

Karviná – Průmyslová zóna Nad Barborou

Analýza rizik kontaminovaného území

Závěrečná zpráva

Brno, prosinec 2016

GEOtest, a.s.
Šmahova 1244/112, 627 00 Brno
IČ: 46344942 DIČ: CZ46344942

tel.: **548 125 111**
fax: **545 217 979**
e-mail: **trade@geotest.cz**

Geologické a sanační práce pro ochranu životního prostředí, geotechnický a hydrogeologický průzkum

Číslo a název zakázky: **16 7053 – Karviná – Průmyslová zóna Nad Barborou, AR**
Název dle SoD: **ANALÝZA RIZIK KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ
PRŮMYSLOVÉ ZÓNY NAD BARBOROU**

Objednatel: Moravskoslezský kraj
IČ: 70890692
Adresa: 28. října 117, 702 18 Ostrava
Zástupce: Ing. Radmila Müllerová
Tel.: +420 595 622 711
e-mail: radmila.mullerova@msk.cz
Evidenční číslo ČGS: 4272/2016

Karviná – Průmyslová zóna Nad Barborou

Analýza rizik kontaminovaného území

Závěrečná zpráva

Odpovědný řešitel: **Mgr. Jan Bartoň**, oborový manažer

Zpracovali: **Mgr. Prokop Barson**, zpracovatel

Mgr. Jan Bartoň, oborový manažer

RNDr. Lubomír Klímek, MBA

člen představenstva

ROZDĚLOVNÍK

Výtisk č. **1 – 4:** Moravskoslezský kraj
5: Česká geologická služba
6: GEOtest, a.s.

OBSAH

Seznam příloh	4
Úvod.....	5
1. Údaje o území.....	6
1.1 Všeobecné.....	6
1.1.1 Geografické vymezení území	6
1.1.2 Stávající a plánované využití území	7
1.1.3 Základní charakterizace o obydlivosti území	8
1.1.4 Majetkoprávní vztahy.....	8
1.2 Přírodní poměry zájmového území	9
1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry	9
1.2.2 Geologické poměry	10
1.2.3 Hydrogeologické poměry	12
1.2.4 Hydrologické poměry.....	13
1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě.....	14
2. Průzkumné práce.....	14
2.1 Dosavadní prozkoumanost území.....	14
2.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných a sanačních prací na lokalitě	14
2.1.2 Přehled zdrojů znečištění.....	18
2.1.3 Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů	19
2.1.4 Předběžný koncepční model znečištění.....	19
2.2 Aktuální průzkumné práce	20
2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací	20
2.2.2 Výsledky průzkumných prací.....	25
2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění	29
2.2.4 Posouzení šíření znečištění.....	29
2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění.....	32
2.2.6 Omezení a nejistoty	32
3. Hodnocení rizika.....	33
3.1 Identifikace rizik.....	33
3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů	33
3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik.....	34
3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice.....	34

3.2	Hodnocení zdravotních rizik	35
3.2.1	Hodnocení expozice	35
3.2.2	Odhad zdravotních rizik	37
3.3	Hodnocení ekologických rizik.....	41
3.4	Shrnutí celkového rizika.....	41
3.5	Omezení a nejistoty	41
4.	Doporučení nápravných opatření	42
4.1	Doporučení cílových parametrů nápravných opatření	42
4.2	Doporučení postupu nápravných opatření s odhadem finančních nákladů	42
4.2.1	Variantní řešení nápravných opatření	42
4.2.2	Posouzení variant nápravných opatření	42
4.2.3	Odhad finančních nákladů	43
5.	Závěr	45
	Použitá literatura.....	48
	Přehled použitých zkratk.....	49

Seznam příloh

1.	Kopie evidenčního listu geologických prací		
2.	Přehledná mapa zájmového území	měřítko	1 : 25 000
3.	Mapa střetů zájmů (CHÚ, ÚSES)	měřítko	1 : 50 000
4.	Výřez z geologické mapy	měřítko	1 : 50 000
5.	Výřez z hydrogeologické mapy	měřítko	1 : 50 000
6.	Situace odběrných míst a dokumentace výsledků na výřezu katastrální mapy		
7.	Tabulkový přehled výsledků měření, zkoušek a rozborů		
8.	Geologická dokumentace průzkumných děl		
9.	Mapa kontaminace zemin – PAU	měřítko	1 : 5 000
10.	Technická zpráva vrtných prací		
11.	Měřičská zpráva		
12.	Fotodokumentace prací, protokoly zkoušek a rozborů		
13.	Elektronické přílohy (zpráva + textové a grafické přílohy v PDF včetně fotodokumentace)		

Úvod

Předložená závěrečná zpráva byla vypracovaná na základě Smlouvy o dílo č. 04570/2016/KŘ uzavřené dne 6. 9. 2016 mezi Moravskoslezským krajem a firmou Geotest, a.s. Zakázka byla ve společnosti GEOtest, a.s. zaregistrována pod z. č. **16 7053** a názvem „**Karviná – Průmyslová zóna Nad Barborou, AR**“.

Odpovědným řešitelem zakázky byl určen Mgr. Jan Bartoň, který je nositelem odborné způsobilosti pro geologické práce – sanace, hydrogeologii a environmentální geologii č. 2178/2012 a geochemii č. 2241/2014. Na zpracování se podílel Mgr. Prokop Barson.

Při zpracování analýzy rizik bylo postupováno dle norem a právních předpisů, které jsou platné a závazné pro dané činnosti:

- Zákon č. 62/1988 Sb. o geologických pracích (v platném znění), § 2, odst. 1, písm. g) zjišťování a odstraňování antropogenního znečištění v horninovém prostředí. Jedná se o etapu doplňkového průzkumu a aktualizace analýzy rizika.
- Průzkumné práce byly provedeny v souladu s vyhláškami MŽP č. 368/2004 Sb. O geologické dokumentaci a č. 369/2004 Sb. o projektování, provádění a vyhodnocování geologických prací. Jejich realizace je v souladu s „Metodickým pokynem č. 13“ pro průzkum kontaminovaného území (Věstník MŽP 2005, částka 9, s. 42 – 76) – kategorie B.
- Samotný postup zpracování aktualizace analýzy rizik je proveden podle „Metodického pokynu č. 1 Ministerstva životního prostředí pro analýzu rizik kontaminovaného území“ z ledna 2011.
- Vzorkovací práce byly realizovány v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“ z roku 2007.
- Záznam do databáze SEKM 2.0 je proveden v souladu s Metodickým pokynem MŽP 2/2011 k plnění databáze Systém evidence kontaminovaných míst včetně hodnocení priorit.
- Zakázka byla zaevidována u ČGS – útvar Geofond pod číslem 4272/2016 dne 22. 9. 2016 (viz přílohu č. 1).

Hlavní cílem je provedení analýzy rizik kontaminovaného území v části lokality Průmyslové zóny Nad Barborou v kat. území Karviná-Doly, která je blíže specifikována v Realizačním projektu analýzy rizika „Průmyslová zóna Nad Barborou – TDI“, vypracovaného společností AZ GEO, s.r.o., Ostrava, v měsíci březnu 2016 (dále jen „realizační projekt“). Součástí díla je rovněž průzkum sousední plochy pro případné uložení kontaminované zeminy, včetně vyhodnocení vyluhovatelnosti odpadů a vyhodnocení vhodnosti odpadu pro použití do náspu.

Společnost GEOtest, a.s. je držitelem certifikace ČSN EN ISO 9001 „Systém jakosti“, ČSN EN ISO 14001 „EMS“ a ISO 18 000 OHSAS (management BOZP).

1. Údaje o území

1.1 Všeobecné

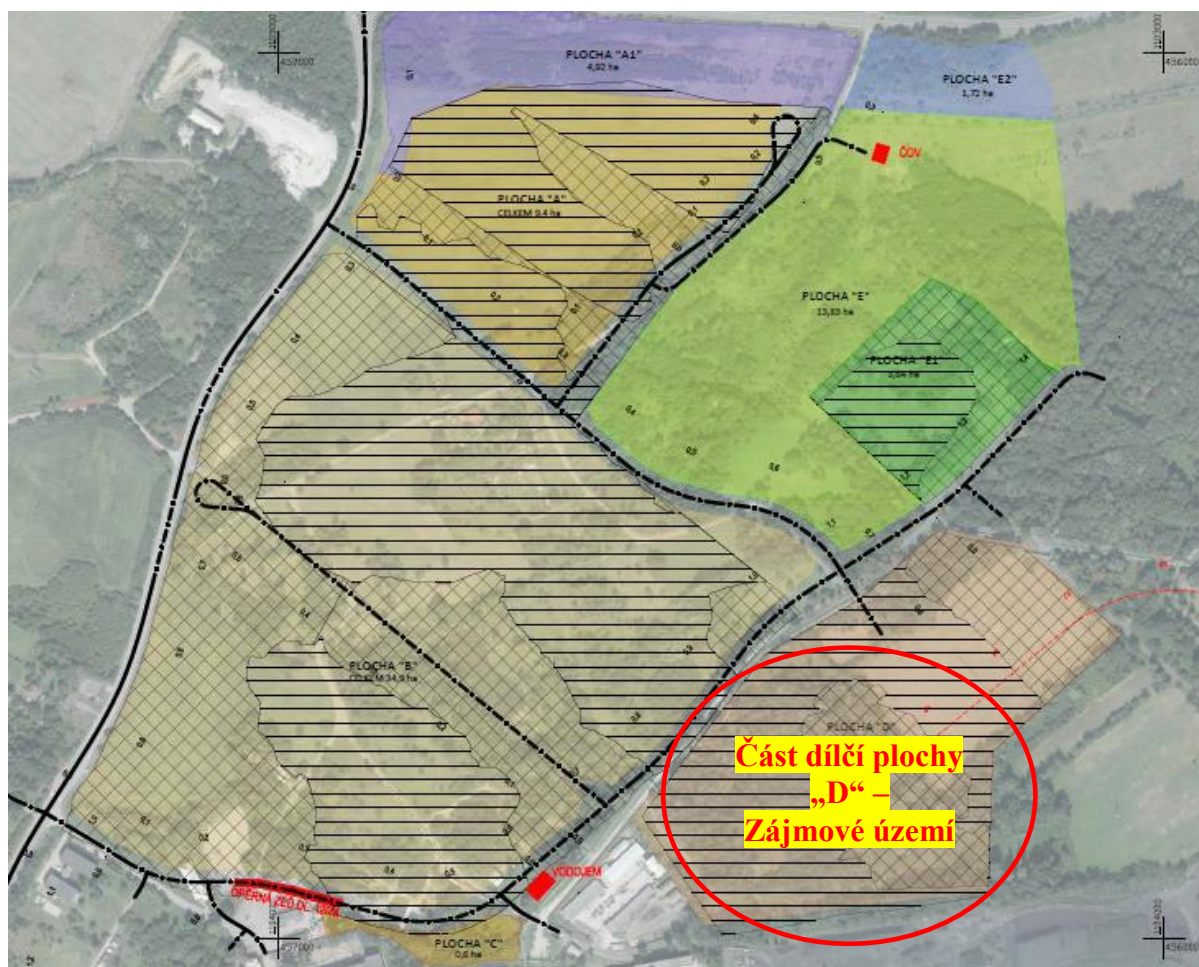
1.1.1 Geografické vymezení území

Zájmové území se nachází v Moravskoslezském kraji, v okrese Karviná, v katastrálním území Karviná-Doly, v jeho západní části. Celková plocha průmyslové zóny zaujímá rozlohu cca 90 ha. Jedná se o prostor někdejší převážně obytné zástavby v části výše uvedeného katastrálního území, mezi areálem bývalého Dolu Barbora na jihu, silnicí I/59 na severu, silnicí II/474 na západě a svislicí na JTSK souřadnici cca 456 100 m. Průmyslová zóna je rozdělena do několika dílčích ploch, které budou obsluhovány dopravní a technickou infrastrukturou.

Dílčí plocha určená k realizaci analýzy rizika spadá do jz. části plochy „D“, tj. do oblasti bývalé úpravny vody ÚZK. Sousední část této plochy (oblast bývalé těžebny cihlářských surovin) je pak určena ke zhodnocení geotechnických vlastností podloží pro uvažované uložení kontaminované zeminy (viz obrázek č. 1.1.1-1). Situace zájmové lokality je uvedena v příloze č. 2.

Situace lokality a její členění do jednotlivých oblastí

Obr. č. 1.1.1-1



Kartograficky je zájmové území zobrazeno na následujícím listu topografické mapy:

- 1 : 50 000 list 1544

Po administrativně správní stránce přísluší zájmové území do následujících správních jednotek:

- Kraj: Moravskoslezský (kód kraje: CZ080)
- Okres: Karviná (kód: CZ0803)
- Obec: Karviná (kód obce: 598917)
- Katastrální území: Karviná-Doly (664 103)

Lokalita leží mimo ochranná pásma vodních zdrojů (dle §30 Zákona č.254/2001 Sb. o vodách v platném znění), stejně tak není součástí velkoplošného ani maloplošného zvláště chráněného území (dle § 14 Zákona č.114/1992 Sb. o ochraně přírody a krajiny, v platném znění) a není ani součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod (CHOPAV).

Dle surovinového informačního systému ČGS je lokalita součástí následujících chráněných ložiskových území:

- Čs. Část Hornoslezské pánve ID 14400000 (surovina černé uhlí a zemní plyn)
- Karviná-Doly ID 07040000 (surovina zemní plyn)

Dále je součástí dobývacího těženého prostoru Karviná-Doly II (ID 20042) se surovinou černé uhlí, dobývacího prostoru netěženého Karviná-Doly III (ID 40146) se surovinou zemní plyn a dále výhradní plochy ložiska Důl Darkov, z. 1, lokalita Barbora (ID 3070401), Důl Darkov, z. 2, lokalita Gabriela (ID 3070428, ID 3070423, ID 3070403), Důl Darkov, lokalita Barbora (ID 3070421) a Důl Darkov, z. 1 (ID 3070426).

Lokalita se nachází na poddolované územní ploše ID 4594 Karviná-Doly 2.

Území není součástí záplavového území.

Nejbližšími plochami s územním systémem ekologické stability je regionální biokoridor U Kristkovy kolonie-Doly (ve vzdálenosti cca 675 m s. směrem) a regionální biocentrum Doly (ve vzdálenosti cca 1500 m sv. směrem).

Mapa chráněných území je součástí přílohy č. 3.

1.1.2 Stávající a plánované využití území

Zájmové území patří mezi oblasti typu brownfield, což je termín označující opuštěná území s rozpadajícími se obytnými budovami, nevyužitými dopravními stavbami a nefunkčním průmyslovými objekty.

Oblast plánované průmyslové zóny byla v minulosti hustě zastavěna jako obytná zóna a jako základna pro většinu mimoprovozních aktivit, příslušícím Velkodolu 1. Maj (bydlení zaměstnanců, občanská vybavenost, kultura, zdravotní péče, spotřebitelské zázemí, služby atd.). Největší část byla zastavěna hornickými koloniemi, rodinnými domy a občanskou vybaveností včetně hornické nemocnice. V jv. části plánované průmyslové zóny – v zájmovém území – byla v minulosti cihelna, těžebna cihlářských hlín (hlinišť), zděné nádrže na technologickou vodu pro potřeby Úpravárenského závodu Karviná (ÚZK), soustava rybníků a další menší, vesměs průmyslové objekty. Zájmovým územím vedla tramvajová dráha, přibližně ve směru SV/JZ.

V současnosti je území připravováno pro budoucí využití ve formě průmyslové zóny.

1.1.3 Základní charakterizace o obydlivosti území

Zájmová lokalita se nachází cca 2,2 km severně od obce Horní Suchá, ve které je nejbližší zástavba rodinných domů, zemědělských usedlostí a rekreačních objektů. V obci je evidováno cca 4,5 tis. trvale bydlících obyvatel. Téměř všichni obyvatelé Horní Suché jsou připojeni na obecní vodovod. V blízkosti se nenachází žádný vodní tok.

V bližším okolí se nacházejí pouze průmyslově využívaná území, černouhelné doly, skládka komunálního odpadu odkaliště Mokroš, příp. jiné menší vodní plochy bez využití.

1.1.4 Majetkoprávní vztahy

Plocha pro analýzu rizika je přibližně definována pozemky p. č. 6371, 6376, 6377, 6378, 6375, 6381, 6380, 6379, 6374, 6373, 6385, 6383, 6384, 6391, 6392, 6390, 6392 a 6474/1, vše v k.ú. Karviná-Doly. Část území pro uložení zeminy je pak přibližně definována částmi nebo celými pozemky p. č. 6393, 6395, 6397, 6456, 6457, 6458, 6459, 6460, 6463, 6465, 6466, 6467, 6469, 6471, 6472 a 6474/1, vše v k.ú. Karviná-Doly.

Většina uvedených pozemků je ve vlastnictví společnosti Asental Land, s.r.o., Gregorova 2582/3, Moravská Ostrava, 702 00 Ostrava. Pozemky p.č. 6377, 6378 a 6379 jsou ve vlastnictví společnosti Veolia Energie ČR a.s., 28. října 3337/7, Moravská Ostrava, 70200 Ostrava (viz tabulku č. 1.1.4-1)

Seznam pozemků

Tabulka č. 1.1.4-1:

Parcelní číslo	Plocha [m ²]	Druh pozemku	Vlastník
6371	13453	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6373	740	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6374	917	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6375	6110	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6376	1029	vodní plocha	Asental Land, s. r. o.
6377	1374	vodní plocha	Veolia Energie ČR, a. s.
6378	1460	vodní plocha	Veolia Energie ČR, a. s.
6379	1489	vodní plocha	Veolia Energie ČR, a. s.
6380	1353	vodní plocha	Asental Land, s. r. o.
6381	1415	vodní plocha	Asental Land, s. r. o.
6383	443	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6384	105	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6385	357	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6390	647	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6391	144	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6392	2358	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6393	1371	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6395	6927	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6397	4094	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6456	415	zahrada	Asental Land, s. r. o.
6457	643	zahrada	Asental Land, s. r. o.
6458	590	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6459	2713	zahrada	Asental Land, s. r. o.
6460	641	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6463	867	zahrada	Asental Land, s. r. o.
6465	198	zahrada	Asental Land, s. r. o.
6466	1832	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6467	1106	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6469	177	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6471	68	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.

Parcelní číslo	Plocha [m ²]	Druh pozemku	Vlastník
6472	906	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.
6474/1	52539	ostatní plocha	Asental Land, s. r. o.

1.2 Přírodní poměry zájmového území

1.2.1 Geomorfologické a klimatické poměry

Regionální geomorfologická rajonizace reliéfu ČR (Demek ed., 1987) zahrnuje zájmové území do soustavy Západní Karpaty, podsoustavy Severní Vněkarpatské sníženiny, celku Ostravská pánev, podcelku Karvinská plošina.

Zájmové území je z geomorfologického hlediska akumulacním prostorem pro převážně ledovcové sedimenty, doplněné eoliky a antropogénem. Významná přítomnost glaciálních sedimentárních jednotek znamená, že terén je umístěn vysoko nad hlavními erozními bázemi – řekou Stonávkou a Olší. Převážně plochý až mírně skloněný terén (úklon do 4 %) je místy rozbrázděn úzkými erozními rýhami, které jsou, nebo v minulosti byly, odvodňovány potoky.

Převažující výměra zájmové plochy (cca 60 %) má úklon terénu od JZ k SV; menší část (cca 40 %) má spád k JV (k bývalému Dolu Barbora).

Terén je ve své rovinné až místně svažité části přehledný (pole, louky, dílčí zalesnění), nadmořská výška zájmové části oblasti se pohybuje v rozmezí 260 až 270 m n. m.

Zájmové území se podle klimatologického členění Quitta (1971) nachází v mírně teplé oblasti, podoblasti MT 10, jež je charakterizována dlouhým teplým a mírně suchým létem, krátkým přechodným obdobím s mírně teplým jarem a mírně teplým podzimem a mírně teplou, velmi suchou a krátkou zimou s krátkým trváním sněhové pokrývky. Průměrná teplota v lednu činí – 2 až – 3°C, v červenci dosahuje průměrná teplota hodnot 17 až 18°C.

Základní klimatické charakteristiky jednotky MT 10 jsou uvedeny v následující přehledné tabulce:

Základní klimatické charakteristiky jednotky MT 10

Tabulka č. 1.2.1-1:

Jednotka	MT 10
počet letních dnů	40-50
počet dnů s průměrnou teplotou 10°C a více	140-160
počet mrazových dnů	110-130
počet ledových dnů	30-40
průměrná teplota v lednu	-2- -3
v červenci	17-18
v dubnu	7-8
v říjnu	7-8
průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	100-120
srážkový úhrn ve vegetačním období	400-450
srážkový úhrn v zimním období	200-250
počet dnů se sněhovou pokrývkou	50-60
počet dnů zamračených	120 – 150
počet dnů jasných	40 – 50

Dlouhodobý průměrný srážkový úhrn ve vegetačním období se pohybuje okolo 400 až 450 mm a v zimním období klesá na 200 až 250 mm. Průměrný počet dnů se srážkami většími než 1 mm je v této klimatické oblasti 100 až 120 dnů.

1.2.2 Geologické poměry

Zájmová oblast je situována v severomoravské části karpatské čelní předhlubně. Skalní podloží je budováno sedimentárními horninami svrchního karbonu. Povrch karbonského masivu se nachází na kótě + 20 m n. m. (jižní okraj území) až + 170 m n. m. (severní okraj území), tj. v hloubce cca 70 m (severní část) až 250 m (jižní část) pod terénem a je v dané oblasti denudován na úroveň sušských vrstev.

Předkvartérní podloží je tvořeno sedimenty miocénního stáří, které jsou reprezentovány šedými, vápnitými jílovitými hlínami až jíly, místy s podružnými polohami písků. Mocnost sedimentů je od cca 60 m (severní část území) do 240 m (jižní část). Strop miocenních sedimentů se na většině plánované průmyslové zóny nachází v hloubce přes 10 m pod terénem. Blíže k terénu se vyskytuje pouze v místech uměle nebo přirozeně zahloubeného terénu, např. v prostoru bývalého Úpravárenského závodu Karviná za jižním okrajem, dále pak v okolí bývalého závodu Hohenegger za SZ okrajem a především pak v severní a severovýchodní části, v údolí Karvinského potoka, kde se přibližuje až na úroveň kolem 3–5 m p. t. V aktuálně zájmové části území (plocha pro AR) se miocénní povrch předpokládá v úrovni hloubek cca 17 až 19 m pod terénem, viz obrázek č. 1.2.2-1 (převzato z Hotárek, Malucha, 2014). Geologická mapa včetně vysvětlivek je v příloze č. 4.

Kvartérní sedimentace je na bázi zastoupena sedimenty halštrovského zalednění. Z litologického hlediska se zde vyskytují štěrkopísky s valouny eratik, šedých a hnědošedých barev, ulehlé, které směrem do nadloží přecházejí v hlíny a jíly, proměnlivě písčité, šedé, tuhé s hojnou příměsí drobných eratik, konzistence převážně tuhé. Strop těchto sedimentů byl zastížen v hloubce více než 10 m pod terénem. Výskyt halštrovských štěrkopísků se koncentruje do jižní části lokality. Ze znalosti geologické stavby širšího okolí plyne, že výskyt halštrovských štěrkopísků nabývá na významu směrem od areálu bývalého dolu Barbora k jihu (štěrkopísky byly v minulosti vodárensky využívány v bývalém jímacím území Podlesí, vzdáleném 1 km jižně od areálu bývalého Dolu Barbora. Směrem do nadloží přecházejí halštrovské neuzpevněné horniny do sedimentů mladší – sálské fáze zalednění. Jedná se převážně o hlíny a jíly, ve svrchní partii prachovité, žlutohnědé až šedohnědé, místy šedě a rezavě laminované, konzistence tuhé, místy měkké. Směrem k bázi přibývá písčité frakce, vyvinuté jak ve formě lamin, tak i mocnějších vrstev písků. Přirozená mocnost sálských hlín v hodnocené ploše značně kolísá a vzhledem k jejich podobnosti s nadložními sprašovými hlínami je přesné určení jejich svrchního rozhraní v některých oblastech velmi komplikované.

Sálské glaciální hlíny ve vertikálním a horizontálním směru faciálně přecházejí do proměnlivě zahliněných písků, střednězrnných a hrubozrnných. Písky jsou ulehlé a vytvářejí polohy příp. čočky o mocnostech kolísajících od několika dm až po cca 7,5 m. Sálské písky jsou spolu s halštrovskými štěrkopísky kolektorským prostředím, v němž se tvoří přirozené zvodnění.

Glacigenní sedimenty jsou v převážné části prostoru plánové průmyslové zóny překryty sprašovými hlínami, o ověřené mocností cca 0,5–6 m. Jedná se o hlíny prachovité, hnědé, šedě a rezavě skvrnitě a smouhované, které jsou mnohdy (v případě absence písčité frakce a eratik v glaciálu) makroskopicky obtížně odlišitelné od podložních sálských hlín. Konzistence zemin kolísá v rozmezí tuhé až pevné. Lokálně jsou tyto hlíny částečně nebo úplně skryty a nahrazeny navážkami. V prostoru bývalých erozních rýh a vodních ploch očekáváme i výskyt náplavových hlín menších mocností.

V severní části plánové průmyslové zóny, v prostoru původního údolí Karvinského potoka a jeho přítoků předpokládáme nahrazení sprašových hlín sedimenty fluvialními, převážně

písčitohlinitého charakteru. Ve svahových částech jsou pak patrně zachovány relikticky sedimentů deluviofluviálního charakteru.

Zeminy přirozeného vrstevního sledu jsou na téměř celé ploše plánové průmyslové zóny překryty navážkami. V místech bývalé zástavby se jedná převážně o hlinu promísenou se stavební sutí, jejíž mocnost nepřesahuje 1 m. Významnější návozy jsou v rozsahu rekultivovaných ploch, tj. v rekultivaci údolí Karvinského potoka (dílní plocha „A“) a v rekultivaci podél Slezské ulice (JZ část dílní plochy B“). Hlavní část tělesa rekultivací je tvořena hrubozrnnou karbonskou hlušinou, jejíž průměrnou mocnost odhadujeme na 3 m a v maximech dosahuje až 7,5 m (v severní části). V rámci biologické rekultivace pak došlo dle získaných informací k překrytí hlušin redeponovanou hlinou a ornici v celkové mocnosti cca 1,5 m. I prostředí karbonských hlušín je kolektorským prostředím umožňujícím akumulaci a oběh vody.

Větší zastoupení navážek různorodého charakteru (popílky, škvára, struska, demoliční zbytky) bylo zjištěno i na jižním okraji zájmového území (dílní plocha „D“), v místech bývalých vodních ploch (rybníků a umělých nádrží). Tyto navážky souvisejí jednak s bývalým provozem Dolu Barbora a Úpravárenského závodu Karviná, a dále s rekultivací bývalé těžebny cihlářských surovin, která se zde nacházela v minulosti (Muška, 2015).

Mapa reliéfu předkvartérního podloží v zájmovém území

Obr. č. 1.2.2-1



1.2.3 Hydrogeologické poměry

Zájmová oblast náleží do hydrogeologického rajonu „Ostravská pánev – karvinská část“ (ID 2262), který je součástí skupiny rajonů „Neogenní sedimenty vněkarpatkých a vnitrokarpatkých pánví“. Funkci předkvartérního podložního izolátoru plní miocénní jíly, které jsou velmi slabě až nepatrně propustné.

Hydrogeologické poměry kvartéru území plánové průmyslové zóny jsou značně složité. V kvartérním horninovém komplexu byla předchozím průzkumem zjištěna existence několika samostatných nebo omezeně hydraulicky oddělených zvodní. Nejnižší kvartérní kolektor je v bazální části halštrovských nesoudržných sedimentů – šterkopísků. Míra zvodnění tohoto prostředí je velmi nízká. Předpokládá se, že tento stav je vyvolán výrazným drenážním efektem pohřbeného údolí pod areálem bývalého Dolu Barbora. Koeficient hydraulické vodivosti odvozený z granulometrických analýz je v řádu 10^{-5} až 10^{-6} m/s.

Další zvodnění je vázáno na více či méně průběžné polohy písků sálského zalednění. Propustnost kolektorů je proměnlivá, závislá na míře zahlinění a na zrnitostní frakci písků. V rámci hydrogeologického průzkumu v roce 2011 (Šmolka, Hotárek) byla provedena řada granulometrických analýz písků, z nichž plyne, že převažuje koeficient hydraulické vodivosti v řádu 10^{-5} m/s (mírná propustnost); v případě zahlinění se ale propustnost snižuje až na řád 10^{-7} m/s (slabá propustnost). Podle výsledků následných těchto testů lze pískům přiřadit koeficient hydraulické vodivosti v řádech 10^{-5} m/s až 10^{-6} m/s (propustnost mírná až dosti slabá).

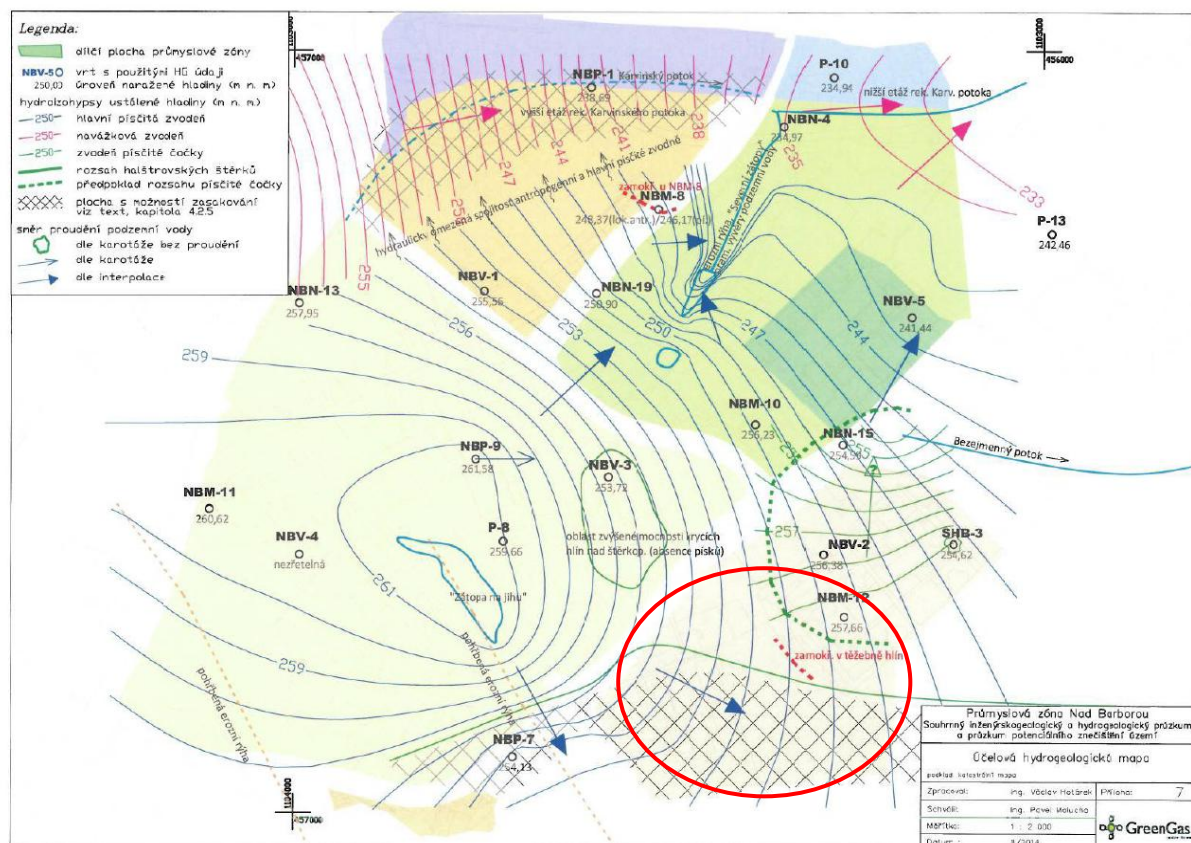
V místech většího množství navážek nesoudržného charakteru (např. haldoviny) se na jejich bázi lokálně vyskytuje zvodnění. V tomto případě se jedná o infiltrované srážkové vody nadržované na hlinitojílovitých sedimentech pohřbeného rostlého terénu. Toto zvodnění lze očekávat prakticky v celém rozsahu rekultivační výplně až po kostel Sv. Petra z Alkantary, protože se jednalo o zásyp rozsáhlé poklesové zátopy, vytvořené vybřežením Karvinského potoka. Hydraulický charakter navážek se odvíjí od jejich granulometrického charakteru – od poloizolátorských až izolátorských hlinitojílovitých frakcí (propustnost slabá až nepatrná), až po převažující klastické hlušiny s kolektorskými vlastnostmi. Stejně jako v případě halštrovských šterkopísků jsou i hlušinové deponie z hlediska propustnosti vhodným prostředím pro zasakování.

Nadložní hlinitý pokryv (eolika, sálské hlíny v nadloží písků) funguje vlivem velmi slabé až nepatrné propustnosti ($k_f = n \times 10^{-7}$ až $n \times 10^{-9}$ m/s) jako stropní izolátor až poloizolátor.

Převzatá mapa hydroizohyps je uvedena v následujícím obrázku (Malucha, Hotárek, 2014).

Převzatá mapa hydroizohyps (Malucha, Hotárek, 2014).

Obr. č. 1.2.3-1



Úroveň hladiny podzemní vody na lokalitě, v místě určeném pro AR, byla ověřena v březnu 2016, a to ve stávajících hydrogeologických vrtech NBV-2 a pravděpodobně ve vrtu NBV-6 (vrt je bez ochranné pažnice a není jasné, zda se o tento vrt jedná). Ve vrtu NBV-2, který se nachází cca 250 m sv. směrem od plochy AR, byla ustálená hladina podzemní vody ověřena v úrovni 9,22 m pod terénem. Z archivní prozkoumanosti vyplývá, že hloubka vrtu je 16 m a naražená hladina byla zastižena v úrovni 8,0 m p. t. V pravděpodobném vrtu NBV-6 byla hladina ověřena v úrovni 3,23 m od terénu, z vrtné prozkoumanosti vyplývá, že se jedná o vrt s hloubkou 17 m a hladina p. v. nebyla zastižena.

Z předchozích průzkumů, zejména z Hotárek a Malucha (2014), je pro zájmovou lokalitu k dispozici minimum informací ohledně úrovně hladiny podzemní vody. Nejbližšími vrty, kde byla hladina zastižena, jsou vrt NBP-7 u vodojemu (hloubka vrtu 20 m p. t., naražená hladina p. v. 16 m p. t.), vrt NBV-2 (aktuálně zaměřený) a vrt NBM-12 (hloubka vrtu 8 m, naražená hladina p. v. 6,90 m p. t.). Ostatní vrty hladinu podzemní vody na zájmové ploše pro AR do hloubky cca 17 m p. t. nezastihly. Situace těchto děl je patrná z obrázku č. 1.2.3-1. Hydrogeologická mapa včetně vysvětlivek je v příloze č. 5.

1.2.4 Hydrologické poměry

Podle hydrologického členění ČR náleží zájmové území do oblasti povodí Odry, dílčího povodí IV. řádu Karvinský potok (č. h. p. 2-03-03-0672), s plochou dílčího povodí 20,5 km² (hydroekologický informační systém VÚV T. G. M.). Karvinský potok představuje hlavní místní vodoteč a levobřežní přítok Olše. Karvinský potok slouží jako recipient pro vypouštěné důlní vody. Karvinský potok pramení v severní části průmyslové zóny, v místech plochy Rekultivace 1, vytéká zde ze zatrubnění, teče na východ ke kostelu sv. Petra z Alkantary a zde

se rozlévá do upravené poklesové akumulace, nazvané Rybník pod farou. Karvinský potok teče dál na SV a S, navazuje na něj řada vodních ploch, mj. systém odkalovacích nádrží Dolu Darkov a Dolu ČSA. Erozivní bázi a odvodňovací strukturou pro podzemní a povrchové vody je řeka Olše.

Další důležitou drenážní bázi je koridor bezejmenné vodoteče, probíhající za jižní hranicí zájmové lokality, s osou vedoucí areály bývalého Dolu Barbora a navazujícího Úpravárenského závodu Karviná, ve směru od západu k východu. V současnosti je jeho údolí zakryto navážkou, na které jsou oba jmenované průmyslové areály. V tomto úseku je potok zatrubněn, ale jeho drenážní účinek, resp. přehloubení dna jeho údolí způsobuje osušení šterkopísků v jižní části hodnoceného území. Na potok se v minulosti zleva napojovalo několik malých přítoků, odvodňujících erozní rýhy.

V ploše průmyslové zóny se vyskytuje ještě několik dalších útvarů povrchové vody, zejména „Zátopa na jihu“ uprostřed dílčí plochy „B“ (poklesová akumulace v místech erozní rýhy), „Severní zátopy“ v dílčí ploše „E2“ (menší akumulace povrchové vody v zalesněné severní erozní rýze) a bezejmenný potok na východním okraji za východním okrajem dílčí plochy „E1“.

V zájmové části plánové průmyslové zóny se žádné vodní útvary stojaté a tekoucí vody nenacházejí.

1.2.5 Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Dle hydrogeologické mapy ČR (ČGÚ, 1991) podzemní voda na lokalitě v jejím blízkém okolí spadá do druhé až třetí kategorie, tzn. vodu vyžadující složitější úpravu, resp. málo vhodnou nebo nevhodnou podzemní vodu. Lze předpokládat antropogenně ovlivněnou podzemní vodu vzhledem k výskytu velkého množství navážek – tedy v případě výskytu navážkové zvodně. Hluběji již podzemní voda nemusí být navážkami ovlivněna.

2. Průzkumné práce

2.1 Dosavadní prozkoumanost území

2.1.1 Základní výsledky dřívějších průzkumných a sanačních prací na lokalitě

Dosavadní prozkoumanost ve smyslu cílů průzkumu je dána sumou údajů o geologické stavbě kvartérního pokryvu hydrogeologických poměrů mělké (kvartérní) zvodně včetně povrchu báze miocenních sedimentů. Geologická a hydrogeologická prozkoumanost vychází především z existence starších (archivních) vrtů, které ověřily kvartérní sedimenty v co nejúplnějším rozsahu a ověřily úroveň hladiny podzemní vody.

Přehled dosavadní geologické a hydrogeologické prozkoumanosti do roku 2011 je zpracován ve zprávě „Příprava brownfieldu lokalita A5 – Nad Barborou“ (Šmolka, Hotárek, 2011). V rámci tohoto hydrogeologického průzkumu byly vybudovány vystrojené pozorovací hydrogeologické vrty řady NBV o hloubce do 17 m pod terénem a mapovací nevystrojené vrty řady NBM.

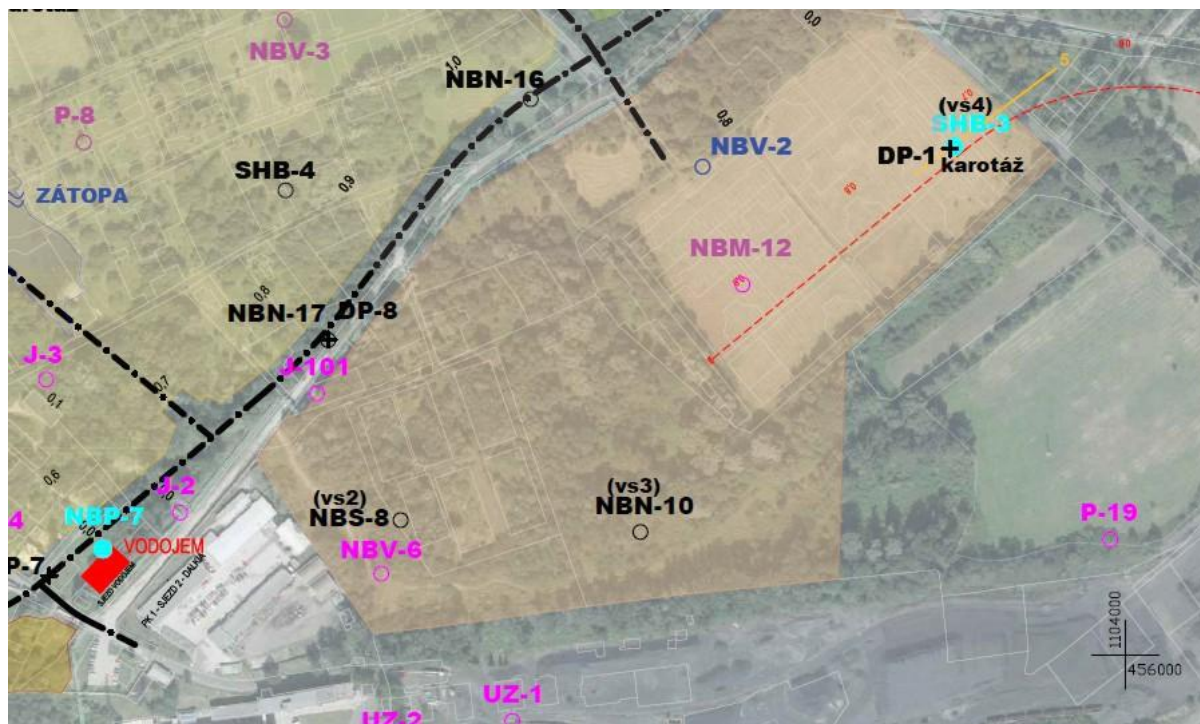
Jako hlavní podkladový materiál pro zpracování analýzy rizika je pak rozsáhlý průzkum ze srpna 2014 realizovaný společností Green Gas DPB, a.s. „Průmyslová zóna Nad Barborou

Souhrnný inženýrsko-geologický a hydrogeologický průzkum a průzkum potenciálního znečištění území“ (Malucha, Hotárek, 2014) a ekologický audit lokality z dubna 2015 realizovaný společností HAGEO s.r.o. „Ekologický audit PZNB“ (Muška, 2015).

Lokalizace archivních a nově realizovaných průzkumných děl z tohoto průzkumu, na výřezu zájmového území pro AR, je zobrazeno na následujícím obrázku.

Lokalizace průzkumných prací (Malucha, Hotárek, 2014)

Obr. č. 2.1.1-1



Nejdůležitější závěry z hlediska kontaminace zkoumaného území jsou následující (Malucha, Hotárek, 2014):

Atmogeochemický průzkum vytypoval jako oblast možné kontaminace prostor bývalých nádrží úpravní vody v dílčí ploše „D“. Do tohoto prostoru se následně přednostně zaměřila další etapa průzkumu – odběry zemin pro laboratorní analytiku. Projevy syntetických látek skupiny TOL (konkrétně BTEX, Cl-U) se v zájmovém území nepotvrdily, resp. jejich přítomnost je minimální.

Průzkum zemin potvrdil výchozí předpoklad o přednostním výskytu kontaminace ropnými uhlovodíky v prostoru bývalých nádrží úpravní vody a v jejich okolí v dílčí ploše „D“, vyslovený na základě výsledků atmogeochemie. Zjištěná kontaminace odráží jednak skutečnost, že tato lokalita byla v minulosti součástí průmyslového areálu bývalého Dolu Barbora a ÚZK, a dále že se zde vyskytují cizorodé materiály, pocházející právě z těchto areálů při likvidaci nádrží (např. popílkový materiál pod komunikací mezi nádržemi, který je tvořen popílkem se zvýšenou koncentrací PAU). Další výskyt zvýšených koncentrací vytypovaných uhlovodíků je ojedinělý a váže se na navážku rekultivačních staveb. Je nutno připomenout, že hlušina do těchto rekultivačních těles byla překládána na odvalu Hohenegger, kde byla v minulosti dlouhodobě v provozu koksovna (typický producent PAU). S ohledem na budoucí průmyslové využití území, bodový výskyt kontaminace v rámci značného objemu navážky a především s ohledem na absenci odpovídající kontaminace ve vodě Karvinského potoka, která rekultivační stavbou protéká, byla vyhodnocena zjištěná koncentrace PAU v navážce rekultivací jako bezriziková, a to jak z hlediska případné místní

expozice, tak i z pohledu absence migrace znečištění. Kontaminace zemin v ostatní ploše (tj. v rostlém terénu bývalé občanské zástavby a navazující infrastruktury) je vzhledem k normativům a kritériím v oboru ekologických zátěží minimální.

Bylo konstatováno, že zjištěná nízká úroveň kontaminace zemin je v souladu s charakterem dosavadního využití území, tedy že se neprojevovalo znečištění lokality nad rámec obvyklý v územích s obdobnou dispozicí (lokalita bez přímých zdrojů znečištění ve vlastním území, s expozicí vázanou na okolní průmyslové aktivity, včetně vzdálených zdrojů prostřednictvím spadu); a že v souvislosti se zjištěnou úrovní znečištění zemin není nutno realizovat žádná nápravná (sanační) opatření; tím nebude ovlivněn ani časový, technický a finanční rámec plánované stavby.

Průzkumnými pracemi byla ověřena nízká míra znečištění zemin (včetně rekultivačních naspů karbonských hlušín) a vod, která odpovídá pozici území v těsné blízkosti průmyslových komplexů v rámci ostravsko-karvinské aglomerace, tedy lokalita se zvýšeným místním pozadím. Koncentrované a závažné znečištění s nepřijatelným rizikem pro stávající nebo budoucí využití území nebo s rizikem migrace, které by si vyžádalo sanační opatření, nebylo zjištěno a není předpoklad jeho výskytu. Bylo konstatováno, že nejvyšší míra znečištění zemin se omezuje na lokální výskyt navážek v místě bývalých nádrží úpravny vody bývalého Dolu Barbora. Z dlouhodobých zkušeností s lokalitami, které byly v minulosti z důvodu negativních účinků důlní činnosti opuštěny a ponechány ladem, plyne, že se stávají místem nekontrolovatelného ukládání různých druhů odpadů, od stavebních sutí přes komunální vesměs velkoobjemový odpad až po nebezpečný. V hodnocené lokalitě jsou tímto způsobem vytvořeny podmínky pro kontaminaci podzemních vod prostřednictvím struktury povrchové vody (jižní zátopa).

Dále bylo konstatováno, že současný bezprizorní stav lokality, tedy opuštěná a zanedbaná plocha, kdy je možný nekontrolovaný vjezd a pohyb subjektů s rizikem ukládání různého druhu odpadu znamená riziko kontaminace povrchových i podzemních vod. Je žádoucí současný statut lokality změnit formou její revitalizace a místa pro vstup potenciální kontaminace zabezpečit (např. zásyp poklesové zátopy inertním materiálem).

Na základě výsledků průzkumu úrovně **kontaminace podzemní vody** bylo konstatováno, že k překročení indikátoru znečištění podle MP MŽP 2013 došlo pouze v jednom ze vzorků (NBP-7) v ukazateli C₁₀-C₄₀. Bylo ověřeno, že obecně platí nárůst ropných látek směrem k jihu – k areálu bývalého Dolu Barbora a ÚZK.

Dalšími obecně závažnými polutanty jsou TOL a PAU. TOL jsou ve všech vzorcích pod mezí detekce. PAU jsou lokálně mírně zvýšené, v sumě sice těsně překračují předpis Vyhlášky č.5/2011 Sb. (čímž se dokládá antropogenní vliv na podzemní vodu), ale toto překročení je dáno koncentrací fluorantenu a pyrenu, které nejsou touto vyhláškou parciálně limitovány a ve srovnání s MP MŽP 2013 jsou tyto 2 zástupci hluboce podlimitní. Jako „nadlimitní“ se projevují ještě sírany, chloridy, dusitany a sodík.

Celkovou úroveň anorganického látkového znečištění reprezentuje souhrnný parametr RAS. Při analýze distribuce RAS je zřejmé, že podzemní voda hlavní písčité zvodně má RAS v úrovni 300–400 mg/l, přičemž s vyšší průtočností zvodně se snižuje i úroveň RAS.

Antropogenní zvodněň je mineralizována o 1 řád více. O antropogenním znečištění s indikací parametrem RAS tedy můžeme hovořit jen v případě rekultivačních navážek karbonských hlušín. Sírany, které tuto hydrochemickou alteraci vyvolávají, jsou ale v těchto koncentračních úrovních bez zdravotních rizik.

Při hodnocení rizika kontaminace se obecně vychází ze zhodnocení využití území a na to navazujících expozičních scénářů. Závěrem bylo konstatováno, že:

- v lokalitě není vodohospodářské využití podzemní ani povrchové vody a ani se s ním do budoucna nepočítá,
- odtok podzemní i povrchové vody cílově směřuje většinou do Karvinského potoka a v menší míře (podzemní voda) do Soleckého potoka, kterým se voda dostává opět do Karvinského potoka. Tento recipient protéká převážně rekultivovaným územím a je i využíván pro vypouštění důlních vod. Prochází kolem uhelných a popílkových odkališť. Zjištěná kontaminace vod v lokalitě je odrazem pozice lokality v rámci průmyslově zatíženého regionu a nedosahuje parametrů, které si vyžadují kvantifikaci ekologických a zdravotních rizik. Existence rizikových expozičních scénářů ve vazbě na vliv hodnocené lokality na Karvinský potok je prakticky zanedbatelná,
- předpokládaná souvislost vody „jižní (poklesové) zátopy“ s podzemní vodou v kombinaci se zanedbaným stavem této struktury povrchové vody a její přístupností pro znečištění znamená potenciálně riziko znečištění i pro podzemní vodu. Proto je žádoucí současný bezprizorní stav území změnit i v zájmu zamezení rizika znečištění vod,
- zjištěná kontaminace rostlých zemín v zájmové ploše je vzhledem k platným relevantním kritériím podlimitní a není nutno ji jakkoli řešit. Nejvyšší míra znečištění zemín je zjištěna v oblasti nádrží bývalé úpravní vody a váže na antropogenní navážky. Hydrogeologická charakteristika tohoto místa výrazně snižuje riziko kontaminace podzemních vod a migrace znečištění – vysoká mocnost nesaturované zóny, zvodnění buď není, nebo má nízkou průtočnost.

Závěry ekologického auditu (Muška, 2015) lze shrnout následovně:

Průzkum zemín potvrdil výchozí předpoklad o přednostním výskytu kontaminace uhlovodíky v prostoru bývalých nádrží úpravní vody a v jejich okolí na jižním okraji zájmového území, v dílčí ploše „D“, vyslovený na základě výsledků atmogeochemie. Zjištěná kontaminace odráží jednak skutečnost, že tato lokalita byla v minulosti součástí průmyslového areálu bývalého Dolu Barbora a ÚZK, a dále že se zde vyskytují cizorodé materiály, pocházející právě z těchto areálů při likvidaci nádrží.

Doplňkový průzkum prokázal vysoké koncentrace PAU především v navážkách vyplňujících některé z bývalých nádrží úpravní vody (hlavně v severní části), tvořených stavebními sutěmi, škvárou, zeminou, kamením apod. Zvýšené obsahy PAU byly dále ověřeny v prostoru původní komunikace procházející mezi bývalými nádržemi a severovýchodním směrem od nádrží. Vzorky zemín odebrané jižně, východně, severně a jihozápadně od nádrží vykazovaly podlimitní koncentrace sledovaných látek.

Lze tedy konstatovat, že zmíněný prostor bývalých nádrží úpravní vody v dílčí ploše „D“ byl zavezen antropogenními navážkami obsahujícími lokálně (nikoliv bodově) zvýšené obsahy PAU nad stanovené indikátory, především v ukazateli benzo(a)pyren (až třistanásobně).

Z výsledků analýz odebraných vzorků zemín v rozsahu dle tabulky č. 2 přílohy č. 2 vyhlášky 294/2005 Sb., vyplývá, že hodnocené vzorky navážek z obsahů 2 nádrží a komunikace mezi nádržemi splňují kritéria pro ukládání na skládky ostatního odpadu. V případě zemních prací na lokalitě by tedy sice nemohly být použity na povrchu terénu (překračují limity minimálně v ukazateli PAU dle přílohy č. 10 citované vyhlášky), mohly by však být likvidovány jako ostatní odpad.

Další výskyt zvýšených koncentrací vytipovaných uhlovodíků mimo zmíněný prostor bývalých nádrží úpravní vody je ojedinělý a váže se na navážku rekultivačních staveb.

Jako jediné problematické místo se tedy jeví dílčí část bývalých nádrží úpravy vody v oblasti „D“, kde bylo ověřeno lokální překročení hodnot Indikátorů především v navážkách vyplňujících uvedené nádrže. Metodický pokyn Indikátory znečištění říká, že „překročení hodnoty indikátorů neznamená automaticky nutnost provedení nápravných opatření, jedná se pouze o indikaci, že zvýšená úroveň znečištění má potenciál nepříznivého vlivu na lidské zdraví či ekosystémy, a je nezbytné významnost tohoto rizika dále zkoumat a hodnotit.“

Vzhledem k výraznému překročení těchto indikátorů v oblasti bývalých nádrží úpravy vody v dílčí ploše „D“, které nelze považovat za bodové, je na zvážení pro tuto část lokality provedení analýzy rizik, která potvrdí nebo vyloučí existenci rizik vlivu na lidské zdraví či ekosystémy. Vyhodnocení stavu vodního hospodářství a ochrany ovzduší není v daném případě relevantní.

2.1.2 Přehled zdrojů znečištění

Na základě závěrů rozsáhlého HG a IG průzkumu (Malucha, Hotárek, 2014) byla jako jediná oblast určená k doplňkovému průzkumu zvolena oblast bývalých nádrží úpravy vody bývalého Dolu Barbora. Následný ekologický audit (Muška, 2015) tuto oblast potvrdil jako jedinou problematickou, s nadlimitními obsahy některých zástupců PAU.

K vyhodnocení výsledků analýz vzorků zemin byly použity limity platného MP MŽP z roku 2013 (Indikátory znečištění). Jako určující pro vyhodnocení byly využity kritéria pro „průmyslové využívání území“. Dále byly pro určení případného dalšího nakládání s kontaminovanou zeminou (resp. antropogenní navázkou) jako odpadem, použity limity Výluhové třídy dle tabulky č. 2 přílohy č. 2 vyhlášky 294/2005 Sb.

Výsledky analýz vzorků zemin v ukazateli PAU jsou přehledně zpracovány v následující tabulce (Muška, 2015). Výluhy splňovaly třídu IIB.

Výsledky analýz vzorků zemin v ukazateli PAU (jednotliví zástupci) Tabulka č. 2.1.2-1

Ukazatel	MP MŽP (2013)	S-1	S-1	S-2	S-3	S-4	S-5	S-6	S-7
	Průmyslově využívaná území	(0-1,5)	(1,5-2,7)	(0,2-1)	(0,5-1,5)	(0-1)	(0-0,9)	(0-0,5)	(0,-1,2)
obsah sušiny		80,9	90,7	85,5	91,1	84,1	90,8	82,9	77,7
naftalen	18	0,424	5,09	<0,015	0,018	0,116	0,145	<0,015	1,62
fenanthren		5,01	142	0,022	0,239	5,04	2,07	0,042	9,02
anthracen	170 000	1,25	43,2	<0,006	0,03	1,46	0,085	<0,006	3,13
fluoranthren	22 000	7,26	157	0,027	0,26	7,07	0,823	0,036	9,37
pyren	17 000	5,81	103	0,021	0,196	5,04	0,841	0,025	6,62
benzo[a]anthracen	2,1	2,79	43	0,006	0,03	2,88	<0,023	0,014	2,71
chrysen	210	4,52	64,3	0,013	0,16	5,09	0,665	0,026	3,87
benzo[b]fluoranthren	2,1	3,11	37	0,007	0,085	3,46	0,216	0,02	1,45
benzo[k]fluoranthren	21	1,97	24,4	0,005	0,051	2,35	0,112	0,012	1,05
benzo[a]pyren	0,21	4,44	61,4	0,01	0,119	6,46	0,324	0,025	2,54
benzo[g, h, i]perylene		2,41	25,9	<0,006	0,059	3,2	0,112	0,014	0,637
indeno[1,2,3-c,d]pyren	2,1	2,26	27,4	<0,015	0,061	3,23	0,149	<0,015	0,845

2.1.3 Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

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

Jako prioritní kontaminanty byly pro zeminy i podzemní vody určeny ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ a polyaromatické uhlovodíky PAU.

2.1.4 Předběžný koncepční model znečištění

Predběžný koncepční model znečištění (PKMZ) vychází z údajů zjištěných při rekognoskaci terénu a rešerši podkladů, z popisu přírodních podmínek na lokalitě, způsobu minulého, současného i plánovaného využití lokality i okolí.

Zájmové území je v současnosti využíváno v minimální míře. V okolí dotčené části zájmového území se **nenachází souvislá obytná zástavba**. Většina původní zástavby je již odstraněna, **ojediněle se zde nacházejí zahrádky se zahradními domky** (velká část z nich je již částečně zdemolována, přičemž suť byla ponechána na původním místě). Předpokládá se, že většina zájmového území, respektive plochy průmyslové zóny Nad Barborou, bude určena pro investiční záměry z oblasti zpracovatelského průmyslu. Zbývající část území bude využita pro výstavbu technické a dopravní infrastruktury zajišťující obsluhu průmyslové zóny.

Další užívanou částí je provoz Teplárny Karviná (Veolia Energie ČR), která z j. a jz. části přímo souvisí s danou lokalitou. **Nejbližšími povrchovými toky jsou Karvinský a Solecký potok**.

Ověření kvality podzemní vody nepotvrdilo významnou míru znečištění, ojediněle se vyskytly zvýšené obsahy C₁₀–C₄₀ a PAU. V případě povrchové vody Karvinského potoka byly ověřeny pouze mírně zvýšené obsahy síranů, selenu a rozpuštěných anorganických látek (RAS). **Jako zdroj znečištění je v současnosti identifikován prostor bývalých nádrží úpravny vody v dílčí ploše „D“**, který byl zavezen antropogenními navažkami obsahujícími lokálně (nikoliv bodově) **zvýšené obsahy PAU** nad stanovené indikátory, především v ukazateli benzo[a]pyren.

Mezi **potenciálně ohrožené příjemce** v blízkosti zájmového území lze zahrnout pracovníky dlouhodobě zaměstnané v areálu Teplárny Karviná a místních obyvatel, kteří jsou vystaveni zejména neúmyslné ingesci, dermálnímu kontaktu a hypotetické expozici inhalací těkavých emisí z horninového prostředí. Vzhledem k charakteru prioritních kontaminantů jsou však hypotetické emise nízké v porovnání s množstvím inhalovatelných látek z probíhajících technologických procesů v teplárně a dalších okolních průmyslových aktivit.

Dalšími potenciálně ohroženými příjemci, kteří mohou přijít do styku se znečištěnými zeminami i vodou, jsou interní i externí zaměstnanci při výkopových, případně sanačních pracích přímo na zájmové lokalitě. Při provádění sanačních prací však předpokládáme obeznámení pracovníků s potenciálními riziky při tomto druhu prací a v souvislosti s tím dodržování bezpečnosti a hygieny práce včetně používání odpovídajících osobních ochranných pomůcek.

Využívání podzemní vody jako užitkové nebo pitné pro zaměstnance nebo okolní obyvatele nepřichází v úvahu.

Vzhledem k předpokládanému plošnému omezení kontaminačního mraku v zeminách nepovažujeme za rizikovou skupinu obyvatele blízkých obcí ani zaměstnance firem působících v širším okolí areálu. **Obyvatelé jsou napojeni na veřejný vodovod**. Jako

minimální považujeme také riziko pro příjemce z Karvinského potoka, či Soleckého potoka, příp. z povrchových útvarů na lokalitě průmyslové zóny. Expoziční scénáře off-site pro humánní rizika lze považovat za nereálné. Přehled potenciálních expozičních cest je přehledně uveden v následujícím schématu.

Predběžný koncepční model znečištění

Tabulka č. 2.1.4-1

Expoziční scénář		A. Pracovník, obyvatel (obecně) v provozu on-site	B. Pracovník v budově on-site	C. Pracovník provádějící výkopové práce on-site
Bod kontaktu	Zemina	Požítí, dermální kontakt	Požítí, dermální kontakt	Požítí, dermální kontakt
	Podzemní voda	NA	NA	Dermální kontakt
	Ovzduší	NA	NA	NA
	Povrchová voda	Bez kontaktu	Bez kontaktu	Bez kontaktu
Míra expozice	Potenciál expozice	Nízký	Nízký	Střední
	Zdůvodnění	Neúmyslná ingesce, dermální kontakt (náhodný styk se zemínou), vdechnutí kontaminovaného prachu	Neúmyslná ingesce, dermální kontakt (náhodný styk se zemínou), vdechnutí kontaminovaného prachu	Přímý kontakt se zemínou a potenciálně s podzemní vodou, s vyšší pravděpodobností dermálního kontaktu

2.2 Aktuální průzkumné práce

Metodika a rozsah prací realizovaných v rámci aktualizace analýzy rizika byly navrženy tak, aby v maximální možné míře zajistily splnění cíle uvedeného v úvodní části této zprávy s ohledem na požadavky Metodického pokynu MŽP – analýza rizik kontaminovaného území z ledna 2011 a požadavky realizačního projektu.

Dle projektu byl průzkum vztažen na dvě dílčí plochy (viz přílohu č. 6):

1. Jihozápadní část plochy „D“ – širší oblast historických nádrží: plocha, na které probíhaly práce v rámci analýzy rizika; dle investorského záměru má být svrchní část zeminy z této plochy přesunuta do 2. plochy,
2. Jihovýchodní část plochy „D“ – širší oblast bývalého zemníku pro těžbu cihlářských surovin: plocha určená pro ukládání materiálu z 1. plochy.

2.2.1 Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

Pro úspěšné splnění požadovaného úkolu byly na lokalitě navrženy následující práce:

- Vrtné práce
- Vzorkovací práce (zeminy, voda)
- Laboratorní práce
- Hydrodynamické zkoušky
- Geodetické práce

2.2.1.1 Vrtné práce

Pro vypracování AR byly vyhloubeny:

- Vystrojené HG vrty HG-1 až HG-3, s vrtným průměrem 220 mm, do vrtné hloubky byl 195 mm, a průměrem výstroje 160 mm, do hloubky:

- HG-1 18,5 m,
- HG-2 18,5 m,
- HG-3 17,5 m (celkově 54,5 bm).

Všechny HG vrty byly vrtány do zastížení povrchu miocenního podloží.

- Nevystrojené dočasné sondy NS-1 až NS-10 (celkově 10 ks á 4 m, celkově 40 bm) s průměrem vrtání 220 mm.

Pro průzkum plochy pro uložení odpadu byly provedeny:

- Průzkumné sondy ozn. jako NS-11 až NS-14 (celkově 4 ks) do hloubek s průměrem vrtání 156 mm:
 - NS-11 – 5 m,
 - NS-12 – 9,5 m,
 - NS-13 – 5 m,
 - NS-14 – 5 m (celkově 24,5 bm).

** Původně bylo v této ploše projektováno 5 nevystrojených sond, ale po dohodě s investorským dozorem byly z důvodu zjištění mocnosti navážek v bývalém zemníku (tzn. prohloubení sondy NS-12) realizovány pouze 4 sondy tak, aby nebyla překročena celková projektovaná metráž pro nevystrojené sondy (25 m).*

Vytýčení vrtů bylo provedeno odpovědným geologickým pracovníkem a zástupci investorského dozoru na základě dodaného vytýčení vedení podzemních sítí a dle technických možností lokality tak, aby byl splněn účel projektu. Plochy určené k realizaci vrtných prací pro AR a pro plochu k uložení zeminy jsou vyznačeny v příloze č. 6.

Vrtné práce při realizaci HG vrtů a sond NS-1 až NS-10 byly provedeny technologií rotačně-jádrového vrtání „na sucho“ bez použití výplachového média, jádrovnicemi s tvrdokovovými korunkami o průměru 220 mm.

Hydrogeologické vrty (HG-1 až HG-3) byly vystrojeny PVC zárubnicí o průměru 160 mm, která je v úrovni saturované zóny opatřena filtrem. Filtr byl proveden jako řezaný štěrbinový s šířkou štěrbin do 1 mm a perforací 10 %. Stabilita vrtu před vystrojením byla zajištěna dočasným manipulačním pažením. Dno výpažnice bylo osazeno víčkem, profil byl členěn na kalník, perforovanou část a svrchní nepropustnou část, dle zastíženého profilu. Vrty byly v prostoru mezikruží obsypány tříděným praným říčním štěrčkem frakce 4–8 mm (tzv. kačírek). Vrty byly ve svrchní části proti průsakům povrchové vody opatřeny v mezikruží jílovým (bentonitovým) těsněním a byly osazeny uzamykatelným ochranným zhlavím s identifikací vrtu. Zhlaví bylo provedeno z plastu.

Vrty určené pouze pro odběr vzorků zemin a popis geologického profilu (NS-1 až NS-10) byly po odběru vzorků a dokumentaci vrtného jádra likvidovány zpětným dusaným záhozem. Likvidace přebytku zeminy probíhala v souladu se Zákonem o odpadech.

Sondy pro zhodnocení plochy pro uložení odpadu (NS-11 až NS-14) byly vyhloubeny tak, aby s ohledem na situaci na lokalitě, kde náletová vegetace ztěžovala přístup, plošně pokryly celé zájmové území. Průměr sond byl 156 mm, tedy takový, aby bylo možné odebrat neporušený vzorek dle požadavků laboratoře (neporušený vzorek zeminy pro stanovení součinitele filtrace v permeamtru). Tyto sondy byly rovněž po odběru vzorků a dokumentaci zlikvidovány zpětným záhozem.

Zastižený profil byl podrobně popsán do terénních protokolů, jejichž přepis byl interpretován ve formě geologické dokumentace vrtných sond. Fotodokumentace vrtných jader a technická zpráva je součástí přílohy č. 10 a 12.

2.2.1.2 Vzorkovací práce

Byly provedeny odběry:

- 8 ks intervalových vzorků zeminy pro kontaminační analýzy (C₁₀-C₄₀, PAU),
- 8 ks vzorků pro odpadové analýzy (třídy vyluhovatelnosti dle příl. č. 2 Vyhl. 294/2005 Sb.),
- 3 ks směsných vzorků pro inženýrsko-geologické rozbory (zrnitost, zhutnitelnost),
- 1 ks porušeného vzorku pro průzkum plochy pro uložení odpadu (zrnitost),
- 3 ks neporušených vzorků zemin pro průzkum plochy pro uložení odpadu (zrnitost a propustnost).

** Oproti projektu prací nebyly realizovány odběry podzemní vody a nebyl realizován odběr 2 neporušených vzorků zeminy z oblasti pro ukládání odpadu (1. odběr z důvodu vyhotovení menšího počtu sond a 2. odběr byl z důvodu nemožnosti odběru – sypký popílkový materiál nahrazen odběrem porušeného vzorku pro stanovení zrnitosti a propustnosti z křivky zrnitosti).*

Vzorkování zemin

Z vrtných jader byly z různých hloubkových intervalů odebrány vzorky zemin pro stanovení požadovaných kontaminačních, odpadových a inženýrsko-geologických analýz. Vzorky byly odebírány do předepsaných vzorkovnic s řádným označením (název vzorku, datum odběru, podmínky odběru apod.) pomocí lopatky a po odběru byly odvezeny ke zpracování do laboratoří. Odběrný nástroj (lopatka) byl vždy před dalším odběrem řádně dekontaminován.

Vzorek vyzvednuté zeminy byl před odběrem umístěn na laboratorní podnos a očištěn. Následně byla separována vnitřní část jádra, která se nedostala do kontaktu se sondážním nářadím, ani nebyla rozrušena nebo deformována v průběhu sondážních prací a přiměřeně homogenizována. Přitom byly odstraněny hrubší zrnitostní frakce Ø nad 10 mm. Následně byl vzorek opakovaně kvartován a přemístěn v potřebném objemu do vzorkovnice.

Intervalové vzorky byly odebírány z dílčích částí horninového profilu, směsné vzorky byly odebírány jako směsné z více průzkumných vrtů. Odběry vzorků pro kontaminační analýzy byly realizovány vždy ze sensoricky nejkontaminovanější části vrtného profilu nevystrojené sondy. Vzorky pro stanovení zhutnitelnosti a zrnitosti z plochy pro analýzu rizika byly vzhledem k plánovanému záměru odebrány vždy z prvního 1,5 m p. t. Vzorky pro stanovení propustnosti v propustoměru a zrnitosti z plochy určené pro uložení zemin byly odebrány z materiálu navážky (NS-11), z materiálu pod navázkou (NS-12) a z hloubkové úrovně cca 5 m p. t. mimo hlavní těleso navážky (NS-13 a NS-14). V následující tabulce je znázorněn přehled odběrových intervalů.

Přehled odběrových intervalů

Tabulka č. 2.2.1.2-1

Vzorek	Hloubka odběru		Analýzy
	od	do	
NS-3	0,5	0,7	kontaminace + výluhy
NS-4	0,5	0,9	kontaminace + výluhy
NS-5	0,1	1,5	kontaminace + výluhy
NS-6	0,4	2,0	kontaminace + výluhy

Vzorek	Hloubka odběru		Analýzy
	od	do	
NS-7	0,5	0,7	kontaminace + výluhy
NS-8	0,1	0,4	kontaminace + výluhy
NS-9	0,1	0,7	kontaminace + výluhy
NS-10	0,1	0,4	kontaminace + výluhy
NS-11	1,1	5,0	zrnitost
NS-12	9,3	9,5	zrnitost + propustnost
NS-13	4,7	4,9	zrnitost + propustnost
NS-14	4,8	5,0	zrnitost + propustnost
NS-3,4,7	0	1,5	zrnitost + zhutnitelnost
NS-5,10	0	1,5	zrnitost + zhutnitelnost
NS-8,9	0	1,5	zrnitost + zhutnitelnost

Neporušené vzorky zemín (z plochy pro uložení odpadu) byly odebrány dle požadavků laboratoře, resp. dle ČSN CEN ISO/TS 17892-11 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 11: stanovení propustnosti zemín při konstantním a proměnném spádu. Na vzorku byla dále stanovena zrnitost dle ČSN CEN ISO/TS 17892-4 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 4: Stanovení zrnitosti zemín. Směsné technologické vzorky byly odebrány za účelem stanovení zhutnitelnosti materiálu (Proctor Standard), který by byl v případě sanace odtěžován.

Vzorky zemín byly odebrány v souladu s Metodickým pokynem MŽP „Vzorkovací práce v sanační geologii“. Vzorky byly po odběrech převezeny v chladicích boxech do akreditovaných laboratoří společnosti GEOTest, a.s.

Vzorkování podzemní vody

Vzhledem k nezastižení hladiny podzemní vody, resp. zastižení pouze na dně vrtů (0 až 13 cm ode dna po jednom týdnu od odvrtání) nebyly realizovány odběry podzemní vody.

2.2.1.3 Laboratorní práce

Rozsah laboratorních stanovení je přehledně uveden v následující tabulce.

* *Rozsah vzorků byl po dohodě s investorským dozorem oproti projektu změněn. Změny se vzhledem k reálné situaci na lokalitě ověřené in-situ týkaly: 1) nahrazení vzorků podzemní vody analýzami výluhu (analýzy pro zjištění přirozené atenuace nebyly prováděny) z důvodu nezastižení podzemní vody a 2) inženýrskogeologických analýz z plochy pro ukládání materiálu, kdy bylo operativně rozhodnuto o realizaci menšího počtu nevystrojených sond a ze sondy NS-11 nebyla možnost odebrat neporušený vzorek a stanovení propustnosti bylo pouze z křivky zrnitosti.*

Rozsah laboratorních stanovení

Tabulka č. 2.2.1.3-2

Zeminy z plochy určené pro AR		
Kontaminace v rozsahu C ₁₀ -C ₄₀ , PAU	8 vzorků	Rozsah stanovení PAU dle Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění (2014)

Propustnost (zrnitost) a zhutnitelnost (IG)	3 vzorky	Dle ČSN CEN ISO/TS 17892-4 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 4: Stanovení zrnitosti zemín. Odběr bude proveden dle rozhodnutí odpovědného geologického dozoru, tak aby bylo možné posoudit propustnost jednotlivých litologických typů zemín a v návaznosti na to možnost šíření kontaminace. Zhutnitelnost bude stanovena dle normy ČSN EN 13286-2 (736185) Nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy, část 2: Zkušební metody pro stanovení laboratorní srovnávací objemové hmotnosti a vlhkosti – Proctorova zkouška.
Výluhové třídy dle vyhlášky č. 294/2005 Sb.	8 vzorků	Stanovení výluhových tříd dle přílohy č. 2 vyhlášky č. 294/2005 Sb.
Zeminy z plochy pro ukládání materiálu		
Propustnost a zrnitost	3 vzorky	Propustnost zeminy v neporušeném vzorku bude stanovena dle ČSN CEN ISO/TS 17892-11 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 11: stanovení propustnosti zemín při konstantním a proměnném spádu. Zrnitost pak dle ČSN CEN ISO/TS 17892-4 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 4: Stanovení zrnitosti zemín.
Zrnitost	1 vzorek	Zrnitost dle ČSN CEN ISO/TS 17892-4 (721007) Geotechnický průzkum a zkoušení – Laboratorní zkoušky zemín, část 4: Stanovení zrnitosti zemín.
Analýza výluhů zastupujících podzemní vodu		
Kontaminace C ₁₀ -C ₄₀ , PAU	3 vzorky	Rozsah stanovení PAU dle Metodického pokynu MŽP Indikátory znečištění (2014);

2.2.1.4 Hydrodynamické zkoušky

Vzhledem k nezastižení hladiny podzemní vody nebyly hydrodynamické zkoušky realizovány.

2.2.1.5 Geodetické práce

Všechna provedená průzkumná díla byla geodeticky polohově a výškově zaměřena. Polohové zaměření bylo provedeno v systému S-JSTK. Výškový záměr byl v systému „Balt po vyrovnání – Bpv“, zaměřeny byly výšky odměrného bodu u vystrojených vrtů (Z výška ochranného zhlaví), výška terénu byla následně odečtena.

Pro polohové a výškové měření byla použita aparatura TOPCON HiPer SR, vyr. Č. 1064-10041. Souřadnice byly určeny metodou GNSS v souladu s Vyhl. č. 31/1995 a č. 311/2009 ČÚZK.

2.2.2 Výsledky průzkumných prací

2.2.2.1 Vrtné práce

Popis vyhloubených nevystrojených sond je uveden v příloze č. 8. Ve všech případech (kromě sondy NS-7) se vyskytovala značná přítomnost antropogenní navážky tvořené zpravidla struskou, škvárou, stavební sutí nebo zeminou s kamenivem. V sondách NS-6 a NS-9 v hloubce okolo 2 m p. t. byla zjištěna přítomnost betonu, který v těchto místech pravděpodobně tvořil základové konstrukce bývalých staveb. V ploše určené pro průzkum pro případné ukládání odpadu byla dokumentována silná mocnost popílku (v sondě NS-12 až do hloubky 9,3 m p. t.). Bývalý zemník po těžbě cihlářských surovin je tedy značně zavezen zejména popílkem. Zemník je z velké části silně zarostlý náletovou dřevinou. Při jeho rekognoskaci byly na povrchu terénu zaznamenány navážky charakteru demoličního odpadu, a to zejména v jeho sv. části.

Pod vrstvou navážky byl přítomen přirozený geologický sled podobný tomu, jaký je popsán v kapitole č. 1.2. Byly přítomny zejména nezpevněné sedimenty – viz přílohu č. 8. Tyto sedimenty byl velmi heterogenní, nacházela se škála různobarevných jílu až po vrstvy štěrkopísků. Heterogenita se týkala nejenom frakce materiálu, nýbrž i mocnosti vrstev jednotlivých uloženin. Geologický sled lze zjednodušit takto: do cca 13 m p. t. byla zaznamenána dominance jílovitých poloh nad propustnějšími vrstvami. Zhruba pod hloubkovou úrovní cca 13 m p. t. byly naopak přítomny vyšší zrnitostní frakce, zastoupené štěrkopískovou terasou, která byla v hloubce cca 17 m p. t. uložena na starší sedimenty tvořené zejména šedým pevným jílem. V rámci průzkumných prací byla zaznamenána navážková zvodeň v hloubce 6 m p. t. v sondě NS-12 a kvartérní zvodeň v sondě NS-13 v hloubce 3,5 m p. t. V žádném dalším objektu nebyla naražena hladina podzemní vody.

2.2.2.2 Vzorkovací práce

Odběr vzorků zemin byl realizován během vrtných prací dle postupů uvedených v kapitole 2.2.1.2. Dne 24. 10. 2016 byla změřena hladina podzemní vody v HG vrtech. Výsledky měření jsou uvedeny v následující tabulce.

Měření hladiny podzemní vody

Tabulka č. 2.2.2.2-1

Označení vrtu	HPV	OB	HPV
	[m od OB]	[m n. m.]	[m n. m.]
HG-1	18,4	268,23	249,83
HG-2	18,52	269,53	251,01
HG-3	suchý	269,19	suchý

2.2.2.3 Laboratorní práce

Kopie protokolů provedených laboratorních analýz jsou součástí přílohy č. 12.

Zeminy

Výsledky analýz zemin byly porovnány s Metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění a přílohou č. 2 k vyhlášce 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Výsledky jsou součástí následujících tabulek.

Stanovení míry znečištění zemin určených pro AR

Tabulka č. 2.2.2.3-1

Ukazatel	Jednotka	Indikátory znečištění		Tab. č. 10.1. Vyhl. č. 294/2005 Sb.	NS-3 (0,5-0,7)	NS-4 (0,5-0,9)	NS-5 (0,1-1,5)	NS-6 (0,4-2,0)	NS-7 (0,5-0,7)	NS-8 (0,1-0,4)	NS-9 (0,1-0,7)	NS-10 (0,1-0,4)
		Průmyslově využívaná území	Ostatní plochy									
naftalen	mg/kg	18	3,6	-	<0,1	<0,1	<0,1	0,133	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
anthracen	mg/kg	170 000	17 000	-	0,022	0,078	0,171	0,066	<0,02	4,6	0,14	0,025
fenanthren	mg/kg	-	-	-	0,05	0,529	0,641	0,44	0,025	11,8	0,491	0,283
fluoranthren	mg/kg	22 000	2 300	-	0,135	1,35	2,4	0,361	0,058	19,6	0,752	0,572
pyren	mg/kg	17 000	1 700	-	0,147	1,24	2,16	0,348	<0,1	16,1	0,598	0,456
benzo[a]anthracen	mg/kg	2,1	0,15	-	0,065	0,706	1,23	0,192	0,029	7,85	0,315	0,201
chrysen	mg/kg	210	15	-	0,081	0,679	1,1	0,065	0,054	5,8	0,264	0,239
benzo[b]fluoranthren	mg/kg	2,1	0,15	-	0,124	1,03	1,31	0,28	0,048	7,96	0,305	0,311
benzo[k]fluoranthren	mg/kg	21	1,5	-	0,059	0,587	0,791	0,148	0,027	4,99	0,185	0,172
benzo[a]pyren	mg/kg	0,21	0,015	-	0,096	1,01	1,5	0,281	0,046	6,12	0,327	0,267
benzo[ghi]perylen	mg/kg	-	-	-	0,077	0,591	0,729	0,172	0,32	4,89	0,151	0,176
indenopyren	mg/kg	2,1	0,15	-	0,064	0,497	0,6	0,113	0,028	4,01	<0,2	<0,2
suma PAU (12)	mg/kg	-	-	6	0,773	8,297	12,63	2,619	0,635	93,72	3,528	2,702
C ₁₀ -C ₄₀	mg/kg	1 500	500	300	190	59	<20	120	92	310	37	<20

Výsledky analýz výluhů v rámci odpadové legislativy

Tabulka č. 2.2.2.3-2

Ukazatel	Jednotka	Nejvyšší přípustné hodnoty ukazatelů tříd vyluhovatelnosti (tab. č. 2.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb.)				NS-3 (0,5-0,7)	NS-4 (0,5-0,9)	NS-5 (0,1-1,5)	NS-6 (0,4-2,0)	NS-7 (0,5-0,7)	NS-8 (0,1-0,4)	NS-9 (0,1-0,7)	NS-10 (0,1-0,4)
		I	II a	II b	III								
pH			≥6	≥6		7,34	7,21	6,68	6,34	7,46	6,90	6,87	6,84
Sířany	mg/l	100	1000	2000	5 000	7,8	15,2	3,9	16,3	25,6	14,5	1,6	2,7
Chloridy	mg/l	80	1500	1500	2 500	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3	11
Fluoridy	mg/l	1	30	15	50	0,77	1,04	<0,2	0,63	0,23	0,6	0,2	1,29
rozpuštěné látky	mg/l	400	8000	6000	10000	132	160	90	108	122	94	74	96
fenoly	mg/l	0,1				<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,1	<0,05	<0,05	<0,05
Arsen	mg/l	0,05	2,5	0,2	2,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Kadmium	mg/l	0,004	0,05	0,1	0,5	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Olovo	mg/l	0,05	5	1	5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Rtuť	mg/l	0,001	0,2	0,02	0,2	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005	<0,0005
Měď	mg/l	0,2	10	5	10	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Zinek	mg/l	0,4	20	5	20	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Baryum	mg/l	2	30	10	30	0,02	0,05	0,02	0,03	0,02	0,11	<0,02	<0,02
Chrom	mg/l	0,05	7	1	7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nikl	mg/l	0,04	4	1	4	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Selen	mg/l	0,01	0,7	0,05	0,7	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Molybden	mg/l	0,05	3	1	3	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02
Antimon	mg/l	0,006	0,5	0,07	0,5	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
DOC	mg/l	50	80	80	100	5,19	8,15	3,84	4,06	18,5	3,65	3,62	3,22

Laboratorní analýzy potvrdily nadlimitní kontaminaci zemin vzhledem k indikátorům znečištění pro průmyslově využívaná území ve všech vzorcích, kromě sond NS-3 a NS-7, v nichž byl zachycen nejpůvodnější geologický sled. Problematickou látkou je zde v souladu s předchozími průzkumy zejména benzo[a]pyren, ale byly zde nalezeny zvýšené koncentrace i dalších členů PAU, např. benzo[a]anthracen, benzo[b]fluoranthren, indenopyren aj. Zdaleka nejkontaminovanější se jeví sonda NS-8, jejíž kontaminace několikanásobně překračuje více indikátorů znečištění. Průzkumné práce potvrdily, že kontaminace je zde vázána pouze na navožený materiál, který se ale nenachází pouze v nádržích, ale i mimo jejich prostor. Oproti předchozím průzkumům nebyla na lokalitě potvrzena kontaminace uhlovodíků stanovovaných jako C₁₀-C₄₀ ve zvýšené míře.

Z analýz výluhů je patrné, že materiál z okolí sond NS-3, NS-6, NS-7, NS-9 a NS-10 by mohl být ukládán při splnění dalších legislativních povinností na skládkách inertního odpadu,

případně i na povrch terénu. Zeminám, resp. jejich nejkontaminovanějším částem, v okolí sond NS-4, NS-5 a NS-8 brání využití materiálu na povrchu terénu Vyhl. č. 294/2005 Sb.

Inženýrskogeologické posouzení zemin

Ze základních laboratorních analýz mechaniky zemin je zřejmé, že vzorkovaný materiál z plochy určené pro AR jsou zeminy charakteru prachovitých jílu, zatímco popílky v níže položené ploše určené pro ukládání materiálu jsou klasifikovány jako písčité hlíny.

Veškerý vzorkovaný materiál má v obecném měřítku velice nízkou propustnost a má vlastnosti velmi silného hydrogeologického izolátoru. Propustnost prachovitých jílu v ploše určené pro AR je menší než 10^{-8} m/s, propustnost ve ploše určené pro ukládání odpadů se mění s množstvím písčité frakce a pohybuje se v řádech 10^{-7} až 10^{-8} m/s. Nejvyšší hodnota propustnosti byla zjištěna u vzorku ze sondy NS-11, ve kterém činí $2,2 \times 10^{-7}$ m/s, což zároveň potvrzuje i tvrzení o růstu propustnosti s množstvím písčité frakce, neboť se jedná o vzorek s nejvyšším podílem písku.

Materiál z plochy určené pro AR je po fyzikální stránce dle ČSN 73 6133 podmínečně vhodný až nevhodný do násypu a nevhodný do aktivní zóny. Vzhledem ke skutečnosti, že u odebraných vzorků nebyly provedeny rozbory pro zjištění mezí konzistence a přirozené vlhkosti, nelze provést bližší zařazení dle ČSN 73 6133 do třídy zeminy a tím upřesnit vhodnost do násypu a do aktivní zóny. Dle průběhu křivek zrnitosti se však v případě všech odebraných vzorků jedná o zeminy nebezpečně namrzavé a s vysokou pravděpodobností i mírně rozbídné, proto je bude třeba v období výstavby ochránit před klimatickými vlivy, především před účinky mrazu a srážkové vody.

Pro zjištění možnosti hutnění v průběhu výstavby byla u vzorků ze svrchního patra skládky provedena zkouška zhutnitelnosti metodou Proctor standard. Maximální zhutnitelnost se pohybuje od 1 703 do 1 885 kg/m³ při ideální vlhkosti 16,4 až 11,9 %. Tato data jsou určující zejména pro projekt hutnění materiálu.

Zeminy byly dále zařazeny do příslušných tříd dle norem ČSN EN 13286-2, ČSN EN ISO 14688-2 a ČSN 73 6133.

V případě, že na nově vytvořeném násypu bude projektována nová výstavba, bude třeba provést pro tuto výstavbu samostatný geotechnický průzkum s potřebnými laboratorními rozbory, neboť parametry zemin získané v této etapě nejsou dostačující pro nadimenzování základových poměrů.

Stanovení IG parametrů

Tabulka č. 2.2.2.3-3

Původ vzorku				NS-3,4,7 (0,0-1,5)	NS-5,10 (0,0-1,5)	NS-8,9 (0,0-1,5)	NS-11 (1,1-5,0)	NS-12 (9,3-9,5)	NS-13 (4,7-4,9)	NS-14 (4,8-5,0)	
Propustnost	dle ČSN 72 1020	k	[m.s ⁻¹]					1,9.10 ⁻¹¹	8,1.10 ⁻¹¹	1,9.10 ⁻¹⁰	
		i	[l]					30	30	30	
Zhutnitelnost	dle ČSN EN 13286-2	ρ _{dmax}	[kg.m ³]	1703	1885	1713					
		ω _{opt}	%	16,4	11,9	15,8					
Zařazení zemin	dle ČSN EN ISO 14688-2			SiCl	SiCl	sasiCl	saSi	sasiCl	saCl	siCl	
	dle ČSN 73 6133						F3 MS	F3 MS	F3 MS		
Pojmenování zeminy				jH	jH	H	prP	pH	jHp	jH	
Propustnost z křivky zrnitosti				k	[m.s ⁻¹]	<3,0.10 ⁻⁸	<3,0.10 ⁻⁸	2,2.10 ⁻⁷	<3,0.10 ⁻⁸	<3,0.10 ⁻⁸	<3,0.10 ⁻⁸

Podzemní voda

Z důvodu nezastižení podzemní vody na lokalitě byly analýzy podzemní vody nahrazeny analýzami výluhů, které byly vyhotoveny pro orientační ověření možného charakteru navážkové zvodně. Pro tyto analýzy byly vybrány vrty s nevyšší kontaminací zemin.

Výsledky v porovnání s metodickým pokynem MŽP Indikátory znečištění jsou uvedeny v následující tabulce.

Výsledky laboratorních analýz výluhů nahrazujících podzemní vodu Tabulka č. 2.2.2.3-4

Ukazatel	Jednotka	Indikátory znečištění	NS-4 (0,4-0,9)	NS-5 (0,1-1,5)	NS-8 (0,1-0,4)
naftalen	µg/l	0,14	<0,1	<0,1	<0,1
acenaftylen	µg/l		<0,1	<0,1	<0,1
acenaften	µg/l	400	<0,1	<0,1	<0,1
fluoren	µg/l	220	<0,1	<0,1	<0,1
anthracen	µg/l	1 300	<0,02	<0,02	0,037
fenanthren	µg/l		<0,02	0,021	0,125
fluoranthren	µg/l	630	0,034	0,062	0,28
pyren	µg/l	87	<0,1	<0,1	0,237
benzo[a]anthracen	µg/l	0,029	0,021	0,015	0,141
chrysen	µg/l	2,9	0,023	0,017	0,125
benzo[b]fluoranthren	µg/l	0,029	0,039	0,019	0,119
benzo[k]fluoranthren	µg/l	0,29	0,022	0,011	0,075
benzo[a]pyren	µg/l	0,0029	0,052	0,025	0,188
dibenzo[ah]anthracen	µg/l	0,0029	0,006	<0,004	0,034
benzo[ghi]perylen	µg/l		0,045	0,014	0,11
indeno[1,2,3-cd]pyren	µg/l	0,029	0,053	0,019	0,12
PAU (suma 16)	µg/l		0,835	<0,8	1,591
uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	mg/l		<0,2	<0,2	<0,2

Jak je patrné z výše uvedené tabulky, z navážkového materiálu mohou být vylouhovány polyaromatické uhlovodíky v množství, které překračuje MP MŽP (2013). Látky, které se můžou vylouhovat, jsou totožné s látkami, které se primárně nachází v zeminách.

2.2.2.4 Hydrodynamické zkoušky

Hydrodynamické zkoušky nebyly realizovány.

2.2.2.5 Geodetické práce

Výsledky geodetického zaměření hydrogeologických vrtů jsou uvedeny v samostatné příloze č. 11 a následující tabulce.

Výsledky geodetického zaměření

Tabulka č. 2.2.2.5-1

Označení vrtu	Y	X	Z výška terénu	Z výška pažnice
HG-1	456570.50	1103849.88	267,81	268,23
HG-2	456498.37	1103942.13	269,11	269,53
HG-3	456399.18	1103912.38	268,62	269,19
NS-1	456484.49	1103910.29	269,26	-
NS-2	456504.73	1103929.46	268,84	-
NS-3	456549.63	1103818.42	268,69	-
NS-4	456527.39	1103829.34	268,73	-
NS-5	456525.35	1103890.63	268,60	-
NS-6	456485.26	1103872.40	269,03	-
NS-7	456515.54	1103872.30	268,51	-
NS-8	456466.49	1103936.48	269,68	-
NS-9	456441.73	1103885.19	269,77	-
NS-10	456489.64	1103788.79	268,21	-
NS-11	456315.94	1103911.73	263,04	-
NS-12	456270.02	1103891.44	261,48	-

Označení vrtu	Y	X	Z výška terénu	Z výška pažnice
NS-13	456270.58	1103824.79	262,06	-
NS-14	456331.80	1103710.94	263,94	-

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv

2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění

V příloze č. 9 je uvedena mapa kontaminace zemin. V zeminách v ploše určené pro AR bylo zjištěno překročení indikátorů znečištění pro PAU. Toto znečištění je vázáno pouze na navezený materiál, který je ovšem přítomen plošně na celé lokalitě:

- v nově vyhotovených sondách: NS-4, NS-5, NS-6, NS-8, NS-9 a NS-10,
- v historických sondách: S-1, S-4, S-5, S-7, NBS-3 a NBS-9.

Vzhledem k obdobnému charakteru navážky lze očekávat stejnou kvalitu materiálu i v ploše určené pro ukládání materiálu.

Vzhledem k tomu, že na lokalitě nebyla zastížena podzemní voda v množství, které by dovolovalo její odběr, nebyla vyhotovena mapa kontaminace podzemní vody. Vzhledem k vyluhovatelnosti PAU v zeminách může být kontaminována navážková zvodeň. Kontaminace se bude nacházet v místech, kde byla prokázána přítomnost navážkového materiálu charakteru odpadu po spalování a zpracování uhlí (viz výše).

Orientační bilanční výpočty byly vypočítány pro látku benzo[a]pyren. Na ploše cca 28 000 m² (plocha určená pro AR) je průměrná vrstva navážky 1,1 m. Průměrná hodnota koncentrací benzo[a]pyrenu činí včetně historických průzkumů 5,31 mg/kg. Tzn., že při hustotě zeminy 1 950 kg/ m³ se v ploše určené pro AR se nachází cca 0,32 t kontaminantu.

2.2.4 Posouzení šíření znečištění

Posouzení šíření znečištění bylo zpracováno na základě zjištěných výsledků z průzkumu lokality a jejího okolí a přírodních podmínek na lokalitě.

2.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně

Lze konstatovat, že nesaturovaná zóna na zkoumaném území tvoří kompletní ověřený geologický sled. Při měření hladiny podzemní vody cca po 1 týdnu od vystrojení HG vrtů byla nalezena podzemní voda v mocnosti do 13 cm ode dna kalníku, přičemž šterkopísková terasa při své bázi (nasedání na miocenní podklad) jevila pouze známky vlhkosti.

V nesaturované zóně byly zjištěny zvýšené koncentrace PAU. K šíření kontaminace v nesaturované zóně dochází infiltrací atmosférických srážek do tělesa navážky. Analýzy výluhů z nejkontaminovanějších částí prokázaly, že může docházet k vymývání kontaminantů přítomných v tělese navážky a zřejmě pak dochází k jejich následnému transportu. Tento transport případných kontaminantů může být dále zpomalen sorpčními procesy.

2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Z prozkoumanosti území vyplývá, že v jediném hydrogeologickém vrtu, který se nachází na ploše určené pro AR (pravděpodobný vrt NBV-6) nebyla při vrtání zastížena hladina podzemní vody ani v 17 m p. t., nicméně při měření v březnu 2016 byla zaznamenána

v úrovni 3,23 m p. t. V nedalekém vrtu NBP-7, který se nachází západně od lokality, byla hladina naražena v 16 m p. t. V dále situovaných vrtech východním směrem (až za bývalým zemníkem – plochou určenou pro IG analýzy) NBV-2 a NBM-12 se hladina podzemní vody pohybuje v rozmezí cca 7–10 m p. t.

Z nově provedených i historických prací, kdy na lokalitě určené pro AR nikdy nebyla naražena hladina podzemní vody, vyplývá, že pravděpodobný vrt NBV-6 je nefunkční (netěsní, je nevhodně vystrojený, chybějící ochranná pažnice, apod.) a dostává se do něj průsaková voda z navážkové zvodně (viz dále), nebo srážková voda.

Absence podzemní vody v ploše určené pro AR se tak zdá být dlouhodobá. Ovšem při vyšších srážkových úhrnech, a tím zvýšení hladiny podzemní vody v okolí, může dojít k dotaci podzemní vody do kvartérní zvodně tvořené štěrkopískou i na ploše určené pro AR a to ze SZ, z oblasti „zátopa na jihu“ (viz kapitulu č. 1.2.3). Tato podzemní voda by mohla dále migrovat jižním až jv. směrem, tedy i k bývalému zemníku, kde je možná komunikace s navážkovou zvodní (viz dále).

Při deštivém období může na lokalitě mimo výše uvedenou kvartérní zvodně ve štěrkopískách vzniknout dočasná navážková zvodně. Tato podzemní voda pravděpodobně nebude vzhledem k nepříznivým hydrodynamickým podmínkám ověřeným v ploše určené pro AR (několik poloh izolátorů – jílu) přetékat do tou dobou pravděpodobně přítomné hlubší kvartérní zvodně, ale z důvodu přítomnosti podzemní vody v ploše určené pro ukládání materiálu a reliéfu přepokládáme, že splachy a podzemní voda navážkové zvodně vytvořené při deštivých obdobích může z plochy určené pro AR přetékat právě do bývalého zemníku po těžbě cihlářských surovin. Zde může docházet k přetoku svrchní navážkové zvodně do spodní kvartérní zvodně.

Při eventuálním přetoku z tohoto zemníku potom podzemní voda může migrovat přípoверхovým odtokem jižním až východním směrem k drenážní bázi bezejmenné vodoteče a odkališti Mokroš, nebo jiným menším bezejmenným vodním plochám v blízkosti dolu Gabriela.

Následující výpočty byly počítány pro hypotetický odtok navážkové zvodně do bývalého zemníku.

Přirozená rychlost proudění podzemní vody zde činí podle vzorce:

$$v_s = k_f \times i / p$$

$$3,67 \times 10^{-8} \text{ m/s} = 0,0032 \text{ m/den} = 1,15 \text{ m/rok}$$

kde:

v_s	skutečná rychlost proudění podzemní vody
$k_f = 2,2 \times 10^{-7}$	koeficient filtrace [m/s] – sonda NS-11
$i = 0,05$	hydraulický gradient – odpovídá spádu hladiny podzemní vody, resp. úkolu svahu od plochy určené pro AR k ploše bývalého zemníku (zhruba mezi vrtem HG-3 a sondou NS-12)
$p = 0,3$	porosita – kvalifikovaný odhad

Je třeba zdůraznit, že uvedené hodnoty jsou průměrné. Lokálně může podzemní voda, a s ní kontaminanty, proudit rychleji nebo pomaleji, případně mohou být oblasti s nižší propustností částečně obtékány. Rychlost migrace potenciálně kontaminujících látek je primárně ovlivňována advekcí. Reálnou rychlost šíření kontaminace však ovlivňuje řada parametrů, jako je rozpad, disperze a retardace.

2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami

Vzhledem k nepříznivým hydrodynamickým podmínkám a ztížené možnosti vsaku na lokalitě při intenzivnějších srážkových úhrnech vzniká silně podmáčený terén a může docházet ke splachům do terénních depresí. Nejbližší terénní depresi tvoří plocha bývalého zemníku (plocha určená k ukládání materiálu). Při přetoku této terénní deprese může voda dále migrovat. Proto další možnou transportní cestou je povrchový odtok západním směrem k dolu Gabriela a dále ke Karvinskému potoku.

V bezprostředním okolí zájmového území se nenachází žádné povrchové toky, nejbližším vodním tokem je Solecký potok, který je v místě možné komunikace s podzemní vodou migrující z lokality přehrazen a vytváří odkaliště Mokroš, které je vzdálené cca 500 m. Vzhledem k charakteru odkaliště a typu kontaminace je přetok podzemní vody do odkaliště prakticky nezjistitelný, ale vzhledem k hydrogeologickým poměrům se nedá vyloučit.

2.2.4.4 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Během transportu kontaminantu dochází k jeho postupnému odbourávání řadou procesů, které jsou komplexem mnoha fyzikálně chemických a termodynamických parametrů, se vzájemným působením dalších prvků a sloučenin včetně vlivu biosféry. Jde o složitý souhrn řady procesů a kaskádových reakcí, z nichž některé sloučeniny působí jako katalyzátory. Mezi hlavní procesy podmiňující migraci látek v hydrogeologických kolektorech patří procesy:

- oxidačně redukční,
- hydratace,
- hydrolýza,
- tvorba komplexních iontů,
- vznik koloidních systémů a suspenzí,
- rozpouštění,
- srážení a koprecipitace,
- sorpce a desorpce,
- krystalizace,
- různé druhy přeměny, rozpadu a rozkladu (např. radioaktivní, biodegradace).

V horninovém prostředí podléhá většina organických sloučenin biodegradacím procesům aerobním nebo anaerobním. Aerobní biochemická degradace je ovlivněna především přítomností a druhem mikroorganismů ve vodě, teplotou, koncentrací toxických a biogenních prvků a organického znečištění, obsahem kyslíku ve vodě a velikostí povrchu částic volné fáze. Důležitým faktorem je i velikost mezifázové plochy mezi organickou látkou a vodou.

Charakter kontaminace je převážně organický – byly ověřeny PAU v navážkách bez zvodnění, ale v deštivých obdobích předpokládáme přítomnost navážkové zvodně. PAU se potom mohou při interakci s touto vodou loužit z horninového prostředí a následně migrovat ve směru proudění. PAU jsou velmi resistantní látky odolné vůči přirozené degradaci, ale vzhledem k rychlostem proudění (1,15 m/rok) a nestálé a nespojitě přítomnosti podzemní vody na lokalitě migrace nepředstavuje značný materiálový tok kontaminantů. Lze tak předpokládat dlouhodobý neměnný stav kontaminace.

2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Zájmovou lokalitu tvoří dvě dílčí plochy. Na obě plochy byl v minulosti ukládán materiál obdobného charakteru. Ve výše situované ploše (plocha určená pro AR) je prokázána kontaminace PAU dle MP MŽP (2013). V níže situované ploše nebyla z důvodu neodebraných vzorků na kontaminační analýzy kontaminace prokázána, ale vzhledem k obdobnému charakteru navážky (odpad po zpracování uhlí) tam s vysokou pravděpodobností bude přítomna.

Na lokalitě nebyla ani hlubokými hydrogeologickými vrty zastižena hladina podzemní vody. V období zvýšených srážkových úhrnů může vzhledem ke zjištěným IG parametrům docházet k podmáčení terénu, ne však k migraci podzemní vody do hlubších poloh horninového prostředí. Při interakci svrchní části horninového prostředí tvořeného navážkou charakteru odpadu z černouhelného průmyslu s dešťovou vodou dochází k obohacení této vody o kontaminanty. Tato již kontaminovaná voda může migrovat do terénních depresí přípovrchovým odtokem nebo splachy. V blízkém okolí se nachází pouze jedna terénní deprese, která tvoří druhou plochu (plocha pro ukládání materiálu). Při přetoku z této terénní depresie může dále docházet k migraci vody do drenážní báze tvořené korytem Soleckého potoka a to pravděpodobně v blízkosti odkaliště Mokroš, nebo může voda migrovat přípovrchovým odtokem východním směrem k bývalému dolu Gabriela.

2.2.6 Omezení a nejistoty

Provedené výpočty šíření podzemní vody vycházejí v některých případech (porosita) pouze z kvalifikovaných odhadů některých veličin. Tento kvalifikovaný odhad může být zatížen chybou, která vyplývá z nedostatečných znalostí o charakteru horninového prostředí.

Vzhledem k přítomnosti náletových dřevin na lokalitě a tím omezeným počtem příjezdových cest byly vrtné práce realizovány pouze v dostupných místech. Toto omezení se týkalo zejména níže situované plochy určené pro IG průzkum.

Část kontaminujících látek mohla proniknout do nehomogenit horninového prostředí, kde je běžnými postupy nezjistitelná.

Zpracování aktualizace analýzy rizik bylo provedeno ve finančním objemu podle předložené nabídky. Vzhledem k požadovaným výstupům aktualizace analýzy rizik byl průzkum proveden pouze v účelovém rozsahu.

Stanovení výluhů namísto analýz podzemní vody není zcela určující, protože skutečná infiltrovaná voda je v interakci s horninovým prostředím déle než při tvorbě laboratorního výluhu. Proto skutečná podzemní voda v navážkové zvodni může obsahovat větší množství kontaminantů.

3. Hodnocení rizika

3.1 Identifikace rizik

3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Z výsledků provedených chemických analýz vzorků zemin a výluhů ze zemin na lokalitě vyplývá, že v rámci aktuálních i dřívějších průzkumných prací bylo zjištěno znečištění v zájmovém prostoru, které je vázáno na navážkový materiál a obsahuje PAU.

Sloučeniny antropogenního původu, vnášené do životního prostředí, mohou být spolu s biogenními látkami transportovány jednotlivými složkami životního prostředí různou rychlostí, mohou podléhat různým fyzikálním, chemickým, popř. biologickým přeměnám. Těmito změnami mohou mnohdy vznikat produkty s mnohem škodlivějšími účinky, než měl původní polutant.

Hygienický význam jednotlivých škodlivin je hodnocen podle tří základních typů působení:

- organoleptické působení (pach, chuť, barva), které mohou být prvním indikátorem potenciálního zdravotního ohrožení,
- přímá toxicita, resp. karcinogenita, mutagenita, teratogenita,
- nepřímá škodlivost (ovlivnění samočisticích procesů, degradace, resp. rezistentnost, schopnost bioakumulace). Z hlediska toxikologického je pak ve vztahu k ohrožitelným subjektům potřebné zabývat se nejen člověkem, ale i subjekty, jejichž poškození může mít nepřímý dopad na zdraví člověka, tj. půdou a rostlinstvem, neboť přes tyto subjekty se mohou škodliviny dostat až do potravního řetězce.

Škodlivost anorganických a organických látek pro člověka a jiné složky biosféry je posuzována řadou organizací, z nichž můžeme jmenovat kromě U. S. EPA také Světovou zdravotnickou organizaci (WHO), Mezinárodní organizaci pro výzkum rakoviny (IARC) a další. V centru pozornosti uvedených organizací je člověk, resp. škodlivost látek je posuzována z hlediska jejich vlivu na člověka. Na základě toxikologických testů je u těchto látek zjišťována jejich toxicita, popř. genotoxicita, karcinogenita, mutagenita, teratogenita, případně jejich synergické nebo bioakumulační schopnosti. V hodnocení zdravotního rizika se kromě extrapolace výsledků toxikologických testů na zvířatech vychází i ze studia lidské populace (epidemiologické studie).

V zeminách byly jako prioritní kontaminanty určeny následující ukazatele, které vstupují do dalšího hodnocení rizik.

- PAU – Benzo(a)antracen (max. 43 mg/kg, v současnosti max. 7,85 mg/kg),
- PAU – Benzo(a)pyren (max. 61,9 mg/kg, v současnosti max. 6,12 mg/kg, průměrně 5,31 mg/kg),
- PAU – Benzo(k)fluoranthen (max. 24,4 mg/kg suš., v současnosti max. 4,99 mg/kg),
- PAU – Benzo(b)fluoranthen (max. 37,0 mg/kg suš., v současnosti max. 7,90 mg/kg),
- PAU – Indeno(1,2,3-cd)pyren (max. 27,4 mg/kg, v současnosti max. 4,01 mg/kg),

Zjištěné koncentrace daných ukazatelů indikují antropogenní znečištění zemin (resp. navážek).

Z důvodu nezastižení podzemní vody nebyly odebrány vzorky, byly však provedeny výluhy, kde byly zjištěny následující ukazatele ve zvýšeném množství:

- PAU – Benzo(a)antracen (0,141 µg/l),
- PAU – Benzo(a)pyren (0,188 µg/l),
- PAU – Benzo(b)fluoranthren (0,119 µg/l),
- PAU – Dibenzo(a,h)anthracen (0,034 µg/l),
- PAU – Indeno(1,2,3-cd)pyren (0,12 µg/l).

3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik

Předkládaná analýza rizik řeší potenciální rizikovost stávajícího stavu. V případě, že v prostoru zájmového území dojde ke změně funkčního využívání, bude nutné expoziční scénáře přehodnotit. Potenciálními příjemci rizik jsou:

- Pracovníci provádějící případné sanační či výkopové práce (tento scénář je pouze hypotetický, platný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek)
- Pracovníci sousedního areálu tepláren
- Pracovníci v budově
- Náhodní návštěvníci
- Podzemní voda (hypotetický scénář, kontaminace podzemní vody nebyla prokázána)

Všeobecně platí zásada, že při analýze rizik je dle měřítek US EPA pro posuzování lepší riziko kvalifikovaně nadhodnocovat, než podhodnocovat. Takový přístup zaručuje spolehlivější definici možného nebezpečí a včasnou a relevantní odezvu v případě přijetí adekvátních nápravných opatření.

3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Na základě aktuálně ověřených informací o charakteru a rozsahu kontaminace byly upřesněny relevantní scénáře expozice potenciálně ohrožených příjemců (lidská populace a ekosystémy). Přehled scénářů je zobrazen v následující tabulce.

Aktualizovaný koncepční model

Tabulka č. 3.1.3-1

expoziční scénář	ohnisko	transportní cesta	příjemce rizik	poznámka
1	Těleso navážky	Kontakt s navážkovým materiálem (náhodné pozření, dermální kontakt, inhalace prachu)	Pracovníci provádějící případné sanační či výkopové práce	v případě nepoužití ochranných pomůcek, potenciální budoucí využití
2	Těleso navážky	Inhalace prachu	Pracovníci sousedního areálu tepláren	Nejedná se o významný přírůstek – v areálu tepláren je sklad popílku
3	Těleso navážky	Kontakt s navážkovým materiálem	Pracovník v budově	Nereálný scénář – pracovník není s tělesem navážky v kontaktu
4	Těleso navážky	Kontakt s navážkovým materiálem	Náhodní návštěvníci	Nepředpokládá se dlouhodobé expozice
5	Těleso navážky	infiltrace průsakových vod do podzemní vody	podzemní voda	Podzemní voda není využívána a není v kontaktu s navážkovým tělesem

Podzemní voda není využívána pro pitné či závlahové účely. Kontaminace podzemní vody nebyla v rámci aktuálních prací prokázána. PAU zjištěné v zeminách mají jen omezenou schopnost šíření (vlivem vyluhování atmosférickými srážkami) vzhledem k jejich nízké rozpustnosti a sorpčním vlastnostem.

Ke kontaktu s kontaminovanými zeminami v prostoru skládky může dojít v průběhu případných rekultivačních, sanačních či výkopových prací, a to v případě nepoužití pracovních ochranných pomůcek. Doba trvání expozice u populace dospělých, kteří by prováděli práce v prostoru skládky, se předpokládá 0,5 roku, frekvence expozice 114 dní za rok. V souvislosti s tím bylo kvantifikováno riziko v důsledku náhodného požití prachu z kontaminovaných zemín, riziko dermálního kontaktu s kontaminovanými zeminami a riziko inhalace kontaminovaného prachu při kontaktu s kontaminovanými zeminami, a to za předpokladu, že pracovníci nebudou využívat ochranné pomůcky (rukavice, respirátor, apod.).

1a) Náhodné požití kontaminované zeminy a prachu – pracovníci v zájmovém území

K náhodnému požití kontaminované zeminy by mohlo dojít během výkopových prací v důsledku např. naslinění prstu, kouření, kontaktu potravy se znečištěnými rukama, při okusování nehtů, záděr apod. Vycházelo se z předpokladu, že pracovník při zemních pracích pozře průměrně množství 100 mg/den kontaminované zeminy. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP.

1b) Dermální kontakt s kontaminovanou zemínou – pracovníci v zájmovém území

K dermálnímu kontaktu se zeminami by mohlo dojít zejména během výkopových prací. V kontaktu se zeminami by byly odkryté části těla, a to v případě, že by nebyly používány žádné ochranné pomůcky. Zasažená plocha těla u dospělého člověka by byla 3 300 cm². Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP.

1c) Inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z navážky – pracovníci v zájmovém území

K inhalaci kontaminovaného vzduchu by mohlo dojít během výkopových prací. Při rozrušování suché zeminy by docházelo k úletu prachových částic do ovzduší. Předpokládá se, že v jednom m³ vzduchu by bylo ve vznosu cca 100 mg prachu kontaminovaného polutanty. Scénář je reálný pouze v případě nepoužití ochranných pomůcek a dodržování zásad BOZP, přesto bylo v rámci bezpečnosti přistoupeno ke kvantifikaci tohoto rizika. Inhalovaný objem během terénních prací se uvažuje 4,8 m³/hod.

3.2 Hodnocení zdravotních rizik

3.2.1 Hodnocení expozice

Výpočet nekarcinogenních rizik nebyl proveden, jelikož všechny látky, které byly zjištěny ve zvýšeném množství v navážkovém tělese, jsou karcinogenní. Výpočet karcinogenních rizik byl proveden pro:

- PAU – Benzo(a)antracen
- PAU – Benzo(a)pyren
- PAU – Benzo(b)fluoranthen

- PAU – Benzo(k)fluoranthen
- PAU – Indeno(1,2,3-cd)pyren

V zájmovém území byla zhodnocena rizika vyplývající z náhodného požití zeminy s popílkem a prachu pracovníky, dermálního kontaktu se zeminou s popílkem u pracovníků a inhalace vzduchu kontaminovaného prachem, resp. uloženým popílkem.

1a) Množství kontaminantů přijaté ze zeminy s popílkem pracovníky v zájmovém území náhodným požitím bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$CDI = (CS \times CF \times IR \times FI \times EF \times ED) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CS koncentrace kontaminantu v půdě [mg/kg]
- CF konverzní faktor ($1 \cdot 10^{-6}$)
- IR požité množství [mg/den] (100)
- FI část požitá z kontaminovaných zdrojů (1 – prakticky všechna požitá zemina je kontaminována)
- EF frekvence expozice [případ/rok] (114)
- ED trvání expozice [roky] (0,5)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
- karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

1b) Množství kontaminantů přijaté pracovníky v zájmovém území dermálním kontaktem se zeminou s popílkem bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$ADD/LADD = (CS \times CF \times AF \times ABS_d \times SA \times EF \times ED) / (BW \times AT), \text{ kde}$$

- CS koncentrace kontaminantu v zemině [mg/kg]
- CF konverzní faktor ($1 \cdot 10^{-6}$)
- AF faktor přilnavosti zeminy [mg/cm^2] (0,20)
- ABS_d dermální absorpční faktor
- SA zasažená plocha těla ($3\,300 \text{ cm}^2$)
- EF frekvence expozice [případ/rok] (114)
- ED trvání expozice [roky] (0,5)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
- karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

1c) Množství kontaminantů přijaté inhalací vzduchu kontaminovaného prachem (popílkem) bylo vypočteno podle následujícího vztahu:

$$CDI = (CA \times IR \times ET \times EF \times ED) / (BW \times AT)$$

kde:

- CA koncentrace látky ve vzduchu [mg/m^3 , $\mu\text{g}/\text{m}^3$] ($100 \text{ mg}/\text{m}^3$ prachu ve vznosu)
- IR inhalované množství [m^3/h]
- ET doba expozice [h/den]
- EF frekvence expozice [případ/rok] (114)
- ED trvání expozice [roky] (0,5)
- BW váha těla [kg] (70)
- AT časový úsek průměrné expozice [dny]
- karcinogenní působení – průměrná doba života (25 550)

3.2.2 Odhad zdravotních rizik

U látek s karcinogenním účinkem se vychází z představy, že škodlivý účinek se může projevit již v nejmenších dávkách a se zvyšující dávkou roste také pravděpodobnost jeho vzniku. Nadměrné celoživotní karcinogenní riziko (*ELCR*), spojené s expozicí látek identifikovaných jako karcinogeny, je vypočteno jako součin konzervativní hodnoty průměrné celoživotní expozice (*LADD*) a faktoru směrnice karcinogenity (*SF*):

$$ELCR = LADD \times SF;$$

respektive jako součin chronického denního příjmu (*CDI*), vztaženého na celoživotní expozici v délce 70 let, a faktoru směrnice karcinogenity (*SF*), tedy:

$$ELCR = CDI \times SF$$

Faktory směrnice karcinogenity v oblasti nízkých dávek jsou uvedeny v tabulkách níže.

Vzhledem k uvažované 95% pravděpodobnosti účinků je vypočtená hodnota *ELCR* většinou horní hranicí rizika a skutečné riziko by nemělo být větší. Za přijatelnou míru rizika jsou považovány tyto hodnoty *ELCR*:

- $1 \cdot 10^{-6}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 1 000 000) při hodnocení regionálních vlivů – obvykle nad 100 ohrožených osob,
- $1 \cdot 10^{-5}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka ze 100 000) při hodnocení lokálních vlivů – řádově mezi 10 a 100 ohroženými osobami,
- $1 \cdot 10^{-4}$ (pravděpodobnost vzniku rakoviny u 1 člověka z 10 000) při hodnocení jednotlivců do 10 osob.

Výsledky hodnocení rizik jsou uvedeny v následujících tabulkách č. 3.2.2-1 až č. 3.2.2-3.

1a) náhodné požití zeminy a prachu s popílčkem – pracovníci v zájmovém území – karcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-1

maximální zjištěné koncentrace v minulosti:

látká	CDI	CS	CF	IR	FI	EF	ED	BW	AT	SF	ELCR	ELCR _γ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.den ⁻¹	-	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹		
benzo(a)antracen	1,37E-07	43,00	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	1,00E-07	
benzo(a)pyren	1,97E-07	61,90	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E+00	1,44E-06	
benzo(b)fluoranthén	1,18E-07	37,00	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	8,61E-08	
benzo(k)fluoranthén	7,78E-08	24,40	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-02	5,68E-09	
indeno(1,2,3-cd)pyren	8,73E-08	27,40	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	6,37E-08	1,70E-06

maximální zjištěné koncentrace v současnosti:

látká	CDI	CS	CF	IR	FI	EF	ED	BW	AT	SF	ELCR	ELCR _γ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.den ⁻¹	-	den.rok ⁻¹	rok	kg	dny	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹		
benzo(a)antracen	2,50E-08	7,85	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	1,83E-08	
benzo(a)pyren	1,95E-08	6,12	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E+00	1,42E-07	
benzo(b)fluoranthén	2,52E-08	7,90	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	1,84E-08	
benzo(k)fluoranthén	1,59E-08	4,99	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-02	1,16E-09	
indeno(1,2,3-cd)pyren	1,28E-08	4,01	1,00E-06	100	1	114	0,5	70	25550	7,30E-01	9,33E-09	1,90E-07

1b) dermální kontakt se zemínou s popílkem – pracovníci v zájmovém území – karcinogenní riziko
 maximální zjištěné koncentrace v minulosti:

Tabulka č. 3.2.2-2

látko	LADD	CS	CF	AF	ABS _d	SA	EF	E D	B W	AT	SF _{ABS}	SF _O	ABS _{GI}	ELCR	ELCR _γ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.cm ⁻²	-	cm ² .případ ⁻¹	den.rok ⁻¹	ro k	kg	dný	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	-		
benzo(a)antracen	1,18E-07	43,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	8,58E- 08	
benzo(a)pyren	1,69E-07	61,90	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E+00	7,30E+00	1	1,24E- 06	
benzo(b)fluoranthén	1,01E-07	37,00	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	7,39E- 08	
benzo(k)fluoranthén	6,67E-08	24,40	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-02	7,30E-02	1	4,87E- 09	
indeno(1,2,3- cd)pyren	7,49E-08	27,40	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	5,47E- 08	1,45E- 06

maximální zjištěné koncentrace v současnosti:

látko	LADD	CS	CF	AF	ABS _d	SA	EF	E D	B W	AT	SF _{ABS}	SF _O	ABS _{GI}	ELCR	ELCR _γ
	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹	10 ⁻⁶ kg.mg ⁻¹	mg.cm ⁻²	-	cm ² .případ ⁻¹	den.rok ⁻¹	ro k	kg	dný	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	mg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	-		
benzo(a)antracen	2,15E-08	7,85	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	1,57E- 08	
benzo(a)pyren	1,67E-08	6,12	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E+00	7,30E+00	1	1,22E- 07	
benzo(b)fluoranthén	2,16E-08	7,90	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	1,58E- 08	
benzo(k)fluoranthén	1,36E-08	4,99	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-02	7,30E-02	1	9,96E- 10	
indeno(1,2,3- cd)pyren	1,10E-08	4,01	1,00E-06	0,2	0,13	3300	114	0,5	70	2555 0	7,30E-01	7,30E-01	1	8,00E- 09	1,63E- 07

1c) Inhalace vzduchu kontaminovaného prachem z navážky – pracovníci v zájmovém území – karcinogenní riziko

Tabulka č. 3.2.2-3

maximální zjištěné koncentrace v minulosti:

látká	CDI	CA	IR	EF	ET	ED	BW	AT	IUR	ELCR	ELCR _γ
	μg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	μg.m ⁻³	m ³ .hod ⁻¹	den.rok ⁻¹	hod.den ⁻¹	rok	kg	dny	(μg/m ³) ⁻¹		
benzo(a)antracen	5,26E-06	0,00430	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	5,79E-10	
benzo(a)pyren	7,58E-06	0,00619	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-03	8,33E-09	
benzo(b)fluoranthen	4,53E-06	0,00370	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	4,98E-10	
benzo(k)fluoranthen	2,99E-06	0,00244	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	3,28E-10	
indeno(1,2,3-cd)pyren	3,35E-06	0,00274	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,00E-04	3,35E-10	1,01E-08

maximální zjištěné koncentrace v současnosti:

látká	CDI	CA	IR	EF	ET	ED	BW	AT	IUR	ELCR	ELCR _γ
	μg.kg ⁻¹ .den ⁻¹	μg.m ⁻³	m ³ .hod ⁻¹	den.rok ⁻¹	hod.den ⁻¹	rok	kg	dny	(μg/m ³) ⁻¹		
benzo(a)antracen	9,61E-07	0,00079	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	1,06E-10	
benzo(a)pyren	7,49E-07	0,00061	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-03	8,24E-10	
benzo(b)fluoranthen	9,67E-07	0,00079	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	1,06E-10	
benzo(k)fluoranthen	6,11E-07	0,00050	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,10E-04	6,72E-11	
indeno(1,2,3-cd)pyren	4,91E-07	0,00040	4,8	114	8	0,5	70	25550	1,00E-04	4,91E-11	1,15E-09

3.3 Hodnocení ekologických rizik

Při hodnocení rizik pro ekosystémy je cílem charakterizovat vzniklá rizika (negativní důsledky působení znečištění na ekosystémy) a stanovit limity znečištění, při jejichž dosažení budou negativní důsledky odstraněny, resp. minimalizovány. Při předběžném koncepčním modelu znečištění bylo zmíněno ohrožení kvality podzemní vody infiltrací průsakových vod ze skládky do okolní podzemní vody.

Z důvodu přítomnosti podzemní vody v ploše určené pro ukládání materiálu a reliéfu předpokládáme, že splachy a podzemní voda navážkové zvodně z plochy určené pro AR může přetékat právě do bývalého zemníku po těžbě cihlářských surovin – v současnosti zavezeného popílkem, který tvoří plochu určenou pro ukládání materiálu. Při přetoku z tohoto zemníku potom podzemní voda může migrovat přípovrchovým odtokem jižním až východním směrem k drenážní bázi bezejmenné vodoteče a odkališti Mokroš nebo jiným menším bezejmenným vodním plochám v blízkosti dolu Gabriela.

Odtok podzemní i povrchové vody směřuje zpravidla do Karvinského potoka a v menší míře (podzemní voda) do Soleckého potoka, kterým se voda dostává opět do Karvinského potoka. Tento recipient protéká převážně rekultivovaným územím a je i využíván pro vypouštění důlních vod. Prochází kolem uhelných a popílkových odkališť. Zjištěná kontaminace vod na lokalitě je odrazem pozice lokality v rámci průmyslově zatíženého regionu. Existence rizikových expozičních scénářů ve vazbě na vliv hodnocené lokality na Karvinský potok je prakticky zanedbatelná.

3.4 Shrnutí celkového rizika

Karcinogenní rizika nebyla zjištěna v rámci žádného navoleného expozičního scénáře.

Rizika byla kvantifikována pro potenciálně nejrizikovější expoziční scénář, tedy kontakt s navážkou s popílkem v případě výkopových prací. Vzhledem k tomu, že ani v rámci tohoto scénáře nebyla prokázána zvýšená míra rizika, lze jednoznačně tvrdit, že v případě méně rizikových scénářů (větší vzdálenost od zdroje, kratší doba expozice) bude tato míra ještě výrazně nižší.

Zjištěná kontaminace vod na lokalitě je odrazem pozice lokality v rámci průmyslově zatíženého regionu. Existence rizikových expozičních scénářů ve vazbě na vliv hodnocené lokality na Karvinský potok je prakticky zanedbatelná.

3.5 Omezení a nejistoty

Nejistoty při hodnocení rizik jsou podmíněny typem expozičních cest a odvozením expozičních koncentrací. Další skutečností jsou metabolické přeměny v lidském těle, působení více škodlivin a jejich vzájemné ovlivňování v organismu, tedy možnosti posouzení synergických efektů látek. Zanedbává se i možnost expozice z jiných zdrojů.

Nejsou vyloučena drobná lokální ohniska kontaminace, která nemohla být během časových a finančních limitů, které byly k dispozici pro provedení průzkumných prací a zpracování analýzy rizika, beze zbytku odhalena. Pozornost byla věnována hlavním problémům, které představují minimálně 90 % celé problematiky staré ekologické zátěže. Případné nové skutečnosti by zásadním způsobem neměly přehodnotit pohled na rizikovost kontaminace.

Toxikologická data použitá ke kvantifikaci rizik byla převzata z oficiálních databází RAIS (převážně IRIS) a Risc Workbench, pro některé látky nebyly v databázích zjištěny hodnoty referenčních dávek, resp. faktorů směrnice. Podle měřítek US EPA platí při zpracování analýzy rizik zásada, že riziko je lepší z hlediska posuzování spíše nadhodnocovat, než podhodnocovat.

4. Doporučení nápravných opatření

4.1 Doporučení cílových parametrů nápravných opatření

Průzkumnými a laboratorními pracemi nebyla prokázána výrazná kontaminace zemin, nebyly zjištěny ani významné negativní dopady na podzemní vodu.

Z toho důvodu není třeba pro zájmové území navrhopvat cílové parametry. V případě výkopových prací v tělese navážky, která obsahuje popílky, se předpokládá, že pracovníci budou vybaveni prostředky BOZP, ale jak bylo prokázáno v rámci procesu hodnocení rizika, ani při nepoužití těchto prostředků jim nehrozí neakceptovatelné riziko.

Sanační limity se určují kvalifikovaným odhadem na základě cílové koncentrace vypočtené zpětným výpočtem (jedná se o koncentraci, která by v případě nejpřísnějšího reálného expozičního scénáře neměla způsobit zdravotní riziko) s přihlédnutím k platnému legislativnímu limitu, a to na základě znalosti lokality, pravděpodobnosti rizik, smysluplnosti případného zásahu a splnitelnosti těchto limitů. Vzhledem k tomu, že nebyla zjištěna reálná rizika, není relevantní stanovovat v tomto prostoru sanační limity.

4.2 Doporučení postupu nápravných opatření s odhadem finančních nákladů

4.2.1 Variantní řešení nápravných opatření

Nápravná opatření (např. rekultivaci) není, vzhledem k neprokázaným rizikům, relevantní stanovovat.

4.2.2 Posouzení variant nápravných opatření

Z hlediska životního prostředí i finančních prostředků lze za vhodnou variantu považovat tzv. nulovou variantu, v rámci které bude zájmové území ponecháno i nadále v současném stavu a to bez jakékoliv kontroly jejího vlivu na složky životního prostředí (ovzduší, podzemní a povrchovou vodu). V tomto případě není ani nutné provádět monitoring území, jelikož se nezjistily rizikové koncentrace ve zdrojové oblasti (navážka s popílky).

V případě změny funkčního využívání území bude nutné s navážkovým materiálem nakládat v souladu se Zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb. v platném znění, Vyhláškou 383/2001 Sb. a Vyhláškou č. 294/2005 Sb. v platném znění. Z analýz výluhů je patrné, že materiál z okolí sond NS-3, NS-6, NS-7, NS-9 a NS-10 by mohl být ukládán při splnění dalších legislativních povinností na skládkách inertního odpadu, případně i na povrch terénu. Zeminám, resp. jejich nejkontaminovanějším částem, v okolí sond NS-4, NS-5 a NS-8 brání využití materiálu na povrchu terénu Vyhl. č. 294/2005 Sb.

Nejkontaminovanější materiál z okolí sondy NS-8 (podobně jako v nedaleké historické sondě S-1) nesplňuje kvalitativní parametry dle tab. č. 4.1 Vyhl. 294/2005 Sb. v ukazateli PAU (80

mg/kg suš.) pro ukládání na skládky inertního odpadu a měl by být ukládán na skládky ostatního odpadu v případě, že splňuje nejvýše přípustné hodnoty uvedené v příloze č. 2 Vyhl. 294/2001 Sb. pro výluhovou třídu IIa. Z geologického profilu vyplývá, že kontaminace je zde přítomna v cca 0,8 m mocné vrstvě a vzhledem k lokalizaci obou sond přepokládáme obdélníkovou plochu cca 20 × 30 m. Tzn., vznik cca 864 t odpadu, který bude muset být likvidován na skládkách ostatního odpadu.

Zeminám, resp. jejich nejkontaminovanějším částem, v okolí sond NS-4, NS-5 a historických sond S-4 a S-7 brání využití materiálu na povrchu terénu tab. č. 10.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb., ale při splnění parametrů uvedených v tab. č. 4.1 téže vyhlášky je možné, že budou splněny požadavky pro kategorizaci jako inertní odpad. Z geologického profilu vyplývá, že kontaminace je zde přítomna v cca 0,8 až 1,4 m mocné vrstvě a vzhledem k charakteru ukládání jsou nadlimitně kontaminované zeminy přítomny pravděpodobně bodově. Uvažujeme-li čtverec o straně 10 m při každé kontaminované sondě, přepokládáme plochu cca 400 m². Průměrná mocnost kontaminované vrstvy činila 1,2 m. Tzn. vznik dalších cca 864 t odpadu, který bude muset být likvidován na skládkách ostatního odpadu.

4.2.3 Odhad finančních nákladů

V případě přesunu materiálu je třeba zohlednit legislativní rámec, a to Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. v platném znění a Vyhlášku č. 294/2005 Sb. v platném znění.

V případě využití materiálu na povrch terénu se jedná se zejména o doplnění laboratorních analýz dle tab. 10.1 a 10.2 Vyhl. č. 294/2005 Sb (uvedeny níže). V případě zájmové lokality bylo v rámci aktuálních průzkumných prací provedeno testování na přítomnost PAU a uhlovodíků C₁₀–C₄₀.

Tabulka č. 10. 1 Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin v sušině odpadů Tabulka č. 4.2.3-1

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
Kovy		
As	mg/kg sušiny	10
Cd	mg/kg sušiny	1
Cr-celk.	mg/kg sušiny	200
Hg	mg/kg sušiny	0,8
Ni	mg/kg sušiny	80
Pb	mg/kg sušiny	100
V	mg/kg sušiny	180
Monocyklické aromatické uhlovodíky(nehalogenované)		
BTEX	mg/kg sušiny	0,4
Polycyklické aromatické uhlovodíky		
PAU	mg/kg sušiny	6
Chlorované alifatické uhlovodíky		
EOX	mg/kg sušiny	1
Ostatní uhlovodíky (směsné, nehalogenované)		
Uhlovodíky C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg sušiny	300

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
Ostatní aromatické uhlovodíky (halogenované)		
PCB	mg/kg sušiny	0,2

Tab. 10.2 Požadavky na výsledky ekotoxikologických testů

Tabulka č. 4.2.3-2

Testovaný organismus	Doba působení [hodina]	I.	II.
Poecilia reticulata, nebo Brachydanio rerio	96	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba	ryby nesmí vykazovat v ověřovacím testu výrazné změny chování ve srovnání s kontrolními vzorky a nesmí uhynout ani jedna ryba
Daphnia magna Straus	48	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	procento imobilizace perlooček nesmí v ověřovacím testu přesáhnout 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
Raphidocelis subcapitata (Selenastrum capricornutum) nebo Scenedesmus subspicatus	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulační růstu řasy větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky
semena Sinapis alba	72	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky	neprokáže se v ověřovacím testu inhibice nebo stimulační růstu kořene semene větší než 30 % ve srovnání s kontrolními vzorky

V případě nakládání s materiálem jako odpadem bude nutné pro jeho kategorizaci jako inertní odpad provést další analýzy dle tab. 4.1 téže vyhlášky (uvedena níže). V případě zájmové lokality bylo v rámci aktuálních průzkumných prací provedeno testování na přítomnost PAU a uhlovodíků C₁₀–C₄₀.

Tabulka č. 4.1: Nejvýše přípustné koncentrace škodlivin pro odpady, které nesmějí být ukládány na skládky skupiny S - inertní odpad.

Tabulka č. 4.2.3-3

Ukazatel	Jednotka	Limitní hodnota
BTEX	mg/kg sušiny	6
Uhlovodíky C ₁₀ - C ₄₀	mg/kg sušiny	500
PAU	mg/kg sušiny	80
PCB	mg/kg sušiny	1
TOC	mg/kg sušiny	30 000 (3 %)

Pozn.: V případě zeminy může být nejvýše přípustná hodnota ukazatele TOC 3 % překročena za předpokladu, že je hodnota DOC ≤ 50 mg/l

Vzhledem k obdobnému geologickému sledu po celé ploše určené pro AR nepřepokládáme diametrální rozdíl mezi materiálem a navrhujeme analýzu jednoho směsného vzorku vytvořeného z 5 dílčích vzorků odebraných z 5 pedologických sond vyhloubených do hloubky uvažované pro vymístění materiálu.

Zeminy z okolí sondy NS-8 a historické sondy S-1 nespĺňují požadavky výše uvedených tabulek a při zacházení s nimi jako s odpadem, je bude nutné kategorizovat jako ostatní odpad. Celkově předpokládáme vznik cca 864 t odpadu.

Zeminám, resp. jejich nejkontaminovanějším částem, v okolí sond NS-4, NS-5 a historických sond S-4 a S-7 brání využití materiálu na povrchu terénu tab. č. 10.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb., ale při splnění parametrů uvedených v tab. č. 4.1 těže vyhlášky je možné, že budou splněny požadavky pro kategorizaci jako inertní odpad. Proto před výkopovými pracemi doporučujeme odebrat 1 směsný vzorek, který se bude sestávat ze 4 dílčích vzorků odebraných z okolí výše zmíněných sond. Nebudou-li splněny parametry uvedené v tab. č. 4.1 předpokládáme vznik dalších cca 864 t ostatního odpadu.

Předpokládat lze následující jednotkové ceny:

- Hloubení jam nezapažených v hornině tř. 4 objemu přes 5000 m³ 100 Kč/m³
- Vodorovné přemístění do 500 m výkopku/sypaniny z horniny tř. 1 až 4 70 Kč/m³
- Vodorovné přemístění do 10000 m výkopku/sypaniny z horniny tř. 1 až 4 260 Kč/m³
- Příplatek k vodorovnému přemístění výkopku/sypaniny z horniny tř. 1 až 4 ZKD 1000 m přes 10000 m-celkem do 50 km 20 Kč/m³
- Nakládání výkopku z hornin tř. 1 až 4 přes 100 m³ 55 Kč/m³
- Uložení sypaniny na skládky 20 Kč/m³
- Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce odpadu typu O 600 Kč/t
- Poplatek za uložení odpadu ze sypaniny na skládce inertního odpadu 200 Kč/t

Ceny se budou lišit podle skutečně odtěženého objemu zeminy, podle vzdálenosti skládek, podle jejich interního sazebníku a podle zjištěné míry kontaminace při odtěžbě.

Na skládku ostatního odpadu se předpokládá přemístit cca 864 t odpadu, tj. celkem cca 700 tis. Kč. Na skládku inertního odpadu se předpokládá přemístit rovněž cca 864 t odpadu, tj. celkem cca 370 tis. Kč. Náklady za odtěžbu materiálu, který může být použit na povrchu terénu, budou záviset na skutečné kubatuře odtěžovaného materiálu.

5. Závěr

Zájmové území tvoří prostor někdejší převážně obytné zástavby v části katastrálního území Kravíná–Doly. Zájmovou lokalitu tvoří dvě dílčí plochy. Na obě plochy byl v minulosti ukládán materiál obdobného charakteru. V současnosti je území připravováno pro budoucí využití ve formě průmyslové zóny.

Lokalita leží mimo ochranná pásma vodních zdrojů, není součástí velkoplošného ani maloplošného zvláště chráněného území, není součástí Chráněné oblasti přirozené akumulace vod a není ani součástí záplavového území.

Zájmová lokalita je součástí chráněných ložiskových území Čs. Část Hornoslezské pánve ID 14400000 (surovina černé uhlí a zemní plyn) a Karviná-Doly ID 07040000 (surovina zemní plyn). Dále je součástí dobývacího těženého prostoru Karviná-Doly II (ID 20042) se surovinou

černé uhlí, dobývacího prostoru netěženého Karviná-Doly III (ID 40146) se surovinou zemní plyn a dále výhradní plochy ložiska Důl Darkov, z. 1, lokalita Barbora (ID 3070401), Důl Darkov, z. 2, lokalita Gabriela (ID 3070428, ID 3070423, ID 3070403), Důl Darkov, lokalita Barbora (ID 3070421) a Důl Darkov, z. 1 (ID 3070426). Lokalita se nachází na poddolované územní ploše ID 4594 Karviná-Doly 2.

Byly potvrzeny závěry průzkumu firmy Green Gas DPB, a.s. (Malucha, Hotárek, 2014):

- Průzkumnými pracemi byla ověřena nízká míra znečištění zemin a vod, která odpovídá pozici území v těsné blízkosti průmyslových komplexů v rámci ostravsko-karvinské aglomerace, tedy lokalita se zvýšeným místním pozadím.
- Zjištěná nízká úroveň kontaminace zemin je v souladu s charakterem dosavadního využití území, tedy že se neprojevovalo znečištění lokality nad rámec obvyklý v územích s obdobnou dispozicí, a že v souvislosti se zjištěnou úrovní znečištění zemin není nutno realizovat žádná nápravná opatření.
- Koncentrované a závažné znečištění s nepřijatelným rizikem pro stávající nebo budoucí využití území nebo s rizikem migrace, které by si vyžádalo sanační opatření, nebylo zjištěno a není předpoklad jeho výskytu.
- Nejvyšší míra znečištění zemin se omezuje na lokální výskyt navážek v místě bývalých nádrží úpravny vody bývalého Dolu Barbora.
- Současný bezprizorní stav lokality, tedy opuštěná a zanedbaná plocha, kdy je možný nekontrolovaný vjezd a pohyb subjektů s rizikem ukládání různého druhu odpadu znamená riziko kontaminace povrchových i podzemních vod.
- Na lokalitě není vodohospodářské využití podzemní ani povrchové vody a ani se s ním do budoucna nepočítá.
- Zjištěná kontaminace rostlých zemin v zájmové ploše je vzhledem k platným relevantním kritériím podlimitní a není nutno ji jakkoli řešit. Nejvyšší míra znečištění zemin je zjištěna v oblasti nádrží bývalé úpravny vody a váže na antropogenní navážky. Hydrogeologická charakteristika tohoto místa výrazně snižuje riziko kontaminace podzemních vod a migrace znečištění – vysoká mocnost nenasaturované zóny, zvodnění buď není, nebo má nízkou průtočnost.

V rámci rizikové analýzy byly zjištěny tyto skutečnosti:

- V okolí dotčené části zájmového území se nenachází souvislá obytná zástavba. Většina původní zástavby je již odstraněna, ojediněle se zde nacházejí zahrádky se zahradními domky (velká část z nich je již částečně zdemolována, přičemž suť byla ponechána na původním místě). Předpokládá se, že většina zájmového území, respektive plochy průmyslové zóny Nad Barborou, bude určena pro investiční záměry z oblasti zpracovatelského průmyslu. Zbývající část území bude využita pro výstavbu technické a dopravní infrastruktury zajišťující obsluhu průmyslové zóny.
- Vzhledem k předpokládanému plošnému omezení kontaminačního mraku v zeminách nepovažujeme za rizikovou skupinu obyvatele blízkých obcí ani zaměstnance firem působících v širším okolí areálu. Obyvatelé jsou napojeni na veřejný vodovod. Jako minimální považujeme také riziko pro příjemce z Karvinského potoka, či Soleckého potoka, příp. z povrchových útvarů na lokalitě průmyslové zóny.
- Jako prioritní kontaminanty byly pro zeminu i podzemní vody určeny ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ a polyaromatické uhlovodíky PAU. V zeminách v ploše určené

pro AR (jz. část plochy „D“ – oblast bývalé úpravní vody ÚZK) bylo zjištěno překročení indikátorů znečištění pro PAU. Toto znečištění je vázáno pouze na navezený materiál, který je ovšem přítomen plošně na celé lokalitě.

- Průzkumnými a laboratorními pracemi nebyla prokázána významná kontaminace zemin z hlediska potenciálních rizik, nebyly zjištěny ani významné negativní dopady na podzemní vodu.
- Karcinogenní rizika nebyla zjištěna v rámci žádného navoleného expozičního scénáře.
- Rizika byla kvantifikována pro potenciálně nejrizikovější expoziční scénář, tedy kontakt s navážkou s popílkem v případě výkopových prací. Vzhledem k tomu, že ani v rámci tohoto scénáře nebyla prokázána zvýšená míra rizika, lze jednoznačně tvrdit, že v případě méně rizikových scénářů (kde je větší vzdálenost od zdroje, kratší doba expozice apod.) bude tato míra ještě výrazně nižší.
- Existence rizikových expozičních scénářů ve vazbě na vliv hodnocené lokality na Karvinský potok je prakticky zanedbatelná.
- Vzhledem k neprokázání rizikovitosti není třeba pro zájmové území navrhopvat cílové parametry. V případě výkopových prací v tělese navážky, která obsahuje popílkou, se předpokládá, že pracovníci budou vybaveni prostředky BOZP, ale jak bylo prokázáno v rámci procesu hodnocení rizika, ani při nepoužití těchto prostředků jim nehrozí neakceptovatelné riziko.
- Nápravná opatření není, vzhledem k neprokázaným rizikům, relevantní stanovovat.
- Z hlediska životního prostředí i finančních prostředků lze za vhodnou variantu považovat tzv. nulovou variantu, v rámci které bude zájmové území ponecháno i nadále v současném stavu a to bez jakékoliv kontroly jejího vlivu na složky životního prostředí (ovzduší, podzemní a povrchovou vodu).
- V případě změny funkčního využívání území bude nutné s navážkovým materiálem v souladu se Zákonem o odpadech č. 185/2001 Sb. v platném znění a Vyhláškou č. 294/2005 Sb. v platném znění.
 - Z analýz výluhů je patrné, že materiál z okolí sond NS-3, NS-6, NS-7, NS-9 a NS-10 by mohl být ukládán na skládkách inertního odpadu, případně při splnění dalších legislativních povinností i na povrch terénu.
 - Zeminy z okolí sondy NS-8 a historické sondy S-1 nesplňují požadavky Vyhl. č. 294/2005 Sb. pro kategorizaci jako inertní odpad a při zacházení s nimi jako s odpadem, je bude nutné kategorizovat jako ostatní odpad. Celkově předpokládáme vznik cca 864 t odpadu.
 - Zeminám, resp. jejich nejkontaminovanějším částem, v okolí sond NS-4, NS-5 a historických sond S-4 a S-7 brání využití materiálu na povrchu terénu tab. č. 10.1 Vyhl. č. 294/2005 Sb., ale při splnění parametrů uvedených v tab. č. 4.1 téže vyhlášky je možné, že budou splněny požadavky pro kategorizaci jako inertní odpad. Nebudou-li tyto požadavky splněny předpokládáme vznik dalších cca 864 t ostatního odpadu.
- Veškerý vzorkovaný materiál má v obecném měřítku velice nízkou propustnost a má vlastnosti velmi silného hydrogeologického izolátoru. Materiál z plochy určené pro AR je po fyzikální stránce dle ČSN 73 6133 podmíněčně vhodný až nevhodný do násypu a nevhodný do aktivní zóny. Dle průběhu křivek zrnitosti se v případě všech

odebraných vzorků jedná o zeminy nebezpečně namrzavé a s vysokou pravděpodobností i mírně rozbídné.

- Odhad finančních nákladů je závislý skutečně odtěženém objemu zeminy, podle vzdálenosti skládek (ostatního a inertního odpadu), podle jejich interního sazebníku a podle zjištěné míry kontaminace při odtěžbě.

V Brně dne 10. 12. 2016

Mgr. Jan Bartoň

Použitá literatura

ČGÚ (1991): Hydrogeologická mapa ČR, List 15-44 Karviná, 1: 50 000.

ČGS (2016): Geologická mapa ČR, List 15-44 Karviná, 1: 50 000. [online]

Demek, J. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. Brno, Academia, 1987. 584 s.

Holtárek, Malucha (2014): Průmyslová zóna Nad Barborou Souhrnný inženýrskogeologický a hydrogeologický průzkum a průzkum potenciálního znečištění území. Green Gas DPB a.s.

MP MŽP (2013): Metodický pokyn Ministerstva životního prostředí „Indikátory znečištění“

Muška (2015): Ekologický audit PZNB. HAGEO s.r.o.

Quitt, E. (1971): Klimatické oblasti Československa, ČSAV Brno, 1971.

Šmolka, Holtárek (2011): Příprava brownfieldu lokalita A5 – Nad Barborou. Green Gas DPB a.s.

Přehled použitých zkratek

ABS _{GI}	Frakce kontaminantu absorbovaní v gastrointestinálním traktu
ADD	Average Daily Dose (průměrná denní dávka)
AR	Analýza rizik
CDI	Chronic Daily Intake (chronický denní příjem)
ČGS	Česká geologická služba
ČSN	Česká státní norma
ELCR	Excess Lifetime Cancer Risk (celoživotní riziko vzniku rakoviny)
HG	hydrogeologický
ChLÚ	Chráněné ložiskové území
CHÚ	Chráněná území
CHOPAV	Chráněná oblast přirozené akumulace vod
IARC	Mezinárodní organizace pro výzkum rakoviny
IG	inženýrskogeologický
IRIS	Integrated Risk Information System (U.S. EPA)
JTSK	Jednotný trigonometrický systém – Křovák
LADD	Lifetime Average Daily Dose (celoživotní průměrná denní dávka)
MP	Metodický pokyn
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
PAU	Polycyklické aromatické uhlovodíky
RAIS	Risc Assessment Information Systém
RAS	Rozpuštěné anorganické soli
RfD	Reference Dose (referenční dávka)
SEKM	Systém evidence kontaminovaných míst
SF	Slope Factor (faktor směrnice karcinogenity)
TDI	Technický dozor investora
TOL	Těkavé organické látky
U. S. EPA	U. S. Environmental Protection Agency
ÚSES	Územní systém ekologické stability
ÚZK	Úpravárenský závod Karviná
WHO	World Health Organization (Světová zdravotnická organizace)