

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: M4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Pozemkové úpravy a převody nemovitostí

Katedra: Pozemkových úprav

Možnosti biologické rekultivace v lokalitě Okrouhlá Radouň

Diplomová práce



Vedoucí diplomové práce:

Ing. Pavel Ondr, CSc.

Autor:

Michaela Vondráčková

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Zemědělská fakulta
Katedra pozemkových úprav
Akademický rok: 2005/2006

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela VONDRÁČKOVÁ**
Studijní program: **M4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Pozemkové úpravy a převody nemovitostí**

Název tématu: **Možnosti biologické rekultivace v lokalitě Okrouhlá Radouň.**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Cílem práce je posoudit postup rekultivace v lokalitě obilné těžbou uranové rudy.

1. Provést průzkum lokality a vyhodnotit abiotické složky prostředí.
2. Vyhodnotit současný stav rekultivace se zaměřením na specifika řešené lokality.
3. Provést vyhodnocení přirozené sukcese na zájmové lokalitě a porovnat s okolní rekultivovanou a zemědělsky využívanou krajinou.
4. Navrhnout možnosti biologického oživení rekultivované plochy.
5. Navrhnout využívání lokality po ukončení rekultivačních prací.

Rozsah práce: 50 stran
Rozsah příloh: Mapové přílohy
Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

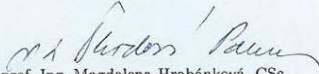
Seznam odborné literatury:

- Forman, R.T., Godron, M.: Landscape ecology. J.Wily and sons, New York, 1986
Sklenička, P.: Základy krajinného plánování. Naděžda Skleničková, Praha, 2003
Jůva, K. a kol.: Meliorační kultivace a rekultivace zemědělské půdy, SZN Praha, 1984
Štýs, S. a kol.: Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin, SNTL Praha, 1991
Kryl, V.: Sanace a rekultivace ploch zasažených hornickou činností, VŠB Ostrava, Ostrava, 1995

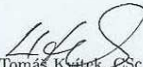
Vedoucí diplomové práce: Ing. Pavel Ondr, CSc.
Katedra pozemkových úprav

Datum zadání diplomové práce: 30. března 2006

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2008


prof. Ing. Magdalena Hrabánková, CSc.
děkanka

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDEJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice


doc. Ing. Tomáš Kvítek, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 30. března 2006

Prohlášení:

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma Možnosti biologické rekultivace v lokalitě Okrouhlá Radouň jsem vypracovala samostatně. Použitou literaturu ostatní podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

V Českých Budějovicích dne 20. 3. 2008

.....

Poděkování:

Touto cestou bych ráda poděkovala panu Ing. Pavlu Ondrovi za odborné vedení a rady, které mi poskytl při zpracování diplomové práce. Dále děkuji paní RNDr. Olze Luskové z o. z. DIAMO SUL a pracovníkům odboru životního prostředí MěÚ J. Hradec za poskytnuté podklady a informace nutné pro zpracování její praktické části.

Obsah

Obsah	6
1. Úvod	8
2. Literární přehled	9
2.1. <i>Těžba uranu</i>	9
2.1.1. Vývoj těžby uranu v České Republice.....	9
2.1.2. Charakteristika zonálních ložisek	9
2.1.3. Těžba a zpracování uranových rud	9
2.1.4. Vlivy těžby uranu	11
2.1.5. Ukládání odpadů vzniklých při těžbě uranu	17
2.2. <i>Rekultivace</i>	17
2.2.1. Vstupní data	19
2.2.2. Etapy procesu rekultivace	20
2.2.3. Základní způsoby rekultivací.....	22
2.2.4. Druhy rekultivovaných ploch	23
2.2.5. Hlediska ovlivňující způsob rekultivace:.....	23
2.2.6. Krajinářské zásady rekultivací.....	24
2.2.7. Ekologické zásady rekultivací	25
2.2.8. Průběh biologické rekultivace	26
2.3. <i>Rekultivace po těžbě rud</i>	28
3. Cíl práce a metodický postup	30
3.1. <i>Cíl práce</i>	30
3.2. <i>Metodický postup</i>	30
4. Charakteristika zájmové oblasti	32
4.1. <i>Geografie zkoumané oblasti</i>	32
4.2. <i>Přírodní poměry zkoumaného území</i>	32
4.2.1. Klimatické poměry	32
4.2.2. Geologické, geomorfologické a pedologické poměry	35
4.3. <i>Hydrogeologické a hydrologické poměry</i>	36
4.4. <i>Geobotanický průzkum a zastoupení fauny</i>	37
4.4.1. Flóra	38
4.4.2. Fauna.....	38
4.5. <i>Územní systém ekologické stability</i>	38
5. Vyhodnocení současného stavu	40
5.1. <i>Období těžby</i>	40
5.2. <i>Vymezení lokality</i>	40
5.3. <i>Likvidace dolu a rekultivace</i>	41
5.3.1. Technická rekultivace	42
5.3.2. Biologická rekultivace	42

5.4. <i>Vlivy důlní činnosti</i>	43
5.4.1. <i>Vlivy dobývání na povrch</i>	43
5.4.2. <i>Vlivy důlní činnosti na zemědělskou výrobu</i>	45
5.4.3. <i>Vlivy důlní činnosti na vodní zdroje</i>	45
5.5. <i>Řešení oblasti územním plánem</i>	45
5.6. <i>Skládky v okolí</i>	46
6. Monitorování a vývoj lokality	47
6.1. <i>Odběr vzorků</i>	47
6.2. <i>Sukcesní plodiny na odvalu</i>	49
7. Pozemková držba	51
7.1. <i>Stav před výkupem pozemků</i>	51
7.2. <i>Současný stav pozemků</i>	51
8. Návrh biologické rekultivace	52
8.1. <i>Biologická rekultivace plata odvalu</i>	53
8.2. <i>Biologická rekultivace propadového pásma</i>	54
8.3. <i>Biologická rekultivace boků odvalu</i>	55
8.4. <i>Biologická rekultivace Brožkova rybníka</i>	56
8.5. <i>Začlenění rekultivované plochy do krajiny</i>	56
9. Využití rekultivované lokality	58
9.1. <i>Trvalý travní porost</i>	58
9.2. <i>Energetické plodiny</i>	58
9.3. <i>Dřeviny</i>	59
10. Diskuze	60
11. Závěr	63
12. Seznam tabulek	65
13. Seznam příloh	66
13.1. <i>Přílohy svázané</i>	66
13.2. <i>Mapové přílohy volně ložené</i>	66
Summary	67
14. Seznam použité literatury	68
14.1. <i>Odborná literatura</i>	68
14.2. <i>Ostatní zdroje</i>	70

1. Úvod

Člověk stále více ovlivňuje přírodu a na světě ubývá míst, kterých se lidská ruka nedotkla. V minulosti se na devastaci krajiny podílelo zejména nadměrné odlesňování, špatné hospodaření na zemědělské půdě apod. Těžba nerostných surovin je jedním z mnoha negativních vlivů, které působí na okolní krajinu v dnešní době. Tam kde těžba probíhala zanechala po sobě stopy, které se navždy vtisknou přírodě do paměti. Docházelo k ničení historických měst, vesnic a vždy k devastaci krajiny. Navrácení krajiny do takového stavu, aby nepřipomínala tu, které se říká měsíční krajina, bylo nutným opatřením. Vznikající výsypky, odvaly a propadliny musely být zapojeny do krajiny tak, aby s ní tvořily funkční celek. Z tohoto důvodu se začaly provádět rekultivační práce.

Při těžbě uranu docházelo ke znečišťování atmosféry, hydrosféry i půdního pokryvu a také k narušování reliéfu krajiny. K největším ekologickým problémům při těžbě uranu patří narušování hydrodynamického režimu podzemních vod a jejich následná kontaminace při vypouštění do povrchových toků. Všechny tyto problémy by měly být následnou rekultivací řešeny.

V Okrouhlé Radouňi se jako zbytek po hornické činnosti nachází částečně rekultivovaný odval. Záměrem této práce je dovést rekultivaci do konečné fáze, navrhnout začlenění odvalu do krajiny a jeho využití. Severní část odvalu by měla být řešena obezřetněji, jelikož je poddolována a hrozí zde nebezpečí propadu. Snahou těchto činností je zmírnění hrůzně se tyčící dominanty odvalu, na které se nachází pouze ruderální trávy a náletové dřeviny. Povrch odvalu je proto nutné rozčlenit a vhodným způsobem ho oživit. Vhodnou dřevinnou a bylinnou skladbou bude požadovaného oživení dosaženo.

2. Literární přehled

2.1. Těžba uranu

2.1.1. Vývoj těžby uranu v České Republice

Český masiv je velmi bohatý na výskyt uranu. Uranová ruda (dříve smolinec) zde byla těžena již od roku 1840, konkrétně v Jáchymově a využívala se pro získávání rádia a polonia. V České republice se uran dobýval v Jáchymově, v okolí Příbrami, u Vítkova v západních Čechách, v Zadním Chodově, na Dyleni, v Hamru a Křižanech poblíž Stráže pod Ralskem, v Zálesí v Rychlebských horách a na dalších lokalitách. V Okrouhlé Radouň v jižních Čechách probíhala těžba od roku 1972, až do roku 1990. Uranová ruda se upravovala v předúpravárnách (Příbram, Jáchymov) a úpravárnách (MAPE Mydlovary - do roku 1991, Dolní Rožínka a Stráž pod Ralskem). (Sequens, 2000)

Světové zásoby uranu a thoria se nacházejí v ložiscích, které se člení do pěti typů. Lokalita Okrouhlá Radouň patří mezi zónová (zonární) ložiska v metamorfovaných horninách.

2.1.2. Charakteristika zonálních ložisek

Rudonosné zóny dosahují směrně několika kilometrů, po úklonu o něco méně a jsou obohaceny grafitem a pyritem. Jejich mocnost kolísá od několika metrů do několika desítek metrů a mají zpravidla strmý sklon. Vlastní rudní tělesa mají deskovitý protáhlý tvar o mocnosti do několika metrů a nalézají se uvnitř rudonosných zón. Jejich hranice s okolními horninami jsou neostře. Uranové zrudnění je v mezích rudných těles rozmístěno rovnoměrněji než u ložisek žilných. Rudy jsou radiometricky slabě kontrastní, hlavními uranovými minerály jsou uranin, coffinit a brannerit. (Grygárek., 2002)

2.1.3. Těžba a zpracování uranových rud

Těžba uranových rud

Pro těžbu uranové rudy se používají tři základní metody: hlubinná těžba, povrchová těžba a chemická těžba uranové rudy. Ve světě je nejvíce rozšířená hlubinná těžba uranové rudy. V České republice se používala zejména hlubinná těžba a chemická těžba uranové

rudy. V současné době, kdy na světovém trhu je přebytek levného uranu (uran z jaderných hlavic zbraní hromadného ničení), je zejména chemická těžba uranové rudy v České republice utlumována a uran je dovážen. (Neužil, 1998)

Uran netvoří obvykle souvislá ložiska jako jiné kovy. V horninách je většinou rozptýlen a pro tuto vlastnost se dají jeho skutečné zásoby jen velmi těžko odhadnout. Uranové minerály jsou buď samy sloučeninami těžkých kovů a uranu nebo provázejí sloučeniny těžkých kovů. Uran se vyskytuje v rudách, které ho obsahují jen několik málo procent nebo desetin procenta. Ložiska s koncentracemi nad 1 % uranu se vyskytují jenom výjimečně, a to ještě v množstvích nejvýše několika tisíc tun. Uranové rudy obsahují kromě uranu samotného i jiné radioaktivní látky z jeho rozpadové řady. Z důvodů nízkého obsahu uranu v rudě navazuje na vlastní těžbu nákladné zpracování za účelem jeho koncentrování. Vytěžená hornina obsahuje značné množství balastní hlušiny, která se musí oddělit od vlastní rudy. Typické pro provozy těžby a zpracovávání uranu jsou tedy velké haldy odvalů, hlušiny a kalů po chemickém zpracování, v nichž se nacházejí radioaktivní doprovodné látky uranu jakož i nevytěžené zbytky uranu. Odvaly se skládají z horniny, která jako krycí vrstva nebo mezivrstva obsahuje příliš málo uranu, aby bylo zajímavé ji zpracovat. Hornina ovšem přesto obsahuje tolik uranu a jeho radioaktivních produktů rozpadu, že může přispívat k ohrožení životního prostředí. (Sequens, 2000)

Zpracování uranové rudy

Úpravny uranové rudy produkují chemickou sloučeninu obsahující uran - diuranát amonný. Tomu předchází pravidelně několikastupňová chemická přeměna uranu. Před chemickým zpracováním se musí uranová ruda nejdříve rozpojit. To se děje několikastupňově v drtičích a mlýnech. Tento proces produkuje samozřejmě odpady. V pevných odpadech se převážně nachází výchozí materiál, protože obsah uranu činí jen několik desetin procenta v nejlepším případě několik procent. Odpad se ukládá na haldy nebo do kalojemů - obsahuje radioaktivní látky a těžké kovy. Vedle pevných odpadů se produkuje poměrně velké množství odpadních vod. Tyto vody se vyznačují vysokou solností a také obsah radioaktivních prvků je obvykle poměrně značný. Množství odpadů z chemické úpravy lze s ohledem na technologii redukovat jen obtížně.

Z hald a kalojemů se mohou radioaktivní látky dostat do životního prostředí třemi způsoby:

- odvátým prachem

- přes výrony radonu
- jako rozpuštěné látky.

Uvolněný prach odpovídá svým složením materiálu haldy nebo kalojemu, a obsahuje tedy jak těžké kovy, tak radioaktivní látky. Izotopy radonu, popř. jeho předchůdců v rozpadové řadě, jsou v materiálu hald z důvodu obsahu uranu obsaženy vždy. Radon se uvolňuje v závislosti na vzdálenosti materiálu od povrchu haldy nebo kalojemu a na průchodnosti uloženého materiálu pro tento plyn. Při těchto faktech je třeba vzít v potaz, že i rozpadové produkty radonu jsou radioaktivní a působí pak jako jemné aerosoly. Rozpuštěné radioaktivní látky se mohou z haldy či kalojemu uvolnit prosakující srážkovou resp. nadržanou vodou. Radioaktivní škodliviny se totiž vyskytují v haldách a kalojemech jen ve více či méně rozpustné formě, nikoli však v absolutně nerozpustné formě. (Sequens, 2000)

2.1.4. Vlivy těžby uranu

Kromě chemické těžby ve Stráži pod Ralskem, která je již ukončena, se u nás těžila uranová ruda hornickým způsobem. Povrchová těžba uranové rudy se volí pouze v takovém případě, pokud sloje uranové rudy jsou uloženy v malé hloubce pod povrchem. Výhodou je vyšší efektivita těžby než při hlubinné těžbě. Při povrchové těžbě dochází k poškozování životního prostředí obdobným způsobem jako při hlubinné těžbě. Většina lokalit byla tedy těžena hlubinným způsobem a z tohoto důvodu budou v této kapitole uvažovány pouze vlivy hlubinné těžby.

Ekologické, bezpečnostní a rizikové aspekty získávání uranu lze principiálně rozdělit do tří oblastí, které vycházejí přímo z účinků radioaktivity a účinků těžkých kovů, které obsahuje uranová ruda, a to:

- trvalé ohrožení zaměstnanců
- trvalé ohrožení obyvatelstva
- následky nehod.

Dále do oblastí, které vycházejí z jiných následků získávání uranu:

- účinky na krajinu a ekologické poměry v těžebních oblastech
- jiné než zdravotní účinky na život obyvatel těžebních oblastí. (Küppers aj., 1989)

Vlivy na životní prostředí

Poškození životního prostředí se velmi podobá poškození, které nastává při hlubinné těžbě uhlí. Při těžbě vzniká zábor půdy, který negativně poznamenává celkový ráz krajiny a snižuje možnost využívání krajiny, např. pro rekreační účely. Při budování dolu dochází k narušení lesních porostů, neboť ložiska uranové rudy se často nacházejí v zalesněných oblastech. Narušení lesních porostů, které tvoří významný stabilizační prvek daného ekosystému, se projeví na celkové rovnováze ekosystému. Vykácením části souvislého lesního porostu je snížena odolnost lesního porostu proti účinkům povětrnostních vlivů (vítr, sněhové kalamity, atd.) a následnému přemnožení různých škůdců (kůrovec a pod.). Kořenový systém lesa též zadržuje vláhu, a proto při jeho narušení dochází k ovlivnění hydrogeologických poměrů v dané oblasti. Odlesněná plocha je náchylnější k větrné a vodní erozi půdy.

Hluk a vibrace, které doprovázejí těžbu uranové rudy, plaší zvěř v širokém okolí, zejména pokud je důl umístěn v zalesněné oblasti. Silným zdrojem hluku a vibrací je mletí, drcení a skládkování vytěžené hlušiny a nákladní automobilová doprava. Mletí a drcení vytěžené hlušiny obvykle provázejí silné emise radioaktivního prachu, které též vznikají u všech přesypů pásových dopravníků (doprava hlušiny na haldy). (Neužil, 1998) Zvýšená prašnost postihuje okolí hald, úpraven a cest, po kterých je uranová ruda dopravována. Maximální přípustná norma prašného spadu je stanovena na 150 t na km² za rok. Prach obsažený v ovzduší může pocházet z nejrůznějších průmyslových zdrojů, ale jeho původ z uranových aktivit se dá jednoduše prokázat na základě radiometrických analýz. (Lepka, 2003) Během provozu uranového dolu se do ovzduší dostává ventilací velké množství vzduchu zatíženého radonem a prachem. Tím se sice udržuje zatížení horníků v povolených mezích, zvyšuje se ovšem současně zatížení obyvatel okolí. Toto zatížení přetrvává i po zastavení těžby uranu, dokud se štolý v rámci útlumových prací provětrávají. (Sequens, 2000)

Zábor půdy též znamená překážky volnému pohybu živočichů a zabraňuje využití půdy pro lesní či zemědělskou produkci, která tak přichází o nemalé zisky (opportunity costs). (Neužil, 1998) V ojedinělých případech může docházet k propadání poddolovaných oblastí, když sloje uranové rudy nejsou v geologicky stabilních oblastech. Propadání poddolovaných území způsobuje další problémy spojené s udržováním liniových staveb, využíváním zemědělské půdy, vytvářením nových říčních koryt, atd. Výše uvedené problémy způsobují vnější společenské náklady.

U většiny hornických provozů dochází rovněž ke kontaminaci půdního pokryvu. Na území České Republiky bylo v různé míře postiženo nejméně 0,3 mil. ha zemědělské půdy. Plošně nejrozsáhlejší poškození půdy se projevuje u odvalů, v úpravárenských areálech a vrtných sítích. Z kontaminovaných půd se šíří zamoření také do rostlin. Není bez zajímavosti, že kontaminace postihuje různé rostliny v rozličné míře. Některé dřeviny vykazují zvýšené obsahy radionuklidů v listových čepelích rašících listů (bříza, olše), zatímco listová nervatura je zcela sterilní (neradioaktivní). Jiné dřeviny naopak zadržují uran a radium v cévních cestách (vrba, černý bez). (Lepka, 2003)

Vliv pevných odpadů

Hlavním problémem hlubinné těžby uranu je produkce pevných, kapalných a plyných radioaktivních odpadů. Pevné radioaktivní odpady jsou tvořeny hlušinou, která vzniká při ražbě podzemních šachet a štol. V minulosti nevznikaly při těžbě uranové rudy haldy důlních odpadů, neboť veškeré pevné odpady byly použity při výstavbě "výdřevy" (Příbram). S nástupem moderních těžních technologií došlo k jemnému drcení hlušiny, kterou nebylo možno použít na "výdřevu", a proto začaly vznikat haldy důlních odpadů. Hlušina obvykle bývá slabě radioaktivní, ale nemusí být radioaktivní (různé prokopy). Haldy zabírají velkou plochu a nepříznivě působí na krajinu. Haldy důlních odpadů ovlivňují místní klimatické podmínky, neboť mají vliv na proudění vzduchu v dané oblasti (vítr). Navíc chybějící vegetační kryt způsobuje rychlé ohřátí povrchu haldy vlivem sluneční radiace, což způsobuje vznik stoupavých vzdušných proudů, které mají také vliv na místní klimatické podmínky. Nezpevněný povrch haldy je zdrojem emisí radioaktivního prachu a radonu. V případě intenzivnějších dešťů dochází k vodní erozi a radioaktivní bahno je zanášeno do okolí, kde způsobuje znečištění a kontaminaci nejen půdy, ale i povrchových a podzemních vod. Kontaminovaná půda a povrchová či podzemní voda může způsobit kontaminaci potravního řetězce. Haldy vytěžené hlušiny způsobují značné tlaky na podloží, které mohou negativně ovlivnit stávající geologické a hydrogeologické podmínky. Výše uvedená rizika lze snížit tříděním hlušiny. Hlušinu, která není radioaktivní, lze použít při stavbě silnic, dálnic, železničních náspů apod. Tím se výrazně sníží množství hlušiny, kterou je nutné skladovat na haldách. K omezení radioaktivních emisí, větrné a vodní eroze je vhodné haldy pokrýt vrstvou zeminy a vytvořit přirozený vegetační kryt (např. zatravněním). Slabě radioaktivní hlušina může být použita při stavbě sypaných hrází mokrého složiště kapalných odpadů, které vznikají v procesu předúpravy a

úpravy uranové rudy. V žádném případě nesmí být radioaktivní štěrk či písek použit při výstavbě obytných budov, jak se to v minulosti občas stávalo (Jáchymov). V každém případě se nedoporučuje budovat haldy radioaktivní hlušiny v blízkosti vodotečí. Ideálním řešením, při kterém téměř nevznikají haldy důlních odpadů, je doprava vytěžené hlušiny zpět do vytěžených částí hlubinného dolu, čímž se podstatně omezí riziko případného propadání poddolovaných oblastí. Výše uvedené řešení vyžaduje dobrou organizaci těžních prací. (Neužil, 1998)

Vliv kapalných odpadů

Kapalné radioaktivní odpady jsou tvořeny především kontaminovanou podzemní vodou, neboť při hlubinné těžbě uranové rudy je nutné čerpáním snížit hladinu podzemní vody. To je citelný zásah do hydrogeologických poměrů v dané lokalitě, který způsobuje pokles hladiny podzemní vody v širokém okolí. Výsledkem jsou problémy se zásobováním pitnou vodou, neboť dochází k vysychání studní a je nutné budovat soustavy pro zásobování pitnou vodou, které způsobují vnější společenské náklady. Odčerpávaná důlní voda je radioaktivní a musí být před vypuštěním do vodoteče filtrována. Bazény s radioaktivní důlní vodou mohou způsobit kontaminaci povrchových vod při protržení hráze, např. vlivem intenzivních dešťů či zemětřesení apod. Při vytěžení ložiska uranové rudy je nutné stále odčerpávat důlní vodu, jinak dojde k vyrovnání hladin podzemní vody a zaplavení hlubinného dolu. Výsledkem je kontaminace podzemních vod uranovou rudou s nízkým obsahem uranu, jejíž těžba je ekonomicky neefektivní. (Neužil, 1998)

Vliv plynných odpadů

Plynné radioaktivní odpady jsou tvořeny zejména emisemi radonu a radioaktivního prachu, které vytváří soustava důlního větrání. Plynné radioaktivní emise znečišťují široké okolí. Ventilátory vhání do podzemí neznečištěný okolní vzduch (těžní věž) a kontaminovaný vzduch je odsáván z podzemních prostor hlubinného dolu a vyfukován do okolí (výdušná věž). To je nezbytné pro odvedení značného množství radioaktivního prachu, který vzniká v procesu těžby uranové rudy a který jinak způsobuje rakovinu plic horníků. Velké ventilátory způsobují značný hluk, který má negativní účinky na okolí. Dříve se používalo pouze přirozené větrání podzemních prostor dolu, které bylo charakteristické množstvím větracích šachet. Tyto šachty starých vytěžených dolů jsou sice

zaslepeny, ale ne plynotěsně. Dalším nebezpečím je možnost propadání časem poškozeného zdiva, což způsobuje nečekané problémy při obdělávání lesů a zemědělských ploch, kdy dochází k propadnutí zeminy pod koly traktoru nebo jiného stroje. (Neužil, 1998)

Vlivy vytěžené hlušiny

Hlušina vzniká v povrchové těžbě při odstraňování nadloží a v hlubinné těžbě při razbě štol nezrudněnými zónami. Haldy hlušiny obsahují často zvýšené koncentrace radioaktivních složek oproti nezatížené hornině. Jiné haldy obsahují chudé rudy, jejichž obsah uranu je příliš nízký pro zpracování. Přejít mezi hlušinou a chudou rudou, popř. rudou, je plynulý a závisí na technických možnostech a ekonomických podmínkách těžby.

Při hornickém způsobu těžby uranové rudy vzniklo na území ČR 38 velkých hlušinových odvalů o celkovém objemu 43 177 000 m³ na ploše 2460 tisíc m². Z měření u pat hald vyplývá, že dávkový ekvivalent ionizujícího záření je zde několikanásobně vyšší oproti přírodnímu pozadí. Rovněž je tu problém prašnosti, zejména v době zakládání nebo likvidace odvalů. Všechny tyto haldy ohrožují obyvatele a životní prostředí i po ukončení hornické činnosti dlouhodobě z důvodů uvolňování radonu. Další problém hald představují průsakové vody, které mizí ve spodních vodách. Ze zbytku se zachycuje na úpatí haldy pouze zlomek.

Mnohdy se hlušina zpracovávala i na šterk nebo cement a používala při výstavbě silnic nebo železnic. V Československu bylo možné používat pro stavbu silnic až do roku 1991 materiál s obsahem uranu až 200 g/t a obsahem rádia až 2,22 Bq/g. Tím se rozšířily radioaktivní látky ve velké oblasti. Pro část materiálu nelze vůbec vysledovat, kde byl využit. (Sequens, 2000)

Vlivy úpraven rud

Ruda získaná povrchovou nebo podpovrchovou těžbou se v úpravně rudy rozemele a louží. Úpravna rudy je speciální chemická továrna, která se nachází většinou v blízkosti důlních děl, za účelem získání uranu z rudy. Ve většině případů přichází v úvahu jako loužící roztok kyselina sírová, používá se ale i alkalické loužení. Protože loužící roztok rozpustí z rudy nejen uran, ale i ostatní složky jako molybden, vanad, selen, železo, olovo a arzén, musí být uran ze získaného roztoku oddělen ionexovými výměníky. Konečný

produkt úpravny rudy je tzv. žlutý koláč (Yellow Cake - U_3O_8 s nečistotami), který se plní do sudů a odesílá se pro výrobu jaderného paliva.

Během provozu představuje úpravna rudy problém hlavně kvůli kontaminované prašnosti. Při likvidaci úpravny vznikají velká množství radioaktivně zamořeného šrotu, která se musejí bezpečně skládkovat. (Sequens, 2000)

Odpady jsou skladovány v mokřím složišti (odkališti), které je značnou hrozbou pro životní prostředí. Obvykle jsou používána střídavě dvě odkaliště. Jedno se používá pro ukládání odpadů, druhé (už naplněné odpady) slouží k zpětnému získávání zbytků uranové rudy z uloženého odpadu. Odkaliště zabírají značnou plochu a jsou zdrojem ionizujícího záření a nebezpečných emisí. Dále mohou způsobit znečištění a kontaminaci půdy a podzemní případně povrchové vody. Pokud je kapacita jednoho odkaliště vyčerpána a odkaliště je vyschlé, další odkaliště se obvykle buduje na ploše starého odkaliště vybudováním nových sypaných hrází. Při tom nedochází k záboru další půdy, ale na druhou stranu se silně zvyšuje tlak na podloží a riziko protržení sypané hráze v případě živelných katastrof. Navíc sypané hráze (vytěžená hlušina - šterk) nemají vegetační kryt a dochází tak ke stejnému nežádoucímu ovlivnění místního klimatu jako v případě hald vytěžené hlušiny (změna proudění vzduchu). U starých odkališť je nutné zabezpečit, aby nedocházelo vlivem větru k emisím radioaktivního prachu (zavlažování, zatravnění, apod.). (Neužil, 1998)

Množství kalů je prakticky stejně velké jako množství vytěžené rudy: při obsahu uranu např. 0,1 % zůstane 99,9 % odpadní rudy. Kal obsahuje kromě uranu ještě všechny součásti rudy, to znamená 85 % původní radioaktivity rudy, protože dlouhodobé rozpadové produkty jako thorium 230 a rádiu 226 se neodstraní. Jelikož z technických důvodů nelze získat všechny uran, obsahuje kal také ještě 5 až 10 % původně v rudě obsaženého uranu. (OECD Nuclear Energy Agency, 1984)

V kalu obsažené rádiu 226 se průběžně rozpadá na radioaktivní plyn radon 222. Část tohoto radonu unikne z vnitřku deponie kalů a znečistí atmosféru. Vznikající radon 222 má sice poměrně krátký poločas rozpadu 3,8 dne, protože ale z rozpadu rádia 226 vzniká stále další radon, představuje radon z důvodů dlouhého poločasu rozpadu rádia 226 (1620 let) dlouhodobé nebezpečí. V kalech ovšem není pouze rádiu 226, ale i jeho předchůdce v rozpadové řadě, thorium 230. Jeho radioaktivní rozpad odeznívá s poločasem rozpadu 80 000 let a produkuje tak kontinuálně nové rádiu 226. Teprve po zhruba 1 miliónu let odezní radioaktivita kalů, a tím i radonové emise do té míry, že je určována pouze zbytkovým obsahem uranu 238, který sám produkuje nové thorium 230. (Pohl, 1976)

Kromě toho jsou v kalu zastoupeny ještě jiné škodliviny, které pocházejí ze zpracované uranové rudy, jako je např. arzén nebo různé těžké kovy. Dodatečně obsahuje kal ještě chemikálie, které se použily při procesu úpravy rudy. Všechny tyto nebezpečné látky se dostávají ze své bezpečné izolace pod zemí a ve formě jemného písku, popř. kalu, se jim dostalo schopnosti šířit se v životním prostředí. V deponii kalu se navíc látky nacházejí v geochemické nerovnováze, což vede uvnitř deponie k různým procesům, které s sebou přinášejí další ohrožení životního prostředí.

Deponie kalů jsou různým způsobem vystaveny erozi. Kvůli dlouhým poločasům rozpadu uložených radionuklidů musí být bezpečnost deponií zajištěna dlouhodobě. Srážky mohou vést ke tvorbě erozních rýh; při povodních může být poničena celá deponie; kořeny rostlin a zvířata mohou proniknout do deponie, a tím umožnit únik uloženého materiálu, zvýšit emise radonu a urychlit erozi způsobovanou povětrnostními vlivy. Pokud povrch kalojemu vyschne, může jemný písek rozvát vítr na sousední pozemky. (Sequens, 2000)

2.1.5. Ukládání odpadů vzniklých při těžbě uranu

Nedostatek lokalit pro ukládání toxických a radioaktivních odpadů vede k návrhům ukládat tento problematický odpad do bývalých dolů, hald, odvalů nebo do kalojemů upraven uranové rudy. Jestliže se připustí smíchání kalů z úpravy uranové rudy s jinými odpady, stane se sanace kalojemu ještě obtížnější, pokud vůbec tato sanace bude reálná. Nejlepší možná metoda může být nalezena pouze pro jednu určitou škodlivinu samotnou. Uzavřené uranové doly mají ovšem většinou velmi nepříznivé vlastnosti pro zadržování uložených škodlivin. Na dotčených lokalitách musejí být proto provedeny detailní výzkumy nezávislých expertů. (Sequens, 2000)

2.2. Rekultivace

U krajiny devastované povrchovou těžbou je většina funkcí dočasně utlumena či zcela eliminována. Člověk mění nejen kulturní charakteristiky území, ale také charakteristiky přírodní označované jako neměnné charakteristiky krajiny. Vlivem těžby a ukládání materiálu dochází ke změně reliéfu a k lokálním změnám klimatických podmínek, jejichž prostřednictvím dochází posléze i ke změnám hydrologickým. Negativní vliv povrchové těžby se projevuje také v likvidaci ekologicky hodnotných ekosystémů, v dočasném úbytku lesních a zemědělských půd a ve snížení estetické hodnoty území. (Sklenička, 2003)

Rekultivace jsou formou krajinného plánování, která je územně vázaná převážně na plochy narušené těžbou nerostných surovin. Základním cílem rekultivace je obnova krajiny jako polyfunkčního systému. Podle Štýse (1981) je základním smyslem rekultivace tvorba krajiny, která by se člověku opět stala ekologicky vyváženým, ekonomicky potenciálním, hygienicky vhodným, esteticky působivým a rekreačně hodnotným životním prostředím. Smyslem rekultivačních opatření není dosáhnout dřívější struktury a funkcí původní krajiny, není to ani možné. Jde o to vytvořit zcela novou strukturu a funkce území, aby vhodnou koncepcí obnovy a tvorby nové krajiny se docílilo ekologicky vyváženého a esteticky působivého krajinného a životního prostředí. (Špiřík, 1994)

Úkolem rekultivací by měla být obnova všech funkcí krajiny. Tato obnova musí spočívat v respektování těch historických souvislostí a hodnot, které se mohou uplatnit v návrhu „nové krajiny“ a současně v tvorbě nových hodnot, které se v kontextu původních i současných uplatní jednoznačně pozitivně. (Sklenička, 2003)

Rozsah a způsoby rekultivací se různí v závislosti na druhu poškození půdy, druhu a způsobu těžené suroviny, na ekologických vlastnostech rekultivovaných objektů a širšího okolí a v závislosti na sociálně ekonomických podmínkách. Způsob dobývání určuje druh devastace. (Sanetrník, Filip, 1991) Jedním z důležitých faktorů ovlivňujících výsledný návrh rekultivace je formulace motivu rekultivace území. Hlavní motiv, případně motivy vedlejší, zásadním způsobem determinuje formu rekultivace a její pojetí v kontextu okolní krajiny. Nejčastějšími motivy mohou být např. produkční využití, rekreační využití, ekologický nebo kompoziční motiv apod. Bez ohledu na motiv rekultivace by výsledná krajina měla splňovat následující požadavky:

- ekologickou a hydrologickou vyrovnanost ve vztahu k okolní krajině,
- esteticky pozitivní začlenění rekultivované lokality do krajiny,
- racionální (ekonomicky udržitelný) způsob využití lokality
- hygienickou nezávadnost řešení. (Sklenička., 2003)

Rekultivace je nedílná součást systému exploatace nerostné suroviny. Pro mimořádnou různorodost podmínek není vhodné strukturu rekultivačních opatření zcela generalizovat. Dosavadní zkušenosti však dokazují, že je účelné vycházet alespoň z rámcové osnovy rekultivace, použitelné v různých individuálních variantách rekultivačního řešení. (Špiřík., 1994)

2.2.1. Vstupní data

Zásadním kritériem pro všechny rozhodovací činnosti v této oblasti je dostatečně široký soubor dat a informací, udržovaný ve stále aktuální podobě. Vstupními daty pro sestavení plánu zahlazení jsou:

- data reliéfu terénu, získaná fotogrammetrickým mapováním území, dále zpracována do digitální podoby modelu terénu k umožnění průběžného načítání skutečně proběhlých a výhledových poklesů
- hydrogeologické průzkumy území s výstupy s popisem geologických, hydrogeologických a hydrochemických poměrů a mapami koncentrace škodlivin v podzemních horizontech, ale zejména mapou hydroizohyps podzemní vody
- mapy skutečně proběhlých poklesů a plány odrubání nerostných zásob v prostoru a čase
- produkce hlušiny jednotlivých dolů
- územní plány měst a obcí

Soubor těchto vstupních dat je sestavován do databanky "plánu zahlazení", jejíž další rozpracování se řídí hlavně příslušným odstavcem paragrafu 31 Horního zákona č. 44/88 Sb.

Výchozí metodou pro plánování asanačních a rekultivačních zásahů bývá v první řadě provedení průniku digitálního modelu terénu a digitálního modelu hladiny podzemních vod a to v časových řadách souvisejících s výhledy poklesů terénu způsobené odrubáváním nerostných surovin. Výsledkem průniku obou těchto modelů je zjištění rozsahu území, ohroženého plošně trvalým zamokřením, případně zatopením. Bezprostředně navazující metodou je výpočet deformačních prvků přetvoření terénu, jejímž výsledkem je tzv. mapa "skupiny stavenišť" s jednoznačným vyznačením oblastí, kde dojde vlivem důlní činnosti k narušení stability stavebních objektů s další vazbou na jejich částečné nebo totální odškodnění. Tyto metody umožnily sestavení korektního výhledu potřeb zahlazení následků důlní činnosti a současně vytvořily předpoklady pro sestavení výhledu potřeb nákladů na asanační, rekultivační a sanační činnost. Výhled činností souvisejících s plošnými devastacemi povrchu je pak sestaven do "plánu zahlazení". "Plán zahlazení" je zpracován na časový výhled nejbližších pěti let s konkrétním určením a popisem lokalit, ve kterých bude zahlazení probíhat a nákladů nutných na zahlazení. Zákonná finanční rezerva je tvořena na základě "Plánu zahlazení", výhledu důlních poklesů a plánů "Komplexního

řešení zahlazení následků důlní činnosti", v jejichž osnově je zpracována i dokumentace jednotlivých stavebních objektů s posouzením jejich stavebního stavu a odolnosti vůči účinkům přetvoření terénu důlními vlivy. Celková potřeba nákladů na zahlazení důlní činnosti je pak stanovena pro každý rok a pro každý důlní podnik zvlášť. Tyto náklady jsou součtem rozpočtových nákladů na realizaci asanace, rekultivace a sanace pozemků a nákladů na náhradu důlních škod, včetně náhradní výstavby. Tento souhrn nutných nákladů pak představuje celkovou bilanci nákladů důlního podniku na zahlazení následků důlních činností, které musejí důlní podniky pokrýt z prostředků:

- státních dotací v případech, kdy jsou zahlazovány škody vzniklé v minulosti - tedy škody, vzniklé před účinností novely horního zákona 168/93 Sb.
- zákonné finanční rezervy vytvářené důlními podniky pro zahlazení nově vzniklých škod
- provozních nákladů důlních podniků v případech, kdy první dvě položky nepokrývají celkovou potřebu nákladů. (Menšík aj, 1997)

2.2.2. Etapy procesu rekultivace

• Přípravná etapa

Tato fáze má především preventivní a optimalizační funkci a účinnost. Rekultivační záměry mají být uplatňovány již při zpracování územněplánovací dokumentace a struktury územních celků, územního řešení těžby i rekultivace. (Štýs aj., 1981) V této etapě převažují koncepční, průzkumné a projektové aktivity. (Sklenička, 2003) Průzkum ložiska by měl být koncipován tak, aby poskytoval podklady a informace důležité nejen pro otvírku ložiska a jeho exploataci, ale i pro zvážení možností následné rekultivace. (Štýs aj., 1981)

• Důlně- technická etapa

Důlně technická etapa vytváří mimo jiné podmínky pro rekultivaci a výrazně se podílí na jejím celkovém úspěchu. Mimořádná pozornost je věnována řízení prací v dotčeném území. (Špiřík, 1994)

Mezi činnosti, které zvyšují výslednou efektivnost rekultivací řadí Sklenička (2003) např. tyto:

- Selektivní skrývka úrodných, snadno zúrodnitelných a melioračně hodnotných nadložních substrátů.
- Zajištění vhodné proporcionality mezi vnějšími a vnitřními výsypkami a jejich lokalizace v krajině.
- Vhodné tvarování výsypek již při stavbě, aby co nejlépe vyhovovaly zvolené formě rekultivace a využití krajiny.

- **Biotechnická etapa**

- **Technická rekultivace**

Je to skupina prací technické povahy, jejímž úkolem je zlepšování ekologických vlastností území určených k rekultivaci. Základním smyslem těchto opatření je odstranění deficitní povahy stanovišť. (Špiřík, 1994) Technická opatření zajišťují předpoklady pro realizaci následné biologické rekultivace, tedy zajištění stability svahů odvalů a výsypek, ochranu půdy před erozí, využití vody a její neškodné odvedení do recipientů, přístup lidí a mechanizace na vybraná místa po pozemních komunikacích, přeložky inženýrských sítí, zmírnění či eliminace extrémních vlastností zemin atd.. Technickou část rekultivace nelze provádět bez poměrně detailní znalosti cílového stavu a způsobu biologické rekultivace. Například z hlediska úpravy terénu je vhodné v některých případech preferovat členitější konfiguraci bez finálního urovnání, která podpoří prostorovou a tedy i druhovou diverzitu cílového ekosystému. (Sklenička, 2003)

Podle Špiříka (1994) do této skupiny řadíme:

- Terénní úpravy
- Navážky úrodných a potenciálně úrodných hornin a zemin
- Základní půdní meliorace, kterou jsou zlepšovány podmínky pro efektivní průběh půdotvorných procesů
- Hydrotechnická opatření- řešení odtokových poměrů
- Hydromeliorační opatření
- Technická stabilizace svahů a systém protierozních opatření
- Výstavba komunikační sítě

- **Biologická rekultivace**

Je to souhrn biologických a biotechnických zásahů a opatření. Jejich účelem je ozdravení životního prostředí, obnovení biologického života v devastovaných lokalitách s postupným vrácením území původnímu účelu využití. Biologická rekultivace je

dokončením procesu zahlazení těžby v krajině. Jedním z hlavních cílů biologické rekultivace je vytvořit předpoklady pro vývoj nové půdy. Podle způsobů cílového využití plochy sestávají biologické rekultivace například ze speciálních osevních postupů, lesotechnických opatření, sadovnických opatření, transferů rostlinných a živočišných společenstev apod. Cílová rekultivace je sladěna jak se závěry územních plánů měst a obcí, tak s návrhy ekologické stability území. (Sklenička, 2003)

- **Postrekultivační fáze**

Postrekultivační fáze je zahajována předáváním zrekontrovaných pozemků do následného užívání. Rekultivační problematika má vazbu i na sféru účelného obhospodařování rekultivací vytvořených půd a kultur. (Štýs aj., 1981)

2.2.3. Základní způsoby rekultivací

Dle Štýse (1997) se dělí způsoby rekultivací na:

- **Zemědělská rekultivace**

Zemědělská rekultivace upraví plochu takovým způsobem, že na rekultivované ploše je možno pěstovat zemědělské plodiny, odpovídající ekologickým podmínkám oblasti. Zemědělská rekultivace je upřednostňována tam, kde výchozí vlastnosti zemin vytváří předpoklady pro tento způsob rekultivace. (Sanetrník, Filip, 1991)

- a) agrotechnická – pole, louky, pastviny, zahrady
- b) homologická – ovocné sady, vinice, chmelnice

- **Lesnická rekultivace**

Lesnická rekultivace má za cíl založit na rekultivované ploše lesní porost různého funkčního zaměření. V první fázi je hlavním posláním lesního porostu funkce půdoochranná a funkce pedogenetická (ovlivnění tvorby půdy). Lesnická rekultivace se upřednostňuje na lokalitách při nepříznivém výchozím stavu zemin nebo při nepříznivém reliéfu nevhodném pro zemědělské využití. (Sanetrník, Filip, 1991)

- a) Lesy produkční- na produkci dřeva- tradiční porosty, rychle rostoucí lignikultury
- b) Lesy účelové- lesy rekreační, agromeliorační, hydrické, stabilizační, půdoochranné, asanační (sanitární), lázeňské (léčebné) a dále zeleň doprovodná, dočasné ozelenění, rozptýlená zeleň a zeleň okolo cest, vodních děl

- **Hydrická rekultivace**
 - a) Vody stojaté- akumulární nádrže, rybníky, meliorační nádrže (pro závlahy), asanační vodní plochy, nádrže pro rybníkářské účely, pro pitnou a užitkovou vodu, vodní nádrže pro rekreační účely a nádrže pro hydroenergetické využití
 - b) Vody tekoucí- dnes minimálně používané i když jsou relativně levné
 - c) nové vodní toky

- **Rekreační rekultivace**

Parky, sídlištní zeleň, lesní parky, koupaliště, zahrádkářské kolonie, arboreta, lovecké prostory, bažantnice, obory, plochy pro zábavná a výchovná zařízení, pro kina a divadla v přírodě, sportovní prostory, dostihové dráhy, autodrom, motokros apod.

- **Další způsoby rekultivací**

Stavby obytné a průmyslové, inženýrské sítě, složiště komunálních nebo průmyslových odpadů apod.

2.2.4. Druhy rekultivovaných ploch

Rekultivovanou plochu lze ve vztahu k okolní krajině v zásadě pojmout dvěma způsoby.

- **Rekultivovaná plocha má splynout s okolím**

V takovém případě musí návrh struktury nové krajiny z kvalitativního i kvantitativního hlediska korespondovat s aktuálními charakteristikami území v širším kontextu lokality.
- **Rekultivovaná plocha má vyniknout vůči okolí**

Z hlediska kvalitativních i kvantitativních charakteristik struktury krajiny bude návrh nové krajiny kontrastní vůči aktuálnímu stavu území v širším kontextu lokality. (Sklenička, 2003)

2.2.5. Hlediska ovlivňující způsob rekultivace:

- **Sociálně ekonomické**
 - sociálně ekonomické podmínky
 - vědeckotechnická úroveň

- obyvatelstvo (sídla, rekreace)
 - průmysl
 - zemědělství
 - lesnictví
 - vodní hospodářství
 - technická infrastruktura
- **Ekologické**
 - geografická poloha- zeměpisné pásmo
 - topografie území- výšková zonalita
 - litosféra- reliéf- sluneční a větrná expozice, inklinace, členitost, výškový vztah k okolí, umístění ve svahu a z toho vyplývající odolnost k erozi a sesuvům
 - horninové prostředí- pedogenetická hodnota
 - atmosféra- klimatické činitele- makroklima, mezoklima, mikroklima, kontaminace- kvalita, kvantita, vztahy ke klimatu
 - hydrosféra- hloubka, vztlínání a průsak podzemních vod, vody stojaté a tekoucí
 - pedosféra- mineralogické, mechanické, fyzikální, fyzikálně chemické a biologické vlastnosti, kontaminace
 - biosféra- fytoceózy, zoocenózy a mikroceózy (Štýs, 1997)

Při volbě způsobu rekultivace je nutné brát v úvahu kombinaci všech výše uvedených hledisek.

2.2.6. Krajinářské zásady rekultivací

Těžební činnost ovlivňuje negativně nejen krajinu touto těžbou postiženou, ale má také výrazně negativní vliv na vzhled okolní krajiny. Z hlediska vizuálního projevu zkoumaných objektů lze rozlišit dva základní případy.

- **Analýzu viditelnosti rekultivované plochy vzhledem k okolí**

Slouží především pro účely územního plánování. Dochází zde k vymezení lokalit vizuálně dotčených negativními projevy těžby a zároveň se předpovídají plochy u nichž lze v důsledku očekávaných změn přepokládat změny v jejich vizuálním zasažení.

- **Analýzu viditelnosti krajinné dominanty vůči rekultivované krajině a okolí**

Je určena především k zohlednění či zdůraznění krajinných dominant v procesu plánování těžby, ukládání vytěženého materiálu a rekultivaci těchto ploch. Ovlivňuje situování výsypek, modelaci reliéfu, lokalizaci výsadeb vyšší zeleně atd.

Kombinací obou forem lze dále vymezovat místa vhodná jako dálkové výhledy, trasy turistických a cyklistických stezek apod. V případě tvorby nové krajiny nelze nerespektovat kulturněhistorickou vazbu původních a nových hodnot. Navrženou úpravou je třeba vytvářet nová a zdůrazňovat současná pohledová stanoviště, pohledové trasy a průhledy na krajinné dominanty, významné kompoziční struktury apod. V opačných případech je možné vizuálně izolovat esteticky negativně působící krajinné prvky. (Sklenička, 2003)

2.2.7. Ekologické zásady rekultivací

Rekultivovanou lokalitu je nutné vždy chápat v kontextu okolní krajiny. Jedním z hlavních kritérií je ekologická hodnota krajiny, která ani v zemědělsky využívané krajině vlivem produkční funkce neztrácí svou podstatu. Klíčovými parametry z hlediska ekologického je na rekultivovaných územích zejména biodiverzita a současně i výskyt významných druhů.

V některých případech je vhodné ponechat rekultivovanou plochu nebo její část ekologické sukcesí. Jednou z hlavních podmínek této formy obnovy krajiny je blízký zdroj bioty, která se na dotčenou plochu bude šířit. Tato přirozená sukcese je zpravidla úspěšnější v terénu s mírnými nerovnostmi, než v rovinném terénu.

Co se týče dřevin pěstovaných na rekultivovaných plochách, není zde jednoznačně určeno kritérium, podle kterého se postupuje. Vedle kritéria upřednostňující druhy původní je mnohdy používáno i kritérium ekovalence, odolnosti k extrémním podmínkám. Dendrologické zásady pro pěstování lesních porostů na antropogenních půdních substrátech, resp. rekultivační dendrologickou klasifikaci, které se opírají o více než čtyřleté výsledky mnoha experimentů, byly formulovány Dimitrovským. (Sklenička, 2003)

Tabulka 1: Příklady dřevin zařazených do vymezených skupin ekovalence

1. dřeviny s ekovalencí malou	2. dřeviny s ekovalencí střední	3. dřeviny s ekovalencí velkou
Jasan ztepilý	Javor mléč	Borovice Murrayova
Buk lesní	Javor klen	Borovice pokroucená
Habr obecný	Jasan zimnář	Borovice lesní
Lípa srdčitá	Dub letní, zimní	Modřín opadavý
Smrk ztepilý	Borovice blatka	Modřín sibiřský
		Modřín dahurský
		Smrk pichlavý
		Smrk omorika
		Topol černý
		Bříza ssp.
		Topol osika
		Douglaska tisolistá
		Olše ssp. Apod

(Dimitrovský , 2000)

2.2.8. Průběh biologické rekultivace

Biologická rekultivace představuje různá opatření a postupy jimiž se realizuje ten který způsob biologické rekultivace. Některá opatření mají obecný charakter, takže se mohou použít u různých rekultivačních způsobů, naopak jiná jsou specifická pouze pro určitý způsob rekultivace.

V přípravné (počáteční) fázi biologické rekultivace se obvykle používá, zejména u zemědělského způsobu, tzv. melioračních rostlin pro urychlení tvorby půdy. Používají se rostliny ekologicky odolné vůči nepříznivým půdním podmínkám, vyznačující se bohatým kořeněním a dalšími vlastnostmi, jako je např. schopnost vázat vzdušný dusík.

U lesnického rekultivačního způsobu se příprava půdy s použitím rostlin používá poměrně málo a to hlavně na odvalech rudných dolů a při rekultivaci odkališť. Lesnická rekultivace používá rovněž tzv. přípravných melioračních dřevin. Ty se vysazují v podobě samostatného přípravného porostu nebo souběžně s hlavními (cílovými) dřevinami. Hlavní funkcí melioračních dřevin je rovněž jako u rostlin podpořit biologizaci půdy. (Volný, 1985)

Dendrologické aspekty rekultivačních prací jsou velmi žádoucí pro udržení určité úrovně optimalizace přírodního krajinného prostředí jako obyvatelného prostoru. Pokud zvolíme dendrologické pojetí rekultivačních prací, je nutno prostudovat tyto podmiňující faktory:

- Kategorizace geologicko-petrografické příslušnosti antropogenních půdních substrátů založená na primární potenciální úrodnosti.
- Funkční zákonitosti půdní chemie, půdní fyziky a hydropedologie na ujmnutí, vzrůst a vývoj pěstovaných dřevin a keřů.
- Půdotvorný a půdoochranný význam volených druhů.
- Zvláštnosti zakládání výsadeb a péče o založené porosty.
- Volba sponu a druhové skladby výsadeb na antropogenních půdních substrátech včetně zastoupení jednotlivých druhů v porostech. (Borzyk, 1997)

Cílem vegetace je poskytnout permanentní stabilizující kryt, kterým by byla především regulována eroze. Neméně podstatné jsou i další funkce, mezi které patří také úkryt pro divokou zvěř, usměrňování pohybu v oblasti a vznik ochranných pásů. Porosty stromů vytváří mikroklima, které je velmi důležité pro rozvoj obytných a rekreačních oblastí. Působí jako větrolamy, které filtrují prach a hluk a poskytují stín.

Zlepšením stavu ozeleněním a stejně tak i estetické provedení vegetačního krytu by mělo odpovídat cílům využití území a ohodnocení vlastností krajiny. Tento nový stav by měl být založen jak na vizuálních, tak na funkčních potřebách. Estetické ozelenění zajišťuje znovuoobnovení vizuálního charakteru krajiny začleňováním území, které bylo po těžbě regenerováno, do okolí. Volba dostupného a úspěšného programu závisí na schopnosti projektanta a konstruktéra rozpoznat možnosti a omezení na jednotlivých stanovištích. Neexistuje žádný přesný vzorec či procedura stanovující plán vegetace, který zahrnuje všechny potenciály využití rekultivovaného území.

Výběr rostlinných druhů může být ovlivněn několika faktory jako jsou například: rozbor převládající vegetace, využití území, postupy při výsadbě, předpokládaná údržba,

ekologické faktory související s klimatem, geografickou polohou apod. Při výběru rostlin musí být brán ohled na jejich schopnost přizpůsobit se klimatickým a edafickým faktorům, které ovlivňují schopnost rostlin růst a přežít. Aby bylo dosaženo požadovaného vizuálního efektu, je nezbytné dbát na vlastnosti související s tělesnou konstitucí rostlinného materiálu zahrnující rozměr, tvar a charakter. Co se týče rychlosti růstu vegetace, je za nejlepší řešení považována kombinace rychle a pomalu rostoucích druhů. (Slick, 1980)

2.3. Rekultivace po těžbě rud

Průzkum a těžba uranu, a s ní spojené investiční náklady byly po přímo dotovány státem, v sedmdesátých a osmdesátých letech v roční výši zhruba 2 miliardy Kč. V současné době zase musí být dotován útlum těžby a sanace jejích následků. (Ministerstvo financí ČR, 1999)

Vzhledem k tomu, že v řešené lokalitě se nenachází odkaliště, bude v této části pojednáno pouze o rekultivaci odvalů.

Odvaly bývají hlavními objekty při lesnických rekultivacích, jejichž rozhodující charakteristickou vlastností je hrubozrnnost a špatná zvětratelnost. Morfologický tvar odvalů je v převážné většině převýšený, což znamená opět preferenci pro lesnickou rekultivaci. Odvalové horniny se projevují nepříznivě nejen pedogeneticky, ale záporně ovlivňují i hydrický režim odvalů, neboť nejsou schopny akumulovat srážkovou vodu. Předpokladem úspěšného zalesnění těchto odvalů je přítomnost jemnozrnného materiálu na jejich povrchu. Pokud nejsou závěrečné vrstvy odvalů sypány podobným materiálem, je nutno v etapě technické rekultivace použít překryvných zemin. Spodní překryvná vrstva se vytvoří s použitím méně kvalitní zeminy, jejíž funkce spočívá ve vyplnění mezer v hrubozrnném odvalovém materiálu. Na tuto překryvnou vrstvu se pak navrství kvalitnější zemina. Při nedostatku humózních zemin je nereálné s podobnými zeminami uvažovat při lesnické rekultivaci.

Za nejvhodnější způsob založení rekultivačního porostu lze považovat zalesnění sadbou pomocí jamek, jejichž velikost je závislá na použitém sadebním materiálu. Při volbě druhů dřevin vycházíme z podmínek ekotopu. Vzhledem k výskytu rudných dolů, které se nacházejí v našich podmínkách převážně v pahorkatinných až horských oblastech s poměrně čistým ovzduším, můžeme za hlavní ukazatel druhové skladby považovat vegetační stupňovitost.

Důležitým faktorem při výběru druhu dřevin je volba rekultivačního postupu, tzn. uskuteční-li se lesnická rekultivace ve dvou nebo v jedné etapě. Při jednoetapovém založení porostu je rozhodující, bude-li porost založen v kombinaci melioračních a hospodářských dřevin nebo pouze z dřevin hospodářských. Pokud je porost založen kombinovaně, měly by mít meliorační dřeviny v době založení porostu většinové zastoupení a to asi 60%. Poměr melioračních a cílových (hospodářských) dřevin se upravuje výchovnými zásahy v průběhu vývoje porostů. Prostorová skladby dřevin se vyznačuje několika rysy. Menší spon s větším počtem sazenic na jednotku plochy se použije na objektech s nepříznivými půdními substráty a také na svahových polohách s prudkým sklonem. Naopak na příznivějších stanovištích je možné volit spon volnější.

Velmi důležitá je také péče o založené kultury, která zahrnuje: vylepšování (doplňování) uhynulých sazenic, ošetřování kultur, ochrana výsadeb před buřením, ochrana kultur před zvěří, apod. (Volný, 1985)

3. Cíl práce a metodický postup

3.1. Cíl práce

Objekt zkoumání

Zkoumaná plocha se nachází v areálu bývalého uranového dolu v Okrouhlé Radouňi. Objektem zkoumání je především odval, který zde přetrvává jako pozůstatek po uranové činnosti. Kromě odvalu lze ke zkoumaným objektům také zařadit okolí celého areálu i s přilehlými rybníky.

Hlavní cíl práce

Cílem této práce je navrhnout postup biologické rekultivace plochy ovlivněné těžbou uranové rudy a dále navrhnout využití této lokality po ukončení rekultivačních prací.

Dílčí cíle

Vyhodnocení:

- abiotických složek prostředí
- současného stavu lokality
- přirozené sukcese

Písemně výslovně nezadaným úkolem této práce je porovnání stavu pozemků před zahájením těžby a po jejím ukončení.

3.2. Metodický postup

Použité metody

- Studium odborné literatury
- Sběr informací a dat
- Pochůzky v terénu
- Zpracování mapových podkladů

Zroje informací

- Odborná literatura

- Periodické publikace
- Dokumentace obce Okrouhlá Radouň
- Právní předpisy
- Pozemková kniha

4. Charakteristika zájmové oblasti

4.1. Geografie zkoumané oblasti

Zájmová plocha leží cca 11 km severně od Jindřichova Hradce, 3,5 km západně od obce Nová Včelnice, východně od obce Okrouhlá Radouň. (Příloha 6) Dle správního rozdělení lokalita náleží do okresu Jindřichův Hradec obec Okrouhlá Radouň a katastrálního území Okrouhlá Radouň. V nejbližším okolí se nachází jako nejvyšší kóta vrch Kubalov 596 m. n. m. a nejnižším bodem jsou rybníky v jižní části s výškou 526 m. n. m.

Tímto katastrálním územím procházejí dvě komunikace III. třídy, které spojují v prvním případě Novou Včelnici a Okrouhlou Radouň a v dalším případě je to komunikace spojující Jindřichův Hradec s Okrouhlou Radouň.

4.2. Přírodní poměry zkoumaného území

4.2.1. Klimatické poměry

Dle Quitta byly v roce 1971 charakterizovány oblasti Československa podle klimatologických dat vycházejících z období 1901- 1950 a 1926- 1950. Byly určeny tři hlavní oblasti- teplé, mírně teplé a chladné, které se dále dělí na podoblasti. Lokalita Okrouhlá Radouň patří podle této charakteristiky do klimatické oblasti MT 9. Data související s touto oblastí jsou uvedeny v Tabulce 2.

Tabulka 2: Charakteristiky oblasti MT 9

Charakteristika	MT 9
Počet letních dní (LetD)	40- 50
Počet mrazových dní (MD)	110-130
Počet ledových dní (LD)	30- 40
Počet dní s teplotou alespoň 10°C (HVO)	140- 160
Průměrné teploty v lednu (t I)	-3- -4
Průměrné teploty v dubnu(t IV)	6- 7
Průměrné teploty v červenci(t VII)	17- 18
Průměrné teploty v říjnu (t X)	7- 8
Srážkový úhrn ve vegetačním období (s VO)	400- 450
Srážkový úhrn v zimním období (s VZ)	250- 300
Počet dnů se srážkami alespoň 1mm (s 3 1 mm)	100- 120
Počet dnů se sněhovou pokrývkou (sp)	60- 80
Počet dnů jasných ($o < 0,2$)	40-50
Počet dnů zatažených ($o > 0,8$)	120- 150

Klimaticky je možné charakterizovat lokalitu podle meteorologické stanice Jindřichův Hradec. (viz. Tabulka 3)

Tabulka 3: Teplotní a srážkové charakteristiky lokality Jindřichův Hradec

Měsíc	Teplota (°C)	Srážky (mm)
1.	-2,9	40
2.	-1,9	37
3.	2,2	35
4.	6,5	50
5.	11,7	65
6.	15	75
7.	17,2	91
8.	15,9	76
9.	12,4	51
10.	7,4	51
11.	2,3	40
12.	-1,3	44
Průměr	7	655

(ČHMÚ)

Z uvedených charakteristik je možno upozornit na poměrně nízké zimní teploty především v únoru a nižší úhrny srážek v březnu a listopadu.

Pro objektivní hodnocení acidity a humidity klimatu lze použít Langův dešťový faktor (dále jen LDF). Pomocí LDF klasifikujeme a hodnotíme oblasti podle dostupnosti vláhy v půdě pro rostliny. Vyjadřujeme ho jako podíl průměrného ročního úhrnu srážek a průměrné roční teploty vzduchu daného místa. Limitní hodnotou pro sucho je hodnota 70.

$$\text{LDF} = 655 / 7 = 94$$

Tento výsledek řadí lokalitu do oblasti humidní s převládajícími srážkami nad výparem. Podle LDF jsou pro tuto oblast nejvhodnějšími plodinami obilniny.

Jednotlivá období jsou zaznamenány v Tabulce 4, kde je uvedena i jejich délka.

Tabulka 4: Délka jednotlivých období podle průměrných teplot

Mrazové období	4.12.- 27.12	84 dnů
Velké vegetační období	31.3.- 30.10	214 dnů
Hlavní vegetační období	3.5.- 28.9	149 dnů
Letní období	15.6.- 22.7.	69 dnů

Při porovnání jednotlivých hodnot je zde delší období mrazové a kratší období letní. Nicméně délka hlavního vegetačního období je dostatečná pro výběr širokého spektra rekultivačních bylin, keřů i dřevin stromového charakteru.

Podle klimatického atlasu patří území do kategorie B 8 mírně teplý, vlhký, vrchovinný charakter.

Při posuzování vlastní lokality je nutné zohlednit především expoziční klima. Celé hodnocené území je na mírném svahu orientováno směrem k jihu. Tato skutečnost do značné míry ovlivňuje intenzitu slunečního záření. Je možno předpokládat rychlejší tání sněhu, větší výpar a celkově teplejší mezoklima. Vlivem větší intenzity slunečního záření je možno očekávat větší kolísání teplot během dne a noci. V jarním období se mohou vyskytovat i přízemní radiační mrazíky. Tyto okolnosti je třeba zohlednit při výběru rekultivačních rostlin. Jižní expozice a nepřirozené spádové poměry na bocích výsypky mohou být příčinou téměř kolmých úhlů dopadů slunečního záření a to hlavně v průběhu jara a léta při vyšší poloze slunce nad obzorem. Tato skutečnost může vyloučit citlivější byliny ze spektra použití pro rekultivaci z důvodu jejich možného vysychání porostů až tzv. vypalování.

Expozice zatím pozitivně ovlivňuje výpar, i když je nutno konstatovat, že v současné době je na odvalu především pouze evaporace. Transpirace ruderální vegetace je z důvodu nízké pokryvnosti minimální. Vhodné meliorační byliny a dřeviny v optimální hustotě zajistí i na horní ploše výsypky podstatně vyšší hodnoty celkového výparu.

4.2.2. Geologické, geomorfologické a pedologické poměry

Orograficky patří území do Českomoravské vrchoviny, ve které vystupují na povrch krystalické břidlice s masívy granodioritů. Dle dalšího dělení patří lokalita Okrouhlá Radouň k části Jindřichohradecká pahorkatina. Jindřichohradecká pahorkatina se celá nachází v Jihočeském kraji a zabírá jižní část Křemešnické vrchoviny. Do severní partie

řešeného území zasahuje svými jižními výběžky Pacovská pahorkatina. Z hlediska typologického členění reliéfu patří k tektonicky málo porušeným členitým pahorkatinám, místy se zachovalými, dosti rozsáhlými zbytky zarovnaných povrchů. Reliéf terénu je mírně zvlněný, jeho střední výška dosahuje 537,4 m a střední sklon se pohybuje v hodnotách 2°31'. Základní geologické poměry charakterizuje výskyt žulového a rulového podloží, překryté čtvrtohorními sedimenty. Nadložní horniny jsou tvořeny biotitickými pararulami, vápenci, kvarcity, diority a granity. Výplň zóny je jílovitá s horninami drcenými a alternovanými.

Skalní podklad jižních Čech tvoří moldanubikum. Je to součást pásma evropských variscid, v jejichž centrálních částech vystupují vždy horniny moldanubického typu jako autonomní blok.

Uranové rudy jsou vázány vesměs na poruchové zóny vyhojené křemenokarbonátovými žilami se smolincem, sulfidy a sekundárními uranovými minerály. Hlavní zóna OR- 5 má směr sever- jih a délku 3100- 3200 m. Její mocnost je 1- 15 m. Následují 4 navazující zóny:

- zóna OR- 3- nadložní odžilek OR- 5, mocnost od několika cm do 2 m
- zóna OR- 4- nadložní odžilek OR- 5, mocnost od několika cm do 2 m
- zóna OR- 3b- nadložní odžilek OR- 5, mocnost od několika cm do max. 1 m
- zóna OR- 5a- podložní odžilek OR- 5, v místě styku s OR- 5 má větší mocnost

V oblasti ložiska je tvořen pokryvný útvar převážně hlinitými půdami, pod kterými se dle konfigurace terénu nachází nepřilíš mocná, ale souvislá vrstva zvětralého pláště.

4.3. Hydrogeologické a hydrologické poměry

Hydrologicky náleží lokalita do povodí řeky Lužnice, místně pak do povodí Karlovského potoka, který se následně vlévá do říčky Kamenice a posléze do řeky Nežárky.

Lužnice je největší pravostranný přítok Vltavy v jižních Čechách, pramení v rakouské části Novohradských hor v nadmořské výšce 990 m. Tok Lužnice má na území jihočeského kraje délku 199,0 km a je poměrně klidný a křivolaký. Povodí Lužnice měří 4 226,16 km² a charakteristika protáhlého povodí je 0,12. Výškový rozdíl od pramene po ústí činí 573 m a průměrný sklon je 2,8 ‰. Průměrný roční průtok při ústí do Vltavy je

24,3 m³ *s⁻¹, specifický odtok je udáván na 5,75 l* s⁻¹* km⁻², odtokový součinitel činí 0,27 a lesnatost povodí je 30 %.

Nežárka je nejvýznamnější pravostranný přítok Lužnice a má dva pramenné toky; na vodu bohatší, 24,7 km dlouhou Žirovnici a Kamenici. Celková délka Nežárky dosahuje 83,0 km, křivolakost toku je 2,36. Lesnatost povodí je 33 %, průměrný sklon je poměrně malý 1,3 ‰. Průměrný roční průtok řeky při ústí do Lužnice činí 6,48 m³ *s⁻¹, specifický odtok je 6,49 l* s⁻¹* km⁻², odtokový součinitel 0,30.

Říčka Kamenice je 27,9 km dlouhá a vytéká z Pištského rybníka na území obce Pravíkov, napájeného několika menšími toky.

Karlovský potok odvádí vodu z Obecního a Rešlova rybníka přes Karlov do následujících dvou rybníků- Dlouhý u Lovětína a Širhalovský. Za Širhalovským rybníkem se Karlovský potok vlévá do Kamenice.

Vlastní hydrologie a hydrogeologie pro zájmovou lokalitu byla velmi podrobně zpracována pro účely těžby surovin. Pro návrh biologické rekultivace má význam především režim podzemních vod, který je zde charakterizován jako dvoustupňový s mělkým horizontem ve zvětralinovém pláště a hlubším horizontem v geologických vrstvách. Tyto okolnosti mohou ovlivňovat výskyt kontaminovaných podzemních vod, kde je možno řešit odděleně vody první vrstvy zvětralinového pláště a vody čerpané z hlubších vrstev.

Na ložisku Okrouhlá Radouň je situace dlouhodobě stabilizována a hladina důlních vod je zde udržována na kótě 527,5 m aby nedocházelo k volnému přelivu vod do Karlovského potoka (dnem Rešlova rybníka, příp. větracím komínem pod odvalem jámy č. 9). Na základě výsledků monitoringu a vyhodnocení stavu byly zahájeny kroky k ukončení čerpání a čištění důlních a průsakových vod. Byla provedena technická opatření a stávající čistící stanice důlních vod byla pokusně odstavena. Nastoupání hladiny a přeliv vod na povrch byly monitorovány. O podrobnostech tohoto pokusu se více zmiňuji v kapitole číslo 6.

4.4. Geobotanický průzkum a zastoupení fauny

Podle biogeografického členění České Republiky náleží zájmové území k severovýchodnímu výběžku bioregionu 1.31 (Třeboňský bioregion), který zaujímá geomorfologický celek Třeboňské pánve a výběžky Křemešnické vrchoviny a Táborské

pahorkatiny. Hranice k navazujícímu Pelhřimovskému bioregionu (1.46) jsou difúzní a vlivy tohoto regionu v zájmové oblasti jsou zřejmé.

Typem přírodní krajiny patří území do oblasti C.3. krajiny chladných pohoří s bučinami s jedlí na pseudoglejích a kambisolech, C.3.2. členité silikátové pahorkatiny. Zonálně je to mírně chladná krajina s bukovými lesy s mírnými svahy na krystaliniku a kambisoly a pseudogleji.

Koeficient ekologické stability krajiny (K ES) je střední, což odpovídá běžné kulturní krajině. Stav kostry ekologické stability je téměř vyhovující. Zornění dosahuje hodnot 50 až 75 % s podílem odvodněných půd od 20 do 29 %, s rostlinnou produkcí mírně podprůměrnou. Oblast patří do provincie středoevropských listnatých lesů, podprovincie hercynská., vegetační stupeň bukodubový, dubobukový, bukový a jedlobukový.

4.4.1. Flóra

Flóra území je poměrně bohatá, do značné míry se vymyká běžné hercynské květeně středních poloh. Oblast měla převážně lesní vývoj vegetace a flóry s odpovídajícím pedogenetickým procesem. Odlesněné plochy jsou převážně využity jako pole a louky, převážná část krajiny náleží výrobnímu typu bramborářskému. Ve zbytcích nenarušených ploch se vyskytují klimaxové porosty, které jsou tvořeny borovými doubravami, jedlovými doubravami až jedlinami, ve vyšších polohách přecházející do květnatých nebo acidofilních bučin nebo jedlin

4.4.2. Fauna

Fauna regionu je výrazně hercynská, se západními vlivy. Fauvistická azonalita se projevuje také v inverzi v podobě demontánního výskytu horských druhů, zejména hmyzu.

V zájmovém území nejsou žádné významné lokality ochrany přírody – je zde několik interakčních prvků stromořadí kolem silnice a další. V blízkém okolí nejsou žádné lokality evidované jako Evropsky významné lokality nebo PO v NATURA 2000.

4.5. Územní systém ekologické stability

V okolí sledované lokality je vytvořeno několik prvků místního územního systému ekologické stability (dále jen ÚSES). (viz Příloha 8) V mapě ÚSES jsou biocentra a

biokoridory 13, 14, 16 (vyznačeny zeleně) a interakční prvky (vyznačeny černě). Interakční prvky E, F, G jsou ve vesměs tvořeny dřevinami typickými pro toto stanoviště. Jsou zde tedy především břízy a borovice lesní, ale vyskytuje se zde také vrba jíva a olše lepkavá. Tyto dřeviny jsou v případě prvků G a E doplněny smrkovým porostem. Na hrázi Rešlova rybníka je tato skupina navíc obohacena o duby letní, které se vyskytují v menší míře všude v okolí. Interakční prvek E je mez se směsí bylin, keřů a již zmíněných stromů, prvek F je doprovodný vegetační pás kolem cesty a prvek G je břehový porost kolem Rešlova a Brožkova rybníka.

Prvek č. 13 je částečně funkční lokální biokoridor, nazývaný Černoleský, o rozloze 6,1 ha. Jsou to louky s různým stupněm ekologické stability, s ladní vegetací u malé vodní nádrže. Částečně je Černoleský biokoridor tvořen ornou půdou a ve střední a severní části lesním porostem. Převažujícím společenstvem jsou Přesličkové jedlové smrčiny, v jižní části na krátkém úseku Na Samotách jedlové bučiny, naopak v severní části podél potůčku mozaika smrkových olšin a javorových olšin.

Prvkem č. 14 je funkční lokální biocentrum- Nový rybník. Toto biocentrum i s přilehlým litorálním pásmem má rozlohu 8,1 ha. Přítoková oblast je zarostlá ladní vegetací s orobincem širokolistým (*Thypha latifolia*) a občasně se zde vyskytují také nálety bříz, borovic, olší, topolů a vrb. Lokální biocentrum Nový rybník zahrnuje také lesní porost, který je tvořen několika společenstvy- přesličkové jedlové smrčiny, smrkové olšiny, javorové olšiny. V průběhu psaní této práce bylo mnoho stromů z přítokové oblasti odstraněno a to především v důsledku ničivé vichřice.

Posledním prvkem v řešené lokalitě je prvek č. 16, kterým je Obecní rybník. Rybník s přilehlým lesním porostem je funkčním lokálním biokoridorem o rozloze 3 ha. Lesní porost je mozaikou několika společenstev jako jsou: přesličkové jedlové smrčiny, smrkové olšiny, javorové olšiny.

5. Vyhodnocení současného stavu

5.1. Období těžby

Ložisko bylo objeveno v roce 1962 automobilním gama průzkumem a vlastní průzkumné práce probíhaly v letech 1962- 1983. Těžba ložiska byla zahájena v roce 1972 a ukončena k 1. 6. 1990. Ložisko je v současné době uzavřeno a probíhá zde pouze odčerpávání podzemní vody, která je na povrchu upravována.

Ložisko bylo prozkoumáno a těženo následujícími průzkumnými a těžebními jámami. Jáma č. 64, 65, 9, 11 a 66. Na povrch ústila tato hlavní důlní díla- jáma č. 9, jáma č. 11, průzkumné šachtice Š- 64 a Š- 66, komíny VK- 5- 3/0- 10, VK- 5- 3/0- 10- I a VK- 5- 3/0- 11 (nejníže položené dílo v oblasti). Jámy č. 64 a 66 byly pouze průzkumné, vyhloubené do úrovně 1. patra a nebyly propojeny s žádnými jinými jámami. Hlavními otvirkovými jámami byly jámy č. 65, 9 a 11. Z jam č. 65 a 9 byly prováděny otvírky pater, tj. horizontální, vertikální a dobývací práce. Jáma č. 11 sloužila jako ústupová cesta a bylo z ní provedeno otevření severní části ložiska na úrovni 12. patra.

Celková délka horizontálních důlních děl činila 41,6 km a plocha dobývacího prostoru zaujímala 1,4 km². Celkový objem materiálu uloženého na odvalu je 670 965 m³.

Vytěžená rudnina byla zpracovávána kyselým loužením (kyselinou sírovou), později v důsledku vysoké spotřeby kyseliny, se přešlo na alkalické tlakové loužení. Ložisko bylo těženo do úrovně 13. patra, tj. do hloubky 650 m s tím, že celkem bylo na ložisku vytěženo 1 594 800 tun rudniny s celkovým množstvím vydobytého kovu 1 339,5 tun uranu. Ruda byla zpracovávána na chemické úpravně v Mydlovarech.

V době provozu dolu bylo na povrch čerpáno a čištěno okolo 18 l/s důlních vod, chemismus těchto vod odpovídal vodám prostým.

5.2. Vymezení lokality

Předmětem biologické rekultivace je lokalita závodu Okrouhlá Radouň. Ložisko Okrouhlá Radouň je situováno v severní části klenovského masivu v rozmezí hlavní radouňské zóny, a to v intervalu mezi severovýchodní poruchovou zónou na severu a rozhraním obou souvrství moldanubika na jihu. Jedná se o plochu bývalé výsypky hlušiny, plochy používané k loužící činnosti a přilehlé okolí zahrnující především dva rybníky, ovlivněné bývalou důlní činností. Jednotlivé části řešené lokality mají většinou svou

vlastní specifickou problematiku, která bude přinášet rozdílné pohledy na možnosti biologické rekultivace.

V zásadě je možno rozdělit lokalitu na:

plato odvalu- které je nutno dále rozdělit na část stabilní a část propadovou. Celá tato plocha je poměrně rovinnatého charakteru bez větších problémů s vodní erozí o ploše 8 ha. Z toho je stabilní plocha výsypky 5 ha a propadová část 3 ha.

boky odvalu- jsou značně svažité s částečným překrytím nízkými travinami. Tato část lokality má sklony vylučující udržení překryvné zeminy, proto zde musí být navržena specifická opatření pro stabilizaci této části lokality o ploše cca 2 ha.

pata odvalu- sousedící těsně se zemědělsky využívanými plochami je částí, kde bude nutno zabezpečit oddělení nekontaminované a narušené krajiny o délce 1100 m.

vodní plochy- představují dva rybníky s různou intenzitou využívání. K těmto rybníkům je možno přiřadit i litorální pásmo s přilehlou olšinou v prostoru mezi oběma nádržemi. Plocha nádrží je 1,1 respektive 3,3 ha.

loužící plocha- ve východní části řešené lokality je mírně svažitá směrem k vodním nádržím. Z hlediska biologické rekultivace je možno označit tuto lokalitu jako nejméně problémovou. Plocha plat je 2,5 ha.

5.3. Likvidace dolu a rekultivace

Po ukončení dobývání v roce 1991 byly obě šachty zabetonovány, větrací stanice zlikvidovány a komíny zasypány. Tím, že se přestala odčerpávat důlní voda byl celý důl zatopen a hladina důlní vody v ložisku, v souladu s předpoklady, dosáhla koncem roku 1993 stanovené kóty 527,5 m n. m. Z bývalé těžební jámy č. 9 je tato důlní voda čerpána a společně s průsakovými vodami z přilehlého odvalu jámy č. 9, dřevišťe a bývalého loužícího plata čištěna na čistírně důlních vod, kde jsou z ní odstraňovány kontaminanty uran a radium. Poté je vyčištěná voda vypouštěna do zpevněného koryta bývalého Račího potoka, které asi po 250 m zaústíuje do Rešlova rybníka a dále potom do Karlovského potoka. Průměrné množství čerpané důlní vody se následně ustálilo na hodnotě 1,66 l/s.

Většina stavebních objektů byla po ukončení těžby ve značně zchátralém stavu a některé lokality byly kontaminovány ropnými produkty. Kontaminace vyžadovala ekologická ošetření, která cenu pozemku neúměrně zvyšovala.

V roce 1993 přebírá část závodu firma Soning Praha, centrum akustických služeb. Nejprve měla firma Soning Praha k dispozici pouze prostory šaten patřících k dolu, ale se

zvyšováním výroby narůstala potřeba rozšíření. Kromě dvou objektů, které přísluší k již zmíněné firmě, nabízí všechny ostatní objekty DIAMO, SUL o. z. k dlouhodobému pronájmu nebo odkoupení. Bývalá kompresorovna závodu byla přebudována na zámečnickou a montážní dílnu, kam přešla část pracovníků z dolu.

5.3.1. Technická rekultivace

V letech 1991- 92 byly provedeny terénní úpravy figury haldy, hlušina byla překryta zemínou. Technická rekultivace odvalu u jámy č. 9 spočívala nejen v úpravě terénu- svahů a náhorní plošiny, ale také v navezení vhodného materiálu tak, aby odval mohl být zalesněn. Vlastní odval je tedy na povrchu částečně porovnán a překryt rekultivačním materiálem. Mocnost navezeného materiálu se dle sdělení pracovníků SUL Příbram pohybuje v rozmezí 20- 50 cm. Tato výška návozu se jeví jako dostatečná z hlediska rozvoje vegetace na lokalitě. Nejvíce problematickými jsou boky odvalu, které jsou značně svažité. Jejich sklon překračuje poměr svahů 1: 1,5. Zmírnění sklonu svahů by znamenalo velmi výrazné přesuny značných zemních hmot a bylo by náročné na zábor další plochy. Proto bylo nutno přijmout řešení svahů odvalu v takové konfiguraci v jaké se nacházely.

5.3.2. Biologická rekultivace

Biologická rekultivace formou zalesnění nebyla součástí likvidačních prací, ale měla být řešena budoucími uživateli dle jejich představ. Biologická rekultivace dle konkrétního projektu tedy provedena nebyla a odval zůstává nadále ve správě DIAMO, SUL o. z.. Vzhledem k tomu, že se dosud nenašel vhodný uživatel upravených ploch odvalu u jámy č. 9, je stávající situace na odvalu výsledkem působení přirozených biologických sil bez vlivu člověka. Byly provedeny pouze dílčí pilotní výsadby drobných ploch kolem odvalu. Celý areál dolu byl zatravněn a osázen stromy.

Charakteristika jednotlivých segmentů lokality

Plato odvalu je překryté vrstvou zeminy převážně rybničních sedimentů. Plocha výsypky je víceméně rovná, s lokálními, suchými propadlinami. Plato výsypky je poměrně rozsáhlou plochou s řídkými ruderálními porosty a typickou rostlinnou skladbou výsypkových lokalit. Dřeviny se v tomto prostoru prakticky nevyskytují. Výjimku představují nálety borovic a několik nepříliš vzrostlých bříz, které byly na plato výsypky

vysety v roce 1996. Výsev byl prováděn nástřikem semene břízy s vodou. Pokusy o osetí plata výsypky v tomto roce však nebyly úspěšné. Plato odvalu je ukončeno poměrně ostrou hranou, která je v některých partiích erozně narušena.

Boky odvalu jsou různě vysoké, v jižní části je svah dosti strmý. Většina plochy je překryta vrstvou rybníčních sedimentů, která v převážné části plochy podlehla erozním smyvům.

Pata odvalu je rozdělena na dvě části. Východní část s čerpací stanicí kontaminovaných vod je ovlivněna vysokou hladinou podzemní vody. Jižní a západní část bezprostředně navazuje na zemědělskou půdu a není zde patrný vliv podzemní vody.

Brožků rybník se nevyužívá k rybářským účelům a je z části zarostlý orobincem.

Rešlů rybník je používán pro chov ryb a je sídlištěm vodního ptactva.

Nový rybník je používán pro chov ryb.

Loužící plochy se nacházejí východně od bývalého závodu a sahají až k hranici, kterou tvoří polní cesta od Rešlova rybníka k silnici Okrouhlá Radouň- Nová Včelnice. Tyto plochy jsou po technické rekultivaci a jsou extenzivně obhospodařované. Nynější způsob obhospodařování spočívá ve dvou sečích ročně a odvozu biomasy.

5.4. Vlivy důlní činnosti

5.4.1. Vlivy dobývání na povrch

Již v průběhu dobývání došlo k projevům vlivů důlní činnosti na povrch. Vliv dobývání na povrch byl v zájmové oblasti sledován samotným provozovatelem, a to systémem měření stanovených bodů. V roce 1992 započala měření pověřená firma ve vyznačených profilech. Vizualní pozorování ukázalo několik propadů v jižní části ložiska. Největší propad byl na styku zón OR- 5 a OR- 3 a jeho rozměry byly 40x 10 m o hloubce 3 m. V terénu bylo zjištěno i několik známek poklesových jevů- zlomů, které nebyly zachyceny v žádné měřičské dokumentaci. Místa propadů byla zavezena vytěženým hlušinovým materiálem, takže další propady v této oblasti byly takto eliminovány. Západně od cesty procházející areálem závodu je patrný pokles o ploše 70x 50 m. Je to kerný pokles ohraničený zónou OR- 5 a jejími poruchami. Takovéto poklesy jsou řešeny úplným zavalením volných prostor.

Stabilita povrchu v oblasti ložiska Okrouhlá Radouň a jeho okolí je ovlivněna přímými a nepřímými rozvolňovacími procesy. Přímé rozvolňovací procesy jsou vyvolány samovolným zavalováním nezaložených prostorů v dole. Procesy končí v okamžiku, kdy jsou dutiny zaplněny horninou, pokud ale postoupí k zemskému povrchu nebo pokryvnému útvaru, dojde k propadu povrchu. Nepřímé rozvolňovací procesy se vyskytují u dutin založených nebo samovolně zavalených, kde dochází ke zhutňování hornin. Při dostoupení tohoto deformačního procesu k zemskému povrchu dochází ke vzniku poklesových kotlin.

Za zcela nesoudržnou až rozpadavou je nutno brát zónovou výplň zón OR- 5, OR- 3. Rovněž okolní hornina v nadloží i podloží má špatnou soudržnost, která se zvyšuje až po 15 m.

Bylo také vypracováno ohodnocení stavebních objektů nacházejících se v předpokládané sféře vlivů důlní činnosti. Jedná se o dva rodinné domy č.p. 66 na stavební parcele č. 72 a č.p. 69 na stavební parcele č. 66. U těchto objektů by mohlo dojít k nepatrným trhlinám zdiva. Na stavu pozemků v severní části sledované oblasti a na budovách nacházejících se východněji, nebyly zjištěny žádné skutečnosti, které by nasvědčovali vlivům důlní činnosti. Vlivem důlních prací byly také vychýleny některé sloupy VN v okolí cesty p.č. 1154/2.

V současné době byla provedena nad poddolovanou částí území stavební uzávěra. Tato stavební uzávěra se týká těchto objektů a parcel v k.ú. Okrouhlá Radouň a má tyto rozměry (u některých objektů se bohužel nepodařilo jejich rozměry dohledat):

- Areál komína KOR 5- 326/328-1 na parc. č. 707 a 705/2 o rozměrech 29 x 28 m
- Areál šachty č. 66 na parc. č. 643, 644 a 648 Pk
- Areál komína PKOR 5- 2/1-14a na parc. č. 59/1, 59/3, 59/2, 1165 o rozměrech 36 x 26 m
- Areál propadového pásma OR 5 na parc. č. 964/2, 1045/2, 1045/1, 1081/1, 1155 Pk o rozměrech 545 x 35 m
- Areál komína VK 5- 3/0- 11 na parc. č. 1045/1 a 1045/17
- Areál komína VK 5- 3/0- 10 společně s VK 5- 3/0- 10- 1 na parc. č. 916/23, 916/24, 916/19, 958 a 915/3

Na výše uvedených územích se zakazuje provádění veškerých novostaveb i změn na všech stávajících stavbách. Zákaz se týká také provádění přípojek na veřejné rozvodné sítě a veřejnou kanalizaci. Důvodem stavební uzávěry je přímý vliv poddolování uvedených pozemků na stabilitu povrchu.

5.4.2. Vlivy důlní činnosti na zemědělskou výrobu

Zemědělská výroba provozovaná v oblasti vlivů důlní činnosti je zaměřena na rostlinnou výrobu, která se týká jak polí, tak luk. V okolí areálu bývalého závodu se vyskytuje převážně ve větších blocích orná půda, kterou doplňují menší louky a v blízkosti rybníků lesní porosty. Obdělávání pozemků je možné od cesty p. č. 1154/2 (západně od odvalu) na západ a to do 200 mm. Tato cesta tvoří hranici mezi využitelnou a nevyužitelnou zemědělskou půdou. Z toho vyplývá, že pozemky na východ od této cesty lze hospodářsky využít pouze jako lesní půdu. V severní části území, která je vymezena komunikací Okrouhlá Radouň- Nová Včelnice, je možné obdělávat zemědělskou půdu běžným způsobem. Výjimku v této části území jsou vyústění komínů PKOR 5- 2/1-14a, KOR 5- 326/328-1, kde může docházet k poklesům. Nad těmito komíny je také vyhlášena stavební uzávěra a tyto objekty jsou oploceny.

Na základě sledování vzrostlých stromů, z nichž stáří některých přesahuje 100 let, nebyly zaznamenány vlivy poddolování.

U všech polních cest, včetně státní silnice, nebyly zjištěny vlivy důlní činnosti na povrch. Některé polní cesty byly zrušeny nebo jsou zarostlé křovinami, a proto jsou neprůjezdné.

5.4.3. Vlivy důlní činnosti na vodní zdroje

Průzkumem terénu bylo zjištěno, že ve všech bývalých selských usedlostech byly před využíváním ložiska používány studny. Po ukončení těžby byly studny nacházející se v podloží i v nadloží zóny OR- 5 bez vody. Nyní je do všech usedlostí zaveden vodovod, který je napojen na vesnický zdroj vody.

5.5. Řešení oblasti územním plánem

Obec Okrouhlá Radouň nemá dosud vypracovaný územní plán, ale jeho zpracování právě probíhá. Územní plán je nyní ve fázi, kdy je poslán dotčeným orgánům k vyjádření. Dle informací od zpracovatele tohoto územního plánu, které mi byly poskytnuty, se nepředpokládá jakákoli změna, která by souvisela s úpravou bývalého dobývacího prostoru.

5.6. Skládky v okolí

V okolí odvalu se nachází dvě větší skládky. První skládka je skládkou pneumatik a je vidět z cesty p.č. 1154/2, na východní straně odvalu. Není žádným způsobem skryta před zraky kolemjdoucích a hyzdí okolí lesa. Druhou skládkou je skládka suti a ostatního odpadu (převážně stavebního materiálu), která se nachází pod jižním svahem odvalu. Ani jedna z těchto skládek není označena. Skládky jsou vyfotografovány v Příloze 1. Odval je odpady doslova zahrnut a to převážně v jeho jižní části.

6. Monitorování a vývoj lokality

Sukcesní rostliny nacházející se na odvalu nejsou žádným způsobem pozorovány. Nejsou tedy odebírány vzorky ani není zjišťována koncentrace radionuklidů. Taktéž v okolí odvalu, na zemědělských pozemcích, neprobíhá žádné monitorování zemědělských plodin.

6.1. Odběr vzorků

V okolí závodu jsou odebírány pouze vzorky vod. Přehled odběrných míst s jejich stručným popisem je uveden v Tabulce 5.

Tabulka 5: Přehled odběrných míst

ID	odběrné místo	Analýza	poznámky
240	Hráz Rešlova rybníka	U, Ra, NL, RL	vyčištěná důlní voda; odtok z areálu, výstup z ČDV
241	odval jámy č. 9	U, Ra, RL, SO ₄ , pH, Cl	vody v areálu, jímka-vstup do ČDV
242	jáma č. 9	U, Ra, RL, NL, pH, SO ₄ , Cl	
243	loužící plato	U, Ra, RL, NL, Cl	výron u ČDV jámy č. 9
244	OR-1 j.č.9 areál u laboratoře	pr. spad, spad MFR, spad U, spad Ra, gama- O, EOAR- O, v větru, t	
245	OR-2, j.č.9 pod odvalem	gama- O, EOAR- O, v větru, t	
259	Brožků rybník - přelivné vody	U, Ra, RL	
337	Karlovský potok pod výpustí z DS (sediment)	U, Ra	
262	Kamenice pod soutokem s Karlovským potokem	U, Ra, pH	
291	Karlovský potok pod výpustí vod z DS O. Radouň	U, Ra	

V roce 1991 bylo zaznamenáno vymezení množství a znečištění vypouštěných důlních a splaškových odpadních vod do Karlovského potoka. Maximální hodnoty znečištění byly stanoveny takto:

U	0,3 mg/l
Ra ₂₂₆	0,5 Bq/l
NL	30 mg/l (nerozpuštěné látky)
RL	700 mg/l (rozpuštěné látky)
BSK ₅	30 mg O ₂ /l (biochemická spotřeba kyslíku)

Všechny tyto veličiny byly sledovány jednou za rok, pouze hodnota BSK₅ byla sledována jednou za měsíc.

Předpokladem pro likvidaci dolu bylo, že odčerpávání a čištění vod se bude provozovat po 10 let. Po uplynutí této doby měl být obsah uranu a radia v důlní vodě natolik snížený, že by bylo možné vypouštět vody do veřejné vodoteče bez čištění. Koncem roku 2004 však překračovaly obsahy uranu a radia v čerpané důlní vodě stanovené limitní hodnoty. Tyto limitní hodnoty byly vymezeny Státním úřadem pro jadernou bezpečnost (dále jen SÚJB) přímo pro čističku důlních vod v Okrouhlé Radouňi. I přesto, že byly tyto hodnoty překročeny, došlo koncem srpna roku 2006 k zastavení čerpání důlních vod z jámy č. 9. Byl tak zahájen povolený provozní pokus- vypouštění důlních vod do životního prostředí bez čištění. Hlavním cílem tohoto pokusu bylo vybudování systému zachycování průsakových vod a jejich zapouštění pomocí přepouštěcího vrtu do důlních vod v podzemí a dále zachycení vytékajících důlních vod a jejich odvedení do veřejných vodotečí. V blízkosti zasypaného komína VK-5-3/0-11 byla vybudována jímací šachtice s odtokovou strouhou směrem k Brožkovu rybníku a bylo připraveno provizorní čerpání z tohoto rybníka na ČDV. Případná kontaminovaná důlní voda měla po nastoupaní hladiny přepadat z šachtice a vracet se na ČDV k přečištění. Do roku 2007 však hlavní cíl naplněn nebyl a k předpokládanému přelivu vod nedošlo. Po dobu trvání pokusu byly SÚJB povoleny vyšší hodnoty U₂₃₈ a Ra₂₂₆ pro vypouštěné vody. Pro Rešlův rybník se tyto hodnoty pro U₂₃₈ pohybovaly od 0,005 mg/l, což byla úroveň záznamová, až po úroveň zásahovou, která činila 0,6 mg/l. Pro Ra₂₂₆ byla záznamová hodnota stanovena na 0,02 Bq/l a hodnota zásahová na 1 Bq/l.

V posledních letech jsou hodnoty znečištění sledovány několikrát ročně, některé i několikrát měsíčně. Imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod jsou stanoveny dle nařízení vlády č. 61 z roku 2003 takto:

U	0,04 mg/l
Ra ₂₂₆	0,3 Bq/l
NL	30 mg/l
RL	600 mg/l
BSK ₅	6 mg/l

Tyto hodnoty však mohou být upraveny SÚJB, jak tomu bylo například i při výše uvedeném pokusu.

U měření, které bylo v posledních třech letech prováděno, byla hodnota U překročena na všech odběrných místech a téměř u všech odběrů. Nejvyšší dosažená hodnota U- 5,34 mg/l- byla naměřena na odvalu č. 9, při vstupu do čističky důlních vod 30.3.2006. Při výstupu z ČDV však tato hodnota výrazně klesá na 0,096 mg/l. Před vstupem do ČDV dosahuje i radon vysokých hodnot, a to až 0,78 Bq/l, tyto hodnoty se na výstupu pohybují okolo 0,06 Bq/l, což je již hodnota přípustná. Nevyšší hodnoty Ra₂₂₆ byly však naměřeny na odběrném místě jámy č. 9 a ty dosahovaly až 13,3 Bq/l. Rozpustné látky překračovaly hodnotu 600 mg/l téměř vždy. Zatím nejnižší naměřená hodnota z roku 2005 pochází z hráze Rešlova rybníka a činí 72 mg/l. Nejvyšší hodnoty se pohybují vysoko nad 1000 mg/l a ojediněle i nad 2000 mg/l a to opět při vstupu do ČDV. K překročení maximální přípustné hodnoty rozpustných látek došlo pouze na jámě č. 9, a to až o 18,5 mg/l. Hodnota BSK₅ nebyla překročena na žádném z odběrných míst.

Výběr jednotlivých odběrných míst a hodnoty U a Ra₂₂₆, které zde byly naměřeny v letech 2005- 2007 jsou uvedeny v grafické příloze. (Příloha 5)

6.2. Sukcesní plodiny na odvalu

Na odvalu se vyskytuje souvislé společenstvo- monocenóza třtiny křovištní (*Calamagrostis epigejos*). Tato travina z čeledi lipnicovité se většinou vyskytuje na odvalech a výsypkách jako závěrečné společenstvo. Je to trsnatá travina šedozelené barvy objevující se na sušších místech. Dobře snáší i extrémnější chemické vlastnosti půdy, snad proto se objevuje na odvalech nejen rudných, ale i antimonových dolů. Z důvodu převýšení odvalu nad okolní krajinu došlo ke vzniku větrných forem rostlin. Tyto rostliny jsou reakcí na dlouhodobé jednosměrné působení větru, proto jsou zakřivené ve směru převládajících větrů. Spolu s třtinou křovištní se na odvalu ojediněle objevuje také pelyněk černobýl (*Artemisia vulgarit*). Pod suchým jižním svahem se na některých místech vyskytuje pupava bezlodyžná (*Carlina acaulis*). Fotografie odvalu je v Příloze 2.

Z patra stromového můžeme identifikovat nálety borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která se objevuje na platě odvalu pouze ojediněle. Její větší zastoupení je patrné na svazích a to především na svahu východním, kde dosahují borovice výšky až 2m. V západní části odvalu jsou jak nálety borovice, tak i vzrostlé stromy, které se nacházejí většinou u cesty. Z této strany se také u propadového pásma vyskytuje topol osika (*Populus tremula* Linné). Další dřevinou je bříza bělokorá (*Betula pendula*), která je obecně považována za pionýrskou dřevinu na odvalech po těžbě radioaktivních surovin. Bříza je ve většině zastoupena nad propadovým pásmem, na platě odvalu se vyskytuje pouze sporadicky. Její výskyt je také hojný pod jižním svahem a v okolí odvalu. Pod západním svahem tvoří břízy souvislý zápoj a u Brožkova rybníka tak vzniká březový lesík. Na jižním svahu a v celém okolí odvalu se také ojediněle vyskytuje vrba jíva (*Salix caprea*) a je možné zde také spatřit růži šípkovou (*Rosa canina*).

7. Pozemková držba

Vlastnictví pozemků vychází z katastru nemovitostí a pozemkové knihy. Na těchto podkladech byly také vyhotoveny tabulky (Příloha 3 a 4) a mapa (Příloha 9) , která znázorňuje překryt stavu před a po výkupu.

7.1. Stav před výkupem pozemků

Na místě dnešního odvalu, který je tvořen pouze parcelou 1045/1, byly pozemky rozděleny mezi několik vlastníků. Rozloha parcel byla podstatně menší a kultury rozmanitější. Na dnešní parcele 1045/1 se dříve nacházelo i několik rybníků, které se však nedochovaly. Z Přílohy 9 je patrné umístění těchto čtyř menších vodních nádrží nad rybníkem Brožkovým. Zachovaly se pouze větší rybníky jako jsou Brožků a Rešlů. Celý areál závodu byl tedy tvořen 50 ti parcelami, z nichž bylo 27 ve vlastnictví státu. Zbylých 23 parcel si mezi sebe dělili dva vlastníci tak, že jeden z nich vlastnil dvě parcely, které měli funkci cesty a druhý vlastnil vše ostatní. Podrobnější údaje jsou uvedeny v Příloze 3.

7.2. Současný stav pozemků

Vlastnictví pozemků bývalého těžebního závodu vychází ze současného stavu v katastru nemovitostí. (Příloha 4)

8. Návrh biologické rekultivace

Vzhledem k tomu, že se jedná o rekultivaci odvalu, kde není technicky možné ani ekonomicky únosně plochu přetvořit, jsou vyloučeny veškeré způsoby rekultivací, které by takovou změnu vyžadovaly. Z důvodu nepříliš dobré přístupnosti, nelze odval upravit ani pro technicky náročné zemědělské využití. Pokud budou na odvalu pěstovány zemědělské plodiny nebylo by vhodné, aby vstupovali do potravních řetězců. Vzhledem k nepříznivému sklonu svahů by se nabízela možnost odval zalesnit, což není dobré řešení, pokud nebyla již dříve zajištěna ochrana a alespoň částečná tvorba půdy. Je potřeba, aby k této tvorbě půdy docházelo a docílíme toho především správně zvolenými plodinami. Jejich následné využití může být směřováno k vylepšení vlastností půdy nebo k tvorbě energie. Lesnická rekultivace odvalu by navíc v okolní krajině způsobila umocnění již tak dost velké dominanty odvalu a nad propadovým pásmem by došlo k narušení pláště rekultivovaného odvalu.

Zejména při rekultivaci odvalu po těžbě rud by bylo vhodné pěstování přípravných melioračních plodin. Odval je však již dlouhou dobu vystaven vlivům přírody a na jeho povrchu jsou rostliny, které si sama příroda zvolila. Tyto rostliny však neodpovídají těm, které jsou právem nazývány přípravnými a to hlavně proto, že zde nedochází k požadované tvorbě půdy. Na počátku biologické rekultivace by měly stát plodiny, které plní funkci pedosférickou a chrání tak půdu před působením nepříznivých vlivů a podporují tvorbu půdy. Používají se rostliny odolné vůči nepříznivým půdním podmínkám, které se vyznačují bohatým kořenovým systémem, schopností vázat vzdušný dusík apod.

Substrát odvalu rudných dolů obsahuje často toxické látky a materiál obsahuje velké množství skeletu. Chemicky i fyzikálně jde o substrát s málo proměnnými a pestrými vlastnostmi. Jelikož je povrch odvalu značně skeletovitý, není srážková voda poutána a povrch je značně přehříván. Z tohoto důvodu bylo nutné převrstvení převážně rybničním sedimentem, které bylo provedeno v mocnosti 30- 60 cm. Pro účely biologické rekultivace je toto překrytí minimální, které mohlo být provedeno. Jelikož je tato výška návozu označována pro rozvoj vegetace jako dostatečná a předmětem této práce je pouze biologická rekultivace, nebudu v této práci další navezení kulturní zeminy zmiňovat. Plocha výsypky byla částečně porovnána a jsou zde patrné pouze lokální suché poklesy. Nehrozí zde tedy stagnace vody v depresích a následné neustálé zamokřování půdy.

8.1. Biologická rekultivace plata odvalu

Jelikož nebude řešena navážka zeminy, bude nutné začít vlastní tvorbou půdy, kterou je možné provést pomocí melioračních osevních postupů.

V současné době se na odvalu vyskytuje převážně tráva z čeledi lipnicovité a to třtina křovištní. Travniny jsou přerostlé, jejich výška je přibližně 0,8 m, proto bude nutné začít úpravu pokosením porostu. Odpadní biomasa získaná z plata odvalu bude odvezena a využita k energetickým účelům. Na této ploše bude z důvodu nedostatku kvalitní půdy a její nižší mocnosti, aplikován osmiletý osevní postup. V navrženém osevním postupu by měly min. 20% tvořit víceleté pícniny. Jako nejvhodnější se jeví vojtěška setá, jetel luční, jetel plazivý, štirovník růžkatý, vičinec ligrus apod. Důležitou roli bude hrát také hnojení, a to jak minerální, tak i organické. Plodiny na odvalu není možné strojně obhospodařovat, proto budou jen minimálně kultivovány. Zemědělské stroje, které by po odvalu pojížděly, by u okrajů plata mohli negativně působit na svahy odvalu a mohlo by docházet k sesuvům. Orba by navíc mísila vrstvu výsypkových zemin s vrstvou navezené kulturní zeminy, která má velmi malou mocnost. V případě nutných agrotechnických zásahů, které by vyžadovaly použití zemědělských strojů, lze využít příjezdovou cestu, která na odval vede ze západní strany areálu. Při použití zemědělských strojů však musí být kladen důraz na to, aby nedošlo k zmíněnému poškození hran a půda byla obdělávána jen povrchově.

Osevní postup by měl být zpracován tak, aby v něm podstatnou část tvořily plodiny, které jsou také vhodné pro zelené hnojení. Jakýkoli osevní postup s převahou víceletých pícnin bude tedy účelný. Zde uvádím vzorový osevní postup, s následným komentářem, který je možno při zachování základních pravidel pozměňovat.

Osmiletý osevní postup:

- | | |
|-----------|-----------------------------------|
| 1.-4. rok | jetelotráva (minimální kultivace) |
| 5. rok | luskovina s podsevem vojtěšky |
| 6.-7. rok | vojtěška (minimální kultivace) |
| 8. rok | vytrvalá bylina (biomasa) |

V prvních čtyřech letech byly zvoleny dvouleté jetelotravní směsky, které budou vždy dvakrát koseny. Kosená biomasa bude odvážena a dále energeticky zpracovávána. Jetelotrávy budou každý rok přihnojovány, jelikož zvyšování obsahu většiny základních prvků záleží právě na hnojení minerálními hnojivy. Plodiny by mohly být bez problémů hnojeny i čistírenskými kaly, což by mohlo snížit celkové náklady na biologickou rekultivaci. Díky odlišným hloubkám zakořenění u obou komponentů bude prokořenění

souvislé a to až do 100 cm. Kořeny travin jsou soustředěny převážně v horních 20 cm, naopak kořeny jetelů zasahují spíše do větších hloubek. Optimální zastoupení v jetelotravních směskách je 70% jetelovin a 30% travin. Jako nejvhodnější meliorační směska se pro tuto lokalitu jeví jetel plazivý (*Trifolium repens*), jetel zvrhlý (*Trifolium hybridum*), jílek mnohokvětý (*Lolium italicum*). Melioračních jetelotravních směsek však může být celá řada a v této lokalitě by určitě uspěly i jiné.

Luskovina je zařazena především proto, aby došlo k obohacení půdy o dusík. Luskoviny navíc opět prokořenění spodnější části půdy. Vhodnější bude hned po částečné kultivaci jetelotravní směsky zaset luskovinu. Jako vhodná luskovina se nabízí vlčí bob úzkolistý- modrý (*Lupinus polyphyllus*) a vlčí bob žlutý (*Lupinus luteus*). Obě odrůdy vlčího bobu jsou vhodné i na zelené hnojení. Následovat by měl jarní výsev podsevu vojtěšky seté (*Medicago sativa*), kde budou uplatňovány dvě seče ročně a v následujícím roce seče tři. V 7. roce bude vojtěška po druhé seči kultivována. Její zařazení po jetelotravní směsce je opodstatněné, jelikož vojtěška potřebuje půdu již částečně zúrodněnou. Kořenový systém vojtěšky sahá do velkých hloubek a v půdě následně zůstává velké množství kořenové hmoty. Dochází tedy ke zlepšování půdní struktury tvorbou humusu a také k obohacování značným množstvím dusíku.

Poslední rok je zařazena vytrvalá bylina. V našem případě se může jednat o komonici bílou (*Melilotus albus*). Pozdě na podzim, při největším množství sušiny, by byla možná sklizeň celých rostlin. Komonice dosahuje poměrně vysokých výnosů a bylo zjištěno, že je velice vhodnou pionýrskou plodinou pro biologickou rekultivaci antropogenních půd. Její hluboko zasahující kořenový systém uvolňuje živiny i z velmi nepřístupných vrstev půdy. Vysoký obsah dusíku ve fytomase značí její vhodné využití pro výrobu bioplynu.

8.2. Biologická rekultivace propadového pásma

Propadové pásmo se nachází v severní části odvalu, která je od ostatní plochy oddělena kovovými sloupy s ocelovými lany nebo drátěným plotem. Nad propadovým pásmem byly před několika lety vysety břízy, které dnes dosahují výšky několika metrů. V této části lokality tvoří břízy převážně souvislý pokryv, který doplňují nálety borovic. Nad propadovým pásmem však není vhodné nechávat růst stromy, protože by mohlo dojít k mechanickému narušení pláště rekultivovaného odvalu.

Vzhledem k tomu, že většina bříz nedosahuje velkých průměrů kmene bylo by vhodné je odstranit. Likvidace porostu by mohla proběhnout nařezáním stromů s následným

štěpkováním v drtiči. Náletové dřeviny budou po pokácení snášeny ke štěpkovači a samotné štěpkování bude prováděno v blízkosti odvalu. Vzniklá zelená štěpka může být dále použita při biologické rekultivaci jižního svahu.

Nad propadovým pásmem bude dále po odstranění ruderalní vegetace vyseta travní směska. Současné bylinné patro může být ponecháno a v případě potřeby travní směsí doseto. Směska bude mít stejné složení jako navržený travní porost na platě odvalu po skončení melioračního osevního postupu. Mohly by to být např.: bojínek luční (*Phleum pratense*), jílek anglický (*Lolium perenne*), srha laločnatá (*Dactylis glomerata*) aj.. Nejvyšším vegetačním stupněm na této části odvalu budou keře. Mezi vhodné keře by patřila např. slivoň trnka (*Prunus spinosa*) nebo růže šípková (*Rosa canina*).

8.3. Biologická rekultivace boků odvalu

Větší část svahů odvalu je porostlá ruderalními travinami a náletovými dřevinami. Největší problém představuje jižní svah, který je úplně holý s ojedinělými nálety borovic, bříz a vrby jívy. Povrch svahu je značně skeletovitý, protože rybníční sediment, který byl použit na překrytí, podlehl erozním smyvům. Jednotlivé úseky svahu jsou porostlé nízkými travinami, ale zbylé části jsou tvořeny převážně neporostlým skeletem. Svah odvalu má příliš velký sklon, proto bude muset být travní osivo aplikováno metodou hydroosevu, kdy se plocha nastříkne směsí travního osiva, vody, živin a tmelících pryskyřic. Tato směs se nalepí na ošetřenou plochu a zabraňuje erozním smyvům. Travina použitá na svah by měla mít schopnost tyto svahy zpevňovat, měla by tedy mít bohatý kořenový systém. Naopak u nadzemních částí je vhodný nižší vzrůst. Pro takovéto účely bývá často používána kostřava ovčí (*Festuca ovina*). Zajišťuje dostatek organické hmoty k vylepšení půdní struktury a podporuje sorpční komplex půdy. Většinou bývá zařazována do účelové travní směsi v zastoupení 40%. Do travní směsi ke kostřavě ovčí bychom mohly přidat ostatní druhy trav, ale i jetelovin jako např.: kostřava červená (*Festuca rubra*), kostřava luční (*Festuca pratensis*), lipnice luční (*Poa pratensis*), jílek ozimý (*Lolium perenne*), štírovník růžkatý (*Lotus corniculatus*), jetel plazivý (*Trifolium repens*), psineček výběžkatý (*Agrostis stolonifera*).

Než se vytvoří souvislý zápoj travin na svahu, mohly bychom využít odpadní dřevní hmotu vzniklou při likvidaci bříz nad propadovým pásmem. Štěpka nám na svahu zmírní intenzitu dopadajícího slunečního záření na půdu, která bude tímto odstíněna. Také dojde

k snížení erozního ohrožení. Velikost štěpky by se měla pohybovat okolo 20 mm. Příliš velké části by mohly zabraňovat vzrůstu trávy.

Do vzniklé směsi trav lze případně přidat i semena stromů či keřů. Na jižním svahu můžeme přidat semena skalníku celokrajného (*Cotoneaster integerrimus*), který je vhodný na svahová území a suchá místa. Dalším možným keřem je rakytník úzkolistý (*Hippodhae rhamnoides*), který snáší dobře sucho a navíc obohacuje půdu dusíkem. Má hluboký a rozvětvený kořenový systém, jež je ideální pro zpevnění svahů. U rakytníku je třeba dbát na to, aby byly vysazeny samčí a samičí keře- pět až deset samčích na jeden samičí. Keře jsou opylovány za pomoci větru, proto je vhodné vysadit opylovač po směru převládajících větrů. Pokud je ale více rostlin u sebe k opylování dojde také.

8.4. Biologická rekultivace Brožkova rybníka

V blízkosti paty svahu je vysoká hladina podzemní vody, proto bude nutné zadržovat vodu a podněcovat výpar. Do Brožkova rybníka se dostává z odvalu kontaminovaná voda. Kontaminace vody by mohla být snižována některými funkčními rostlinami, mezi které se řadí i rákos obecný (*Phragmites Australis*), který by vytvářel přirozenou břehovou vegetaci. Navíc je rákos tolerantní ke znečištění a dokáže se rozmnožovat a růst i při hodnotách BSK₅ 2000 mg/l a koncentraci celkového dusíku 350 mg/l. Rákos může být kombinován s orobincem širokolistým (*Typha Latofilia*), který taktéž snáší velká znečištění.

8.5. Začlenění rekultivované plochy do krajiny

V této části práce by mělo dojít k sladění plochy odvalu a jeho okolí. Měla by být vyřešena návaznost na rybníky i zemědělskou půdu. Neméně důležitá je i návaznost na ÚSES.

Na jižním svahu odvalu bude nutné eliminovat případný snos odvalového materiálu. Těsně nad patou svahu bude proto vysazen hustý pás keřů a to především trnky a hlohu. Tyto keře budou také vhodným sídlištěm zpěvného ptactva. Aby odval nenavazoval přímo na zemědělskou půdu a nehyzdil tak ještě více krajinu, bude nutné vysázet podél odvalu rychle rostoucí dřeviny. Z hlediska velkého zastoupení by se jevily jako vhodné dřeviny bříza bělokorá (*Betula pendula*) a pomaleji rostoucí borovice lesní (*Pinus sylvestris*), které již současně v okolí odvalu převládají. I pod jižním svahem je již několik vzrostlých bříz a

vrba, a proto budou zapojeny do zamýšleného pásu pod odvalem. Vzrostlé stromy skryjí odval před zraky kolemjdoucích a začlení ho do okolí. Navíc dojde k vytvoření pásu dřevin podél pole, který bude navazovat na les západně od odvalu, což bude výhodné i pro migraci živočichů. Tento pás by mohl být protažen i dále na východ, aby došlo k návaznosti na les u Brožkova rybníka.

Západní část odvalu by měla být podobně zapojena- rozdíl je akorát ten, že západní svah nemá takový sklon a nebude tedy vysazován pás keřů. Opět zde bude vysazena rychle rostoucí bříza bělokorá v možné kombinaci s bukem lesním (*Fagus sylvatica*).

Z velké části již zapojený východní svah navazuje na společenstvo kolem Brožkova rybníka. Brožkův rybník není a ani nebude využíván pro chov ryb nebo jako funkční nádrž. V tomto prostoru dochází k průsaku kontaminované vody, jejíž hodnoty by měly být snižovány výše uvedenými rostlinami. Brožkův rybník by mohl být také převeden na funkční mokřad, kde by byla část vodní plochy ponechána.

Celá oblast areálu by měla být pohledově začleněna do okolí. Proto by mohlo dojít k doplnění pásu dřevin od Brožkova rybníka přes plochu někdejších loužících plat k silnici. Zatím se zde vyskytuje bříza bělokorá, vrba jíva a podél vlhkých příkopů také vrba bílá (*Salix alba*) a chrastice rákosovitá (*Phalaroides arundinacea*). Tento dřevinný pás je sídlištěm mnoha druhů ptactva a proto by nebylo vhodné ho narušovat.

Veškeré poddolované území v oblasti je buď oploceno nebo vymezeno kovovými tyčemi s ocelovým lanem. Na žádné z těchto zábran, které jsem při pochůzce viděla, však není oznámen důvod jejich přítomnosti. Navíc jsou v na některých místech v dosti zchátralém stavu. Na zábranách by proto určitě měly být umístěny cedule s oznámením, jako např.: „Propadové pásmo, vstup zakázán“.

9. Využití rekultivované lokality

Jelikož je zatím celý odval ve vlastnictví SUL DIAMO, který ho nabízí ke koupi, nelze předpokládat, že dojde k nějakým větším změnám. Mým návrhem by bylo nabízet odval k odkoupení až po uskutečněné biologické rekultivaci. Jak lze totiž předpokládat, není moc lidí, kteří by zakoupili částečně rekultivovaný odval aby sami rekultivaci dokončili. Do té doby, než se někdo takový najde, nebo než nynější vlastník biologickou rekultivaci provede, bude odval převážně sídlištěm ptactva a jiných živočichů.

Pokud by biologická rekultivace opravdu proběhla, dalo by se uvažovat o dalším využití odvalu. Některé návrhy zde uvádím.

9.1. Trvalý travní porost

Po skončení osmiletého osevního postupu se plato odvalu zatravní travní směsí. Jednotlivé komponenty budou tvořeny travinami typickými pro tvorbu trvalých travních porostů na výsypkách a odvalech. Jimi jsou např.: bojínek luční, jílek anglický, srha laločnatá aj. Místy mohou být vysázeny keře popřípadě i stromy. Za keře hodící se na plato odvalu je možné považovat např. slivoň trnku, která se snadno rozrůstá do stran pomocí kořenových odnoží. Trnka poskytuje útočiště ptactvu a je také významnou medonosnou rostlinou. Dalším vhodným keřem by mohl být i hloh obecný (*Crataegus laevigata*) nebo růže šípková. Stromy by spíše výšku odvalu ještě znásobily, a proto zde také výpis zástupců stromového patra záměrně vynechávám.

9.2. Energetické plodiny

Další možnou variantou je využití plochy odvalu pro pěstování energetických plodin. Tato varianta je obzvláště vhodná, protože již v osevním postupu je v posledním roce pěstována komonice bílá, na kterou by mohlo být navázáno. Plantáže s energetickými plodinami však přichází v úvahu jen tehdy, bude-li možné zajistit odbyt biomasy. Biomasa slouží především k vytápění budov, výrobě bioplynu a následné výrobě elektřiny. Největší podíl získané energie z biomasy mají právě energetické plodiny. Z některých druhů energetických rostlin, především z krmného šťovíku (*Rumex tianshanecus*), se dá vyrábět palivo- pelety a brikety. Mezi vhodné energetické plodiny patří kromě šťovíku i laskavec (*Amaranthus*), komonice bílá (*Melilotus alba*) a další. Vhodné jsou i energetické trávy- sveřep bezbranný (*Bromus inermis*), kostřava rákosovitá (*Festuca arundinacea*), ovsík vyvýšený (*Arrhenatherum elatius*).

9.3. Dřeviny

Po ukončení rekultivačních prací může být plato odvalu využíváno k pěstování dřevin. Ty mohou být pěstovány i ve školkách (plantážích) a následně prodávány třeba jako vánoční stromky. Neměly by však dosahovat příliš velkého vzrůstu a měly by být pěstovány spíše v západní části odvalu, kam je bezproblémový přístup. O takové stromky je nutné se velice pečlivě starat. Důležité je hnojení, hubení škůdců, ale i závlaha. Tyto stromky by potřebovali několik let lidské práce, proto je toto využití hodně závislé na člověku. Nejvhodnější bude borovice lesní, která se v oblasti často vyskytuje. Dále je možné ostatní jehličnany zkusit a dle dosažených výsledků je také pěstovat.

10. Diskuze

Rozhodující charakteristikou vlastností odvalových substrátů ve vztahu k následné rekultivaci jsou hrubozrnnost a špatná větratelnost. Klasifikační označení předurčuje tyto substráty pro lesnickou rekultivaci. Morfologický tvar odvalů je v převážné většině převýšený a ve vztahu k následné rekultivaci to znamená opět preferenci pro lesnickou rekultivaci. (Volný, 1985) Nemyslím si, že převýšený tvar by měl vždy být předzvěstí lesnické rekultivace. Naopak někdy by tato rekultivace mohla v krajině působit nevzhledně, a proto je třeba volit způsob rekultivace v závislosti na okolní krajině. Důležitým aspektem bezpochyby je charakter těžené suroviny a s tím spojené zrnitostní složení substrátu a jeho vlastnosti. Také v případě odvalu v Okrouhlé Radouňi nelze uplatnit výsev stromů a to především kvůli propadovému pásmu.

Výsledný návrh rekultivací je ovlivněn řadou faktorů. Jedním z důležitých faktorů je formulace motivu (motivů) rekultivace území. Hlavním motiv, případně motivy vedlejší, zásadním způsobem determinuje formu rekultivace a její pojetí v kontextu okolní krajiny. Jako motiv obnovy krajiny nelze akceptovat samostatnou potřebu (povinnost ze zákona) rekultivace v zájmu stability svahů, zabránění eroze apod. Z tohoto důvodu je nutné vždy pojímat rekultivovanou lokalitu jako součást okolní krajiny a s touto se dokonale obeznámit. (Sklenička, 2003) Rekultivaci je opravdu vždy nutné řešit jako celek, který tvoří rekultivovaná plocha spolu s okolní krajinou. V případě, že toto nebudeme respektovat by mohly v krajině vznikat takové útvary a plochy, které se ani funkčně, ani esteticky do dané krajiny nehodí.

V zásadě se v odborné literatuře uvádějí čtyři druhy rekultivace podle způsobu cílového využití území- zemědělská, lesnická, vodní a ostatní. Toto rozdělení, nebo spíše jeho úzkostlivé prosazování v praxi přináší řadu problémů a paradoxů. Potřeba zodpovědných pracovníků přesně zaškatalkovat formu obnovy konkrétního území někdy vede k násilným a zbytečným „rekultivacím“ lokalit, které již jsou stabilizovány přirozenou sukcesí. Člověk jako by neuznával to, co sám vědomě nestvořil. Jistěže tento princip nelze uplatňovat obecně a že je nutné vycházet z plánovaného způsobu využití území, ze stanovištních podmínek, z charakteru a „úspěšnosti“ přirozené sukcese a dalších faktorů. Přesto existují lokality, u kterých byla, podle mého názoru, takto znehodnocena „dlouhodobá“ práce přírody i přesto, že výsledek lidského snažení následně nedosáhl adekvátního ekologického a krajinářského efektu. (Sklenička, 2003) Tento názor je

opravdu zajímavý a musím přiznat, že v některých případech by dílo přírody jistě splynulo s okolním prostředím lépe, než to, co vytvořil sám člověk. Proč bychom nenechali přírodu napravit to, co člověk už jednou zničil? Je ale třeba, aby v obzvláště nebezpečných oblastech byla důkladně provedena technická rekultivace- překrytí zeminou a zajištění nebezpečných míst (svahů, propadlin apod.). Na odvalu v mnou řešené lokalitě již příroda několik let svou prací vytváří a nedá se říci, že by tím své okolí nějakým způsobem narušovala.

Je třeba vytýčit zásady za jakých podmínek a předpokladů je výsypka rekultivována a bude ji možno předat novým uživatelům. Důlní podniky však nemohou přenést odpovědnosti za případnou nesprávnou rekultivaci na nové uživatele. Zájem zlepšovat rekultivace vyžaduje, aby příslušné závody nesly odpovědnost za záruku a aby předem ručily za negativní terénní změny k nimž dojde v procesu rekultivace i po převzetí uživatelem, ať již jde o terénní poklesy nebo o vznik bezodtokových a přechodně zamokřených míst. (Jonáš, 1975) Myslím, že v dnešní době je tento problém již vyřešen především tím, že podmínky rekultivací jsou dány zákonem. Nejen, že musí být vypracován plán otírky, přípravy a dobývání, ale jeho součástí je i vyčíslení předpokládaných nákladů na zahlazení vzniklých škod, s čímž jsou spojeny náklady na sanaci a rekultivaci území. K tomu všemu se přikládá návrh na výši a způsob vytvoření finanční rezervy, která by pokryla náklady na rekultivaci.

Biologická rekultivace je závěrečnou, avšak provázanou částí technické rekultivace. Její okamžitá realizace je součástí protierozních i protizáplavových opatření a současně završuje efekt a cíl všech technických opatření. Proto je potřeba podpořit její intenzifikaci, ať již přímým převrstvováním zúrodnitelnými zeminami (spraše, ornice) či intenzivním zásobením chybějící organickou hmotou upravenou na potřebné hnojivé hodnoty. Byly již vyzkoušeny kombinace organických materiálů z místních zdrojů (rašelina) doplněných odpadní kůrou či buničinou, zkoušet se začala i směs odpadní buničiny a odpadních kalů z ČOV, nabízí se použití různých směsí kůry, buničiny a čistírenských biologických kalů z papíren upravených dle požadavků na plné hnojivé hodnoty na základě podkladů pedologických rozborů výsypkových zemin. (Gloser, Moučka, 1997) Zásobení rostlin na rekultivovaných plochách živinami je jednou z nejdůležitějších částí tvorby půdy. Takto se dají výhodně využít odpadní organické materiály, jelikož dojde ke snížení nákladů na jejich likvidaci. Je však třeba dávat pozor zejména při hnojení kaly z ČOV, aby nedocházelo ke kontaminaci potravních řetězců. Pokud by byly plodiny využívány

k energetickým účelům, jak jsem navrhovala, byly by právě kaly z ČOV vhodným řešením.

11. Závěr

Lokalita Okrouhlá Radouň se nachází jen několik kilometrů od Jindřichova Hradce. Vzhledem k menšímu významu ložiska v České Republice je těžba uranu v této lokalitě známa většinou jen bývalým pracovníkům a jejich rodinám. Po objevení ložiska v roce 1962 mělo mnoho lidí z vesnice i přilehlého okolí možnost získat práci v uranových dolech. Ve svých vrcholných okamžicích závod zaměstnával okolo 700 pracovníků. Tato zprvu lákavá pracovní příležitost začala rychle ztrácet na kráse. Hlavním problémem bylo působení radioaktivního záření na lidský organismus. Především počáteční neinformovanost a následné zatajování hodnot radonu způsobily mnoho onemocnění v celé České Republice.

Cílem mé práce bylo biologicky zrekultivovat hlušinový odval v Okrouhlé Radouňi. Jelikož zde už ve větší míře začala působit příroda, bylo v některých případech nutné nejdříve provést jednotlivé zásahy, které připraví plochu pro rekultivaci. Tímto došlo k rozdělení plochy odvalu na dvě části, které byly řešeny samostatně. Nad propadovým pásmem bylo nutné provést odstranění dřevin, které by narušovaly plášť rekultivovaného odvalu. Naopak nad jižní částí ovalu byl aplikován meliorační osevní postup s převahou víceletých pícnin. Tento postup zajistí nezbytnou tvorbu půdy proto, aby odval mohl být následně využíván pěstováním různých druhů plodin. Při výběru plodin do osevních postupů i pro následné využití bylo nutné se řídit nejen klimatickými charakteristikami lokality, ale také vlastnostmi substrátu.

Velkým problémem na odvalu v Okrouhlé Radouňi byl jižní svah. Jeho sklon a vyšší obsah skeletu vytvářely příznivé podmínky jak pro erozi, tak pro omezený růst rostlin. Jedna z možností jak dosáhnout ozelenění svahu spočívá především v nástřiku travního semene. Tato možnost byla zvolena i v Okrouhlé Radouňi, kde byl svah navíc překryt štěpkou. Plodiny, které by byly na svah vysety zajistí jeho stabilitu svým křenovým systémem a navíc omezí erozi.

Jako následné využití plochy po melioračním osevním postupu se nejvhodnější variantou jeví trvalý travní porost, který je volen i nad propadovým pásmem. Pěstování energetických plodin na výsypkových substrátech se v posledních letech velice osvědčilo a proto jsem některé vhodné druhy těchto plodin navrhla i po skončení biologické rekultivace na této ploše.

Při zapojení odvalu do okolní krajiny je také důležité zvažovat rozmístění územního systému ekologické stability. Nově vytvořené pásy dřevin je vhodné navázat na některé již existující prvky a vytvořit tak z tohoto pohledu propojenou krajinu.

Do této práce byla včleněna i část, která je nazvána „Pozemková držba“ . Tato část zde zastupuje obor mého studia a je v ní pojednáno o stavu pozemků jak před zahájením těžby, tak po jejím ukončení.

Vzhledem k tomu, že cena uranu stále stoupá a dnes již dosáhla více než sedminásobku své původní ceny, začíná se mluvit o obnovení těžby v některých lokalitách. Pouze v České Republice je podle odhadů ukryto v podzemí kolem 250 miliard Kč. Na řadě míst, kde se dříve uran těžil, dnes probíhá sanace a proto by zahájení těžby bylo velice komplikované. Zbývá nám tedy jen čekat, zda se ukáží zásoby uranu cennějšími než příroda.

12. Seznam tabulek

Tabulka 1: Příklady dřevin zařazených do vymezených skupin kovalence

Tabulka 2: Charakteristiky oblasti MT 9

Tabulka 3: Teplotní a srážkové charakteristiky lokality Jindřichův Hradec

Tabulka 4: Délka jednotlivých období podle průměrných teplot

Tabulka 5: Přehled odběrných míst

13. Seznam příloh

13.1. Přílohy svázané

Obrazové přílohy

Příloha 1: Skládky v okolí odvalu

Příloha 2: Pohled na odval

Tabulky a grafy

Příloha 3: Tabulka- Stav před výkupem pozemků

Příloha 4: Tabulka- Současný stav

Příloha 5: Grafy- množství uranu a radonu na jednotlivých odběrných místech

13.2. Mapové přílohy volně ložené

Příloha 6: Přehledná situace 1: 50 000

Příloha 7: Odval a okolí- ortofotomapa

Příloha 8: Mapa ÚSES

Příloha 9: Překryt mapy bývalého pozemkového katastru a katastru současného

Summary

Biological recultivation after the mining of uranium ore

The aim of this text is to illustrate the ways of biological rekultivation in Okrouhlá Radouň. There is a waste bank as a residue after the uranium industry. Waste banks are common in most of mining areas. In most cases is a postmining land use as a forest. In our case maybe the forest isn't so appropriate because of the cumulative dominance of waste bank.

Because of this reason is select a reclamative rotation of crops. Another period of rekultivation is a growing of energy crops or grass cover etc.

It is important to make two parts of waste bank- flopping zone and the rest of waste bank. On each of this parts is applies different ways of rekultivation. Flopping zone is solved more carefully because of the dangerous of the tree-roots which can damage the modified waste bank.

Key words:

waste bank- výsypka, odval, rotation of crops- osevní postup, flopping zone- propadové pásmo

14. Seznam použité literatury

14.1. Odborná literatura

2. Borzyk, F. Vývoj a realizace rekultivačních prací v areálu dolu Nástup Tušimice. In Sborník referátů Konference „45 let české rekultivační školy“. [s.l.] : [s.n.], 1997, s. 46- 56.
3. Brůček, P, Řehoř, V. Pokus zastavení čerpání důlních vod z ložiska Okrouhlá Radouň. Diamo. 2007, roč. 12 (29), č. 9, s. 6.
4. Dimitrovský, K. Zemědělské, lesnické a hydrické rekultivace území ovlivněných báňskou činností. Praha : Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2000. 66 s. ISBN 80-7271-065-6
5. Gloser, M, Moučka, V. Komplex opatření velkoplošné rekultivace svažitých území. Sborník referátů Konference „45 let české rekultivační školy“. [s.l.] : [s.n.], 1997, s. 94- 98.
6. Grygárek, J. Hlubinné dobývání rudných, nerudných a uranových ložisek. 2. vyd. Ostrava : VŠB- Technická univerzita Ostrava, 2002. 157 s. ISBN 80-248-0042-X.
7. Chábera, S., et al. Jihočeská vlastivěda : Neživá příroda. 1.vyd. České Budějovice : Jihočeské nakladatelství, 1985. 270 s.
8. Jonáš, F. Určení způsobu rekultivace a tvorba nových půd na výsypkách v severočeském hnědouhelném revíru. 1. vyd. Praha : Výzkumný ústav meliorací, 1975. 247 s.
9. Küppers, Ch., et al. Umwelt-, Sicherheits-, Entsorgungs- und Akzeptanzaspekte der Kernenergienutzung. Darmstadt: Öko-Institut, 1989.
10. Lepka, F. Český uran : Neznámé hospodářské a politické souvislosti 1945- 2002. 1. vyd. Liberec : Květa Vinklátová, 2003. 104 s.
11. Menšík, J., et al. Historie a základní směry vývoje rekultivačních prací v Ostravsko- karvinském regionu. Sborník referátů Konference „45 let české rekultivační školy“. [s.l.] : [s.n.], 1997, s. 110- 116.
12. Neužil, M. Vliv těžby uranové rudy na životní prostředí. Zpravodaj EIA [online]. 1998, roč. 1 [cit. 2007-10-10].
13. OECD Nuclear Energy Agency. Longterm Radiological Aspects of Management of Wastes from Uranium Mining and Milling, Paris : [s.n.], 1984. 64 s.

14. Ondr, P., et al. Biologická rekultivace lokality Okrouhlá Radouň. In Sborník referátů Konference „45 let české rekultivační školy“. [s.l.] : [s.n.], 1997. s. 146-152.
15. Patejdl, C. Zemědělská rekultivace výsypek a oblastí narušených průmyslovou činností. 1. vyd. Praha : Výzkumný ústav meliorací, 1974. 240 s.
16. Pohl, R.O. Health Effects of Radon-222 from Uranium Mining. Search. 1976, vol. 7, no.8, s.345-350.
17. Polášek, F. Znalecké posouzení důlní činnosti na ložisku Okrouhlá Radouň. Příbram : [s.n.], 1993. 51 s.
18. Sanetrník, J, Filip, J. Meliorace. 1. vyd. Brno : Vysoká škola zemědělská v Brně, 1991. 177 s.
19. Sequens, E. Těžba uranu v České Republice. In Ekonomické a ekologické důsledky těžby uranu v České Republice. České Budějovice : Sdružení Jihočeské matky, 2000. 3- 20 s.
20. Sklenička, P. Základy krajinného plánování. 2. vyd. Praha : Naděžda Skleničková, 2003. 321 s. ISBN 80-903206-1-9.
21. Slick, B. M. Revegetation for aesthetics. In Trees for Reclamation. [s.l.] : [s.n.], 1980. s. 75- 84.
22. Stach, J. Základní agrotechnika (Osevní postupy). 1. vyd. České Budějovice : Jihočeská universita, 1995. 99 s.
23. Špiřík, F. Kultivace a rekultivace půd : Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací. 1. vyd. Praha : Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy, 1994. 198 s.
24. Štýs, S., et al. Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin. 1. vyd. Praha : Nakladatelství technické literatury, 1981. 680 s.
25. Štýs, S. Česká škola rekultivací. In Sborník referátů Konference „45 let české rekultivační školy“. [s.l.] : [s.n.], 1997. s. 29- 45.
26. Volný, S. Deteriorizace a rekultivace krajiny. 1. vyd. Brno : Vysoká škola zemědělská, 1985. 187 s.

14.2. Ostatní zdroje

- 27.** Nařízení vlády o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech (rok 2003)
- 28.** Návrh státního rozpočtu na rok 2000. Ministerstvo financí České Republiky. 1999
- 29.** Dokumentace obce Okrouhlá Radouň

Příloha 1: : Skládky v okolí odvalu



Příloha 2: : Pohled na odval

Pohled přes loužící plochy



Pohled na plato odvalu



Příloha 3: Tabulka- Stav před výkupem pozemků

parc. č. (PK)	využití pozemku	vlastník
1104/1	louka	Československý stát
961/1	pole	
1022	pastviště, nepl. půda	
1029	pole	
1030	pole	
1032	pastviště	
1040	rybník	
1041	pastviště	
1042	pole	
1044	rybník	
1045	rybník	
1046	rybník	
1047	pole	
1048	pastviště	
1049	pastviště	
1081	pole	
1082	pastviště	
1083	pastviště	
1085	nepl. půda	
1043/1	pastviště	
1043/2	louka	
1043/3	louka	
1075/2	pastvina (nepl. půda)	
1058/2	pole	
1103	pole	
1104/2	louka, pole	
1031	louka	
1033	pastviště	
1034	pole	
1035	pastviště	
1056	pastviště	

1066	louka	Československý stát	
1070	louka		
1072	pole		
1073	pastviště		
1077	pole		
1078	pastviště		
1079	pastviště		
1057/1	louka		
1058/1	pole		
1059/1	louka		
1059/2	pastviště		
1050/2	pastviště		
1039/1	louka		František a Růžena Rešlovi
1039/2	pastviště		
962	pole		Jan a Františka Pakostovi
963	pastviště		
967	louka		
1025	pole+ pastviště přes cestu	Jan a Rudolf Chytrovi	
1037	pole, pastviště		
1050	pastviště		
1052	pastviště		
1053	pole		
1054	louka		
1060	pole		
1063	rybník		
1064	pole		
1065	louka		
1069	louka		
1074	pastviště		
1086	nepl. půda		
1087	pastviště		
1088	pole		
1089	pastviště		

1036/1	louka	Jan a Rudolf Chytrovi
1036/2	pastviště	
1057/2	louka	
1058/3	pole, louka	
1061/1	louka (zahrada)	
1061/2	pastvina	
1062/1	pastviště	
1062/2	rybník	
1075/1	pastviště (nepl. půda)	
1150	cesta	
1155	cesta	
968	pastviště	Ladislav Kolář
969	pole	
965	louka	Václav a Růžena Kryštofovi
964/1	pole (zahrada)	
964/3	pole	
966/1	pastviště (pole)	
966/2	pole	

Příloha 4: Tabulka- Současný stav

parc. č.	druh pozemku	využití pozemku	výměra [m ²]	vlastník	číslo LV
1043/14	ostatní plocha	jiná plocha	88	ČR	10002
1040	vodní plocha	rybník	11208	DIAMO, SUL o.z.	355
1043/15	vodní plocha	koryto vod. toku- umělé	734		355
1043/16	vodní plocha	koryto vod. toku- umělé	214		355
1043/17	vodní plocha	koryto vod. toku- umělé	1593		355
1045/1	ostatní plocha	dobývací prostor	154322		355
1045/5	ostatní plocha	manipulační plocha	7166		355
1045/10	ostatní plocha	jiná plocha	280		355
1045/13	ostatní plocha	jiná plocha	1013		355
1045/14	ostatní plocha	jiná plocha	1008		355
1045/15	ostatní plocha	jiná plocha	1376		355
1045/16	ostatní plocha	jiná plocha	683		355
1045/17	ostatní plocha	dobývací prostor	648		355
1045/18	ostatní plocha	dobývací prostor	5738		355
1045/19	ostatní plocha	dobývací prostor	170		355
1045/20	ostatní plocha	dobývací prostor	131		355
1088/1	orná půda	neurčeno	8491		355
1088/2	ostatní plocha	dobývací prostor	4800		355
st. 135	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	103		355
st. 136	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	103		355
st. 137	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	60		355

st. 138	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	278	DIAMO, SUL o.z.	355
st. 139	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	80		355
st. 144	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	280		355
st. 145	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	25		355
st. 146	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	207		355
st. 148	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	46		355
st. 149	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	120		355
st. 150	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	143		355
1045/2	ostatní plocha	dobývací prostor	6689		Kolářová Irena
1045/4	ostatní plocha	ostatní komunikace	3336	SONING Praha - centrum akustických služeb, a.s.	491
1045/6	ostatní plocha	manipulační plocha	8357		491
1045/7	ostatní plocha	manipulační plocha	9976		491
1045/8	ostatní plocha	manipulační plocha	15264		491
1045/9	ostatní plocha	ostatní komunikace	1993		491
1045/12	ostatní plocha	jiná plocha	28		491
st. 127	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	657		491
st. 128	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	1527		491
st. 129	zastavěná plocha a nádvoří	garáž	752		491
st. 130	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	145		491
st. 131	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	770	491	

st. 132	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	428	SONING Praha - centrum akustických služeb, a.s.	491
st. 133	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	352		491
st. 134	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	347		491
st. 140	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	44		491
st. 141	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	168		491
st. 143	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	30		491
st. 147	zastavěná plocha a nádvoří	prům. objekt	30		491
1053	TTP		1613	nemá vlastníka	Nemá LV

Příloha 5: Grafy- množství uranu a radonu na jednotlivých odběrných místech

