

## OBSAH

<b>OBSAH .....</b>	<b>1</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>3</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>3</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK .....</b>	<b>4</b>
<b>ÚVOD.....</b>	<b>5</b>
<b>1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ .....</b>	<b>6</b>
1.1. GEOGRAFICKÉ VYMEZENÍ ÚZEMÍ .....	6
1.2. VYUŽITÍ ÚZEMÍ .....	6
1.3. MAJETKOPRÁVNÍ VZTAHY .....	6
1.4. PŘÍRODNÍ POMĚRY .....	7
1.4.1. Geomorfologické poměry .....	7
1.4.2. Klimatické poměry .....	7
1.4.3. Geologické poměry .....	7
1.4.4. Hydrogeologické poměry .....	9
1.4.5. Hydrologické poměry .....	11
<b>2. PŘEHLED DOSUD REALIZOVANÝCH PRŮZKUMNÝCH A SANAČNÍCH PRACÍ ....</b>	<b>12</b>
2.1. ZPRACOVÁNÍ AKTUALIZACE ANALÝZY RIZIK .....	12
2.2. SANACE ZEMIN A PODZEMNÍCH VOD ROPNÝMI LÁTKAMI – VODNÍ ZDROJE HOLEŠOV (1997-1999) .....	13
2.3. SANACE PODZEMNÍCH VOD – VODNÍ ZDROJE HOLEŠOV (2000-2004) .....	15
2.4. DOPRŮZKUM V RÁMCI ZPRACOVÁNÍ STUDIE PROVEDITELNOSTI – ALFA SYSTEM S.R.O., 2007 .....	17
2.5. REALIZACE OCHRANNÉHO SANAČNÍHO ČERPÁNÍ – VODNÍ ZDROJE HOLEŠOV A.S. (2007-2012) .....	20
2.6. PRŮZKUMNÉ PRÁCE REALIZOVANÉ V RÁMCI ZPRACOVÁNÍ PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE (ALFA SYSTEM S.R.O., 2012) .....	26
2.7. SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ HISTORICKÝCH I AKTUÁLNÍCH PRŮZKUMNÝCH PRACÍ .....	27
<b>3. CÍLOVÉ PARAMETRY SANAČNÍCH PRACÍ.....</b>	<b>28</b>
3.1. PRACOVNÍ LIMITY PRO TĚŽBU KONTAMINOVANÝCH ZEMIN .....	30
<b>4. METODIKA SANAČNÍCH PRACÍ.....</b>	<b>30</b>
4.1. PŘEDSANAČNÍ DOPRŮZKUM A DOPLNĚNÍ MONITOROVACÍHO SYSTÉMU .....	31
4.2. OCHRANNÝ ZÁCHYTŇÝ DRÉN PODÉL VÝROBNÍ HALY Č. 201 .....	31
4.3. VYBUDOVÁNÍ SANAČNÍHO SYSTÉMU PRO SANACI NESATUROVANÉ ZÓNY A PODZEMNÍCH VOD POD HALOU Č. 201 .....	31
4.4. SANAČNÍ ČERPÁNÍ PODZEMNÍCH VOD .....	32
4.5. APLIKACE METOD SANACE IN-SITU .....	33
4.6. TĚŽBA KONTAMINOVANÝCH ZEMIN .....	33
4.7. OBNOVENÍ ZPEVNĚNÝCH POVRCHŮ A LIKVIDACE SOND A SANAČNÍCH OBJEKTŮ PO UKONČENÍ AKTIVNÍHO SANAČNÍHO ZÁSAHU .....	33
4.8. MONITORING SANAČNÍCH PRACÍ .....	34
4.9. POSTSANAČNÍ MONITORING .....	34
<b>5. POSTUP SANAČNÍCH PRACÍ .....</b>	<b>35</b>
5.1. INŽENÝRSKÁ ČINNOST V RÁMCI PŘÍPRAVY PROJEKTOVANÝCH PRACÍ .....	35
5.2. PŘEDSANAČNÍ DOPRŮZKUM .....	36
5.2.1. Realizace nevystrojených sond .....	36
5.2.2. Vybudování vystrojených monitorovacích objektů .....	36
5.2.3. Vstupní monitoring .....	37
5.3. ZPRACOVÁNÍ REALIZAČNÍHO PROJEKTU SANACE .....	38

5.4.	OCHRANNÝ ZÁCHYTŇÝ DRÉN PODÉL VÝROBNÍ HALY Č. 201 .....	38
5.5.	VYBUDOVÁNÍ SANAČNÍHO SYSTÉMU PRO SANACI NESATUROVANÉ ZÓNY A PODZEMNÍCH VOD POD HALOU Č. 201 .....	39
5.5.1.	Horizontální vrty.....	39
5.5.2.	Vertikální vrty uvnitř haly.....	40
5.5.3.	Systém čištění kontaminovaných podzemních vod .....	40
5.5.4.	Systém pro zasakování roztoků a jejich přípravu.....	41
5.5.5.	Systém pro provoz aktivní bioremediace in situ.....	42
5.5.6.	Protihavarijní opatření v rámci sanačního zásahu in-situ.....	42
5.6.	APLIKACE SANAČNÍCH METOD IN-SITU A SANAČNÍ ČERPÁNÍ PODZEMNÍCH VOD .....	43
5.6.1.	Předpoklady pro výpočty a provedení sanace.....	43
5.6.2.	Sanační čerpání a čištění kontaminovaných podzemních vod .....	44
5.6.3.	Vymytí povrchově aktivní látkou .....	44
5.6.4.	Aktivní aerobní bioremediace in-situ .....	45
5.6.5.	Sekvenční chemická oxidace .....	46
5.6.6.	Monitorovací objekty pro vyhodnocování sanačního zásahu in-situ .....	48
5.7.	TĚŽBA KONTAMINOVANÝCH ZEMIN.....	49
5.8.	OBNOVENÍ ZPEVNĚNÝCH POVRCHŮ A LIKVIDACE MONITOROVACÍCH A SANAČNÍCH OBJEKTŮ PO UKONČENÍ AKTIVNÍHO SANAČNÍHO ZÁSAHU .....	50
<b>6.</b>	<b>MONITORING SANAČNÍCH PRACÍ.....</b>	<b>52</b>
6.1.	VZORKOVÁNÍ V RÁMCI REALIZACE PŘEDSANAČNÍHO MONITORINGU .....	52
6.2.	VSTUPNÍ MONITORING KVALITY PODZEMNÍCH A POVRCHOVÝCH VOD.....	52
6.3.	VZORKOVÁNÍ V PRŮBĚHU REALIZACE OCHRANNÉHO DRÉNU A HORIZONTÁLNÍCH VRTŮ .....	53
6.4.	PRŮBĚŽNÝ A KONCOVÝ MONITORING TĚŽBY KONTAMINOVANÝCH ZEMIN .....	54
6.5.	PRŮBĚŽNÝ MONITORING SANACE IN-SITU .....	54
6.5.1.	Monitoring promývání povrchově aktivní látkou .....	55
6.5.2.	Monitoring bioremediace in-situ .....	55
6.5.3.	Monitoring chemické oxidace .....	56
6.6.	PRŮBĚŽNÝ MONITORING POVRCHOVÝCH VOD .....	58
6.7.	POSTSANAČNÍ MONITORING .....	58
<b>7.</b>	<b>PROKAZOVÁNÍ SPLNĚNÍ CÍLOVÝCH LIMITŮ SANACE .....</b>	<b>59</b>
7.1.	PROKAZOVÁNÍ SPLNĚNÍ PRACOVNÍHO LIMITU PŘI TĚŽBĚ KONTAMINOVANÝCH ZEMIN .....	59
7.2.	PROKAZOVÁNÍ SPLNĚNÍ CÍLOVÝCH LIMITŮ SANACE PODZEMNÍCH VOD .....	59
<b>8.</b>	<b>ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ SANACE.....</b>	<b>61</b>
<b>9.</b>	<b>DOKUMENTACE PRACÍ.....</b>	<b>62</b>
9.1.	VEDENÍ PRIMÁRNÍ DOKUMENTACE .....	62
9.2.	KONTROLA REALIZACE A DOKUMENTACE PRŮBĚHU ZAKÁZKY .....	63
<b>10.</b>	<b>BEZPEČNOST PRÁCE .....</b>	<b>63</b>
10.1.	BOZP PŘI STAVEBNÍCH A DEMOLIČNÍCH PRACÍCH.....	64
10.1.1.	Zemní práce .....	64
10.1.2.	Používání ochranných přileb .....	66
10.2.	ZÁSADY OCHRANY ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ: .....	66
10.3.	SANAČNÍ ČERPÁNÍ .....	66
10.4.	POŽÁRNÍ OCHRANA .....	67
<b>11.</b>	<b>HARMONOGRAM PRACÍ.....</b>	<b>67</b>
<b>12.</b>	<b>POLOŽKOVÝ ROZPOČET PRACÍ.....</b>	<b>67</b>

## SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. -	Majetkoprávní vztahy .....	6
Tabulka 2. -	Vypočtené parametry testované zvodně.....	10
Tabulka 3. -	Úroveň piezometrické hladiny podzemní vody z období 20.4.-3.5.2007 a 14.6.2012 .....	11
Tabulka 4. -	Výsledky průzkumu kontaminace zemin (zpracování AAR, 1997).....	12
Tabulka 5. -	Výsledky průzkumu kontaminace podzemních vod 1997-1998 .....	12
Tabulka 6. -	Výsledky analýz povrchových vod – PV-2.....	13
Tabulka 7. -	Výsledky průzkumu kontaminace podzemních vod 1997-2004 .....	15
Tabulka 8. -	Koncentrace ftalátů – operativní monitoring 17.6.2004.....	16
Tabulka 9. -	Výsledky analýz povrchových vod – PV-2.....	16
Tabulka 10. -	Výsledky znečištění zemin u objektů typu MV, PS a PV (2007).....	18
Tabulka 11. -	Výsledky analýz zemin – ftaláty ve vodném výluhu .....	19
Tabulka 12. -	Výsledky analýz zemin -TOC.....	19
Tabulka 13. -	Výsledky průzkumu znečištění podzemních vod v rámci zpracování studie proveditelnosti (2007)....	19
Tabulka 14. -	Výsledky monitoringu podzemních vod v rámci ochranného čerpání (2007-2012) .....	21
Tabulka 15. -	Průběžný monitoring povrchových vod (2007-2012) .....	24
Tabulka 16. -	Výsledky analýz povrchových vod – PV-2 (srovnání u břehu x uprostřed toku).....	25
Tabulka 17. -	Výsledky analýz povrchových vod – PV-2 (srovnání u břehu x uprostřed toku).....	26
Tabulka 18. -	Výsledky analýz podzemních vod – červen 2012 .....	26
Tabulka 19. -	Výsledky analýz povrchových vod – Důlní potok (profily 2012).....	27
Tabulka 20. -	Výsledky analýz potočních sedimentů (2012) .....	27
Tabulka 21. -	Sumarizující tabulka množství aplikovaných látek v rámci bioremediace in situ.....	46
Tabulka 22. -	Sumarizující tabulka množství aplikovaných látek v rámci chemické oxidace in situ.....	47
Tabulka 23. -	Monitoring vymytí znečištění povrchově aktivními látkami .....	55
Tabulka 24. -	Sumarizující tabulka monitoringu bioremediace in situ (36 měsíců sanace) .....	56
Tabulka 25. -	Monitoring chemické oxidace Fentonovým činidlem.....	57
Tabulka 26. -	Monitoring chemické oxidace peroxodisíranem sodným.....	57
Tabulka 27. -	Rozsah vzorkovacích a analytických prací v rámci průběžného monitoringu .....	59
Tabulka 28. -	Přehled odpadů vznikajících v rámci sanace.....	61
Tabulka 29. -	Způsob nakládání s odpady.....	61

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1.....	A - Širší zájmové území B - Bližší zájmové území
Příloha č. 2.....	A - Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů B – Detail historických monitorovacích a sanačních objektů
Příloha č. 3.....	Kopie katastrální mapy a výpisy z katastru nemovitostí
Příloha č. 4.....	A - Předpokládaný rozsah kontaminace zemin ftaláty B - Předpokládaný rozsah kontaminace podzemních vod ftaláty C- Předpokládaný rozsah kontaminace dnových sedimentů Důlního potoka ftaláty D - Mapa hydroizohyps
Příloha č. 5.....	Kopie rozhodnutí ČIŽP
Příloha č. 6.....	A - Návrh lokalizace nevystrojených sond a monitorovacích objektů – předsanační průzkum B - Návrh lokalizace monitorovacích a respiračních sond a vertikálních vrtů – sanace in-situ C -Lokalizace záchytného drénu, horizontálních vrtů, širokoprofilových studní a systému čištění kontaminovaných podzemních vod
Příloha č. 7.....	A - Statický posudek (samostatná příloha) B – Technické výkresy monitorovacích a repiračních sond
Příloha č. 8.....	Možné uspořádání systému pro přípravu dávkovaných roztoků
Příloha č. 9.....	A - Předpokládaný rozsah těžebních prací B - Mapa inženýrských sítí v prostoru předpokládaných těžebních prací
Příloha č. 10.....	Kopie laboratorních protokolů
Příloha č. 11.....	Vzory ILNO
Příloha č. 12.....	Harmonogram prací
Příloha č. 13.....	Položkový rozpočet prací – slepý výkaz výměr

## SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

MF .....	Ministerstvo financí
MŽP .....	Ministerstvo životního prostředí
ČIŽP .....	Česká inspekce životního prostředí
AR .....	analýza rizik
AAR .....	aktualizace analýzy rizik
DEHP .....	di(2-ethylhexyl) ftalát
DBP .....	dibutylftalát
NEL .....	nepolární extrahovatelné látky
BTEX .....	benzen, ethylbenzen, toluen, xyleny
PAL .....	povrchově aktivní látka

## Úvod

Tato Projektová dokumentace sanačního zásahu v areálu závodu GRANITOL a.s. v Moravském Berouně je vypracována na základě realizační smlouvy č. 05634-2012-452-S-0053/94-01-001-S00458 o provedení prací při sanaci ekologických škod – aktualizace doprůzkumu a zpracování projektové dokumentace sanace v areálu závodu GRANITOL a.s., uzavřené mezi Českou republikou – Ministerstvem financí a firmou ALFA SYSTEM s.r.o. ze dne 2. 4. 2012.

Hlavním cílem prací při zpracování této projektové dokumentace bylo provést zhodnocení dosavadních sanačních opatření realizovaných v areálu GRANITOL a.s., získat aktuální data o rozsahu a stupni kontaminace horninového prostředí a podzemních vod ftaláty a na základě takto získaných informací navrhnout optimální rozsah sanačních opatření, který povede k vyřešení problematiky staré ekologické zátěže v areálu společnosti GRANITOL a.s. Navržený rozsah prací musí respektovat veškeré požadavky Rozhodnutí České inspekce životního prostředí, Oblastního Inspektorátu Olomouc, č.j. 8/OV/230/96/RNO/Te ze dne 20.2. 1996, ve znění rozhodnutí č.j. 8/OV/3289/99/RNO/Te ze dne 30.4. 1999.

Základními podklady pro vypracování této projektové dokumentace sanačního zásahu byly následující materiály:

- Závěrečná zpráva asanace zemin a sanace podzemní vody – Granitol a.s. Moravský Beroun (Vodní zdroje Holešov a.s., únor 1999)
- Závěrečná zpráva předsanačního doprůzkumu v areálu společnosti GRANITOL a.s. (ALFA SYSTEM s.r.o., září 2007)
- Závěrečná zpráva předsanačního doprůzkumu v areálu společnosti GRANITOL a.s., doplněk č. 1 (ALFA SYSTEM s.r.o., únor 2008)
- Studie proveditelnosti sanačního zásahu v areálu společnosti GRANITOL a.s. (ALFA SYSTEM s.r.o., únor 2008)
- Závěrečná zpráva aktualizace doprůzkumu v rámci přípravy projektové dokumentace sanace v areálu závodu GRANITOL a.s. (ALFA SYSTEM s.r.o., prosinec 2012)
- Mapové podklady poskytnuté společností GRANITOL a.s.

Granitol Moravský Beroun – výstavba výrobní haly – spodní stavba – 1:100, 1:50, prosinec 1966

Granitol Moravský Beroun – výstavba výrobní haly – podélný řez halou D - D` - 1:100, listopad 1966

Granitol Moravský Beroun – výstavba výrobní haly – podélný řez halou E - E` - 1:100, listopad 1966

Granitol Moravský Beroun – oprava vodovodních potrubí – situace – září 1997

Koncepce projektové dokumentace vychází z požadavků směrnice FNM ČR a MŽP pro přípravu a realizaci zakázek řešících ekologické závazky při privatizaci č. 3/2004.

# 1. CHARAKTERISTIKA ÚZEMÍ

## 1.1. Geografické vymezení území

Zájmová lokalita spadá do katastru obce Moravský Beroun, Olomoucký kraj. Areál společnosti GRANITOL a.s. se rozkládá na východním okraji Moravského Berouna, mezi ulicemi Partyzánskou, Svatoplukovou a korytem Důlního potoka. Na základní mapě České republiky v měřítku 1 : 50 000 se nachází na listu 15-33 Moravský Beroun. Na základní mapě v měřítku 1 : 25 000 je lokalita zobrazena na listech 15-331 a 15-333, na státní mapě odvozené v měřítku 1 : 5 000 je na listu Šternberk 2-0.

Přehledná mapa širšího a bližšího zájmového území tvoří přílohu č. 1A a 1B. Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

## 1.2. Využití území

Dle územního plánu města Moravský Beroun je vlastní zájmové území vymezeno jako plochy výroby a skladování pro lehký průmysl. Okolní pozemky jsou územním plánem zařazeny jako stabilizované plochy výroby a skladování pro drobnou řemeslnou výrobu, bydlení v bytových a rodinných domech, plochy občanského vybavení, plochy rekreace a plochy vodní a vodohospodářské.

Změna využití území v rámci zájmové lokality a jejího okolí není předpokládána.

## 1.3. Majetkoprávní vztahy

Ze správního hlediska se zájmové území rozkládá v k.ú. č. 699 080 Moravský Beroun. Areál společnosti a jeho bezprostřední okolí se nachází na několika parcelách. Vlastníky pozemků jsou společnost GRANITOL a.s., Státní pozemkový úřad a Česká republika – Lesy České republiky s.p. Přehled pozemků kontaminovaných nebo kontaminací ohrožených, dle výpisu z katastru nemovitostí, je uveden v následující tabulce.

Tabulka 1. - Majetkoprávní vztahy

Parcela č.	Výměra	Druh pozemku/způsob využití	Vlastnické právo	Adresa
973/1	47 783	ostatní plocha (manipulační plocha)	GRANITOL a.s.	Partyzánská 464, 793 05 Moravský Beroun
973/18	2 889	zastavěná plocha a nádvoří	GRANITOL a.s.	Partyzánská 464, 793 05 Moravský Beroun
973/26	48	ostatní plocha (manipulační plocha)	Státní pozemkový úřad	Husinecká 1024/11a, 130 00 Praha 3
1796	20 513	Vodní plocha (koryto vodního toku přirozené nebo upravené)	Česká republika / Lesy České republiky s.p.	Přemyslova 1106/19, 501 68 Hradec Králové

Kopie katastrální mapy a výpisů z katastru nemovitostí tvoří přílohu č. 3 této projektové dokumentace.

## **1.4. Přírodní poměry**

### **1.4.1. Geomorfologické poměry**

Podle geomorfologického členění ČR spadá zájmová lokalita do soustavy Krkonošsko-jesenické, podsoustavy jesenické, celku Nízkého Jeseníku, podcelku Domašovská vrchovina a okrsku Libavská vrchovina s indexem IVC-8E-c. Jedná se o plochou vrchovinu tvořenou převážně spodnokarbonskými břidlicemi a drobnými moravickými a hornobenešovskými vrstev, méně devonskými vulkanity. Erozně denudační reliéf je tvořený plošinami, široce zaoblenými rozvodními hřbety a různou měrou zahloubenými údolími. K význačným bodům patří Dětrichovský kopec (691 m n.m.), Kamenica (615 m n.m.) a Křišťanovický vrch (631 m n.m.). Zalesnění je převážně smrkovými porosty.

V areálu firmy Granitol a.s. je terén rovinatý, nadmořská výška se pohybuje okolo 537 m.

### **1.4.2. Klimatické poměry**

Podle klimatického členění ČR je zájmové území součástí chladné klimatické oblasti CH-7, která je charakterizována velmi krátkým až krátkým létem, mírně chladným a vlhkým. Přechodné období je dlouhé, s mírně chladným jarem a mírným podzimem. Zima je dlouhá, mírná, mírně vlhká, s dlouhým trváním sněhové pokrývky.

Nejbližší klimatická a srážkoměrná stanice pracuje v Moravském Berouně (570 m n.m.). Dlouhodobá průměrná roční teplota vzduchu je 6,2 °C, dlouhodobý průměrný roční úhrn srážek je 828 mm. Průměrná roční evapotranspirace činí 438 mm, průměrný specifický podzemní odtok činí 3 - 5 l.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>.

Průměrný roční úhrn srážek je značně vysoký, na tvorbě zásob podzemních vod se však podílí pouze relativně malá část spadlých srážek. Většina srážek v důsledku morfologických poměrů podléhá rychlému povrchovému odtoku a díky vysokému procentu zalesnění povodí také výparu a spotřebě vegetací.

### **1.4.3. Geologické poměry**

Na geologické stavbě území se podílí skalní horniny paleozoického stáří (devon a spodní karbon) a kvartérní sedimentární horniny.

Zájmové území náleží k šternberskohornobenešovskému pruhu devonu do tzv. moravskoberounského devonského ostrova. Devon zde začíná tmavě šedými a černošedými jílovitými břidlicemi, jimiž prorážejí výlevné diabasové horniny spilit – keratofyrové formace (diabasy, diabasové tufy a tufity), které byly později částečně metamorfovány. Nyní díky vyšší odolnosti vůči větrání vytvářejí morfologické vyvýšeniny a hojné skalky. Nadloží spilit – keratofyrové formace tvoří jílovité břidlice, které reprezentují poniklevské vrstvy.

Spodní karbon je zastoupen převážně ve flyšovém vývoji (kulm). Nejstarším členem flyšoidního sedimentačního komplexu jsou andělskohorské vrstvy (stáří svrchní devon až tournai). Skládají se z psamitů a psefitů s převahou pelitů 4:1. Běžně je charakterizuje rytmické střídání jílovitých a siltovitých břidlic, siltovců, drob a pískovců a slepenců. Zpravidla převládají šedé siltovce, jež se střídají s černošedými pelity. Droby a pískovce tvoří vložky a místy i mocnější polohy. V zájmovém území se andělskohorské vrstvy nevyskytují.

Následuje souvrství s flyšovitým střídáním drob, jílovitých břidlic a prachovců s převahou drob - tzv. hornobenešovské vrstvy. Celková mocnost těchto vrstev je 800 – 1000 m, jsou u báze převážně slepencové (moravskoberounské slepence), uprostřed se nacházejí hrubozrnné, masivní a tlustě lavicovitě modrošedé droby, často s útržky břidlic nebo s hojnými zrny živců. V nejvyšší části komplexu se droby monotónně střídají s decimetrovými polohami tmavošedých prachovců nebo jílovců s četnými mechanoglyfy a pozvolna přecházejí do nadložních, převážně prachovito-jílovitých moravických vrstev. Ty jsou tvořeny částečně gradačně vrstvenými cykly z šedomodrých až šedozelenomodrých psamitů a převládajících černých až černošedých břidlic.

Vyšší stratigrafické členy kulmských skalních hornin nejsou v zájmovém území ani v bezprostředním okolí zastoupeny.

V místě zájmové lokality se nacházejí břidlice, prachovce a droby moravického souvrství. Provedenými průzkumnými pracemi předsanačního doprůzkumu (ALFA SYSTEM s.r.o., 2007) nebyly podložní paleozoické horniny zastiženy. Dřívějšími průzkumnými pracemi byly zastiženy navětralé břidlice v hloubce 5 m (GHV 4, GHV 4/III) a navětralé droby s proplásky jílovité břidlice v hloubce 4,5 m (vrt GHV 4/II).

Po variské orogenezi následoval v mezozoiku a paleogénu dlouhý subaerický vývoj v teplém a vlhkém sladkovodním klimatu. Rozsáhlá denudace spolu s tvorbou hlubokého zvětralinového pláště vedla k pokročilému zarovnávání. Je zřejmé, že v té době byla založena osnova hlavní údolní sítě. Údolí Důlního potoka sleduje generelní směr uložení vrstev severovýchod – jihozápad, typický pro stavbu variského patra. Na vývoj morfologického reliéfu měla patrně nejmarkantnější vliv odolnost jednotlivých litotypů vůči větrání.

Ke kvartéru jsou řazeny eluviální horniny, fluviální sedimenty v údolní nivě Důlního potoka a antropogenní uložení. Celková mocnost kvartérních sedimentů se pohybuje okolo 5 – 6 metrů.

Eluvia svou kvalitou závisí na mateřském podkladu. Na břidlicích jsou šedá, hlinitá, střípkovitě kamenitá, mělká. Větrající droby jsou světle nazelenalé nebo nažloutlé, postupně hnědou oxidy železa nebo rozloženými karbonáty. V konečném stadiu tvoří odbarvená detritická eluvia a písčité a jílovitopísčité zeminy. Provedenými průzkumnými pracemi bylo jílovité a jílovitopísčité eluvium drob a drobových břidlic ve formě tuhých jílu a písčitých jílu s nedokonale opracovanými úlomky skalních hornin zastiženo v některých vrtech v hloubce okolo 4 – 4,5 m, ve větší vzdálenosti od potoka již v hloubce 2,6 m.

Fluviální sedimenty vyplňují dna údolí Důlního potoka a jeho přítoků. V místě zájmové lokality jsou k fluviálním sedimentům řazeny jílovité hlíny a silně zahliněné, hrubě zrnité šterky, které se vyskytují v části areálu přiléhající k Důlnímu potoku. Mocnost hlín dosahuje, dle provedených průzkumných prací, až 2,5 m, šterky byly zastiženy v nulových mocnostech až v mocnostech větších než 3,5 m.

Antropogenní sedimenty byly zastiženy v celé ploše prováděných průzkumných prací. jsou zastoupeny hlinito-kamenitými navážkami s úlomky cihel, organickou hmotou, kusy igelitu, dřeva a škvárou, které byly zastiženy v proměnlivých mocnostech od 1 až po 5,4 m.

Předsanační doprůzkum (ALFA SYSTEM s.r.o., 2007) dále zpřesnil geologickou stavbu v zájmové oblasti. Základní geologický profil lokality je od terénu budován antropogenními navážkami, které překrývá betonová nebo živičná zpevněná plocha, místy se střídající s travnatým pokryvem. Mocnost antropogenních navážek se pohybuje v širokém rozmezí od 1,0 m (PV 6) až do 5,4 m (GHV 5). Průměrná mocnost navážek je okolo 3,3 m.



Složení navážek je různorodé. Převládají hlíny a jílovité hlíny s příměsí šterku, úlomky cihel, kusy betonu, dřeva, organické hmoty. Méně časté jsou zahliněné šterky nebo jíly.

Pod navážkami byla v některých vrtech zachycena svrchní část kvartérních fluvialních sedimentů, zastoupená šedohnědým a šedým jílem (MV 4, PV 5, PV 6). Tato vrstva byla na většině území v minulosti patrně sejmuta a nahrazena navážkami.

Spodní část fluvialních sedimentů je tvořena silně zahliněnými, hrubě zrnitými šterky, které se vyskytují v části areálu přiléhající k Důlnímu potoku. Ve větší vzdálenosti od koryta Důlního potoka šterky chybí a navážky, resp. fluvialní jíly nasedají přímo na eluvium paleozoika. Maximální mocnost šterků byla zjištěna více než 3,5 m (MV 1), ale není to mocnost konečná, neboť vrty nebyly vyhloubeny jako úplné a nedosáhly na podložní sedimenty. Nejvyšší mocnost šterků předpokládáme v těsné blízkosti Důlního potoka.

Pod fluvialními sedimenty se nachází eluvium podložních paleozoických sedimentů. Provedenými průzkumnými pracemi předsanačního doprůzkumu bylo zastiženo jílovité a jílovitopísčité eluvium drob a drobových břidlic ve formě tuhých jílu a písčitých jílu s nedokonale opracovanými úlomky skalních hornin v některých vrtech v hloubce okolo 3,5–4,5 m, ve větší vzdálenosti od potoka již v hloubce 2,8 m (PV 4).

Historickými průzkumnými pracemi byly zastiženy také podložní paleozoické sedimenty, reprezentované navětralými břidlicemi (GHV 4 a 4/III v hloubce 5,0 m) nebo drobami s proplásky jílovité břidlice (GHV 4/II v hloubce 4,5 m). Vrt MV 5 byla v hloubce 4,8 – 5,0 m zastižena šedá břidlice, pod ní se však nacházel zahliněný šterk. Pravděpodobně šlo pouze o velký kámen přítomný v rámci fluvialních šterků.

#### 1.4.4. Hydrogeologické poměry

Podle hydrogeologické rajonizace je území součástí rajónu 661 „Kulm Nízkého Jeseníku“.

Paleozoické horniny devonu a kulmu jsou v zájmové oblasti na podzemní vody poměrně chudé, převážně pouze puklinově propustné. Zdánlivě hydrogeologicky stereotypní celek skalních hornin můžeme diferencovat na tektonicky aktivovaná pásma s poměrně živým oběhem podzemních vod a na bloky bez účinného rozpukání, bez možnosti významnější akumulace podzemních vod. Droby a slepence hornobenešovských vrstev jsou na rozdíl od břidlic více rozpukané, pukliny bývají otevřené, s písčitou výplní. V povrchové zóně paleozoických hornin se uplatňuje kombinovaná průlinově-puklinová propustnost.

Kvartérní sedimenty nemají z hydrogeologického hlediska větší význam. Podzemní voda je vázána na plošně omezené fluvialní šterky, navážky a eluvia, jejichž propustnost je však vlivem intenzivního zahlinění, případně jílovité příměsi často snížena. Jedná se o horniny slabě propustné se specifickou vydatností  $0,10 - 0,01 \text{ l.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$ . Z výsledků hydrodynamických zkoušek, provedených dřívějšími průzkumnými pracemi, byla vypočtena průměrná hodnota součinitele filtrace  $k = 3,13 \cdot 10^{-5} \text{ m.s}^{-1}$ , koeficientu průtočnosti  $T = 1,42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$  a koeficientu zásobnosti  $S = 3,81 \cdot 10^{-3}$ . V rámci předsanačního doprůzkumu byly provedeny expresní čerpací zkoušky, kterými byly zjištěny hodnoty koeficientu filtrace v širokém rozmezí  $1,5 \cdot 10^{-5} - 7,6 \cdot 10^{-7} \text{ m.s}^{-1}$  a koeficientu transmisivity  $1,5 \cdot 10^{-4} - 8,9 \cdot 10^{-7} \text{ m}^2.\text{s}^{-1}$ . Podle klasifikace propustnosti hornin (Jetel, 1973) patří zkoumaný kolektor do třídy propustnosti IV – horniny mírně propustné až VI – horniny slabě propustné. Široké rozmezí hodnot svědčí o velké heterogenitě kvartérního kolektoru.

Hladina podzemní vody byla zastižena v hloubce cca 1,5 – 2,5 m pod terénem. Směr proudění podzemní vody je v přirozeném stavu k jihu až jihovýchodu, směrem ke korytu Důlního potoka. Hladina povrchové vody v Důlním potoce se nachází mírně pod úrovní hladiny podzemní vody, což znamená, že podzemní voda se drénuje do vody povrchové.

V současné době probíhá v zájmové lokalitě ochranné sanační čerpání, jehož cílem je udržovat v místě zjištěné kontaminace podzemní vody ftaláty hydraulickou depresi, bránící průniku kontaminantu do Důlního potoka. Hladina podzemní vody je touto depresí významně ovlivněna.

Na základě realizovaného předsanačního doprůzkumu (ALFA SYSTEM s.r.o., 2007) byla upřesněna geologická stavba lokality, včetně popisu hydrogeologické funkce jednotlivých litologických horizontů. Dřívější průzkumné práce byly soustředěny spíše do centrální části bývalého stáčiště změkčovadel a skladu organických látek a později také k jihovýchodní straně výrobní haly. Vrtné práce, realizované v rámci předsanačního doprůzkumu, umožnily provést průzkum pod halou (probíhaly za plného provozu), a také dále od haly po směru proudění podzemní vody.

Z hydrogeologického hlediska se výše popsané geologické vrstvy nedají striktně charakterizovat jako hydrogeologický kolektor nebo izolátor. Antropogenní navážky se při zvýšeném množství klastických částic chovají jako mělký kolektor s výrazně sezónním doplňováním vody a s častým vysycháním v sušších obdobích. Pro geohydrodynamický systém zahrnující připovrchovou zónu s kolektorem vyvinutým ve fluvialních štěrcích představují antropogenní navážky oblast infiltrace srážkové vody.

Svrchní část fluvialních sedimentů, zastoupená jíly se chová jako hydrogeologický izolátor. Tato část vrstevního sledu je však zachovaná pouze místy a na většině území dosedají propustnější antropogenní sedimenty přímo na kolektor, reprezentovaný silně zahliněnými štěrky. Ty jsou vyvinuty pouze v části území, přiléhající k Důlnímu potoku. Propustnost štěrku je vzhledem ke značnému zahlinění poměrně malá. Koeficienty filtrace a transmisivity, vypočtené z realizovaných expresních hydrodynamických zkoušek jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 2. - Vypočtené parametry testované zvodně

Objekt	Druh zkoušky	$T \text{ (m}^2 \cdot \text{s}^{-1})$	$k_f \text{ (m} \cdot \text{s}^{-1})$
MV 1	čerpací	$1,1 \cdot 10^{-5}$	$2,7 \cdot 10^{-6}$
	stoupací	$9,7 \cdot 10^{-6}$	$2,4 \cdot 10^{-6}$
MV 2	čerpací	$2,0 \cdot 10^{-5}$	$1,0 \cdot 10^{-5}$
	stoupací	$2,7 \cdot 10^{-6}$	$1,4 \cdot 10^{-6}$
MV 3	čerpací	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$7,1 \cdot 10^{-5}$
	stoupací	$3,3 \cdot 10^{-5}$	$1,6 \cdot 10^{-5}$
MV 4	čerpací	$1,8 \cdot 10^{-5}$	$7,3 \cdot 10^{-6}$
	stoupací	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$7,6 \cdot 10^{-7}$
MV 5	stoupací	$8,9 \cdot 10^{-7}$	$4,7 \cdot 10^{-7}$

Dřívějšími průzkumnými pracemi byla zjištěna průměrná hodnota koeficientu filtrace  $k = 3,13 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$  a koeficientu transmisivity  $T = 1,42 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2 \cdot \text{s}^{-1}$ . Velmi rozdílné hodnoty koeficientu filtrace vypovídají o značné heterogenitě kolektoru. Vliv na výsledky výpočtu mohly mít také podmínky provádění hydrodynamických zkoušek, neboť vrty MV-1 až MV-5 nebyly konstruovány na delší čerpání podzemní vody a v průběhu zkoušek docházelo k zanášení čerpadel.

Hladina podzemní vody je většinou napjatá, s piezometrickou úrovní 1,4 – 2,7 m pod úrovní terénu. V místech přímého styku propustnějších navážek s fluvialními štěrky je hladina podzemní vody volná. V následující tabulce jsou uvedeny zaměřené vybrané úrovně hladiny podzemní vody zaměřené v období 20.4. - 3.5.2007 a srovnání s hladinami zaměřenými 14.6. 2012.

Tabulka 3. - Úroveň piezometrické hladiny podzemní vody z období 20.4.-3.5.2007 a 14.6.2012

Objekt / Datum	Výška OB (m n.t.)	20.4.-3.5.2007	14.6.2012
MV 1	+0,00	2,43	2,47
MV 3	+0,00	2,50	3,19
MV 4	+0,00	2,53	3,10
MV 5	+0,00	2,31	2,67
ZVS 1	-0,10	-	1,50
GHV 1	+0,00	1,74	1,97
GHV 4/II	-0,40	3,09	3,32
GHV 4/III	-0,10	3,42	3,05
GHV 5	-0,10	1,99	2,02
S1/3	+0,21	-	2,23
S2/2	+0,22	-	1,98
N3-4	+0,37	-	2,09

Generelní směr proudění podzemní vody je k jihu, k povrchovému toku. Ve východní části zájmové lokality se stáčí k jihovýchodu. Blíže k potoku se zvyšuje gradient. V jihozápadní části lokality se směr proudění výrazně ovlivněn čerpáním ve vrtu GHV 4/III, jehož cílem je vytvořit hydraulickou depresi a zabránit tak průniku kontaminace do Důlního potoka.

Podzemní voda na lokalitě je slabě kyselá, s hodnotami rozpuštěných látek pohybujícími se v rozmezí 300 – 340 mg.l<sup>-1</sup>. Zvýšené jsou koncentrace amonných iontů; obsah dusitanů, dusičnanů, síranů a chloridů vyhovuje limitu pro pitnou vodu. Velmi vysoké jsou koncentrace Fe, což způsobuje při vysrážení oxidů železa při průchodu dekontaminační jednotkou rychlé zanášení sorpčních materiálů. Zvýšené jsou i koncentrace Mn.

#### 1.4.5. Hydrologické poměry

Z hydrologického hlediska je zájmový prostor součástí povodí 4-10-03-095. Jedná se o povodí Dunaje, dílčí povodí Morava od Třebůvky po Bečvu, hydrologické pořadí Důlní potok od potoka Čabová po ústí. Povodí Důlního potoka má rozlohu 39,151 km<sup>2</sup>, délku údolí 13,3 km, lesnatost 50% a průtočné množství 39,2 l.s<sup>-1</sup> při 355 denní vodě.

Důlní potok odvodňuje zájmový prostor a cca 1,5 km jižně od něj se vlévá do Bystřice. Ve vzdálenosti cca 7 km od Moravského Berouna se nachází odběrné místo povrchové vody v Domašově nad Bystřicí (zájmová lokalita spadá do pásma hygienické ochrany 3. stupně nádrže povrchové vody Domašov).

## 2. PŘEHLED DOSUD REALIZOVANÝCH PRŮZKUMNÝCH A SANAČNÍCH PRACÍ

Následující údaje o stavu znečištění předmětné lokality ftaláty vycházejí z průzkumných a sanačních prací, realizovaných v předcházejících obdobích a to:

- Průzkumné práce realizované v rámci zpracování aktualizace analýzy rizik (1997)
- Sanace zemin a podzemních vod kontaminovaných ropnými látkami – Vodní zdroje Holešov a.s. (1997-1999)
- Sanační práce – Vodní zdroje Holešov a.s. (2000-2004)
- Předsanační doprůzkum v rámci zpracování Studie proveditelnosti sanačního zásahu (ALFA SYSTEM s.r.o., září 2007)
- Ochranné sanační čerpání 2007 – 2012 (Vodní zdroje Holešov a.s.)
- Aktualizace doprůzkumu - odběr vzorků podzemních a povrchových vod a dnových sedimentů (ALFA SYSTEM s.r.o., červen 2012)

Přehled průzkumných prací je v následujících kapitolách rozdělen na historicky realizované průzkumné a sanační práce a na průzkumné práce realizované v rámci zpracování této projektové dokumentace.

### 2.1. Zpracování aktualizace analýzy rizik

V roce 1997 byly v rámci doplňkového průzkumu, prováděného firmou Vodní zdroje Holešov a.s. v areálu akciové společnosti Granitol zjištěny nadlimitní koncentrace ftalátů (převážně zastoupených di-(ethylhexyl)ftalátem – DEHP) v zemině. Na základě tohoto zjištění byly provedeny další průzkumné práce a následně byla zpracována aktualizace analýzy rizika.

Tabulka 4. - Výsledky průzkumu kontaminace zemin (zpracování AAR, 1997)

datum odběru	místo odběru	hloubka	DEHP (mg/kg)
21.7.1997	Z 76	1,5-2,0	<0,2
	Z 76	20-2,5	10,7
	Z 77	1,0-2,0	6,47
	Z 78	0,5-1,5	0,7
	Z 78	1,5-2,0	1,07
	Z 79	1,0-1,6	114,1

Tabulka 5. - Výsledky průzkumu kontaminace podzemních vod 1997-1998

Objekt	datum odběru	DEHP	DBP
		(µg/l)	(µg/l)
GHV 1	11.8. 1997	3 560	0,7
	21.9. 1998	5 840	0,13
	7.12. 1998	2 980	<7

červeně jsou vyznačeny hodnoty převyšující limit stanovený rozhodnutím ČIŽP Olomouc

Průzkumné práce prokázaly vysoké koncentrace ftalátů v podzemní vodě na lokalitě stáčiště změkčovadel a sklad organických rozpouštědel, pohybující se v jednotkách až tisících µg.l<sup>-1</sup>. Odhadovaná plocha znečištění byla v rámci AAR stanovena na cca 260 m<sup>2</sup>.

V rámci zpracování aktualizace analýzy rizik byly rovněž odebrány vzorky povrchových vod Důlního potoka na profilu PV 2. Výsledky provedených rozborů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 6. - Výsledky analýz povrchových vod – PV-2

datum odběru	místo odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
27.8.1997	PV-2	19,1	1,1

zvýrazněné koncentrace převyšují hodnotu normy environmentální kvality povrchové vody dle NV č. 61/2003 Sb. v platném znění (pro DEHP 1,3 µg/l)

Z uvedených výsledků je patrné, že povrchové vody Důlního potoka byly na profilu u areálu závodu ovlivněny kontaminací u výrobní haly.

Průvodním projevem zjištěné kontaminace byla existence volné fáze ftalátů na hladině podzemní vody a infiltrace kontaminované podzemní vody do Důlního potoka, což se projevovalo lokálním výskytem barevného povlaku na hladině toku. Ve vzorku vody v povrchovém toku, odebraném v rámci AAR, byla zjištěna koncentrace ftalátů 20,2 µg.l<sup>-1</sup>. Důlní potok je levostranným přítokem vodohospodářsky využívaného Domašovského potoka, ze kterého se v 7 km vzdáleném Domašově n. B. odebírá voda pro pitné účely.

Vzhledem k reálnému ohrožení vodního zdroje v Domašově n. B. transportem znečištění ze zájmové lokality bylo v AAR doporučeno provést sanaci podzemní vody kontaminované ftaláty.

## **2.2. Sanace zemin a podzemních vod ropnými látkami – Vodní zdroje Holešov (1997-1999)**

V souladu s vydaným rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc byly sanační práce vymezeny na 6-ti dílčích lokalitách:

- šrotiště
- stáčiště změkčovadel a sklad organických rozpouštědel
- stanoviště buldozerů
- bývalá mlékárna
- lapolová jímka
- soustružna

### **Šrotiště**

Vzhledem k tomu, že nebylo ověřeno znečištění v podzemní vodě, bylo doporučeno upustit od sanace podzemní vody a provádět pouze monitoring podzemní vody. Monitoring byl zahájen v červenci 1997 a prováděn pravidelně do března 1998. Vzhledem k tomu, že zjištěné obsahy ropných látek ve třech za sebou provedených odběrech nepřekročily sanační limity, byl monitoring ukončen.

### Stáčiště změkčovadel a sklad organických rozpouštědel

V prostoru bývalého stáčiště změkčovadel bylo v místech komunikace a manipulačních ploch provedeno skrytí živičné a betonové vrstvy. Následně bylo provedeno odtěžení vrstvy navážky v celé mocnosti cca 0,8 m. Kontaminované zeminy byly odvezeny k odstranění biodegradací. Po závozu výkopu byly obnoveny zpevněné povrchy.

V prostoru bývalého skladu organických rozpouštědel byl odstraněn kontaminovaný beton podlahy skladu a odtěžena kontaminovaná zemina podloží skladu. Po závozu výkopu byly obnoveny zpevněné povrchy.

Sanace podzemních vod byla navržena čerpáním z nově vybudovaných objektů GHV-1 a GHV-2. Vzhledem k tomu, že nebylo ověřeno znečištění ropnými látkami v podzemní vodě, bylo doporučeno upustit od sanace podzemní vody a provádět pouze monitoring podzemní vody. Monitoring byl zahájen v červenci 1997 a prováděn pravidelně do března 1998. Vzhledem k tomu, že zjištěné obsahy ropných látek ve třech za sebou provedených odběrech nepřekročily sanační limity, byl monitoring ukončen.

Na základě výsledků rozborů vzorků půdního vzduchu a zemin, které prokázaly nadlimitní koncentrace BTEX v půdním vzduchu a ftalátů v zemině, bylo navrženo provést průzkum za účelem ověření nově zjištěné kontaminace zemin a půdního vzduchu a ověření míry zasažení podzemní vody. Provedenými průzkumnými pracemi bylo zjištěno masivní znečištění půdního vzduchu BTEX a výrazné znečištění podzemních vod ftaláty. Odběrem povrchové vody z Důlního potoka bylo prokázáno, že kontaminovaná podzemní voda proniká do povrchové vody Důlního potoka. Důlní potok je levostranným přítokem vodohospodářsky využívané říčky Bystřice, ze které se v 7 km vzdáleném Domašově odebírá voda pro pitné účely.

### Stanoviště buldozerů

V garážích byla odstraněna vrstva kontaminovaného betonu podlahy. Dále bylo provedeno odtěžení materiálu po podlahou do hloubky 0,8 m. Kontaminované zeminy byly odvezeny k odstranění biodegradací.

Na volné ploše bylo provedeno odstranění povrchových betonů a odtěžení kontaminovaných zemin do hloubky 1 m. Kontaminované zeminy byly odvezeny k odstranění biodegradací.

Po ukončení sanačních prací byly obnoveny zpevněné povrchy.

### Bývalá mlékárna

Lokalita se nacházela mimo samotný areál závodu. Na pozemku, který byl navrácen a.s. Granitol byl prováděn sběr a zpracování mléka a distribuce mléčných výrobků. Na základě výsledků doplňkového průzkumu, kdy nebylo na lokalitě ověřeno znečištění přesahující sanační limity, byla sanace lokality vypuštěna z programu sanačních prací a nebyla prováděna.

### Lapolová jímka

Tekutý obsah lapolové jímky byl přečerpán do cisterny a odvezen k odstranění na ČOV. Kal z jímky byl vyvezen na dekontaminační plochu a odstraněn biodegradací. Po vyčištění byla jímka strojně demolována. Kontaminované betony byly odvezeny k odstranění

na schválené zařízení. Ze stěn a dna výkopu byla odebrána cca 0,2 m mocná vrstva zeminy a odvezena k odstranění biodegradací.

Výkop po provedených sanačních pracích byl následně zavezen, zhutněn a v místě byl proveden osev travou.

### Soustružna

Práce v tomto prostoru měly spočívat v odstranění dlažby na vymezených plochách ve všech dílnách a odfrézování svrchní vrstvy betonu do 1 cm. Poté měla být provedena rekonstrukce podlah. vzhledem k tomu, že po odstranění dlažby v první části dílny bylo zjištěno, že se zde nachází nekvalitní beton a nezakryté energetické kanály a tudíž nebylo možno provést projektovanou povrchovou úpravu. Jelikož zjištěný nepříznivý stav bylo možno očekávat i ve zbývajících prostorách soustružny, byly sanační práce na této lokalitě přerušeny s tím, že se mohou uskutečnit v období, kdy bude provoz v objektu ukončen.

## **2.3. Sanace podzemních vod – Vodní zdroje Holešov (2000-2004)**

Sanační práce byly zahájeny v květnu 2000 firmou Vodní zdroje Holešov a.s. Cílem sanačních prací bylo vyčištění podzemní vody kontaminované ftaláty na limity, stanovené správním rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc ze dne 30.4.1999.

Sanační čerpání podzemní vody probíhalo v letech 2000 – 2002. V tomto období bylo ve skladu organických látek a jeho blízkém okolí vybudováno deset mělkých sond označených ZVN 1 až 10, určených pro původně navrženou technologii zasakování etanolu a aplikaci mikroorganismů do horninového prostředí nesaturované zóny. Sondy byly ukončeny cca 50 cm nad hladinou podzemní vody. Dále bylo vybudováno 10 zasakovacích vrtů (ZVS 1 až 10), které jsou zahloubeny cca 1,0 m pod naraženou hladinu podzemní vody. Pro rozšíření sanačního čerpání podzemní vody ze stávajícího vrtu GHV 1 byly postupně vybudovány vrty GHV 4, GHV 4/II, GHV 4/III. Ke sledování obsahu ftalátů v podzemní vodě na odtoku z areálu (před břehovou infiltrací do povrchového recipientu) byl vybudován jeden monitorovací vrt GHV 5.

Vzhledem k přetrvávající volné fázi na hladině bylo nezbytné pokračovat v čerpání i v časovém období, původně vymezeném pro postsanační monitoring (2002 – 2004). Bylo upuštěno od původně navrhované technologie k urychlení procesu vymývání polutantu ze zeminy nesaturované zóny za použití etanolu a realizované sanační práce spočívaly v kombinaci čerpání podzemní vody a sběru volné fáze z hladiny podzemní vody. V tomto období byl realizován pravidelný monitoring kvality podzemní vody se zaměřením na koncentrace ftalátů. Výsledky provedených stanovení jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 7. - *Výsledky průzkumu kontaminace podzemních vod 1997-2004*

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
GHV 1	5.6. 2000	12 800	3,5
	28.4. 2001	4 130	<641
	6.10. 2001	1 210	2,4
	16.4. 2002	4 300	<243
	11.9. 2002	1 780	40,5
	29.11. 2002	1 410	<5
	5.5. 2003	2 360	<25
	9.12. 2003	36 000	<10
	21.4. 2004	12 800	<25

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
GHV 4	5.6. 2000	40 000 000	0
	30.8. 2000	36 500	<13
	22.9. 2000	25 300	<0,3
	31.10. 2000	31,5	<9,9
	13.11. 2000	5,5	0
	5.1. 2001	1 450	0
	29.3. 2001	6 100	0
	28.4. 2001	18 200	<641
	15.5. 2001	767	<92
	13.8. 2001	4 080	<30
	24.9. 2001	122 000	<300
	30.10. 2001	27 700	<340
	24.1. 2002	142 000	<132
	29.11. 2002	580	<5
	21.4. 2004	763	<25
GHV 4/II	16.4. 2002	763	<24,3
	11.9. 2002	32 200	13,1
GHV 4/III	21.4. 2004	763	<25
GHV 5	5.6. 2000	7 130	3,8
	28.4. 2001	608 000	<3 200
	6.10. 2001	3 200	2,86
	11.9. 2002	730 000	901
	5.5. 2003	63 400	<200
	21.4. 2004	5 880	<25

červeně jsou vyznačeny hodnoty převyšující limit stanovený rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc

V červnu 2004 bylo přikročeno k ověření kontaminace podzemní vody ftaláty v prostoru JV a V od bývalého stáčíště změkčovadel. Za tímto účelem byly v uvedeném prostoru realizovány 4 indikační vrty NS 1 – 4 a proveden operativní monitoring. Výše uvedenými pracemi byl zjištěn výrazně vyšší rozsah kontaminace podzemní vody ftaláty jak ve výskytu volné fáze, tak v obsahu rozpuštěných látek, než bylo dosud předpokládáno.

Tabulka 8. - Koncentrace ftalátů – operativní monitoring 17.6.2004

Objekt	DBP (µg/l)	DEH (µg/l)
NS 2	<400	525 000
NS 3	<400	3 340
NS 4	<400	953
ZVS 4	<400	49 300
ZVS 8	<15	9 980
ZVS 10	<400	23 800

červeně jsou vyznačeny hodnoty převyšující limit stanovený rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc

V rámci sanačních prací probíhal rovněž monitoring kvality povrchových vod na profilu u areálu PV 2. Výsledky provedených stanovení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 9. - Výsledky analýz povrchových vod – PV-2

datum odběru	místo odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
5.6. 2000	PV-2	775	<2,5
21.4. 2004	PV-2	2,3	<25
25.11. 2004	PV-2	<5	17,2

zvýrazněné koncentrace převyšují hodnotu normy environmentální kvality povrchové vody dle NV č. 61/2003 Sb. v platném znění (pro DEHP 1,3 µg/l)



Z výsledků je zřejmé, že k ovlivnění kvality povrchových vod kontaminací v areálu docházelo i v období let 2000 – 2004.

Z ověřených nových skutečností vyplynulo, že splnění rozhodnutí ČIŽP Olomouc (provedení sanace podzemní vody v místě skladu organických látek a bývalého stáčíště změkčovadel na stanovené limity) a ukončení sanačního zásahu ve stanoveném termínu a v rámci zbývajících finančních prostředků nebylo reálné, neboť v těchto místech dochází k dotaci z širšího okolí sanovaného území a rozsah kontaminace je výrazně vyšší, než bylo předpokládáno v AAR.

Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

Vzhledem k nedostatku finančních prostředků bylo sanační čerpání v období 2004-2007 přerušeno.

#### **2.4. Doprůzkum v rámci zpracování studie proveditelnosti – ALFA SYSTEM s.r.o., 2007**

Pro upřesnění rozsahu kontaminačního mraku ftalátů v podzemní vodě bylo v rámci průzkumných prací pro zpracování studie proveditelnosti (duben 2007) v zájmové lokalitě vyvrtáno celkem 19 nových průzkumných vrtů. 9 vrtů bylo situováno uvnitř haly a 10 vrtů vně v okolí této haly. Hloubka vrtů PV 1 – 5 (nevystrojené vrty vně haly) byla 6 m, hloubka vrtů PV 6 – 14 (nevystrojené vrty v hale) 4,4 m a hloubka vrtů MV 1 – 5 se pohybovala v rozmezí 5,5 – 6,5 m.

V průběhu vrtných prací byly z vrtných jader odebrány vzorky zeminy. Vrty PV 1 – 14 byly po vyvrtání provizorně vystrojeny plastovou zárubnicí a následně z nich byly odebrány vzorky podzemní vody. Vrty MV 1 – 5 byly po odvrtání vystrojeny plastovou zárubnicí Ø 110, obsypány vodárenským štěrkem a zajílovány. Na vrty bylo osazeno převlečné ocelové zhlaví.

Vzhledem k nutnosti provádění průzkumných prací v hale za plného provozu, kde byl omezený přístup vrtné soupravy, bylo naplánováno na nepřístupných místech v hale situování 3 ks vrtných sond soupravou Pionjář (PS 1-3) do hloubky cca 3,5 m. V průběhu průzkumných prací se ukázalo, že do haly je možno situovat pouze 1 sondu, a i v té muselo být vrtání z důvodu velkých kusů cihel a betonu a zvýšené prašnosti ukončeno již v hloubce 1,5 m. Zbylé dvě sondy byly proto situovány vně haly. Ze všech tří sond byl odebrán vzorek zeminy a ze sond PS 2 a 3 také vzorek podzemní vody. Poté byly sondy zlikvidovány záhozem vodárenským štěrkem a utěsněny jílem.5.1.

Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

Výsledky provedených laboratorních rozborů vzorků zemin a podzemních vod odebraných v rámci těchto průzkumných prací jsou shrnuty v následujících tabulkách.

Tabulka 10. - Výsledky znečištění zemin u objektů typu MV, PS a PV (2007)

Objekt	hloubka	DEHP (mg/kg)	DBP (mg/kg)
MV 1	3,2m - 3,4m	12,0	44,0
MV 2	3,7m - 3,9m	<10,0	<10,0
MV 3	1,5m - 1,8m	<60,0	<10,0
	3,4m - 3,6m	<10,0	<10,0
	5,0m - 5,3m	<10,0	<10,0
MV 4	1,8m - 2,0m	<10,0	<10,0
	3,3m - 3,5m	<10,0	<10,0
MV 5	4,0m - 4,3m	<10,0	<10,0
PS 1	1,5m	<10,0	<10,0
PS 2	2,0m - 3,0m	<b>169,4</b>	<15,0
PS 3	2,0m - 3,0m	<b>3 454,0</b>	<10,0
PV 1	1,8m - 2,0m	<10,0	<10,0
	3,0m - 3,2m	<10,0	<10,0
PV 2	1,5m - 1,7m	<10,0	<10,0
	3,1m - 3,3m	<10,0	<10,0
PV 3	1,3m - 1,5m	<10,0	<10,0
	3,5m - 3,7m	<10,0	<10,0
PV 4	1,2m - 1,4m	<10,0	<10,0
	2,0m - 2,2m	<10,0	<10,0
PV 5	1,8m - 2,0m	<b>130,0</b>	<10,0
	2,8m - 3,0m	85,0	<10,0
PV 6	0,8m - 1,0m	19,8	<10,0
	2,8m - 3,0m	<15,0	<15,0
PV 7	1,7m - 2,0m	<10,0	<10,0
	2,4m - 2,6m	<10,0	<10,0
PV 8	2,0m - 2,2m	<15,0	<15,0
	3,8m - 4,1m	19,0	<15,0
PV 9	1,8m - 2,0m	<10,0	<10,0
	3,2m - 3,4m	<10,0	<10,0
PV 10	2,0m - 2,2m	<b>220,0</b>	<10,0
	3,5m - 3,7m	65,0	<10,0
PV 11	1,7m - 1,9m	<10,0	<10,0
	3,3m - 3,5m	<10,0	<10,0
PV 12	1,8m - 2,0m	<b>131,6</b>	<10,0
	2,8m - 3,0m	104,0	<10,0
PV 13	1,0m - 1,4m	33,9	<10,0
	2,4m - 2,6m	<b>8 227,0</b>	<15,0
	3,0m - 3,2m	<b>3 505,0</b>	<10,0
PV 14	2,1m - 2,3m	<b>17 380,0</b>	<10,0
	3,0m - 3,2m	<b>12 720,0</b>	<10,0
	3,7m - 3,9m	<b>2 020,0</b>	<10,0

zvýrazněné koncentrace převyšují hodnotu indikátoru znečištění pro DEHP uvedený v MP MŽP č. 2/2012  
Indikátory znečištění

Z provedených laboratorních analýz vyplynulo, že obsah DBP byl s výjimkou vzorku z vrtu MV 1 ve všech vzorcích pod mezí detekce. Velmi vysoký obsah DEHP, pohybující se v jednotkách až nižších desítkách tisíc mg/kg byl zjištěn ve všech 3 vzorcích, odebraných z vrtu PV 14, ve 2 vzorcích ze 3, odebraných z vrtu PV 13 a ve vzorku odebraném ze sondy

PS 3. Hodnota 120 mg/kg (indikátor znečištění pro DEHP dle MP MŽP Indikátory znečištění) byla rovněž překročena ve vzorcích odebraných z vrtů PV 5 a PV 12, v jednom ze 2 vzorků z vrtu PV 10 a ve vzorku odebraném ze sondy PS 2.

Ze dvou vzorků zeminy, ve kterých byly zjištěny vysoké koncentrace ftalátů v sušině, byly provedeny rozborů na stanovení obsahu ftalátů ve vodném výluhu. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 11. - Výsledky analýz zemin – ftaláty ve vodném výluhu

Datum odběru	Objekt	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
18.4.2007	PV 13 (2,4-2,6 m)	<10,0	<10,0
18.4.2007	PV 14 (2,1-2,3 m)	<10,0	<10,0

Z porovnání hodnot v tabulkách č. 9 a 10 vyplývá, že ani při vysokých koncentracích ftalátů v sušině odebrané zeminy (8 227 mg/kg, resp. 17 380 mg/kg) nedošlo k jeho uvolnění do vodného výluhu. Ftaláty zřejmě vytvářejí pevnou vazbu s pevnými částicemi horninového prostředí, jako jsou jíly, huminové látky, případně amorfni oxidy a hydroxidy železa a hliníku.

Ze dvou vzorků odebraných zemin bylo provedeno stanovení TOC. Výsledky rozborů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 12. - Výsledky analýz zemin -TOC

Datum odběru	Objekt	Metráž	Matrice	TOC	
				(mg/kg)	%
25.4.2007	MV 4	3,3m - 3,5m	zemina	50 500,0	5,05
18.4.2007	PV 13	2,4m - 2,6m	zemina	12 430,0	1,24

Hodnota TOC udává celkový obsah organického uhlíku v zemině. Čím vyšší je obsah organického materiálu, tím je vyšší sorpční potenciál zeminy. Jak vyplývá z tabulky, jsou zjištěné hodnoty celkového organického uhlíku různorodé, což naznačuje heterogenitu horninového prostředí.

Odhadovaná plocha kontaminace zemin ftaláty přesahující hodnotu 120 mg/kg je 1 110 m<sup>2</sup>. Při průměrné mocnosti kontaminovaného horizontu 2 m tak byl odhadnut celkový objem kontaminovaných zemin na cca 2 220 m<sup>3</sup>. Vypočtené množství ftalátů v zemině činí přibližně 19 600 kg, za splnění podmínek spojitosti výskytu a koncentrace kontaminace v zeminách. Průměrný roční obrát ftalátů v areálu Granitolu a.s. v minulosti byl cca 300 tun ročně.

Předpokládaný rozsah kontaminace zemin ftaláty sestavený na základě provedeného průzkumu zemin je uvedena v příloze č. 4A této projektové dokumentace.

Součástí realizovaných prací byl rovněž monitoring kvality podzemních vod, výsledky provedených stanovení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 13. - Výsledky průzkumu znečištění podzemních vod v rámci zpracování studie proveditelnosti (2007)

Objekt	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)	Objekt	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
GHV 1	<10	<10	PV 1	<10,0	<10,0
GHV 2	<10	<10	PV 2	<10,0	<10,0

Objekt	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)	Objekt	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
GHV 4/II	<10	<10	PV 3	<10,0	<10,0
GHV 4/III	<10	<10	PV 4	<10,0	<10,0
GHV 5	<10	<10	PV 5	<10,0	<10,0
ZVS 1	<10	<10	PV 6	664,3	51,80
ZVS 5	<10	<10	PV 7	167,2	10,10
ZVS 8	<10	<10	PV 8	373,1	<20,0
ZVS 10	<10	<10	PV 9	<10,0	<10,0
NS 2	<10	<10	PV 10	<10,0	<10,0
NS-3	<10	<10	PV 11	760,5	<20,0
Z 76	5 200 000	-	PV 12	1 350	44,00
Z 78	500 000	-	PV 13	11 210	23,40
PS 2	5 130 000	<2 000,0	PV 14	397 000	<2 000,0
PS 3	1 819 000	<2 000,0			

červeně jsou vyznačeny hodnoty převyšující limit stanovený rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc

V rámci provedeného monitoringu bylo potvrzeno masivní ohnisko kontaminace podzemních vod ftaláty na jihozápadním okraji výrobní haly v místě bývalého skladu a bývalého stáčíště změkčovadel. Druhé, plošně menší, ohnisko kontaminace podzemních vod s koncentracemi ftalátů mírně převyšujícími cílové limity sanace bylo zjištěno sondami PV-6 a PV-8 situovanými na severovýchodním konci výrobní haly.

Předpokládaný rozsah kontaminace podzemních vod ftaláty vycházející z výsledků průzkumu realizovaného v rámci zpracování studie proveditelnosti sanace je znázorněn v příloze č. 4 B, předpokládaná kontaminace dnových sedimentů Důlního potoka ftaláty je pak znázorněna v příloze č. 4C.

Znečištění je vlivem silných sorpčních vlastností DEHP vázáno na horninové prostředí a do podzemní vody se uvolňuje pomalu, a to vzhledem ke své nízké rozpustnosti, spíše ve formě fáze, filmu nebo emulze. Vzhledem k zmíněné silné vazbě na půdní částice je šíření DEHP podzemní vodou velmi pomalé. V transportním procesu nehraje hlavní roli složka advekční, ale složka retardační.

V rámci zpracování studie proveditelnosti byly rovněž odebrány vzorky povrchových vod z Důlního potoka s cílem ověřit míru ovlivnění kvality povrchových vod znečištěním identifikovaným v prostoru mezi výrobní halou a vodotečí. Na základě odběrů 5 vzorků povrchové vody z různých odběrných profilů bylo konstatováno, že v době realizace průzkumu nedocházelo k dotaci kontaminace ftaláty do Důlního potoka. Ve všech odebraných vzorcích byly obsahy ftalátů pod mezí detekce.

Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

## 2.5. Realizace ochranného sanačního čerpání – Vodní zdroje Holešov a.s. (2007-2012)

Od září 2004 bylo v areálu společnosti GRANITOL provozováno překlenovací čerpání. Na ně v květnu 2007 navázalo ochranné sanační čerpání, financované ministerstvem financí. Toto čerpání mělo být ukončeno nejpozději v říjnu 2008, kdy se předpokládalo zahájení sanačních prací. Jelikož nebyl vybrán dodavatel sanačních prací a z důvodu rizika kontaminace povrchové vody Důlního potoka ftaláty není možno ochranné sanační čerpání ukončit, pokračuje ochranné čerpání dle schváleného realizačního projektu do zahájení sanačních prací.

Cílem ochranného sanačního čerpání z vrtů GHV 4/II a 4/III, bylo vytvoření hydraulické deprese v ohnisku kontaminace tak, aby nemohlo docházet k úniku ftalátů do povrchové vody Důlního potoka.

Rovněž v rámci realizace ochranného sanačního čerpání byl prováděn pravidelný monitoring kvality podzemních vod. Výsledky provedených rozborů jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 14. - Výsledky monitoringu podzemních vod v rámci ochranného čerpání (2007-2012)

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)	Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
GHV 1	24.7. 2007	22	<10	ZVS 8	15.10. 2007	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10		21.1. 2008	<10	<10
	21.1. 2008	80	<10		15.4. 2008	<10	<10
	15.4. 2008	18	<10		10.7. 2008	<10	<10
	10.7. 2008	40	<10		14.10. 2008	93,2	14,6
	14.10. 2008	714	14,9		26.1. 2009	25	<10
	26.1. 2009	490	<10		27.4. 2009	12	<10
	27.4. 2009	<10	<10		20.7. 2009	<10	<10
	20.7. 2009	<10	<10		14.10. 2009	<10	<10
	14.10. 2009	40	<10		25.1. 2010	<10	<10
	25.1. 2010	150	<10		21.4. 2010	<10	<10
	21.4. 2010	<10	<10		16.6. 2010	17	<10
	16.6. 2010	37	<10		20.10. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	37	<10		25.1. 2011	<10	<10
	25.1. 2011	92	<10		18.4. 2011	18	<10
	18.4. 2011	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	25.7. 2011	28	<10		6.10. 2011	<10	<10
	6.10. 2011	<10	<10		24.1. 2012	11	<10
	24.1. 2012	92	<10		16.4. 2012	<10	<10
	16.4. 2012	17	<10	ZVS 9	15.10. 2007	<10	<10
GHV 4/II	24.7. 2007	13	<10		21.1. 2008	<10	<10
	21.8. 2007	15	<10		15.4. 2008	<10	<10
	25.9. 2007	15	<10		10.7. 2008	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10		14.10. 2008	113,5	20,9
	14.11. 2007	<10	<10		26.1. 2009	<10	<10
	12.12. 2007	<10	<10		27.4. 2009	<10	<10
	9.1. 2008	46	<10		20.7. 2009	<10	<10
	25.2. 2008	<10	<10		14.10. 2009	15	<10
	28.3. 2008	<10	<10		25.1. 2010	<10	<10
	15.4. 2008	11 000	<10		21.4. 2010	<10	<10
	22.5. 2008	<10	<10		16.6. 2010	<10	<10
	27.6. 2008	<10	<10		20.10. 2010	<10	<10
	10.7. 2008	9 000	<10		25.1. 2011	<10	<10
	22.8. 2008	<10	<10		18.4. 2011	<10	<10
	25.9. 2008	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	14.10. 2008	334 160	21		6.10. 2011	<10	<10
	17.11. 2008	<10	<10		24.1. 2012	<10	<10
	10.12. 2008	<10	<10		16.4. 2012	<10	<10
	26.1. 2009	170	<10	ZVS 10	24.7. 2007	<10	<10
	17.2. 2009	190	<10		15.10. 2007	<10	<10
	10.3. 2009	28	<10	MV 1	24.7. 2007	<10	<10
	27.4. 2009	1 900	<10		15.10. 2007	<10	<10
	29.5. 2009	170	<10		21.1. 2008	<10	<10
	25.6. 2009	120	<10		15.4. 2008	<10	<10
	20.7. 2009	620	<10		10.7. 2008	<10	<10

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)	Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
	26.8. 2009	<10	<10		14.10. 2008	9,8	5,5
	25.9. 2009	<10	<10		26.1. 2009	<10	<10
	14.10. 2009	600	<10		27.4. 2009	<10	<10
	10.11. 2009	89	<10		20.7. 2009	<10	<10
	15.12. 2009	57	<10		14.10. 2009	<10	<10
	25.1. 2010	230	<10		25.1. 2010	<10	<10
	19.2. 2010	<10	<10		21.4. 2010	<10	<10
	29.3. 2010	15	<10		16.6. 2010	66	<10
	21.4. 2010	<10	<10		20.10. 2010	10	<10
	24.5. 2010	580	<10		25.1. 2011	<10	<10
	16.6. 2010	96	<10		18.4. 2011	<10	<10
	12.7. 2010	360	<10		25.7. 2011	<10	<10
	19.8. 2010	<10	<10		6.10. 2011	<10	<10
	26.9. 2010	980	<10		24.1. 2012	<10	<10
	20.10. 2010	340	<10		16.4. 2012	<10	<10
	11.11. 2010	<10	<10	MV 3	24.7. 2007	<10	<10
	16.12. 2010	690	<10		15.10. 2007	<10	<10
	25.1. 2011	1 300 000	<10		21.1. 2008	<10	<10
	17.2. 2011	2 500 000	<10		15.4. 2008	<10	<10
	26.3. 2011	<10	<10		10.7. 2008	<10	<10
	18.4. 2011	200 000	<10		14.10. 2008	231,5	15
GHV 4/III	24.7. 2007	90	<10		26.1. 2009	<10	<10
	21.8. 2007	<10	<10		27.4. 2009	52	<10
	25.9. 2007	<10	<10		20.7. 2009	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10		14.10. 2009	<10	<10
	14.11. 2007	<10	<10		25.1. 2010	<10	<10
	12.12. 2007	<10	<10		21.4. 2010	<10	<10
	9.1. 2008	10	<10		16.6. 2010	12	<10
	25.2. 2008	<10	<10		20.10. 2010	<10	<10
	28.3. 2008	<10	<10		25.1. 2011	<10	<10
	15.4. 2008	2 500	<10		18.4. 2011	<10	<10
	22.5. 2008	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	27.6. 2008	<10	<10		6.10. 2011	<10	<10
	10.7. 2008	8 900	<10		24.1. 2012	<10	<10
	22.8. 2008	77	<10		16.4. 2012	<10	<10
	25.9. 2008	<10	<10	MV 4	21.1. 2008	<10	<10
	14.10. 2008	59 420	20,3		15.4. 2008	<10	<10
	17.11. 2008	<10	<10		10.7. 2008	<10	<10
	10.12. 2008	<10	<10		14.10. 2008	<10	<10
	26.1. 2009	2 100	<10		25.1. 2010	<10	<10
	17.2. 2009	450	<10		20.10. 2010	<10	<10
	10.3. 2009	1 500	<10		25.1. 2011	<10	<10
	27.4. 2009	40 000	<10		18.4. 2011	<10	<10
	29.5. 2009	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	25.6. 2009	<10	<10		6.10. 2011	<10	<10
	20.7. 2009	1 000	<10	MV 5	24.1. 2012	<10	<10
	26.8. 2009	2310	<10		16.4. 2012	<10	<10
	25.9. 2009	3 000	<10		24.7. 2007	<10	<10
	14.10. 2009	130	<10		15.10. 2007	<10	<10
	10.11. 2009	80	<10		21.1. 2008	<10	<10
	15.12. 2009	<10	<10		15.4. 2008	<10	<10
	25.1. 2010	3 200	<10		10.7. 2008	<10	<10
	19.2. 2010	15 000	<10		14.10. 2008	48	5,05
	29.3. 2010	14	<10		26.1. 2009	<10	<10

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)	Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
	21.4. 2010	14	<10		27.4. 2009	<10	<10
	24.5. 2010	26 000	<10		20.7. 2009	<10	<10
	16.6. 2010	850	<10		14.10. 2009	<10	<10
	12.7. 2010	3 900	<10		25.1. 2010	<10	<10
	19.8. 2010	16	<10		21.4. 2010	<10	<10
	26.9. 2010	95	<10		16.6. 2010	31	<10
	20.10. 2010	4 300	<10		20.10. 2010	<10	<10
	11.11. 2010	18	<10		25.1. 2011	<10	<10
	16.12. 2010	79	<10		18.4. 2011	<10	<10
	25.1. 2011	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	17.2. 2011	1 800 000	<10		6.10. 2011	<10	<10
	26.3. 2011	<10	<10		24.1. 2012	<10	<10
	18.4. 2011	>200000	<10		16.4. 2012	<10	<10
GHV 5	24.7. 2007	<10	<10	NS 2	24.7. 2007	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10		15.10. 2007	520	<10
	21.1. 2008	<10	<10		15.4. 2008	1 300	<10
	15.4. 2008	<10	<10		10.7. 2008	<10	<10
	10.7. 2008	<10	<10		14.10. 2008	7 850	5,43
	14.10. 2008	194	37,5		26.1. 2009	33	<10
	26.1. 2009	17	<10		27.4. 2009	610	<10
	27.4. 2009	2 900	<10		20.7. 2009	55	<10
	20.7. 2009	<10	<10		14.10. 2009	20	<10
	14.10. 2009	<10	<10		25.1. 2010	12	<10
	25.1. 2010	15	<10		21.4. 2010	13	<10
	21.4. 2010	<10	<10		16.6. 2010	38	<10
	16.6. 2010	<10	<10		20.10. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	10	<10		25.1. 2011	37	<10
	25.1. 2011	16	<10		18.4. 2011	<10	<10
	18.4. 2011	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	25.7. 2011	<10	<10		6.10. 2011	15	<10
	6.10. 2011	<10	<10		24.1. 2012	19	<10
	24.1. 2012	96	<10		16.4. 2012	<10	<10
ZVS 1	16.4. 2012	<10	<10	NS 4	15.10. 2007	<10	<10
	24.7. 2007	4 400	<10		21.1. 2008	16	<10
	15.10. 2007	28	<10		15.4. 2008	<10	<10
	21.1. 2008	14	<10		10.7. 2008	<10	<10
	15.4. 2008	<10	<10		14.10. 2008	126,3	<5
	10.7. 2008	<10	<10		26.1. 2009	<10	<10
	14.10. 2008	362,5	14,6		27.4. 2009	<10	<10
	26.1. 2009	42	<10		20.7. 2009	<10	<10
	27.4. 2009	42	<10		14.10. 2009	<10	<10
	20.7. 2009	17	<10		25.1. 2010	<10	<10
	14.10. 2009	11	<10		21.4. 2010	<10	<10
	25.1. 2010	47	<10		16.6. 2010	<10	<10
	21.4. 2010	<10	<10		20.10. 2010	<10	<10
	16.6. 2010	11	<10		25.1. 2011	<10	<10
	20.10. 2010	<10	<10		18.4. 2011	<10	<10
	25.1. 2011	<10	<10		25.7. 2011	<10	<10
	18.4. 2011	<10	<10		6.10. 2011	<10	<10
	25.7. 2011	<10	<10		24.1. 2012	<10	<10
	6.10. 2011	<10	<10		16.4. 2012	<10	<10
	24.1. 2012	15	<10				
	16.4. 2012	<10	<10				
ZVS 5	24.7. 2007	<10	<10				

červeně jsou vyznačeny hodnoty převyšující limit stanovený rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc

Z uvedených výsledků průběžného monitoringu ochranného sanačního čerpání je zřejmé, že v hlavním ohnisku kontaminace podzemních vod ftaláty stále zůstává kontaminace vázaná na zeminy nesaturované a saturované zóny, která je průběžně uvolňována do podzemních vod.

V rámci realizace ochranného sanačního čerpání byl rovněž realizován pravidelný monitoring kvality povrchových vod na vybraných profilech Důlního potoka s cílem posoudit míru ovlivnění těchto vod kontaminací v areálu závodu. Výsledky provedených stanovení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 15. - Průběžný monitoring povrchových vod (2007-2012)

Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
potok nad areálem (vstupní profil)	24.7. 2007	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10
	21.1. 2008	<10	<10
	15.4. 2008	<b>27</b>	<10
	10.7. 2008	<10	<10
	14.10. 2008	<5	28,3
	26.1. 2009	<b>66</b>	<10
	27.4. 2009	<10	<10
	20.7. 2009	<10	<10
	14.10. 2009	<10	<10
	25.1. 2010	<10	<10
	21.4. 2010	<10	<10
	16.6. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	<10	<10
	25.1. 2011	<10	<10
	18.4. 2011	<10	<10
	24.1. 2012	<10	<10
	16.4. 2012	<10	<10
PV 2 (potok v úrovni areálu)	24.7. 2007	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10
	21.1. 2008	<10	<10
	15.4. 2008	<10	<10
	10.7. 2008	<b>11</b>	<10
	14.10. 2008	<5	43,4
	26.1. 2009	<10	<10
	27.4. 2009	<10	<10
	20.7. 2009	<10	<10
	14.10. 2009	<10	<10
	25.1. 2010	<10	<10
	21.4. 2010	<b>13</b>	<10
	16.6. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	<10	<10
	25.1. 2011	<10	<10
	18.4. 2011	<10	<10
	24.1. 2012	<10	<10
	16.4. 2012	<10	<10
potok pod areálem	24.7. 2007	<10	<10
	15.10. 2007	<10	<10
	21.1. 2008	<10	<10
	15.4. 2008	<b>70</b>	<10
	10.7. 2008	<b>16</b>	<10
	14.10. 2008	<b>90,1</b>	44,4
	26.1. 2009	<b>56</b>	<10



Objekt	Datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
	27.4. 2009	<10	<10
	20.7. 2009	<10	<10
	14.10. 2009	<10	<10
	25.1. 2010	<10	<10
	21.4. 2010	<10	<10
	16.6. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	<10	<10
	25.1. 2011	<10	<10
	18.4. 2011	<10	<10
	24.1. 2012	<10	<10
	16.4. 2012	<10	<10

**zvýrazněné koncentrace převyšují hodnotu normy environmentální kvality povrchové vody dle NV č. 61/2003 Sb. v platném znění (pro DEHP 1,3 µg/l)**

Z porovnání koncentrací ftalátů na vstupním a výstupním profilu povrchových vod Důlního potoka je zřejmé, že kontaminace v areálu závodu postupuje podzemní vodou a ovlivňuje kvalitu vod povrchových. Pro srovnání byly provedeny odběry povrchových vod na profilu PV 2, a to u břehu potoka a uprostřed toku. Výsledky jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 16. - Výsledky analýz povrchových vod – PV-2 (srovnání u břehu x uprostřed toku)

datum odběru	PV-2	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
24.5.2010	potok u břehu	<10	<10
	potok uprostřed toku	<b>100</b>	<250
20.10.2010	potok u břehu	<b>18</b>	<5
	potok uprostřed toku	<5	<5
25.1.2011	potok u břehu	<b>58</b>	<10
	potok uprostřed toku	<b>40</b>	<10
18.4.2011	potok u břehu	<b>27</b>	<10
	potok uprostřed toku	<10	<10
25.7.2011	potok u břehu	<10	<10
	potok uprostřed toku	<10	<10
6.10.2011	potok u břehu	<b>7</b>	<5
	potok uprostřed toku	<5	<5
24.1.2012	potok u břehu	<b>14</b>	<5
	potok uprostřed toku	<5	<5
16.4.2012	potok u břehu	<b>72</b>	<5
	potok uprostřed toku	<5	<5

**zvýrazněné koncentrace převyšují hodnotu normy environmentální kvality povrchové vody dle NV č. 61/2003 Sb. v platném znění (pro DEHP 1,3 µg/l)**

Z výsledků je zřejmé, že koncentrace ftalátů se pohybují obvykle pod mezí detekce pouze ojediněle dosahují hodnot v řádu prvních desítek µg/l s tím, že mírně vyšší hodnoty byly zjištěny ve vzorcích odebíraných „u břehu“ – pouze v jediném případě (24.5. 2010) tomu bylo naopak. Vzhledem k hodnotě normy environmentální kvality povrchové vody pro DEHP se však jedná o výrazné negativní ovlivnění.

Součástí ochranného sanačního čerpání bylo rovněž vzorkování potočních sedimentů Důlního potoka na vstupním profilu nad areálem, na profilu u ohniska kontaminace v areálu a na výstupním profilu před mostem. Výsledky provedených stanovení jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 17. - Výsledky analýz povrchových vod – PV-2 (srovnání u břehu x uprostřed toku)

Profil	datum odběru	DEHP (mg/kg)	DBP (mg/kg)
sediment nad areálem břeh	28.1. 2010	<10	<10
S-2 u ohniska kontaminace – břeh	28.1. 2010	13	1 800
	24.5. 2010	<10	<10
	20.10. 2010	18	<5
	25.1. 2011	58	<10
S-2 u ohniska kontaminace – uprostřed toku	28.1. 2010	<10	<10
	24.5. 2010	100	<250
	20.10. 2010	<5	<5
	25.1. 2011	40	<10
sediment před mostem břeh	28.1. 2010	<10	<10
sediment před mostem uprostřed toku	28.1. 2010	<10	<10

Z výsledků je zřejmé, že koncentrace ftalátů se v sedimentech pohybují obvykle pod mezí detekce a případně mírně nad ní, pouze jednorázově se vyskytly vyšší koncentrace – 1800 mg/kg (profil 2/1 ze dne 28.1. 2010).

Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

## 2.6. Průzkumné práce realizované v rámci zpracování projektové dokumentace (ALFA SYSTEM s.r.o., 2012)

V červnu 2012 proběhly průzkumné práce – kontrola stávajících hg. objektů a ověření jejich funkčnosti, dále odběry podzemních a povrchových vod a potočních sedimentů. Výsledky kvality podzemních vod jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 18. - Výsledky analýz podzemních vod – červen 2012

místo odběru	datum odběru	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
ZVS 1	15.6.2012	<10,0	<10,0
GHV 4/III	15.6.2012	150 000	<10,0
MV 1	15.6.2012	<10,0	<10,0
MV 4	15.6.2012	<10,0	<10,0
MV 5	15.6.2012	<10,0	<10,0
NS 3-4	15.6.2012	<10,0	<10,0
S 1/3 (X 1)	15.6.2012	<10,0	<10,0
S 2/2	15.6.2012	350	<10,0
MV 3	14.6.2012	<1,3	<0,6
GHV 5	14.6.2012	117,0	<0,6
GHV 1	14.6.2012	1 020,0	<0,6

\* červeně označené hodnoty překračují sanační limity dle ČIŽP OI Olomouc

Z výsledků je zřejmé, že u vrtu GHV 4/III byla zjištěna vysoce nadlimitní koncentrace ftalátů v podzemní vodě - 150 000 µg/l. U objektů (sond) označených „S“ v blízkosti vrtu GHV-1 došlo k cca dvojnásobnému překročení limitů dle ČIŽP v případě sondy S 2/2, sonda S1/3 vykázala hodnoty ftalátů pod mezí detekce. Vrt GHV 1 vykázal nadlimitní úroveň kontaminace v řádu jednoho tisíce µg/l. Vrt GHV 5 vykázal mírně zvýšené avšak podlimitní

koncentrace ftalátů. Sonda NS 3-4 je označena pracovní, protože při srovnání mapových podkladů s reálným umístěním nebylo zřejmé zda jde o sondu NS 3 nebo NS 4, každopádně zjištěné hodnoty koncentrací ftalátů se v ní pohybovaly pod mezí detekce. Ostatní objekty vykazovaly hodnoty koncentrací ftalátů pod mezí detekce.

Předpokládaný rozsah kontaminace podzemních vod ftaláty tvoří přílohu č. 4B této projektové dokumentace. Souběžně s odběrem vzorků podzemních vody byly realizovány záměry hladin podzemní vody na vzorkovaných objektech. Na základě těchto záměrů byla sestavena aktuální mapa hydroizohyps ve stavu neovlivněném čerpáním, která je uvedena v příloze č. 4D této projektové dokumentace.

V rámci zpracování této projektové dokumentace byl rovněž proveden odběr povrchových vod na zvolených profilech. Výsledky provedených stanovení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 19. - Výsledky analýz povrchových vod – Důlní potok (profily 2012)

datum	Profil	DEHP (µg/l)	DBP (µg/l)
15.6.2012	PV-1	<10,0	<10,0
15.6.2012	PV-2	<10,0	<10,0
15.6.2012	PV-3	<10,0	<10,0
15.6.2012	PV-4	<10,0	<10,0

Z výsledků aktuálního průzkumu (2012) je zřejmé, že koncentrace ftalátů se pohybují na všech profilech pod mezí detekce.

Součástí vzorkování povrchových vod byl rovněž odběr vzorků potočních sedimentů. Výsledky provedených stanovení jsou uvedeny v následující tabulce.

Tabulka 20. - Výsledky analýz potočních sedimentů (2012)

Datum	Profil	DEHP (mg/kg)	DBP (mg/kg)
15.6.2012	S 1	<5,0	<5,0
15.6.2012	S 2	<5,0	<5,0
15.6.2012	S 3	<5,0	<5,0
15.6.2012	S 4	<5,0	<5,0

Z uvedených výsledků není patrné ovlivnění potočních sedimentů kontaminací v areálu závodu.

Lokalizace historicky realizovaných monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 2A, detail historických monitorovacích a sanačních objektů je zobrazen v příloze č. 2B této projektové dokumentace.

Kopie laboratorních protokolů z aktuálních průzkumných prací pak tvoří přílohu č. 10.

## 2.7. Shrnutí výsledků historických i aktuálních průzkumných prací

Na základě všech výše uvedených archivních dat a výsledků aktualizace doprůzkumu lze aktuální situaci na lokalitě shrnout takto:

1. Masivní znečištění zemin ftaláty se nachází pod podlahami jihozápadní části výrobní haly a v nejbližším okolí tohoto objektu směrem k povrchové vodoteči – Důlnímu potoku. Toto ohnisko má setrvalý charakter a vzhledem k fyzikálně-chemickým vlastnostem ftalátů se pohybuje pouze velmi omezeně

2. Znečištění podzemních vod je vázáno na hlavní ohnisko znečištění zemin rovněž v jihozápadní části výrobní haly a v nejbližším okolí tohoto objektu směrem k povrchové vodoteči – Důlnímu potoku. V důsledku dlouhodobé realizace ochranného sanačního čerpání je toto znečištění udržováno převážně pod výrobní halou a v okolí vrtů GHV 4/II a GHV 4/III. To ovšem neznamená, že se znečištění zemin a podzemních vod ftaláty nachází pouze v tomto prostoru. Je vysoce pravděpodobné, a to i s ohledem na občasný průnik ftalátů do sedimentů a povrchových vod Důlního potoka, že se významné znečištění zemin a podzemních vod nachází prakticky v celém prostoru mezi jihozápadním okrajem výrobní haly a tělesem povrchové vodoteče.
3. V minulosti provedenými odběry vzorků povrchových vod a sedimentů povrchové vodoteče – Důlního potoka byl prokázán občasný výskyt ftalátů v těchto matricích. Průnik tohoto znečištění z areálu závodu GRANITOL a.s. je dnes významně omezen vlivem realizace ochranného sanačního čerpání, nicméně je zřejmé, že k uvolňování ftalátů ze zemin do podzemních vod a následně do vod povrchových občasně dochází (zřejmě v období zvýšených atmosférických srážek).

### 3. CÍLOVÉ PARAMETRY SANAČNÍCH PRACÍ

Cílem projektovaných prací je splnění nápravných opatření týkajících se odstranění staré ekologické zátěže v areálu GRANITOL a.s. v Moravském Berouně, která byla uložena rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc dne 20.2. 1996 pod č.j. 8/OV/230/96/RNO/Te, a to následovně:

1. V **prostoru šrotiště** provést sanaci podzemních vod. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu znečišťujících látek v podzemních vodách:

#### ropné látky

volná fáze ..... 0,0

rozpuštěné a emulgované ..... 2,0 mg/l

**měď** ..... 0,2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

2. V **prostoru stáčiště změkčovadel a skladu organických rozpouštědel** provést sanaci zemin v nenasycené zóně. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek v zeminách:

sušina zeminy ..... 1 500 mg/kg

vodný výluh ..... 2 mg/l

přípravu výluhu provést podle přílohy č. 1 k NV č. 513/1992 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady

Provést sanaci podzemních vod. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek a mědi v podzemních vodách:

#### ropné látky

volná fáze ..... 0,0

rozpuštěné a emulgované ..... 2,0 mg/l

**měď** ..... 0,2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

3. V prostoru **stanoviště buldozerů** provést sanaci zemin v nesaturované zóně. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek v zeminách:

sušina zeminy ..... 1 500 mg/kg  
vodný výluh..... 2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

4. V prostoru **bývalé mlékárny** provést sanaci zemin v nesaturované zóně. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek v zeminách:

sušina zeminy ..... 1 500 mg/kg  
vodný výluh..... 2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

5. V prostoru **laplové jímky** provést sanaci zemin v nesaturované zóně. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek v zeminách:

sušina zeminy ..... 1 500 mg/kg  
vodný výluh..... 2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

6. V prostoru **soustružny** provést sanaci zemin v nesaturované zóně. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu ropných látek v zeminách:

sušina zeminy ..... 1 500 mg/kg  
vodný výluh..... 2 mg/l

Termín: 31.12. 1998

7. O průběhu sanačních prací informovat v intervalu jednou za 6 měsíců ČIŽP OI Olomouc

8. Zpracovat prováděcí projekt sanačních prací

Termín: do 30.6. 1996

9. Zahájit sanační práce uvedené v bodech 1-5 v termínu do 30.4. 1997

21.4. 1998 bylo rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc č. j. 8/OV/561/98/Te obnoveno řízení na základě žádosti společnosti GRANITOL a.s. Obnovení řízení bylo povoleno na základě nově zjištěných skutečností identifikovaných, charakterizovaných a zhodnocených v Aktualizaci analýzy rizika, kterou vypracovala spol. Vodní zdroje Holešov a.s. v říjnu 1997. Novými skutečnostmi byla kontaminace podzemních a povrchových vod ftaláty a dále půdního vzduchu aromatickými uhlovodíky (BTEX) v místě skladu organických látek a bývalého stáčíště změkčovadel.

Na základě těchto nových skutečností byla rozhodnutím č.j. 8/OV/3289/99/RNO/Te ze dne 30.4. 1999 uložena tato nápravná opatření:

1. Provést sanaci podzemních vod v místě skladu organických látek a bývalého stáčiště změkčovadel. Sanačními pracemi dosáhnout těchto limitů obsahu znečišťujících látek:

ukazatel	podzemní voda (µg/l)
ftaláty (suma) – volná fáze	0
ftaláty (suma) – rozpuštěné	200

Lhůta ukončení sanačních prací: do 31.12. 2002

Současně zůstávají v platnosti nápravná opatření uložená Granitolu v rozhodnutí ČIŽP č.j. 8/OV/230/96/RNO/Te ze dne 20.2. 1996

Body 1. až 6. rozhodnutí ČIŽP ze dne 20.2. 1996 byly splněny v rámci sanačních prací v období 1997-1999 realizovaných společností Vodní zdroje Holešov a.s.

Výše citovaná rozhodnutí ČIŽP jsou uvedena v příloze č. 5 této projektové dokumentace.

### **3.1. Limity pro těžbu kontaminovaných zemin**

Výše citovaná rozhodnutí ČIŽP nezahrnují stanovení cílových limitů pro obsahy ftalátů v zeminách. V prostoru mezi výrobní halou č. 201 a Důlním potokem bude nutno provést těžbu kontaminovaných zemin z důvodu eliminace dalšího vyluhování kontaminantů do podzemních a následně povrchových vod. Pro potřeby těchto těžebních prací navrhujeme jako limit stanovit koncentraci di(2-ethylhexyl) ftalátu v zeminách průmyslově využívaného území, která je stanovena Metodickým pokynem MŽP č. 2/2012 Indikátory znečištění ve výši 120 mg/kg suš.

Tento limit nebude vztažen na zeminy v podzákladí výrobní haly č. 201, bude aplikován pouze pro oblast nesaturované zóny vně této výrobní haly při realizaci jímacího ochranného drénu podél výrobní haly č. 201 a realizaci těžebních prací v prostoru mezi touto výrobní halou a Důlním potokem.

S ohledem na skutečnost, že všechna místa, na která je navrhovaný cílový limit vztažen (jímací obvodový drén, prostor mezi výrobní halou č. 201 a Důlním potokem) budou po ukončení sanačních prací v tomto prostoru neprodleně opatřena zpevněnými povrchy a veškerá nadlimitně kontaminovaná zemina bude odtěžena do hloubky min. 4 – 5 m pod úroveň okolního terénu), lze konstatovat, že zbytkové znečištění zemin po úroveň navrženého cílového limitu nemůže představovat žádné riziko pro pracovníky společnosti GRANITOL a.s. a zároveň, i s ohledem na minimální rozpustnost ftalátů ve vodě, nemůže představovat významné riziko pro kvalitu podzemních vod a tudíž ani povrchových vod v Důlním potoce.

## **4. METODIKA SANAČNÍCH PRACÍ**

Plocha zasažená kontaminací jak zemin nesaturované zóny, tak podzemních vod, byla historickými průzkumnými pracemi identifikována jednak uvnitř jihozápadní části objektu č. 201 a rovněž také v jeho jižním a východním okolí. Hloubkové rozšíření polutantů se pohybuje v rozmezí od 1,0 do 4,0 m pod terénem.

Primární ohnisko kontaminace zemin se nachází v jižní části výrobní haly a v jejím bezprostředním okolí. Nejvyšší úroveň znečištění se nachází v hloubce 2 - 3 m p.t., tedy v zóně kolísání hladiny podzemní vody. Maximální zjištěná koncentrace ftalátů v nesaturované zóně byla zjištěna až 17,4 g/kg suš. V podzemní vodě v ohnisku kontaminace a jeho okolí jsou vysoké koncentrace ftalátů a vyskytují se i ve volné fázi na hladině podzemní vody. Proto zde probíhá po mnoho let ochranné sanační čerpání, aby polutant nepronikl do blízké vodoteče.

Celý sanační zákrok bude integrovaný sanační postup, který bude spojovat několik sanačních technologií v jeden účinný celek, aby bylo možné dosáhnout vysoké účinnosti redukce stávajícího znečištění a dostatečné rychlosti sanačního zásahu.

#### **4.1. Předsanační doprůzkum a doplnění monitorovacího systému**

V rámci této úvodní etapy prací předpokládáme realizaci sítě nevystrojených sond v prostoru mezi výrobní halou a Důlním potokem s cílem zmapovat kontaminaci zemin nesaturované zóny v této oblasti. Předpokládaná plocha určená pro doprůzkum nesaturované zóny je cca 1 000 m<sup>2</sup>. Sít' nevystrojených sond bude vybudována tak, aby 1 sonda vždy reprezentovala plochu cca 40 m<sup>2</sup>, celkem tak bude vybudováno 25 nevystrojených sond do hloubky cca 4 m p.t. Základním výstupem předsanačního průzkumu kontaminace zemin bude upřesnění rozsahu těžby kontaminovaných zemin v prostoru mezi výrobní halou a Důlním potokem.

Součástí této úvodní etapy prací bude rovněž vybudování monitorovacího systému sledování kvality podzemní vody na výstupním profilu z kontaminovaného území. Vystrojené hydrogeologické objekty budou situovány na hranici areálu mezi výrobní halou a Důlním potokem. Vrtý budou vybudovány v jedné linii v celkové délce výstupního profilu cca 70 m s tím, že jednotlivé vrtý od sebe budou vzdáleny cca 10 m. Celkem tedy bude vybudováno 8 vystrojených hydrogeologických objektů, jejichž cílem bude monitoring případného úniku kontaminantů v průběhu realizace sanačního zásahu. V případě potřeby budou osazeny čerpadly a využity jako hydraulická bariéra.

#### **4.2. Ochranný záchytný drén podél výrobní haly č. 201**

Po obvodu výrobní haly č. 201 bude, v souladu se statickým posudkem, vyhlouben ochranný záchytný drén, který bude následně využit jednak jako startovací a ukončovací jáma pro realizaci horizontálních vrtů a dále jako výkop pro instalaci sanačních studen pro čerpání kontaminovaných podzemních vod. Celková délka obvodového drénu je předpokládána cca 240 m.

#### **4.3. Vybudování sanačního systému pro sanaci nesaturované zóny a podzemních vod pod halou č. 201**

Vzhledem k nutnosti neomezit sanačním zásahem provoz ve výrobní hale č. 201 je sanační zásah v prostoru neumožňujícím odtěžení kontaminovaných zemin koncipován jako kombinace metod sanace in-situ. Z tohoto důvodu je nezbytné vybudovat sít' horizontálních vrtů pod budovou haly č. 201, které budou následně využity pro aplikaci tenzidů, biologických preparátů a případně činidel chemické oxidace.

Realizace horizontálního směrového vrtání (HSV) využívá povrchové vrtné soupravy a elektronického zařízení k řízení vrtacího nástroje vedeného po předepsané trase skládající se z mělkých horizontálních a vertikálních oblouků. Jedná se o bezvýkopovou metodu pro instalaci infrastruktury, HSV je vhodné pro různé půdní podmínky. K jeho realizaci postačí vykopat startovací a přistávací jámy (zde využití obvodového drénu) o potřebné hloubce. Stroj HSV a vrtací nástroje mají směrové ovládací funkce, které pomáhají provést nezbytné změny ve směrech vrtání nástroje jak horizontálně tak vertikálně. Při HSV je přebytečná zemina odplavena speciální směsí bentonitem (rozemletý kaolin a polymery) do startovací jámy a tam odtěžena. Metoda HSV se skládá ze tří etap, přičemž první etapa zahrnuje vyvrtání pilotního otvoru na určené cestě cca 76 mm v průměru. Druhá etapa rozšíří pilotní otvoru zpětným tahem a s rozšiřovací hlavou zpět ke stroji. Třetí etapa obsahuje vtažení výrobku nebo pažnice do takto vyhotoveného mikrotunelu.

Při realizaci **horizontálních vrtů** bude využita technologie řízeného horizontálního vrtání pomocí samohybné vrtací soupravy, která je schopna realizovat horizontální vrty dle parametrů uvedených v projektové dokumentaci tak, aby nebylo nutné významně rozšiřovat obvodový jímací drén za účelem budování masivního startovacího výkopu a aby byl dodržen časový harmonogram prací při budování sanačního systému (např. Grundodrill 20 S, která je vybavena příklepem, ukotvovacím zařízením s hydraulickým kladivem, opěrnými radlicemi a poloautomatickým podavačem vrtacích tyčí. Řízené horizontální vrty lze provést pomocí této technologie až do vzdálenosti 150 metrů a průměru 600 mm). V daném případě bude využito průměru vrtání 250 mm. Přesný postup vrtání (úklon, způsob řízení) bude určen vybraným zhotovitelem v rámci jím zpracovaného prováděcího projektu.

Horizontální vrty budou vystrojeny (v souladu s kap. 5.5.1 této PD) plastovou zárubnicí LPE DN 215 PN10 s ručně provedenou perforací (perforace min. 5 %, max. 10 %) vyplněnou polymerem na bázi celulosy s poločasem rozpadu a vymizení z perforace v řádu jednotek hodin. Tato horizontální potrubí budou pomocí LPE kolen v prostoru obvodového drénu vytažena k povrchu terénu neperforovaným potrubím DN 215. Toto bude zakončeno pojezdovým zhlavím (hydrantové zhlaví), zabudovaným do zpevněného povrchu.

Uvnitř výrobní haly pak bude vyhloubeno 5 ks zasakovacích šachtic, které budou umístěny po dohodě s nabyvatelem tak, aby neomezovaly výrobu. Realizace těchto zasakovacích šachtic bude možná pouze v období výrobní odstávky (celozávodní dovolené).

Součástí technologie sanace nenasycované zóny a podzemních vod in-situ bude rovněž sanační stanice a nádrže na přípravu jednotlivých činidel a preparátů. Jednotlivé objekty pak budou spojeny systémem sanačních rozvodů, které budou umístěny pod úroveň terénu do nezamrzé hloubky tak, aby bylo možno pokračovat v sanačním zásahu i v průběhu zimních období.

#### **4.4. Sanační čerpání podzemních vod**

Aplikace sanačních technologií in-situ bude podpořena čerpáním podzemních vod, jejich čištěním na sanační stanici a zpětným zasakováním do vod podzemních. K čerpání kontaminovaných podzemních vod budou využívány širokoprofilové sanační objekty umístěné po obvodu výrobní haly č. 201. Celý systém sanačního čerpání bude uzpůsoben celoročnímu provozu.



#### 4.5. Aplikace metod sanace in-situ

Ftaláty jsou organické nepolární sloučeniny, které mají jen velmi málo polární molekuly, takže jejich rozpustnost ve vodě je velice nízká. Naopak schopnost sorbovat se na organické i neorganické povrchy je vysoká, takže většina znečištění ftaláty přítomná v horninovém prostředí je v sorbované formě a jen podstatně menší část v rozpuštěné formě popřípadě koloidní. Podle množství polutantu v horninovém prostředí se znečištění také vyskytuje ve formě volné fáze. Volná fáze vzniká tehdy, pokud již podzemní voda je víceméně nasycena ftaláty a sorpční kapacita pevných hornin je vyčerpána.

Vzhledem ke druhu znečištění, kvalitě horninového prostředí, množství podzemní vody, přítomnosti antropogenních navážek a jejich složení, charakteru podzemní vody atd. bylo nezbytné volit takovou technologii, která nejen bude dostatečně účinná, ale také dostatečně rychlá.

Celý sanační zákrok zahrnuje integrovaný sanační postup, který spojuje několik sanačních technologií v jeden účinný celek, aby bylo možné dosáhnout vysoké účinnosti redukce stávajícího znečištění a dostatečné rychlosti sanačního zákroku. Kromě toho lze integrací dosáhnout úspory finančních prostředků, protože nesprávně zvolené sanační technologie mohou v průběhu sanace ztratit účinnost a pokud nejsou nahrazeny jinými, mnohem vhodnějšími pro zmíněné podmínky, dochází ke ztrátám finančních prostředků v důsledku provozu technologií nemajících dostatečnou eliminační kapacitu.

Protože ale značná část znečištění je rozprostřena pod výrobní halou, bude nezbytné část sanačního zákroku realizovat *in situ*.

Celkový sanační zásah je tak koncipován integrací sanačních metod, které budou chronologicky použity pro vyřešení finální sanace zájmového prostoru:

- **promývání** nesaturované zóny a zóny kolísání hladiny podzemní vody **roztoky povrchově aktivních látek** pro desorpci polutantů
- po uvolnění nasorbovaného znečištění z horninové matrix následné použití **aktivní bioremediace in situ**
- použití metod **chemické oxidace** v "problematických místech", tj. místech s přetrvávající kontaminací.

#### 4.6. Těžba kontaminovaných zemin

V místech, kde bude doprůzkumem zmapováno ohnisko kontaminace zemin (viz. kap. 5.1.) bude provedeno odtěžení těchto zemin a jejich odvoz ke konečnému odstranění mimo lokalitu. Jedná se o prostor mezi jihozápadním okrajem výrobní haly a Důlním potokem. Odtěžení kontaminovaných zemin předpokládáme na ploše cca 1 000 m<sup>2</sup> v hloubkovém profilu 2-4 m p.t. Těžební práce budou doprovázeny čerpáním kontaminovaných podzemních vod z výkopu.

#### 4.7. Obnovení zpevněných povrchů a likvidace sond a sanačních objektů po ukončení aktivního sanačního zásahu

V návaznosti na ukončení těžby kontaminovaných zemin v prostoru mezi výrobní halou č. 201 a Důlním potokem bude provedena obnova zpevněných povrchů v původním rozsahu., což předpokládá pokládku asfaltu v ploše cca 1 200 m<sup>2</sup>.

Po ukončení aktivního sanačního zásahu budou likvidovány všechny monitorovací objekty umístěné uvnitř výrobní haly i v jejím okolí, které nebudou následně využity pro realizaci postsanačního monitoringu.

V prostoru ochranného drénu bude provedena likvidace všech širokoprofilových objektů, které nebudou zařazeny do systému postsanačního monitoringu a rovněž v tomto prostoru bude obnoven zpevněný asfaltový povrch.

#### **4.8. Monitoring sanačních prací**

V průběhu realizace sanace in-situ a sanačního čerpání podzemních vod bude probíhat pravidelný monitoring kvality podzemních vod zaměřený jednak na vyhodnocení účinnosti sanačního zásahu a dále na monitoring širšího okolí s cílem postihnout případný postup kontaminačního mraku směrem k Důlnímu potoku v průběhu realizace sanačního zásahu in-situ. Součástí tohoto monitoringu bude rovněž sledování kvality povrchových vod Důlního potoka.

V průběhu těžby kontaminovaných zemin v prostoru mezi výrobní halou a Důlním potokem bude probíhat průběžný monitoring kvality odtěžovaných materiálů s cílem prokázat jejich kontaminaci. Po ukončení těžebních prací bude ve vytěženém prostoru proveden koncový monitoring s cílem potvrdit odstranění všech kontaminovaných zemin ze zájmového prostoru.

#### **4.9. Postsanační monitoring**

Po ukončení aktivního sanačního zásahu na lokalitě bude zahájen postsanační monitoring zaměřený na prokázání dosažení cílových limitů sanačního zásahu.

## 5. POSTUP SANAČNÍCH PRACÍ

### 5.1. Inženýrská činnost v rámci přípravy projektovaných prací

Vzhledem k tomu, že navrhované řešení tvoří komplex činností zahrnující práce v oblasti horninového prostředí i podzemních vod, bude potřeba, v souladu s platnou legislativou, získat povolení a vyjádření dotčených orgánů státní správy.

Pro realizaci čerpání znečištěných podzemních vod za účelem snížení znečištění a jejich následného zpětného zasakování do podzemních vod za účelem podpory navrhovaných sanačních opatření bude, v souladu se zákonem č. 254/2001 Sb. o vodách ve znění pozdějších předpisů a v souladu se zákonem č. 185/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu, požádán příslušný vodoprávní orgán (Krajský úřad Olomouckého kraje, odbor životního prostředí a zemědělství) o **povolení k čerpání znečištěných podzemních vod za účelem snížení jejich znečištění a k jejich následnému vypouštění do podzemních vod a o povolení k provedení stavby vodního díla** zahrnující sanační studny a horizontální vrty pod výrobní halou.

Průzkumné (monitorovací) hydrogeologické vrty a další zařízení realizovaná v rámci geologických prací se v souladu s §55, odst. 2 výše citovaného zákona č. 254/2001 Sb. o vodách nepovažují za vodní díla a není tedy pro jejich realizaci potřeba stavební povolení.

Zapouštění preparátů a činidel v rámci aplikace metod sanace in-situ bude realizováno na základě povolení výjimky podle §39 odst. 7 písm. g) vodního zákona k **použití závadné látky pro potřeby sanace in-situ** vydané příslušným vodoprávním orgánem (Krajský úřad Olomouckého kraje)

Vzhledem k tomu, že v průběhu sanačních prací bude nakládáno s nebezpečnými odpady, bude v souladu se zákonem č. 169/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb. požádáno o **povolení k nakládání s nebezpečnými odpady** na území Olomouckého kraje. Toto povolení bude vydáno pouze pro potřeby sanačních prací a pro odpady vznikající v jejich průběhu.

Realizace všech průzkumných a sanačních objektů bude rovněž ohlášena Geofondu ČR.

Vzhledem k tomu, že vrtné a těžební práce budou realizovány v areálu závodu, kde probíhá aktivní výrobní činnost, bude nezbytné, před zahájením sanačních prací, provést ve spolupráci s nabyvatelem a provozovateli inženýrských sítí vytyčení všech aktivních inženýrských sítí v zájmovém prostoru.

Zhotovitel je povinen zajistit si veškerá předmětná povolení, splnit veškeré podmínky a náklady s nimi spojené zahrnout do nabídkové ceny. Zhotovitel je zároveň povinen dodržovat veškeré podmínky a případná omezení z těchto povolení vyplývajících.

Mapa stávajících inženýrských sítí v prostoru předpokládaných těžebních prací je uvedena v příloze č. 9B, předpokládaný rozsah těžebních prací pak tvoří přílohu č. 9A této projektové dokumentace.

## **5.2. Předsanační doprůzkum**

### **5.2.1. Realizace nevystrojených sond**

Před zahájením vlastních sanačních prací bude nutno provést doprůzkum v prostoru mezi jihozápadním okrajem výrobní haly č. 201 a Důlním potokem s cílem zmapovat plošný a hloubkový rozsah kontaminace zemin ftaláty. V tomto prostoru proběhly v minulosti průzkumné práce pouze ve velmi omezeném rozsahu. Celkově předpokládáme k průzkumu plochu o rozloze cca 1 000 m<sup>2</sup>, která je vymezena jihozápadní stěnou výrobní haly č. 201 z jedné strany a hranicí areálu na břehu Důlního potoka z druhé strany. V tomto prostoru předpokládáme realizaci pravidelné sítě nevystrojených sond a to tak, aby každá sonda reprezentovala plochu cca 40 m<sup>2</sup>, což předpokládá realizaci 25 ks nevystrojených sond. Plocha, která bude předmětem doprůzkumných prací včetně předběžné lokalizace nevystrojených sond je znázorněna v příloze č. 6A této projektové dokumentace. Lokalizace nevystrojených sond může být upravena v návaznosti na vytýčení inženýrských sítí.

Všechny nevystrojené sondy budou provedeny strojně, jádrovým vrtáním do hloubky 4 m p.t. tak, aby byla zastížena zóna kolísání hladiny podzemní vody. Celkem tedy bude realizováno 100 bm vrtných prací. U každé sondy bude proveden popis vrtného jádra.

Vzorky zemin budou odebírány tak, aby 1 směsný vzorek reprezentoval vždy metrový hloubkový interval. Z každého příslušného metrového sloupce vrtného jádra bude formou několika bodových odběrů odebrán směsný vzorek o celkové hmotnosti cca 1 kg, jehož množství bude, po důkladném promísení, upraveno kvartací a bude umístěn do vzorkovnice dodané laboratoří pro daný typ stanovení. Celkem bude takto odebráno 100 ks směsných vzorků zemin, ve kterých budou stanoveny parametry DEHP a DBP. Ve dvou kontaminovaných vzorcích bude následně provedeno stanovení dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha 2, tab. 2.1. a stanovení TOC pro potřeby následného odstranění kontaminovaných zemin.

Po ukončení průzkumných prací budou sondy likvidovány zpětným záhozem a tamponáží horních partií.

### **5.2.2. Vybudování vystrojených monitorovacích objektů**

Linie vystrojených monitorovacích objektů bude vybudována na výstupním profilu podzemních vod z kontaminovaného území, konkrétně na hranici areálu u břehu Důlního potoka, s cílem mapovat případný nežádoucí postup kontaminačního mraku směrem k povrchovým vodám. Vrty budou koncipovány tak, aby v případě potřeby mohly být osazeny čerpadly a využity jako hydraulická bariéra k ochraně povrchových vod Důlního potoka. Celková délka výstupního profilu je stanovena na 70 m. Vrty budou realizovány ve vzdálenosti cca 10 m od sebe. Celkem tedy bude odvrtáno a vystrojeno 8 hydrogeologických objektů označených MV-6 až MV-13. Návrh lokalizace těchto objektů je uveden v příloze č. 6B této projektové dokumentace.

Vrty budou provedeny strojně, rotačně – jádrovým vrtáním do konečné hloubky 7 m p.t., která zajistí dostatečný vodní sloupec. Vystrojeny budou PE zárubnicí Ø 160 mm se šterbinovou perforací v hloubkovém intervalu 1 – 6,5 m p.t., na dně budou opatřeny kalníkem 0,5 m. Obsyp bude proveden šterkem frakce 4/8 mm. Vrty budou opatřeny ocelovým převlečným zhlavím vyvedeným nad úroveň terénu. Celkem tedy předpokládáme realizaci 56 bm vrtných prací.

Po dokončení každého vrtu a popisu vrtného jádra budou odebrány směsné vzorky zemín reprezentující zónu kolísání hladiny podzemní vody. Z příslušného sloupce vrtného jádra bude formou několika bodových odběrů odebrán směsný vzorek o hmotnosti cca 1 kg. Velikost vzorku bude, po důkladném promísení, upravena kvartací a vzorek bude uzavřen do vzorkovnice dodané laboratoří pro daný typ stanovení. Celkem tedy bude odebráno 8 směsných vzorků zemín, ve kterých budou sledovány parametry DEHP a DBP.

Všechny objekty budou výškopisně a polohopisně zaměřeny. Vzniklé vrtné jádro bude, v závislosti na případném stupni kontaminace, odstraněno v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb. v platném znění a jeho prováděcími předpisy.

### 5.2.3. Vstupní monitoring

S cílem získat aktuální data o vývoji kontaminace na lokalitě bude proveden vstupní monitoring kvality podzemních vod ze všech nově vybudovaných i stávajících monitorovacích objektů na lokalitě a rovněž monitoring vod povrchových. Vstupní monitoring bude sestávat z následujících kroků:

- ověření výskytu volné fáze kontaminantu na hladině podzemní vody ve stávajících i nově vybudovaných monitorovacích objektech
- dynamický odběr vzorků podzemní vody ze stávajících i nově vybudovaných monitorovacích objektů
- statický odběr vzorků povrchové vody Důlního potoka na 3 vybraných profilech

Na základě stávajícího stupně poznání lokality předpokládáme odběr vzorků podzemních vod z nových objektů řady MV-6 až MV-13, a dále ze stávajících objektů MV-1 až MV-5, GHV-1,4/III,5 a ZVS 1.

Celkem tedy bude proveden dynamický odběr 17 vzorků podzemní vody a statický odběr 3 vzorků povrchových vod. Ve všech vzorcích budou sledovány parametry DEHP a DBP.

Součástí prací budou rovněž záměry hladin podzemní vody a povrchové vody ve všech odběrových místech. Na základě těchto aktuálních záměrů bude sestavena mapa hydroizohyps.

V rámci vstupního monitoringu bude rovněž provedeno geodetické zaměření vybraných partií budovy výrobní haly č. 201 na 20-ti vybraných bodech. Tyto body budou vybrány před zahájením prací na základě dohody s pověřeným zástupcem právnické osoby.

Tyto body budou rovněž monitorovány v průběhu výstavby drenážního systému (horizontální vrty, obvodový drén, jímací objekty) s četností 1 x týdně a následně po celou dobu realizace sanačních prací s četností 1 x čtvrtletně. Po dobu výstavby drenážního systému bude 1 x denně rovněž prováděna kontrola autorizovaným inženýrem v oboru statika a dynamika staveb. Výsledky této kontroly budou pravidelně zapisovány do stavebního deníku. Náklady na výše uvedené geodetické práce včetně geodetického zaměření všech nově vybudovaných sanačních a monitorovacích objektů jsou uvedeny v položkovém výkazu výměr. Náklady na realizaci kontroly autorizovaným inženýrem v oboru statika a dynamika staveb jsou rovněž součástí položkového výkazu výměr.

### **5.3. Zpracování realizačního projektu sanace**

V návaznosti na výsledky průzkumných prací popsanych v kapitole 5.2. bude zpracován realizační projekt sanačního zásahu. Tento projekt bude respektovat sanační postupy definované projektovou dokumentací a současně zohlední nová zjištění vycházející z výsledků provedených průzkumných prací. Aktivní sanační zásah bude zahájen až po schválení tohoto realizačního projektu všemi zainteresovanými stranami.

### **5.4. Ochranný záchytný drén podél výrobní haly č. 201**

Ochranný záchytný drén bude vybudován ve tvaru „U“ kolem severozápadní, jihovýchodní a jihozápadní stěny výrobní haly, pod kterou se nachází primární ohnisko kontaminace. Hlavním cílem vybudovaného ochranného drénu bude bránit šíření znečištění od ohniska do povrchového toku. Vzhledem k tomu, že ochranný drén bude veden v těsné blízkosti budovy výrobní haly, budou těžební práce probíhat v souladu s vypracovaným statickým posudkem, který je uveden v samostatné příloze č. 7A této projektové dokumentace.

Koncepce ochranného drénu spočívá v provedení obvodové rýhy o hloubce 4 m p.t., šířce 1 m a celkové délce cca 240 m se systémem širokoprofilových studní, ze kterých bude možné odčerpávat kontaminované vody. Studny jsou navrženy ve vzdálenosti cca 10 m, dno rýhy bude k jednotlivým studním vyspádováno. Každá studna bude tvořena šachtovým základem (1000/600/90) a 5-ti betonovými skružemi (1000/900/90). V úrovni terénu bude zakončena pojezdovým kanalizačním zhlavím. Celkem předpokládáme realizaci 21 ks sanačních studní označených Š-1 až Š-21. Přesná lokalizace jednotlivých jímacích studní označených jako Š-1 až Š-21 může být dle potřeby upravena v rámci realizace prací tak, aby nezasahovaly do prostor vjezdů do výrobní haly č. 201.

Pokud bude v průběhu budování obvodového drénu (začne se budovat od Š-21) prokázáno, že znečištění horninového prostředí se již nenachází v oblasti studní Š-4 až Š-6, může být obvodový drén ukončen šachtou Š-4; vybudování jímacích studní Š-1 až Š-3 však navrhujeme v této fázi projektové dokumentace ponechat.

Jímací studni Š-21 navrhujeme vzhledem ke směru proudění podzemních vod a charakteru sanačního zásahu určitě realizovat. Tato studna se bude rovněž nacházet v blízkosti protihavarijní jímky.

Lokalizace záchytného drénu, horizontálních vrtů, širokoprofilových studní a systému čištění kontaminovaných podzemních vod je uvedena v příloze č. 6C této projektové dokumentace. Všechny objekty budou polohopisně a výškopisně zaměřeny.

V první fázi prací bude nutno provést v místě lokalizace drénu řezání zpevněného povrchu a jeho demolici v místě realizace těžebních prací. Vzniklá suť bude naložena na nákladní automobil a odvezena k recyklaci nebo uložena na skládku příslušné kategorie v závislosti na výsledcích laboratorních rozborů odebraného směsného vzorku, ve kterém budou stanoveny parametry dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha č. 2, tab. 2.1. a parametr TOC. Celkem předpokládáme vznik cca 150 t nekontaminovaných suti.

V místech, kde dojde ke křížení výkopových prací s inženýrskými sítěmi bude odkop proveden ručně, aby nedošlo k poškození sítí. Situace inženýrských sítí je uvedena v příloze č. 9B této projektové dokumentace. Před zahájením prací si zhotovitel musí vyžádat aktuální mapu sítí a provést vytýčení těchto sítí v terénu.

Provádění rýh bude realizováno za pomoci systémového bednění „Ulma“. Po provedení výkopu a vyspádování dna budou osazeny širokoprofilové studny. Tyto studny budou ukončeny v hloubce 5 m p.t., tzn. 1 m pod úrovní dna ochranného drénu a budou vybudovány z betonových skruží Ø1000 mm, které budou ukončeny v úrovni terénu. Následně bude na dně drénu provedena drenážní vrstva štěrku frakce 32/64 o mocnosti 1,5 m, do které budou položena drenážní pera vedoucí k jednotlivým studnám. V místech, kde rýha nebude v budoucnu sloužit jako opěrná stěna, bude použita separační geotextilie a výkop bude postupně zasypán rostlou zemínou. Vrstvy zeminy budou ukládány v mocnosti max 250 mm a příslušně hutněny tak, aby v budoucnu nedocházelo k prosedání vozovky. Tato rýha je označena jako R1 v délce 100 m.

V místech, kde rýha bude současně sloužit jako opěrná stěna výkopu, bude zásyp proveden jako gabionová stěna šířky 1 m a výšky 3 m. Po stranách výkopu bude použit drátokamenný koš ze svařovaných sítí, výplň gabionů pak bude provedena z drceného kameniva frakce minimálně 1,5-2 násobku průměru oka sítě. Gabiony budou provedeny dle TKP PK. Zásyp gabionu ukládat v mocnosti max. 250 mm a hutnit. Po výšce 1 m pak vnější síť navzájem propojit. Tato rýha je označena jako R2 v délce 140 m.

Výkop ochranného drénu bude zároveň sloužit jako startovací jáma pro horizontální vrty pod budovou výrobní haly (viz kap. 6.4.). V nezámrzné hloubce pak budou uloženy technologické rozvody sanačního systému.

Po položení veškerých technologických rozvodů a závozu výkopu bude svrchní vrstva o mocnosti 0,3 m provedena ze štěrku frakce 8/16 mm. Finální povrchová úprava bude realizována až po ukončení sanačního zásahu a odstranění rozvodů.

V rámci realizace ochranného drénu předpokládáme vznik zemin kontaminovaných ftaláty, a to v hloubkovém horizontu cca 2-4 m p.t. a v délce cca 100 m podél haly, což při šířce drénu 1 m předpokládá odstranění cca 340 t zemin kontaminovaných ftaláty. Tyto kontaminované zeminy budou rovnou nakládány na nákladní automobily a odváženy k odstranění biodegradací. Současně bude nutno doplnit zápornou materiálovou bilanci a pro uzavření drénu dopravit na lokalitu cca 200 t vhodného závozového materiálu. S dodatečně dodávaným závozovým materiálem bude nakládáno v souladu se zákonem o odpadech a bude splňovat podmínky vyhlášky MŽP č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu. Toto platí pro nakládání se všemi závozovými materiály v rámci sanačních prací, bude-li s nimi nakládáno v režimu zákona o odpadech.

Nejvíce invazivní části sanačního systému (sondy uvnitř výrobní haly č. 201 a obvodový drén v místech vjezdů do výrobní haly č. 201) budou budovány převážně v období celozávodní dovolené, kdy je nutné zajistit, aby zhotovitel prací zajistil třísměnný provoz a převážná část sanačního systému byla vybudována právě v režimu směnného provozu.

Možné omezení mimo rámec plánovaného odstavení provozu bude specifikováno dohodou mezi zhotovitelem a právníckou osobou, která bude součástí zadávací dokumentace výběrového řízení a kterou podepíše zhotovitel s právníckou osobou před zahájením prací.

## **5.5. Vybudování sanačního systému pro sanaci nesatureované zóny a podzemních vod pod halou č. 201**

### **5.5.1. Horizontální vrty**

V jižní části haly bude realizován systém horizontálních podélných a příčných vrtů pod podlahami haly.

První systém budou tvořit horizontální podélné vrty (ve směru SZ-JV), které povedou pod úrovní energokanáľů, tj. v zóně kolísání hladiny podzemní vody. Tyto vrty budou úplné, tj. budou hloubeny vždy z prostoru sběrné šachty (startovací jáma) a budou ústít na druhé straně haly - celkový počet 18 ks, každý v délce 40 m. Systém bude zahrnovat vrty v úrovni 2 m p.t. pro aplikaci kapalných médií (roztoků PAL, předčištěné podzemní vody, oxidačních činidel, živin a inokula) v počtu vždy 2 ks mezi patkami budovy, tj. celkem 12 ks na sanované plochu. Mezi těmito dvěma vrty bude vždy jeden hlubší horizontální podélný vrt v úrovni 3,5 m p.t. (tj. celkem 6 ks). Tyto vrty budou sloužit rovněž pro zasakování kapalných médií a v rámci aktivní bioremediace pro aplikaci vzduchu (air-sparging).

Druhý systém vrtů bude zahrnovat mělké příčné horizontální vrty (ve směru JZ-SV) v hloubce 1 m p.t. - celkový počet 4 ks, každý v délce 60 m. Tyto vrty budou slepé, tj. budou končit v dané vzdálenosti pod halou a budou sloužit pro aplikaci kapalných médií pro účely promývání nesaturované zóny. Lokalizace horizontálních vrtů je uvedena v příloze č. 6C této projektové dokumentace.

Vrty budou vystrojeny plastovou zárubnicí LPE DN 215 PN10 s ručně provedenou perforací vyplněnou polymerem na bázi celulosy s poločasem rozpadu a vymizení z perforace v řádu jednotek hodin.

V rámci realizace vrtných prací budou vznikat kontaminovaná vrtná jádra, která bude nutno odvézt k odstranění biodegradace mimo lokalitu. Na lokalitu budou přistaveny kontejnery, do kterých bude kontaminované vrtné jádro ukládáno, jejich odvoz proběhne po ukončení vrtných prací. Celkem předpokládáme vznik cca 80 t zemin kontaminovaných ftaláty.

#### **5.5.2. Vertikální vrty uvnitř haly**

K ošetření nejvíce kontaminované oblasti v jihozápadní části haly bude třeba vybudovat několik pomocných zapouštěcích objektů uvnitř haly - vertikální vrty (5 ks) do hloubky 3 m p.t., průměru 200 mm. Toto řešení je problematické s ohledem na velmi omezené prostorové možnosti uvnitř haly. Na druhou stranu může významně podpořit aplikaci sanačních technologií *in situ* zpřístupněním některých jinak obtížně dosažitelných kontaminovaných částí horninového prostředí z vodorovných vrtů. Vrty by tak byly realizovány v závislostech na prostorových možnostech výrobní haly tak, aby neomezovaly provoz. Jejich realizace bude možná v době celozávodní dovolené. Návrh lokalizace monitorovacích a respiračních sond a vertikálních vrtů je uveden v příloze č. 6B této projektové dokumentace.

V rámci realizace vrtných prací budou vznikat kontaminovaná vrtná jádra, která bude nutno odvézt k odstranění biodegradace mimo lokalitu. Na lokalitu budou přistaveny kontejnery, do kterých bude kontaminované vrtné jádro ukládáno, jejich odvoz proběhne po ukončení vrtných prací. Celkem předpokládáme vznik cca 0,5 t zemin kontaminovaných ftaláty.

#### **5.5.3. Systém čištění kontaminovaných podzemních vod**

Čištění vod bude probíhat ve dvou stupních. Prvním stupněm bude dekontaminační stanice s gravitačně-sorpčním odlučovačem dimenzovaným na průtok cca 2,0 l/s. Tyto podzemní vody budou dále použity pro potřeby míchání s aplikovanými roztoky.



Čerpaná znečištěná podzemní voda bude ze širokoprofilových studní v záchytném drénu systémem rozvodů nejdříve přivedena do plastové 2 m<sup>3</sup> akumulární nádrže, ve které dojde k oddělení hrubého sedimentu. Z této AKU nádrže bude voda přečerpávána horizontálním čerpadlem do plastového gravitačně-sorpčního odlučovače s hladinovým diskovým odlučovačem, kde dojde k odstranění fáze ftalátů a usazení případného dalšího sedimentu. Dále bude takto předčištěná podzemní voda svedena gravitačně do 3 ks 1 m<sup>3</sup> plastových akumulárních nádrží s náplní fibroilu, kde dojde k dočištění zbytkové kontaminace a dále do sběrné plastové akumulární nádrže, ze které bude dekontaminovaná voda pomocí horizontálního čerpadla a rozdělovače vody přečerpávána do průtočného bioreaktoru, nebo zásobní nádrže na vodu, k přípravě zasakovacích roztoků.

Druhý stupeň čištění bude probíhat přes **průtočný bioreaktor**, kde dojde k obohacení vod o degradující mikroflóru. Tyto vody budou použity pro promývání horninového prostředí. Průtočný bioreaktor o min. objemu 20 m<sup>3</sup> bude opatřen nornými stěnami, provzdušňovacím systémem, voštinovými nosiči biomasy, dávkovači živin a zabezpečením pro zajištění optimálních životních podmínek bakteriím. V průtočném bioreaktoru bude docházet ke zdržení předčištěvané vody v délce 8 hodin. Následně budou tyto předčištěné podzemní vody obsahující kontaminant degradující bakterie aplikovány do horninového prostředí skrze zasakovací systém.

Lokalizace záchytného drénu, horizontálních vrtů, širokoprofilových studní a systému čištění kontaminovaných podzemních vod je uvedena v příloze č. 6C této projektové dokumentace.

#### **5.5.4. Systém pro zasakování roztoků a jejich přípravu**

Zapouštění veškerých kapalných roztoků bude vyžadovat realizaci systému rozvodů napojených na infiltrační objekty. Zapouštění jednotlivých roztoků by mělo být prováděno způsobem, který zaručí co nejvíce rovnoměrnou distribuci v ošetřovaném horninovém prostředí. Vzhledem k délce rozvodů, charakteru objektů pro infiltraci a heterogenitě horninového prostředí, je třeba roztoky dopravovat do rozvodů čerpadlem a regulovat průtok k jednotlivým zapouštěným objektům. Všechny rozvody budou vedeny v nezámrazné hloubce.

K přípravě zapouštěných roztoků surfaktantů a oxidačních činidel bude využita podzemní voda, po jejím přečištění v prvním stupni sanační stanice. Aby nebyla příprava roztoků a jejich infiltrace limitována nedostatkem vody, bude nutné na lokalitě instalovat akumulární nádrž na vodu o celkovém objemu nejméně 10 m<sup>3</sup>. Akumulární nádrž bude napojena na míchanou ředící nádrž o objemu 3 m<sup>3</sup>. Do míchané ředící nádrže budou dávkovány jednotlivé složky či jejich vodné roztoky (povrchově aktivní látka, oxidační činidla, katalyzátor). Potřebné koncentrace aplikovaných roztoků se dosáhne instalací dávkovacího čerpadla, které bude dávkovat jednotlivé složky do míchané ředící nádrže. Z míchané ředící nádrže budou roztoky dávkovány do rozvodů přepravním čerpadlem.

Jedním z uvažovaných oxidačních činidel je peroxodisíran sodný. Ten je dodáván jako krystalická látka. Míchaná ředící nádrž by proto měla být vybavena násypkou pro dávkování peroxodisíranu. Peroxodisíran se obvykle dodává v balení po 25 kg. Pro přípravu roztoků bude třeba vždy několik prvních desítek kilogramů čisté látky.

Dá se očekávat, že rychlost infiltrace se bude pohybovat od desetin po nejvýše první vteřinové litry za sekundu. Pro přípravu a dočasné umístění zapouštěných látek bude třeba krytý zabezpečený prostor přibližně o celkové ploše cca 15 m<sup>2</sup>. Oxidační činidla jsou látky podporující hoření. Prostor, kde budou umístěny před přípravou roztoků k infiltraci, musí být

proto odpovídajícím způsobem zabezpečen. Současně je třeba pamatovat na to, že velká část povrchově aktivních látek nesmí v zimním období zmrznout, protože se velmi rychle snižuje účinnost emulgátorů a dochází k rozdělování na jednotlivé složky směsi.

Možné uspořádání systému pro přípravu dávkovaných roztoků je uvedeno v příloze č. 8 této projektové dokumentace.

Roztoky, které budou připravovány pro chemickou oxidaci, jsou žíravé a korozivní. Některé běžně používané materiály pro rozvody, nádrže čerpadla jsou pro ně naprosto nevhodné, například černé železo, mosaz, pozink nevydrží. Vhodnými materiály pro trubní rozvod, tvarovky, regulační prvky a armatury jsou (odolnost při teplotě do 40°C):

PP	polypropylen
PE	polyethylen
PVDF	polyvinylidenefluorid

Pokud budou používány jiné než ručně ovládané regulační prvky, je vhodné použít membránové ventily nebo klapky odolné chemikáliím i mechanickým nečistotám.

Čerpadlo pro přepravu roztoků do rozvodu musí být chemicky odolné. Čerpadla na vodu nevydrží dlouho a výměna či oprava je nutná po velmi krátkém čase.

#### **5.5.5. Systém pro provoz aktivní bioremediace in situ**

Jednou z klíčových podmínek pro úspěšnou bioremediaci ftalátů je zajištění přísunu kyslíku přítomným degradujícím mikroorganismům. Po dobu aktivní bioremediace proto bude horninové prostředí provzdušňováno. K provozu air-spargingu bude sloužit 6 podélných hlubších horizontálních vrtů (hloubka 3,5 m p.t.). Množství vzduchu bude regulováno ventily u těchto jednotlivých vrtů samostatně.

Na lokalitě bude instalováno dmychadlo s výkonem min. 6 m<sup>3</sup>/min a tlakem 60 kPa. Dmychadlo bude sloužit k provzdušňování (aeraci) kontaminovaných vrstev tak, aby bylo zajištěno minimální potřebné množství kyslíku k požadovanému aerobnímu biodegradačnímu rozkladu přítomného znečištění. Délka trvání provzdušňování a jeho kvantita bude upřesněna skutečnými potřebami na lokalitě na základě monitoringu respiračních plynů a výsledků respiračních testů (viz monitoring).

Dále budou na lokalitu přepraveny bioreaktory o celkovém objemu min. 15 m<sup>3</sup> k přípravě biologického roztoku alochtonních mikroorganismů. Biologický roztok bude z bioreaktorů přečerpáván do obou systémů horizontálních vrtů (podélných i příčných) a přidavných vertikálních vrtů.

Příprava roztoku živin bude probíhat v mobilních nádržích o objemu 1 m<sup>3</sup> a aplikace do systému proběhne aplikačním čerpadlem. V případě potřeby větších objemů bude na lokalitě instalována přidavná míchací nádrž.

#### **5.5.6. Protihavarijní opatření v rámci sanačního zásahu in-situ**

Vzhledem k tomu, že v průběhu aktivního sanačního zásahu in-situ nelze vyloučit možnost úniku aplikovaných činidel do systému podzemních kanálů pod výrobní halou č. 201, je nutné před zahájením aplikací zajistit účinná protihavarijní opatření. Systém kanálů pod výrobní halou č. 201 ústí do podzemní jímky v SZ rohu tohoto objektu. Rozměry jímky

jsou 4,15x3,35 m a její hloubka se různí od 2,8 m do 5,3 m p.t. V současné době je jímka zděná, nezajištěná proti úniku jímaných vod do okolního horninového prostředí a podzemních vod, a proto bude nutné realizovat stavební úpravy.

Nezbytné stavební úpravy budou spočívat v odčerpání veškeré vody naakumulované v jímce (předpokládá se, že se jedná o vodu nekontaminovanou, kterou je možno přecerpat do kanalizace). Předpokládané množství nekontaminovaných vod je cca 15 m<sup>3</sup>. Následně bude povrch stěn a dna jímky upraven stěrkováním a dále opatřen speciálním nátěrem odolným proti chemickým látkám. Nátěr bude realizován v 1 vrstvě základní barvy a 3 vrstvách nátěru odolného proti chemickým látkám. Celková plocha upraveného povrchu činí, dle dostupných podkladů, 90 m<sup>2</sup>.

Do takto upravené protihavarijní jímky bude osazeno čerpadlo z chemicky odolného materiálu, které bude rozvody napojeno na sanační stanici. V případě vzniku havarijní situace budou jímané roztoky přečerpávány zpět na sanační stanici.

## **5.6. Aplikace sanačních metod in-situ a sanační čerpání podzemních vod**

Vzhledem ke stáří kontaminace (a tím rozsahu sorpce, zvětrání, chemickým změnám polutantu apod.), geologickým a hydrogeologickým podmínkám na lokalitě, bude pro odstranění znečištění pod halou 201 a v jejím těsném okolí nejvýhodnější kombinovat vymytí předmětného kontaminovaného horninového prostředí roztoky s povrchově aktivní látkou, následné čištění řízenou bioremediací *in situ* a sekvenční chemickou oxidací zaměřenou na destrukci ftalátů v problematických místech.

Doprovodnými sanačními zákroky po celou dobu sanace *in situ* bude ochranné a sanační čerpání a zasakování předčištěných podzemních vod (gravitačně-sorpční odlučovače) obohacených o polutant degradující mikroorganismy (intenzifikace předčišťování vod biologickou technologií, podpora biologických degradačních procesů na lokalitě). V místech mezi halou a hranicí areálu bude kontaminovaná zemina odtěžena (tam, kde to bude technicky možné).

### **5.6.1. Předpoklady pro výpočty a provedení sanace**

Pro výpočty spotřeby materiálů a rozsahu sanačního zákroku in-situ pod výrobní halou č. 201 a v jejím bezprostředním okolí i jeho technické provedení se vycházelo z následujících předpokladů:

- Znečištění je rozšířeno jak v nesaturované tak saturované zóně. Hloubkové rozšíření polutantů se pohybuje v rozmezí od 1,0 do 4,0 m pod terénem. Zasažená plocha kontaminací je přibližně 40 m x 60 m a je v jihozápadní části objektu č. 201 a v jižním a východním okolí této haly.
- Kontaminovaný objem horninového prostředí pod výrobní halou je přibližně 40 m x 60 m x 3 m = 7 200 m<sup>3</sup>.
- Hladina podzemní vody v kontaminované oblasti haly 201 se pohybuje kolem 2,5 až 3,2 m pod terénem, v průměru 3,0 m (na základě četnosti).
- Pórový objem kontaminované oblasti činí 2 160 m<sup>3</sup> (porosita 30 %).
- 18 vrtů vodorovných kolmých na delší stěnu haly, d = 200 mm, využitelná délka cca 30 m

- 4 vrty vodorovné kolmé na čelní stěnu haly,  $d = 200$  mm, využitelná délka cca 30 m
- 5 vrtů kolmých v hale,  $d = 200$  mm,

### 5.6.2. Sanační čerpání a čištění kontaminovaných podzemních vod

V zájmové lokalitě se předpokládá vybudování záchytného drénu po obvodě ošetřované haly, jehož hlavní funkcí bude zabránit migraci znečištění a aplikovaných činidel (viz kap. 6.6.). Kontaminované podzemní vody budou jímány tímto obvodovým drénem vybudovaným podél SZ, JZ a J strany výrobní haly. Čerpání vod bude probíhat z 21 širokoprofilových studní vybudovaných v tomto drénu a osazených čerpadly. Počet aktuálně čerpaných objektů bude řízen na základě aktuálního vývoje sanačního zásahu. Celkové množství čerpaných vod bude dosahovat maximálně 2 l/s.

Čištění čerpaných vod bude probíhat ve dvou stupních. Nejprve budou kontaminované vody přiváděny do gravitačně-sorpčního odlučovače, kde dojde k mechanickému předčištění podzemních vod na koncentrační limity. Tyto vody budou použity dále pro míchání zasakovaných roztoků v rámci jednotlivých etap sanace in-situ. Podzemní vody, které budou zasakovány zpět do horninového prostředí v rámci promývání, budou dále v druhém stupni dočištěny přes **průtočný bioreaktor** (min objem  $20 \text{ m}^3$ ), ve kterém bude pomocí mikrobiálního procesu odstraňováno zbytkové znečištění a současně budou podzemní vody obohaceny o kontaminant degradující mikroorganismy.

### 5.6.3. Vymytí povrchově aktivní látkou

Aplikace povrchově aktivní látky do horninového prostředí má pro průběh sanace několik pozitivních a účinnost podporujících důsledků. Jednak při správné volbě povrchově aktivní látky lze dosáhnout zvýšené rozpustnosti ftalátu v podzemní vodě. Rozpustnost diethylhexylftalátu (DEHP) ve vodě při  $20^\circ\text{C}$  je  $3 \times 10^{-5} \text{ g.l}^{-1}$ , to odpovídá koncentraci  $0,03 \text{ } \mu\text{g.l}^{-1}$ . Nicméně rozpustnost DEHP ve vodě se uvádí ve velmi širokém rozmezí ( $0,0006 - 1,3 \text{ mg.l}^{-1}$  při  $20^\circ\text{C}$ ) a souvisí s tvorbou koloidních shluků ve vodě, která může přispívat ke stanovení vyšších koncentrací. Proto při stanovení vyšších koncentrací DEHP v podzemní vodě se nemůže jednat o rozpuštěný diethylhexylftalát, ale musí to být ftalát sorbovaný na pevné částice, volná fáze ve formě koloidu apod.

Vymytí povrchově aktivní látkou rovněž přispívá k rušení sorpčních vazeb a tím ke zpřístupnění polutantu pro intenzivní biodegradaci, resp. chemickou oxidaci. Dalším pozitivním důsledkem aplikace povrchově aktivní látky je emulsifikace a pseudorozpouštění polutantu, které rovněž přispívají k jeho mobilizaci a zpřístupnění pro eliminaci jinými metodami, například sanačním čerpáním (Franzetti a kol., 2010). V případě vymývání ftalátů je nezbytné pracovat s vyššími koncentracemi povrchově aktivní látky než je obvyklé především proto, že vymývání sorbovaných a zvětralých ftalátů je obtížné vzhledem k vlastnostem molekul a tvorbě koloidních shluků (Kalmykova a kol., 2013).

Aby bylo vymytí povrchově aktivní látkou účinné i v méně příznivých geologických podmínkách a nehomogenním horninovém prostředí, je třeba použít větší počet vymývacích cyklů. Aby tak bylo dosaženo požadovaného efektu v ekonomicky únosné míře, byla zvolena sanační strategie s celkem třemi cykly zahrnujícími promytí  $2 \times 2$  pórových objemů a  $1 \times 1$  pórového objemu se zvyšující se koncentrací povrchově aktivní látky. Množství potřebného surfaktantu potom bylo odvozeno na základě ošetřovaného objemu horninového prostředí (plocha  $60 \times 40$  m při mocnosti 3 m), porozitě 0,3 a koncentraci zapouštěného

roztoku od 0,5% přes 0,75% až 1,0%. Při těchto vstupních parametrech dosahuje množství potřebného činidla 75,6 tun. Do celkového množství je však potřeba zahrnout ztráty sorpcí a chemickými reakcemi, které mohou činit až 50%. Celkové množství PAL proto bude dosahovat 113 tun. Vymytí horninového prostředí povrchově aktivní látkou bude provedeno ve třech etapách, každá etapa bude mít čtyři vymývací kola. Po zapuštění roztoku povrchově aktivní látky v každém kole bude následovat zapuštění předčištěné podzemní vody, aby bylo dosaženo podpory transportu a vymytí ftalátů. Zapuštění větších objemů podzemní vody se dosáhne podpora proudění podzemní vody a vyplavování polutantů uvolněných působením povrchově aktivní látky. Odčerpávání bude probíhat především z ochranného drénu.

#### **5.6.4. Aktivní aerobní bioremediace in-situ**

Po promytí horninového prostředí povrchově aktivními látkami dojde v horninovém prostředí k desorpci masivní kontaminace, která bude nyní přístupná pro biodegradaci a remediaci DEHP. Dle výsledků standardních testů biodegradability je DEHP v neztvrdělé a dobře přístupné formě snadno biologicky degradovatelný.

Ukázalo se, že ftaláty a vznikající intermediáty jsou degradovány různými bakteriálními kmeny v zeminách i podzemních vodách. Metabolická cesta degradace ftalátů optimálně za aerobních, omezeně i za anaerobních podmínek, začíná hydrolýzou esterů a vytvořením monoesteru a odpovídajícího alkoholu. Za přístupu kyslíku probíhá dále enzymatická degradace monoesterů na ftalickou kyselinu a z ní vzniká buď 3,5- nebo 4,5-dihydroxyftalát a následně protokatechuát. Rozštěpení aromatického kruhu protokatechuátu probíhá dvěma cestami: ortho- nebo metaštěpením. Rozštěpením v poloze ortho vzniká formace pyruvátu a oxalacetátu, meta štěpením vzniká  $\beta$ -ketoadipát, z kterého později vzniká acetylCoA a sukcinát. Rychlost degradace se snižuje s nárůstem uhlíkového řetězce a s klesající teplotou.

Bioremediační technologie využívá aktivity konkrétního kontaminant degradujícího alochtonního mikroorganismu ke konverzi kontaminujících látek na sloučeniny, kterou nejsou škodlivé životnímu prostředí ani člověku. Vlastní biotechnologie potom spočívá ve stimulaci těchto degradujících mikroorganismů využívajících přítomné znečištění jako jediný zdroj uhlíku a energie ve všech částech sanovaného prostoru. Tyto vybrané mikroorganismy jsou pomnoženy/stimulovány a následně jako inkulum aplikovány do sanovaných prostor. Aktivně řízenou bioremediační činností tak dojde k odbourávání (biologickému rozložení) ftalátů. Pro zdárný průběh biodegradace je nutné vytvořit a udržovat na lokalitě optimální podmínky, tj. dostatek kyslíku a živin. Rychlá stimulace biodegradace je nutná na počátku prací - dochází tak k minimalizaci lag-fáze biodegradace a tím rychlému startu bioremediačních procesů. Na základě výsledků průběžného monitoringu budou intenzifikovány případné oblasti stagnace bioremediačního procesu rozkladu přítomného znečištění.

Dostatek základních nutrientů - dusíku a fosforu - je jednou ze základních podmínek úspěšné bioremediační činnosti. Důležitost přítomnosti dusíku a fosforu je zejména při zahájení bioremediační činnosti, kdy dochází k výraznému nárůstu počtu mikroorganismů. Později se jejich potřeba mění (snižuje se potřeba N, zvyšuje potřeba P) a zejména se celkově snižuje (již kultivované mikroorganismy dokáží potřebné „stavební“ prvky využívat opakovaně v rámci své biomasy). Využívá se jen takových nutrientů (hnojiv), která jsou schválena státní zkušebnou č. 217.

Kapalná média (roztok alochtonních degradujících mikroorganismů a roztoky živin) budou do sanovaných vrstev nesaturované a satureované zóny aplikována prostřednictvím

systému horizontálních podélných vrtů, horizontálních příčných vrtů (při odstávce air-spargingu) a vertikálními vrty, viz níže. Pro přípravu aplikačních roztoků bude využívána přečištěná voda. Kapalná média se do kontaminovaného prostoru budou začerpávat tlakově, příp. dle možností nebo potřeb také gravitačně. Množství aplikovaných médií bude evidováno ze známých objemů aplikační nádrže. Požadavky na aplikovaná množství budou vyplývat z monitoringu - dává se pouze takové množství nutrientů, které mikroorganismy v rámci řízené bioremediační činnosti spotřebují (nedochází tedy k negativnímu ovlivnění životního prostředí a zatížení prostředí cizorodými látkami).

Pro nejefektivnější a nejrychlejší rozklad ftalátů je nutno v horninovém prostředí zajistit dostatek kyslíku.  $O_2$  vstupuje do reakce jako terminální akceptor elektronů (bakterie vdechují  $O_2$ , rozkládají ftaláty a vydechují  $CO_2$ ). V případě nedostatku  $O_2$  mohou být při sanaci využívány náhradní akceptory elektronů  $NO_3^- \gg Mn^{IV} \gg Fe^{III} \gg SO_4^{2-}$ , tyto jsou však jednoznačně méně efektivní (pomalejší průběh degradace). Z těchto důvodů je třeba kontaminované polohy dostatečně saturovat vzdušným kyslíkem.

Vzdušný kyslík bude do sanovaných vrstev aplikován dmychadlem prostřednictvím hlubších horizontálních podélných vrtů (5 ks) v centru sanované oblasti.

#### Aplikované látky:

V rámci biotechnologie tak bude do horninového prostředí aplikováno inokulum alochtonních mikroorganismů schopných degradovat ftaláty. Inokulum bude obsahovat pouze vybrané otestované mikrobiální kmeny, které patří dle hodnotících kritérií WHO do skupiny s malou pravděpodobností vyvolat onemocnění u lidí nebo zvířat.

Celkové množství inokula aplikovaného do horninového prostředí vlastní bioremediace *in situ* bude dosahovat cca 3 200 m<sup>3</sup> a bude aplikováno etapovitě, resp. dle vývoje znečištění a také klimatických podmínek (větší objemy budou do horninového prostředí přivedeny častěji aplikací přes léto, menší naopak přes chladnější měsíce roku).

Obdobně budou aplikovány i zředěné roztoky živin v podobě obecně používaných zemědělských hnojiv v celkovém množství cca 360 m<sup>3</sup> (tj. cca 10 m<sup>3</sup> roztoku měsíčně, přičemž konkrétní jednotlivé aplikace se budou řídit dle výsledků technologického monitoringu).

Tabulka 21. - Sumarizující tabulka množství aplikovaných látek v rámci bioremediace *in situ*

Aplikované látky	Množství
Rožtok živin	360 m <sup>3</sup>
Biologicky aktivní rožtok	3 200 m <sup>3</sup>

#### 5.6.5. Sekvenční chemická oxidace

Chemická oxidace ftalátů je účinný proces eliminace vysokých koncentrací diethylhexylftalátu z horninového prostředí. Do uvažované koncepce sanace je zařazena jako metoda sanace tzv. problematických míst, které vyplynou z průběžného monitoringu probíhajících prací.

Vzhledem k tomu, že pod značnou částí haly se nachází navážky, které mohou obsahovat i stavební odpady včetně omítek a malty, je možné, že bude třeba zvýšené množství látek pro regulaci pH v případě, že použité oxidační činidlo potřebuje optimalizaci pH. Vysoký obsah uhličitánů, pokud bude prokázán, může zvyšovat spotřebu některých

oxidačních činidel až několikanásobně (The Colorado Department for Labor and Employment, 2007). Na tuto skutečnost je třeba při návrhu postupu i odhadu spotřeb oxidačních činidel pamatovat.

Pro maximální efektivitu se provedení sekvenční chemické oxidace předpokládá ve čtyřech etapách. Každá etapa zahrnuje 6 zapouštěcích kol s technologickými přestávkami. Ukončení technologických přestávek by mělo být prováděno na základě měření technologických parametrů a dosažení stanovených technologických hodnot (technologické maximum nebo minimum zvoleného parametru pro řízení procesu).

Sanační zásah bude koncipován jako dvoufázový. V první fázi bude použita Fentonova oxidace s modifikovaným katalyzátorem a následovat bude ve druhé fázi aplikace oxidace peroxodisíranem sodným aktivovaným železnatým iontem a peroxidem vodíku. Toto dvoustupňové uspořádání je zvoleno proto, že každé oxidační činidlo kromě vlastní chemické oxidace může působit dalšími podpůrnými činnostmi.

Celá sekvenční chemická oxidace je rozdělena do čtyř etap.

I. a II. etapa je založena na chemické oxidaci Fentonovým činidlem s modifikovaným katalyzátorem (radikálová oxidace), III. a IV. etapa využívá chemickou oxidaci peroxodisíranem sodným aktivovaným peroxidem vodíku a železnatým iontem. Toto rozdělení a sekvence byly vybrány z několika důvodů:

- i) Fentonovo oxidační činidlo podporuje desorpci polutantů,
- ii) Fentonovo oxidační činidlo spolehlivě oxiduje ftaláty a to i zvětralé. Potvrdily to výsledky zkoušek prováděných v naší laboratoři i mnoha dalšími (Wongniramaikul a kol., 2007, Al-Tawabini, 2003, Esmaeli a kol., 2011)
- iii) Působením Fentonova oxidačního činidla se omezuje i možnost vzniku reboundingu
- iv) Oxidace ftalátu Fentonovým činidlem vede k totální mineralizaci

III. a IV. etapa chemické oxidace musí být provedena s určitým časovým odstupem po etapách I. a II., protože je třeba po redukci koncentrace ftalátů v podzemní vodě dosáhnout vyrovnání rovnováhy mezi zbytky sorbovaného a rozpuštěného znečištění. Bude se již jednat jen o malé koncentrace ftalátů, které je však třeba odstranit, protože jinak by došlo k adsorpci a absorpci na a do hornin a navážek, což by vedlo k dlouhodobému přetrvávání polutantu v horninovém prostředí a k jeho uvolňování v budoucnosti. Použití peroxodisíranu je s ohledem na odstraňování nižších koncentrací znečištění výhodné v tom, že reakce neprobíhají bouřlivě a peroxodisíran přetrvává v horninovém prostředí dlouhou dobu (až 21 dnů). Aktivace peroxidem vodíku bude použita proto, že zaručuje vznik hydroxylových a síranových radikálů, které jsou pro oxidaci ftalátů výhodnější (He, 2010).

Celková projektovaná spotřeba chemických činidel je uvedena v následující tabulce.

Tabulka 22. - Sumarizující tabulka množství aplikovaných látek v rámci chemické oxidace in situ

činidlo	množství
Peroxid vodíku 35 %hm.	66 t
Peroxodisíran sodný	6,5 t
Modifikovaný katalyzátor	2 045 kg

#### **5.6.6. Monitorovací objekty pro vyhodnocování sanačního zásahu in-situ**

Celý proces aktivních sanačních prací bude průběžně řízen odpovědným řešitelem na základě výsledků realizovaného monitoringu. Monitoring je nesmírně důležitý pro posuzování účinnosti sanačních prací, slouží jako podklad pro případnou úpravu množství aplikovaných látek apod. Pro realizaci monitoringu budou využity jednak stávající HG vrty, které bude potřeba posílit dalšími monitorovacími objekty, v tomto případě monitorovacími sondami průměru 60 mm, hl. 5 – 6 m p.t. Sondy budou realizovány jak uvnitř haly, tak v jejím bezprostředním okolí.

##### *Monitorovací sondy*

Pro potřeby monitoringu bude vyhloubeno celkem **25 monitorovacích sond**. Sondy budou realizovány jádrově-rotacím vrtáním pomocí přenosné vrtné soupravy, umožňující práci ve velmi omezených prostorách, s ocelovou výstrojí 5/4 do hloubky 5 m p.t., s 15% perforací od úrovně naražené hladiny podzemní vody k bázi (cca 2 - 5 m).

Sondy budou pomocí přenosné vrtné soupravy, průměr vrtání 63 - 55 mm. Výstroj bude tvořit ocelová pažnice rozměru 5/4 (40 mm) do hloubky 5 m p.t. s 15% vrtanou perforací prům. 4 mm - v úseku od úrovně naražené hladiny podzemní vody k bázi sondy (cca 2 - 5 m). V úseku nad perforací bude sonda zatěsněna.

Případně lze sondy realizovat pomocí přenosné penetrační soupravy, která bude přímo zarážet připravené perforované ocelové pažnice průměru 40 mm do konečné hloubky.

V ohnisku kontaminace uvnitř haly budou dle dispozic vyhloubeny 4 monitorovací sondy (ozn. 1 - 4).

Další monitorovací sondy budou realizovány vně podél budovy - celkem 15 ks sond mezi budovou a drénem - 5 ks podél SV rohu haly (ozn. 5 - 9), 5 ks podél J okraje haly (ozn. 10 - 14), 5 ks sond podél JV a V okraje (ozn. 15 - 19).

Dalších 6 ks monitorovacích objektů (ozn. 20 - 25) by mělo být umístěno vně ochranné rýhy od haly, mezi rýhu a Důlní potok.

Technických parametry monitorovacích sond:

Monitorovací sondy: 25 ks do 5 m

průměr vrtání: 63 - 55 mm

průměr výstroje: 5/4 (40 mm)

materiál výstroje: ocel

perforace: vrtaná (prům. 4 mm), 15%, interval cca 2 - 5 m p.t.

ukončení zhlaví: šroubový uzávěr

Technické výkresy monitorovacích a respiračních sond je součástí přílohy č. 7B.

Lokalizace těchto monitorovacích objektů je uvedena v příloze č. 6B této projektové dokumentace.



### *Monitorovací respirační sondy*

Pro potřeby provádění monitoringu půdního vzduchu v rámci bioremediace *in situ* bude na lokalitě realizováno **5 ks respiračních sond**. Sondy budou předvrtány a vystrojeny pomocí přenosné vrtné soupravy, umožňující práci ve velmi omezených prostorách, do hloubky 1,5 m s průměrem plastové výstroje 15 mm. Ústí respiračních sond bude vybaveno odběrovými ventily pro možnost odsávání vzorků půdního vzduchu - bude sledována koncentrace kyslíku, oxidu uhličitého a metanu v půdním vzduchu.

Celkem 3 sondy budou realizovány v hale (v ohnisku v jižní části haly), další sonda vně budovy v bezprostřední blízkosti J okraje haly a poslední sonda bude mimo sanovanou oblast pro monitoring pozadřových hodnot. Umístění jednotlivých sond bude provedeno dle místních dispozic a omezení.

Technické parametry respiračních sond:

<u>Respirační sondy:</u>	5 ks do 1,5 m
průměr vrtání:	55 mm
průměr výstroje:	1/2" (20 mm)
materiál výstroje:	plast PP
perforace:	řezaná (prům. 0,6 mm), 15%, interval 1,1 - 1,5 m p.t.
ukončení zhlaví:	odběrový ventil

Lokalizace respiračních sond je uvedena v příloze č. 6B této projektové dokumentace.

Technické výkresy monitorovacích a respiračních sond je součástí přílohy č. 7B.

## **5.7. Těžba kontaminovaných zemin**

Odtěžení kontaminovaných zemin v prostoru mezi halou č. 201 a Důlním potokem je nezbytnou součástí navrhovaných sanačních opatření z důvodu omezení dalšího vyluhování kontaminantů nasorbovaných na částicích zemin do podzemních vod.

Těžba kontaminovaných zemin proběhne v prostoru vymezeném na základě výsledků předsanačního průzkumu. Pro potřeby této projektové dokumentace předpokládáme těžbu kontaminovaných zemin na ploše cca 1 000 m<sup>2</sup> v hloubkovém intervalu 2-4 m p.t., který odpovídá kolísání hladiny podzemní vody.

Před zahájení těžebních prací bude v celé předpokládané ploše výkopu provedena demolice zpevněného povrchu. Vzniklá nekontaminovaná suť bude odvezena k odstranění na skládku příslušné kategorie. Pro potřeby odstranění bude odebrán 1 směsný vzorek suti, ve kterém bude provedeno stanovení dle vyhl. č. 295/2005 Sb., příloha č. 2, tab. 2.1. a stanovení TOC. Předpokládáme vznik cca 320 t nekontaminovaných sutí.

V první fázi prací bude provedena skrývka vrchní vrstvy nekontaminovaných zemin v hloubkovém horizontu 0-2 m p.t. Tato zemina bude odvezena na mezideponii ve vzdálenosti do 10 km a po ukončení těžby kontaminovaných zemin použita ke zpětnému závozu vzniklého výkopu. Předpokládáme skrývku cca 2 000 m<sup>3</sup> nekontaminovaných zemin.

V návaznosti na skrývku bude provedena těžba kontaminovaných zemin v hloubkovém intervalu 2-4 m p.t. Kontaminovaná zemina bude rovnou nakládána na nákladní

automobily a odvážena k odstranění biodegradací. Celkem předpokládáme vznik cca 3 400 t zemin kontaminovaných ftaláty.

Vzhledem k tomu, že těžba kontaminovaných zemin bude probíhat jak v blízkosti povrchové vodoteče, tak pod úrovní hladiny podzemní vody, předpokládáme v průběhu těžebních prací čerpání kontaminovaných vod z výkopu. Dno jednotlivých částí výkopu bude vždy vyspádováno do jednoho bodu, kde bude instalována sběrná jímka o objemu cca 10 m<sup>3</sup>. Z této jímky budou vody čerpány pomocí autocisterny a rovnou odváženy k externímu odstranění mimo lokalitu. Celkem předpokládáme odstranění cca 200 m<sup>3</sup> vod kontaminovaných ftaláty.

Po provedení koncového monitoringu stěn a dna výkopu bude přistoupeno k hutněnímu závozu. Vzhledem k tomu, že po ukončení sanačních prací budou obnoveny zpevněné povrchy využívané pro dopravu a manipulaci, bude hutněný závoz probíhat ve vrstvách o mocnosti max. 0,5 m a hutněny na Edef2 min. 30MPa. K závozu budou využity nekontaminované zeminy uložené na mezideponii v areálu. K doplnění záporné materiálové bilance vzniklé odvozem kontaminovaných zemin budou využity vhodné materiály splňující podmínky vyhlášky č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu ve znění vyhlášky č. 61/2010 Sb. Celkem předpokládáme dovoz cca 3 400 t zásypového materiálu.

Předpokládaný rozsah plánovaných těžebních prací je uveden v příloze č. 9A této projektové dokumentace.

#### **5.8. Obnovení zpevněných povrchů a likvidace monitorovacích a sanačních objektů po ukončení aktivního sanačního zásahu**

Zpevněné povrchy budou obnoveny jednak v prostoru těžby kontaminovaných zemin mezi výrobní halou a Důlním potokem a dále v prostoru vybudovaného ochranného drénu. Zpevněné plochy budou obnoveny v původním rozsahu, tzn. v provedení z asfaltové hmoty tl. 7 cm. Pro potřeby zpracování projektové dokumentace předpokládáme obnovení zpevněných ploch na rozloze 1 200 m<sup>2</sup>. Práce budou zahrnovat doplnění podkladového materiálu a přehutnění, pokládku asfaltové hmoty tl. 7 cm, řezání a dobourání obvodu výkopu, zalití spáry a krajnice.

Po ukončení aktivního sanačního zásahu budou likvidovány všechny monitorovací a sanační objekty, které nebudou součástí systému postsanačního monitoringu. Ze systému aktivního sanačního zásahu zůstanou zachovány podzemní rozvody pod výrobní halou a v prostoru ochranného drénu.

Horizontální vrty pod výrobní halou č. 201 budou ponechány na lokalitě i po ukončení aktivního sanačního zásahu. Zhodnocení vlivu těchto horizontálních vrtů na statiku výrobní haly č. 201 je součástí přílohy č. 7A této Projektové dokumentace.

Celkem předpokládáme likvidaci následujících objektů:

- 16 ks širokoprofilových studní v ochranném drénu
- 5 ks zapouštěcích objektů uvnitř haly
- 25 ks monitorovacích sond uvnitř haly a v jejím okolí
- 5 ks respiračních sond uvnitř haly i v jejím okolí

- 13 ks monitorovacích vrtů řady MV
- 15 ks monitorovacích vrtů a sond realizovaných v minulosti

U širokoprofilových sanačních studní budou sejmuty poklopy a poslední skruž. Následně budou studny zasypány vhodným inertním materiálem s přehutněním svrchní vrstvy

Likvidace sond a zapuštěných objektů bude provedena v souladu se směrnicí ČGÚ č. 8/1985, a to následovně:

- bude změřena aktuální hloubka vrtu a úroveň hladiny podzemní vody
- bude odstraněno zhlaví vrtu
- zárubnice (PE, PVC, ocel) bude odkopána do hloubky 0,5 m p.t. a odstraněna (vytažena, popř. odříznuta)
- stvol vrtu do úrovně 2,0 m p.t. bude vyplněn zásypem čistého kameniva, praného písku apod.
- stvol sondy v úseku 2,0 – 0,5 m p.t. bude zacementován, v případě vyšší úrovně hladiny podzemní vody bude cementace provedena k hladině
- dno výkopu bude v mocnosti 0,1-0,2 m zacementováno, cementace bude plynule navazovat na těsnění stvolu sondy níže
- výkop bude zasypán vytěženou zeminou, zásyp zhutněn a terén upraven

O průběhu likvidace sond bude vedena předepsaná dokumentace – pracovní deník a fotodokumentace. Budou zaznamenány veškeré naměřené hodnoty, zejména hloubky zjištěné při jednotlivých fázích likvidace a objemy spotřebovaného materiálu.

## **6. MONITORING SANAČNÍCH PRACÍ**

V následujících kapitolách jsou popsány jednotlivé druhy monitoringu, které budou realizovány v rámci celého aktivního sanačního zásahu.

### **6.1. Vzorkování v rámci realizace předsanačního monitoringu**

Odběry vzorků v rámci předsanačního průzkumu budou realizovány jednak z nevystrojených sond a dále v rámci realizaci vystrojených hydrogeologických objektů.

Cílem realizace sítě nevystrojených sond je určit plošný a prostorový rozsah kontaminace zemin řtálátý v prostoru mezi výrobní halou a Důlním potokem. Z tohoto důvodu budou odebírány směsné vzorky zemin, které budou reprezentovat vždy hloubkový interval o mocnosti 1 m. Vzorky budou připraveny z minimálně 5-ti bodových odběrů z daného úseku vrtného jádra, výsledné množství vzorku pak bude, po důkladném promísení, upraveno kvartací. Takto připravené vzorky budou umístěny do vzorkovnice dodané laboratoří pro daný typ stanovení a v nejkratším možném termínu dopraveny do akreditované laboratoře.

Cílem realizace linie vystrojených hydrogeologických objektů podél břehu Důlního potoka je mapovat případný postup kontaminace v průběhu aktivního sanačního zásahu směrem k povrchové vodoteči. Z těchto objektů předpokládáme odběr směsných vzorků zemin z hloubkového intervalu reprezentujícího zónu kolísání hladiny podzemní vody. Vzorky budou odebrány a připraveny stejně, jako u nevystrojených sond.

Celkem předpokládáme, v rámci realizace předsanačního průzkumu, následující rozsah vzorkovacích a analytických prací:

- odběr 110 ks směsných vzorků zemin z vrtných jader
- stanovení 108 ks řtálátů v rozsahu DEHP, DBP
- stanovení 2 ks výluhu dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha 2, tabulka 2.1. z důvodu následného odstranění odpadů
- stanovení 2 ks TOC z důvodu následného odstranění odpadů

### **6.2. Vstupní monitoring kvality podzemních a povrchových vod**

Vzhledem k předpokládanému časovému odstupu mezi zpracováním projektové dokumentace a realizací vlastního sanačního zásahu bude nutno získat aktuální data o stavu kontaminace podzemních a povrchových vod řtálátý. V rámci vstupního monitoringu předpokládáme vzorkování podzemních vod z nových objektů řady MV-6 až MV-13, a dále ze stávajících objektů MV-1 až MV-5, GHV-1,4/III,5 a ZVS 1 a vzorkování povrchových vod na 3 profilech Důlního potoka.

Celkem předpokládáme, v rámci realizace vstupního monitoringu podzemních a povrchových vod, následující rozsah vzorkovacích a analytických prací:

- 17 ks ověření výskytu volné fáze na hladině podzemní vody
- 20 ks záměry hladin podzemních a povrchových vod
- odběr 17 ks dynamických vzorků podzemních vod z dostupných objektů

- odběr 3 ks statických vzorků povrchových vod na profilech nad ohniskem kontaminace, u výrobní haly 201 a na výstupu povrchových vod z kontaminovaného území
- stanovení 20 ks ftalátů v rozsahu DEHP, DBP

Přítomnost (a případně mocnost) fáze ftalátů na hladině podzemní vody bude sledována následovně: Odběry vzorků podzemních vod z jednotlivých monitorovacích objektů budou prováděny staticky pomocí zonálního vzorkovače. Následně budou přelity do odměrného válce. Za výskyt fáze ftalátů na hladině podzemní vody bude považována skutečnost, že tyto látky tvoří na hladině vody v odměrném válci souvislou vrstvu.

Vzorky budou, ve vzorkovnicích určených pro daný typ stanovení, v nejkratším možném termínu dopraveny do akreditované laboratoře.

### **6.3. Vzorkování v průběhu realizace ochranného drénu a horizontálních vrtů**

V průběhu realizace ochranného drénu vedoucího po obvodu výrobní haly č. 201 je předpokládán vznik zemin kontaminovaných ftaláty. Z důvodu ověření míry kontaminace zemin a určení způsobu dalšího nakládání s nimi budou v průběhu těžebních prací odebírány směsné vzorky těžených zemin. Směsné vzorky budou připraveny tak, aby vždy 1 vzorek reprezentoval cca 50 t kontaminovaných zemin. Každý směsný vzorek bude připraven z minimálně 5-ti bodových odběrů a po důkladném promísení bude konečné množství vzorku upraveno kvartací na množství požadované laboratoří.

V průběhu realizace ochranného drénu předpokládáme vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- odběr 8 ks směsných vzorků zemin
- stanovení 7 ks ftalátů v rozsahu DEHP a DBP
- stanovení 1 ks výluhu dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha č. 2, tab. 2.1. a TOC pro potřeby následného nakládání s odpady

V průběhu realizace horizontálních i vertikálních vrtů pod výrobní halou č. 201 bude nutno získat informace o stupni kontaminace horninového prostředí pod halou, které budou následně využity pro optimalizaci sanačního zásahu in-situ. Z tohoto důvodu budou v průběhu vrtných prací odebírány vzorky vrtných jader. Směsné vzorky budou připraveny tak, aby vždy 1 vzorek reprezentoval cca 10 bm vrtného jádra. Každý směsný vzorek bude připraven z minimálně 5-ti bodových odběrů a po důkladném promísení bude konečné množství vzorku upraveno kvartací na množství požadované laboratoří.

V průběhu realizace vrtných prací pod výrobní halou č. 201 předpokládáme vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- odběr 97 ks směsných vzorků zemin
- stanovení 96 ks ftalátů v rozsahu DEHP a DBP
- stanovení 1 ks výluhu dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha č. 2, tab. 2.1. a TOC pro potřeby následného nakládání s odpady

Vzorky budou, ve vzorkovnicích určených pro daný typ stanovení, v nejkratším možném termínu dopraveny do akreditované laboratoře.

#### **6.4. Průběžný a koncový monitoring těžby kontaminovaných zemín**

V rámci demolice zpevněných povrchů bude pro potřeby určení následného nakládání se vzniklými odpady odebrán 1 směsný vzorek, ve kterém bude stanoven výluh dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha č. 2, tab. 2.1. a parametr TOC.

V průběhu těžby kontaminovaných zemín v prostoru mezi výrobní halou 201 a Důlním potokem bude probíhat odběr směsných vzorků zemín s cílem potvrdit kontaminaci odvážených nebezpečných odpadů ftaláty. Směsné vzorky budou připraveny tak, aby vždy 1 vzorek reprezentoval cca 50 t kontaminovaných zemín. Každý směsný vzorek bude připraven z minimálně 5-ti bodových odběrů a po důkladném promísení bude konečné množství vzorku upraveno kvartací na množství požadované laboratoří.

V průběhu těžby kontaminovaných zemín předpokládáme vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- odběr 70 ks směsných vzorků zemín
- stanovení 68 ks ftalátů v rozsahu DEHP a DBP
- stanovení 2 ks výluhu dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění, příloha č. 2, tab. 2.1. a TOC pro potřeby následného nakládání s odpady

Po ukončení těžby kontaminovaných zemín bude za účasti supervizní organizace proveden koncový monitoring stěn a dna výkopu. Vždy z 5-ti bodových odběrů bude připraven směsný vzorek zeminy, který bude reprezentovat plochu cca 20 m<sup>2</sup>, po důkladném promísení bude množství vzorku upraveno kvartací na množství požadované laboratoří.

V průběhu realizace koncového monitoringu předpokládáme vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- odběr 50 ks směsných vzorků zemín
- stanovení 50 ks ftalátů v rozsahu DEHP, DBP

#### **6.5. Průběžný monitoring sanace in-situ**

Monitoring v rámci řízení sanace bude dán konkrétní aplikovanou sanační technologií. Každá zvolená sanační technologie je jedinečná, a proto bude mít vlastní rozsah monitoringu s konkrétními specifickými ukazateli, četností monitoringu a počtem monitorovaných objektů.

Společným monitoringem pro celkový průběh sanace bude sledování kvality vod na vstupu a výstupu z dekontaminační stanice s četností 1x měsíčně (polutant DEHP).

Monitorovanými objekty budou vybrané stávající vrty na přítoku, v kontaminovaném prostoru i na odtoku ve směru k Důlnímu potoku, 25 ks monitorovacích sond a 5 ks respiračních sond.

Dále mohou být vzorky podzemní vody odebírány z ochranného drénu (3 ks) a z horizontálních vrtů pod hladinou podzemní vody (5 ks).

Celkový nejvyšší počet vzorků pro měření a analýzy v jednom monitorovacím kole tak činí 35 ks. Tento počet se bude lišit v závislosti na konkrétní technologii a vlastní etapě sanačního zásahu.

#### 6.5.1. Monitoring promývání povrchově aktivní látkou

Při vymývání povrchově aktivní látkou je hlavním technologickým parametrem sledování koncentrace této látky s několika pomocnými parametry. Při technologickém monitoringu budou ve vzorcích podzemní vody sledovány následující parametry:

- koncentrace povrchově aktivní látky
- CHSK<sub>Cr</sub>
- pH
- teplota
- koncentrace polutantů

Tabulka 23. - *Monitoring vymytí znečištění povrchově aktivními látkami*

Monitoring vymytí PAL	jeden.	I. ETAPA					II. ETAPA				
		úvod	I.	II	III	IV.	úvod	I.	II	III	IV.
Koncentrace PAL		35	35	35	35	35	35	35	35	35	35
CHSK(Cr)	ks	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
pH podzemní vody	ks	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
koncentrace DEHP	ks	24	-	-	-	-	24	-	-	-	-
Monitoring vymytí PAL	jeden.	III. ETAPA					Monitoring po ukončení aplikace PAL				součet
		úvod	I.	II	III	IV.	14 dnů	28 dnů	56 dnů	75 dnů	
Koncentrace PAL		35	35	35	35	35	25	25	25	25	625
CHSK(Cr)	ks	15	15	15	15	15		25		25	275
pH podzemní vody	ks	15	15	15	15	15	25	25	25	25	325
koncentrace DEHP	ks	24	-	-	-	-			24	24	120

Pozn.: V rozpočtu je k celkovému součtu analýz přičteno vždy 10% jako rezerva analýz.

Hydrochemické parametry podzemní vody (teplota, konduktivita, ORP, pH, rozpuštěný kyslík) budou měřeny terénními přístroji WTW 340i v průtočné cele.

Odběry vzorků pro sanační technologický monitoring budou odebírány dynamickým způsobem, tj. nízkotlakým čerpáním pomocí čerpadla GIGANT cca 1 m pod hladinou až po ustálení hydrochemických parametrů.

#### 6.5.2. Monitoring bioremediace in-situ

K monitoringu saturované zóny budou sloužit přítomné HG vrty a realizované monitorovací sondy. Při monitoringu bude sledováno vždy:

- pozadí (1 monitorovací objekt na nátokové straně)
- ohnisko a kontaminační mrak (4 monitorovací sondy uvnitř haly, 11 monitorovacích objektů vně haly)

- odtok (2 monitorovací objekty ve směru proudění k Důlnímu potoku).

Monitoring nesaturované zóny bude zahrnovat měření půdních plynů (5 respiračních sond).

Průběh a postup **bioremediace** bude monitorován následujícími technologickými parametry:

- terénní detekce  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $CH_4$  = 2x měsíčně na 5 respiračních sondách,
- koncentrace bakteriálního oživení (HMO - heterotrofní mikroorganismy a DMO - degradující mikroorganismy) v podzemní vodě = 18 objektů s četností 12 měsíců 2x měsíčně, 24 měsíců 1x měsíčně,
- koncentrace bakteriálního oživení v bioreaktoru (1x měsíčně),
- koncentrace základních nutrientů ( $NH_4^+$  a  $PO_4^{3-}$ ) v podzemní vodě = 18 objektů s četností 12 měsíců 2x měsíčně, 24 měsíců 1x měsíčně,
- respirační laboratorní testy (RT) signalizující fyziologický stav přítomných degradujících mikroorganismů = 18 objektů 1x měsíčně,
- monitoring hydrochemických parametrů a hladiny podzemní vody (terénní měření hladiny, redox potenciálu, pH, konduktivity, kyslíku a teploty podzemní vody) = 18 objektů 2x za měsíc.

Tabulka 24. - Sumarizující tabulka monitoringu bioremediace in situ (36 měsíců sanace)

Monitoring v průběhu sanace	jednotky	počet jedn.
Odběr vzorků podzemní vody na stanovení laboratorních analýz (suma)	ks	2 736
Monitoring hydrochem. parametrů a úrovně hladiny p.v. (2x měsíčně, 18 objektů)	ks	1 296
Monitoring respiračních plynů v RS sondách (5 sond, 2x měsíčně)	ks	360
Stanovení koncentrace polutantů (1x/2 měs., 18 objektů)	ks	324
Koncentrace mikrobiol. parametrů (HMO, DMO - 12 měs. 2x měsíčně, 24 měs. 1x měsíčně - celkem 18 objektů+bioreaktor)	ks	900
Respirační testy (určení aktivity mikroorganismů) (1x měsíčně, 18 objektů)	ks	648
Koncentrace $NH_4^+$ , $PO_4^{3-}$ (12 měs. 2x měsíčně, 24 měs. 1x měsíčně - celkem 18 objektů)	ks	864

Vzorky vzdušnin budou odebírány v rámci monitoringu sanace *in situ* přímo z respiračních sond pomocí přístroje ANAGAS, příp. GA 94.

Hydrochemické parametry podzemní vody (teplota, konduktivita, ORP, pH, rozpuštěný kyslík) budou měřeny terénními přístroji WTW 340i v průtočné cele.

Odběry vzorků pro sanační technologický monitoring budou odebírány dynamickým způsobem, tj. nízkotlakým čerpáním pomocí čerpadla GIGANT cca 1 m pod hladinou až po ustálení hydrochemických parametrů.

### 6.5.3. Monitoring chemické oxidace

Výsledky technologického monitoringu budou využívány k řízení sanačních technologií. Zbytková koncentrace povrchově aktivní látky bude používána pro určení začátku dalších zapouštěcích kol.

Chemická oxidace bude v případě **Fentonovy oxidace** řízena podle následujících technologických parametrů:



- koncentrace rozpuštěného kyslíku
- pH podzemní vody
- redox potenciál podzemní vody
- koncentrace železnatého a železitého iontu
- teplota podzemní vody
- stanovení koncentrace polutantu
- zbytková oxidovatelnost

Tabulka 25. - Monitoring chemické oxidace Fentonovým činidlem

Chemická oxidace Fentonovým činidlem	jedm.	I. ETAPA							II. ETAPA							SOUČET
		úvod	I.	II	III	IV.	V.	VI.	úvod	I.	II	III	IV.	V.	VI.	
konc. rozpuštěného kyslíku	ks	24	20	20	24	20	20	24	24	20	20	24	20	20	24	284
pH podzemní vody	ks	27	20	20	27	20	20	27	27	20	20	27	20	20	27	302
redox potenciál podzemní vody	ks	27	20	20	27	20	20	27	27	20	20	27	20	20	27	302
konc. železnatého a železitého iontu	ks	24			24			24	24			24			24	144
teplota podzemní vody	ks	24	20	20	24	20	20	24	24	20	20	24	20	20	24	284
koncentrace DEHP	ks	27														27
zbytková oxidovatelnost	ks	27			27			27	27			27			27	162

Pozn.: V rozpočtu je k celkovému součtu analýz přičteno vždy 10% jako rezerva analýz

**Při oxidaci peroxodisíranem sodným** budou monitorovány následující technologické parametry:

- koncentrace rozpuštěného kyslíku
- redox potenciál
- pH podzemní vody
- zbytková oxidovatelnost
- vodivost podzemní vody
- koncentrace polutantu
- teplota podzemní vody
- koncentrace železnatého a železitého iontu

Tabulka 26. - Monitoring chemické oxidace peroxodisíranem sodným

Chemická oxidace peroxodisíranem	jedm.	III. ETAPA							IV. ETAPA						
		úvod	I.	II	III	IV.	V.	VI.	úvod	I.	II	III	IV.	V.	VI.
konc. rozpuštěného kyslíku	ks	24	20	20	24	20	20	24	24	20	20	24	20	20	24
pH podzemní vody	ks	27	20	20	27	20	20	27	27	20	20	27	20	20	27
redox potenciál podzemní vody	ks	27	20	20	27	20	20	27	27	20	20	27	20	20	27
konc. železnatého a železitého iontu	ks	24			24			24	24			24			24
teplota podzemní vody	ks	24	20	20	24	20	20	24	24	20	20	24	20	20	24
koncentrace DEHP	ks														
zbytková oxidovatelnost	ks	27	20	20	27	20	20	27	27	20	20	27	20	20	27
vodivost podzemní vody	ks	24	20	20	24	20	20	24	24	20	20	24	20	20	24

Chemická oxidace peroxodisíranem	jedin.	Monitoring po ukončení chemické oxidace				SOUČET
		14 dnů	28 dnů	42 dnů	63 dnů	
konc. rozpuštěného kyslíku	ks	24	24	24	24	400
pH podzemní vody	ks	27	24	24	24	421
redox potenciál podzemní vody	ks	27	24	24	24	421
konc. železnatého a železitého iontu	ks					144
teplota podzemní vody	ks					304
koncentrace DEHP	ks	24		24	24	72
zbytková oxidovatelnost	ks					322
vodivost podzemní vody	ks	24	24	24	24	400

Pozn.: V rozpočtu je k celkovému součtu analýz přičteno vždy 10% jako rezerva analýz

Hydrochemické parametry podzemní vody (teplota, konduktivita, ORP, pH, rozpuštěný kyslík) budou měřeny terénními přístroji WTW 340i v průtočné cele.

Odběry vzorků pro sanační technologický monitoring budou odebírány dynamickým způsobem, tj. nízkotlakým čerpáním pomocí čerpadla GIGANT cca 1 m pod hladinou až po ustálení hydrochemických parametrů.

## 6.6. Průběžný monitoring povrchových vod

Monitoring kvality povrchových vod bude probíhat po celou dobu aktivního sanačního zásahu, který je projektován v délce 6 let. Vzorky povrchových vod budou odebírány s kvartální četností ve třech zájmových profilech Důlního potoka, a to nad ohniskem kontaminace, v profilu v úrovni výrobní haly č. 201 a na výstupním profilu z lokality. Celkem tedy bude realizováno 24 monitorovacích kol. Vzorky budou odebírány staticky přímo do vzorkovnic dodaných laboratoří.

V průběhu realizace monitoringu povrchových vod předpokládáme vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- provedení 72 ks záměrů hladin povrchových vod
- odběr 72 ks vzorků povrchových vod staticky
- stanovení 72 ks ftalátů v rozsahu DEHP, DBP

## 6.7. Postsanační monitoring

Postsanační monitoring bude realizován po dobu dvou let, přičemž 1. rok bude prováděn s četností 1 x měsíčně a 2. rok s četností 1 x čtvrtletně. Pro potřeby zpracování této projektové dokumentace předpokládáme v rámci 1 monitorovacího kola odběr 8 vzorků podzemních vod z objektů Š-9 až Š-16 a odběr 3 ks vzorků povrchových vod v profilech monitorovaných v průběhu aktivního sanačního zásahu.

Pro účely zpracování této projektové dokumentace a sestavení rozpočtu předpokládáme v rámci realizace postsanačního monitoringu vzorkovací a analytické práce v následujícím rozsahu:

- provedení 176 ks záměrů hladin podzemních a povrchových vod
- odběr 128 ks vzorků podzemních vod dynamicky

- odběr 48 ks vzorků povrchových vod staticky
- stanovení 176 ks ftalátů v rozsahu DEHP, DBP

Následující tabulka přehledně shrnuje rozsah vzorkovacích a analytických prací v rámci postsanačního monitoringu.

Tabulka 27. - Rozsah vzorkovacích a analytických prací v rámci postsanačního monitoringu

Objekt	1. rok	2. rok	Celkem
podzemní voda z monitorovacích objektů (8 objektů) - stanovení DEHP, DBP	96	32	128
voda z povrchové vodoteče (3 profily) - stanovení DEHP, DBP	36	12	48
<b>CELKEM</b>	<b>132</b>	<b>44</b>	<b>176</b>

## 7. PROKAZOVÁNÍ SPLNĚNÍ CÍLOVÝCH LIMITŮ SANACE

### 7.1. Prokazování splnění pracovního limitu při těžbě kontaminovaných zemín

Poté, co budou na základě průběžného monitoringu na lokalitě ukončeny těžební práce, bude neprodleně proveden koncový monitoring za účasti supervizní organizace, příp. dalších kontrolních orgánů. Specifikace koncového monitoringu je uvedena v kapitole 6.4.

Vzhledem k tomu, že pro zeminy kontaminované ftaláty nejsou stávajícím rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc stanoveny cílové limity prací, navrhujeme využít jako cílový limit pro těžbu kontaminovaných zemín hodnotu indikátoru znečištění stanovenou pro parametr DEHP v rámci MP MŽP č. 02/2012 Indikátory znečištění ve výši 120 mg/kg suš.

Za průkazný konec těžebních prací (a tím dosažení cílových parametrů pro oblast nesaturované zóny) bude považována skutečnost, že při koncovém monitoringu budou koncentrace relevantních parametrů v jednotlivých analyzovaných vzorcích ve 100 % z celkového počtu pod uvedenou cílovou hodnotou.

Způsob prokazování cílového limitu v rámci koncového monitoringu je uveden v kapitole č. 6.4. této projektové dokumentace.

V případě, že nebude požadovaných výsledků koncového monitoringu dosaženo, bude prostor, reprezentovaný nadlimitně znečištěnými vzorky dotěžen.

### 7.2. Prokazování splnění cílových limitů sanace podzemních vod

Rozhodnutím ČIŽP OI Olomouc č.j. 8/OV/3289/99/RNO/Te ze dne 30.4. 1999 byly stanoveny cílové limity sanace podzemních vod následovně:

ftaláty (suma) – volná fáze ..... 0  
 ftaláty (suma) – rozpuštěné ..... 200 µg/l

Jako prokázání splnění cílových limitů sanace podzemních vod navrhujeme, aby ve třech po sobě jdoucích kolech průběžného monitoringu nebyla v žádném z monitorovaných objektů zaznamenána přítomnost měřitelné vrstvy volné fáze ftalátů a aby v žádném ze vzorků podzemních vod, odebraných z těchto monitorovacích objektů nebyla překročena limitní koncentrace stanovená předmětným rozhodnutím ČIŽP.

Dosažení cílových parametrů s ohledem na kvalitu podzemních vod musí být prokázáno na všech 8-mi nově vybudovaných monitorovacích objektech a všech sanačních jímacích objektech v rámci obvodového drénu.

Postsanační monitoring, prokazující trvalé dosažení cílových parametrů bude realizován na sanačních jímacích objektech Š-9 až Š 16.

## 8. ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ SANACE

Veškeré odpady, vznikající v rámci aktivního sanačního zásahu, jsou specifikovány předloženou projektovou dokumentací takto:

Tabulka 28. - Přehled odpadů vznikajících v rámci sanace

katalogové číslo	Název odpadu	Místo vzniku při sanaci	Kategorie	Množství (t)
15 02 02*	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami	filtrační náplň sanační stanice – fibril	N	30
13 08 02*	jiné emulze	sběr volné fáze ftalátů v rámci provozu sanační stanice	N	25
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 170301	demolice živičných povrchů mezi výrobní halou a Důlním potokem	O	470
17 05 03*	Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky	těžba kontaminovaných zemin při realizaci ochranného drénu a v prostoru mezi výrobní halou a Důlní potokem	N	3 821
1913 05*	Kaly ze sanace podzemních vod	akumulační nádrž sanační stanice	N	20

Veškeré odpady budou přímo v místě vzniku, tříděny, označovány a zařizovány dle Vyhlášky č. 381/2001 Sb. – Katalog odpadů. Následně budou průběžně odváženy k odstranění či k dalšímu využití.

Transport nebezpečných odpadů silniční dopravou bude zajištěn vozidly, která jsou vybavena v souladu se zákonem č. 111/1994 Sb., ve znění pozdějších předpisů, Evropskou dohodou o přepravě nebezpečných věcí ADR. Vozidla budou řádně vybavena protihavarijními prostředky a veškerou dokumentací nutnou pro přepravu nebezpečných odpadů (EPNO, ILNO, apod.).

Veškerá činnost související s nakládáním s odpady bude prováděna v souladu se zákonem č. 169/2013 Sb., zákonem č. 185/2001 Sb., o odpadech a souvisejícími prováděcími předpisy, vyhláškou č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, resp. Vyhlášky č. 294/2005 Sb. v platném znění.

Dodržování právních předpisů souvisejících s odpadovým hospodářstvím bude součástí systému řízení, koordinace a vyhodnocování sanačních prací.

S jednotlivými druhy odpadů bude nakládáno takto:

Tabulka 29. - Způsob nakládání s odpady

Kód odpadu	Název	Kat.	Způsob odstranění či využití
15 02 02*	Absorpční činidla, filtrační materiály, čisticí tkaniny a ochranné oděvy znečištěné nebezpečnými látkami	N	spalovna NO
13 08 02*	jiné emulze	N	spalovna NO
17 03 02	Asfaltové směsi neuvedené pod číslem 170301	O	recyklace nebo skládka S-OO
17 05 03*	Zemina a kamení obsahující nebezpečné látky	N	biodegradace
1913 05*	Kaly ze sanace podzemních vod	N	biodegradace

Vzhledem k tomu, že v průběhu sanačních prací bude nakládáno s nebezpečnými odpady, bude v souladu se zákonem č. 169/2013 Sb., kterým se mění zákon č. 185/2001 Sb. požádáno o **povolení k nakládání s nebezpečnými odpady** na území Olomouckého kraje. Toto povolení bude vydáno pouze pro potřeby sanačních prací a pro odpady vznikající v jejich průběhu.

Veškeré odpady budou zařazeny v evidenci zhotovitele sanačních prací jako jejich původce. Tento nese za nakládání s nimi veškerou odpovědnost.

Veškerá prvotní dokumentace, týkající se nakládání s odpady bude předána zadavateli jako součást Závěrečné zprávy o průběhu sanačních prací.

Veškeré odpady, odvezené k odstranění mimo lokalitu budou dokladovány vážními listy, u nebezpečných odpadů též evidenčními listy nebezpečných odpadů.

Vzory identifikačních listů nebezpečných odpadů tvoří přílohu č. 11 této projektové dokumentace.

## **9. DOKUMENTACE PRACÍ**

### **9.1. Vedení primární dokumentace**

O průběhu sanačních prací bude vedena primární dokumentace (provozní deník). Provozní deník bude vždy dosažitelný na lokalitě, musí obsahovat seznam pověřených pracovníků pro provádění sanačních prací. Provozní deník bude veden alespoň se dvěma dalšími průpisy tak, aby bylo možno tyto listy vyjmout bez jeho poškození.

V provozním deníku musí být průkazně zdokumentován průběh veškerých prací, zejména pak:

- chod jednotlivých zařízení se základními parametry
- všechny poruchy a odstávky včetně příčin
- rozsah prací stavebního charakteru
- záznamy o odběrech vzorků a kontrolních měřeních
- zápisy kontrolních orgánů

V případě potřeby mohou být založeny pomocné provozní knihy, jejichž úplný výčet a místo uložení musí být uvedeno v hlavním deníku a potvrzeno odpovědným řešitelem prací.

Záznamy do deníku provádí denně pověřený pracovník dodavatele sanačních prací, minimálně 1x za týden bude provozní deník kontrolován odpovědným řešitelem prací. Pověřený zástupce nabyvatele provádí kontrolu provozního deníku a jeho souladu se skutečností, o výsledku kontroly provede záznam do provozního deníku. Při přebírce provedených prací provede pověřený zástupce nabyvatele věcnou kontrolu souladu fakturovaných prací s primární dokumentací.

Provozní deník bude k dispozici zástupci supervizní organizace, který provede záznam do deníku při každé kontrole prováděných prací a při jejich fakturaci.

Pro každý odvoz odpadu bude vystaven evidenční list přepravovaných nebezpečných odpadů. Vozidla přepravující odpad budou vybavena dle pokynů ADR (provozní a havarijní řád, ILNO, ochranné pomůcky, hasicí přístroj a pod). Vzniklé odpady si původce zařadí do

své celkové evidence odpadů, kterou odešle na příslušný úřad obce s rozšířenou působností (Městský úřad Moravský Beroun).

Prokazování množství odstraněných odpadů bude prováděno vážními listky, které vystaví firma oprávněná k odstraňování odpadů. Tyto vážní listky budou, spolu s evidenčními listy, předány nabyvateli a jejich kopie budou rovněž součástí Závěrečné zprávy.

## **9.2. Kontrola realizace a dokumentace průběhu zakázky**

Pro účely kontroly postupu sanačních prací a čerpání finančních prostředků budou pravidelně pořádány kontrolní dny, které svolává investor minimálně 4x ročně. Na kontrolní dny budou zváni zástupci MF, MŽP, nabyvatele, supervize, ČIŽP, případně místní samosprávy. Pro potřeby kontrolních dní vypracuje dodavatel prací zprávu, kterou obdrží všichni účastníci kontrolního dne nejméně 1 týden před jeho konáním.

Práce realizované v kalendářním roce budou pravidelně vyhodnocovány v roční zprávě, jednotlivé etapy sanačních prací pak budou hodnoceny v etapových zprávách. Tyto zprávy budou vypracovávány dodavatelem v souladu s požadavky zúčastněných stran.

Po ukončení sanace horninového prostředí bude vypracována závěrečná zpráva, která bude shrnovat veškeré práce realizované při sanaci nesaturované zóny i podzemních vod.

Vzhledem k tomu, že předmětem nápravných opatření budou rovněž geologické práce podléhající podle vyhlášky ČGÚ č. 8/1989 Sb., o registraci geologických prací, o odevzdávání a zpřístupňování jejich výsledků registraci v GEOFONDU ČR, provede dodavatel registraci těchto prací.

Dodavatel sanačních prací zajistí vložení výsledků sanačních opatření do centrální databáze SEKM.

## **10. BEZPEČNOST PRÁCE**

Obecně při všech pracích prováděných v rámci realizace sanačních opatření je třeba dodržovat platné základní bezpečnostní, zdravotní a hygienické předpisy:

- zákon č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví a o změně některých souvisejících zákonů, v platném znění,
- zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, v platném znění,
- nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci,
- nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví rozsah a bližší podmínky poskytování osobních ochranných pracovních prostředků, mycích, čisticích a dezinfekčních prostředků.

Všichni pracovníci, kteří se budou podílet na realizaci sanačních prací musí být prokazatelně seznámeni s bezpečnostními předpisy nabyvatele GRANITOL a.s.

## **10.1. BOZP při stavebních a demoličních pracích**

### **10.1.1. Zemní práce**

V této kapitole jsou shrnuty zásadní podmínky pro bezpečnost práce při provádění zemních prací. Zemní práce smějí vykonávat jen pracovníci, jejichž kvalifikace odpovídá příslušnému stupni provádění prací.

Jednoduché zemní práce smějí provádět i pracovníci bez příslušné kvalifikace, jestliže byli řádně proškoleni a je-li zajištěn odborný dozor odpovědného pracovníka. Před zahájením zemních prací musí být připraveny v dostatečném množství a kvalitě potřebné nástroje, materiál, stroje a osobní ochranné prostředky. Osobní ochranné prostředky se přidělují jednotlivým pracovníkům podle druhu vykonávané práce.

Odpovědnost při zemních pracích - vedoucí pracovníci zodpovídají za podrobné poučení a pravidelné proškolení hlavně vedoucích pracovních čt z hlediska znalosti a dodržování předpisů o bezpečnosti práce a ochraně zdraví. Při změnách geologických a hydrogeologických podmínek na stavbě, které nastanou během stavby a ohrožují bezpečnost, stanoví v rozsahu své pravomoci změny technologie provádění dalších prací.

Nebezpečné práce jsou takové, při nichž by mohlo nastat ohrožení pracujících uvolněním stěn výkopů, práce prováděné ve značně omezeném prostoru, ve výkopech s výskytem plynů, ve výkopech s předpokládaným výskytem plovoucích písků, práce s materiály silně prašnými, práce s výbušninami, práce pod hladinou vody, v prostředí s výskytem škodlivých výparů nebo spalín, práce v prostorech s předpokládanými energetickými vedeními.

Není-li v dohledu nebo doslechu další pracovník, zakazuje se práce jednoho osamocенého pracovníka při pracích nebezpečných dle předchozího bodu, při vykopávkách rýh a šachet hlubších než 1,30 m a při pracích na odlehlých pracovištích s výkopy hlubšími než 1,30 m.

Zakazuje se pracovat a pohybovat se bez ochranných přileb ve výkopech hlubších než 1,30 m, u svahů strmých stěn a násypů vyšších než 2,00 m.

Před zahájením zemních prací je nutné seznámit pracovníky s postupem záchranných prací v případě sesunutí stěn, zasypání spolupracovníků nebo při podobné havárii nebo živelné pohromě.

Před zahájením prací musí být proveden průzkum a na jeho základě vytyčení překážek v prostoru staveniště (pod zemí, na povrchu i nad terénem). Za překážky se považují energetická a jiná vedení (vzájemné polohy, směry a hloubky), podzemní prostory (velikost, plocha), průsaky nebezpečných látek do půdy, komunikace, stávající objekty. Stavbyvedoucí zajistí nejpozději den před zahájením prací, aby byly vyznačeny v terénu trasy podpovrchových zařízení a vedení. Se značkami tras i s údajem hloubek, ve kterých jsou vedení uložena, seznámí stavbyvedoucí řidiče mechanismů a vedoucího pracovní čety.

Způsob ohrazení staveniště a prostoru pro zemní práce je určen zvláštními předpisy. Osvětlení se provádí pouze v zastavěných územích. Okraje násypu nesmí být zatěžovány do vzdálenosti 0,50 m od hrany.

Rozdělení zemních prací, všeobecné pokyny a základní požadavky na správný postup jsou uvedeny v technické normě ČSN 733050 "Zemní práce".

Při přerušení nebo ukončení zemních prací je prováděcí firma povinná učinit taková opatření, aby nedošlo k ohrožení bezpečnosti pracovníků, narušení stavebního provozu nebo k



ohrožení veřejného zájmu. Jednotlivá opatření se navrhují a provádějí dle okamžitého stavu zemních prací na stavbě.

Zajištění bezpečné práce při vlastním provozu zemních strojů upravují příslušné předpisy, technické podmínky vydané výrobcem stroje, případné zákazy a omezení určené při technických prohlídkách. Odpovědný pracovník musí předem prohlédnout s posádkami strojů místní provozní podmínky a stav terénních a jiných překážek v prostoru stavby. Před nasazením zemních strojů na málo únosných půdách ověří pracovník, odpovědný za dozor a provádění zemních prací, vhodnost typu stroje, technologie a podmínek pro bezpečný pracovní postup. Pracovníci nesmějí vstoupit do prostoru nebezpečného dosahu strojů. Prostor nebezpečného dosahu stroje je maximální dosah nejdelší pohyblivé části stroje zvětšený o 2,00 m. Nemá-li obsluha stroje dostatečný výhled na všechna místa nebezpečného dosahu stroje, nesmí pokračovat v práci souběžně s ručním prováděním zemních prací.

Objeví-li se v průběhu zemních prací nepředvídaná překážka nezakreslená v projektu, střelivo a jiné výbušné látky, nálezy povahy historické, archeologické nebo geologické, výskyt škodlivých plynů, prameny vody apod. musí být práce v okolí nálezu zastaveny. Stavbyvedoucí musí o nález informovat příslušné orgány a podle charakteru objevené překážky učinit všechna potřebná opatření k zajištění bezpečnosti pracovníků. V práci je možno pokračovat jen po souhlasu příslušných orgánů.

Při provádění svahování je stavbyvedoucí povinen kontrolovat a upřesňovat svah podle skutečných podmínek. Vzniknou-li pochybnosti o stabilitě svahu, musí stavbyvedoucí provést opatření, aby nedošlo k úrazu pracovníků sesutím svahu:

- stržení nebezpečných hran a trhlin u okrajů
- snížení sklonu svahu v nebezpečných místech
- přerušování práce až do ukončení nebezpečného stavu
- zastavení provozu mechanizačních a dopravních prostředků
- přezkoušení fyzikálně-mechanických hodnot zeminy ve svahu

Mistr odpovídá za pravidelnou kontrolu svahů, hlavně před zahájením směny a po každé náhlé změně počasí. Provádí se pravidelná kontrola technického stavu mechanizačních a dopravních prostředků.

Musí být provedena prohlídka trasy určené pro přepravu zemin a musí být stanoveny podmínky provozu. Vozidla nesmí být přetěžována a musí být nakládána tak, aby při dopravě nepadala zemina přes bočnice a neznečišťovala vozovku. V prostoru staveniště se musí řidič pohybovat s vozidlem podle pokynů ustanoveného pracovníka, který musí být viditelně označen a vybaven vhodnými signalizačními pomůckami. Jestliže je vozidlo v šikmé poloze, nesmí se vstupovat na korbu a uvolňování přilepené zeminy se může provádět pouze pomocí škrabáků s dlouhou násadou nebo jiným bezpečným způsobem. Po vyklopení zeminy se řidič musí před odjezdem přesvědčit, zda je sklopená korba a že po sklopení zaujala správnou polohu.

Na veřejných komunikacích se provoz řídí zvláštními předpisy. O použití strojů nebo pneumatických nástrojů v blízkosti podzemních tras inženýrských sítí rozhodne dodavatel stavebních prací po dohodě s provozovatelem těchto sítí. Provádět zemní práce v ochranném pásmu el. sítí je možné pouze za předpokladu, budou učiněna opatření zabraňující nebezpečnému přiblížení pracovníků nebo strojů k těmto vedením. Opatření se projednají s provozovatelem tohoto vedení.

### **10.1.2. Používání ochranných přileb**

Povinné používání ochranných přileb :

- při obsluze jeřábů a jiných zdvihadel ze země, při činnostech vazače břemen a jakékoliv nutné činnosti pod zdvihadly nebo transportním zařízením v provozu
- při jakékoliv manipulaci pod potrubními mosty a na nich
- při manipulaci s vysokozdviznými vozíky bez kabin
- při práci ve výkopech hlubších než 1,3 m
- při práci ve výškách (výše než 1,5 m, bez technického zajištění)
- za mimořádných pracovních podmínek (např. práce nad sebou nebo v těsných a nízkých prostorech s nebezpečím uhození do hlavy)
- všichni pracovníci ohrožení pádem předmětů nad úroveň hlavy

### **10.2. Zásady ochrany životního prostředí:**

Při projektovaných pracích bude dodržována související environmentální legislativa, viz níže:

- zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech, v platném znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu,
- zákon č. 254/2001 Sb. o vodách, v platném znění a související prováděcí předpisy
- zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, v platném znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu,
- zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), v platném znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu,
- zákon č. 62/1988 Sb., o geologických pracích a o Českém geologickém úřadu, v platném znění a prováděcí předpisy k tomuto zákonu.

### **10.3. Sanační čerpání**

Stavbyvedoucí, technický dozor a všichni pracovníci, kteří se na sanačních pracích podílejí, musí:

- dodržovat havarijní opatření, která jsou součástí prováděcích předpisů pro jednotlivé vykonávané činnosti, příp. provozní řád zařízení, je-li při sanačních pracích využíváno.
- kontrolovat fyzický stav jednotlivých funkčních částí technologických celků, případné poruchy okamžitě hlásit řešiteli zakázky.
- případné úkapy kontaminujících látek zachytit do sorpčního materiálu.
- veškerou manipulaci s nebezpečnými látkami (kontaminanty) provádět tak, aby se zamezilo kontaminaci okolního prostředí a případným únikům do kanalizace či vodoteče.
- případné odchylky od normálního průběhu prací či provozu technologie, příp. únik kontaminujících látek je oprávněný pracovník povinen ihned hlásit nadřízenému

(řešiteli zakázky). V případě, že dojde k úniku takového množství používaných či kontaminujících látek v místě, kde nemůže dojít k ohrožení podzemních a povrchových vod, nepovažuje se toto za havárii ve smyslu havarijního plánu či havarijního opatření, ale za provozní závadu. V tomto případě provede ihned pracovník odpovědný za provoz technologického celku či sanační práce zachycení uniklé látky pomocí sorbentu. Použitý sorbent bude po nasáknutí uložen do nádoby na použitý sorbent a zlikvidován v souladu s postupy na likvidaci nebezpečného odpadu.

Z hlediska povodňového nebezpečí není třeba provádět žádná zvláštní opatření.

#### **10.4. Požární ochrana**

Každý pracovník je povinen dodržovat následující základní pravidla požární bezpečnosti:

1. zákaz kouření a manipulace s ohněm, jiskrovými a tepelnými zdroji na požárně nebezpečných místech
2. znát rozmístění věcných prostředků a zařízení požární ochrany na pracovišti, umět je ovládat a nepoužívat je k jiným účelům než k požární ochraně
3. oznámit nadřízenému, příp. pracovníkovi požární ochrany nebezpečí možnosti vzniku požáru, resp. vznik požáru, která zjistil v areálu a v případě potřeby se podílet na jejich likvidaci
4. uhasit zpozorovaný požár v areálu všemi dostupnými prostředky nebo provést nutná opatření k zamezení jeho šíření. Není-li účinný hasební zásah možný, bezodkladně oznámit požár
5. provést nutná opatření pro záchranu ohrožených osob
6. poskytnout přiměřenou osobní pomoc, nevystaví-li se sám nebo osoby blízké vážnému nebezpečí nebo ohrožení
7. poskytnout osobní pomoc hasičské jednotce na výzvu velitele zásahu
8. poskytnout na výzvu velitele zásahu věci potřebné ke zdolání požáru (např. dopravní prostředek)

#### **11. HARMONOGRAM PRACÍ**

Harmonogram prací je uveden v příloze č. 12 této projektové dokumentace.

#### **12. POLOŽKOVÝ ROZPOČET PRACÍ**

Položkový rozpočet prací ve formě slepého výkazu výměr je uveden v příloze č. 13 této projektové dokumentace.