

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA GEOENVIROMENTÁLNÍCH VĚD

Odstraňování starých ekologických zátěží v Unipetrol, a.s., Litvínov – likvidace
skládek tekutých odpadů Růžodol

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Pavel Šimek, Ph.D.

Bakalant: Barbora Frůhaufová

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Barbora Frühaufová

Environmentální vědy
Aplikovaná ekologie

Název práce

Odstraňování starých ekologických zátěží v Unipetrol a.s., Litvínov – likvidace skládek tekutých odpadů Růžodol

Název anglicky

Removal of old ecological loads in the Unipetrol Inc., Litvínov – disposal of liquid waste dumps Růžodol

Cíle práce

Vypracovat rešerši na dané téma.
Charakterizovat území, na kterém se skládka nachází.
Vyhodnotit kvalitu podzemní a povrchové vody.
Ověřit účinnost provedené sanace.
Vyhodnotit vhodnost využití zájmového území.

Metodika

Na základě odborné literatury bakalantka vypracuje rešerši vztahující se k danému tématu.
Bakalantka se bude osobně podílet na měřeních a odběrech vzorků.
Na základě výsledných analýz vzorků a měření vyhodnotí účinnost provedené sanace, a prokáže, zda byly splněny její cílové parametry.
Použitý způsob sanace porovná s dalšími alternativními postupy.
Vyhodnotí plánované využití zájmového území v souladu s výsledky analýz a uzemním plánem.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Pavla Šimka, Ph.D. Další informace mi poskytla firma AVE CZ, odpadové hospodářství, s.r.o. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes univerzitní informační systém.

V Praze

.....

Barbora Frůhaufová

PODĚKOVÁNÍ

Ráda bych poděkovala panu Ing. Pavlovi Šimkovi Ph.D. za vedení bakalářské práce a firmě AVE CZ, odpadové hospodářství za poskytnutí materiálů týkajících se sanačních prací na zájmové lokalitě.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá odstraňováním starých ekologických zátěží a jednotlivými procesy, které jsou s odstraňováním spojeny. První část práce se zaměřuje na popsání problematiky starých ekologických zátěží a vysvětlení jejich vzniku, objasnění pojmu sanace, rekultivace a jejich metody. Je zde také připomenuta legislativa České republiky, která je s touto tematikou spojená. Druhá část se věnuje území Růžodol, kde sanační práce probíhaly. V této části je popsán průběh likvidace tekutých odpadů, který obsahuje přípravné práce na lokalitě, průzkum, zkušební provoz a samotný průběh sanace na lagunách. Práce se kromě výše zmíněných částí zaměřuje především na závěrečné posouzení, zda byla sanační metoda zvolena vhodně, zda byla naplněna předpokládaná množství hmot a zhodnocení územního plánu pro následnou rekultivaci. Na základě úspěšné dekontaminace lokality, porovnání s jinými využívanými metodami a odtěžení většího množství než bylo původně očekáváno, aniž by se sanační práce uskutečňovaly v delším časovém horizontu, byla metoda vyhodnocena jako vhodně zvolená. Následná rekultivace s ohledem na charakter a okolí území, byla posouzena, jako pozitivně zvolená.

Klíčová slova:

kontaminace, monitoring, rekultivace

ABSTRACT

This bachelor thesis deals with removal of old ecological loads and individual processes connected to it. The first theoretical part of the thesis is focused on the description of topic removal of old ecological loads and explanation of their formation, clarification of the terms remediation, reclamation and existing methods of both of these terms. First part of thesis also includes legislation of the Czech Republic which is related to this topic. The second part of the thesis deals with removal of old ecological loads in area called Růžodol, where the remediation works were used. This part describes the liquid waste disposal process, which includes preparation of area, exploration, pilot phase of remediation and the remediation of individual lagoons. In addition to the above-mentioned parts, the bachelor thesis focuses mainly on the final evaluation of whether the remediation method was chosen appropriately and whether the expected mass of materials was extracted. Based on the successful decontamination of the area, comparison with other remediation methods and extraction of larger quantity of materials than it was expected the method was evaluated as successful one. Reclamation was assessed as positively chosen considering the environmental properties and surroundings of the area.

Keywords:

contamination, monitoring, reclamation

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Cíle práce.....	11
3	Literární rešerše	12
3.1	Stará ekologická zátěž.....	12
3.1.1	Staré ekologické zátěže v České republice.....	12
3.1.2	Rozdělení zátěží.....	13
3.2	Definice kontaminované lokality	14
3.3	Ekologická újma	16
3.3.1	Kontaminanty.....	17
3.3.2	Typy kontaminantů	17
3.3.3	Vlastnosti kontaminantů.....	18
3.3.4	Fáze kontaminantů	19
3.4	Sanace	19
3.4.1	Sanační metody.....	20
3.5	Rekultivace	22
3.5.1	Zemědělské rekultivace	22
3.5.2	Lesnické rekultivace	22
3.5.3	Hydrické rekultivace.....	23
3.5.4	Vodohospodářské rekultivace.....	23
3.5.5	Ostatní rekultivace	23
4	Metodika.....	24
5	Charakteristika studijního území	25
5.1	Přírodní poměry	26
6	Popis staré ekologické zátěže	29
6.1	Kontaminace v zájmovém území	31
7	Projekt sanačních prací	32
7.1	Dodatečný průzkum.....	32
7.1.1	Režim vod.....	34
7.2	Zkušební provoz	34
7.2.1	Přípravné práce	35
7.2.2	Poloprovozní zkoušky zpracování materiálů.....	35
7.2.3	Upřesnění pozice, distribuce a složení kalů v tělese lagun	36
7.3	Ukončení zkušebního provozu.....	37

7.4	Technologie těžby RDM	37
7.5	Technologie těžby TDM	38
7.6	Odčerpání a zneškodnění lagunových vod	38
7.7	Vzorkování odpadů	39
7.8	Monitoring podzemních vod.....	39
7.9	Mechanické zůstatky po separaci	39
7.10	Zbytky kalů z dočišťování	39
7.11	Souhrnné schéma	40
7.12	Popis technologií zneškodnění odpadů	41
7.12.1	Spálení v tlakové plynárně Vřesová	41
7.12.2	Spálení ve spalovně Spolio	41
7.12.3	Biodegradace na skládce Celio.....	42
7.12.4	Přímé uložení na jednodruhové skládce Celio po stabilizaci	42
7.13	Zájmy ochrany životního prostředí	42
8	Výsledky	44
9	Diskuze	48
9.1	Porovnání sanačních metod.....	48
9.2	Územní plán	50
	Růžodol s odstupem času	51
10	Závěr a přínos práce.....	51
11	Terminologický slovníček	53
12	Přehled literatury a použitých zdrojů	54
12.1	Odborné publikace.....	54
12.2	Legislativní materiály	56
12.3	Internetové zdroje	56
12.4	Ostatní zdroje.....	57
13	Přílohy	58

1 Úvod

Ohrožování nebo poškozování životního prostředí je přisuzováno především nevhodné antropogenní činnosti (Horák, 1996). Často bývají pokládány otázky, zda my sami přispíváme k pohromě, zda jsme jen nečinně přihlížejícími svědky při ničení naší planety, jestli vůbec víme, jaké jsou ekologické problémy na planetě Zemi, či zda je ještě reálné uvažovat o trvale udržitelném rozvoji (Papoušek, 2000). Problematika životního prostředí je v posledních letech čím dál více sledovaným tématem. Stoupající zájem lze přisoudit přistoupení na obecně deklarovaný přístup tzv. sustainable development (Rio de Janeiro, Tokio) – systém udržitelného rozvoje. Deklarace o životním prostředí a rozvoji shledává, že „Pro dosažení udržitelného rozvoje musí ochrana životního prostředí tvořit integrální součást vývojového procesu a nemůže být zohledňována izolovaně od nich.“ Mezi jeden z problémů životního prostředí a udržitelného rozvoje lze zařadit skládky nebo místa, které kontaminují horniny a zeminy včetně podzemních vod. Právě taková to místa znečišťují a ohrožují životní prostředí nebo jsou možným zdrojem budoucího znečištění. Jednou z deklarovaných priorit je stanovení stavu těchto lokalit, jež bude následovat po jejich odstranění (Vaníček, 2002). Lokality, které jsou postižené kontaminací, mohou být různého druhu. Nejčastěji se ale jedná o skládky, průmyslové a zemědělské areály nebo úložiště těžebních odpadů (Horák 1996, Jeníček, Foltýn 1996). Ačkoliv v 80. letech bylo odhadováno, že se v každém okrese nachází přibližně 30 kontaminovaných lokalit, dnešní odhad se přibližuje k číslu 100 pro každý okres, jsou zde zahrnuty i opuštěné lokality, místa kde ke kontaminaci prostředí docházelo únikem nebezpečných látek, průmyslové a chemické továrny, bývalá vojenská území nebo místa, kde se nacházejí skládky, či probíhá přeprava chemických látek nebo pohonných hmot. V České republice, se na internetových stránkách Ministerstva životního prostředí nachází databáze – Systém evidence kontaminovaných míst, do které je možné volně nahlédnout. Lokalitu Růžodol Litvínov jsem pro svou práci zvolila z důvodu, že z okresu Most pocházím a chtěla jsem popsat a přiblížit sanační práce, které probíhaly v místě, které bylo kontaminované z důvodu ukládání materiálů vznikajících při petrochemické a karbochemické výrobě, které je díky Unipetrolu a.s. v Ústeckém kraji velmi známé. Na konci mé práce jsem zhodnotila použitou metodu jak sanačních tak rekultivačních prací.

2 Cíle práce

Hlavním cílem bakalářské práce je popsání a vyhodnocení již proběhlé sanace v zájmové lokalitě a porovnání využití technologie s dalšími často využívanými sanačními metodami. Dílčím cílem je vysvětlení pojmů, které jsou s tímto tématem úzce spojeny, jako jsou staré ekologické zátěže, kontaminace, sanace, rekultivace a popsání prováděné sanace na vybrané lokalitě. Hlavní otázkou je, zda se zvolená sanační metoda osvědčila a lokalita byla zbavena kontaminace. Další otázkou je, zda bylo vytěženo předpokládané množství materiálu.

3 Literární řešerše

3.1 Stará ekologická zátěž

Ministerstvo životního prostředí České republiky definuje starou ekologickou zátěž jako: „Závažnou kontaminaci horninového prostředí, podzemních nebo povrchových vod, ke které došlo nevhodným nakládáním s nebezpečnými látkami v minulosti (zejména se jedná např. o ropné látky, pesticidy, PCB, chlorované a aromatické uhlovodíky, těžké kovy apod.). Zjištěnou kontaminaci můžeme považovat za starou ekologickou zátěž pouze v případě, že původce kontaminace neexistuje nebo není znám.“ Momentálně v platné české právní úpravě neexistuje žádný zákon, který by se přímo zaobíral problematikou starých ekologických zátěží, i přesto se s tímto pojmem můžeme alespoň částečně setkat v jiných zákonech jako je například - zákon č. 92/1991 Sb., o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby, v platném znění, § 6a, nebo zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění, § 42. V zákonech o odpadech, stavebních zákonech aj. jsou uvedené informace týkající se samotného odstraňování ekologických zátěží neboli sanací. Starou ekologickou zátěží nebo ekologickou zátěží rozumíme škodu, kterou vytváří, jako je výskyt nežádoucích látek nebo změněné vlastnosti vody, půdy, ovzduší, odpadků a výrobků, u kterých je možné, zapříčinění ekologické újmy (definuje zákon č. 17/1992 Sb. o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů), čímž vnikají i škody ekonomického charakteru (Pokorný et al., 2001). Jako základní vlastnosti zátěží se dá považovat to, že se v krajině vyskytují dlouhodobě a jsou označovány jako skryté hrozby. Právě z důvodu jejich dlouhodobého výskytu většinou není znám původce znečištění tzv. znečišťovatel, ale pouze současný vlastník, který se na znečištění prostředí nezapříčinil. Americká agentura pro ochranu životního prostředí říká, že ekologická zátěž a to jak působí na okolní životní prostředí, je proměnlivé dle místních podmínek nebo konkrétních plošných a kumulativních zdrojů. Zároveň není jednoduché určit, jak moc zátěž ovlivňuje zdraví lidí a jak moc škodí životnímu prostředí (Alexander, 1999).

3.1.1 Staré ekologické zátěže v České republice

V České republice je velká část kontaminovaných míst pozůstatkem z let 1938-1989, kdy nakládání s nebezpečnými látkami při průmyslových a jiných výrobcích ani ochrana životního prostředí nebylo nijak řešeno. Po roce 1990 v rámci privatizace

přebрал stát odpovědnost za většinu ekologických zátěží v České republice. Přibližně v polovině 90. let bylo odhadováno přibližně 30 skládek v každém okrese. Do aktuálního odhadu jsou započítány i dříve opuštěné lokality. Tento aktuální odhad činí přibližně 100 lokalit na okres (Dimitrovský, 1995), (Vaníček, 2002). Řešení sanací problematických lokalit není jednotné a na některých místech není kontaminace řešena vůbec žádným způsobem, ačkoliv je prostřednictvím kontaminované vody, přítomností ropných a závadných látek nebo přímým způsobem ohrožováno obyvatelstvo. Vzhledem k tomu, že ve většině případů není znám obsah látek, jež jsou v místě uloženy, není možné předvídat jaké fyzikální a chemicko-biologické procesy probíhají uvnitř tělesa zátěže. Z tohoto důvodu stoupá nebezpečí (Filip et al., 2006). V České republice jsou ekologické zátěže spravovány různými institucemi. Odstraňování rizikových zátěží financuje EU, MŽP obstarává oblasti starých ekologických zátěží, jako jsou lokality po sovětské armádě, některé podniky, které byly privatizovány, a také se zabývá řešením dlouhodobých havárií podle zákona č. 254/2001 Sb., o vodách ve znění pozdějších předpisů. Ministerstvo obrany má na starost ekologické škody, které vznikly působením Armády ČR. Odstraňováním tzv. brownfields (nevyužívané pozemky, které vznikly jako průmyslové či zemědělské aktivity) se zabývá ministerstvo průmyslu. Staré ekologické zátěže privatizovaných bývalých státních podniků řeší Ministerstvo financí České republiky.

Pro odstraňování zátěží je nutné nejdříve upřesnit, jak moc je kontaminace rozsáhlá a jak vznikla, zda ohrožuje životní prostředí či lidské životy a jak má být s odpadem nakládáno. Kvůli úspěšnému odstranění zátěží, je nutné spojení institucí, které zodpovídají za stav životního prostředí, uskutečňovatelů sanace, výzkumných pracovišť a také znalců oborů, které jsou se zátěžemi spojeny (Vaníček, 2002).

3.1.2 Rozdělení zátěží

Staré ekologické zátěže lze rozdělit do dvou skupin – zátěže výrobní a zátěže nevýrobní. Zátěže, které jsou označovány jako výrobní, jsou ty, které vznikaly na místech, jako jsou bývalé zemědělské podniky, chemické závody, skládky nebo také v lokalitách, kde probíhala těžba surovin. Druhá skupina zátěží jsou zapříčiněné armádou, proto se staré ekologické zátěže vyskytují především v postkomunistických zemích (MŽP, 2008 - 2015).

Dalším možným způsobem rozdělení, je dle kanadské metodiky Agra, kterou využívá Ministerstvo životního prostředí. Jedná se o kvalitativní hodnocení rizik kontaminovaných míst:

1. Extrémní riziko – Účinek zátěže je neakceptovatelný, opakuje se periodicky nebo v pravidelných časových intervalech. Bylo zaznamenáno vážné poškození lidského života a je předpokládáno poškození potravních řetězců. Polutanty jsou v těchto lokalitách vysoce toxické či genotoxické, kontaminanty unikají do vody. V těchto místech není možné připustit pracovní ani výrobní činnost. Nastává trvalé poničení či zničení některých biotopů.
2. Vysoké riziko – Časově nepravidelné, dočasné působení zátěže, které je velmi silné. Tato území jsou využívána zemědělsky, nicméně nepředstavují přijatelné riziko při kontaktu s kůží, při požití nebo při inhalaci. Ve zvířatech a rostlinách se mohou polutanty shromažďovat v neakceptovatelném rizikovém množství. Lokality jsou silně znečištěné toxickými nebo genotoxickými polutanty, které mohou být nebezpečné v budoucnosti. Je očekávané poničení biotopů. Zdroje pitné vody a povrchové vody mohou být kontaminovány.
3. Střední – Tyto lokality jsou na hranici přijatelného limitu. Po směru proudění v puklinovém kolektoru do 2 km nebo do 1 km v průlinovém kolektoru voda není využívána jako pitná. Na územích je možné provést sanaci vzhledem k tomu, že polutanty jsou velmi málo toxické. Biotopy mohou být mírně poničeny, nikoliv zničeny.
4. Nízké – Území jsou srovnatelná s relativně normálními hygienickými limity pro pracovní prostředí. Do pitné vody polutanty nemohou pronikat, vzhledem k jejich velmi nízké koncentraci. Lokalita se nevyužívá zemědělsky. V místě nízkého nebezpečí, lze lehce sanovat.
5. Žádné – Nebezpečí je nulové, zanedbatelné.
6. Neznámé – Na územích není známo riziko a není ani očekávané.

3.2 Definice kontaminované lokality

Kontaminovat znamená znečišťovat. S ohledem na půdu má kontaminace dvojitý význam. První je definován právními předpisy v zákoně o životním prostředí a týká

se způsobování značných škod na lidském zdraví či znečišťování vod. V širším smyslu se na kontaminaci dá nahlížet jako na situaci, kdy půda či voda obsahují větší koncentrace látek, které se tam běžně nevyskytují (Hester R.E., Harrison R.M., 1997). Ačkoliv kompletní počet kontaminovaných lokalit na území ČR není znám, odhad činí přibližně 10 000 míst (CENIA, 2016). Kontaminovaná lokalita představuje na jedné straně důsledek uvolnění nebezpečných látek, čímž představuje škodu sama o sobě na životním prostředí, ale současně může být i zdrojem kontaminace a potenciálních dalších škod ohrožující složky životního prostředí (Jančářová, 2008). Lokality postižené kontaminací jsou různého druhu. Jak uvádí Ministerstvo životního prostředí mezi kontaminované lokality, patří skládky odpadů, opuštěné průmyslové areály, skládky s nebezpečnými látkami, které nejsou zabezpečené, opuštěné vojenské základny, místa, která jsou zničena po těžbě nerostných surovin, nebo lokality použité jako úložiště těžebních odpadů (MŽP, 2008 - 2015). V roce 2008 bylo právě Ministerstvem životního prostředí zmapováno území ČR a kontaminované lokality byly zařazeny k sanaci dle jejich priority (OECD, 2018). Od roku 2010 do 2017 proběhla na 272 lokalitách kompletní sanace a na dalších 51 místech sanace již proběhla, ale bude ještě potřeba vykonat další práce. I přes velké zlepšení je stále velký počet lokalit, u kterých není známo jejich nebezpečí pro životní prostředí a zdraví (CENIA, 2016). Chemický odpad, kterým je lokalita kontaminována, se skládá z vyřazených pevných, kapalných a plyných látek (Chartier, Emmanuel a kol., 2014). Mezi nejnebezpečnější problémy se tedy řadí znečištění podzemní vody, emise plynů a chemických látek, které jsou uloženy na skládkách, jejichž složení není známo. Proto, aby se kontaminace z lokality nešířila mimo ní a byla zlikvidována, se používá následující postup. Začíná se zhodnocením a kontrolou místa, posouzením charakteru zátěže včetně vyhodnocení alternativ vyčištění a výběru vhodného nápravného opatření, následuje sanace neboli vyčištění místa a monitoring lokality (Asante-Duah, 2019).

Typy kontaminovaných lokalit:

1. Privatizované průmyslové lokality: V těchto lokalitách je sanace realizována na základě tzv. „ekologických smluv“. Tyto smlouvy byly uzavřeny mezi lety 1991 a 2004 mezi Fondem národního majetku a novými vlastníky území (OECD, 2005).

2. Bývalé lokality sovětské armády: V České republice bylo napočítáno 73 bývalých sovětských lokalit. V 60 z nich bylo odhaleno nebezpečí jako znečištění podzemní vody ropou, těžkými kovy, chlorovanými uhlovodíky a dalšími látkami. Již v roce 2004 bylo 54 lokalit z celkového počtu 73 sanováno (OECD, 2005).
3. Staré ekologické zátěže dle zákona o vodách: Sanace na těchto lokalitách probíhají dle zákona o vodách. Tyto zátěže spravuje krajský úřad, který se stará jak o opatření nápravy znečištění povrchových a podzemních vod, tak i o možné ohrožení, které vzniká existencí zátěží (OECD, 2005).
4. Staré ekologické zátěže sanované na základě usnesení vlády: Toto stanovisko bývá použito pouze pokud se jedná o mimořádné události, jež by mohly zásadně a na delší dobu ohrozit zdroje pitné vody, nebo by mohlo dojít k rozšíření nebezpečných látek (OECD, 2005).
5. Oblasti postižené těžbou: V roce 2002 vláda přislíbila za pomoci Fondu národního majetku sanaci území poznamenaných těžbou. Mezi území, která jsou kvůli těžbě uhlí postižena, je řazen Ústecký, Karlovarský, Moravskoslezský kraj a oblast Kladna (OECD, 2005).

3.3 Ekologická újma

Pojem ekologická újma je definován v § 10 zákona č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, v platném znění jako: „Ztráta nebo oslabení přirozených funkcí ekosystémů, vznikající poškozením jejich složek nebo narušením vnitřních vazeb a procesů v důsledku lidské činnosti.“

Ekologická újma tedy znamená negativní přeměnu přírodního zdroje nebo funkce přírody jako je změna přírodních stanovišť či chráněných druhů rostlin a živočichů, znečištění půdy, povrchových či podzemních vod. Zákon ukládá povinnost k předcházení ekologické újmy, nebo její nápravě (Jančářová, 2008, MŽP, 2008 - 2015).

V zákoně je uvedeno, že se netýká ekologické újmy, která vznikla před srpnem 2008 – před účinností výše zmiňovaného zákona.

3.3.1 Kontaminanty

Agentura pro ochranu životního prostředí definuje kontaminanty jako fyzikální, chemické nebo biologické látky či hmoty, které se v přírodě vyskytují nepřírodně a mají škodlivý vliv jak na životní prostředí, tak na živé organismy. (Balušková, 2015). Mezi nejběžnější kontaminanty, které jsou součástí starých ekologických zátěží a nacházejí se na území České republiky, patří:

1. ropné uhlovodíky (označení NEL nebo RU)
2. chlorované uhlovodíky (označení CIU – dichlorethen, trichlorethen, tetrachlorethen) – původem z ředidel a odmašťovacích procesů
3. polyaromatické uhlovodíky (označení PAU) – původem z dehtů, koksárenství, ropných produktů
4. uhlovodíky benzenové skupiny (označení BTEX – benzen, toluen, ethylbenzen, xyleny) – původem z dehtů, nátěrů, konzervačních prostředků
5. polychlorované bifenyly (označení PCB) – původem náplně kondenzátorů, transformátorů – aktuálně se nepoužívají, proto je díky nim poznatelné stáří zátěže
6. dioxiny – původem z chemické výroby a spalování odpadů
7. těžké kovy – As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn – původem zpracování kovů a chemické výroby

3.3.2 Typy kontaminantů

3.3.2.1 Organické kontaminanty

Organické látky se vyskytují jako přírodní i jako antropogenní, a proto jich můžeme nacházet rozsáhlý počet. Organické látky se klasifikují dle organické chemie anebo jako látky, ze kterých mohou vznikat potíže, které se týkají kontaminace. Pokud se jedná o kontaminaci podloží zátěže, jsou situace, jež jsou spojené se spalováním fosilních paliv a s produkty, které vznikly během rafinace ropy. Polyaromatické uhlovodíky (PAU) jsou látky, které se těžko rozpouští, jsou těkavé a mohou být karcinogenní. Směsi jako je například benzín či motorová nafta, vznikají při rafinaci ropy. Mezi jejich vlastnosti patří, že jsou těžko rozpustné ve vodě a většinou lehčí než voda (Vaníček, 2002). Skupina CIU zahrnuje chlorovaná a nechlorovaná rozpouštědla a odmašťovadla. Vlastnosti chlorovaných rozpouštědel a mazadel jsou

nízká rozpustnost ve vodě, bývají těžší než voda a těkavost. K těkavosti dochází, při styku kapalně fáze s půdním vzduchem nebo při kontaktu s atmosférou (Ivanković, Hrenović, 2010). Mezi další časté kontaminanty této skupiny se řadí například polychlorované bifenyly, chlorované benzeny nebo některé druhy pesticidů. Vlastnosti jsou stejné jako u chlorovaných rozpouštědel – jsou těžší než voda a jejich rozpustnost ve vodě je ještě nižší. Dalším negativně působícím rozpouštědlem je aceton, ten je naopak ve vodě extrémně rozpustný (Herčík, 2009). Kontaminanty kapalného skupenství, které jsou špatně rozpustné ve vodě, mají označení NEL. Tato skupina je tvořena uhlovodíky, především organickými halogen deriváty, nitroderiváty a uhlovodíky ropného původu. Skupinu NEL (anglicky NAPL) můžeme rozdělit na podskupiny – LNAPL A DNAPL. LNAPL označuje kapalně kontaminanty, které jsou lehčí než voda. Do této skupiny patří například olej, benzín či motorová nafta. DNAPL je skupina také kapalných kontaminantů, ale těch, které jsou těžší než voda, jako je například dichlorethan, trichlorethan nebo chloroform. Mezi organické těkavé látky patří například benzen, toluen. Do skupiny obtížně těkavých organických látek řadíme například polyaromatické uhlovodíky (Vaníček, 2002).

3.3.2.2 Anorganické kontaminanty

Do skupiny anorganických kontaminantů se řadí kovy, kyanidy, amonné ionty nebo amoniak. Ačkoliv je obsah kovů v půdě přirozený a při zemědělství se do půdy i přidávají, pokud jich je nadbytečné množství, působí negativně. Velké množství kovů se většinou objevuje ze skládek, čistírenských kalů, chemického zpracování rud, pokovování a důlní těžby. Mezi nejběžněji negativně působící kovy patří chrom, zinek, rtuť, olovo, arsen, měď, nikl, stříbro či kadmium. Sloučeniny kyanidu, které v půdě působí jako kontaminanty, vznikají z povrchové úpravy kovů, chemických výrob nebo galvanotechniky. Jsou to látky, které mají velmi dobrou rozpustnost. Rozkladem rostlinných a živočišných organických dusíkatých látek v odpadech, které pocházejí ze zemědělské výroby, vzniká amoniak. Amoniak je látka, která je neomezeně rozpustná ve vodě (Vaníček, 2002).

3.3.3 Vlastnosti kontaminantů

Fyzikálně chemické vlastnosti ovlivňují působení kontaminantů a směsí v podloží zátěže. Dle toho jak se látky rozpouští ve vodě, je dělíme na látky málo rozpustné a vysoce rozpustné. Henryho konstanta hodnotí, jaký sklon má daná látka ke změně

mezi rozpuštěným stavem ve vodě k plynnému stavu. Hustota látek ovlivňuje, zda se kapalným kontaminant bude držet u hladiny či u dna a jestli jsou plynné látky těžší než vzduch. Mezi další důležité vlastnosti se řadí tlak par, povrchové napětí či viskozita kapalin (Herčík, 2009).

3.3.4 Fáze kontaminantů

Kontaminanty se mohou vyskytovat v těchto formách.

1. Forma par v pórech zeminy
2. Samostatná mobilní kapalná fáze (NEL)
3. Absorbovatelná fáze (na půdních částicích)
4. Částečně rozpuštěné ve vodě, v půdě (LNAPL, DNAPL)

(Vaníček, 2002)

3.4 Sanace

Sanaci můžeme definovat jako opatření, uzdravení či nápravu škod. Tyto škody se týkají jak životního prostředí, tak i zdravotních rizik, která jsou s působením zátěže spojená. Mezi osmdesátými a devadesátými lety přicházely názory a úvahy o potřebě uvedení míst, kde je ekologická zátěž, buď do původního stavu, nebo vytvoření vyrovnávacích opatření (Damohorský, 1999). Sanaci lze chápat jako vyčištění oblasti, kde se zátěž nachází, dále jako zlikvidování škod, které vznikly na životním prostředí, zamezení hrozících rizik a kompletní změnu lokality. Sanaci ale nemusí nezbytně vzniknout úplné navrácení krajiny do jejího původního stavu, území se může sanovat tak, aby vyhovovalo potřebám budoucího využití (Jančářová, 2008, Vlčková, Koblížková, 2018). Nedílnou součástí sanace je i zmírnění či úplné odstranění nejvíce škodlivých kontaminantů z podzemních vod a horninového prostředí, které představují nebezpečí pro živou i neživou přírodu. Kdysi existovaly teorie, které tvrdily, že pro všechny druhy půdy, které byly kontaminované, existuje technický způsob odstranění poškození. Po několika letech odstraňování ekologických zátěží se od těchto původních teorií ustoupilo. Po sanačních opatřeních nemají být staré ekologické zátěže už rizikem pro život a zdraví lidí ani ohrožovat živou a neživou přírodu, vzhledem k využití sanované lokality (Rösler, Weingran, 1994, Dimitrovský, 1995).

Před sanací probíhá hodnocení v několika fázích, které je nutné kvůli okolnímu životnímu prostředí. Fáze zjišťovací, fáze hodnocení rizikovosti a návrh sanační technologie a fáze realizace sanace a následná péče (Filip, 2003). Během první zjišťovací fáze se sbírají data, která se týkají charakteristiky odpadů, jež jsou v zátěži uložené, dále je potřeba určit stupeň nebezpečí a zajištění dat ohledně přírodních poměrů. Navazuje terénní průzkum, při kterém probíhá vzorkování - vody, půdy a vzduchu. Cílem průzkumu je především zjištění, jaká nebezpečí hrozí lidem a ekosystémům díky polutantům, které zátěž obsahuje. Po průzkumu v terénu přichází riziková analýza. Při analýze se zejména hodnotí riziko úniku, riziko průniku a rozšíření a riziko zdravotní škodlivosti. Na závěr zjišťovací fáze proběhne posouzení stavu a návrh, jak bude sanace probíhat. Musí se zohledňovat nejen vhodnost sanační metody, ale také i účinnost, časová náročnost, finanční nákladnost, požadavky pracovní plochy apod. (Filip, 2003). Před samotnou sanací je tedy nutné provést tyto fáze: zjišťovací, hodnocení rizikovosti a návrh sanační metody, realizace sanace, následná péče.

Vzhledem k náročnosti sanace, existují případy, kdy je vhodnější a méně nebezpečné ponechat zátěž než sanaci provést. V takovýchto případech by sanace mohla například porušit již stabilizované těleso skládky, zvýšit emise apod. V takovéto situaci je vhodnější oblast jen udržet stabilní a izolovanou, aby nedošlo k žádnému úniku nežádoucích látek. Za těchto okolností je vhodné využití technologií jako je enkapsulace (zapouzdrazení), solidifikace (zpevnění) nebo atenuace (odstranění přírodním procesem) (Dashöfer, 2012, Moldan, 2015).

3.4.1 Sanační metody

Z důvodu snížení negativních vlivů na lidské zdraví a životní prostředí bylo vyvinuto velké množství sanačních metod. Pomocí nich se odstraňují znečišťující látky nebo riziko, které vyplývá právě ze znečištění (Frankovská a kol., 2010). Ačkoliv sanačních metod existuje několik, žádná z technologií není využitelná na všechny typy kontaminovaných lokalit. Mezi nejdůležitější faktory rozhodování patří charakteristika území, které má být sanováno a látky, kterými je kontaminováno (Khan a kol., 2004). Tyto metody, které byly vyvinuty pro úpravu znečištěné půdy a vody se dají rozdělit na in – situ a ex situ. Při obou metodách jsou využívány fyzikální, chemické a biologické procesy. Zpracování in – situ probíhá přímo v oblasti kontaminace a je obzvlášť vhodná pro vyčištění ropných aromatických a

polyaromatických uhlovodíků. Tato metoda se využívá především v lokalitách, kde by bylo odtěžení zeminy finančně náročné. Ex-situ na rozdíl od výše zmíněné metody spočívá v tom, že materiály jsou čištěné mimo kontaminovanou lokalitu. Jedná se o pevné látky, které vznikly po těžbě, demolicích, nebo během technologických procesů (Riser–Roberts, 1998).

Příklady sanační metod:

Venting neboli extrakce půdních par je uznávanou a efektivní technologií pro místa, kde převládajícími kontaminanty jsou těkavé organické látky (Ekosystém, 2005 – 2012). Principem metody je odsávání půdního vzduchu a jeho čištění na filtrech, kdy extrahované páry jsou čištěny před uvolněním do atmosféry. Venting se také používá pro úpravu kontaminované podzemní vody (Khan a kol., 2004). Jedná se o in situ metodu, která spočívá v čištění půdy, není tedy nutný žádný výkop ani jiné narušování půdy (Nadim a kol., 2000).

Bioventing je metoda, při které se dodává kyslík do nesaturované zóny, čímž se stimuluje degradační potenciál mikroflóry, která je v zemině, popř. je uměle dodána (Ekosystém, 2005 – 2012). Jedná se tedy o maximalizování biodegradace in situ a minimalizování nebo úplné eliminování úniku znečišťujících látek do atmosféry (Khan a kol., 2004).

Air sparging probíhá ve speciálně upraveném vtláčecím vrtu, do kterého se nahání vzduch, který se pod hladinou podzemní vody rozptýlí. Vytvoří se jemné bublinky, které na sebe navazují těkavý kontaminant. Poté je půdní vzduch odsáván vrtem a čištěn na filtrech (Ekosystém, 2005 – 2012). Touto in situ technologií se odstraňují těkavé a částečně těkavé kontaminanty půdy a podzemních vod, včetně paliv a chlorovaných rozpouštědel (Soga a kol., 2004).

Bioslurping je jedna z novějších in situ technologií, kdy jsou kombinovány prvky bioventingu a vakuového čerpání. Metoda spočívá v odsávání kontaminované vrstvy podzemní vody střídavě s půdním vzduchem, pomocí pohyblivé trubky, která je zapuštěna ve vrtu (Khan a kol., 2004).

Landfarming je nadzemní sanační technologie, pomocí které je snižována koncentrace ropných složek, které jsou v půdě prostřednictvím procesů spojených s bioremediací. (Khan a kol., 2004). Podzemní voda, která je čerpána se na povrchu

obohatí o živiny a poté zasakuje zpět, tím se podněcuje degradační potenciál mikroorganismů. Může být doprovázena i dalšími metodami (Ekosystém, 2005 – 2012).

3.5 Rekultivace

Rekultivací rozumíme lidskou činnost, která je prováděna záměrně a má za cíl obnovit přirozené kvality a vlastnosti půdy. Tyto kvality a vlastnosti byly porušeny buď člověkem, nebo přírodou. Rekultivací se člověk pokouší krajinu uvést do původního nebo nového zkvalitněného stavu. Jedná se o nápravu způsobených škod a celkovou úpravu území (Fediuk, 2006). Rekultivace má za cíl zrenovování krajiny. Navrácení ekologické a estetické funkce nebo obnovení hospodářských a rekreačních možností v lokalitě, která byla poničena, a znovu začlenění do krajiny (Gremlica et al., 2011). Existují případy, kdy druhy, které byly vybrány pro rekultivaci, zaniknou a nahradí je druhy původní či invazivní (Kovář, 2004). Samotná rekultivace začíná až několik let po nasypání, přibližně po 2 – 10 letech, kdy je dle plánu pozměněn povrch a tím jsou zlikvidovány sukcesní společenstva (Frouz, 2008). Rekultivace je možné rozdělit dle způsobu využití na rekultivace zemědělské, lesnické, hydričké a ostatní.

3.5.1 Zemědělské rekultivace

Zemědělské rekultivace se provádí v oblastech, které byly odebrány ze zemědělského půdního fondu. Cílem je, aby území, které bylo poničené těžbou, mohlo být opětovně využíváno pro zemědělské účely. Zemědělské rekultivace se mohou lišit vzhledem k požadovanému výsledku. Technologický postup je vhodně zvolen podle toho, zda výsledkem bude orná půda, trvalý travní porost nebo jiný druh zemědělských pozemků jako například vinice, ovocný sad a další (Gremlica et al., 2011). Vždy se začíná výsadbou víceletých trav a jetelovin. Jedná se o meliorační osevní postupy, kdy není důležitý nejlepší hospodářský výsledek, ale obnova poničené půdy, kterou zajišťují právě tyto rostliny (Patejdl, 1974).

3.5.2 Lesnické rekultivace

Lesnické rekultivace jsou nejpreferovanějším typem, je to z důvodu, že jako krajinnotvorné prvky mají několik funkcí, pomocí kterých působí jako stabilizující faktor. Plní funkce hygienické, asanační, klimatické, rekreační aj. (Špiřík, 1994). Jedna z nejdůležitějších je půdo ochranná funkce. Lesy půdu zpevňují, udržují v ní vláhu a vytvářejí tak přirozenou zásobárnu vody a chrání území před erozí (Štýs,

Helišová, 1992). Komplikací při lesnické rekultivaci může být období, přibližně 5 - 10 let, kdy stromy vyrůstají. Tedy doba než se rozroste koruna a uzemní se dostatek organických materiálů, aby půda byla chráněna před erozí, vznikající deštěm nebo tekoucí vodou (Lyle, 1987).

3.5.3 Hydrické rekultivace

Během hydrické rekultivace neboli vodohospodářské rekultivace byla dříve vytvářena malá vodohospodářská díla jako např. odvodňovací kanály, záchytné příkopy či drény. V posledních letech jsou preferovány velkoplošné hydrické rekultivace, kdy dochází k zaplavování bývalých důlních jam a velkých terénních depresí (Gremlica et al., 2011).

3.5.4 Vodohospodářské rekultivace

Vodohospodářské rekultivace jsou společně s rekonstrukcí vegetačního krytu základním opatřením pro obnovu, resp. tvorbu nového hydrologického režimu v území zdevastovaném, degradovaném či narušeném těžbou nerostných surovin a dalšími antropogenními aktivitami (Gremlica et al., 2013).

3.5.5 Ostatní rekultivace

Ostatní rekultivace zahrnují zejména vytváření krajinných prvků zeleně rostoucí mimo les s převážně rekreační a estetickou funkcí a sportovních i rekreačních ploch (Gremlica et al., 2011). Mezi místa, která jsou výsledkem této rekultivace, můžeme zařadit parkové lesy, parky a zeleň ve městech, oblasti určené pro lov, místa s rekreačním a sportovním využitím. Zbytkové lomy, ale i poklesové kotliny a propadliny mohou sloužit jako složiště různých průmyslových a komunálních odpadů (Štýs et al., 1981).

4 Metodika

Práce byla vypracována literární rešerší. Bylo využito několika českých a zahraničních dostupných literárních zdrojů, které se zabývají tematikou starých ekologických zátěží, sanacemi a rekultivacemi. Také bylo využito i důvěryhodných internetových zdrojů, právní rámce České republiky a materiálů, které se týkají sanace v Růžodole poskytnutých firmou. Jednala jsem se zástupcem firmy AVE CZ odpadové hospodářství s.r.o., kterého jsem požádala o poskytnutí podkladů ke zpracování bakalářské práce.

První část práce vysvětluje důležité pojmy, popisuje metody sanací a rekultivací a právní rámec v České republice, který se týká právě odstraňování starých ekologických zátěží.

Druhá část práce byla vypracována na základě analýzy dokumentů popisujících proces likvidace skládek tekutých odpadů Růžodol. Jsou zde shrnuty veškeré nutné náležitosti před zahájením samotné sanace, od počátku, kdy bylo rozhodnuto, že je nutné na dané lokalitě dekontaminaci provést. Popisuje veškeré práce, které musely být provedeny v rámci doprůzkumu, jako zjištění režimu vod, terénní práce, vzorkování na lokalitě, nutná měření hladin vod, kontroly vrtů a další. Dále objasňuje vyzkoušené metody těžby během zkušebního provozu, které byly pro svou úspěšnost aplikovány i během plnoprovozu. Je vysvětleno jakými způsoby probíhalo zneškodnění odpadů z lagun.

V rámci diskuze bylo popsáno několik dalších často využívaných sanačních metod a bylo porovnáno, zda by pro zájmovou lokalitu nebyly vhodnější. K popisu následné rekultivace území byl použit volně dostupný územní plán města Litvínov a autorem práce bylo dle vlastního názoru posouzeno, zda byla rekultivace vhodná popřípadě z jakého důvodu.

V rámci lepší představy o vzhledu lagun před, během a po sanačním zásahu byly použity fotografie a mapový výstup. Pořízeny byly v průběhu sanace na lokalitě Růžodol a aktuální stav lokality.

5 Charakteristika studijního území

Růžodolská výsypka se již od roku 1967 nachází jižně od města Litvínov, západně od obce Mariánské Radčice a rozkládá se až k okraji průmyslové zóny UNIPETROL RPA, s.r.o. Laguny R 3, R 4 a R 8a jsou umístěny v jihozápadní části výsypky Růžodol. Několik let byl na zájmové území ukládán organický odpad vytvářený především rafinerií - z počátku zde byly ukládány odpady z výroby karbochemické, později z výroby petrochemické. Před sanací lagun se v místě nacházely materiály jako lehčí ropné uhlovodíky plovoucí na hladině, kontaminovaná voda a pevnější odpad, který společně s příměsemi materiálu minerálního charakteru a jiných, tvoří dehtovité rafinační zbytky (AVE CZ, 2001).

Výsypka má podloží tvořené kvartérními silně zahliněnými štěrkopísky, které jsou uloženy na jílech pocházejících z terciéru. Průměrná mocnost kvartérních štěrkopísků je v severovýchodní části 3,5 m a v části západní až 8,5 m. Území je odvodňováno Mračným potokem, který byl sveden do podpovrchového potrubí, jelikož původní řečiště bylo překryto výsypkou. Mračný potok je v lokalitě zásobován povrchovými vodami, které stékají z Růžodolské výsypky. Na úpatí zájmového území se nachází velké množství bažinek a zamokřených ploch (AVE CZ 2001).

Laguny byly koncem šedesátých let založeny na pozemcích, jež z velké části byly dříve využívány jako kalové pole, kde se v mocnosti 4 až 12 metrů plavením ukládaly tzv. Winklerovy nedopalky. Laguny se nacházely na pozemcích parcelních čísel 555/3 a 290/6 v katastrálním území Dolní Litvínov a 350/1 v katastrálním území Růžodol, jejichž vlastníkem je Unipetrol, a.s., a na pozemku s parcelním číslem 422/41 v katastrálním území Dolní Litvínov, který je ve vlastnictví Palivového kombinátu Ústí, s.p. (AVE CZ, 2001). Laguna R 8a byla vytvořena jako úložiště s minerálně těsněným dnem. Laguny R 3 a R 4 neměly prvek, který by zabraňoval úniku materiálu do okolí, pouze bylo využito malé propustnosti podložních náplavů Winklerových kalů. Hráze lagun byly vytvořeny z jílovitopísčité svahové hlíny. Vzhledem k návozu odpadů byly hráze postupně přisypávány, v průběhu času došlo i k přesypání hráze, která dělila laguny R 3 a R 4 (AVE CZ, 2001).

5.1 Přírodní poměry

Zájmová oblast patří do Podkrušnohorské oblasti přesněji do Mostecké pánve. Reliéf byl narušen důlní činností, vzhledem k tomu, že v území probíhala hlubinná těžba hnědého uhlí, čímž vznikly poklesy území. Na povrchu se nacházejí antropogenní navážky, které vytváří na severozápadním, severním a východním okraji svah. Při sklonu 8 – 10 ° může vznikat vodní eroze. Výsypka není zcela stabilní, v minulosti došlo k sesuvu východně od lagun, během kterého zanikla značná část laguny R 14. (AVE CZ, 2001).

Lokalita klimaticky spadá ke středoevropskému klimatu, pro které je charakteristická velká proměnlivost dle vlivu přímořského nebo kontinentálního podnebí. Průměrná roční teplota je 8 °C, průměrné měsíční úhrny srážek jsou v rozmezí 43 – 85 mm. Nejvyšší úhrny srážek se vyskytují v červnu (65 mm) a v červenci (85 mm). (AVE CZ, 2001).

Lokalita výsypky hydrologicky náleží do povodí řeky Bílina. Východní část lagun je odvodňována Mračným potokem, který je přítokem Bíliny. Počáteční úsek potoku je veden v betonovém korytě, směrem na jih je zatrubněn. Západní území lagun je odvodňováno vodotečí vytékající z retenční nádrže Czech Coal Group, ta je součástí systému odvodnění výsypek povrchových dolů „Odvodnění Růžodolské výsypky západ“ (AVE CZ, 2001).

Geologicky patří Růžodolská výsypka do Mostecké terciérní pánve, která je součástí podkrušnohorského prolomu. Pánev je tvořena uhelnými slojemi, jílovitopísčitymi sedimenty, písky a z velké části jílovcí. Její podloží je tvořeno krystalinikem. Terciérní sedimenty jsou překryty kvartérními diluviálními a deluviofluviálními sedimenty, zastoupeny jsou písčitymi štěrky, které jsou překryty svahovými hlínami. V místě výsypky i jejím okolí se nacházejí skládkové materiály z Chemopetrolu. V zájmovém území se nacházejí kvartérní sedimenty, které jsou překryty antropogenními sedimenty jako materiálem hrází usazovacích nádrží, uhelnými kaly a materiálem výsypek. Při stavbě usazovacích nádrží byly užity písčité štěrky, svahové hlíny a částečně i uhelné kaly. Do usazovacích nádrží byly do roku 1965 plaveny uhelné kaly, po ukončení naplavování byly z části překryty materiálem z výsypky a z části tvoří podloží skládek tekutých odpadů. Jejich průměrná mocnost je 4 m (AVE CZ, 2001).

V místě, kde jsou skládky R 3 a R 4, se v tělese hráze skládky nachází materiál o mocnosti 1,0 – 6,0 m, průměrně 3,2 m, uhelné kaly o mocnosti 0 – 6,4 m, průměrně 1,9 m, hlíny o mocnosti 0 – 4,0 m, průměrně 1,2 m, písčité štěrky o mocnosti 1,8 – 7,2 m, průměrně 3,9 m. Podložní terciérní jíly se nacházejí v hloubce 9,0 – 12,2 m, průměrně 10,0 m (AVE CZ, 2001).

Zájmové území je situováno v Mostecké pánvi, která je součástí hydrogeologického rajónu 21 Terciérní a křídové sedimenty podkrušnohorských a jihočeských pánví (Olmer, Kessler a kol., 1990). Mostecká pánev vytváří subrajón 213. Vzhledem k odvodňování dolů a těžbě je přírodní pohyb podzemních vod velmi narušen. V subrajónu se vyskytuje množství samostatných kolektorů a izolátorů, jen některé z nich mají regionální průběh. Koeficient hydraulické vodivosti zvodněných kolektorů kolísá v rozpětí 10^{-7} - 10^{-3} m/s. Ve větším úseku subrajónu byly přírodní hydrogeologické poměry změněny, tudíž s možným využitím podzemní vody při vhodné ochraně zdrojů, se v současné době nedá počítat. V zájmové oblasti je významná kvartérní zvodeň, jejíž podložní izolátor tvoří terciérní (miocéní) jíly, jejichž koeficient hydraulické vodivosti je veliký cca $n \cdot 10^{-8}$ m/s. V omezených polohách rozpučených jílovců se upotřebovává i puklinová propustnost. Vzhledem k nespojitému průběhu puklin se v nich tvoří jednotlivé izolované zvodně, které nemají vzájemnou spojitost (AVE CZ, 2001).

Podzemní voda obíhá v kvartérních i antropogenních sedimentech. Propustnost zvodnělého kolektoru je variabilní vzhledem k jeho složení. Součinitel filtrace písčitých štěrků je $n \cdot 10^{-4}$ m/s, v místech privilegovaných cest $n \cdot 10^{-3}$ m/s a uhelných kalů $n \cdot 10^{-7}$ m/s (Charvát, 1998). Ve svrchní části výsypky, kde je materiál nekonsolidovaný nebo málo konsolidovaný, je propustný do hloubky cca 15 metrů. V konsolidované části je materiál izolátorem. Kvartérní zvodeň je doplňována atmosférickými srážkami. Podzemní voda proudí přibližně směrem od severovýchodu k jihozápadu. V zájmové oblasti je režim podzemní vody velmi narušen. Režim vod je narušen: těžbou zemin, důlní činností, sypáním materiálů výsypky, průsaky ze skládek tekutých odpadů, drenážními příkopy apod. Dalším z vlivů je zničení koryta Bílého potoka, jenž pravděpodobně drénuje podzemní vody a v blízkém okolí působí na směr proudění podzemní vody. Dříve provedenými vrtnými pracemi byla zjištěna přítomnost většího množství lokálních izolovaných zvodní nebo s omezeným oběhem (Huml, Podpěra, 1991). Místní hydrologické

poměry byly ovlivněny i lagunami. V jejich okolí vznikly bezodtokové deprese a zamokřené plochy. Byla prokázána hydraulická spojitost vody ve skládkách R 3 a R 4 s podzemní vodou (Charvát, 1998). Podle údajů Martech (1990) se kóta dna skládky R 3 pohybovala mezi 250,0 – 256,5 m n.m. V lednu 1998 byla hladina ve skládce R 3 na kótě 256,32 m n.m. a kóty hladiny podzemní vody v monitorovacích vrtech vyhloubených na vzdušné patě hráze se pohybovaly v rozmezí 252,12 – 253,11 m n.m. (Charvát, 1998). Z toho vyplývá, že rozdíl hladiny ve skládce a hladiny podzemní vody v jejím okolí byl 3,21 – 4,20 metrů. Proti očekávanému dnu skládky bylo převýšení hladiny podzemní vody do 3,11 metrů. Ve skládce R 4 byla hladina na kótě 255,71 m n.m., hladina podzemní vody v monitorovacích vrtech vyhloubených na vzdušné patě hráze 252,76 – 253,74 m n.m. To představuje rozdíl hladiny ve skládce a hladiny podzemní vody 1,97 – 2,95 metrů, předpokládaná kóta dna skládky 247,71 – 249,91 m n.m., čemuž odpovídají převýšení hladiny podzemní vody nade dnem skládky 2,85 – 6,03 metrů (AVE CZ, 2001).

6 Popis staré ekologické zátěže

Na výsypce Růžodol byly hlavním zdrojem znečištění tekuté odpady, které vznikly zpracováním uhlí a ropy. Ačkoliv detailní průzkum chemického složení nebyl proveden, bylo jisté, že v odpadech se mohlo vyskytovat velké množství chemikálií používaných při výrobě. Laguna R 4, která byla využívána už v padesátých letech, byla nejstarší. V letech 1963 – 1964, po zaplnění laguny R 4, byla vytvořena laguna R 3. Později byly vyhloubeny i laguny R 14, R 8a, R 8b, R 8c, R 1 a R 2. Do roku 1994 byla činnost skládky tekutých odpadů povolena rozhodnutím Referátu životního prostředí OÚ Most. Laguny R 2 a R 8 měly vytěsněny dno jílem, byla do nich vyvážena kontaminovaná zemina, kapalně odpady ropného a dehtového původu. Tyto laguny byly používány nejdéle. Nejpozději byly pro uložení tekutých odpadů využívány laguny R 3, R 4 a R 8a. Ty byly objektem sanačního zásahu z důvodu toho, že tvořily podstatné znečištění. V místě lagun R 3 a R 4 bylo hlavní centrum kontaminace podzemních vod, v blízkosti těchto dvou lagun byla na hladině podzemních vod přítomna vrstva ropných látek. V monitorovacích vrtech vyhloubených v tělese hrází skládek R 3 a R 4 byla zjištěna na hladině podzemní vody přítomnost volné plovoucí fáze ropných látek. (Němeček, říjen 2000).

V monitorovacích vrtech PVSR-05, který se nacházel na severním okraji hráze skládky R 4, PVSR-03 situovaném na severozápadním kraji R 4 a vrtu PVSR-09 nacházejícím se na jihozápadním okraji R 3, přítomnost volné plovoucí fáze zjištěna nebyla. V monitorovacích vrtech, které byly umístěny vně skládky, přítomnost volné plovoucí fáze ropných látek také zjištěna nebyla. Dle údajů z května 1998 nastal nárůst mocnosti v 67% monitorovacích vrtů až o 0,90 m (PVSR-01) a ve zbylých 37% monitorovacích vrtů ke snížení mocnosti až o 1,00 m (PVSR-08). Krom znečištění vod, jež se projevuje výskytem fáze ropných látek na hladině, se ve vodě nacházejí rozpuštěné polutanty, které se roznášely směrem do areálu tehdejšího Chemopetrolu ze skládek tekutých odpadů.

Na základě zadávacích podmínek výběrového řízení a správního rozhodnutí č.j. 4/OV/4489/00/Bu, vydaného dne 15.6.2000 Českou inspekcí životního prostředí, oblastním inspektorátem v Ústí nad Labem byly v bývalém podniku Chemopetrol, a.s. realizovány sanační práce vedoucí k odstranění starých ekologických zátěží (AVE CZ, 2001).

Šlo tedy o zpracování návrhu způsobu a následující uskutečnění likvidace zbylých tekutých, plastických a tuhých hmot uložených ve skládkách Růžodol, v lagunách R 3, R 4 a R 8a a zároveň vyřešení dotace vody do lagun, její likvidace, eventuálně zabránění dalších přítoků a odstranění volné fáze ropných a dehtových látek z hladiny podzemních vod v okolí lagun R 3 a R 4. Cílem sanace byla likvidace obsahu lagun s dopracováním se k jejich dnům a vytvoření vhodné situace pro následnou rekultivaci. V případě podzemní vody šlo o odstranění volné fáze produktu z hladiny podzemní vody a o znemožnění přenosu kontaminovaných podzemních vod do areálu bývalého Chemopetrol, a.s.

Přibližný odhad všech hmot v tělesech lagun R 3, R 4 a R 8a se pohyboval kolem 90 000 tun.

Laguny byly dlouhodobě využívány k ukládání tekutého odpadu – karbochemických a petrochemických kalů, kromě pevných a polotekutých odpadů se v lagunách R 3, R 4 a R 8a vyskytovalo vysoké množství lagunových vod. Tyto nadbilanční vody, musely být v průběhu odstraňování obsahu lagun, odčerpány a zneškodněny v souladu s platnými legislativními předpisy (AVE CZ, 2001).

Při terénním šetření bylo zjištěno, že problematika kontaminovaných vod se netýká pouze prostorů lagun R 3 a R 4, ale také laguny R 8a, ve které se vyskytovaly kontaminované vody srážkového původu. V minulosti proběhl na laguně R 8a těžebně sanační zásah, proto se v laguně nacházelo dle odhadu jen přibližně 2 000 tun dehtových odpadů tužší konzistence a voda, která se nahromadila po přerušení sanační práce (AVE CZ, 2001).

Tabulka č. 1: Obsah lagun R 3, R 4, R 8a dle zadávacích podmínek (stav ke konci r. 1998)

Laguna	Pevné odpady (t)	Čerpatelné odpady (t)	Nadbilanční voda (t)	Celkem (t)
R 3	15 138	5 748	5 100	25 986
R 4	16 000	12 779	30 500	59 279
R 8a	2 033	0	0	2 033
Celkem:	33 171	18 527	35 600	87 298

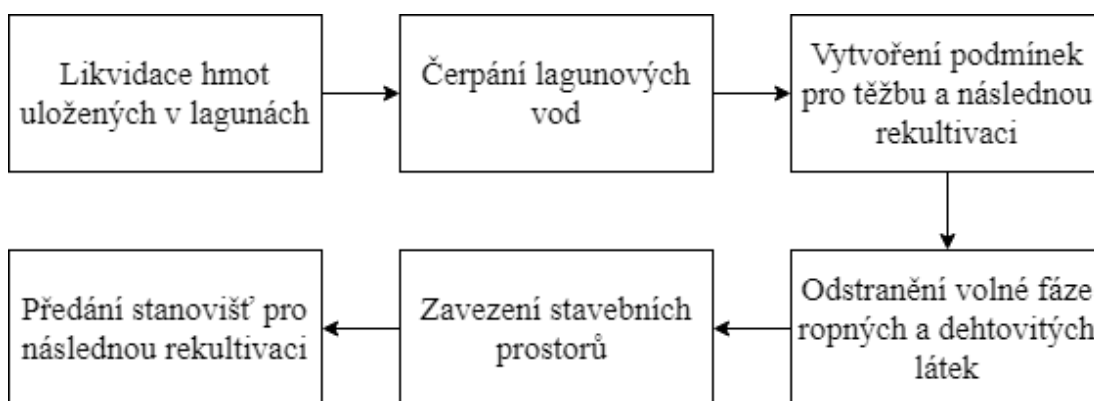
6.1 Kontaminace v zájmovém území

Před sanací se v lagunách nacházelo velké množství ropných uhlovodíků, kontaminovaná voda a dehtovité rafinační zbytky. Ropa je bezbarvá až černá směs kapalných, plynných a rozpustných tuhých uhlovodíků. Nachází se v ní také malé množství neuhlíkatých organických sloučenin a minerální příměsi. Podle jejího složení se dá rozdělit na těžší a lehčí ropu. Lehčí ropa obsahuje především hexany a cyklohexany, vysoký podíl benzínu, mazadel a kerosinu. Těžší ropa má vysoký podíl naftenových a aromatických látek, dehtu a pryskyřice. Arény a různé organické sloučeniny dosahují až 75%. Ropa těžká je mastnější než ropa lehká. Znečištění ropnými látkami zhoršuje fyzikální, chemické a biologické vlastnosti půdy. Při výskytu látek v půdě se snižuje výpar vody a zvyšuje se hydrofobie půdy. Cirkulace vzduchu mezi půdou a atmosférou se snižuje a to z důvodu vzniku mastného filmu na povrchu. Částičky půdy se obalují ropou a z půdy tedy neuniká dostatečné množství CO₂. Vlivem těchto látek se také zhoršuje vsakování vody do půdy. Z chemických vlastností se jedná především o zvyšování alkalizace půdy a prostupnost živin, především draslíku a fosforu, se snižuje. Odpad, který vzniká při karbochemické a petrochemické výrobě, který byl v sanovaných lagunách, se může odstraňovat několika různými sanačními metodami. Mezi tyto metody patří např. biodegradace in situ nebo ex situ, spalování, venting nebo nízkoteplotní termická desorpce ex situ (Frankovská a kol., 2010).

7 Projekt sanačních prací

Cílem sanace byla likvidace obsahu lagun s dosažením jejich dnových partií, vytvoření podmínek pro následnou rekultivaci a odstranění ropných látek z hladiny podzemní vody v bezprostředním okolí lagun R 3 a R 4.

Plno provoz plynule pokračoval v režimu ověřeném zkušebním provozem. Do projektu sanačních prací bylo navrženo komplexní řešení, jež bylo považováno za nejvhodnější z hlediska použité technologie, dodržení časového harmonogramu, skladby a rozsahu prací, z hlediska ekonomického, proveditelnosti prací až do fáze předání území ke konečné rekultivaci. Nutnost zavezení stavební jámy R 3 a R 4 do úrovně nivelety okolního terénu vyplynula z průběhu realizace zkušebního provozu a likvidace laguny R 8a. Přípravné práce a zařízení staveniště proběhlo v době zkušebního provozu. (Chrt a kol. 2003).



Průběh prací, které bylo nutné vykonat před zahájením sanace, technologie těžby a zpracování lagunových vod a samotný průběh jsou popsány v dalších kapitolách.

7.1 Dodatečný průzkum

29. ledna 2001 uzavřel objednavatel firma Unipetrol, a.s. zastoupená v realizaci smlouvy na základě plné moci firmou Chemopetrol, a.s. s firmou REO-RWE Entsorgung, s.r.o. jakožto se zhotovitelem smlouvu, jejímž předmětem bylo odstranění staré ekologické zátěže Chemopetrol Litvínov. Konkrétně se jednalo o odstranění tekutých odpadů z lagun R 3, R 4 a R 8a skládek tekutých odpadů Růžodol.

Ve smlouvě bylo uvedeno, že průzkum zahájí práce na zájmové lokalitě. Po doprůzkumu následuje zkušební provoz, ze kterého se přejde v sanaci území. Následovat bude postsanační monitoring.

Jako první bylo nutné vypracovat projekt doprůzkumu a zkušebního provozu. Jednalo se o dva oddělené projekty. Doprůzkum zahrnoval práce zaměřené na ověření pozice, distribuce a složení kalů v tělese lagun.

Do doprůzkumu byly zahrnuty i práce pro návrh a projekci technických opatření, tj. opatření k zajištění stability hráze a omezení vtoku podzemní vody do lagun R 3 a R 4. Šlo o zhodnocení stability hrází a svahů výsypky, geofyzikální výzkum, obnovení hydraulického modelu a stanovení podmínek ohledně nakládání s vodami. Během doprůzkumu byl také objasněn stav hmot, nacházejících se v laguně R 8a. Bylo zjišťováno, množství vod, které se v laguně vyskytovalo. Bylo využito kvalifikovaného odhadu pomocí záměru hladiny, vyhodnocení archivních údajů a porovnání hladinové plochy z mapových a fotografických dokumentů. (AVE CZ, 2001).

V rámci projektu doprůzkumu byla lokalita rozdělena na dvě oblasti:

- 1) oblast hydrogeologického zájmu vnitřní
- 2) oblast hydrogeologického zájmu vnější.

Cílem doprůzkumu bylo především zjištění informací v místě, kde byla plánována sanace a v bezprostředním okolí lokality, vzhledem k možnému ovlivnění plynulého, úspěšného a rychlého postupu sanací.

Z inženýrsko-geologického hlediska šlo o zjištění informací o geotechnických vlastnostech zeminy. Tyto informace byly nepostradatelné v rámci řešení úloh, které se týkaly stability hrází při odčerpávání z lagun a možných vlivů stavebních prací na stabilní poměry okolí tvořeného Růžodolskou výsypkou.

Z hydrogeologického hlediska šlo o zjištění nezbytných podkladů pro vyjasnění režimu vod, řešení problematiky dotace podzemní vody do lagun R 3 a R 4 a vyladění procesu nakládání s vodami. Během tohoto byly zároveň obstarány i povrchové vody, které se nacházely v okolí lagun. Ty byly svedeny mimo prostor, kde probíhaly sanační práce, aby se nepodílely na zvyšování nadbilančních vod v lagunách. Dále byly nasbírány podklady, které se týkaly řešení problematiky odstranění nadbilančních vod z lagun R 3, R 4 a R 8a.

Hlavní cíl doprůzkumu tedy bylo získání maximálního množství informací pro prováděcí projekt. V tom už šlo najít přesné návrhy technických opatření k zamezení dotace podzemní vody do lagun, řešení likvidování nadbilačních vod z lagun a nakládání s vodami a odpady. (AVE CZ, 2001).

7.1.1 Režim vod

Kromě odstranění odpadů bylo v rámci sanačních prací velmi důležitou součástí nakládání s vodami. Primárně šlo o kontaminované vody z lagun R 3, R 4 a R 8a – nadbilační vody, ale také o podzemní a povrchové vody, jelikož bylo možné, že při likvidaci odpadů budou přitékat do zájmového území. Z tohoto důvodu bylo nutné ozřejmit režim vod během doprůzkumu. Vzhledem k minerálnímu těsnění dna a pozici nad hladinou podzemní vody byl u laguny R 8a předpokládán přítok podzemní vody v podstatě nulový. Podíl srážkových vod na dotaci vody do lagun byl hodnocen pomocí srážkoměrné stanice v Litvínově. (AVE CZ, 2001).

V rámci problematiky vod byla vykonána široká škála prací. Jednalo se o terénní šetření, zjištění technického stavu vrtů, zajištění čerpací soustavy, stanovení průtoků na povrchových tocích, jednorázové měření hladin, zaměření lokality a okolí, technická opatření, posouzení stability hrází a svahů výsypky, geofyzikální průzkum, vytvoření hydraulického modelu a vzorkování vod. (Mühldorf, 1997).

7.2 Zkušební provoz

Zkušební provoz byl zahájen 25. 6. 2001 převzetím staveniště I a II Růžodol po schválení prováděcího projektu. Stanoviště I zahrnovalo laguny R 3 a R 4 a přilehlé pozemky, stanoviště II zahrnovalo lagunu R 8a a k ní přilehlé prostory.

Zásadním cílem zkušebního provozu bylo ověřit způsobilost navrhovaných postupů, funkčnost a kapacitní možnosti. Realizace zkušebního provozu těžby a zpracování tekutých, plastických a tuhých hmot ropného a dehtového původu uložených na skládkách Růžodol, přesněji v lagunách R 3, R 4 a R 8a musela prokázat technologické možnosti likvidace. Během zkušebního provozu byly ověřeny technologické parametry, postupy těžby, úpravy, nakládky, přepravy a následná likvidace jednotlivých druhů materiálů z lagun.

Důležitým prvkem bylo také ověření a optimalizování metod, které byly dále použity pro sledování a řízení prací, šlo především o vzorkování kalů a stanovování obsahu vody v kalech. Podle výsledků doprůzkumu a zkušeností získaných ze zkušební provozu byl do projektu sanace zapracován optimální postup těžby, zpracování, využití a zneškodnění odpadů z lagun a řešení problematiky dotace podzemních vod do lagun (Chrt, Jerie, 2001).

7.2.1 Přípravné práce

Nejdříve byla provedena nutná technická opatření. Nutným technickým opatřením z důvodu vážení a evidence odtěženého odpadu bylo vybudování vážního místa. Stavební úpravy byly provedeny a zkolaudovány na základě stavebního povolení vydaného stavebním úřadem v Litvínově.

Během přípravných prací byla po ohlášení stavebnímu úřadu provedena nutná úprava stávajících komunikací. Kvůli zahájení zkušební těžby na laguně R 3 bylo nezbytné k již existující panelové cestě na jižní straně laguny, vybudovat panelovou cestu na východní stranu laguny R 3. Tato úprava byla nutná kvůli pojezdu jeřábového bagru a přistavování sacích vozů. Pro příjezd k laguně R 4 byla vybudována panelová cesta na východní hrázi laguny R 4. Součástí panelových cest byla úprava stání separační násypky – panelové plochy.

Pro účely separace TDM odpadu bylo vyrobeno násypné zařízení vybavené roštem – separační násypka. Zařízení sloužilo ke ztekucení kalů těžných drapákovým bagrem a k separaci mechanických příměsí pomocí šikmého roštu. Separační násypka byla podle potřeby přemísťována na několik stanovišť rozmístěných na březích lagun. Násypka byla vždy umístěna a zakotvena na panely zpevněné plošince upravené na břehové čáře laguny. Ve dnové části separační násypky byl umístěn vývod, ze kterého byly kaly zčerpávány do sacích cisternových vozů (Chrt, Jerie, 2001).

7.2.2 Poloprovozní zkoušky zpracování materiálů

Na začátku zkušební těžby a v jejím průběhu byly odebírány vzorky materiálů pro provozní zkoušky. Účelem zkoušek bylo získání informací o materiálech v laguně.

7.2.2.1 Ropně dehtovitý materiál

Odběrová místa byla stanovena dle optimálního zahájení následné zkušební těžby. Byly zvoleny přístupné partie lagun, kde byl předpokládán vhodný vývin produktivní vrstvy RDM. Z laguny R 3 byl ropně dehtovitý materiál (RDM) kal načerpán pomocí

čerpadla do nádrží gravitačního odlučovače a z nich zčerpán sacími vozy. K čerpání RDM kalu z laguny R 4 bylo využito čerpadlo umístěné v laguně. Velkoobjemové vzorky byly v autocisternách zváženy a přepraveny na pařící stanici. Před zvážením byla provedena kontrola množství odsazené vody v autocisterně odpuštěním z výpustního kohoutu. Poté byl materiál vypuštěn do shrabovací nádrže za účelem homogenizace a snížení obsahu vody a snížení množství mechanických nečistot. V nádrži byl RDM kal při parním ohřevu mechanicky promíchán, během tohoto procesu nedošlo k předpokládanému obohacení RDM vodou, která byla používána při procesu shrabovacích nádrží. Tento stav byl potvrzen porovnáním výsledků analýz obsahu vody v RDM z autocisterny a vzorku ze shrabovací nádrže. Vzorek materiálu ze shrabovací nádrže byl přečerpán do zásobníku, kde došlo po několika úpravách a cca dvou měsíčním zdržení k odsazení nadlimitního obsahu vody. Dále bylo sledováno chování kalu při použití přímého parního ohřevu. Zkouška s pařící stanici byla předpokladem pro postup práce v zimním období (Chrt, Jerie, 2001).

7.2.2.2 Tuhý dehtovitý materiál

Dne 5. 3. 2002 byl z laguny R 4 odebrán velkoobjemový technologický vzorek tuhého dehtovitého materiálu (TDM) o váze 15,56 t. Tento vzorek byl odebrán jeřábovým bagrem u východní hráze laguny. Vzorek byl přepraven autocisternou k testování materiálu. Během těžby drapákovým bagrem byla také ověřována hloubka lagun. (Chrt, Jerie, 2001).

7.2.2.3 Lagunová voda

Při zkušebním provozu byly odebírány vzorky vody čerpané z lagun na ČOV.

7.2.3 Upřesnění pozice, distribuce a složení kalů v tělese lagun

Již z vizuálního posouzení materiálů v lagunách v různých klimatických podmínkách byly zjištěny výrazné odlišnosti v materiálech z laguny R 3 a R 4. Laguna R 3 se po celou dobu zkušebního provozu chovala jako třífázový systém, především v chladnějším období se RDM chovalo jako plovoucí škraloup, kde kolem laguny mezi hrázemi a RDM byla vyvinuta vrstva vody dosahující až k samotnému povrchu. Naopak laguna R 4 působila celistvým dojmem a pozorované znaky u R 3, zde nebyly vůbec patrné, nezávisle na teplotě a ročním období. V letním období u laguny R 3 docházelo k odpaření nebo odtoku vody do hlubších partií a zachování rozvrstvení materiálů, u laguny R 4 docházelo během srážek k pronikání vody do RDM.

Při těžbě TDM byly ověřeny hloubky lagun. U východní hráze laguny R 4 hloubka dosahovala cca osm metrů. U laguny R 3 byla hloubka při východním a jihozápadním okraji laguny cca 3 – 5 metrů (Chrt, Jerie, 2001).

7.3 Ukončení zkušebního provozu

Při pokračování těžby RDM z laguny R 3 se ukázalo, že v laguně není původně předpokládaný objem RDM. K 31. 8. 2002 nebyly naplněny objemy RDM ani z laguny R 3 ani z R 4. U laguny R 3 objem naplněn být nemůže, vzhledem k nižšímu množství než bylo očekáváno. U R 4 to bylo z důvodu extrémních srážek v letních měsících. Ve zkušebním provozu byla ukončena sanace laguny R 8a a v listopadu 2002 byla předaná nabyvateli. K 31. 12. 2002 byly odtěženy objemy hmot, které jsou uvedeny v následující tabulce. Mimo objemů uvedených v tabulce, byly zneškodněny odpady, které vznikly při dočišťování laguny R 8a – mechanické zůstatky po separaci o objemu cca 847 t a zbytky kalů z dočišťování o objemu cca 5 754 t (Chrt, Jerie, 2001).

7.4 Technologie těžby RDM

Technologie nasávání autocisternou hadicí zaústěnou do povrchové vrstvy se z počátku neosvědčilo, jelikož docházelo k přísávání lagunové vody. Poté bylo vyzkoušeno čerpání pomaloběžným horizontálním čerpadlem přímo z laguny na gravitační odlučovače. Tato metoda se jevila funkčně, problémem ale byl přísun materiálu k čerpadlu a závislost na teplotě kalu, což znamenalo, že těžba neprobíhala plynule.

Velkým průlomem bylo vyvinutí nové technologie – čerpání pomocí temperovaného skimmeru plovoucího při hladině, který využíval pomalého nátoky povrchové vrstvy nahřátého RDM kalu. Ke ztekucení materiálu bylo využíváno parního přehřívání. Tato technologie se osvědčila a umožnila dosáhnout vysoce podlimitních obsahů vody v těženém kalu. Tato technologie byla ale nevhodná během zimního období, z důvodu vysoké energetické náročnosti – spotřeby páry. Během letních měsíců, kdy byla teplota příznivá, komplikace způsobovaly krátké vydatné deště. Po těch docházelo k vynucenému několikanásobnému přerušování těžby. Nevýhodou této technologie tedy byla závislost na klimatických podmínkách tedy teplotě a srážkách. Vzhledem k extrémním srážkám v letních měsících byla těžba pozastavena a během této pauzy byla připravována těžba RDM v zimních podmínkách. V zimní sezóně byl RDM těžen mechanicky – drapákem, do přistavených vanových kontejnerů. Pro

efektivnější získávání potřebného produktu byly sběrné žlaby posouvány po laguně dle potřeb těžby, dále bylo prováděno mechanické stahování plovoucí fáze směrem ke skimmerům. Ze sběrných žlabů byl RDM kal čerpán do akumulčních objektů, tj. gravitačního odlučovače, jímky a dvou cisternových nádrží. Ze zásobních zařízení byly kaly z každé laguny zvlášť čerpány sacími vozy, zváženy a dopraveny k využití (Chrt, Jerie, 2001).

7.5 Technologie těžby TDM

TDM byl těžen pomocí drapákového bagru a vsypáván na šikmý rošt se zásobníkovou násypkou. Alternativně mohl být materiál v separační násypce přihříváním ztekucován a sčerpáván ze zásobníku pomocí sacích vozů. Další úprava takto vytěženého TDM kalu nebyla již nutná vzhledem k charakteru a způsobu zneškodnění. Těžba kalů probíhala pod hladinou vody. Tento způsob se zdál být nejekonomičtější vzhledem k minimálním požadavkům na množství čerpané vody z laguny, z důvodu zachování stability hrází laguny a i celého tělesa Růžodolské výsypky a zejména z environmentálního hlediska – snížení emisí zvláště v letních měsících při vysokých teplotách a vliv na kvalitu ovzduší a hygienické podmínky na staveništi. Po naplnění násypky byl materiál nasát do autocisteren, poté zvážen na váze na staveništi a přepraven na stáček místo. Zde docházelo ke stáčení do železničních cisteren, poté ke zvážení. Tím byla završena příprava materiálu k expedici ke zneškodnění v tlakové plynárně ve Vřesové. TDM materiál na dně laguny v málo mocné vrstvě, kterou již nebylo možné efektivně odtěžit, musel být odtěžen v rámci dočišťování a zneškodněn ve spalovně (Chrt a kol., 2003).

7.6 Odčerpání a zneškodnění lagunových vod

Odčerpávání lagunových vod bylo prováděno v závislosti na potřebách těžby odpadu. Pro čerpání bylo využito stabilní nebo mobilní zařízení k čerpání lagunových vod.

Zachycení fázově oddělitelných složek kalů, případně jiných nečistot, bylo zabezpečeno v systému gravitačních odlučovačů – odsazovacích nádrží umístěných v blízkosti lagun R 3 a R 4. Po odloučení byla voda transportována na ČOV. Odloučený materiál byl periodicky sčerpáván sacím vozem a převezen k další úpravě nebo vrácen zpět do lagun. Režim odčerpávání lagunových vod probíhal podle potřeby plnoprovozu při dodržování podmínek stanovených ČOV.

V letním období čerpání vod probíhalo pouze dle okamžité potřeby těžby. V pokročilém stádiu těžby po razantním snížení hladiny bylo třeba čerpat nepřetržitě vzhledem k projektovanému odstranění severní hráze laguny R 4 a snížení terénu při úpravě sklonu svahů a udržení hladiny pod úrovní dočasné panelové komunikace.

V zimním období v případě potřeby čerpat vodu z laguny nebylo možné čerpání přerušit. Důvodem byla nadzemní potrubní vedení na ČOV, ve kterém musel být zaručen stálý průtok vody, aby nedošlo k jeho zamrznutí (Chrt a kol., 2003).

7.7 Vzorkování odpadů

Vzorkování RDM a TDM kalů probíhalo přímo na staveništi. Vzorky obou druhů kalů byly odebírány z naplněných přepravních jednotek (autocisteren, železničních cisteren) nebo přímo z ventilu separační násypky při plnění autocisterny. Vzorkování bylo prováděno buď vzorkovákem nebo přímo z násypky (Chrt a kol., 2003).

7.8 Monitoring podzemních vod

V průběhu plnoprovozu byl prováděn kontrolní monitoring podzemních vod. Pro monitoring byly využity vrty v bezprostředním okolí lagun R 3, R 4. Monitoring se zaměřoval pouze na sledování hladiny podzemní vody a mocnosti fáze ropných látek. Monitoring byl prováděn s četností 4 x ročně (Chrt a kol., 2003).

7.9 Mechanické zůstatky po separaci

Tyto odpady vznikaly především při těžbě TDM kalů drapákovým bagrem, dále při dočišťování dna a hrází lagun a ve zvýšené míře v závěrečné fázi těžby kalů. Na separátoru oddělený nebo samostatně z lagun vytěžený kusový materiál vykazoval obdobné nebezpečné vlastnosti jako těžžený kal (dehet). Podle druhu a povahy byl na lokalitě tříděn a maximálně zbavován dehtovitých substancí. Předčištěné kusové odpady byly důsledně tříděny a ukládány do přepravních vanových kontejnerů, ve kterých byly po zvážení převáženy k odpovídajícímu zneškodnění. Vanové kontejnery o objemu 10 m³ sloužící pro „okapání“ separovaných mechanických podílů byly speciálně upraveny instalací roštu ve dně kontejneru a uzpůsobeny k vypouštění odsazeného kapalného podílu (Chrt a kol., 2003).

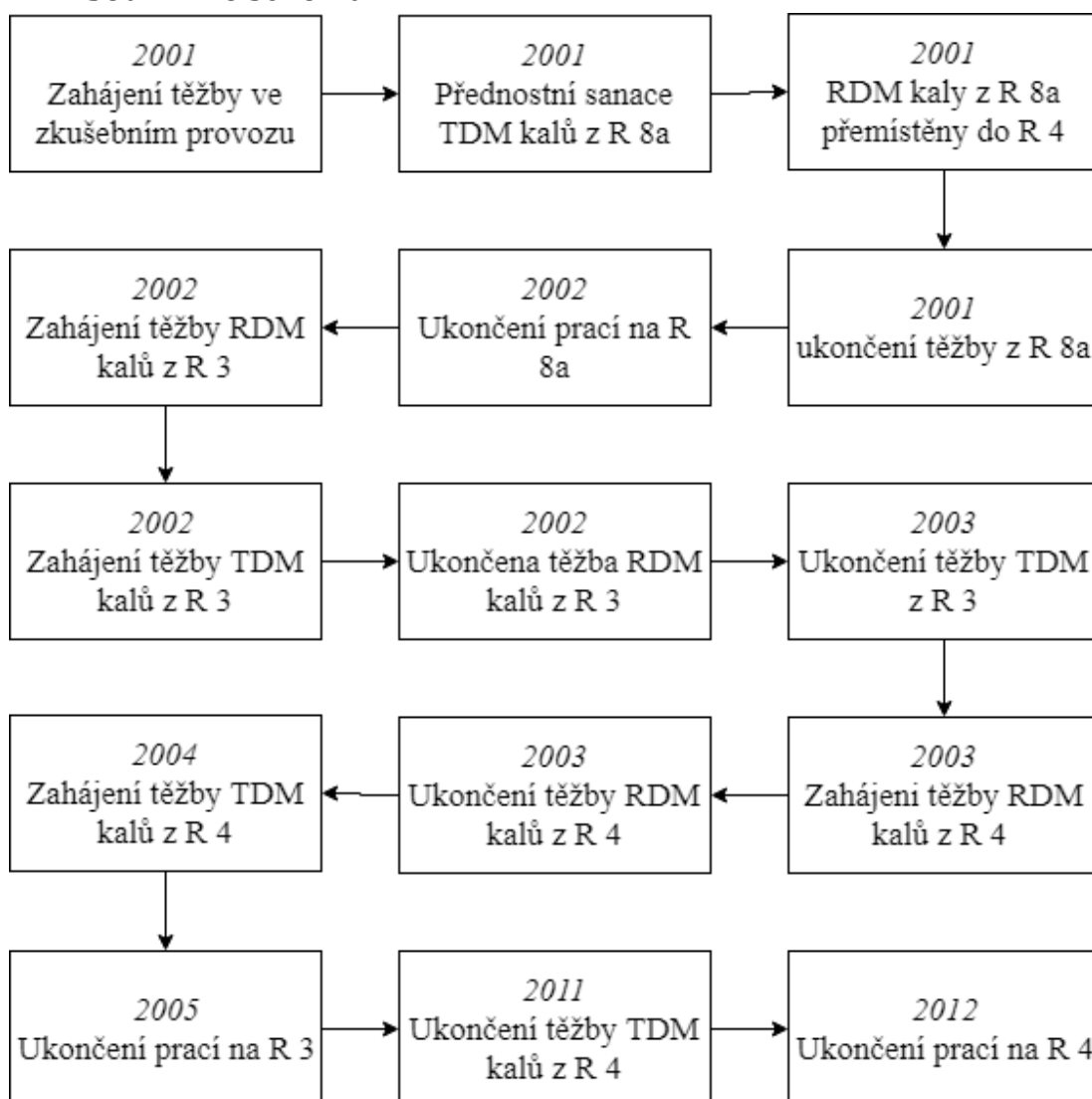
7.10 Zbytky kalů z dočišťování

Při dočišťování břehových a dnových partií lagun R 3 a R 4 byly využity zkušenosti z již dokončené laguny R 8a. Těžbu zajišťovaly bagry, výsuvné autobagry UDS, buldozer, dočištění pak lehké mechanizmy, případně vodní oplach a lehká ruční

mechanizace. Pro tento způsob dočištění lagun musely být vytvářeny podmínky již v samotném průběhu závěrečné fáze těžby. Proto docházelo postupně po sčerpání vody k postupnému dočišťování a zmenšování lagun zavážením jejich okrajových partií včetně úpravy tělesa hrází (Chrt a kol., 2003).

Ve dně lagun byly vybudovány čerpací objekty obdobné jako v laguně R 8a k odčerpávání znečištěné vody na ČOV. Odpadní materiály byly těženy do připravených kontejnerů a odvezeny k následné likvidaci dle svého charakteru (Chrt a kol., 2003).

7.11 Souhrnné schéma



7.12 Popis technologií zneškodnění odpadů

7.12.1 Spálení v tlakové plynárně Vřesová

Zpracování a zneškodnění TDM kalů v plynárně probíhalo procesem, kdy nejdříve probíhalo odseparování mechanických nečistot, které přesahovaly citlivost vsazovacího čerpadla, kaly byly vpraveny přímým nástřikem na uhelný tok do generátorů tlakové plynárny. Zneškodnění probíhalo po zvážení kalů dávkováním TDM do beztlakového prostoru právě plněné uhelné vpusti při použití vhodného typu čerpadla, jež nevyžadovalo jemné mletí dopravovaného substrátu. Vstřík TDM byl ukončován ihned se signálem hladinového čidla, což znamenalo, že uhlí v následujícím intervalu propadávalo suché, než byl horní komorou uhelné vpusti uzavřen. Během tohoto procesu byl prostor v okolí dolní i horní komory uhelné vpusti prostý TDM kalů a vstříkovaná množství TDM byla volena tak, aby povrchová sorpční kapacita paliva v uhelné vpusti postačovala na fixaci TDM, a tím nemohl protékat dolů uhelným násypem. Přídavný nástřik TDM uskutečňovaný do proudu paliva padajícího do plněné uhelné vpusti způsobil potažení povrchu paliva vnášeným TDM. Touto úpravou na sebe nabalil nejnebezpečnější jemné částice uhelného prachu. Palivo vpuštěné pak dále do generátorů již neprášilo a zrnka prachu byla přilepena k povrchu hrubých kusů. Zde poté při karbonizaci zůstávaly v povrchově polymerující vrstvě dehtových zbytků. Tímto mechanismem byl tedy dehtový kal vázán na reagující uhelnou hmotu a sestupoval dále hlouběji generátorem, až došlo k úplnému zplynění paliva (Chrt a kol., 2003).

7.12.2 Spálení ve spalovně Spolio

Spalování nebezpečných odpadů probíhalo v areálu spalovny. Po zvážení nebezpečného odpadu byl dopraven do spalovací linky, kterou bylo automaticky prováděno dávkování odpadů do rotační pece. Spalování probíhalo při teplotě 700 – 1 150 °C. Konec rotační pece vedl do odškvárovací komory a poté do dohořivací komory. Spaliny byly čištěny třemi stupni čištění a neustále monitorovány emisním zařízením. Během vzorkování dnových partií po odtěžení odpadů byly u dvou vzorků zemin zjištěny koncentrace NEL nad 50 000 mg/kg sušiny. Z tohoto důvodu bylo z plochy v těchto místech provedené dodatečné seškrábnutí kontaminovaných zemin a jejich spálení ve spalovně (Chrt a kol., 2003).

7.12.3 Biodegradace na skládce Celio

Biodegradace kontaminovaných zemin probíhala průběžně od podzimu roku 2001 na dekontaminační ploše v areálu skládky. Tyto zeminy byly po zvážení navezeny a rozhrnuty na ploše a následně byl několikrát aplikován biopreparát. Zeminy byly stavební mechanizací podle potřeby přehazovány a průběžně probíhalo vzorkování a vyhodnocování procesu biodegradace. Cílovou koncentrací byla hodnota < 20 000 mg/kg NEL (Chrt a kol., 2003).

7.12.4 Přímé uložení na jednodruhové skládce Celio po stabilizaci

Stabilizace se prováděla po zvážení dopravených kalů pomocí hydraulických pojiv strojní homogenizací na ploše skládky. Hmota, která vznikla, byla po skončení procesu stabilizace přepravena do místa trvalého uložení do samostatných oddělených kazet (Chrt a kol., 2003).

7.13 Zájmy ochrany životního prostředí

Práce, které souvisely s odtěžením a zpracováním obsahu lagun, byly nevyhnutelně doprovázeny určitým ovlivněním životního prostředí, tak jako bylo do značné míry ovlivňováno samotnou existencí lagun. Po celou dobu sanačních prací bylo dbáno, aby nedocházelo k šíření znečištění mimo laguny. Dalším důležitým prvkem ochranných opatření bylo omezení možnosti vstupu ptactva a zvěře do lagun. Z tohoto důvodu ihned po převzetí staveniště byly na všech třech lagunách instalovány opticko akustické plašiče poháněné buď větrem, nebo elektromotorkem. V rámci těchto opatření bylo úzce spolupracováno s orgány státní správy a místními ochránci přírody.

Sanační zásah nebyl v rozporu se zákonem č. 17/1992 Sb. o životním prostředí a nedotýkal se zájmů ochrany přírody dle zákona č. 114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny. Sanace lagun nepodléhala posuzování na životní prostředí podle zákona č. 244/1992 Sb. ve znění zákona č. 132/2000 Sb. a zákona č. 100/2001 Sb. Dotčené území se nenacházelo v chráněném území ani ochranném pásmu.

Realizací technických opatření nebyly dotčeny zájmy vyplývající ze zákona č. 289/1995 Sb. o lesích a zákona č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu.

Stavební práce byly realizovány podle dokumentace schválené ve stavebním řízení podle zákona č. 50/1976 Sb. (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů.

Realizace technických opatření byla zahájena po vodoprávním projednání. Nakládání s vodami respektovalo rozhodnutí vodoprávního úřadu dle zákona č. 254/2001 Sb. o vodách.

Nakládání s odpady vycházelo z požadavků zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech a souvisejících vyhlášek.

8 Výsledky

Sanační práce na lokalitě Růžodol Litvínov byly zahájeny na základě výběrového řízení a správního rozhodnutí, které bylo vydáno 15. 6. 2000 Českou inspekcí životního prostředí. Jednalo se tedy o sanační práce, které vedly k odstranění starých ekologických zátěží v bývalém podniku Chemopetrol, a.s. Byly zde odtěžovány materiály TDM a RDM, nadbilanční voda byla přečerpávána na ČOV.

V tabulce č. 1 jsou zobrazeny předpokládané objemy hmot pro laguny a objem nadbilanční vody.

Tabulka č. 1 : Obsah lagun R 3, R 4, R 8a dle zadávacích podmínek (stav ke konci r. 1998)

Laguna	Pevné odpady (t)	Čerpatelné odpady (t)	Nadbilanční voda (t)	Celkem (t)
R 3	15 138	5 748	5 100	25 986
R 4	16 000	12 779	30 500	59 279
R 8a	2 033	0	0	2 033
Celkem:	33 171	18 527	35 600	87 298

Postupně byly práce provedeny na lagunách R 3, R 4 a R 8a. Jako první byla odtěžena a následně zavezena laguna R 8a, na které práce započaly přednostně a to již během zkušebního provozu. Po dokončení sanace na laguně R 8a se začalo s těžbou laguny R 3, ta už probíhala za plno-provozu. Během její těžby probíhaly práce i na laguně R 4, ty byly ale několikrát přerušovány z důvodu přednostního dotěžení R 3. Až rok 2005 byl pro lagunu R 4 prvním rokem, kdy probíhala těžba v kuse. V roce 2011 se povedlo úspěšně dotěžit poslední lagunu a bylo zahájeno její zavážení. Ačkoliv laguny původně měly být ponechány pouze vyčištěné, během sanačních prací, došlo k rozhodnutí, že zavezení je vhodnějším řešením.

V tabulce jsou uvedeny objemy odpadů a lagunové vody v době, kdy byly dokončeny práce na laguně R 8a.

Tabulka č. 2 Odtěžené hmoty během zkušebního provozu k 31. 12. 2002

Laguna	Pevné odpady [t]	Čerpatelné odpady [t]	Lagunová voda [t]	Celkem [t]
R3	8 397	2 362	4 240	14 999
R4	6 003	1 356	9 470	16 829
R8a	4 116	0	9 849	13 965
Celkem:	18 516	3 718	23 559	45 793

Z výsledku je patrné, že v laguně R 8a se nacházelo mnohem větší množství pevných odpadů, než bylo původně očekáváno. Kaly typu RDM byly v roce 2001 z této laguny pomocí sacích vozů přemístěny do laguny R 4 a proto zde nebyly již těženy. Samotná těžba byla ukončena již v roce 2001 a poté probíhaly dočišťovací práce a zavážení. Vody byly z laguny čerpány pomocí dočasné čerpací jímky, která byla umístěna v nejhlubším místě a napojena na ČOV.

Těžba z laguny R 3 probíhala od července 2001 do konce roku 2002, poté následovaly stejně jako v případě laguny R 8a dočišťovací a zavážecí práce. Těžba RDM zde byla ukončena dříve, než probíhající těžba TDM. Lagunové vody byly přečerpávány do laguny R 4. Celkový počet odtěžených materiálů, včetně těch, které vznikaly při dočišťování dnových a hrázových partií byl v podstatě dvojnásobný, než bylo původně očekáváno. To bylo zapříčiněno tím, že do laguny byly dříve ukládány i zbytky stavebních materiálů, probíhaly zde požáry apod. Po dočištění a zavezení jámy, byla dekontaminovaná laguna předána majiteli.

Jako poslední těžba proběhla z nejrozsáhlejší laguny R 4. Těžba na této laguně započala již v roce 2001 během zkušebního provozu, po dobu následujících let byla několikrát přerušována, ať z důvodu přednostního vytěžení jiné laguny, či extrémních srážek v letních měsících, které práce komplikovaly. Těžba RDM kalů, zde byla ukončena již v roce 2003, TDM kaly se těžily až do roku 2011, kdy zde byly těžební práce ukončeny a probíhalo čištění a zavážení jámy. I zde byly celkové objemy odpadů mnohem vyšší, než bylo původně očekáváno. Nadbilanční voda byla přečerpávána na ČOV.

Byly použity sanační metody ex situ, což znamená, že vytěžené odpady, byly převáženy a dále zpracovávány mimo lokalitu. Těžba RDM kalů byla na všech lokalitách provedena rychleji než těžba TDM kalů, kterých se vyskytovalo větší množství. Metody, které byly během zkušebního provozu ověřeny, se osvědčily, a proto byly aplikovány i během plnoprovozu. V případě těžby TDM se jednalo o těžbu pomocí drapákového bagru a vsypávání materiálů na šikmý rošt se zásobníkovou násypkou, RDM byl těžen zařízením zvaným skimmer, které bylo vytvořené, přímo pro práci na lokalitě Růžodol.

Veškeré vytěžené odpady byly odstraněny – spálením v tlakové plynárně Vřesová, spálením ve spalovně Spolio, biodegradací na skládce Celio a přímým uložením na jednodruhové skládce Celio po stabilizaci.

Co se týká hladin podzemních vod, během probíhající těžby byly zaznamenávány jak poklesy, tak vzestupy hladiny vod. Množství vod bylo ovlivňováno čerpáním vody na ČOV, které bylo ukončené na konci roku 2013, čímž následoval výrazný nárůst hladiny podzemní vody a tím se postupně naplnila vzniklá hydraulická deprese.

Tabulka č. 3 : Celkové množství vytěžených odpadů (stav k ukončení těžby 31. 12. 2011)

Laguna	Množství vytěžených odpadů k 31.12.2011 (t)
R3	56 773,57
R4	167 497,30
R8a	10 717,44
Celkem:	234 988,31

Hodnoty uvedené v tabulce z konce roku 2011 uvádí celkové množství vytěžených materiálů RDM, TDM a také materiálů, které byly vytěženy při dočišťování lagun. Množství odpadů bylo větší, než bylo původně očekáváno. Kromě extrémních srážek v některých měsících, které komplikovaly a přerušovaly těžbu, proběhly práce na lokalitě úspěšně dle předem stanoveného časového harmonogramu. Laguny se povedlo zbavit veškerých kontaminovaných materiálů a připravit je k následné rekultivaci.

Tabulka č. 4: Souhrn odtěžených a zpracovaných odpadů (t) za celou dobu sanace (2001 – 2011)

R3 + R4 + R8a		Celkem	
RDM	4 898,30	234 988	
TDM	148 105,10		
Čerpatelné odpady, odčerpávání, odstranění	168,19		
K O N T A M I N O V A N É Z E M I N Y	Zbytky kalů z dočišťování – spalovna		6 726,59
	Zbytky kalů z dočišťování – biodegradace		12 536,30
	Mech. zůstatky po separaci – stabilizace – Celio		28 928,84
	Zbytky kalů z dočišťování		24 890,25
	Mech. zůstatky po separaci – přímé uložení – Celio		14,74
	Sanace kontaminované zeminy – vytěžené zeminy		8 720,00
	Voda z lagun		80 179

9 Diskuze

9.1 Porovnání sanačních metod

Sanační technologie odtěžení kontaminovaných zemin a hornin s následným zneškodněním a závozu odtěžených prostor materiálem, která se dá považovat za rychlou a účinnou, není možné provádět na všech kontaminovaných lokalitách. Důvodem je především, že v důsledku výkopových prací může docházet např. k narušování stavebních konstrukcí, technologických zařízení nebo omezení průmyslové výroby v lokalitě. Vzhledem k těmto faktům bývají spíše využívány sanační technologie in situ.

Jednou z těchto technologií je venting (Ekosystém, 2005 – 2012). Pro odpady, které byly uloženy v Růžodolské výsypce by metoda byla vhodná, ale vzhledem ke geologickým a hydrogeologickým poměrům by sanace touto metodou nebyla vhodná.

Další využívanou technologií je bioventing (Ekosystém, 2005 – 2012). V lagunách zájmového území se nacházelo vysoké množství ropných a dehtovitých látek, proto by sanační metoda bioventing nebyla úspěšná.

Technologie air sparging se používá pro odstraňování těkavých organických látek z podzemní vody a přilehlých částí (Ekosystém, 2005 – 2012). V sanovaných lagunách se sice vyskytovaly ropné fáze, avšak pro takový to typ odpadů bylo vyvinuto speciální zařízení skimmer, díky kterému těžba probíhala velmi plynule a efektivně. Kontaminované vody byly přečerpávány na ČOV, kde probíhalo jejich čištění. Tato technologie byla například využita v Praze, přesněji ve Kbelích, kde se nacházela továrna zabývající se automobilovým průmyslem.

Bioslurping je metodou dekontaminace, která se využívá především pro odstraňování ropných uhlovodíků ve fázi na hladině podzemní vody (Ekosystém, 2005 – 2012). Pokud by následná biodegradace probíhala na lokalitě Růžodol, metoda by mohla být s kombinací další jiné metody vhodné pro tuhé materiály použita. Proces biodegradace v případě lokality Růžodol, ale probíhal na území skládky Celio. Vzhledem k tomu, že tato skládka je v těsné blízkosti lokality, lze považovat likvidaci odpadu na jejím území za vhodnější, než aby biodegradace probíhala přímo

na sanované lokalitě. Tato metoda byla využita například v Praze Vysočanech, kde se nacházela bývalá strojírenská továrna.

Biodegradace in situ využívá existence mikroflóry, která má degradační schopnosti v půdním a horninovém prostředí nebo je uměle dodána (Ekosystém, 2005 – 2012). Ta byla využita například pro firmu, která zajišťuje přepravu zemního plynu. Proces biodegradace byl používán i pro zájmovou lokalitu Růžodol, nikoliv ale metodou in situ. Vzhledem k těsné blízkosti skládky, která odpady metodou biodegradace zpracovává, považují vhodnější převezení materiálu, na lokalitě se díky tomu nebude vyskytovat žádný kontaminovaný materiál a může být dříve provedena rekultivace, aby území bylo využíváno.

Mezi faktory které rozhodují, o zvolení nejlepší možné metody sanace, patří druh kontaminantu, intenzita kontaminace, geologické a hydrogeologické poměry, prostorové podmínky a existence limitujících faktorů jako je například podzemní vedení, omezení vyplývající z provozních technologií, stavební konstrukce aj. Laguny nacházející se na Růžodolské výsypce nebyly prostorem ani jinými omezujícími faktory nijak limitovány. O odstranění lagun R 3, R 4 a R 8a bylo rozhodnuto z důvodu jejich znečišťování okolí. Tento fakt může být považován jako důvod, proč by mohlo být příliš složité a nebezpečné provádět zadržovací metody jako enkapsulaci, solidifikaci či atenuaci. Dříve se v okolí nacházelo více lagun, které byly využívány ke skládkování materiálů z petrochemické a karbochemické výroby. Vzhledem k tomu, že jiné laguny v této lokalitě byly již odstraňovány a na laguně R 8a sanační práce také jednou probíhaly, se dá předpokládat, že použitá metoda těžby a zpracování materiálu byla nejlepší možná. Z výše uvedených příkladů u jednotlivých metod lze vidět rozdílnost území, na kterých byly sanační práce prováděny. Sanované laguny byly již od prvopočátku určeny jako místa k ukládání kontaminovaných a nebezpečných látek. Z tohoto důvodu lze předpokládat, že je od počátku očekávána budoucí sanace a lokalita je tomu v rámci možností uzpůsobena. Oproti tomu výroby, továrny apod. dle mého názoru budoucí sanační zásahy nepředpokládají a proto je pro ně vhodnější využití metod in situ.

Jako další výhodu vybrané metody lze považovat malou vzdálenost k místům, kde se vytěžený materiál zpracovával, skládka Celio i spalovna Spolio se nacházely v bezprostřední blízkosti Růžodolské výsypky. Plynárna Vřesová je sice oproti výše

zmiňovaným až v Karlovarském kraji, v České republice je ale jedinou plynárnou, která umí odpady zplynovat, aniž by unikaly nebezpečné látky do ovzduší.

Ačkoliv se tedy velmi často využívají metody, které zpracovávají odpady přímo v zájmové lokalitě, v tomto případě metodu odtěžování a převážení ztekucených kontaminovaných materiálů k následnému zpracování považují za vhodně využitou vzhledem k lokalitě, povaze uložených materiálů i možností dekontaminace a také je metoda rychlá. Jako nevýhodu lze uvést, že tato technologie je finančně a logisticky náročnější a vzhledem k charakteru Růžodolské výsypky, musely být zajištěné hráze z důvodu hrozícího sesuvu.

9.2 Územní plán

Jihovýchodní část města Litvínova je tvořena průmyslovými zónami. Pro tento prostor je charakteristické průmyslové a dříve důlní využití. Průmyslová zóna pomalu přechází v Růžodolskou výsypku. Ta zaujímá rozlohu téměř 700 ha část území náleží firmě Celio a.s., které je stále využíváno ke skládkování odpadů a v okolí jsou průmyslové podniky. Povrch terénu byl z důvodu zajištění stability upraven, velká část výsypky byla rekultivována na lesní půdu a to především listnatými stromy. Jen menší plochy jsou rekultivovány na zemědělskou půdu, vodní plochy a ostatní plochy. Podél vodoteče se nacházejí dlouhodobě neudržované, původně doprovodné porosty, které jsou významným krajinným prvkem. Ačkoliv velká část byla zalesněna, v některých místech po ukončení ukládání výsypkových zemin nebyla rekultivace provedena. Jedná se především o oblasti u malých vodních ploch. Tam vznikly spontánní porosty a jsou osídlovány různými druhy hmyzu, ptactva i obratlovců. Lesní porosty, které byly uměle vysázeny, tvoří skutečný lesní ekosystém. Hlavním účelem vysázení lesních porostů bylo odclonění areálů Unipetrolu a.s. a Celia proti urbanizovaným částem města Litvínov a obce Louky u Litvínova. Vzhledem k samovolnému osidlování malých zatopených terénních propadlin existuje šance, že zde budou vznikat nové biotopy, které mohou nahradit ty původní. Územní plán Litvínov vymezil část Růžodolu jako významný krajinný prvek pro nově budovanou ekologickou stabilitu a zabraňuje likvidaci, zaplevelení, zaskládkování a umožňuje postupnou regeneraci krajiny včetně zvýšení koeficientu ekologické stability. Růžodolská výsypka se může v budoucnu stát útočištěm fauny i flóry a zásobou regionálního geofundu volně žijících organismů pro nově budovanou umělou krajinu (Komrska, 2017).

Provedenou rekultivaci krajiny hodnotím velmi kladně. Krajina nebyla jen zalesněna, ale bylo vytvořeno i několik menších vodních ploch, orné půdy a travnatých porostů. Díky tomu je prostředí rozmanité a vhodné pro život velkého množství druhů jak z fauny, tak z flory. V posledních letech se velmi často v místech, kde probíhala těžba a po ní vznikla jáma, využívají hydrické rekultivace, přesněji jsou tyto lokality zaplavovány. Vzhledem k nově vzniklému jezeru Most a dalším již v minulosti zaplaveným lokalitám v okolí si myslím, že není nutné, aby v blízkosti vznikaly další. Vytvoření parku, sportovní či rekreační plochy by dle mého názoru nebylo vhodným řešením rekultivace. A to především z důvodu nacházející se skládky a výroby v blízkosti lokality. Na skládce Celio a.s. se poměrně často vyskytují nevysvětlené požáry a Unipetrol a.s. se několikrát potýkal s problémem unikajících látek do ovzduší, či dokonce výbuchu. Z pohledu občana žijícího ve městě Most či Litvínov s ohledem na tyto fakty nepovažuji Růžodol za vhodnou lokalitu pro rekreační či sportovní plochu, už jen z důvodu možné nedůvěry k bezpečnosti území. Za příhodné považuji oddělení výsypky a výrobních objektů pomocí listnatých stromů a to především z estetického hlediska.

Růžodol s odstupem času

Na fotografiích č. 11, 12 a 13 lze vidět aktuální stav lokality. Několik let po rekultivaci na území vyrůstají rychle rostoucí dřeviny, trávy a místy se vyskytuje podmáčená půda. Na území po proběhlé sanaci zůstaly pouze betonové cesty, které byly vybudovány pro dopravení techniky k lagunám a jímky pomocí kterých probíhalo vzorkování. S ohledem na charakter okolí, tedy průmyslovou zónu, je aktuální situace velmi dobrá. Lokalita nabízí prostor pro rostliny a živočichy, jimž vyhovují současné podmínky. Aktuální stav lokality, tedy odpovídá představám – není zde již žádná kontaminace, provedená rekultivace je vzhledem k umístění původních lagun je vydařená a místo nyní nabízí podmínky pro život původních či nových druhů.

10 Závěr a přínos práce

Na závěr své práce bych chtěla uvést, že ačkoliv se v České republice nachází velké množství ekologických zátěží, pojem „stará ekologická zátěž“ se v platné právní formě České republiky nevyskytuje. Neexistuje žádný zákon, který by komplexně

řešil tuto problematiku, jedná se pouze o několik dílčích zákonů jako např. zákon o odpadech, vodní zákon aj., které jsou s odstraňováním ekologických zátěží úzce spjaty. Vzhledem k množství, možnému nebezpečí a náročnosti sanací je důležité, aby se přímo této tematice věnovala větší pozornost a subjektivnější přístup v rámci právní úpravy ČR.

Zvolení optimální metody sanace je nejdůležitější částí těchto prací. Z důvodu odlišnosti všech kontaminovaných lokalit, geologických, hydrogeologických poměrů a kontaminovaných látek v zátěžích je nutné najít tu nejlepší metodu, díky které bude docíleno optimálního výsledku. Dá se tedy říct, že pro každou ekologickou zátěž je nutné brát v zřeteli, že ne každá metoda je univerzálně použitelná a musí být vhodně zvolena. Jedná se tedy o plán, který je unikátní, počítá s technickou i ekonomickou stránkou tak, aby byly práce úspěšné stejně, jako tomu bylo v případě zájmové lokality Růžodol Litvínov.

Před následnou rekultivací krajiny je také nutné brát v úvahu unikátnost lokality. Je nutné nahlížet nejen na samotné území, ale i na jeho okolí tak, aby rekultivovaná krajina plnila všechny svoje funkce a zároveň nově vyčištěné území bylo atraktivní pro své využití.

Závěrem bych ráda zhodnotila provedenou sanaci na lokalitě Růžodol Litvínov. Práce na území proběhly i přes několik komplikací, jako například špatné počasí nebo větší množství odpadů úspěšně. Což ukazuje, že projekt byl vyhotoven kvalitně. Laguny se povedlo postupně zbavit veškerých kontaminovaných látek a následně připravit pro následnou rekultivaci. Metody těžby kalů byly zvoleny vhodně, způsoby zneškodnění odpadů byly zvoleny dle jejich charakteru. Veškeré práce na lokalitě probíhaly v rámci zájmů ochrany životního prostředí, stejně jako zneškodňování odpadů. Likvidace skládek tekutých odpadů proběhla úspěšně.

11 Terminologický slovníček

RDM – ropně dehtovitý materiál, dle podmínek označený jako čerpatelný odpad. V těchto odpadech převládal podíl ropně dehtovitých substancí původem odloučené lehčí frakce z ukládaných tekutých odpadů z procesu zpracování ropy. Byl předpokládán pouze určitý nižší podíl popílku, eventuálně plovoucích kusových předmětů. Měrná hmotnost závisící do určité míry na teplotě byla v zásadě menší než 1 kg/dm^3 . Bázi RDM kalů tvořila mezivrstva lagunových vod.

TDM – tuhý dehtovitý materiál, dle podmínek označený jako pevný odpad. V těchto odpadech byl předpokládán převažující podíl ropně dehtovitých substancí těžších frakcí – původem odpady, které vznikly při procesu zpracování ropy a částečně i hnědého uhlí. V těchto odpadech byly obsaženy jiné cizorodé materiály např. beton, zemina, dřevo apod.

Lagunová voda – kontaminovaná, odpadní voda, která se nacházela v tělese laguny, před zahájením sanace byla ve stabilizovaném stavu v oddělené vrstvě nebo mezivrstvě mezi kaly RDM a TDM. Vznik lagunových vod byl dán přítokem povrchových vod z okolí, dotací podzemních vod a srážkovou vodou. Lagunové vody tvořily podmnožinu vod nadbílancích.

Nadbílancní vody – veškerá voda původem z laguny, kterou bylo během sanačních prací nutné zneškodňovat. Jednalo se o odpadní vodu, která byla kontaminována po styku s ropnými látkami v laguně. Nadbílancní voda zahrnovala dvě podmnožiny – vodu lagunovou a odpadní vodu vzniklou odsazením z kalů.

12 Přehled literatury a použitých zdrojů

12.1 Odborné publikace

Alexander M., 1999: Biodegradation and Bioremediation, 2nd Edition. Academic Press, New York

Asante-Duah K., 2019: Management of contaminated site problems, 2nd Edition. Taylor & Francis group, Abingdon

CENIA, 2016: Statistical Yearbook of the Environment of the Czech Republic 2015 (Statistická ročenka životního prostředí České republiky 2015), Czech Environmental Information Agency, Praha

Damohorský M., 1999: Právní odpovědnost za ztráty na životním prostředí. 1. vydání. Univerzita Karlova v Praze: Karolium, Praha

Dimitrovský K., 1995: Sanace a rekultivace skládek kontaminovaných objektů (Ekologické škody IV). Rekultivace a ozelenění skládek. BIJO, Praha

Fediuk F., 2006: Odpady, skládky, rekultivace. 1. vydání, Pražský technologický institut, Praha

Filip J., Kotovicová J., Božek F., 2003: Komunální odpad a skládkování. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno

Filip J., Božek F., Kotovicová J., 2006: Komunální odpad a skládkování. 2. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, Brno

Frankovská J., Slaninka I., Kordík J., Jurkovič Ľ., Greif V., Šottník P., Dananaj I., Mikita S., Dercová K., Jánová V., 2010: Atlas sanačných metod environmentálních záťaží, Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava

Frouz J., 2008: Soil biota development in areas in affected by open coast coal mining in Europe and its role in soil formation: Gerald B. Fosdyke (eds) Coal Mining: Research, Technology and Safety. NovaScience, New York

Herčík M., 2009: Životní prostředí, základy environmentalistiky. 2. vyd. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Ostrava

Hester R.E., Harrison R.M., 1997: Contaminated land and its reclamation. Royal society of chemistry, Letchworth

Horák J., 1996: Ekologická rizika spojená s výrobou a použitím chemických látek a ochrana proti nim. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Praha

Chartier Y., Emmanuel J., Pieper U., World Health Organization, Pruss A., Rushbrook P., Stringer R., 2014: Safe management of wastes from Health-care activities. World health organization, Geneva

Ivanković T., Hrenović J., 2010: Surfactants in the Environment. Archives of industrial hygiene and toxicology, Sciendo, Zagreb

Jančářová I., 2008: Právní prostředky a cesty k řešení ekologických zátěží. 1. vydání. Masarykova univerzita, Brno

Jeníček V., Foltýn J., 1996: Životní prostředí a trvale udržitelný rozvoj v soustavě globálních problémů. Ministerstvo životního prostředí České republiky. Vysoká škola ekonomická v Praze. Svazek 37, Praha

Khan I.F., Husain T., Hejazi R., 2004: An overview and analysis of site remediation technologies, Journal of environmental management 71., P. 95-122.

Kovář P., 2004: Naturaly recovery of human – made deposits in landscape: Biotic interactions and Ore/ash – slag artificial ecosystems. Academia, Praha

Lyle E. S., 1987: Surface mine reclamation manual. Elsevier, New York.

Moldan B., 2015: Podmaněná planeta. 2. rozšířené a upravené vydání, Univerzita Karlova v Praze: Karolium, Praha

Nadim F., Hoag G. E., Liu S., Carley R. J., Zack P., 2000: Detection and remediation of soil and aquifer systems contaminated with petroleum products: an overview, Journal of petroleum science & engineering 26., P. 169-178

OECD, 2006: Zpráva o politice, stavu a vývoji životního prostředí: Česká Republika 2005, OECD Publishing

OECD, 2018: Hodnocení politik životního prostředí OECD: Česká republika 2018, OECD Publishing

Papoušek J., 2000: Hovory o ekologii. Portál 2000, Praha

Patejdl C., 1974: Agricultural reclamation of spoil banks and areas disturbed by industrial activities, Výzkumný ústav meliorací, Praha

Pokorný, E. et al., 2001: Rekultivace. 1. vyd. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno

Riser–Roberts E., 1998: Remediation of petroleum contaminated soil: biological, physical and chemical processes, Lewis publishers, Boca Raton Florida

Rösler, C. Weingran, C., 1994: Staré ekologické zátěže. 1. vydání, Německý ústav urbanistiky (Deutsches Institut für Urbanistik), Berlín

Soga K., Page J.W.E., Illangasekare T.H., 2004: A review of NAPL source zone remediation efficiency and the mass flux approach, *Journal of hazardous materials*, 110., P. 13-27

Špiřík F., 1994: Devastace půd těžbou nerostů a principy jejich rekultivací. In: Lhotský J. (ed.): *Kultivace a rekultivace půd*. Výzkumný ústav meliorací a ochrany půdy Praha, Praha

Štýs S., Kostruch J., Neubergr Š., Pařízek J., Patejdl C., Smolík D., Špiřík F., Thiele V., Toběrná V., Vesecký J., 1981: *Rekultivace území postižených těžbou nerostných surovin*. SNTL, Praha,

Štýs S., Helešicová L., 1992: *Proměny měsíční krajiny*. Bílý slon, Praha

Vaníček I., 2002: *Sanace skládek, starých ekologických zátěží*. 1. vyd., Vydavatelství ČVUT, Praha

12.2 Legislativní materiály

zákon č. 92/1991 Sb., o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby, v platném znění

zákon č. 254/2001 Sb., o vodách, v platném znění

zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění

zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavební zákon, v platném znění

zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů

zákon č. 167/2008 Sb., o předcházení ekologické újmě a o její nápravě, v platném znění

12.3 Internetové zdroje

Dashöfer, V. 2012: *Staré ekologické zátěže* (online) [cit. 17. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www.enviweb.cz/91587>

Ekosystém, 2005 – 2012: *Metody sanací* (online)) [cit. 20. 3. 2019]. Dostupné z: <https://www.ekosystem.cz/sanacni-prace/dokumentace>

Gremlica T., Cílek V., Vrabc V., Farkač J., Frouz J., Godány J., Lepšová A., Příkryl I., Rambousek P., Sádla J., Starý J., Straka J., Volf O., Zavadil V. 2011: *VaV SP/2d1/141/07 Rekultivace a management nepřírodních biotopů v České republice: Závěrečná zpráva za celé období řešení projektu 2007-2011* (online) [cit. 17. 3. 2019]. Dostupné z [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rekultivace_neprirodnich_biotopu/\\$FILE/OOOPK-Zaverecna_zprava_2007-20150119.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/rekultivace_neprirodnich_biotopu/$FILE/OOOPK-Zaverecna_zprava_2007-20150119.pdf)

Komrska L. 2017: Územní plán města Litvínova – právní stav po změně č.12 (online) [cit. 16. 4. 2019]. Dostupné z https://www.mulitvinov.cz/assets/File.ashx?id_org=8604&id_dokumenty=459362

MŽP ČR, ©2008 - 2015: Staré ekologické zátěže, resp. kontaminovaná místa (online) [cit. 2019, 03. 02.]. dostupné z https://www.mzp.cz/cz/stare_ekologicke_zateze

Vlčková, V. Koblížková E., 2018: Staré ekologické zátěže v ČR (online) [cit. 10. 3. 2019]. Dostupné z: <http://www1.cenia.cz/>

12.4 Ostatní zdroje

AVE CZ, odpadové hospodářství s.r.o., 2001: Projekt doprůzkumu – těžba a zpracování obsahu lagun, 28 s., „nepublikováno“.

Balušková Z., 2015: Analýza možnosti sanace staré ekologické zátěže. Mendelova univerzita v Brně. Agronomická fakulta. 117 s. (diplomová práce). „nepublikováno“.

Chrt J., Jerie R. 2001: Likvidace skládek tekutých odpadů Růžodol – Projekt zkušebního provozu, 37 s., „nepublikováno“.

Chrt J., Jerie R. 2004: Zpráva o průběhu sanace za rok 2003, 34 s., „nepublikováno“

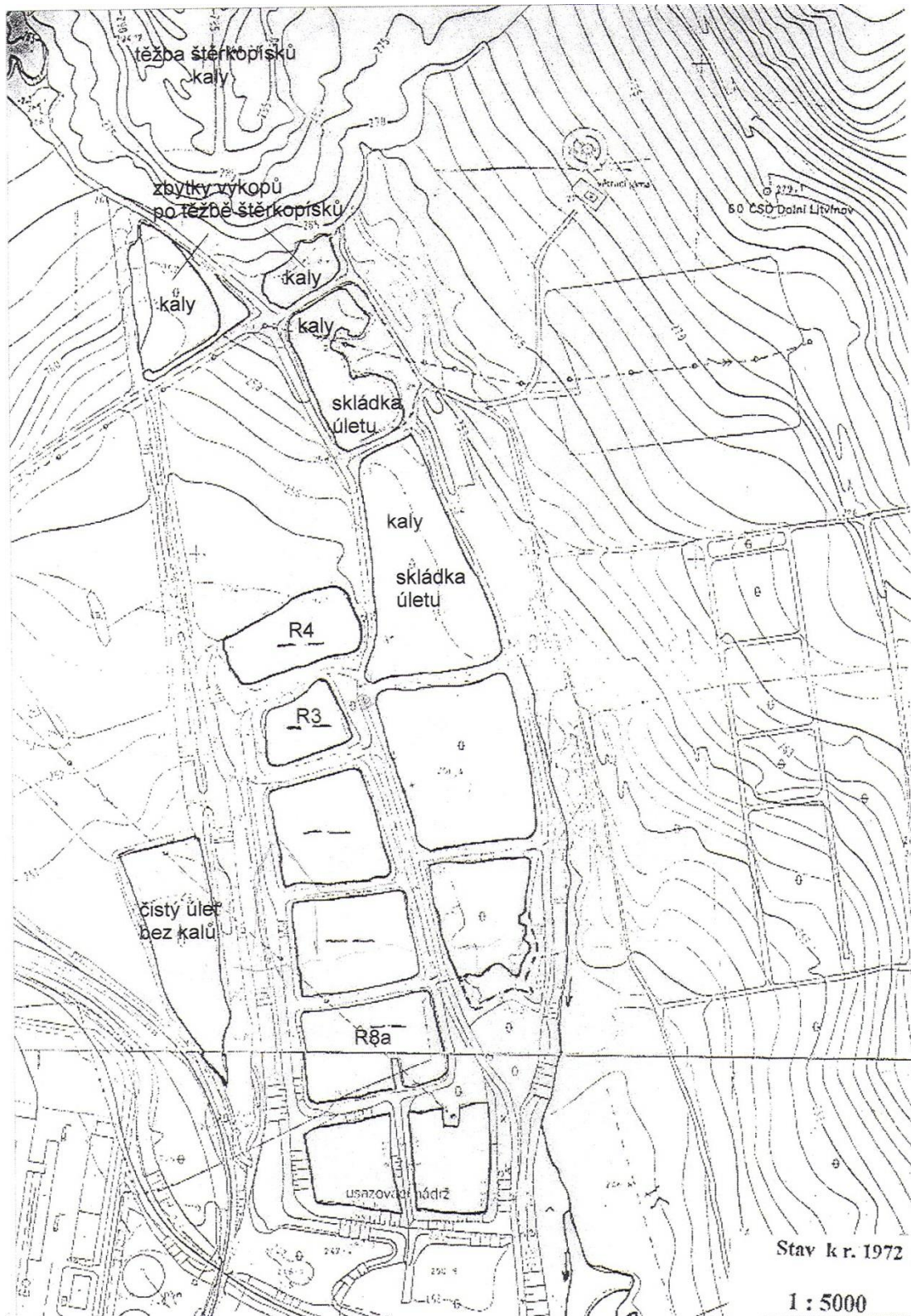
Chrt J., Žežulka M. 2003: Podrobná technická specifikace dokončení sanačních prací na laguně R 8a, 5 s., „nepublikováno“

Chrt J., Jerie R., Žežulka M. 2003: Projekt sanačních prací, 32 s., „nepublikováno“.

Němeček J. 2000: Chemopetrol a.s. – Odstranění starých ekologických zátěží, Monitoring podzemních vod – jaro 2000, 41.s, „nepublikováno“

13 Přílohy

Obrázek č. 1: Mapový výstup z roku 1972 zobrazující situaci lagun



zdroj: Katastr nemovitostí

Obrázek č. 2: Laguna R 8a před sanací



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 3: Stav laguny R 8a po dokončení prací



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 4: Původní stav laguny R 3



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 5: Těžba ropných a dehtovitých materiálů z laguny R 3



Aquatest a.s.

zdroj:

Obrázek č. 6: Laguna R 3 po odčerpání vody



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 7: Laguna R 3 po ukončení prací



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 8: Původní stav laguny R 4



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 9: Těžba dehtovitých materiálů z laguny R 4



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 10: Pohled na lagunu R 4 z Růžodolské výsypky



zdroj: Aquatest a.s.

Obrázek č. 11: Aktuální stav v místě bývalé laguny R3



zdroj: autor

Obrázek č. 12: Aktuální stav v místě bývalé laguny R4



zdroj: autor

Obrázek č. 13: Aktuální stav v místě bývalé laguny R8a



zdroj: autor

Obrázek č. 14: mapa území Růžodol



zdroj: www.mapy.cz

Obrázek č. 15: mapa s vyznačeným městem Litvínov



zdroj: www.mapy.cz