

**Česká Zemědělská Univerzita v Praze**

**Fakulta životního prostředí**

Katedra biotechnických úprav krajiny



**Způsoby zahlazování těžby formou rekultivace a jejich  
ekonomická náročnost**

Diplomová práce

Autor práce: Bc. Jiří Prošek

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Sixta CSc.

2011

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že svojí diplomovou práci na téma  
Způsoby zahlazování těžby formou rekultivace a jejich  
ekonomická náročnost jsem vypracoval samostatně  
pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím  
odborné literatury, podrobných terénních šetření a dalších  
informačních zdrojů, které jsou uvedené v seznamu literatury.

**V Praze dne 20.4.2011**

**Jiří Prošek**

## Poděkování

Upřímně děkuji vedoucímu diplomové práce

Ing. Janu Sixtovi CSc. za účinnou  
metodickou, pedagogickou a

odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé  
diplomové práce.

# ZPŮSOBY ZAHLAZOVÁNÍ TĚŽBY FORMOU REKULTIVACE A JEJICH EKONOMICKÁ NÁROČNOST



## **Abstrakt**

Uplatnění vhodných rekultivačních postupů a respektování hygienických kritérií při rekultivaci devastovaných pozemků by mělo zabránit, popř. maximálně omezit transfer škodlivých látek v celém ekosystému devastovaných oblastí těžbou hnědého uhlí v severozápadních Čechách. Je zřejmé, že mezi vědeckými a praktickými odborníky včetně odborné veřejnosti mnoha zemí světa převládá dnes shoda v tom, že obvyklý systém obnovy zemědělských a lesních pozemků je na různé úrovni vědeckého poznání a praktického uplatnění. Předložená práce se zabývá hlavně problematikou lesnických, zemědělských a hydričních rekultivací. Hlavní důraz je kladen na lesnickou rekultivaci, která převažuje v dané oblasti (Sokolovsko).

Klíčová slova: rekultivace, antropogenní substráty, ekonomická náročnost, hygiena prostředí

## **Abstract:**

Applying of reclamation technology with respect to hygienic functions for spoil banks has to stop or restrict the transfer of harmful matters in the whole ecosystems mining area of North-West Bohemia. It is clear that the general opinion within scientific and practical specialists in many countries on reclamation of agricultural and forest land is on different level of knowledge. The proposed diploma thesis concentrates on forest, agricultural and hydric reclamation. The main focus is on forest reclamation which is the prevailing system in Sokolov region.

Keywords: reclamation, anthropogenic substrates, economic aspect of reclamation, hygienic functions of environment

### **Klíčová slova**

krajina, nerostné bohatství, uhelné hornictví, rekultivace zemědělská, lesnická, hydrická, sanace,

# OBSAH

<b>1. ÚVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. LITERÁRNÍ REŠERŠE.....</b>	<b>11</b>
2.1. STÁTNÍ ENERGETICKÁ KONCEPCE .....	12
<b>2.1.1. Víze Státní energetické koncepce .....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.2. Cíle státní energetické koncepce .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.3. Požadovaný stav v oblasti sledovaného cíle-zajištění efektivní výše a         struktury spotřeby prvotních energetických zdrojů:.....</b>	<b>13</b>
2.2. PROBLEMATIKA REKULTIVAČNÍCH POSTUPŮ NA PŮDNÍ CHARAKTERISTIKU ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTU Z HLEDISKA LITERÁRNÍCH PRAMENŮ U NÁS A V ZAHRANIČÍ .....	15
2.3. ZPŮSOBY REKULTIVACÍ .....	19
<b>2.3.1. Východiska určující způsob rekultivací .....</b>	<b>20</b>
<b>2.3.2. Technologie rekultivací .....</b>	<b>21</b>
<b>2.3.3. Předmět rekultivací – půdotvorné substráty .....</b>	<b>23</b>
<b>2.3.4. Klasifikace nadložních zemin a hornin pro účely rekultivace .....</b>	<b>24</b>
<b>2.3.5. Antropogenní substráty .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.6. Definice antropogenních substrátů .....</b>	<b>25</b>
<b>2.3.7. Návrh bonitace antropogenních substrátů .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.8. Významné charakteristiky substrátů .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.9. Struktura půdy .....</b>	<b>26</b>
<b>2.3.10. Textura .....</b>	<b>28</b>
<b>3. GEOLOGICKÉ POMĚRY SOKOLOVSKÉ HNĚDOUHELNÉ PÁNVE .....</b>	<b>28</b>
3.1. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY .....	31
<b>4. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ ZKOUMANÝCH LOKALIT .....</b>	<b>32</b>
<b>5. CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH LOKALIT .....</b>	<b>33</b>
<b>6. VOLBA ZPŮSOBU REKULTIVACE .....</b>	<b>34</b>
6.1. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ NA VÝSYPKÁCH .....	35
6.2. GEOLOGICKÁ A MINERALOGICKÁ SKLADBA ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ .....	36
6.3. MINERALOGICKÝ ROZBOR JÍLOVÉ FRAKCE .....	37
6.4. PŮDNÍ CHEMIE SUBSTRÁTŮ .....	38
<b>7. ZEMĚDĚLSKÁ REKULTIVACE .....</b>	<b>39</b>
7.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST .....	41
<b>8. LESNICKÁ REKULTIVACE .....</b>	<b>42</b>
8.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST LESNICKÉ REKULTIVACE .....	44
8.2. ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ NESMÍŠENÝMI PŘÍPRAVNÝMI DŘEVINAMI .....	48

8.3. ZAKLÁDÁNÍ NESMÍŠENÝCH POROSTŮ Z CÍLOVÝCH LISTNÁČŮ .....	49
8.4. ZAKLÁDÁNÍ JEHLIČNATÝCH POROSTŮ .....	50
8.5. ZAKLÁDÁNÍ SMÍŠENÝCH LISTNATÝCH POROSTŮ .....	52
8.6. ZAKLÁDÁNÍ NESMÍŠENÝCH POROSTŮ Z CÍLOVÝCH LISTNÁČŮ .....	53
8.7. ZAKLÁDÁNÍ JEHLIČNATÝCH POROSTŮ .....	54
8.8. ZAKLÁDÁNÍ SMÍŠENÝCH LISTNATÝCH POROSTŮ .....	55
8.9. ZAKLÁDÁNÍ LISTNATO-JEHLIČNATÝCH SMÍŠENÝCH POROSTŮ .....	58
<b>9. HYDRICKÉ REKULTIVACE .....</b>	<b>59</b>
9.1. ROZBOR PROBLEMATIKY A JEJICH ŘEŠENÍ .....	60
9.2. OBNOVA MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ .....	67
9.3. TECHNICKÁ ÚPRAVA VÝSYPEK.....	68
9.4. EKONOMICKÁ NÁROČNOST HYDRICKÉ REKULTIVACE.....	71
<b>10. OSTATNÍ ZPŮSOBY REKULTIVACÍ .....</b>	<b>72</b>
10.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST REKULTIVACE OSTATNÍ .....	72
<b>11. HODNOCENÍ SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÝCH DOPADŮ NA FUNKCE V KRAJINĚ.....</b>	<b>73</b>
<b>12. ZÁVĚR.....</b>	<b>76</b>
<b>12. LITERATURA.....</b>	<b>77</b>
<b>13. PŘÍLOHY.....</b>	<b>80</b>



# 1. ÚVOD

Otázka životního prostředí má v současné době velmi aktivní účast celé řadě vědních oborů a specializovaných vědních disciplin. Jeho všelidský význam je však stále vysvětlován na rozdílné úrovni poznání vesměs z profesionálních pohledů jednotlivých resortů (energetika, stavebnictví, hornictví, zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství, potravinářství apod.). Výsledkem toho je i nedokonalá vazba přírodních dějů v prostoru a čase.

Celospolečenská politika přírodního životního prostředí řešena v podmínkách těžby nerostných surovin, v našem případě hnědého uhlí, je velmi složitá, výzkumně a realizačně náročná na technická, finanční a biologická opatření.

Základním předpokladem rozumné zemědělské a lesnické rekultivační politiky a ekologické vyspělosti společnosti jsou vědeckovýzkumná pracoviště a samotní občané. Dále možnost vyslovit souhlas či nesouhlas na stav přírodního životního prostředí, kde občan žije, je elementárním předpokladem občanské vyspělosti. Pohledy a postoje občanů posuzovat ekologické problémy na úrovni lokální, regionální a celostátní jsou výsledkem spektra názorů vyjadřovaných na rozdílné úrovni poznání toho co bylo historicky dokladováno k tomu, co je zcela nově vzniklé v posloupnosti vlivem báňské, průmyslové a rekultivační činnosti.

V současných výrazných ekologických změnách zejména v oblastech s rozvinutou báňskou a průmyslovou činností poskytuje předložená diplomová práce některá spektra řešení spojená s obnovou zemědělské a lesní výroby v Sokolovském regionu jak na rostlých půdách, tak i na půdách nově tvořených na recentních útvarech – výsypkách. Problematika antropogenních substrátů počínaje od protopedoprofilů přes středně vyvinuté až vyvinuté profily má svá specifika, která po stránce pedologické a agronomické a lesnické jsou chápána a vysvětlována. Převážná část dostupných literárních pramenů našich i zahraničních je dosud vesměs analytického charakteru. Na rozdíl od nich se předkládaná práce snaží o jakousi syntézu endogenních a exogenních struktur devastované oblasti jako

chronologicky daného subjektu vyjádřeného v systému vstupu zemědělských, lesnických a hydrických rekultivací nejen s ohledem na příznivé i nepříznivé geologické a půdně klimatické podmínky území, ale i z hlediska tvorby nové krajiny a zachování funkční stability vytvářených ekosystémů.

Uplatnění vhodných rekultivačních postupů a respektování hygienických kritérií při rekultivaci devastovaných pozemků by mělo zabránit, popř. maximálně omezit transfer škodlivých látek do potravinového řetězce a celého ekosystému. Z toho vyplývá, že naši samozřejmou nutností je zajistit činnost zemědělské nekontaminované produkce. Výrazem tohoto v podstatě nového pojetí řešení Sokolovské krajiny postižené rozvinutou báňskou a ostatní průmyslovou činností je zachování krajiny přinejmenším v mezích její tzv. únosné kapacity. Únosnou kapacitu český právní řád definuje v zákoně č. 17/1992 Sb. o životním prostředí jako únosné zatížení území. Uvádí, že je to takové zatížení území lidskou činností, při které nedochází k poškození přírodního životního prostředí volbou způsobů rekultivace (zemědělská, lesnická, hydrická, ostatní), zejména jeho složek, funkcí ekosystémů nebo ekologické stability.

## 2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

Ekonomické funkce těžby uhlí, energetiky, zemědělství, lesnictví a jiné se v současnosti dostávají do stále vzrůstajícího rozporu (jsou substituční) s funkcemi ekologickými.

Je zřejmé, že mezi vědeckými a praktickými odborníky včetně obecnou veřejností mnoha zemí světa převládá dnes shoda v tom, že obvyklý systém vykazování výsledků národních ekonomik pomocí konvenčních národních účtů Statistického úřadu, OSN nevyjadřuje přiměřeně vztahy mezi ekonomikou, těžbou nerostných surovin (uhlí, rudy), stupněm devastace území a přírodním životním prostředím. Jedině vzájemná konfrontace obou aspektů může poskytovat informace o reálných ekonomických hodnotách.

Zemědělská výroba má v ekonomickém a demografickém profilu řešeného území, tj. Sokolovské hnědouhelné pánve relativně menší význam. Vyjadřuje to i její malé zastoupení na celkové zaměstnanosti obyvatelstva. Je to dáno zdejšími méně příznivými půdními a přírodními podmínkami rostlých i antropogenních půd pro zemědělskou výrobu. Nicméně obnovu zemědělské půdy v rámci výsypkového hospodářství nutno považovat za nedílnou součást tvorby vegetačních prvků při obnově přírody Sokolovské průmyslové krajiny.

Zemědělské rekultivace na Sokolovsku v současné době představují organizovaný systém hospodaření na substrátech antropogenního původu – výsypkách. Způsob využití půdy a hospodaření v krajině dominantním způsobem ovlivněné báňskou a ostatní průmyslovou činností (emise, imise) se zásadně projevuje na její typologii. Výsledkem této typologie jsou funkční typy podle způsobu využívání (orné, luční, pastvinné, kombinované). Všeobecně současný vývoj v zemědělství naznačuje, že v blízké budoucnosti dojde k radikálnímu snížení zemědělské produkce pro výrobu potravin a krmiv a tím k utlumení intenzivně obhospodařované zemědělské půdy,

především regionech s nízkou potenciální úrodností půd a malou nebo řádnou rentabilitou zemědělské výroby (rostlinná, živočišná). Nově vznikající a vzniklá antropogenní „půda“ především formou tzv. přímé zemědělské rekultivace na všech výsypkách Sokolovska (Antonín, Dvory, Gustav, Velká Loketská, Stará Chodovská, Matyáš, Smolnická a jinde), která má sloužit rostlinám za přirozené stanoviště a poskytovat jim podmínky k nerušenému růstu, musí mít vlastnosti, které především v oboru rekultivace označujeme jako potenciální úrodnost. Zejména u přímé rekultivace pojmem potenciální úrodnost chápeme takovou primárně danou schopnost matečných metamorfovaných hornin – sedimentů (skrývaných zemin) navrstvených na povrchu výsypek určených pro zemědělské účely, která poskytne pěstovaným zemědělským kulturám uspokojivé „půdní“ prostředí k optimálnímu růstu. Na rozdíl od rostlých půd každá antropogenní „půda“ se vyznačuje řadou specifických vlastností ve vztahu k pěstovaným rostlinám, dřevinám a jejich výživě.

## **2.1. STÁTNÍ ENERGETICKÁ KONCEPCE**

Státní energetická koncepce patří k základním součástem hospodářské politiky České republiky. Je výrazem státní odpovědnosti za vytváření podmínek pro spolehlivé a dlouhodobě bezpečné dodávky energie za přijatelné ceny a za vytváření podmínek pro její efektivní využití, které nebudou ohrožovat životní prostředí a budou v souladu se zásadami udržitelného zdroje. Tuto zákonnou odpovědnost stát zaručuje stanovením legislativního rámce a pravidel pro chod a rozvoj energetického hospodářství.

### ***2.1.1. VIZE STÁTNÍ ENERGETICKÉ KONCEPCE***

Vize Státní energetické koncepce definuje základní priority, vytvářející rámec pro dlouhodobý vývoj energetického hospodářství České republiky.

Základními prioritami Státní energetické koncepce jsou:

### Maximální nezávislost

- nezávislost na cizích zdrojích energie
- nezávislost na zdrojích energie z rizikových oblastí
- nezávislost na spolehlivosti dodávek cizích zdrojů

### Maximální bezpečnost

- bezpečnost zdrojů energie včetně jaderné bezpečnosti
- spolehlivost dodávek všech druhů energie
- racionální decentralizace energetických zdrojů

### Maximální udržitelný rozvoj

- ochrana životního prostředí
- ekonomický a sociální rozvoj

### **2.1.2. CÍLE STÁTNÍ ENERGETICKÉ KONCEPCE**

- maximalizace energetické efektivity
- zajištění efektivní výše a struktury spotřeby prvotních energetických zdrojů
- zajištění maximální šetrnosti k životnímu prostředí
- dokončení transformace a liberalizace energetického hospodářství

### **2.1.3. POŽADOVANÝ STAV V OBLASTI SLEDOVANÉHO CÍLE-ZAJIŠTĚNÍ EFEKTIVNÍ VÝŠE A STRUKTURY SPOTŘEBY PRVOTNÍCH ENERGETICKÝCH ZDROJŮ:**

Dlouhodobé cíle	1. V časovém horizontu do roku 2030 naplnit tuto strukturu spotřeby primárních energetických zdrojů:  - tuhá paliva: 30-32%  - plynná paliva: 20-22%
-----------------	--

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- kapalná paliva: 11-12%</li> <li>- jaderné palivo: 20-22%</li> <li>-obnovitelné zdroje: 15-16%</li> </ul> <p>2. Nepřekročit mezní limity dovozní energetické závislosti</p> <p>(indikativní cíle):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- v roce 2010 maximálně: 45%</li> <li>- v roce 2020 maximálně: 50%</li> <li>- v roce 2030 maximálně: 60%</li> </ul> <p>3. Vytvořit a udržovat minimální zásoby ropy a ropných produktů (dle zákona č.189/1999 Sb., o nouzových zásobách ropy, o řešení stavů ropné nouze) a případně je</p> <p style="padding-left: 40px;">zvýšit na úroveň dohodnutou v rámci EU</p> <p>4. Legislativní příprava zvýšení minimálních zásob ropy, způsobem dohodnutým v rámci EU</p> <p>5. Zajistit legislativní rámec pro nový druh strategické Rezervy v zemním plynu a naplňovat ji ve výši a způsobem dohodnutým v rámci EU</p> <p>6. V návaznosti na předchozí cíle vytvořit a udržovat zásoby</p> <p style="padding-left: 40px;">jaderného paliva ve formě vhodné k zavezení do reaktoru</p> <p style="padding-left: 40px;">jako strategickou rezervu</p> <p>7. Posilovat provozuschopnost národních energetických systémů</p> <p>8. Aktualizace komplexního krizového managementu</p>
Cíle do roku 2005	1. V časovém horizontu do roku 2005 naplnit tuto strukturu

	<p>primárních energetických zdrojů:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- tuhá paliva: 42-44%</li> <li>- plynná paliva: 20-22%</li> <li>- kapalná paliva: 15-16%</li> <li>- jaderné palivo: 16-17%</li> <li>- obnovitelné zdroje: 5-6%</li> </ul> <p>2. Nepřekročení 42% dovozní energetické závislosti (indikativní cíl)</p> <p>3. Naplnění výše zásob ropy a ropných produktů do výše 90 denní spotřeby</p>
--	--

## **2.2. PROBLEMATIKA REKULTIVAČNÍCH POSTUPŮ NA PŮDNÍ CHARAKTERISTIKU ANтропоГЕННІХ СУБСТРАТУ Z HLEDISKA LITERÁRNÍCH PRAMENŮ U NÁS A V ZAHRANIČÍ**

Celospolečenská politika přírodního životního prostředí řešena v podmínkách těžby nerostných surovin jak u nás, tak i v ostatních průmyslově vyspělých státech má společné jmenovatele, a to:

- a) devastace půdního fondu
- b) devastace hydrologických poměrů
- c) devastace vegetace
- d) devastace makro a mikroklimatických poměrů (SO<sub>2</sub>, N, CO<sub>2</sub>, prach)
- e) změny celkové architektury krajiny

Světový vývoj zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace je těsně spjat s rozvojem technologie těžby (hlubinná, lomová), výskytem „půdních“

typů skrývaných nadložních zemin a klimatickými podmínkami jednotlivých zemí zabývajících se danou problematikou.

Teoretická a praktická úroveň rekultivace v jednotlivých zemích (Anglie, SRN, Polsko, USA, Rusko, ČR apod.) je značně rozdílná a podmíněná celou řadou spolurozhodujících faktorů, z nichž k nejdůležitějším patří:

- a) výměra půdního fondu jednotlivých zemí a vydaná zákonná opatření,
- b) soukromé nebo celospolečenské vlastnictví půdního fondu,
- c) stupeň devastace krajiny báňskou a ostatní průmyslovou činností,
- d) počet obyvatelstva a stupeň znečištění prostředí imisemi,
- e) předpoklady vyjádřené primární potenciální produkční schopností rekultivovaných antropogenních substrátů.

Zhodnocení úrovně výzkumu a použitých metodických postupů zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace, při respektování výše jmenovaných faktorů zahraničí a u nás, je i při nejlepší snaze nemožné a srovnávací analýza by s určitostí nepřinesla očekávaný efekt. Je přirozené, že celospolečenské zájmy, půdní a klimatické podmínky v jednotlivých zemích předurčily teoretickou a praktickou úroveň volby technologických způsobů rekultivace. Z toho důvodu, jak u nás, tak i v zahraničí (USA, SRN, Polsko, Anglie, Rusko a další) se nezávisle na sobě vytvořily rozdílné rekultivační směry s víceméně odlišnými metodami a s různými pracovními postupy.

Z dosavadních dostupných literárních pramenů zabývajících se tvorbou půdy tj. rekultivační pedologii je zřejmé, že k hlubšímu studiu všech spolurozhodujících faktorů (geologicko-petrografický charakter antropogenních substrátů, jejich půdní fyzika, půdní chemie, hydropedologie, volba druhů autochtonní a introdukované vegetace apod.), dochází prakticky v přítomné době. Komparace výsledků výzkumu v oblasti rekultivační pedologie v zahraničí a u nás velmi zjevně dokumentuje zvláštnosti dané:



- a) přírodně-historickým charakterem geologických a půdních podmínek,
- b) klimatickými podmínkami uhelných oblastí,
- c) úrovni základního a aplikovaného výzkumu,
- d) dobou trvání prováděných výzkumných experimentů v jednotlivých průmyslově vyspělých zemích. Ustálení některých metodických podkladů a postupu při tvorbě půdy na výsypkách jílovité povahy vzniklo na základě postupně získávaných vědeckých poznatků a zkušeností.

Teoretické a praktické výsledky výzkumu při zúrodňování všech typů a druhů antropogenních substrátů shrnuté v předložené diplomové práci jsou výsledkem celé řady provedených biometrických šetření a laboratorních analýz (1962 – 2010).

Při interpretaci reprodukovatelných výsledků z oboru půdní mikrobiologie, půdní chemie, půdní fyziky a hydropedologie bylo přihlíženo rovněž na délku rekultivačního cyklu a pěstované vegetace v rámci zemědělské a zejména lesnické rekultivace.

Z pohledu plošného rozsahu jsou nejrozsáhlejší území zasažena těžbou uhlí v severních Čechách, na Ostravsko-Karvinsku a Sokolovsku. Při zahlazování dolové činnosti se uplatňuje rozsáhlý systém technických a biologických opatření – rekultivace. Souhrn rozsahu rekultivací na území ČR za období 1958 až 1996 uvádí tabulky 1 – 4 ( ŠTÝS 1981, SIXTA a BARTOŠ 1997):

**Tab. č. 1**

**Přehled dokončených rekultivací v rámci uhelného hornictví do r. 1996 (ha)**

	zemědělské	lesnické	vodohosp.	ostatní
celkem				
severní Čechy 6974	3368	2989	165	452

Sokolovsko 2082	623	1423	7	29
Ostravsko-Karvinsko 2976	1595	878	43	106
ostatní lokality 135	52	8	65	11
celkem ČR 12196	6002	5298	280	616

**Tab.č. 2**

**Celkový stav rekultivací v roce 1997 včetně rozpracovaných v rámci uhelného  
hornictví (ha)**

	zemědělské	lesnické	vodohospod.	ostatní
celkem				
severní Čechy 13821	4137	7239	294	2151
Sokolovsko 3302	1022	2188	42	50
Ostravsko-Karvinsko 4126	2268	1497	110	215
ostatní 246	52	16	65	132
Celkem ČR 21514	7479	10940	511	2584

**Tab.č.3**

**Výhledový stav rekultivací do ukončení těžby uhlí ( ha)**

	1997-2000	2001-2010	2011-2020	2021 a dále
celkem				
severní Čechy 21908	5194	5919	4788	6007

Sokolovsko 7494	319	1443	2300	3432
Celkem 29402	5513	7362	7088	9439

**Tab.č.4**

**Průměrné náklady kalkulované na 1 ha rekultivované plochy ( tis. Kč)**

	zemědělská	lesnická	vodohospodářská
rok 1980 <sup>+</sup>	255-475	170-215	400-800
rok 1999 <sup>++</sup>	1200	1150	2600

<sup>+</sup> ŠTÝS et al. 1981

<sup>++</sup> údaje SU a.s.

Výše uvedené údaje dávají obraz o obrovském rozsahu devastace a nutné následné rekultivace jako procesu, který prolíná celým obdobím těžby nerostů. Začíná před zahájením těžby skrývkou zúrodnitelných substrátů, pokračuje důlně-technickou fází – tvarováním výsypek a končí vlastními zemědělskými, lesnickými a vodohospodářskými úpravami. Z přehledu v tabulce 2 je zřejmý postupný odklon od zemědělských rekultivací k lesnickým v obou povrchových revírech.

V místech ukončované těžby či řízeného útlumu lomů se řeší způsob rekultivace zbytkových jam. HEIN (1992) dokládá jako ekonomicky i technicky nejschůdnější vodohospodářskou rekultivaci, tj. zatopení dotčeného území s úpravou okolního prostředí.

### **2.3. ZPŮSOBY REKULTIVACÍ**

JONÁŠ (1986) uvádí členění rekultivací půd devastovaných povrchovou hnědouhelnou těžbou na technické a biologické, kdy technické

jsou souborem opatření (planýrování povrchu, převrstvení vhodnými horninami, meliorační zásahy) nezbytných pro realizaci biologických rekultivací, které směřují k tvorbě nové půdy na výsypkách. Přitom je dělí na zemědělské, lesnické a ovocnářské.

Zemědělské slouží prostřednictvím melioračních osevních postupů k oživení biologické aktivity půdotvorného substrátu pro tvorbu půdy. Výsledkem lesnických je založení hospodářského lesa. Ovocnářské jsou vyšším stupněm zemědělských, kdy po důkladné přípravě terénu a dvouletém melioračním osevním postupu se zakládají ovocné sady JONÁŠ (1975).

ŠTÝS (1990) uvádí členění ekotechnické etapy rekultivace při povrchové těžbě na technickou, tj. terénní úpravy, skryvku a navážku vhodných zemin, melioraci základní a hydromelioraci, výstavbu systému komunikací včetně závlahy, odvodnění, výstavby toků a nádrží. Biotechnické rekultivace lze realizovat jako zemědělské, lesnické, sadařsko-krajinářské a rekreačně-ekologické.

BALON et. al (1997) dělí rekultivace na hrubé terénní úpravy, meliorace povrchu, odvodnění, komunikační síť, biologické rekultivace, doplňkové a účelové stavby.

Podle DIMITROVSKÝ (2001) je devastace a rekultivace grafickým způsobem členěna následujícím způsobem (viz. grafická příloha c. 1 – Struktura rekultivační politiky).

### ***2.3.1 VÝCHODISKA URČUJÍCÍ ZPŮSOB REKULTIVACÍ***

Rekultivační proces je významným krajinotvorným faktorem v oblastech, kde je nutno zahladit stopy po důlní činnosti.

SIXTA a BARTOŠ (1997) formulují rekultivace jako velkoplošný zásah do krajiny, který je nutno připravovat s velkým předstihem na základě dobře propracovaných zákonů a v souladu s oblastním plánováním budoucího užití celé krajiny. O úspěšnosti rekultivace rozhoduje půda, proto směřují rekultivační snahy k ovlivnění půdotvorného procesu.

ŠTÝS (1990) rozlišuje extenzivní a intenzivní pojetí koncepce rekultivací – rekultivačních postupů v závislosti na sociálně-ekonomických a přírodních podmínkách, povaze společenského zařízení, technicko-ekonomické potenci států, hustotě osídlení, způsobu využívání půdního fondu a úrovni filosofického vztahu člověk – příroda – společnost.

Nejúplněší přehled atributů, které určují způsob rekultivace uvádí ŠTÝS (1990). Z faktorů ekologických jmenuje geografickou polohu, topografii území, litosféru, atmosféru, hydrosféru, pedosféru a biotu.

Mezi sociálně-ekonomické faktory řadí sociálně ekonomické podmínky, vědecko-technickou úroveň, obyvatelstvo, průmysl, zemědělství, lesnictví, vodní hospodářství a technickou infrastrukturu krajiny. Obecné faktory se v konkrétních podmínkách regionu zužují či ustupují do pozadí, jiné se stávají důležitějšími. Vždy však tato východiska musí být respektována při zpracování projektové dokumentace staveb rekultivací v koncenzu zájmů státních orgánů, místních orgánů lidosprávy a investora (těžební organizace).

### ***2.3.2. TECHNOLOGIE REKULTIVACÍ***

Technologické postupy JONÁŠ a SEMOTÁN (1958) se vyvíjejí řadu let, jejich úroveň, propracovanost i výsledek vyplývá z úrovně poznání, konkrétních podmínek technicko-výrobních i ekonomických ve vztahu k životnímu prostředí. NEUMAIER (1992) si všímá ekonomických aspektů zahlazování dolové činnosti s tím, že východiskem může být jen kombinace vhodných metod a postupů uplatňovaných ve specializovaných útvarech – střediscích. Rovněž v SRN se velkoplošnými rekultivacemi zabývá LICHTFUSS (1991), kdy se optimálním způsobem – kompromisní technologií jeví zatravnění. U zbytkových jam je nejvhodnější zatopení (HEIN, 1992).

BOGOVICH (1992) vyčísluje průměrné náklady na rekultivaci důlních výsypek v Pensylvánii ve výši 9500 USD na akr půdy, tj. 830 tis. Kč/ha. Úroveň nákladů v ČR uvádí tabulka č. 4 v úvodní stati.

Zásady obecně respektované v ČR uplatňované při volbě způsobu rekultivace a technologické postupy shrnuje DIMITROVSKÝ (1999). Vychází přitom z poznatků dříve zveřejněných JONÁŠE (1972,1986), PATEJDLA (1974), DIMITROVSKÉHO (1970,1976,1978,1999), KOZÁKA et. al (1998).

Zásady jsou shrnuty do šesti bodů:

1. Dokonalé posouzení půdních a klimatických podmínek devastovaného území a jeho začlenění do územního systému ekologické stability.
2. Dlouhodobým cílem ekologické optimalizace krajiny je volba způsobů rekultivace: zemědělská (ovocnářská), lesnická, hydrická, ostatní. K zemědělské rekultivaci využít devastované plochy navazující na stávající zemědělsky využívané území.
3. Pro lesnickou rekultivaci využít zejména svahů recentních útvarů, lokalit navazujících na sídelně a průmyslově exponovaná území a lokality navazující na stávající lesní komplexy.
4. Zalesnění devastovaných ploch ve vztahu k charakteru substrátů provést v odpovídající druhové a prostorové porostní skladbě.
5. Pro vyuhlené a nedosypané prostory (zbytkové jámy) volit hydrickou rekultivaci s různým následným využitím (retenční nádrže, rekreace, chov ryb). Nejbližší okolí vodních nádrží upravit podle výhledové funkce ( sport, rekreace, pláže, parky, pěší turistika). V místech s příznivou konfigurací terénu počítat s převedením místních vodních toků do vyuhlených a nedosypaných prostorů.
6. Řešení ekologických otázek v oblasti uhelných revírů předpokládá jednotnou koncepci řízení a schválení koncepce v rámci územních plánů dotčených správních celků (souhrnný plán sanace a rekultivace).

### **2.3.3. PŘEDMĚT REKULTIVACÍ – PŮDOTVORNÉ SUBSTRÁTY**

Činností člověka zejména při těžbě nerostných surovin vznikají recentní útvary. Hlavním představitelem recentních útvarů při lomové těžbě uhlí je výsypka. Výsypku tvoří směs hornin, které jsou výchozími substráty při tvorbě antropogenních půd.

Podle DIMITROVSKÉHO (1999) jsou tyto horniny vyvěřelinami, sedimenty či metamorfovanými horninami, u nichž nejdůležitějším znakem je textura (stavba-prostorové uspořádání) a struktura (sloh –povaha, velikost a tvar).

U jílových zemin je z rekultivačního hlediska důležitá forma zpevnění jílovitých zemin či nahodilých směsí strukturních jílu na povrchu výsypek (VANĚK,1997).

V ČR jsou půdotvornými substráty terciární horniny či zeminy ( MAJER et. al 1992), jíly kaolinicko-illitické či montmorillonitické (nadložní), kaolinitické prachovité až písčité jíly, písky, uhelné jíly.

Struktury antropogenních půd, jejich fyzikálních a chemických vlastností si všímá v oblasti Pezinku též RYBÁR a SKALSKÝ ( 1999 ). Konstatují, že půdní horizonty v tomto případě jsou výsledkem navrstvování dolové hlušiny a povrchová vrstva tak jak je uložena ovlivňuje svým složením, strukturou a procesem zvětrávání celkový průběh pedogenetického procesu. Při zkoumání pedogeneze antropozemí konstatují SENCIDIVIER a DANIELS (1990), že vlastnosti těchto horizontů se liší od původních půd, dochází k degradaci struktury a úbytku makropórů. Proces vytváření půdy narušený těžbou surovin lze rekultivací obnovit. Vliv způsobu skrývky nadložních zemin a jejich zpětného uložení podle horizontů zkoumal ROSS et. al (1992). Dokazuje, že promíchání původních horizontů nebo jejich uložení v jiném než původním vrstvení má negativní vliv na obsah a tvorbu humusu, jeho mineralizaci atd.

#### **2.3.4. KLASIFIKACE NADLOŽNÍCH ZEMIN A HORNIN PRO ÚČELY REKULTIVACE**

Z hlediska vhodnosti výsypkových půdotvorných substrátů tvořících povrch recentních útvarů klasifikuje JONÁŠ a SEMOTÁN (1958) tyto horniny a zeminy v pěti třídách:

- I. horniny a zeminy velmi vhodné jako půdotvorné substráty pro zemědělskou rekultivaci (nejcennější materiály kvartérního geologického původu): ornice černozemní, ornice degradovaných černozemí, ornice černozemí smonic, spraše
- II. horniny a zeminy vhodné jako půdotvorné substráty pro zemědělskou rekultivaci: ornice hnědozemí a hnědých půd, sprašové hlíny, svahoviny,  
  
miocénní jíly až jílovce příznivějších vlastností.
- III. horniny a zeminy vhodné k lesnické rekultivaci: na hranici použitelnosti třídy II a III jsou též zahrnuty šedé terciérní jíly a cyprisové jíly. Jinak sem patří šedé montmorilloniticko-illiticko-kaolinitické jíly (MIK), zelenavě šedé až šedozeleňé cyprisové jíly, šedé kaoliniticko-illitické a illiticko-kaolinitické miocénní jíly, cyprisové šedomodré až modrošedé jíly, žluté až žlutohnědé miocénní jíly, štěrkopísky.
- IV. horniny a zeminy vhodné po melioraci k zalesnění, ozelenění nebo převrstvení – uhelné jíly, písky. JONÁŠ (1986) tuto kategorii rozšiřuje o porcelanity a oxyhumolity.
- V. horniny a zeminy fyto toxické, k rekultivaci nevhodné: s vysokým obsahem síry, křemité písky.

Přestože zeminy V. třídy téměř nelze bez překrytí rekultivovat, zkoumali možnost rekultivace mezi ložních uhelných slojí s příměsí pyritů STEWART a DANIELS (1992). Limitujícím faktorem bylo nízké pH. Pro ozelenění byly nezbytné velké dávky vápence a organické hmoty.



Výše uvedené jakostní rozdělení je vodítkem pro důlně-technickou etapu rekultivací, kdy selektivní těžba a ukládání nejvhodnějších substrátů umožňuje snazší a méně nákladnou rekultivaci při jejich následném uložení na povrch, nebo překrytí méně vhodných substrátů současně s optimální volbou způsobu a délky rekultivačního cyklu. Výše uvedená klasifikace byla provedena pro podmínky Severočeské pánve. Klasifikace pro podmínky Sokolovské pánve BENEŠ, SEMOTÁN a VORÁČEK (1964) byla provedena na základě geologickopetrografické příslušnosti skrývaných hornin (zemin) pro účely rekultivace.

### ***2.3.5. ANTROPOGENNÍ SUBSTRÁTY***

Výsledkem rekultivací ve smyslu krajinyotvorby a obnovy rovnováhy subsystému pedosféry jsou antropogenní substráty cíleně využívané pro zemědělské (ovocnářské) a lesnické účely. Z hlediska rekultivací těžbou zasažených území nenahlížíme na tyto půdy jako na nositele budoucího potenciálu úrodnosti v intenzivním zemědělství, ale jako na stanoviště umožňující přiměřenou obnovu lesních a zemědělských pozemků, obnovu krajiny.

### ***2.3.6. DEFINICE ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ***

HRAŠKO (1991) definuje:

- a) půdy s antropickým přetvořeným A-horizontem, bez dalších diagnostických horizontů anebo s jejich plným přetvořením minimálně do hloubky 60 cm jako kultizem (KT)
- b) půdy s antropickým umělým A-horizontem na uměle vytvořeném podloží jako antropozem (AN) s dalším členěním na typickou (s iniciálním vývojem na umělých substrátech umožňujících růst rostlin) a degradační (s iniciálním vývojem na umělých substrátech neumožňujících růst rostlin, anebo zastavěné plochy půd.

DIMITROVSKÝ ( 1999) definuje antropogenní půdní substrát jako zvláštní pedologickou kategorii půdy se specifickou půdní chemií, půdní fyzikou, hydropedologií a genetickou nevyhraněností. Kategorizuje je podle kritérií (geologicko-petrografická příslušnost, půdní chemie, půdní fyzika, hydropedologie) a podle technologie vzniku recentních útvarů.

### ***2.3.7. NÁVRH BONITACE ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ***

Antropozemě jako kategorie půd nebyla dosud zařazena do systému bonitovaných půdně-ekologických jednotek, přestože je kategorizace půd nezbytnou podmínkou pro ocenění půd a zařazení do registru ( katastrální mapy) pro stanovení daňové povinnosti.

Na nezbytnost řešení problematiky upozornil KOHEL (1997) a návrh hodnocení půd výsypek zpracoval KOZÁK et. al (1997) s tím, že rozšiřuje dosavadní systém o kategorie 81-93. Návrh relativního bonitního hodnocení zemědělsky využívaných výsypek se opírá o návrh bodového hodnocení navrženého před 20-ti lety ve VÚMOP Praha. Ve skupině jsou zařazeny antropozemě rigolované a výsypkové bez antropozemí urbánních, rekultivovaných deponií, zahrádek a průmyslových areálů. Výsypkové antropozemě zahrnují hlavní půdní jednotky zemědělsky využívaných půd, návrh na lesnické využití výsypkových zemin musí vycházet z principů lesotypologického systému.

### ***2.3.8. VÝZNAMNÉ CHARAKTERISTIKY SUBSTRÁTŮ***

DIMITROVSKÝ (1979) uvádí jako limitující faktory, které podmiňují genetické vlastnosti antropozemí tyto vlastnosti: primární strukturu hornin a zemin uložených na povrch výsypek, texturu, mineralogické složení a intenzitu zvětrávacích pochodů, množství organické složky a druhovou skladbu dřevin či zemědělských plodin.

### ***2.3.9. STRUKTURA PŮDY***

Podle LE BISSONNAIS a LE SOUDER (1995) je struktura půdy ovlivňována texturou, obsahem organické hmoty, mineralogickým složením jílu, přítomností jednomocných a vícemocných kationtů, oxidů  $\text{Fe}^{3+}$  a  $\text{Al}^{3+}$  a množstvím karbonátů.

Řada prací si všímá významu zoedafonu (žížal) na strukturu půdy a kvalitu organické hmoty. PALLANT a HILSTER (1996) prováděli pokusy s reakcí žížal na obohacování výsypkových půd čistírenskými kaly a vápencem. Objemová hmotnost a množství biomasy se nemění, ale zvyšuje se biologická rozmanitost a kvalita půdy včetně kořenového systému. Význam lze spatřit v provzdušňování půdy svými

chodbičkami (MIRINISSEN, RUITER – 1993). V důsledku vylučování exsudátů žížal v prostředí kořenů se zvyšuje mikrobiální aktivita a dochází k rozkladu organické hmoty (LAVELLE, GILOT – 1994). WESTERNACHER-DOTZLER a DUMBECK (1992) zkoumali vliv žížal na obnovu struktury půdy na rekultivovaných plochách. Počet žížal rostl se stářím neobdělávané půdy. Nepodařilo se prokázat souvislost kvality rekultivované půdy s počtem žížal, ale zvýšení obsahu organické hmoty je prokazatelné.

Zdrojem organické hmoty se ve vyspělých zemích stávají městské odpady – čistírenské kaly apod. SOPPER (1992) dokládá, že jejich prostřednictvím lze obnovit na rekultivovaných půdách funkční ekosystém ekologicky bezpečným způsobem bez negativních účinků na vegetaci, půdu a vodu. Po 12-ti letech byl veškerý kal mineralizován bez škod na ekosystému (SOPPER, 1992 a). Negativní dopad na kvalitu povrchových vod nebyl prokázán ani při rekultivaci ploch dávkami kalů smíchaných s pilinami 112 t/ha (DANIELS a HEARNING 1990). SORT a ALACANIZ (1999) uvádí, že hnojení kaly nemá vliv na velikost strukturních agregátů, ale zvyšuje jejich stabilitu při rozplavování. KULIKOVA (1996) prokazuje kladný vliv hnojení komposty z odpadů papírenského a celulózového průmyslu na strukturu půdy, biologickou aktivitu a zesilování kořenového systému.

V podmínkách Sokolovské hnědouhelné pánve při realizaci zemědělské rekultivace se danou problematikou zabýval DIMITROVSKÝ (1970, 1990).

### **2.3.10. TEXTURA**

Textura čili zrnitostní složení výraznou měrou rozhoduje o typu vytváření struktury, neboť určuje zastoupení elementárních částic ( písku, jemného písku, hrubého prachu) a tmelů ( jemný prach a jílnaté částice).

Má vliv na mnoho dalších vlastností půdy – přilnavost, soudržnost, zvětralost, sorpci, biologickou činnost; ovlivňuje dynamiku půdní vody (PAVEL et.al.,1984).

## **3. GEOLOGICKÉ POMĚRY SOKOLOVSKÉ HNĚDOUHELNÉ PÁNVE**

Sokolovská pánev je tektonicky založenou depresí v zóně zlomu řeky Ohře vzniklá jako důsledek fází alpinského geotektonického cyklu. Deprese byla vyplněna terciárními sedimenty a vulkanickými produkty. Pánev se nachází mezi krystalinickým hřbetem svatavského krystalinika u Chlumu nad Ohří V současné době zaujímá plochu asi 200 km<sup>2</sup>. Výplň pánve dosahuje maximální mocnosti 400 až 500 m v západní části pánve u Jehličné.

Z tektonického hlediska je sokolovská pánev severovýchodně orientovaným příkopem charakteru komplikované příkopové propadliny. Je oboustranný, příčně asymetrický a stupňovitý. U krušnohorského zlomu je zaznamenána výška skoku až 800 m, u jižního okrajového zlomu přes 200 m. Morfologicky je pánev podél krušnohorského zlomu oddělena od Krušných hor a podél jižního okrajového zlomu od Karlovarské vysočiny.

Výplň pánve je postižena směrnými a příčnými zlomy. Příčné zlomy dělí pánev do čtyř litologicky a faciálně odlišných příčných segmentů, Segmenty (oblasti) pánve se označují (od JZ k SV) jako západní sokolovský, východní sokolovský, chodovsko-starorolský a karlovarsko-otovický.

Sokolovská pánev vytvářela původně jediný sedimentační prostor s pánví chebskou, zaplňovaný sedimenty od JZ až SZ. Výplň pánve je kontinentální, hlavně jde o sladkovodní jezerní a říční sedimenty

Podloží pánve je budováno především granitoidními horninami karlovarského plutonu, v západní části také svory svatavského krystalinika. Tyto horniny jsou výrazně kaolinicky zvětralé, na některých místech se kaolíny a jíly jako keramické suroviny těží.

Sedimentární výplň sokolovské pánve se nově (schváleno v roce 2005 Českou stratigrafickou komisí) dělí na čtyři litostratigrafické jednotky (souvrství), které lze shrnout do dvou hlavních sedimentačních etap: paleogenní (nejspíše eocenní) (Starosedelské souvrství) a miocenní (Novosedelské souvrství – Davidovské vrstvy, Josefské vrstvy, Chodovské vrstvy; Sokolovské souvrství – Habartovské vrstvy, Těšovické vrstvy, Anežské vrstvy, Antonínské vrstvy a Cyprisové souvrství). Dle původního členění litostratigrafických jednotek v zájmové oblasti (Hokr 1961, Václ 1964) se jedná o starosedelské souvrství, souvrství sloje Josef, vulkanodetritické souvrství, hlavní hnědouhelné souvrství a cyprisové souvrství.

Bazální pánevní souvrství se označuje jako starosedelské podle Starého Sedla u Sokolova. Jeho maximální mocnost je 40 až 50 m. Jsou to nedokonale vytříděné sladkovodní kaolinické jíly, písky a štěrky, často druhotně prosycené oxidy křemíku nebo železa. Jde hlavně o splachy zvětralin z okolních elevací a sedimenty říčních toků. Souvrství má svrchnoeocenní stáří

Po výrazném hiátu, zvětrání, kaolinitizaci a erozi starosedelského souvrství sedimentovalo novosedelské souvrství (zahrnuje dříve uváděná souvrství sloje Josef a tzv. vulkanodetritické nebo vulkanogenní souvrství). Nasedá diskordantně na své podloží. Jde o pestrý sled přemístěných vulkanických a fluviálních uloženin. Obsahuje až 15 m mocnou hnědouhelnou sloj Josef. Vlastní uhelná sloj Josef je vyvinuta ve spodní části souvrství. Její celková mocnost dosahuje až 15 m, je však nekvalitní pro vysoký obsah škodlivin a pyritu. Uhlí sloje Josef je černohnědé, černě pruhované, střípkovitého až lasturnatého lomu. Je řazeno ke xylitickým

detritům a detritům hnědouhelné ortofáze. V nadloží sloje Josef převažuje klastická sedimentace. Vulkanodetritické souvrství je produktem tzv. 1. neovulkanické fáze Českého masívu. Vytváří se plynule z hnědouhelného souvrství sloje Josef. Obsahuje v různém poměru materiál ze stratovulkánu Doupovských hor (tufy, tufové aglomeráty, tufity, tufitické aglomeráty) a říční a jezerní klastické sedimenty (jíly, písky, pískovce, drobné neproduktivní uhelné slajky a polohy uhelných jílnů).

Sedimentace pokračovala v miocénu tzv. slojovým nebo hlavním slojovým souvrstvím, které se usazovalo po snížení vulkanické aktivity Doupovských hor. Má proměnlivou mocnost a obsahuje obvykle tři sloje hnědého uhlí s mocnostmi asi od 5 do 30 m. Označují se jako Anežka, meziložní sloj a Antonín. Hlavní slojové souvrství vzniklo při zarůstání rašelinišť uhlotvornou vegetací v systému jezer nebo v okolí říčního toku.

Nižší, méně stálá a tenčí sloj Anežka má kolísavou mocnost 5 – 12 m. Její uhlí je hnědé až černohnědé, pevné, lasturnatého lomu a matného lesku, je tvořeno hlavně saprodetrity (svíčkové, plynové uhlí). Ve smyslu prouhelnění je členem hnědouhelné ortofáze. Sloj je rozdělena jílovitými proplásky a v jejím nadloží vyklíňují písčité a jílovité sedimenty.

Vyšší, stálější sloj Antonín má mocnost asi 30 m (v okolí Jehličné až 55 m) a její uhlí je hnědé až tmavě hnědé, poměrně lehké, vrstevnaté, měkké, s lignitickými polohami. Ve spodních zhruba 10 m bývá pevnější, kvalitnější. Je tvořeno xyilitickými hemidetrity, přecházejícími do hemiliptodetrítů. Ve smyslu prouhelnění je uhlí členem hnědouhelné hemifáze.

Sedimentace hlavního slojového souvrství byla ukončena náhlým zvýšením vodní hladiny a vznikem rozsáhlé jezerní plochy.

Sled neogenních hornin v sokolovské pánvi je ukončen sedimentací cyprisového souvrství. Je mocné až 200 m a je tvořeno šedými bitumenními jíly a jílovci (málo větrané vodní prostředí) místy s příměsí písků.

Jílovce jsou buď nezřetelně vrstevnaté až lasturnatého lomu nebo tence vrstevnaté, žlutozelené až šedohnědé barvy. Jsou zpravidla illitické,

obvykle s příměsí montmorillonitu a s méně hojnou příměsí kaolinitu. Mívají bituminózní příměs a místy přecházejí až v sapropelity.

### **3.1. HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY**

Kolektor bazálního krystalinika je tvořen svrchní rozpukanou částí žulového plutonu a metamorfovaného pláště, který je z hlediska propustnosti méně významný. Kolektor má napjatou hladinu. V blízkosti tektonicky vzniklých výstupových cest se v něm mísí málo mineralizované vody s termou vysokých teplot, vysoké mineralizace a bohatě sycenou oxidem uhličitým.

V kolektoru starosedelského souvrství jsou zastoupeny všechny typy podzemních vod, které se v sokolovské pánvi vyskytují. Málo mineralizované teplé a studené vody (označované jako žulové vody), termální mineralizované vody s vysokými obsahy rozpuštěných plynů (označované jako vody „karlovarského typu“) a především v západní části pánve vody studené prosté a povrchové. V kolektoru se uplatňuje především puklinová propustnost. Průlinová propustnost se vyskytuje jen u méně stmelných pískovců tvořících lokální čočky. Kolektor je artéský, ve východní části pánve bez vlastního infiltračního území.

Souvrství sloje Josef je z hydrogeologického hlediska členěno na uhelnou sloj, rozhodující pro vedení vody a vesměs nepropustné jílovité polohy. Kolektor sloje Josef je artézsky napjatý se sníženou dotací podzemní vody ze srážek, oddělený od nadloží i podloží nepropustnými polohami jílovitých sedimentů. Propustnost kolektoru je podmíněna přítomností puklin a prasklin, kterými je uhlí postiženo. V nenarušené hnědouhelné sloji jsou pukliny semknuté na kapilární rozměry a sloj jako celek je i přes vysoký obsah molekulárně vázané vody prakticky nepropustná. K oběhu podzemní vody dochází až po rozestoupení puklin. Kolektor sloje Josef lze rozdělit na dvě části. Jednak na východní část s výskytem teplých mineralizovaných vod s obsahem rozpuštěných plynů a

západní část s přítomností pouze studených vod. Hranici mezi oběma částmi tvoří hydraulická bariéra západně od lomu Marie.

Ve východní části dochází k napájení kolektoru vodami s vysokou mineralizací a oxidem uhličitým v místech přímého propojení s kolektory podložního krystalinika a starosedelského souvrství. Přesto má kolektor sloje Josef svůj charakteristický chemismus odlišný od podložních kolektorů. V západní části je kolektor dotován povrchovými vodami na tektonických okrajích a částečně i na výchozu sloje.

Ve vulkanodetritickém souvrství byly zjištěny pouze drobné polohy (zpravidla uhelné) nasycené omezenými zásobami tlakové podzemní vody bez další dotace.

Kolektor hlavního slojového souvrství je rovněž z podstatné části ovlivněn hornickou činností. Ve většině území Sokolovské pánve již těžba proběhla a zůstaly pouze netěžené reliktové sloje při bázi souvrství, které tvoří kolektory s přerušenou nebo omezenou výměnou. V dosud neodvodněných částech území je kolektor s napjatou hladinou a puklinovou propustností vázán na partie slojí postižené intenzívním rozpukáním.

V cyprisovém souvrství existovaly před jeho narušením lomovou těžbou mělké (do cca 30 m) kolektory s puklinovou propustností s volnou nebo i mírně napjatou hladinou. V hlubších partiích cyprisového souvrství se zvodnělé kolektory již nevytvářely, neboť zde nebyly dostatečně otevřené pukliny. Podmínkou pro vznik kolektoru je podstatný podíl illitických jílových materiálů, které po styku s vodou vytvářejí nepropustný povrch a brání dalšímu vázání volné vody. Kolektory byly dotovány přímou infiltrací srážkových vod a vlivem lomového dobývání dochází k jejich úplnému odvodnění.

#### 4. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ ZKOUMANÝCH LOKALIT



Sokolovsko je významnou průmyslovou oblastí v ČR s těžbou hnědého uhlí, kaolínu a rud. V republice druhý nejvýznamnější hnědouhelný revír se rozprostírá mezi řekou Ohří a Krušnými horami na ploše kolem 100 km<sup>2</sup>.

Uhlonosné vrstvy jsou tercierního původu, jsou tvořeny slojemi Josef, Anežka, Antonín uloženými na třetihorním souvrství a oddělenými od sebe vrstvami jílu nebo čedičových tufů (viz příloha – řezy Sokolovskou pánví).

Ve svrchním miocénu došlo k sedimentaci jílu cyprisového souvrství dosahujícího mocnosti kolem 100 m, které tvoří převážnou část skrývkových zemin z nadloží uhelných slojí.

Z hlediska vzniku orníčních vrstev a půdních profilů je třeba uvést, že v prostoru uhelné pánve jsou půdní profily ze 65% na cyprisovém souvrství, z 15% na rulovém materiálu, ze 12% na vulkanodetritickém souvrství. Zbytek vznikl na soliflukčních vrstvách, fylitických břidlicích a sprašových hlínách.

Převládajícím půdním typem v přirozeném pokryvu uhelného revíru je kambizem. Kyselé půdotvorné substráty, nižší teploty a vyšší srážky vedou ke vzniku převládajících kambizemí dystrických.

Významně jsou rovněž zastoupeny půdy s hydromorfním vývojem – pseudogleje.

Rekultivované výsypky jsou tvořeny hlavně jílovým materiálem a jejich půdní profily mají ve všech sledovaných případech odlišné vlastnosti ve srovnání s převládajícími půdními profily přirozenými (Generel 1990).

## 5. CHARAKTERISTIKA ZKOUMANÝCH LOKALIT

- 1) Velká loketská výsypka – vnější výsypka lomu Družba o výměře 440 ha , kde byla ukončena dolová činnost v roce 1993, rekultivovaná postupně v letech 1999 – 2002

- 2) Výsypka Gustav – vnější výsypka lomu Medard – Libík v západní části revíru o výměře 150 ha, kde byla dolová činnost ukončena v roce 1993 s postupnou rekultivací v letech 1988 – 2001.
- 3) Výsypka Lítov – vnější výsypka lomu Medard – Libík a Boden v západní části revíru o rozloze 450 ha s ukončením dolové činnosti v roce 1995, rekultivovaná postupně v letech 1986 – 2009.
- 4) Výsypka Smolnice – vnější výsypka lomu Družba o rozloze 300 ha v současné době v provozu, první rekultivace zahájeny v roce 1997.

Výsypkovým substrátem jsou všude cyprisové jíly.

## 6. VOLBA ZPŮSOBU REKULTIVACE

Podle obnovy nové vegetace na výsypkových stanovištích dělíme rekultivace na:

- a) zemědělské
- b) lesnické
- c) hydrické
- d) ostatní

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. V předkládané kapitole se budu zabývat obnovou vegetace porostů na výsypkách vnějších i vnitřních, vesměs převýšených. Obnova lesních kultur probíhala v tomto časovém sledu:

výsypka Velký Ríesl – 1962 – 1964 L

Dvory – 1963 – 1966 K

Antonín – 1968 – 1974 L

## Velká Loketská – 1990 – 1993 K

Symbole L a K za časovými údaji provedení rekultivace znamenají:

L – rekultivace lesnická

K – rekultivace kombinovaná – lesnická + zemědělská + hydrická

Cílem geobotanické charakteristiky zemědělských a lesních porostů na výsypkách je podat objektivní informace o vývoji a současném stavu vegetace na výsypkových stanovištích. Údaje uvedené v této kapitole vycházejí ze čtyř faktorů odlišného postupu řešení obnovy vegetace na výsypkách včetně výběru botanických druhů. K volbě neobvyklého postupu například počáteční zalesnění výsypek v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve vedly následující okolnosti:

a) neznalost potenciální úrodnosti výsypkových antropogenních substrátů složených prakticky z nadložních hornin (zemin) jílovité povahy

b) velmi vysoké imisní zátěže (SO<sub>2</sub>, fluor, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, prach)

c) způsob financování rekultivačních prací vesměs malých plošných výměr v 60. letech minulého století

d) snaha výzkumu a realizačních složek o obnovu zejména jehličnatých dřevin odolných vůči imisím, tj. vesměs dřevin původu introdukovaného.

### **6.1. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ NA VÝSYPKÁCH**

Základními půdotvornými substráty téměř na všech výsypkách Sokolovska jsou tzv. jíly cyprisové a vulkanodetritické série, tvořící nadloží uhelné sloje. Jejich mocnost je rozdílná a pohybuje se od 0,8 až po 250 m. Strukturální skladba popisovaných nadložních hornin (sedimentů) je rozdílná. Nacházíme je na povrchu výsypek určených pro rekultivaci ať již lesnickou, zemědělskou či tzv. ostatní, ve třech formách zpevnění:

jíly kompaktní (obr. č. 1)

jílovité břidlice (obr. č. 2)

jíly lístkovité odlučnosti (obr. č. 3)

Přesto, že jejich mineralogická a petrografická skladba je téměř analogická, včetně chemických vlastností, jejich rekultivační význam je velmi diferencovaný a především závislý na stupni jejich zvětrávání a tím i proměn půdní chemie a zejména půdní fyziky, která u těchto antropogenních substrátů je, jak se mnohokrát ukázalo, přímo limitujícím půdotvorným faktorem pro nerušený růst a vývoj pěstovaných zemědělských kultur, dřevin jak listnatých, tak, a to zejména, dřevin jehličnatých, jak původu domácího, tak i introdukovaného. V této souvislosti je však neustále potřebné a užitečné poukazovat na důležitost a mimořádnost takto obnovovaných lesů, na jejich charakteristické dendrologické rysy i na zvláštnost a vzácnost způsobů volby zakládání a výchovy kultur a porostů v podmínkách tzv. výsypkového lesního hospodářství. Geomorfologická poloha naprosté většiny výsypek tzv. vnějších (mimo areál těžebního prostoru) poskytuje velmi pozoruhodné krajinotvorné geologické a biologické pestrosti pro tvorbu vegetace rozdílného krajinotvorného a hospodářského významu.

## **6.2. GEOLOGICKÁ A MINERALOGICKÁ SKLADBA ANTROPOGENNÍCH SUBSTRÁTŮ**

Podle mikroskopických šetření provedených v rámci klasifikace nadložních hornin pro účely rekultivace tvoří hlavní součást cyprisových břidlic a nadložních jílu kompaktních šupinky slídnatých nerostů. Ostatní součástky tvoří jen nepatrné příměsi, z nichž nejrozšířenější je muskovit. Pravidelně jsou zastoupena zrnka uhličitanu hořečnatého, železnatého, vápenatého, jakož i zrnka křemene, pyritu, nepatrně živec, biotit, turmalín, zirkon, rutil. Celkem můžeme říci, že ve všech cyprisových břidlicích (obr. 1-3) se vyskytují 3 skupiny nerostů:

nerosty vzniklé rozkladem původních hornin, jsou to převážně jílové minerály typu illitu

drobné úlomky původních hornin a nerostů jako jsou muskovit, biotit, křemen, živec, turmalín, zirkon, rutil

nerosty vzniklé při sedimentaci cyprisových břidlic jako jsou limonit, pyrit, kalcit, sádrovec, siderit, ankerit, hnědel, magnesit, dolomit.

### 6.3. MINERALOGICKÝ ROZBOR JÍLOVÉ FRAKCE

Jílová frakce karbonátových cyprisových břidlic je tvořena převážně illitickými minerály s různě velkou příměsí kaolinitu fireclayového typu. Průměrné hodnoty mineralogického složení u zkoumaných antropogenních substrátů udává tab. č. 5.

Tab. č. 5 Mineralogické složení substrátů

Minerál	zastoupení v %
Mineral	share in %
montmorillonit	30,4 %
illit	28,0 %
kaolinit	16,6 %
křemen	16,4 %
karbonáty	5,0 %
organika	3,6 %
Σ	100 %

Z uvedených údajů je patrné, že mineralogické složení u převážné části substrátů na zkoumaných výsypkách pod pěstovanou vegetací, je velmi příznivé pro vývoj pedogeneze výsypkových substrátů a tím i jejich primární produkční schopnost pro etapový vývoj zakládaných lesních porostů v prostoru a čase.

#### 6.4. PŮDNÍ CHEMIE SUBSTRÁTŮ

Geologickopetrografický a mineralogický charakter všech skrývaných nadložních hornin (sedimentů) miocenního stáří, které tvoří 90 % v nadloží uhelné sloje vykazuje velmi příznivé chemické složení pro tvorbu půd na naprosté většině výsypek Sokolovska (tab. č. 6).

Tab. č. 6 Chemické vlastnosti výsypkových substrátů

Výsypka	Číslo vzorku	pH	pH	T	S	V	H+	P	K	Mg	C	Cox
		H <sub>2</sub> O	KCl	mmol+/100g	%	vým.	přístupný (mg/kg)	%				
Vilém	1	8,05	7,30	31,60	31,60	100	3,0	3	240	685	4230	6,85
	2	6,90	6,30	27,80	27,80	100	2,0	<1	412	1221	3710	6,79
	3	6,75	6,19	20,20	13,70	68	1,8	<1	180	420	3710	8,60
Matyáš	4	8,00	7,00	32,40	32,40	100	-	3	381	1230	3850	3,70
	5	7,75	7,20	29,40	29,40	100	-	<1	370	1245	2010	3,87
	6	8,15	7,40	34,20	31,20	91	3,0	<1	640	620	1690	4,04
Velký Riezl	7	7,60	7,10	33,60	26,25	78	-	<1	480	980	1750	5,80
	8	6,80	6,40	34,60	31,60	91	2,5	<1	360	1030	2010	6,20
	9	7,20	6,50	31,20	29,20	93	3,10	<1	640	860	1620	5,30
	10	6,90	6,40	30,20	30,20	100	-	2	370	1120	1690	4,80
Gustav	11	6,15	5,90	28,70	27,10	94,4	1,6	5	421	1014	1920	3,54
	12	6,40	6,00	28,2	26,6	94,3	1,6	4	408	996	2140	3,83
	13	7,25	6,75	38,8	38,8	100	-1,0	4	316	787	1870	3,46
Dvory	14	7,20	6,4	27,6	30,2	96,6	3,1	<1	487	870	1670	3,70

	15	6,93	6,70	30,50	32,10	89,40	0,8	<1	460	720	1910	3,82
	16	6,80	6,41	32,20	30,70	95,3	1,5	<1	615	404	3469	4,06
Velká	17	7,40	6,85	10,7	10,8	62,01	4,0	14	196	974	2467	2,76
Loketská	18	7,45	6,90	9,4	9,3	94,6	0,6	1	372	659	3418	7,19
	19	7,61	7,10	12,3	12,3	71,5	3,5	2	280	812	4592	7,06
	20	7,80	7,05	16,0	16,0	100	-	28*	329	580	5561	3,13
	21	7,20	6,82	10,8	10,8	100	-	26*	319	940	6250	1,50

Porovnáme-li obsah jednotlivých makroprvků, zjistíme že s výjimkou fosforu jsou ostatní prvky zastoupeny v dostatečné míře a skýtají velmi dobré předpoklady pro vznik bohatých až velmi bohatých půd.

## 7. ZEMĚDĚLSKÁ REKULTIVACE

Vzhledem k tomu, že zemědělská rekultivace je nedílnou součástí obnovy vegetačních prvků v těchto oblastech, uvádím jeden z příkladů postupu přízemní vegetace.

Do zemědělské rekultivace patří: orná půda, louky a pastviny, speciální kultury: sady, vinice, chmelnice. Zemědělský způsob rekultivace je záležitostí značně složitou a náročnou po stránce technické přípravy stanovišť, ale také i po stránce finanční. Tento způsob rekultivace je založen na tom, že např. výsyvky, odvaly nebo skládky všech typů, eventuálně vytěžená rašeliniště, hliniště, pískovny, štěrkopískovny, odkaliště popílků vykazují buď primárně vhodné půdotvorné substráty pro zemědělskou rekultivaci nebo jsou jimi jejich povrchy v dostatečných mocnostech překryty selektivně získanými nadložními kulturními zeminami, dočasně uloženými na určených deponiích. Pro zemědělskou rekultivaci bez ohledu na půdotvorný

substrát, který lze ovlivnit jeho překrytím vhodnými zeminami I. nebo II. třídy vhodnosti k rekultivaci, jsou vhodné rovné nebo mírně ukloněné plochy, které umožní nasazení kultivačních a sklízecích zemědělských strojů. Výběr ploch pro uplatňování zemědělské rekultivace musí respektovat půdně ekologická a produkční hlediska.

Problematika zemědělské rekultivace výsypkových ploch je výzkumně v zájmových regionech řešena od roku 1958. Během tohoto období byla odzkoušena celá řada způsobů pěstování zemědělských taxonů s rozdílnými výsledky. Vybrané taxony (jeteloviny, plodiny, traviny) byly výzkumně, poloprovozně a provozně otestovány jak v rámci tzv. **přímé rekultivace** (rekultivace jílu cyprisové a vulkanodetrické série), tj. bez překrytí povrchu ornice, tak i **nepřímé** s návozem ornice v mocnosti 0,20, 0,30, 0,40 a 0,50 m. Jako optimální se ukazuje mocnost převrstvení 0,50 m.

**Přímý způsob** - ekonomické podmínky uplatňují tento způsob pouze při tvorbě lesoparků, dále v oblastech mimoprodukční zemědělské rekultivace, jakou je dočasné ozelenění, vytváření travnatých ploch v rámci lesnické rekultivace-parkové úpravy, lesoparky, rekreační lesy apod.

**Nepřímý způsob** - na stanovištích určených k intenzivní zemědělské produkci, nejdůležitější je správná volba rekultivačního osevního postupu a správně provedená agrotechnika, u nepřímé zemědělské rekultivaci půjde o rychlé dosažení homogenity, tzn. spojení ornice s původní zeminou a obnovení biologické aktivity navezené ornice, která byla různě časově až dlouhodobě deponována.

Na pozemcích je uplatňován během 5 až 8-let meliorační osevní cyklus s převahou hluboko kořenících jetelin a travin. Nejlépe z toho vycházejí jetelotravní směsky v poměru 70:30.

Jeden se speciálních osevních postupů:

- 1. rok - aplikace kompostu nebo kejdy a NPK hnojiva + jeteloviny a traviny

- 2 - 4. rok - vysetí a zaorání jetelotravní směsi

- 5. rok - cílové využití (obilnina, okopanina, osazení spec. kulturou)

Tento osevní cyklus si klade za cíl připravit půdu pro potravinovou produkci, dále protierozní opatření, vytvoření (obnovení) zásoby organické hmoty a vytvoření zásoby vázaného dusíku a fosforu v půdě.



Zlepšování fyzikálních vlastností spolu s biologickým oživením probíhá po dobu 2 - 3 roků. Abychom zajistili trvalý vliv jetelotravních směsek na tvorbu půdy je třeba v osevních postupech častěji opakovat.

Výše uvedený osevní postup byl maloplošným způsobem výzkumně ověřován na výsypkách Jižní lom a Velký Riesel. Velkoplošně na výsypkách Matyáš a Radvanov. Aplikace tohoto osevního způsobu v podmínkách Sokolovska se ukázala jako málo vhodná a to z důvodů maloprodukčních orníc použitých na převrstvení povrchu antropogenních substrátů složených vesměs z jílu a jílovců cyprisové a vulkanodetritické série.

Pro tvorbu půdy na počátku jejího řešení byly nejvhodnější následující rámcové osevní postupy (tab.č.7):

**Tab. č. 7 Osevní postup**

Rok	Osevní postup I	Osevní postup II
1	dočasné zatravnění (v 1 roce kompost)	jetelotráva (kompost)
2	dočasné zatravnění	jetelotráva (zaorat)
3	dočasné zatravnění	obilovina (ozimá pšenice)
4	dočasné zatravnění	okopanina - řepa (kompost)
5	dočasné zatravnění (zaorat)	jetelotráva
6	obilovina (ozimá pšenice)	jetelotráva (zaorat)
7	okopanina (krmná řepa)	kukuřice na siláž
8	ječmen s podsevem jetelotrávy	ječmen s podsevem jetelotrávy

### 7.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST

Zemědělská rekultivace je finančně i technicky nejnáročnější způsob rekultivace. Průměrná cena zemědělské rekultivace je velmi rozdílná a závislá na kvalitě antropogenních substrátů a volbách osevních postupů.

**Tab. č. 8 Cena zemědělské rekultivace**

V tabulce je uvedena cena zemědělské rekultivace dle podílu % zastoupení v řešeném území a celkové náklady na rekultivaci až do vyuhlení území, z toho je vypočítána předpokládána cena zemědělské rekultivace.

Pro zemědělskou rekultivaci jsou vymezeny plochy na výsypkových stanovištích s vhodnou úpravou terénu (svahování, odvodnění), které se postupně vracejí do zemědělského půdního fondu (ZPF).

## 8. LESNICKÁ REKULTIVACE

Lesnické způsoby rekultivace jsou cenné zejména s významem lesních porostů, jakož to stabilizujících prvků v ekologických soustavách. Lesy jsou důležitý krajinnotvorný činitel, jsou součástí životního prostředí obyvatelstva. Působí svými hospodářskými, environmentálními funkcemi, zejména vodohospodářskou, půdoochrannou, rekreační a léčebně-lázeňskou. Úspěšnost zakládání lesních porostů na větších plochách výsypek a upravených stanovišť pro lesnickou rekultivaci závisí především na:

pedologických vlastnostech zemín použitých k rekultivačním účelům vč. homogenizace výsypkových zemín se zúrodnitelnými zemínami (promísení) v případech potřeby úpravy deficitních půdních vlastností (i meliorační opatření);

výběr použitých sazenic pro jakékoliv výsypkové stanoviště musí splňovat veškeré kvalitativní podmínky (nadzemní část, kořenový systém, apod.);

výběru druhové skladby dřevin pro odlišné výsypkové zeminy na základě vyhodnocení půdních rozborů a z provedené rekognoskace terénu budoucích stanovišť;

Typ rekultivace	Výměra zeměd. rekultivace (ha)	Procentické zastoupení rekultivace (%)	Celkové náklady od r. 2003 do vyuhlení (mil. Kč)	Cena daného typu rekultivace (mil. Kč)
<b>ZEMĚDĚLSKÁ</b>	<b>3325,32</b>	<b>25</b>	<b>43 305,723</b>	<b>10 826,431</b>

technice a způsobu zalesňování při výsadbě (jamková sadba, štěrbínová sadba, sadba obalovaných sazenic, přesadba vzrostlých stromů a keřů, zalesňování sítí) ;

plošném uspořádání porostů a sponu výsadeb;

ošetřování, probírkách, ochraně lesních kultur proti biotickým činitelům

Způsoby zakládání lesních kultur:

1. lesní kultury nesmíšené přípravné
  - a) krátkodobé - do 10-ti let
  - b) dlouhodobé - starší věkové třídy
2. lesní kultury smíšené
  - a) listnaté
  - b) listnato jehličnaté
3. lesní kultury jehličnaté – monokultury

Lesní porosty nesmíšené přípravné jsou zásadně zakládány na výsypkových stanovištích vykazujících nevhodné pedofyzikální a hydrologické vlastnosti. tyto typy porostů jsou většinou zakládány olší lepkavou a olší šedou (výsypky Velký Riesel, Bohemia, Antonín, Gustav).

Při pěstování přípravných porostů existují dva způsoby zakládání na antropogenních půdách:

- celoplošné zakládání
- zakládání ve skupinách různých geometrických tvarů a velikostí

U obou způsobů pěstování je prokázáno, že stačí spon 1x1m, tj. 10 000 sazenic/ha, sadbový materiál je nejlepší 2 - 3letý, školkovaný, prostokořenný.

Dále bylo prokázáno, že optimální podmínky pro obnovu ušlechtilých dřevin při přeměně krátkodobých přípravných porostů poskytuje redukce přípravného porostu na 50%, další redukce se řídí dle vitality vzrůstu dřevin obnovovaných přeměnou olšových porostů podsadbou. Jednorázová celoplošná přeměna mladých přípravných porostů je z praktických pěstebních důvodů nevhodná, poněvadž oba druhy olše vykazují velmi vysokou výmladnost, což znamená opakovanou likvidaci olšových výmladků. Naopak přeměnu dlouhodobých přípravných porostů je možno provést

tradičními obnovnými způsoby - sečí - kotlíkovou, prihovou, klínovou, clonou, případně kombinovanou.

Zastoupení poměru listnatých a jehličnatých dřevin na výsypkových stanovištích na Sokolovsku je rozdílné a závislé na základě půdních, klimatických a emisních podmínek jednotlivých regionů. V oblasti SHR byly dříve preferované listnaté dřeviny a v oblasti SR dřeviny jehličnaté.

Zalesnění výsypek je vhodné ihned po ukončení nezbytných terénních úprav (planýrování, svahování, odvodnění), tj. v období, kdy jsou recentní útvary – výsypky prosté jakékoli buřeně. Nejvhodnějším obdobím je jaro po roce po uvedených terénních úpravách, důvodem je, že skrývané nadzemní horniny na povrchu jsou rozpadlé mrazem, tudíž dobře nakypřené. Při zalesňování výsypek zabuřeněných jsou ztráty úhynem neúměrně vysoké, dosahující v roce výsadby přes 30 % úhynu. Při zalesňování výsypek nezabuřeněných se nejlépe osvědčily sazenice dvou až tříleté, prostokořenné.

### 8.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST LESNICKÉ REKULTIVACE

V tabulce je uvedena cena lesnické rekultivace dle podílu % zastoupení rekultivace v řešeném území a celkové náklady na rekultivaci až do vyuhlení území.

**Tab. č. 9 Cena lesnické rekultivace**

Typ rekultivace	Výměra lesn. rekultivace (ha)	Procentické zastoupení rekultivace (%)	Celkové náklady od r. 2003 do vyuhlení (mil. Kč)	Cena daného typu rekultivace (mil. Kč)
<b>LESNICKÁ</b>	<b>5624,62</b>	<b>43</b>	<b>43 305,723</b>	<b>18 621,461</b>

Při zhodnocení ekonomické náročnosti různých způsobů zakládání lesních kultur v rekultivační praxi bylo použito průměrných nákladů na 1ha. Chceme-li zjistit nejefektivnější způsob zalesňování výsypkových stanovišť, musíme uvažovat všechny položky nákladů do doby zajištění zapojení

lesnických kultur, v tomto případě se počítala ekonomická náročnost do 10-ti let porostu.

Ekonomická náročnost se počítala pro nejobvyklejší a nejvíce se vyskytující půdní podmínky dle stanovených průměrných sazeb. Je zde zahrnuta i prořezávka (čistka) porostů výběrem dřevin přípravných porostů nebo uvolněním cílových dřevin ve vzájemné vazbě. Z ochranných prostředků proti škodám způsobených zvěří, se nepoužívá oplocenka, která je méně nákladná, ale používá se osvědčený nátěr nebo postřik s použitím repelentů. Kalkulace nezahrnuje fakturační přírážky, používané pro zařizování stavenišť, terénní úpravy, protože tyto ceny se stanovují jako pevné koeficienty a většinou se používají paušálně.

Pro vyhodnocení ekonomické náročnosti ve způsobu zakládání porostů byly voleny tyto varianty:

1. zakládání porostů nesmíšenými přípravnými dřevinami
2. zakládání nesmíšených porostů z cílových listnáčů
3. zakládání jehličnatých porostů
4. zakládání smíšených listnatých porostů
5. zakládání listnato-jehličnatých smíšených porostů

#### Zakládání porostů nesmíšenými přípravnými dřevinami

V 1. roce vysazení sazenic lesních dřevin vysokých asi 0,25m, výsadba do jamek o průměru 0,35x0,35m. V 6. roce vysazení listnatých sazenic (např. jasan, javor, jilm) o výšce 0,25m. Jamky v průměru 0,35x0,35m. Následné okopání sazenic 0,50x0,50m. Byl použit nátěr repelentem proti okusu škůdců. V 7. roce provedeno vylepšení sazenic o 10% (např. javor, jasná, jilm, lípa), výška 0,25m+, ošetření nátěrem proti škůdcům. 8. rok provedeno okopání sazenic 0,50x0,50m a nátěr. 10. rok uskutečněna prořezávka porostů výběrem dřevin do 0,06m průměru s ponecháním nehroubím do 5ks/m<sup>2</sup>.

#### Zakládání nesmíšených porostů z cílových listnáčů

1. rok vysazení sazenic lesních dřevin (jilm, javor, jasan, lípa) přes 0,25m vysokých do jamek 0,35x0,35m. Proveden přesun hmot v objemu 1t., okopání sazenic 0,5x0,5m, nátěr. 2. rok vylepšení sazenic (např. jilmu,

jasanu a lípy) o 10%. Okopání sazenic 0,5x0,5m, nátěr. 3. + 4. rok nátěr porostu a okopání sazenic 0,5x0,5m. 10. rok prořezávka porostů výběrem dřevin do 0,06m průměru s ponecháním nehroubím do 5ks/m<sup>2</sup>.

#### Zakládání jehličnatých porostů

1. rok výsadba jehličnatých sazenic o výšce 0,25m do jamek 0,35x0,35m, okopání sazenic 0,5x0,5m nátěr repelentem. 2. rok vylepšení výsadby vykopáním jamek do půdy, ošetření proti škůdcům a okopání sazenic 0,5x0,5m. 4. rok okopání sazenic a nátěr repelentem.

#### Zakládání smíšených listnatých porostů

1. rok výsadba sazenic lesních dřevin přes 0,25m vysokých, vykopání jamek 0,35x0,35m, okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření nátěrem. 2. rok vylepšení výsadby s vykopáním jamek, sazenice s výškou 0,25m, okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření proti škůdcům. 3. + 4. rok okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření nátěrem. 10. rok prořezávka porostů výběrem dřevin do průměru 0,06m s ponecháním nehroubí na místě od 5ks/m<sup>2</sup>.

#### Zakládání listnato-jehličnatých smíšených lesů

1. rok výsadba sazenic s výškou 0,25m vysokých, vykopání jamek 0,35x0,35m, okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření nátěrem. 2. rok vylepšení výsadby s vykopáním jamek, sazenice s výškou 0,25m+, okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření proti škůdcům. 3. + 4. rok okopání sazenic 0,5x0,5m, ošetření nátěrem. 10. rok prořezávka porostů výběrem dřevin do průměru 0,06m s ponecháním nehroubí na místě od 5ks/m<sup>2</sup>.

Ceny realizace je závislá na více okolnostech, např. na prosazované druhové skladby dřevin (investorem, státní správou), výběrem zhotovitele (kapacita, zdroj materiálu), sociální situací (ochota pracovat, nezaměstnanost) a klimatickými vlivy.

Nákladovost těchto uvedených způsobů lesnické rekultivace vychází z těchto cen:

- výsadba, vylepšení: 6Kč/ks
- sazenice listnaté: 6Kč/ks
- sazenice olše: 5Kč/ks

- sazenice jehličnanů: 5,5Kč/ks
- sazenice jehlič.-listn.: 5Kč/ks
- okopání sazenic: 2,5Kč/ks
- přesun hmot: 0,5Kč/t
- nátěr proti okusu: 1,15Kč/ks
- repelent: 35Kč/kg
- prořezávka: 50 000Kč/ha

Uvedený rozpočet je orientační, využívá ale znalostí a zkušeností z oblasti projektování a realizací rekultivačních prací na řešeném území.

## 8.2. ZAKLÁDÁNÍ POROSTŮ NESMÍŠENÝMI PŘÍPRAVNÝMI DŘEVINAMI

### 1.rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice(olše)	5Kč/kus	10 000ks	50 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	0,5
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	60 000

### 6. rok

MATERIÁL			Kč
Cílová dřevina (jilm jasan, lípa, javor)	6Kč/kus	5000ks	30 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,5t	0,25
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	10 000ks	60 000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 7. rok

MATERIÁL			Kč
Cílová dřevina (jilm jasan, lípa, javor)	6Kč/kus	500ks	3000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	0,05
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby 10%	6Kč/kus	500ks	3000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 8. rok

MATERIÁL			Kč
----------	--	--	----



Repelent	35Kč/kg	15kg	<b>525</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	<b>12 500</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	<b>5750</b>

**9. rok**

To samé, jako v 8. roce			<b>18 775</b>
-------------------------	--	--	---------------

**10. rok**

LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Prořezávka porostů	50 000Kč/1 ha	0,5ha	<b>25000</b>

**CELKEM**

**276 100,8 Kč**

**8.3. ZAKLÁDÁNÍ NESMÍŠENÝCH POROSTŮ Z CÍLOVÝCH LISTNÁČŮ**

**1. rok**

MATERIÁL			Kč
Sazenice (jilm, lípa, jasan, javor)	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	<b>0,5</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

**2. rok**

MATERIÁL			Kč
Sazenice (jilm, lípa, jasan, javor)	6Kč/kus	1000ks	<b>6000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	<b>0,05</b>

Repelent	35Kč/kg	30kg	1050
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	1000ks	6000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	25 000
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	11 500

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	30kg	1050
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	25 000
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	11 500

### 4. rok

To samé jako ve 3. roce			37 550
-------------------------	--	--	--------

### 10. rok

LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Prořezávka porostů výběrem	50 000Kč/1 ha	0,5ha	25 000

## CELKEM

253 200,55 Kč

### 8.4. ZAKLÁDÁNÍ JEHLIČNATÝCH POROSTŮ

#### 1. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	5,5Kč/kus	10 000ks	55 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	0,5
Repelent	35Kč/kg	30kg	1050
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	60 000

Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

### 2. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	5,5Kč/kus	2000ks	<b>11 000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,2t	<b>0,1</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	2000ks	<b>12 000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	2,5Kč/kus	1000ks	<b>5500</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	<b>0,05</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	1000ks	<b>6000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

### 4. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

**CELKEM**

**299 700,65 Kč**

## 8.5. ZAKLÁDÁNÍ SMÍŠENÝCH LISTNATÝCH POROSTŮ

### 1. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice - smíšené listnáče (1/2 cílových, 1/2 přípravných)	6Kč/kus	10 000ks	60 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	0,5
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	60 000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 2. rok

MATERIÁL			Kč
Cílové listnáče	6Kč/kus	500ks	3000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	0,05
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	500ks	3000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem proti škodám	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

**4. rok**

To samé jako ve 3. roce			<b>18 775</b>
-------------------------	--	--	---------------

**10. rok**

LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Prořezávka porostů výběrem	30 000Kč/1 ha	0,5ha	<b>15 000</b>

**CELKEM****216 100,55Kč****8.6. ZAKLÁDÁNÍ NESMÍŠENÝCH POROSTŮ Z CÍLOVÝCH LISTNÁČŮ****1. rok**

MATERIÁL			Kč
Sazenice (jilm, lípa, jasan, javor)	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	<b>0,5</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

**2. rok**

MATERIÁL			Kč
Sazenice (jilm, lípa, jasan, javor)	6Kč/kus	1000ks	<b>6000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	<b>0,05</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	1000ks	<b>6000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>

Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	11 500
------------------	------------	----------	--------

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	30kg	1050
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	25 000
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	11 500

### 4. rok

To samé jako ve 3. roce			37 550
-------------------------	--	--	--------

### 10. rok

LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Prořezávka porostů výběrem	50 000Kč/1 ha	0,5ha	25 000

## CELKEM

**253 200,55 Kč**

## 8.7. ZAKLÁDÁNÍ JEHLIČNATÝCH POROSTŮ

### 1. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	5,5Kč/kus	10 000ks	55 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	0,5
Repelent	35Kč/kg	30kg	1050
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	60 000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	25 000
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	11 500

### 2. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	5,5Kč/kus	2000ks	11 000

Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,2t	<b>0,1</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	2000ks	<b>12 000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Sazenice	2,5Kč/kus	1000ks	<b>5500</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	<b>0,05</b>
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	1000ks	<b>6000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

### 4. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	30kg	<b>1050</b>
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	10 000ks	<b>25 000</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	10 000ks	<b>11 500</b>

**CELKEM**

**299 700,65 Kč**

## 8.8. ZAKLÁDÁNÍ SMÍŠENÝCH LISTNATÝCH POROSTŮ

### 1. rok

MATERIÁL			Kč
----------	--	--	----

Sazenice - smíšené listnáče (1/2 cílových, 1/2 přípravných)	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	<b>0,5</b>
Repelent	35Kč/kg	15kg	<b>525</b>
<b>LESOTECHNICKÉ PRÁCE</b>			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	10 000ks	<b>60 000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	<b>12 500</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	<b>5750</b>

## 2. rok

<b>MATERIÁL</b>			<b>Kč</b>
Cílové listnáče	6Kč/kus	500ks	<b>3000</b>
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	<b>0,05</b>
Repelent	35Kč/kg	15kg	<b>525</b>
<b>LESOTECHNICKÉ PRÁCE</b>			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	500ks	<b>3000</b>
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	<b>12 500</b>
Ošetření nátěrem proti škodám	1,15Kč/kus	5000ks	<b>5750</b>

## 3. rok

<b>MATERIÁL</b>			<b>Kč</b>
Repelent	35Kč/kg	15kg	<b>525</b>
<b>LESOTECHNICKÉ PRÁCE</b>			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	<b>12 500</b>
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	<b>5750</b>

## 4. rok

To samé jako ve 3. roce			<b>18 775</b>
-------------------------	--	--	---------------

## 10. rok

<b>LESOTECHNICKÉ PRÁCE</b>			
Prořezávka porostů výběrem	30 000Kč/1 ha	0,5ha	<b>15 000</b>



**CELKEM**

**216 100,55Kč**

## 8.9. ZAKLÁDÁNÍ LISTNATO-JEHLIČNATÝCH SMÍŠENÝCH POROSTŮ

### 1. rok

MATERIÁL			Kč
Cílové listnato-jehlič.+příp.dřev.	6Kč/kus	10 000ks	60 000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	1t	0,5
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Výsadba sazenic	6Kč/kus	12000ks	72 000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 2. rok

MATERIÁL			Kč
Cílové listnato-jehlič. sazenice	6Kč/kus	500ks	3000
Přesun hmot	0,50Kč/1t	0,1t	0,05
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Vylepšení výsadby	6Kč/kus	1000ks	6000
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750

### 3. rok

MATERIÁL			Kč
Repelent	35Kč/kg	15kg	525
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Okopání sazenic, spon 0,5x0,5m	2,5Kč/kus	5000ks	12 500
Ošetření nátěrem	1,15Kč/kus	5000ks	5750
Vylepšení výsadby	6Kč/ks	500ks	3000

### 4. rok

To samé jako ve 3. roce			18 775
<b>10. rok</b>			
LESOTECHNICKÉ PRÁCE			
Prořezávka porostů výběrem	30 000Kč/1 ha	0,5ha	15 000

## CELKEM

**234 100,55Kč**

**Tab.č.10 Shrnutí ekonomických variant rekultivačních prací na 1 ha/10 let**

<b>1. Zakládání porostů nesmíšenými přípravnými dřevinami</b>	<b>276 100,80 Kč</b>
<b>2. Zakládání nesmíšených porostů z cílových listnáčů</b>	<b>253 200,55 Kč</b>
<b>3. Zakládání jehličnatých porostů</b>	<b>299 700,65 Kč</b>
<b>4. Zakládání smíšených listnatých porostů</b>	<b>216 100,55 Kč</b>
<b>5. Zakládání listnato-jehličnatých smíšených porostů</b>	<b>234 100,55 Kč</b>

## 9. HYDRICKÉ REKULTIVACE

Neodmyslitelnou součástí obnovy nové krajiny postižené báňskou a ostatní průmyslovou činností je i obnova vody formou tzv. hydrické rekultivace. Význam řeckého slova hydro – voda, vodní. V našich podmínkách tj. při povrchovém dobývání uhelné sloje a tvorbě vnějších a vnitřních výsypek, jde o soubor opatření k racionálnímu využívání vodních zdrojů při tvorbě nové krajiny, tj. jak pro flóru, tak i faunu. Samozřejmě vyvstává otázka, od kdy se tato problematika řeší ve sféře výzkumu i realizačních výstupů hydrogeologických, hydrografických a konečně i hydrologických poměrů nové tváře sokolovské krajiny. Nezapomeňme objasnění pojmů hydrické rekultivace: Jde o problematiku velmi složitou,

podmíněnou mnoha faktory, jež jsou součástí i celé řady vědních disciplín. Jmenujme aspoň některé z nich:

geografie hnědouhelné pánve, hydrologie, geologie, hydropedologie, fytoecologie, dále etapy vývoje vodního hospodářství, zdroje vody a jejich ochrana, vodohospodářská funkce malých a velkých vodních nádrží, celková ekologická a hospodářská bilance a další. Nákladné řešení problematiky hydrické rekultivace předpokládalo dokonalou analýzu a posléze i syntézu vyvstálé vodohospodářské situace, vyjádřenou ochranou kvantity a v neposlední řadě kvality vody.

Problematika hydrické rekultivace je velmi složitým vědním oborem, který nemá obdobu ve vodohospodářské pedologii. V oboru půdní fyziky a hydropedologie antropogenních substrátů na výsypkách, odvalech, haldách, složištích, odkalištích a skládkách tuhého odpadu sídelních obcí (TOSO) je až na malé výjimky do současné doby k dispozici velmi omezený počet informací (Kutílek 1966, Jonáš., Dimitrovský 1972, Dimitrovský 1976, 1989, 1999). Proto je v oboru půdní fyzika a hydropedologie dodnes v naší odborné rekultivační literatuře velká mezera. Vypracování teorie pohybu vody na výsypkových stanovištích, složených ze skrývaných nadložních hornin (zemin) jílovité povahy, strukturálně a texturálně nehomogenních byl úkol nelehký, jak v obecném nazírání na některé problémy půdní fyziky, tak i pohybu vody (infiltraci) v porézním prostředí. Řada problémů spojených s hydropedologií antropogenních substrátů v řadě **protoprofilů – mesoprofilů – teloprofilů** byla konzultována s tehdejšími pracovníky katedry hydromeliorací Stavební fakulty ČVÚT prof. M. Kutílkem, DrSc. a zejména Ing. J. Semotánem, CSc., za což jim patří velké poděkování. V hydropedologické rovině jsou veškeré antropogenní substráty na výsypkách horninotvorního nadložního původu, proto je jejich vodní režim zcela specifická, na samém počátku pedogeneze. Z těchto důvodů jsme jejich řešení zařadili do tzv. **geologické epochy pedogeneze**.

## 9.1. ROZBOR PROBLEMATIKY A JEJICH ŘEŠENÍ

V hydrologickém a zejména hydropedologickém cyklu je „půdní“ voda, její výskyt, chování, množství a pohyb na výsypkách složených vesměs z jílovitých hornin (zemín) strukturálně velmi rozdílných rozhodujícím faktorem hydropedologie antropogenních substrátů je nejmladšími obory rekultivační problematiky, který stále podléhá rozvoji výzkumu.

Na rozdíl od výzkumu zemědělské a lesnické rekultivace, založeného na experimentálních výsledcích botanického, fytoecologického a dendrologického charakteru běžně používaného na rostlých půdách, otázky vodního režimu hodnocené laboratorními metodami se ukázaly jako velmi nevhodné, ať se jednalo o objemové změny vyjádřené momentální vlhkostí, maximální kapilární vodní kapacity, propustnosti stanovené laboratorními přístroji s proměnným spádem, přetlakovým membránovým přístrojem apod. Z těchto důvodů bylo přistoupeno k hodnocení vodního režimu terénními měřeními infiltrace válcovými infiltrometry zaplavenou plochou s určitou modifikací čidel (místo jednoho na perforované desce jich bylo šest). K výpočtu infiltrace bylo na začátku použito Kostjakovy rovnice, v pozdějším období rovnice Richardsonovy (1931). Pro popis jednorozměrného proudění ve směru svislé osy z (M) je možné s využitím Hamiltonova aparátu nabla (Rektorys – 1995) formulovat typ Richardsovy rovnice ve tvaru:

$$V \left[ k(H) \frac{\partial H}{\partial z} + \frac{dk(H)}{dz} \right] = \frac{dW}{dt} \dots\dots\dots (1)$$

kde k (MIT) představuje hydraulickou nenasycenou vodivost, H (M) sací (negativní) tlak v půdním prostředí, z (M) svislou osu, W (-) půdní vlhkost, t (T) čas a konečně M, resp. T reprezentují délkovou, resp. časovou jednotku.

Při použití Richardsovy rovnice buď k popisu zvlhčování půdy (infiltrační procesy, závlahy), nebo k analýze odvodňovacího procesu platí, že půdní vlhkost W (-) jednoznačně závisí na sacím tlaku H (M). Výraz dW/dt lze pak vyjádřit jako dW/dt = (dW/dH) (dH/dt).

Transformací rovnice (I) do difúzního tvaru se sníží proces proměnných v této velmi nelineární rovnici Fokker – planekova typu, zanedbá se vliv gravitace a poté se rovnice řeší s pomocí Boltzmanovy transformace (Philipp 1957). Známy je v této souvislosti Philippův postup založený na parturbační metodě (Kutílek 1975, resp. Kutílek a Nielsen 1994). Výsledkem odvození jsou infiltrační rovnice, které jsou po určitých úpravách známy jako Phillipovy infiltrační rovnice, ve tvaru velice „příjemném“ pro uživatele, jejichž použití bylo mnohokrát ověřeno ve vědecké oblasti i v inženýrské vodohospodářské praxi a které vhodným způsobem aproximují skutečné přírodní infiltrační procesy do nenasyčeného prostředí výsypkových antropogenních substrátů.

V počátcích našeho snažení o pochopení zvláštností pohybu vody u výsypkových substrátů složených většinou z různých forem zpevnění (struktury) dochází k novému poznání, a to ke zjištění infiltrace zásadně závislé na výskytu makropórů **planárních, tabulovitých a mezerovitých**. Tyto neobvykle se vyskytující anomálie projevující se v nerovnoměrné vlhkosti a především hloubce propustnosti vedly ke stanovování hloubky provlhčení profilů vertikálním odkryvem po skončení měření válcovými infiltrometry zaplavenou plochou.

Odlišné zákonitosti procesů infiltrace vyžadovaly i odlišná kritéria hodnocení. Proto byly vytvořeny nové klasifikace (Dimitrovský, Doležal 1976) jak pro hodnocení infiltrace, tak i hloubky provlhčení profilu.

### **Klasifikace výsypkových substrátů podle intenzity infiltrace**

Intenzita infiltrace v mm/hod.....(2)

< 1	= extrémně malá
1 – 10	= malá
10 – 50	= střední
50 – 100	= středně výrazná

- 100 – 200 = výrazná
- 200 - 500 = velmi výrazná
- > 500 = extrémně výrazná

### **Klasifikace výsypkových profilů podle hloubky provhčení**

Čelo provhčení profilu.....(3)

hloubka provhčení profilu (cm)	označení provhčení
0 - 20	velmi malá
20 - 40	malá
40 - 60	středně velká
60 - 80	velká
> 80	velmi velká

Vývoj pedogeneze antropogenních substrátů složených většinou z jílovců cyprisové a vulkanodetritické série je ovlivňován půdní strukturou, geologickopetrografickým složením, obsahem minerálů (kaolinit, montmorillonit, illit), podnebím, vegetačním klidem, půdními organizmy, vodou a stářím. Naprostá většina substrátů na výsypkách Sokolovska je anorganogenního původu. Dělí se podle struktury (břidlice, kompaktní jíly, jíly s lískovitou odlučností), stupně zvětratelnosti a obsahu minerálů na snadno zvětratelné a nespada zvětratelné (jíly kompaktní). K tomu nutno dodat, že stupeň narušení jílovců kompaktních a jílovitých břidlic je rovněž ovlivněn technologií dobývání a zakládáním na místo určení. Dokonalá znalost stupně rozrušení zpevněných forem jílovců, tedy jejich stupeň desagregace (rozpadu), se stala vodítkem při výběru taxonů pro rekultivační účely. Pedologická a zejména hydro-pedologická šetření při rekultivační kategorizaci

nadložních hornin jsou pro navrženou selektivní skrývku však neúčinná, a to z toho důvodu, že běžně používaná technologie dobývání to neumožňuje. Vliv desagregace, případně agregace (zpětné shlukování částic menších než 0,0001 mm) se projevuje velmi výrazně na infiltraci srážkové vody a tím i vlhkosti povrchových a podpovrchových vrstev profilů. U výsypkových profilů je jílová frakce přímo úměrná tvaru zpevnění jílovců a vlhkosti. V rámci výzkumu pedogeneze antropogenních substrátů jílovité povahy byly systematicky sledovány i procesy proměn zrnitosti stanovením jednotlivých zrnitostních frakcí:

- a) proséváním na sítích,
- b) Kopeckého plavicím aparátem,
- c) metodou dekantační,
- d) metodou pipetovací.

Pro naše účely tj. pro stanovování zrnitostních frakcí u jílovců cyprisové a vulkanodetritické série jsou nejvhodnější, i když také mnohem pracnější, metoda dekantační a pipetovací. Nicméně stanovení frakce jednotlivých částí metodou dekantace či metodou pipetovací a jejich dělení na jemný prach a fyzikální jíl jsou z hydro-pedologických hledisek jen orientačního významu u všech povrchových vrstev profilů složených ze strukturních jílovců a jílovců s nízkým stupněm desagregace, tj. jejich rozpadu. Z toho plyne, že na rozdíl od rostlých půd, kde je vesměs infiltrace funkcí textury, u výsypek s velmi nízkou a nízkou desagregací jílovců kompaktních, jílovitých břidlic a jílovců s lískovitou odlučností (obr. 1, 2, 3) je infiltrace funkcí jejich struktury.

Tento stav, na základě studie profilů na výsypce Bohemia a Vilém založených v roce 1928 – 1934, tj. nízký stupeň desagregace, je dlouhodobou záležitostí. Podstatný rozdíl desagregace nebyl zjištěn ani u profilů s rozdílnou skladbou dřevin (modřín jesenický, borovice černá, smrk ztepilý a olše šedá). Tyto porosty byly založeny v letech 1934 – 1936. Při hodnocení zrnitosti substrátů jsme použili klasifikaci Novákovu.



Při tomto rozboru antropogenních substrátů je nutno ještě zdůraznit tu skutečnost, která je neobvyklá u rostlých půd, a to, že půdní voda se zde zásadně pohybuje v prostředí nenasyceném vodou, s chaotickým výskytem makropórů rozdílných velikostí a geometrických tvarů způsobených heterogenitou strukturních jíílů (kompaktní, břidlice, listovité odlučnosti). U profilů zařazených do 1. a 2. skupiny tj. do **protopedo a mesopedoprofilů** jsou tyto makropóry preferenčními cestami pohybu vody jak ve směru vertikálním, tak i horizontálním. To je do značné míry i odchylkou při vysvětlování fyzikálních zákonů pohybu vody u výsypkových substrátů a rostlých půd, kde veškerá matematická vysvětlení vycházela ze společného jmenovatele tj. relativně homogenního stavu zemin ve fyziologické hloubce profilů různých druhů a typů zemědělských a lesních půd. Vysoký počet puklin **tabulárních, plánárních a mezerovitých** má za následek vznik značných diferencí vertikální a horizontální infiltrace. Při matematických výpočtech pohybu vody v antropogenních substrátech jíilovité povahy na Sokolovsku a v omezené míře na výsypkách Chomutovska (Semotán., Dimitrovský 1965, Jonáš, Dimitrovský 1972, Dimitrovský 1976, 1989, 1999, 2006) bylo explicitně prokázáno, že koeficient infiltrace je v naprosté většině profilů závislý na pórovitosti (množství, velikosti a tvarech pórů).

Při všech laboratorních a zejména terénních výzkumech dlouhodobě prováděných na celé řadě výsypek (Bohemia, Dvory, Gustav, Antonín, Velký Riešl, Velká loketská – na Sokolovsku) a jen po dobu 10 let na výsypkách Chomutovska (Prunéřov, Merkur, Březno) byly výsledky pohybu půdní vody etapovitě porovnávány se stářím pedogenetických procesů vyjádřených půdní chemií, půdní fyzikou a volenou vegetací.

S hodnotou vodního potenciálu pro potřebu pěstování zemědělských a lesních kultur souvisí dva důležité pochody jíilovité hmoty rozdílné struktury a textury, **peptizace (desagregace)** a **koagulace (agregace)**. Oba tyto procesy se rytmicky střídají podle množství spadlých atmosférických srážek na samém povrchu substrátů a tepelných mikroklimatických proměn způsobených vegetačním krytem. Procesy desagregace jsou např. u tzv. tufitických jíílů charakteristických s pH/KCl 2-3,1 do značné míry blokovány hydratovanými formami železa.

Střídávající procesy desagregace a agregace se pronikavě projevují především na sorbční kapacitě, která u jílu cyprisové série na Sokolovsku a jílu žlutých (Chomutovsko) dosahuje zhruba 70 – 155 mekv/100 g. Nemaý vliv na pohyb půdní vody a vodní režim vznikajících půd na výsypkových stanovištích má i organická půdní složka, která je dvojího původu:

- a) primárního,
- b) sekundárního.

Primární obsah organické půdní složky je přímo charakteristickým znakem všech antropogenních substrátů na výsypkách složených ze skrývaných nadložních jílu a jílovců, které jsou v podstatě sedimentárního (limnického) původu. Její obsah se pohybuje v rozmezí 2,1 – 3,4 %. Jde o organicky půdní podíl s rozdílnou mineralizací.

V procesu rekultivace zemědělské a lesnické se pravidelně do výsypkových substrátů dostává i organický podíl druhotného původu, tj. rostlinného, z odumřelých částí, jetelovin, bylin, travin, dřevin a keřů. Jeho množství a složení se neustále mění podle volby osevních postupů a dřevinné skladby. Výsledkem toho je neustále se měnící promíšení minerální půdní složky a složky organického původu jak primárního, tak i druhotného. První organická půdní složka je mineralizována, druhá je ve stavu pokročilé nebo počáteční mineralizace. Rovněž kromě rozdílné mikrobiologické aktivity (Jonáš 1975, Dimitrovský 1965, 1967, 1972) se obě tyto složky podílí na fyzikálních a chemických vlastnostech, jako je sorbce, teplota, stupeň desagregace, vzdušný a vodní režim substrátů. Podle celé řady provedených mikrobiálních testů (masopeptonovém agaru, thortonovém, jesenovém a Ashbyho agarů), testu amonizačních a nitrifikačních apod., bylo kromě jiného zjištěno, že z rekultivačních hledisek jsou nejdůležitější poměrové hodnoty huminových kyselin: fulvokyselinám v poměru 1,2 – 1,5 : 0,8 – 1,0.

Dále bylo zjištěno, že reciprocita huminových kyselin a fulvokyselin je vždy rozdílná a závislá především na vlhkostních a vzdušných poměrech jak u jílu málo a středně desagregovaných, tak i u jílu, které zcela pozbyly původní strukturu. Tento vývojově diferencovaný stav **půdní chemie** a

zejména **půdní fyziky** zásadním způsobem ovlivňuje i rhizologickou sféru bez ohledu na stáří profilu a druh pěstované vegetace. Všechna výsypková stanoviště bez rozdílu postrádají hladinu podzemní vody. Výsledkem toho je velmi mělké (povrchové) zakořenění všech druhů dřevin listnatých i jehličnatých. V důsledku toho se u žádné dřeviny nevyvíjí kulový kořen. Je většinou nahrazen tzv. kotevními a kosterními kořeny. Jejich výskyt je v poměru 4:3 a 4:4. Velmi diferencovaná je jejich délka ve směru horizontálním mezi dřevinami listnatými a jehličnatými, avšak vždy ve prospěch dřevin jehličnatých (obrázek č. 4). Výjimkou kotevních kořenů na výsypkových stanovištích a rostlých půdách jílovité povahy je jejich síla. Kotevní kořeny na výsypkách jsou většinou vyvinuty jen několik cm pod povrchem a jsou vždy silnější. Bilance půdní vody a její význam pro obnovu fytocenózy, zoocenózy a tvorbu malých vodních nádrží odvodňovacími opatřeními případně „mokřadů“ na výsypkách většinou převyšovaných je problémem velmi složitým. Jeho řešení předpokládá úzkou spolupráci odborníků v oblasti pohybu půdní vody v prostředí geologickém, vytvořeném ukládáním nadložních hornin, které je možno zařadit do matečných hornin. Většinou jde o „půdní“ prostředí jílovité povahy, strukturou a texturou nehomogenní podle způsobu volby vegetace a intervalu hospodaření i vývoje pedogeneze na samém počátku.

## 9.2. OBNOVA MALÝCH VODNÍCH NÁDRŽÍ

Pro zajímavost uvádím plochu rybníku u nás:

- a) 16. století.....180 tis. ha
- b) 19. století.....35 tis. ha
- c) 21. století.....52 tis. ha

Nicméně tvorba malých vodních nádrží ve výsypkovém vodním hospodářství je stále na samém počátku řešení. Složitost problematiky (Kutílek 1965, Samotán, Dimitrovský 1967) je předurčena naprosto odlišným charakterem „půdního“ prostředí na výsypkách s velmi flexibilní geografii, geomorfologií a částečně pedogenezí. Fyzikální, chemický, biologický a

společenský význam vody na antropogenních substrátech (horninách, zeminách) byl na rozdíl od rostlých půd, kde jsou v obecné poloze o významu vodního hospodářství dostatečné zkušenosti, již od prvopočátku experimentálně řešen katedrou hydromeliorací ČVUT, Výzkumným ústavem meliorací Praha a Báňskými projekty Teplice. Problémy související s volbou způsobu dobývání, odvodňování a zakládání výsypek byly vždy náplní Výzkumného ústavu hnědého uhlí v Mostě. Od 90. let minulého století projektovou dokumentaci týkající se problematiky rekultivací Sokolovska, zpracovává firma Leidgeb se sídlem v Karlových Varech. Tolik stručná historie problematiky. Malé vodní nádrže na výsypkách jsou obnovovány vesměs v procesu jejich tvarování a volby systému odvodnění (otevřené příkopy, odvodňovací žebra s ocelovým děrovaným potrubím obsypaným kameninou drtí, poldry, průlehy apod.). Všeobecně malé vodní nádrže slouží různým účelům. Současná platná ČSN 752410 do malých vodních nádrží zahrnuje všechny nádrže, které:

- mají objem vody menší než 2 mil. m<sup>3</sup>
- mají největší hloubku nádrže od nejnižšího místa u hráze až po max. hladinu menší než 9 m

Dále norma podle využívání a účelů dělí tyto nádrže na zásobní, ochranné, rybochovné, upravující vlastnosti vody a hospodářské.

### **9.3. TECHNICKÁ ÚPRAVA VÝSYPEK**

Dominantním faktorem vodní bilance při obnově nové krajiny formou rekultivace je vlastní geomorfologie, hydrologie a hydropedologie jednotlivých výsypek. Kritéria technické úpravy mají společného jmenovatele:

- horní zákon č. 44/ 1988 Sb. s novelizací č. 150/ 2003 Sb.
- stavební zákon č. 262/ 1992 Sb.,
- zákon o vodách č. 138/ 1973 Sb.

- zákon ČNR o ochraně přírody a krajiny č. 114/ 1992 Sb. a další (Dimitrovský 1999)

V procesu řešení hydrologických poměrů Sokolovské hnědouhelné pánve rozkládající se na cca 312 km<sup>2</sup> je značně složitou záležitostí **úprava důlních vod** kontaminovaných organickými a anorganickými látkami (uhelné substance, sírany, vápník, fyzikální jíly, jemný písek, amonné ionty, hořčík, z těžkých kovů: Fe, Mn, Al). Průměrná hodnota kontaminace u důlních vod je rozdílná, avšak velmi vysoká, pohybující se okolo 500 do 1230 mg\* l<sup>-1</sup>, přičemž nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb., připouští např. znečištění, jež je vesměs způsobeno síranovými ionty ve vodě (menší 300 mg\* l<sup>-1</sup>). Proces odstraňování síranových iontů se většinou realizuje metodou **desulfatace**. Desulfatace, tj. sražení síranových iontů se realizuje pomocí činidel a jejich kontaminací iontů Ca<sup>+2</sup>, OH, Al<sup>+3</sup>, AlO<sup>2-</sup>. Dávkování hydroxidu vápenatého Ca(OH)<sub>2</sub> je třeba volit podle stupně alkalického prostředí. Upravená voda se pak vypouští do recipientu. Účelem těchto opatření je zamezit škodlivému účinku důlních vod v recipientech a co nejméně ohrozit přijatelné přírodní životní prostředí (extravilán, intravilán). Nově vytvořené vodní prostředí nabízí podmínky pro život celé škály vodních živočichů, obojživelníků, vodního ptactva a v neposlední řadě i suchozemským živočichům. Celá problematika hydričké rekultivace v těžebních malých i velkých územních celcích je zařazena do územní stability ekologických systémů (ÚSES). Tato řešení vodní sítě využívají všech prvků ochrany vody, které jsou k nám k dispozici.

Hlavní podíl na obnově hydrologického režimu celého území Sokolovska postiženého lomovým dobýváním budou mít vodní nádrže vznikající zatápěním lomů rozdílných plošných výměr a objemu vody. Pro informaci v tabulce č.11 uvádím časový postup vzniku nových vodních nádrží zatápěním lomů až do vyuhlení.

**Tab.č.11: Časová posloupnost zatápění zbytkových jam – lomů**

Vodní plocha	Plocha hladiny [ha]	Hloubka [m]	Objem vody v [mil.m <sup>3</sup> ]	Doba napuštění
--------------	---------------------	-------------	------------------------------------	----------------

Boden	15	6,5	0,403	2002 - 2004
Jiří - Družba	1322	93,0	515,0	po roce 2040
Medard - Libík	493,44	50,0	119,85	2009 - 2011
Michal	29,25	5,6	0,716	2001 - 2003
Dalešice	480	99,0	127,3	
Lipno	4870	42,0	306,0	
Slapy	1390	70,0	269,3	

Pro porovnání v tab.č.11 uvádím plochu hladiny, hloubku a objemy vody u známých vodních nádrží Dalešice, Lipno a Slapy.

Z údajů v tabulce vyplývá, že na ploše zatopených lomů 1859,69 ha bude množství zadržované vody 635,204 mil. m<sup>3</sup>. U vodních nádrží Dalešice, Lipno a Slapy na ploše více než trojnásobné, tj. 6740 ha je objem vody 702,60 mil. m<sup>3</sup>.

Z těchto jednoduchých srovnání jednoznačně vyplývá, že objemy zadržované vody u zatápěných lomů jsou velmi vysoké. Základní vstupní hodnotou kvalitativního hodnocení napouštěné vody vždy bude její primární kvalita před vstupem do lomového prostoru. U všech výše uvedených lomů vzniknou jezera s průtokem vody do povodí řeky Ohře.

Zejména v posledních letech celá řada názorů na problematiku tzv. „mokré“ varianty, tj. hydrické rekultivace, je velmi odlišná a to z důvodu neověřených hypotéz.

Nová obnova hydropedologické a hydrologické sítě vodních poměrů těžbou postižené krajiny báňskou a ostatní průmyslovou činností je jedním z hlavních fenoménů při tvorbě nové krajiny na Sokolovsku.

Nové vodní plochy se stávají nedílnou a zřejmě i nejvýraznější složkou hydrologického režimu nové podoby sokolovské krajiny.

Všechny nové vodní plochy vzniklé odvodněním vnějších a vnitřních výsypek nebo po vyuhlení přímo zatápěním lomů patří mezi nejcennější přírodovědné krajinné celky, tj. mezi významné krajinné prvky.

Jejich význam spočívá v oblasti sociální, ekologické, ekonomické, estetické i celkové urbanistické struktury Sokolovské hnědouhelné pánve.

#### 9.4. EKONOMICKÁ NÁROČNOST HYDRICKÉ REKULTIVACE

Cena hydrické rekultivace je velmi rozdílná a závislá na geomorfologii území a množství vody v regionu.

Průměrné ceny u hydrické rekultivace se pohybovaly do roku 2006 v těchto relacích. Sokolovská uhelná a.s. 1,3 - 2,8 mil. Kč na hektar. Po roce 2006 dochází ke změně ceny vody dle vodního zákona pro hnědouhelné oblasti.

V tabulce je uvedena cena hydrické rekultivace dle % podílu zastoupení rekultivace v řešeném území a celkové náklady na rekultivaci až do vyuhlení území, z toho je vypočítána předpokládána cena hydrické rekultivace (celkové náklady jsou uvedeny v tab. č. 12).

Tab. č. 12 Cena hydrické rekultivace

<b>Typ rekultivace</b>	<b>Výměra hydr. rekultivace (ha)</b>	<b>Procentické zastoupení rekultivace (%)</b>	<b>Celkové náklady od r. 2003 do vyuhlení (mil. Kč)</b>	<b>Cena daného typu rekultivace (mil. Kč)</b>
<b>HYDRICKÁ</b>	<b>2244,32</b>	<b>17</b>	<b>43 305,723</b>	<b>7 361,973</b>

V rámci hydrických rekultivací je tedy nejdůležitějším úkolem zajistit jak vhodný tvar budoucí nádrže, tak dostatečný a trvalý zdroj kvalitní vody pro její naplnění a současně i vytvořit podmínky pro zamezení nadbytečného

vstupu živin do jezera (protieutrofizační opatření) a podpořit samočisticí funkce jezera. Mimo zatápění zbytkové jámy uhelných lomů, nebo těžeben různých nerostných surovin, je vhodné vytvářet i na výsypkách, či upravených základnách kamenolomů, vodní plochy, koncipované pro účely příměstské rekreace a pro sportovní účely.

## 10. OSTATNÍ ZPŮSOBY REKULTIVACÍ

Mezi ostatní způsoby rekultivací řadíme plochy, které nemají sloužit prioritně k hospodářskému účelu, ale slouží ke zvýšení biodiverzity krajiny a posílení systému ekologické stability (např.: mokřady, remízky, biokoridory autochtonních dřevin s vyšším podílem křovin, výsušné teplomilné louky, skaliska, slaniska a další). Při velkoplošné rekultivaci devastovaných území nehrají plošně podstatnou úlohu, ale v případě rekultivace malých bodových lokalit (např. malých těžeben nerostných surovin) mohou tvořit přímo takový významný přírodní a krajinný prvek.

Dalšími rekultivacemi zařazovanými mezi ostatní způsoby rekultivace je budování sportovišť a závodíšť na rekultivovaných plochách. Výhodou těchto staveb je, že pro jejich zřízení nemusí být zabírána další půda, protože k prvotní devastaci původně zemědělské nebo lesní půdy došlo již v minulosti a forma rekreačních aktivit na daných pozemcích jen umožní tyto devastované pozemky opět zapojit do užívání.

### 10.1. EKONOMICKÁ NÁROČNOST REKULTIVACE OSTATNÍ

U „ostatních“ způsobů rekultivace se průměrné ceny pohybují okolo 1 mil. Kč na hektar.

V tabulce je uvedena cena ostatní rekultivace dle % zastoupení rekultivace v řešeném území a celkové náklady na rekultivaci až do vyuhlení území, z toho je vypočítána předpokládána cena ostatní rekultivace (celkové náklady jsou uvedeny v tab. č.13).



**Tab. č. 13      Cena ostatní rekultivace**

<b>Typ rekultivace</b>	<b>Výměra ostatní rekultivace (ha) - les. parky, příměstská zeleň, komunikace</b>	<b>Procentické zastoupení rekultivace (%)</b>	<b>Celkové náklady od r. 2003 do vyuhlení (mil. Kč)</b>	<b>Cena daného typu rekultivace (mil. Kč)</b>
<b>OSTATNÍ</b>	<b>1973,81</b>	<b>15</b>	<b>43 305,723</b>	<b>6 495,859</b>

Z uvedeného přehledu jednotlivých způsobů rekultivace je patrné, že největší zastoupení mají rekultivace lesnické a posléze zemědělské, hydrické a ostatní.

## **11. HODNOCENÍ SOCIÁLNĚ-EKONOMICKÝCH DOPADŮ NA FUNKCE V KRAJINĚ**

Za hlavní složky krajiny lze považovat půdu, les a vodu. Krajina je výrobním a nevýrobním faktorem v životě společnosti. Krajina (případně její složky) je přírodním bohatstvím společnosti, avšak rovněž prací reprodukovatelným jměním. Pro společnost má na jedné straně sociální a ekonomický význam, na druhé straně má produkční a environmentální (mimoprodukční) význam. Je z titulu produkčních funkcí soukromým, tržním, statkem. Avšak pro své mimoprodukční (netržní) funkce a stejně tak pro své produkční tržní funkce charakteru pozitivních environmentálních funkcí, a trvale obnovitelných funkcí, je také veřejným statkem.

Svým účetním finančním rozsahem jsou jednotlivé složky krajiny v naší společnosti méně významné, než jaký je jejich význam v širším ekonomickém, sociálním a environmentálním kontextu ve společnosti. To se projevuje v různých společenských aktivitách různých společenských skupin,

v regionálních a rezortních politikách. A to rovněž v diferenciaci teritoriální včetně mezinárodní politiky, u nás výrazně s akcentem EU.

Protože do činnosti 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 je měly uspokojovat neustále roste, je rozhodování o využití a míře využití krajiny složitý, multidisciplinární a multisektorový proces. Klade stále větší nároky na kvalifikaci, odbornou zdatnost, zkušenost, rozvahu, multidisciplinární myšlení a vícekriteriální rozhodování (Šišák, 2008).

Ke změnám úrovně plnění funkcí krajiny může docházet z různých důvodů, ať již např. poškozením částí krajiny a jejích funkcí nebo intenzifikací vybraných funkcí krajiny na daném místě a v daném čase podle potřeb a požadavků společnosti (či jejích částí) na úkor plnění jiných funkcí krajiny. Plnění některých funkcí krajiny může být posilováno, zvyšováno, plnění jiných funkcí krajiny naopak oslabováno, zmenšováno. Rozhodování o tom, jakým způsobem a pro jaké cíle a účely (a tedy funkce) bude krajina v rámci společnosti na daném místě a v daném čase především využívána, je složitým a odpovědným komplexním vícekriteriálním procesem. Avšak v praxi často nedostatečně respektovaným. Při rozhodování o cílech a účelech využití krajiny v rámci společnosti je nutno vidět krajinu v celém komplexu jejích společenských funkcí. K rozhodování je třeba přistupovat vyváženě a s vědomím všech konečných sociálních a ekonomických důsledků, a to jak ve formě produkčních tak environmentálních (ekologických) dopadů, a jak v rámci celé společnosti v ČR, tak na příslušném území v daném čase.

Důležité je analyzovat kromě přírodních a ekologických poměrů rovněž sociálně-ekonomické poměry, a to včetně vlastnických vztahů v daném území. Za základní funkce, jejichž společenskou sociálně-ekonomickou významnost pro účely posouzení sociálně-ekonomické efektivity využívání krajiny a změn ve využívání krajiny je možno považovat na současné úrovni našeho poznání a dostupných informačních podkladů následující funkce krajiny:

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

Pro kalkulace sociálně-ekonomické efektivity daného rozhodování o změně ve využití příslušné části krajiny oproti dosavadnímu stavu užívání krajiny přichází v úvahu změny v plnění stávající úrovně funkcí krajiny. Na jedné straně jde o pozitivní výstupy, užítky, zejména v bloku zdravotně-hygienických funkcí, na druhé straně se jedná o negativní změny v úrovni plnění jiných funkcí krajiny. Pak jde v podstatě o tzv. "společenské náklady ušlé příležitosti" (opportunity costs), a tedy společenské vstupy. Pro hodnocení efektivity je podstatné vyjádřit společenský sociálně-ekonomický význam funkcí krajiny v hodnotové formě.

Kromě uvedeného je nutno analyzovat v mezích možností rovněž finanční vstupy, tj. náklady na změnu hospodaření a využití produkčních funkcí, náklady spojené s omezením hospodaření a na druhé straně je nutno analyzovat ekonomické výstupy, tj. tržní ekonomický přínos v rámci dané části krajiny.

## 12. ZÁVĚR

Předložená diplomová práce řeší celkovou problematiku obnovy krajiny sokolovské hnědouhelné pánve formou rekultivace zemědělské, lesnické, hydrické a tzv. ostatní. Hlavní pozornost jsem věnoval geologicko-pedologické charakteristice, která je limitujícím faktorem pro veškeré způsoby volby rekultivace. V rámci rekognoskace jednotlivých výsypek (Velká Loketská, Gustav, Lítov, Smolnice, Antonín) sokolovské hnědouhelné pánve jsem hlavní pozornost věnoval kvalitě provedených prací jak u lesnických, zemědělských, hydrických, tak i ostatních rekultivací v rámci několika exkurzí na těchto stanovištích. Celkově lze provedené rekultivace až na malé výjimky hodnotit velmi pozitivně.

Je třeba vyzdvihnout skutečnost, že sokolovská hnědouhelná pánev (sekce rekultivace) jako jediná v republice v rámci zemědělské produkce zavedla již po dobu více jak 12 let chov masného skotu plemene Charolais. Nermalou pozornost jsem rovněž věnoval finančnímu zajištění (ekonomice) všech provedených rekultivačních prací v jednotlivých letech jejich realizace.

Závěrem se sluší poděkovat všem pracovníkům sekce rekultivace za jejich pomoc jak v terénu, tak i v poskytování finančních analýz jednotlivých způsobů rekultivace hodnocených v mé diplomové práci.

## 12. LITERATURA

Beneš S., Semotán J., Voráček V.: Klasifikace nadložních zemin pro účely rekultivace v oblasti Sokolovského revíru. Závěrečná zpráva stát.výzk.úkolů, Praha 1964

Beneš S.: Obsahy a bilance prvků ve sférách životního prostředí. Část 1., Min.zem. České republiky, Praha 1993

Darmer G.: Zur forstlichen Rekultivierung schwierigen Kippenboden in Braunkohlentagebauebeite, Forst u.Jagd Jg. 5, 1955

Deitschmann C.R., Lane R.D.: How in strip-mined lands grow trees profitably, XII, Coal Age 56, 1951

Dilla L.: Wo neue Walder waschen. Informationen Rheinbraun 2, Auflage Dezember 1969

Dimitrovský K.: Lesnické rekultivace v oblastech postižených báňskou a průmyslovou činností. Lesnický časopis II, č. 6, str. 549-566, 1965

Dimitrovský K., Vesecký J.: Přeměny přípravných olšových porostů na výsypkách kotlíkovou sečí. Lesnická práce 46, č. 5, str. 121-125, 1967

Dimitrovský K.: Příspěvek k poznání vodního režimu výsypkových cyprisových jíílů v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve. Sborník ÚVTI – Meliorace, 2/1966

Dimitrovský K.: Vhodnost skrývaných nadložních hornin Sokolovské hnědouhelné pánve pro lesnické účely. Uhlí 9, č. 7, str. 291-296, 1967

Dimitrovský K.: Výzkum lesnické rekultivace převýšených výsypek v oblasti Sokolovské hnědouhelné pánve (HDBS). Závěrečná zpráva VÚM, 1970

Dimitrovský K., Kunt, M., Kasl, M., Štibinger, J., Prokopová, D.: Hydric reclamation on Sokolov region: „Forest, Wildlife and Wood Sciences for Society Development“, Prague, 16-18.4.2009

Dimitrovský K., Kozák J., Vacek O.: Posouzení obsahu rizikových prvků (těžkých kovů) ve vzorcích půd z lokality Smolnická výsypka. Studie VÚM 1996

Dimitrovský K., Jonáš F.: Zhodnocení kalů z ČOV potenciálně využitelných v procesu rekultivace výsypek na Sokolovsku. Studie VÚM Praha 5 – Zbraslav 1994

Dimitrovský, K. et Kunt, M. et Prokopová, D. et Štibinger, J.: Problematika obnovy lesů na výsypkových stanovištích, jejich vývoj, struktura a skladba. – In: sborník referátů FŽP J.E.Purkyně Ústí nad Labem, 2008.

Jiskra J.: Z historie uhelných lomů od Johanna Davida Adler von Starcka k Sokolovské uhelné akciové společnosti. Sokolovská uhelná, a.s., Sokolov, 1997

Kozák J.: Posouzení půdních poměrů okresu Sokolov. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku, 2001

Kozák J.: Vliv agrotechnických opatření na změnu pedofyzikálních vlastností výsypkových půdotvorných substrátů převrstvených a nepřevrstvených orničními materiály. Studie VÚM Praha, 1995

Kutílek M.: Stanovení specifického povrchu půd a zemin. Práce ČVÚT I, č. 3, 1963, SPN Praha

Kutílek M.: Hygroskopická půdní vláha I, II. Vodohosp.čas. SAV 10, 1, 2, 1962; II-29, 156-173

Kutílek M.: Vliv humusu na hygroskopickou půdní vláhu. Vodohosp. čas. SAV, 10, 3, 1962; 321-329

Mísař, Z., Dudek, A., Havlena, V., Weiss, J.: Geologie ČSSR I. Český masív. – SPN Praha 1983

Patejdl C.: Hospodaření s ornici a vhodnost jejího deponování. Vědecké práce VÚM, 1965

Pelíšek J.: Lesnické půdoznalství. SZN Praha 1957

Pópperl J.: Geologické poměry. Tvorba nové krajiny na Sokolovsku 2001

Pópperl J.: Rekultivační činnost – Hornická Příbram 2002 – sborník Hornická Příbram 2002

Semotán J.: Rekultivační charakteristika terciérních jíílů pro tvorbu půd v oblasti Severočeské a Sokolovské uhelné pánve, Sborník Meliorace – ÚVTI 1/1, 13-24, 1965

Semotán J., Dimitrovský K.: Charakteristika vodního režimu a propustnosti některých jílovitých výsypek v oblasti HDBS. Sborník referátů – III. mezinár.sympos. o rekultivaci, Praha 1967

Sklenička P.: Základy krajinného plánování. Nakl. N. Skleničková. Říčany 2003

Stejskal J.: Zemědělská geologie, Praha, 1958

Štýs S.: K problémům rekultivace devastovaných pozemků v oblasti SHD. Uhlí č. 7, 1960, č. II, 1960 a.

Urbanová T.: Tržní přístupy k ochraně životního prostředí. Liberální institut, Praha 2002

## 13. PŘÍLOHY



Bloky jílovce nadložního souvrství částečně se rozpadající pod  
vrstevnatosti. Lom (povrchový důl) Jiří, sv. od Sokolova, srpen





Nerozpadlé bloky kompaktního jílovce nadložního souvrství  
Lom (povrchový důl) Jiří, sv. od Sokolova, srpen 2001.



V průběhu zvětrávání lístkovitě se rozpadající cyprisové jílovce  
ního souvrství. Podkrušnohorská výsypka, s. od Sokolova, srpen



Ukončené a rozpracované rekultivace v západní části revíru - výsypka Silvestr



Kombinovaná zemědělsko-lesnická rekultivace na výsypce Dvory



Chov masného skotu Charolais na výsypkových stanovištiach (lučných porostech) v oblasti Sokolovska

