

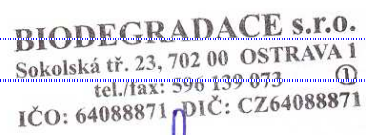


společnosti BorsodChem MCHZ, s.r.o.

(aktualizace 3/2013, aktualizace CPV kódů 5/2015)

Identifikační a kontaktní údaje zhotovitele:	Sídlo: Biodegradace s.r.o. , Sokolská tř. 944/23, 702 00 Ostrava 1 IČ: 640 888 71, DIČ: CZ 640 888 71 Tel./fax: + 420 596 139 073 e-mail: info@biodegradace.cz , homepage: www.biodegradace.cz
Objednatel:	Ministerstvo financí ČR, odbor 45 – realizace privatizace majetku státu Letenská 15, 118 10 Praha 1
kontaktní osoba:	Ing. Libor Antoš – ředitel odboru 45 Mgr. Monika Zbořilová
Zakázka:	Projektová dokumentace pilotního pokusu sanace saturované zóny oblasti SP8 společnosti BorsodChem MCHZ, s.r.o.
Typ dokumentu:	Projekt pilotního pokusu sanace
Zpracoval:	Ing. Vlastimil Gonsior odpovědný řešitel /vedoucí divize sanace a ekologická havarijní služba/ Ing. Andrzej Macura řešitel
Přezkoumal:	Ing. Martin Polák odpovědný řešitel /odborná způsobilost MŽP projektovat, provádět a vyhodnocovat geologické práce v oboru sanace/ 
Schválil:	Ing. Vlastimil Gonsior jednatel společnosti Biodegradace s.r.o.  
Datum zpracování:	9.8.2012
Datum aktualizace:	11.3.2013, aktualizace CPV kódů 29.5.2015
Výtisk č.:	1.

OBSAH TEXTOVÉ ČÁSTI

1. ÚVOD	6
2. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ	6
2.1 GEOGRAFICKÉ VYMEZENÍ OBLASTI	6
2.2 POPIS ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ.....	6
2.2.1 Území A-bloku	6
2.3 PŘÍRODNÍ POMĚRY	7
2.3.1 Geologické poměry.....	7
2.3.2 Hydrogeologické poměry.....	7
3. ÚDAJE O KONTAMINACI.....	8
3.1 PŘEDSANAČNÍ DOPRŮŽKUM	8
3.2 STAV KONTAMINACE V SP 8.....	9
3.2.1 Podzemní voda v navážkách	9
3.2.2 Podzemní voda štěrkového kolektoru	11
3.3 POŽADAVKY NA SANACI PODZEMNÍ VODY A JEJÍ CÍLOVÝ STAV	13
4. PROJEKT PILOTNÍHO POKUSU SANACE PODZEMNÍ VODY NA SP 8	15
4.1 KONCEPCE PILOTNÍHO POKUSU.....	15
4.2 POSTUP A ŘÍZENÍ PILOTNÍHO POKUSU SANACE	19
4.3 METODIKA PILOTNÍHO POKUSU SANACE	21
4.4 INSTALACE SYSTÉMU.....	22
4.4.1 Přípravné činnosti.....	22
4.4.2 Technologie cirkulační sanace	23
4.4.3 Technologie dekontaminace	24
4.5 MONITORING PILOTNÍHO POKUSU SANACE	29
4.5.1 Provozní monitoring.....	29
4.5.2 Úvodní monitoring podzemních vod v oblasti SP8 před zahájením PPS	29
4.5.3 Monitoring podzemní vody na vstupu do technologického celku.....	30
4.5.4 Monitoring čištěných vod- výstupy z jednotlivých technologických celků	30
4.5.4.1 Monitoring čištěných vod- reduktivní metoda	30
4.5.4.2 Monitoring čištěných vod- air stripping	30
4.5.4.3 Monitoring čištěných vod- biodegradace in-situ	31
4.5.5 Závěrečný monitoring podzemních vod v oblasti SP8 po ukončení PPS	31
4.5.6 Metodika vzorkování podzemních vod a čištěných vod	32
4.6 VYHODNOCENÍ PILOTNÍHO POKUSU SANACE.....	32
4.7 KONTROLNÍ DNY, PRŮBĚŽNÉ A ZÁVĚREČNÉ ZPRÁVY	32
4.8 DALŠÍ PODMÍNKY PILOTNÍHO POKUSU SANACE.....	33
5. NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	35
6. ČASOVÝ ROZVRH PRACÍ, TERMÍNY REALIZACE.....	35
7. LEGISLATIVNÍ ZAJIŠTĚNÍ PRACÍ	36
8. SLEPÝ ROZPOČET	38

PŘÍLOHOVÁ ČÁST

Mapové přílohy

- M 1 Širší okolí studovaného území, 1: 25 000
- M 2 Podrobná situace území sanační plochy SP 8
- M 3 Souhrnná kontaminace podzemní vody na SP 8
 - M 3.1 Znečištění v kolektoru navážek - benzen
 - M 3.2 Znečištění v kolektoru navážek - nitrobenzen
 - M 3.3 Znečištění v kolektoru navážek - anilin
 - M 3.4 Znečištění v hlavním kvartérním kolektoru - benzen
 - M 3.5 Znečištění v hlavním kvartérním kolektoru - nitrobenzen
 - M 3.6 Znečištění v hlavním kvartérním kolektoru - anilin
 - M 3.7 Souhrnná kontaminace podzemních vod – kolektor navážek
 - M 3.8 Souhrnná kontaminace podzemních vod – kvartérní kolektor
- M 4 Situace sanačního systému pilotního pokusu
- M 5 Schéma dekontaminační stanice

DOKUMENTAČNÍ ČÁST

- D 1 Katastrální mapy, výpisy LV
- D 2 Bezpečnostní pokyny práce v areálu BC MCHZ
- D 3 Kopie správního rozhodnutí ČIŽP OI Ostrava, č.j. 9/OV/8515/05/Cr z 12.2.2005
- D 4 Rozpočet - samostatná příloha

Seznam zkratek

AR	- Analýza rizik
Ar	- aromatické jádro
AU	- aktivní uhlí
BC MCHZ	- BorsodChem MCHZ, s.r.o.
ČIŽP OI	- Česká inspekce životního prostředí, oblastní inspektorát
ČNR	- Česká národní rada
ČZ	- čerpací zkouška
DS	- dekontaminační stanice
FNM ČR	- Fond národního majetku České republiky
HG	- hydrogeologický
KJŠ	- koksovna Jan Šverma
KM	- kontaminované místo
LV	- list vlastnictví
MF ČR	- Ministerstvo financí České republiky
MMO	- Magistrát města Ostravy
MV ČSSR	- Ministerstvo vnitra Československé socialistické republiky
MZ ČSR	- Ministerstvo zdravotnictví Československé republiky
MZSV ČR	- Ministerstvo zdravotnictví a sociálních věcí Československé republiky
MŽP ČR	- Ministerstvo životního prostředí České republiky
nZVI	- nanoscale Zero Valent Iron (nanočástice elementárního železa)
NEL	- nepolární extrahovatelné látky
ORP	- oxidačně redukční potenciál
OŽP	- Odbor životního prostředí
OŽPZ	- Odbor životního prostředí a zemědělství
PE	- polyetylén
PPS	- pilotní pokus sanace
SP	- sanační plocha
ÚČOV	- ústřední čistírna odpadních vod
VH	- vodohospodářský
VOC	- (Volatile Organic Compounds) těkavé organické látky
VZ	- vodní zdroj

1. Úvod

Předkládaný projekt pilotního pokusu sanace (dále jen PPS) byl vypracován na základě smlouvy č. 05645-2012-452-S-0241/04-01-001-X00570, uzavřené mezi Ministerstvem financí ČR (dále jen objednatel) a společností Biodegradace s.r.o. (dále jen zhotovitel) dne 10.4.2012.

Předmětem projektu je návrh PPS podzemní vody na sanační ploše SP 8 v severní části areálu BorsodChem MCHZ. PPS vychází ze závěrů Prováděcího projektu sanace saturované zóny- oblast SP8 (Biodegradace s.r.o., listopad 2010) a bylo k jeho realizaci rozhodnuto z důvodu projektovaných inovativních metod. Pilotní pokus a jeho výsledky budou sloužit k optimalizaci následných sanačních prací, optimalizaci technologických celků a k případnému výběru nejvhodnější sanační technologie.

Veškeré důležité informace z provedených průzkumných prací a výše zmíněného Prováděcího projektu jsou zapracovány do tohoto dokumentu.

2. Stručná charakteristika území

2.1 Geografické vymezení oblasti

Areál společnosti BorsodChem MCHZ, s.r.o. (dále jen BC MCHZ) leží na území statutárního města Ostrava v Moravskoslezském kraji, při severozápadní hranici městského obvodu Mariánské Hory a Hulváky.

Území se rozkládá na pravém břehu řeky Odry, která zde tvoří přirozenou hranici se severněji položenými městskými obvody Hošťálkovice a Lhotka. Na západě hraničí areál s katastrálním územím městského obvodu Nová Ves, do kterého zčásti zasahuje svým vodním hospodářstvím. Východně sousedí s areálem Koksovny Jan Šverma, na jihu je omezen železničním koridorem Bohumín – Ostrava – Přerov, který probíhá souběžně s ulicí Chemickou. Rozloha celého areálu činí 103,48 ha.

2.2 Popis zájmového území

Vymezená zájmová území k sanaci, resp. monitoringu, jsou:

- **území A-bloku**, resp. sanační plochy SP 8, nacházející se v severní části areálu BC MCHZ místně označované jako A-blok, kde byla zjištěna výrazná kontaminace podzemní vody aromatickými uhlovodíky a je zde navržena hydraulická sanace,

Umístění lokality je zobrazeno v přehledné situační mapě měřítko 1:25 000 na mapové příloze M.1

2.2.1 Území A-bloku

A-blok je umístěn na poměrně rozsáhlé plošině na pravém břehu Odry, která je modelována mocnými návozy hlušinových navážek, zahlazujícími stopy po důlní činnosti. Ke svému účelu

výroby anilinu a souvisejících produktů je území využíváno od roku 1985, kdy se zde přesunula část výroby ze starší části areálu (tzv. S-blok).

Vedle anilinu je zde provozována výroba nitrobenzenu a kyseliny dusičné. Hlavními surovinami pro výrobu jsou benzen a nitrační směs kyseliny sírové a kyseliny dusičné.

2.3 Přírodní poměry

2.3.1 Geologické poměry

Hlavními geologickými strukturami zájmového území jsou údolní terasa řeky Odry (hlíny, štěrky, popř. písky) a v jejím podloží sedimenty kontinentálního zalednění (štěrky, popř. písky), vyplňující výrazné deprese v povrchu terciérních hornin. Území je celoplošně překryto navážkami různého stáří a mocnosti.

Antropogenní navážky jsou převážně důlní hlušiny a byl jimi v minulosti zvýšen a vyrovnán terén v celé ploše areálu BC MCHZ. Na území A-bloku se mocnosti navážek pohybuje okolo 8 m.

V reliéfu báze navážek se nachází nápadná deprese protáhlá ve směru západ - východ v místě mezi nitrobenzenem a ČOV, která pravděpodobně zvolna vyznívá až na východním kraji území A-bloku. Je pravděpodobné, že tato deprese stabilizuje hydrodynamické podmínky a omezuje přirozený odtok podzemní vody.

Hlíny jsou holocenní, fluvialní, většinou jílovito-prachovité. Mocnost vrstvy hlín dosahuje až 4 m, typicky je ale v ploše areálu kolem 2 m. V místech deprese klesá mocnost na 1 m, přičemž lze na lokalitě odhadovat i existenci míst bez výskytu vrstvy hlín a tudíž s komunikací obou zvodní.

Štěrky údolní terasy jsou výrazně písčité s dobře opracovanými valouny. Barva štěrků je nejčastěji v odstínech hnědé. Mocnost štěrků se pohybuje průměrně kolem 6 m.

Předkvartérní podloží tvoří bázi zájmového území a je tvořeno mocnou vrstvou neogenních jílů. Reliéf předkvartérního podloží je v oblasti výrazně modelován hlubokou depresí, protaženou v ose dnešního koryta řeky Odry. Tato deprese, tzv. subglaciální koryto, je těžištěm zájmu v území mezi areálem BC MCHZ a prameništěm Nová Ves. Území A-bloku se z podstatné části nachází mimo tuto depresi, strmé svahy koryta byly zachyceny na samém okraji A-bloku v jeho jihovýchodní části. V předkvartérním reliéfu se rovněž nachází deprese souhlasně situována a orientovaná s výše zmiňovanou depresí v bázi navážek, je však rozsáhlejší a méně výrazná.

2.3.2 Hydrogeologické poměry

Hydrogeologické poměry v zájmovém území jsou charakteristické výskytem dvou zvodní, které jsou odděleny vrstvou povodňových hlín s charakterem lokálního poloizolátoru.

- vyšší zvodní v antropogenních navážkách,
- zvodní v hlavním kvartérním kolektoru, tvořeném fluvialními sedimenty údolní nivy řeky Odry a sedimenty přehloubeného koryta, se spodnobadenskými jíly jako izolátoru v podloží.

ZVODNĚNÍ V NAVÁŽKÁCH

Zvodeň v antropogenních navážkách dosahuje mocnosti kolem 2 m. Kolektor je dotován výhradně srážkami. Odtok podzemní vody navážek na území A-bloku má generelně severní směr k okraji náspů, které území přesahují.

Na území A-bloku je souvislé trvalé zvodnění v mocnosti mezi 1,5 až 2 m. Hladina je volná. transmisivita a koeficient filtrace se pohybují v řádu 10^{-3} m²/s, údaje z čerpacích zkoušek shrnuje následující tabulka:

Zvodeň navážek	jedn.	vrt V 52A	vrt V 2/1	vrt V 57A	klasifikace (Jetel)
Transmisivita T	m ² /s	$3,1 \times 10^{-3}$	$1,5 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-3}$	II. vysoká
Tmax. (ustálené proudění)		$3,9 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$3,7 \times 10^{-3}$	
Koeficient filtrace kf	m/s	$3,3 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-3}$	II. silně propustné
Storativita S	-	$3,3 \times 10^{-1}$	$7,8 \times 10^{-2}$	$4,4 \times 10^{-3}$	

Směrem do zázemí areálu BC MCHZ zvodnění vyznívá, na území jižně od areálu směrem k prameništi Nová Ves se navážky nevyskytují vůbec.

HLAVNÍ HYDROGEOLOGICKÝ KOLEKTOR

Hlavním hydrogeologickým kolektorem v zájmovém území je komplex fluviálních písčitých štěrků údolní nivy řeky Odry a štěrky a písky subglaciálního zábřežského (= přehloubeného) koryta.

Tento kolektor váže významnou souvislou zvodeň, která má v současné době převážně mírně napjatou hladinu, mocnost zvodnění je 6 až 7 m. Hlavní dotace této zvodně spočívá v přítoku podzemní vody ze zázemí terasy a v infiltraci povrchových vod z řeky. Vzhledem k čerpání podzemní vody na Nové Vsi je podstatná část areálu BC MCHZ odvodňována k prameništi, pouze severovýchodní část, jejíž součástí je území A-bloku, se nachází za rozvodnicí po směru spádu a je odvodňována k Odře, resp. směrem do podjezí Lhoteckého jezu na Odře.

Transmisivita se pohybuje v řádu 10^{-4} m²/s a koeficient filtrace v řádu 10^{-5} m²/s, údaje z čerpacích zkoušek shrnuje následující tabulka:

Hlavní zvodeň	jedn.	vrt V 51B	vrt V 57B	klasifikace (Jetel)
Transmisivita T	m ² /s	$6,1 \times 10^{-4}$	$1,5 \times 10^{-4}$	III. střední
Tmax (ustálené proudění)		$1,9 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-4}$	
Koeficient filtrace kf	m/s	$9,7 \times 10^{-5}$	$3,2 \times 10^{-5}$	IV. mírně propustné
Storativita S	-	$2,3 \times 10^{-3}$	$7,3 \times 10^{-3}$	

3. Údaje o kontaminaci

3.1 Předsanační doprůzkum

V rámci projektové přípravy byl na počátku roku 2007 proveden tzv. předsanační doprůzkum, území SP 8.

V jeho rámci bylo na území SP 8 vyhloubeno 28 nových vrtů (17 vrtů do kolektoru navážek a 11 vrtů do kolektoru štěrku údolní terasy), které doplnily stávající řídkou sítí vrtů řady V 1 až V 9. Screeningovou analýzou všech potenciálních polutantů v odebraných vzorcích z nových i stávajících vrtů byl ověřen aktuální stav kontaminace podzemní vody v obou zvodněných kolektorech. Popis zjištěného stavu aktuální kontaminace je obsahem navazujících kapitol tohoto projektu.

3.2 Stav kontaminace v SP 8

3.2.1 Podzemní voda v navážkách

Z hlediska cílových limitů sanace byly v rámci sanačního doprůzkumu v nadlimitních koncentracích zjištěny tyto polutanty: benzen, nitrobenzen, anilin, NEL a dusičnany.

Plošný rozsah znečištění u benzenu, nitrobenzenu a anilinu byl obdobný a postihl poměrně ostře vymezenou oblast kolem výrobní jednotky nitrobenzenu a ČOV.

Ohniskem kontaminace byla oblast vymezená vrtů V51A, V52A, V57A, protažení ohniska s nadlimitními obsahy směrem k vrtům V60A, V61A, V2/1 a V66A se jeví jako zdánlivé, jak ukazují dynamické koncentrace nitrobenzenu v těchto vrtech nebo řádové snížení dynamických koncentrací všech polutantů po ukončení krátkodobých čerpacích zkoušek. Vysoké koncentrace NEL byly z nejasných příčin vázány na jižní polovinu tohoto ohniska a číselně se znečištěním prvních tří polutantů nekorespondují.

Interpretací zjištěných dat je usuzováno, že nedochází k výraznější migraci znečištění s podzemní vodou. Rovnovážný stav je zřejmě ustálen v okruhu do 100 m kolem zdrojové oblasti, kterým je nepochybně území výroby nitrobenzenu.

Hodnoty koncentrací byly nejvyšší u benzenu, výrazně nižší u nitrobenzenu a anilinu (viz tabulka níže). Maximálních hodnot dosáhly koncentrace v podzemní vodě vrtu V57A, který byl interpretován jako těžiště znečištění. Hodnoty dynamických koncentrací ve vrtu V51A byly vyšší než před započítáním čerpacích zkoušek, obdobné to bylo i u vrtů V52A a V57A.

Hodnoty koncentrací po odvrtání (levé sloupce) a dynamických koncentrací po ČZ (pravé sloupce) ve vybraných vrtech do kolektoru navážek (tučně jsou zvýrazněny hodnoty nad cílový limit)

Vrt	Polutant (mg/l)						
	Benzen		Nitrobenzen		Anilin		NEL
V 51A	254	465	45	45	26	43	1,4
V 52A	414	695	201	127	39	22	7,2
V 57A	600	631	105	275	20	30	5,7
V 61A	579	86	242	42	149	5,7	326
V 66A	277	16	<0,05	0,09	3,5	1,4	154
V 60A	185	2	77	0,6	39	0,2	88,8
V 2/1	235	191	<0,05	9,7	59	29	0,8
Cílové limity	1		1		1		5

Ve dvou vrtech byly zjištěny nadlimitní koncentrace dusičnanů (max. koncentrace 2160 mg/l). Zřejmě se jedná o lokální znečištění mimo ohnisko organického znečištění. V jiných dvou vrtech byly zjištěny extrémně vysoké koncentrace síranů, které zřejmě nabohatí i čerpané vody při sanaci.

Ve vrtu V52A se na hladině podzemní vody po zahájení čerpacích zkoušek objevila volná fáze organického znečištění o mocnosti do 1 cm. Dle rozboru tvoří fázi převážně benzen (přes 80 %) a dále nitrobenzen, zcela podřadně pak směs organických látek, jejichž identifikace by byla neúčelná. Po ukončení ČZ ale fáze záhy odezněla. Dne 13.4.2010 bylo v rámci aktualizace projektu sanace provedeno vzorkování v 6-ti vrtech navážkového kolektoru, které jsou dle stávajícího projektu v oblasti plánovaných sanačních prací. Vzorkováním bylo potvrzeno ohnisko kontaminace v oblasti vrtů V52A, V57A a rovněž v oblasti vrtu V61A. Vzorky byly analyzovány na tyto hlavní polutanty: benzen, nitrobenzen a anilin. Hodnoty koncentrací polutantů stejně jak v předchozích obdobích byly nejvyšší u benzenu, nižší u nitrobenzenu a výrazně nižší u anilinu (viz tabulka níže). Maximálních hodnot dosáhly koncentrace v podzemní vodě ve vrtu V52A- 926 mg/l u benzenu a 344 mg/l u nitrobenzenu. Ve spojení s dřívějšími výsledky můžeme říct, že stěžejní znečištění je stále v okolí ČOV a výroby nitrobenzenu.

Vrt	Polutant (mg/l)		
	Benzen	Nitrobenzen	Anilin
V 52A	926	344	<10
V 57A	109	1,2	<10
V 60A	0,09	<0,05	<0,05
V 61A	251	168	<10
V 66A	6,8	<0,05	0,23
V 2/1	46,6	0,44	2,4
Cílové limity	1	1	1

Pozn. Podbarveny jsou hodnoty nad sanačním limitem

Plošný rozsah kontaminace benzenu v navážkovém kolektoru se v porovnání mezi vzorkováním v roce 2007 a 2010 nijak výrazně nezměnil. Nižší obsahy polutantů ve vrtu V60A posunuly konturu nadlimitního znečištění severně od tohoto vrtu.

U kontaminace nitrobenzenem a anilinem v navážkovém kolektoru je situace obdobná. Nižší obsahy polutantů ve vrtu V66A posunuly konturu nadlimitního znečištění severozápadně od tohoto vrtu.

Plošný rozsah kontaminace navážkového kolektoru je znázorněn v mapových přílohách M 3.1, M 3.2, M 3.3 a M 3.7.

Bilance znečištění

Následující tabulka uvádí orientační bilanci ploch nadlimitního znečištění a bilanční množství znečištění prioritními polutanty. Nutno je zde zdůraznit orientační charakter bilanci, který je dán zejména zjednodušujícími předpoklady.

Orientační bilance ploch nadlimitního znečištění a bilanční množství znečištění v podzemní vodě navážkového kolektoru (do výpočtu bilancí není zahrnut parametr NEL):

	izolinie koncentrace [mg/l]	medián [mg/l]	dílčí plocha [m ²]	objem podz. vody [m ³]	bilance dílčí plochy [kg]	% celkové bilance v dílčí ploše
BENZEN	1 - 10	2	6 121	2 081	4,16	0,5
	10 - 100	50,7	5 032	1 711	86,74	9,8
	nad 100	548	4 268	1 541	795,2	89,7
	CELKEM:		15 421	5 333	886,1	100,00
NITROBENZEN	1 - 10	9,7	5 413	1 479	16,96	11
	10 - 100	43,7	4 548	1 546	67,57	43,5
	nad 100	201	1 035	352	70,73	45,5
	CELKEM:		10 996	3 377	155,26	100,00
ANILIN	1 - 10	3,6	7 147	2 430	8,75	22,5
	10 - 100	26,6	3 335	1 134	30,16	77,5
	CELKEM:		10 482	3 564	38,91	100,00

Zvláštní zmínku zasluhuje parametr NEL, který figuruje mezi limitovanými polutanty v návrhu analýzy rizika a promítl se i ve správním rozhodnutí ČIŽP, ale jeho využití v kontextu sanační plochy SP 8 není opodstatněné. Z interpretace dat průzkumu plyne, že vysoké koncentrace NEL jsou z nejasných příčin vázány pouze na část vymezeného ohniska znečištění, které má jinak obdobné složení, a navíc že číselně nekoresponduje se znečištěním dominantních polutantů. V rámci laboratorního screeningu spektra znečištění bylo opakovaně potvrzeno, že znečištění neobsahuje další organické látky, které by koncentraci NEL vytvářely. Domníváme se proto, že výsledky NEL nejsou pro lokalitu relevantní a nekorespondují s výsledky specifických látek v důsledku odlišných laboratorních postupů stanovování.

V této práci jsou proto NEL zahrnuty v části popisující znečištění, ovšem nepřejímají se do bilančních charakteristik, které jsou základem pro sanaci. Ve fázi sanace se doporučuje pracovat pouze se specifickými látkami a NEL kontrolně monitorovat z hlediska plnění cílů správného rozhodnutí.

3.2.2 Podzemní voda štěrkového kolektoru

Z hlediska cílových limitů sanace byly počátkem roku 2007 v nadlimitních koncentracích zjištěny tyto polutanty: benzen, nitrobenzen, anilin, NEL.

Znečištění ve štěrcích údolní terasy má společné rysy se znečištěním v navážkách. Plošný rozsah znečištění je opět velmi podobný pro prioritní polutanty benzen - nitrobenzen, rozsah plochy znečištění anilinu je vůči ostatním mírně asymetrický, nicméně u všech je postižení opět vázáno na oblast výrobní jednotky nitrobenzenu s protažením ve směru generálního spádu k severovýchodu. Vysoké koncentrace NEL jsou obdobně jako v navážkách vázány na jižní část plochy ohniska a číselně se znečištěním prvních tří polutantů nekorespondují.

Migrace znečištění ve směru proudění podzemní vody je v signifikantních koncentracích omezená na vzdálenost do 100 m od zdroje.

Ohniskem kontaminace je oblast vymezená vrty V51B, V57B a V5. Znečištění vně tohoto ohniska ve vrtech V2, V52B, V60B, V 66B a V 67B je nestabilní, jak dokládají dynamické koncentrace všech polutantů po ukončení krátkodobých čerpacích zkoušek. Z následující tabulky je zřejmé těžiště kontaminace v okolí vrtu V 57B.

Hodnoty koncentrací po odvrtání (levé sloupce) a dynamických koncentrací po ČZ (pravé sloupce) ve vybraných vrtech do kolektoru navážek:

	Polutant (mg/l)						
Vrt	Benzen		Nitrobenzen		Anilin		NEL
V 51B	85,6	15,9	82,8	21,6	4,6	<0,05	123
V 57B	705,3	581	220,3	173	16,7	16,9	5,01
V 5	112	11,77	16,9	0,14	46,7	22,7	62,3
V 2	1,19	1,76	0,5	0,35	3,7	0,6	26,8
V 52B	0,32	0,13	0,6	<0,05	307	0,06	9,92
V 60B	2,72	0,19	0,6	0,08	2,08	0,44	41,6
V 66B	31,1	0,56	1,28	<0,05	6,37	0,28	25,8
V 67B	2,01	0,38	<0,05	0,08	6,08	1,05	15,6
V 68B	<0,01		<0,05		0,629		8,46
Cílové limity	1		1		1		5

Pozn. Tučně jsou zvýrazněny hodnoty nad cílový limit

Nejvyšší obsahy vykazuje benzen, výrazně nižší jsou obsahy nitrobenzenu a řádově nižší pak obsahy anilinu (viz tabulka níže). Přehledné porovnání koncentrací ve vymezeném ohnisku znečištění a zvláště v okrajových partiích nadlimitního znečištění je uvedeno v následující tabulce. Hodnoty dynamických koncentrací ve všech vrtech byly nižší než koncentrace před započítáním čerpacích zkoušek, což je rozdíl oproti dynamickým koncentracím v navážkách, navíc rozdíl s příznivým dopadem pro průběh budoucí sanace.

Mimo organickou kontaminaci nebyly zjištěny žádné další nadlimitní koncentrace. Za zmínku stojí pouze vysoký obsah síranů ve dvou vrtech, což by mohlo způsobit komplikace při nakládání s čerpanou podzemní vodou při budoucí sanaci.

Rovněž bylo dne 13.4.2010 v rámci aktualizace projektu sanace provedeno vzorkování ve vrtech šterkového kolektoru. Byly analyzovány tyto polutanty: benzen, nitrobenzen a anilin v 6 vrtech. Nejvyšší obsahy vykazuje benzen, nižší jsou obsahy nitrobenzenu a obsahy anilinu jsou pak výrazně nižší (viz. tabulka níže). Maximálních hodnot dosáhly koncentrace v podzemní vodě u vrtu V57B- 537 mg/l u benzenu a 163 mg/l u nitrobenzenu. Vzorkováním bylo potvrzeno ohnisko kontaminace v oblasti vrtů V57B, V60B.

Vrt	Polutant (mg/l)		
	Benzen	Nitrobenzen	Anilin
V 52B	18,1	<0,05	<0,05
V 56B	0,6	0,1	<0,05
V 57B	536	163	<10
V 60B	43,2	15,9	<10
V 66B	7	<0,05	<0,05
V 67B	0,7	0,07	<0,05
Cílové limity	1	1	1

Pozn. Podbarveny jsou hodnoty nad sanačním limitem

Plošný rozsah kontaminace benzenu v roce 2010 v kvartérním kolektoru je výrazně větší jihozápadním směrem v porovnání s rozsahem kontaminace v roce 2007. Vyšší hodnoty byly naměřeny u vzorků vod odebraných z vrtů V60B, V52B.

Podobná situace je i u kontaminace nitrobenzenem. Plošný rozsah kontaminace nitrobenzenem v roce 2010 v kvartérním kolektoru je posunuta jihozápadním směrem. V roce 2010 byly naměřeny vyšší hodnoty ve vrtu V60B.

Plošná kontaminace anilinem je odlišná. Kontaminace v roce 2010 je výrazně posunuta jihozápadním směrem. Ve vrtu V67B nebyla prokázána, ale byla naměřena kontaminace ve vrtu V60B.

Plošný rozsah kontaminace kvarterního kolektoru je znázorněn v mapových přílohách M 3.4 , M 3.5, M3.6 a M 3.8.

BILANCE ZNEČIŠTĚNÍ

Následující tabulka uvádí obdobnou bilanci ploch a množství nadlimitního znečištění jako v případě kolektoru navážek. Nutno je zde opět zdůraznit orientační charakter bilancí, který je dán zejména zjednodušujícími předpoklady.

Orientační bilance ploch a množství nadlimitního znečištění v podzemní vodě štěrkového kolektoru (do výpočtu bilancí není z objektivních příčin zahrnut parametr NEL)

	izolinie koncentrace [mg/l]	medián [mg/l]	dílčí plocha [m ²]	objem podz. vody [m ³]	bilance dílčí plochy [kg]	% celkové bilance v dílčí ploše
BENZEN	1 - 10	1,8	5 740	6 429	11,57	3
	10 - 100	13,8	2 594	2 905	40,1	10,5
	nad 100	581	509	570	331,2	86,5
	CELKEM:		8 843	9 904	382,88	100
NITROBENZEN	1 - 10	5,5	3 128	3 503	19,27	32
	10 - 100	21,6	1 411	1 580	34,1	57
	nad 100	173	34	38	6,59	11
	CELKEM:		4 573	5 121	59,96	100
ANILIN	1 - 10	1,1	5 621	6 295	6,92	33
	10 - 100	19,8	638	714	14,1	67
	CELKEM:		6 259	7 009	21,02	100

3.3 Požadavky na sanaci podzemní vody a její cílový stav

Požadavky na nápravná opatření v areálu BC MCHZ byly formulovány ve správním rozhodnutí ČIŽP OI Ostrava č.j. 9/OV/8515/05/Cr ze dne 2.12.2005 (viz příloha D 3).

V citovaném rozhodnutí je požadováno zahájit opatření k nápravě závadného stavu podle zákona o vodách a ve vztahu k území A-bloku a území monitoringu podzemní vody jsou specifikovány tyto požadavky:

1. Zahájit dekontaminaci podzemní vody v prostoru SP 8. Termín do 2 let od uzavření smlouvy s dodavatelem sanačních prací. Dekontaminaci dokončit při dosažení cílových

limitů dle následující tabulky a nejpozději do 8 let od uzavření smlouvy s dodavatelem sanačních prací.

Sanační limit	Hodnota sanačního limitu
NEL	5 mg/l
benzen	1000 µg/l
nitrobenzen	1000 µg/l
anilin	1000 µg/l
fenoly	50 mg/l
formaldehyd	50 mg/l
amonné ionty	50 mg/l
dusičnany	700 mg/l
výskyt volné organické fáze	žádná fáze v měřitelných mocnostech

Parametry pro kontrolu migrace kontaminace směrem k řece Odře budou ve shodě s AR.*

2. Zahájit monitoring podzemní vody v profilu linie ochranného pásma 2. stupně vodního zdroje Nová Ves. K tomu vybudovat objekty pro sledování podzemních vod. Termín do 9 měsíců od uzavření smlouvy s dodavatelem sanačních prací, monitoring zahájit před započítáním sanačních prací a provozovat po celou dobu sanace a v souladu se schváleným prováděcím projektem. Parametry pro kontrolu migrace budou ve shodě s AR. **
3. Pro uskutečnění sanace zpracovat a předložit k vyjádření na ČIŽP a na vodoprávní úřad (MMO, OVP) v termínu do 6 měsíců od uzavření smlouvy s dodavatelem sanačních prací prováděcí projekt, který bude kromě jiného obsahovat:
 - rozsah a způsob analytické kontroly a návrh způsobu průkazu dosažení cílových limitů,
 - způsob a četnost monitoringu kvality podzemních vod při sanaci v prostoru SP 8, výběr monitorovacích objektů,
 - způsob a četnost monitoringu kvality podzemních vod na profilu linie ochranného pásma 2. stupně vodního zdroje Nová Ves, návrh nových monitorovacích objektů,
 - způsob a četnost monitoringu kvality povrchové vody související se SP 8 (odpadní kanál a řeka Odra),
 - způsob vyhodnocení průběhu a účinnosti sanace na SP 8 tak, aby mohla být prováděna v rámci navazujících etap sanace, popřípadě změněna dalším rozhodnutím,
 - způsob provádění postsanačního monitoringu na SP 8 tak, aby mohla být doložena dostatečná účinnost sanace.

Doplňující poznámky:

- ve shodě s AR se rozumí kontrola migrace prioritního polutantu benzenu. Kritériem úspěšnosti navrhované sanace bude taková koncentrace benzenu v odpadním příkopu, která nepovede v řece Odře k překročení limitu pro povrchovou vodu podle

nařízení vlády č. 61/2003 Sb. Přípustnou koncentraci uvádí následující tabulka. Návrh je stanoven s dvojnásobnou bezpečnostní rezervou a s vypořádáním předpokladu, že na koncentraci benzenu v odpadním příkopu se podílejí vedle příronu znečištění z podzemní vodou i odpadní vody z areálu A-bloku.

Monitorovací profil:	hlavní odpadní příkop před zaústěním do Odry
sledované parametry	kvantifikace
benzen	400 µg/l

- ve shodě s AR se rozumí monitoring druhé monitorovací linie pro sledování časového trendu vývoje koncentrací v rozsahu dle následující tabulky.

Monitorovací profil:	Vrt HP 404, jeden nový vrt v jeho blízkosti a dvě dvojice na jeho úrovni, na linii napříč ose pohřbeného koryta – jeden vrt ve dvojici bude mít vždy perforaci proti svrchní části zvodně - proti štěrkům údolní nivy, druhý vrt pak až u báze pohřbeného koryta.
parametr	koncentrace
NEL	Nesmí docházet ke statisticky významnému nárůstu kontaminace oproti výchozímu - současnému stavu, maximálně přípustná hodnota 0,05 mg/l
benzen	Nesmí docházet ke statisticky významnému nárůstu kontaminace oproti výchozímu - současnému stavu, cílový stav po ukončení sanace max. 1µg/l
nitrobenzen, anilin	1µg/l
fenoly, formaldehyd	Nesmí docházet ke statisticky významnému nárůstu kontaminace oproti výchozímu - současnému stavu, maximálně přípustná hodnota 3 µg/l
dusičnany	Nesmí docházet ke statisticky významnému nárůstu kontaminace oproti výchozímu - současnému stavu, maximálně přípustná hodnota 50 mg/l
amonné ionty	Nesmí docházet ke statisticky významnému nárůstu kontaminace oproti výchozímu - současnému stavu
sírany	Koncentrace síranů nemá podstatný vztah k areálům BC MCHZ ani koksovy KJŠ, je však důležitá pro vodní zdroj

4. Projekt pilotního pokusu sanace podzemní vody na SP 8

4.1 Koncepce pilotního pokusu

PREMISE ZÁVĚRŮ PŘEDSANAČNÍHO DOPRŮŽKUMU

Z hlediska základního přístupu k sanaci na ploše SP 8 byly ve zprávě předsanačního doprůžkumu formulovány tyto závěry:

- Prioritními polutanty je řada benzen - nitrobenzen - anilin, ale zanedbat nelze ani vysoké hodnoty NEL, místy i amonných iontů a dusičnanů včetně nelimitovaných síranů. Plošný rozsah znečištění je cca 15 400 m² v navážkách a přes 8 850 m² ve štěrcích terasy.
- Sanace je realisticky proveditelná standardní hydraulickou metodou.

- Projekt takové sanace se bude muset vyrovnat s těmito prvky:
 - přítomnost volné benzenové fáze na hladině podzemní vody v kolektoru navážek,
 - vysoké koncentrace NEL dosud nejasného původu a složení v obou zvodních,
 - lokálně vysoké koncentrace síranů a dusičnanů v obou zvodních,
 - obtížná odstranitelnost znečišťujících látek z vody běžnými postupy.
- Hydraulická sanace bude koncepčně projektována jako souběžná v obou zvodních, pokud nebude celková vydatnost limitována upravitelností nebo zvolenou formou finálního utrácení.
- Z hlediska parametrů čerpání lze uvažovat s následujícími hodnotami:

Zvodeň	počet aktivních vrtů	okamžitá vydatnost	celková vydatnost
navážky	krátkodobě 5 vrtů, dlouhodobě 3 vrtů	max. 4,2 l/s	max. 350 m ³ /den
šterková terasa	krátkodobě 2 vrtů dlouhodobě 1 vrt	max. 1,6 l/s	max. 150 m ³ /den
celkem	4 až 7 vrtů	max. 5,8 l/s	max. 500 m ³ /den

- Klíčovou otázkou bude způsob nakládání s vyčerpanou vodou, způsob její úpravy a konečného zneškodnění. Ze závěrů doprůzkumu plyne, že výkonným strippingem lze dosáhnout vysoké účinnosti odstraňování benzenu. Adekvátně nižší výsledky účinnosti vykazuje subvolatilní nitrobenzen a ještě méně těkavý anilin. Stripping neřeší anorganické příměsi. Odstraňování dusičnanů a redukci nitrobenzenu na anilin pak řeší reduktivní metoda s pomocí nanočástic Fe⁰.
- Záchyt vystripovaných těkavých látek na aktivním uhlí je neúměrně náročný věcně i finančně. V případě úpravy stripováním přichází do úvahy pouze mobilní spalovna.
- Další možnosti nakládání se surovou či předčištěnou vodou se nabízí na ČOV nabyvatele (s výpustí do kanalizačního příkopu), resp. na městskou ÚČOV v Přívoze, kam směřuje trasa sběrače D, vedoucího těsně podél severního okraje území A-bloku.
- U vyčerpané surové vody lze v počáteční fázi sanace očekávat tyto kvalitativní parametry:

Zvodeň	jedn.	benzen	nitrobenzen	anilin	NEL	sírany	dusičnany	NH ₄ ⁺
navážky	mg/l	400 - 600	100 - 200	25 - 35	5 - 70	1000 - 3000	60 - 100	10 - 20
šterková terasa	mg/l	300 - 500	100 - 150	15 - 20	5 - 100	1500 - 2500	40 - 60	10 - 20
směsná voda	mg/l	cca 500	cca 150	cca 25	cca 50	cca 2000	cca 60	cca 15

- Předpokládanou dobu sanace lze odvodit na základě předpokládané vydatnosti a koeficientu výtěžnosti na cca 1 200 dní (tj. 41 měsíců). Schématicky je přitom uvažováno s 20-násobnou obměnou celkového objemu podzemní vody v definovaném prostoru nadlimitního znečištění.

ODVOZENÍ KONCEPCE PILOTNÍHO POKUSU SANACE

V rámci přípravných prací zpracování projektu sanace (Biodegradace s.r.o., listopad 2010) byla provedena řada revizí výše uvedených závěrů s vážnými dopady na koncepci sanace a její možnosti. V pokud možno stručném bodovém přehledu uvádíme stěžejní výsledky:

- Klíčovým parametrem sanace, a to z pohledu jejího efektu a doby realizace, je upravitelnost čerpané surové vody. Čerpaná voda bude obsahovat vysoké podíly organických látek různých fyzikálně chemických vlastností. Tato směs je s velkou pravděpodobností ve vzájemném rovnovážném stavu a její jednostupňová dekontaminace na požadovanou úroveň cílových limitů sanace je technicky neproveditelná. Snížení obsahu jednotlivých polutantů ve směsi je možno provádět pouze postupnými kroky, kdy v každém kroku bude snahou získat co nejvyšší účinnost dekontaminace toho daného polutantu.
- Alternativa utrácení surové i předčištěné odpadní vody na městskou ÚČOV v Ostravě - Přívoze byla po podrobném projednání vyloučena. Limitujícím je přítomnost nitrobenzenu, který je ve vodě zcela nepřijatelným polutantem a ani částečná dekontaminace je pro přijetí nedostatečná. Dle vyjádření technologického pracovníka společnosti Ostravské vodárny a kanalizace, a.s. je nitrobenzen problémový svou toxicitou vůči místním kulturám a rovněž svou nežádoucí akumulací v odpadním kalu. Přijetí této odpadní vody bylo zamítnuto.
- Z podrobného projednání s technologií nabyvatele pak vyplynulo, že čerpanou vodu není možno utrácet ani na místní ČOV, jak bylo původně uvažováno. Důvodem je nepřijatelné zvýšení koncentrací na výstupu z ČOV. Pozitivním prvkem ale je, že ve velmi omezeném množství je možné surovou vodu přivádět do technologie výroby nitrobenzenu. Maximální přijatelné množství bylo ovšem omezeno na 2 m³ /hod, což odpovídá vydatnosti 0,55 l/s.
- Vydatnost sanačního čerpání byla z hlediska požadovaného hydraulického efektu revidována na celkových 4,5 l/s z kolektoru navážek a 2,7 l/s ze šterkového kolektoru. Údaje vychází z objektivního pozorování v rámci čerpacích zkoušek. Menší vydatnost bude celkem zásadně snižovat sanační efekt, prodlužovat dobu realizace a zvyšovat náklady.
- Prakticky jediným způsobem částečné dekontaminace čerpané znečištěné vody zůstává stripování. Jde o metodu funkčně prověřenou v rámci čerpacích zkoušek. Ze směsi je stripováním prokazatelně odbouratelný benzen, z části nitrobenzen a dokonce i anilin. Při nižších vstupních koncentracích nitrobenzenu a anilinu je účinnost i u těchto polutantů poměrně vysoká, jak potvrzují kontrolní vzorky odebírané v průběhu čerpacích testů prováděných v období od 12.2. do 12.3.2007. Průměrná účinnost v průběhu čerpacích zkoušek činila u anilinu 12,5% a u nitrobenzenu 36,4%. Maximální účinnost byla naměřena u anilinu 44,3% a u nitrobenzenu až 83,5%.
- Technologii stripování je však vhodné doplnit o redukci nitrobenzenu na anilin tak, aby byla výrazně zvýšena biodegradabilita látek s organicky vázaným dusíkem. Jako redukční činidlo je možno použít např. nanoželezo, určitou variantou je i výroba „nulmocného železa“ přímo v reaktoru a to z roztoků síranu železnatého a borohydridu sodného.

- Jedinými dostupnými způsoby utrácení předčištěné vody je přepouštění do výrobní technologie a/nebo zpětná infiltrace do sanovaného kolektoru.
- Pro technologii dekontaminace stripováním nejsou limitující obsahy NEL, které by měly být touto cestou rovněž významně sníženy. Na rozdíl od benzenového znečištění ale jde o laboratorně neproověřený předpoklad. Nicméně, vzhledem k absenci jiných specifických organických látek lze odůvodněně usuzovat, že vysoké koncentrace NEL jsou z podstatné části tvořeny právě obsahy benzenových polutantů.
- Ukázalo se, že limitujícím prvkem není ani výskyt volné fáze, který byl v jednom z vrtů zaznamenán v průběhu čerpacích testů, ovšem po jejich ukončení bylo spolehlivě ověřeno, že fáze odezněla. Ze zkušeností na sanacích plyne, že vytvoření volné fáze na hladině může být dočasným jevem vyvolaným čerpáním. Např. podle Ing. Vít Matějů (Envisan-gem, a.s.) princip tohoto jevu spočívá v tom, že čerpáním se změní poměry ve zvodni, dojde ke snížení koncentrace rozpuštěných polutantů, naruší se rovnováha mezi sorbovaným a rozpuštěným polutantem a dojde k desorpci polutantu z pevných částic a jeho rozpouštění v podzemní vodě. Pokud je rychlost desorpce vyšší než rychlost rozpouštění, dojde k dočasnému hromadění volné fáze na hladině podzemní vody. S klesajícím množstvím sorbovaného polutantu se pak snižuje i rychlost desorpce a jakmile se sníží pod rychlost rozpouštění, volná fáze postupně vymizí.
- Skutečností je, že částečnou dekontaminací stripováním se jen zcela nepatrně mohou snížit obsahy anorganických příměsí, tj. dusičnanů, amonných iontů a síranů. Na druhou stranu, po odstranění organického znečištění je případné utrácení anorganicky obohacených vod možné prostým vypouštěním na městskou ÚČOV.
- Dalším možným koncepčním přístupem k dekontaminaci organicky znečištěné vody je biologické čištění - biodegradace. Ze směsi surové čerpané vody je degradabilní benzen, ovšem nitrobenzen a anilin jsou omezeně biologicky odbouratelné, anorganika neodbouratelná. Pro odstranění dusičnanů a pro zvýšení biodegradability látek s organicky vázaným dusíkem je vhodné biodegradaci doplnit o již zmíněnou technologii reduktivní metody odstraňování dusičnanů z podzemních vod s pomocí nanočástic Fe⁰.
- Z konzultací s mikrobiologií vyplývá, že u nás v podstatě nejsou s tímto typem znečištění relevantní zkušenosti. Pokusné práce na toto téma se v minulosti prováděly např. v areálu Synthesie s nasazením biofiltru na směsné znečištění NEL, polyaromátů, aromátů, nitrobenzenu a anilinu. Při nízkém průtoku řádově v desetinách l/s byl inokulován standardním preparátem, ovšem účinnost na nitrobenzenu dosahovala max. 27 %, resp. 10 % u anilinu. V rámci této práce se ale např. podařilo izolovat místní kmeny, které degradují nitroderiváty přednostně a téměř na 100 %. V principu tedy tato metoda, po mikrobiologickém prověření inokulace místními adaptovanými kmeny, může být přes své dosavadní slabé reference nasazena jako reálně použitelná v procesu sanace na SP 8, např. jako tzv. biologické dočištění.
- V literatuře ani v médiích nebyly nalezeny odkazy na sanační postupy tohoto typu znečištění. Žádné reference nejsou k dispozici ani ze zahraničí.

Z výše uvedených skutečností a ze závěrů Prováděcího projektu sanace saturované zóny- oblast SP8 (Biodegradace, s.r.o., listopad 2010) vychází volba koncepce PPS následovně:

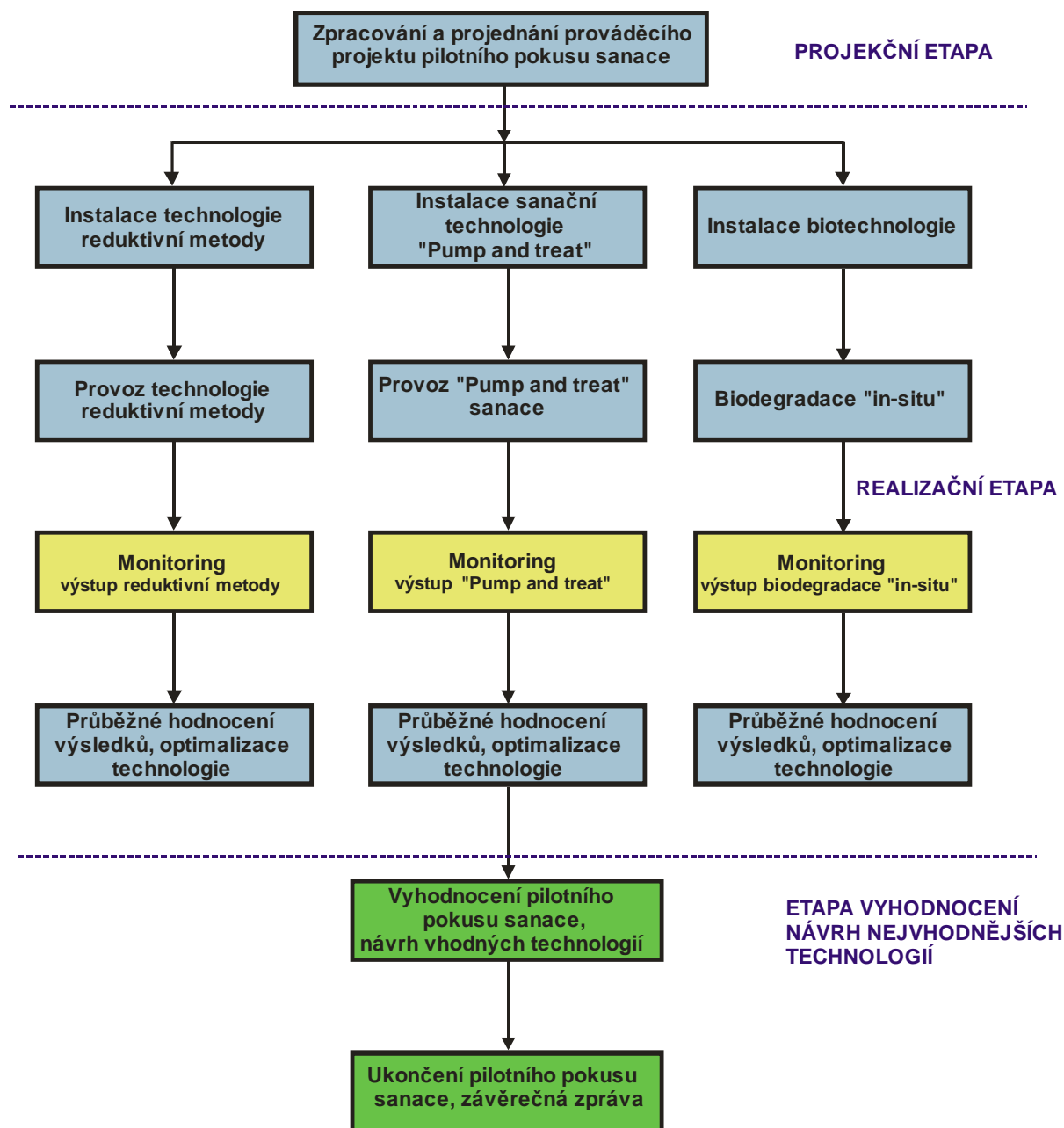
1. Základní metodou bude cirkulační sanace. Pro pilotní pokus byly pro čerpání vytipovány vrtly V52A, V53A a V57A (podzemní voda v navážkách). Kritériem pro výběr nejvhodnějších vrtů byly zjištěné koncentrace kontaminantů, především nitrobenzen, anilin, formaldehyd, amonné ionty a dusičnany, dalším kritériem byly vydatnosti vrtů.
2. Cirkulační sanace pilotního pokusu bude spočívat v odčerpávání znečištěné vody, jejím předčištění na dekontaminační stanici a zpětné infiltraci do stejného kolektoru.
3. Dekontaminace bude rozdělena na 3 etapy. První etapa bude spočívat v reduktivní metodě s pomocí nanočástic Fe^0 . Touto metodou budou odstraňovány dusičnany a bude zvýšena biodegradabilita vybraných polutantů (redukce nitrobenzenu na anilin) v sanované podzemní vodě.
4. Druhá etapa bude spočívat ve výkonném stripování, dimenzovaném na vydatnost čerpané vody cca 2 l/s. Vystripované organické polutanty pak budou zneškodněny na filtru s aktivním uhlím (AU), který bude součástí dekontaminační stanice. Oproti prvotnímu projektu sanace (Biodegradace s.r.o., listopad 2010) navrhujeme pro pilotní pokus použít filtr s AU. Důvodem je možnost porovnání nákladů na provoz filtru s AU s předpokládanými náklady na provoz katalytické spalovny po ukončení a vyhodnocení PPS.
5. Třetí etapa bude spočívat v biologické sanace in situ. Dekontaminační stanice bude doplněna o biocentrum k přípravě bakteriálního preparátu.
6. Prečištěná voda bude rovnoměrně infiltrována do vytipovaných stávajících vrtů v okolí kontury ohniska nadlimitní kontaminace (V60A, V66A, V5/1, V58A).
7. PPS bude probíhat 6 měsíců, resp. 26 týdnů. Doporučujeme realizaci PPS načasovat tak, aby pokus probíhal i v zimních měsících (cca 2 měsíce na konci PPS) a to z důvodu ověření účinnosti i v tomto ročním období a prověření technologických celků a rozvodů v mrazivém počasí.
8. Průběh pilotního pokusu bude pravidelně monitorován na vstupu a na výstupu z každé technologické jednotky.

4.2 Postup a řízení pilotního pokusu sanace

Základní postup sanace je znázorněn na schématu řízení projektu, který bude koncepčně prováděn ve třech etapách:

- projekční,
- realizační,
- vyhodnocení, návrh nejvhodnějších technologií a jejich optimalizace

Schéma projektu pilotního pokusu sanace



V rámci **projekční etapy** již byl realizován doplňující průzkum rozsahu znečištění, byl zpracován projekt sanace a je předkládán tento projekt PPS obsahující nezbytné podklady pro vodohospodářské řízení. Projekční etapa bude považována za ukončenou po předložení realizačního projektu vybraným uchazečem, se kterým bude uzavřena realizační smlouva.

Věcná náplň **realizační etapy** PPS je podrobně popsána v textu následujících kapitol. Realizační etapa bude zahrnovat práce zaměřené na vlastní PPS za účelem ověření účinnosti projektovaných inovativních technologií, jejich optimalizaci a doporučení nejúčinnějšího technologického celku. V rámci této etapy budou prováděny následující činnosti:

- instalace systému PPS podzemní vody (čerpací technika, dekontaminační zařízení, rozvody, infiltrační objekty, biocentrum),
- provoz systému hydraulické, reduktivní a biologické sanace podzemní vody,
- monitoring pilotního pokusu:
 - monitoring podzemní vody v oblasti SP8 před zahájením PPS
 - monitoring podzemní vody vstupující do technologie v průběhu PPS
 - monitoring čištěné vody na výstupech ze všech dílčích technologií
 - monitoring podzemní vody v oblasti SP8 po ukončení PPS
 - sledování provozních parametrů sanačních technologií (průtok, odčerpané množství, teplota, množství odstraněných kontaminantů apod.)
- demontáž sanační technologie pilotního pokusu.

4.3 Metodika pilotního pokusu sanace

Cílem PPS je odzkoušení inovativních metod sanace v praxi a následná optimalizace použitých sanačních technologií tak, aby byl doporučen nejúčinnější technologický celek pro následné projektované sanační práce.

Pro sanaci podzemních vod budou pilotně vyzkoušeny tyto metody:

- cirkulační sanační čerpání,
- aplikace reduktivní metody (injektáž nanočástic elementárního železa),
- předčištění (dekontaminace) čerpaných podzemních vod na dekontaminační stanici, sestávající ze stripovací kolony a filtru s aktivním uhlím,
- zpětná infiltrace předčištěné vody do kolektoru podzemní vody
- mikrobiologické oživení kolektorů podzemní vody v rámci procesu biodegradace in situ.

Pilotní pokus bude zahájen vypracováním realizačního projektu, který bude podléhat souhlasu vodoprávního úřadu spojeného s vodoprávním povolením k nakládání s vodami a se zřízením vodního díla. Příslušným VH úřadem je Krajský úřad Moravskoslezského kraje.

PPS podzemní vody bude zahájen na vybraných vrtech V52A, V53A a V57A v kolektoru navážek.

Způsob instalace čerpací techniky včetně rozvodů jsou uvedeny v mapové příloze M 4. Umístění dekontaminační stanice (uvažováno s plochou 20 x 10 m) bylo projednáno s odpovědnými zástupci nabyvatele.

Rozvody čerpané i vypouštěné vody je uvažováno vést na terénu v PE trubkách DN 35, přechody přes silnice budou vedeny v nejužších místech s ochranou ocelovými mostky. Případné umístění pod terén je právě v důsledku mnoha křížení s asfaltovými komunikacemi nežádoucí.

Sanační systém bude vyžadovat v počátečním období poměrně náročné nastavení, spojené s permanentní kontrolou hladin a průtoků. Nastavení průtoků bude korigováno dle odezvy dynamických hladin. Kvantitativní parametry sanačního systému budou upřesňovány po

celou dobu PPS. Cílem je dosáhnout optimálního poměru čerpané a infiltrované vody, která bude kolektorem cirkulovat od zasakovaných vrtů k čerpaným. Z uvedeného důvodu musí být manipulováno s množstvím čerpané i zasakované vody vždy na základě měření dynamické hladiny a kontroly vytvořených gradientů.

Předpokládáme, že dekontaminace čerpané vody na stripovací koloně s filtrací vytěsněných polutantů ve filtru s AU bude vysoce účinná jen pro nejtěkavější polutanty (benzen). U dalších polutantů dojde pouze k jejich částečné redukci, podle předpokladů řádově v desítkách procent. V počátečních fázích PPS je tedy nutné uvažovat se zpětnou infiltrací vody, která nevyhovuje požadavkům na cílový stav.

Pro biologickou sanaci podzemních vod in-situ a oživení mikroflóry v podzemních vodách bude vybudováno v místě dekontaminační stanice biocentrum, které bude napojené na stávající systém čerpané a infiltrované vody.

Průběh pilotního pokusu bude pravidelně monitorován. V rámci monitoringu PPS bude sledována kvalita podzemních vod v oblasti SP8 před zahájením a po ukončení PPS a v době jeho realizace na vstupu do sanačního technologického celku a na výstupu z každé dílčí technologie. Sanační monitoring je podrobně popsán v kapitole 4.5.

4.4 Instalace systému

4.4.1 Přípravné činnosti

V rámci stavební přípravy PPS budou provedeny následující práce:

- instalace čerpací techniky - zapuštění ponorných čerpadel do projektovaných sanačních vrtů. Hloubka zapuštění čerpadel bude jednotná, cca 7 m pod. Minimální příkon ponorných čerpadel doporučujeme 1 kW.
- instalace potrubních rozvodů - PE DN 35 k sanačním vrtům a vsakovacím vrtům přes DS. Každá větev čerpané vody a vody k zásaku bude osazena ventilem pro regulaci průtoku a vodoměrem,
- instalace elektrorozvodů,
- ocelové mostky o délce 6 m pro pojezdovou ochranu rozvodů přes komunikace,
- stavební úprava terénu pro usazení věží, kontejnerů a nádrží sanační technologie.

Objemy prací přípravných činností jsou uvedeny v následující tabulce:

instalace čerpadel	ks	3
rozvody čerpané vody	m	200
rozvody předčištěné vody	m	260
instalace ventilů a vodoměrů	ks	7
ocelové přejezdy na komunikace	ks	6
instalace rozvodů energie	m	160
instalace podružného rozvaděče	ks	2
instalace dekontaminační stanice	ks	1

4.4.2 Technologie cirkulační sanace

Sanační čerpání bude realizováno ze systému stávajících hydrogeologických objektů, z vybraných vrtů. Sanační čerpání bude kombinováno se zpětným zasakováním předčištěné podzemní vody do infiltračních vrtů. Schéma systému čerpání a zpětného zásaku je uvedeno na mapové příloze M 4.

PŘEHLED VYUŽITÝCH VRTŮ V RÁMCI PILOTNÍHO POKUSU SANACE

Vybrané vrty k čerpání podzemní vody s doporučenou vydatností čerpání:

Vybrané vrty	y	x	Q [l/s]
V 52A	473 852,90	1 099 892,54	0,7
V 53A	473 790,12	1 099 843,29	0,6
V 57A	473 799,27	1 099 917,57	0,7

Vybrané vrty ke zpětnému zásaku předčištěné vody s doporučenou vydatností infiltrace:

Sanace kolektoru navážek	y	x	-Q [l/s]
V 60A	473 846,28	1 099 950,57	-0,6
V 66A	473 766,76	1 099 944,44	-0,6
V 5/1	473 770,81	1 099 896,67	-0,4
V 58A	473 770,81	1 099 896,67	-0,4

BILANCE MNOŽSTVÍ ČERPANÝCH A VYPOUŠTĚNÝCH VOD

Pro účely vodoprávního povolení k nakládání s vodami předkládáme následující údaje o předpokládaném množství vod.

MNOŽSTVÍ ČERPANÉ PODZEMNÍ VODY- BILANCE PRO VODOPRÁVNÍ POVOLENÍ

průměrné Q [l/s]	maximální Q [l/s]	maximální Q [m ³ /měsíc]	maximální Q [m ³ /6 měs.]	maximální Q [m ³ /rok]
2,0	2,5	6 696	40 176	80 352

Skutečná vydatnost čerpání bude v průběhu sanace korigována na základě výsledků kontrolních měření hladin. Veškeré korekce tohoto charakteru budou v kompetenci odpovědného řešitele.

MNOŽSTVÍ PŘEDČIŠTĚNÉ VODY KE ZPĚTNÉMU ZÁSAKU

Veškerá předčištěná voda bude infiltrována zpět do kolektoru navážek.

Doba provozu čerpání a zásaku je 6 měsíců, resp. 26 týdnů. Vodohospodářské povolení ovšem doporučujeme zajistit na dobu min. 1 roku.

4.4.3 Technologie dekontaminace

OČEKÁVANÁ KVALITA VOD

Podzemní voda z kolektoru navážek (všechny koncentrace v mg/l)

	benzen	nitrobenzen	anilin	NEL	sírany	dusičnany	NH ₄ ⁺
směsná surová voda na vstupu do DS	200 - 600	50 - 200	20 - 35	5 - 50	1000 - 3000	60 - 100	10 - 20
předčištěná voda k infiltraci	0 - 10	20 - 150	20 - 35	0 - 20			

Není pravděpodobné, že by voda obsahovala zvýšenou koncentraci jiného polutantu.

UMÍSTĚNÍ DEKONTAMINAČNÍ STANICE (DS)

Umístění dekontaminační stanice bylo zvoleno po dohodě s kompetentními pracovníky nabyvatele jižně od výrobní jednotky nitrobenzenu, v podstatě v centru plochy ohniska znečištění. Uvažováno je se záborem plochy 10 x 20 m.

Air stripping s filtrací na filtru s aktivním uhlím

Znečištěná voda bude z jímacích objektů čerpána ponornými čerpadly do odsazovací nádrže a odtud čerpadly s plovákovými spínači do aerační jednotky – navrhujeme horizontální provzdušňovač, např. typ BUBLA – stripovací kolona - kde dojde k vytěsnění těkavých podílů kontaminace. Horizontální provzdušňovač navrhujeme vzhledem ke skutečnosti, že lze předpokládat zvýšený obsah železa v podzemní vodě, které bývá příčinou zanášení vertikálních provzdušňovačů. Stripovací kolona musí být dimenzovaná na průtok min. 2 l/s znečištěné vody organickými látkami v řádu 1 g/l. Pro zamezení zanesení dekontaminační stanice případným výskytem železa v sanované podzemní vodě bude před stripovací kolonu zařazen vhodný filtr (pískový, příp. fibroil). Jak bylo uvedeno výše, lze předpokládat značný výskyt železa a tím i častější výměnu náplně filtrů. Tyto náplně budou buďto regenerovány, příp. odstraněny (viz. kap.5).

Vytěsněné podíly organických látek jsou z horní části kolony odváděny ke zneškodnění, které bude probíhat formou zachytu na sorbent, aktivní uhlí.

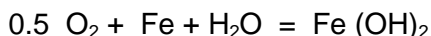
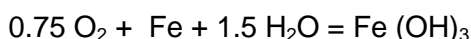
Reduktivní metoda - odstraňování dusičnanů z podzemních vod a zvýšení biodegradability polutantů obsažených v sanovaných podzemních vodách

Je známo, že za vhodných hydrochemických a hydrogeologických podmínek může docházet při aplikaci nulamocného železa k odstraňování dusičnanů z podzemních vod. Významná je přitom ta skutečnost, že obdobné reduktivní procesy mohou snad ještě lépe probíhat i u organických látek, v tomto případě u nitrobenzenu (redukce nitrobenzenu na lépe biologicky odbouratelný anilin). V rámci studie proveditelnosti sanace byly uskutečněny vsádkové testy. Byla použita destilovaná voda. Pro test redukce dusičnanů bylo použito 200 mg/l dusičnanů jako NaNO₃. Pro test redukce síranů bylo použito 200mg/l jako Na₂SO₄. Vždy byla použita suspenze nanočástic železa. Do baněk byl odpipetován určitý objem suspenze.

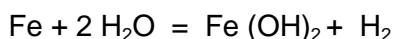
Stejný objem byl rozpuštěn v kyselině a byla stanovena koncentrace železa. Test probíhal 28 dní. Ve všech časových krocích se odebíral vzorek (50ml) ze stejné láhve (1l). Láhev se nedoplňovala. U vzorků bylo možno pozorovat hnědé zbarvení. K simulování geochemických reakcí byl použit program Geochemist's Workbench (Bethke, 2006).

Zvažované /simulované reakce:

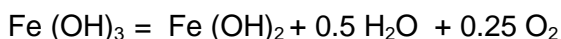
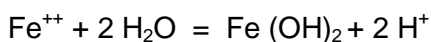
Redukce kyslíku



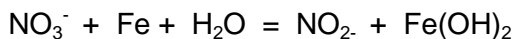
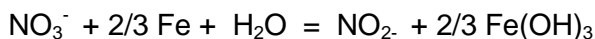
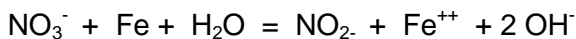
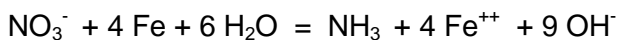
Redukce vody



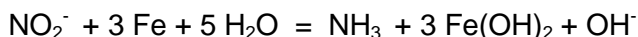
Srážení železa



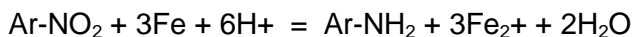
Redukce dusičnanů



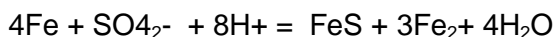
Redukce dusitanů



Redukce nitrobenzenu



Redukce síranů



Reduktivní metoda bude v rámci pilotního testu sanace aplikována formou injektování nanočástic elementárního železa (nZVI) do kolektoru navážek a zemního tělesa v těsném předpolí čerpaného vrtu V61A, který bude pro potřeby hodnocení reductivní metody využit rovněž jako monitorovací a nově vybudovaného monitorovacího vrtu VN1A.

Injektáž bude realizována v linii, která je projektována cca 5 m kolmo proti směru proudění podzemní vody od vrtu V61A a nově vybudovaného vrtu VN1A. V této linii bude vždy

injektováno do 5-ti injektážních sond. Injektáž bude prováděna ve dvou úrovních. V celém zvodnělém profilu kolektoru navážek a do 1 m nesaturované zóny nad hladinou podzemní vody. Injektáží v projektované linii a pěti sondách tak bude vytvořena tzv. „propustná bariéra“. Injektáž bude provedena celkem 3x s odstupem 3 týdnů.

Aplikace nZVI bude na lokalitě provedena formou tlakové injektáže pomocí nevystrojených sond. Sondy budou prováděny pomocí vrtné soupravy, která bude vybavena příslušenstvím pro tlakovou injektáž.

Množství suspenze nanoFe navrhujeme cca 1 kg/inj. sonda, tj. 5 kg/aplikaci, celkem 15 kg. Pro vlastní aplikaci navrhujeme použít produkt NANO FER 25S, výrobce NANO IRON s.r.o.

Pro vlastní aplikaci suspenze do injektážních sond bude nutné její rozmíchání ve vodě. Pro aplikaci do jedné sondy tak bude rozmícháno 1 kg suspenze v 200 l vody. Pro jedno kolo injektáže tak bude připraveno 1 000 litrů aplikovaného média s koncentrací suspenze nZVI 5 g/l.

Obr. č. 1- Příprava suspenze nZVI před injektáží



Obr. č. 2- Injektáž nZVI šroubovým čerpadlem do sondy opatřené injektážním hrotem



Z důvodu co nejpřesnějšího vyhodnocení pilotního pokusu reduktivní metody bude nutno vybudovat nový monitorovací vrt VN1A v těsné blízkosti od vrtu V61, ve vzdálenosti cca 5 m (viz. příloha M4). Tato max. vzdálenost je nutná z toho důvodu, aby k těmto vrtům nepřitékala žádná podzemní voda neovlivněná „propustnou bariérou“.

Vystrojený hydrogeologický monitorovací vrt bude realizován s průměrem vrtání 273 mm, popř. 220 mm. Vrt bude vybudován na dno navážkové zvodně, do hloubky cca 9 m p.t.. Vrt bude vystrojen PVC zárubnicí o průměru 160 mm, s podélnou štěrbínovou perforací tloušťky 2 mm v celé mocnosti saturevané zóny. Počva vrtu bude osazena kalníkem se zaslepeným dnem. Obsyp vrtu bude proveden tříděným štěrskem frakce 4-8 mm. Zhlaví vrtu bude osazeno ocelovou ochrannou pažnicí. Pažnice po svém vnějším obvodu a v mezikruží bude do hloubky 1 m pod terénem (m p.t.) utěsněna bentonitem a do hloubky cca 0,4 m p.t. zabetonována. Nadzemní část ocelové ochranné pažnice bude opatřena uzávěrem, natřena modrou barvou a označena názvem vrtu.

Biotechnologická sanace in situ

Pro zajištění plnohodnotné automatizace systému dekontaminace bude technologie dekontaminační stanice vybavena automatickou úpravou pH, jehož optimalizace je nutná pro biologickou část systému dekontaminace. Pro tento účel budou instalovány dvě nádrže (H⁺ a OH⁻) každá o objemu 1 m³, které budou vybaveny dávkovacími čerpadly, čidly a řídicí jednotkou.

Procesy přirozené biodegradace, které samovolně probíhají na kontaminovaných lokalitách, jsou bez vnějších zásahů velmi pomalé, a to především z důvodu nízkého pozadí původní mikroflóry a její omezené schopnosti rozkládat přítomné uhlovodíky. Vhodným technologickým postupem je možné tyto samovolně probíhající procesy urychlit až o několik řádů. Za tímto účelem bude prováděna aplikace bakteriálního preparátu a následná intenzifikace biodegradačních procesů.

Základním principem této metody je schopnost určitých bakteriálních kmenů využívat daného kontaminantu (nitrobenzen, anilin) jako zdroje uhlíku a energie v oxidačních procesech, kdy tyto ekologicky nežádoucí uhlovodíky jsou přítomnými mikroorganismy metabolizovány specifickými metabolickými drahami přes několik mezistupňů až na konečné oxidační produkty (oxid uhličitý a vodu). Vhodnými jsou pro tyto účely vybrané (zpravidla striktně aerobní) bakteriální kmeny, pro které zjištěné koncentrace nitrobenzenu a anilinu nejsou toxické ani inhibující. Co se týče dusíku, ten obvykle není v molekulách oxidován, nýbrž je ve své stávající podobě (jako -NH₂ skupina) využit v rámci mikrobiálního metabolismu jako základní stavební kámen biomasy (spolu s C, O, P). Jinými slovy je součástí bílkovin, které tvoří buněčnou hmotu. NH₂ skupina je navíc ta nejlépe využitelná forma dusíku pro většinu mikroorganismů.

Bakteriální kmeny implantované do sanačního procesu jsou běžnými půdními bakteriální kmeny (nejsou geneticky manipulované), jsou netoxické a nepatogenní. Tyto kmeny přinášejí do sanovaného ekosystému enzymatický systém napomáhající výše uvedenému rozkladu polutantů.

Pro vlastní biodegradaci bude využit vhodný biopreparát, nejlépe z izolovaných místních adaptovaných kmenů, degradující nitroderiváty. Bakteriální biopreparát v množství 2 m³ bude do bioreaktoru aplikován 2 x týdně. Použité bakteriální kmeny a míchací poměr budou výstupem PPS.

Izolace místních adaptovaných kmenů pro přípravu biopreparátu, bude prováděna metodou pasážování při přímých kultivacích na selektivních živných půdách s obsahem předmětných kontaminantů sloužících v tomto případě jako jediný zdroj organického uhlíku. Po vyselektování vhodných bakteriálních kmenů jsou tyto mikroorganismy taxonomicky identifikovány z důvodu potřeby potvrzení jejich zdravotní nezávadnosti.

Pro provoz aplikace bakteriálních kmenů bude využit stejný systém cirkulační sanace, biotechnologie bude v podstatě jen doplněním předchozí sanace stripováním. Biodegradací dojde jednak k dočištění podzemních vod a jednak ke vnesení příznivé mikroflory do podzemních vod aplikací připraveného biopreparátu.

Pro potřeby PPS bude použit průtočný bioreaktor o objemu min. 20 m³. Vzhledem k nutnosti zdržení sanované podzemní vody v bioreaktoru bude biologicky čištěno poloviční množství čerpané podzemní vody, tzn. že nátok do bioreaktoru bude nastaven na průtok 1 l/s. Nadbilanční podzemní voda, předčištěná na dekontaminační stanici, bude do vrtů infiltrována přímo.

Během procesu biotechnologické aplikace se bude sledovat změna bakteriálního obrazu v podzemní vodě.

FERTILIZACE

Nedílnou součástí pilotního pokusu biotechnologické sanace bude fertilizace, jejíž účelem bude maximální intenzifikace činnosti přirozené a uměle vnesené mikroflóry v sanovaném území. Intenzifikace spočívá v pravidelné a kontrolované dotaci minerálních živin a stopových látek nezbytných pro degradační činnost autochtonních, případně vnesených mikroorganismů. Složení aplikovaného fertilizačního roztoku umožňuje pokračování mikrobiálního metabolismu i za anoxických podmínek v případě nedostatku vzdušného kyslíku v méně propustných partiích zemního tělesa.

Kultivační médium v bioreaktoru bude aditivováno zdroji minerálních látek v takovém množství, aby se koncentrace dusíku pohybovala okolo 400 mg/l kultivačního média a koncentrace fosforu okolo 100 mg/l. Dále bude dodáván roztok s obsahem stopových prvků v množství, které bude stanoveno při provozu bioreaktoru na základě průběžných upřesňujících analýz sanované vody.

CELKOVÝ VÝČET JEDNOTLIVÝCH PRVKŮ DEKONTAMINAČNÍ TECHNOLOGIE

- vyrovnávací nádrž – voda zde bude zbavena kalu a zároveň dojde k zachycení případné plovoucí fáze organických látek (dočasný výskyt fáze nelze v některých vrtech vyloučit),
- horizontální provzdušňovač - stripovací kolona, průtočná kapacita do 3 l/s (před stripovací kolonou bude zařazen pískový, příp. fibroilový filtr),

- filtr s aktivním uhlím pro sorpci vytěsněných polutantů z vody stripováním,
- biocentrum:
 - technologie pro automatickou úpravu pH (čidla, řídicí jednotka, 2 nádrže o objemu 2 x 1 m³, včetně dávkovacích čerpadel)
 - fermentor pro výrobu biopreparátu- vybavený čerpadlem pro míchání, regulovaným ohřevem, aeračním systémem sestávajícího z dmychadla a jemnobublinných aeračních elementů (objem 2 m³)
 - průtočný bioreaktor pro výrobu biopreparátu a pro přípravu fertilizačního roztoku- (aplikační nádrž)- vybavený čerpadlem pro míchání a aplikaci biopreparátu, regulovaným ohřevem, aeračním systémem sestávajícího z dmychadla a jemnobublinných aeračních elementů (objem 20 m³)

4.5 Monitoring pilotního pokusu sanace

4.5.1 Provozní monitoring

Při provozním monitoringu budou sledovány a vyhodnocovány zejména následující parametry, které budou denně zapisovány do příslušných formulářů a deníků:

- úroveň hladiny podzemní vody v zájmové lokalitě,
- úroveň znečištění čerpané a vypouštěné / zasakované podzemní vody,
- sledování provozních parametrů sanačních technologií (průtok, odčerpané množství, teplota, provoz dekontaminační stanice apod.).
- měření výstupu z filtru s aktivním uhlím terénním přístrojem v týdenním intervalu, v měsíčním intervalu pak bude odebrán kontrolní vzorek na sorbent k analýze v laboratoři.

4.5.2 Úvodní monitoring podzemních vod v oblasti SP8 před zahájením PPS

Před zahájením vlastního PPS bude proveden monitoring podzemních vod v oblasti SP8 pro zjištění aktuálního stavu kontaminace v dané lokalitě. Pro účely PPS bude monitorována kvalita podzemních vod pouze v kolektoru navážek.

Monitoring bude proveden na následujících HG objektech:

- stávající HG vrty v prostoru plánované sanace saturované zóny – 11
- stávající HG vrty na výstupním odtokovém profilu předmětné lokality - 4
- nově vybudovaný monitorovací HG vrt- 1

Přehled monitorovaných vrtů

HG vrty v oblasti sanace	V2/1, V5/1, V51A, V52A, V53A, V57A, V58A, V60A, V61A, V65A, V66A
HG vrty na odtokovém profilu	V55A, V56A, V62A, V69A
nový HG vrt	VN1A

Celkem bude v rámci úvodního monitoringu ovzorkováno 16 HG objektů. Odběr vzorků bude realizován v dynamickém stavu.

Sledovanými parametry úvodního monitoringu budou benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty, sírany a Fe.

Pro posouzení vnesení příznivé mikroflory do podzemních vod budou rovněž provedeny mikrobiologické analýzy v odebraných podzemních vodách.

4.5.3 Monitoring podzemní vody na vstupu do technologického celku

V průběhu PPS bude monitorována kvalita podzemní vody na vstupu do technologického celku. Monitoring bude prováděn v týdenním intervalu. Odběrné místo bude stanoveno před vstupem do dekontaminační stanice, konkrétně na vstupu do vyrovnávací nádrže stripovací kolony.

Sledovány budou parametry benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty, sírany.

V rámci monitoringu podzemních vod vstupujících do technologie bude celkem odebráno 26 vzorků vod. Vzorky vod budou odebírané jako směsné slévané dvouhodinové vzorky.

4.5.4 Monitoring čištěných vod- výstupy z jednotlivých technologických celků

Účinnost jednotlivých stupňů technologického celku bude v průběhu PPS monitorována odběrem vzorků čištěných vod na výstupu z každého tohoto stupně dekontaminační technologie.

4.5.4.1 Monitoring čištěných vod- reduktivní metoda

Průběh a účinnost reduktivní metody bude monitorována odběrem vzorků podzemních vod z vrtů V61A a VN1A.

V rámci tohoto monitoringu budou sledovány parametry ORP, rozpuštěný kyslík, pH, vodivost, teplota, Fe a Fe⁰ a dusičnany.

Vzorkování bude realizováno vždy 1 týden po provedené injektáži nZVI, poslední vzorkování pak s odstupem 1 měsíce po poslední provedené injektáži nZVI. Celkem tedy budou realizovány 4 kola vzorkování, odebráno bude celkem 8 vzorků vod.

4.5.4.2 Monitoring čištěných vod- air stripping

Průběh a účinnost dekontaminace podzemních vod metodou air stripping bude monitorována odběrem vzorků vod na výstupu z dekontaminační jednotky. Monitoring bude prováděn v týdenní četnosti.

Sledovány budou parametry benzen, nitrobenzen, anilin a NEL.

V rámci monitoringu podzemních vod vystupujících z technologie air stripping bude celkem odebráno 26 vzorků vod. Vzorky vod budou odebírané jako směsné slévané dvouhodinové vzorky.

Pro účely posouzení účinnosti filtru s AU bude v týdenním intervalu prováděno rovněž měření výstupu z filtru terénním analyzátozem (např. ECOPROBE, nebo v případě vlhkého vzduchu screeningovými trubičkami, např. Dräger). V měsíčním intervalu pak bude odebrán kontrolní vzorek na sorbent a předán k analýze VOC laboratoři. Celkem bude provedeno 26 terénních měření a 6 odběrů na sorbent k laboratorní analýze.

4.5.4.3 Monitoring čištěných vod- biodegradace in-situ

Kontrola průběhu biodegradačního procesu bude probíhat rovněž v týdenním intervalu. Vzorky dekontaminovaných vod budou odebírány na výstupu z bioreaktoru.

Sledovanými parametry budou NEL, anilin, benzen a nitrobenzen. Celkem bude provedeno 26 analýz dekontaminované vody před infiltrací. Vzorky vod budou odebírané jako směsné slévané dvouhodinové vzorky.

Mikrobiologické analýzy budou prováděny v týdenním intervalu na vstupu do bioreaktoru a na jeho výstupu.

Mikrobiologické analýzy budou rovněž prováděny u každého aplikovaného biopreparátu a jeho inokula.

Sledována bude také mikroflora v podzemní vodě kolektoru navážek v měsíčním intervalu. Vzorky podzemních vod pro potřeby provedení mikrobiologických analýz budou odebírány z vrtů V2/1, V5/1, V51A, V52A, V53A, V57A, V58A, V60A, V61A, V65A, V66A a VN1A, celkem z 12-ti vrtů.

Souhrn analýz prováděných v průběhu sanace:

- chemické analýzy vod po biologické úpravě na výstupu z bioreaktoru- 1 x týdně (26 vz.)
- mikrobiologické analýzy vod před biologickou úpravou na vstupu- 1 x týdně (26 vz.)
- mikrobiologické analýzy vod po biologickou úpravou na výstupu- 1 x týdně (26 vz.)
- mikrobiologické analýzy aplikovaného biopreparátu do bioreaktoru- 2 x týdně (52 vz.)
- koncentrace aplikovaných bakteriálních kmenů ve vrtech- 1 x měs. (72 vz.)

4.5.5 Závěrečný monitoring podzemních vod v oblasti SP8 po ukončení PPS

Po ukončení PPS bude proveden s odstupem 1 týdne závěrečný monitoring podzemních vod v oblasti SP8 pro zjištění aktuálního stavu kontaminace v dané lokalitě po realizovaném pilotním pokusu a vyhodnocení celého PPS.

Monitoring bude proveden ve stejném rozsahu a na stejných HG objektech jako v úvodním monitoringu.

Celkem tedy bude v rámci závěrečného monitoringu o vzorkováno 16 HG objektů. Odběr vzorků bude realizován v dynamickém stavu.

Sledovanými parametry závěrečného monitoringu budou benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty, sírany a Fe.

Pro posouzení účinnosti technologie biodegradace budou rovněž provedeny mikrobiologické analýzy v odebraných podzemních vodách.

Závěrečné mikrobiologické analýzy budou provedeny ve stejném rozsahu jako vstupní. Sleduje se především, zda v průběhu sanace nedošlo k výraznému namnožení koliformních bakterií a enterokoků.

4.5.6 Metodika vzorkování podzemních vod a čištěných vod

PODZEMNÍ VODY

Vzorkování podzemní vody bude prováděno dynamickými odběry.

Před každým odběrem vzorku podzemní vody bude nejprve změřena úroveň její hladiny a v případě výskytu fáze RL bude změřena její mocnost.

Odebrané vzorky vod budou ukládány do skleněných vzorkovnic. Neprodleně po uložení vzorků do vzorkovnic budou tyto neprodyšně uzavřeny, uloženy v přenosných termoboxech a do 24 hodin dopraveny do akreditované laboratoře, kde budou protokolárně předány.

ČIŠTĚNÉ VODY Z VÝSTUPŮ JEDNOTLIVÝCH TECHNOLOGIÍ

Vzorky vod z výstupů jednotlivých technologií budou odebírány jako směsné dvouhodinové vzorky, získané sléváním 8 objemově stejných dílčích vzorků v intervalech 15 min.

Odebrané vzorky vod budou ukládány do skleněných vzorkovnic. Neprodleně po uložení vzorků do vzorkovnic budou tyto neprodyšně uzavřeny, uloženy v přenosných termoboxech a do 24 hodin dopraveny do akreditované laboratoře, kde budou protokolárně předány.

4.6 Vyhodnocení pilotního pokusu sanace

Po ukončení pilotního pokusu sanace bude provedeno jeho vyhodnocení formou hodnotící zprávy. Výstupem bude vyhodnocení účinnosti jak celého technologického celku, tak i vyhodnocení účinnosti jednotlivých stupňů technologie. V rámci vyhodnocení PPS budou navrženy parametry a složení jednotlivých technologií, postupy sanačních prací tak, aby mohla být vypracována metodika pro nejúčinnější průběh následné sanace saturované zóny v oblasti SP8 s co nejmenší mírou nejistot.

4.7 Kontrolní dny, průběžné a závěrečné zprávy

PPS bude probíhat pod odborným dozorem sanačního geologa a hydrogeologa a v režimu pravidelných kontrol v rámci tzv. kontrolních dní úkolu ve smyslu příslušné směrnice pro přípravu a realizaci zakázek řešících ekologické závazky (Směrnice FNM ČR a MŽP č. 3/2004).

Vzhledem k poměrně krátké době realizace PPS předpokládáme, že práce a průběh pokusu budou hodnoceny v polovině PPS po třech měsících provozu. Toto čtvrtletí bude hodnoceno formou zprávy ke kontrolnímu dni PPS. Po ukončení PPS bude vypracována souhrnná závěrečná zpráva.

Souhrnná závěrečná zpráva bude vypracována textovou, tabulkovou a grafickou formou a bude obsahovat dokladovou část se všemi potřebnými dokumenty. Osnova závěrečných

zpráv je popsána interním metodickým postupem, který vychází ze Zákona č. 62/1988 Sb. a z resortních metodických návodů (směrnice FNM ČR a MŽP).

4.8 Další podmínky pilotního pokusu sanace

Průběh PPS bude obecně v souladu s legislativními normativy a rozhodnutími orgánů státní správy, především těch, které se týkají ochrany životního prostředí, zdraví a bezpečnosti práce.

Nakládání s odpady, vzniklými v průběhu sanačních prací, se bude řídit zákonem č. 185/2001 Sb. o odpadech, jeho prováděcími vyhláškami a příslušným rozhodnutím, jímž se uděluje souhlas k nakládání s nebezpečným odpadem.

Ochrana zdraví, bezpečnosti práce a veřejnoprávní podmínky budou zajištěny ve smyslu platných zákonů o ochraně zdraví, příslušných hygienických a bezpečnostních předpisů i ve vztahu k bezpečnostním předpisům společnosti BorsodChem MCHZ, s.r.o.

Nakládání s vodami se bude řídit Rozhodnutím příslušného vodohospodářského úřadu – Krajského úřadu Moravskoslezského kraje, OŽPZ.

Vrty využívané k čerpání a zpětné infiltraci v rámci cirkulační sanace budou opatřeny stavebním povolením jako vodní díla.

Veškerá činnost v areálu BC MCHZ se bude řídit požadavky pro činnost v areálu BC MCHZ, které jsou shrnuty v dokumentační příloze D 2 tohoto projektu.

Veškeré výstupy z PPS budou zapracovány do databáze SEKM. Součástí plnění této databáze bude i vyhodnocení Priority KM na konci PPS.

HYGIENA A BEZPEČNOST PRÁCE

Hygiena a bezpečnost práce bude zajišťována ve smyslu platných zákonů o ochraně zdraví, příslušných hygienických a bezpečnostních předpisů. Hygienické a bezpečnostní předpisy vycházejí ze zákoníku práce, doplňujících předpisů a následující platné legislativy:

- Zákon č. 258/2000 Sb. o péči o ochraně veřejného zdraví a navazující předpisy,
- Směrnice MZ ČSR - hlavního hygienika ČSR č. 64/1984 Sb. Hygienické předpisy, o hygienických požadavcích na pracovní prostředí, reg. v částce 21/1977 Sb., ve znění směrnic MZ ČSR - hlavního hygienika ČSR č. 66/1985 Sb. Hygienické předpisy, reg. v částce 16/1985 Sb., ve znění výnosu MZSV ČSR - hlavního hygienika ČSR č. 77/1990 Sb. Hygienické předpisy, reg. v částce 9/1989 Sb.

Hygiena a bezpečnost práce bude také zajišťována v souladu s vnitropodnikovými předpisy objednatele.

POTENCIÁLNÍ RIZIKA VZNIKU ZÁVAŽNÉ HAVÁRIE

PROTIPOŽÁRNÍ ZABEZPEČENÍ

Zdrojem nebezpečí požáru při provádění sanačních prací a při nakládání s odpady může být provoz spalovacích motorů, elektrická zařízení a rozvody, dopravní prostředky.

Pro zajištění požární bezpečnosti je proto nutno:

- ve spolupráci s požárním technikem vybavit pracoviště hasebními prostředky vhodnými pro likvidaci požáru olejů, elektrozařízení a ostatních hořlavin,
- průkazně seznámit a proškolit pracovníky dodavatelských organizací a technického dozoru s vlastnostmi hořlavých látek a se zásadami požární bezpečnosti,
- vybavit pracoviště tabulkami s upozorněním na hasební postupy v souladu s nařízením požárního technika vyznačit únikové cesty,
- na pracovištích umístit požární poplachové směrnice přístupné všem pracovníkům,
- dodržovat zákaz kouření a používání otevřeného ohně v označených prostorech,
- v případě zjištění závad ohrožujících požární bezpečnost bezodkladně informovat příslušný orgán požární ochrany a nejbližšího nadřízeného pracovníka,
- v případě požáru použít ruční hasící přístroj, případně přivolat pomoc požárního útvaru. Při hlášení udat

Kdo volá - kde hoří - co hoří !

Veškerá činnost při zajišťování požární bezpečnosti se řídí vnitropodnikovými požárními předpisy BorsodChemu MCHZ a následujícími zákony a předpisy:

- Zákon č. 203/1994 Sb., kterým se mění a doplňuje zákon ČNR č. 133/1985 Sb. o požární ochraně ve znění zákona ČNR č. 425/1990 Sb. a zákona č. 40/1994 Sb.,
- Vyhláška MV ČSSR č. 37/1986 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení zákona ČNR o požární ochraně.

OSTATNÍ HAVARIJNÍ ZABEZPEČENÍ

Opatření při úniku čerpaných kontaminovaných vod (technická závada)

Obsluha - technický dozor sanace provede:

- odstavení asanačního zařízení z provozu (vypnout ovládání a zabezpečit proti spuštění)
- zabezpečí prostor proti vstupu nepovolaných osob
- informuje dispečink BorsodChem MCHZ, s.r.o., o havarijní situaci

Technický dozor a servisní skupina provozovatele zajistí:

- odčerpání kontaminované vody do vyrovnávací nádrže na DS,
- odstranění poruchy sanačního zařízení do 48 hod.
- obnovení provozu sanačního čerpání a předání zprávy o ukončení sanačních prací a způsobu odstranění havárie dotčeným orgánům.

Všechny mimořádné události, (provozní havárie, požár, ohrožení života, ohrožení životního prostředí apod.) **musí být ohlášeny na dispečink BC MCHZ**, který zajišťuje ohlašovací povinnost na externí orgány.

5. Nakládání s odpady

Odpady vznikající v průběhu PPS budou separovány a zařídovány podle katalogu odpadů (dle vyhl. MŽP č. 381/2001 Sb).

Lze předpokládat možnost vzniku následujících typů odpadů:

Kód / Kategorie	Název odpadu	Původ	Množství (kg)
15 02 02 N	Absorpční činidla, filtrační materiály, čistící tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami	odpadní sorbenty z čištění kontaminovaných vod	40
17 05 04	Zemina a kamení neuvedené pod kat. č. 17 05 03	Odpad z vrtných prací- realizace nového HG vrtu (inertní materiál)	2 000
19 13 05 N	Kaly ze sanace podzemní vody obsahující nebezpečné látky	kaly ze sanace kontaminované podzemní vody	50
06 13 02 N	Upotřebené aktivní uhlí	náplň sorpčních filtrů	9 600

Všechny odpady budou podle druhu zaneseny v předepsané evidenční dokumentaci a tato bude doložena zadavateli společně s výkazem ostatních prací. Nakládání s odpady bude prováděno v souladu se zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech.

Doprava odpadů po veřejných komunikacích z místa nakládky odpadu do místa jejich odstranění bude zajišťována v souladu s předpisy obecně platnými pro nákladní automobilovou přepravu a pro přepravu odpadů- zejména se jedná o aktualizované znění zákona č. 111/1994/ Sb. o silniční dopravě a vyhlášku č. 64/1987 Sb. o přepravě nebezpečných věcí (ADR).

6. Časový rozvrh prací, termíny realizace

Zpracování podrobného časového harmonogramu PPS podzemní vody na ploše SP 8 bude provedeno vybraným dodavatelem.

Nástin jednotlivých kroků v ucelených celcích prací v rozsahu tohoto projektu je uveden v následujícím schématu.

Sanace podzemní vody na SP 8

	Etapa	Reálná doba trvání, příp. termín
1.	Zpracování realizačního projektu úkolu	1 měsíc po podpisu smlouvy o dílo
2.	Přípravné práce, výstavba DS, VH povolení, stavební povolení pro nový vrt, realizace nového vrtu, příp. dodatečné vyřízení stavebního povolení pro stávající vrt	3 měsíce
3.	Provoz PPS	6 měsíců
4.	Vyhodnocení PPS, Závěrečná zpráva	2 měsíce

Celková doba PPS včetně přípravných prací a vyhodnocení činí 1 rok od podpisu smlouvy.

Jak již bylo uvedeno v kap. 4.1, doporučujeme realizaci PPS načasovat tak, aby pokus probíhal i v zimních měsících (cca 2 měsíce na konci PPS) a to z důvodu ověření účinnosti i v tomto ročním období a prověření technologických celků a rozvodů v mrazivém počasí.

7. Legislativní zajištění prací

Jak již bylo nastíněno v kap. 4.8 PPS bude na lokalitě probíhat obecně v souladu s legislativními normativy a rozhodnutími orgánů státní správy.

Zde je uveden výčet relevantních právních předpisů:

- **Předpisy v oblasti ochrany životního prostředí**

a) Problematika nakládání s odpady

- Zákon č. 254/2001 Sb., o vodách a změně některých zákonů (Vodní zákon)
- Zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech v platném znění
- Vyhláška MŽP a MZd č. 376/2001 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů v platném znění
- Vyhláška MŽP č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů
- Vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady v aktualizovaném znění
- Vyhláška MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady

b) Přeprava odpadů

- Zákon č. 1/2001, o silniční dopravě v aktualizovaném znění

c) Oblast zacházení s chemickými látkami a přípravky a prevence havárií

- Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích úplném znění zákona 343/2005 Sb. v aktualizovaném znění
- Zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky v úplném znění zákona 349/2004 Sb. v aktualizovaném znění

- **Bezpečnostní předpisy**

Při provádění prací budou dodržovány obecné bezpečnostní předpisy vyplývající z platných právních předpisů:

- Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích
- Zákon č. 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci)

- Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/1982 Sb., kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení v aktualizovaném znění
- Zákon č. 174/1968 Sb., o státním odborném dozoru nad bezpečností práce v aktualizovaném znění

- **Předpisy v oblasti protipožární ochrany**

V oblasti protipožární ochrany budou dodržovány následující právní předpisy:

- Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně v aktuálním znění
- Nařízení vlády č. 172/2001 Sb., k provedení zákona o požární ochraně
- Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)

- **Zdravotní a hygienické předpisy**

V oblasti hygieny pracovního prostředí a ochrany zdraví budou dodržovány následující právní předpisy:

- Zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících předpisů (Zákon č. 254/2001 Sb. a č. 274/2001 Sb.)
- Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci
- Vyhláška Ministerstva zdravotnictví č. 432/2003 Sb, kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty expozičních testů
- Nařízení vlády č. 148/2006 Sb, o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací

Pro aplikaci biopreparátu a injektáž nZVI („závadné látky“) do podzemních vod je nutno požádat kompetentní vodoprávní úřad o udělení výjimky dle § 39, odst. 7, písm. g, zákona č. 254/2001 Sb. (Vodní zákon).

8. Slepý rozpočet

Výkon	jedn.	počet jedn.	Kódy CPV
Projektová příprava			
Realizační projekt PPS	ks	1	71242000-6
Provozně - manipulační řád, VH povolení, stavební povolení	hod.	80	71242000-6
Příprava sanace podzemní vody			
Realizace nového HG vrtu	m	9	90722200-6
Doprava vrtné soupravy	km	60	90722200-6
Instalace rozvodů - čerpaná voda + voda k zasakování	m	460	90722200-6
Instalace rozvodů el. energie	m	160	90722200-6
Instalace rozvaděčů	ks	2	90722200-6
Pojezdová ochrana rozvodů	m	70	90722200-6
Geodetické přeměření stávajících vrtů a nového vrtu	ks	16	90722200-6
Instalace ventilů a průtokoměrů	ks	7	90722200-6
Instalace čerpadel	ks	3	90722200-6
Instalace dekontaminační stanice - stupeň stripování	ks	1	90722200-6
Instalace systému automatické úpravy pH	ks	1	90722200-6
Instalace biocentra (fermentor + bioreaktor)	ks	1	90722200-6
Provoz sanace podzemní vody			
Čerpání podzemní vody a zpětná infiltrace	den	182	90722200-6
Provoz DS - stripping	den	182	90722200-6
Provoz reduktivní metody- injektáž nZVI	ks	15	90722200-6
Doprava vrtné soupravy pro injektáž	km	180	90722200-6
Provoz DS - nákup a regenerace aktivního uhlí	kg	9 600	90722200-6
Provoz DS - biotechnologie	den	182	90722200-6
Monitoring PPS			
Provozní monitoring čerpání	den	130	71610000-7
Úvodní monitoring			
Odběr vzorků podzemních vod- dynamicky	ks	16	71610000-7
Analýza- benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty, sírany a Fe	ks	16	71610000-7
Mikrobiologické analýzy	ks	16	71610000-7
Monitoring na vstupu do technologického celku			
Odběr vzorků vod- směsný slévaný 2 hodinový vzorek	ks	26	71610000-7
Analýza- benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty a sírany	ks	26	71610000-7
Monitoring - reduktivní metoda			
Odběr vzorků podzemních vod- dynamicky	ks	8	71610000-7
Analýza- ORP, rozp. kyslík, pH, vodivost, teplota, Fe a Fe ⁰	ks	8	71610000-7
Monitoring - air stripping			
Odběr vzorků vod- směsný slévaný 2 hodinový vzorek	ks	26	71610000-7
Analýza- benzen, nitrobenzen, anilin, NEL	ks	26	71610000-7
Měření emisí z filtru AU- terénní analyzátor	ks	26	71610000-7
Odběr vzdušiny na sorbent a analýza VOC	ks	6	71610000-7
Monitoring - biodegradace in-situ			
Odběr vzorků vod- směsný slévaný 2 hodinový vzorek	ks	26	71610000-7
Odběr vzorků podzemních vod- dynamicky	ks	12	71610000-7
Analýza- benzen, nitrobenzen, anilin, NEL	ks	26	71610000-7
Mikrobiologické analýzy	ks	176	71610000-7

Závěrečný monitoring			
Odběr vzorků podzemních vod- dynamicky	ks	16	71610000-7
Analýza- benzen, nitrobenzen, anilin, NEL, dusičnany, amonné ionty, sírany a Fe	ks	16	71610000-7
Mikrobiologické analýzy	ks	16	71610000-7
Doprava osob a vzorků	km	780	71610000-7
Odborné práce			
Sled a řízení geologických prací	hod.	260	71351910-5
Technický dozor	hod.	520	71351910-5
Koordinace, jednání	hod.	80	71351910-5
Čtvrtlení zpráva	ks	1	71351910-5
Závěrečná zpráva, vyhodnocení	ks	1	71351910-5
Plnění databáze SEKM a vyhodnocení priority KM	ks	1	71351910-5
Doprava osob	km	4 000	71351910-5