ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

FAKUTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ

KATEDRA EKOLOGIE KRAJINY

Stará ekologická zátěž a její rizika pro okolní životní prostředí v sousedství města Chomutova

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Bakalant: Pavel Andrle

PRAHA 2011

Česká zemědělská univerzita v Praze | Fakulta životního prostředí

Katedra ekologie krajiny | Školní rok: 2010/2011

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro: **Pavel A n d r l e**

obor: **DUTSS**

Název tématu**: Stará ekologická zátěž a její rizika pro okolní životní prostředí v sousedství města Chomutov.**

Název tématu v anglickém jazyce: **Contaminated sites and risk for the surrounding environment in the neighborhood of the city of Chomutov.**

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je

1. Charakteristika konkrétního příkladu staré ekologické zátěže včetně vymezení jejích potenciálních rizik pro jednotlivé složky životního prostředí a veřejné zdraví.
2. Charakteristika zájmového území v širších souvislostech v okolí staré ekologické zátěže.
3. Popis metod ověřovaní rizik starých ekologických zátěží
4. Analýza výsledků vlastního dostupného šetření.
5. Souhrn získaných poznatků.
6. Doporučení možné sanace k eliminaci vzniku potenciálních rizik vůči okolnímu životnímu prostředí.

7. Shrnutí poznatků a závěr

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma „ Stará ekologická zátěž a její rizika pro okolní životní prostředí v sousedství města Chomutova“ vypracoval samostatně pod vedením Mgr. Karla Houdka. V seznamu použité literatury jsem uvedl všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.

V Praze dne 30.4.2011

.....

Podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkoval vedoucímu práce Mgr. Karlu Houdkovi za cenné připomínky ke způsobu zpracování a průběžné konzultace postupu výsledků řešení. Dále bych chtěl poděkovat vedoucímu Technických služeb města Chomutova Ing. Tomášovi Reisigovi za poskytnutí významných informací pro vypracování mé bakalářské práce.

Abstrakt:

Cílem této bakalářské práce bylo charakterizovat předešlý a současný stav staré ekologické zátěže bývalé skládky jihozápadní pole v Chomutově ul. Pražská.
Součástí práce je představení staré ekologické zátěže a její vliv na životní prostředí v okolí přilehlých částí města Chomutov.
Hlavním záměrem je průzkum stavu bývalé skládky a následný monitoring.
Bakalářská práce se zaměřuje na sanaci skládky a následnou úpravu tvaru tělesa skládky.
Výsledkem této práce je, na základě zjištěných informací z literatury, osobní návštěvy Technických služeb města Chomutova a konzultací s příslušnými pracovníky, návštěvy skládky jihozápadního pole v ul. Pražská zhodnocení současného stavu staré ekologické zátěže.

Klíčová slova:

Rekultivace skládky, tuhý komunální odpad, legislativní podmínky, etapy rekultivace, rekultivovaná plocha

Abstract:

The aim of this work was to characterize the previous and the current status of old ecological burdens of the former landfill site southwest of the field in Chomutov Prague Street. The work shows an old environmental burden and its impact on the environment around the adjacent parts of the city of Chomutov.

The main aim is to survey the state of the former landfill and follow-up monitoring. This thesis focuses on the remediation of landfills and follow the shape of the landfill body.

The result of this work is based on the information gathered from the literature, a personal visit to the Technical services of the city of Chomutov and consultation with relevant staff, field visits to the landfill southwest of Prague in the street to assess the current status of old ecological burdens.

Keywords:

Recultivation wash dump, solid communal waste, legislative conditions rise, period recultivation, adapting area.

Obsah

1. Úvod....11
2. Cíl....13
3. Metodika....13
4. Charakteristika bývalé skládky TKO v Chomutově - zahájení provozu skládky....13
4.1 Geografické vymezení území....14
4.2 Stávající a plánované využití území....16
4.3 Základní údaje o kapacitě zařízení....19
5. Základní charakterizace daného území v okolí vybrané SEZ....20
6. Analýza výsledků....20
6.1 Průzkumné práce....20
6.2 Vrtné práce na skládkovém tělese....27
6.3 Odběry a analýzy podzemních vod....27
6.4 Měření povrchové migrace metanu....27
6.5 Chemické složení vod....28
6.6 Hodnocení zdravotních rizik - hodnocení expozice (obecně)....30
6.7 Odhad zdravotních rizik....30
6.8 Hodnocení ekologických rizik....31
6.8 Shrnutí celkového rizika....32
6.8.1 Zdravotní rizika....32
6.8.2 Omezení a nejistoty....32
7. Souhrn získaných poznatků a doporučení....33
7.1 Doporučení nápravných opatření....33
7.2 Její součásti by měly být následující stavební objekty:....34
7.3 Technická rekultivace....34
7.4 Biologická rekultivace....34
7.5 Způsob zabezpečení technické kontroly provozu včetně monitorování vlivů na životní prostředí....35
8. Monitoring....36
8. 1 Zakrytí skládky sleduje tyto základní cíle....38
8.2 Přehled výchozích podkladů....39
8.3 Technické řešení....40
8.4 Terénní úpravy....40

8.5 Těsnící a rekultivační vrstvy 41
8.6 Zakládání a ošetřování travních porostů 42
8. Doporučení 43
9. Závěr 44

Seznam použitých zkratek:

EU	Evropská unie
ES	Evropské společenství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
SEZ	Stará ekologická zátěž
TKO	Tuhý komunální odpad
MěNV	Městský národní výbor
SHR	Severočeský hnědouhelný revír
HDPE	vysoko hustotní polyetylén
SO	stavební objekt
CH	zkratka umístění kontrolního vrtu dle katastrálního území
ČOV	čistírna odpadních vod
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
VÚ	Výzkumný ústav
ČSN	Česká státní norma
OECD	Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj
BRO	Biologicky rozložitelný odpad
PVC	polyvinylchlorid
PCB	polychlorované bifenyly
Sb.	Sbírky (zákonů)

1. Úvod

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou staré ekologické zátěže na bývalé skládky Technických služeb města Chomutov, jihozápadního pole v ul.Pražská Chomutov v souvislosti na její současný stav.
Skládky představují v souladu se zákonem zařízení na odstranění odpadů, kdy jsou odpady trvale ukládány na zabezpečeném území, vylučujícím resp. výrazně omezujícím možnost úniku nežádoucích látek do životního prostředí.
Ukládáním odpadu na skládku vytváříme těleso, které je po ukončení skládkování třeba oddělit a začlenit do krajinného prostředí, ve kterém se nachází. Řada kroků a procesů týkajících se této problematiky vedoucí ke zdárnému cíli se nazývá rekultivace.

Bezprostředně po ukončení provozu skládky musí následovat konečná úprava tvaru jejího tělesa, uzavření a technická i biologická rekultivace povrchu.

Nebezpečí starých skládek spočívá v tom, že nevíme z jakých odpadů vznikly. Případné úniky škodlivin tudíž mohou být zátěží pro okolí ještě v daleké budoucnosti. Jejich závažnost nelze přesně stanovit, ale pouze odhadnout.

Z technického hlediska sanace a rekultivace skládek předpokládá převážně kromě úpravy terénu tělesa skládky, zejména zamezení vsakování srážkových vod do tělesa skládky či případné odvedení skládkového plynu. Na takto upravené ploše se provádí takzvaná biologická rekultivace, která zpravidla zahrnuje zatravnění plochy a osázení nízkými keři atd (Vychodil, A, 1999).

Tomuto však předchází několik etap rekultivace:

1) V první etapě si investor vybere inženýrsko - projekční firmu, která připraví podklady pro realizaci rekultivace. V této etapě se musí zjistit druhy a množství uložených odpadů, vyhodnotit vliv skládky na okolí, popř. se musí vyřešit majetkoprávní vztahy.

Samotné zaměření lokality, její hydrogeologický průzkum a následně zpracovaný projekt je pro investora jednodušší. Důležitým faktorem je však výběr kvalitní

odborné firmy. Tyto firmy musejí ve spolupráci s orgány státní správy rozhodnout, kterou z variant řešení uzavření a rekultivace skládky využijí.

Ideálním řešením je vytěžení, roztřídění, sanace kontaminované zeminy a uložení zbylého materiálu na zabezpečenou řízenou skládku. Část odpadů je využívána jako zdroj druhotných surovin nebo energie a nevyužitelné odpady jsou ukládány na zabezpečenou skládku. Tento způsob je však až na výjimky nereálný.

Optimální je uzavření a rekultivace skládky na místě. Je nutné provést povrchovou izolaci proti srážkové vodě a povrchové vody se odvedou z povrchu skládky. Výsledkem je tzv. nepropustná čočka, která má znemožněno další vymývání skládky povrchovými vodami

Volba způsobu uzavření a rekultivace staré skládky je individuální. Povrchovou izolaci proti srážkové vodě je možno provést minerální těsnicí vrstvou, folií či jiným těsnicím prvkem srovnatelných funkčních vlastností. Je nutné zajistit dostatečné množství vhodné zeminy, tj. sprašových hlín a jílu. Folie či geokompozitní prvky jsou ekonomicky výhodnější zejména tam, kde zemní těsnění není k dispozici v blízkosti skládky. Velkou výhodou tohoto těsnění je rychlý postup prací, který je méně závislý na klimatických podmínkách.

2) Druhou etapou je realizace vlastní rekultivace. Investoři se v této době obracejí s žádostmi o finanční podporu na Ministerstvo životního prostředí, Státní fond životního prostředí, banky či jiné instituce. Výše podpor je různá, a to pro investory znamená použití vlastních nezanedbatelných finančních prostředků.

Tato etapa trvá různě dlouho - je individuální. Uzavírání skládek je dáno legislativními předpisy. Ze zákona č. 185/2001 Sb., Zákon o odpadech, vyplývá, že: „Dobu trvání a podmínky péče o skládku po uzavření jejího provozu, rekultivaci a asanaci stanoví individuálně pro každou skládku příslušný orgán kraje v přenesené působnosti jako součást provozního řádu. Lhůta nesmí být kratší než 30 let.“

Vzhledem k finanční náročnosti však některé rekultivace víceméně jen „konzervují“ stávající stav překrytím, odstraněním prašnosti a zatravněním, kde časem znovu zvítězí původní vegetace.

Nedostatek finančních zdrojů, nedostatek vhodných materiálů a zemin, minimální (nebo žádná) návratnost investice způsobují, že v současnosti se v České republice řeší pouze nejnutnější sanace ekologických škod. Stranou zůstává často budoucí účel rekultivace.

2. Cíl

Hlavním cílem této práce bylo charakterizovat starou ekologickou zátěž včetně vymezení jejích potenciálních rizik pro jednotlivé složky životního prostředí a veřejné zdraví. Konkretizovat danou lokalitu staré ekologické zátěže a její vliv na životní prostředí. Současný stav skládky a její monitoring, vyhodnocení nejaktuálnějších výsledků. Charakteristika zájmového území v širších souvislostech v okolí staré ekologické zátěže. Dalším cílem této práce je zhodnocení zahájení a dosavadního průběhu rekultivace bývalé skládky tuhého komunálního odpadu v Chomutově.

3. Metodika

Ke zpracování této bakalářské práce jsem využil dostupnou odbornou literaturu, zákony, vyhlášky a metodické pokyny k popisované staré ekologické zátěži. Dalším významným zdrojem mi byly internetové stránky MŽP, CEHO, TSmCh, odborných organizací a firem zabývajících se problematikou starých ekologických zátěží. Velmi důležitým zdrojem mi byla návštěva Technických služeb města Chomutova, kde mi konzultant mé práce sdělil veškeré odborné informace týkající se SEZ a poté i návštěvou bývalé skládky tuhých komunálních odpadů.

4. Charakteristika bývalé skládky TKO v Chomutově - zahájení provozu skládky

V bývalém Československu bylo v minulosti nakládáno s odpady většinou nejnepříznivějším možným způsobem ve vztahu k životnímu prostředí, a to

ukládáním na nezajištěné skládky. Značnou část těchto případů nelze považovat za zneškodňování odpadů uložením na skládku, ale pouze za zbavení se odpadů. Důsledkem tohoto stavu je více než 8500 skládek evidovaných na území České republiky v roce 1991. K tomuto množství je však nutno ještě připočítat značných počet „černých skládek“ malého rozsahu (Keřka, J, 1997).

Rozhodování o umístění obecních a městských skládek bývalo až do devadesátých let v rukou různých funkcionářů a jejich intuice. Odborníci pouze dodávali podklady a posudky, které nebyly příliš respektovány. Proto se objevilo v naší republice stovky divokých nebo jen hrubě zabezpečených skládek. Určit zodpovědnost za starší, již neprovozované skládky je v praxi velmi složité. V důsledku celospolečenských změn (privatizace, restituce, zániky firem atd.) zůstává zodpovědnost z 99% na obcích a městech.Jenže zdůvodnění investice do starých hříchů občanům je velmi obtížné a často se setkává s nevolí. Daleko efektivněji lze prezentovat výstavbu nových ekologických zařízení. Pro zabezpečení zdraví obyvatel a ochranu životního prostředí je však nutné obojí (Klatovský, J., 1997).

4.1 Geografické vymezení území

Skládka odpadů Chomutov – jihozápadní pole se nachází na JV okraji Chomutova po levé straně silnice na Prahu. Skládka se nachází v převážně industriální zóně města. Souvislá zástavba RD se nachází v bezprostřední blízkosti (cca 70 m) severovýchodně od skládky. Další sídelní celky jsou již však vzdáleny cca 700 m. Z hlediska plochy areálu skládky se jedná o rozlohu cca 560 x 600 m. Těleso vlastní skládky se nachází asi 80 m východně od silnice a dosahuje převýšení okolo 10 m. Nejbližší vodní plochy se nachází ve vzdálenosti od 100 až 200m.

Pro charakteristiku území, na kterém se nachází bývalá skládka tuhého komunálního odpadu (dále jen TKO), je důležitá poloha - nachází se v jedné z největších podkrušnohorských pánví, t.j. v Severočeské pánvi. Zásadní význam má především mostecké souvrství a kvartérní pokryv. V této části pánve se nalézá jediná uhelná sloj o celkové mocnosti cca 30 m a je uložena v hloubce okolo 100 m. V šedesátých letech se sloj stala předmětem intenzivní hlubinné těžby dolu Jan Žižka. Mimo respektované ochranné pilíře okolních obcí, státní silnice Praha - Chomutov a v

Územním plánu Chomutova uvažované odbočky došlo k vytěžení podzemních prostorů. Důlní činnost v zájmovém prostoru byla ukončena v roce 1976 a projevovala se poklesy terénu vyvolanými závaly opuštěných děl a to až o 8m. Takto vyvolané deprese s poklesem terénu pod hladinu podzemní vody byly následně zaplavovány a na povrchu se vytvořil systém vodních ploch.

V roce 1972 bylo rozhodnuto po dohodě mezi MěNV Chomutov a dolem J. Žižka o zaplnění závalových depresí Jihozápadního pole tuhými komunálními odpady. Od této doby zde byl ukládán tuhý komunální odpad a inertní materiály (stavební sutě, výkopová zemina apod.).

Zájmová oblast se nachází na poddolovaném území, a proto byl v roce 1989 zpracován znalcem z oboru těžby uhlí ing. Kubalíkem báňský posudek, který měl posoudit vlivy dolové činnosti na uvažovanou stavbu skládky.

Oblast Jihozápadního pole, ve které byla důlní činnost započata v roce 1963 a ukončena v roce 1976, byla v té době již mimo nebezpečí propadů. Vyplnění vytěžených prostor se dělo závalem nadložních vrstev. Účinky deformací vyvolané závalem nadloží doznívají do tří let, a proto primární účinky dolování nepřicházely v úvahu. Území je po dvaceti letech po ukončení důlní činnosti již stabilizováno.

Doba uklidnění pohybu terénu v závalových polích je v SHR vysledována pro dobývání komorováním na zával a udává se dle místních geologických charakteristik dobou 5 až 10 roků. Při stěnování dochází k plynulejšímu průběhu závalového procesu a tím i příznivějšímu průběhu poklesu nadloží.

V oblasti Jihozápadního pole byla důlní činnost ukončena v roce 1976. Proto lze předpokládat, že při vyplnění propadliny skládkovým tělesem, při jehož hutnění byl používán těžký kompaktor, je území dostatečně stabilizované.

Skládka Jihozápadní pole se nachází po pravé straně silnice I. třídy Praha - Chomutov ve směru na Chomutov. Poloha skládky se nachází mezi silnicí a korytem říčky Chomutovky. Ukládání odpadů v tomto prostoru probíhá od roku 1972 a bylo zde uloženo zhruba 2 miliony m^3 odpadů. Plocha skládky je okolo 20 ha.

Oblast okolo Chomutova leží v dešťovém stínu, průměrné množství srážek z nejbližší hydrogeologické stanice činí 497 mm (TsmCh, 2004).

Obr. č.1 Pohled na bývalou skládku

4.2 Stávající a plánované využití území

Skládka tuhého komunálního odpadu pro město Chomutov byla provozována TS města Chomutova podle přechodných podmínek nanými zákonem 238/1991 Sb. až do I. poloviny roku 1996. Svým charakterem patří mezi staré ekologické zátěže a proto byla v minulosti uzavřena a celý prostor je využíván k účelům střediska odpadového hospodářství města. Vzhledem k tomu, že se jedná o poměrně rozsáhlý areál vybavený provozní budovou a vahou, MěÚ města Chomutova rozhodl v tomto prostoru vybudovat moderní areál odpadového hospodářství. Proto byla, již před uzavření skládky, firmou Hydroprojekt a.s. zpracována projektová dokumentace vlastní sanace a rekultivace celého prostoru. Ta vycházela z požadavků města Chomutov na další využití území. Vzhledem k rozloze skládky (cca 20 ha) byl finanční rozpočet na rekultivaci území poměrně značný a proto se na financování jednotlivých etap rekultivace využívaly různé dotační možnosti, zejména ze strany SFŽP ČR.

Sanace skládky o rozloze cca 20 ha a budování objektů odpadového hospodářství bylo rozděleno do čtyř základních etap, které umožňují provozovateli provádět stavbu podle jeho provozních a finančních možností. Postupné uzavírání plochy bývalé skládky je prováděno podle schváleného projektu zpracovaného v roce 1996 a

upřesněného v září 2001. V současné době je provedena kompletní rekultivace v rámci I. etapy schváleného projektu.

Povrch bývalé skládky je upravován tak, aby povrch hutněného násypu po sednutí činil nejméně 3% a tím byl zajištěn plynulý odtok srážkových vod. Velikost konečného sedání lze pouze odhadovat.

Pro tvarování tělesa hřbetu sanované skládky jsou využívány materiály, které jsou zařazeny dle Katalogu odpadů do kategorie ostatní odpad a jejichž vodný výluh nepřekračuje limitní hodnoty výluhové třídy číslo IIb podle přílohy č. 2 a tabulky 4.1. přílohy č. 4 vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb. podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Materiály ukládané do upravovaného tělesa sanované skládky jsou při přejímaní evidovány. V provozním deníku je vedena dokumentace o dovezených a uložených materiálech podle přílohy č. 1 vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb. podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Pro tvarování tělesa hřbetu sanované skládky do tvaru podle projektu jsou využívány inertní materiály. V rámci realizace sanace skládky jsou materiály zatříděné do kategorie ostatní (označené dle katalogu odpadů) stavebním materiálem.

Pro navážení materiálu na plochu určenou k rekultivaci jsou postupně podle potřeby provozovatele budovány zpevněné provozní komunikace a plochy, umožňující pojezd a otáčení dopravních prostředků. Zpevněné plochy budou provedeny z hutněné vrstvy výše uvedených pevných materiálů. Jako podkladní vrstvy, případně pro zakalení povrchu komunikací je využíván odpad vznikající při recyklaci stavebního odpadu.

Pro rekultivační vrstvy je k dispozici deponie zeminy a zemník štěrkopísčitého materiálu. Do rekultivačních vrstev sanované skládky budou také ukládány zbytky kompostu po prosevu, které s ohledem na homogenitu a jakost nesplňují požadované podmínky pro jejich distribuci. Ukládaný kompost splňuje podmínky §13 odst. 2 vyhlášky 294/2005 Sb.

Po obvodu byla provedena obvodová zemní hrázka, na jejíž koruně vede provozní komunikace.

Střední část bývalé skládky (II. a III. etapa) se upravuje do navrhovaného tvaru hutněným násypem z inertních materiálů směrem od jižní strany.

Na upravené ploše bude provedeno minerální těsnění tl. 60 cm s koeficientem propusnosti $k < 1.10^{-9}$ m/s a bude napojeno do vnitřního odvodňovacího příkopu, který bude odvádět srážkové vody z hřbetu sanované skládky v konečném tvaru.

Provozní komunikace podél obvodu bývalé skládky podmiňuje provoz skladu stavebních sutí a kompostárny. Asfaltobetonová komunikace je vedena po výjezdu na zemní hrázku, podél odvodňovacího příkopu a dále po koruně obvodové zemní hrázky.

Zbývající povrch koruny obvodové zemní hrázky je v délce 430 m opevněn štěrkovou vozovkou šířky 3,5 m.

Nad zemní hrázkou u provozního areálu je provedena zpevněná plocha umožňující rozšíření skladovacích ploch objektů odpadového hospodářství města Chomutova. Plocha v šířce cca 50 m a délce 530 m je vyspádována směrem k vnitřnímu odvodňovacímu příkopu. Povrch bývalé skládky bude uzavřen těsnící vrstvou minerálního těsnění tl. 60 cm a překryt geotextilií. Na tyto vrstvy jsou uloženy vrstvy štěrku, které budou případně opatřeny asfaltovým krytem.

Na štěrkopískové zpevněné ploše je u překladiště odpadů vymezena plocha pro skladování pneumatik.

V prostoru, kde je vybudováno překladiště domovního odpadu, je v délce cca 60 m provedeno opevnění asfaltobetonovou vozovkou.

Veškeré dešťové vody ze střední části bývalé skládky, která bude upravena do převýšeného tvaru, jsou svedeny obvodovými záchytnými příkopy do stávajícího vnějšího odvodňovacího příkopu a dále do vodní plochy severně od bývalé skládky.

Nové příkopy jsou navrženy v lichoběžníkovém tvaru s šířkou dna 60 cm a sklony svahu 1:2. Dno příkopů je chráněno betonovými příkopovými tvárnicemi uloženými do štěrkopísku tl. 10 cm. Hloubka příkopu bude od 30 cm do 70 cm. V místech spádových lomů a po úsecích cca 50 m jsoou provedeny stabilizační

betonové prahy šířky 30 cm hluboké 60 cm. Svahy příkopu jsou ohumusovány a osety. Pod provozní komunikací je voda převedena betonovým propustkem DN 800 v km 0,500 , stávajícím brodem v km 1,215 a novým brodem v km 1,095.

V rámci provádění rekultivačních prací byla v severní a východní části skládka oplocena. Na vjezdu z polní cesty u vodní plochy byly vybudovány ocelová vrata šířky 4,5 m.

2. až 4. etapa

V rámci prací probíhajících v 2,3 a 4. etapě se bude pokračovat v ukládání inertního materiálu do navrhovaného tvaru směrem od jihu k severu a postupnému provádění těsnících a rekultivačních vrstev obdobně jako v 1. etapě. Následně bude po etapách prováděno osetí povrchu travním semenem a budou zde vysazeny sazenice keřů. V průběhu realizace sanace bývalé skládky bude dořešeno jímání a zneškodnění skládkových plynů. Plocha skládky bude překryta vrstvou jílového zemního těsnění tl.60 cm. Pro separaci zemního těsnění a dalších vrstev je pro svoje vlastnosti – vysoký počáteční odul, vysokou absorpci energie a hlavně snadnou manipulaci, použita geotextílie Typar SF 27.

4.3 Základní údaje o kapacitě zařízení

Při provádění sanace skládky bude pro tvarování povrchu podle projektu a k následnému překrytí povrchu těsnícími a rekultivačními vrstvami použito velké množství materiálu.

Podél východního a západního obvodu je plocha bývalé skládky využívána městem jako areál odpadového hospodářství a těsněná plocha je překryta krycími vrstvami podle způsobu následného využití. Východní část je určena pro sklad stavebních sutí a stavebního odpadu pro recyklaci a kompostárnu. V západní části je realizováno překladiště odpadů, překladiště uličních smetků a zpevněná plocha pro skládkování kusového odpadu, například pneumatik.

Pro daný popis historického stavu byly využity materiály zadavatele AR a autorský text p. Petra Kerharta (Magistrát města Chomutov, 2005).

5. Základní charakterizace daného území v okolí vybrané SEZ

Jak vyplývá z celkového pohledu, obr.č.2, skládka se nachází v převážně industriální oblasti města. V bezprostředním sousedství skládky se nachází souvislá zástavba ***(obrázek)***

- rodinné domy cca 65m SV od skládky podél ulice Pražská
- rozsáhlá zahrádkářská kolonie sousedící se severní hranou skládky (cca 60 zahrádek).
- řada rodinných domů sousedících na JV těsně s oplocením skládky.

Mimo to se ve větší vzdálenosti cca 350 a 700 m nacházejí další rozsáhlé sídelní jednotky
(Chomutov, Údlice, Droužkovice), čítající populaci v řadu stovek lidí.

Obr. č. 2 umístění bývalé skládky

6. Analýza výsledků

6.1 Průzkumné práce

Základní výsledky dřívějších průzkumných a sanačních prací na lokalitě

Zájmové území staré skládky bylo v průběhu 90.let minulého století předmětem několika výzkumných akcí. Cílem těchto prací byl zejména popis podloží a prostorového uspořádání skládky, zhodnocení produkce skládkového plynu a hydrogeologického posouzení lokality. Zpracovateli byli dostupné zprávy z následujících průzkumů:

- Chomutov – skládka „Jihozápadního pole“, orientační atmogeochemický průzkum (Gekon – GF, s.r.o., listopad 1998)
- Chomutov – skládka „Jihozápadního pole“, geofyzikální průzkum skládkového tělesa (Gekon – GF, s.ro., listopad 1998)
- Průzkum výskytu plynu na skládce odpadu Chomutov (ÚVP Brno, s.r.o., květen 1996)
- Průzkum výskytu plynu na skládce TKO jihozápadního pole Chomutov – III. polní test (ÚVP Brno, s.r.o., duben 2003)
- Městká skládka TKO Chomutov, monitorování vývoje skládkového plynu – IV. polní test (ÚVP Brno, s.r.o. říjen 2004)
- Mimo to byla vypracována retrospektivní rešerše dokumentovaných vrtů a zpráv z archivu Geofondu Praha (Artenzis s.r.o. 2004).

Úkolem geofyzikálního průzkumu, provedeného pomocí metody vertikálního elektrického sondování , bylo zjištění mocnosti uložených odpadů, úrovně zvodnění a průběhu základové spáry skládky. Průzkum odhalil pohřbený třetihorní reliéf s odlišnou morfologií od stávajícího povrchu. V podloží byli zjištěny dvě elevace SSV-JJZ směru, dělící propadlinu na tři části. V jižní části skládkového tělesa je předpokládaná tektonická linie SV-JZ směru, projevující se zaklesnutím vrstvy terciérních jílů. Mocnost odpadů se v době měření (1998) pohybovala v rozmezí 2 – 10 m, v jednom případě dokonce 15 m. Největší mocnosti byly zaznamenány v místě depresí, tedy v centrální a jižní části skládkového tělesa. Zároveň bylo zjištěno, že zhruba ¼ odpadů nespočívá přímo na nepropustném povrchu terciérních jílů, ale na štěrkopískových výplních kvartérního pokryvu.

S ohledem na charakter lokality byl pro další provoz zásadní hydrogeologický průzkum skládky, provedený v polovině 80. Let minulého století .

Vrtným průzkumem byla stanovena orientační mocnost uložených odpadů, úroveň hladiny podzemních vod a jejich chemické složení. Z měření hladin byl proveden výpočtem hydraulický spád podzemních vod s generálním směrem proudění SZ-JV. Na základě tohoto modelu byl navržen systém monitoringu podzemních vod s jedním vrtem nad přítokem vody do skládky (CH431) a jedním vrtem v prostoru pod skládkou (CH370).

Chemismus podzemních vod je v okolí skládky sledován v nepřetržité řadě od roku 1998. Hlavními znečisťujícími látkami jsou chloridy, sírany, amonné ionty a biologicky rozložitelné organické látky, tedy látky typické pro výluhové vody z komunálního odpadu. V obou vrtech byly pozorovány zvýšené koncentrace NA+, K+,CA2+, Mg2+, což je charakteristický projev znečištěných skládek. Skládkové vody jsou bohaté na rozpuštěné soli – zatímco Cl- ionty jsou vysoce mobilní a jejich koncentrace jsou ovlivňovány pouze advekcí a disperzí, u Na+ iontů dochází k adsorpci na všechny vhodné povrchy, čímž jsou ostatní ionty vytlačovány a uvolňovány do podzemních vody. V kontaminačním mraku se to projevuje zvýšenou tvrdostí vody (Artenzis s.r.o. 2004).

Koncentrace kovů jsou v podzemních vodách malé, hodnoty se často pohybují v blízkosti meze detekce. Výjimkou je obsah Cr6+, u něhož v počáteční fázi monitorování došlo v několika případech k překročení limitu „C“ dle metodického pokynu MŽP č. 3/96. Z výsledků ovšem není patrné, zda byla zdrojem znečištění skládka nebo některý z průmyslových objektů v okolí (zvýšené koncentrace byly zaznamenány v obou vrtech). Vyloučit nelze ani chybný přepis z archivní dokumentace, když u koncentrací dochází ke změnám o tři řády (možná záměna mg/1 a g/1).

Obsah zdraví závadných organických látek je minimální, koncentrace kyanidů, chlorovaných uhlovodíků, PAH a PCB splňují limity „B“ dle metodického pokynu MŽP č. 3/96 (pokud byly stanoveny). Na zaznamenaném organickém znečištění se tak podílí zejména produkty biologického rozkladu organické hmoty, jako jsou například ketony, karboxylové či huminové kyseliny.

Vývoj koncentrací vybraných ukazatelů kvality vody je patrný z obrázku č. 4. V obou případech je patrný pozvolný pokles koncentrací znečišťujících látek a nárůst pH. U nezabezpečeného skládkového tělesa dochází k postupnému vyplavování a odnášení rozpustitelných látek, díky čemuž se jejich množství ve skládce snižuje a ve vodách pak dochází k poklesu koncentrací. To platí zejména o nejnižších vrstvách odpadu, které jsou přímo promývány proudící podzemní vodou. U vyšších partií skládky, jež jsou vychovávány pouze prosakující srážkovou vodou, trvá tento proces mnohem déle a ještě po dlouhou dobu bude zdrojem znečištění. Relativní pokles koncentrací u amonných iontů je mnohem nižší než u chloridů a síranů, což svědčí o pomalejší degradaci BRO a redukčním prostředí ve skládce.

Na lokalitě bylo provedeno několik kol atmogeochemického průzkumu skládky, zaměřeného zejména na vytipování míst s vysokou produkcí nebo akumulací skládkového plynu. Výsledky průzkumu byly následně použity k návrhu odplyňovacího systému, původně sestávajícího ze systému odvětrávacích štěrkových věží pažených vyřazenými pneumatikami. Tento systém se projevil jako neúčinný v další fázi vývoje je proto navržena výstavba odplyňovacích vrtů s odvodení plynu do biofiltru.

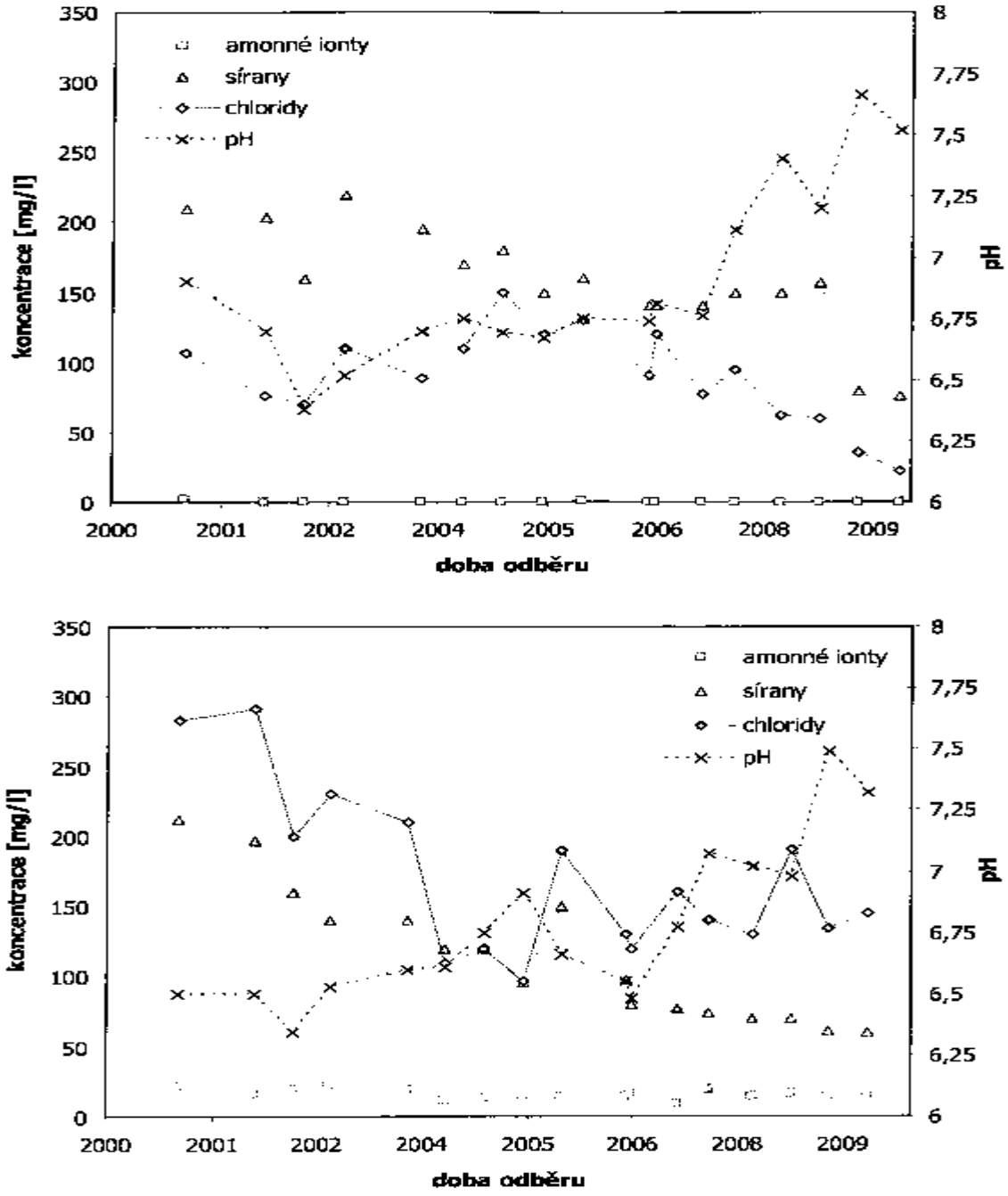
Dosavadní monitoring plynu odhalil tři centra produkce metanu. Prvním místem je severozápadní část skládky (na mapě označena jako „PZ-A“), kde se koncentrace metanu pohybovaly i nad hranicí 90%. V pozdějším období zde nebyl průzkum prováděn z důvodu návozu velkého množství inertního odpadu. K zóně jsou přiřazovány i menší izolované plochy v okolí technického zázemí (vjezdový areál plocha pro kontejnery), jež vykazovaly zvýšené hodnoty metanu po celou dobu sledování. Zdrojovým materiálem pro produkci skládkového plynu jsou zde patrně heterogenní materiál může být relativně propustnější vůči svému okolí a fungovat tak zároveň jako kolektor.

Druhou oblastí se zvýšenými koncentracemi metanu („PZ-C“) je prohlubeň mezi dvěma elevacemi terciérního podloží v centrální části skládky. V průběhu čase se ohnisko maximálních koncentrací přesunuje k JZ, tedy štěrkové ploše při západním okraji skládky. Pravděpodobně se ale nejedná o přesun vlastní zóny melanogeneze, nýbrž o zdánlivý pokles podpovrchových koncentrací metanu, způsobený překrytím plynonosné vrstvy zeminou v mocnosti několika metrů. Migrace skládkového plynu

je tak ve vertikálním směru silně omezena, což se projevuje horizontálním prouděním k okrajům skládky.

Třetí významnou oblastí tvorby skládkového plynu („PZ-C“) byla výrazná akumulace BRO v jihovýchodním rohu skládky. Obsah metanu zde ve druhé polovině 90. let překračoval hodnotu 75% obj., po zrekultivování I. etapy ale došlo k výraznému utlumení metanogenních procesů. Jedním z předpokladů intenzivní činnosti metanogenních organismů je dostatečná vlhkost. U rekultivovaných skládek, vybavených izolační bariérou, dochází k vysušování odpadu a tím i zpomalení rozkladných procesů, což je pozorováno i v tomto případě.

V rámci atmogeochemického průzkumu v roce 1998 byly sledovány i koncentrace těkavých organických látek. Na skládce bylo uloženo větší množství zemin ze sanace ropné havárie. Přestože tyto zeminy prošly dekontaminací, existovaly zde obavy o účinnosti použité technologie. Zvýšené koncentrace těkavých organických látek byly zaznamenány v severní a centrální části skládky, zasažena byla cca 1/3 celkové plochy (Artenzis s.r.o. 2006).



Obr. č. 3 Vývoj znečištění v monitorovacích vrtech v průběhu let 2000 – 2010

Na lokalitě bylo provedeno několik kol atmogeochemického průzkumu skládky, zaměřeného zejména na vytipování míst s vysokou produkcí nebo akumulací skládkového plynu. Výsledky průzkumu byly následně použity k návrhu odplyňovacího systému, původně sestávajícího ze systému odvětrávacích štěrkových věží pažených vyřazenými pneumatikami. Tento systém se projevil jako neúčinný,

v další fázi vývoje je proto navržena výstavba odplyňovacích vrtů s odvodem plynu do biofiltru.

Dosavadní monitoring plynu odhalil tři centra produkce metanu. Prvním místem je severozápadní část skládky, kde se koncentrace metanu pohybovaly i nad hranicí 90 %. V pozdějším období zde nebyl průzkum prováděn z důvodu návozu velikého množství inertního odpadu. K zóně jsou přiřazovány i menší izolované plochy v okolí technického zázemí (vjezdový areál, plocha pro kontejnery), jež vykazovaly zvýšené hodnoty metanu po celou dobu sledování. Zdrojovým materiálem pro produkci skládkového plynu jsou zde patrně odpady s vyšším podílem BRO, uložené v místě jedné z depresí. Zdejší heterogenní materiál může být relativně propustnější vůči svému okolí a fungovat tak zároveň jako kolektor.

Druhou oblastí se zvýšenými koncentracemi metanu („PZ-B“) je prohlubeň mezi dvěma elevacemi terciérního podloží v centrální části skládky. V průběhu času se ohnisko maximálních koncentrací přesunuje k JZ, tedy štěrkové ploše při západním okraji skládky. Pravděpodobně se, ale nejedná o přesun vlastní zóny melanogeneze, nýbrž o zdánlivý pokles podpovrchových koncentrací metanu, způsobený překrytím plynonosné vrstvy zeminou v mocnosti několika metrů. Migrace skládkového plynu je tak ve vertikálním směru silně omezena, což se projevuje horizontálním prouděním k okrajům skládky.

Třetí významnou oblastí tvorby skládkového plynu („PZ-C“) byla výrazná akumulace BRO v jihozápadním rohu skládky. Obsah metanu zde ve druhé polovině 90.let překračoval hodnotu 75% obj., po zrekultivování I.etapy, ale došlo k výraznému utlumení metanogenních procesů. Jedním z předpokladů intenzivní činnosti metanogenních organismů je dostatečná vlhkost. U rekultivovaných skládek, vybavených izolační bariérou, dochází k vysušování odpadu a tím i zpomalení rozkladných procesů, což je pozorováno i v tomto případě.

V rámci atmogeochemického průzkumu v roce 1998 byly vysledovány i koncentrace těkavých látek. Na skládce bylo uloženo větší množství zemin ze sanace ropné havárie. Přestože tyto zeminy prošly dekontaminací, existovaly zde obavy o účinnosti použité technologie. Zvýšené koncentrace těkavých organických látek byly zaznamenány v severní a centrální části skládky, zasažena byla cca 1/3 celkové plochy.

6.2 Vrtné práce na skládkovém tělese

Na tělese skládky byly odvrtány dva hydrogeologické průzkumné vrty a 7 plynových sond do hloubky 3 m. Všechny vrty byly odvrtány v průměru 150 mm rotační vrtnou soupravou HVS 482 na pásovém podvozku. Hydrogeologiscké vrty byly vypaženy 125 mm perforovanou pažnicí se štěrkovým obsypem, při povrchu zatěsněné bentonitovou ucpávkou v délce cca 1 m. Plynové sondy byly paženy perforovanými ocelovými trubkami 2“, obsypány štěrkem a při povrchu taktéž utěsněny bentonitem. Vrtné práce byly provedeny dodavatelskou firmou Stavební geologie – Geosan, s.r.o.

6.3 Odběry a analýzy podzemních vod

Odběry vzorků podzemních vod byly provedeny statickým způsobem pomocí ocelového vzorkovače s horním plněním. Při odběru byla změřena úroveň hladiny, výška záhlaví nad terénem, teplota vody, pH a vodivost (měřeno přenosnou soupravou HANNA H19813). Vzorky byly uschovány ve vzorkovnicích dodaných laboratoří. Chemická stabilizace nebyla prováděna, vzorky byly uschovány v chladu a temnu. Přímo na místě měřeno pH, vodivost a teplota vody, naměřené hodnoty jsou obsaženy v tabulce č.2. Všechny odběry byly provedeny podle standardních operačních postupů odběratele. O průběhu vzorkování byl vyhotoven „Protokol o odběru vzorků vod“. Odebrané vzorky vod byly předány ke zpracování akreditované laboratoří VZ lab s.r.o. Praha.

6.4 Měření povrchové migrace metanu

Metoda měřené je založena na měření koncentrace metanu nad povrchem skládky, která je výsledkem difusního přítoku metanu do speciálního vzorkovacího adaptéru ve stanoveném intervalu měření. Princip vzorkovacího adaptéru je založen na ploché válcové jímací komoře, propojené s předkomorou obvodovými štěrbinami a prostřednictvím této předkomory volně propojené do atmosféry otvorem ve středu předkomory. Toto uspořádání zajišťuje minimalizaci tlakové ztráty při odběru vzorků nasávání ze vzorkovací komory a tedy minimalizaci přisávání půdního vzduchu ze

vzorkovacího adaptéru do analyzátoru. Po vnějším obvodu vzorkovací komory je pevném mezikruží připevněno pružné pěnové těsnění, které zajišťuje utěsnění menších nerovnosti terénu kolem vzorkovací komory.

Vzorek vzduchu s metanem je nasáván ze vzorkovací komory do přenosného analyzátoru požadovaných parametrů, např. ECOPROBE 5, v němž je prováděno měření metanu pomocí infračerveného analyzátoru. Měření koncentrace metanu je na závěr každého odběru převedeno na průměrnou koncentraci metanu ve vzorku.

6.5 Chemické složení vod

Kvalita podzemních vod v okolí skladky je charakterizována výsledky chemického rozboru odebraných vzorků. Výsledky vlastních rozborů jsou zahrnuty v **tabulce č.4**.

Veličina	jedn.	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1
		kolonie	kolonie	za cestou	č.p. 52	Droužk.	skládka	skládka	CH431	za cestou	za cestou	kolonie
		studna	studna	studna	studna	studna	vrt	vrt	vrt	studna	studna	studna
sediment	-	mech.	mech.	mech.	žádný	žádný	železitý	železitý	mech.	žádný	žádný	žádný
pach	-	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný	žádný
barva	mgPt/l	7,7	5,6	37,5	7,3	4,2	**578**	**107**	24,3	6,8	8,6	14,3
zákal	ZF	<0,5	<0,5	2,1	<0,5	<0,5	**77,1**	**25,9**	5,4	<0,5	0,6	1,2
reakce vody	pH	8,1	7,8	7,6	7,8	6,9	7,3	6,8	7,1	7,1	6,8	7,0
vodivost	mS/m	**172**	64,0	49,7	**208**	48,1	**651**	**113**	38,3	41,5	94,0	48,0
celk. mineralizace	mg/l	**1055**	468	367	**1223**	372	**4947**	**810**	283	299	667	348
celk. tvrdost	mmol/l	3,76	1,36	1,51	3,56	2,16	**10,2**	3,31	1,34	1,11	3,03	1,55
$KNK_{4,5}$	mmol/l	3,0	2,6	2,2	3,8	2,2	**46,2**	5,5	1,5	1,8	3,0	2,2
$ZNK_{8,3}$	mmol/l	0,6	0,8	0,7	1,5	0,4	**19,0**	2,1	0,5	0,5	1,0	0,7
CO_2 volný	mg/l	26,4	35,2	30,8	66,0	-	-	-	22	22,0	44,0	30,8
amonné ionty	mg/l	<0,03	<0,03	0,31	<0,03	<0,03	<0,03	**3,80**	<0,03	<0,03	<0,03	0,09
HCO_3^-	mg/l	183	159	134	232	134	**2819**	336	91,5	110	183	134
fluoridy	mg/l	0,21	0,28	0,15	0,33	0,18	0,84	0,18	0,28	0,25	0,23	0,29
chloridy	mg/l	**379**	74,8	56,3	**474**	12,6	**868**	**153**	21,2	35,4	122	37,3
dusitany	mg/l	0,03	<0,01	0,13	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,09	<0,01
dusičnany	mg/l	64,3	31,3	28,8	38,7	36,6	1,0	0,1	21,2	16,0	55,3	17,6
sírany	mg/l	104	72,9	55,8	70,8	91,8	21,5	104	71,4	54,6	121	63,1
fosforečnany	mg/l	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
sodík	mg/l	**172**	72,7	30,0	**274**	14,6	**616**	88,4	23,6	35,1	66,9	30,8
draslík	mg/l	16,6	8,6	7,5	8,8	6,1	**324**	13,2	6,7	8,2	10,2	8,9

Veličina	jedn.	1/1	2/1	3/1	4/1	5/1	6/1	7/1	8/1	9/1	10/1	11/1
		kolonie	kolonie	za cestou	č.p. 52	Droužk.	skládka	skládka	CH431	za cestou	za cestou	kolonie
		studna	studna	studna	studna	studna	vrt	vrt	vrt	studna	studna	studna
vápník	mg/l	113	40,3	44,7	97	59,7	126	89,3	38,5	33,8	89,3	48,2
hořčík	mg/l	22,7	8,5	9,5	27,8	16,2	**172**	26,3	9,1	6,5	19,4	8,3
železo	mg/l	0,20	0,06	0,27	0,05	0,05	**12,6**	**16,6**	0,37	-	-	-
mangan	mg/l	0,1	<0,02	0,0	<0,02	<0,02	1,2	8,0	0,02	-	-	-
$CHSK_{Mn}$	mg/l	2,88	2,24	3,52	2,88	1,92	**68**	5,76	1,8	1,92	2,56	3,52
fenoly	mg/l	-	-	-	-	-	<0,03	<0,03	-	-	-	-
TOC	mg/l	3,0	-	-	-	-	**10**	**8,2**	2,2	-	-	-
arsen	µg/l	<2	-	-	<2	<2	0,021	<2	<5	-	<5	-
kadmium	µg/l	<0,2	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	-	-	-
olovo	µg/l	<2	-	-	<2	<2	<2	<2	<2	-	-	-
rtuť	µg/l	-	-	-	-	-	-	-	0,36	-	<0,3	-

Tab. č. 1 Souhrn výsledků laboratorních analýz odebraných vzorků podzemních vod, překročení limitu „C“ dle metodického pokynu č.3/96 MŽP, zvýšené hodnoty jsou černě zvýrazněny.

U všech vzorků byl proveden základní chemický rozbor, u vod z prostoru skládky a nejvíce rizikových studní doplněný o analýzu kovů a vybraných organických látek.

Vzorek 5/1, odebraný ze studny na hřbitově v Droužkovicích, slouží jako referenční vzorek podzemní vody, prokazatelně nezasažené znečištěním ze skládky ani průmyslovou činností. Vodu je možno označit jako středně tvrdou, mineralizovanou vodu. Koncentrace kovů i organických látek je minimální, vyšší obsah dusičnanů je pravděpodobně způsoben zemědělskou činností v okolí.

Ve skládkovém tělese byly odvrtány dva vrty, vedené až do úrovně hladiny podzemních vod. V obou případech byla zastižena voda kontaminovaná provozem skládky. Zejména ve vrtu 6/1 v centrální části skládky byly naměřeny vysoké hodnoty koncentrací hydrogenuhličitanu, , chloridů, sodíku, draslíku, hořčíku a železa, tedy primárních znečišťujících látek (Na, Cl) a mobilizovaných iontů. Nízké hodnoty dusičnanů svědčí o redukčním prostředí při bázi skládky. Ve vrtu 7/1 byly naměřeny zvýšené koncentrace amonných iontů, typických pro skládkové vody. Obsah organického uhlíku je vyšší než je obvyklé u pozemních vod, nejedná se ale o nijak zvlášť vysoké hodnoty. V porovnání s monitorovacím vrtem CH370 pod skládkou i vrtem v severní části skládky (7/1) jsou vody v centrální části skládky (vrt 6/1) mnohem více mineralizovaných, ale obsahují méně amonných iontů a síranů. U vrtu CH370 došlo k poklesu.

Studny v okolí skládky mají proměnlivé složení. Rozsah kontaminačního mraku ze skládky je nejlépe patrný z obsahu chloridů, jež nepodléhají žádným reakcím a jejich koncentrace klesají pouze ředěním, Jako nejvíce zasažená se jeví studna u domu č.p.52, která obsahuje 474 mg/l Cl-. Studna se nachází v ose deprese v podloží skládky, odhalené dřívějším geofyzikálním průzkumem. Další významně zasaženou studnou je objekt v zahrádkářské kolonii ul. Pražská (označen jako 1/1), vykazující koncentrace chloridů ve výši 379 mg/l. U ostatních objektů nedošlo k překročení limitu „C“ dle metodického pokynu č.39/96 MŽP, nicméně ovlivnění skládkou je patrné ve všech sledovaných objektech s výjimkou s nejvýše položených studní 8/1 a 11/1. Z výsledku rozboru vyplývá, že znečištěné skládkové vody se nešíří pouze ve směru proudění podzemních vod, ale díky velkému koncentračnímu gradientu také proti jeho směru do prostoru zahrádkářské kolonie.

6.6 Hodnocení zdravotních rizik - hodnocení expozice (obecně)

Při určování expozičních cest bylo uvažováno:

Určení znečištěného média, kterým je v daném případě podzemní voda a ovzduší, které mohou mít potenciální vliv na zdravotní stav sledované populace.

Určení intensity (koncentrace), délky, případně frekvence expozice při daných podmínkách nezavdává podnět k identifikaci významných rizik.

6.7 Odhad zdravotních rizik

V obytné zástavbě nemá předmětné znečištění žádné přímé dopady na zdraví obyvatel. S ohledem na to, že všechna obydlí jsou zásobována pitnou vodou z obecního vodovodního řádu, není obyvatelstvo na kvalitě podzemní vody přímo závislé. Jímaná voda ze studní je užívána pouze jako užitková a k zálivkám zahrad. Kvalita zemědělských plodin není těmito zálivkami ohrožena. Ovlivněna může být pouze kvalita půd při individuální zálivce. Kontaminované studny nesplňují kritéria pitné vody dle ČSN. Je třeba varovat dotčenou veřejnost před využíváním vodních zdrojů jako pitné vody vzhledem k chemické i hygienické závadnosti.

Znečištění může mít omezený vliv na pracovníky provádějící hloubkové zásahy do tělesa skládky. Delší pobyt v kontaminovaných vodách může způsobit podráždění kůže, případně alergické reakce. Zdravotní rizika plynoucí z emisí skládky hodnotíme jako relativně málo významná z hlediska veřejnosti až významná z hlediska expozice pracovního prostředí. Vyjímkou pak jsou rizika spojená s dalším možným vývojem skládkového tělesa z hlediska možné degradace obalů uvnitř skládky.

6.8 Hodnocení ekologických rizik

Nezabezpečená skládka TKO je vždy dlouhodobou a značnou zátěží životního prostředí. Jejími charakteristikami jsou:

- Dlouhodobost zátěže dosahující minimálně 70 let.
- Proměnlivost uvolňovaných polutantů v závislosti na čase, množství biologicky rozložitelných látek v odpadu, přístupu vzduchu, aktuální matanogenní fázi apod.
- Znečišťování ovzduší pachovými látkami.
- Emisemi skleníkových plynů do ovzduší (střední zdroj emisí)
- Emisemi prachových částic při provozu.
- Zdroj hygienických rizik v pracovním prostředí
- Zvýšený výskyt hlodavců a ptáků hledající obživu v biologických zbytcích odpadu

Z kvalitního hlediska je v daném případě skládka významným zdrojem emisí skleníkových plynů, a dlouhodobým zdrojem znečištění podzemních vod, které však již spěje k závěrečné demineralizační fázi. Z kvalitativního hlediska lze považovat stávající stav kontaminace podzemních vod a za počátek demineralizace skládkového tělesa a kontaminaci podzemních vod z hlediska zjištěných koncentrací za relativně málo významnou. Pozitivním faktem je, že skládka je ohraničena ve směru toku podzemních vod vodními plochami s funkcí erozní báze kde po naředění

v recipientu dochází k rozplynutí již tak nepříliš vysokých koncentrací polutantů. Přirozenou samočistící schopností prostředí tak dochází v recipientu k biologickému dočištění. Největším rizikem skládky je však možnost degradace neidentifikovaných obalů uvnitř skládky, která může způsobit potenciálně uvolnění téměř jakéhokoliv neznámého polutantu a jeho přímou kontaminaci podzemních vod. Z tohoto pohledu považujeme danou skládku za významný zdroj dlouhodobého znečištění životního prostředí.

6.8 Shrnutí celkového rizika

6.8.1 Zdravotní rizika

Zdravotní rizika představujeme zejména kontaminace podzemních vod v domovních studnách blízké zástavby a kontaminace studní v sousedící zahrádkářské kolonii. Znečištění může mít omezený vliv na pracovníky skládky. Významným rizikem může být anomální hromadění plynů ve vrtech, plynových studních a prohlubních na skládce. Podobné riziko představují i místní vývěry plynu po preferenčních cestách.

Rizika z hlediska životního prostředí

Nezabezpečená skládka TKO je dlouhodobou a plošnou zátěží životního prostředí. Celkové riziko plynoucí ze skládky z uvedených důvodů bylo vyhodnoceno jako střední.

6.8.2 Omezení a nejistoty

Stanovení rizik zahrnuje nezbytnou míru nejistot, danou heterogenitou přírodního prostředí, použitými technologiemi měření a ekonomickými faktory sledující efektivitu prováděných průzkumných prací.

Značné nejistoty v tomto případě dosahuje ověření hydraulického režimu podzemních vod, který v prostředí zvlněné báze zvodněného kolektoru s dalšími sníženinami způsobenými poklesy důlních děl. Ověření a vymapování těchto preferenčních cest při takto malém hydraulickém spádu by si vyžádalo neúměrné náklady na průzkumné práce. Takto vynaložené prostředky by neodpovídaly

zjištěnému riziku a proto se průzkum soustředil na ověření existujících objektů a jejich monitoring.

Samostatnou specifikou nezabezpečených skládek TKO z období před rokem 1990 je neznalost komodit nebezpečných složek odpadů ukládaných na skládce. Přitom ukládání průmyslových odpadů na komunální skládky bylo běžnou praxí. V současnosti neexistuje metoda jak zjistit obsahy látek uzavřených v dosud nedegradovaných obalech a tak nezbývá než se omezit na monitoring vod a princip předběžné opatrnosti. Nejistoty stanovení kontaminace nesaturové zóny v rámci průzkumu důsledně aplikován.

Z hlediska použitých technologií lze přiznat další nejistoty výsledkům modelování transféru polutantů, jehož přesnost závisí na složení přírodních poměrů a tomu odpovídajícímu stupni prozkoumanosti. Vzhledem k vysledovaným koncentracím však nebude mít negativní vliv na následná opatření nebo hodnocení rizik.

Technologie měření a stanovení koncentrací ve vodách a plynu mají stanoveny standardně míru nejistot pro konkrétní metody a jsou přístupné na vyžádání u subdodavatele analytických prací. Metoda stanovení rizik již bere tuto míru nejistot v potaz při výsledném hodnocení.

7. Souhrn získaných poznatků a doporučení

7.1 Doporučení nápravných opatření

Obecně lze konstatovat, že jediným konečným sanačním opatřením v případě nezabezpečených heterogenních uložišť odpadů je jejich odtěžení a uložení na zabezpečené ploše nebo skládce. Vzhledem ke kvantitativním a kvalitativním parametrům znečištění však nelze ekonomicky požadovat takto investičně náročné řešení a proto s ohledem na výsledky průzkumných prací lze doporučit opatření spočívající v uzavření skládky formou rekultivace dle platných ČSN 83 8030 – Skládkování odpadů a ŠN 83 8035 – Uzavírání skládek a rekultivace skládek s odplyňovacím systémem a nepropustnou barierou zabraňující promývání skládky srážkovými vodami. Dále bude třeba vybudovat nový systém monitoringu skládky v závislosti na výsledcích této analýzy rizik.

Rekultivační práce lze rozdělit na následující stavební objekty navazující na projektovou dokumentaci 1. Etapy, která byla zpracována v roce 2005.

7.2 Její součásti by měly být následující stavební objekty:

SO 01 – Rekultivace

SO 01.2.1 – terénní úpravy

SO 01.2.1 – těsnící a rekultivační vrstvy

SO 08 – Odplynění – plynové hospodářství

7.3 Technická rekultivace

Zahrnuje urovnání stávajících ploch a odstranění případných komunálních odpadů z povrchu skládky. Provedení s ohledem na předpokládané využití území lze zvážit překrytí vhodnou technickou navážkou štěrkopískového hutněného materiálu za účelem zlepšení základových poměrů. Současně bude území upraveno s ohledem na začlenění do okolních ploch, návaznosti, dopravu a infrastrukturu (svahování, komunikace, zasíťování apod.) V případě pouze biologické formy rekultivace bude třeba zpracovat projekt ozelenění ploch a zapojení do ÚSES.

7.4 Biologická rekultivace

Cílem stavebního projektu je příprava pro ozelenění vybraných ploch, spočívající v navážce vrstev podorniční a následně biologicky produktivní zeminy v mocnosti dle projektové dokumentace. Biologická rekultivace bude zaměřena na ozelenění, popř. jiné úpravy dle projektu dalšího využití území, nebo dle rekultivačního projektu na začlenění prostoru do územního systému ekologické stability.

7.5 Způsob zabezpečení technické kontroly provozu včetně monitorování vlivů na životní prostředí

Provoz monitorovacího systému zajišťuje provozovatel. Za odběry vzorků z odběrných míst a provádění stanovených rozborů odpovídá provozovatel provozovny. Výsledky rozborů archivuje.

V rámci kontrolní činnosti a při sledování vlivu bývalé skládky na povrchové a podzemní vody, budou prováděny odběry vzorků vod z monitorovacího systému, tvořeného těmito kontrolními místy:

- kontrolní vrt CH 365 (v provozním areálu) - tento vrt vzhledem ke své nevhodné poloze není již několik let užíván jako kontrolní , byl nahrazen vrtem novým v přesnější lokalitě skládky - jako první v přirozeném toku podzemních vod
- kontrolní vrt CH 367 (východně od sanované skládky)
- stávající kontrolní vrt CH 366 ležící v tělese skládky - byl zrušen a zaslepen před provedením těsnících vrstev
- pohotovostní rybník severně od sanované skládky

Četnost pozorování podzemní vody: 2x ročně

Rozsah analýz: v zimě 1x ročně kompletní chemický rozbor

v létě 1x ročně základní chemický rozbor

Rozbory vzorků vod provádí nezávislá akreditovaná laboratoř. Kopie výsledků rozborů jsou zasílány vodohospodářskému orgánu do patnácti dnů od jejich obdržení.

V případě zjištění zvýšené kontaminace podzemních vod v monitorovacím systému sanované skládky bude okamžitě vyrozuměn příslušný orgán (Česká inspekce životního prostředí a Magistrát města Chomutov) a budou provedeny kontrolní odběry vzorků a jejich rozbory. V případě potvrzení kontaminace vod zvýšenými hodnotami škodlivin a po prokázání původu kontaminace vod budou navržena

konkrétní technická opatření proti šíření kontaminované podzemní vody (např. těsnicí podzemní stěny, čerpací vrty).

Emisní monitorování ovzduší se zavede až podle výsledků subjektivních kontrol v průběhu skládkového provozu. Monitorovací systém může být dále rozšiřován.

8. Monitoring

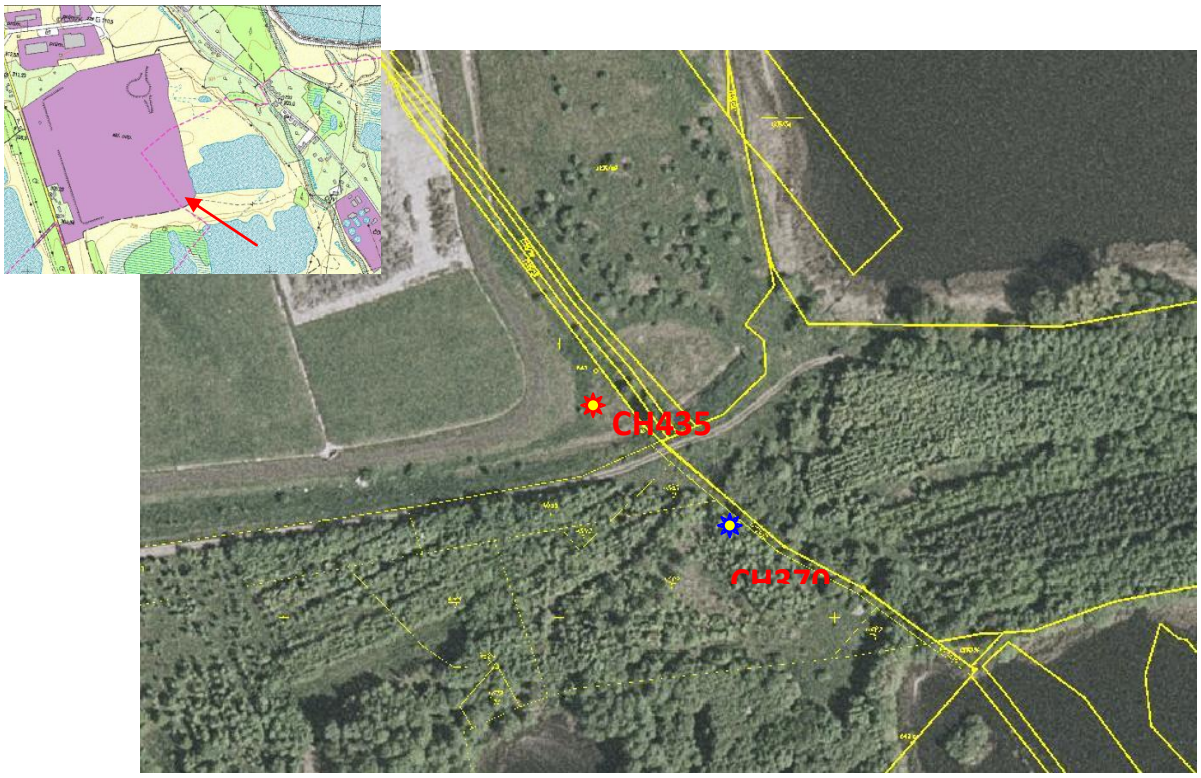
Součástí nápravných opatření je návrh monitoringu, který má za úkol sledovat kvalitu vody pod skládkou ve vybraných ukazatelích. Přestože skládka nepředstavuje v tomto okamžiku závažné ohrožení pro své okolí, zůstává stále potenciálním zdrojem kontaminace. Těleso skládky se většinu objemu nachází nad hladinou podzemních vody. Spodní část skládky je již promytá a z velké části demoralizovaná. V jarních měsících dochází ke kolísání hladiny podzemních vody, čímž může docházet k vymývání vyšších partií skládky. Proto se navrhuje realizovat s ohledem na zjištěné znečištění nový monitorovací systém, který by respektoval výsledky AR. Dále je doporučeno provádět pravidelný monitoring studny 1/1 v areálu chatové osady, monitoring studny 4/1 na dvorku RD a obnovit funkci vrtu CH370 pod skládkou. Místo obvykle vzorkované jímky výluhových vod se doporučuje vzorkovat nově vybudovanými vrty v tělese skládky. Tyto vrty by měly být opatřeny uzamykatelným zhlavím a označeny výstražnou značkou, aby nedošlo k jejich zničení pojezdem mechanismů na skládce. Jako pozadí může sloužit i mírně vzdálenější studna nebo vrt v povodí Chomutovky. Limitní hodnoty představují nejvyšší přípustné znečištění. Vzhledem k tomu, že se nejedná o vodu pitnou, nemusejí vycházet tyto limity z Vyhlášky MŽP ČR č.252/2004 Sb. Limity mohou být stanoveny na základě odborného úsudku tak, aby jejich případná změna signalizovala změnu kvality vody vlivem skládky. Pakliže budou v některých z ukazatelů překročeny, je nutné provést opakovaný odběr vzorků s analýzou v rozsahu Vyhlášky MŽP ČR č.252/2004 Sb. S následným posouzením. Následný monitoring se navrhuje v ekonomické variantě zpočátku provádět 1x ročně. V případě, že se kvalita podzemních vod v průběhu času nebude příliš měnit, případně se bude zlepšovat, je možné tento interval prodloužit.

Akce „Doplnění sítě monitorovacích vrtů na Skládce Chomutov – Pražské pole“ byla provedena na základě objednávky společnosti Technické služby města Chomutova,

příspěvková organizace, nám. 1. máje 89, 430 01 Chomutov, č. 316/10 ze dne 7.10. 2010

Vzhledem k rozsahu prací bylo postupováno v souladu s platnou legislativou, tj. zákonem č. 62/1988 Sb. ve znění novelizací. Ve smyslu §7 byl úkol zaevidován u České geologické služby – Geofondu.

Cílem úkolu bylo provedení 1 monitorovacího vrtu o celkové max. délce 10 bm na východním okraji skládky, ke sledování průběhu hladiny a kvality podzemní vody ve směru výtoku podzemních vod z prostoru skládky. Vrt měl za cíle nahradit vandaly zničený monitorovací vrt CH370, který byl umístěn vně oplocení skládky. Při odběru vzorků podzemních vod v červnu 2010 bylo zjištěno, že vrt je neprůchodný a je zaházený odpadky.



Obr.č. 3 pohled na umístění monitorovacích vrtů

Vysvětlivky:

- **CH435** umístění monitorovacího vrtu
- **CH370** umístění původního monitorovacího vrtu

Na uzavřenou skládku v současné době nejsou ukládány žádné odpady, pouze zde její provozovatel provádí některé činnosti v nakládání s odpady -zahrnující převážně sběr a recyklaci materiálů k dalšímu využití (kompostárna, drcení panelů, shromažďování starých pneumatik, recyklační dvůr, ...). Oproti minulým létům došlo ke kvalitativnímu posunu v zabezpečení skládky, neboť v druhé polovině roku 2004 a první polovině roku 2005 přeběhla druhá etapa rekultivace skládky. Uzavření a rekultivace skládky probíhala podle projektu společnosti Hydroprojekt a.s. Praha: Odpadové hospodářství města Chomutova, skládka jihozápadní pole – 1. etapa z října 2001.

Celková rozloha sanované skládky činí téměř 20 ha. Sanace skládky spočívá v úpravě tvaru tělesa skládky, jeho nepropustném překrytí a následné rekultivaci.

Sanace skládky a budování odpadového hospodářství je rozděleno do čtyř základních etap, které umožňují provádět stavbu podle možnosti provozovatele a postupné uzavírání plochy skládky.

Projekt řeší úpravu skládky a její nepropustné překrytí podle příslušných legislativních předpisů a technických norem (konkrétně ČSN 83 8030 Skládkování odpadů a TN 83 8035 Uzavírání skládek a rekultivace skládek).

8. 1 Zakrytí skládky sleduje tyto základní cíle

- Zabránění vymývání a splachům z povrchu tělesa skládky
- Zabránění vzniku dešťových vod do skládky a následující vylouhování
- Zabránění šíření pachů
- Zabránění vznícení uloženého odpadu a plynu
- Lepší jímání skládkového plynu

- Zlepšení vzhledu
- Umožnění využití tělesa skládky pro další účely

Na základě rozhodnutí Okresního referátu životního prostředí budou tvarování tělesa hřbetu skládky využity materiály a odpady uvedené v provozním řádu.

Severovýchodně od skládky, vně stávajícího odvodňovacího příkopu, vede plocha na ukládání sněhu v době kalamitních situací. Příjezd k deponii sněhu bude po stávající polní cestě jihovýchodně od skládky.

Tato část dokumentace řeší **1. Etapu**

8.2 Přehled výchozích podkladů

- Planimetrický průzkum skládky odpadů Jihozápadní pole provedený VÚ plynu v Brně v květnu 1996
- Studie odpadového hospodářství města Chomutova zpracovaná Hydroprojektem a.s. v roce 1995
- Zpráva o hydrogeologickém průzkumu pro skládku TDO Chomutov zpracovaná firmou Geoindustra, GMS s.p. Praha v roce 1990
- - projekt rekultivace Pražské pole II. Etapa zpracována Hydroprojektem Praha v roce 1994
- Hydrogeologický průzkum – monitoring skládky z roku 1991, 1992, 1993, 1994
- Projekt Rekultivace jihozápadního pole zpracovaný Hydroprojektem Praha v roce 1993
- Projekt skládky TKO Chomutov – Jihozápadní pole, zpracovaný Hydroprojektem v roce 1991 a doplněn v roce 1993.
- Zápis z projednání s provozovatelem plynovodu

- Vyjádření České inspekce životního prostředí ze dne 15.7.1996
- Rozhodnutí Okresního referátu životního prostředí v Chomutově, tj. souhlas k provozu zařízení ke zneškodnění odpadu a souhlas s vydáním provozního řádu zařízení ke zneškodnění odpadů ze dne 21.7.1996

8.3 Technické řešení

Vzhledem poloze skládky určené k sanaci, která činí cca 20 ha, není možné provést uzavření celé plochy najednou. Skladba stavebních objektů umožňuje provozovateli uzavírat skládku a budování odpadového hospodářství podle provozních a finančních možností po etapách.

Sanace skládky spočívá v úpravě tvaru tělesa skládky, jeho nepropustné překrytí a následné rekultivaci ve střední části skládky. V západní a východní části bude v rámci budování odpadového hospodářství města Chomutova plocha vyspárována a zpevněna tak, aby vyhovovala následnému využití.

Povrch skládky musí být upraven tak, aby povrch odpadů po sednutí činil nejméně 3% a tím byl zajištěn plynulý odtok srážkových vod. Velikost konečného sedání odpadů lze pouze odhadovat.

8.4 Terénní úpravy

V prostoru staveniště jsou vykáceny keře. Na ploše určené k provedení obvodových zemních hrázek bude sejmuta ornice v celé tloušťce. V první etapě musí být nejprve provedena obvodová zemní hrázka, na jejíž koruně povede provozní komunikace. Dále bylo upravováno těleso skládky ve východní části, kde byla realizována zpevněná plocha pro kompostárnu a bude v rámci 1.etapy provedena zpevněná plocha – V/východ. Bude zde provedena odkopávka odpadů tak, aby terén vyhovoval

provedené těsnících vrstev v navrhovaném spádu. Odpady budou přemístěny na střední část skládky. Původní předpoklad, provést okopávku celé vrstvy odpadů v této části, nebude pravděpodobně možné realizovat, protože přesnou tloušťku vrstvy odpadů neznáme.

Střední část skládky se bude upravovat do navrhovaného tvaru hutněného násypem inertního materiálu, spolu s odpady uvedenými v rozhodnutí Okresního referátu životního prostředí v Chomutově, směrem od jižní strany.

Terénní úpravy do navrženého tvaru bude provozovatel skládky realizovat postupně sám.

8.5 Těsnící a rekultivační vrstvy

Před prováděním těsnící vrstvy bude provedena kontrola sváru terénních úprav, případně nesrovnalosti budou vyrovnány. Důležitá je kontrola v oblasti zpevněných ploch s malými sklony

Na upravenou plochu hřbetu skládky a území v severovýchodní a jihovýchodní části bude provedeno minerální těsnění tl. 60 cm s koeficientem propustnosti menší než 1.10^{-8} m/s. Minerální těsnění v tl. 2 m bude provedeno podél vnitřního obvodu zpevněných ploch, t.j. i podél provozní komunikace na jižním a severním obvodu. Zesílená tloušťka minerálního těsnění v šířce 4 až 6 m umožní provedení vnitřního odvodňovacího příkopu, který bude odvádět srážkové vody z hřbetu v konečném tvaru a napojení minerálního těsnění střední části skládky.

Složení těsnících a rekultivačních vrstev:

Ornice	20 cm
Podorničí	80 cm
Geotextílie	400g/m2
Minerální těsnění	tl. 60 cm s koeficientem propustnosti menší než 1.10^{-8} m/s

Povrch skládky bude oset travním semenem a to směsí s vysokým protierozním účinkem, vhodnou na stanoviště sušší, s nižší zásobou živin: např.

druh	%	kg osiva na 100 m^2
Kostřava červená *(Festuca rubra L.)*	35	0,5
Kostřava červ. trsnatá *(Festuca rubra commutata)*	15	0,23
Kostřava luční *(Festuca pratensis Huds.)*	20	0,24
Lipnice luční *(Poa pratensis L.)*	15	0,15
Jílek vytrvalý *(Lolium perenne L .)*	15	0,23

Svahy upraveného tělesa sanované skládky budou zčásti chráněny v podélných pruzích jutovou protierozní sítí Aquasol SS kotvenou do podkladní vrstvy dřevěnými kolíky délky max. 50 cm. Protierozní sítě jsou určeny na ochranu svahů před účinky eroze a k podpoře ujímavosti osiva a sazenic dřevin.

8.6 Zakládání a ošetřování travních porostů

Při přípravě pozemku pro založení trávníku je potřeba u zemin s nedostatkem živin půdu přihnojit, pokud možno organickým hnojivem. Při kyselé reakci je vhodné vápnění. Před výsevem je nutné půdu zkypřit, aby bylo možno po výsevu osivo zapravit do hloubky 5 až 15 mm. Výsev trav se má provést na erozně ohrožených půdách v pozdním létě a časném podzimu. Po výsevu se semena zapraví do půdy a povrch se utuží zaválením. V období vcházení musí mít travina dostatek vláhy. V případě přísušku je nutná opakovaná zálivka v menších dávkách, aby nedošlo ke smyvu zeminy a obilek.

Travní porosty musí být nejméně dvakrát ročně koseny, přičemž o porost je nutno pečovat takovým způsobem, aby vytvořil souvislý kryt.

Na upravený povrch rekultivované části skládky bude uložena protierozní geotextílie a bude provedeno osetí travním semenem a vysazení sazenice keřů ve skupinách :

Růže plana – rosa canina

Zimolez – *lonicera tatarka*

Ptačí zob – *ligustrum vulg.*

Podél vnějšího obvodu obvodové hrázky budou vysazeny sazenice stromů:

Olše – *alnus glutinosa*

Bříza – *betula pendula*

Topol – *topulus poklus*

Vrba – *salix alba*

Konečné řešení rekultivace a vegetační úpravy budou dořešeny dodatečně v návaznosti na krajinné řešení oblasti, s ohledem na územní plán města Chomutova v této oblasti.

Provozní komunikace podél skládky podmiňuje zpevněných ploch. Komunikace bude provedena po výjezdu na zemní hrázku, podél odvodňovacího příkopu a dále po koruně obvodové zemní hrázky. Asfaltobetonová vozovka odvodňovacího příkopu bude široká 3,5 m s oboustrannými zemními krajnicemi š. 0,5 m. Vozovka bude provedena ve sklonu 2% směrem ven ze skládky. Celková délka asfaltobetonové komunikace bude 856,5 m. Na trase budou provedeny čtyři výhybny. V obloucích bude vozovka rozšířena o 0,5 m.

Zbývající povrch koruny obvodové zemní hrázky bude v délce 450 m opevněn štěrkovou vozovkou šířky 3,5 m s oboustrannými zemními krajnicemi šířky 0,75 m.

Odvodňovací příkop

Veškeré dešťové vody ze střední části skládky směrem na západ, která bude upravena do převýšeného tvaru, budou svedeny obvodovými záchytnými příkopy do stávajícího vnějšího odvodňovacího příkopu a dále do jezera severně od skládky.

8. Doporučení

Vzhledem k absenci jiného podobného zařízení na území města, a vybudované infrastruktuře k nakládání s odpady, doporučuji po uzavření skládky dokončit výstavbu plánovaných zpevněných ploch a využívat je pro využívání odpadů vzniklých na území města Chomutova. Vzhledem k tomu, že mezi tělesem bývalé skládky a rekultivační vrstvou je malá výška zeminy a překryvné ornice (plocha

nelze použít na rychlerostoucí dřeviny, lze plochu zemního tělesa použít např. jako louku pro travní směsi na krmení do Podkrušnohorského zooparku, nebo ji využít např. na výstavbu solární elektrárny.

9. Závěr

Schválený projekt sanace a rekultivace bývalé skládky tuhého komunálního odpadu na Pražské ulici v Chomutově úspěšně řeší danou problematiku. Řeší nejenom rekultivaci staré zátěže, ale zároveň řeší další využití rekultivovaných ploch k činnostem souvisejícím s využíváním odpadů.

Komplexnost činností týkajících se nakládání s odpady na poměrně malém území, které denně navštěvuje velké množství původců, je velmi dobrým a účinným informačním prvkem o možnosti využívání odpadu. Dostupnost přilehlé rychlostní komunikace a technické zázemí celého areálu má velkou výhodu pro množství zákazníků, kteří využívají služeb spojených s předáním svého odpadu oprávněné osobě, nebo nákupu výrobků vzniklých úpravou odpadu (např. rekultivační substráty, komposty, štěpky, betonové recykláty).

Vzhledem k výsledkům z rozborů spodních vod, nutným kontrolám přejímaných odpadů a celkové skladby jednotlivých druhů odpadů příjmaných pro tvorbu zemního tělesa před konečnou rekultivací celé plochy, nehrozí reálné riziko dalšího zvýšeného zatěžování životního prostředí v okolí této skládky.

Přehled literatury a použitých zdrojů

1. internetové stránky: http://www.analyza-rizik.cz/analyza-rizika
2. Keřka, J.: Výstavba, provoz a uzavírání skládek. Odpady, 11/1997
3. Klatovský, V.: Zkušenosti s rekultivacemi skládek. Opady, 5/1997
4. Vychodil, A.: Podpora sanací a rekultivací starých skládek komunálního odpadu. Odpady, 5/1999
5. Reisigová, R.: Odpadové hospodářství města Chomutov
6. Magistrát města Chomutov
7. Artenzis s.r.o., Analýza kontaminovaného území skládky Jihozápadního pole Chomutov
8. internetové stránky: http://www.mzp.cz/www/dav.nsf/rocenka_06/a4.htm

Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - vývoj znečištění v monitorovacích vrtech v průběhu let 2000 – 2010, Artezis s.r.o. Osadní 26, 170 00 Praha 7

Tabulka č. 2 - přehled odebraných vzorků s veličinami měřenými přímo v terénu, Artezis s.r.o. Osadní 26, 170 00 Praha 7

Tabulka č. 3 - Geodetické souřadnice monitorovacích vrtů a sond, polohopisný souřadnicový systém S-JTSK, výškopisný systém Bpv, Artezis s.r.o. Osadní 26, 170 00 Praha 7

Seznam fotografií

Foto č. 1 – detailní pohled skládky Jihozápadního pole

Foto č. 2 – celkový pohled na skládku TSMCH, mapové podlady Geodis Brno, s.r.o. Plan Studio 2005.10

Foto č. 3 – pohled na umístění monitorovacích vrtů, Artezis s.r.o. Osadní 26, 170 00 Praha 7

Seznam příloh

Příloha č.1 – příjezd na vážní místo skládky TSMCH

Příloha č.2 – schéma monitorovacího systému podzemních vod

Příloha č.1

Příloha č.2

Chomutov – skládka "Pražské pole"

Příloha

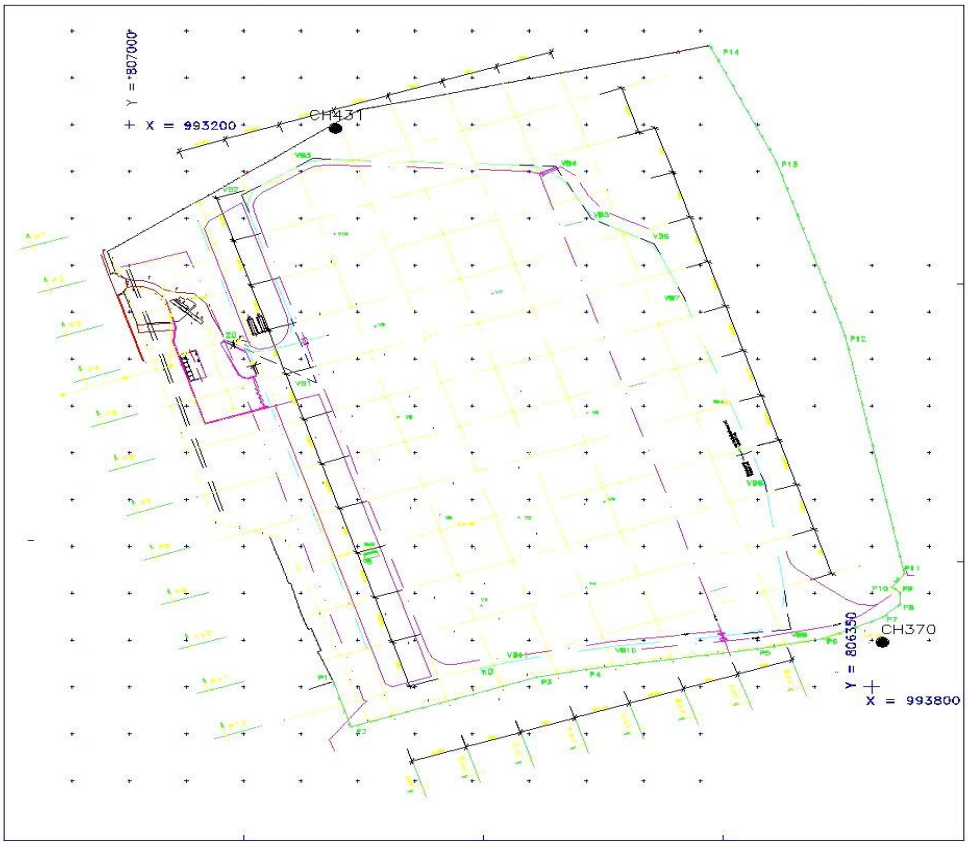



Schéma monitorovacího systému podzemních vod (1:5000)