

AQUATEST a. s.

Geologická 4, 152 00, Praha 5 IČO 44 79 48 43

zapsána v obchodním rejstříku Městského soudu v Praze, oddíl B, vložka 1189

Kód zakázky: Plzeňský kraj - AR, č. zakázky 333090335000

Popis zakázky: Analýza rizik ohrožení kvality podzemních vod v obci Zruč - Senec


Pořadové č.: 1

Objednatel: Plzeňský kraj
Škroupova 18, 306 13 Plzeň

ANALÝZA RIZIK PRO VYBRANÉ LOKALITY V PLZEŇSKÉM KRAJI

LOKALITA ZRUČ - SENEC

Závěrečná zpráva

Zpracoval: 
osvědčení MŽP o odborné způsobilosti č. 1643/2002

Přezkoumal: **RNDr. Jiří Jelínek**
regionální ředitel

**Za statutární
orgán:** **Ing. Petr Máša**
ředitel společnosti



OBSAH

1	GEOLOGICKÝ ÚKOL.....	5
1.1	Základní údaje o úkolu.....	5
1.2	Cíl úkolu.....	5
2	ÚDAJE O ÚZEMÍ.....	5
2.1	Všeobecné údaje o území.....	5
2.1.1	Geografické vymezení území.....	5
2.1.2	Stávající a plánované využití území.....	6
2.1.3	Základní charakterizace obydlenosti území.....	7
2.1.4	Stávající majetkové vztahy.....	9
2.2	Přírodní poměry zájmového území.....	10
2.2.1	Geomorfologické a klimatické poměry.....	10
2.2.2	Geologické poměry.....	10
2.2.3	Hydrogeologické poměry.....	12
2.2.4	Hydrologické poměry.....	13
2.2.5	Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě.....	13
3	PRŮZKUMNÉ PRÁCE.....	14
3.1	Dosavadní prozkoumanost území.....	14
3.1.1	Základní výsledky dřívějších průzkumných prací v zájmovém území.....	15
3.1.2	Přehled zdrojů znečištění.....	17
3.1.3	Vytipování látek potenciálního zájmu.....	18
3.1.4	Předběžný koncepční model znečištění.....	18
3.2	Aktuální průzkumné práce.....	19
3.2.1	Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací.....	19
3.2.1.1	Metodika průzkumných prací.....	20
3.2.1.2	Rozsah průzkumných prací.....	23
3.2.2	Výsledky průzkumných prací.....	30
3.2.2.1	Geologické poměry.....	30
3.2.2.2	Hydrogeologické poměry.....	31
3.2.2.3	Znečištění horninového prostředí.....	32
3.2.2.4	Znečištění půdního vzduchu.....	38
3.2.2.5	Znečištění podzemní vody.....	39
3.2.3	Shrnutí výsledků, prostorového rozsahu a míry znečištění.....	45
3.2.4	Posouzení šíření znečištění.....	46
3.2.4.1	Šíření znečištění v nenasycené zóně.....	46
3.2.4.2	Šíření znečištění v nasycené zóně.....	46
3.2.4.3	Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace.....	48
3.2.5	Shrnutí šíření a vývoje znečištění.....	48
3.2.6	Omezení a nejistoty.....	49
4	HODNOCENÍ RIZIK.....	50
4.1	Identifikace rizik.....	50
4.1.1	Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů.....	50
4.1.2	Základní charakteristika příjemců.....	51
4.1.3	Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice.....	51
4.2	Hodnocení zdravotních rizik.....	52
4.2.1	Hodnocení expozice.....	52
4.2.2	Odhad zdravotních rizik.....	55
4.3	Hodnocení ekologických rizik.....	56
4.4	Shrnutí celkového rizika.....	56
4.5	Omezení a nejistoty.....	57
5	DOPORUČENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ.....	57

5.1 Doporučení cílových parametrů nápravných opatření	58
5.2 Doporučení postupu nápravných opatření	58
6 ZÁVĚR	60
7 LITERATURA	61

SEZNAM TABULEK V TEXTU

Tabulka 1:	Skladba obyvatel v k.ú. Zruč Senec	8
Tabulka 2:	Přehled pozemků zájmového území	9
Tabulka 3:	Znečištění podzemních vod chlorovanými uhlovodíky v areálu ELIOD servis s.r.o ...	15
Tabulka 4:	Výsledky analýz vzorků v roce 2003 a 2006	16
Tabulka 5:	Předběžný koncepční model znečištění	19
Tabulka 6:	Lokalizace vybudovaných průzkumných děl	25
Tabulka 7:	Hloubka provedených sond a odběry vzorků zemin a půdního vzduchu	25
Tabulka 8:	Hloubka provedených monitorovacích vrtů a odběry vzorků zemin	26
Tabulka 9:	Technické parametry provedených monitorovacích vrtů	26
Tabulka 10:	Vzorkování zemin	27
Tabulka 11:	Vzorkování půdního vzduchu	28
Tabulka 12:	Vzorkování podzemní vody	29
Tabulka 13:	Rozsah laboratorních analýz	29
Tabulka 14:	Výsledky hydrodynamických zkoušek	31
Tabulka 15:	Zaměření úrovně hladiny podzemní vody ze dne 25. 5. 2010	32
Tabulka 16:	Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 v zeminách	33
Tabulka 17:	Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 ve vyluzích zemin	33
Tabulka 18:	Výsledky analýz těžkých kovů v zeminách	34
Tabulka 19:	Výsledky analýz těžkých kovů ve výluhu zemin	35
Tabulka 20:	Výsledky analýz aromatických a chlorovaných uhlovodíků v zeminách	35
Tabulka 21:	Výsledky analýz aromatických a chlorovaných uhlovodíků ve vyluzích	36
Tabulka 22:	Výsledky analýz PAU v zeminách	37
Tabulka 23:	Výsledky analýz PAU ve vyluzích	38
Tabulka 24:	Výsledky analýz ropných uhlovodíků, CIU a BTEX v půdním vzduchu	38
Tabulka 25:	Souhrnné porovnání parametrů podzemní vody z domovních studní s vyhláškou na pitnou vodu a normou pro závlahu	39
Tabulka 26:	Fyzikálně-chemické parametry odebírané podzemní vody	40
Tabulka 27:	Výsledky úplného chemického rozboru podzemní vody	41
Tabulka 28:	Výsledky analýz těžkých kovů v podzemní vodě	42
Tabulka 29:	Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 a DOC v podzemní vodě	43
Tabulka 30:	Výsledky analýz BTEX a chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě	44
Tabulka 31:	Výsledky analýz PAU v podzemní vodě	45
Tabulka 32:	Koncepční model	52
Tabulka 33:	Odhady příjmu kontaminantů dermálním kontaktem s PV při výkopových pracích	55
Tabulka 34:	Odhad nekarcinogenních a karcinogenních rizik pro dermální kontakt s kontaminovanou podzemní vodou při výkopových pracích	56

PŘÍLOHOVÁ ČÁST:

1. Přehledná situace lokality 1 : 50 000
2. Subjekty činné v areálu bývalého OSP 1 : 2 000
3. Situace archivních, stávajících a průzkumných objektů s lokalizací lagun 1 : 3 000
4. Situace hydroizohyps ze dne 25. 5. 2010 (1 : 2 000)
5. Situace znečištění zemin (1 : 2 000)
6. Situace znečištění podzemních vod (1 : 2 000)
7. Petrografické popisy vrtaných sond a HG vrtů
8. Geologická dokumentace HG vrtů
9. Geofyzikální průzkum
10. Grafický průběh a vyhodnocení orientační hydrodynamické zkoušky
11. Certifikáty laboratorních rozborů
12. Technická zpráva o vrtných pracích
13. Technická zpráva o zaměření
14. Doklady o likvidaci vrtného jádra
15. Fotodokumentace

SEZNAM ZKRATEK V TEXTU

BTEX	benzen, toluen, etylbenzen, xyleny
CIU	chlorované uhlovodíky
ČIŽP	Česká inspekce životního prostředí
DOC	rozpuštěný organický uhlík
HPV	hladina podzemní vody
m p.t.	metrů pod terénem
MP MŽP	metodický pokyn Ministerstva životního prostředí
NEL	nepolární extrahovatelné uhlovodíky („ropné“ látky)
OPŽP	Operační program Životního prostředí
PAU	polyaromatické uhlovodíky
PCE	tetrachlorethylen
Priority KM	software pro hodnocení priorit při řešení kontaminovaných míst
SEKM	Systém evidence kontaminovaných míst
TCE	trichlorethylen
TOC	celkový organický uhlík
TK	těžké kovy
ÚCHR	úplný chemický rozbor

ROZDĚLOVNÍK:

- Výtisk č. 1 - 5 - objednatel
Výtisk č. 6 - ČGS
Výtisk č. 7 - vlastní

1 GEOLOGICKÝ ÚKOL

1.1 Základní údaje o úkolu

Název geologického úkolu:	Analýza rizik ohrožení kvality podzemních vod v obci Zruč - Senec
Číslo geologického úkolu:	333090335000
Druh geologických prací:	zjišťování a odstraňování antropogenního znečištění v horninovém prostředí
Katastrální území:	Zruč, kód 793621
Kraj:	Plzeňský, kód NUTS CZ 032

1.2 Cíl úkolu

Na základě smlouvy o dílo č. 09CDS345 ze dne 6. 11. 2009 mezi Plzeňským krajem a společností AQUATEST a.s. byla provedena analýza rizik plynoucích z kontaminace horninového prostředí v průmyslové zóně lokalizované areálem bývalého podniku OSP Zruč.

Zhotovení zakázky je v souladu se Závazným stanoviskem MŽP k žádosti k OPŽP, prioritní osa 4, oblast podpory 4.2, ze dne 7. 10. 2008 pod č.j.: 71214/ENV/08, 3696/730/08/MK.

Cílem analýzy rizik bylo na základě výsledků podrobného průzkumu především posoudit ohrožení kvality podzemních vod v zájmovém území, včetně posouzení rizika na lidské zdraví a na jednotlivé složky životního prostředí a případného návrhu nápravných opatření vedoucích k eliminaci zjištěných rizik. Analýza rizik byla zpracována dle Metodického pokynu MŽP ČR č. 12/2005.

Cílem provedených průzkumných prací bylo zejména ověření stupně a rozsahu znečištění horninového prostředí, půdního vzduchu a podzemní vody v souvislosti s dřívějším využitím zájmového území.

2 ÚDAJE O ÚZEMÍ

2.1 Všeobecné údaje o území

2.1.1 Geografické vymezení území

Zájmové území se ze správního hlediska nachází v:

kraj:	Plzeňský kraj (CZ 032)
okres:	Plzeň sever
obec s rozšířenou působností:	Plzeň
obec s pověřeným obecním úřadem:	Plzeň
stavební úřad:	Plzeň
obec:	Zruč
katastrální území:	Zruč (kód 793621)

Zájmové území se nachází na západním okraji obce Zruč-Senec (místní část a katastrální území Zruč) v Plzeňském kraji, je vymezeno areálem bývalého podniku Okresní stavební podnik (OSP) Zruč a jeho okolím (viz příloha č. 1). Zdrojové území se vymezuje prostorem předpokládaných zavezených lagun po těžbě kaolinu za jižní hranicí areálu bývalého OSP a částí areálu OSP - bývalé strojní a traktorové stanice. Impaktovou oblastí je zbylá část areálu bývalého OSP a část obce Zruč-Senec ve směru předpokládaného proudění podzemních vod na sever.

Situace širšího okolí zájmového území je uvedena v příloze č. 1, č. 2 a č. 3.

2.1.2 Stávající a plánované využití území

Není známo, kdy došlo k zahájení průmyslové činnosti v zájmovém území, dle údajů místního pamětníka zde existovala průmyslová činnost již před druhou světovou válkou. Před rokem 1937 existovaly v prostoru podél současné jižní hranice areálu tři (počet uveden dle informací poskytnutých místním pamětníkem) laguny vytvořené po těžbě kaolinu. V prostoru dnešní firmy Ekolevel existovala provozovna původně označována jako „Modřírna“, ve které byl vytěžený kaolin plaven a využíván v místní keramické dílně. Tato provozovna ukončila svůj provoz v první polovině 50. let, budova se zachovala dodnes a po rekonstrukci slouží jako administrativní budova firmy EKOLEVEL.

Laguny po těžbě kaolinu měly odhadovanou hloubku cca 2 m, odhad jejich ploch je do cca 5000 m². Odhad prostoru, ve kterém byly laguny vyhloubeny, je v příloze č. 3. V průběhu let byly zavezeny, v současnosti je jejich povrch překryt zeminou a pokryt rudérální vegetací (pozemek p.č. 626/1 k.ú. Zruč slouží k plnění funkcí lesa). Bližší informace týkající se materiálu ukládaného do lagun nejsou k dispozici, pravděpodobně se jednalo především o TKO, je ale velmi pravděpodobné ukládání odpadů z průmyslové činnosti minulých podniků, přítomných v areálu OSP. Pro upřesnění pozice lagun byl v květnu 2010 proveden geofyzikální průzkum. Mocnosti skládek byly zjišťovány pomocí mělké refrakční seismiky.

V prostoru současných firem B&BC a M.L.O.P. existovala strojní a traktorová stanice, nejsou známy žádné detaily o jejím provozu. Na základě archivních šetření byla nalezena podrobná mapa areálu OSP, podle které byla dopřesněna pozice průzkumných sond a vrtů. Pozice původních lagun na těžbu kaolinu byla upřesněna podle historické ortofotomapy (viz příloha č. 3)

Z hlediska územního plánování je zájmové území průmyslovou zónou (areál OSP), obytnou zónou (obec Zruč-Senec) a ostatním využití půdy (ochranný les).

Areál bývalého podniku OSP

V prostoru bývalého areálu podniku OSP se nacházejí následující subjekty (viz příloha č. 2):

- **společnost B&BC - výroba betonu**
- **společnost D.O.O.S. - Ing. Vladimír Dvořák - výkup a zpracování papíru**
- **společnost M.L.O.P. trade s.r.o. - kovovýroba, zámečnictví**
- **společnost ELIOD servis s.r.o.- odpadové hospodářství**

- společnost SIELAFF Bohemia - kovovýroba
- společnost Kučera + Prchal - kovovýroba
- společnost Ekolevel - nakládání s odpady, čištění kanalizací
- garáže v majetku fyzické osoby (██████████)
- sklady firmy Axis (plovoucí podlahy)

Okolí areálu

V části obce Zruč-Senec situované po směru proudění podzemních vod z areálu OSP (podél ulice Vřesová) se nachází několik rodinných domů. Další novostavby jsou umístěny severním směrem, ještě dále je objekt kynologického cvičiště. Celkový počet obyvatel v obci Zruč-Senec k roku 2008 činil 2500.

Obec Zruč-Senec má vybudovaný vodovod, ve starší zástavbě SV směrem od areálu jsou domovní studny využívány pro zalévání. Dle údajů majitelů není podzemní voda ze studní využívána pro pitné účely. V novostavbách lokalizovaných severním směrem od areálu OSP nebyla přítomnost studní při terénní rekognoskaci zjištěna.

Z hlediska působení na životní prostředí byly jako rizikové vyhodnoceny následující činnosti:

- bývalý provoz strojní traktorové stanice v prostoru nynějších společností M.L.O.P. a B&BC
- zavezené laguny situované za jižní hranicí areálu OSP proti směru proudění podzemních vod

Nepředpokládáme, že současné aktivity subjektů přítomných v areálu OSP znamenají významné ohrožení horninového prostředí.

Ve vzdálenosti cca 1,5 km západním směrem (mimo generelní severní směr proudění podzemních vod) se mezi obcemi Třemošná a Plzeň-Bolevec nachází evidovaná stará ekologická zátěž ID 121980001 HQU Int., a.s. ŠKODA a.s. Bolevec s vysokým kvalitativním a lokálním kvantitativním rizikem. Nepředpokládáme ovlivnění zájmového území tímto zdrojem znečištění.

Zásobování vodou v zájmovém území a jeho okolí je zajišťováno z veřejné vodovodní sítě. V okolí zájmového území se nacházejí jímací objekty využívané k odběru podzemní vody.

V zájmovém území a jeho bezprostředním severním okolí se nachází několik průzkumných monitorovacích vrtů vyhloubených v rámci předchozích průzkumných prací. Celkem se jedná o 2 funkční objekty (PZ-1 a HV-10) v areálu firmy ELIOD servis s.r.o. a 2 poškozené objekty za plotem mimo areál firmy ELIOD servis s.r.o. (HV-11 a PZ-3).

Změna využití území není předpokládána, a to i za předpokladu případné změny vlastníka nebo nájemce.

2.1.3 Základní charakterizace obydlivosti území

Dle platného územního plánu se zájmové území nachází v zóně výrobní sféry, tzn. v oblasti funkčního využití výroby a služeb.

Podle údajů Českého statistického úřadu Plzeň bylo k 31. 12. 2009 evidováno v obci Zruč 2948 trvale žijících obyvatel. Skladba obyvatelstva je uvedena v tabulce č.1 (zdroj <http://vdb.czso.cz>).

Tabulka 1: Skladba obyvatel v k.ú. Zruč Senec

Počet obyvatel k 31. 12. 2009	v tom podle pohlaví		v tom ve věku		
	muži	ženy	0 až 14 let	15 až 64 let	65 a více let
2 948	1 449	1 499	434	2 087	2 948

Kromě trvale žijících obyvatel v obci žije přesně neurčený počet rekreatů. Podle údajů obecního úřadu je jejich počet odhadován na přibližně 100.

V areálu společnosti B&BC - výroba betonu se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 10 zaměstnanců.

V areálu společnosti D.O.O.S. se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 10 zaměstnanců.

V areálu společnosti M.L.O.P. se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 10 zaměstnanců.

V areálu společnosti ELIOD servis s.r.o. se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 50 zaměstnanců.

V areálu společnosti SIELAFF Bohemia se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 10 zaměstnanců.

V areálu společnosti Kučera + Prchal se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 5 zaměstnanců.

V areálu společnosti Ekolevel - nakládání s odpady se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 25 zaměstnanců.

V areálu společnosti Axis (plovoucí podlahy) se nachází výrobní a skladový objekt, včetně kanceláře, areál není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu v současné době pracuje cca 5 zaměstnanců.

Areál garáže v majetku fyzické osoby (██████████) není využíván k trvalému bydlení. V uvedeném areálu se v současné době pohybuje 1 člověk.

U východní hranice průmyslové zóny se nachází 7 rodinných domů a 1 panelový dům využívaných k trvalému bydlení. Počet obyvatel při východní hranici

zájmového území lze odhadnout na cca 50. Umístění jednotlivých areálů viz přílohy č. 1, 2, a 3.

2.1.4 Stávající majetkoprávní vztahy

Majetkoprávní vztahy pro vymezené zájmové území, tj. oblast průmyslové zóny, jsou uvedeny v dalším textu v členění po areálech.

Tabulka 2: Přehled pozemků zájmového území

objekt	pozemek č.	výměra (m ²)	druh pozemku	majitel
HV-1	693/1	66136	lesní pozemek	Obec Zruč-Senec
HV-2	462/6	2250	ostatní plocha	
HV-3	458/1	1007	zastavěná plocha a nádvoří	
HV-4	462/6	2250	ostatní plocha	
HV-5	458/9	2398	zastavěná plocha a nádvoří	
HV-10	456/10	521	ostatní plocha	
HV-11	456/10	521	ostatní plocha	
PZ-1	456/10	521	ostatní plocha	
PZ-3	456/8	1323	ostatní plocha	ELIOD servis s.r.o.
S-1	458/9	2398	zastavěná plocha a nádvoří	
S-2	458/9	2398	zastavěná plocha a nádvoří	
S-3	458/9	2398	zastavěná plocha a nádvoří	
S-4	693/1	66136	lesní pozemek	Obec Zruč-Senec
S-5	693/1	66136	lesní pozemek	Obec Zruč-Senec
S-6	693/1	66136	lesní pozemek	Obec Zruč-Senec
S-7	462/6	2250	ostatní plocha	
S-8	462/6	2250	ostatní plocha	
S-9	462/6	2250	ostatní plocha	
S-10	462/6	2250	ostatní plocha	
S-11	462/6	2250	ostatní plocha	
S-12	458/1	1007	zastavěná plocha a nádvoří	
ST-1	458/3	954	zastavěná plocha a nádvoří	
ST-2	694/2	12404	ostatní plocha	B&BC a.s.
ST-3	456/13	645	ostatní plocha	
ST-4	463/1	360	zahrada	
ST-5	446/1	470	zahrada	
ST-6	441	872	zahrada	
ST-7	698/1	6159	ostatní plocha	Český kynologický svaz, ZKO-462, Zruč
ST-8	466	501	zahrada	

Použité vstupní údaje a podklady, zejména údaje o majetkoprávních vztazích, jsou vztaženy ke dni zpracování účelového průzkumu.

2.2 Přírodní poměry zájmového území

2.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Zájmové území náleží do subprovincie Poberounské soustavy, oblasti Plzeňské pahorkatiny a celku Plaské pahorkatiny.

Území má charakter velmi mírného svahu s generelním úklonem k severu. Nadmořská výška území se pohybuje okolo 380 m n.m.

Dle klimatologického členění (*Quitt, 1971*) převládá v nejbližším okolí okrsek B2 (mírně teplý, mírně suchý, převážně s mírnou zimou) s průměrnou roční teplotou ovzduší +7,6 °C. Na srážkoměrné stanici Plzeň - Doudlevice je průměrná roční teplota 8,0 °C a roční úhrn srážek 496 mm (období 1931 až 1960).

Z hlediska ochrany podzemních vod není zájmové území součástí ochranných pásem vodních zdrojů.

Z hlediska zvýšené, legislativně upravené, ochrany přírody vod a životního prostředí území je poddolováno, nejsou patrné sesuvné pohyby, nepatří do aktivních ani ostatních ploch sesuvů ani se zde nenacházejí chráněná či nechráněná ložisková území. Zájmové území se nenachází v chráněném území typu CHKO, přírodní park, biosférické rezervaci UNESCO, NATURA 2000 (Evropsky významná lokalita, Ptačí oblast), chráněné oblasti přirozené akumulace vod. Lokalita se nenachází v území zvláštní ochrany obcí do 2000 obyvatel. Dle vyhlášky č.103/2003 Sb. o stanovení zranitelných oblastí a o používání a skladování hnojiv a statkových hnojiv, střídání plodin a provádění protierozních opatření v těchto oblastech není katastrální území výše uvedeného průzkumu v seznamu zranitelných oblastí. Jiná ochranná pásma nejsou územím průzkumu dotčena.

2.2.2 Geologické poměry

Širší okolí zájmového území je budováno horninami proterozoika zastoupeným břidlicemi a drobami. Tyto horniny jsou na severu překryty terciárními písky a štěrky. Západně k obci Třemošná přecházejí terciární sedimenty pozvolně do permokarbonských usazenin Plzeňské pánve, které jsou zastoupeny pískovci, arkózami a jílovcí spodního šedého a spodního červeného souvrství. Pokryv je kromě navážek a eluvia matečných hornin tvořen významnými polohami cihlářských hlín. Směrem na západ od obce se nalézají zbytky starých důlních děl (cihlářské hlíny, hlínky, kaolín).

Areál bývalého OPS se nachází v poddolovaném území (těžba okru). Geologické poměry v prostoru zájmového území byly v minulosti ověřeny předchozími průzkumnými pracemi. K upřesnění geologických poměrů byla využita archivní geologická dokumentace pořizená při geologickém a hydrogeologickém průzkumu v prostoru podniku OSP.

Z geologické dokumentace archivních vrtů HJ-1 (hloubka 32 m) a HJ-2 (hloubka 33 m) a průzkumných vrtů HV-1, 2, 3, 4, 5 umístěných ve východní a západní části areálu OSP vyplývá, že lokální geologické poměry ve východní a západní části areálu se navzájem značně liší. Areálem OSP prochází

pravděpodobně tektonický zlom, jehož směr je SV-JZ. Zatímco ve východní části jsou kvartérní a terciérní sedimenty o mocnosti 1-2 m (kvartérní hlíny a hlinité písky) a cca 6 m (terciérní jíly a štěrkopísky) podloženy proterozoickými břidlicemi (krystalinikum), v západní části se vyskytuje podloží náležející do Plzeňské pánve. Ta je reprezentována prachovci a jílovci II. karbonského pásma, které pod slepenci přechází do málo vyvinutého I. pásma. Sedimentární vrstva je tvořena cca 7 m mocnou vrstvou terciérních jílů. Z uvedených skutečností je patrné, že geologická stavba je v prostoru areálu OSP výrazně proměnlivá.

Další informace o lokálních geologických poměrech jsou omezeny na areál firmy ELIOD servis s.r.o. v severní části areálu OSP, kde byly provedeny a zdokumentovány vrtné práce (vrty HV-10, HV-11, PZ-1, PZ-2 a PZ-3). Vyskytuje se zde slabě mocná vrstva navážek (do 0,5 m), dále pak písky až štěrkopísky o různé mocnosti (2 až 4 metry), přecházející přes eluvium pískovcového podloží do pískovce. V hloubce zhruba 7 až 8 m p.t. se nachází eluvium proterozoických břidlic.

Z výše uvedeného je patrné, že lokální geologické poměry jsou v rámci zájmového území proměnlivé. Nicméně v jižní až jihovýchodní části území, do kterých byly situovány navrhované vrtné práce, potvrdily geologický profil odpovídající neoproterozoiku (jílovitý a štěrkopískový sedimentární pokryv a podložní neoproterozoické břidlice či prachovce).

Navážkami byl v minulosti vyrovnáván terén v celém prostoru zájmového území, a to především v prostoru lagun. Mocnost navážek místy dosahovala až do cca 2,5 metru, navážky mají hlinitý charakter s příměsí stavební sutě, škváry, drceného kameniva, cihel, komunálního odpadu apod.

ukturního hlediska je v širším okolí zájmového území základní stavba komplikována přítomností existujících tektonických poruch s převládajícím směrem SV-JZ.

Pod navážkami se nacházejí převážně štěrkopísky. Mocnost štěrkopísků byla ověřena až do 4,5 m p.t.

Pod štěrkopísky se nacházejí převážně písčité jíly. Mocnost jílů byla ověřena až do 8 m p.t.

Pod jíly bylo zastiženo eluvium prachovců a břidlic charakteru tuhé hlíny s úlomky horniny, které s hloubkou postupně přechází do slabě zvětralých až pevných poloh prachovců a břidlic. Přejít z eluvia do pevných hornin je velmi pozvolný. Pevné prachovce a břidlice skalního podloží, které byly již dále nevrstelné použitou vrtnou soupravou, byly zjištěny v hloubce 10,5 m pod terénem pouze ve vrtu HV 4. U ostatních hydrogeologických vrtů byly ověřeny pouze navětralé.

Podrobné petrografické popisy vrtných sond a hydrogeologických vrtů jsou součástí přílohy č. 7.

2.2.3 Hydrogeologické poměry

Z regionálně hydrogeologického hlediska je zájmové území součástí hydrogeologického rajonu 6230 Krystalinikum, proterozoikum a paleozoikum v povodí Berounky, lokalitou probíhá hranice hydrogeologického rajonu 5110 Plzeňská pánev.

Hydrogeologické poměry širšího okolí jsou poměrně komplikované. Z archivních materiálů je patrné, že se jedná o smíšený typ oběhu podzemních vod. Hlubší zvodně mají výrazně puklinový typ oběhu a jsou vázány především na puklinový systém karbonských ker místně zasahující do podložního proterozoika. Jedná se většinou o podzemní vodu s napjatou hladinou. Úroveň zvodní se pohybuje od 20 m až po stovky metrů pod terénem. Ustálené hladiny dosahují úrovně 7 - 10 m pod terénem. Kolektor rajonu 6230 se obecně vyznačuje puklinovou propustností s nízkými hodnotami transmisivity (okolo $10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{sec}^{-1}$), vydatnosti se pohybují v řádech setin až desetin vteřinových litrů. Pro využití k vodárenským účelům vyžadují však většinou chemickou úpravu vody z důvodu vysokého obsahu železa, manganu, síranů apod.

Mělká zvodně není vždy souvisle vyvinuta a je vázána na přípovrchové rozpojení podložních hornin, propustnost pokryvu a množství srážek. Má převážně průlinový typ oběhu a pohybuje se v hloubce okolo 4 až 6 m pod terénem, tj. okolo 375 m n.m. Vydatnosti se pohybují v řádech desetin až setin vteřinového litru. Směr proudění je většinou obdobný se sklonem terénu, tj. k severu. Propustnost zvodněné vrstvy je vyjádřena koeficientem filtrace v řádu 10^{-5} až $10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Archivní vrty HJ-1 a HJ-2 (viz příloha č. 3) byly vyhloubeny v roce 1974 za účelem zjištění vydatnosti možného zdroje vody pro areál OSP. Tyto vrty se nepodařilo při terénní rekognoskaci dohledat, neboť byly zlikvidovány. Z archivních dat je patrné, že ustálené hladiny se pohybovaly 3,82 m p.t. (HJ-1) a 20 m.p.t (HJ-2) (výrazné rozdíly úrovní hladin odpovídají zastižení různých geologických prostředí). Zjištěné hodnoty vydatnosti činily $0,08 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (HJ-1) a $0,02 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$ (HJ-2).

V prostoru areálu ELIOD se dle archivních zpráv hladiny podzemních vod pohybují od cca 2,7 do 4 m p.t. Směr proudění podzemní vody je ve směru sklonu terénu k severu.

V zájmovém území jsou využívány pro provozní účely vrt v objektu betonárky B&BC (technologická voda) a studna v prostoru společnosti M.L.O.P (voda pro myčku). Maximální povolený odběr podzemní vody ze studny B&BC je údajně $2 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1}$. Předpokládáme, že vzhledem k výši uvedené vydatnosti a málo propustnému horninovému prostředí může čerpáním vody dojít k vytvoření širokého depresního kužele a možnému přitažení kontaminovaných podzemních vod směrem k prostoru betonárky (průzkumem byla zjištěna poměrně dobrá kvalita vody bez překročení MP MŽP). Hladinu ve vrtu B&BC nebylo možno zdokumentovat kvůli instalované čerpací technologii. Vrt dle sdělení obsluhy je hluboký 30 m, zpráva o provedení vrtu není k dispozici.

Maximální povolený odběr podzemní vody ze studny M.L.O.P se nepodařilo zjistit. Předpokládáme, dle vizuelního posouzení v průběhu průzkumu byla myčka v provozu pouze ojedinele. Vzhledem k malému využití a málo propustnému horninovému prostředí nemůže čerpáním vody dojít k vytvoření širokého depresního

kužele (průzkumem byla zjištěna poměrně dobrá kvalita vody bez překročení MP MŽP). Hladina ve studni M.L.O.P byla zdokumentována v úrovni 5,6 m pod terénem. Studna je hluboká 8,3 m, zpráva o provedení studny není k dispozici.

V nejbližším okolí posuzované lokality je mělká zvodeň využívána domovními studnami, dle údajů majitelů pouze k užitkovým účelům, neboť v obci je vybudován vodovod. Jedná se o vodní zdroje (kopané studny) s hloubkou 6 až 8 m, využívané převážně pouze pro zálivku.

Z průzkumu je patrné, že ustálené hladiny vrtů HV-1 až 5 se pohybovaly od 2,3 m. p.t. (HV 2) do 5,01 m.p.t (HV 5) (výrazné rozdíly úrovní hladin nebyly zjištěny, různá geologická prostředí nebyla v prostoru průzkumu zastížena). Rozdíl HPV je způsoben situováním vrtů do lagun či areálu OSP.

Podle provedené hydrodynamické zkoušky na vrtu HV-5 a PZ-1 byl vyhodnocen koeficient filtrace $1,5 \cdot 10^{-5} - 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Podle klasifikace propustnosti hornin (J. Jetel, 1973) můžeme horninové prostředí mělké zvodně zařadit do třídy VI - slabě propustné.

Na základě zaměření úrovně hladiny podzemní vody v nově provedených monitorovacích vrtech HV-1 - 5 a okolních monitorovaných studních dne 25. 5. 2010 byla sestrojena mapa hydroizohyps, která tvoří přílohu č. 4. Z mapy je patrný generelní směr proudění mělké podzemní vody souhlasně s terénem, tj. k severu. Podrobné záměry hladin jsou uvedeny v tabulce č. 15.

2.2.4 Hydrologické poměry

Hydrograficky je širší okolí zájmového území součástí povodí řeky Berounky. Zájmové území se nachází v povodí Drahotínského potoka, číslo hydrologického pořadí 1-11-01-004. Délka údolnice potoka je 5,35 km. Drahotínský potok se vlévá do Berounky.

V nejbližším okolí zájmového území nejsou žádná tělesa povrchových vod, proto bylo bezpředmětné ověřování podrobnějších hydrologických poměrů a dat.

2.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Z archivních analýz vrtů HJ-1 a HJ-2 vyplývá, že se jedná v obou případech o vody kyselé reakce, agresivní, měkké, s převládající hydrogenuhličitanovou složkou. Převládajícím kationtem je Ca^{2+} . Zvýšené jsou obsahy manganu a železa.

Geologické podloží zájmového území vrtů HV-1 až HV-5 je tvořeno neoproterozoickými horninami zastoupenými převážně prachovci a břidlicemi. Tyto horniny mohou obsahovat zvýšené obsahy sulfidů (případně síranů jako produktu zvětrávání), což může mít za následek zvýšené obsahy síranů v podzemních vodách. Přirozeně zvýšené obsahy těžkých kovů v horninách a rovněž v navázkách se v okolí obce Zruč mohou nacházet v koncentracích výrazně převyšujících přirozené obsahy na jiných lokalitách.

V části zájmového území se ve svrchní vrstvě horninového prostředí nacházejí navázky, jejichž mocnost se pohybuje na většině území v mocnostech 0,3 - 2,5 m. Vzhledem k tomu, že ke stavebním úpravám docházelo již více než před 50 lety a

možná i dříve, nelze o původu těchto navážek získat žádné informace. Z pohledu zjištěných sledovaných kontaminantů a charakteru horninového prostředí lze všechny hodnocené polutanty v zájmové oblasti, s výjimkou přirozeného obsahu hliníku a berylia v podloží, považovat za cizorodé.

Celé popisované území se rozkládá v intenzivně průmyslově zastavěném území, které je navíc protkáno sítí komunikací a inženýrských sítí. Úniky z inženýrských sítí mohou způsobovat lokální i rozsáhlejší změny ve složení podzemních vod.

Na základě provedených analýz byly v horninovém prostředí zájmového území zjištěny obsahy celkového organického uhlíku (TOC) $< 28 \text{ g.kg}^{-1}$. Hodnoty TOC byly zjištěny jak v horninovém prostředí mělké zvodně, tak i v přípovrchové vrstvě.

Podzemní voda mělké zvodně, vázaná na zvětraliny prachovců a břidlic, je podle provedených analýz středně mineralizovaná, s mineralizací $0,22 \text{ g.l}^{-1}$. Vysoká mineralizace vody je v okolí vrtu HV-2, a to $0,8 \text{ g.l}^{-1}$. Ta je způsobena lokálně zvýšenými koncentracemi hydrogenuhličitanů a síranů.

V prostoru vrtu HV-2 byla zjištěna podzemní voda chemického typu Ca-Mg-HCO₃-SO₄, slabě kyselá reakce (pH 6,46), dosti tvrdá. V prostoru vrtu HV-5 je podzemní voda obdobného chemického typu Ca-Mg-HCO₃, slabě kyselá reakce (pH 6,47), měkká.

Podzemní voda z domovních studní ST-5 a ST-7, studní v areálu ST-1, ST-2 a PZ-1, je podle provedených analýz středně mineralizovaná, s celkovou mineralizací v rozmezí $0,25$ až $0,37 \text{ g.l}^{-1}$. Koncentrace iontů železa a manganu jsou v rozmezí $0,26$ až $14,9 \text{ mg.l}^{-1}$, resp. $0,007$ až $0,64 \text{ mg.l}^{-1}$. Podzemní vody studní jsou typu Ca - HCO₃-SO₄ až Ca-Mg-HCO₃-SO₄. Podzemní vody jsou slabě kyselá až slabě zásadité, středně tvrdé.

3 PRŮZKUMNÉ PRÁCE

3.1 Dosavadní prozkoumanost území

V souvislosti s areálem bývalého celého komplexu podniku OSP nebyla nalezena žádná dokumentace o provedených pracích, které by byly zaměřeny na průzkum znečištění, monitoring či provedení sanačních prací. Tyto informace se shodují s údaji získanými od místních pamětníků. Dle sdělení bývalých zaměstnanců se v areálu podniku OSP žádné významně závadné látky v minulosti nepoužívaly. Byly zde pouze tři nádrže na pohonné hmoty Bencalor o objemech 10, 10 a 15 m³. Součástí strojní traktorové stanice byly i opravny strojů, autodílny, zámečnické dílny, mycí rampa, tesárna atd. Schéma původních objektů v areálu je součástí příloh č. 4, 5, 6.

Vzhledem k výrobám a technologiím, které byly v minulosti v areálu OSP provozovány, lze potenciální kontaminanty rozdělit do tří skupin dle jejich původu. Nejvýznamnější jsou chlorované uhlovodíky, které byly používány k odmašťování a čištění. Od roku 1964 byly při technologii odmašťování a čištění obecně využívány páry trichlorethylenu (TCE). Vzhledem k běžnému strojírenskému opracování a provozu bylo nakládáno s ropnými látkami, typu obráběcích emulzí a mazacích

olejů. Třetí skupinou jsou látky a přípravky používané při impregnaci dřeva v tesárně, k tomuto účelu byly využívány přípravky na bázi ropných látek (těžké oleje) s příměsí fenolů, případně i dehtů.

3.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných prací v zájmovém území

Dosavadními průzkumy bylo zjišťováno znečištění podzemních vod a zemin pouze v areálu společnosti ELIOD servis s.r.o. (EKOS 2000, EKOS 2002). Ve dvou etapách byla vybudována síť hydrogeologických vrtů ke sledování kvality podzemní vody. Celkem bylo vybudováno v prostoru společnosti 5 vrtů. Hloubka vrtů je známa pouze u dvou vrtů (HV-10 a HV-11) vyhloubených v roce 2000; hloubka vrtu HV-10 je 10,5 m a vrtu HV-11 8,0 m. Rozmístění všech existujících monitorovacích vrtů je vyznačeno v příloze č. 3. O ostatních vrtech neexistují záznamy.

Rozsah znečištění je deklarován výsledky průzkumů z let 2000 - 2002 (viz tabulka č. 3 - výsledky průzkumů znečištění a překročení C kritérií MP MŽP). Byly sledovány pouze chlorované uhlovodíky (CIU) - tetrachlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE) a 1,2-cis-dichlorethylen (DCE). Nejsou známy žádné informace o přítomnosti jiných druhů kontaminantů (např. těžké kovy, polyaromatické uhlovodíky, BTEX, ropné látky) v horninovém prostředí.

Tabulka 3: Znečištění podzemních vod chlorovanými uhlovodíky v areálu ELIOD servis s.r.o

Prostor	vrt	PCE ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		TCE ($\mu\text{g.l}^{-1}$)		1,2- cis-DCE ($\mu\text{g.l}^{-1}$)	
		říjen 2000	říjen 2002	říjen 2000	říjen 2002	říjen 2000	říjen 2002
přítok podzemních vod do areálu ELIOD	PZ-1	1500	110	9,7	5,3	<2	0,1
	HV-10	1000	380	0,58	0,73	<2	0,27
odtok podzemních vod z areálu ELIOD	PZ-3		10		1,8		0,3
	HV-11	22	0,69	1,2	0,05	<2	0,19
	PZ-2		0,16		0,05		0,1
Kritérium C MP MŽP		20		50		50	

Je zřejmé, že hodnota kritéria C MP MŽP indikující závažné znečištění horninového prostředí byla v případě tetrachlorethylenu překročena až o dva řády. Z výsledků je dále patrné, že kontaminace podzemních vod je mnohem vyšší na jejich přítoku do prostoru, a tedy je nutno hledat zdroj kontaminace proti předpokládanému směru proudění podzemních vod. Převažuje tetrachlorethylen, degradační produkty (trichlorethylen a 1,2-cis-dichlorethylen) nejsou zastoupeny ve vyšší míře, což svědčí o nízké intenzitě degradačních procesů v horninovém prostředí. Pouze lokálně (vrt PZ-1 na přítoku podzemních vod do areálu ELIOD servis s.r.o.) byly zjištěny vyšší obsahy trichlorethylenu, které však nepřekročily hodnotu kritéria B MP MŽP.

Následně v roce 2006 byl zhodnocen aktuální stav kvality podzemní vody ve stanovených monitorovacích objektech v areálu bývalého podniku OSP - Plzeň sever ve Zruči firmou AQUATEST a.s. a navázal na práce provedené v tomto prostoru firmou SEPARA-EKO, spol. s r. o. Brno v roce 2003.

Tabulka 4: Výsledky analýz vzorků v roce 2003 a 2006

rok 2003		HV-10 - stat.	S T1 -stat.	S T1 -dyn.	A	B	C
NEL	μg.l ⁻¹	81	210	-	50	500	1000
1,1-dichlorethylen		<50	<0,50	<0,50	0,1	10	20
trans-1,2-dichlorethylen		<1,0	<1,0	<1,0	0,1	25	50
cis-1,2-dichlorethylen		<1,0	13	1,0	0,1	25	50
1,2-dichlorethan		<2,0	<2,0	<2,0	0,1	25	50
trichlorethylen		0,42	2,6	7,9	0,1	25	50
tetrachlorethylen		51	3,1	3,1	0,1	10	20
chlorbenzen		<1,0	<1,0	<1,0	0,1	15	30
1,3-dichlorbenzen		<0,50	<0,50	<0,50	0,1	1,5	3
1,4-dichlorbenzen		<0,50	<0,50	<0,50	0,1	1,5	3
1,2-dichlorbenzen		<0,50	<0,50	<0,50	0,1	1,5	3
Suma CIU		51,42	18,7	12,0			

rok 2006		HV-10 - stat.	S T1 -stat.	S T1 -dyn.	A	B	C
NEL	μg.l ⁻¹	340	360	-	50	500	1000
1,1-dichlorethylen		<0,3	<0,3	<0,3	0,1	10	20
trans-1,2-dichlorethylen		<0,3	<0,3	<0,3	0,1	25	50
cis-1,2-dichlorethylen		<0,3	<0,3	<0,3	0,1	25	50
1,2-dichlorethan		<0,5	<0,5	<0,5	0,1	25	50
trichlorethylen		<0,5	<0,5	0,5	0,1	25	50
tetrachlorethylen		58,9	7,8	9,6	0,1	10	20
chlorbenzen		<0,1	<0,1	<0,1	0,1	15	30
1,3-dichlorbenzen		<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,5	3
1,4-dichlorbenzen		<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,5	3
1,2-dichlorbenzen		<0,1	<0,1	<0,1	0,1	1,5	3
Suma CIU		58,9	7,8	9,6			

Z porovnání tabulek je zřejmé, že oproti roku 2003 klesly obsahy trichlorethylenu a cis-1,2-dichlorethylenu pod mez stanovitelnosti. Naopak koncentrace NEL a tetrachlorethylenu se mírně zvýšily. Tetrachlorethylen u S T1 těsně pod limit „B“ MP MŽP. Tento mírný nárůst koncentrací může mít teoretickou souvislost se zvýšením hladiny podzemní vody o cca 0,5 m. Avšak vzhledem k tomu, že se koncentrace pohybovaly pouze v řádu jednotek μ.l⁻¹ u chlorovaných ethylenů a desítek μ.l⁻¹ u NEL, bylo možno konstatovat setrvalý stav znečištění podzemní vody lokality. Limit „C“ MP MŽP byl stejně jako v roce 2003 překročen pouze u tetrachlorethylenu vrtu HV 10. Všechny ostatní sledované polutanty byly pod stanovenými limity.

Od roku 2006 nebyl monitoring horninového prostředí, ani podzemní vody v zájmovém území firmy ELIOD servis s.r.o. a okolí proveden.

Závěr

V zájmovém území došlo k významné kontaminaci podzemních vod chlorovanými uhlovodíky. Dosavadními pracemi nebyly ověřovány možné zdroje znečištění a přítomnost dalších druhů kontaminantů.

V rámci provedených atmogeochemických měření nebyla ani v jednom případě měření prováděného v areálu OSP zjištěna kontaminace půdního vzduchu ropnými alifatickými ani aromatickými uhlovodíky (BTEX), nebyla ověřena ani kontaminace chlorovanými uhlovodíky.

Doposud ověřené znečištění horninového prostředí bylo zjištěno v oblasti přítoku podzemních vod do areálu firmy ELIOD servis s.r.o.. Bylo překročeno příslušné kritérium C MP MŽP pro tetrachlorethylen, degradační produkty tetrachlorethylenu (trichlorethylen a 1,2-cis-dichlorethylen) jsou zastoupeny v malé míře.

Byly vytipovány dva možné zdroje znečištění horninového prostředí - prostor bývalé strojní a traktorové stanice (nyní společnosti B&BC a M.L.O.P.) a zavezené laguny po těžbě kaolinu situované jižně od areálu OSP proti směru proudění podzemních vod. Vzhledem k povaze činnosti (plavení kaolínu) byl jako zdroj znečištění vyloučen objekt v areálu firmy EKOLEVEL (dřívější označení Modřírna).

Cílem analýzy rizik je na základě výsledků podrobného průzkumu vyhodnotit možnosti uvolňování znečištění do okolního životního prostředí a posoudit rizika plynoucí z tohoto uvolňování na lidské zdraví a na jednotlivé složky životního prostředí včetně případného návrhu následných nápravných opatření vedoucích k eliminaci zjištěných rizik.

Výsledky průzkumných prací jsou stručně shrnuty v následujících kapitolách.

3.1.2 Přehled zdrojů znečištění

Působení potenciálních zdrojů znečištění lze z časového hlediska obtížně určit, je však zjevné, že s ukončením činnosti podniku OSP došlo minimálně ke značnému omezení těchto zdrojů.

V zájmovém území se pod zpevněnými povrchy i v lagunách nacházejí navážky neznámého původu, použité materiály mohou být znečištěny např. těžkými kovy i poměrně širokým spektrem látek obtížně identifikovatelného charakteru. Vzhledem k širokému spektru potenciálních kontaminantů sledovaných v rámci průzkumných prací však nelze očekávat, že všechny rizikové látky obsažené v navážkách byly provedenými laboratorními analýzami zastiženy.

Na základě dřívějších průzkumných prací v zájmovém území a provedené podrobné rekognoskace zájmového území (areálu bývalého OSP) a blízkého okolí, byly vytipovány dva možné zdroje znečištění horninového prostředí - prostor bývalé strojní a traktorové stanice (nyní společnosti B&BC a M.L.O.P.) a zavezené laguny po těžbě kaolinu situované jižně od areálu OSP proti směru proudění podzemních vod. Vzhledem k povaze činnosti (plavení kaolínu) byl jako zdroj znečištění vyloučen objekt v areálu firmy EKOLEVEL (dřívější označení Modřírna).

Laguny mohly být potenciálním zdrojem ropných látek i chlorovaných alifatických uhlovodíků. Zvyklostí bylo v minulosti nevyužitelné zbytky těchto látek likvidovat vyléváním do jam, tj. kontaminanty zde mohly proniknout do horninového prostředí. Tato oblast mohla být zdrojem i polycyklických aromatických uhlovodíků (PAU).

Průzkumem byla ověřena hloubka laguny 1 v rozsahu 2,0 - 4,8 m, větší hloubky byly interpretovány na západní straně skládky. Mocnosti skládek v případě lokality II byly interpretovány v rozmezí od 2,0 m do 4,5 m v případě laguny 2 a od 2,2 m do 2,5 m v místech předpokládané laguny 3. Podrobné výsledky jsou součástí přílohy č. 9.

3.1.3 Vytipování látek potenciálního zájmu

Látky, které mohou představovat významné riziko pro člověka a složky životního prostředí, byly vytipovány na základě výsledků předchozích průzkumných prací a činností prováděných v zájmovém území a jeho okolí v minulosti.

Ropné látky, laboratorně stanovované jako analytický parametr ropné uhlovodíky (C10-C40), jsou směsí uhlovodíků vyráběných z ropy. Na lokalitě byly skladovány a používány jak pohonné hmoty, tak mazací oleje.

Chlorované uhlovodíky se v minulosti buď běžně používaly jako organická rozpouštědla a odmašťovadla. Charakteristickými látkami, které představují jak původní kontaminanty, tak i produkty jejich degradace mohou být zejména tetrachloreten, trichloreten, isomery dichloretenu (1,1-dichlorethylen, 1,2-trans-dichlorethylen, 1,2-cis-dichlorethylen), vinylchlorid VC. Chlorované uhlovodíky byly v zájmovém území předchozími průzkumy zjištěny v podzemní vodě.

Dále byly při průzkumných pracích sledovány rovněž polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU), benzen, toluen, ethylbenzen, xyleny (BTEX) a těžké kovy (TK).

3.1.4 Předběžný koncepční model znečištění

Předpoklady týkající se transportních cest kontaminace od zdroje k příjemci rizik jsou shrnuty v předběžném koncepčním modelu znečištění v tabulce níže. Předběžný koncepční model je platný pro současný stav využití území, v blízké budoucnosti se změna využití zájmového území nepředpokládá. Pro úplnost jsou uvedeny i méně reálné expoziční cesty, komentář ve sloupci „Poznámka“ zdůvodňuje jejich další využití či vyřazení z dalšího hodnocení.

Tabulka 5: Předběžný koncepční model znečištění

Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce	Expoziční cesta	Poznámka
Areál bývalé STS - nyní MLOP - jižní část areálu bývalého OSP	Úniky polutantů při provozu v minulosti → znečištění zemin			
	znečištění svrchní vrstvy zemin	zaměstnanci	dermální kontakt	nepravděpodobné (zpevněné povrchy), možné pouze v případě výkopových prací
	emise těkavých látek do ovzduší	zaměstnanci	inhalace	
	emise prachových částic do ovzduší	zaměstnanci	inhalace	
	Znečištění zemin → migrace do saturované zóny → transport podzemní vodou			prokázáno znečištění podzemní vody cca 200 m po směru proudění podzemní vody
znečištění podzemní vody → transport podzemní vodou → jímání studněmi	zaměstnanci obyvatelé okolní zástavby	požití, dermální kontakt, inhalace	možno vyloučit, podzemní voda není v areálech využívána v obci je zaveden vodovod, nelze však vyloučit využití vody jako užitkové	
Zavezené laguny po těžbě kaolinu při jižní hranici areálu OSP	Neřízená deponie odpadů do lagun			
	znečištěné navážky / odpad	obyvatelé	dermální kontakt	nelze vyloučit (nezpevněné povrchy)
	emise těkavých látek do ovzduší z navážek	obyvatelé	inhalace	nelze vyloučit (nezpevněné povrchy)
	emise prachových částic do ovzduší	obyvatelé	inhalace	nepravděpodobné (pokryto vegetací)
	Deponie odpadu → vyluhování polutantů srážkovou vodou → znečištění podložní nesaturované zóny → migrace do saturované zóny → transport podzemní vodou			prokázáno znečištění podzemní vody cca 400 m po směru proudění podzemní vody
	transport znečištění podzemní vodou → jímání studněmi	zaměstnanci areálu OSP obyvatelé okolní zástavby	požití, dermální kontakt, inhalace	možno vyloučit, podzemní voda není využívána v obci je zaveden vodovod, nelze však vyloučit využití vody jako užitkové

3.2 Aktuální průzkumné práce

3.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

Metodika a rozsah průzkumných prací byly navrženy tak, aby v maximální možné míře zajistily splnění cíle uvedeného v úvodní části této zprávy a zároveň zohlednily požadavky MP MŽP ČR č. 12 a 13 z roku 2005 pro průzkum kontaminovaného území a zpracování rizikové analýzy.

Závěrečnou zprávu o analýze rizik lze zpracovat pouze v případě dostatečného prozkoumání kontaminovaného území a znalosti zásadních parametrů transportních cest, kterými se může znečištění šířit z předpokládaných původních ohnisek znečištění. Předpoklady týkající se transportních cest kontaminace od zdroje k příjemci rizik byly proto shrnuty v tzv. předběžném koncepčním modelu znečištění kontaminovaného území. Ze zpracovaného předběžného koncepčního modelu kontaminovaného území vycházel rozsah průzkumných prací.

Na základě podrobné rekognoskace probíhající činnosti v bývalém areálu OSP, včetně historických podkladů o využití území v minulosti, bylo zjištěno, že

aktivity v tomto území s největší pravděpodobností mohly být zdrojem znečištění v zájmovém území.

Rozsah prací zohledňoval průzkumné práce na lokalitě již provedené (průzkumy z let 2000 až 2002). Průzkumné práce byly zaměřeny na ověření předpokládaných zdrojů kontaminace, zjištění aktuálního plošného rozsahu znečištění a možností šíření znečištění.

Pro splnění cílů prací byly průzkumné vrty a sondy situovány do oblastí vytipovaných zdrojů znečištění, viz kap. 3.1.2.

Průzkumné práce zahrnují geofyzikální měření, vrtné práce, odběry a analýzy vzorků zemin, vody a půdního vzduchu, provedení čerpacích zkoušek na vrtech a jejich geodetické zaměření.

3.2.1.1 Metodika průzkumných prací

Provedené průzkumné práce lze z metodického hlediska dále rozdělit do následujících věcných etap:

1. ověření geologických a hydrogeologických poměrů
2. ověření úrovně a rozsahu znečištění horninového prostředí
3. ověření úrovně a rozsahu znečištění půdního vzduchu
4. ověření úrovně a rozsahu znečištění podzemní vody
5. vyhodnocení průzkumných prací

Ověření geologických a hydrogeologických poměrů

Úvodní ověření geologických poměrů horninového prostředí geofyzikálním průzkumem bylo provedeno v prostoru lagun a bylo zaměřeno na vytyčení jejich hranic, zjištění mocnosti uložených odpadů, charakteru podložních hornin a ověření existence preferenčních cest možného šíření znečištění.

Ověření geologických poměrů horninového prostředí nesaturované a saturované zóny bylo provedeno na základě petrografických popisů provedených monitorovacích vrtů řady HV-1 až HV-5. Ověření geologických poměrů horninového prostředí svrchní části nesaturované zóny bylo provedeno na základě petrografických popisů provedených průzkumných sond S-1 až S-12. Pro ověření směru proudění podzemní vody byly ve stávajících i nově průzkumných vrtech opakovaně provedeny záměry hladiny podzemní vody v neovlivněném stavu. Výsledky zaměření hladiny podzemní vody byly graficky zpracovány ve formě mapy hydroizohyps.

Ověření parametrů horninového prostředí saturované zóny (transmisivita, koeficient filtrace) bylo provedeno orientační hydrodynamickou zkouškou (tzv. slug-testem) ve vybraném nově provedeném monitorovacím vrtu (HV-5) a na stávajícím vrtu PZ-1. Tato metoda se používá pro rychlé stanovení orientačních hodnot parametrů horninového prostředí v blízkém okolí posuzovaného vrtu. Výhodou této metody je, že trvá relativně krátkou dobu (zkoušku lze ukončit za několik minut, maximálně za několik hodin). Další výhodou je, že se dá použít i na úzkoprofilových monitorovacích vrtech, kam nelze zapustit vhodné čerpadlo, nebo ve vrtech, které

nelze z různých důvodů čerpat, např. s kontaminovanou vodou. Metoda je založena na vyhodnocení průběhu křivky poklesu a nástupu hladiny, způsobené náhlou změnou výšky hladiny podzemní vody ve vrtu. Tato změna může být způsobena buď jednorázovým nálevem či odběrem vody, rychlým zapuštěním a následně vytažením ocelového válce o vhodném průměru, anebo kombinací obou způsobů. Během tohoto cyklu se měří rychlost poklesu a nástupu hladiny. Pohyb hladiny podzemní vody je měřen ve vteřinových intervalech pomocí tlakového čidla s přesností na 1 mm a je zaznamenáván automatickou registrační stanicí, ze které jsou naměřená data dále zpracována na počítači pomocí příslušných vyhodnocovacích programů.

Při samotném vyhodnocení hydraulických parametrů se průběh poklesu nebo nástupu hladiny vynáší v závislosti na čase do semilogaritmického grafu. Podle znalostí o geologickém profilu zvodněného kolektoru a technickém profilu vrtu (průměr vrtání a výstroje vrtu, rozsah perforace a druh obsypu) se provede vlastní vyhodnocení. K vyhodnocení byla použita přímková metoda Bouwer-Riceho. Při této metodě se prokládají charakteristické rovné úseky křivky přímkou a stanovuje se hodnota koeficientu filtrace. Viz příloha č. 10.

Ověření úrovně a rozsahu znečištění horninového prostředí

Ověření úrovně a rozsahu znečištění horninového prostředí z hlediska obsahu vytipovaných kontaminantů bylo provedeno pomocí vrtných a sondážních prací, odběrů vzorků a následnými laboratorními analýzami s vyhodnocením výsledků.

Průzkumné sondy a vrty pro ověření znečištění horninového prostředí nesaturované zóny byly situovány tak, aby bylo možno zjistit reprezentativní informace o plošné a prostorové distribuci znečištění povrchové vrstvy zemin a navážek a dále do vytipovaných míst s možnou kontaminací horninového prostředí. Situování průzkumných sond a vrtů bylo omezeno existencí stávajících objektů areálu a probíhajících podzemních inženýrských sítí. Ověření existence a rozsahu znečištění horninového prostředí saturované zóny z hlediska obsahu vytipovaných kontaminantů bylo provedeno pomocí průzkumných monitorovacích vrtů.

Pro vymezení plošného a prostorového rozsahu znečištění horninového prostředí byly v průběhu vrtných prací prováděny zonální odběry vzorků zeminy pro následné laboratorní stanovení vytipovaných kontaminantů.

Stupeň zjištěného znečištění zemin byl s ohledem na potenciální budoucí využití orientačně posouzen srovnáním zjištěných koncentrací s limitními kritérii B a $C_{prům}$ Metodického pokynu MŽP, kterým se stanoví „Kritéria znečištění zemin a podzemní vody“ (8/1996) se zohledněním pozadových hodnot znečištění. Za hladinu významného znečištění je v případě organických polutantů považováno překročení kritéria $C_{prům}$ MŽP. V případě uhlovodíků C10-C40, které nejsou uvedeny v tomto MP byl zvolen přepočtení faktor 1 : 1 pro uhlovodíky C10-C40 : NEL, důvodem pro volbu této hranice je skutečnost, že byla archivním šetřením doložená v areálu OSP pouze manipulace s naftou a oleji, jejichž migrační schopnosti i toxické působení jsou střední až nízké.

Stanovené koncentrace znečišťujících látek v zeminách a ve výluzích zemin byly dále porovnány s vyhláškou č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Pro porovnání byly zvoleny nejvyšší

přípustné hodnoty uvedené v přílohách č. 2 a 4 k této vyhlášce, jež udávají ukazatele stanovené pro skládky skupiny S - inertní odpad.

Koncentrace znečišťujících látek ve výluzích zemin byly orientačně porovnány s kritérii B a C pro podzemní vody. Účelem tohoto porovnání bylo orientačně zjistit, zda obsahy znečišťujících látek vyluhovatelné ze zemin do podzemní vody mohou podzemní vody významně ovlivnit.

Ověření úrovně a rozsahu znečištění půdního vzduchu

Ověření úrovně a rozsahu znečištění horninového prostředí z hlediska obsahu vytipovaných kontaminantů bylo v průběhu sondážních prací ověřeno i prostřednictvím atmogeochemického měření (znečištění půdního vzduchu).

Kontaminace půdního vzduchu byla ověřována odběry vzorků vzdušnin ze všech úzkoprofilových sond i hydrogeologických vrtů. Celkem se jednalo o 17 objektů.

Vzorky půdního vzduchu byly odebrány ihned po odvrtání jednotlivých sond do hloubky 1,5 m p.t. Do sondy byla vložena odběrová tyč pro atmogeochemický průzkum a zatěsněn vršek sondy. Před zahájením vlastního odběru byl čerpadlem SKC odčerpán vzduch odpovídající cca trojnásobku objemu sondy. Vzorek vzduchu byl zachycen na filtru SKC.

Stupeň zjištěného znečištění navážek a zemin byl s ohledem a potenciální budoucí využití posouzen srovnáním zjištěných koncentrací s kritérii A a C MP MŽP. Za hranici významného znečištění byla vzhledem k povaze sledovaných látek zvolena hodnota kritéria C MP.

Ověření úrovně a rozsahu znečištění podzemní vody

Ověření úrovně a rozsahu znečištění podzemní vody bylo provedeno dynamickými odběry vzorků ze stávajících vrtů (PZ-1, PZ-3, HV-10, HV-11), nově provedených vystrojených vrtů HV-1 až HV-5 a ze stávajících studní ST-1 až ST-8 a jejich následnými laboratorními analýzami. Původní vrt PZ-2 byl v minulosti zlikvidován a proto z něj nebylo možné odebrat vzorky podzemní vody. Rozmístění nově provedených průzkumných vrtů bylo voleno s ohledem na dostatečné plošné pokrytí zájmového území, možnost posouzení úrovně kontaminace podzemní vody na vstupu a výstupu do zájmového území ve směru proudění podzemní vody a v neposlední řadě i s ohledem na existující hydrogeologické objekty.

Stupeň zjištěného znečištění podzemní vody ve vrtech i studnách v oblasti zájmového území byl orientačně posouzen srovnáním zjištěných koncentrací s limitními kritérii B a C Metodického pokynu MŽP, kterým se stanoví „Kritéria znečištění zemin a podzemní vody“ (8/1996). V případě uhlovodíků C10-C40, které nejsou uvedeny v tomto MP byl zvolen přepočtení faktor 1 : 1 pro uhlovodíky C10-C40 : NEL, důvodem pro volbu této hranice je skutečnost, že byla archivním šetřením doložená v areálu OSP pouze manipulace s naftou a oleji, jejichž migrační schopnosti i toxické působení jsou střední až nízké.

Současně byly sledovány v in-situ i některé parametry podzemní vody (teplota, pH, Eh, O₂). Koncentrace znečišťujících látek ve vodě z domovních studní

byly dále porovnány s vyhláškou č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu a s normou ČSN 757143, jakost vody pro závlahu.

Ověření úrovně a rozsahu znečištění povrchové vody

Ověření úrovně a rozsahu znečištění povrchové vody nebylo zjišťováno viz. kap. 2.2.4.

Vyhodnocení průzkumných prací

Na základě výsledků terénních a laboratorních prací bylo provedeno vyhodnocení rozsahu kontaminace nesaturované a saturevané zóny, jakož i kvality podzemní vody, včetně podrobného zhodnocení stavu kontaminace s využitím platné legislativy a Metodického pokynu MŽP, kterým se stanoví „Kritéria znečištění zemin a podzemní vody“ (8/1996).

Výsledky provedených terénních prací a laboratorních analýz jsou uspořádány do přehledných tabulek. Z výsledků prací a analýz byly zkonstruovány mapy kontaminace horninového prostředí a podzemních vod jako podklad pro hodnocení šíření znečištění.

Výsledky laboratorních analýz znečištění zemin, půdního vzduchu a podzemní vody byly zpracovány s ohledem na požadavky MP MŽP ČR č. 13 z roku 2005 pro průzkum kontaminovaného území.

Řízení prací bylo prováděno kvalifikovanými geology a hydrogeology s oprávněním provádět a vyhodnocovat práce v oblasti hydrogeologie a sanační geologie s praktickými zkušenostmi v oblasti geologicko-průzkumných a sanačních prací.

Veškeré práce byly provedeny odborně v souladu s platnou legislativou a závaznými technickými normami a v souladu s vnitropodnikovými směrnicemi v rámci systému řízení jakosti dle mezinárodní normy ČSN EN ISO 9001:2001 společnosti AQUATEST a.s.

3.2.1.2 Rozsah průzkumných prací

Geofyzikální práce

Vzhledem k požadovanému účelu měření, byla z metodického hlediska použita metoda mělké refrakční seismiky (MRS) bez použití trhavin, v úderové variantě. Měřeno bylo úderovou seismickou aparaturou Geode 24. Délka jednotlivých seismických roztažení byla 60 - 65 m. Seismický signál byl vyvolán opakovanými údery železné palice přes kovovou podložku a seismické vlnění bylo registrováno pomocí digitálního záznamu aparaturou Geode 24.

Na každém dílčím seismickém roztažení bylo vždy 5 bodů úderu (BÚ) - na obou koncích, uprostřed a 20 m - 30 m od obou konců profilů. V některých případech, pro ověření a upřesnění anomálních míst, byl systém měření doplněn o BÚ i na dalších místech profilu.

Zpracování bylo provedeno kombinací strojně-početního způsobu vyhodnocení metodou "t₀" a programem „Refra“ (R. Gúrtler) v případě existence gradientového prostředí, kde byla zavedena oprava na průnik seismických paprsků gradientovým prostředím.

Na každém profilu byly spočteny rychlosti přímé vlny, charakterizující pokryvné útvary, hraniční rychlosti, které charakterizují povrch horninového podloží a rychlosti maximální pro jednotlivé hloubky průniku seismických paprsků, které určují stupeň porušení horninového podloží v závislosti na hloubce.

Ze spočtených seismických rychlostí a hloubek byl sestrojen rychlostní řez v měřítku 1 : 500, s udáním zjištěných hodnot seismických rychlostí pro dané hloubky a s vykresleným rozhraním mezi kvartérními pokryvnými útvary, navážkami a povrchem horninového podloží. Toto rozhraní je znázorněno plnou čarou. Závislost seismických rychlostí na hloubce a stupni zvětrání je znázorněna pomocí izolinií rychlostí (izotach). Nárůst seismických rychlostí s hloubkou odráží i klesající stupeň porušení podložních hornin.

Rychlosti seismických vln vyšší než $V = 2500 \text{ m.s}^{-1}$ je možné považovat za limitní pro strojní rozpojování pro dané geologické prostředí. Zpravidla se jedná o přechod od zvětralých a porušených podložních hornin pevnostního charakteru R5 k horninovým partiím navětralým, méně porušeným (R4/R3).

Z geoelektrických metod byla zvolena kombinace metod geoelektrického multiprofilování a elektromagnetického profilování. Pomocí mnohažilového kabelu a soustavou 56 elektrod byly proměřeny profily P1 - P7 s krokem měření 1,5 m a profil P8 s krokem měření 4 m. S využitím softwarového programu Res2Dinv (fy Geotomo Software) byly zjištěny geoelektrické odporové poměry s hloubkovým dosahem až 15 m, v případě profilu P8 až 30 m.

Výše uvedený měřicí systém umožňuje rovněž sestrojení izoohmických geoelektrických řezů, které dávají dobrou představu o rozložení proudového pole, jak v horizontálním, tak i vertikálním směru. Toto geoelektrické pole je obrazem geologických struktur a ve většině případů i geologického složení.

Elektromagnetické profilování bylo vyhodnoceno ve třech hloubkových úrovních a výsledky jsou prezentovány v příloze č. 9.

Sondážní a vrtné práce

Ve dnech 19. až 25. 5. 2010 bylo ve vytýčených a schválených místech v areálu bývalého podniku OSP realizováno celkem 12 ks sond do hloubky max. 3,0 m pod úroveň terénu (zpevněné plochy nebo podlahy), kterými bylo ověřeno znečištění horninového prostředí a půdního vzduchu.

Dále v termínu 19. - 25. 5. bylo v zájmovém území vyhloubeno celkem 5 ks monitorovacích průzkumných vrtů. Tři vrtů byly situovány v prostoru předpokládaných zavezených lagun (HV-1 v prostoru laguny 1, HV-2 v prostoru laguny 2 a HV-4 v prostoru laguny 3), jeden vrt pod nimi ve směru předpokládaného proudění podzemních vod (areál kovovýroba Kučera/Prchal) a jeden vrt v prostorech bývalé strojní traktorové stanice (areál MLOP). Lokalizace průzkumných děl je uvedena v následující tabulce a příloze 3.

Tabulka 6: Lokalizace vybudovaných průzkumných děl

Prostor		vert	sonda	p.č.
zdroj kontaminace	laguna 1	HV-1	4, 5, 6	693/1
	laguny 2 a 3	HV-2, HV-4	7, 8, 9, 10, 11	462/6
šíření kontaminace	pod lagunami 2 a 3 - areál Prchal/Kučera	HV-3	12	458/1
šíření kontaminace i možný zdroj	areál MLOP (kovovýroba)	HV-5	1, 2, 3	458/9

Strojní vrtnou soupravou UGB-50 na podvozku V3-S bylo v zájmovém území vyhloubeno 12 ks průzkumných sond (S-1 až S-12). Hloubení sond bylo provedeno pomocí spirálového vrtáku s vrtným průměrem 220 mm. Sondy byly vyhloubeny do projektované max. hloubky 3,0 m.

Počet a hloubka provedených sond, včetně hloubky odebraných vzorků zemin a půdního vzduchu je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 7: Hloubka provedených sond a odběry vzorků zemin a půdního vzduchu

označení sondy	hloubka (m)	hloubka odběru vzorků zemin (m)	hloubka odběru vzorků půdního vzduchu (m)
S-1	2,0	0-0,5; 0,5-1; 1-2	0-1,5
S-2	2,0	0-0,5; 0,5-1; 1-2	0-1,5
S-3	2,0	0-0,5; 0,5-1; 1-2	0-1,5
S-4	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-5	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-6	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-7	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-8	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-9	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-10	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-11	3,0	Směsný 0-3	0-1,5
S-12	2,0	0-0,5; 0,5-1; 1-2	0-1,5

Hydrogeologické průzkumné vrty realizovala firma Jindřich Mráz - vrtné práce. Vrty byly vyhloubeny vrtnou soupravou UGB-50 na podvozku V3-S. Vrty byly provedeny technologií spirálového vrtání, vrtným profilem 220 mm. Vrty byly ukončeny po dosažení skalního podloží, které již nebylo dále vrtatelné pro použitou vrtnou soupravu.

Vrty jsou vystrojeny zárubnicí z PVC o průměru 125 mm. Jako stabilizační a filtrační obsyp byl použit kačírek frakce 4/8 mm. Zhlaví vrtů bylo do hloubky 1,5 m zatěsněno jílem a zabetonováno. Vrty HV-1, 2 a 4 mají zhlaví chráněno ocelovou chráničkou s převlečným uzávěrem. Vrt HV-3 a HV-5 je ukončen v úrovni terénu a opatřen pojezdovým zhlavím.

Základní parametry hydrogeologických monitorovacích vrtů jsou uvedeny v tabulkách 8 a 9. Technická zpráva vrtných prací je uvedena v příloze č. 12.

Tabulka 8: Hloubka provedených monitorovacích vrtů a odběry vzorků zemin

označení vrtu	hloubka (m)	hloubka odběru vzorků zemin (m)
HV-1	10,5	1 x směsný vzorek; 1 x HPV
HV-2	10,5	1 x směsný vzorek; 1 x HPV
HV-3	10,5	1 x 0,5; 1 x HPV
HV-4	10,5	1 x směsný vzorek; 1 x HPV
HV-5	10,5	1 x 0,5; 1 x HPV

Tabulka 9: Technické parametry provedených monitorovacích vrtů

vrt	hloubka (m)	vrtný ø (mm)	Pažení ocel ø219mm	výstroj PVC ø 110 mm (m)			obsyp (m) 4/8mm	těsnění (m)	zhlaví pojezd
				kalník	perforace	plná			
HV-1	10,5	220	1,5	-	10,5-1,5	1,5-0	10,5-1,5	1,5-0	ne
HV-2	10,5	220	1,5	-	5*-1,5	1,5-0	5-1,5	1,5-0	ne
HV-3	10,5	220	1,5	-	10,5-1,5	1,5-0	10,5-1,5	1,5-0	ano
HV-4	10,5	220	1,5	-	9*-1,5	1,5-0	9-1,5	1,5-0	ne
HV-5	10,5	220	1,5	-	10,5-1,5	1,5-0	10,5-1,5	1,5-0	ano

*V průběhu vystrojování se část vrtu HV 2 v metráži 5,0 - 10,5 m zborčila a uzavřela. V průběhu vrtání vrtu HV 4 se vrtná tyč délky 1,5 m v hloubce 9 m pod terénem utrhla. Lokalizace všech provedených vrtů a sond je znázorněna v příloze č. 3.

V průběhu vrtných prací byla prováděna geologická dokumentace (příloha č. 12 a č. 15). Před realizací každé nové sondy i vrtu byla provedena řádná dekontaminace vrtného nářadí (mechanické očištění a oplach vodou), aby bylo zamezeno nežádoucí kontaminaci vzorků následující sondy či vrtu. Po zdokumentování a odběru vzorků zemin byly sondy zlikvidovány zásypem.

Vrtná jádra byla po odběrech vzorků a dokumentaci uložena na zabezpečenou plochu, v prostoru laguny 3 a překryta plachtou. Po ukončení technických prací bylo vrtné jádro odstraněno v souladu se zákonem o odpadech, předáno firmě ELIOD servis s.r.o. k odstranění. (příloha č. 14).

Nově vyhloubené monitorovací vrtu a sondy, byly geodeticky výškopisně a polohopisně zaměřeny. Geodetické práce byly provedeny ve výškovém systému - BPV, ve třídě přesnosti mapování 3. Technická zpráva o provedeném geodetickém zaměření (měřická zpráva) je uvedena v příloze č. 14.

Odběry vzorků

Odběry vzorků byly prováděny v souladu s interními směrnici společnosti AQUATEST a.s. v rámci systému řízení jakosti ISO 9001:2001. Všechny vzorky zemin, půdního vzduchu i podzemní vody byly odebrány do předepsaných vzorkovnic a v přenosných chladicích boxech bezodkladně dopravovány do akreditované laboratoře AQUATEST a.s..

Odběry vzorků zemin pro ověření znečištění horninového prostředí byly prováděny z vrtného jádra všech výše uvedených jádrových monitorovacích vrtů a sond. Vzorky z nových vrtů mimo prostor lagun byly odebrány ze dvou hloubkových úrovní (přípovrchová vrstva - 0,5 m p.t, dále pak na úrovni HPV). Vzorky z nových vrtů v prostoru lagun byly odebrány ze dvou hloubkových úrovní (směsný vzorek od povrchu terénu po hladinu podzemní vody a na úrovni HPV). Ze zeminových sond v prostoru bývalé STS byly odebrány tři hloubkové intervaly (z přípovrchové úrovně

v intervalu 0 - 0,5 m pod terénem a ze dvou hlubších úrovní 0,5 - 1,0 m a 1,0 - 2,0 m pod terénem), v prostoru lagun byly vzorky zemin ze sond vzhledem k heterogenitě navezeného materiálu odebrány jako směsný vzorek z celého profilu sondy. V rámci průzkumných prací za účelem zjištění kontaminace horninového prostředí bylo celkem odebráno 30 vzorků zemin. Odběry vzorků byly prováděny odběrovým náčiním z nerezové oceli do příslušných vzorkovnic. Mezi jednotlivými odběry bylo veškeré použité náčiní dekontaminováno a opláchnuto pitnou vodou.

Přehled odebraných vzorků je uveden v tabulce č. 10. Jejich situování je znázorněno v příloze č. 3.

Tabulka 10: Vzorkování zemin

Odběrný bod	Hloubka [m p.t.]	Stanovení
S-1A	0,0-0,5	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-1B	0,5-1,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-1C	1,0-2,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-2A	0,0-0,5	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-2B	0,5-1,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-2C	1,0-2,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-3A	0,0-0,5	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-3B	0,5-1,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-3C	1,0-2,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-4	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-5	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-6	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-7	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-8	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-9	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-10	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-11	0,0-3,0	C10-C40,CIU, BTEX
S-12A	0,0-0,5	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-12B	0,5-1,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
S-12C	1,0-2,0	C10-C40,CIU, BTEX,PAU
HV1A	0-HPV	C10-C40,PAU
HV1B	HPV	C10-C40,TOC
HV2A	0-HPV	C10-C40,PAU
HV2B	HPV	C10-C40,TOC
HV3A	0-0,5	C10-C40,PAU
HV3B	HPV	C10-C40,TOC
HV4A	0-HPV	C10-C40,PAU
HV4B	HPV	C10-C40,TOC
HV5A	0-0,5	C10-C40,PAU
HV5B	HPV	C10-C40,TOC

Odběr vzorků půdního vzduchu byl proveden ze všech nově vyhloubených strojně prováděných sond a vrtů lokalizovaných v předpokládaných ohniscích znečištění.

Vzorky půdního vzduchu byly odebrány ihned po odvrtání jednotlivých sond do hloubky 1,5 m p.t. Do sondy byla vložena odběrová tyč pro atmogeochemický průzkum a zatěsněn vršek sondy.

Před zahájením vlastního odběru byl čerpadlem SKC odčerpán vzduch odpovídající cca trojnásobku objemu sondy. Vzorky půdního vzduchu byly odebírány do sorpčních trubiček SKC. V rámci průzkumných prací bylo celkem odebráno 17 vzorků půdního vzduchu.

Přehled odebraných vzorků je uveden v tabulce č. 11. Situace odběrných míst je znázorněna v příloze č. 5.

Tabulka 11: Vzorkování půdního vzduchu

Odběrný bod	Hloubka [m p.t.]	Stanovení
S-1	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-2	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-3	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-4	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-5	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-6	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-7	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-8	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-9	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-10	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-11	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
S-12	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
HV- 1	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
HV- 2	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
HV- 3	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
HV- 4	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky
HV- 5	1,5	CIU, BTEX, ropné uhlovodíky

Odběry vzorků podzemních vod byly provedeny ze stávajících monitorovacích vrtů (4 ks) a nově vyhloubených vrtů (5 ks) v dynamickém stavu a stávajících studních (8 ks) po zaměření hloubky ustálené hladiny podzemní vody. Vzorky byly odebrány po odčerpání minimálně tří objemů vodního sloupce v jednotlivých objektech a po ustálení sledovaných hodnot teploty, pH a vodivosti čerpané podzemní vody. Před vlastním odběrem byly tyto hodnoty terénního měření zaznamenány. Odběry pro stanovení uhlovodíků C₁₀-C₄₀ byly provedeny z hladiny, odběry pro stanovení ostatních parametrů ze spodní části vodního sloupce ve vrtu. K odběru bylo použito vzorkovací čerpadlo HERCULES. Celkem bylo provedeno 17 ks odběrů vzorků podzemní vody. Naplněné příslušné vzorkovnice byly uloženy v přenosných chladicích boxech a bezodkladně po odběrech byly dopraveny do akreditované laboratoře.

Dynamické odběry byly spojeny s dokumentací odběrného bodu (hloubka vrtu, úroveň hladiny podzemní vody, průměr výstroje, výška odměrného bodu nad terénem) a terénním měřením teploty, pH, vodivosti, redox potenciálu a kyslíku. Celkově bylo realizováno 17 odběrů podzemních vod v dynamickém stavu. Situování odběrných míst znázorňuje příloha č. 4. Přehled odběrných míst se stanoveními je uveden v tabulce č. 12.

Tabulka 12: Vzorkování podzemní vody

objekt		umístění objektu	hloubka objektu (m p. t.)	HPV (m p. t.)	Stanovení
ST-1	studna	areál MLOP	8,3	5,6	C10-C40, CIU, BTEX, PAU, DOC, ÚCHR, kovy
ST-2	studna	areál B&BC	30,0	-	C10-C40, CIU, BTEX, PAU, DOC, ÚCHR, kovy
ST-3	studna	areál SIELAFF	11,2	5,2	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
ST-4	domovní studna	Zruč č.p. 463/1	8,0	2,62	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
ST-5	domovní studna	Zruč č.p. 446/1	5,5	3,7	C10-C40, CIU, BTEX, PAU, DOC, ÚCHR, kovy
ST-6	domovní studna	Zruč č.p. 441	5,0	3,47	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
ST-7	studna	Zruč č.p. 698/1	7,9	2,8	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, ÚCHR, kovy
ST-8	domovní studna	Zruč č.p. 466	5,35	2,5	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV 10	archivní HG vrt	areál ELIOD	9,2	4	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV11	archivní HG vrt	areál ELIOD	-	3,5	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
PZ1	archivní HG vrt	areál ELIOD	8,2	2,0	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, ÚCHR, kovy
PZ3	archivní HG vrt	areál ELIOD	-	3,0	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV- 1	hydrogeologický vrt	laguna 1	10,5	4,02	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV- 2	hydrogeologický vrt	laguna 2	5,0	2,3	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, ÚCHR, kovy
HV- 3	hydrogeologický vrt	areál EKOLEVEL	10,5	2,61	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV- 4	hydrogeologický vrt	laguna 2	9,0	3,3	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, kovy
HV- 5	hydrogeologický vrt	areál MLOP	10,5	5,1	C10-C40, CIU, BTEX, DOC, ÚCHR, kovy

Laboratorní analýzy

Laboratorní analýzy odebraných vzorků zemin, půdního vzduchu, podzemní a povrchové vody byly provedeny v akreditované laboratoři AQUATEST, a.s. Spektrum provedených analýz vzorků vycházelo z informací o charakteru činnosti v zájmovém území a z vytipovaných prioritních kontaminantů, které byly prokázány v zájmovém území a jeho okolí. Celkový rozsah laboratorních analýz je uveden v následující tabulce č. 13.

Tabulka 13: Rozsah laboratorních analýz

Parametr	Zeminy	Podzemní voda	Půdní vzduch	Výluh
C ₁₀ -C ₄₀	28	17	-	4
Kvalita ropných uhlovodíků	1	1	-	-
polyaromatické uhlovodíky (PAU)	21	6	-	4
stanovení kovů v rozsahu dle MP MŽP	21	17	-	4
celkový organický uhlík (TOC)	5	-	-	-
rozpuštěný organický uhlík (DOC)	-	17	-	-
úplný fyzikálně-chemický rozbor (ÚCHR)*	-	7	-	-
TOL (chlorované uhlovodíky + BTEX)	18	17	-	4
chlorované uhlovodíky, BTEX a ropné uhlovodíky v rozsahu MP MŽP	-	-	17	-

*zahrnuje následující parametry: pH, konduktivita, celk. tvrdost, alkalita, acidita, CO₂ volný, CO₂ agresivní, sodík, draslík, amonné ionty, hořčík, vápník, mangan, železo, chloridy, dusitany, dusičnany, sírany, hydrogenuhličitany, fosforečnany, fluoridy, SiO₂, CHSKMn/CHSKCr, sediment, pach, barva

Certifikáty všech provedených analýz vzorků zemin, půdního vzduchu a podzemní vody jsou uvedeny v příloze č. 11.

Orientační hydrodynamická zkouška

Pro posouzení hydraulických parametrů horninového prostředí v prostoru zájmového území a vyhodnocení šíření znečištění podzemní vodou byla na novém monitorovacím vrtu HV-5 a stávajícím vrtu PZ-1 provedena orientační expresní hydrodynamická zkouška (slug-test).

Vlastní zkouška proběhla dne 12. července 2010. Zkouška byla na vrtu HV-5 provedena metodou jednorázového nálevu vody do vrtu (50 l) s následným sledováním poklesu hladiny podzemní vody. Na vrtu PZ-1 byla provedena krátkodobá čerpací zkouška a byl vyhodnocen nástup hladiny.

3.2.2 Výsledky průzkumných prací

3.2.2.1 Geologické poměry

Znalosti o geologických poměrech zájmového území byly upřesněny na základě výsledků vrtných prací (hydrogeologické vrty a sondy) a na základě geofyzikálního průzkumu prostoru lagun.

Mocnosti skládek byly zjišťovány pomocí mělké refrakční seismiky. Hloubka laguny 1 se pohybuje v rozsahu 2,0 - 4,8 m, větší hloubky byly interpretovány na západní straně skládky. Mocnosti skládek byly interpretovány v rozmezí od 2,0 m do 4,5 m v případě laguny 2 a od 2,2 m do 2,5 m v místech předpokládané laguny 3.

Ověřovací vrt HV-1 (laguna 1) byl situován do míst zjištěné nejzápadnější tektonické poruchy mezi stávající skládkou a cestu. V místech lagun 2 a 3 byl situován vrt HV-2 v původně projektovaném místě, vrt HV-3 byl situován uvnitř objektu do míst probíhající tektonické poruchy a vrt HV-4 byl posunut do tektoniky v SV části laguny 2. Místa pro vrty HV-3 a HV-4 byla vytyčena po dohodě s odpovědným řešitelem geofyzikálního průzkumu.

Z výše uvedeného je patrné, že lokální geologické poměry jsou v rámci zájmového území proměnlivé. Nicméně v jižní až jihovýchodní části území, do kterých byly situovány navrhované vrtné práce, potvrdily geologický profil odpovídající neoproterozoiku (jílovitý a štěrkopískový sedimentární pokryv a podložní neoproterozoické břidlice či prachovce).

Navážkami byl v minulosti vyrovnáván terén v celém prostoru zájmového území, a to především v prostoru lagun. Mocnost navážek místy dosahovala až do cca 2,5 metru, navážky mají hlinitý charakter s příměsí stavební sutě, škváry, drceného kameniva, cihel, komunálního odpadu apod.

Ze strukturního hlediska je v širším okolí zájmového území základní stavba komplikována přítomností potvrzených tektonických poruch s převládajícím směrem SV-JZ. Nejvýraznější je porucha oddělující pánev a proterozoikum v prostoru vrtu PZ -1 firmy ELIOD servis s.r.o.

Pod navážkami se nacházejí převážně štěrkopísky. Mocnost štěrkopísků byla ověřena až do 4,5 m p.t.

Pod štěrkopísky se nacházejí převážně písčité jíly. Mocnost jílu byla ověřena až do 8,0 m p.t.

Pod jíly bylo zastiženo eluvium prachovců a břidlic charakteru tuhé hlíny s úlomky hornin, které s hloubkou postupně přechází do slabě zvětralých až pevných poloh prachovců a břidlic. Přejod z eluvia do pevných hornin je velmi pozvolný. Pevné prachovce a břidlice skalního podloží, které byly již dále nevrstelné použitou vrtnou soupravou, byly zjištěny v hloubce 10,5 m pod terénem pouze ve vrtu HV-4. U ostatních vrtů bylo skalní podloží pouze navětralé.

Geologická dokumentace průzkumných sond je uvedena v příloze č. 7, geologická dokumentace provedených monitorovacích vrtů je uvedena v příloze č. 8.

3.2.2.2 Hydrogeologické poměry

Průzkumnými sondami provedenými převážně do hloubky 3,0 m pod terén nebyla hladina podzemní vody zastižena (pouze u sondy S-7 v 2,4 m pod terénem) Hladina podzemní vody byla zastižena všemi nově realizovanými monitorovacími vrty řady HV-1 až HV-5. Z výsledků průzkumných prací vyplývá, že v oblasti zájmového území plní horniny svrchního proterozoika funkci zvrásněného převážně puklinově propustného kolektoru, na který je vázána zvodeň s mírně napjatou hladinou podzemní vody. Na monitorovacích vrtech HV-3 a HV-4 byly ověřeny 2 různé zvodně svrchní průlinová z terciérních štěrků a hlubší průlinovo-puklinová zvodeň proterozoika. Břidlice a prachovce jsou v nezvětralém stavu jen velmi málo propustné, k významnějšímu oběhu podzemní vody dochází v zóně zvětralin a přípovrchového rozvolnění a rozpukání hornin. K živějšímu oběhu podzemní vody může dále docházet v oblasti významnějších tektonických poruch, případně jejich křížení.

Z průzkumu je patrné, že ustálené hladiny vrtů HV-1 až HV-5 se pohybovaly od 2,3 m p.t. (HV-2) do 5,01 m p.t. (HV-5). Výrazné rozdíly úrovní hladin nebyly zjištěny, různá geologická prostředí nebyla zastižena, rozdíl HPV je způsoben situováním vrtů do lagun či areál u OSP.

Podle provedené hydrodynamické zkoušky na vrtu HV-5 a PZ-1 byl vyhodnocen koeficient filtrace $1,5 \cdot 10^{-5} - 9,4 \cdot 10^{-6} \text{ m.s}^{-1}$. Podle klasifikace propustnosti hornin (J. Jetel, 1973) můžeme horninové prostředí mělké zvodně zařadit do třídy VI - slabě propustné.

Vlastní zkoušky proběhly 12. 7. 2010. Na vrtu HV-5 byla provedena zkouška metodou slug-testu jednorázovým nálevem, na vrtu PZ-1 byla provedena krátkodobá čerpací zkouška a byl vyhodnocen nástup hladiny.

Tabulka 14: Výsledky hydrodynamických zkoušek

Zkoušený vrt	Typ zkoušky	Koeficient filtrace (m.s^{-1})
HV-5	klesací	$9,40 \cdot 10^{-6}$
		$1,15 \cdot 10^{-5}$
PZ-1	stoupací	$1,97 \cdot 10^{-6}$
		$3,89 \cdot 10^{-6}$

Grafický záznam a podrobné vyhodnocení hydrodynamické zkoušky jsou uvedeny v příloze č. 10.

Na základě zaměření úrovně hladiny podzemní vody v nově provedených monitorovacích vrtech HV-1 až 5 a okolních monitorovaných studních dne 25. 5. 2010 byla sestrojena mapa hydroizohyps - příloha č. 4. Z mapy je patrný generelní směr proudění mělké podzemní vody souhlasně s terénem k severu.

V následující tabulce č. 15 jsou uvedeny výsledky zaměření hladiny podzemní vody ve sledovaných HG objektech.

Tabulka 15: Zaměření úrovně hladiny podzemní vody ze dne 25. 5. 2010

Objekt	Y	X	Z pažnice	Z terén	hladiny 25.5.2010	hypsy
HV-1	-818872,413	-1063789,378	383,643	382,941	4,02	378,921
HV-2	-818767,207	-1063756,635	383,568	382,935	2,3	380,635
HV-3	-818734,29	-1063721,698	381,438	poklop	2,61	378,828
HV-4	-818729,407	-1063748,451	383,976	383,334	3,3	380,034
HV-5	-818797,313	-1063675,297	380,862	poklop	5,1	375,762
S-7	-818756,339	-1063753,089	382,943	382,943	2,4	380,543
ST-1	-818774	-1063688	381		5,6	375,4
ST-3	-818684	-1063648	380,2		5,2	375
ST-4	-818659	-1063767	381,794		2,62	379,174
ST-5	-818631	-1063670	380		3,7	376,3
ST-6	-818585	-1063609	378		3,47	374,53
ST-7	-818795	-1063441	376,5		2,8	373,7
ST-8	-818658	-1063741	381,7		2,5	379,2
HV-11	-818734	-1063573	379,5		3,5	376
HV-10	-818755	-1063635	380		4	376
PZ-1	-818780	-1063623	380		2	378
PZ-3	-818705	-1063589	379,5		3	376,5

Z výsledků zaměření hladiny podzemní vody v hydrogeologických objektech v zájmovém území vyplývá, že ustálená hladina podzemní vody v zájmovém území se nachází v úrovni cca 374 až 380,6 m n.m.

3.2.2.3 Znečištění horninového prostředí

Spektrum provedených analýz vzorků navážek a zemin vycházelo z údajů o způsobu a charakteru činnosti v prostoru zájmového území v minulosti. Certifikáty všech provedených analýz vzorků zemin jsou uvedeny v příloze č. 11.

Uhlovodíky C10-C40

Následující tabulka uvádí analyticky zjištěné obsahy uhlovodíků C10-C40 v zeminách a ve výluzích zemin (pokud byly stanovovány). Vzhledem k tomu, že pro C10-C40 nejsou MP MŽP stanovena kritéria, byla (s vědomím chyby dané rozdílným stanovením těchto parametrů) pro vyhodnocení míry znečištění C10-C40 využita kritéria B a $C_{prům.}$ stanovená MP MŽP pro NEL.

Tabulka 16: Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 v zeminách

	Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	C ₁₀ - C ₄₀ v sušině mg.kg ⁻¹		Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	C ₁₀ - C ₄₀ v sušině mg.kg ⁻¹ suš.
	Vyhl. 294/2005 Sb.		360				
Kritéria MP MŽP	B		400	MLOP	HV5A	0-0,5	320
	C		1000		HV5B	HPV	<100
laguna 1	HV1A	směs	<100		S1A	0-0,5	1100
	HV1B	HPV	<100		S1B	0,5-1	<100
	S-4	směs	<100		S1C	1-2	<100
	S-5	směs	<100		S2A	0-0,5	250
	S-6	směs	<100		S2B	0,5-1	120
laguna 2	HV2A	směs	190		S2C	1-2	<100
	HV2B	HPV	<100		S3A	0-0,5	440
	HV4A	směs	<100		S3B	0,5-1	<100
	HV4B	HPV	<100	S3C	1-2	<100	
	S-7	směs	100	EKOLEVEL	HV3A	0-0,5	110
	S-8	směs	<100		HV3B	HPV	<100
	S-9	směs	150		S12A	0-0,5	260
	S-10	směs	<100		S12B	0,5-1	460
	S-11	směs	360		S12C	1-2	160

směs - směsný vzorek z celého profilu, HPV - odběr proveden u hladiny podzemní vody

Kontaminace překračující kritérium C byla zjištěna pouze v jednom místě v areálu MLOP, v sondě S1A v hloubce 0-0,5 m p.t. Kritérium B pak bylo překročeno v dalších dvou vzorcích z hloubek do 1 m p.t. v areálu MLOP a jednom vzorku v areálu firmy EKOLEVEL. Koncentrace v ostatních vzorcích zemin jsou v rozmezí meze detekce analytické metody a 360 mg.kg⁻¹. Koncentrace dané přílohou č. 4 vyhlášky č. 294/2005 Sb. byly překročeny ve dvou vzorcích. Zemina ze vzorků HV5A a S1A nevyhovuje koncentraci pro uložení na skládku skupiny S - inertní odpad.

Tabulka 17: Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 ve výluzech zemin

<u>Označení vzorku</u>	<u>Hloub. úroveň m p.t.</u>	<u>C10 - C40 ve vod. výluhu mg.l⁻¹</u>
Kritéria MP MŽP	B	0,5
	C	1
<u>HV5A</u>	<u>0-0,5</u>	<u><0,10</u>
<u>S1A</u>	<u>0-0,5</u>	<u><0,10</u>
<u>HV3A</u>	<u>0-0,5</u>	<u><0,10</u>
<u>S12B</u>	<u>0,5-1</u>	<u><0,10</u>

Analýzy uhlovodíků C10-C40 ve vodném výluhu byly provedeny u čtyřech vzorků, v žádném z nich obsah nepřekročil mez detekce analytické metody.

Těžké kovy - TK

Následující tabulka uvádí zjištěné koncentrace vybraných těžkých kovů porovnané s kritérii B a C_{prům.} MP MŽP.

Tabulka 18: Výsledky analýz těžkých kovů v zeminách

	Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	Cr(VI)	Sb	As	Ba	Be	Sn	Cr	Cd	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Hg	V	Zn
			mg.kg ⁻¹															
Kritéria MP MŽP	B		12	25	65	900	15	200	450	10	180	500	50	180	250	2,5	340	1500
	C		50	80	140	2800	30	600	1000	30	450	1500	240	500	800	20	550	5000
laguna 1	HV1A	směs	<0,2	<10,0	17,3	117	1	<5	88,4	<0,5	5,3	25	<5,0	13,3	<5	0,37	98,9	83,8
laguny 2 a 3	HV2A	směs	<0,2	<10,0	10,8	139	2,5	6	24,8	<0,5	9,7	36,2	<5,0	24,3	44,4	0,57	39,9	146
	HV4A	směs	<0,2	<10,0	8,9	75,3	1,1	5,5	14	<0,5	8,9	20,1	<5,0	15,5	16,7	<0,1	18,4	72,2
	S9	směs	<0,2	<10,0	11,7	119	1,9	8,3	24,1	<0,5	8,2	28,6	<5,0	21,4	18,6	0,15	34,2	104
	S10	směs	<0,2	<10,0	10,3	119	<1,0	6,4	15,9	<0,5	7,9	27,7	<5,0	12,6	48,8	0,18	22,9	116
MLOP	HV5A	0-0,5	<0,2	<10,0	7,7	43,3	1,3	<5,0	29	<0,5	14,8	19	<5,0	19,6	6,2	<0,1	56,1	22,3
	HV5A*	0-0,5	<0,2	<10,0	9,5	50,6	1,9	<5,0	38,1	<0,5	22,7	26,6	<5,0	25,2	6	<0,1	86,5	57,6
	S1A	0-0,5	<0,2	<10,0	9,1	62,3	1,4	<5,0	44,8	<0,5	31,3	48,2	<5,0	32,9	13	0,41	113	51
	S1B	0,5-1	<0,2	<10,0	15	48,5	1,7	<5,0	24,3	<0,5	6,8	32,9	<5,0	13,8	11,1	0,14	31,2	8,4
	S1C	1-2	<0,2	<10,0	7,9	46,9	<1,0	<5,0	13,5	<0,5	6,3	12,9	<5,0	16	7,6	0,11	17,2	59,5
	S2A	0-0,5	<0,2	<10,0	8,3	93	<1,0	<5,0	109	<0,5	22	59,5	<5,0	54,1	53	<0,1	59,9	255
	S2B	0,5-1	<0,2	<10,0	<5,0	63,9	<1,0	<5,0	15,2	<0,5	<5,0	10,5	<5,0	7,1	49,4	0,11	11,9	47
	S2C	1-2	<0,2	<10,0	6	32,4	<1,0	<5,0	7,1	<0,5	<5,0	5,1	<5,0	<5,0	5,5	0,11	7,1	13,1
	S3A	0-0,5	<0,2	<10,0	13	47,8	2,2	<5,0	44	<0,5	21,6	32,6	<5,0	29,4	21,8	<0,1	77,8	93,7
	S3B	0,5-1	<0,2	<10,0	5,3	37,4	<1,0	<5,0	23,5	<0,5	7,2	11,6	<5,0	13	5,8	<0,1	21,1	26,3
	S3C	1-2	<0,2	<10,0	5,6	34,5	<1,0	<5,0	14	<0,5	<5,0	8,3	<5,0	8	<5,0	<0,1	13,6	<5,0
	EKOLEVEL	HV3A	0-0,5	<0,2	<10,0	111	50,7	1,4	<5,0	63,4	<0,5	15,5	20,3	<5,0	33,2	1020	<0,1	44,3
HV3A*		0-0,5	<0,2	<10,0	9,2	52,2	1,7	<5,0	67,7	<0,5	20,5	23,7	<5,0	35	15	<0,1	65,1	72,6
S12A		0-0,5	<0,2	<10,0	13,9	70,9	1,1	<5	43,3	<0,5	12,1	28,5	<5	28,9	25,2	0,178	56,1	128

* kontrolní stanovení
směs - směsný vzorek z celého profilu

Znečištění zemin těžkými kovy bylo zaznamenáno pouze u jednoho vzorku, a to z vrhu HV-3 umístěném v areálu EKOLEVEL z hloubkové úrovně 0-0,5 m p.t. Ve vzorku byl zaznamenán obsah olova překračující kritérium C a obsah arsenu překračující kritérium B. Při opakovaném (kontrolním) stanovení tyto zvýšené hodnoty zjištěny nebyly. Vzhledem k materiálu navážek nelze odhadnout zdroj těchto kovů ve vzorku, ale je pravděpodobné, že vzorek zastihl nějaký druh odpadu, případně se mohlo jednat o chybu v laboratorním stanovení. Ostatní kovy v tomto vzorku úrovně kritéria B nedosahovaly a zároveň výsledky kontrolního stanovení u nich vykazují významnou shodu.

V následující tabulce jsou pro případný odhad šíření znečištění uvedeny obsahy těžkých kovů ve vybraných vzorcích ~~horninového prostředí v sušině~~ i ve výluhu zemin. Koncentrace znečišťujících látek ve výluzech zemin byly orientačně porovnány s kritérii B a C pro podzemní vody a s přílohou č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb (třída vyluhovatelnosti I). Účelem tohoto porovnání bylo orientačně zjistit, zda obsahy znečišťujících látek vyluhovatelné ze zemin do podzemní vody mohou podzemní vody významně ovlivnit. Výše uvedené porovnání výluhů s normativy MP MŽP pro podzemní vodu bylo provedeno z důvodu neexistence jiných normativ.

Tabulka 18: Tabulka 19: Výsledky analýz těžkých kovů ve výluhu zemin

Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	As	Ba	Be	Al	Cr	Cd	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Hg	V	Zn
		mg.l ⁻¹													
kritéria MP MŽP	B	0,05	1	0,001	0,25	0,15	0,005	0,1	0,2	0,18	0,1	0,1	0,002	0,15	1,5
	C	0,1	2	0,0025	0,4	0,3	0,02	0,2	0,5	0,35	0,2	0,2	0,005	0,3	5
Vyhl. 294/2005 Sb.		0,05	2			0,05	0,004		0,2	0,05	0,04	0,05	0,001		0,4
HV-3-A	0-0,5	<0,010	0,008	0,0012	0,677	0,008	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,010
HV-5-A	0-0,5	<0,010	0,007	0,0008	0,295	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,021
S-1-A	0-0,5	<0,010	0,006	0,0038	0,210	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,012
S-12-B	0,5-1	<0,010	0,012	0,0010	0,557	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	0,027	0,015

Ve výluzích ze zemin byly u analyzovaných vzorků zaznamenány zvýšené obsahy berylia a hliníku. Zvýšené obsahy těchto kovů ve výluhu korespondují s přirozeným výskytem v horninovém prostředí na lokalitě (kaolinová ložiska).

Obsahy ostatních kovů byly buď pod mezí detekce analytické metody nebo hluboko pod úrovní kritéria B. Ukazatele třídy I vyluhovatelnosti dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. nebyly překročeny u žádného ze vzorků.

Aromatické a chlorované uhlovodíky - BTEX a CIU

Následující tabulka č. 20 uvádí zjištěné koncentrace v porovnání s kritérii B a C_{prům.} MŽP ČR a vyhláškou č. 294/2005 Sb.

Tabulka 19: Tabulka 20: Výsledky analýz aromatických a chlorovaných uhlovodíků v zeminách

Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xyleny	Styren	Vinychlorid	1,1-Dichloro ethylen	1,2-cis-Dichloro ethylen	1,2-trans-Dichloro ethylen	Trichloro ethylen	Tetrachloro ethylen
		μg.kg ⁻¹ suš.										
kritéria MP MŽP	B	500	50000	25000	25000	15000	100	15000	10000	10000	10000	1500
	C	5000	150000	75000	75000	75000	1000	40000	40000	40000	40000	5000
Vyhl. 294/2005 Sb.		suma BTEX 600										
laguna 1	S-4 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S-5 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S-6 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
laguny 2 a 3	S-7 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S-8 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S-9 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S-10 směs	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	70	<50
MLOP	S-11 směs	<50	<50	<50	130	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S1A 0-0,5	<50	53	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S1B 0,5-1	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	130
	S1C 1-2	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S2A 0-0,5	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S2B 0,5-1	<50	110	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	450
	S2C 1-2	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S3A 0-0,5	<50	<50	<50	62	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
EKOLEV EL	S3B 0,5-1	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S3C 1-2	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	170
	S12A 0-0,5	<50	240	<50	59	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
	S12B 0,5-1	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50
S12C 1-2	<50	<50	<50	<50	<50	<100	<50	<50	<50	<50	<50	

směs - směsný vzorek z celého profilu

Koncentrace aromatických uhlovodíků a chlorovaných uhlovodíků v zemině byly ve většině vzorků pod mezí detekce analytické metody. V žádném ze vzorků nedosáhl obsah těchto znečišťujících látek úrovně kritéria B.

Ve čtyřech odebraných vzorcích bylo provedeno laboratorní stanovení obsahu aromatických (BTEX) a chlorovaných uhlovodíků (CIU) ve vodném výluhu. Koncentrace znečišťujících látek ve výluzích zemin byly orientačně porovnány s kritérii B a C pro podzemní vody. Účelem tohoto porovnání bylo orientačně zjistit, zda obsahy znečišťujících látek vyluhovatelné ze zemin do podzemní vody mohou podzemní vody významně ovlivnit. Výše uvedené porovnání výluhů s normativy MP MŽP pro podzemní vodu bylo provedeno z důvodu neexistence jiných normativ.

Koncentrace sumy BTEX vyhovuje koncentraci stanovené vyhláškou č. 294/2005 Sb. pro uložení na skládku skupiny S - inertní odpad.

Tabulka 20: Tabulka 21: Výsledky analýz aromatických a chlorovaných uhlovodíků ve výluzích

Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xyleny	Styren	Vinychlorid	1,1-Dichloroethylen	1,2-cis-Dichloroethylen	1,2-trans-Dichloroethylen	Trichloroethylen	Tetrachloroethylen
		μg.l ⁻¹										
kritérium B		15	350	150	250	20	10	10	25	25	25	10
kritérium C		30	700	300	500	50	20	20	50	50	50	20
HV3A	0-0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
HV5A	0-0,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
S1A	0-0,5	<0,2	6,5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
S12B	0,5-1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3

Koncentrace aromatických uhlovodíků a chlorovaných uhlovodíků ve vodném výluhu zemin byly ve všech analyzovaných vzorcích pod mezí detekce analytické metody, s výjimkou obsahu toluenu ve vzorku S1A, který je ovšem hluboko pod úrovní kritéria B.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Následující tabulka uvádí zjištěné koncentrace PAU v zeminách v porovnání s kritérii B a C_{prům.} MŽP a vyhláškou č. 294/2005 Sb.

Tabulka 21: Tabulka 22: Výsledky analýz PAU v zeminách

	Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	Fluoranthen	Benzo(b)fluoranthen	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(a)pyren	Benzo(ghi)perylen	Indeno(c,d)pyren	Fenantren	Antracen	Pyren	Benzo(a)antracen	Chrysen	Naftalen	Suma PAU
			mg.kg ⁻¹												
kritéria	B		40	4	10	1,5	20	4	30	40	40	4	25	40	190
MP MŽP	C		150	50	30	10	80	50	100	100	100	50	80	100	640
	Vyhl. 294/2005 Sb.														80
laguna 1	HV1A	směs	0,016	0,006	0,003	0,005	0,005	0,001	0,029	0,004	0,011	0,003	0,005	0,212	0,077
	HV2A	směs	3,93	1,424	0,754	1,87	1,01	0,97	2,328	0,678	2,916	2,18	1,729	0,475	17,7
laguny 2 a 3	HV4A	směs	0,97	0,79	0,36	0,68	0,44	0,41	0,28	0,12	0,96	0,87	0,65	0,27	5,62
	S-9	směs	16,8	5,13	2,67	5,58	3,46	3,62	14,3	2,97	12,0	8,13	6,79	2,40	74,7
	S-10	směs	9,91	3,72	1,87	4,00	2,50	2,67	5,79	1,45	7,27	5,32	4,23	0,32	43,6
	HV5A	0-0,5	1,05	0,23	0,09	0,20	0,19	0,12	0,56	0,28	0,54	0,35	0,33	0,33	3,43
	HV5A*	0-0,5	1,28	0,14	0,06	0,15	0,14	0,05	0,28	0,20	0,48	0,23	0,22	0,05	2,89
	S1A	0-0,5	2,28	0,38	0,15	0,36	0,29	0,25	1,39	0,66	1,65	0,98	0,69	0,17	8,04
	S1B	0,5-1	0,12	0,02	0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,06	0,03	0,07	0,01	0,02	0,12	0,33
	S1C	1-2	0,07	0,02	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,03	0,01	0,05	0,03	0,02	0,03	0,23
	S2A	0-0,5	5,63	2,38	1,18	2,20	1,65	1,87	3,60	0,63	4,11	2,80	2,59	0,38	25,6
	S2B	0,5-1	0,12	0,05	0,02	0,03	0,03	0,03	0,06	0,01	0,09	0,06	0,05	0,05	0,50
	S2C	1-2	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,001	0,02	0,00	0,02	0,01	0,01	0,04	0,11
	S3A	0-0,5	0,30	0,02	0,02	0,05	0,06	<0,01	0,33	0,06	0,25	0,12	0,11	0,24	1,25
	S3B	0,5-1	0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,03	<0,01	<0,01	0,04	0,14
	S3C	1-2	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	<0,001	0,01	<0,001	0,01	0,01	0,00	0,03	0,05
	HV3A	0-0,5	0,13	0,04	0,02	0,04	0,06	0,02	0,09	0,04	0,16	0,03	0,01	0,40	0,56
	HV3A*	0-0,5	0,06	0,01	0,01	0,02	0,03	<0,01	0,02	0,01	0,08	0,02	0,01	0,11	0,25
EKOLEVEL	S12A	0-0,5	1,68	1,01	0,53	1,12	0,78	0,76	0,34	0,15	0,84	1,36	0,86	0,15	8,27
	S12B	0,5-1	4,55	2,48	1,16	2,36	1,57	1,62	0,91	0,34	2,58	3,22	2,31	0,32	20,3
	S12C	1-2	2,32	1,24	0,55	1,10	0,68	0,80	0,56	0,16	1,44	1,60	1,00	0,45	10,1

* kontrolní stanovení

směs - směsný vzorek z celého profilu

Znečištění polyaromatickými uhlovodíky bylo zjištěno zejména v oblasti laguny 2, kde bylo zaznamenáno překročení kritéria B pro benzo(a)pyren u třech vzorků, pro benzo(a)antracen u dvou vzorků a pro benzo(b)fluoranthen u jednoho vzorku. Z lagun byly odebírány směsné vzorky z celého vrtného profilu, nelze proto přesněji určit, na které horizonty je znečištění polyaromatickými uhlovodíky vázáno. Dále byl zjištěn obsah benzo(a)pyrenu překračující kritérium B u jednoho vzorku odebraného z areálu MLOP (vázáno na svrchní vrstvu hlíny) a jednoho vzorku z areálu EKOLEVEL (vázáno na svrchní vrstvu navážek). Překročení limitu C nebylo zjištěno.

Hodnota sumy PAU u všech vzorků vyhovuje koncentraci stanovené vyhláškou č. 294/2005 Sb. pro uložení na skládku skupiny S - inertní odpad.

Koncentrace znečišťujících látek ve výluzích zemin byly orientačně porovnány s kritérii B a C pro podzemní vody. Účelem tohoto porovnání bylo orientačně zjistit, zda obsahy znečišťujících látek vyluhovatelné ze zemin do podzemní vody mohou podzemní vody významně ovlivnit. Výše uvedené porovnání výluhů s normativy MP MŽP pro podzemní vodu bylo provedeno z důvodu neexistence jiných normativ.

Tabuľka 22: Tabuľka 23: Výsledky analýz PAU ve výluzích

Označení vzorku	Hloub. úroveň m p.t.	Fluoranthen	Benzo(b)fluoranthen	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(a)pyren	Benzo(ghi)perylene	Indeno(1,2,3-cd)pyren	Fenantren	Antracen	Pyren	Benzo(a)antracen	Chrysen	Naftalen	Suma PAU
		µg.l ⁻¹												
kritérium B		25	0,25	0,1	0,1	0,1	0,1	5	5	25	0,5	0,1	25	60
kritérium C		50	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	10	10	50	1	0,2	50	120
HV3A	0-0,5	0,01	0,002	<0,001	<0,001	0,002	<0,001	0,015	0,001	0,011	0,017	0,004	<0,01	0,061
HV5A	0-0,5	0,004	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,01	0,001	0,004	0,001	0,001	<0,01	0,02
S1A	0-0,5	0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,01	<0,01
S12B	0,5-1	0,107	0,067	0,029	0,059	0,065	0,061	0,052	0,008	0,054	0,06	0,074	0,01	0,562

Koncentrace jednotlivých PAU a i celé sumy PAU ve vodném výluhu zemin byly hluboko pod kritériem B MP MŽP.

3.2.2.4 Znečištění půdního vzduchu

Znečištění horninového prostředí nesaturované zóny těkavými organickými uhlovodíky bylo ověřováno prostřednictvím odběrů a analýz vzorků půdního vzduchu. Ve všech odebraných vzorcích půdního vzduchu byl sledován obsah chlorovaných ethylenů. Dále byly zjišťovány obsahy monocyklických aromatických uhlovodíků (BTEX) v rozsahu benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny a dále ropných uhlovodíků.

Laboratorní protokoly o provedených analýzách jsou uvedeny v příloze č. 11. Obsahy kontaminantů v půdním vzduchu byly srovnány s kritérii MP MŽP pro znečištění půdního vzduchu (kritérium C MŽP).

Následující tabuľka uvádí analyticky zjištěné obsahy ropných uhlovodíků, BTEX a CIU v půdním vzduchu všech vyhloubených úzkoprofilových sond.

Tabuľka 24: Výsledky analýz ropných uhlovodíků, CIU a BTEX v půdním vzduchu

Označení vzorku	1,2-cis-DCE	1,2-dichlorethan	1,1,2-TCA	1,1,2,2-Tetrachlorethan	1,1,1,2-Tetrachlorethan	Tetrachlormethan	Chloroform	Tetrachlorethylen	Trichlorethylen	Chlorbenzen	Benzen	Toluen	Xyleny	Ethylbenzen	Ropné uhlovodíky	
	mg.m ⁻³															
kritérium MP MŽP	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,10	0,10	0,1	5	
	C	10	10	10	10	10	10	10	10	-	5	10	15	10	20	
laguna 1	HV-1	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,27	<0,10	<0,10	4,49	
	S-4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,19	<0,10	<0,10	11,8	
	S-5	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	2,24	
	S-6	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	9,05	
laguny 2 a 3	HV-2	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	7,33	
	HV-4	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,23	<0,10	<0,10	2,85	
	S-7	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,11	0,13	<0,10	5,52	
	S-9	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	0,67	<0,10	<0,10	0,21	0,17	0,14	12,8	
	S-10	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	1,12	<0,10	<0,10	0,38	0,12	<0,10	5,47
	S-11	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	<0,10	<1	
S-8	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,11	0,19	<0,10	6,89		

	Označení vzorku	1,2-cis-DCE	1,2-dichlorethan	1,1,2-TCA	1,1,2,2-Tetrachlorethan	1,1,1,2-Tetrachlorethan	Tetrachlormethan	Chloroform	Tetrachlorethylen	Trichlorethylen	Chlorbenzen	Benzen	Toluen	Xylyny	Ethylbenzen	Ropné uhlovodíky
		mg.m ⁻³														
kritérium MP MŽP	A	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	-	0,1	0,10	0,10	0,1	5
	C	10	10	10	10	10	10	10	10	10	-	5	10	15	10	20
MLOP	HV-5	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,13	<0,10	<0,10	1,63
	S-1	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,11	<0,10	<0,10	1,12
	S-2	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,14	<0,10	<0,10	1,59
	S-3	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	0,19	0,18	<0,10	<0,10	2,86
EKOLEVEL	HV-3	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,23	<0,10	<0,10	2,37
	S-12	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,30	<0,10	<0,10	0,17	<0,10	<0,10	1,1

Koncentrace těkavých látek v půdním vzduchu překročily maximálně kritérium A, nejvíce toluen a ropné látky. Z chlorovaných uhlovodíků bylo kritérium A překročeno pouze ve dvou vzorcích u TCE. Koncentrace ostatních chlorovaných uhlovodíků byly pod mezí detekce analytické metody.

3.2.2.5 Znečištění podzemní vody

Spektrum provedených analýz vzorků podzemní vody vycházelo z údajů o způsobu a charakteru minulé i současné činnosti v zájmovém území a jeho okolí. Znečištění podzemní vody v zájmovém území a jeho okolí bylo posouzeno srovnáním s limitními kritérii B a C MP MŽP. Významné znečištění je znázorněno v příloze č. 6. Vzhledem ke skutečnosti, že v průběhu podrobné rekognoskace zájmového území byly zjištěny jímací objekty sloužící k zásobování obyvatel pitnou vodou, které jsou sice v současné době využívány převážně k závlisce, bylo prováděno hodnocení kvality podzemní vody srovnáváním s ukazateli Vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, a s ukazateli normy ČSN 757143, jakost vody pro závlahu (viz následující tabulka).

Tabulka 24: Tabulka 25: Souhrnné porovnání parametrů podzemní vody z domovních studní s vyhláškou na pitnou vodu a normou pro závlahu

Parametr	jednotka	domovní studny					Vyhl. č. 252/2004 Sb.		ČSN 757143
		ST-4	ST-5	ST-6	ST-7	ST-8	limit	typ limitu	
pH		-	6,36	-	7,03	-	6,5-9,5	MH	5-8,5
iKonduktivita	mS.m ⁻¹	-	65,5	-	36,2	-	125	MH	300
Amonné ionty	mg.l ⁻¹	-	<0,05	-	0,31	-	0,5	MH	300
Chloridy	mg.l ⁻¹	-	54,2	-	14,1	-	100	MH	300
Dusičnany	mg.l ⁻¹	-	89,1	-	0,08	-	50	NMH	300
Dusitany	mg.l ⁻¹	-	<0,02	-	<0,02	-	0,5	NMH	300
Fluoridy	mg.l ⁻¹	-	<0,10	-	<0,10	-	1,5	NMH	300
Sířany	mg.l ⁻¹	-	87,4	-	44,6	-	250	MH	250
Hořčík	mg.l ⁻¹	-	17,5	-	11,7	-	20-30	DH	3
Mangan	mg.l ⁻¹	-	0,011	-	0,123	-	0,05	MH	3
Sodík	mg.l ⁻¹	-	40,9	-	9,60	-	200	MH	10
Vápník	mg.l ⁻¹	-	56,9	-	46,4	-	40-80	DH	10
Vápník a hořčík	mmol.l ⁻¹	-	2,14	-	1,64	-	2-3,5	DH	10
Železo	mg.l ⁻¹	-	0,151	-	14,9	-	0,2	MH	10

Parametr	jednotka	domovní studny					Vyhl. č. 252/2004 Sb.		ČSN 757143
		ST-4	ST-5	ST-6	ST-7	ST-8	limit	typ limitu	
Arsen	mg.l ⁻¹	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	NMH	trída I 0,05
Beryllium	mg.l ⁻¹	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0005	0,002	NMH	
Hliník	mg.l ⁻¹	<0,020	<0,020	<0,020	0,021	<0,020	0,2	MH	10
Chrom	mg.l ⁻¹	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	<0,005	0,05	NMH	0,2
Kadmium	mg.l ⁻¹	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,005	NMH	0,01
<u>Kobalt</u>	mg.l ⁻¹	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	-		0,5
Měď	mg.l ⁻¹	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	1	NMH	0,5
<u>Molybden</u>	mg.l ⁻¹	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020	<0,020			0,2
Nikl	mg.l ⁻¹	<0,006	0,019	0,025	<0,006	0,013	0,02	NMH	0,1
Olovo	mg.l ⁻¹	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	0,01	NMH	0,05
Rtuť	mg.l ⁻¹	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	<0,0003	0,001	NMH	0,005
<u>Vanad</u>	mg.l ⁻¹	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010	<0,010			0,1
<u>Zinek</u>	mg.l ⁻¹	0,058	0,034	0,204	0,067	0,049			1
Benzo(a)pyren	µg.l ⁻¹	-	0,002	-	-	-	0,01	NMH	
PAU	µg.l ⁻¹	-	0,0031	-	-	-	0,1	NMH	
vinylchlorid	µg.l ⁻¹	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,5	NMH	
1,2-dichlorethen	µg.l ⁻¹	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	3,0	NMH	
Trichlorethen (TCE)	µg.l ⁻¹	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	<0,5	10	NMH	
Tetrachlorethen (PCE)	µg.l ⁻¹	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	0,5	10	NMH	

NMH - nejvyšší přípustná hodnota; MN - mezní hodnota; DH - doporučená hodnota, nezávazná hodnota jakosti pitné vody

Ve vzorcích podzemní vody odebraných z domovních studní ST-5, ST-6 a ST-7 bylo zjištěno místní překročení několika parametrů daných vyhláškou č. 252/2004 Sb. Ve studni ST-5 bylo zjištěno překročení nejvyšší mezní hodnoty pro dusičnany, toto znečištění je pravděpodobně způsobeno únikem splaškových odpadních vod do vod podzemních. Ve studni ST-6 byla nepatrně překročena NMH pro nikl nad rámec laboratorní nejistoty. Ve studni ST-7 bylo zjištěno překročení nejvyšší mezní hodnoty pro železo a mangan, toto znečištění je pravděpodobně způsobeno vlivem přirozeného obsahu těchto látek v horninovém prostředí, studna ST-7 leží stranou od ostatních domovních studní v zájmovém území, proto zvýšený obsah těchto látek v ostatních domovních studních zjištěn nebyl. V žádné z domovních studní nebyl zjištěn obsah chlorovaných uhlovodíků, který by překračoval limit stanovený vyhláškou č. 252/2004 Sb.

Nejvýše přípustné hodnoty ukazatelů jakosti vody dle ČSN 757143 byly překročeny pouze v případě železa ve studni ST-7. Ve všech ostatních parametrech vzorky vyhovovaly třídě I - vody vhodné pro závlahu.

Fyzikálně-chemické parametry měřené během odběrů v terénu jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 26: Fyzikálně-chemické parametry odebírané podzemní vody

vzorek	teplota (°C)	pH	vodivost (µS.cm ⁻¹)	O ₂ (mg.l ⁻¹)
ST-1	14,6	8,04	62,5	5,2
ST-2	12	7,2	51,4	4,0
ST-3	11,3	7,1	63,4	6,0
ST-4	11,4	6,8	48,3	4,9
ST-5	12	6,5	51,6	3,5
ST-6	12,1	6,5	53,4	5,2

vzorek	teplota (°C)	pH	vodivost ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	O ₂ (mg.l ⁻¹)
ST-7	10,2	7,4	68,2	1,94
ST-8	11	6,8	60,4	4,1
HV-1	10,8	6,9	50,2	4,5
HV-2	11,2	6,73	43,8	6,2
HV-3	12	7,26	60,1	2,9
HV-4	11,1	6,82	42,7	3,1
HV-5	10,7	6,95	51,6	5,5
HV-10	10,7	6,36	43,4	4,2
HV-11	10,8	6,84	58,5	3,9
PZ-1	12,2	6,71	50,4	2,8
PZ-3	10,1	6,55	45,4	3,6

Charakteristika chemismu podzemních vod

Ve vzorcích podzemní vody odebraných z domovních i průmyslových studní, monitorovacích vrtů vyhloubených v rámci této AR a vrtů archivních (PZ-1) ve zdrojové i impaktové oblasti byl proveden úplný chemický rozbor. Výsledky úplných chemických rozborů uvádí následující tabulka. Výsledky byly orientačně porovnány s kritérii B a C MP MŽP a limity vyhlášky č. 252/2004 Sb.

Tabulka 26: Tabulka 27: Výsledky úplného chemického rozboru podzemní vody

Parametr	jednotka	domovní studny		MLOP		BBC	laguny 2 a 3	ELIOD	kritéria MP MŽP		Vyhl. č. 252/2004 Sb.	
		ST-5	ST-7	ST-1	HV-5	ST-2	HV-2	PZ-1	B	C	limit	typ limitu
pH		6,36	7,03	7,67	6,47	6,65	6,46	6,41	-	-	6,5-9,5	MH
Konduktivita	mS.m ⁻¹	65,5	36,2	33,5	26,9	34,8	88,1	43,5	-	-	125	MH
Amonné ionty	mg.l ⁻¹	<0,05	0,31	<0,05	0,05	0,05	<0,05	0,35	1,2	2,4	0,5	MH
Chloridy	mg.l ⁻¹	54,2	14,1	18,1	17,3	18,1	14,6	4,71	100	150	100	MH
Dusičnany	mg.l ⁻¹	89,1	0,08	11,7	7,98	0,05	37,4	2,35	-	-	50	NMH
Dusitany	mg.l ⁻¹	<0,02	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	0,02	<0,02	200	400	0,5	NMH
Fluoridy	mg.l ⁻¹	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	0,16	0,22	<0,10	2	4	1,5	NMH
KNK-4,5	mmol.l ⁻¹	1,71	2,52	1,71	1,83	2,34	5,75	3,15	-	-	-	-
ZNK-8,3	mmol.l ⁻¹	0,71	0,41	0,41	0,66	0,66	2,34	1,63	-	-	-	-
Sírany	mg.l ⁻¹	87,4	44,6	52,4	27,8	45,1	191	78,9	-	-	200	MH
Fosforečnany	mg.l ⁻¹	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,19	-	-	-	-
CO ₂ volný	mg.l ⁻¹	31,2	18,0	18,0	29,0	29,0	103	71,7	-	-	-	-
Hydrogenuhlíčitany	mg.l ⁻¹	104	154	104	112	143	351	192	-	-	-	-
Uhlíčitany	mg.l ⁻¹	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-
Draslík	mg.l ⁻¹	10,3	2,01	2,27	2,82	2,90	14,9	4,98	-	-	-	-
Hořčík	mg.l ⁻¹	17,5	11,7	6,5	9,8	13,5	25,4	17,3	-	-	20-30	DH
Mangan	mg.l ⁻¹	0,011	0,123	0,007	0,260	0,640	0,207	0,142	-	-	0,05	MH
Oxid křemičitý	mg.l ⁻¹	20,5	14,9	11,6	22,0	22,0	11,9	15,7	-	-	-	-
Sodík	mg.l ⁻¹	40,9	9,60	10,9	7,68	8,84	14,4	5,76	-	-	200	MH
Vápník	mg.l ⁻¹	56,9	46,4	44,9	28,4	39,0	146	57,9	-	-	40-80	DH
Vápník a hořčík	mmol.l ⁻¹	2,14	1,64	1,39	1,11	1,53	4,69	2,16	-	-	2-3,5	DH
Železo	mg.l ⁻¹	0,151	14,9	0,258	1,14	7,20	1,16	8,54	-	-	0,2	MH
CHSK-Cr	mg.l ⁻¹	8	<5	6	52	7	33	62	-	-	-	-

Podzemní vodu v zájmovém území lze charakterizovat chemickým typem Ca-Mg-HCO₃-SO₄, případně Ca-Mg-HCO₃ nebo Ca-HCO₃-SO₄. Reakce podzemní vody ve všech vrtech je slabě alkalická až slabě kyselá kolísající okolo pH 7,0. Podzemní voda v zájmovém území je měkká až velmi tvrdá, tvrdost v analyzovaných vzorcích se pohybuje v rozmezí 1,11 - 4,69 mmol.l⁻¹. Podzemní voda v zájmovém území je slabě až středně mineralizovaná. Voda se vyznačuje zvýšeným obsahem železa a

manganu. Z hlediska obsahu jednotlivých iontů se v podzemní vodě jednotlivých vrtů v zájmovém území neobjevují výrazné řádové rozdíly.

Těžké kovy - TK

Následující tabulka uvádí analyticky zjištěné obsahy těžkých kovů v podzemní vodě v porovnání s hodnotami kritérií B a C MP MŽP ČR.

Tabulka 28: Výsledky analýz těžkých kovů v podzemní vodě

Místo odběru	Označ. vzorku	As	Ba	Be	Al	Cr	Cr (VI)	Cd	Co	Cu	Mo	Ni	Pb	Hg	V	Zn
		mg.l ⁻¹														
kritéria MP MŽP	B	0,05	1	0,001	0,25	0,15	0,035	0,005	0,1	0,2	0,18	0,1	0,1	0,002	0,15	1,5
	C	0,15	2	0,003	0,4	0,3	0,075	0,02	0,2	0,5	0,35	0,2	0,2	0,005	0,3	5
domovní studny	ST-4	<0,010	0,029	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,058
	ST-5	<0,010	0,033	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,019	<0,010	<0,0003	<0,010	0,034
	ST-6	<0,010	0,045	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,025	<0,010	<0,0003	<0,010	0,204
	ST-7	<0,010	0,035	<0,0001	0,021	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,067
	ST-8	<0,010	0,038	0,0005	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,013	<0,010	<0,0003	<0,010	0,049
MLOP	ST-1	<0,010	0,022	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,043
	HV-5	<0,010	0,108	<0,0001	0,036	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,028	<0,010	<0,0003	<0,010	0,093
BBC	ST-2	<0,010	0,111	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,007	<0,010	<0,0003	<0,010	0,036
SIELAFF	ST-3	<0,010	0,077	<0,0001	0,043	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,010	<0,010	<0,0003	<0,010	0,062
laguna1	HV-1	<0,010	0,335	<0,0001	0,064	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	0,028	<0,020	0,015	<0,010	<0,0003	<0,010	0,088
laguny 2 a 3	HV-2	<0,010	0,048	<0,0001	0,030	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,010	<0,010	<0,0003	<0,010	0,042
	HV-3	<0,010	0,071	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,008	<0,010	<0,0003	<0,010	0,040
EKOL	HV-3	<0,010	0,042	<0,0001	0,026	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,021	<0,010	<0,0003	<0,010	0,040
	HV-10	<0,010	0,048	<0,0001	0,052	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,027	<0,010	<0,0003	<0,010	0,057
ELIOD	HV-11	<0,010	0,062	<0,0001	0,029	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,008	<0,010	<0,0003	<0,010	0,016
	PZ-1	<0,010	0,036	<0,0001	0,027	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,009	<0,010	<0,0003	<0,010	0,049
	PZ-3	0,015	0,067	<0,0001	<0,020	<0,005	<0,02	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,014	<0,010	<0,0003	<0,010	0,040

Koncentrace těžkých kovů jsou byly ve většině vzorků pod mezí detekce analytické metody, žádný z kovů nedosáhl ani úrovně kritéria B.

Uhlovodíky C10-C40, DOC

V případě uhlovodíků C10-C40, pro které nejsou v MP uvedena kritéria A, B, C bylo zvoleno porovnání s kritérii stanovenými pro NEL. Přepočtení faktor uhlovodíky C10-C40 : NEL byl zvolen 1:1, důvodem pro volbu této hranice je skutečnost, že byla archivním šetřením doložena v areálu OSP pouze manipulace s naftou a oleji, jejichž migrační schopnosti i toxické působení jesou střední až nízkéá.

Tabulka 29: Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 a DOC v podzemní vodě

Místo odběru	Označení vzorku	C10-C40	DOC
		mg.l ⁻¹	
kritéria MP MŽP	B	0,5	-
	C	1	-
ČSN 757143	trída 1	0,1*	-
domovní studny	ST-4	<0,10	2,1
	ST-5	<0,10	1,7
	ST-6	<0,10	1,2
	ST-7	<0,10	1,3
	ST-8	<0,10	2,6
MLOP	ST-1	<0,10	1,3
	HV-5	<0,10	1,1
BBC	ST-2	<0,10	2,8
SIELAFF	ST-3	<0,10	4
laguna 1	HV-1	0,88	5,9
laguny 2 a 3	HV-2	0,15	5
	HV-4	<0,10	7
EKOL	HV-3	<0,10	1,6
ELIOD	HV-10	<0,10	4,6
	HV-11	0,21	13
	PZ-1	0,10	5,4
	PZ-3	1,90	25

* ukazatel stanoven pro NEL

Koncentrace C10-C40 mírně překročila kritérium C u jednoho vzorku (PZ-3) a kritérium B také u jednoho vzorku (HV-1). Normě jakosti vody pro zálivku nevyhovuje voda z některých vrtů areálu ELIOD a v okolí lagun. Voda ze všech vzorkovaných domovních studní normě vyhovuje.

Hodnota rozpuštěného organického uhlíku (DOC) v podzemní vodě většiny monitorovacích vrtů kolísala mezi 1,1 až 5,9 mg.l⁻¹. Výrazně vyšší hodnota DOC byla zjištěna v podzemní vodě dvojice monitorovacích vrtů HV-11 (13 mg.l⁻¹) a PZ-3 (25 mg.l⁻¹), u kterého bylo zároveň zaznamenáno znečištění uhlovodíky C10-C40.

Parametr DOC udává množství rozpuštěného organického uhlíku ve vodě, a potažmo tedy množství organických látek ve vodě. Jedná se o podpůrný ukazatel znečištění C10-C40, který byl využit pro hodnocení atenuace ropných látek.

Aromatické a chlorované uhlovodíky - BTEX a CIU

Výsledky analýz BTEX a CIU uvádí následující tabulka, ve které jsou analytické zjištěné hodnoty porovnány s hodnotami kritéria B a C MŽP ČR.

Tabulka 30: Výsledky analýz BTEX a chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě

Místo odběru	Označení vzorku	Benzen	Toluen	Ethylbenzen	Xyleny	Styren	Vinylchlorid	1,1-Dichloroethylen	1,2-cis-Dichloroethylen	1,2-trans-Dichloroethylen	Trichloroethylen	Tetrachloroethylen
		μg.l ⁻¹										
kritéria MP MŽP	B	15	350	150	250	20	10	10	25	25	25	10
	C	30	700	300	500	50	20	20	50	50	50	20
domovní studny	ST-4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
	ST-5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
	ST-6	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
	ST-7	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
	ST-8	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,5
MLOP	ST-1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	1,0
	HV-5	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	3,9	<0,3	5,3	38,9
BBC	ST-2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
SIELAFF	ST-3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	3,2	<0,2	<0,3	0,4	<0,3	0,5	15,4
laguna1	HV-1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	3,5	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	0,5	<0,3
laguny 2 a 3	HV-2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	1,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	2,5	1,0
	HV-4	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	2,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
EKOL	HV-3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	4,7	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
ELIOD	HV-10	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	5,9	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	39,2
	HV-11	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	<0,3
	PZ-1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	5,8	<0,2	<0,3	23,8	<0,3	60,6	2310
	PZ-3	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	0,7	<0,2	<0,3	<0,3	<0,3	<0,5	0,8

Podzemní voda v zájmovém území je kontaminována PCE a to ve zdrojové i impaktové části zájmového území, v areálech firem MLOP a ELIOD. Znečištění zde přesáhlo kritérium C, ve vrtu PZ-1 dokonce více jak stonásobně. Ve vrtu PZ-1 bylo kritérium C překročeno také v případě TCE. A ve studni ST-3 bylo mírně překročeno kritérium B u PCE.

Z průzkumů provedených v minulosti vyplývá, že kontaminace podzemní vody PCE i ostatními chlorovanými uhlovodíky byla v areálu ELIOD (vrtech HV-10 a PZ-1) výrazně vyšší než v areálu MLOP (ST-1). Koncentrace PCE ve vrtech dále po směru proudění podzemní vody (vrty HV-11 a PZ-3 v areálu ELIOD) vykazovaly několikanásobně nižší koncentrace než HV-10 a PZ-1. Obsah PCE v podzemní vodě ve vrtu HV-10, kde je k dispozici nejsouvislejší časová řada stanovení, vykazuje od roku 2000 klesající trend.

V okolních domovních studních kontaminace chlorovanými uhlovodíky zaznamenána nebyla.

Obsahy aromatických uhlovodíků byly ve většině vzorků pod mezí detekce analytické metody.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Následující tabulka uvádí analyticky zjištěné obsahy PAU v podzemní vodě v porovnání s hodnotami kritérii B a C Metodického pokynu MŽP ČR.

Tabulka 31: Výsledky analýz PAU v podzemní vodě

Místo odběru	Označení vzorku	Fluoranthen	Benzo(b)fluoranthen	Benzo(k)fluoranthen	Benzo(a)pyren	Benzo(ghi)perylen	Indeno(1,2,3-c,d)pyren	Fenantren	Antracen	Pyren	Benzo(a)antracen	Chrysen	Naftalen	Suma PAU
		$\mu\text{g.l}^{-1}$												
kritéria MP	B	25	0,25	0,1	0,1	0,1	0,1	5	5	25	5	0,1	25	60
MŽP	C	50	0,5	0,2	0,2	0,2	0,2	10	10	50	10	0,2	50	120
domovní studny	ST-5	0,007	0,002	0,001	0,002	0,001	<0,001	0,012	0,001	0,005	0,001	0,002	0,01	0,031
MLOP	ST-1	0,009	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,025	0,001	0,016	0,001	<0,001	<0,01	0,053
	HV-5	0,03	0,011	0,005	0,010	0,009	0,007	0,031	0,002	0,026	0,011	0,012	0,010	0,141
BBC	ST-2	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,027	0,002	0,005	<0,001	0,001	<0,01	0,038
laguny 2 a 3	HV-2	0,009	0,008	0,003	0,005	0,012	0,004	0,010	0,001	0,040	0,01	0,012	<0,01	0,106
ELIOD	PZ-1	0,005	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,033	0,001	0,008	0,001	0,001	0,023	0,049

Koncentrace jednotlivých PAU i sumy PAU v žádném ze vzorků nedosáhly ani úrovně kritéria B.

3.2.3 Shrnutí výsledků, prostorového rozsahu a míry znečištění

Za významné znečištění jsou považovány koncentrace překračující kritérium C MP MŽP.

Z výsledků analýz zemin vyplývá, že v zájmovém území se lokálně nachází znečištění ropnými uhlovodíky (parametr C10-C40), které bylo zjištěno v sondě S-1 v povrchové vrstvě navážek v hloubce 0 - 0,5 m p.t. Dále bylo zjištěno znečištění olovem v povrchové vrstvě vrtu HV-3, při kontrolním stanovení ovšem vysoká koncentrace zjištěna nebyla. Ostatní analyzované polutanty se v zájmovém území ve významných koncentracích nenacházejí. Grafické znázornění znečištění zemin je v příloze č. 5.

V půdním vzduchu byly analyzovány těkavé organické látky: BTEX, chlorované uhlovodíky a ropné uhlovodíky. Celkem bylo analyzováno 17 vzorků. Žádný z polutantů nebyl ve vzorcích ve významných koncentracích přítomen.

V podzemní vodě v zájmovém území bylo lokálně zaznamenáno významné znečištění PCE, TCE a ropnými uhlovodíky C10-C40. Znečištění PCE bylo zjištěno ve dvou vrtech v areálu ELIOD a jednom vrtu v areálu MLOP. Znečištění TCE a C10-C40 bylo zjištěno ve vrtech v areálu ELIOD, viz příloha č. 6. Obsahy látek analyzovaných v podzemní vodě domovních studní byly porovnány s limity vyhlášky č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou vodu. Nejvyšší mezní hodnoty, jejichž překročení vylučuje použití vody jako pitné byly překročeny lokálně pro dusičnany, nikl, železo a mangan. Obsah těchto prvků ve vodě nesouvisí se zkoumanou kontaminací. Koncentrace chlorovaných uhlovodíků v domovních studních bylo hluboko pod limitem daným vyhláškou č. 252/2004 Sb.

3.2.4 Posouzení šíření znečištění

Údaje o litologickém charakteru horninového prostředí nesaturované zóny a její mocnosti jsou podrobně uvedeny v kapitolách 2.2.2 (Geologické poměry) a 2.2.3 (Hydrogeologické poměry), proto zde uvádíme pouze stručné shrnutí.

3.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně

Mocnost nesaturované zóny se v zájmovém území v oblasti zdrojů znečištění pohybuje v rozmezí cca 1 - 7 m pod terénem. Ve svrchní části je nesaturovaná zóna tvořena navážkami o mocnosti 0,5 - 3 m. Pod navážkami byly zastiženy pískové nebo štěrkové polohy a dále vrstva jílu o mocnosti 1,5 - 4 m.

Hlavním transportním mechanismem v nesaturované zóně je výluh srážkami. Množství srážkové vody vychází z průměrného ročního úhrnu srážek (dlouhodobý průměr ve srážkoměrné stanici Plzeň - Doudlevec 496 mm). Zdrojová část zájmového území - areál MLOP má převážně zastavěný nebo zpevněný povrch, vymývání srážkovou vodou je zde tedy značně omezeno; místa bývalých lagun jsou naopak nezpevněná, pro srážkové vody propustná.

Z výsledků znečištění zemin vyplývá, že významné znečištění ropnými uhlovodíky C10-C40, tedy znečištění přesahující kritérium C bylo zjištěno pouze u ropných uhlovodíků C10-C40 v jedné sondě, a to v povrchové vrstvě navážek. Ve výluhu z tohoto vzorku byl obsah C10-C40 tak nízký, že nedosáhl meze detekce analytické metody (0,1 mg.l⁻¹). Koncentrace ostatních polutantů v zeminách byly nízké a nejsou považovány za významné znečištění.

Na základě výše uvedených skutečností, lze konstatovat, že k šíření znečištění ropnými uhlovodíky ze zdrojové oblasti nedochází.

3.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Za horninové prostředí saturované zóny jsou pro potřeby tohoto hodnocení považovány ty horniny, které se vyskytují trvale pod úrovní hladiny podzemní vody a horniny v zóně přirozeného kolísání hladiny podzemní vody. Oběh podzemní vody v zájmovém území (mělká zvodeň) je vázán na převážně průlinovo-puklinový propustný kolektor s oběhem v přípovrchové zóně zvětrávání jílovitých břidlic nebo prachovců. Mocnost této zvodně není přesně známa. Směr proudění je většinou souhlasný se sklonem terénu, tj. k severu. Propustnost zvodněné vrstvy je vyjádřena koeficientem filtrace v řádu 10⁻⁵ až 10⁻⁶ m.s⁻¹.

Posouzení šíření znečištění v saturované zóně bylo prováděno pouze pro kontaminanty, které v podzemní vodě překračují hodnotu kritéria C pro podzemní vody. Ve zdrojové oblasti této podmínce vyhovuje PCE, kde jeden vzorek - podzemní voda z vrtu HV-5 - obsahovala koncentrace zhruba 2x převyšující kritérium C. Ostatní zjištěné kontaminanty, PCE, TCE a C10-C40 byly ověřeny pouze v impaktivní oblasti, v areálu ELIOD, přičemž koncentrace PCE zde zjištěná překračovala kritérium C i více než stonásobně.

S ohledem na výše uvedené není jednoznačné, kde se nachází zdroj kontaminace chlorovanými uhlovodíky. Zdroj může být jak v areálu MLOP, tak se

může nacházet v impaktové oblasti na nepřístupném pozemku p.č. 456/7 či v areálu ELIOD.

Polutanty, které jsou rozpuštěny ve vodě, se v saturované zóně šíří advekčně disperzním pohybem, který je ovlivňován sorpcí kontaminantu na částice horninového prostředí, biodegradačními procesy a různými chemickými procesy. Ve vodě nerozpuštěné kontaminanty se šíří prostředím různými mechanismy, které jsou závislé na hustotě nerozpuštěných látek, respektive na jejich relativní hustotě vůči hustotě vody. Pro nerozpuštěné látky lehčí než voda je rozhodujícím faktorem pro rychlost jejich šíření po hladině podzemní vody velikost kapilárních sil, povrchové napětí, smáčitelnost kontaminantu atd. Nerozpuštěné znečišťující látky těžší než voda se šíří po rozhraní nepropustného horninového podloží a saturované zóny.

Šíření znečištění saturovanou zónou horninového prostředí je určeno jeho rychlostí, množstvím a koncentrací migrujících kontaminantů.

Teoretická maximální rychlost migrace kontaminantů v saturované zóně v důsledku proudění podzemní vody odpovídá skutečné rychlosti proudění podzemní vody vypočtené podle vzorce:

$$v_s = \frac{v}{n_e}$$

příčemž

$$v = k \times I$$

Kde

- v - filtrační rychlost proudění podzemní vody,
- k - koeficient filtrace ($5,4 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$, použit logaritmický průměr hodnot z výsledků hydrodynamických zkoušek provedených na vrtech PZ-1 a HV-5)
- I - hydraulický gradient (0,02)
- v_s - skutečná rychlost proudění podzemní vody,
- n_e - efektivní pórovitost (5 %)

Na základě provedeného výpočtu lze předpokládat, že skutečná rychlost proudění podzemní vody je v zájmovém území cca $1,87 \text{ m.den}^{-1}$.

Chlorované uhlovodíky rozpuštěné v podzemní vodě se v saturované zóně šíří advekčně disperzním pohybem. Transport těchto polutantů je současně ovlivňován sorpcí kontaminantu na částice horninového prostředí a různými chemickými, příp. i biodegradačními procesy. Rychlost šíření prioritních kontaminantů (PCE) v podzemní vodě je definována vztahem:

$$v_r = \frac{v_s}{R}$$

Kde

- v_r - rychlost šíření prioritních kontaminantů v podzemní vodě (m.s^{-1})
- v_s - skutečná rychlost proudění podzemní vody (m.s^{-1})
- R - retardační faktor

Retardační faktor lze určit pomocí vzorců

$$R = 1 + \frac{\rho_b}{n} K_d$$

$$K_d = K_{OC} \times f_{OC}$$

Kde

ρ_b	objemová hmotnost zeminy (1,8 g.cm ⁻³)
n	pórovitost (5%)
K_d	distribuční koeficient (cm ³ .g ⁻¹)
K_{OC}	rozdělovací koeficient organického uhlíku PCE (238 cm ³ .g ⁻¹)
f_{OC}	frakce organického uhlíku (1 %)

Na základě provedeného modelového výpočtu lze tedy odhadnout rychlosti proudění podzemní vody a rychlosti šíření pro PCE.

Výpočtem byl stanoven retardační faktor pro PCE na R=43,84, při obj. hmotnosti zemin 1,8 g.cm⁻³, obsahu organického uhlíku 1% a pórovitosti 5%.

Rychlost šíření PCE pak byla výpočtem stanovena na cca 0,04 m.den⁻¹, což je 15,5 m.rok⁻¹.

Stáří kontaminace podzemní vody chlorovanými uhlovodíky není známo.

3.2.4.3 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Přirozená atenuace alifatických uhlovodíků (CIU) je zpravidla velmi pozvolná. V přirozených podmínkách probíhá degradace chlorovaných ethylenů za vzniku konečného produktu vinylchloridu nebo chlormetanů. V podzemní vodě byl zjištěn pouze malý podíl TCE a 1,2-cis-dichlorethylenu, tj. produktů degradace PCE, je tedy pravděpodobné, že degradace CIU přítomných v podzemní vodě v zájmovém území je teprve v počátečním stadiu.

Rozklad PCE a TCE probíhá převážně v anaerobním prostředí. V podzemní vodě vrtů obsahujících znečištění PCE a TCE byl zjištěn obsah kyslíku nad 2,8 mg.l⁻¹, který indikuje aerobní prostředí.

Z hlediska vývoje od roku 2003 se koncentrace PCE ani TCE zjištěné ve vrtu HV-10 (ze kterého jsou archivní data k dispozici) řádově nezměnily a na lokalitě panují aerobní podmínky. Z toho vyplývá, že v blízké budoucnosti nelze očekávat významnější snižování obsahu jednotlivých chlorovaných uhlovodíků v důsledku procesů přirozené atenuace.

3.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Výsledky provedeného hodnocení šíření znečištění a hodnocení jeho vývoje je shrnuto v následujících bodech:

- Migrace kontaminantů z nesaturované zóny do zóny saturované nebyla hodnocena, protože koncentrace polutantů v zeminách a ve vyluzích ze zemin

nebyly vyhodnoceny jako významné a tok kontaminantů z nenasycené zóny do podzemní vody je považován za zanedbatelný.

- Byla zjištěna významná kontaminace podzemní vody chlorovanými uhlovodíky (zejm. PCE) v zájmovém území. Zdroj znečištění nebyl s určitostí identifikován. Časové působení zdroje nebylo možné zjistit.
- Rychlost horizontální migrace PCE vlivem proudění podzemní vody byla odhadnuta na $15,5 \text{ m.rok}^{-1}$.
- Kontaminace chlorovanými uhlovodíky se nerozšířila do domovních studní. Vzhledem ke směru proudění podzemní vody k severu se ovlivnění domovních studní ani v budoucnu nepředpokládá. V zástavbě situované po směru proudění podzemní vody dle údajů majitelů nemovitostí nejsou domovní studny vyhloubeny (jedná se o novou zástavbu vystavěnou po roce 2002, zásobenou z obecního vodovodu).
- V zeminách nebyla zjištěna významná kontaminace chlorovanými uhlovodíky. Lze předpokládat, že chlorované uhlovodíky se vyluhovaly do podzemní vody, případně z povrchových vrstev vytékaly, nebo nebylo průzkumnými pracemi zastiženo ohnisko jejich výskytu.
- Na celkovém znečištění podzemní vody chlorovanými alifatickými uhlovodíky má nejvyšší podíl PCE. Významný podíl tohoto polutantu v podzemní vodě indikuje, že degradace znečištění CIU v podzemní vodě v zájmovém území neprobíhá nebo probíhá velmi pomalu. V časovém horizontu jednotek let nepředpokládáme významnější snižování obsahu jednotlivých chlorovaných uhlovodíků v důsledku procesů přirozené atenuace.

3.2.6 Omezení a nejistoty

Vyhodnocení znečištění je spojeno s následujícími omezeními a nejistotami:

- Vzhledem k nahrazení analýz NEL analýzou uhlovodíků C10-C40 bylo jako hodnotící kritérium významnosti znečištění ropnými látkami použito srovnání hodnoty NEL s koncentrací uhlovodíků C10-C40. Analyticky se jedná o odlišně prováděná stanovení, obecně analýza NEL postihuje širší spektrum ropných látek, tj. hodnota v parametru NEL bývá vyšší než uhlovodíky C10-C40, mohou však nastat i opačné případy např. v důsledku přítomnosti organických látek neropného původu (v navážkách nelze vyloučit).
- V případě uhlovodíků C10-C40, které nejsou uvedeny v MP MŽP byl zvolen s vědomím určité chyby přepočtení faktor 1 : 1 pro uhlovodíky C10-C40 : NEL, důvodem pro volbu této hranice je skutečnost, že byla archivním šetřením doložena v areálu OSP pouze manipulace s naftou a oleji, jejichž migrační schopnosti i toxické působení jsou střední až nízké.
- Neúplné vymezení kontaminačního mraku chlorovaných uhlovodíků západním směrem, umístění sond a vrtů bylo limitováno předpokládanými kontaminovanými prostory, přítomností podpovrchových inženýrských sítí a přístupností jednotlivých míst.
- Nejistota je rovněž spojená s určením zdroje chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě a zároveň stářím této kontaminace.

- Velmi složité geologické a hydrogeologické podmínky lokality, zejména přítomnost tektonických zlomů v zájmovém území, mohou ovlivnit migraci znečišťujících látek.

34 HODNOCENÍ RIZIK

Hodnocení rizika se provádí za účelem vytipování a vyhodnocení možných rizik, vyplývajících ze současného a budoucího využití lokality i jejího okolí, zjištěného typu a rozsahu kontaminace, potenciálních příjemců a dalších údajů. Hodnocení rizik se provádí ve třech krocích:

- identifikace rizik,
- hodnocení zdravotních rizik,
- hodnocení ekologických rizik.

3.14.1 Identifikace rizik

3.1.14.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Kritériem výběru prioritních kontaminantů bylo zjištění jejich přítomnosti ve zvýšených koncentracích ve zdrojové oblasti, tj. pro zeminy, půdní vzduch i podzemní vodu nad kritérium $C_{prům}$ MP MŽP.

V potaz byly brány i toxikologické vlastnosti kontaminantů, rozsah kontaminace a potenciální příjemci znečištění.

Z výsledků průzkumných prací vyplývá, že v zájmovém území se nachází významnější kontaminace pouze chlorovanými uhlovodíky v podzemní vodě. Jako prioritní kontaminanty byly vytipovány PCE a TCE v podzemní vodě.

Níže je uveden popis vlastností chlorovaných uhlovodíků. Chlorované uhlovodíky zahrnují tetrachlorethylen a produkty jeho rozkladu neboli trichlorethylen, dichlorethylen a monochlorethylen (vinylchlorid). Tetrachlorethylen je součástí technických rozpouštědel a odmašťovadel. Rychlost rozpadu jednotlivých látek rozpadové řady závisí na konkrétních podmínkách na lokalitě, odborná literatura uvádí poločasy rozpadů mezi jednotlivými stupni v rozmezí 2 - 8 let. Z povrchových vrstev půdy chlorované uhlovodíky rychle vytěkávají nebo se vyluhovávají do podzemní vody. Ve vodě jsou poměrně špatně rozpustné, rozpustnost stoupá podél degradační řady.

Tetrachlorethylen i jeho produkty rozkladu jsou toxické, narkotizující, dráždí sliznice, kůže, oči, při dlouhodobější expozici působí negativně na CNS (bolesti hlavy, únava, atd). Tetrachlorethylen a trichlorethylen jsou potenciální lidské karcinogeny, trichlorethylen se při dlouhodobé expozici kumuluje v tukových tkáních, u dichlorethylenu byla prokázána pozitivní mutagenita, vinylchlorid je IARC považován za prokázaný lidský karcinogen.

Chlorované uhlovodíky jsou nebezpečné pro životní prostředí. Snadno těkají a některé přispívají ke vzniku fotochemického smogu.

4.1.2 Základní charakteristika příjemců

Charakteristika podmínek expozice:

- Obytná zástavba východním směrem přímo navazuje na zájmové území, severním směrem se nachází cca ve vzdálenosti přibližně 200 m, v obou případech se jedná o rodinné domy obce Zruč - Senec.
- Nejbližší okolí zájmového území západním a jižním směrem tvoří jehličnaté lesy.
- Zájmové území nezasahuje do žádného ze zvláště chráněných území ve smyslu zákona č. 114/1992 Sb. v platném znění, ani se nenachází v jeho blízkosti.
- Průzkumnými pracemi byla v zájmovém území zjištěna kontaminace podzemní vody PCE a TCE, přesahující kritérium $C_{prům}$, ve vrtech v areálech MLOP a ELIOD.
- Hladina podzemní vody v areálech MLOP a ELIOD se pohybuje od 2 do 5 m p.t.

Ohrožitelnými subjekty jsou pracovníci v areálu MLOP a pracovníci v areálu ELIOD, kteří mohou přijít do styku s podzemní vodou. Voda z vrtů není v areálech využívána, možnost kontaktu je tedy omezená. Potenciální možnosti kontaktu jsou výkopové práce, hladina podzemní vody v areálech je velmi mělko.

4.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Definování expozičních scénářů a jejich kvantitativní zhodnocení předpokládá znalost bodů kontaktu, úplné expoziční cesty a potenciálního příjemce. Možnost kontaktu s jednotlivými složkami životního prostředí závisí jak na chování a transportu látek tak na vlastním potenciálním příjemci.

Na základě vyhodnocení všech dostupných informací byly v zájmovém území vytipovány expoziční scénáře přicházející v úvahu pro současné a plánované využití zájmového území. Pro hodnocení expozice byly následně vybrány scénáře, které mohou nastat v podmínkách tohoto využití území (viz tabulka č. 32).

Tabulka 32: Koncepční model

Možná expozice	Expoziční cesta		Scénář vybrán pro kvantifikaci?	Důvod pro výběr nebo vyloučení
Pracovníci výkopové práce	Zemina	Dermální kontakt, inhalace	NE	Nebylo zjištěno významné znečištění zemin ani půdního vzduchu
	Podzemní voda	Dermální kontakt, s kontaminovanou podzemní vodou	ANO	Hladina podzemní vody je mělce pod povrchem a může být výkopovými pracemi zastižena
Zaměstnanci	Zemina	Dermální kontakt, inhalace	NE	Nebylo zjištěno významné znečištění zemin ani půdního vzduchu
	Podzemní voda	Dermální kontakt, inhalace při kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou	NE	Podzemní voda z vrtů, kde bylo zjištěno znečištění není v průmyslových areálech využívána
Obyvatelé okolní zástavby	Zemina	Dermální kontakt, inhalace	NE	Nebylo zjištěno významné znečištění zemin ani půdního vzduchu v oblasti lagun
	Podzemní voda	Dermální kontakt, inhalace při kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou	NE	Nebylo zjištěno významné znečištění podzemní vody v domovních studnách

Na základě zpracovaného koncepčního modelu byl pro další kvantifikaci vybrán následující expoziční scénář: Dermální kontakt s podzemní vodou kontaminovanou chlorovanými uhlovodíky v areálech MLOP a ELIOD.

Jako vstupní koncentrace pro kvalifikaci scénářů byly použity aktuálním průzkumem nejvýše zjištěné koncentrace chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě: PCE 2310 $\mu\text{g.l}^{-1}$, TCE 60,6 $\mu\text{g.l}^{-1}$.

4.2 Hodnocení zdravotních rizik

Tato kapitola vyplývá z požadavků Metodického pokynu MŽP (2005) založeného na přístupu U.S.EPA (EPA,1989): Risk Assessment Guidance of Superfund, Volume 1. Human Health Evaluation Manual (Part A). EPA/540/1-89/002.

Hodnocení zdravotního rizika vychází z předpokladu, že za určitých podmínek existuje riziko poškození lidského zdraví, přičemž míra rizika od nulového až po maximální je daná druhem činnosti, resp. pobytu na lokalitě a stavem životního prostředí (např. mírou kontaminace půdy, vody, ovzduší, potravin).

Metodika hodnocení zahrnuje následující kroky: identifikace nebezpečnosti, určení vztahu dávka - odpověď, hodnocení expozice a charakterizace rizika.

4.2.1 Hodnocení expozice

Dávka - odpověď je vztah mezi dávkou škodliviny a jejím toxickým efektem na sledovaný organismus. Je nezbytné rozlišovat dva hlavní způsoby toxického působení veličinami:

- karcinogenní efekt,
- nekarcinogenní efekt akce s prahovým účinkem.

Karcinogenní účinky

Základním krokem při určení karcinogenního potenciálu studované látky je většinou řada biologických pokusů, jejichž výsledkem je sestavení matematického modelu, který extrapolací modeluje pravděpodobnost vzniku nádorového onemocnění při expozičních dávkách v rozsahu od v pokusech použitých experimentálních dávek k nulovým dávkám. Princip stanovení konstanty karcinogenního potenciálu v praxi často vychází z hypotézy, že vztah mezi velmi nízkými dávkami studované látky a vyvolaným efektem (pravděpodobností vzniku nádoru) bude lineární. To umožňuje stanovit směrnici závislosti takového lineárního vztahu.

Hodnota směrnice této závislosti se v anglosaské terminologii nazývá "Cancer Slope Factor" (CSF), tzn. faktor směrnice karcinogenity. Stanovuje se obvykle pro orální a inhalační cestu expozice samostatně (tzv. Oral Slope Factor - OSF, Inhalation Unit Risk - IUR).

Použití tohoto přístupu k hodnocení karcinogenity bylo zavedeno v US EPA a je používáno i v jiných zemích. Stanovené hodnoty představují konstanty karcinogenního potenciálu. Při jejich použití však neodhadujeme riziko skutečné nebo průměrné, ale pravděpodobně nejvyšší, vzhledem ke skutečně možnému riziku. Uvažuje se celoživotní expozice. Z těchto důvodů se expoziční dávka za kratší dobu přepočítává na celkovou předpokládanou délku života exponované osoby tj. stanovuje se průměrná celoživotní denní expozice (LADD). Riziko takto vypočtené se považuje za teoretické zvýšení celoživotní pravděpodobnosti vzniku nádorových onemocnění nad všeobecný průměr v populaci (či pro jednotlivce) v důsledku definovaném expozicí studovanou látkou.

Nekarcinogenní účinky

Látky, které nezpůsobují (neinicializují) karcinogenní bujení a přitom poškozují organismus, (příčemž míra tohoto poškozování je v určitém koncentračním rozmezí přímo úměrná aplikované dávce) se pokládají za toxické látky s prahovým účinkem. V principu to znamená, že existuje jasně definovatelná hodnota koncentrace, která je spojena s pozorovatelným, či jinak postihnutelným toxickým účinkem. Tato hodnota se nazývá prahová koncentrace. Pro charakterizaci toxického účinku látek s prahovým účinkem při dlouhodobé expozici. US EPA zavedla pojem referenční dávky (Reference Dose - RfD).

Referenční dávka je definována jako denní expozice (odhadnutá v rozpětí až jednoho řádu), která při celoživotní expozici pravděpodobně nezpůsobí poškození zdraví. RfD se vyjadřuje jako hmotnost látky vstřebaná (absorbovaná) na jednotku tělesné hmotnosti za jednotku času a uvádí se tedy např. v $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$.

Jakožto zdroj dat pro směrnici faktoru a referenční dávky byla použita databáze EPA (Integrated Risk Information System - IRIS).

Vyhodnocení expozice

Při kvantifikaci expozičních scénářů jsou pro jednotlivé scénáře a jednotlivé expoziční cesty odhadovány průměrné denní dávky (ADD, příp. CDIn), resp. celoživotní průměrné denní dávky (LADD, příp. CDIc).

Scénář 1: dermální kontakt s podzemní vodou kontaminovanou chlorovanými uhlovodíky

Výpočet rizika byl proveden pro kontakt (krátkodobé působení) s prioritními kontaminanty, jimiž jsou PCE a TCE. Doba trvání výkopových prací u jednoho pracovníka byla odhadnuta na 60 dní v roce. Jako vstupní koncentrace pro kvalifikaci scénářů byly použity aktuálním průzkumem nejvýše zjištěné koncentrace chlorovaných uhlovodíků v podzemní vodě, tak aby bylo kvantifikováno nejvyšší možné riziko: PCE 2310 $\mu\text{g.l}^{-1}$, TCE 60,6 $\mu\text{g l}^{-1}$. U obou látek bylo hodnoceno jak nekarcinogenní, tak karcinogenní riziko (dle IARC jsou obě látky zařazeny do skupiny 2A - potenciální lidský karcinogen).

Podkladem pro stanovení expozičních parametrů byl MP MŽP pro zpracování AR ze září 2005.

Příjem kontaminantu dermálním kontaktem s vodou lze odhadnout z výpočtu dermální absorbované dávky (DAD) pomocí následujících rovnic.

$$DAD = \frac{DA_{ev} \times EV \times EF \times ED \times SA}{BW \times AT}$$

$$DA_{ev} = 2FA \times K_p \times CW \times CF \times \left(\frac{6\tau \times T_{ev}}{\pi} \right)^{1/2}$$

Kde:

DAD - dermální absorbovaná dávka [$\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$],

DA_{ev} - absorbovaná dávka při jednom případě ($\text{mg.cm}^{-2}.\text{případ}^{-1}$)

EV - počet případů za den - 8 případů (1x za hod. při 8-hod. pracovní době),

EF - frekvence expozice [den.rok^{-1}] - 60 dní,

ED - trvání expozice - 1 rok,

SA - plocha exponovaného povrchu těla. Lze předpokládat, že dermální expozici budou vystaveny ruce pracovníků - 1000 cm^2 ,

BW - hmotnost těla [kg] - 70 kg,

AT - časový úsek, pro který je počítána průměrná expozice - pro karcinogenní látky AT = 70 let (střední délka života) x 365 dní, pro nekarcinogeny platí, že AT = ED x 365 dní,

FA - adsorbovaný podíl - pro PCE i TCE = 1,0 (zdroj dat US EPA, 2004),

K_p - konstanta permeability - pro PCE = 0,033 cm.hod^{-1} , pro TCE = 0,012 cm.hod^{-1} (zdroj dat US EPA, 2004),

CW - koncentrace kontaminantu ve vodě - pro PCE 2,31 mg.l^{-1} , pro TCE = 0,0606 mg.l^{-1} ,

CF - konverzní faktor 0,001 l.cm^{-3} ,

τ - doba zpoždění - pro PCE = 0,91 hod. pro TCE = 0,58 hod. (zdroj dat US EPA, 2004),

T_{ev} - doba trvání případu - 0,1 hod. pracovní doba.

Vypočtené odhady příjmu kontaminantů dermálním kontaktem s podzemní vodou při výkopových pracích jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 33: Odhady příjmu kontaminantů dermálním kontaktem s PV při výkopových pracích

Látka	Koncentrace v PV ($\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$)	Dermální absorbovaná dávka ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}$)	
		DAD _n	DAD _c
PCE	2310	$1,335 \cdot 10^{-3}$	$1,907 \cdot 10^{-5}$
TCE	60,6	$9,094 \cdot 10^{-6}$	$1,299 \cdot 10^{-7}$

4.2.2 Odhad zdravotních rizik

Charakterizace rizik je etapa, ve které se integrují poznatky získané při analýze toxicity prioritních kontaminantů a vyhodnocení expozice za účelem kvantitativních odhadů potenciálních rizik. Potenciální vlivy na zdraví člověka jsou charakterizovány zvláště pro nekarcinogenní a karcinogenní rizika.

Charakterizace nekarcinogenního rizika

Nekarcinogenní riziko se odhaduje jako podíl odhadnutých denních průměrných přijatých dávek pro daný kontaminant (E odpovídá DAD, ADD, LADD, CDI_n) a odpovídajících referenčních dávek (RfD). Poměr E / RfD se nazývá koeficient nebezpečnosti. RfD je definována jako maximální denní dávka, které může být jednotlivec vystaven po dobu svého života bez potenciálních výskytů nekarcinogenních účinků. Obecně se odvozuje od dávky, která nemá účinky pro nejcitlivější jedince testovaného druhu. Koeficienty nebezpečnosti jednotlivých látek vstupující do dané expoziční cesty (vzduch nebo podzemní voda) se sčítají a tvoří index nebezpečnosti expoziční cesty. Jelikož je nepravděpodobné, že by se jedinec stal předmětem kumulativních expozic všech expozičních cest v maximální možné míře a že by všechny kontaminanty měly vliv na stejný cílový orgán, je tato charakterizace nekarcinogenního rizika velice konzervativní.

Hodnota HI nižší než 1,0 se proto považuje za nízké riziko a pro takové expozice se tedy nepředpokládá zdravotní riziko. Index HI větší nebo rovno 1 naznačuje, že existuje možnost negativních dopadů nekarcinogenní povahy na lidské zdraví, avšak nemusí být nutně indikátorem vážného zdravotního rizika.

Charakterizace karcinogenního rizika

Teoretické riziko rakoviny spojené s expozicí látek označených jako karcinogeny (látky U.S. EPA klasifikovány jako 1 - prokázaný lidský karcinogen, 2A - pravděpodobná lidský karcinogen, 2B - možný karcinogen) se počítá jako násobek konzervativně odhadnuté celoživotní průměrné denní dávky LADD (též ADD, DAD, CDI_c) a faktoru směrnice karcinogenity (Cancer Slope Factor - CSF). Faktor směrnice karcinogenity se odvozuje extrapolací výsledků expozicím vysokých až nízkých dávek. Odvozené odhady rizika, tzv. nadměrného celoživotního karcinogenního rizika ELCR (tj. 1×10^{-6}) jsou tedy vysoce konzervativní odhady potenciálního karcinogenního rizika hodnocených expozic. Termín "zvýšené karcinogenní riziko 1×10^{-6} " je odhadovaná pravděpodobnost, že z milionu exponovaných jedinců populace se vyskytne navíc 1 onemocnění rakovinou při celoživotní expozici karcinogenu průměrnou denní dávkou (LADD).

Za přijatelnou míru rizika jsou dle MP MŽP (2005) považovány následující hodnoty ELCR:

- $1 \cdot 10^{-6}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 1 000 000) při hodnocení regionálních vlivů
- $1 \cdot 10^{-5}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka ze 100 000) při hodnocení lokálních vlivů - řádově desítky až stovky ohrožených osob
- $1 \cdot 10^{-4}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 10 000) při hodnocení jednotlivců do 10 osob.

Při uvažovaném expozičním scénáři (hodnocení jedinců) lze považovat za přijatelnou míru karcinogenního rizika hodnotu ELCR 10^{-4} (MP MŽP, 2005).

Scénář 1: dermální kontakt s podzemní vodou kontaminovanou chlorovanými uhlovodíky

V následující tabulce je vyhodnoceno riziko nekarcinogenní a karcinogenní povahy vznikající při dermálním kontaktu s kontaminovanou podzemní vodou při výkopových pracích.

Tabulka 34: *Odhad nekarcinogenních a karcinogenních rizik pro dermální kontakt s kontaminovanou podzemní vodou při výkopových pracích*

Látka	RfD (dermální)	Absorbovaná dávka	HI	SF	Absorbovaná dávka	ELCR
	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$		$(\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1})^{-1}$	$\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$	
PCE	0,01	$1,335 \cdot 10^{-3}$	0,133	0,052	$1,907 \cdot 10^{-5}$	$9,9 \cdot 10^{-7}$
TCE	0,000045	$9,094 \cdot 10^{-6}$	0,202	2,67	$1,299 \cdot 10^{-7}$	$2,4 \cdot 10^{-7}$

Zdroj dat: The Risk Assessment Information System (RAIS): http://rais.ornl.gov/tox/latest_nonrad.xls.

Z výsledků hodnocení vyplývá, že dermálním kontaktem s podzemní vodou kontaminovanou chlorovanými uhlovodíky (PCE a TCE) **nevyplyvají nepřijatelná rizika karcinogenní povahy** pro lidské zdraví. Hodnocením rizik plynoucích z tohoto scénáře také **nebyla zjištěna nekarcinogenní rizika pro lidské zdraví**.

4.3 Hodnocení ekologických rizik

V blízkosti zájmového území se nenacházejí vodoteče ani jiná tělesa povrchové vody, která by mohla být ovlivněna infiltrací znečištěné podzemní vody. Nejbližší povrchový tok - Drahotínský potok se nachází ve vzdálenosti 1,2 km od zájmového území mimo převládající směr proudění podzemní vody. Rizika pro ekosystémy, plynoucí ze zjištěné kontaminace, jsou tedy vyloučena.

4.4 Shrnutí celkového rizika

Posouzení rizika lze shrnout následovně:

Riziko on-site

- V případě hodnocení rizik pro lidské zdraví byl s ohledem na zpracovaný koncepční model expozice vytipován jako reálný expoziční scénář výkopové práce - dermální kontakt s podzemní vodou.
- Z hodnocení rizik pro lidské zdraví nevyplývá žádná rizika nekarcinogenní či karcinogenní povahy.
- Případná rizika plynoucí z kontaktu s kontaminovanými složkami životního prostředí lze navíc účinně minimalizovat dodržováním zásad BOZP (používáním ochranných pomůcek a dodržováním hygienických pravidel).

Riziko off-site

- V rámci hodnocení rizika pro lidské zdraví nebyl s ohledem na zpracovaný koncepční model expozice vytipován žádný reálný expoziční scénář.
- Podzemní voda v domovních studních ST-5 a ST-6 překračuje v některém z parametrů limity pro pitnou vodu dané vyhláškou č. 252/2004 Sb. Riziko plynoucí z konzumace této vody existuje, nesouvisí však se znečištěním zjištěným v zájmovém území.
- Ekologická rizika byla, vzhledem ke vzdálenosti povrchových vod jako jediného možného recipientu, vyloučena.

4.5 Omezení a nejistoty

Analýza rizik je limitována následujícími nejistotami:

- Nedostatečná znalost vlivu geologického zlomu na ovlivnění proudění podzemní vody.
- Použití empirických rovnic a hodnot založených na odborném odhadu.

5 DOPORUČENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Provedenou analýzou rizik nebyla zjištěna existence akutních rizik vyplývajících ze znečištění zemín a podzemních vod v zájmovém území.

Bylo zjištěno znečištění podzemní vody chlorovanými uhlovodíky, rychlost šíření kontaminace PCE byla odhadnuta na cca 15 m za rok, ve směru proudění podzemní vody, tj. severním směrem.

Z důvodu možnosti šíření znečištění chlorovanými uhlovodíky podzemní vodou na velké vzdálenosti doporučujeme zvážit možnost vyhlášení stavební uzávěry na budování nových hydrogeologických objektů pro využívání podzemních vod daného území v zástavbě v obci Zruč v ulicích Vřesová (S-část), Třemošenská a Ke Křižovatce a na pozemcích lokalizovaných severně od průmyslové plochy (areálu bývalé traktorové stanice). Čerpáním podzemní vody v této oblasti by mohlo být ovlivněno a urychleno šíření znečištění do okolí lokality.

5.1 Doporučení cílových parametrů nápravných opatření

Nejsou navrhována žádná nápravná opatření, cílové limity se nestanovují.

5.2 Doporučení postupu nápravných opatření

Nejsou navrhována nápravná opatření, pouze sledování vývoje stavu a šíření znečištění podzemní vodou z prostoru bývalé traktorové stanice.

Monitoring znečištění podzemní vody

Doporučujeme pravidelné vzorkování optimálně 2 x ročně po dobu 5 let vrtů HV-10, HV-11, PZ-1, PZ-3 v areálu ELIOD, vrtu HV-5 v areálu MLOP, studny ST-3 v areálu SIELAFF a domovních studní ST-6 (Zruč, Vřesová ul. č.p. 441) a ST-7 (Zruč č.p. 698/1, u kynologického areálu). V případě, že do zahájení monitoringu lokality budou povoleny další vodní zdroje (v současnosti patrně existující, ale oficiálně nepovolené), budou i tyto zahrnuty do monitoringu. Vzorky podzemní vody by měly být odebírány v dynamickém režimu, ze dna hydrogeologických objektů. Doporučujeme analyzovat vzorky na obsah chlorovaných uhlovodíků, minimálně v rozsahu tetrachlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE), 1,2-cis-dichlorethylen a vinylchlorid.

V případě, že budou během monitoringu zjištěny zvýšené koncentrace chlorovaných uhlovodíků, doporučujeme provedení opětovného odběru kontrolního vzorku a jeho analýzy. Při potvrzení výsledku doporučujeme následně zvýšení četnosti monitoringu na 4x ročně. Zvýšenými koncentracemi pro použití výše uvedeného postupu jsou: překročení předchozí zjištěné koncentrace daného kontaminantu o více než 50%, a to ve dvou po sobě následujících kolech monitoringu, nebo překročení předchozí zjištěné koncentrace daného kontaminantu o více než 100% jednorázově.

Pro případ nedostatku finančních prostředků uvádíme rozsah monitoringu v minimalistické variantě, tj. 1 x ročně, po dobu minimálně 4 let. Odběry v tomto případě doporučujeme realizovat v letním období, kdy je omezeno naředění kontaminantů v podzemní vodě vlivem zvýšené srážkové činnosti či táním sněhu. Vybranými objekty pro vzorkování jsou:

- vrtů HV-10, HV-11, PZ-1, PZ-3 v areálu ELIOD,
- vrtu HV-5 v areálu MLOP,
- studna ST-3 v areálu SIELAFF, pokud je voda z ní využívána,
- domovní studny: ST-7 (Zruč č.p. 698/1, u kynologického areálu) - je-li voda z ní využívána a ST-6 (Zruč, Vřesová ul. č.p. 441) nebo jiná studna severně od areálu v ulicích Vřesová nebo ulicích Ke křižovatce či Třemošenská (západně od ul. Vřesová).

Vzorky podzemní vody by měly být odebírány v dynamickém režimu, ze dna vrtů, případně odběrovým zařízením instalovaným na domovních studních. Doporučujeme analyzovat vzorky na obsah chlorovaných uhlovodíků v rozsahu minimálně tetrachlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE), 1,2-cis-dichlorethylen a vinylchlorid.

Stavební uzávěra

Stavební uzávěru na budování vrtů a studní navrhujeme zpracovat do Územního plánu pro území celé průmyslové plochy a území o ploše cca 300 x 300 m severně od hranice průmyslové plochy (areálu bývalé traktorové stanice, atd.), z východu omezeno Vřesovou ulicí.

Obyvatele obce a eventuelní zájemce o nákup nemovitostí v okolí průmyslové plochy doporučujeme informovat o možném výskytu znečištění chlorovanými uhlovodíky, šíření znečištění podzemní vodou a omezeních, která z kontaminace vyplývají.

Obec může doporučit majitelům studní v okolní zástavbě provedení občasných kontrolních analýz vody z využívaných studní v rozsahu parametrů: tetrachlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE), vinylchlorid. Všechny tyto látky jsou nebezpečné lidskému zdraví, mají karcinogenní a mutagenní účinky, dále mohou poškozovat játra, ledviny, centrální nervový systém, srdce či vývoj plodu.

Položka	Časová náročnost
Přípravné práce	
Projednání vytipované oblasti s příslušnými úřady	2 měsíce
Návrh změny Územního plánu a využití území (stavební uzávěra na HG objekty)	2 měsíce
Monitoring (8 hydrogeologických objektů)	
Odběry a analýzy vzorků	5 let
Geologické práce	5 let

Odhad nákladů na realizaci doporučených nápravných opatření je uveden v tabulce v samostatné příloze.

6 ZÁVĚR

V rámci zpracování analýzy rizik byly provedeny průzkumné práce zahrnující geofyzikální měření, vzorkovací a analytické práce.

V zájmovém území nebylo zjištěno významné znečištění půdního a horninového prostředí. **Bylo zjištěno významné znečištění podzemní vody chlorovanými uhlovodíky** - tetrachlorethylenem (hodnoty vyšší než 2300 $\mu\text{g.l}^{-1}$) a trichlorethylenem (hodnoty vyšší než 60 $\mu\text{g.l}^{-1}$). Znečištění je považováno za lokální, zvýšené koncentrace chlorovaných uhlovodíků byly průzkumnými pracemi potvrzeny v areálu ELIOD a v areálu MLOP. Zdroj znečištění nebyl s určitostí identifikován. Rychlost horizontální migrace PCE vlivem proudění podzemní vody byla odhadnuta na 15,5 m.rok^{-1} . Koncentrace chlorovaných uhlovodíků ve vzorkovaných domovních studních byly hluboko pod limitem pro pitnou vodu daným vyhláškou č. 252/2004 Sb.

Aktuálně nebyla zjištěna žádná rizika nekarcinogenní či karcinogenní povahy související s kontaminací podzemní vody. Ekologická rizika také nebyla zjištěna.

Na základě výsledků doporučujeme:

- Provádět pravidelné vzorkování osmi hydrogeologických objektů (vrtů a studní), 2 x ročně po dobu pěti let. V případě zvyšování koncentrací znečišťujících látek i čtyřikrát ročně.
- Vyhlásit stavební uzávěru na budování vrtů a studní severně od zájmového území na ploše cca 9 ha.
- Při provádění zemních prací na území průmyslových areálů (výkopy, úpravy terénu) je nezbytné důsledně používat ochranné pomůcky (pracovní oděv, rukavice).
- Informovat obyvatele obce o výskytu, lidskému zdraví škodlivého, znečištění v podzemní vodě v průmyslových areálech a o možnosti jeho šíření k okolní obytné zástavbě.

7 LITERATURA

- Balatka B. a kol. (1987): *Zeměpisný lexikon ČR, Hory a nížiny*, Academia 1987
- EKOS Plzeň s.r.o., 2000: *Hydrogeologické posouzení pozemků 456/5,8,10 a 694/9 v k.ú. Zruč*
- EKOS Plzeň s.r.o., 2000: *Zpráva o hydrogeologickém průzkumu v areálu firmy ELIOD servis s.r.o. ve Zručí*
- EKOS Plzeň s.r.o., 2002: *Zpráva o monitoringu znečištění podzemní vody v areálu firmy ELIOD servis s.r.o. ve Zručí*
- MŽP ČR, 1996: *Metodický pokyn odboru pro ekologické škody MŽP - Kritéria znečištění zemín a podzemní vody*. Věstník MŽP ČR ze dne 15. září 1996, ISSN 0862-9013.
- MŽP ČR, 2005: *Metodický pokyn odboru pro ekologické škody MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území*. Věstník MŽP ČR září 2005.
- MŽP ČR, 2006: *Metodický pokyn - Vzorkovací práce v sanační geologii*. Věstník MŽP ČR prosinec 2006.
- MŽP ČR, 2008: *Metodický pokyn č. 3 odboru ekologických škod MŽP k řešení problematiky stanovení indikátoru možného znečištění ropnými látkami při sanacích kontaminovaných míst*. Věstník MŽP č. 3/2008
- MŽP ČR, 2008: *Metodický pokyn č. 14 Hodnocení priorit - kategorizace kontaminovaných a potenciálně kontaminovaných míst*. Věstník MŽP č. 8-9/2008.
- U.S. EPA, 2004: *Risk Assessment Guidance for Superfund. Volume I: Human Health Evaluation Manual (Part E, Supplemental Guidance for Dermal Risk Assessment)*.