

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH  
BUDĚJOVICÍCH**

**ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA**

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

2007

Markéta Kosová

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

KATEDRA POZEMKOVÝCH ÚPRAV

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství  
Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí



## Možnosti rekultivace ploch zasažených těžbou a skládkováním v příměstské oblasti

Vedoucí diplomové práce  
Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor  
Markéta Kosová

2007

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma „Možnosti rekultivace ploch zasažených těžbou a skládkováním v příměstské oblasti“ vypracovala samostatně na základě vlastních zjištění a materiálů, které uvádím v seznamu použité literatury.

V Českých Budějovicích 9. 4. 2007

Markéta Kosová

Velice děkuji svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Pavlu Ondrovi, CSc., za odbornou pomoc a vedení zpracování mé diplomové práce. Dále bych ráda poděkovala pracovníkům firmy REKKA s.r.o. a panu Ing. Miroslavu Houfkovi (Teplárna a.s.), za poskytnutí informací, podkladů a mapových děl k řešené lokalitě.

## OBSAH

1. Úvod.....	3
2. Literární přehled.....	4
2.1. Rekultivace – jejich úloha a zásady.....	4
2.1.1. Členění rekultivací.....	5
2.1.2. Kritéria pro určení jednotlivých způsobů rekultivací.....	8
2.1.3. Fáze rekultivačního procesu.....	10
2.1.3.1. Fáze rekultivačního procesu při rekultivaci krajiny postižené těžební činností.....	10
2.1.3.2. Fáze rekultivačního procesu při rekultivaci skládek odpadů, odkališť a složišť.....	12
2.1.4. Zákony dotýkající se rekultivací a určující povinnost rekultivovat.....	13
2.2. Krajina.....	15
2.2.1. Vliv těžby na krajinu a životní prostředí.....	16
2.2.2. Povrchová těžba a její vlivy na krajinu.....	17
2.2.3. Hlubinná těžba a její vlivy na krajinu.....	20
2.2.4. Vliv těžby na litosféru.....	20
2.2.5. Vliv těžby na hydrosféru.....	24
2.2.6. Vliv těžby na biosféru.....	24
2.2.7. Vliv těžby na atmosféru.....	25
2.2.8. Vliv těžby na pedosféru.....	25
2.3. Rekultivace skládek odpadů, odkališť a složišť.....	26
2.3.1. Skládky.....	26
2.3.1.1. Technická rekultivace skládek.....	27
2.3.1.1.1. Technická rekultivace zabezpečených skládek.....	28
2.3.1.1.2. Technická rekultivace nezabezpečených skládek.....	30
2.3.2. Odkaliště.....	30
2.3.2.1. Technická rekultivace odkališť.....	32
2.3.3. Složiště.....	35
2.3.3.1. Technická rekultivace složišť.....	35
2.3.4. Biologická rekultivace.....	36
2.3.4.1. Lesnická.....	36
2.3.4.2. Sadovnická.....	37

2.3.4.3. Zemědělská.....	38
2.3.4.4. Biologická rekultivace kejdováním.....	39
2.3.5. Ekonomika.....	41
3. Charakteristika lokality – Odkaliště Hodějovice.....	43
3.1. Popis řešeného území.....	46
4. Metodika práce.....	48
4.1. Základní charakteristika navržené změny dotčeného území a jeho využití.....	48
4.1.1. Současný způsob užívání dotčeného území.....	48
4.1.2.. Navrhovaná změna.....	49
4.1.3. Orientační údaje o změně využití.....	50
5. Úprava území po ukončení změny využití území.....	51
5.1. Technický popis jednotlivých objektů.....	52
5.2. Základní údaje o provozu na dotčeném území.....	58
5.3. Popis vlivu navrženého způsobu využití území na životní prostředí a ochranu zvláštních záměrů.....	58
5.4. Návrh řešení ochrany dotčeného území před negativními účinky vnějšího prostředí.....	59
6. Biologická rekultivace odkaliště – Hodějovice.....	60
6.1 Vymezení kostry ekologické stability, návaznost na ÚSES.....	60
6.2. Druhové složení zakládaného porostu.....	61
6.3. Technologie výsadby dřevin na rekultivovaném odkališti.....	64
6.4. Povýsadbová péče.....	64
6.5. Úpravy na přechodech do stávající vegetace.....	66
7. Využití rekultivované plochy v delším časovém úseku.....	67
7.1. Využití rekultivované plochy jako příměstského lesa.....	67
7.2. Návrh naučné stezky o problematice rekultivace plochy.....	67
7.3. Možnost budování sportovišť.....	68
7.4. Možnost napojení na cyklostezky.....	69
7.5. Dálnice a rekultivovaná plocha.....	70
8. Závěr.....	71
9. Seznam použité literatury.....	72
10. Přílohy	

## 1. ÚVOD

Téměř každá lidská aktivita na zemském povrchu se určitým způsobem dotýká půdního fondu, a jsou to nejen zemědělské a lesnické zásahy. Na půdu si, vedle lesnictví a zemědělství, činí nároky také další hospodářská odvětví. Část půdního fondu je vyčleněna jako funkční ochranná zóna pro rekreaci, ochranná pásma vodních zdrojů atd. Při těchto polyfunkčních nárocích na půdu dochází často k překrývání zájmů, ale vždy by se mělo přihlížet k základní funkci půdy tj. k její produkční funkci v zemědělství a lesnictví. Podle „Evropské charty o půdě“, která byla vyhlášena bývalou Evropskou radou v roce 1972, je půda omezený, snadno zničitelný přírodní zdroj, musí být chráněna proti erozi, proti znečištění a politika regionálního plánování musí být v souladu s vlastnostmi půdy.

Rekultivace půdy je soubor různých opatření a práv, kterými zúrodňujeme půdy znehodnocené a zpustošené přírodní nebo lidskou činností. Jsou to zejména neplodné písčiny, štěrkoviště, svážná území, půdy zpustošené přírodními katastrofami (vodními záplavami, sesuvy, zemětřesením), půdy devastované dolováním uhlí, těžbou rud, výsypky průmyslových odpadů, vytěžená rašeliniště apod. Účelově i pracovní náleží rekultivace půdy do oboru meliorací, neboť se jimi má dosáhnout trvalého nebo alespoň dlouhotrvajícího zúrodnění. Způsoby rekultivací půdy jsou povahy technické nebo biologické. Je nutné vždy dbát na to, aby tvořily ucelený pracovní soubor, v němž se jednotlivé zásahy doplňují a podporují v působnosti.

V uvedené definici rekultivací nabývají na významu zejména půdy poškozené nevhodnými způsoby hospodaření. Stále větší antropogenní zátěž na půdu vyvolává řada nežádoucích změn fyzikálního, chemického i biologického rázu, vedoucích často ke snížení půdní úrodnosti nebo snížení kvality pěstovaných plodin. Protože za zkulturnění půd je považován vědomý zásah do půdního prostředí k vytvoření vhodných podmínek pro optimální vývoj kulturních rostlin, podobně jako zúrodnění půd (Válek 1992), lze k rekultivacím řadit všechny úkony obnovující úrodnost tam, kde byla dříve hospodařením poškozena.

## 2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

### 2.1. ÚLOHA REKULTIVACÍ A JEJICH ZÁSADY

Rekultivace již zdaleka neznámá prosté navrácení zdevastovaných ploch jejich původní funkci, čím dále tím více se totiž stává nástrojem revitalizace a krajinářsko-urbanisticko-ekonomického řešení dotčeného regionu zaměřeného na obnovu jeho ekologické stability a na umožnění jeho trvale udržitelného rozvoje (NOVÁKOVÁ, 1997).

Podle Borzyka (1997) doznaly rekultivace v posledním desetiletí tak značného rozmachu, že se z okrajové záležitosti stala samostatná biologicko-meliorační vědní disciplína. Se zvyšujícím se stupněm devastace půd a vegetace úměrně stoupají i nároky na rekultivaci a sanaci postižených územních celků.

Posláním rekultivací krajiny, postižené těžební činností, je zahladit důsledky těžby a vrátit těžební prostory a území do produktivního sociálně-ekonomického využívání. Rozsah a způsoby rekultivací se různí v závislosti na druhu těžené suroviny, způsobu dobývání a následků těžby, které jsou v podstatě výslednicí těžební činnosti v krajině, dále na ekologických vlastnostech rekultivovaných objektů a širšího okolí a konečně na sociálně-ekonomických podmínkách. Všechny uvedené podmínky představují soubor hlavních faktorů, z nichž se vychází při volbě způsobu rekultivace. Ten by měl být předem dán rozhodnutím správního orgánu formou generelu rekultivace.

Druh těžené suroviny má především vliv na ekologické vlastnosti i technické parametry objektů, určených k rekultivaci. Např. skupiny těžených surovin na území ČR jsou uhlí, rudy, štěrkopísky, cihlářské a keramické suroviny, rašelina, nafta a přírodní plyn. Každá z těchto skupin vyžaduje jiný přístup k následné rekultivaci.

Způsob dobývání jako rozhodující faktor devastace krajiny určuje druh devastačních následků těžby. Oboje je pak výchozím kritériem zejména pro určení hlavních způsobů rekultivace. Ekologické vlastnosti rekultivovaných objektů jsou důležitými faktory zejména při biologických rekultivacích, při nichž rozhodují vlastnosti rekultivovaných zemín, klima a čistota ovzduší (VOLNÝ, 1985).

Oproti rekultivaci krajiny zdevastované povrchovou těžbou, ve které je zničena povrchová půdní vrstva, narušena hydrografická síť, poškozena vegetace a zničeny stanoviště fauny, tedy rozvráceny ekosystémy, zahrnují rekultivace skládek odpadů, odkališť a většiny složišť jen menší plochy, a proto je náprava poněkud snazší.



Jako u ostatních lidských činností, které po jejich ukončení vyžadují rekultivaci a začlenění zdevastovaného území do krajiny, tak i rekultivace skládek, odkališť a složišť se musí připravovat zároveň s výstavbou a provozováním. Protože se jedná o stavby nebo vodohospodářská díla, které podléhají zákonnému stavebnímu a vodohospodářskému řízení a dalším zákonům, je nutné tyto zákony a předpisy znát. Úspěch rekultivací záleží na spojení poznatků biologických, ekologických, geografických, technických, hospodářských, politických, ekonomických a sociálních. Z toho vyplývá, že se dotýká více vědních oblastí a odborných oborů, a to na úrovni výzkumu, plánování, projekce a realizace. Cílem rekultivace je tedy obvykle vytvořit novou půdu, urychleně a kvalitně přeměnit devastované plochy tak, aby byly funkční zemědělsky, lesnicky, vodohospodářsky, rekreačně a ekologicky a začlenit uzavřené skládky, odkaliště a složiště do krajiny (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

### 2.1.1. ČLENĚNÍ REKULTIVACÍ

Pro členění rekultivací můžeme použít různá kritéria. Nejrozšířenější rozlišování dělí rekultivace podle převažujících činností v procesu rekultivace a podle způsobu finálního využití rekultivovaného území nebo objektu.

**TECHNICKÁ REKULTIVACE** soubor opatření technické povahy předcházející rekultivaci biologickou. Sestává obvykle ze skrývky ornice a ostatních zúrodnění schopných zemin, terénních úprav devastovaného pozemku, hydromelioračních a hydrotechnických prací, výstavby příjezdových komunikací, protierozních a stabilizačních opatření (VOLNÝ, 1985).

**BIOLOGICKÁ REKULTIVACE** je charakterizována jako závěrečná etapa rekultivace, kterou se navrácí půda nepříznivě dotčena zpět svému poslání.

Gloser, Moučka (1997) představují biologickou rekultivaci jako závěrečnou, avšak provázanou část technické rekultivace.

V rámci biologické rekultivace se rozlišují tyto způsoby rekultivací:

- zemědělská
- lesnická
- hydrická
- ostatní

Biologická rekultivace skládek, odkališť a složišť může být:

- lesnická
- sadovnická
- zemědělská
- popř. kejdováním

Kromě biologických způsobů rekultivace mohou tak být původně devastované pozemky, zejména vytěžené prostory pískoven, využity jako vodní nádrže pro různé účely. Takovéto rekultivace, k nimž vytváří předpoklady rekultivace technická, označujeme jako vodohospodářskou rekultivaci. Uvedené způsoby biologické a vodohospodářské rekultivace představují nejdůležitější a plošně nejrozsáhlejší součásti rekultivace krajiny dotčené těžební činností (KRYL, 2002).

**Zemědělská rekultivace** upraví území nebo objekt takovým způsobem, že po skončení zemědělské rekultivace se mohou na rekultivované ploše pěstovat různé zemědělské plodiny, odpovídající ekologickým podmínkám oblasti včetně speciálních kultur, jakými jsou ovocné sady, vinice, chmelnice. Zemědělské rekultivaci se dává přednost tam, kde těžbou je devastována zemědělská půda, nebo kde rekultivovaná plocha bezprostředně sousedí se zemědělsky využívanými pozemky kde stupeň degradace půdy nevyklučuje zemědělské využití, kde ekologické vlastnosti zemin mají předpoklady pro zemědělskou produkci nebo kde je technicky možné a ekonomicky únosné vytvořit technickou úpravu podmínky pro agroprodukcí (VOLNÝ, 1985).

**Lesnická rekultivace** má za cíl založit na rekultivované ploše lesní porost různého funkčního zaměření. Hlavním posláním lesního rekultivačního porostu v první fázi jeho existence je vždy funkce pedosférická, ať již ve smyslu ochrany půdy před vodní či větrnou erozí (půdoochranná funkce) nebo ve vztahu k tvorbě půdy, kdy les působí jako stimulator pedogenetických procesů (pedogenetická funkce) (VOLNÝ, 1985).

Kryl (2002) uvádí, že lesnická rekultivace se uplatňuje na lokalitách, kde těžbou byla odňata lesní půda, dále na těch územích a objektech, na nichž jsou nepříznivé podmínky reliéfu a půdy pro zemědělské využití nebo tam, kde z jiných společenských zájmů (hygienická ochrana prostředí, rekreace) je nutno zvýšit zastoupení lesní plochy.

Během dalšího vývoje lesních porostů mohou k pedosférické funkci přistoupit i další jako rekreační, hygienická, léčebná, hydriká, agromeliorační a konečně i produkční. Podle druhu rekultivovaného objektu a stavu jeho rehabilitace může počáteční pedosférická funkce lesního porostu v průběhu času ustoupit ze své priority a zůstat

pouze jednou z mnoha jiných funkcí lesa na daném objektu nebo zaniknout docela (VOLNÝ, 1985).

Některé prvky lesnické rekultivace mají mnohé společné rysy, jiné jsou výrazně ovlivněny druhem těžené suroviny a způsobem dobývání. Mezi prvky s převahou obecných rysů náleží například dřeviny jejich spon.

Výběr vhodných druhů dřevin pro lesnickou rekultivaci vyplývá z konkrétní situace. Dumbrovský (2000) doporučuje vybírat dřeviny přirozené, dle přírodních podmínek daného území. Na základě dosavadních zkušeností s rekultivací objektů po těžbě různých surovin i skladovaných odpadů však lze říci, že k lesnické rekultivaci je možné použít téměř všechny domácí druhy lesních dřevin a některé druhy introdukované, zde je však nutné požádat příslušné orgány státní správy (např. referáty státní správy) o souhlas s jejich navrhováním do rekultivačních porostů (KRYL, 2002).

Volba druhů pro řešení konkrétní lokality vyplyne z charakteru rekultivovaného substrátu, z nadmořské výšky, z klimatických podmínek a z hladiny imisního zatížení ovzduší. Dřeviny se vyznačují různou odolností vůči nepříznivým ekologickým podmínkám prostředí i různou náročností na podmínky prostředí a rovněž různým množstvím a kvalitou organického odpadu. Dřeviny, které jsou schopné úspěšně přežít v nepříznivém prostředí jsou nazývány „pionýrské“ a do této skupiny se dají zařadit např. olše lepkavá, olše šedá, bříza bílá. To znamená dřeviny, které jsou ekologicky málo náročné, přizpůsobivé na prostředí, mají menší ekonomický, užitný význam. Pro řešenou problematiku je označujeme souborným názvem dřeviny s převažující funkcí meliorační (ŠLEZINGR, 1996).

Vedle této skupiny jsou dřeviny s větší náročností na příznivější ekologické podmínky prostředí. Jsou to zpravidla dřeviny s vysokou užitnou hodnotou dřevní hmoty a jsou označovány jako dřeviny ekonomické, hospodářské, cílové. Pro rekultivační účely je označujeme názvem dřeviny s převažující funkcí produkční (hospodářskou). Jsou to dřeviny, které by měly tvořit hlavní zastoupení v konečné vývojové fázi rekultivačního porostu, a to zejména na lokalitách s příznivými sklonitostními a půdně-ekologickými podmínkami (VOLNÝ, 1985).

**Hydrická rekultivace** rozumí se jí biologické oživení tekoucích nebo stojatých vod na rekultivovaných plochách. Můžeme je rozdělit na dva základní typy:

- zřizování vodních toků
- zřizování vodních ploch (KRYL, 2002).

**Ostatní rekultivace** lze sem zařadit jednak nejméně intenzivní formy biologické rekultivace tzv. řízené sukcese, tj. dílčí technické rekultivace doplněné částečným ozeleněním s využitím následných sukcesích pochodů, ale i převážně technické formy vzniku vodních nádrží pro lov ryb i rekreaci, ozelenění sportovišť apod. (KRYL, 2002). Vodohospodářská rekultivace představuje úpravu území a objektů po těžbě surovin, vhodných pro vznik a trvalou existenci vodní plochy. Jde v podstatě o využití zvodnělých vytěžených lomů a poklesů nebo svedení vod do těchto lokalit a vhodnou hydrotechnickou úpravou o zajištění jejich odpovídajícího vodohospodářského využití (VOLNÝ, 1985).

### 2.1.2. KRITÉRIA PRO URČENÍ JEDNOTLIVÝCH ZPŮSOBŮ REKULTIVACÍ

Před vlastním zahájením rekultivačních prací je nutno se rozhodnout, k jakému pozdějšímu využití má plocha sloužit. Hlavním účelem rekultivačních prací v našich podmínkách s malou výměrou půdy musí být nepochybně navrácení pokud možno největšího množství ploch zpět do produktivního stavu.

V průmyslových oblastech však nelze vzhledem k velkým sídlištním a průmyslovým aglomeracím při této zásadě opomíjet ani požadavky společnosti na vhodnou úpravu životního prostředí a na vytvoření podmínek pro rekreaci. Při plánování rekultivačních prací je nutno rámcově postupovat podle posouzení těchto kritérií:

#### **1) Podle druhu a tvaru devastovaného objektu**

a) Poklesy a pinkoviště – jsou po technické úpravě většinou schopny rekultivace zemědělské (suché poklesy), neboť jde o rostlé půdy s poměrně malou členitostí povrchu. Důlní poklesy a propadliny mohou být však také zvodněné. Zvodněné důlní poklesy a propadliny jsou z hlediska tvorby vhodného životního prostředí velmi atraktivní. Jejich použití je však závislé zejména na jejich velikosti, tvaru, hloubce a umístění v terénu. V těchto případech je velmi výhodné, jestliže poklesy leží v povodí vydatnější vodoteče, neboť takto vodoteč do nich může být svedena, čímž je zajištěna i její soustavná výměna. Rozsáhlejší ploché poklesy, které se tvoří při rubání méně mocných slojí hluboko uložených, mohou být také vhodně upraveny jako rekreační plochy pro koupání se současným využitím pro sportovní rybářství.

b) Výsypky – mohou být použity podle jejich vlastností a vzájemných vztahů k celé krajině k rekultivaci zemědělské, lesnické, popř. k jiné činnosti. Vyznačují se makro- i mikrorelíéfem. Je-li povrch devastované plochy příliš členitý, navrhuje se obvykle k zalesnění, je-li povrch rovný nebo alespoň snadno srovnatelný, doporučuje se

k rekultivaci zemědělské. Velmi však záleží též na vztahu výsypek k úrovni okolního terénu.

## **2) Podle umístění v krajině**

Rekultivační snahy vycházejí ze současného stavu ozelenění území. V oblastech s extrémně nízkou lesnatostí v blízkosti sídlišť a průmyslových aglomerací je snaha prosazovat z hlediska tvorby nové krajiny způsob lesnický, a to často i na úkor zemědělského využití. Naproti tomu snadno přístupné velké plochy v areálech tradiční zemědělské výroby jsou naopak navrhovány k rekultivaci zemědělské, a to i s ohledem na vytváření vhodných ekonomicko-hospodářských celků.

## **3) Podle geologických a půdních vlastností**

Je nutno vycházet z posouzení zemin, nacházejících se na povrchu devastovaných ploch. V největších hnědouhelných oblastech nám to plně umožňují klasifikace zemin podle jejich vhodnosti k lesnickému či zemědělskému využití, vypracované na základě výzkumu.

## **4) Podle poměrů klimatických a především mikroklimatických**

Vzhledem k tomu, že klimatické faktory nejsou na územích postižených průmyslem tak variabilní, je třeba přihlídnout především k situaci mikroklimatické, která, hlavně v spojení s expozicí, má značný význam u převýšených výsypek, kde rozhoduje často o volbě druhu dřevin, způsobu zalesnění a někdy i o způsobu rekultivace.

## **5) Podle vodního režimu**

Plochy trvale zaplavené, pokud nejsou určeny k zasypaní, mohou být navrženy k zarybnění, k účelům retenčním, rekreačním nebo sportovním. Plochy zamokřené nebo zabahněné jsou po odvodnění navrhovány k zemědělskému využití a jsou-li neodvodnitelné, k zalesnění vlhkomilnými dřevinami.

## **6) Podle životnosti plochy**

Vzhledem k tomu, že některé plochy uvolněné pro rekultivaci mají jen dočasný charakter a poté dojde k jejich opětovnému narušení, je nutno předem posoudit i tuto okolnost. Podle doby trvání jde pak o rekultivaci přechodnou či krátkodobou s využitím rychle rostoucích dřevin nebo pro specializovanou zemědělskou výrobu s dočasným zatravněním a s jejich postupnou přeměnou na ornou půdu. Vhodné je oset tyto plochy léčivými rostlinami nebo na nich vysadit rychle plodící bobuloviny, zvláště pak černý rybíz.

### **7) Podle blízkosti sídlišť, průmyslových center aj.**

Blízkost sídlišť, popř. průmyslových center, je též často rozhodující při volbě rekultivačního druhu, neboť zde nastupují zájmy zlepšení životního prostředí a tím i zlepšení obyvatelnosti těchto narušených oblastí. V těchto případech je dáována přednost rekultivaci lesnické.

### **8) Podle mechanizační přístupnosti:**

Velké komplexy přístupné pro těžkou zemědělskou mechanizaci budou s přihlédnutím k vybudované komunikační síti zásadně navrhovány k zemědělskému využití. Malé, často extenzívně položené plochy budou pak rekultivovány spíše lesnický nebo jiným způsobem.

Při volbě způsobů rekultivací je třeba vždy dbát na to aby rekultivovaná krajina měla tyto základní vlastnosti:

- ekologickou vyváženost
- zdravotně-hygienickou nezávadnost
- efektivní a potenciální produkceschopnost
- estetickou působivost a rekreační účinnost (MAUER, 1985).

## **2.1.3. FÁZE REKULTIVAČNÍHO PROCESU**

### **2.1.3.1. FÁZE REKULTIVAČNÍHO PROCESU PŘI REKULTIVACI KRAJINY**

#### **POSTIŽENÉ TĚŽEBNÍ ČINNOSTI**

**Přípravná fáze** rekultivační problematiky má především preventivní a optimalizační funkci a účinnost. Již vyhledávací průzkum ložisek je nutno řešit s ohledem na možnosti komplexní a koordinované exploatace nerostných surovin a přírodních zdrojů v daném prostoru. Během přípravné fáze je nutno preventivně řešit střety zájmů za předpokladu přednostního prosazování celospolečenských priorit. Ve vodohospodářsky důležitých oblastech je nutno např. ze sféry zájmů těžby vyloučit část krajiny s hydričnou funkcí sběrného území, v zemědělsky efektivních územích pozemky s mimořádně úrodnými půdně ekologickými stanovišti apod. (ŠTÝS, 1990).

Rekultivační záměry mají být uplatňovány již při zpracování územně-plánovací dokumentace v rámci obecného řešení rozvoje územní organizace a struktury územních celků, územního řešení těžby i rekultivace (VOPRAVIL, 2000).

**1) Důlnětechnická fáze** rekultivační problematiky má převážně preventivní charakter a navíc se vytvářením podmínek pro rekultivaci výrazně podílí na jejím celkovém úspěchu. Již během těžby je nutno řešit všechna technicky realizovatelná a ekonomicky únosná opatření k minimalizaci deteriorezačních vlivů na prostředí v rámci celého dobývacího prostoru a především k plánovitému vytváření vhodných předpokladů pro řešení následné rekultivace v souladu s cílovou strukturou a funkcí, v souladu s cílovou představou o optimálním způsobu využívání daného území. Mimořádná pozornost musí být přitom věnována řízené tvorbě devastovaných území, hlavně umístování výsypek, odvalů či složišť v krajině, jejich vhodnému tvarování a selektivnímu odkluzu neproduktivních hornin a zemin, neboť již během těchto etap těžby, během kterých dochází k rozsáhlým technogenním transformacím ve všech sférách přírodních částí krajiny, lze výrazným způsobem ovlivňovat rozsah a intenzitu devastace, ekologicko-stanovištní podmínky devastovaných území, které se následně výrazně podílejí na výsledné efektivnosti rekultivace. Dosavadní praxe dokazuje, že plánovitě usměrňovanými a důsledně koordinovanými technogenními transformacemi lze vytvořit i devastovanou krajinu výsypek a zbytkových lomů s potenciálně vysoce progresivními vlastnostmi krajinného prostředí (ŠTÝS,1990).

**2) Biotechnická fáze** rekultivačního cyklu je řešitelná:

- **skupinou prací technické povahy**, jejímž úkolem je zlepšování ekologických vlastností území určených k rekultivaci. Základním smyslem těchto opatření je odstranění deficitní povahy stanoviště.

Do této skupiny řadíme:

- terénní úpravy, kterými je řešen prostor litosféry, a to úpravou reliéfu a tím i horninného prostředí
- navážky úrodných a potenciálně úrodných hornin a zemin, jimiž jsou upravovány poměry pro optimalizaci poměrů a vývoje v pedosféře a v některých složkách hydrosféry,
- hydrotechnická opatření, která jsou v podstatě řešením odtokových poměrů a představují obnovu či tvorbu nové hydrografické soustavy v dané části krajiny, přičemž ovlivňují hydrické poměry v nadzemní i podzemní sféře
- hydromeliorační opatření, jejichž základním smyslem je optimalizace hydrických poměrů v pedosféře, obsahují soustavy odvodňovacích prací a závlah

- technickou stabilizaci svahů a systém protierozních opatření, jejichž smyslem je minimalizace dynamiky geomorfologických procesů ve svažitém území devastovaných ploch a tím i ochrana rekultivačních kultur
  - výstavbu komunikací, kterými jsou rekultivované pozemky zpřístupňovány, a tím umožňována realizace rekultivace a následně i jejich užívání
- **skupinou prací biologické povahy**, které mají v rámci celého cyklu rekultivačních prací finální charakter
- v případech **zemědělských rekultivací** jde o soubor účelových agrotechnických opatření, popř. o zakládání speciálních kultur,
  - při **lesnické rekultivaci** o soubor lesnických prací spojených se zakládáním kultur na nelesní, v tomto případě na devastované půdě

**3) Postrekultivační fáze** je zahajována předáváním zrekontrovaných pozemků do následného užívání. Rekultivační problematika má vazbu i na sféru účelného obhospodařování rekultivací vzniklých půd a kultur.

**Při zemědělské rekultivaci** jde hlavně o specifické problémy ve vztahu k udržování a zvyšování úrodnosti zrekontrovaných pozemků, v případech **lesnických, lesoparkových či parkových kultur** jde o účelný systém pěstebních opatření, kterým respektujeme některé specifické odlišnosti v ekologické charakteristice stanovišť rekultivovaných pozemků, popř. zvláštnosti vyplývající z účelového zakládání kultur.

Je zřejmé, že rekultivace je interdisciplinární činností, která je úspěšně řešitelná jen v úzké součinnosti biologických, geografických, technických a společenských věd včetně filozofické nadstavby. Dotýká se mnoha vědních oblastí a několika oborů praktické činnosti, a to na rovní výzkumu, plánování, projekce i realizace. Musí být řešena integrovaně, v souladu se všemi aktivitami ekologické i sociální sféry, které charakterizují stav a vývoj v řešené části krajiny (ŠTÝS, 1990).

#### 2.1.3.2. FÁZE REKULTIVAČNÍHO PROCESU PŘI REKULTIVACI SKLÁDEK ODPADŮ, ODKALIŠŤ A SLOŽIŠŤ

Pro rekultivaci je příznačné, že se připravuje zároveň s vlastní činností, která ji potřebuje, a proto má čtyři fáze, které jsou časově odděleny.

**1) Přípravná fáze** má funkci preventivní a optimalizační, ve které se uplatňují rekultivační záměry v územně plánovacích podkladech (územní generel, územní



prognóza, územně technické podklady) a v územně plánovací dokumentaci (územní plán ve stupni velkého územního celku, územní plán obce a regulační plán). Orgán územního plánu ve schvalovacím řízení, především posledních dvou plánů územně plánovací dokumentace, pak vydá závazné územní rozhodnutí. V této fázi je nezbytně nutné vznést připomínky veřejnosti a různých ochrannářských iniciativ a institucí k zamýšlené výstavbě, a ne až při vlastní výstavbě. Po územním rozhodnutí následuje vypracování projektu rekultivace, který je schvalován ve stavebním řízení. Zároveň se získávají finanční prostředky.

**2) Provozně-technologická fáze** je obdobím provozu skládek, odkališť, elektráren, dolů apod. Tato fáze výrazně ovlivňuje rozsah a intenzitu devastace a výslednou efektivnost rekultivace. Proto je třeba dbát na selektivní odklizení zemin i na jejich tvarování. U skládek odpadu se může instalovat odplyňující zařízení.

**3) Biotechnická fáze** tvoří již vlastní rekultivaci, která se dělí na technickou a biologickou. Technická spočívá v terénních úpravách a v navázce zemin, v hydrotechnických opatřeních, v technické stabilizaci svahů a ve výstavbě komunikační sítě. Biologická rekultivace ukončuje rekultivační práce.

**4) Postrekultivační fáze** začíná předáním zrekontrovaných pozemků do následného užívání a pokračuje ve většině případů ve sledování vlivu na životní prostředí na vybudovaném monitorovacím zařízení.

#### 2.1.4. ZÁKONY TÝKAJÍCÍ SE REKULTIVACÍ A URČUJÍCÍ POVINNOST REKULTIVOVAT

Těmito zákonnými předpisy jsou zákon o ochraně zemědělského půdního fondu a navazující vyhlášky, horní zákon, stavební zákon, zákon o vodách, zákon o odpadech a zákon o posuzování vlivů na životní prostředí.

V zákoně č. 334/92 Sb. a zákoně č. 53/66 sb. ve znění zákona č. **10/93 Sb. O ochraně zemědělského půdního fondu** se požaduje zemědělskou půdu co nejméně narušovat, a pokud k narušení dojde, vyhodnotit předpokládané důsledky navrhovaného řešení na zemědělský půdní fond s přihlédnutím možnosti rekultivace. Podle zásad ochrany zemědělského půdního fondu (§4) se musí po ukončení povolené nezemědělské činnosti neprodleně provést taková terénní úprava, aby dotčená půda svým tvarem, uložením zeminy a vodními poměry byla připravena k rekultivacím a způsobilá k plnění dalších funkcí v krajině podle schváleného plánu rekultivací.

V §8 se předepisuje odděleně skrývat svrchní kulturní vrstvu půdy, popř. i hlouběji uložené zúrodnění schopné zeminy, a to na celé dotčené ploše, a postarat se o jejich hospodárné využití nebo uskladnění pro rekultivace podle schválených plánů rekultivací.

**Ve vyhlášce č. 13/1994Sb. O některých podrobnostech ochrany zemědělského půdního fondu,** kterou se upravují některé podrobnosti ochrany zemědělského půdního fondu, se upřesňuje postup rekultivací a mimo jiné i vymezují nejvyšší přípustné obsahy škodlivých látek v půdě. V §11 se uvádí nutnost odstranit před zahájením rekultivací na dotčených pozemcích dočasně stavby. O rekultivaci pozemku se musí vést protokol (tj. provozní deník, zápisy o postupu prací a termínech ukončení jednotlivých etap). Po ukončení rekultivace ten orgán ochrany zemědělského půdního fondu, který vydal rozhodnutí o dočasném odnětí ze zemědělského půdního fondu, oznámí možnost převzetí rekultivovaných pozemků vlastníkem nebo nájemcem půdy.

V příloze vyhl. č. 13/1994 je uveden obsah plánu rekultivací půdy, který tvoří :

- technická část – uvádí se množství skrývaných zemin a způsob využití, cíl a způsob terénních úprav pozemků, úpravy vodního režimu, meliorační opatření, způsob vybudování příjezdových a provozních komunikací
- biologická část – meliorační osevni postup, intenzita hnojení, cíl rekultivace
- časový postup technické a biologické rekultivace
- rozpočet nákladů na rekultivaci
- mapové podklady – vymezení technických objektů, biologicky rekultivovaných ploch, profily terénu před a po rekultivaci, včetně napojení rekultivovaných území na okolní terén

**V horním zákoně č. 439/92 sb. a v doplňku č. 163/93 Sb. a v zákoně č. 44/88 Sb. O ochraně a využití nerostného bohatství** se stanovuje povinnost sanace dotčeného území, včetně rekultivace, a vymezuje se obsah plánu rekultivací.

Protože skládka i odkaliště jsou stavbou, platí zákon č. 50/1976 Sb. doplněný zákony č.103/1990 Sb., č.425/1990 Sb., č.262/1992 Sb. a č.43/1994 Sb., č.19/1997 Sb. a č.83/1998 Sb. **O územním plánování a stavebním řádu,** ve kterém se vyžaduje rekultivaci územně naplánovat a podrobit projekt rekultivace i její realizaci stavebnímu řízení.

Zákon č.138/1973 Sb. **O vodách** se dotýká odkališť jakožto vodohospodářského díla. Pokud je odkaliště umístěno v údolí s tokem, musí být vypracován „Manipulační a provozní řád.“

Zákon č. 138/1973 Sb. **O odpadech** stanovuje povinnost vytvářet finanční rezervu na rekultivaci skládky. Z pozice zákona o odpadech se na rekultivaci můžeme dívat jako na zařízení sloužící k využívání odpadů, ale pak potřebujeme souhlas příslušného krajského úřadu k provozování zařízení s jeho provozním řádem. Veškerá nakládání s odpadem od jeho převzetí až po využití při rekultivaci je popsáno a schváleno v provozním řádu zařízení a primárním smyslem rekultivace je využití širšího sortimentu odpadů (HRDINA, 2003).

Zákon č.244/1992 Sb. ve znění zák. **č.132/2000 Sb. O posuzování vlivů na životní prostředí** předepisuje vypracovat oprávněnou osobou dokumentaci o hodnocení vlivu stavby nebo technologie na životní prostředí, a to z hlediska rekultivací pro vyjmenované případy takto: v působnosti Ministerstva životního prostředí jsou to zařízení pro nakládání s komunálním odpadem o roční kapacitě nad 100 000 t/rok, do působnosti orgánu kraje náležejí kapacity v rozmezí 10 000 až 100 000 t/rok a dále odkaliště a kalová pole s kapacitou nad 100 000 m<sup>3</sup> a pak ta s výškou hráze nad 10 m od základové spáry (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA 2001).

**Ustanovení § 10 odst.2 zákona č. 61/1988 Sb. , o hornické činnosti, výbušninách a o státní báňské správě**, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „zákon č. 61/1988 Sb.), ukládá organizaci vyčíslit v plánu otvirky, přípravy a dobývání předpokládané náklady na sanaci a rekultivaci pozemků dotčených vlivem dobývání výhradního ložiska. Současně musí být předložen návrh na vytvoření potřebných finančních rezerv a návrh na časový průběh jejich vytvoření. Obdobná ustanovení obsahuje i vyhl. č. 140/1988 Sb. ve znění pozdějších předpisů (STIEBITZ, 2001).

## 2.2. KRAJINA

Krajina jako určitá součást zemského povrchu je velmi složitým hybridním sociálně-ekologickým systémem, který je tvořen množinou subsystémů neživých a živých částí přírody, člověkem pozměněných a uměle vytvořených složek.

Je otevřeným systémem, ve kterém se uskutečňují životní procesy organismů ve vzájemných interakcích mezi živými a neživými složkami ekosystémů. Krajina je v podstatě územní částí životního prostředí i lidské populace, v těchto souvislostech je hierarchicky uspořádaným systémem velkého počtu přírodních a sociálních složek abiotické, hybridní a biotické povahy, jehož vlastnosti odpovídají požadavkům člověka z hledisek biologických a sociálních potřeb, je systémem, s nímž je člověk ve vzájemné stálé interakci, jehož svou aktivitou ovlivňuje a je jím ovlivňován.

Všechny základní aktivity člověka, které ovlivňují prostor krajiny, mají vzestupnou tendenci. Mezi aktivity, ovlivňující krajinu patří též destrukce krajinného prostředí, která bývá nejvýraznější zpravidla při těžbě nerostných surovin. Pokud byla exploatace nerostných zdrojů přírody realizována v ekologicky vyrovnaném a stabilizovaném prostředí roztroušenou formou v malém rozsahu, nebylo pro autoregulační síly přírody problémem zahlazovat negativní vlivy těžby bez přispění člověka. Rozvoj výrobních sil, rozvoj techniky a technologií, mechanizace a automatizace, výrazně se zvyšující poptávka po surovinách obecně, zvláště však po zdrojích energie, směřují ke koncentrované těžbě rudných i nerudných surovin ve velkých výrobně hospodářských jednotkách a k exploataci ložisek, která jsou až dosud považována za nebilanční. S růstem výkonů mechanizace zemních prací se bude těžba stále výrazněji orientovat na povrchové způsoby (ŠTÝS,1990)

### 2.2.1. VLIV TĚŽBY NA KRAJINU A ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Těžba surovin na pevninském povrchu má v podstatě dva způsoby, a to hlubinný a povrchový (tj. v dolech a lomech). Do nedávné doby se rudy a uhlí dobývaly hlubinným způsobem, v menší míře i ostatní nerosty (např. sůl). Povrchový, nazývaný rovněž lomový způsob, byl odedávna spojen především s dobýváním stavebních a keramických surovin, jejichž ložiska se vyskytují na povrchu zemské kůry nebo bezprostředně pod povrchem (VOLNÝ, 1985).

Štýs (1981) uvádí, že s rozvojem techniky se rozšířily podmínky pro uplatňování lomového způsobu těžby surovin i ve větších hloubkách. Důvodem lomového způsobu dobývání ložisek surovin je větší rentabilita a maximální výtěžnost (až 100%).

Těžba surovin se dotýká všech základních složek krajiny a životního prostředí. Některé vlivy jsou společné, avšak většina vlivů má svůj vlastní specifický charakter, vyplývající ze způsobu dobývání a z druhu těžené suroviny (VOLNÝ, 1985).

Nezbytným průvodním jevem těžby jsou technogenní transformace krajiny, přičemž dochází k destrukci základních součástí přírodních složek krajiny v prostoru litosféry, hydrosféry, troposféry, pedosféry i biosféry a navíc zpravidla i různých složek sociálního prostředí. Se změnou struktury dochází přitom i k výrazným funkčním změnám v ekologické i sociálně-ekonomické sféře, přičemž jsou degradovány až devastovány struktury a tím i funkce všech ekosystémů krajiny (ŠTÝS, 1990).

Většina složek krajiny, které jsou životním prostředím lidské populace, je nezbytná k výrobní činnosti člověka a současně je vnějším rámcem jeho existence. Jde hlavně o horninné prostředí, půdu, vodu, vzduch a zeleň. Dochází-li k narušení těchto složek v důsledku výrobních aktivit, projeví se to zpravidla jejich narušením i jako základních součástí životního prostředí člověka. Všechny základní rysy společenského rozvoje mají funkční vazby a jsou zastupitelné jen v omezeném rozsahu. Deformace ve sféře krajiny jako životního prostředí nelze zaměnit za hmotný blahobyť, konzumním způsobem nelze nahradit humánní životní styl, jehož cílem je zdravý a harmonický rozvoj osobnosti v souladu se společensky efektivními tendencemi (ŠTÝS,1990).

### 2.2.2. POVRCHOVÁ TĚŽBA A JEJÍ VLIVY NA KRAJINU

Pro povrchový způsob dobývání ložisek jsou rozhodující:

- geneze ložiska
- poloha
- tvar a mocnost
- množství zásob užitkového nerostu
- plošný rozsah
- hydrogeologické poměry
- klimatické poměry
- možnosti nasazení potřebné mechanizace a uplatnění realizovatelné těžební metody
- stupeň zastavěnosti povrchu území
- hodnota území z hledisek zemědělství, lesnictví či ochrany přírody
- rozhodujícím je však **hloubka dobývání**, která je hodnocena nejen z technologických, ale především z ekonomických hledisek, jež zpravidla rozhodují o tom, zda je lepší ložisko těžít povrchově nebo hlubinně.

Velkou předností povrchových způsobů těžby je vysoká výrubnost ložiska, což je nutno hodnotit nejen z ekologických hledisek, ale i v souvislostech s nutností efektivního využívání přírodních zdrojů. Hlubinné způsoby těžby se vyznačují v porovnání s povrchovou těžbou vesměs výrazně nižší výrubností.

Povrchové způsoby těžby mají proti hlubinným metodám tyto hlavní výhody:

- vyšší roční těžby
- vyšší výkony vztažené na zaměstnance – to znamená vyšší produktivitu práce a z toho vyplývající nižší potřebu pracovních sil
- nižší těžební náklady
- vyšší výrubnost ložiska,
- lepší možnost selektivní těžby a tím i možnosti komplexního využití všech ložisek nerostných surovin v daném dobývacím prostoru
- větší bezpečnost a hygienu práce
- lepší pracovní podmínky.

Vedle těchto výhod má však povrchová těžba i tyto nevýhody:

- vyšší stupeň technogenní transformace těžebních území, která postihuje všechny přírodní subsystémy. Projevuje se to výraznou devastací nejen v prostoru vlastního lomu, ale i vnějších výsypek, a to změnami v prostoru:
- **litosféry**, kdy je měněn reliéf území, nadmořská výška i charakter horninového prostředí. Reliéf je povrchovou těžbou modelován výškově, expozičně i inkliničně. Během skrývky, dopravy a zakládání dochází k destrukci původního horninného prostředí, k výrazné petrografické statigrafické a hydrogeologické transformaci,
- **atmosféry**, kdy dochází ke změnám klasických klimatických veličin a k ovlivňování kvality vzduchu. Příčinou mikroklimatických a mezoklimatických změn jsou hlavně transformace reliéfu, nadmořské výšky, členitosti území, jeho expozičních a inkliničních vlastností, barvy, vlhkostních poměrů a vegetační pokrývnosti. Na některých lokalitách to mohou být i tepelné emise, plynné škodliviny a prašnost,
- **hydrosféry**, přičemž hydrologický režim celé oblasti je zpravidla výrazně transformován. Tyto změny mohou mít záporný i kladný charakter.

Převážně **záporně** působí povrchová těžba na vodní režim:

- a) vlivem důlního díla jako drenáže
- b) umělým odvodňováním předpolí lomů
- c) likvidací nebo přeložkami existujících vodotečí a vodních nádrží
- d) změnou horninného prostředí

- e) změnou odtokových poměrů
- f) výrazným snížením hladiny spodních vod v okolí lomu
- g) častým zvýšením hladiny spodních vod v okolí vnějších výsypek.

Povrchová těžba však působí na vodní režim někdy i **kladně**:

- a) zvýšenou akumulační kapacitou ve zbytkových lomech
- b) zlepšováním průtoku vod v tocích vypouštěním značného množství důlních vod
- c) využíváním důlních vod k užitkovým nebo pitným účelům
- d) přiblížením původní hluboko zapuštěné hladiny podzemní vody
- e) vytvářením rekreačně účinného potenciálu vodních ploch.

Z hlediska kontaminace jsou důlní vody z povrchových uhelných dolů většinou charakteristické:

- nízkou hodnotou pH
- velkou tvrdostí
- vysokými obsahy iontů kovů
- vysokou koncentrací rozpuštěných suspendovaných látek, mimořádně nízkými obsahy organických látek
- **pedosféry**, kdy dochází k degradaci půdy v okolí lomů a vnějších výsypek vysoušením, zamokřením, zaplavením zeminou či kontaminací vodou nebo vzduchem, k destrukci půdy záborem lomu, vnější výsypkou či provozním zařízením
- **biosféry**, přičemž dochází k degradaci až destrukci neživých i živých složek ekologických systémů.

Narušovány jsou:

- **neživé složky** – horninné prostředí, reliéf, atmosféra, hydrosféra a pedosféra
- **živé složky** – fytocenózy, zoocenózy a mikrobiální cenózy

Z dalších nevýhod povrchové těžby nutno upozornit na větší omezení sídelní, průmyslové zástavby a technické infrastruktury krajiny, na menší technickou i ekonomickou hloubku dobývání a na větší závislost na klimatických faktorech.

Celkově možno konstatovat, že podíl povrchové těžby ve světě, především pro ekonomickou výhodnost, stále stoupá (ŠTÝS, 1990)

### 2.2.3. HLUBINNÁ TĚŽBA A JEJÍ VLIVY NA KRAJINU

Hlubinným způsobem jsou těžena ložiska uhelná, ložiska rud i různých nerudných surovin. Vzhledem k odlišnému charakteru nerostu i nadloží se odlišnými způsoby hlubinně těží uhelné sloje a ložiska rudných a některých nerudných surovin.

Hlubinné dobývání uhelných ložisek je organizováno v závislosti na mocnosti, úklonu a technologických vlastnostech dobýváním sloje komorováním, pilířováním a zátinkováním nebo stěnováním. Těžba je organizována buď na zával, nebo na zakládku vyrubaných prostor. Zvolená dobývací metoda je činitelem, který ovlivňuje změny vznikající báňskou činností na povrchu dobývacího prostoru. Při komorování vznikají po vytěžení uhlí v komoře a propadnutí stropu na povrchu zpravidla nálevkovité propadliny. Při stěnování v lávkách nebo na celou mocnost sloje bez základy vznikají poklesové kotliny, jejichž hloubka odpovídá mocnosti těžené sloje. Při stěnování se základkou jsou poklesy povrchu méně intenzivní a závislé na druhu použitého základkového materiálu a na technologii zakládacích prací. Čím více důlní podnik zakládá vytěžené prostory v dole, tím méně poškozují krajinu a snižuje i náklady na její rekultivaci (ŠTÝS, 1990).

### 2.2.4. VLIV TĚŽBY NA LITOSFÉRU

Litosféra je složkou krajiny a životního prostředí, která je těžební činností nejintenzivněji narušována. Je to především zábor různých kategorií půdy pro pomocné provozy těžby, pro vlastní těžbu suroviny a pro ukládání těžebních odpadů. Toto narušení krajiny a životního prostředí je spojeno především s provozem povrchové (lomové) těžby u níž rozhodující vliv na zábor pozemků má horizontální rozloha ložiska a mocnost nadložních vrstev nutných k odkryvu (VOLNÝ, 1985)

Podle Štýse (1981) povrchová těžba převážně zvýrazňuje výškovou i prostorovou členitost reliéfu a je příčinou změn v horninném prostředí. Vytváří převážně konvexní a částečně i rovinné konkávní formy reliéfu. Z konvexních to jsou převýšené vnitřní a vnější výsypky, z rovinných úroňové výsypky sypané či plavené a z konkávních zbytkové lomy a podúroňové výsypky, přičemž zbytkové lomy mohou být buď nezavodněné, nebo zavodněné. Nově vzniklé montánní formy reliéfu podléhají intenzivnímu morfologickému vývoji. Konvexní tvary jsou modelovány deflací, vodní erozí a svahovými sesuvy, rovinné tvary hlavně deflací a tvary konkávní svahovými sesuvy v prostoru okrajových svahů zbytkových lomů a obrazí břehových částí lomových jezer.



Základní typy antropogenních novotvarů vzniklých v reliéfu krajiny

### **1) Lomy**

Lomy jsou novotvarem v morfologii krajiny, dotčené těžební činností. Jako takové jsou důsledkem povrchové těžby surovin. Pokud nejsou využity k uložení skrývkové zeminy do úrovně terénu, zůstávají trvalým antropogenním novotvarem v morfologii litosféry. Někdy se využívají zbytkové jámy (lomy) jako různé druhy vodních nádrží.

### **2) Poklesy**

Poklesy terénu jsou způsobeny závalem nadložní horniny do prostorů po vytěžené surovině při hlubinné těžbě. Intenzita poklesů je závislá na soudržnosti hornin a nadložních vrstev, na hloubce dobývání, na mocnosti těžených slojí atd. Forma poklesů je různá. Vyhraněnou formou jsou nálevkovité propadliny (pinky) izolované výskytu jako důsledek dobývací technologie tzv. komorování. Jinou výraznou formou deformace litosféry jsou plošné poklesy, nazývané rovněž poklesovými kotlinami. Vznikají při dobývání uhlí na zával. Nejrozsáhlejší poklesy tohoto druhu jsou v karvinské části ostravskokarvinského revíru. Jejich hloubka dosahuje až 30 m. Vznikají-li plošné poklesy v údolní nivě vodotečí nebo ve zvodnělém terénu, dochází k zatopení území a vytváření bezodtokových kotlin. Poklesy terénu se devastačně projevují i na technických objektech a na vegetaci, zejména na dřevinných porostech. Poklesem zemin dochází také ke zhutňování povrchových vrstev půdy a tím ke zhoršování jejich vzdušného a vodního režimu. Déle trvající zvodnění může vést ke vzniku oglejených až glejových horizontů-

Poklesy a jejich nežádoucí účinky lze zmírnit tzv. základkou. Je to vyplňování vytěžených prostorů vhodným materiálem, nejčastěji hlušinou, nebo pískem. S ohledem na technologickou náročnost i finanční náklady se základka používá u nás jen v omezeném rozsahu.

### **3) Výsypky**

Pojem výsypka je název pro uložení nadložních zemin a hornin skrývaných při lomovém dobývání nerostů. Podle místa uložení se rozlišují na vnitřní a vnější. Vnitřní výsypky představuje objekt sypaných zemin a hornin ve vnitřním prostoru lomu, tj. v jeho vytěžené části. Vnější výsypka je objekt ze sypaných zemin a hornin, umístěný vně, mimo těžební prostor. Uvedené třídění má význam především při těžbě uhlí, kde vznikají tyto situace. U ostatních těžených materiálů vznikají výsypky vnější.

Podle morfologie objektů, vzniklých sypáním neproduktivního materiálu z těžby příp. úpravy nerostů, rozlišují se tyto na podúrovňové, úrovňové a nadúrovňové.

**Podúrovňové** výsyvky jsou ty, jež při dosypání nedosáhnou temenem úrovně okolního původního terénu. K takové situaci dochází zpravidla při nedostatku výsypkové zeminy v blízkosti rekultivovaného lomu.

**Úrovňové** výsyvky mají závěrečnou plošinu (temeno) v úrovni okolního původního terénu. Podúrovňové a úrovňové výsyvky bývají zpravidla výsypkami vnitřními.

**Nadúrovňové** výsyvky (převýšené) přesahují svou výškou (temenem) okolní terén a vytvářejí ve svém okolí zpravidla novou výškovou dominantu.

#### **4) Odvaly**

Odval je zemní stavba měnící výrazně morfologii terénu, která je vytvořena systematickým ukládáním odvalové hlušiny (z podzemí dolu nebo z úpravny) na odvališti. Typologická kritéria pro odvaly vycházejí z různých hledisek, jimiž zpravidla jsou tvar, složení, způsob (technologie) sypání (stavby) a funkce. Z hlediska deteriorizačních vlivů na krajinu a rekultivačních opatření mají největší význam tvar, materiál a funkce odvalu.

Tvar odvalů je do značné míry závislý na technologii jejich stavby, morfologii terénu a vlastnostech ukládaného materiálu. Podle vnějších tvarů a vzhledu rozeznáváme odvaly:

1. Kuželové – je to název pro odvaly, které výškově dominují svému okolí a z čelního pohledu mají tvar kužele. Uvedený typ odvalů byl sypán za použití kolejové dopravy s vozíky nebo lanovkou. Výška odvalů v některých uhelných revírech dosahovala až 100 m. V současné době se od tohoto typu ukládání upustilo pro nemožnost rekultivace.
2. Tabulové – jsou to vyvýšené nepříliš vysoké odvaly s plochým temenem. V povrchu odvalů převažuje temeno nad svahy. Způsob dopravy materiálu může být kolejový s vagóny nebo auty.
3. Terasové – jsou to v podstatě tabulové odvaly, u nichž se používá teras z přechodu jedné etáže do další. Tento typ odvalů umožňuje jejich celkovou větší výšku, zajišťuje stabilitu svahů, usnadňuje ozelenění svahových poloh a dává větší výběr k využití berm při rekultivacích. Pro tento typ odvalů je možné používat i název etážové.
4. Kupy – odvaly tohoto typu nejsou příliš vysoké, jejich tvar je geometricky nevýrazný, často v důsledku vývoje odvalu nebo předčasného ukončení sypání.
5. Svahové – jsou výsledkem sypání materiálu na přirozený svah. Využívají se členitosti terénu. Nejčastěji tento typ odvalů se staví v našich

podmínkách při těžbě rud vzhledem k tomu, že těžební lokality se nacházejí v pahorkatinném a horském typu krajiny.

6. Hřbetové – do značné míry se technologií stavby i tvarem podobají kuželovým odvalům. Nájezdová trasa má menší sklon, a tak odval přibývá více do délky a méně do výšky.
7. Asanační – je to název pro odvaly, které se sypou do terénních nerovností, zpravidla vyrovnávají poklesy nebo jiný druh depresí. Výškově se zakončují na úrovni okolního terénu.

**Sklon svahů** odvalů odpovídá přirozené sklonitosti ukládaného materiálu a ten je u hrubozrnného materiálu, vznikajícího při těžbě uhlí a rudy, zhruba 1:1, avšak zpravidla bývá dodatečně zmírněn. Výška odvalů kolísá a při tabulových a terasových typech činí několik desítek metrů.

Základním úkolem rekultivace je obnova či tvorba zemědělských pozemků a kultur, lesních kultur, vodních ploch a toků a území určeného k rekreačním způsobům využívání. Rekultivační praxe několika desítek let dokazuje, že jsou rekultivovatelná všechna devastovaná území. O úspěchu a míře efektivnosti rekultivace však rozhoduje mnoho faktorů. Jsou to především přírodně ekologické podmínky, důlně technologický proces, způsob a intenzita provedení rekultivace a v neposlední řadě i způsob dalšího užívání a obhospodařování zrehabilitovaných pozemků a území.

Pro mimořádnost podmínek není vhodné strukturu rekultivačních opatření zcela generalizovat. Dosavadní zkušenosti však dokazují účelnost vycházet alespoň z rámcové osnovy rekultivace, použitelné v různých individuálních variantách rekultivačního řešení.

**Materiál** odvalů bývá obecně nazýván hlušinou. Hlušina je neproduktivní materiál vznikající při těžbě nerostů, při jejich úpravě, příp. materiál vznikající jako odpad z různých provozů těžebních a upravnářských závodů. Odvalová hlušina se ukládá na odvaly, protože nemá dosud společenské využití. V důsledku nedokonalé separace bývá v hlušině zastoupen někdy v malém obsahu i vlastní produktivní materiál.

**Funkce** odvalu bývá uváděna tehdy, když se hlušina ukládá do pokleslých prostorů nebo jiných depresí, aby se s ní vyrovnal terén. V tom případě můžeme hovořit o funkčním využití odvalu pro asanaci krajiny a odval se nazývá asanační.

### 5) Složiště

Složiště je útvar vzniklý ukládáním odpadového materiálu z úpravy uhlí a rud v suchém stavu. V souvislosti s těžbou surovin je tento termín málo používán.

## 6) Odkaliště

Odkaliště je objekt, vzniklý uložením odpadových materiálů v tekuté konzistenci. Jsou to např. kaly, vzniklé při dobývání nafty nebo uranové rudy nebo při úpravě uhlí a rud. Z odkaliště slouží terénní deprese, vytěžené povrchové lomy apod. nebo uměle vybudované ohrázené prostory (VOLNÝ, 1985).

### 2.2.5. VLIV TĚŽBY NA HYDROSFÉRU

Kryl (2002) zdůrazňuje, že těžbou nerostných surovin jsou výrazně narušeny hydrologické poměry především v subsystémech podzemních vod a hydrologické poměry území, ovlivněny jsou povrchové vody v odtokových a infiltračních poměrech, výpary a místí srážky. Hydrosféra se ve skutečnosti prolíná celým prostorem exosféry. Povrchovou těžbou ložisek nerostných surovin jsou ovlivňovány vody po kvalitativní i kvantitativní stránce (kontaminace vod a narušení režimu). Zatímco změny způsobené ve sféře kvality vod působí vesměs negativně, ovlivňování vodního režimu může mít účinky negativní i pozitivní. K negativním působením patří zejména: změna odtokových poměrů, ovlivněná novým reliéfem exploatované krajiny, nevhodné odvádění důlních vod, zvýšení hladiny podzemních vod v důsledku neřízené akumulace vod ve zbytkových lomech. K pozitivním působením pak může patřit např.: zvýšená akumulační kapacita exploatovaných území (zvodnělé zbytkové lomy), využití důlních vod k užitkovým nebo pitným účelům, vytváření rekreačně účinného potenciálu vodních ploch (ŠTÝS, 1981).

Povaha hydrických poměrů devastovaných území je nejvýrazněji ovlivňována charakterem hydrosféry širší oblasti, hydrologickou povahou horninného prostředí, charakterem reliéfu, klimatu, a z toho vyplývajících odtokových poměrů, a to ve sféře podzemní, povrchové i nadzemní vody (ŠTÝŠ, 1990).

### 2.2.6. VLIV TĚŽBY NA BIOSFÉRU

Těžbou je narušována i biosféra v subsystémech fytocenóz, zoocenóz včetně mikrobiálních cenóz (KRYL, 2002). Vliv těžební činnosti na biotu v krajině je komplexní působení přímých a nepřímých vlivů. Přímé působení těžební činnosti je devastace půdy jako podstatné složky ekotop a přímé zničení nebo násilná změna vegetace, mikroorganismů a části fauny. Přímý destrukční vliv se dotýká těch částí bioty, které jsou staticky vázány na určitý prostor krajiny. Podstatná část fauny může před zábořem půdy a jiných destrukcí krajinného prostředí z těžebních lokalit

emigrovat. Nepřímý vliv na biotu se projevuje zprostředkovaně přes hlavní složky exosféry, na než jsou jednotlivé části bioty ekologicky vázány. V tomto směru se nepřímý vliv těžební činnosti uplatňuje hlavně změnou hydrických podmínek daných ekotopů, kontaminací vod i znečišťováním ovzduší (VOLNÝ, 1985).

#### 2.2.7. VLIV TĚŽBY NA ATMOSFÉRU

Těžbou devastovaná území se zpravidla vyznačují specifickými poměry v přízemních vrstvách troposféry, a to na úrovni mikroklimatu a mezoklimatu. Specifičnost „montánního klimatu“ vyplývá především z charakteristických vlastností reliéfu, z extrémních hodnot Albeny, z povrchu území bez vegetace a z imisního pozadí, jehož zdrojem jsou nejen zápary a ohně v povrchových dolech, na výsypkách a odvarech, ale zpravidla i ostatní průmyslové emise v dané oblasti. Výrazně specifický je charakter mikroklimatu území s intenzivní členitostí reliéfu, vyznačující se extremitou teplotních a vlhkostních poměrů ve funkční vazbě na inklinaci a expozici svažitých území. V konkávních útvarech dochází k inverznímu hromadění chladného a tím i vlhčího vzduchu, na jižně exponovaných svazích jsou naopak přízemní vrstvy ovzduší výrazně zahřívány a vysušovány. Tyto tendence jsou ještě zvýrazňovány na dosud neporostlých územích, zvláště jsou-li na povrchu vybaveny tmavými substráty. Mikroklima převýšených výsypků a odvalů, výrazných poklesů, propadlin i zbytkových lomů má proto především orografický charakter (ŠTÝS, 1990).

#### 2.2.8. VLIV TĚŽBY NA PEDOSFÉRU

Povrchovou těžbou dochází k degradaci nebo k destrukci půdy jakožto základního ekologického činitele, základního prostředku zemědělské a lesní výroby, jako prostoru pro rekreaci a pro stavební účely. Tyto se promítají do celé přírodní a socioekonomické sféry životního prostředí člověka. K degradačním projevům dochází zamokřením nebo vysoušením v okolí suchých či zvodněných zbytkových lomů. Kontaminace půdy je zpravidla důsledkem znečišťování nejen zdroji lomu či výsypek, ale širším emisním pozadím v celé těžební oblasti. K destrukci pedosféry dochází na celé ploše lomu, vnější výsypky i na plochách provozního zařízení. Škodám způsobených destrukcí pedosféry při povrchové těžbě nelze v plném rozsahu zabránit, ekologická a socioekonomická hodnota pedosféry vyplývá nejen z hodnot substrátů vrchního humózního profilu, ale i z funkční jednoty s podorničními půdotvornými substráty, které jsou proto nedílnou součástí pedosféry (ŠTÝS, 1985).

### 2.3. REKULTIVACE SKLÁDEK ODPADŮ, ODKALIŠŤ A SLOŽIŠŤ

Oproti rekultivaci krajiny zdevastované povrchovou těžbou, ve které je zničena povrchová půdní vrstva, narušena hydrografická síť, poškozena vegetace a zničena stanoviště fauny, tedy rozvráceny ekosystémy, zahrnují rekultivace skládek odpadů, odkališť a většiny složiště jen menší plochy, a proto je náprava poněkud snazší.

Jako u ostatních lidských činností, které po jejich ukončení vyžadují rekultivaci a začlenění zdevastovaného území do krajiny, tak i rekultivace skládek, odkališť a složišť se musí připravovat zároveň s výstavbou a provozováním. Protože se jedná o stavby nebo vodohospodářská díla, které podléhají zákonnému stavebnímu a vodohospodářskému řízení a dalším zákonům, je nutné tyto zákony a předpisy znát. Úspěch rekultivací záleží na spojení poznatků biologických, ekologických, geografických, technických, hospodářských, politických, ekonomických a sociálních. Z toho vyplývá, že se dotýká více vědních oblastí a odborných oborů, a to na úrovni výzkumu, plánování, projekce a realizace. Cílem rekultivace je tedy obvykle vytvořit novou půdu, urychleně a kvalitně přeměnit devastované plochy tak, aby byly funkční zemědělsky, lesnicky, vodohospodářsky, rekreačně a ekologicky a začlenit uzavřené skládky, odkaliště a složiště do krajiny (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

#### 2.3.1. SKLÁDKY

Skládka se definuje jako prostor, kde se ukládají odpady. Je to tedy technické zařízení určené k ukládání určitých druhů odpadů za daných technických a provozních pravidel při průběžné kontrole vlivu na životní prostředí.

Za odpad se považuje movitá věc, které se chce majitel zbavit nebo podle předpisů vzniká povinnost se jí zbavit z hlediska ochrany životního prostředí.

Rozlišují se dvě kategorie odpadů :

**a) odpady ostatní (O) a**

**b) odpad nebezpečný (NO),**

který má jednu nebo více vlastností nebezpečných pro zdraví člověka nebo pro životní prostředí (např. výbušnost, hořlavost, toxicita, infekčnost, žíravost, následná nebezpečnost).

Podle skládkového režimu rozlišujeme skládky nezabezpečené a zabezpečené. U skládek nezabezpečených (také nazývané reliktní, divoké, černé) není znám obsah

odpadu a protože nejsou izolovány od okolí, mohou mít nežádoucí vliv na okolí (ovzduší, vodu).

Naopak skládka zabezpečená (nebo také nazývaná řízená) je technické zařízení k ukládání odpadu za předepsaných technických a provozních podmínek s průběžnou kontrolou vlivu na životní prostředí. Zabezpečená skládka je od okolí izolována tzv. bariérami, je odvodněna a chráněna před vnějšími vodami, má předepsané technické vybavení pro nezávadný příjem odpadů, může obsahovat jímací zařízení na skládkový plyn a má monitorovací zařízení.

Podle druhu ukládaného odpadu, který se charakterizuje podle vyluhovatelnosti zatříděním do jedné ze 4 tříd, se rozeznávají 4 skupiny technického zabezpečení skládek. V 1. skupině (S I) se ukládají zeminy a hlušiny, tedy odpady, které nejméně ohrožují okolí a jehož výluhy odpovídají I.tř. vyluhovatelnosti. Ve 2. skupině (SII) je ostatní odpad, jehož výluhy ukazují na II.tř., tedy rovněž s malou pravděpodobností nepříznivého ovlivnění okolí skládky. Ve 3. skupině (S III) se skládá komunální odpad, který nelze hodnotit podle vyluhovatelnosti a pak odpady vykazující hodnoty vyluhovatelnosti III.tř. , tyto již mohou vážně ohrožovat okolí a životní prostředí. Do 4. skupiny skládek (SIV) se ukládají nebezpečné odpady, jejichž vyluhovatelnost překračuje limity III.tř. Ty jsou pro okolí a životní prostředí nejnebezpečnější. Na zabezpečených skládkách se během jejich provozu sleduje správné ukládání odpadu, vede evidence ukládaného odpadu, ošetřuje se sejmутá humusová vrstva zeminy apod. Podle terénního umístění se dělí skládky na nadúrovňové, úrovňové a podúrovňové (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA2001).

#### 2.3.1.1. TECHNICKÁ REKULTIVACE SKLÁDEK

Za technickou rekultivaci skládek se považuje:

- úprava povrchu tělesa skládky
- uzavření a rekultivace skládky
- odvedení srážkových vod mimo prostor skládky
- odplynění skládky
- monitoring vlivů na okolní prostředí
- výstavba komunikací

### 2.3.1.1.1. TECHNICKÁ REKULTIVACE ZABEZPEČENÉ SKLÁDKY

Úprava skládky je určena druhem a množstvím odpadu a terénními poměry. Vychází se z územně plánovacích pokynů a z požadavků na využívání povrchu uzavřené skládky i jejího okolí a zájmů ochrany přírody a krajiny.

Prvním úkolem technické rekultivace je uzavření skládky, čímž se rozumí souhrn prací a opatření postupně prováděných na tělese skládky následně po ukončení skládkování odpadů. Nejprve se upraví do požadované formy již ve skládce uložené a zhutnělé odpady. Následné zatěsnění shora závisí na tom, do které ze čtyř skupin je skládka začleněna. V zásadě se skládky odpadů uzavírají třemi vrstvami. Je to vrstva vyrovnávací, těsnicí a ochranná. **Vyrovnávací vrstvu** tvoří nejméně 0,25 m mocná vrstva propustného jemnozrnného materiálu, uložená na upravený zhutnělý povrch sládkovaného odpadu. Součástí ochranné vrstvy bývá odvodňovací vrstva. Ochrannou vrstvu tvoří alespoň 1 m silná rekultivační vrstva zeminy, kterou by na povrchu měla tvořit nejméně 0,3 m silná vrstva ornice.

Ukazatel(zamezení nebo omezení)	Druh zeminy					
	štěrk	hlinitý štěrk	písek	hlinitý písek	hlína	jíl
Zamezuje výskyt hlodavců	2	2-3	2	4	4	4
Zamezuje rozvoji much	4	3	4	1-2	1-2	1
Omezuje únik plynů	4	2-3	4	1-2	1-2	1
Omezuje průsak srážek	4	3-4	4	1-2	1-2	1
Zamezuje úletu papíru	1	1	1	1	1	1
Umožňuje růst rostlin	4	2-3	3-4	2	1	2-3
Umožňuje únik plynů	1	3	2	4	4	4

Vysvětlivky: 1 – účinek vynikající      2 – účinek dobrý      3 – účinek uspokojivý  
4 – účinek špatný

U skládek skupin S I a S II je předepsána povinnost pouze zabránit vnikání srážkových a povrchových vod do skládky a dodržení sklonu upraveného povrchu alespoň 3% i po možném sedání skládky. Skládky skupiny S III mohou mít **těsnicí vrstvu** buď zemní nebo vytvořenou z fólie, popř. jinak, ovšem při srovnatelných těsnicích vlastnostech



(např. bentonitovou matrací). Zemní těsnicí vrstva musí mít nejméně 0,6m tloušťku, která se tvoří ze 3 zhutněných vrstev po 0,2 m. Jejich součinitel filtrace musí být větší nebo roven  $1 \cdot 10^{-8}$  m/s a povrch vrstvy se musí chránit pře vysycháním a rozpukáním. Fóliové těsnění musí mít zdůvodněnou tloušťku a zaručenou životnost 30 let. Kromě toho se fólie chrání před porušením např. vhodnou zeminou či geotextilií.

Skládky skupiny S IV musí mít již 2 těsnicí vrstvy, a to buď zemní a fóliovou, nebo jinou kombinaci. V tomto případě je pro zemní těsnicí vrstvu, která je rovněž minimálně o tloušťce 0,6 m vytvářené po 0,2 m hutněných vrstvách, předepsán součinitel filtrace o řád vyšší, tj.  $10^{-9}$  m/s. Použije-li se těsnění dvěma fóliovými vrstvami, pak mezi nimi musí být minerální mezivrstva. Jiný způsob těsnění předpokládá obdobné těsnicí vlastnosti. Nad těsnicí vrstvou se navrhuje **odvodňovací vrstva** z propustného materiálu o mocnosti nejméně 0,3 m s hodnotou součinitele filtrace k vyšším než  $1 \cdot 10^{-5}$  m/s. Tato vrstva může být doplněna drenáží, popřípadě ji tvoří jenom drenáž. Voda odtékající jak z povrchu skládky, tak i voda prosáklá ochrannou vrstvou, musí být bezpečně odvedena mimo skládku a k tomu zpravidla slouží zařízení vybudované již při zřizování skládky. Způsob úpravy a tvar uzavřené skládky musí respektovat stabilitu skládky, zájmy skládky. Zásadně z upraveného povrchu skládky musí voda gravitačně odtékat, a to i po sednutí terénu, který vždy musí mít sklon větší než 3%. Proto je důležité správně navrhnout navýšení a počítat se sedáním terénu, a to podle druhu uloženého odpadu jeho zhutnění a výšky uložení.

Po rekultivaci skládky se vypracovává nový provozní řád skládky po ukončené skládkování odpadů. V tomto provozním řádu jsou:

- základní údaje (o provozovateli, údaje o provozování)
- souhrnné údaje o uloženém odpadu a technologii jeho ukládání
- údaje o případném odplynění skládky
- časové termíny pro odběr vzorků z monitorovacího systému (monitoring průsakových skládkových, ale též vod z odkališť, je nejvýznamnější u skládek s nebezpečným odpadem, neboť zejména u nezabezpečených skládek a odkališť dochází k nejrůznějším chemickým reakcím, výměnám iontů, sorpcím, difúzím mezi odpadem a fyzikálně chemickými vlastnosti podloží. Proto se sleduje monitoringem jakost přírodních vod a zvláště jakost průsakových (drenážních vod).

Součástí provozní dokumentace je provozní deník, ve kterém se chronologicky zaznamenávají veškeré činnosti na rekultivované skládce. Dokumentaci uzavřené skládky tvoří kromě zmíněného provozního řádu skládky a provozního deníku ještě

dokumentace skutečného provedení skládky (nestačí jen projekt), dokumentace skutečného zakrytí skládky a dokumentace rozborů vod. Tato veškerá dokumentace se musí archivovat, a to u ostatního odpadu minimálně 5 let, u komunálního odpadu 15 let a u nebezpečného odpadu 50 let (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

#### 2.3.1.1.2. TECHNICKÁ REKULTIVACE NEZABEZPEČENÉ SKLÁDKY

Po vyřešení sanace staré skládky nastupuje technická rekultivace, kterou lze obecně vymežit těmito základními požadavky na zakrytí:

- zabránit vnikání vody (srážkové, povrchové) a unikání plynu
- umožnit biologickou rekultivaci
- vhodně začlenit rekultivovanou skládku do krajiny
- vhodnou konstrukcí skládky zabránit sedání, aby nevznikaly místí prolákliny, nenarušila se drenáž či těsnění např. nevhodnou vegetací nebo hlodavci

V nejběžnějších případech lze rozdělit reliktní skládky na:

- skládky inertních materiálů
- skládky s malou pravděpodobností vzniku skládkových plynů
- skládky s pravděpodobnou silnou tvorbou skládkových plynů

#### 2.3.2. ODKALIŠTĚ

Odkaliště je přírodní nebo uměle vytvořený prostor na zemském povrchu, který slouží pro trvalé nebo občasné uskladnění převážně hydraulicky ukládaného kalu.

**Podle umístění se rozlišují na:**

- odkaliště údolní
- rovinná s hrázemi po celém obvodu,
- svahová
- v přírodních prohlubních
- v umělých prohlubních.

**Podle druhu skladovaného sedimentu se rozdělují na odkaliště:**

- se sedimenty z úpraven nerostných surovin
- ze spalování tuhého paliva
- z chemických provozů a jiných.

**Vlastní odkaliště tvoří:**

- hrázový systém (soustava základní hráze a zvyšovacích hrází),
- pláž odkaliště (plocha naplaveného sedimentu nad hladinou v odkališti),

- odběrná zařízení (objekty sloužící k odebírání a odvedení odsazené vody a srážkové vody z vnitřního povodí odkaliště),
- odvodňovací a drenážní systém (zachycuje průsak z odkaliště a zajišťuje stabilitu hráze i celého tělesa odkaliště)
- zařízení pro naplavování sedimentu (kalovody), záchytné příkopy vnější vody
- opatření proti prašnosti
- zařízení pro měření a pozorování.

Kal je vodní suspence jemných pevných částic a proto má tekutou konzistenci. Je to proto, že se kal dopravuje hydraulickým způsobem na úložiště, tj. naplavováním neboli tzv. mokřým způsobem. Ve snaze co nejvíce využít plochy se hráze odkališť postupně zvyšují a tím se stále výrazněji narušuje vzhled krajiny, prašností se zhoršuje životní prostředí a důsledkem naplavování je zamokření přiléhajících pozemků (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

Kal hydraulicky ukládaný plavením z obvodu vytváří směrem k místu odběru odsedimentované transportní vody. Vytvořila se tak v odkalištích tři pásma charakterizovaná odlišnými geomechanickými vlastnostmi, což má pro rekultivační práce zásadní význam (HRUBÁ, 1997).

#### • **Obvodové pásmo**

Obvodové pásmo bylo po celou dobu provozu naplavováno přeronom kalu nad úrovní vody v sedimentačním prostoru odkaliště. Jsou zde uloženy hrubší frakce rmutu. Podíl jemných frakcí a neutralizačních kalů je v důsledku unášecí síly proudu transportní vody silně snížen. Dochází zde k hydraulickému přetřídění. Obvod je tedy únosnější, úhel vnitřního tření materiálu je vyšší, materiál z tohoto pásma je propustnější a tedy odvoditelný do obvodových drenáží. Tyto vlastnosti ve svém souhrnu vytvářejí předpoklad stability tělesa odkaliště.

#### • **Přechodové pásmo**

Přechodové pásmo navazuje na obvodové pásmo. Jeho šířka je dána kolísáním hladiny vody v sedimentačním obvodu odkaliště. Při nižší hladině vody v sedimentačním prostoru se pláže prodlužují směrem do odkaliště pod sklonem úhlu naplavování. Při zvýšení vodní hladiny se pláž zkracuje. Důsledkem je vznik plochy, ve které se střídají vrstvy hrubších písčitých podílů usazených nad vodní hladinou. Sklon vrstevnatosti tohoto pásma je pod úhlem naplavování pláží ke středu odkaliště. Povrch tohoto pásma je jen nepatrně únosný. Materiál ukládaný hnutím do tohoto prostoru se propadá až do

vytvoření rovnováhy mezi zatížením cizím materiálem a vztlakovými silami uloženého kalu. Vrstevnatá struktura ukloněná ke středu odkaliště nedovoluje odvodnění tohoto pásma do vnějšího propustného pláště odkaliště.

#### • Střední pásmo odkaliště

Střední pásmo obsahuje podíly jemných frakcí rmutu a neutralizační kaly (ve formě vloček). Tyto kaly jsou v procesu hydraulického ukládání na odkaliště unášeny po povrchu pláží a jsou ukládány pod vodou v sedimentačním prostoru odkaliště. Tímto procesem vzniká u odkališť hydrometalurgických úpraven tixotropní jádro o filtračních koeficientech  $k_f = 10^{-8}$  až  $k_f = 10^{-11} \text{ m.s}^{-1}$ . Při filtračním koeficientu  $k_f = 10^{-8} \text{ m.s}^{-1}$  je zdánlivá filtrační rychlost 0,864mm za den. Kaly uložené ve středním pásmu odkaliště jsou prakticky neodvodnitelné a zůstávají trvale neúnosné (HRUBÁ, 1997).

Nejčastěji se ukládají do odkališť průmyslové kaly, které tvoří:

- **kaly popelové** (roční produkce asi 18-19 mil. t zajmající plochu cca 2500 ha)
- **kaly technologické** (pocházejí především z hutnictví).

Popelové kaly mají fyzikální a chemické vlastnosti závislé na druhu spalovaného uhlí, a proto mají různé pH a různý obsah K, Fe, Al, Si, Na, SO<sub>4</sub> i těžkých kovů.

Technologické kaly mají chemické složení podle svého původu, velmi často však obsahují těžké kovy, a proto jsou i obvykle toxické.

Rozlišují se:

- **odkaliště technicky správně založená**, která jsou umístěna na vhodné lokalitě, neohrožují znečištěním podzemní a povrchové vody ani ovzduší, přičemž zachycené kontaminované vody se zneškodňují
- **odkaliště technicky nedostatečně založená** naopak jsou zdrojem znečišťování vod a ovzduší.

#### 2.3.2.1. TECHNICKÁ REKULTIVACE ODKALIŠŤ

Technická rekultivace odkališť závisí na tom, zda kal v odkališti je využitelný jako druhotná surovina či není, zda jsou odkaliště technicky správně založena nebo ne, a zda jsou rozměrná či malá. Pokud bude možno z kalů, popele či popílku těžit stopové či drahé kovy nebo jinou chemickou látku, pak by následovala rekultivace jen v nejnútnejším rozsahu.

Nebudou-li kaly a odpadní látky druhotnou surovinou pak se posoudí:

- velikost odkaliště a složiště
- urbanistická koncepce z hlediska využití území u rozměrnějších těles (v územně plánovací dokumentaci)
- geotechnické a fyzikálně-chemické procesy v odkališti, popř. složišti po ukončení provozu.

Před návrhem technické rekultivace je důležité si uvědomit uspořádání odkaliště. Oproti zemním nebo balvanitým hrázím vodohospodářských přehrad, kterým se základní hráz odkaliště podobá, nemá odkalištní hráz výpustní zařízení a přepadový objekt. Odvodňovací drenážní vrstva je u odkaliště na návodní straně. Na pláž odkaliště se kal naplavuje kalovody střídavě z hráze a ze stran. Ovšem při hydrotransportu dochází k rozřívání zrn kalu, povrch odkaliště je neúnosný a nerovný, přičemž v nejnižších místech (lagunách) stojí voda. Zásada je, že se naplavuje kal etapově nejdříve podél hráze, a potom od levé i od pravé strany tak, aby se zde usazovaly hrubozrné části materiálu a jemnozrný materiál co nejdále od hráze. Tím se docílí jistá únosnost u obvodu hráze a přiléhajících stan. Další naplavování se řídí tak, aby docházelo pokud možno k rovnoměrnému rozvrstvení jemnozrných a hrubozrných sedimentů. V pláži odkaliště se kolem odběrných zařízení, která odvádějí odstavenou vodu, vytvářejí laguny s velmi jemnozrnými a neúnosnými sedimenty.

Na odkališti rozlišujeme vodu technologickou, vnější a srážkovou.

**1) Voda technologická** je držena fyzikálně-chemickou vazbou v kalu a za provozu odkaliště tvoří 40 – 50% objemu kalů, neboť 1 m<sup>3</sup> kalu se dopravuje množstvím 0,6m<sup>3</sup> vody. Po odstavení odkaliště tento podíl klesá, ovšem velmi dlouho, a naopak se recipročně konsoliduje materiál v odkališti.

**2) Voda vnější (z povodí)** - tu je nutno odvádět již za provozu odkaliště, a k tomuto účelu slouží ochranné příkopy. Příkopy se dimenzují na průtoky Q50 až Q100 podle stupně zabezpečení proti škodám vlivem vybědění (především ochrana stability základní hráze) a setrvalé průtoky Q355 až Q1 se odvádějí kynetou s nepropustnou úpravou.

**3) Voda srážková (z plochy odkaliště)** - ta zvyšuje objem kontaminované vody a je zdrojem nežádoucího vyluhování.

Vlastní technická rekultivace odkališť začíná stabilizací obvodového pásu podél koruny odkaliště a zřízením hlavní průjezdové komunikace, odvodněním povrchu tělesa

odkaliště vyhloubením základního odvodňovacího sběrače a na něj navazujícími vedlejšími odvodňovacími prvky (příkopy, drenáž, kanalizace). Dále se vyřeší odvod vody za vzdušného svahu odkaliště a jejich odvod do vodního recipientu. Kontaminovaná technologická voda se nadále zneškodňuje.

**V první etapě** se stabilizuje odvodový pás podél koruny tím, že se zřídí roznášející koberce z méněhodnotného kameniva o tloušťce 300 – 700 mm na pláži odkaliště v konsolidovaném pásmu a 700 – 1500 mm v pásmu s nekonsolidovanými poměry. Stupeň konsolidace je nutno experimentálně vyšetřit v terénu, neboť výpočetní postupy ani laboratorní pokusy nejsou zcela spolehlivé. Zároveň se vytvoří hlavní průjezdová komunikace. Postupuje se tak, že dopravní mechanismy, nákladní auta dovážející kamenivo, jezdí pouze po zpevněném povrchu komunikačních tras a na nezpevněnou plochu rozprostírají buldozery kamenivo.

**Ve druhé etapě** se vybuduje hlavní odvodňovací sběrač z nejnižších položených míst (lagun) přes pásmo z konsolidovaných sedimentů do rostlého terénu a recipientu, a to co nejkratší trasou. Okolí budoucího kanálu se opět zpevní a tak se připraví pro pojezd nákladních automobilů a zemních strojů. Obvykle se na vrstvu kameniva vysokou 0,5 až 1 m položí ještě betonové panely. Z této cesty se vyhloubí odvodňovací sběrač a odtud se pokračuje s násypy po pláži odkaliště. Zároveň se pokračuje v prodlužování odvodňovací sítě, kterou tvoří odvodňovací příkopy i podzemní potrubí. Protože celý povrch odkaliště je vystaven ovzdušným srážkám, je nutná úprava povrchu odkaliště podrobným odvodněním, které se kombinuje jako spádování ploch povrchu odkaliště, drenáž (kanalizace) s odvodňovacími příkopy. Hlavní odvodňovací sběrač, příkopy a kanalizace se dimenzují na specifický odtok 100 – 250 l/s/ha pro srážku o periodicitě 1 až 0,2 a dobu trvání deště 10 – 20 minut. Pokud to odpovídá záměru využití povrchu sanovaného odkaliště, rozděluje se zpevněný povrch odkaliště na pruhy o šířce 50 – 70 m, které jsou vyspádovány k hraničícím příkopům, jež ústí do hlavního sběrače. Příkopy se zpevňují prefabrikáty, aby voda rychleji odtekla, drenáž se buduje z betonových rour DN 200. Pod potrubím a objekty (např. pod šachtou) se zhotovuje roznášecí lože.

**Dalším úkolem** je odvedení vody ze vzdušného svahu odkaliště. Srážková voda se odvádí gravitačně jak ze základní hráze, tak i z jednotlivých etáží zvyšujících hrází, a to jímáním v otevřených žlabech na jednotlivých bermách při patě svahu hráze. Sklon nivelety žlabů musí být 0,2 až 0,3%. Žlabové příkopy jsou po 100m přerušovány šachtami, ze kterých voda podtéká potrubím bermu a je svedena skluzem (svahovým kolektorem) po líci hráze do recipientu. Úprava kontaminované vody, která vytéká

z tělesa odkaliště, je obvykle vyřešena již před provozováním odkaliště. Při správném postupu, jak byl popsán, průsakové vody postupně zaniknou, pouze u starších odkališť, která neměla vybudována odvodnění, by průsaky přetrvávaly. V takovém případě se musí vyšetřit obsah látek v průsakové vodě a obvykle individuálně podle druhu kalu navrhnout řešení. Pokud to dovoluje chemické složení průsakové vody, stačí ji jen ředit s povrchovými vodami. Při výskytu škodlivých látek je nejvhodnější zapojit průsakové vody do vodního hospodářství závodu. Časté bývá zbudování akumulární nádrže a řízené vypouštění či odvoz kontaminované vody. Jen výjimečně se zřizuje čistírna průsakových vod u odkaliště, neboť je to velmi nákladné, je nutná stálá obsluha a potřeba odběru elektrické energie. V tomto případě se obvykle upravuje pH, zavádí čiření, filtrace nebo i chemická úprava k odstranění toxických kovů. Někdy je nutno zavést monitoring a měřit koncentrace škodlivin v průsakové vodě a v povrchových nebo pozemních vodách (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

### 2.3.3. SLOŽIŠTĚ

Složišťe je recentní útvar vzniklý z odpadních látek při průmyslovém zpracování uhlí, rud nebo barevných kovů (popílek, struska), dopravených na místo určení suchou cestou, tedy např. automobily. Protože výhodnější je hydraulická doprava, převládá ukládání na odkalištích.

#### 2.3.3.1. TECHNICKÁ REKULTIVACE SLOŽIŠŤ

Technická rekultivace složišť, pokud se materiál v nich uložený nevyužije jako druhotná surovina nebo jako stavení materiál, je podobná rekultivaci výsypek a odvalů. Rekultivují se složiště zaplněná a vyřazená z provozu. Vlastní technická rekultivace spočívá v urovnání povrchu, návozu rekultivační vrstvy a zpevnění svahů.

Při urovnávání povrchu složiště nutno dbát, aby nevznikaly prolákliny, které by mohly shromažďovat vodu pod rekultivační vrstvou zeminy.

Rekultivační zemina se navází dopravními prostředky a rozprostírá se buldozery. Kde je vhodně instalováno stávající potrubí k dopravě popílku, tam ho lze někdy použít i k naplavování zeminy a ornice. Rekultivační vrstva má být silná 0,5 až 1m, nejméně 0,3m, pokud se uvažuje jen se zatravněním. Tuto funkci mohou plnit též cukrovarské kaly.

Zpevnění svahů se dosahuje jejich překrytím zeminou, ornici nebo cukrovarským kalem o tloušťce 0,2m. To je ideální výška pro dobré prokořenění travin až do původního terénu složiště (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

#### 2.3.4. BIOLOGICKÁ REKULTIVACE

Na technické rekultivace navazují biologické rekultivační úpravy, jejichž úkolem je vytvořit na technicky rekultivovaných plochách pokud možno v co nejkratší době produkční půdu, která by umožnila růst rostlin a život fauny. Proto již během skládkování nebo naplavování kalu či navážení popelového materiálu je nutné vytvářet podmínky pro navržený způsob rekultivace, začlenění do krajiny a pozdější využití plochy v souladu s územně plánovací dokumentací pro výrobní, ekologické (při návrhu ÚSES) nebo rekreační účely. To je usnadněno tím, že již během technické rekultivace se vyřešil vodní režim lokality, komunikační přístupnost a provoz monitorovacího pozorování. Je žádoucí řešit využití rekultivované plochy v alternativách, které se ekonomicky zhodnotí.

Biologická rekultivace skládek, odkališť a složišť může být lesnická, sadovnická a zemědělská, popř. kejdováním.

##### 2.3.4.1. LESNICKÁ REKULTIVACE

Lesnická rekultivace je nejběžnější biologický způsob a je i významný pro krajinu, neboť les plní funkci hygienickou, klimatickou a vodohospodářskou. Výsledkem lesnické rekultivace je buď les, součást ÚSES nebo plantáž energetických dřevin. Před výsadbou sazenic dřevin se musí půda biologicky oživit, což znamená výsevy a pěstování melioračních rostlin včetně hnojení, jejich zaorávání, a to po dobu 1 – 5 let.

Nutno pamatovat, že setí plodin musí následovat s určitým časovým odstupem od ukončení technické rekultivace, např. při jejím ukončení na podzim se seje na jaře, ale lepší je ukončit technické práce na jaře a začít biologickou rekultivaci podzimním výsevem.

Poté následuje přímá výsadba sazenic vhodných dřevin.

Pro lesnickou rekultivaci se volí dřeviny podle stanovištních podmínek, přičemž se dbá na druhovou skladbu, náročnost na péči, požadavek na délku vegetační doby schopnost regenerace po omrznutí a mechanickém poškození, náchylnost k chorobám, rychlost růstu a též se zohledňuje nadmořská výška, sezónní průběh teplot i měsíční úhrny srážek.



Příklady použitelných druhů keřů a stromů:

**Keře s melioračním významem:** bez černý a červený, kustovnice cizí, pámelník poříční, čimišník stromový, svída krvavá, netvařec křovitý, ostružiník křovitý, brslen evropský, krušina olšová, řešetlák počistivý, trnka, čilimník černající, hlošina úzkolistá, rakytník řešetlákový, meruzalka zlatá, dřín, hloh obecný, šípková růže, srstka angrešt, pustoryl věncový, zimolez černým, pýřitý, kozí list, šeřík obecný, žanovec měchýřník, tavola kalinostistá, tavalník prostřední vrbolistý, líska obecná, kalina obecná, štědřenec odvislý.

**Stromy s významem převážně melioračním:** bříza pýřitá, trnovník akát, jeřáb obecný, břek, muk, topol osika, střecha hroznovitá, vrba jíva, babyka, pajasan cizí.

**Přípravné (tzv. meliorační) a hospodářské dřeviny:** olše lepkavá a šedivá, lípa srdčitá, širokolistá, javor mléčný, tatarský, dub červený, jírovec maďal, jabloň lesní hrušeň obecná, třešeň ptačí.

**Dřeviny s významem převážně hospodářským:** dub letní a zimní, jasan ztepilý, javor klen, modřín opadavý, borovice lesní i černá.

Vysazené dřeviny nemají v krajině tvořit jednotvárnou kulisu o stejné výšce, a proto se při výsadbě střídají různé druhy odlišných výšek. Sazenice stromů a keřů se vysazují buď společně nebo jako samostatné skupiny jen stromů a jen keřů. V návrhu dřevin by se neměly objevit druhy, které se agresivně rozmnožují, např. javor jasnolistý apod.

Má-li se stát výsadba součástí územních systémů ekologické stability, např. biocentrem, pak plošné uspořádání a výběr sazenic musí vyhovovat ekologickým požadavkům. Především se musí vytvořit vhodný keřový okraj, který bude splňovat požadavky na kotonový přechodný pás. Zvláštním případem lesnické rekultivace je výsadba dřevin využitelných k energetickým účelům, kterými jsou rychlerostoucí dřeviny např. topoly, vrby, akáty, olše aj. V těchto případech jsou požadavky na nezávadnost sedimentů nižší.

#### 2.3.4.2. SADOVNICKÁ REKULTIVACE

Za sadovnickou rekultivaci se označuje ozelenění uzavřené skládky, odkaliště či složiště, a to bez většího rekreačního využívání obyvateli, pak ozelenění, které bude tvořit lesní park a bude sloužit rekreaci občanů a konečně okrasný park s obdobnou funkcí jako lesopark. Sadovnická rekultivace se tedy uplatňuje v blízkosti lidských sídel. Zásady výsadby dřevin jsou obdobné jako u lesnické rekultivace. Nutno střídat výšky stromů, uplatňovat skupinové výsadby, využívat nenáročných druhů, které nenaruší odvodňovací systém s nepropustnou vrstvou pod rekultivační vrstvou zeminy.

U sadovnické rekultivace se uplatňuje ve větší míře výsadba keřů a kromě toho ještě zatravnění.

### **Zakládání trávníků**

Příprava pozemků pro založení trávníků předpokládá u půd chudých na živiny jejich přihnojení, nejlépe organickým hnojivem, popř. kyselé půdy povápnit. Před výsevem se půda zkyprí, aby osivo zapadlo do hloubky 0,5 až 1cm. Vlastní výsev může být ruční nebo hydroosevem, který je spojen s mulčováním. Složení a množství výsevu je nutno přizpůsobit stanovištním podmínkám.

Při návrhu porostu se kombinují druhy trav trsnatých s výběžkatými a dává se přednost travám, které mají schopnost vytvořit co nejdříve dostatečně zapojený porost, který odolává suchu, mrazu a je odolný vůči chorobám. Těmto požadavkům vyhovují lipnice luční, kostřava červená výběžkatá, kostřava červená trsnatá, jílek vytrvalý.

### **Lesní park**

Zřizuje se pouze na těch uzavřených skládkách, odkalištích a složištích, kde nebylo nutno budovat odvodňovací systém s nepropustnou vrstvou. Při jeho zakládání se musí dodržovat kritéria zahradní architektury. Proto se používá i dalších druhů dřevin, zejména okrasných. O lesním parku se hovoří pokud je zalesněno přibližně 70% plochy a 30% plochy je zatravněno. V parku jsou vybudovány cesty a cestičky.

### **Okrasný park**

Navazuje svým charakterem na lesní park, ale při volbě druhů dřevin a travin i jejich umístění na lokalitě se plně uplatňují zásady zahradní architektury. Proto se vyžaduje vypracovat speciální projekt parku zahradním architektem. Pro okrasný park je charakteristický poměr 70% zatravněné plochy a 30% zalesněné plochy. V lesní části parku se dává přednost jehličnanům a dřevinám esteticky působivým.

## **2.3.4.3. ZEMĚDĚLSKÁ REKULTIVACE**

Zemědělská rekultivace skládek, složišť, méně často odkališť, přichází v úvahu jen u úrovnových skládek a sklonově upravených složišť, pokud navazují na zemědělsky využitelné plochy. V současné době, kdy je zemědělské půdy spíše nadbytek, se budou rekultivované půdy jen výjimečně využívat zemědělsky. Větší pravděpodobnost využití má pěstování energetických plodin.

Energetické plodiny se dělí na jednoleté, víceleté a vytrvalé nedřevnatějící.

**Mezi jednoleté rostliny patří např.:** řepka, obilniny, slunečnice, kukuřice, cukrová řepa, brambory, konopí seté, čirok cukrový, len setý, mák, lnička setá.

**K víceletým a vytrvalým energetickým rostlinám se řadí:** ozdobnice čínská, křídlatka hrotovitá, křídlatka sachalinská a japonská, rákos obecný, chrastice rákosovitá, topinambur hlíznatý, vojtěška setá, lesknice kanárská, proskurník topolovka, robusní typy jílku. Podmínkou zemědělských rekultivací skládek, odkališť a složišť je podlimitní obsah nežádoucích látek v rekultivovaném objektu, především toxických látek, což bývá zřídka splněno, a i proto se obvykle zemědělská rekultivace nenavrhuje. U energetických rostlin nejsou limity tak přísné. Postup zemědělských rekultivací je stejný jako u rekultivací uhelných výsypek a odvalů při rudné i nerudné těžbě. Po terénních úpravách zřízení příjezdových komunikací a povážce ornice se plochy osejí rekultivačními osevními postupy, v nichž musí být nejméně 20% víceletých pícnin. Důležité je hnojení organickými a průmyslovými hnojivy. Pak se zavedou výrobní osevní postupy nebo založí plantáže energetických plodin (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

#### 2.3.4.4. BIOLOGICKÁ REKULTIVACE KEJDOVÁNÍM

Tohoto způsobu se využívá při rekultivaci složišť, výsypek a důlních odvalů. Kejda je směs pevných výkalů a moče hospodářských zvířat s rozdílným podílem technologické vody, popřípadě s příměsí zbytků krmiva nebo jiných nečistot. Jsou předepsány tyto minimální obsahy sušiny: u kejdy skotu 7,8% u kejdy prasat 6,8% a u kejdy drůbeže 11,1%.

Před kejdováním složišť, popř. výsypek nebo důlních odvalů, je nutné zjistit obsah prvků v popelovině, především z hlediska cizorodosti a nebezpečnosti pro životní prostředí. Zjištěné hodnoty se srovnávají s normovými.

#### **Cílem kejdování složišť může být:**

- 1) konečná rekultivace složiště, výsypky, odvalu
- 2) omezení prašnosti provozovaných zařízení
- 3) ukládání přebytečné kejdy

Rekultivace kejdováním je možná u zemědělské rekultivace jen tehdy, nedejde-li ke kontaminaci potravního řetězce. Výška překryvu rekultivační zeminou se stanovuje tak aby se nezvýšil obsah nežádoucích prvků v ornici.

K tomu lze použít výrazu:

$$N = k \cdot \frac{(O_{\text{tol}} - O_p) \cdot 4\,200\,000}{O_h \cdot D_r}$$

N – počet roků aplikace hmot do půdy

$O_{\text{tol}}$  – tolerované množství škodlivé látky v půdě v  $\text{mg.kg}^{-1}$

$O_p$  – současný obsah příslušné škodlivé látky v půdě v  $\text{mg.kg}^{-1}$

$O_h$  – obsah příslušného prvku v meliorační hmotě v  $\text{mg.kg}^{-1}$

$D_r$  – roční přísun aplikované hmoty do půdy v kg

k – koeficient - pro lehké půdy = 0,75

- pro těžké půdy = 1,25

Vzorec platí pro středně těžké půdy s půdní reakcí pH 6,5, pro ostatní druhy půd s upravuje koeficient. Intenzita hnojení kejdou je úměrná výšce rekultivační vrstvy. Čímž je překryvná vrstva nižší, tím vyšší je intenzita hnojení.

Při výzkumném pěstování plodin přímo v popelovině bez rekultivační zeminy se použilo dávek v prvních pěti letech 550 až 1100 kg N/ha za rok ( 110 až 220 t kejdy/ha za roka v posledním 9., 10. a 11. roce rekultivace 115 až 230 kg N/ha za rok (tedy 23 až 46 t kejdy/ha za rok), výzkumem se též prokázalo, že počáteční výnosy plodin byly lepší při hnojení kejdou než průmyslovými hnojivy. Při nehnojené kontrole byl výnos 1,9 OJ (obilní jednotky)/ha, při průmyslovém hnojení 4,6 OJ/ha a při hnojení prasečí kejdou 21,4 OJ/ha. Při kejdivání složišť či výsypek se používá podstatně vyšších dávek než při běžném polním hospodaření.

Kejda obsahuje nejen biogenní a stopové prvky, ale též enzymové stimulační látky a po kejdivání se ihned až 10x zvyšuje počet půdních mikroorganismů. (PETŘÍKOVÁ, BENDA, 1990)

Na rekultivovaných složištích doporučuje PETŘÍKOVÁ (1990) následující osevní postupy:

1. osevní postup	2. osevní postup
hořčice na zelené hnojení	ozimé žito (zaorat slámu)
ozimé žito (zaorat slámu)	bob na zeleno
kukuřice	ozimá nebo jarní pšenice s přís. voj.
ozimá pšenice(zaorat slámu)	vojtěška
cukrovka	vojtěška
ozimý nebo jar. ječmen s přísevem vojtěšky	ozimá pšenice (zaorat slámu)
vojtěška	cukrovka
vojtěška	ječmen (oves) s podsevem vojtěšky
3. osevní postup	
žito s podsevem	
jetelotravní směs	
jetelotráva	
jetelotráva	

Osevní postupy je třeba upravovat podle konkrétní situace v dané oblasti, zájmů vlastníka pozemků. Hnojení plodin rekultivačních osevních postupů se řídí obecnými zásadami výživy rostlin.

### 2.3.5. EKONOMIKA

Rekultivační práce jsou vždy nákladné, ale nezbytné. Proto jsou spojeny s celkovou ekonomickou efektivností národního hospodářství, neboť některé druhy prací, zvláště při rozsáhlých rekultivacích při sanacích starých zátěží apod. jsou financovány ze státního rozpočtu. U rekultivačních prací se nevypočítává ekonomická efektivnost, protože jejich přínos je obtížně vyčíslitelný pro své mimoprodukční funkce. Proto je nutno uvažovat jen o nákladech na rekultivaci.

Pro rekultivace, např. skládek, je možné uvést následující orientační náklady:

obvodový příkop	100 – 300 Kč/m	komunikace	3000 – 5000 Kč/m
hrázky	200 – 400 Kč/m <sup>3</sup>	rekultivační vrstva	300 – 500 Kč/m <sup>2</sup>
folie	150 – 300 Kč/m <sup>2</sup>	jílové těsnění	200 – 300 Kč/m <sup>2</sup>
šterk	100 – 200 Kč/m <sup>2</sup>	sejmutí skrývky	100 – 200 Kč/m <sup>2</sup>

Výsadbu dřevin ve sponu 1 x 1m včetně ochrany proti okusu zvěří lze odhadnout na 50 000 – 70 000 Kč/ha.

Financování nákladů na rekultivace je různé podle druhu stavby. U skládek je předepsáno ze zákona o odpadech vytváření finanční rezervy, kterou musí oprávněná osoba ukládat na vázaný účet po dobu provozování skládky. Výše finanční rezervy činí (podle návrhu nového zákona o odpadech):

100 Kč za 1 tunu uloženého nebezpečného odpadu nebo komunálního odpadu

35 Kč za 1 tunu uloženého ostatního odpadu.

Tvorba finanční rezervy se zahrnuje do nákladů provozovatelů skládky.

Z této částky se hradí sanace, rekultivace a následná péče, a to po dobu nejméně 5 let u skládek skupiny S I a S II a nejméně 15 let u skládek skupiny s III a S IV.

Na rekultivaci odkališť a složišť takováto povinnost není a financuje se např. z fondu důlních škod a z jiných fondů, někdy i ze státního rozpočtu. Sanace starých zátěží se vesměš hradí ze státního rozpočtu, někdy též z mezinárodních finančních zdrojů (POKORNÝ, FILIP, LÁZNIČKA, 2001).

### 3. CHARAKTERISTIKA LOKALITY – ODKALIŠTĚ HODĚJOVICE

Odkaliště Hodějovice leží na území tří obcí – Českých Budějovic, Srubce a Starých Hodějovic. Celková plocha zájmového území včetně hrází a komunikačního napojení je cca 52,6 ha, plocha uvnitř hrází je cca 32 ha. Hranice odkaliště je od nejbližší souvislé obytné zástavby v okolních obcích cca 350 m (zástavba Nové Hodějovice – České Budějovice), 150m (Srubec), 500 m (Staré Hodějovice).

Odkaliště je v současné době vedeno jako vodní dílo III. kategorie v územních plánech dotčených obcí. V současnosti je odkaliště přístupné od Českých Budějovic po panelové cestě Mladé (hřbitov) – Srubec a od silnice Srubec-Ledenice.

Odkaliště je situováno v území s poměrně členitou původní geomorfologií. Středem prochází terénní deprese, kterou protékalo původní koryto Hodějovického potoka. Dnes je v těchto místech nejvyšší mocnost uloženého popela (až 15 m).

V podloží jsou zastoupeny svahové uloženiny a křídové sedimenty, místy i fluvialní sedimenty (propustnější štěrky a písky). Krystalinický skalní podklad tvoří silně zvětřalé pararuly. Přímo odkalištěm protéká v betonovém tunelu Hodějovický potok. Ten bude rekultivací otevřen v novém korytě v revitalizační podobě. Část lokality leží v záplavovém území tohoto potoka. Lokalita leží na okraji Českobudějovického bioregionu, který se nachází ve střední části jižních Čech.

Odkaliště Hodějovice leží na okraji geomorfologického celku Českobudějovická pánev, jehož typická část je tvořena křídovými a neogenními sedimenty se sníženinami s jednotkami luhů a olšin a plochými vyvýšeninami a acidofilními doubravami, nereprezentativní část (ve které lokalita leží) je tvořena podmáčenými plošinami a kopci na krystaliniku a prachovnicích s háji a acidofilními doubravami. Bioregion zabírá sladkovodní pánev vyplněnou převážně nezpevněnými sedimenty kontinentální svrchní křídly a terciéru, okrajově nebo ostrůvkovitě zasahuje do oblasti krystalinického podloží. Reliéf má charakter pánve až členité pahorkatiny, typická výška bioregionu je 370 – 440 m. Celá pánev představuje inverzní oblast velkých rozměrů známou občasnými rekordními mrazy (Litvínovice: - 42,2°C v zimě 1929). Bioregion leží ovšem i v oblasti silného vlivu föhnů za Alpami a Šumavou, takže se zde vyskytují letní absolutní maxima až ke 40°C. Bioregion má tedy pravděpodobně nejkontinentálnější klima v ČR, čemuž odpovídá i nejvyšší srážkové kontinentalita, neboť červencové srážky více než 4x převyšují únorové, tento poměr je zde nejvyšší v celé ČR. Tyto poměry mají značný dopad na vegetaci.

Základní klimatické charakteristiky:

počet letních dnů	40 – 50
počet dnů s průměrnou teplotou nad 10°C	140 – 160
počet mrazových dnů	110 – 130
počet ledových dnů	30 – 40
průměrná teplota v lednu	-2,5°C
průměrná teplota v červenci	17 – 18°C
průměrná teplota v dubnu	7 – 8°C
průměrná teplota v říjnu	7 – 8°C
průměrný počet dní se srážkami nad 1mm	90 – 100
srážkový úhrn ve vegetačním období	350 – 400 mm
srážkový úhrn v zimním období	200 – 250 mm
počet dnů se sněhovou pokrývkou	50 – 60
počet zamračených dnů	120 – 150
počet jasných dnů	40 – 50

Bioregion se nachází v mezofitiku a z větší části se kryje s fytogeografickým okresem.

Budějovická pánev, vegetační stupeň dle Skalického, je suprakolinní.

Odkaliště se nachází v pásnu acidofilních doubrav v mozaice s mezofilními křovinami, směrem k potoku přecházejí společenstva do údolního jasanovo – olšového luhu.

**Acidofilní doubravy** (*Quercion robori-petraeae*) jsou chudé doubravy různého původu na silikátových podkladech (často podzolovaných), jejichž vodní režim je zcela závislý na dešťových srážkách. Dominantními dřevinami jsou dub letní a zimní bříza bradavičnatá, borovice lesní, lípa velkolistá, jeřáb ptačí, topol osika. Keřové patro je poměrně chudé a kromě narůstajících stromových dřevin jej tvoří jeřáby a krušina.



Typická druhová kombinace acidofilních doubrav:

<i>Betula verrucosa</i>	bříza bělokorá
<i>Pinus sylvestris</i>	borovice lesní
<i>Populus tremula</i>	topol osika
<i>Quercus petraea</i>	dub zimní
<i>Quercus robur</i>	dub letní
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i>	jeřáb ptačí pravý
<i>Tilia cordata</i>	lípa srdčitá
<i>Acer pseudoplatanus</i>	javor klen

**Údolní jasanovo-olšové luhy** (*Alnenion glutinoso-incanai*) jsou tvořeny třípatrovými až čtyřpatrovými porosty s dominantní olší lepkavou nebo jasanem ztepilým a s příměsí dalších listnáčů, případně jehličnanů. Keřové patro je často husté a druhově bohaté, s převahou zmlazených dřevin stromového patra. Údolní jasanovo-olšové luhy jsou časté zejména v rozsáhlých lesních celcích, v nižších polohách však byly vlivem člověka často omezeny na úzké pruhy kolem toků.

Typická druhová kombinace jasanovo-olšových luhů:

<i>Acer platanoides</i>	javor mlč
<i>Acer pseudoplatanus</i>	javor klen
<i>Aldus glutinosa</i>	olše lepkavá
<i>Fraxinus excelsior</i>	jasan ztepilý
<i>Prinus padus</i> subsp. <i>padus</i>	střecha obecná pravá
<i>Ribes uva-crispa</i>	srstka angrešt
<i>Sambucus nigra</i>	bez černý
<i>Sambucus racemosa</i>	bez hroznatý

**Mezofilní křoviny** – husté, často trnité křoviny, vysoké kolem 2-5m, druhově bohaté, často velkoplošné nebo liniové. Vesměs mají více dominantních druhů, nejčastěji slivoň trnka, hloh obecný a růže šípková. Rostou na čerstvě vlhkých až suchých půdách na různých podkladech na rovinách i svazích všech orientací od nížin do podhorských

poloh. Často jde o enklávy v primárním bezlesí, např. přirozené i sekundární lesní pláště na rozhraní se skálami, suchými trávníky či loukami, velmi hojně o meze podél cest a opuštěné louky, pastviny nebo pole. Pokrývají většinu území ČR, nejhojnější jsou v teplých a suchých oblastech s mozaikovitou kulturní krajinou na členitějším reliéfu. Tato vegetace je však vzácná nebo chybí v moderní agrárně-průmyslové krajině nížin, v podmáčených pánvích, jako je Třeboňsko, v pohraničních pohořích a v nejvyšších částech Českomoravské vrchoviny. Jsou to jednak husté porosty s převahou silně klonálních keřů (např. slivoň trnka) a s řídkým podrostem, jednak skupinovitě porosty vysokých keřů (např. hloh), většinou se silněji zapojeným podrostem. Porosty jsou ohrožovány eutrofizací, šířením ruderálních druhů i sukcesí.

Typická druhová kombinace mezofilních křovin:

<i>Crataegus laevigata</i>	hloh obecný
<i>Prunus avium</i>	třešeň ptačí
<i>Prunus spinosa</i>	slivoň trnka
<i>Prunus pyraster</i>	hrušeň polnička
<i>Rosa canina</i>	růže šípková

### 3.1. POPIS ŘEŠENÉHO ÚZEMÍ

Odkaliště je ohraničeno různorodými plochami, které jsou výsledkem mnohaletého vývoje v prostoru sloužícím pro ukládání popílku z nedaleké teplárny (odkaliště bylo postupně rozšiřováno). Za hrázovým systémem se nachází téměř výhradně (s výjimkou lesního porostu na jihovýchodě lokality) antropogenní vegetace, ruderální bylinná i křovištní společenstva. Vyskytují se zde tyto následující biotopy.

Antropogenní plochy se sporadickou vegetací, na kterých je vyvinuta sporadická vegetace pokrývností 10%, případně jsou úplně holé, bez vegetace

Ruderální bylinná vegetace tvořená porosty ruderálních a synantropních bylin, jednoletých i vytrvalých, často s dominancí invazních druhů. Na mnoha místech se v terénu prolínají s biotopy sekundárních trávníků, mokřadů nebo pobřežní vegetace.

Křoviny s ruderálními a nepůvodními druhy jsou člověkem silněji narušené a ovlivňované křoviny s hojnými ruderálními druhy. Dále se jedná o výsadby nepůvodních druhů keřů. V ruderalizovaných křovinách nejčastěji převládají bez černý, časté jsou ostružiníky.

Spontánní nálety pionýrských stromových dřevin na nelesních plochách tvoří menší lesíky na původně nelesní půdě převládá *Betula pendula*, *Pinus sylvestris*, *Populus tremula* a *Salix caprea*.

Nelesní stromové výsadby se nacházejí v okolí hrázových systémů s prorůstající travinnou nebo i křovinnou vegetací.

Vodní nádrž bez ochranné významné vegetace v blízkosti okrajů odkaliště postupně zarůstá expandujícími rákosinami. Vegetace makrocyt chybí nebo je zastoupena pouze jedním nebo několika málo běžnými druhy eutrofních vod, např. okřehkovitými (*Lemna gibba*, *Lemna minor*, *Lemna trisulca*), úzkolistými rdesty (*Potamogeton crispus*, *P. pectinatus* a *P. pusillus*). Součástí tohoto biotopu jsou poměrně četné populace vodních ptáků.

Rákosiny eutrofních stojatých vod tvoří strukturně jednoduchou vegetaci s převahou mohutných bahenních travin dosahující, výšky až 3m.

Mokřadní vrbiny jsou složeny z keřových nebo stromových vrb s dominantními vrbami *Salix aurita*, *Salix cinerea* nebo *Salix pentandra*. Vrbiny jsou doplněny ostružiníky, krušinou olšovou (*Frangula Aldus*), s příměsí střechy obecné (*Prunus padus subsp. padus*). Vyznačují se neostrou hranicí mezi keřovým a stromovým patrem.

Vysoké mezofilní a xerofilní křoviny – husté (často i trnité) křoviny, vysoké kolem 2 – 5m, druhově relativně bohaté, mají více dominantních druhů. V podrostu je výrazně odlišen světlý a suchý okraj křoviny s výskytem druhů sousedních trávníků nebo lemů od stinného, méně zarostlého vnitřku s nitrofilními a mezofilními druhy.

Nízké xerofilní křoviny – nízké křoviny, často maloplošné (asi do 30 m<sup>2</sup>), tvořené jediným klonem keře. Vyvíjejí se vesměs v kontaktu se suchými trávníky a suchými bylinnými lemy, z nichž vznikají přirozenou sukcesí. V porostech jsou zastoupeny různé bylinné druhy přesahující z okolní vegetace, jejich pokryvnost je však nízká vlivem konkurence keřů. Sukcesí po čase přecházejí ve vysoké křoviny.

## 4. METODIKA PRÁCE

### 4.1. ZÁKLADNÍ CHARAKTERISTIKA NAVRŽENÉ ZMĚNY DOTČENÉHO ÚZEMÍ A JEHO VYUŽITÍ

#### 4.1.1 SOUČASNÝ ZPŮSOB UŽÍVÁNÍ DOTČENÉHO ÚZEMÍ

Odkaliště Hodějovice slouží k ukládání popelovin z Teplárny České Budějovice a výtopny Nové Vráto od roku 1982. Celková úložná kapacita odkaliště je 3,7 mil. m<sup>3</sup>, do konce roku 2003 bylo uloženo 2 384 693 m<sup>3</sup>.

Odkaliště je tvořeno základní hrází a systémem zvyšovacích hrází. V nejvyšší skladbě (v západní části v nejhlubším místě využitého údolí) je celkem 5 hrází. Značeny jsou základní – III/1 (kóta koruny 423,00 m n. m.), III/2 (425,50 m n. m.), III/3 (428,00 m n. m.), III/4 (430,50 m n. m.) a III/5 (433,00 m n. m.). Součástí hrázového systému je systém drenážní. Ten slouží k podchycení průsakových vod i vod povrchových z hrázového systému. Tyto vody jsou následně svedeny do jímek průsaků v čerpacích stanicích. V provozu jsou dvě čerpací stanice drenážních vod. V západní části pod základní hrází u vtoku Hodějovického potoka do zatrubnění pod odkalištěm (dále ČS1) a výše položená čerpací stanice při východním okraji odkaliště (dále ČS2). Do jímky pod ČS1 jsou svedeny veškeré drenážní vody z hrází západních (III/1 – III/5) a severní části hráze III/5. Z ČS1 je možno drenážní vodu čerpat zpět do odkaliště, přepouštět do potrubí vratné vody zpět do teplárny nebo v případě potřeby řízeně vypouštět do Hodějovického potoka. V případě výpadku čerpadel vody přepadají do Hodějovického potoka veškeré drenážní vody. Do jímky pod ČS2 je svedena drenážní voda z východních hrází III/4 a III/5. Z jímky pod ČS2 je veškerá voda přečerpávána zpět do odkaliště.

Původní koryto Hodějovického potoka bylo nejdříve přeloženo mimo území zabrané odkalištěm na severní svah údolí, za hráz III/4. Ve stavbě III/5 bylo toto koryto znovu přeloženo a zakryto vzhledem k dalšímu rozšíření odkaliště, takže dnes prochází Hodějovický potok tunelem skrz odkaliště. Byl vybudován nový systém přepadových věží a potrubí vratné vody. Součástí odkaliště jsou následující objekty: hráz, zařízení pro kontrolní měření zajišťované pro účely technicko-bezpečnostního dohledu, struskovody, potrubí postřiku, závlahové soupravy s postřikovači, přepadové věže, potrubí vratné vody, přeložka potoka, čerpací stanice postřiku a průsaků, jímka průsaků a obslužné komunikace. Odkaliště Hodějovice dnes slouží především pro ukládání materiálů vznikajících při spalování fosilního paliva, úpravě vody a vlastním provozu

českobudějovické teplárny a výtopny Nové Vráto. Jedná se o popílek a škváru z provozu kotlů, použité ionexové hmoty a kaly z úpravny vody, prací vody z filtrů a provozní vody, které nejsou odváděny přímo kanalizací (chladicí vody z expandérů, odpadní vody z drtiče, splavování škváry atd.). Přeprava popela a škváry do odkaliště je z teplárny zajištěna hydraulicky a z výtopny Nové Vráto autodopravou. Tuhé odpady vzniklé po spalování hnědého uhlí v kotlích teplárny jsou splavovány vodou do bagrovacích jímek a odtud v řaděném stavu dopravovány přes bagrovací stanici pomocí čerpadel a potrubí struskovou na odkaliště. Na odkališti je hydrosměs rozváděna potrubním rozvodem a v určených místech je pomocí naplavovacích odboček vypouštěna na odkaliště. Struska a popílek po naplavení sedimentují a odsazená voda zbavená mechanických nečistot je jímána dvojicí ocelových přepadových věží a dále pak svedena odpadním ocelovým potrubím do teplárny, kde se využívá k dalšímu splavování. V čerpací stanici drenážních vod pod odkalištěm je též možno tuto vratnou vodu přepouštět do čerpací jímky drenážních vod a čerpat zpět na odkaliště jako průsakovou vodu (popřípadě též jako vodu postřikovou pro skrápění obnažených pláží). Odkaliště popelovin Hodějovice je dle zákona č. 254/2001 Sb., O vodách, ve znění pozdějších změn a doplňků, charakterizováno v souladu s §55 jako vodní dílo. Cílem rekultivace odkaliště popelovin je uvedení vodního díla do neškodného stavu (z pohledu technicko - bezpečnostního dohledu a jeho vlivu na okolní životní prostředí) a jeho následné zrušení, včetně zrušení povolení k nakládání s vodami příslušným vodohospodářským orgánem dle ustanovení § 12 téhož zákona. Povinností provozovatele po ukončení činnosti a zaplnění zbytkové úložné kapacity odkaliště je toto vodní dílo rekultivovat.

#### 4.1.2. NAVRHOVANÁ ZMĚNA VYUŽITÍ ÚZEMÍ

Navrhovaná změna spočívá fakticky v ukončení užívání odkaliště k jeho původnímu účelu. Rekultivace představuje završení změn v původním území vyvolaných stavbou a provozem odkaliště. Při zachování naplavených materiálů v této lokalitě a faktické nemožnosti vrátit stav do podoby před začátkem ukládání představuje rekultivace opuštění technického zařízení s jeho uvedením do co možná nejvhodnějšího stavu z hlediska bezpečnosti, funkce v krajině a vlivu na okolí. Konečným cílem rekultivace odkaliště Hodějovice je zrušení odkaliště jako vodního díla. Jedná se o trvalou změnu využití území.

#### 4.1.3. ORIENTAČNÍ ÚDAJE O ZMĚNĚ VYUŽITÍ ÚZEMÍ

Zemní práce spojené s přetvarováním povrchu odkaliště a odtěžení nejvyšší hráze III/5 budou prováděny na ploše 353 000m<sup>2</sup> (bez ploch felonií), biologická rekultivace bude provedena na ploše 477 896m<sup>2</sup>. Změna využití vyvolá i změnu druhu pozemku. Toto bude řešeno po realizaci zhotovením nového geometrického plánu s novým rozdělením pozemků na ostatní plochu a vodní plochu. Tato změna využití území je podle §80 odst. 2 písm. e) stavebního zákona.

Na základě geodetického zaměření odkaliště Hodějovice , které provedl Vladimír Postl GESTA GP, Dobrovodská 53, 370 06 České Budějovice v červenci 2004, a z údajů provozovatele odkaliště Hodějovice byly zjištěny základní bilance odkaliště:

Objem uložených pevných materiálů	2 384 693 m <sup>3</sup> (k 1.1.2004)
Zbývající kapacita do kóty 432,50 m n. m	866,8 tis.m <sup>3</sup>
Objem volné vody při hladině v úrovni 431,30 m n. m.	496,2 tis.m <sup>3</sup>
Vodní plocha při hladině v úrovni 431,30 m n. m.	201,1 tis.m <sup>2</sup>
Celkový objem vody v odkališti cca	1800 tis.m <sup>3</sup>
Celková plocha zájmového území	52,6 ha

Teplárny mají k dispozici deponované materiály, s nimiž počítají do vlastní rekultivace:

Felonie zemin na odkališti Mladé (materiál do podorniční vrstvy)	190 046 m <sup>3</sup>
Felonie ornice v severozápadní části areálu odkaliště (materiál do vrchní vrstvy)	5 780 m <sup>3</sup>
Felonie zemin v západní části areálu odkaliště (materiál do podorniční vrstvy)	930 m <sup>3</sup>
Materiál k dispozici celkem	196 756 m <sup>3</sup>

Pro realizaci terénní úpravy pod biologickou rekultivační vrstvou a protiprašná opatření bude zvenčí dodáno na stavbu 182 tis. m<sup>3</sup> výplňových materiálů.

## **5. ÚPRAVA ÚZEMÍ PO UKONČENÍ ZMĚNY VYUŽITÍ ÚZEMÍ**

Změna využití je dána přímo úpravou území – rekultivací.

Vlastní rekultivace spočívá v realizaci těchto objektů:

- S 01 Přípravné práce, kácení dřevin
- S 02 Terénní úpravy pod biologickou rekultivační vrstvou a protiprašná opatření
- S 03 Úprava Hodějovického potoka
- S 04 Povrchové odvodňovací příkopy
- S 05 Likvidace tunelu Hodějovického potoka
- S 06 Likvidace přepadových věží a zatěsnění odpadního potrubí
- S 07 Likvidace nadzemních ocelových potrubí a jejich podpěr
- S 08 Likvidace východní čerpací stanice (ČS2)
- S 09 Snížení šachet drenáží hráze III/5, zatěsnění svodných potrubí drenáží od hráze III/5
- S 10 Odtěžení hráze III/5
- S 11 Úprava stávajícího povrchového odvodnění a příjezdu
- S 12 Biologická rekultivační vrstva
- S 13 Biologická rekultivace
- S 14 Úprava monitorovacího systému

Před vlastním zahájením rekultivačních prací bude upraveno vodní hospodářství v teplárně tak, aby mohlo fungovat bez odkaliště. To v současné době slouží teplárně (kromě k ukládání popílku a škváry) také k likvidaci vod, které nelze vypouštět volně do toku nebo kanalizace, a jednak jako zdroj a akumulace provozních vod. Do odkaliště jsou odčerpávány i záplavové vody ze sklepních prostorů provozu na Novohradské ulici při povodních. Zahájení vlastní rekultivace je předběžně plánováno na rok 2008. Postup a rychlost rekultivace budou zásadně ovlivněny pohybem hladiny vody v odkališti. S ohledem na „geotechnické a hydrogeologické posouzení“ je navržen následující postup:

2008 – 2009 – vypuštění volné odkalištní vody, protiprašné ošetření obnažených pláží

2010 – 2011 – technologická přestávka pro pokles hladiny podzemní vody v odkališti

2012 – 2013 – práce v prostoru severně od stávajícího tunelu Hodějovického potoka a sanace jihozápadních svahů do zeminu.

2014 – 2015 – po dalším poklesu hladiny podzemní vody v centrální části odkaliště bude možno provést práce i v nejnižších místech odkaliště, předpokládá se pokles

hladiny podzemní vody v centrální části pod 423,00 m, v hrázovém systému pod 422,00 m. Technická opatření pro urychlení odvodnění a zkrácení termínů rekultivace odkaliště nejsou navrhována

2016 – 2018 – práce již budou omezeny pouze na biologickou rekultivaci.

Během rekultivace bude probíhat sledování poklesu hladiny vody v odkališti a v hrázovém systému. Při rychlejším poklesu oproti předpokladům může být termín rekultivace zkrácen po dohodě investora s dodavatelem stavby. Možnost odchylky od předpokládané rychlosti odvodňování je reálná především díky nehomogenitě podloží.

## 5.1. TECHNICKÝ POPIS JEDNOTLIVÝCH OBJEKTŮ

### **S 01 Přípravné práce, kácení dřevin**

Před zahájením vlastních zemních prací bude vypuštěna volná odkalištní voda. Postupnému obnažování pláží musí odpovídat postup S 02 – zakrývání ploch protiprašnou vrstvou zeminy. Charakteristika odkaliště je uvedena v příloze č. 1. Při odpouštění přes přepadové věže vzniknou tři laguny, rozdělené severní částí hráze III/4 a cestou vytvořenou v 5. stavbě v jižní části (oddělující původně jižní zemník). Další snižování hladiny je pak možné odbouráním přepadových hran věží. Z nejhlubších míst může být voda odpouštěna pomocí násosky s využitím potrubí postříku a zaústěním do Hodějovického potoka u ČS1.

Při vypouštění je počítáno s tímto limitem:

Roční .....max. 500 tis m<sup>3</sup>/rok

Měsíční.....max. 100 tis.m<sup>3</sup>/měsíc

Okamžité.....max. 25,0 l/s

Předpokládá se rovnoměrné vypouštění průtokem 16 l/s.

Tento režim vypouštění je podmíněn novým povolením k nakládání s vodami, kde budou povoleny výše uvedené limity.

V rámci S 01 bude dále odstraněn porost dřevin v území kde budou probíhat zemní práce. Kromě vlastního odkaliště se jedná i o felonie zemin. Odstraněny budou stromy a keře včetně kořenů. Ostatní vegetace (především rákosí v odkališti) zůstane zachováno. Vzhledem k očekávaným vertikálním pohybům při poklesu hladiny vody v odkališti je dotvarování vyvolané rozkladem organické hmoty zanedbatelné a porost rákosí účinně funguje jako protierozní opatření.



## **S 02 Terénní úpravy pod biologickou rekultivační vrstvou a protiprašná opatření**

Zároveň s S 01 (přípravné práce, kácení dřevin) budou realizována protiprašná opatření, spočívající v zakrývání obnaženého popílku vrstvou zeminy. Pro zamezení prašnosti je postačující vrstva 0,15 m. Realizována budou okamžitě po obnažení pláže, jakmile to bude technicky možné. Pro rozhrnutí protiprašné vrstvy je nutno využít vhodnou techniku (širokopásová mechanizace, záložní stroj se samostatnou obsluhou a ocelovým lanem pro případné vyproštění, při nezakrytých plážích pohotovost postříkových souprav atd.)

Pro vytvoření konečného tvaru území, který umožní povrchové odvádění srážkových vod do Hodějovického potoka, bude naplavený povrch přetvarován. Do nejnižších partií bude dovezen a uložen výplňový materiál (zejména hlušina a jiný vhodný materiál, odtěžené popeloviny z míst výkopů, případně suť z demolic prováděných v rámci S 05, S 07 a S 09).

Po realizaci S 02 bude zvenčí dodáno na stavbu 182 tis. m<sup>3</sup> výplňových materiálů. Očekává se pokles po 4 letech odvodňování odkaliště, s který byl do výpočtu bilance výplňového materiálu zahrnut. Plán násypů i výkopů bude v konečném tvaru pod vrstvou biologickou urovnána a zhutněna.

## **S 03 Úprava Hodějovického potoka**

Hodějovický potok bude otevřen v podobě revitalizovaného koryta v nové trase: Otevřené koryto je dlouhé 520,42 m, vedeno je severně od stávajícího tunelu. Vlastní příčný profil koryta bude složený viz. výkres D09. Pro zajištění koryta potoka v revitalizované podobě bude vytvořeno údolí široké 12,0 m. Nad ním jsou svahy ve sklonu 1:3. Ve dně údolí je pak dva metry široké miskovité koryto, opevněné kamenným pohozením z těžebního kameniva. Zvlnění vlastní kynety pro průtoky do cca Q30 je docíleno změnou sklonů svahů miskovitého koryta (v pruhu 2,0m) od 1:8 do 1:2. Žádoucí je i rozdělování kynety a její opětovné spojování s vytvářením ostrůvků. Zvýrazněná členitost koryta v daném pruhu 2,0 m může být stavbou i „opticky přehnanou“ (raději než umírněnou). Následnou přirozenou činností potoka při zvýšených průtocích pak bude členitost mírně redukována do přírodě bližší podoby. Předpokládá se provádění vlastního dna potoka již na rostlém terénu (pod úrovní naplaveného popílku). Pro podporu požadovaného přírodního začlenění bude ve dně vyhloubeno 6 mělkých protékacích tůní (hloubka do 0,6 m, plocha do 6 m<sup>2</sup>). Vlastní tůně budou bez opevnění, koryto nad a pod tůní bude opevněno většími kameny (zapuštěné kameny nad 50 kg). Podélný spád 0,6 – 0,789%. Tento spád se týká

vlastního údolí (lze s ním počítat při převádění povodňových průtoků). Vlastní kyneta pro běžné průtoky bude výrazně delší (díky zvlnění) a průměrný spád bude pod 0,5%.

#### **S 04 Povrchové odvodňovací příkopy**

Pro odvodnění střední, nejhlubší části odkaliště je navržen odvodňovací příkop délky 344,48 m. Zaústěn je do Hodějovického potoka v km 0,170 úpravy (S 03). Vlastní koryto příkopu je lichoběžníkové, šířka ve dně je 0,5 m, hloubka 0,5 m. Dno je opevněno kamenným pohozením z těženeho kameniva, svahy jsou osety travou. Nad příkopem je terén upraven do sklonu 1:5. Podélný spád je 0,5%, v úseku km 0,08995 – 0,18995 je spád 1,0% (v této části je očekáván výraznější pokles při dotvarování). Délka 224 m je prováděna ve výkopu. Ten bude upraven 0,5 m pod úroveň dna, přehutněn a dosypán zeminou pod opevnění. Délka 120 m je v násypu. Výplňová vrstva pod příkopem bude hutněna na 96% PS. Stávající otevřené příkopy vně hráze III/5 zůstanou zachovány až na úseky řešené v SO 11 (úprava stávajícího povrchového odvodnění příjezdu). Pokud dojde k jejich poškození během stavby, budou obnoveny.

#### **S 05 Likvidace tunelu Hodějovického potoka**

Stávající železobetonový tunel Hodějovického potoka bude při vtoku a vyústění zcela odbourán ( v délce celkem cca 130,0 m). Ve zbývajícím úseku bude odbourání provedeno minimálně 0,5 m pod konečný povrch rekultivace. Suť bude využita k recyklaci, popřípadě použita po kusech do 0,5 t do výplňové vrstvy. Předpokládá se demolice těžkou mechanizací bez trhacích prací. Případné využití odstřelů nutno předem posoudit a odsouhlasit investorem, orgánem TBD a příslušným vodohospodářským orgánem.

#### **S 06 Likvidace dvou přepadových věží v zatěsnění odpadního potrubí**

Před zasypáním přepadových věží bude zatěsněno odpadní potrubí od věží. Zatěsnění bude provedeno betonovou zálivkou. Minimálně 0,6 m od vtoku dovnitř bude potrubí zazděno betonovými cihlami na cementovou maltu, po zatvrdnutí bude na konec potrubí provedeno bednění pro zalití betonového bloku. Použitý beton B20VH14. Odpadní potrubí bude obdobným způsobem zaslepeno i v místě armaturní šachty pod hrází. Armaturní šachta pak bude zrušena (po odbourání vrchní části cca 0,5 m bude zasypána). Vlastní ocelová konstrukce přepadové věže bude po částech odstraněna a odvezena do šrotu (hmotnost jedné je cca 5000 kg).

### **S 07 Likvidace nadzemních ocelových potrubí a jejich podpěr**

jedná se o potrubí hydraulické dopravy na odkališti a potrubí postříků. Předpokládá se nařezání potrubí do 1,5 m a odvoz do šrotu. Potrubí 324 x 12,5 mm má celkovou délku 1 465,3 m, potrubí 219 x 63 mm je dlouhé 1 457,0 m. Odstraněny budou i podpěry těchto potrubí a podpěry, které zůstaly na níže položených hrázích. Prefabrikované podpěry budou odstraněny celé, podpěry lité se základem budou odbourány min 0,2 m pod povrch terénu. Následně bude povrch pod podpěrami dosypán humózní zeminou a oset. Ocelové podpěry a části budou odvezeny do šrotu, prefabrikované a betonové části budou odvezeny k jinému využití, popř. výrobě recykláži. Možné je i jejich uložení do výplňové vrstvy.

### **S 08 Likvidace východní čerpací stanice (ČS2)**

Po ukončení plavení a poklesu hladiny podzemní vody u východní čerpací stanice bude vymontována a odvezena technologie z vlastní jímky a odpojen bude přívod elektrické energie. Následně může být jímka zasypána bez odbourávání (zakryta bude následně dostatečně mocnou biologickou vrstvou v rámci S 12 (biologická rekultivační vrstva). Odstraněno bude též oplocení čerpací stanice.

**S 09 Likvidace šachet drenáží hráze III/5, zatěsnění svodných potrubí drenáží od hráze III/5.** Po poklesu hladiny pod hrází III/5 pod úroveň 428,00 m n. m. budou zatěsněna svodná drenážní potrubí (ve čtyřech šachtách). Svodná potrubí budou nejprve ucpána, následně bude celé dno šachty zabetonováno betonem B20VH4. Všechny šachty na hrází III/5 budou sníženy o 1,8 m, takže budou po realizaci S10 (odtěžení hráze III/5) a S 12 (biologická rekultivační vrstva) pod konečnou úroveň povrchu rekultivace.

### **S 10 Odtěžení hráze III/5**

Odtěžování nezasahuje do plošného drenu, u vzdušní paty hráze se zahloubí pouze 0,1 m a v jednom spádu bude hráz seříznuta k naplavenému povrchu na straně návodní ( kóta cca 431,60 m n. m.). Materiál z odtěžené hráze bude využit do výplňové vrstvy. Do čtvrté hráze nebude zasahováno ani na východní straně odkaliště. Tato hráz zde bude překryta navezenou vrstvou výplňového a biologického materiálu.

### **S11 Úpravy stávajícího povrchového odvodnění příjezdu**

Stávající povrchové odvodnění zůstává zachováno prakticky v celém rozsahu. Upraveno bude nové napojení příkopu v severní části do nově otevřeného koryta. V severovýchodní části bude zrušen příkop v délce 40 m. Nové napojení má délku 22,0 m. Z toho 6 m bude zatrubněno, 16,0 m bude provedeno v obdobných betonových

žlabovkách jako stávající odvodnění (lze použít nepoškozené žlabovky z rušené části). Žlabovky budou uloženy do 0,1 m betonu B15. Ve svahu budou zajištěny betonovým prahem 1,0/0,6/0,9 m. Pod svahem je koryto ukončeno kamenným záhozem. V severozápadní části bude zrušeno 11 m příkopu u vyústění stávajícího tunelu. Stejně dlouhé je i nové napojení. Provedení je obdobné jako u severovýchodního napojení. Pro zajištění přístupu na plochu severně od otevřeného Hodějovického potoka bude pravý břeh v délce 50 m opevněn silničními panely. Uloženy budou do pískového lože 0,1m, hrana bude 1,0 m od horní hrany pravého břehu. Kromě zpevnění cesty tak bude i vymezena trvalá poloha cesty na pozemcích 719/12 a 719/1.

### **S 12 Biologická rekultivační vrstva**

Biologická vrstva rekultivace bude pokládána na upravený povrch naplaveného popílku, nebo výplňové vrstvy. Celková mocnost je 1,0 m. Rozdělena je na spodních 0,7 m (vrstva podorniční) a vrchních 0,3 m. V místě hráze III/5 bude uložena v mocnosti 0,1 – 1,0 m. Neuvažuje se hutnění této vrstvy, při násypu tedy musí být počítáno s přirozeným slehnutím. Pro realizaci S 12 bude využit materiál, který má objednatel v současné době k dispozici:

deponie zemin na odkališti Mladé

deponie ornice v severozápadní části areálu odkaliště

deponie zemin v západní části areálu odkaliště.

Povrch pod uloženými deponiemi bude po odtěžení ohumusován ve vrstvě mocné minimálně 0,1m. Celková potřeba materiálu pro biologickou rekultivační vrstvu je 332 729 m<sup>3</sup>, pro ohumusování ploch pod deponiemi je potřeba 318 m<sup>3</sup>.

Při využití materiálu na feloniích je potřeba ještě dodat:

41 934 m<sup>3</sup> do podorniční vrstvy

94 357 m<sup>3</sup> do vrchní vrstvy 0,3 m.

### **S 13 Biologická rekultivace**

Způsob biologické rekultivace určuje konečné začlenění zrekontrovaného území do okolní krajiny – přechodu Českobudějovické pánve do hrástě Rudolfovského prahu. Z pohledu katastru nemovitostí (podle katastrálního zákona) lze zrekontrovanou plochu zařadit do lesních pozemků, některého druhu zemědělského půdního fondu (orná půda, zahrady, louky, pastviny apod.) nebo do ostatních ploch, což je považováno za optimální řešení. Tím bude vyloučeno přímé hospodářské využití a minimalizováno nebezpečí znečištění potravního řetězce kontaminujícími látkami. Dle aktuálního stavu

v krajině je snaha zapojit danou lokalitu po konzultaci s orgány ochrany přírody a krajiny do vegetace okolní krajiny a navrátit tak území přírodě.

#### **S14 Úprava monitorovacího systému**

Před odtěžením hráze III/5 budou odstraněny tyto body monitorovacího systému na hrázi:

Sledovací body:	Piezovrty	Sledované body
P1004	2/8	1-502
P1005	3/9	1-503
P1006	4/9	1-504
	9/2	1-505
	10/2	1-506
	11/2	1-507
	12/2	1-508
	16/1	1-509
	16/4	1-510
	17/1	1-511
	17/2	1-512
	17/3	1-513
	17/4	1-514
	18/1	1-516
		1-517
		1-518

Podmínkou je pokles hladiny pod hrázi III/5 pod úroveň 428,00 m n. m. (ve východní části 429,00 m n. m.) a souhlas organizace provádějící TBD a režimní sledování. Část sledování bude přesunuta na hráz III/4, kde byly sledovány před stavbou 5. hráze. Při pozorování nečekaných anomálií je možno některá pozorovací místa navržená na zrušení dočasně zachovat pro další sledování (odtěžení by v okolí monitorovacího místa nebylo dočasně prováděno). Po vypuštění volné vody v odkališti budou uvnitř odkaliště v ose původního údolí provedeny 3 vrty pro sledování průběhu poklesu hladiny podzemní vody v prostoru odkaliště. Hloubka vrtů bude 8,0 m.

## 5.2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROVOZU NA DOTČENÉM ÚZEMÍ

Rekultivace bude provedena na „ostatní plochu“. Po zrušení odkaliště jako vodohospodářského díla nebude v lokalitě řízeně provozována další činnost výrobní, ani nevýrobní povahy. Po ukončení rekultivace nebude lokalita zatěžována dopravou, manipulacemi, skladováním, v lokalitě nebude provozována činnost spojená s navážením surovin a materiálů, v lokalitě nebude provozována činnost spojená s produkcí odpadů, s potřebou vody a energií, nebude zde provozována činnost spojená se znečišťováním ovzduší ani činnost spojená se zvýšenou hlučností.

Po ukončení rekultivace nebude v lokalitě provozována činnost vyžadující bránit nepovolaným osobám ve vstupu do zrekultivovaného prostoru, proto se nepočítá s oplocením ani s jinými zábranami.

## 5.3. POPIS VLIVU NAVRŽENÉHO ZPŮSOBU VYUŽITÍ ÚZEMÍ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ A OCHRANU ZVLÁŠTNÍCH ZÁMĚRŮ

Rekultivace bude provedena na „ostatní plochu“. Po zrušení odkaliště jako vodohospodářského díla nebude v lokalitě provozována další činnost výrobní povahy, která by mohla mít vliv na zdraví osob nebo životní prostředí. Samotná rekultivace vrací technicky využívané území do podoby odpovídající současnému požadavku na ochranu přírody a krajiny i v té lokalitě, která byla významně zasažena lidskou činností. S 03 (úprava Hodějovického potoka) je navržen s ohledem na požadavky úprav toků v krajině, realizovaných dnes často z dotačních titulů jako „revitalizace vodotečí“ a „znovuotevírání zatrubněných potoků ve volné krajině“. Vlastní provoz území po rekultivaci (jako ostatní plocha osázená dřevinami) nepředstavuje ohrožení přírody, krajiny a vodních zdrojů.

V rekultivovaném území nebudou navrhována ochranná a bezpečnostní pásma. Pro další období zůstane ale zohledněna skutečnost, že se jedná o zrekultivované území s naplavenými více než 2,4 mil.m<sup>3</sup> popílkových materiálů a v delším časovém horizontu zde bude docházet k dotvarování spojeným s poklesem hladiny podzemní vody v původním odkališti i v blízkém okolí.

## 5.4. NÁVRH ŘEŠENÍ OCHRANY DOTČENÉHO ÚZEMÍ PŘED NEGATIVNÍMI ÚČINKY VNĚJŠÍHO PROSTŘEDÍ

### **a) Povodně**

Úpravy území včetně úpravy Hodějovického potoka jsou navrženy tak, aby nedocházelo k větším škodám během povodní (mírné sklony svahů i podélné sklony potoka), v místech vyšších podélných spádů a tedy vyšších rychlostí při převádění povodňových průtoků zůstává zachováno stávající opevnění (především panelové opevnění potoka pod hrázemi).

### **b) Sesuvy půdy**

Vlastní rekultivace řeší stávající erozi svahů v místě původního zemníku – zde je navrženo zmírnění sklonu svahu s doplněním svahových lavic a zakrytí povrchu biologickým materiálem s následním osetím. V rámci rekultivace nejsou na celém území vytvářeny svahy prudší než 1:3, které při užití materiálů z deponií a běžně dostupných zemín zůstávají bezpečně stabilní. Po zapojení pokravného porostu jsou tyto svahy odolné i k povrchové erozi.

### **c) Poddolování**

Území poddolováno není.

### **d) Seizmicita**

V území nejsou navrženy objekty, které by mohly být přímo ohroženy tímto jevem. Území je mimo aktivní oblasti a hrázový systém byl posuzován před vlastní výstavbou na zásadě nejpříznivější podmínky při provozu odkaliště oproti podmínkám po rekultivaci (po vypuštění a zaklesnutí hladiny podzemní vody).

### **e) Radon**

Součástí rekultivace nejsou objekty k trvalému obývání/užívání osobami. Zatížení oblasti radonem nebylo posuzováno.

### **f) Hluk**

Zatížení oblasti hlukem je především od provozu na Ledenické silnici, vzroste v budoucnu v souvislosti s plánovanou výstavbou dálnice a jejím provozem bezprostředně pod rekultivovaným odkalištěm. Úpravy s výsadbou dřevin na rekultivované ploše budou oproti volné ploše nad původním odkalištěm působit příznivě, primárně protihluková opatření však nejsou navrhována.

## 6. BIOLOGICKÁ REKULTIVACE

Odkaliště navrhuje po provedené technické rekultivaci zatravnit, osázet keři a stromy a ponechat jako ostatní plochu. Biologická rekultivace tvoří z pohledu sadovnicko – ekologického jeden celek, plocha rekultivovaného území bude navazovat na okolní krajinu i respektovat všechny požadavky kladené na zakládané prvky územního systému ekologické stability (kaliště se nachází v prostoru, který je součástí ÚSES – viz příloha č. 1). Otevřená vodoteč (Hodějovický potok) bude sloužit jako biokoridor, a část severně od této vodoteče bude konstruována způsobem odpovídajícím interakčnímu prvku. Podle stejných zásad (rekultivace v souladu s tvorbou krajinných prvků odpovídajících požadavkům na obnovu ekologické stability krajiny) je navržena rekultivace i zbývající části odkaliště, jako součást ÚSES je však deklarována pouze část plochy podél vodoteče a severně od ní. Návrh ozelenění (druhové spektrum, hustota a prostorové uspořádání výsadeb) je zpracován podle metodik pro zpracování územních systémů ekologické stability s tím, že po dokončení ozelenění může být tímto způsobem zrehabilitovaná plocha začleněna do místního ÚSES (využita jako interakční prvek, respektive biokoridor, jak je uvedeno na jiném místě). Poslání biokoridorů je umožnit migraci organismů mezi biocentry, jejich trvalou existenci ovšem nelze v mnoha případech přepokládat.

Interakční prvky jsou základními skladebnými částmi ÚSES na lokální úrovni, jsou to ekologicky významné krajinné prvky a ekologicky významná liniová společenstva, vytvářející existenční podmínky rostlinám a živočichům a významně ovlivňující fungování ekosystémů kulturní krajiny. V místním územním systému ekologické stability zprostředkovávají interakční prvky příznivé působení biocenter a biokoridorů na okolní, ekologicky méně stabilní krajinu (v tomto případě devastovanou provozováním odkaliště). Rekultivace bude technicky provedena tak, aby byl vyloučen průnik cizorodých látek do potravinového řetězce, do povrchových a podzemních vod a ovzduší.

### 6.1. VYMEZENÍ KOSTRY EKOLOGICKÉ STABILITY, NÁVAZNOST NA ÚSES

Kostru ekologické stability tvoří v současnosti existující ekologicky významné segmenty krajiny, které se zachovaly tam, kde hospodářské využití bylo obtížnější díky nepříznivým přírodním podmínkám, nebo v těch územích, které z různých důvodů nebylo možno využívat, ani jinak ovlivňovat. Současný stav ekologických funkcí krajinných segmentů okolo odkaliště je neuspokojivý především s ohledem na jejich



celkové nízký rozsah daný dlouholetým využitím prostoru na okraji krajského města a lesních porostů s degradovanou druhovou skladbou. Na ekologickou stabilitu v okolí odkaliště velmi příznivě působí přítomnost porostů s vysokým zastoupením listnatých dřevin, travních porostů v kategorii ekologické stability 3 a více (a to i na vlastní ploše odkaliště). Vyhodnoceny byly hydrologické a další biotické poměry ve vztahu k zastoupené vegetaci a záměrům rekultivace, která byla rovněž konfrontována s příslušnou zahradnickou a sadařskou literaturou. Severní částí odkaliště prochází lokální biokoridor, který bude kopírovat odkrytý Hodějovický potok. Záměrem projektu ale není omezit se pouze na okolí vodoteče, protože odkaliště leží v ochranném pásmu prvku ÚSES nejvyššího řádu – nadregionálního biokoridoru, konkrétně jeho mezofilní bučinné osy. Znamená to, že všechny plochy o stupni ekologické stability 3 a více v této ochranné zóně jsou součástí nadregionálního biokoridoru. Nadregionální biokoridor tvoří osa a ochranná zóna. Obě části jsou jeho neoddelitelnou součástí a po celé ploše koridoru se podporuje tzv. koridorový efekt. Charakter nadregionálního biokoridoru a jemu odpovídající konkrétní řešení je ovlivněno územím, jímž biokoridor prochází, antropogenními bariérami a dalšími faktory. Z výše uvedených důvodů bude proto celá plocha (co se týče vegetačních úprav) konstrukčně pojata jako prvek ÚSES (podle zásad výběru dřevin pro takové výsadby s vyloučením allochtonních dřevin, užití odpovídající směsi pro zatravnění, způsob založení a zejména následné údržby a podobně).

## 6.2. DRUHOVÉ SLOŽENÍ ZAKLÁDANÉHO POROSTU

Po ukončení technické části rekultivace bude bezprostředně navazovat biologická část stavby. Po konečném urovnání povrchu odkaliště a přípravě povrchu k setí bude v nejbližších agrotechnických lhůtách (jaro, podzim) zahájena biologická rekultivace. Ta bude reálně zahájena tím, že upravená plocha bude okamžitě oseta odpovídající travní směsí. Tímto okamžitým osetím je myšleno založení travního porostu v jarním nebo podzimním období po urovnání povrchu biologické vrstvy a po slehnutí navezených vrstev. Osetím dojde především ke stabilizaci povrchu vytvořením drnu a kořenového systému trav, čímž se vyloučí prašná eroze v suchých a větrných obdobích roku a minimalizuje se i vodní eroze. Po vytvoření zapojeného travního porostu začne v biologicky aktivních materiálech velmi rychle vznikat svrchní půdní horizont důležitý pro následnou výsadbu dřevin. Toto řešení bude sice znamenat vyšší náklady na ožínání v prvním roce po výsadbě, ale stabilizace povrchu a zahájení tvorby půdního horizontu v co nejkratším čase po urovnání svrchních rekultivačních vrstev je velmi důležitá.

Travní porost bude založen běžnými agrotechnickými opatřeními, převažující planina bude oseta klasickým setím prostřednictvím secího stroje na dobře připravené lože, svahy pro techniku obtížně přístupné budou dosety ručně. Pro travní porosty na tomto stanovišti je navržena následující druhová skladba.

Druh	Možná odrůda	Procentické zastoupení
Kostřava červená - výběžkatá	Táborská, Felix	45
Kostřava červená - trsnatá	Barborka	20
Kostřava ovčí	Jana	25
Lipnice luční	Slezanka, Miracle	9
Psineček tenký	Teno	1
Celkem		100

Je možné s úspěchem využít směs firmy Oseva UNI a. s., označenou jako VV-17, která vytváří velmi vytrvalý, nenáročný a suchovzdorný porost, vyznačující se nízkým růstem a vysokou odolností (včetně vyležení při mulčování). Výsevek bude odpovídat cca 10g travní směsi na 1m<sup>2</sup> (celkem 3400 kg travního osiva). Založení travního pokryvu bude provedeno v souladu s ČSN DIN 18 917 – Sadovnictví a krajinářství – zakládání trávníků. Celkem bude oseto cca 34 ha zrekultivované plochy. Dřeviny pro výsadby jsou vybírány podle místního terénního šetření, klimatických a potenciálních půdních podmínek, vegetační geobotanické rekonstrukce i lesnických typologických map.

Cílovým typem dřevinného společenstva by měl být porost odpovídající skupinám mezofilních keřů v mozaice se vzrostlými dřevinami z acidofilních doubrav. Podél vodoteče budou rovněž vysazeny dřeviny stanovištně odpovídající, osazení vlastních břehů ovšem není s ohledem na nezbytnou údržbu možné. Podle zkušeností však velmi rychle po dokončení stavby dojde ke spontánnímu výskytu vhodné vegetace. Vedle vegetačních kritérií v dané lokalitě byl výběr dřevin rovněž proveden s ohledem na snížení prašnosti lokality. Vysokou schopnost zachycovat prach má líska obecná, kalina, ptačí zob obecný i hloh jednosemenný. Zároveň vybrané druhy jsou s ohledem na charakter lokality (mělký půdní horizont a výsušná lokalita) odolné vůči přísuškům. Při začleňování lokality do okolní krajiny se ale zcela jistě uplatní přirozená sukcese, a to včetně stromové vegetace.

Pro rekultivaci odkaliště Hodějovice byly vybrány tyto druhy stromů a keřů v těchto konkrétních počtech:

Název	%	Ks
<i>Quercus robur</i> – dub letní	28	1700
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i> – jeřáb ptačí pravý	12	700
<i>Tilia cordata</i> – lípa srdčitá	17	1000
<i>Acer pseudoplatanus</i> – javor klen	17	1000
<i>Acer platanoides</i> – javor mlč	8	500
<i>Faxinus excelsior</i> – jasan ztepilý	8	500
<i>Primus avium</i> – třešeň ptačí	5	300
<i>Primus padus</i> subsp. <i>padus</i> – střecha obecná pravá	5	300
Stromy celkem	100	6000

Navržená druhová skladby keřů:

Název	%	Ks
<i>Crateagus laevigata</i> – hloh obecný (ve 460 skupinách po 20 ks)	31,0	9200
<i>Primus spinosa</i> – slivoň trnka (ve 310 skupinách po 25 ks)	26,5	7750
<i>Ligustrum Bulhare</i> – ptačí zob obecný (ve 100 skupin. po 30 ks)	10,0	3000
<i>Rosa canina</i> – růže šípková (ve 300 skupinách po 20 ks)	20,5	6000
<i>Viburnum opulus</i> – kalina obecná (ve 350 skupinách po 10 ks)	12,0	3500
Keře celkem	100	29450

Základními dřevinami jsou tedy stromy a početnější keře (trnka, ptačí zob a růže), které tvoří hlavní hmotu rekultivační úpravy, nejlépe odolávají místním podmínkám a z hlediska cílového stavu jsou plně akceptovatelné. Doplňkové dřeviny představují v prvních letech po provedené biologické rekultivaci především hlohy a kaliny, a také „náletové“ druhy, protože lze počítat s postupným nalétáváním (především v okrajích) pionýrských dřevin (bříza, osika, javor klen, případně borovice). Stromy a početnější keře budou sázeny na ploše uvnitř hrázového systému, v okolí nově vybudovaného koryta Hodějovického potoka a na přilehlých plochách mimo hrázový systém odkaliště.

Naopak pouze doplňkovými mělcekořenícími keři (hloh, trnka, růže, kalina) bude osázen hrázový systém, a to až po stabilizaci zrekultivovaného odkaliště (ukončení technické rekultivace, odstranění odkalištní vody, zatravnění a výsadba dřevin a keřů mimo hrázový systém), které se přepokládá v horizontu 15 – 20 let od zahájení rekultivačních prací. Navrhované dřeviny budou vysazovány v kvalitě odpovídající České technické normě – Výpěstky okrasných dřevin, všeobecná ustanovení a ukazatele jakosti. ČSN 464902-1, květen 2001, kterou vydal Svaz školkařů České Republiky. Platí pro dřeviny určené k výsadbám na trvalá stanoviště nebo k dalšímu pěstování. Konkrétně se jedná o špičáky dvakrát přesazené, prostokořené, výšky 125-150cm. Ostatní znaky jakosti budou dle uvedené normy a mezinárodních znaků hodnot mladých sazenic okrasných dřevin, původ materiálu ze školky splňující požadavky platných předpisů, případně i na základě normy ČSN DIN 18 916, kapitoly 2.2 z přirozených porostů či dřívějších výsadeb. Za rozhodující kritérium při realizaci výsadby se nepovažuje obvod kmínku (uváděný při běžné školkařské produkci), ale výše uvedenou celkovou minimální výšku vysazovance (to znamená vzdálenost od kořenového krčku po živý terminál).

### 6.3. TECHNOLOGIE VÝSADBY DŘEVIN NA REKULTIVOVANÉM ODKALIŠTI

Základní norma je Česká norma – Sadovnictví a krajinářství – Výsadba rostlin.

ČSN DIN 18 916, červen 1997, kterou vydal Český normalizační institut Praha. Příprava ploch před výsadbou se s výjimkou vysečení v místě výsadby nepředpokládá. Výsadbové jamky budou vykopány podle kapitoly 4. normy, minimálně v šířce 1,5krát vyšší oproti kořenovému balu jednotlivých dřevin. Vysazení, řez a ukotvení musí odpovídat též kapitole 4. normy, zcela dostačující je 1 kůl u stromů. Hnojení vysazovanců nepředpokládáme vzhledem k charakteru technické rekultivace skládky, protože lze počítat s dostatečným obsahem humusu i základních živin. V dalším období, kdy bude travnatý porost okolo sazenic pravidelně mulčován, dojde de skutečnému „oživení“ rekultivované plochy.

### 6.4. POVÝSADBOVÁ PÉČE

Dodrženo bude nejdůležitější opatření – ochrana proti okusu. Ostatní vývoj dřevin bude ponechán přirozenému vývoji, aby vznikalo skutečné přírodě blízké prostředí a nikoli parkový porost. Závlaha je na základě norem záležitostí dokončovací péče a je zcela závislá na atmosférických srážkách. Proto je součástí výsadby základní povýsadbová

péče provedená zhotovitelem, ostatní péče je záležitostí majitele pozemku. Ochrana sazenic se musí provádět podle kapitoly 4.9. výše uvedené normy těmi přípravky, které jsou aktuálně registrovány v souladu se zákony ČR. Předpokládá se pravidelné kosení plochy 2 -3x ročně v celé ploše (může být nahrazeno i mulčováním, ale s větší frekvencí 5 – 7x ročně). Dle metodik se plochy keřů kvůli zvýšené obtížnosti kosení neodečítají. Je předpoklad, že po 3 letech po výsadbě budou dřeviny již dostatečně vitální a travní porost stabilizovaný. Poté by měla ze strany majitele rekultivovaného odkaliště nastoupit běžná údržba. Údržba bude spočívat v probírce nevhodných dřevin (například trnovníků) a v odstraňování případného ruderálního porostu, aby byl podpořen růst vysazených keřů a přijatých náletových dřevin odpovídajících navržené druhové skladbě. Zároveň může být v místech přirozených náletů omezováno kosení travních porostů. Významným faktorem pro budoucnost porostu je totiž skutečnost, že lze podle stavu vegetace na zrekultivovaných plochách ponechat jednotlivé náletové dřeviny (bříza, osika, klen, případně borovice) tak, jak bude postupovat přirozená samovolná sukcese. Kvalitní povýsadbová péče je stejně významná jako péče vysazovací a bude prováděna po dobu 3 následujících kalendářních roků po výsadbě dřevin (v případě podzimní výsadby, v případě jarní výsadby bude péče necelé 3 roky). Předpokládá-li se výsadba dřevin na konci vegetačního období běžného kalendářního roku, potom je harmonogram péče v dalších letech následující:

### **Výsadbový rok (od konce vegetace v kalendářním roce do konce vegetačního klidu)**

- výsadba sazenic
- zálivka v množství 5 l/ks/zálivku
- ochrana proti okusu

#### **1. rok**

- úprava kořenové mísy
- náhrada neujmutých dřevin
- zálivka v množství 5 l/ks/zálivku
- celoplošné vyžínání 2 – 3x ročně
- obnova ochranného nátěru (např. Morsuvin)

## **2. rok**

- zálivka v množství 5 l/ks/zálivku
- celoplošné vyžínání 2 – 3x ročně
- obnova ochranného nátěru (např. Morsuvin)

## **3. rok**

- zálivka při výrazně atypickém průběhu počasí (v množství 5 l/ks/zálivku)
- řez zaměřený na konečné usměrnění růstu vysazovanců
- celoplošné vyžínání 2 – 3x ročně

Po třetím roce údržby bude možné zhodnotit stav porostu a navrhnout případné další ošetřování. Záměrem projektanta je ovšem opustit s veškerou usměrňovací činností rekultivovaný prostor v tomto období.

### **6.5. ÚPRAVY NA PŘECHODECH DO STÁVAJÍCÍ VEGETACE**

V okolí odkaliště se nachází různé vegetační formace, které budou zčásti ponechány, zčásti při (technické) rekultivaci narušeny nebo přímo odstraněny. Typickým příkladem je jihovýchodní okraj skládky, kde dojde k napojení na porost náletových borovic, osik a bříz, které budou v maximální míře šetřeny. Vznikne zde také „ohnisko“, ze kterého se budou tyto dřeviny postupně dále šířit směrem do plochy a bude pouze otázkou údržby a sledovaného vývoje, jaký prostor bude těmto přirozeně vznikajícím porostům ponechán. Nelze jednoznačně určit, které konkrétní plochy bude například při svahování terénu možné uchránit (závisí na technických možnostech použitých strojů, únosnosti terénu apod.), základním požadavkem však musí být jejich maximální ochrana.

## 7. VYUŽITÍ REKULTIVOVANÉ PLOCHY V DELŠÍM ČASOVÉM ÚSEKU

### 7.1. VYUŽITÍ REKULTIVOVANÉ PLOCHY JAKO PŘÍMĚSTSKÉHO LESA

Jedna z možností využití plochy rekultivovaného odkaliště Hodějovice, je využití lokality jako příměstského lesa, což je les zvláštního určení se zvýšenou rekreační funkcí. Tyto lesy se ukazují stále více jako důležitá součást krajiny v okolí lidských sídel s větším počtem obyvatel. Jsou stále častěji jednou z mála možností krátkodobé rekreace, relaxace a pobytu v relativně nepoškozené přírodě oproti prostředí v centrech měst. Velice důležité z hlediska návštěvnosti příměstského lesa je vzdálenost od obytných sídel, vzdálenost MHD, stav lesních porostů (stáří, dřevinná skladba, prostupnost, a v neposlední řadě vybavení rekreačními prvky). Příměstské lesy poskytují také útočiště řadě rostlinných a živočišných druhů. Obě hlediska se podporují, neboť uchování přírodních hodnot je nezbytné pro naplnění funkce rekreační oblasti.

Rekreační prvky bych navrhovala:

- přístřešky, které poslouží hlavně v letních měsících k posezení nebo například i ke grilování

( stavby budou tvořit sloupy z nehořlavého materiálu, jako je kámen, cihla či beton, střecha bude pokryta keramickými taškami, podlaha by měla být bezprašná z betonové nebo kamenné dlažby

- chodníky, které budou dostatečně široké a využitelné pro jízdu na kolečkových bruslích

- park uprostřed plochy

- lavičky, které budou umístěny po celé ploše a zejména podél nově upraveného Hodějovického potoka a samozřejmě i v navrhovaném parku

- cvičební konstrukce

- dětské prolézačky

- orientační tabule, které budou znázorňovat rozložení rekreačních prvků a celý příměstský les. Návrh příměstského lesa viz příloha č. 2

### 7.2. NÁVRH NAUČNÉ STEZKY O PROBLEMATICE REKULTIVACE PLOCHY

Naučná stezka by mohla být vybudována v rámci příměstského lesa. Spočívala by v ukázce celého procesu rekultivace odkaliště ve formě panelů. Panely by byly rozmístěny po celém území vzniklého příměstského lesa. Obsahově by na sebe navazovaly a byly by označeny číselnou řadou.

Na těchto panelech by byly znázorněny:

- stav odkaliště před rekultivací tj. funkční odkaliště
- stav těsně před rekultivováním plochy
- dále pak fotografie postupných úprav v rámci rekultivace
- stav jednotlivých rekultivačních fází
- výsledek rekultivované plochy
- fotografie jednotlivých let, než příměstský les vznikl,

Myslím, že by se na panelech měli objevit i náklady spojené s rekultivací, aby lidé věděli, jak byla rekultivace odkaliště finančně, a samozřejmě celkově, náročná a více si vážili možnosti tuto lokalitu využívat. Každý panel naučné stezky by obsahoval otázku s tematikou týkající se rekultivace. Soutěživí návštěvníci mohou na otázky odpovídat a kvalitu svých odpovědí zjistit u posledního panelu. Na tomto panelu bude nainstalován automat, který odpovědi vyhodnotí a při správném zodpovězení všech otázek bude návštěvník odměněn publikací či mapou. Formou zábavy se mohou lidé dozvědět mnoho o znovuoobnovení krajiny pomocí rekultivací. Přínosné by to mohlo být i pro školy, které by mohly tuto stezku využít jako učební pomůcku a přitom strávit nějaký čas v relativně čistém prostředí.

### 7.3. MOŽNOST BUDOVÁNÍ SPORTOVIŠŤ

Jako další využití rekultivované plochy odkaliště bych navrhovala vybudování velkého sportovního areálu, kde by byly:

- tenisové kurty
- volejbalové, nohejbalové hřiště
- hokejbalové hřiště
- baseballové hřiště
- lezecké stěny
- petangové hřiště
- minigolf

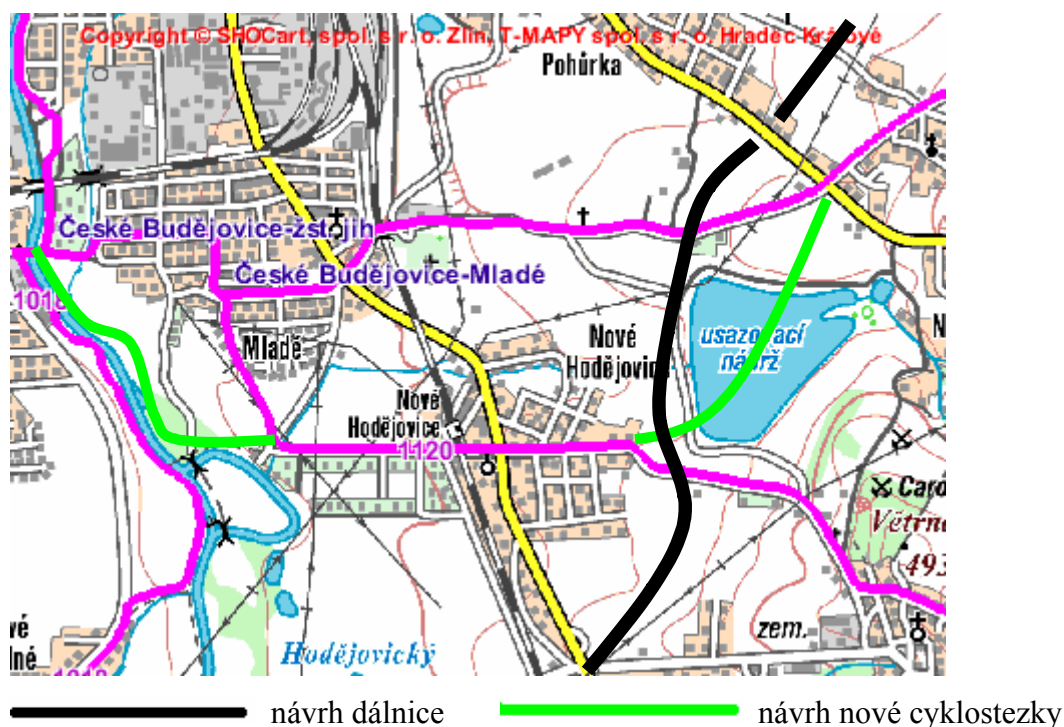
Po celém areálu by byly široké chodníky využitelné pro kolečkové bruslaře a samozřejmě pro cyklisty. Na odpočinek a relaxaci by sloužil velký park na okraji celého areálu, kde by se nacházel kiosek s občerstvením. V případě budování takového sportovního centra je nezbytné, aby se v jeho blízkosti nacházelo dostatečně velké parkoviště pro návštěvníky. Lokalita, ve kterém by se centrum nacházelo, je dle mého



názoru k realizaci daného záměru vhodná, a proto si myslím, že by si brzo získala mnoho příznivců.

#### 7.4. MOŽNOST NAPOJENÍ NA CYKLOSTEZKY

Navrhovala bych vytvořit novou cyklostezku, která by vedla z Českých Budějovic po břehu řeky Malše. Tato by se později napojila na cyklostezku č.1120 (Ledenice) ta by byla propojena s cyklostezkou č. 1050 (Nové Hrady). V případě, že lidé zvolí za cíl své cesty Nové Hrady (č. 1050), mohou si cestu zpříjemnit kolem řeky a nemusí se na č.1050 napojovat již v Českých Budějovicích. Propojení č.1120 a č.1050 bude přes plochu rekultivovaného odkaliště, kde si budou moci lidé odpočinout v navrženém příměstském lese s parkem a mnoha rekreačními prvky. Cyklostezka povede přes dálnici, proto bych zde navrhla postavit „Zelený most“, který by umožnil přechod pěším, cyklistům a také drobným živočichům.



LOKÁLNÍ CYKLOTRASA	
Číslo trasy	1050
Průběh trasy	České Budějovice – Nové Hrady (hr.p.)
Délka v km	47

LOKÁLNÍ CYKLOTRASA	
Číslo trasy	1120
Průběh trasy	České Budějovice – Ledenice
Délka v km	12

LOKÁLNÍ CYKLOTRASA	
Číslo trasy	1018
Průběh trasy	České Budějovice – Cetvina – zříc.
Délka v km	57

#### 7.5. DÁLNIČE A REKULTIVOVANÁ PLOCHA

V konfiguraci terénu by neměla dálnice rekultivovanou plochu nijak narušit. Rekultivovaná plocha bude sloužit jako ochranný prvek pro možnou zástavbu nad plochou. Dále bude sloužit pro tuto zástavbu i jako hluková bariéra. Samozřejmě zde budou vznikat různé emise, které ale myslím si nebudou nijak extrémně velké, aby vedly ke znepokojování. V případě, že by na ploše rekultivovaného odkaliště vznikl již zmíněný příměstský les, mohl by posloužit k odpočinku i projíždějícím motoristům. Další možnou variantou je rekultivovanou plochu využít pro průmyslové a obchodní účely, dále také na vybudování skladů firem nebo sběrné dvory, v čemž by byla blízkost dálnice velkou výhodou. Nebude příliš dlouho trvat, kdy malé obce v blízkosti Českých Budějovic s tímto městem díky novým a novým zástavbách téměř splynou. Je možná lépe využít tuto plochu pro průmyslové účely, sklady a nebytové prostory, než tímto zabírat zemědělský půdní fond.

## 8. ZÁVĚR

V teoretické části mé diplomové práce jsem se zabývala rekultivací krajiny. Shromáždila jsem dostupné tradiční i zcela nové, aktuální informace o tomto tématu a tématech s ním souvisejících, viz. odborná literatura uvedená v závěru práce. Analyzovala jsem a pak shrnula fakta, týkající se např. jednotlivých způsobů či fází rekultivačního procesu, vlivu těžby na krajinu, životní prostředí a prostor, ve kterém se skládka odpadů, odkaliště nebo složiště nachází. Téma rekultivace a otázky s ní spojené mě dlouhodobě zajímá. Domnívám se, že řeší jeden z problémů naší společnosti – konflikt mezi vzrůstajícím tlakem na stále výnosnější ekonomiku a potřebou dnes už opravdu nezbytné ochrany našeho životního prostředí. Rekultivace je jednou z cest, jak mezi oběma požadavky dnešní doby nastolit rovnováhu.

Praktickou část diplomové práce jsem věnovala konkrétnímu projektu biologické rekultivace odkaliště, ležícího na území tří obcí – Č. Budějovic, Srubce a Starých Hodějovic. V posledně jmenované obci převážnou část života žiji a danou lokalitu velmi dobře znám. Při svých návrzích na využití rekultivované plochy jsem tedy mohla vycházet z konkrétních znalostí dotčeného místa a okolí, i přání a požadavků místních obyvatel. Naprostá většina z nich rekultivaci vítá a těší se na odprůměrnění krajiny a další pozitivní změny, které rekultivace v průběhu následujícího desetiletí přinese.

Biologická rekultivace je navržena tak, aby po tříleté péči bylo území ponecháno více méně volnému, pouze mírně usměrňovanému vývoji, kdy zásahy člověka budou postupně doznívat a energetické a finanční vstupy budou postupně utlumeny.

Byly vybrány dřeviny, které splňují stanovištní podmínky a jsou přirozenými zástupci vegetace okraje Českobudějovického bioregionu, a travní směs, která příliš nevzrůstá, ale vytváří kompaktní drn odolný proti nepříznivým vlivům. Přímé využití rekultivované plochy není doporučováno, naopak hlavním funkčním využitím by mělo být „navrácení území zpět přírodě“, což však nevylučuje možnost rekreačního, sportovního nebo mysliveckého využití. Svou diplomovou prací jsem mimo jiné chtěla upozornit na nutnost propojení teoretických vědomostí s praxí a zapojení čerstvých absolventů vysokých škol do řešení aktuálních úkolů, při kterých dokážeme zúročit znalosti získané několikaletým studiem.

## 9. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BORZYK F., Vývoj realizace rekultivačních prací v areálu dolu Nástup Tušimice, Sborník referátů „45 let české rekultivační školy“, Most, 1997

DUMBROVSKÝ M., MEZERA J. a kol., Metodický návrh pro pozemkové úpravy a související informace, VÚMOP Praha, 2000

GLOSER M., MOUČKA V., Komplex opatření velkoplošné rekultivace svažitých území, Sborník referátů „45 let české rekultivační školy“, Most, 1997

HRDINA P., Využití odpadů z teplárenství a energetiky a kalů z ČOV k technické a biologické rekultivaci odkaliště K III – Olešník, elektronický odkaz na:  
<http://www.diamo.cz/hpvt/hp2002/historie/2001/sekce/sanace/16/S16.htm>

HRUBÁ K., Rekultivace odkališť po uranové činnosti v Mapa Mydlovary, Návrh biologické rekultivace v lokalitě Okrouhlá Radoň, Sborník referátů „45 let české rekultivační školy“, Most, 1997

KRYL V., Sanace a rekultivace ploch zasažených hornickou činností a činností prováděnou hornickým způsobem, Institut hornického inženýrství, VŠB – TU Ostrava, elektronický odkaz na  
[http://www.hgf.vsb.cz/hgf/pacov/inhor/files/seminar\\_1/Kryl\\_www.html](http://www.hgf.vsb.cz/hgf/pacov/inhor/files/seminar_1/Kryl_www.html)

KRYL V., PECH K., Teoretické základy povrchového dobývání, Skriptum VŠB Ostrava, Ostrava, 1992

MAUER O., Deteriorizace a rekultivace I., Brno, skriptum VŠZ, Brno, 1985

MAUER O., Deteriorizace a rekultivace II., Brno, skriptum VŠZ, Brno, 1985

NOVÁKOVÁ E., Rekultivace – trvale udržitelný rozvoj – stabilita krajiny, Sborník referátů „45 let české rekultivační školy“, Most, 1997

PETŘÍKOVÁ V., Systém hnojení při rekultivaci důlních (jílových) výsypek a složišť popelů, ÚVTIZ, Praha, 3/1990

POKORNÝ E., FILIP J., LÁZNIČKA V., Rekultivace, Brno, skriptum VŠZ, 2001

SIMMLEIT, N., ICLEI (The International Council for Local Environmental Initiatives), Svazek 12 – Ochrana a rekultivace půdy, obnova zanedbaných budov, Centrum enviromentálních analýz, Děčín, 1999

ŠLEZINGR M., Vegetační doprovod vodních toků a nádrží, skriptum VÚT Brno, Fakulta stavebnictví, Brno, 1996

ŠTÝS S., Rekultivace území devastovaných těžbou nerostů, první vydání, SNTL, Praha, 1990

ŠTÝS S. a kol., Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin, SNTL, Praha, 1981

VOLNÝ S., Deteriorizace a rekultivace krajiny, skriptum VŠZ Brno, Brno, 1985

VOPRAVIL P., technické rekultivace, elektronický odkaz na:

[http://www.hgf.vsb.cz/hgf/pracov/ingot/fines/seminář\\_1/Vop\\_www.html](http://www.hgf.vsb.cz/hgf/pracov/ingot/fines/seminář_1/Vop_www.html)

## **10. PŘÍLOHY**

Seznam příloh:

Příloha č. 1 – mapa ÚSES

Příloha č. 2 – návrh příměstského lesa

Příloha č. 3 – návrh sportoviště

Příloha č. 4 – přehledná situace 1:10 000

Příloha č. 5 – fotodokumentace