce lesa .....	69
5.2.7. Kulturně-naučné funkce lesa .....	70
5.2.8. Možnosti diskontování mimoprodukčních funkcí lesa .....	71
<b>6. Diskuze .....</b>	<b>73</b>
6.1. Stanovisko skupiny vědců a dalších odborných pracovníků k problematice obnovy těžbou narušených území.....	73
<b>7. Závěr .....</b>	<b>76</b>
<b>8. Seznam literatury a použitých zdrojů .....</b>	<b>81</b>
<b>9. Seznam příloh .....</b>	<b>85</b>
<b>10. Přílohy.....</b>	<b>86</b>

## Seznam tabulek, obrázků a grafů

### Tabulky:

1. Tabulka č. 1: Chemické vlastnosti půdních substrátů. Jíly cyprisové a vulkanodetritické série
2. Tabulka č. 2: Sorpční vlastnosti jílu cyprisové a vulkanodetritické série
3. Tabulka č. 3: pH a výměnná sorpční kapacita základních představitelů miocenních jílu
4. Tabulka č. 4: Klasifikace výsypkových substrátů podle intenzity infiltrace
5. Tabulka č. 5: Klasifikace výsypkových profilů podle hloubky provlhčení
6. Tabulka č. 6: Založení porostů nesmíšených přípravnými dřevinami, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu
7. Tabulka č. 7: Založení nesmíšených porostů z cílových listnáčů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu
8. Tabulka č. 8: Založení jehličnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu
9. Tabulka č. 9: Založení smíšených listnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu
10. Tabulka č. 10: Založení listnato-jehličnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu
11. Tabulka č. 11: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů dubu zimního
12. Tabulka č. 12: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů dubu letního
13. Tabulka č. 13: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů smrku ztepilého
14. Tabulka č. 14: Předpokládání finanční výnosy z prodeje sortimentů modřínu opadavého
15. Tabulka č. 15: Tabulka přímých a úplných vlastních nákladů při použití harvesterové technologie k mýtní těžbě
16. Tabulka č. 16: Hrubý zisk lesní výroby (HZLV) v tis. Kč/ha, době obmýti 130 let
17. Tabulka č. 17: Porovnání ročních výnosů v tis. Kč/ha, původních a rekultivovaných lesních porostů
18. Tabulka č. 18: Finanční výnosy z prodeje sortimentů břízy
19. Tabulka č. 19: Finanční výnosy z prodeje sortimentů olše

20. Tabulka č. 20: Aplikace metody výpočtu modelu ČSH na jednotlivé projekty lesnických rekultivací
21. Tabulka č. 21: Cena jednotlivých nedřevoprodukčních funkcí lesa
22. Tabulka č. 22: Cena zdravotně hygienické funkce lesa
23. Tabulka č. 23: Cena kulturně naučných funkcí lesa
24. Tabulka č. 24: Souhrn ročních finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa
25. Tabulka č. 25: Souhrn diskontovaných finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa

### **Obrázky:**

1. Mapa ložisek hnědého uhlí a lignitu

### **Grafy:**

1. Graf č. 1:Roční těžby uhlí [tun]
2. Graf č. 2: Přehled rekultivačních prací v Sokolovském revíru
3. Graf č. 3: Typy rekultivací v Sokolovském revíru (realizované a plánované)
4. Graf č. 4: Komparace nákladů v tis. Kč/ha na založení jednotlivých druhů porostů na recentních útvarech (výsypkách)
5. Graf č. 5: Komparace předpokládaných ročních výnosů ze zpeněžení sortimentů jednotlivých dřevin
6. Graf č. 6: Výsledky kalkulace ČSH předpokládané produkce dříví
7. Graf č. 7: Souhrn předpokládaných ročních finančních efektů jednotlivých porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa
8. Graf č. 8: Souhrn diskontovaných předpokládaných finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa

## 1. Úvod

Veškeré lidské aktivity se odehrávají v přírodě a mnohé z nich vedou k devastaci životního prostředí a nevratnému poškození původní krajiny a s ní souvisejícího ekosystému. Veškeré způsoby dobývání nerostných surovin způsobují deteriorizaci přírodního prostředí. Půdní reliéf je ovlivňován hlubinnou exploatací ložisek (odvaly a poklesy terénu), nerovnováhou a čerpáním důlních vod je ovlivňován režim podzemních vod, zápary a ohni na odvalech se mění složení atmosféry, poklesy půdy a stavbou odvalů pedosféra a komplex těchto a souvisejících vlivů ovlivňuje všechny ostatní sféry životního prostředí.

Největší mírou destrukčních vlivů se vyznačuje povrchová těžba prováděná velkolomovou technologií. Lomy a výsypkami jsou ovlivněny všechny základní faktory krajiny. Povrchová těžba prováděná moderními těžebními jednotkami zvyšuje výtěžnost a koncentruje ji do velkolomů s mechanizací, která dokáže odklízet obrovské množství zeminy za velmi krátké období. Důsledkem této činnosti je destrukce přírodní krajiny. Nejrozsáhlejší krajinné devastace vznikají při lomové těžbě hnědého uhlí.

Úkolem těch, kteří se zabývají rekultivačními činnostmi, je hledání a nalézání časově i finančně optimálních postupů obnovy průmyslově zasažené krajiny. Díky tvůrčí práci erudovaných odborníků se kupodivu daří tyto postupy nalézat. Nešlo by to přirozeně bez spolupráce s těžební firmou a v tomto případě je Sokolovská uhelná dobrým a odpovědným partnerem. Získané a ověřené poznatky mají zásadní charakter, protože roste rozloha devastovaných území a v budoucnu poroste význam tohoto oboru.

Z lesnického a zároveň ekonomického pohledu lze krajinu rozdělit na tři hlavní složky. Jsou to půda, voda a les. Takto vnímaná krajina je přírodním bohatstvím naší společnosti a z lesnického a ekonomického pohledu prací reprodukovatelným jměním. Pro lidskou společnost má krajina několik významů. Prvý význam je ekonomický a sociální, další lze rozdělit na produkční a mimoprodukční (environmentální), z obou těchto hledisek a z pohledu obnovitelnosti je krajina veřejným statkem. Z produkčního hlediska je potom krajina statkem soukromým a tržním.

## **2. Cíle práce**

Cílem diplomové práce je ekonomické vyhodnocení provedených lesnických rekultivací recentních útvarů (výsypek) nacházejících se v Sokolovské hnědouhelné pánvi, pomocí vybraných ekonomických ukazatelů. K samotnému hodnocení bude použita metoda výpočtu modelu ČSH (čisté současné hodnoty) a poté bude provedena komparace zjištěných výsledků jednotlivých typů založených porostů mezi sebou a také s původními porosty olše a břízy, které se nacházely na místech budoucích výsypek před započítáním těžby hnědého uhlí. Budou hodnoceny vybrané lesní porosty dubu zimního, dubu letního, smrku ztepilého, modřínu opadavého a bude provedena komparace nákladů na založení a zajištění jednotlivých porostů a zároveň také předpokládaných výnosů z produkce vypěstovaného dříví. Do hodnocení finančních výstupů budou zahrnuty nejen výnosy za dříví, ale i ocenění tzv. ostatních (nedřevoprodukčních) funkcí založených lesních porostů.

### **3. Literární rešerše**

#### **3.1. Historické podklady těžby nerostných surovin v ČSR**

Výskyt uhlí na Sokolovsku jako první popsal v 16. století Georgius Agricola, německý lékař, mineralog a přírodovědec, působící v Jáchymově, ale nezmiňuje se o jeho těžbě. V roce 1545 vydal první encyklopedii o hornictví *De re metallica libri XII* [Agricola, 1556] v překladu z latiny Dvanáct knih o hornictví a hutnictví, spis vydaný krátce po autorově smrti v roce 1556 v Basileji.

Nejstarší písemný doklad o těžbě uhlí v Sokolovské pánvi je zápis v kronice města Horního Slavkova, který pochází z roku 1642, zmiňuje propůjčení uhelného dolu u Lokte.

Postupně vznikala těžářstva a později, až kolem roku 1850, také těžební společnosti. První těžářstvo je zmíněno v knize města Falknova, dnešního Sokolova, kde je zápis, kterým se povoluje Karlu Josefu Klugemu dobývání na třech konkrétních lokalitách. Těžbu tehdy provádělo těžářské sdružení, složené ze šesti těžařů, největší podíl v tomto těžářském sdružení vlastnil hrabě Nostic. V roce 1826 bylo, v Loketské části revíru již 36 větších dolů. Výnosy těžby uhlí postupně stoupaly. V roce 1860 bylo vytěženo 102 625 tun uhlí. [Frouz, et al, 2007]

Na Sokolovsku je, stejně jako v lokalitě SHP, byl rozvoj dobývání hnědého uhlí přímo propojen se vznikem Buštěhradské dráhy, železničního spojení na trase Praha – Cheb a z Kladna přes Chomutov do Chebu, kam tato trať dorazila v roce 1871. V roce 1872 se zvýšilo množství vytěženého uhlí na 588 740 tun. V období mezi lety 1860 - 1944 na území sokolovské pánve vzniklo nebo zaniklo kolem 60 důlních společností. V roce 1886 překročila těžba poprvé jeden milion tun.

Po skončení 2 světové války a po provedeném znárodnění všech dolů v oblasti sokolovské pánve dekretem presidenta Dr. E. Beneše č. 100/45 z 24. 10. 1945 a po následném sjednocení všech sokolovských dolů dekretem č. 823 ze 7. 3. 1946 byl pak založen dne 3. 7. 1946 jednotný národní podnik Falknovské uhelné doly. [Valášek; Chytka, 2009]

V roce 1948 byl, po dokončeném odsunu původních obyvatel dle Benešových dekretů, Falknov přejmenován na Sokolov a název podniku se změnil na Hnědouhelné doly a briketárny národní podnik Sokolov. V roce 1953 byl podnik opět reorganizován a byl mu opět změněn název, tentokrát na Sokolovský revír (SR), Statky a lesy Sokolov.

Již v roce 1955 byl v oblasti Sokolovské pánve zřízen podnik pro hospodaření na půdě devastované a bezprostředně ohrožené těžbou uhlí s posláním [Dimitrovský, 2001]:

- a. s maximální péčí hospodařit a využívat zemědělskou, lesní a ostatní půdu určenou k dolování až do jejího odnětí pro těžbu uhlí,
- b. přebírat půdu báňským provozem uvolněnou pro účely rekultivace.

Od roku 1964 se na dotčené půdě hospodařilo pod správou nově zřízených zemědělských závodů.

V roce 1971 byla vypracována nová koncepce a výhledový plán rekultivací území postižených důlní činností a podle této koncepce došlo k další reorganizaci podniku Sokolovský revír (SR) Statky a lesy Sokolov a vznikly tři závody [Dimitrovský, 2001]:

1. zemědělský závod,
2. lesní závod,
3. závod služeb.

Toto organizační členění trvalo pouze dva roky a po jejich uplynutí se vrátilo dřívější uspořádání. Po celou dobu procházel sokolovský rekultivační podnik dalšími změnami a to jak v organizaci, názvu, tak i v činnosti působení.

K 31. 12. 1990 došlo v rámci restrukturalizace uhelného průmyslu ČR ke zrušení HDBS a byly ustaveny tři samostatné státní podniky (Palivový kombinát Vřesová, Hnědouhelné doly Březová, Rekultivace Sokolov). Integrací těchto tří subjektů byla založena ke dni 1. 1. 1994 Fondem národního majetku Sokolovská uhelná a.s. O deset let později v roce 2004 došlo k její plné privatizaci a vzniku následnické organizace Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. V červenci roku 1997 byla od počátku dobývání v regionu vytěžena již jedna miliarda tun uhlí. [Frouz, et al, 2007]

V začátcích dobývání bylo uhlí těženo ručně a jeho získávání bylo velmi pracné, roku 1860 bylo dosaženo celkové výše těžby 102 625 tun. V roce 1886 bylo těženo přes 1 milion tun. Kapitálové společnosti nahradily drobné podnikatele a v roce 1905 překročila těžba hnědého uhlí 3 miliony tun, na této úrovni se držela až do začátku II. světové války, kromě krizí poznamenaných 30. let. Výše těžeb stoupla v roce 1943 až na 5, 605 milionů tun. Na tuto úroveň se těžba po II. světové válce vrátila až v roce 1949 [Dimitrovský, 2001].

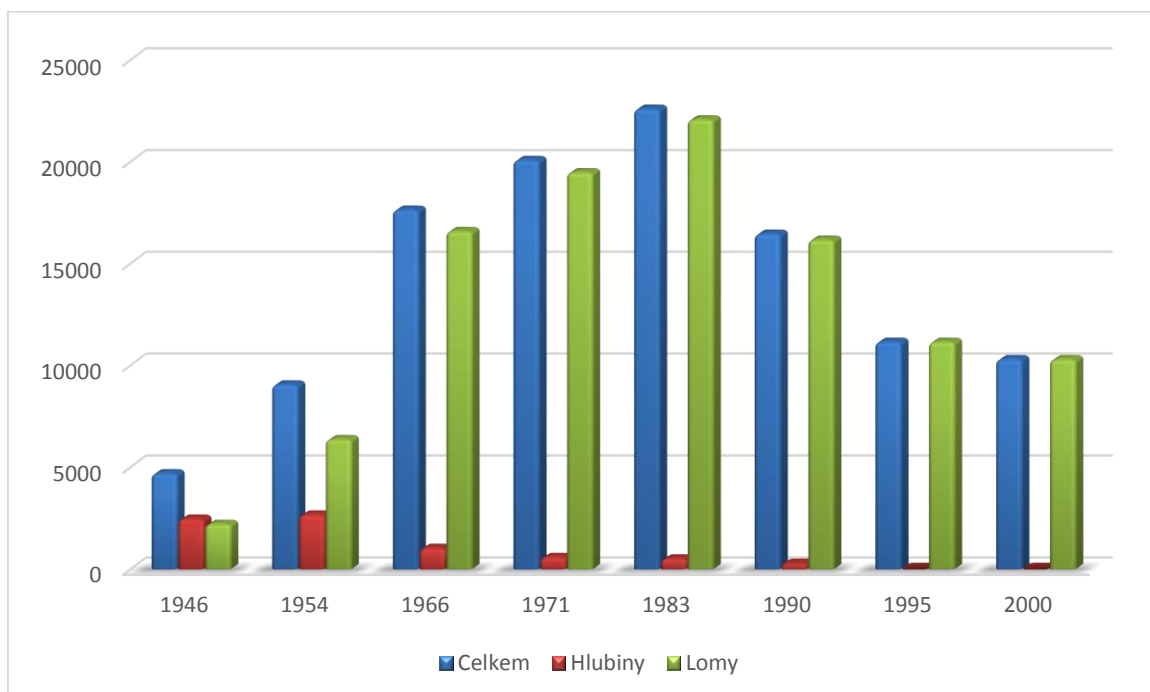
Počátkem 50. let minulého století stoupla poptávka po uhlí natolik, že došlo k rekonstrukci lomů na velkolomovou koncepci. Tato rekonstrukce byla provedena nejprve v centrální části pánve. Na základě velkolomové technologie byla radikálně zvýšena těžba, z lomu Silvestr bylo, počínaje rokem 1957, po více než 16 let těženo 3,5 milionů tun ročně a z lomu Medard v druhé polovině 70. let více než 7 milionů tun, nejvíce v roce 1983, dokonce šlo o 7 883 225 tun [Dimitrovský, 2001].

V druhé polovině 50. let nastal rozvoj východní části revíru, zejména pro potřeby kombinátu na zpracování hnědého uhlí ve Vřesové. Vyráběla se elektrická energie, svítiplyn a brikety. V této době byly otevřeny lomy Družba a Jiří. Z lomu Jiří bylo v roce 1996 těženo 7,057 milionů tun a v roce 2000 dokonce 7,891 milionů tun uhlí [Dimitrovský, 2001].

V 80. letech, pro udržení vysokých těžeb (18 – 20 mil. tun), došlo k otevření několika menších lomů (Michal, Boden, Lomnice a Marie).

V roce 1989 byla utlumena těžba nerostných surovin a v letech 1990 - 1991 došlo k zavedení územních limitů těžby hnědého a černého uhlí.

**Graf č. 1: Roční těžby uhlí [tun]:**



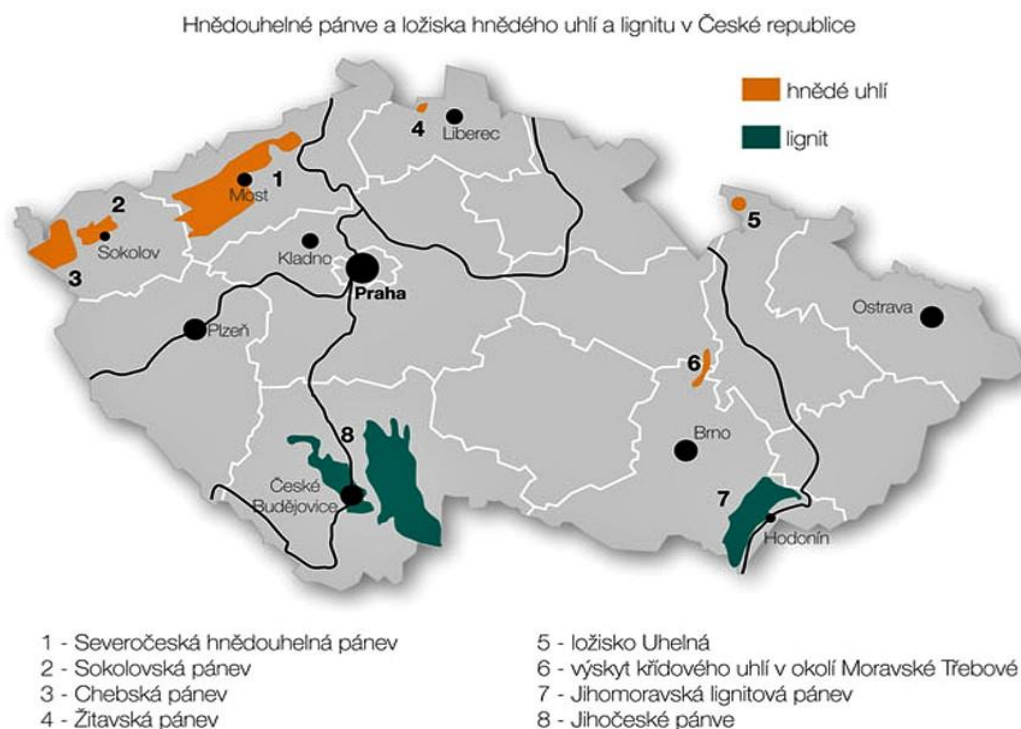
Zdroj: Dimitrovský, 2001



Do roku 2000, kvůli snížení poptávky po hnědém uhlí, klesly těžby na 10 milionů tun ročně a byly uzavřeny některé menší lomy a lomy s méně kvalitním uhlím. K předpokládanému vyuhlení by mělo dojít v případě lomu Jiří při roční těžbě 2,5 milionů tun v roce 2025 a v lomu Družba při těžbě 2,5 milionů tun v roce 2035 [Dimitrovský, 2001].

Na území ČSR se nacházejí dvě centra výskytu hnědého uhlí, a to Žitavská pánev a Krušnohoří (Chebská, Sokolovská a Severočeská pánev). Severočeská pánev se dále dělí na pánve Chomutovskou, Mosteckou a Teplickou. Všechny jsou tektonického původu, vyplněné sedimenty a mají celkovou rozlohu 1900 km<sup>2</sup>. Největší dobývací prostor hnědého uhlí je na Chomutovsku (Dobývací prostor Tušimice).

**Obr. č. 1: Mapa ložisek hnědého uhlí a lignitu**



Zdroj: [www.czechcoal.cz](http://www.czechcoal.cz)

### 3.1.1. Organizace rekultivačních prací v oblasti Sokolovské pánve

Intenzivní hornická činnost vždy znamená velký zásah do krajiny a do základních složek přírodního ekosystému. Hlubinná těžba devastuje povrch vznikem propadlin, plošných poklesů a změnami vodního režimu těžbou zasažených ploch. Lomová těžba, přes nesporné výhody (ekonomické, kapacitní a až dvojnásobné výtěžnosti zásob), znamená vážný dopad na krajinu a životní prostředí. Hornická činnost krajinu nejen boří, ale i vytváří, pokud je cílevědomě vedena. Příklady můžeme vidět na rekultivovaných výsypkách. Nelze tedy jinak než zdůraznit, že úspěšná rekultivace je a musí být jediným možným logickým zakončením hornické činnosti [Dimitrovský, 2001].

S rekultivací oblastí zasažených těžební činností se počítalo už od počátku těžby nerostů. Na navrácení pozemků původnímu účelu měli zájem zejména zemědělci. Historickým důkazem těchto snah v podmínkách České republiky byly [Dimitrovský; Kupka; Kunt, 2011]:

- císařský patent z 23. 5. 1854 spojuje Obecný horní zákon s pokyny k navrácení pozemků původnímu účelu,
- rekultivační expozitura v Duchcově 1908,
- rekultivační setkání v Pochlovicích 1910.

Na Sokolovsku byla po roce 1945 věnována velká pozornost rekultivaci obnovou vegetace na výsypkách. Sokolovský systém rekultivací je řešen jako celek, tj. rekultivace zemědělské, lesnické, hydrické a ostatní.

V roce 1946, kdy důlní držba činila 2019 ha, byla veškerá obnova půdy, vody a vegetace součástí Báňských provozních celků dolů a poté lomů. Navrácení devastované půdy se řešilo v rámci jednotlivých důlních celků a bylo organizačně nejednotné. Proto vznikla Zemědělská sekce při Ředitelství Falknovských hnědouhelných dolů (FHD). 1947 vzniká útvar Správa velkostatků FHD.

V roce 1948, po přejmenování Falknova na Sokolov se FHD přejmenovaly na Hnědouhelné doly a briketárny, národní podnik Sokolov (HDBS). 13. 2. 1953 z rozhodnutí ministerstva paliv vznikl podnik Sokolovský revír, Statky a lesy Sokolov se sídlem v Královském Poříčí. Usnesením vlády č. 76 z 12. 1. 1955 byl zřízen účelový statek pro hospodaření na půdě bezprostředně ohrožené hornickou činností a také Rekultivační

oddělení, a to příkazem Ministerstva paliv a energetiky. Od 1. 8. 1968 je ředitelství podniku přestěhováno do Sokolova a tam sídlí dodnes [Dimitrovský, 2001].

Zákon o ochraně a využití nerostného bohatství č. 168/1993 Sb. zavazuje těžební společnosti k povinnosti upravit území formou sanace a rekultivace. Veškeré prováděné rekultivační práce musí být v souladu s Plány otvírky, přípravy a dobývání (POPD), které jsou součástí žádosti o povolení hornické činnosti a zpracovány těžební společností na základě zákona č. 44/88 Sb. Sanační a rekultivační práce se řídí Souhrnným plánem sanace a rekultivace (SPSR), který je v souladu s územním plánem oblasti hornické činnosti. Vyjadřuje uspořádání krajiny v jisté časové etapě zahrazením škodlivých následků hornické činnosti. Těžební společnost tyto rekultivační práce v plném rozsahu financuje [Dimitrovský, 2001]. SPSR vychází z:

- klimatických podmínek a územního ekologického systému poškozeného území,
- zvoleného způsobu rekultivace (zemědělské, lesnické, hydrické a ostatní),
- SPSR je úředně schválené forma územního plánu.

### **3.1.2. Metodické pokyny Ministerstva Hornictví pro řešení problematiky devastace a rekultivace území postižených báňskou činností**

V roce 1946 byla, při ředitelství FHD vytvořena samostatná zemědělská sekce a sjednotila do té doby roztržité organizační struktury sanačních a rekultivačních prací. Dolová držba činila v roce 1946 - 2019 ha a byla rozdělena mezi jednotlivé důlní celky a obnova byla předtím řešena v rámci jednotlivých dolů.

V roce 1947 vznikl samostatný útvar Správa velkostatků FHD.

V roce 1948 z Falknova vznikl Sokolov a byl změněn také název FHD na Hnědouhelné doly a briketárny Sokolov (HDBS) a záborovou, dolovou a lomovou činností byl rozšířen její půdní fond [Dimitrovský, 2001].

Rozhodnutím ministra paliv a energetiky (MPE) ze dne 13. 2. 1953, číslo 722-223/53 a na podkladě zákona č. 103/50 Sb. s platností od 1. 1. 1953 vznikla nová řídicí složka pro správu zemědělského, lesního a vodního hospodářství s názvem Sokolovský revír, Statky a lesy Sokolov se sídlem v Královském Poříčí.

V roce 1955, na základě usnesení vlády č. 76 ze dne 12. 1. 1955, které uložilo MPE, aby pro rekultivaci devastované půdy, veškerou těžební činnost a pro pozemky ohrožené těžbou uhelné sloje zřídil účelový statek. MPE vydalo 2. 3. 1955 směrnici pro zřízení statku se stanovením jeho poslání [Dimitrovský, 2001]:

- obdělávat a co nejlépe využívat veškerou zemědělskou, lesní a ostatní půdu, svěřenou mu do obhospodařování v obvodu jeho působnosti,
- hospodařit na půdě určené k dolování až do doby, kdy bude využita pro těžbu uhlí nebo bude důlní činností zasažena,
- uvolňovat tuto půdu báňskému provozu k účelům těžby a přebírat od něho půdu báňským provozem opuštěnou a určenou k rekultivaci,
- rekultivovat pozemky báňskou činností poškozené nebo znehodnocené všemi způsoby tak, aby byly hospodářsky znovu využitelné pro zemědělskou, rostlinnou a živočišnou výrobu, pro lesní hospodářství, myslivost, apod. Rovněž tak bylo v rámci HDBS příkazem MPE č. 181/55 zřízeno rekultivační oddělení. Postupem zvyšování těžebních kapacit uhelné sloje se zároveň rozšiřuje i půdní fond, který v roce 1962 činí již 4162 ha. Pro lepší chod rekultivačních a sanačních prací všech podniků dochází k reorganizaci podniku,

- v roce 1991 pod vlivem společenských proměn dochází k další reorganizaci rekultivačních závodů. O tři roky později vzniká divize rekultivace a od tohoto roku je veškerá rekultivační činnost realizována sekci rekultivace.

Při řešení konkrétních otázek ohledně sanace a rekultivace území postižených těžbou je nutné pracovat s 23 zákony a 26 vyhláškami. Tento počet již neodpovídá potřebám nového pojetí rekultivační problematiky z důvodů [Dimitrovský, 2001]:

- velké roztržitosti,
- vzájemné neprovázanosti,
- neúplnosti,
- konečné direktivní regulace.

### 3.1.3. Zákony a vyhlášky, které upravují rekultivační činnost

- **zákon č. 138/73 Sb., o vodách**, ve znění zákona 114/95 Sb., 14/98 Sb. a 58/98 Sb.,
- **zákon č. 50/76 Sb., stavební zákon** má, ve svém znění celkem 11 změn, úplné znění je pod č. **109/2001 Sb.** a na něj navazující prováděcí vyhlášky č. **137/98 Sb.** o obecných technických požadavcích na výstavbu, **135/2001 Sb.** o územně plánovacích dokladech a územně plánovací dokumentaci, a **132/98 Sb.**, kterou jsou se prováděna některá ustanovení stavebního zákona,
- **zákon č. 61/88 Sb.**, o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě ve znění zákonů č. 542/91 Sb. a 169/93 Sb.,
- **vyhláška ČBÚ č. 104/88 Sb.** ve znění vyhlášky ČBÚ č. 242/93 Sb. a 434/2000 Sb. o hospodárném využívání výhradních ložisek,
- **horní zákon č. 44/89 Sb.**, ve znění zákonů č. 541/91 Sb., č. 10/93 Sb., č. 168/93 Sb., 132/2000 Sb., 258/2000 Sb. a 366/2000 Sb.,
- **zákon č. 17/92 Sb., o životním prostředí**, ve znění zákona 123/98 Sb.,
- **zákon č. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny**, v platném znění,
- **zákon č. 244/92 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí**, jeho novela č. 100/2001 Sb.,
- **zákon č. 334/92 Sb., o ochraně zemědělského půdního fondu** ve znění zákona 10/1993 Sb., 98/99 Sb. 231/99 Sb. a 132/2000 Sb. a navazující prováděcí vyhláška MŽP č. **13/94 Sb.**,
- **zákon č. 289/95 Sb., o lesích** ve znění zákonů 238/99 Sb., 67/2000 Sb. a 132/2000 Sb. a prováděcí vyhláška MZe č. 77/96 Sb.

### 3.2. Klasifikace nadložních hornin pro účely rekultivace

Z rekultivačních hledisek je nejdůležitější geologicko-petrografická skladba skrývaného nadloží uhelné sloje a tím i povrchových vrstev na všech výsypkách, tvořící tzv. antropogenní substráty pro obnovu půdy v pedogenetickém pojetí [Jonáš, 1972]. Přístup Sokolovských rekultivačních pracovníků vychází z Kategorizačních procesů. „Kategorizační proces je taxativně dokonalé poznání a respektování mezi přírodou a člověkem, mezi krajinou a jejím využíváním“ [Dimitrovský, 2002].

Na začátku bylo třeba provést výzkum půdních a zejména geologicko-pedologických vlastností skrývaného nadloží, které se nacházelo nad hnědouhelnou a kamenouhelnou slojí. Na rozdíl od sousední Severočeské pánve, kde se postupy realizace veškerých rekultivačních opatření (klasifikace nadloží pro účely rekultivace systému obnovy zemědělských a lesních kultur, apod.) až na malé výjimky kopírovali systém řešení problematiky tehdejší NDR [Wuensche, 1969; Wuensche et al, 1966; Darmer, 1955; Davis et al, 1963; Deitschmann et al, 1951; Dilla, 1969]. Systémy obnovy lesních a zemědělských kultur včetně klasifikace nadloží pro účely rekultivace v Sokolovské hnědouhelné pánvi byly řešeny zcela odlišným způsobem jak po stránce vědeckého bádání, tak i organizace realizace všech rekultivačních opatření. Takto vznikly různé systémy hodnocení klasifikace nadloží pro účely rekultivací. První klasifikační systémy hodnocení nadloží byly zpracovány v bývalé NDR [Knabe, 1948]. Podle výše zmíněného klasifikačního systému, vypracovaného v NDR byla provedena klasifikace nadloží v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve [Jonáš, Semotán, 1959]. Severočeský systém byl založen především na půdní fyzice a půdní chemii. Klasifikace pro rekultivační účely Sokolovské hnědouhelné pánve [Beneš; Semotán; Voráček, 1964], naproti tomu vycházela z geologicko-petrografického složení nadloží, mineralogie a půdní chemie. Zhodnocením celé řady pedologických studií prováděných v letech 1958 – 2008, které se zabývali tvorbou půdy na recentních útvech (výsypkách) v obou našich hlavních hnědouhelných pánvích, ve sledu protoprofilů – mezoprofilů – teloprofilů bylo možno konstatovat, že pro vývoj pedogeneze, tj. tvorbu půdy na výsypkách mají rozhodující vliv poměry geologicko-petrografické a mineralogické. K vlastní tvorbě půd na výsypkách dochází v tzv. geologické epoše, vyjádřené jejich potenciální i produkční úrodností. Antropogenní substráty na výsypkách Sokolovska jsou nejčastěji složeny z nadložních substrátů (sedimentů) terciárního stáří. Jsou

to zejména jíly cyprisové a vulkanodetritické série, různých forem zpevnění a geometrických tvarů [Dimitrovský, 2011].

Jako zkušební modelové výsypky byly v oblasti Sokolovska vybrány tyto:

- Vilém – 1934,
- Bohemia - 1935,
- Velký Ríesl – 1962,
- Antonín – 1968.

Letopočty uvedené u jednotlivých výsypek znamenají provedení lesnické rekultivace a z analytických důvodů, v omezené míře, rekultivace zemědělské [Dimitrovský, 2001].

V procesu výzkumu antropogenních substrátů pro realizaci rekultivačních opatření, výše uvedenými kritérii, bylo zpracováno schéma algoritmu k posouzení vlivu geologicko-mineralogických a pedologických prvků na probíhající tvorbu půdy v celé krajinné struktuře výsypkových stanovišť. Proto byla Ing. K. Dimitrovským zpracována metodika Zemědělské, lesnické a hydričké rekultivace území ovlivněných báňskou činností [ÚZPI Praha, 1999].



### 3.2.1. Geologie nadloží

Stratigrafie uspořádání sedimentárních hornin nad uhelnou slojí je z geologického a petrografického hlediska rozdílná a závislá na [Dimitrovský, 2001]:

- geomorfologické skladbě území v limnickém období (terciéru),
- geologické povaze a petrografickém složení sedimentů,
- časovém intervalu sedimentace (systematickém, periodickém),
- obsahu jílových minerálů (kaolinit, ilit, montmorillonit),
- primárním obsahu organických složek v sedimentech,
- primární struktuře, textuře a proměně nadložních hornin v procesu volby dobývací technologie, transportu a uložení zpět na výsypkách,
- změnách zvětrávání a diagenetiky v nadloží a posléze na recentních útvarech – výsypkách.

Zonální členění Sokolovské pánve posuzované na základě dlouhodobé analýzy primární potenciální úrodnosti [Dimitrovský, 2001]:

- zóna slabého zpevnění (epizóna - svrchní),
- zóna středně silného zpevnění (mesozóna – střední),
- zóna silného zpevnění (katozóna – spodní).

Celou historii výzkumných prací (1961 – 2009) v oblasti zahlazování důlní činnosti formou hodnocení kvalitativních vlastností skrývaného nadloží na základě tzv. primární potenciální úrodnosti bylo třeba klasifikovat v těchto rovinách [Dimitrovský, 2011]:

- geologicko – mineralogické,
- geologicko – petrografické,
- pedologické a hydropedologické,
- biologicko – taxonomické,
- hospodářsko – ekonomické,
- krajinotvorné.

### 3.2.2. Klasifikace nadloží pro účely lesnické rekultivace

V průběhu sypaní tělesa výsypky se nám dostávají na povrch nadložní zeminy s nevhodnými pedologickými vlastnostmi. Při vytváření antropogenních půd je nejdůležitější fází projektování a navrhování vhodných délek svahů, zejména [Dimitrovský, 2011]:

- hydrofyzikální vlastnosti používaných zemin k rekultivačním účelům,
- poměry sklonitosti,
- dostupné meliorační technologie využitelné pro potřeby úpravy infiltračních vlastností povrchu výsypky.

Doporučená kritéria tvorby recentních útvarů (výsypek) pro účely lesnické rekultivace [Dimitrovský, 2001]:

- sklon svahů do 25 %,
- neomezená plošná výměra,
- zabezpečení po dobu opakovaných srážek 5 let.

Elementárním předpokladem tvorby půdy na všech druzích antropogenních půd pro případ lesnické rekultivace je volba taxonů a způsobů zakládání a pěstování. Tvorba půdy pod lesnickými, ale i zemědělskými porosty v počáteční etapě vývoje tj. v geologické epoše je primárním rekultivačním opatřením [Pulkrab, et al, 2011]. Pro volbu dřevin je primárním faktorem struktura a textura jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série. Tato kritéria jsou posuzována v řadě protoprofilů – mesoprofilů – teloprofilů. Procesy přeměny primární struktury jsou závislé na zvětrávání a stupni desagregace. Stupeň desagregace zpevněných jílu a jílovců je rozdílný a závislý na [Dimitrovský, 2011]:

- primární struktura nadložních hornin,
- délce rekultivace,
- volbě vegetačního krytu,
- procesu infiltrace kapalné fáze vody.

### 3.3. Výzkum lesnické rekultivace na výsypkách

V rámci rekultivačního výzkumu, který byl zahájen v 50. letech minulého století, vznikla celá řada vědeckých a odborných studií ve specializovaných oborech jako jsou: geologie, pedologie, petrografie, mineralogie, hydrologie, botanika, klimatologie, atd. V tomto období byly nejdůležitější faktory [Dimitrovský, 2000]:

- kvalita jednotlivých antropogenních substrátů, vyjádřená jejich potenciální úrodností (vyživovací schopností),
- hydropedologické vlastnosti těchto substrátů,
- klimatické podmínky výsypkových stanovišť,
- reakce vybraných botanických taxonů na faktory uvedené v předchozích bodech (a, b, c),
- intenzita imisní zátěže.

„Antropogenní (půdní) substrát je definován jako zvláštní (specifická) kategorie půd se specifickou půdní chemií, půdní fyzikou, hydropedologií a genetickou nevyhraněností“ [Dimitrovský, 1976].

Každého antropogenní substrát má vyživovací schopnost, která je vyjádřena jeho tzv. potenciální produkční úrodností, což je jiné označení produkční schopnosti antropogenních substrátů v geologické epoše.

Bylo zjištěno, že geologicko-petrografický charakter (složení) skrývaných nadložních hornin (sedimentů) u výsypek po provedené rekultivaci (rekultivace zemědělská, lesnická, kombinovaná) je vesměs jílovité povahy, tvořený šedými bentominními jíly a jílovci s příměsí písku a biolitického tufu. Jílovce jsou nezřetelně vrstevnaté, až lasturnatého lomu nebo tenče vrstevnaté, žlutozelené až šedohnědé barvy. Jsou zpravidla ilitické, obvykle s příměsí montmorillonitu a méně kaolinitu. Při analýze pedogenetických procesů všech druhů a typů hornin na rekultivovaných výsypkách byla hlavní pozornost věnována [Pulkrab, et al, 2011]:

- půdní chemii,
- půdní fyzice,
- hydropedologii,
- mikrobiálním procesům.

Ke změnám pedologických charakteristik v rámci antropogenních substrátů dochází dle zcela odlišných podmínek, než u rostlých půd. Zejména v případě povrchových profilů pro účely lesnické rekultivace a pro nepřímou formu rekultivace zemědělské. Posuzování antropogenních substrátů je v rámci geologické epochy pouze dílčím informativním východiskem. Z těchto půdních anomálií při stanovování základních pedologických charakteristik, zejména v oblasti půdní fyziky a hydroopedologie vyplynulo, že je potřeba používat modifikovaných metod, které přímo, nebo nepřímo mnohem přesněji charakterizují počáteční pedogenetický vývoj výsypkových substrátů [Semotán; Dimitrovský, 1967; Jonáš, 1972].

### 3.3.1. Geologie půdních substrátů na výsypkách

„Výsypka je recentní útvar vzniklý ukládáním nadložních zemin při povrchovém dobývání hnědého uhlí“ [Dimitrovský, 1999].

Pro účely těžby a rekultivací rozeznáváme tyto druhy výsypkových těles:

1. vnější- nacházející se mimo areál těžebního pole,
2. vnitřní- ležící v areálu těžebního pole.

Výsypky mohou mít geomorfologický tvar:

1. podúrovňový,
2. úrovňový,
3. převýšený.

Jedná se o směsi nerostných součástí, recentní útvary, které se skládají z hornin:

- vyvřelých (vyvřeliny, eruptiva),
- usazených (sedimenty),
- proměněných (metamorfované).

V Sokolovské oblasti byl v letech 1961 – 1964 proveden terénní průzkum a v jeho rámci byly zhodnoceny ornice. Úkolem provedeného terénního průzkumu bylo zjistit kvalitu a vhodnost nadložních hornin pro jejich použití k rekultivačním účelům. Hodnocením kvality ornice byla sledována jejich vhodnost pro selektivní skrývku, průběh desagregace a zvětrávacích procesů skrývaného nadloží uloženého na výsypkách. Při těchto studiích byly zejména zkoumány [Dimitrovský, 2001]:

1. zeminy půdního pokryvu (ornice, podorničí),
2. pokryvné kvartérní zeminy (šterkovité terasy),
3. jílové substráty cyprisové série,
4. substráty vulkanodetritické série,
5. přepálené zeminy (erdbranty, porcelanity).

Dělení jednotlivých nerostných součástí na základě terénního průzkumu:

- **primární** (vzniklé současně s horninou),
- **druhotné** (vzniklé dlouhodobými proměnami nebo zvětráním primárních součástí).

Z rekultivačního hlediska významné morfologické znaky [Dimitrovský, 2001]:

- **stavba hornin** (textura), tj. způsob prostorového uspořádání nerostných součástí,
- **sloh hornin** (struktura), je podmíněný povahou, velikostí a tvarem nerostných součástí.

Za pomoci polarizačního mikroskopu byla provedena podrobná petrografická analýza svrchní vrstvy hornin na recentních útvarech (výsypkách). Bylo potřeba zjistit přesné nerostné složení nalezených hornin a to včetně procentuálního zastoupení jednotlivých nerostů, jejich tvaru, spojení a ostatní petrografické vlastnosti, významné při tvorbě půd. Při analýze byly zjištěny tyto petrografické údaje [Dimitrovský, 2011]:

- jíly cyprisové a vulkanodetritické série jsou složeny více než z 50% ze splavitelných částic (zrna pod 0,001 mm). Jejich fyzikální vlastnosti ovlivňují poměr jílnatých částic (0,01 až 0,001 mm) a částic fyzikálního jílu (zrna pod 0,001 mm),
- barva jílových hornin může být bílá i černá, s barevnými doplňky,
- podle mechanického složení rozlišujeme jíly:
  - a. písčité,
  - b. prchlíchnaté (vysoký podíl práškovitého písku),
  - c. hlinité (15 - 20% prachových částic),
  - d. mastné (> 40% fyzikálního jílu).
- podle povahy převládajících jílovitých křemičitanů lze rozeznávat jíly (Beneš; Semotán; Voráček, 1964):
  - a. kaolinitické,
  - b. montmorillonitické (bentonity),
  - c. nontronické,
  - d. ilitické,
  - e. alofanitické.

- Podle obsahu  $\text{CaCO}_3$ :
  - a. nevápnité ( $\text{CaCO}_3$  do 2 %),
  - b. slabě vápnité (2 – 5 %  $\text{CaCO}_3$ ).

Význam pro rekultivaci má také odlučnost hornin podmíněná trhlinami a puklinami. Odlučnost přispívá k přirozenému zvětrávání a rozpadu. Pokud se jedná o pukliny navzájem rovnoběžné, rozeznáváme u jílu cyprisové a vulkanodetritické série odlučnost [Dimitrovský, 2011]:

- lavicovitou,
- deskovitou,
- břidlicovitou,
- lupenatou.

Mineralogická charakteristika jílové a nejílové frakce byla určována termálními, rentgenografickými a mikrofotografickými metodami. Na základě výše uvedených mineralogických šetření byly jílovité zeminy tvořící půdní substráty rozděleny takto [Dimitrovský, 2001]:

1. karbonátové cyprisové břidlice a jíly (jílová frakce je převážně tvořena ilitickými minerály s různě velkou příměsí kaolinitu. Sorpční vlastnosti jsou velmi příznivé),
2. zvětralé cyprisové břidlice a jíly (jílová frakce má přibližně stejné mineralogické složení jako u předchozí skupiny karbonátových jílu cyprisové série s tím rozdílem, že zde je mnohem vyšší příměs amorfních oxidů železa. Příměs uhličitanů u zvětralých cyprisových břidlic je podstatně nižší než u břidlic karbonátových. Pro zvětralé jíly cyprisové série je typická příměs různých forem hydratovaných oxidů železa, které vznikají zvětráváním sideritu. Sorpční vlastnosti jsou příznivé),
3. sapropelitické cyprisové břidlice (minerální podíl zahrnuje ilitické jílové minerály s příměsí kaolinitu, různé formy uhličitanu i hydratované oxidy železa; jde tudíž o tytéž jíly jako u předcházejících skupin, u nichž však nastala zvýšená koncentrace organických látek v důsledku sedimentace bituminózních sapropelitů. Sorpční vlastnosti jsou málo příznivé),
4. erdbranty (porcelanity- jíly vypálené zemními požáry v historii).

### 3.3.2. Půdní chemie substrátů

Na všech typech recentních útvarů má primární chemismus hornin mimořádný význam na tvorbu půd. Proces obohacování všech druhů a typů antropogenních půd organickou půdní složkou je základním požadavkem rekultivace [Dimitrovský, 2011]. Důležitý je zejména obsah čtyř hlavních živin – Ca, K, P a Mg, který předurčuje tzv. minerální sílu hornin. Poznání vzájemných vztahů mezi těmito základními prvky a hlavními složkami půdních substrátů vede k pochopení koloběhu prvků v povrchových a podpovrchových vrstvách substrátů. Primární chemismus skrývaných nadložních hornin přímo ovlivňuje chemismus antropogenních substrátů jako celku na výsypkách. Nejlepší primární chemismus pro rekultivační účely vykazují jíly cyprisové a vulkanodetritické série [Dimitrovský, 2001]. Základní chemické složení půdních substrátů udává tab. 1:

**Tabulka č. 1: Chemické vlastnosti půdních substrátů. Jíly cyprisové a vulkanodetritické série. Výluh ve 20 % HCl (údaje v %):**

CaO	0,89 (0,86 – 0,92)
K <sub>2</sub> O	0,73 (0,55 – 0,91)
MgO	1,30 (1,05 – 1,56)
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,15 (0,08 – 0,22)
SiO <sub>2</sub>	0,31 (0,19 – 0,43)
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,41 (5,95 – 8,86)
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,31 (6,48 – 9,15)

Zdroj: Dimitrovský, 2001

Z tab. 2 je zřejmé, že obsah základních živin minerální povahy je u převážné části antropogenních půd zastoupen dostatečně. Výjimku tvoří obsah fosforu a organické půdní složky. Zjištěné kvantitativní zastoupení jednotlivých prvků u zkoumaných půdních substrátů na recentních útvarech, jejich geologicko-petrografický a mineralogický charakter dává předpoklad vzniku půd středně bohatých až bohatých. Hodnota pH jíly cyprisové a vulkanodetritické série vykazuje neutrální až mírně zásaditou reakci. Všechny posuzované antropogenní půdní substráty mají vysoký obsah sesquioxidů (R<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). V zeminách terciérního původu je převaha Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> nad Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, u zemin původu kvartérního je to naopak.



Sorpční vlastnosti vyjádřené hodnotami S, T, V (tabulka č. 2) jsou velmi rozmanité a podmíněné zejména těmito vlastnostmi [Dimitrovský, 2001]:

- kvalitou a množstvím zastoupených jílových minerálů typu kaolinitu, montmorillonitu a ilitu. Většina z těchto minerálů je sorpčně nasycená,
- intenzitou desagregace a tím zároveň obsahem jílové frakce,
- obsahem Mg, Ca a podílem organické půdní složky (humusu).

**Tabulka č. 2: Sorpční vlastnosti jílu cyprisové a vulkanodetritické série:**

<b>Průměrné hodnoty</b>	<b>v mmol/100g</b>
S (obsah výměnných půdních bází)	24,20
T (maximální sorpční kapacita)	32,60
V (stupeň sorpční nasycenosti půdy/zeminy v %)	96,55

Zdroj: Dimitrovský, 2001

Pro hodnocení kvality všech druhů jílu pro rekultivační účely bylo vždy rozhodující jejich mineralogické složení (K-kaolinit, M- montmorillonit, I- ilit). Podle obsahu jílových minerálů stanovených ve fyzikálním jílu, obsahu výměnných kationtů a výměnné sorpční kapacity [Jonáš, 1972; Dimitrovský, 2001] rozlišujeme 4 hlavní typy. Rozpětí pH a hodnot parametrů S, T a V udává tabulka č. 3:

**Tabulka č. 3: pH a výměnná sorpční kapacita základních představitelů miocenních jílu (K- kaolinit, M- montmorillonit, I- ilit):**

<b>Pořadí</b>	<b>Mineralogický typ jílu</b>	<b>Reakce v pH</b>		<b>Sorpční komplex</b>		
		<b>v H<sub>2</sub>O</b>	<b>v n KCl</b>	<b>S</b>	<b>T</b>	<b>v %</b>
				<b>(mmol na 100 g)</b>		
1	KMI, IKM, KIM	7,8 – 7,2	7,3 – 7,0	20 - 38	25 - 40	70 - 100
2	MIK	7,4 – 7,1	7,0 – 6,7	20 - 30	25 - 35	
3	KI	7,9 – 7,2	7,5 – 6,8	15 - 20	15 - 20	
4	IK	7,9 – 7,1	7,6 – 6,4	7 - 13	8 - 15	

Zdroj: Dimitrovský, 2001

### 3.3.3. Půdní fyzika substrátů

Antropogenní půdy všech druhů a typů mají v zásadě porušenou a velmi proměnlivou strukturu. Příčinou tohoto stavu je velké množství nekapilárních pórů (puklin), jejich nestejněměrné zastoupení, různý obsah půdního vzduchu a rozdílná infiltrační schopnost, která ovlivňuje příjem srážkové vody. Srážková voda je jediným zdrojem půdní vláhy na všech typech recentních útvarů. Strukturální póry (pukliny) jsou makroskopicky postřehnutelné, mají za následek nerovnoměrnou hmotnost jednotlivých půdních horizontů a přímo ovlivňují půdní fyziku a hydrologii [Dimitrovský, 2011].

U převážné části výsypkových substrátů je jejich struktura (kompaktní, deskovitá, lístkovitá) přímo rozhodujícím faktorem pro vývoj proměn jejich fyzikálních vlastností, které předurčují [Dimitrovský, 2011]:

- vodní režim povrchových a podpovrchových vrstev profilů,
- obsah mikropórů a zejména makropórů, jež jsou prakticky preferenčními cestami pohybu vody v nich,
- hloubkou prokořenění a vývoj kořenových soustav u všech pěstovaných dřevin na daná výsypková stanoviště v prostoru a čase jejich pedogenetického vývoje (profily, mesoprofil, teloprofil).

### 3.3.4. Hydropedologie substrátů

Obnova vodního režimu na výsypkách a dalších recentních útvarech má své specifické zákonitosti a je závislá na těchto limitujících faktorech [Dimitrovský; Kupka; Kunt, 2011]:

- na hydrologii daného území před započítáním těžby uhelné sloje,
- na stupni její proměny vlivem těžby uhelné sloje (doly, lomy, přeložky vodotečí, čerpání důlní vody, výsypky),
- na odvodňovacích systémech výsypkových stanovišť,
- na zatápění lomů,
- na volbě způsobů obnovy vegetace,
- a konečně v neposlední řadě na klimatických a srážkových podmínkách v severozápadních Čechách.

Při řešení problematiky obnovy vody v těžebním a post těžebním období jsou k dispozici pouze výzkumy, které prováděl VÚMOP Zbraslav ve spolupráci s katedrou hydromeliorací při ČVUT Praha [Kutílek, 1963]. Také problematika zatápění lomů je teprve zkoumána VÚHU Most a Báňskými projekty v Teplicích.

V první fázi pedogeneze je pohyb půdní vody nezákonitý a tím odlišný od půd rostlých. Půdní voda se v prostředí recentních útvarů, stejně jako je tomu u rostlých půd, pohybuje v prostředí vodou [Dimitrovský, 2001]:

- nasyceném,
- polonasyceném,
- nenasyceném.

Pro výsypkové antropogenní substráty je charakteristické, pro hydropedologii neobvyklé, vodou nenasycené prostředí. Ojedinele se vyskytuje prostředí vodou polonasycené a sporadicky vodou nasycené. Výskyt vodou nenasyceného prostředí je podmíněn zejména strukturou. Sedimentární horniny skrývané v různých hloubkách nadloží mají póry [Dimitrovský, 1976]:

- tabulární,
- planární,
- mezerovité.

Ve výsypkových antropogenních substrátech jsou v první fázi rekultivace atmosférické srážky jediným zdrojem vody a půdní póry, při odlučnosti (tabulární, planární, mezerovité) jsou jejich preferenčními cestami. První fáze pedogeneze končí proměnou tzv. protoprofilů na mezoprofilů a teloprofilů, délka této fáze je závislá [Dimitrovský, 2000]:

- na primárních formách zpevnění,
- na volbě způsobu rekultivace (zemědělská, lesnická, ostatní).

Proces infiltrace antropogenních substrátů jílovité povahy na výsypkách je funkcí struktury. U rostlých půd je tomu jinak, tam je funkcí textury – zrnitostního složení jílové frakce. Hydropedologie antropogenních substrátů jílovité povahy je zcela specifická a přímo závisí na rozpadu tabulárních, planárních nebo mezerovitých forem primárního zpevnění, tj. na procesu dehydratace a hydratace, který souvisí i s tzv. desagregací a agregací jílové frakce. Tyto kritéria jsou důležitá pro geomorfologické tvarování výsypkového prostoru. Antropogenní půdy tudíž nemůžeme hodnotit uzančnými metodami, jako rostlé půdy, pro nepřesnost a chyby dané geologicko-petrografickou skladbou, mineralogickým složením, obsahem organické půdní složky a jejich chaotickou strukturou. Propustnost (filtrační koeficient) u antropogenních substrátů je funkcí strukturních puklin jak ve směru horizontálním, tak i vertikálním. Je to ovlivněno jejich stářím, strukturální skladbou, botanickou příslušností a také volbou způsobů rekultivace [Dimitrovský, 2001].

Velmi diferencovaná infiltrační schopnost povrchových a podpovrchových vrstev profilů bez rozdílu u všech druhů a typů antropogenních substrátů [Dimitrovský, 1976] zapříčinila i provedení a sestavení modifikované stupnice hodnocení infiltrace u substrátů antropogenního původu [Dimitrovský; Doležal, 1976]. Pro ozřejmení tohoto neobvyklého přístupu hodnocení hydrofyzikálních vlastností substrátů na výsypkách složených ze zpevněných forem jílu uvedeme tento příklad: Při stanovení fyzikálních a hydropedologických vlastností rostlých půd je kromě jiného rozhodujícím faktorem zrnitostní složení, a to především obsah jílové frakce. Je-li jílová frakce cca 60 – 70 % u rostlých půd, jsou tyto půdy vesměs fyzikálními a hydropedologickými vlastnostmi nepříznivé, vykazují nízkou pórovitost, provzdušněnost a většinou i velmi nízkou infiltrační schopnost kapalné fáze vody. Profily na výsypkových stanovištích složené ze zpevněných forem jílu se stejným obsahem jílové frakce vykazují vysokou míru pórovitosti,

provzdušněnosti a vysokou až velmi vysokou míru infiltrační schopnosti [Dimitrovský, 2011].

Po zpracování celé řady terénních měření bylo definitivně prokázáno, že koeficient infiltrace (propustnosti K) je u zpevněných forem jílu cyprisové a vulkanodetritické série funkcí struktury a nikoliv zrnitostního složení.

Na základě bohatého analytického materiálu o průběhu infiltrace výsypkových substrátů v řadě horninotvorný substrát – protopedoprofil – mezopedoprofil – telopedoprofil získaného dlouhodobými terénními měřeními (1962 – 1976) byla pro hodnocení intenzity infiltrace sestavena [Dimitrovský; Doležal, 1972], klasifikace viz tab. 4:

**Tabulka č. 4: Klasifikace výsypkových substrátů podle intenzity infiltrace:**

Intenzita infiltrace v mm/hod	
< 1	extrémně malá
10 - 1	malá
50 - 10	střední
100 - 50	středně výrazná
200 - 100	výrazná
500 - 200	velmi výrazná
> 500	extrémně výrazná

Zdroj: Dimitrovský, 1976

Pro hodnocení hydropedologických vlastností u kategorie půd antropogenních lze rovněž použít i některých neuzančených metod. Pro účely hodnocení na Sokolovsku byla např. použita tzv. makropopisná metoda hloubky provlhčení čela profilu [Dimitrovský; Doležal, 1972] viz tab. 5.

**Tabulka č. 5: Klasifikace výsypkových profilů podle hloubky provlhčení:**

<b>Hloubka provlhčení v cm</b>	<b>Označení provlhčení</b>
0 - 20	velmi malá
20 - 40	malá
40 - 60	středně velká
60 - 80	velká
> 80	velmi velká

Zdroj: Dimitrovský, 1976

Základním cílem předmětného pedologického výzkumu bylo vysvětlení odlišných zákonitostí pohybu vody u těchto atypických půdních substrátů, u kterých se uzanční metody stanovení fyzikálních a hydrologických vlastností ukázaly jako velmi nepřesné [Semotán; Dimitrovský, 1967].

### 3.4. Klasifikace dřevin pro účely Lesnických rekultivací

Obnova lesa formou rekultivace recentních útvarů (výsypek) je dlouhodobý proces, v němž je testována celá řada dřevin domácích a introdukovaných v podmínkách antropogenních půd a imisního zatížení.

Při výběru jednotlivých taxonů dřevin ať již listnatých nebo jehličnatých je nejdůležitější samotná znalost tzv. ekovalence druhu dřevin. V pojetí rekultivační dendrologie je ekovalence dřevin definovaná jako geneticko-ekologická kategorie hodnocení taxonů (čeleď, rod, druh) odvozená od míry flexibility dané ontogenezí a fylogenezí [Svoboda et al., 1964; Dimitrovský et al., 2008]. Pro určení ekovalence testovaných taxonů je limitujícím faktorem chemicko-fyzikální a hydropedologický stav půd. V pojetí rekultivační dendrologie je ekovalence dřevin a keřů definována jako ekologická kategorie hodnocení taxonů (čeleď, rod, druh) odvozená od jejich flexibility na půdní a klimatické podmínky stanoviště [Dimitrovský, 2001].

Tato dendrologická zjištění umožnila provést klasifikaci dřevin a keřů pro rekultivační účely [Dimitrovský, 2001; Kupka et al, 2007]. Při zakládání a pěstování lesních porostů na recentních útvarech, resp. při výzkumu monokultur i směsných porostů byla pozorována velice unikátní specifika ekovalence zkoumaných taxonů.

Dendrologická klasifikace byla provedena na základě těchto vzájemně souvisejících faktorů:

- dle kvality antropogenních půd,
- dle stupně emisní kontaminace ovzduší,
- dle provozního a funkčního významu jednotlivých taxonů.

Zatímco v základní dendrologii a aplikovaných oborech existuje v naší a zahraniční literatuře určitý ustálený fond poznatků, obor rekultivační dendrologie nemá, kromě některých dílčích prací [Darner, 1955; Dimitrovský, 1965, 1967, 1971, 1980, 1984, 1989, 1995, 2000; Jonáš, 1962, 1973, 1975; Knabe, 1959; Lorenz, 1968; Štýs, 1960, 1981], potřebný dendrologický základ umožňující hlubší studium problematiky lesnické rekultivace antropogenních půd vyskytujících se ve formě výsypek, odvalů, hald, složišť, odkališť a skládek tuhých komunálních odpadů [Dimitrovský, 2001].

### 3.4.1. Lesnické rekultivační arboretum Antonín

Lesnické rekultivační arboretum Antonín bylo založeno v letech 1969 – 1973 na rozhraní města Sokolova, má rozlohu 165 ha a svým rozsahem nemá v rekultivační problematice obdoby. Nachází se na místě bývalé vnitřní výsypky Antonín, která vznikla zpětným dosypáním stejnojmenného vytěženého lomu. V současné době je ve vlastnictví města České republiky, pozemek, který patří mezi PUPFL spravuje Karlovarský kraj a na lesních pozemcích hospodaří Lesy České republiky, státní podnik [Dimitrovský, 2011].

Plocha výsypky je plošně a výškově výrazně rozčleněna, souvisí to se způsobem jejího vzniku báňskou činností. Výsypku Antonín tvoří převážně svahy, narušované otevřenými nezpevněnými příkopy lichoběžníkového profilu, sloužící k jejímu odvodnění. Promyšlené hospodaření se srážkovou vodou je nutné pro dobrou vodní bilanci výsypky, protože srážková voda je jediným zdrojem půdní vláhly na výsypce. Velmi atraktivní geomorfologický tvar výsypky je tvořen dvouetážovou technologií ve směru SZ a částečně JZ [Dimitrovský, 2001].

Ojedinelá dendrosféra lesnického rekultivačního arboreta, je tvořena, z lesnického hlediska velmi pestrou skladbou a strukturou (více než 200 druhů dřevin a keřů), které jsou zde pěstovány ve 42 variantách smíšení, v různě velkých skupinách a geometrických tvarech. Systém postupného zakládání lesnického rekultivačního arboreta byl rozdělen na 8 navazujících etap. 1. etapa začala v roce 1969 a poslední v roce 1972 [Dimitrovský, 2011].

Z lesnického, dendrologického, pedologického a krajinářského hlediska se jedná o unikátní objekt, který je ojedinělý nejen v rámci České republiky, ale i v podmínkách celé Evropy.

Půdotvorným podkladem výsypky Antonín jsou jíly cyprisové a vulkanodetritické série, dále substráty kvartérního původu (šterkopískové terasy řeky Ohře), ty tvoří jen asi 2 – 3 % plochy výsypky. Při tvorbě výsypky docházelo k jejímu postupnému zaplňování dvouetážovou technologií, na konečné převýšení 48 m. Povrch výsypky byl, po jejím dosypání, rozdílný hlavně z hlediska struktury a textury substrátů, která se místo od místa liší [Dimitrovský, 2011].

Lom Antonín byl založen v roce 1881 tehdejším největším Sokolovským uhlobaronem Johanem Davidem Starckem jako lom Luitpold. Zpočátku v něm bylo uhlí dobýváno ručně, dobývací stroje byly nasazeny až v roce 1901. Na lom Antonín, byl



Luitpold přejmenován v roce 1945 a pod tímto jménem byl těžen až do roku 1964 (v roce 1954 byly nasazeny první parní dobývací rypadla).

Lom Antonín byl po celou dobu dobýván malolomovou technologií. Nejvyšší těžba byla zaznamenána v roce 1958 a to 1 598 154 tun uhlí. Po skončení dobývání (v roce 1968), bylo v roce 1969 započato s výstavbou lesnického rekultivačního arboreta Antonín.

Výsypka po bývalém lomu Antonín se stala místem, kde proběhla v 70. letech 20. století specifická forma lesnické rekultivace území zasaženého důlní a těžební činností. Bylo vytvořeno lesnické rekultivační arboretum pomocí odvážného experimentu, při kterém byly cíleně ignorovány a obcházeny správní řízení. Jedině tímto způsobem mohl vzniknout jedinečný rekultivační objekt takového rozsahu [Dimitrovský, 2001].

Hospodaření a péče o lesní porosty arboreta je v současné době plně v režii Lesů České republiky s. p. Jedná se o porosty, které plní jiné, než hospodářské účely a tomu je přizpůsoben i režim hospodaření. Cílem zásahů je zachování stávající (unikátní) druhové skladby, rozmanitosti a struktury porostu. S ohledem na způsob využití lesa nelze uvažovat o intenzivním hospodaření [Dimitrovský, 2011].

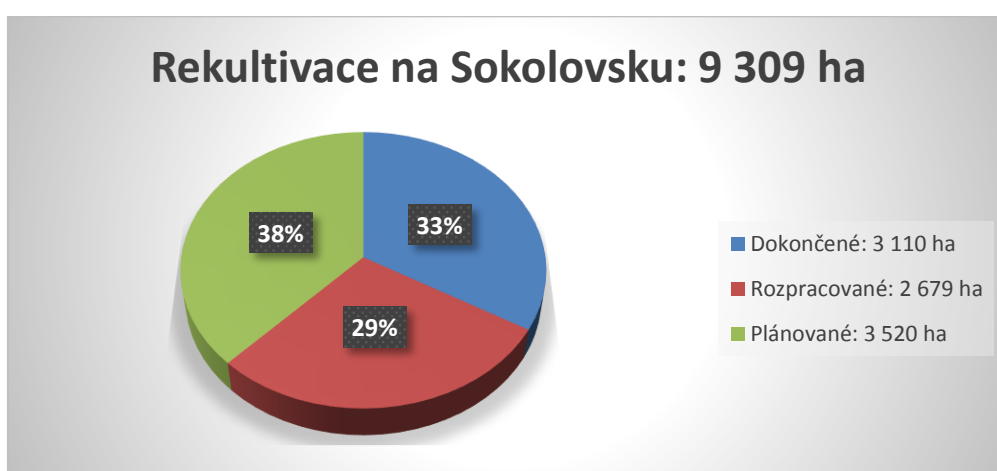
V rámci mikroregionu Sokolov – východ, byl v období jaro 2010 – jaro 2011, realizován projekt „Studie projektu Antonínské arboretum“. Realizátorem tohoto projektu byla společnost Roman Koucký, architektonická kancelář s.r.o.

Po více než 40 letech od založení se lesnické rekultivační arboretum Antonín nachází na významné křižovatce. Studie, která byla realizována na jaře 2010 – jaře 2011 nastiňuje možné cíle a scénáře vývoje.

### 3.5. Zhodnocení výsledků Lesnických rekultivací

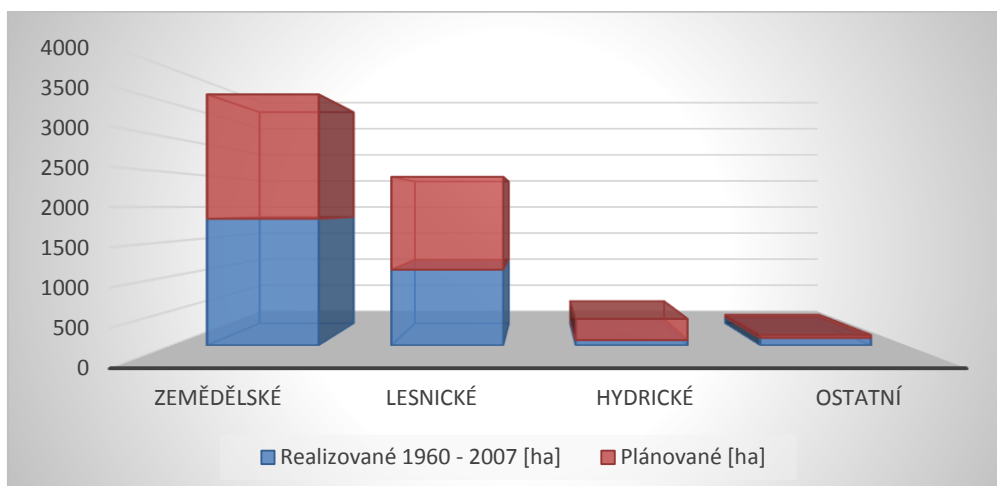
Změna hospodářských cílů v lesích nacházejících se na antropogenních výsypkách v letech 1961 – 2001 zapříčinila i změny ve skladbách druhů na výsypkách Sokolovska. Základním kritériem, sledovaným při hodnocení lesnických rekultivací je tvorba půd a zlepšení stavu životního prostředí. Dále jsou sledovány, spíše než produkční hlediska, prioritní celospolečenské zájmy.

**Graf č. 2: Přehled rekultivačních prací v Sokolovském revíru:**



Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Graf č. 3: Typy rekultivací v Sokolovském revíru (realizované a plánované):**



Zdroj: Dimitrovský, 2011

### 3.6. Ekonomické hodnocení projektu lesnických rekultivací

Při posuzování krajiny z ekonomického pohledu se došlo k názoru, že finanční hodnota jednotlivých složek krajiny je v naší společnosti daleko menší, než je vyjádření její hodnoty v širším společenském kontextu, vyjádřeném jejími sociálními, ekonomickými a environmentálními funkcemi [Dimitrovský, 2011].

Protože do činností v rámci krajiny mluví velké množství různých subjektů s různými, mnohdy diametrálně odlišnými názory a zejména úzkými skupinovými nebo osobními zájmy, které jsou často protichůdné, jejichž nároky v podstatě stále stoupají a počet jejich potřeb a tedy funkcí krajiny které, by měli uspokojovat neustále roste, je rozhodování o využití krajiny složité, multidisciplinární a multisektorový proces. Klade stále větší nároky na kvalifikaci, odbornou zdatnost, zkušenost, rozvahu, multidisciplinární myšlení a vícekritériální rozhodování [Šišák, 2008].

Za základní funkce, jejichž společenskou sociálně-ekonomickou významnost pro účely posouzení sociálně-ekonomické efektivity využívání krajiny a změn ve využívání krajiny je možno používat na současné úrovni našeho poznání a dostupných informačních podkladů následující funkce krajiny [Dimitrovský, 2011]:

- produkční tržní funkce,
- ostatní produkční netržní funkce,
- ochranné environmentální funkce hydričké, půdoochranné a vzduchoochranné,
- zdravotně-hygienické environmentální funkce (rekreační a zdravotní),
- kulturně-naučné environmentální funkce (přírodoochranné, výchovné, vědecké a institucionální).

V rámci hodnocení efektivity porostů, které prošly rekultivačním procesem, je důležité vyjádřit hodnotu funkčního společenského sociálně-ekonomického významu krajiny. Zejména jeho hodnotové formy, vyjádřené vztahem produkčních a environmentálních vstupů a výstupů. Do analýzy je třeba zahrnout například náklady na omezení hospodaření, na provedenou změnu hospodaření, na využití produkčních funkcí na straně vstupů a tržní ekonomický přínos posuzované lokality jako ekonomický výstup.

Analýza projektu zahrnuje postupy, metody a doporučení, které umožní investorovi (majiteli, hospodáři) co nejlépe posoudit ekonomické dopady realizace zamýšleného

hospodářského opatření. Hlavním smyslem přitom je, jak maximalizovat efekt vynaložených finančních prostředků [Šišák, 2008].

Je možno konstatovat, že dnes většina ekonomů souhlasí s tím, že jedinou přijatelnou technikou pro finanční ocenění dlouhodobých projektů je analýza diskontovaných „cash flow“, tj. očekávaných peněžních nákladů a výnosů v jednotlivých letech uvažované délky života projektu. Mezi hlavní složky analýzy „cash flow“ patří [Dimitrovský, 2011]:

1. definování projektu,
2. příprava řídicího plánu, anebo modelu časové řady fyzikálních nebo technických jednotek,
3. identifikace nákladů a výnosů, které přichází v úvahu pro tyto jednotky,
4. diskontování nákladů a výnosů,
5. vyčíslení a interpretace výsledků,
6. doporučení k postupu realizace projektu. Projekt musí být jasně definovaný už při svém začátku.

Hodnocení efektivnosti jednotlivých projektů prošlo dlouhým vývojem, během něhož došlo k nalezení řady různých postupů a metod, u kterých však musí dojít ke splnění základních a jasně definovaných podmínek u očekávaných vstupů a výstupů [Dimitrovský, 2011]:

- jejich kvantifikace,
- definice časového horizontu jednotlivých veličin,
- jejich hodnotové vyjádření (vyjádřeno penězi),
- vyjádření zůstatkových hodnot:
  - technologií,
  - budov,
  - půdy, atd.

### 3.6.1. Metoda čisté současné hodnoty (ČSH):

Čistá současná hodnota projektu (dále jen ČSH): rozdíl mezi současnou hodnotou výnosů (dále jen SHV) a současnou hodnotou nákladů (dále jen SHN) posuzovaného projektu. Podle výpočtu modelu ČSH je realizace projektu přijatelná pouze v případě, že je výpočtem zjištěná hodnota ČSH posuzovaného projektu rovna nule nebo vyšší. Projekt s hodnotou ukazatele modelu ČSH menší než nula není z ekonomického hlediska přijatelný. SHV musí být vyšší nebo rovna SHN za předpokladu, že jsou obě uvedené položky diskontovány stejnou a z hlediska investora přijatelnou diskontní sazbou. V případě, že je ČSH posuzovaného projektu rovna nule, znamená to, že je ČSH výsledných efektů rovna vstupním nákladům.

ČSH je počítána podle vzorce: 
$$\check{C}SH = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+k)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+k)^t}$$

Kde:

- $k$  – diskontní míra,
- $V_t$  – předpokládané výnosy z realizace projektu,
- $N_t$  – předpokládané náklady projektu,
- $t$  – období 1 –  $n$  (roky),
- $n$  – předpokládaná životnost projektu (roky).

Vzorec výpočtu modulu ČSH lze rozepsat v detailnější podobě:

$$\check{C}SH = V_0 + \frac{V_1}{(1+k)^1} + \frac{V_2}{(1+k)^2} + \frac{V_3}{(1+k)^3} \dots + \frac{V_n}{(1+k)^n} - N_0 - \frac{N_1}{(1+k)^1} - \frac{N_2}{(1+k)^2} - \frac{N_3}{(1+k)^3} \dots - \frac{N_n}{(1+k)^n}$$

Kde hodnoty  $V_0$  a  $N_0$  nabíhají až v prvním roce běhu daného projektu, a proto není potřeba je diskontovat.

### 3.6.2. Metoda vnitřního výnosového procenta (VVP):

Vnitřní výnosové procento (dále jen VVP): míra výnosovosti prostředků vložených do realizace projektu, jinými slovy taková hodnota diskontní sazby, při které platí, že se SHV mínus SHN rovná nule ( $\check{C}SH = 0$ ). Lze ji také poměrně jednoduše vykalkulovat za pomoci metody pokusů a omylů. Projekt je hodnocen jako přijatelný, pokud je hodnota ukazatele VVP rovna nebo větší než individuální sazba přijatelná pro investora, v opačném případě je realizace projektu z ekonomického hlediska nepřijatelná. V praxi někdy bývá metoda ukazatele VVP preferována před metodou ukazatele  $\check{C}SH$ , přičemž obě metody ( $\check{C}SH$  i VVP) podávají stejně kvalitní podklady pro rozhodovací proces o přijetí či odmítnutí návrhu hodnoceného projektu.

VVP je počítána podle vzorce: 
$$\check{C}SH = \sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+VVP)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+VVP)^t}$$

Kde:

- $V_t$  – předpokládané výnosy z realizace projektu,
- $N_t$  – předpokládané náklady projektu,
- $t$  – období 1 – n (roky),
- VVP – Vnitřní výnosové procento.

### 3.6.3. Index výnosovosti (IV):

Index výnosovosti (dále jen IV): poměr ukazatele SHV a ukazatele SHN (za předpokladu použití individuální diskontní sazby). Pokud je hodnota SHV rovna hodnotě SHN a hodnota ukazatele modelu ČSH posuzovaného projektu je rovna nule, znamená to, že hodnota ukazatele IV je rovna 1. IV dává stejné výsledky jako metoda modelu ČSH, protože za předpokladu negativní hodnoty modelu ČSH je hodnota IV menší než 1. Projekt je z ekonomického hlediska přijatelný, pokud je hodnota parametru IV rovna 1 nebo vyšší a nepřijatelný, pokud je parametr IV menší než 1.

IV je počítán podle vzorce: 
$$IV = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{V_t}{(1+k)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{N_t}{(1+k)^t}}$$

Kde:

- $k$  – diskontní míra,
- $V_t$  – předpokládané výnosy z realizace projektu,
- $N_t$  – předpokládané náklady projektu,
- $t$  – období 1 – n (roky),
- $n$  – předpokládaná životnost projektu (roky).

#### **3.6.4. Diskontní míra**

Jedná se o procentní sazbu, kterou jsou diskontovány (přepočítávány) budoucí výnosy (zisky/peníze/peněžní toky) nebo nákladové položky za jednotlivá období na současnou hodnotu (*Present value*). Výpočet efektivnosti projektu je pak prováděn jako součet souhrnu současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků posuzovaného projektu. Nejprve je třeba nejdříve provést kalkulaci hodnoty každého dílčího peněžního toku investice a tyto zjištěné výsledky přepočítat (diskontovat) podle používané diskontní sazby pro posuzovanou investici.

V současné době je pro kalkulaci hodnoty lesních porostů používána diskontní sazba 2 %, proto byla použita při kalkulaci modelu ČSH, který je součástí této diplomové práce.



## 4. Metodika

Zhodnocení výsledků lesnických rekultivací recentních útvarů (výsypek) bude provedeno podle těchto chronologicky seřazených postupů:

1. kalkulace úplných vlastních nákladů (dále jen ÚVN) na založení rekultivačních lesních porostů. Jako vstupy jsou použity následující údaje: Náklady na jednotlivé druhy lesních porostů na základě kalkulace pěstebních úkonů, prováděných ve zkoumaných porostech do doby jejich zapojení a zajištění,
2. výpočet předpokládané zásoby jednotlivých sortimentů posuzovaných lesních porostů v době obmýetí a předmětních těžbách, údaje zjištěny podle Petrášových sortimentačních tabulek a kalkulace je, pro objektivnost údajů doplněna cenami dříví, které na svém webu uvádí Český statistický úřad a Ministerstvo zemědělství prostřednictvím zelené zprávy z roku 2013. Pro získání srovnatelných relevantních údajů je třeba zásobu porostů vykalkulovat na stejnou dobu obmýetí, v našem případě 130 let,
3. kalkulace nákladů na mýtní těžbu přibližování a manipulaci. Ve výpočtu je zohledněna použitá těžební technologie (Harvestorový uzel) a jednotlivé náklady je třeba rozdělit podle hmotnosti,
4. odvození hrubého zisku lesní výroby podle zjištěných ÚVN a výnosů a jeho roční vyjádření. Komparace ročních výnosů rekultivačních porostů s původními porosty olše a břízy,
5. výpočet efektivnosti podle modelu ČSH jednotlivých druhů lesních porostů na recentních útvarech, diskontování získaných výsledků diskontní sazbou 2 %, která se používá v současné době v lesním hospodářství (dále jen LH). Poté bude provedena komparace dosažených výsledků a vyvození závěrů,
6. finanční vyjádření ostatních (mimoprodukčních) funkcí lesa podle prof. Ing. Lud'ka Šišáka, CSc., které publikoval v letech 2006 a 2009,
7. komparace souhrnu zjištěných produkčních a mimoprodukčních funkcí lesa s vykalkulovanými náklady na založení jednotlivých lesních porostů, diskontování nákladů a výnosů a vyvození závěrů,
8. všechny vstupní i výstupní ceny jsou bez DPH.

## 5. Výsledky

V první řadě je třeba vykalkulovat úplné vlastní náklady na založení jednotlivých druhů porostů na navrstvených a připravených recentních útvarech (výsypkách). Prvním vstupem, který je třeba zahrnout do hodnocení projektu lesnických rekultivací, je hodnocení vlastní produkce dřevní hmoty na posuzovaných výsypkách Sokolovska.

V rámci lesnických rekultivací přichází v úvahu tyto náklady na varianty založení porostů [Dimitrovský, 2011]:

- zakládání porostů nesmíšených přípravnými dřevinami,
- zakládání nesmíšených porostů z cílových listnáčů,
- zakládání jehličnatých porostů,
- zakládání smíšených listnatých porostů,
- zakládání listnato - jehličnatých porostů.

V tabulkách 1 – 5 jsou uvedeny a vykalkulovány jednotlivé varianty založení lesních porostů a chronologicky uspořádány podle posloupnosti jednotlivých hospodářských opatření, sloužících k založení a zajištění rekultivačních porostů na posuzovaných výsypkových stanovištích:

**Tabulka č. 6: Založení porostů nesmíšených přípravnými dřevinami, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu:**

Rok	Výkon	Technické jednotky	Počet technických jednotek	Sazba na technickou jednotku	Náklady celkem (tis. Kč/ha)
1.	Sazenice	ks	10 000	5	50,0
	Přesun hmot	t	1	0,50	0
	Výsadba	ks	10 000	6	60,0
6.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	5 000	6	30,0
	Přesun hmot	t	0,5	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	10 000	6	60,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5

	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
7.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	500	6	3,0
	Přesun hmot	t	0,1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	500	6	3,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
8.	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
9.	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
10.	Prořezávka porostů	ha	0,5	50 000	25,0
	<b>Celkem</b>				<b>306,1</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 7: Založení nesmíšených porostů z cílových listnáčů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu:**

Rok	Výkon	Technické jednotky	Počet technických jednotek	Sazba na technickou jednotku	Náklady celkem (tis. Kč/ha)
1.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	10 000	6	60,0
	Přesun hmot	t	1	0,50	0

	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Opakovaná sadba	ks	10 000	6	60,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
2.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	1 000	6	6,0
	Přesun hmot	t	0,1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Opakovaná sadba	ks	1 000	6	6,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
3.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
4.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
10.	Prořezávka porostů	ha	0,5	50 000	25,0
	<b>Celkem</b>				<b>307,2</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 8: Založení jehličnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu:**

<b>Rok</b>	<b>Výkon</b>	<b>Technické jednotky</b>	<b>Počet technických jednotek</b>	<b>Sazba na technickou jednotku</b>	<b>Náklady celkem (tis. Kč/ha)</b>
1.	Sazenice	ks	10 000	5,5	55,0
	Přesun hmot	t	1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Opakovaná sadba	ks	10 000	6	60,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
2.	Sazenice	ks	2 000	5,5	11,0
	Přesun hmot	t	0,2	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Opakovaná sadba	ks	2 000	6	12,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
3.	Sazenice	ks	1 000	5,5	5,5
	Přesun hmot	t	0,1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Opakovaná sadba	ks	1 000	6	6,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
4.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5

12.	Prořezávka výběrem	ha	30 000	0,5	15,0
	<b>Celkem</b>				<b>314,7</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 9: Založení smíšených listnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu:**

Rok	Výkon	Technické jednotky	Počet technických jednotek	Sazba na technickou jednotku	Náklady celkem (tis. Kč/ha)
1.	Sazenice (smíšené listnáče)	ks	10 000	6	60,0
	Přesun hmot	t	1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	10 000	6	60,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
2.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	500	6	3,0
	Přesun hmot	t	0,1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	500	6	3,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
3.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
4.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1

	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
10.	Prořezávka porostů	ha	0,5	30 000	15,0
	<b>Celkem</b>				<b>217,2</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 10: Založení listnato-jehličnatých porostů, jednotlivá hospodářská opatření a kalkulace nákladů na založení lesního porostu:**

Rok	Výkon	Technické jednotky	Počet technických jednotek	Sazba na technickou jednotku	Náklady celkem (tis. Kč/ha)
1.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	10 000	6	60,0
	Přesun hmot	t	1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	12 000	6	72,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
2.	Sazenice (cílové dřeviny)	ks	500	6	3,0
	Přesun hmot	t	0,1	0,50	0
	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Opakovaná sadba	ks	1 000	6	6,0
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
3.	Ochrana kultur (repelent)	kg	15	35	0,5
	Ochrana kultur (okopání)	ks	5 000	2,5	12,5

	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	5 000	1,15	5,8
	Opakovaná sadba	ks	500	6	3,0
4.	Ochrana kultur (repelent)	kg	30	35	1,1
	Ochrana kultur (okopání)	ks	10 000	2,5	25,0
	Ochrana kultur (ošetření nátěrem)	ks	10 000	1,15	11,5
	Opakovaná sadba	ks	500	6	3,0
10.	Prořezávka porostů	ha	0,5	30 000	15,0
	<b>Celkem</b>				<b>255,9</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

Z výše uvedených tabulek vyplívá, že úplné vlastní náklady na založení jednotlivých druhů hodnocených lesních porostů na popisovaných výsypkách Sokolovska se pohybují v rozmezí od 217,2 tis. Kč/ha do 314,7 tis. Kč/ha. Tato finanční kalkulace je, pro větší přesnost zpracována do doby zajištění a zapojení porostů a tudíž platí pro porosty do 10let, respektive 12let věku a pro její korektní vyčíslení bylo použito výpočtu hodnoty průměrných nákladů na 1 ha. Do kalkulace nákladů je zahrnuta i prořezávka přípravných porostů pozitivním výběrem, nebo v případě cílových dřevin uvolnění vzájemné vazby. Pro finanční náročnost se při ochraně proti škodám způsobeným zvěří nepoužívají oplocenky, ale pouze postřik nebo nátěr osvědčenými repelenty (Morsuvin, Aversol, Nivus, Neoponit).



## 5.1. Výpočet výnosů

Pro zadání korektních vstupních údajů do výpočtu modelu ČSH zkoumaných lesních porostů bylo třeba jednoznačně definovat jejich základní produkční charakteristiky [Dimitrovský, 2011]:

- stejnou dobu obmýtní posuzovaných porostů (130 let, resp. 80 let),
- předpokládanou zásobou porostů zjištěnou podle Petrášových sortimentačních tabulek a doplněnou cenami dříví, jaké uvádí statistický úřad.

Lesní porosty byly pro korektní kalkulaci zásoby hlavního porostu tříděny podle těchto produkčních ukazatelů:

- objem bez kůry,
- hmotnatost (výpočtem jako podíl objemu produkce a počtu stromů),
- jednotlivé zjištěné parametry jsou vyjádřeny v tabulkách č. 6 – 9.

**Tabulka č. 11: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů dubu zimního:**

Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýtní 48,3 cm	DB výřezy I. třídy jakosti	DB výřezy II. třídy jakosti	DB výřezy III. A/B třídy jakosti	DB výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)	DB výřezy VI. třídy jakosti (palivo)	Celkem
Zastoupení sortimentů (%)	18,3	6,7	49,5	23,1	2,4	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	90,7	33,2	245,5	114,5	12,1	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	13 196	5 355	2 719	1 086	1 062	
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	1 196,9	177,8	667,5	124,3	12,9	<b>2 179,4</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 12: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů dubu letního:**

<b>Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýti 44,4 cm</b>	<b>DB výřezy I. třídy jakosti</b>	<b>DB výřezy II. třídy jakosti</b>	<b>DB výřezy III. A/B třídy jakosti</b>	<b>DB výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)</b>	<b>DB výřezy VI. třídy jakosti (palivo)</b>	<b>Celkem</b>
Zastoupení sortimentů (%)	13,9	8,9	52,2	22,4	2,6	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	60,7	38,9	228,1	97,9	11,4	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	13 196	5 355	2 179	1 086	1 062	
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	801,0	208,3	620,2	106,3	12,1	<b>1 747,9</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 13: Předpokládané finanční výnosy z prodeje sortimentů smrku ztepilého:**

<b>Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýti 56,3 cm</b>	<b>SM výřezy I. třídy jakosti</b>	<b>SM výřezy II. třídy jakosti</b>	<b>SM výřezy III. A/B třídy jakosti</b>	<b>SM výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)</b>	<b>Jehličnaté dříví VI. třídy jakosti (palivo)</b>	<b>Celkem</b>
Zastoupení sortimentů (%)	6,9	5,9	76,3	9,5	1,4	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	73,3	62,7	810,3	101,0	14,9	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	2 709	2 854	2 286	1 041	812	
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	198,6	178,9	1 852,3	105,1	12,1	<b>2 347,1</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 14: Předpokládaní finanční výnosy z prodeje sortimentů modřínu opadavého:**

Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýtí 49,2 cm	MD výřezy I. třídy jakosti	MD výřezy II. třídy jakosti	MD výřezy III. A/B třídy jakosti	MD výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)	Listnaté dříví VI. třídy jakosti (palivo)	Celkem
Zastoupení sortimentů (%)	17,1	6,7	63,9	9,4	2,9	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	73,0	28,6	272,8	40,1	12,4	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	3 608	3 681	2 324	812		
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	263,4	105,3	634,0	42,6		<b>1 045,3</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

Další důležitou položkou komplexní kalkulace rentability pěstování lesních porostů na rekultivovaných plochách, kterou je třeba zahrnout do výpočtu efektivnosti posuzovaných typů lesních porostů na hodnocených recentních útvarech, jsou náklady na jejich těžbu, přibližování a manipulaci. V případě použití harvesterového uzlu vychází kalkulace úplných vlastních nákladů takto:

**Tabulka č. 15: Tabulka přímých a úplných vlastních nákladů při použití harvesterové technologie k mýtní těžbě:**

Přímé náklady (Kč/m <sup>3</sup> )	Hmotnatost (m <sup>3</sup> )						
	- 0,19	0,29	0,39	0,49	0,69	1,2	1,2 +
	480	446	440	385	363	358	375
ÚVN (Kč/m <sup>3</sup> )	624	580	572	500	472	465	487

Zdroj: Dimitrovský, 2011

### 5.1.1. Shrnutí výše uvedených nákladových a výnosových vstupů a kalkulace ukazatelů jejich efektivity:

Pro korektní posouzení efektivity jednotlivých druhů rekultivačních porostů založených na recentních útvarech je do tabulky č. 12 zahrnuto i porovnání průměrných mýtních výnosů původních porostů, které se nacházeli na místech výsypek před započítáním těžby uhlí. Podle historických pramenů [Dimitrovský, 1969] se jednalo převážně o olšové a březové porosty 3. a 4. bonitního stupně. Kalkulace nákladů na jejich založení bohužel není k dispozici. Z tabulky č. 12 je zřejmá jednoznačná efektivity nově založených lesních porostů na rekultivovaných recentních útvarech (výsypkách). V tabulce č. 11 je uvedeno shrnutí celkového a ročního hrubého zisku lesní výroby. Ukazatel ročního hrubého zisku byl použit, protože březové a olšové porosty mají nižší uvažovanou obmýtní dobu (80 let) než ostatní dřeviny zahrnuté do srovnání, které jsou posuzovány v předpokládané obmýtní době 130 let.

Při výpočtu hrubého zisku lesní výroby jsou rekultivované porosty posuzovány jako cyklicky se opakující (stejně jako při posuzování trvale obhospodařovaných lesních porostů, u kterých je uvažováno, že přináší roční výnosy o přibližně stejné výši a na jejich obhospodařování jsou každoročně vynakládány v podstatě stejné náklady).

**Tabulka č. 16: Hrubý zisk lesní výroby (dále jen HZLV) v tis. Kč/ha, době obmýtní 130 let:**

Cílová dřevina	ÚVN na založení porostu	ÚVN na mýtní těžbu, přiblížení a manipulaci	Výnosy	HZLV celkem	Roční HZLV
dub zimní	307,2	241,6	2 179,4	1 630,6	12,5
dub letní	307,2	212,8	1 747,9	1 227,9	9,4
smrk ztepilý	314,7	517,2	2 347,1	1 515,2	11,7
modřín opadavý	314,7	207,9	1 045,3	522,7	4,0

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 17: Porovnání ročních výnosů v tis. Kč/ha, původních a rekultivovaných lesních porostů:**

Dřevina	Druh porostu	Výnosy celkem	Roční výnosy
dub zimní	rekultivovaný porost	2 179,4	16,8
dub letní	rekultivovaný porost	1 747,9	13,4
smrk ztepilý	rekultivovaný porost	2 347,1	18,1
modřín opadavý	rekultivovaný porost	1 045,3	8,0
bříza	původní porost	302,5	3,8
olše	původní porost	213,1	2,7

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Pro srovnání je v tabulkách č. 12 a 13 uvedena detailní kalkulace zastoupení jednotlivých sortimentů a výnosů z jejich prodeje původních porostů olše a břízy, které se nacházeli na místech dnešních recentních útvarů (výsypek).

**Tabulka č. 18: Finanční výnosy z prodeje sortimentů břízy:**

Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýtí 27,0 cm	BŘ výřezy I. třídy jakosti	BŘ výřezy II. třídy jakosti	BŘ výřezy III. A/B třídy jakosti	BŘ výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)	Listnaté dříví VI. třídy jakosti (palivo)	Celkem
Zastoupení sortimentů (%)	2,1	9,8	40,0	40,6	7,5	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	5,0	23,7	96,8	98,2	18,1	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	1 684		1 350	1 062		
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	48,3		130,7	123,5		<b>302,5</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Tabulka č. 19: Finanční výnosy z prodeje sortimentů olše:**

<b>Výčetní tloušťka porostu v předpokládané době obmýtí 49,2 cm</b>	<b>OL výřezy I. třídy jakosti</b>	<b>OL výřezy II. třídy jakosti</b>	<b>OL výřezy III. A/B třídy jakosti</b>	<b>OL výřezy V. třídy jakosti (výroba buničiny)</b>	<b>Listnaté dříví VI. třídy jakosti (palivo)</b>	<b>Celkem</b>
Zastoupení sortimentů (%)	3,8	10,3	41,6	36,4	7,9	
Zastoupení sortimentů (m <sup>3</sup> )	7,2	19,6	79,8	69,1	15,01	
Cena (Kč/m <sup>3</sup> )	1 400			764	740	
Zpeněžení celkem (tis. Kč)	149,2			52,8	11,1	<b>213,1</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

### 5.1.2. Kalkulace čisté současné hodnoty potenciální produkce dříví rekultivovaných lesních porostů na recentních útvarech

V tomto oddíle je na projekt lesnických rekultivací popsán jako jednorázový, v jeho výpočtu je zohledněn faktor času, efektivnost založení a hospodaření jednotlivých typů porostů je posouzeno metodou kalkulační modely ČSH.

**Tabulka č. 20: Aplikace metody výpočtu modelu ČSH na jednotlivé projekty lesnických rekultivací:**

<b>Dřevina</b>	<b>ÚVN na založení porostu</b>	<b>Diskontované těžební náklady</b>	<b>Diskontované výnosy</b>	<b>Výpočet ČSH</b>
dub zimní	307,2	18,4	166,1	<b>- 159,5</b>
dub letní	307,2	16,2	133,2	<b>- 190,2</b>
smrk ztepilý	314,7	39,4	178,9	<b>- 175,3</b>
modřín opadavý	314,7	15,8	79,7	<b>- 250,9</b>

Zdroj: Dimitrovský, 2011

Z tabulky č. 15 vyplývá, že takto posuzovaný projekt lesnických rekultivací není rentabilní, protože vypočítaná hodnota ČSH všech posuzovaných typů porostů vychází záporná. V této tabulce je však hodnocena pouze dřevoprodukční funkce lesa, není zde zahrnuta kalkulační ostatních užitků, které lesní porost přináší.

## **5.2. Kalkulace čisté současné hodnoty lesnických rekultivací na recentních útvarech při započítání jednotlivých mimoprodukčních funkcí lesa:**

Mimoprodukční funkce lesních porostů, započítané do kalkulační efektivity lesnických rekultivací posuzovaných metodou výpočtu modelu ČSH:

- sociálně-ekonomické funkce lesa,
- chov zvěře a myslivost,
- nedřevoprodukční funkce lesa,
- hydrické funkce lesa,
- vzduchoochranné funkce lesa,
- zdravotně-hygienické funkce lesa,
- kulturně-naučné funkce lesa.

Ocenění všech dále uvedených funkcí lesa vychází z analýzy, detailně popsané v publikaci „Hodnocení společenské sociálně ekonomické významnosti funkcí lesa“ [Šišák, 2008].



### **5.2.1. Sociálně-ekonomické funkce lesa:**

Lze je vyjádřit jako hrubý důchod, na základě hrubého objemu produkce a tržeb za dříví. Tyto ukazatele jsou v současnosti monitorovány pomocí statistických ukazatelů. Při výpočtu je s lesem počítáno jako s obnovitelným a dynamickým environmentálním zdrojem a jednotlivé přínosy jsou posuzovány z dvou rovin:

1. časové (roční): je uvažováno s možností časově omezeného odnětí,
2. trvalé.

Dále je při kalkulaci této funkce počítáno, že hospodaření s lesními porosty není škoda nebo újma, ta je počítána pouze v těchto případech:

- pozemky jsou vyňaty z pozemků určených pro plnění funkcí lesa dále jen (PUPFL),
- došlo k mimořádnému odlesnění,
- došlo k ničení nebo poškození samotné podstaty lesa.

Cena sociálně-ekonomické funkce, kalkulovaná pro výše uvedené případy, na dobu určitou, odvozená z celorepublikového průměru porostní půdy, na které dochází k produkci dřeva, je stanovena ve výši 7 797 Kč/ha na jeden rok [Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011].

### **5.2.2. Chov zvěře a myslivost jako funkce lesa:**

Ekonomické projevy této funkce lesa, která je úzce spjata s lesnictvím historicky i v současnosti je posuzována podle ekonomicky vyjádřených a měřitelných veličin:

- Vnitřních:
  - ekonomické vstupy: materiál, mzdy, odpisy,
  - ekonomické výstupy: tržby za poplatkové lovy, odlovená zvěř.
- Vnějších:
  - škodlivé: škody zvěří, účelové hospodaření za účelem intenzivního chovu zvěře,
  - přínosné: relaxace, rekreace, materiální produkce.

Cena chovu zvěře a myslivosti jako funkce lesa je stanovena na roční výši 170 Kč/ha [Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011].

### 5.2.3. Nedřevoprodukční funkce lesa:

Cena nedřevoprodukčních funkcí lesa je kalkulována pro dva typy porostu:

- hlavní plodiny v borůvkovém a brusinkovém lesní typu,
- hlavních plodiny mimo borůvkové a brusinkové lesní typy.

Pro kalkulaci nedřevoprodukčních funkcí rekultivovaných lesních porostů přichází v úvahu hodnota ceny hlavních plodin mimo borůvkové a brusinkové lesní typy, protože se jedná o založení nového lesa na recentních útvarech (výsypkách).

**Tabulka č. 21: Cena jednotlivých nedřevoprodukčních funkcí lesa:**

<b>Kvalitativní charakteristiky lesa</b>	<b>Roční cena (Kč/ha)</b>
Cena hlavních plodin v borůvkových a brusinkových lesních typech	4 944
Cena hlavních plodin mimo borůvkové a brusinkové lesní typy	987

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011

#### **5.2.4. Hydrické funkce lesa:**

Za hlavní hydrické funkce lesa jsou považovány ochrana pramenných oblastí, zlepšování kvality vody ve vodních tocích a nádržích, ochrana proti kolísání odtoku a udržování vydatnosti a čistoty vodních zdrojů. Z tohoto pohledu je třeba na hydrické funkce nahlížet jako na prevenci zabránění větších sociálně ekonomických škod. Roční cena hydrických funkcí lesa je stanovena ve výši 910 Kč/ha [Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011].

### **5.2.5. Vzduchochranné funkce lesa:**

Hlavní vzduchochrannou funkcí lesa je vázání CO<sub>2</sub> a tím prevence a snižování skleníkového efektu. Ke zvýraznění účinku vázání uhlíku lesními porosty dochází především zalesňováním nelesních půd a používáním vytěženého dříví dlouhodobě a energeticky. Dlouhodobá a trvalá obnovitelnost lesních porostů tak výrazně přispívá ke kontrole zvyšování poměru CO<sub>2</sub> ve vzduchu. Roční cena vzduchochranné funkce lesa dosahuje úrovně 1 000 Kč/ha lesnický využívané půdy [Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011].

### 5.2.6. Zdravotně-hygienické funkce lesa:

Funkce zdravotně-hygienická je schopnost kontrolovat a upravovat kvalitu prostředí a snižovat jeho extrémní dopady.

Vzhledem k tomu, že se v případě lesnické rekultivace výsypkových stanovišť na Sokolovsku jedná o městské nebo příměstské plochy, je v kalkulaci uvažována cena lesní půdy se zvýšenou návštěvností.

**Tabulka č. 22: Cena zdravotně-hygienické funkce lesa:**

<b>Kvalitativní charakteristiky lesa</b>	<b>Roční cena (Kč/ha)</b>
Lesní půda se základní návštěvností	2 573
Lesní půda se zvýšenou návštěvností	7 521

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011

### 5.2.7. Kulturně-naučné funkce lesa:

Do kulturně-naučných funkcí lesa patří:

- les je zdrojem poznatků o vývoji přírody a biodiverzity,
- o vztazích mezi ekosystémem a společností,
- je, z hlediska působení lidstva, poměrně málo změněnou složkou přírodního prostředí.

Podstatou kulturně-naučných funkcí lesa je zejména jeho tzv. přírodoochranné funkce. Součástí uvedených funkcí je rovněž biodiverzita. Dané externality jsou důležité zejména pro vědu, výzkum, výchovu a vzdělávání, jsou objektem činnosti různých vědecko-výzkumných, výchovných a kulturních institucí a společenských organizací (Dimitrovský, 2011).

**Tabulka č. 23: Cena kulturně naučných funkcí lesa:**

Kvalitativní charakteristiky lesa	Roční cena
Lesy sloužící běžnému lesnímu hospodářství	2 183

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011

### 5.2.8. Možnosti diskontování mimoprodukčních funkcí lesa

Pokud chceme zahrnout mimoprodukční funkce lesa do výše uvedeného výpočtového modelu ČSH, je třeba vzít v úvahu skutečnost, že výnosy z mimoprodukčních funkcí lesa jsou vyjádřeny pro každý rok, kdežto výše uvedený výpočet modelu ČSH počítá se skutečností, že efekt dřevoprodukční funkce námi posuzovaných lesních porostů je vyjádřen v době obmýti (130 let). Pro korektní výpočet modelu ČSH se zahrnutím mimoprodukčních funkcí lesa je třeba vypočítat model ČSH těchto funkcí podle tohoto vzorce, výslednou hodnotou je třeba vynásobit jednotlivá roční vyjádření mimoprodukčních funkcí:

$$\check{C}SH_{OUF} = \frac{1,0k^t - 1}{0,0k \cdot 1,0k^t}$$

Kde:

- k – diskontní sazba (pro náš případ připadá v úvahu hodnota 2 %),
- t – obmýtní doba (130 let).

Výsledná hodnota ČSH, uvedená níže, je platná pro případ ostatních funkcí lesa a jako taková je posuzovaným lesním porostem přinášena každý rok do doby obmýti (130 let). Výsledky jednotlivých výpočtů jsou uvedeny v následujících tabulkách.

**Tabulka č. 24: Souhrn ročních finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa:**

Dřevina	Ceny jednotlivých funkcí lesa (roční) tis. Kč/ha									
	Produkční tržní	spol. sociálně-	Chov zvěře a myslivost	Nedřevo produkční	Hydrická	Vzducho ochranná	Zdravotně hygienická	Kulturně naučná	Celkem	
dub zimní	16,8	7,8	0,2	1,0	0,9	1,0	7,5	2,2	<b>37,3</b>	
dub letní	13,6	7,8	0,2	1,0	0,9	1,0	7,5	2,2	<b>34,1</b>	
smrk ztepilý	12,9	7,8	0,2	1,0	0,9	1,0	7,5	2,2	<b>33,4</b>	
modřín opadavý	4,6	7,8	0,2	1,0	0,9	1,0	7,5	2,2	<b>25,1</b>	

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015



**Tabulka č. 25: Souhrn diskontovaných finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa:**

Dřevina	Kalkulace jednotlivých diskontovaných funkcí lesa (roční) tis. Kč/ha									
	Produkční tržní	spol. sociálně-	Chov zvěře a myslivost	Nedřevo produkční	Hydrická	Vzducho ochranná	Zdravotně- hygienická	Kulturně naučná	Celkem	
dub zimní	-159,5	360,1	7,9	45,6	42,0	46,2	347,4	100,8	<b>790,5</b>	
dub letní	-190,2	360,1	7,9	45,6	42,0	46,2	347,4	100,8	<b>759,8</b>	
smrk ztepilý	-175,3	360,1	7,9	45,6	42,0	46,2	347,4	100,8	<b>774,7</b>	
modřín opadavý	-250,9	360,1	7,9	45,6	42,0	46,2	347,4	100,8	<b>699,1</b>	

Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Pokud byla do výpočtu efektivnosti lesních porostů založených na recentních útvarech Sokolovska, pomocí modulu ČSH, zahrnuta pouze samotná kalkulace produkce dříví, byl výsledek u všech posuzovaných porostů jednoznačně záporný. Ve chvíli, kdy byly do výpočtu modulu ČSH zahrnuty kalkulace jednotlivých nedřevoprodukčních funkcí lesa, byl výsledek výpočtů ve všech sledovaných případech kladný.

## **6. Diskuze**

### **6.1. Stanovisko skupiny vědců a dalších odborných pracovníků k problematice obnovy těžbou narušených území**

Na základě dosavadních vědeckých poznatků můžeme jednoznačně konstatovat, že převážná část těžbou narušených ploch a deponií materiálů horninového či nerostného původu má potenciál k obnově ekologických i estetických funkcí cestou spontánní ekologické sukcese. Ta většinou vede ke vzniku výrazně hodnotnějších, stabilnějších a přírodě bližších ekosystémů, než jaké vznikají po provedení technické a následně zemědělské nebo lesnické rekultivace. Spontánní nebo řízená (usměrňovaná) sukcese, stejně jako další přírodě blízké formy obnovy těžbou narušených území, by proto měla být považována za jeden z možných způsobů rekultivace.

Aby se přírodě blízké formy obnovy těžbou narušených území a deponií staly skutečně rovnocennou alternativou technických rekultivací, považujeme za nutné podniknout následující kroky:

1. ministerstva životního prostředí, zemědělství a průmyslu a obchodu by měla ve vzájemné součinnosti vypracovat důkladnou právní analýzu všech relevantních zákonů a podzákoných norem v oblasti těžby nerostných surovin a rašeliny, ochrany zemědělského půdního fondu, ochrany lesa a ochrany přírody a krajiny. Analýza by měla ukázat slabá místa existující právní úpravy ve vztahu k přírodě blízkým formám obnovy. Na základě provedené právní analýzy by zmíněné resorty měly neprodleně navrhnout a do legislativního procesu předložit novelizaci příslušných právních předpisů tak, aby účinně podporovaly přírodě blízké formy obnovy území narušených těžbou a deponií,
2. zmíněná ministerstva by měla problematiku neprodleně promítnout také do vnitřních předpisů a resortních metodik. Problematika přírodě blízkých forem obnovy těžbou narušených území a deponií by se měla stát napříště součástí zkoušek pro osoby oprávněné ke zpracování dokumentací a posudků v procesech posuzování vlivů na životní prostředí podle zákona č. 100/2001 Sb. (EIA) a pro osoby autorizované ke zpracování biologického hodnocení podle § 67 zákona č. 114/1992 Sb. a zpracování

posouzení hodnocení vlivů na ptačí oblasti a evropsky významné lokality podle § 45i téhož zákona,

3. u každého těžbou narušeného území nebo deponie materiálů horninového či nerostného původu by měl být stanoven podíl přírodě blízkých forem obnovy (spontánní sukcese, řízená sukcese, managementové zásahy ve prospěch některých druhů organismů nebo společenstev) na minimálně 20 %. Především u menších lomů, odvalů, pískoven, hliníků a těžeben kaolínu by se mělo stát „dobrou praxí“, že po dohodě zúčastněných stran budou celé ponechány pro přírodě blízké formy obnovy. Během plánování obnovy je třeba zajistit zachování přírodě blízkých ekosystémů v blízkém okolí, které se po ukončení těžby stanou zdroji šíření cílových druhů do těžebních prostorů. Nezbytným předstupněm obnovy by mělo být zachování členitosti povrchu vzniklé během těžby, případně její podpoření vhodnými terénními úpravami,
4. finanční prostředky odváděné těžebními organizacemi do rezervních fondů na rekultivaci území po těžbě by měly být používány na přípravu a realizaci kvalitních projektů obnovy s využitím jejich přírodě blízkých forem. Peníze ušetřené za nerealizované zemědělské či lesnické rekultivace se dají využít např. pro managementové zásahy zaměřené na udržení některých cílových druhů či společenstev v delším časovém horizontu, popřípadě pro vytváření náhradních přírodních stanovišť v jiných lokalitách jako kompenzační opatření za území zabraná těžbou na základě požadavků orgánů ochrany přírody.

Kromě zvýšení biologické diverzity (rozmanitosti přírody na druhové i ekosystémové úrovni) a celkové přírodní hodnoty obnovovaných území může vyšší podíl přírodě blízkých forem obnovy území po těžbě významně přispět také k úspoře finančních prostředků z veřejných zdrojů [Cílek et al, 2008].

S výše zmíněnými názory nemohu plně souhlasit, protože jedná-li se o rekultivace recentních útvarů (výsypek), není spontánní průběh rekultivačního cyklu možný. Každá spontánní rekultivace degradovaných stanovišť výsypkového charakteru, provedená v Sokolovské oblasti, zatím vedla jen k rozšíření třtiny křovištní, která svým způsobem rozšíření potlačila rozvoj ostatních druhů. K této patové situaci docházelo s železnou pravidelností v horizontu dvaceti pěti let.

Plně souhlasím s bodem č. 1. a 2, protože se při rekultivaci degradovaných území musí pracovat s 23 zákony a 26 vyhláškami a zavedení jednoduchého a přehledného

systemu do legislativní problematiky rekultivací území zasažených těžbou, nebo jinak degradovaných stanovišť by mělo být primárním úkolem zmíněných institucí.

S bodem č. 3 se také dá souhlasit, jen je třeba zapojit do rozhodovacího procesu nejen odborníky, ale také zástupce měst a občanská sdružení.

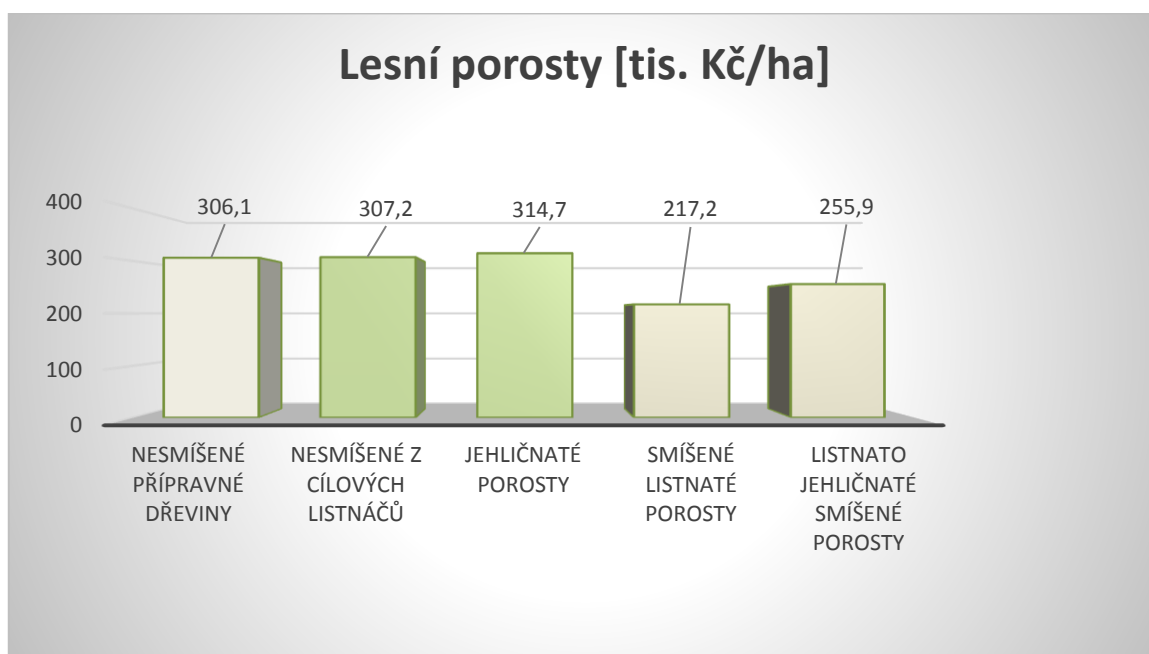
Otázka efektivnosti vynaložení deponovaných finančních prostředků na zajištění kvalitní rekultivace je také pevně spjata s legislativou, neboť právě probíhající doba legislativních spekulací nahrává „ekologickým“ amatérům. Pevná, zákony upravená pravidla používání finančních prostředků deponovaných v rekultivačním fondu, podpořená rozumným rekultivačním projektem, zajistí efektivnost následující rekultivace postižených území. Vzhledem k tomu, že podobně zasažených území přibývá, je podobná diskuse o efektivním použití finančních prostředků, deponovaných v rekultivačním fondu velice prospěšná.

## 7. Závěr

Založené lesní porosty byly hodnoceny podle pěstebních a hospodářských výsledků těchto dřevin: dub zimní, dub letní, smrk ztepilý a modřín opadavý pěstovaných na výsypkách Vilém a Velký Riesl. Z hlediska vynaložených nákladů na založení a zajištění jednotlivých lesních porostů byly vykalkulovány tyto náklady:

- v případě porostů nesmíšených z cílových listnáčů (dub zimní, dub letní) cena 307,2 tis. Kč/ha,
- v případě Jehličnatých porostů (smrk ztepilý, modřín opadavý) cena 314,7 tis. Kč/ha.

**Graf č. 4: Komparace nákladů v tis. Kč/ha na založení jednotlivých druhů porostů na recentních útvarech (výsypkách):**



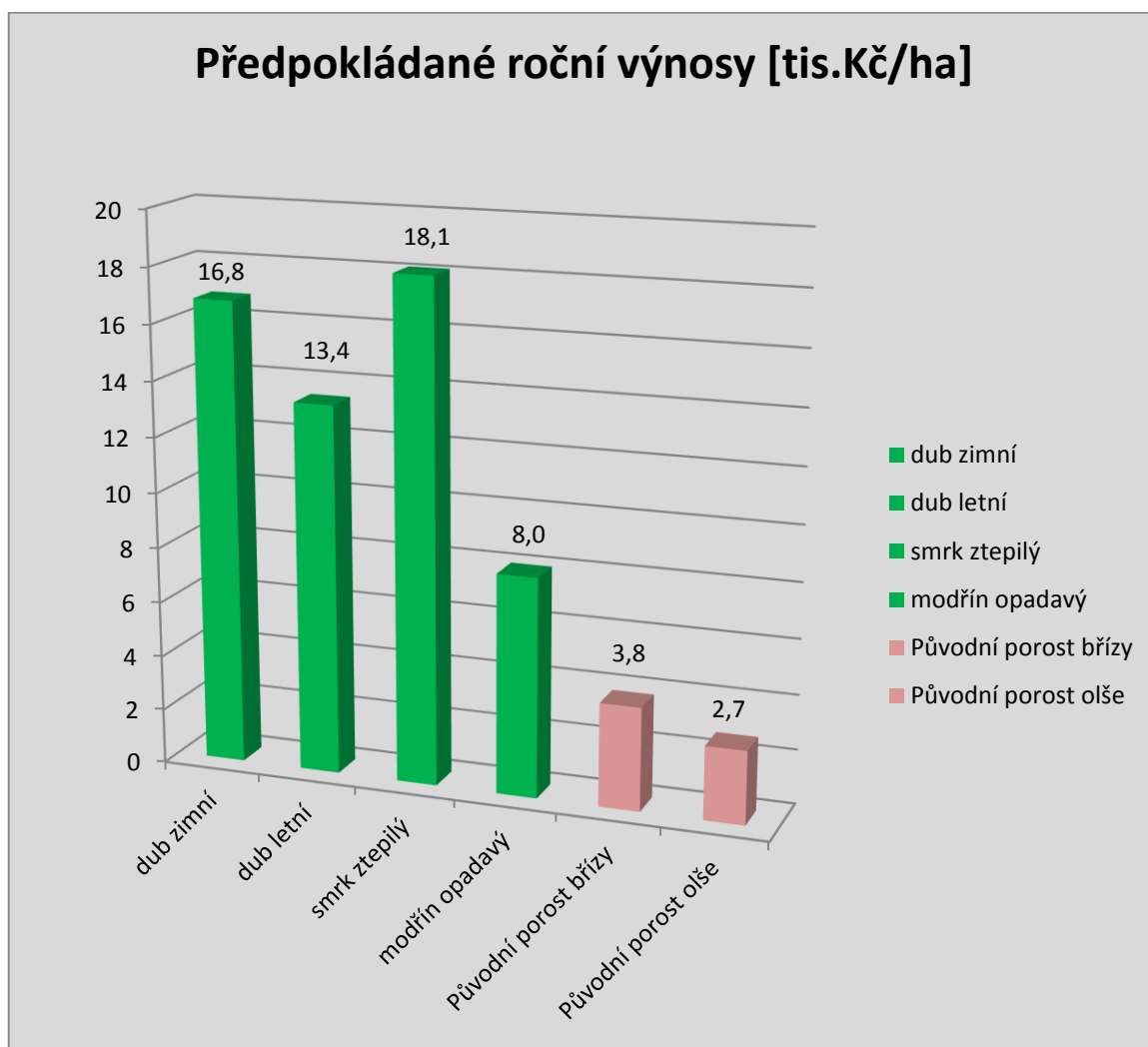
Zdroj: Dimitrovský, 2011

V případě posouzení efektivity provedených lesnických rekultivací recentních útvarů (výsypek) je pro korektní výpočet modelu ČSH třeba zahrnout kalkulaci předpokládaných celkových a ročních výnosů jednotlivých sortimentů posuzovaných porostů. Pro názornost a srovnání efektivity lesnických rekultivací je do komparace zahrnuta i předpokládaná cena sortimentů původních lesních porostů, rostoucích na

místech budoucích výsypek. Výnosy jednotlivých dřevin a jejich sortimentů uvádí tabulky č.: 11 – 14 a 18 – 19.

Projekt rekultivovaných lesních porostů na degradovaných stanovištích je podle grafu č. 5 hodnocen jako vysoce efektivní, méně výhodné se jeví pouze pěstování modřínu opadavého ve sponu 1 x 1 m. Efektivnost rekultivovaných lesních porostů vyniká také ve srovnání s výše uvedenými původními porosty olše a břízy. Podle parametru předpokládaných ročních výnosů jednotlivých sortimentů dříví se jeví nejlépe porosty smrku ztepilého.

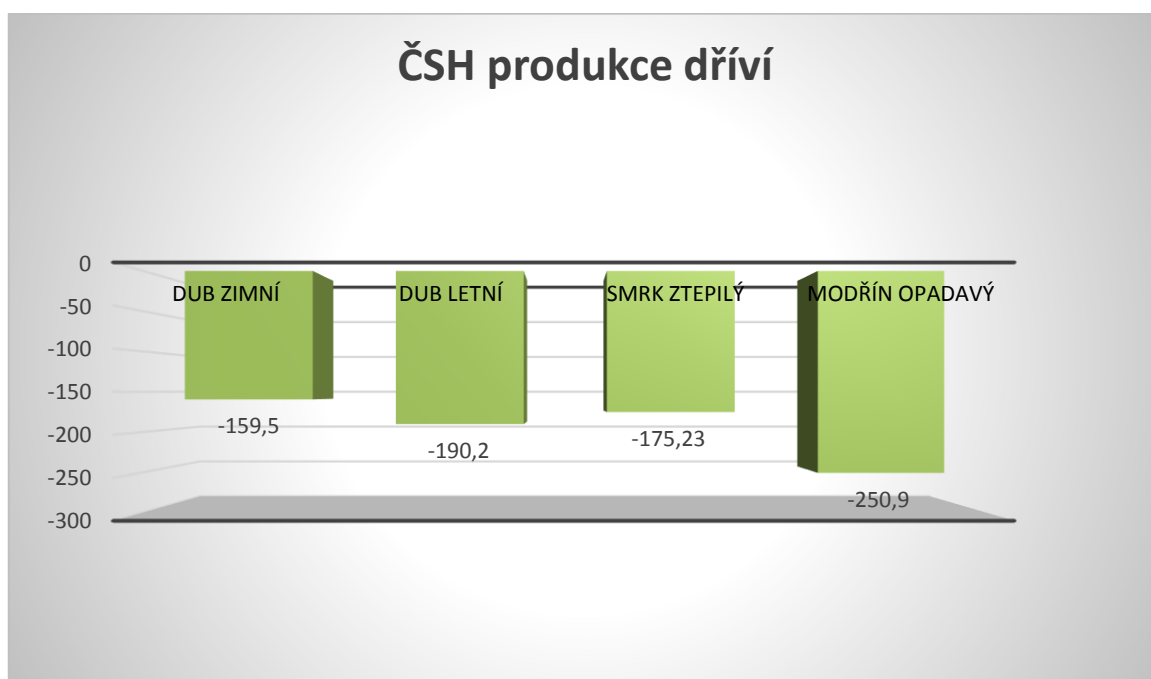
**Graf č. 5: Komparace předpokládaných ročních výnosů ze zpeněžení sortimentů jednotlivých dřevin:**



Zdroj: Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Po provedení kalkulace modelu ČSH posuzované efektivnosti předpokládané produkce dříví jednotlivých rekultivovaných lesních porostů na recentních útvarech (výsypkách) se při diskontování dosažených parametrů projevila dlouhá výrobní doba sortimentů dříví (doba obmýetí) a z tohoto pohledu se posuzovaný projekt lesnických rekultivací jeví jako výrazně neefektivní. Jednotlivé dosažené hodnoty uvádí graf č. 6.

**Graf č. 6: Výsledky kalkulace ČSH předpokládané produkce dříví:**



Zdroj: Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Po následném vyjádření a kalkulaci ostatních (nedřevoprodukčních) funkcí lesa do výpočtu modelu ČSH vychází hodnocení efektivnosti projektu lesnických rekultivací na zkoumaných recentních útvarech (výsypkách) jednoznačně kladně. V tomto případě se jako nejvíce efektivní jeví porost dubu zimního.

**Graf č. 7: Souhrn předpokládaných ročních finančních efektů jednotlivých porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa:**

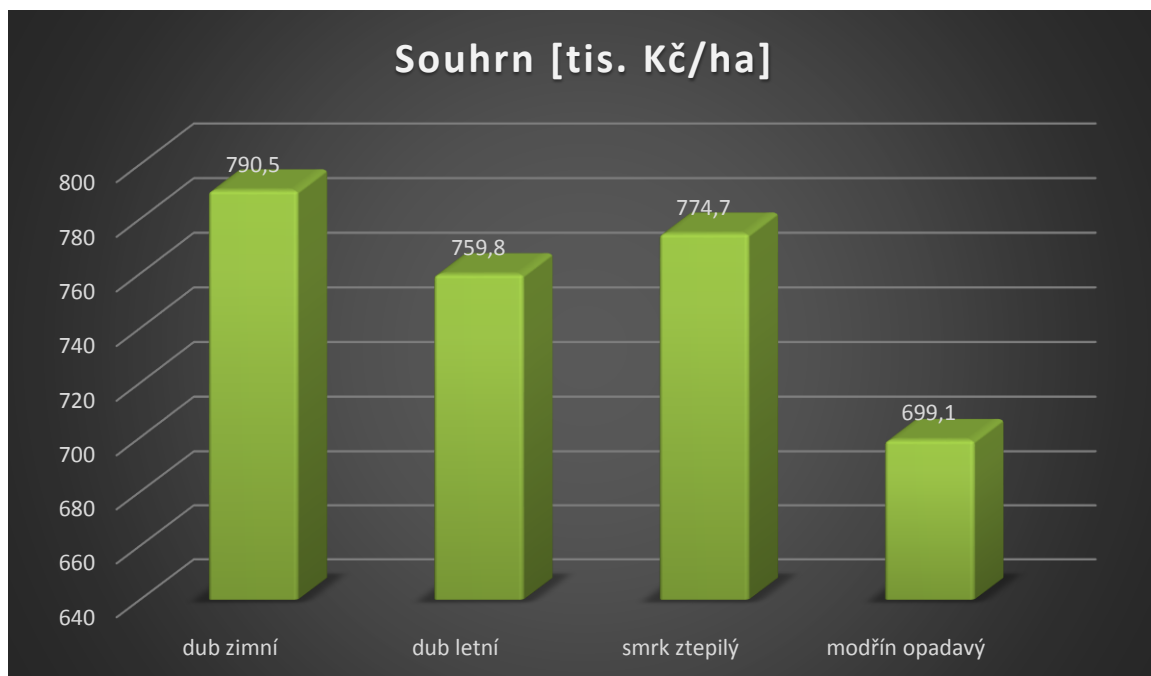


Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Pro získání korektních výstupů, které dosáhneme diskontováním jednotlivých funkcí lesa lesní úrokovou mírou 2 %, se všechny posuzované rekultivované lesní porosty jeví jako vysoce efektivní. Komparace vykalkulovaných předpokládaných finančních efektů jednotlivých posuzovaných rekultivovaných lesních porostů na recentních útvarech (výsypkách) Sokolovska ukazuje, podle námi zadaných parametrů na nejefektivnější lesní porost dubu zimního. Souhrn předpokládaných finančních efektů uvádí graf č. 8.



**Graf č. 8: Souhrn diskontovaných předpokládaných finančních efektů jednotlivých posuzovaných lesních porostů při započítání mimoprodukčních funkcí lesa:**



Zdroj: Šišák, 2008; Dimitrovský, 2011; MZe, 2014; ČSÚ, 2015

Závěrem je možné konstatovat (na základě provedených analýz ekonomické a ekologicko-ekonomické efektivity) odborně provedená lesnická rekultivace umožňuje poměrně v krátké době na degradovaných stanovištích obnovit lesní ekosystémy, které jsou schopné plnit jak ekonomické tak i ekologické funkce krajiny (Dimitrovský, 2011).

## 8. Seznam literatury a použitých zdrojů

1. AGRICOLA, G. *De re metallica libri XII*. Basilej, 1556
2. BALDRIAN, P; TROGL, J; FROUZ, J „et al“. Enzyme activities and microbial biomass in topsoil layer during spontaneous succession in spoil heaps after brown coal mining. In: *Soil biology & biochemistry* 40, 2008, 2107-2115pp (IF 2.978)
3. BENEŠ, S.; SEMOTÁN, J.; VORÁČEK, V. *Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti HDBS*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství 1964. 255 s.
4. CÍLEK, V. „et al“. Stanovisko vědců a dalších odborných pracovníků k problematice obnovy těžbou narušených území. *Calla - Sdružení pro záchranu prostředí*. [online]. 2008-18-09 [cit. 2015-23-03]. Dostupné z WWW: <<http://www.calla.cz/piskovny/mem.php>>.
5. DARMER, G. *Zur forstlichen Rekultivierung schwierigen Kippenboden in Braunkohlentagebauebeit*. Forst u. Jagd Jg. 5, 1955
6. DAVIS, G; MELTON, R. E. Trees for graden strip-mine spoils. In: *The Pennsylvania State Forestry School Res. Paper No. 32*, 1963
7. DEITSCHMANN, C. R; LANE, R. D. *How in strip-mined lands grow trees profitably*. XII Coal A ge 56, 1951
8. DILLA, L. Wo neue Walder Waschen. In: *Informationen Rheibraun* 2. Auflage Dezember, 1969
9. DIMITROVSKÝ, K. Lesnické rekultivace v oblastech postižených báňskou a průmyslovou činností. *Lesnický časopis II*. 1965, č. 6, s 549-566
10. DIMITROVSKÝ, K. Příspěvek k poznání vodního režimu výsypkových cyprisových jílu v oblast Sokolovské hnědouhelné pánve. In: *Sborník ÚVTI – Meliorace*. 2/1966
11. DIMITROVSKÝ, K. *Lesnická rekultivace antropogenních půd v oblasti Sokolovského hnědouhelného revíru*. Praha: Výzkumný ústav meliorací Praha – Zbraslav, 1976. 220 s.
12. DIMITROVSKÝ, K. *Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností: Metodiky pro zemědělskou praxi 14/1999*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1999. 66 s. ISBN 80-7271-065-6

13. DIMITROVSKÝ, K. *Tvorba nové krajiny na Sokolovsku*, Sokolov, Sokolovská uhelná a.s. Praha, Studio F, 2001. 192 s.
14. DIMITROVSKÝ, K. Tvorba městských lesů v rámci zahřazení území devastovaného těžbou uhlí. In: *Dny zahradní a krajinářské tvorby: Městské lesy Luhačovice: Sborník vydaných přednášek ze semináře. Luhačovice 20-22. 11. 2002*. Praha: Společnost pro zahradní a krajinářskou tvorbu, 2002, s. 25-30. ISBN 80-902910-2-3
15. DIMITROVSKÝ, K. *Geobotanická charakteristika lesních porostů a tvorba produkčních půd na výsypkách SU: Dílčí závěrečná zpráva*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze. Fakulta lesnická a dřevařská. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, 2011a. 77 s.
16. DIMITROVSKÝ, K. Český ekologický amatérismus a despotismus. In: PRKNOVÁ, H. (ed.). *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice: sborník z konference konané 25. listopadu 2011 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011b, s. 24–33. ISBN 978-80-213-2222-6
17. DIMITROVSKÝ, K. „et al“. Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. In: *Sborník referátů. Ústí nad Labem: FŽP J. E. Purkyně Ústí nad Labem, 2008*
18. DIMITROVSKÝ, K. „et al“. Hydric reclamation on Sokolov region. In: *Forest Wildlife and Wood Sciences for Society Development*. Prague, 16. – 18. 4. 2009
19. DIMITROVSKÝ, K.; DOLEŽAL, F. Infiltrační schopnost půd v oblasti severočeského hnědouhelného revíru a krušných hor. *Vědecká práce VÚM*, 1972, no. 12, s. 139-360
20. DIMITROVSKÝ, K.; KOUTNÝ, D.; VESECKÝ, J. Rekultivační arboretum na Sokolovsku. *Lesnická práce*. Praha, 1984, no. 3, s. 130-133.
21. DIMITROVSKÝ, K.; KUNT, M. Unikátní rekultivační lesnické arboretum na Sokolovsku slaví svou 36-letou existenci. In: *Sborník referátů z 11. uhelné geologické konference*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK Praha. 2008
22. DIMITROVSKÝ, K.; KUNT, M.; NEVEĐAL, A. Růst, vývoj a morfogenní vlastnosti dřevin: základ rekultivační dendrologie. *Zpravodaj hnědé uhlí*. 2008, no. 1, s. 15-31. ISSN 1213-1660

23. DIMITROVSKÝ, K.; KUPKA, I.; KUNT, M. Rekultivační dendrologie. In: *Sborník referátů z konference Obnova lesního prostředí při zalesnění nelesních a devastovaných stanovišť*. Kostelec nad Černými lesy, 2008, s 21-26
24. DIMITROVSKÝ, K.; KUPKA, I.; KUNT, M. Pěstování méně častých dřevin jako součást historie rekultivací na Sokolovsku. In: PRKNOVÁ, H. (ed.). *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice: Sborník z konference konané 25. listopadu 2011 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011, s. 34–42. ISBN 978-80-213-2222-6
25. DIMITROVSKÝ, K.; VESECKÝ, J. *Lesnická rekultivace antropogenních půdních substrátů*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1989. 155 s. ISBN 80-209-0043-8
26. FROUZ, J. “et al”. The effect of litter quality and soil faunal composition on organic matter dynamics in post-mining soil. In: *A laboratory study Applied soil ecology* 37, 2007, 72-80pp (IF 2.122)
27. FROUZ, J; PIŽL, V; ELHOTTOVÁ, D. Soil and soil biota in reclaimed and non-reclaimed post mining sites Proceedings of the 10th. In: *Billings Land Reclamation Symposium, BLRS, Lexington, 2006, 215-220pp*
28. JONÁŠ, F.; SEMOTÁN, J. *Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti Severočeské hnědouhelné pánve*. Praha: Československá akademie věd, 1959. s 217-505.
29. JONÁŠ, F. *Soil formation on the reclaimed spoil banks in the North Bohemian lignite distrikt: Tvorba půdy na rekultivovaných výsypkách v severočeském hnědouhelném revíru*. Praha: Výzkumný ústav meliorací, 1972. 303 s.
30. KNABE, W. *Der kulturwert der Deckgebirgsschichten der Braunkohle in der Nieder-lausitz*, 1948.
31. KUNT, M. „et al“. Rekultivace fyto toxických výsypkových substrátů. In: *Sborník ČZU FLE Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesních a degradovaných půd*. Kostelec nad Černými lesy, 2007
32. KUPKA, I; DIMITROVSKÝ, K. Výsledky testování vybraných dřevin pro lesnické rekultivace na Sokolovsku. *Zprávy lesnického výzkumu*. 2001, vol. 56, s 52-56. ISSN 0322-9688

33. KUPKA, I. "et al". Základní kritéria obnovy lesů na výsypkách. In: PRKNOVÁ, H. (ed.). *Obnova lesního prostředí při zalesňování nelesných a degradovaných půd: Sborník z konference Kostelec nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2007, s.117–120. ISBN 978-80-213-1702-4
34. KUTÍLEK, M. Vliv jílových minerálů na vlastnosti půdní vláhy. *Vodní hospodářství*, 1963, no. 7.
35. PULKRAB, K. "et al". Využití domácích a introdukovaných dřevin při obnově vegetace v podmínkách těžby hnědého uhlí. In: PRKNOVÁ, H. (ed.). *Aktuality v pěstování méně častých dřevin v České republice: Sborník z konference konané 25. listopadu 2011 v Kostelci nad Černými lesy*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2011, s. 86–101. ISBN 978-80-213-2222-6
36. SEMOTÁN, J.; DIMITROVSKÝ, K. Charakteristika vodního režimu a propustnosti některých jílovitých výsypek v oblasti HDBS. In: *Sborník referátů: III. mezinár. sympos. o rekultivaci*. Praha, 1967.
37. ŠIŠÁK, L.; PULKRAB, K. *Hodnocení společenské sociálně-ekonomické významnosti funkcí lesa*. Praha: Neueden, 2008. 133s. ISBN 978-80-213-1872-4.
38. VALÁŠEK, V; CHYTKA, L. *Velká kronika o hnědém uhlí: minulost, současnost a budoucnost těžby hnědého uhlí v severozápadních Čechách*. Plzeň: G2 studio, 2009, 379 s. ISBN 978-80-903-8934-2
39. WOHLRAB, B. Die Rekultivierung von Tagebauen aus bodenkundlich – kultureller Sicht. In: *Ztschr. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung 11 Jg*, Heft 3, 1970, s. 129-139.
40. WÜNSCHE, M.; LORENZ, W.; SCHUBERT, A. *Die Bodenformen der Kippen und Halden im Braunkohlengebiet südlich von Leipzig*, 1969

## 9. Seznam příloh

- Tabulky a seznamy:

Příloha 1: Rekultivační klasifikace dřevin a keřů

Příloha 2: Zrnitostní charakteristika zemin

Příloha 3: Časová posloupnost zatápění zbytkových jam – lomů

Příloha 4: Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2014

- Mapové přílohy a schémata:

Příloha 5: Mapa lesnického rekultivačního arboreta Antonín

Příloha 6: Kartogram geologických poměrů Sokolovského revíru

Příloha 7: Kartogram půdních druhů Sokolovského revíru

- Fotografická dokumentace:

Příloha 8: Důl Jiří

Příloha 9: Výsypka Antonín

Příloha 10: Nejstarší porost na výsypce Vilém

## 10. Přílohy

### Tabulky a seznamy

#### Příloha 1: Rekultivační klasifikace dřevin a keřů

Dřeviny a keře testované na všech výsypkách Sokolovska v rámci rekultivačního lesnického výzkumu 1962 – 1999 [Dimitrovský, 2011]:

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

#### LISTNATÉ DŘEVINY A KEŘE

*Acer campestre* L – javor babyka ++

*Acer negundo* L - javor jasanolistý ++

*Acer platanoides* - javor mléč ++

*Acer pseudoplatanus* L - javor klen +

*Aesculus hippocastanum* L - jírovec maďal. ++

*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn - olše lepkavá +

*Alnus incana* (L.) Moench - olše šedá +

*Alnus viridis* (Chaix) DC - olše zelená ++

*Amorpha fruticosa* L - netvařec křovitý +

*Berberis vulgaris* L - dřišťál obecný +++

*Betula papyrifera* Marsch - bříza papírovitá ++

*Betula pubescens* Ehrh - bříza pýřivá ++

*Betula verucosa* Ehrh - bříza bradavičnatá +

*Caragana arborescens* Lam - čimíšníček obecný +

*Carpinus betulus* L - habr obecný +

*Chaenomeles japonica* Lindl - kdoulovec japonský ++

*Cornus sanguinea* L - svída krvavá +

*Corylus colurna* L - líska turecká +

*Crataegus oxyacantha* L - hloh obecný ++

*Crataegus sobmollis* Sarg - hloh pýřitolistý +

*Elaeagnus angustifolia* L - hlošina úzkolistá ++

*Elaeagnus comutata* Kott - hlošina širokolistá +  
*Evonymus europaea* L - brslen evropský ++  
*Fagus silvatica* L - buk lesní ++++  
*Forsythia viridissima* Lindl - zlatice nazelenalá +  
*Fraxinus americana* L - jasan americký +++  
*Fraxinus excelsior* L - jasan ztepilý ++  
*Fraxinus ornus* L - jasan zimnář +++  
*Hippophae rhamnoides* - rakytník úzkolistý +  
*Juglans nigra* L - ořešák černý ++++  
*Ligustrum vulgare* L - ptačí zob ++  
*Lonicera tatarica* L - zimolez tatarský +++  
*Physocarpus opulifolius* Maxim - tavola kalinolistá ++  
*Platanus acerifolia* Willd. - platan javorolistý ++++  
*Populus alba* L - topol linda ++  
*Populus marilandica* Car - topol marilandika +  
*Populus balsamifera* L - topol balzámový ++  
*Populus nigra* L - topol černý +  
*Populus Siminii* Car - topol Simonův ++  
*Populus tremula* L - topol osika +  
*Populus trichocarpa* Torr. of Gray - topol západní balzámový +++  
*Populus berolinensis* Kott - topol berlínský ++  
*Potentilla fruticosa* L - mochna křovitá +++  
*Prunus mahaleb* L - mahalebka ++  
*Prunus padus* L - střemcha hroznovitá +  
*Pyracantha coccinea* Roem - hlohyně ohnivá ++  
*Quercus petraea* Liebl - dub zimní +  
*Quercus robur* L - dub letní +  
*Quercus rubra* L - dub červený +  
*Ribes alpinus* L - meruzalka alpská ++  
*Salix caprea* L - vrba jíva ++  
*Salix viminalis* L - vrba košíkářská +  
*Salix fragilis* – vrba křehká +



*Sambucus nigra* L - bez černý +  
*Sambucus racemosa* L - bez červený ++  
*Sorbus aucuparia* L - jeřáb ptačí +  
*Spiraea salicifolia* L - tavolník vrbový ++  
*Symphoricarpos albus* Blacke - pamelník bílý ++  
*Tilia cordata* Mill - lípa srdčitá +  
*Ulmus carpiniifolia* Gleb - jilm habrolistý +++  
*Ulmus scabra* Mill - jilm drsný +  
*Viburnum populus* L - kalina obecná +++

### **JEHLIČNATÉ DŘEVINY A KEŘE**

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

**Příloha 2: Zrnitostní charakteristika zemin:**

<b>Frakce – v mm, údaje v %</b>						
<b>číslo vzorku</b>	<b>&lt; 0,01</b>	<b>&lt; 0,001</b>	<b>0,001-0,01</b>	<b>0,01-0,05</b>	<b>0,05-0,25</b>	<b>0,25-2,0</b>
<b>1</b>	73,6	31,4	42,0	16,0	9,0	0,6
<b>2</b>	69,4	25,1	43,5	24,3	5,5	1,6
<b>3</b>	68,7	27,5	35,1	16,9	13,0	7,5
<b>4</b>	76,5	39,3	36,0	18,1	6,3	0,3
<b>5</b>	69,2	20,8	46,4	15,4	17,2	0,2
<b>6</b>	66,9	23,8	45,1	18,6	6,5	6,0
<b>7</b>	36,5	9,7	24,5	6,4	8,6	5,8
<b>8</b>	73,6	20,7	50,8	20,4	7,7	0,4
<b>9</b>	62,5	22,3	41,5	28,0	7,6	0,6
<b>10</b>	81,3	42,0	42,7	9,1	4,9	1,3

Zdroj: Dimitrovský, 2011

**Příloha 3: Časová posloupnost zatápění zbytkových jam, lomů [Dimitrovský, 2001]:**

<b>Vodní plocha</b>	<b>Plocha hladiny v ha</b>	<b>Hloubka v m</b>	<b>Objem vody v mil. m<sup>3</sup></b>	<b>Doba napouštění</b>
Boden	15	6,5	0,403	2002-2004
Jiří-Družba	1322	93,0	515,0	Po roce 2040
Medard-Libík	501	50,0	138,0	2010-2013
Michal	28,25	5,6	0,716	2001-2003

Zdroj: Dimitrovský, 2001

# Příloha 4: Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2014

Tab. 4  
Průměrné ceny surového dříví pro tuzemsko za ČR v roce 2014 (Kč/m<sup>3</sup>)

VLASTNÍCI

Název	1. čtvrtletí		2. čtvrtletí		3. čtvrtletí		4. čtvrtletí		Průměr od počátku roku
	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	průměrná cena	počet zjištěných cen	
<b>Jehličnaté sortimenty</b>									
Výřez I. třídy jakosti smrk	2 744	3		0		1		2 709	2
borovice		0							1
modřín		1							1
Výřez II. třídy jakosti smrk	2 931	11	2 834	4	2 589	3	2 858	3 608	8
borovice	2 453	13	2 499	5	2 167	3	2 373	2 854	7
modřín	3 637	14	3 822	6	3 540	3	3 707	2 410	7
Výřez III. A/B třídy jakosti smrk	2 376	38	2 258	40	2 229	37	2 279	3 681	7
borovice	1 786	30	1 722	27	1 697	19	1 759	2 286	38
modřín	2 355	27	2 337	27	2 206	18	2 381	1 745	19
Výřez III. C třídy jakosti smrk	2 100	27	1 995	27	1 908	30	1 976	2 324	17
borovice	1 633	17	1 509	13	1 574	10	1 632	1 995	28
modřín	1 944	15	1 927	13	1 863	11	2 079	1 591	13
Výřez III. D třídy jakosti smrk	1 647	30	1 603	31	1 635	32	1 652	1 974	11
borovice	1 368	18	1 280	18	1 371	18	1 335	1 634	30
modřín	1 454	12	1 475	9	1 498	10	1 525	1 339	13
Dříví IV. třídy jakosti - dříví pro výrobu dřevotřísky	1 316	27	1 304	24	1 268	25	1 258	1 484	7
Dříví V. třídy jakosti - dříví pro výrobu buničiny smrk	1 084	37	1 072	39	1 016	36	990	1 288	21
borovice	1 043	20	1 027	18	998	19	970	1 041	34
Dříví VI. třídy jakosti - palivové dříví	794	34	821	35	806	35	825	1 011	17
Výřez I. třídy jakosti dub		1		1		0		812	33
buk		1		1		0		13 196	1
Výřez II. třídy jakosti dub	6 094	6	5 357	6		1		2 560	1
buk	2 044	4	1 795	4		0		5 355	3
bjřiza		2		1		2	2 115	1 942	5
dub		13	2 538	12		1		1 684	1
bjřiza	2 821	13	1 457	10	2 668	7	2 850	2 719	9
buk	1 537	12	1 457	10	1 372	3	1 581	1 506	7
Výřez III. A/B třídy jakosti dub	1 577	3		2	1 199	3	1 445	1 350	4
bjřiza	2 140	14	2 082	13	2 079	8	2 561	2 189	8
dub	1 335	9	1 292	6	1 230	4	1 304	1 301	6
buk	1 351	4	1 046	3		1	1 260	1 211	3
Výřez III. C třídy jakosti dub	1 694	8	1 581	7	1 702	6	1 697	1 667	6
bjřiza	1 232	7	1 110	3	1 140	4	1 217	1 190	5
buk	1 066	4	1 172	5	1 031	4	1 138	1 112	5
Dříví V. třídy jakosti - dříví pro výrobu buničiny dub	1 100	8	1 083	9	1 064	9	1 100	1 086	8
buk	1 108	19	1 052	18	1 164	16	1 186	1 124	15
Dříví VI. třídy jakosti - palivové dříví	1 009	32	1 069	30	1 040	34	1 128	1 062	34
<b>Liственные sortimenty</b>									

Pozn: Průměrné ceny jsou váženy u těchto sortimentů: výřezy III. A/B jakosti - smrk, výřezy III. C jakosti - smrk, výřezy III. D jakosti - smrk, dříví V. jakosti - dříví pro výrobu buničiny - smrk

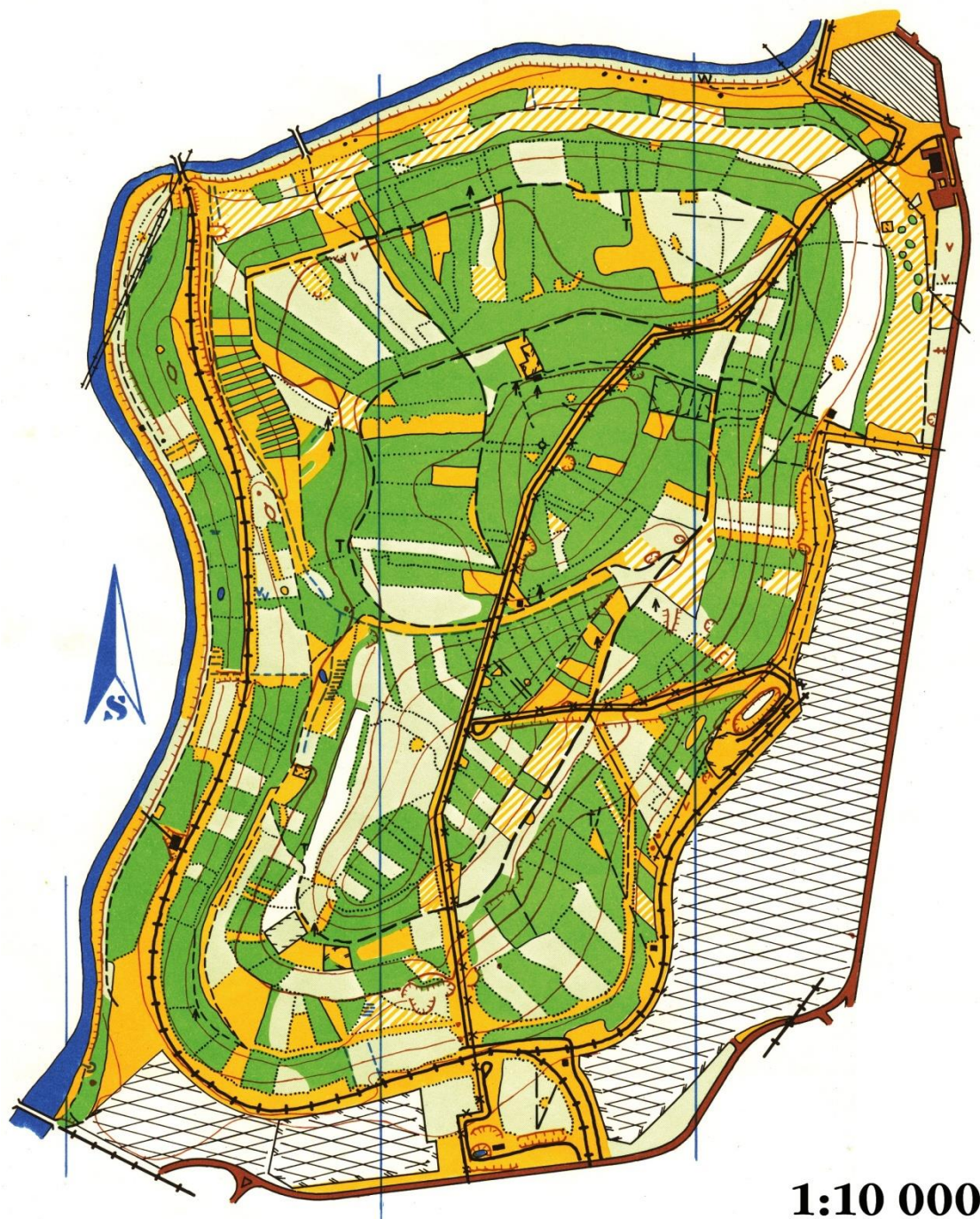
--- vykazány ceny od méně než tří respondentů

Zdroj: ČSÚ

**Mapové přílohy a schémata:**

**Příloha 5: Mapa Lesnického rekultivačního arboreta Antonín 1:10 000**

## **Lesnické rekultivační arboretum Antonín**

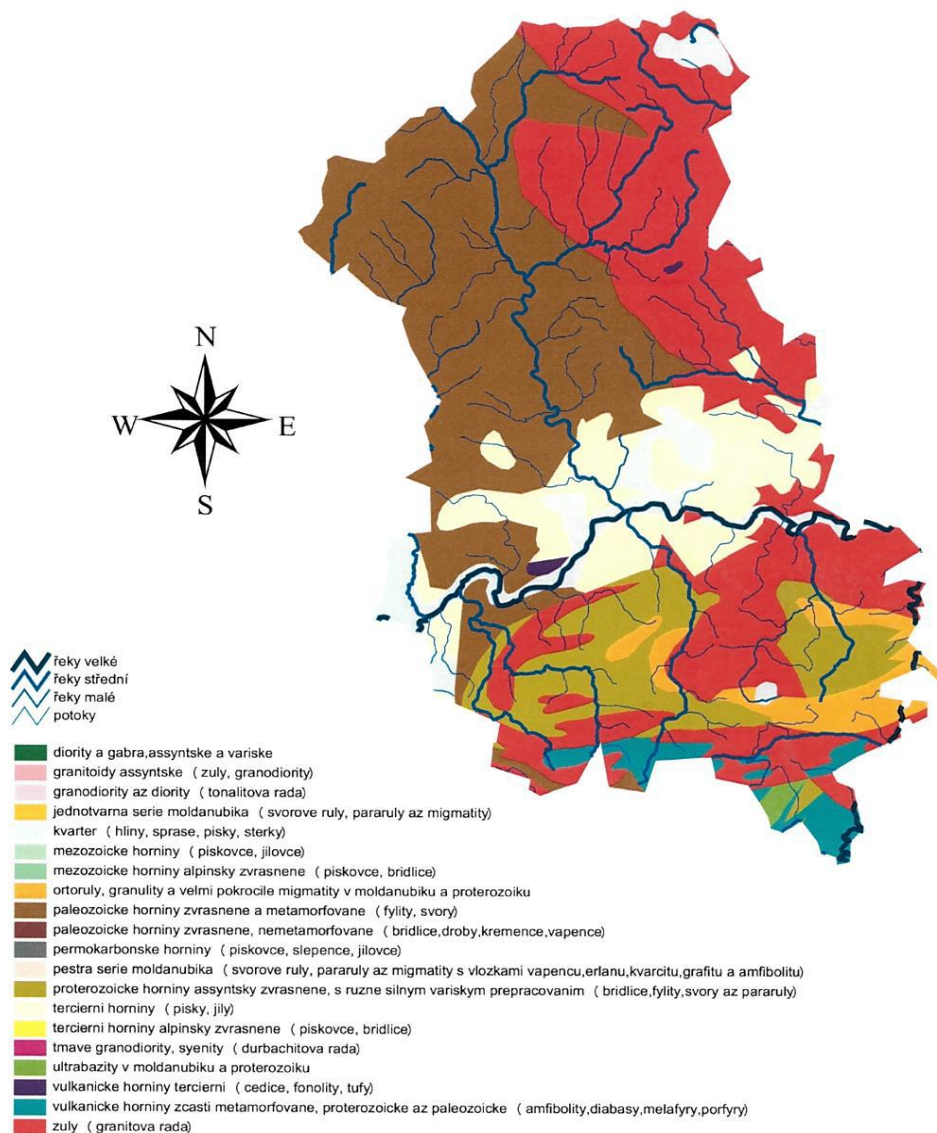




## Schémata

### Příloha 6: Kartogram geologických poměrů Sokolovského revíru

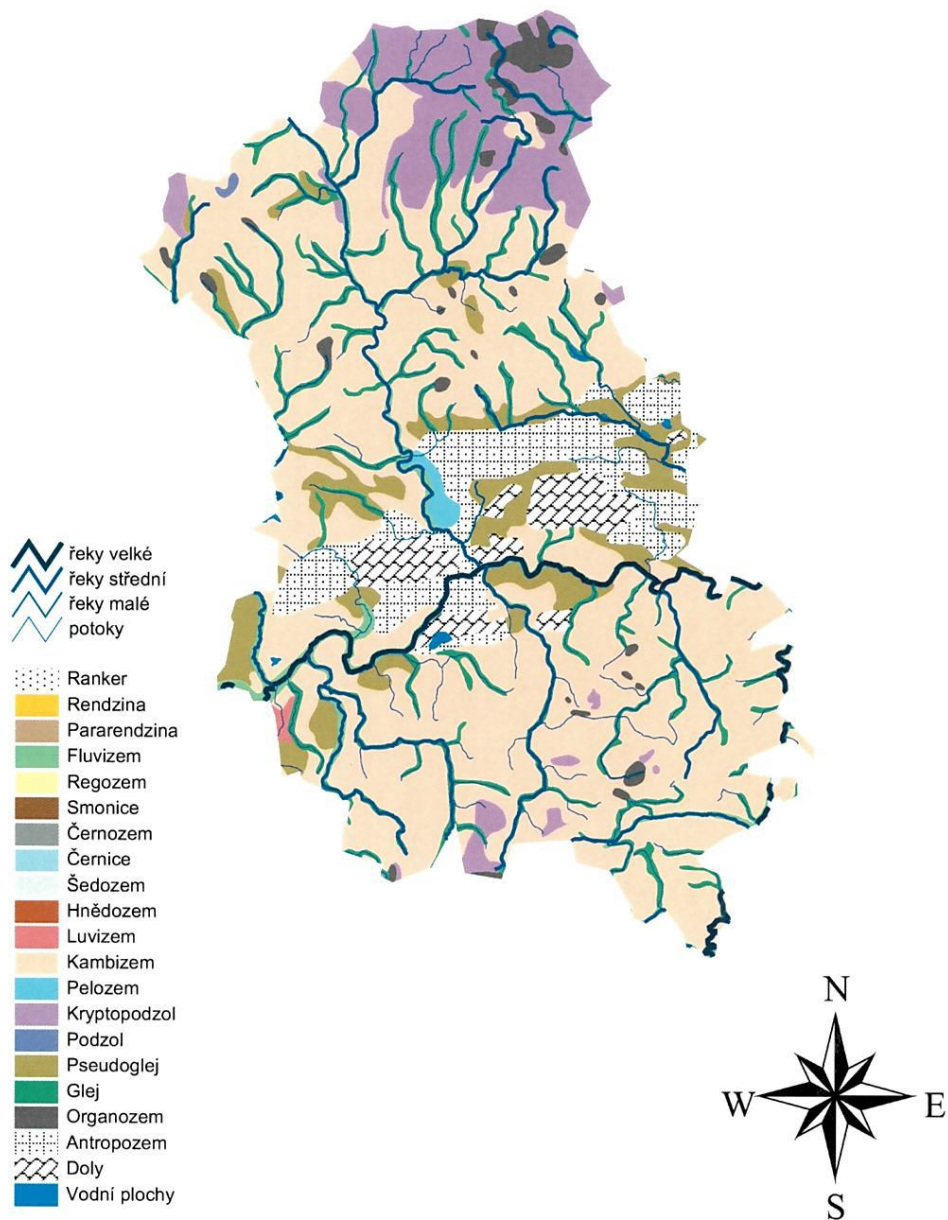
# Geologické poměry



Zdroj: Dimitrovský, 2001

## Příloha 7: Kartogram půdních druhů Sokolovského revíru

# Půdní druhy



Zdroj: Dimitrovský, 2001



## Fotografická dokumentace

### Příloha 8: Důl Jiří:

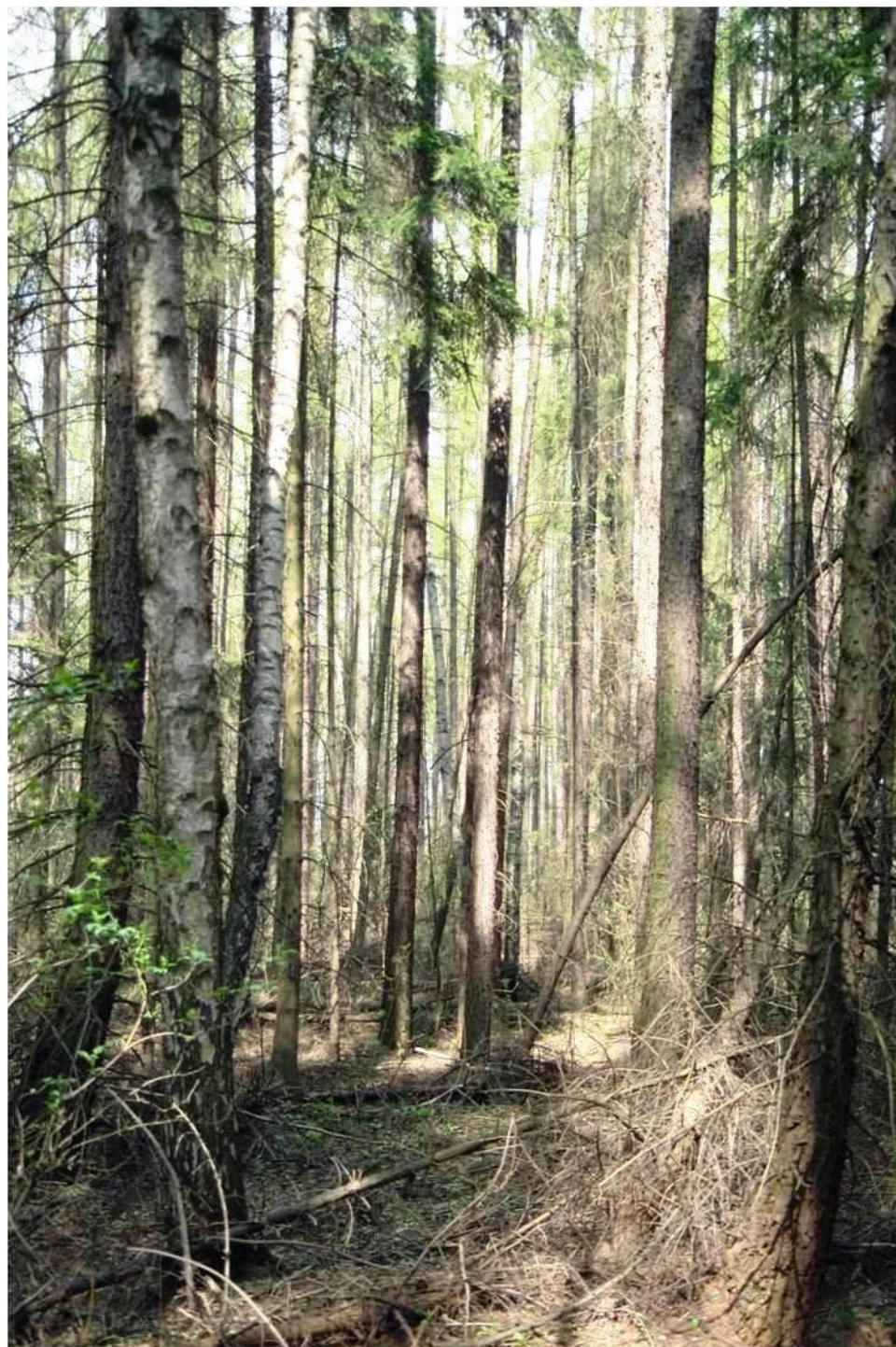


### Příloha 9: Výsypka Antonín:





**Příloha 10: Výsypka Vilém - nejstarší rekultivovaný porost založený 1932 - 1934**



Fotografie: 1, 2 ,3 - Zdroj: Dimitrovský