



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu



MĚSTO KOPŘIVNICE

**Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží
v Kopřivnici**

Analýza rizik

Lokalita 5 – Pod Velovou

(Zakázkové číslo: 4542 10 013)

Výtisk č. 1 / 7



Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.
září 2011

Základní údaje:

Smlouva o dílo č. 4/2010/OŽP

Zakázkové číslo zhotovitele: 4542 10 013

Název akce: Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

**Objednatel: město Kopřivnice
Štefánikova 1163
742 21 Kopřivnice**

IČO: 00298077
DIČ: CZ00298077

Odpořvedný zástupce : Ing. Josef Jalůvka
starosta města

Kontaktní osoba : Ing. Hynek Rulíšek
vedoucí odboru životního prostředí

Telefonní spojení : +420 556 879 780
E-mail: ziv.prostredi@koprivnice.cz

Zhotovitel : Sdružení „Kopřivnice (II)“

(Sdružení firem Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., BIOANALYTIKA CZ, s.r.o. a Josef Kroutil)
Zastoupené vedoucím účastníkem sdružení Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.

**Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.
Píšťovy 820, 537 01 Chrudim III.**
zapsaná v obchodním rejstříku ve vložce C
č. 1036 Krajského soudu v Hradci Králové

IČO : 15053695
DIČ : CZ15053695

Bankovní spojení: ČSOB Chrudim
Číslo účtu: 272199033/0300

Zástupce ve věcech smluvních a technických: Mgr. Pavel Vančura
mobilní tel. : +420 602 460 994
e-mail : vancura@ekomonitor.cz

Odpořvedný řešitel: Ing. Josef Drahokoupil
mobilní tel. : +420 602 460 991
E-mail : drahokoupil@ekomonitor.cz



Koordinátor projektu:

Ing. Petr Kubizňák

mobilní tel. : +420 602 121 308

e-mail : kubiznak@ekomonitor.cz

Řešitelé:

Mgr. Vojtěch Dobiáš

Ing. Petr Kubizňák

Mgr. Lucie Potočárová

Mgr. Zuzana Trojanová

Ing. Dagmar Bartošová

Telefonní spojení společnosti :

+420 469 682 303-5

Faxové spojení společnosti :

+420 469 682 310

E-mail:

ekomonitor@ekomonitor.cz

Datum: 15. 9. 2011



Ing. Josef Draňokoupil
odpovědný řešitel

**Vodní zdroje Ekomonitor
spol. s r.o.** [®]

Píšťovy 820, 537 01 Chrudim III
tel.: 469 682 303-5 fax: 469 682 310
IČO: 150 53 695 DIČ: CZ15053695

Mgr. Pavel Vančura
statutární zástupce

Město Kopřivnice

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik



Rozdělovník :

Výtisk č. 1 až 6:

město Kopřivnice

Výtisk č. 7:

Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.

Seznam příloh:	7
Úvod	9
1. Údaje o území	11
1.1. Všeobecné údaje	11
1.1.1. Geografické vymezení území	11
1.1.2. Stávající a plánované využití území	11
1.1.3. Základní charakterizace obydlivosti území	12
1.1.4. Majetkoprávní vztahy	13
1.2. Přírodní poměry zájmového území	14
1.2.1. Geomorfologické a klimatické poměry	14
1.2.2. Geologické poměry	15
1.2.3. Hydrogeologické poměry	17
1.2.4. Hydrologické poměry	18
1.2.5. Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě	18
2. Průzkumné práce	20
2.1. Dosavadní prozkoumanost území	20
2.1.1. Základní výsledky dřívějších průzkumných prací na lokalitě	20
2.1.2. Přehled zdrojů znečištění	23
2.1.3. Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů	23
2.1.4. Předběžný koncepční model znečištění	23
2.2. Aktuální průzkumné práce	24
2.2.1. Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací	24
2.2.1.1. Geofyzikální průzkum	25
2.2.1.2. Vrtné práce	27
2.2.1.3. Vzorkařské práce	29
2.2.1.4.1. Metodika a rozsah laboratorních analýz	35
2.2.1.5. Hydrodynamické expresní zkoušky	38
2.2.1.5.1. Základní údaje, cíle HDZ	38
2.2.1.5.2. Specifikace objektů pro HDZ	38
2.2.1.5.3. Technické podmínky realizace HDZ	38
2.2.1.5.4. Postup realizace HDZ	39
2.2.1.5.5. Kontrolní činnost	39
2.2.2. Výsledky průzkumných prací	39
2.2.2.1. Interpretace geofyzikálních měření	39
2.2.2.2. Provedené vrtné práce	40
2.2.2.3. Výsledky laboratorních analýz	45
2.2.2.4. Výsledky hydrodynamických zkoušek (čerpací a stoupací zkoušky)	58
2.2.2.5. Geodetické zaměření	59
2.2.3. Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění	59
2.2.4. Posouzení šíření znečištění	63
2.2.4.1. Šíření znečištění v nesaturované zóně	63
2.2.4.2. Šíření znečištění v saturované zóně	67
2.2.4.3. Šíření znečištění povrchovými vodami	73
2.2.4.4. Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace	73
2.2.5. Shrnutí šíření a vývoje znečištění	76
2.2.6. Omezení a nejistoty	78
3. Hodnocení rizika	79
3.1. Identifikace rizik	79
3.1.1. Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů	79
3.1.2. Základní charakteristika příjemců rizik	80
3.1.3. Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice (aktualizovaný koncepční model)	80
3.1.3.1. Výčet reálných expozičních scénářů	80
3.1.3.2. Výpočet expozičních koncentrací podle jednotlivých expozičních cest	81
3.2. Hodnocení zdravotních rizik	81

Město Kopřivnice

5

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

3.2.1.	Hodnocení expozice.....	82
3.2.2.	Odhad zdravotních rizik.....	84
3.3.	Hodnocení ekologických rizik.....	90
3.4.	Shrnutí celkového rizika.....	90
3.5.	Omezení a nejistoty.....	91
4.	Doporučení nápravných opatření.....	92
4.1.	Doporučení cílových parametrů nápravných opatření.....	92
4.2.	Doporučení postupu nápravných opatření.....	92
5.	Závěr a doporučení.....	97
	Použitá literatura.....	100

Seznam příloh:

- Příloha č. 1: Situace zájmového území
- Příloha č. 2: Geologické poměry
- Příloha č. 3: Vodohospodářské poměry
- Příloha č. 4: Situace zájmové lokality na podkladě základní mapy 1 : 10 000
- Příloha č. 5: Majetkové poměry
- Příloha č. 6: Situace vrtných a průzkumných prací na podkladě leteckého snímku
- Příloha č. 7.1: Situace magnetometrických měření na podkladě leteckého snímku
- Příloha č. 7.2: Seismické hloubkové a rychlostní řezy na dílčí lokalitě 5a
- Příloha č. 7.3: Výsledky odporové tomografie na dílčí lokalitě 5a
- Příloha č. 7.4: Seismické hloubkové a rychlostní řezy na dílčí lokalitě 5b
- Příloha č. 7.5: Výsledky odporové tomografie na dílčí lokalitě 5b
- Příloha č. 8: Geologická dokumentace vrtných prací včetně geologických řezů
- Příloha č. 9.1.1: Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin
- Příloha č. 9.1.2: Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin
- Příloha č. 9.1.3: Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin
- Příloha č. 9.2: Výsledky laboratorních analýz vzorků podzemních vod
- Příloha č. 9.3: Odběr vzorků podzemních vod a terénní měření
- Příloha č. 9.4: Výsledky laboratorních analýz vzorků povrchových vod
- Příloha č. 9.5: Výsledky laboratorních stanovení třídy vyluhovatelnosti
- Příloha č. 9.6: Výsledky laboratorního stanovení ekotoxicity
- Příloha č. 9.7: Výsledky laboratorního stanovení sušiny a TOC
- Příloha č. 9.8: Výsledky laboratorního stanovení obsahu pesticidů
- Příloha č. 9.9: Odběr vzorku povrchové vody
- Příloha č. 9.10: Přehledná situace výsledků laboratorních analýz na podkladě leteckého snímku
- Příloha č. 10: Digitální model terénu na podkladě leteckého snímku
- Příloha č. 11: Situace proudového pole podzemní vody v kvartérním kolektoru
- Příloha č. 12: Model mocnosti navážky v metrech od terénu
- Příloha č. 13: Územní plán města Kopřivnice - výřez zájmové oblasti
- Příloha č. 14: Variantní řešení pro monitoring podzemních vod
- Příloha č. 15: Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek na hydrogeologickém vrtu HG5
- Příloha č. 16: Evidenční list geologických prací
- Příloha č. 17: Toxikologické vlastnosti prioritních kontaminantů
- Příloha č. 18: Protokol o geodetickém zaměření objektů
- Příloha č. 19: Fotodokumentace
- Příloha č. 20: Doklady o odstranění odpadů vzniklých v rámci průzkumných prací
- Příloha č. 21: Certifikáty laboratorních analýz

Přehled použitých zkratk:

Σ	suma
CIU	těkavé chlorované alifatické uhlovodíky
TOL	těkavé organické látky
BTEX	monocyklické aromatické uhlovodíky nehalogenované - benzen, toluen, ethylbenzen a xyleny
Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀	uhlovodíky obsahující 10 až 40 uhlíkových atomů v molekule
PAU	polycyklické aromatické uhlovodíky
PCB	polychlorované bifenyly
TOC	celkový organický uhlík
Cl ⁻	chloridy
NO ₂ ⁻	dusitany
NH ₄ ⁺	amonné ionty
Fe, Fe ²⁺ , Fe ³⁺	železo, železo dvojmocné, železo trojmocné
Mn ²⁺	mangan dvojmocný
CHSK _{Mn}	chemická spotřeba kyslíku - manganistanová metoda
TK	těžké kovy
As	arsen
Cd	kadmium
Cr _{celk}	chrom celkový
Cr ⁶⁺	chrom šestimocný
Cu	měď
Hg	rtuť
Ni	nikl
Pb	olovo
Zn	zinek
V	vanad
MP	metodický pokyn
HDZ	hydrodynamické zkoušky
ČZ	čerpací zkouška
SZ	stoupací zkouška
OEŠ	odbor ekologických škod
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
LV	list vlastnictví
U.S.EPA	agentura životního prostředí USA

Úvod

Nástin problematiky, předmět zakázky

Na základě smlouvy o dílo č. 4/2010/OŽP na zpracování projektu města Kopřivnice „Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici“ mezi objednatelem, městem Kopřivnice, a zhotovitelem, Sdružením „Kopřivnice (II)“ (Sdružení firem Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., BIOANALYTIKA CZ, s.r.o. a Josef Kroutil, zastoupeném vedoucím účastníkem sdružení Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.), zpracoval jmenovaný zhotovitel předloženou analýzu rizik.

Metodika průzkumných prací vycházela z projektové dokumentace zpracované společností UNIGEO a.s., Ostrava ze srpna 2008. Předmětem průzkumných prací byl podrobný geologický průzkum lokality, zaměřený na určení rozsahu tělesa skládky a jeho složení a analýza rizik, jejíž součástí je posouzení vlivu deponovaných materiálů na životní prostředí a zdraví obyvatel.

Riziková analýza byla zpracována v souladu se Zadávací dokumentací, podmínkami Operačního programu Životní prostředí, Oblast podpory 4.2 – Odstraňování starých ekologických zátěží a v souladu se závazným stanoviskem, vydaným dne 17.9.2008 pod č.j.: 60402/ENV/08. Analýza rizik byla dále vypracována ve smyslu Metodického pokynu Ministerstva životního prostředí České republiky č. 12 ze září 2005 (Metodický pokyn MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území).

Předmětem díla, které bylo technicky definováno zpracovanými podklady a podrobněji vymezeno podmínkami v textové části zadávací dokumentace a výkazem výměr bylo:

- Zpracování prováděcí projektové dokumentace.
K prováděcí projektové dokumentaci bylo dne 6.8.2010 vydáno souhlasné stanovisko OEŠ MŽP pod č.j. 67574/ENV/10.
- Geofyzikální průzkum.
- Vrtné práce.
- Vzorkařské a terénní práce.
- Laboratorní analýzy.
- Geodetické práce.
- Zpracování analýzy rizik pro dané území.

Realizační tým zhotovitele, přehled subdodavatelů

Pro řešení zakázky v rozsahu byl zhotovitelem sestaven následující realizační tým:

Vodní zdroje Ekomonitor spol. spol. s r.o.

Odpovědný (statutární) zástupce:	Mgr. Pavel Vančura Ing. Miloš Čmelík Ing. Jiří Vala Ing. Josef Drahokoupil
Koordinátor projektu :	Ing. Petr Kubizňák

Město Kopřivnice

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

1. Údaje o území

1.1. Všeobecné údaje

1.1.1. Geografické vymezení území

Jedná se o dvě oddělené dílčí plochy v rámci jedné lokality. Zájmové území se nachází v extravilánu Mniší a Lubiny – Větrkovic. Mniší a Lubina jsou místními částmi města Kopřivnice (místní část Lubina je historicky složena ze tří částí – Větrkovice, Drnholec a Sýkorec) a dvou katastrálních území Větrkovice nad Lubinou a Drnholec.

Větší z obou ploch (plocha 5a) leží cca 0,8 km SZ od středu Mniší, na hranici katastrů Mniší a Větrkovice u Lubiny. Menší plocha (plocha 5b) leží cca 1,2 km JV od centra Větrkovic v jejím katastru a cca 280 m SSZ od plochy 5a. Obě lokality leží na odlesněném západním až jihozápadním svahu kóty Velová (390 m n. m.), mezi komunikací spojující místní části Mniší a Větrkovice a prudkým srázem nad údolní nivou řeky Lubiny. Zájmový prostor je tvořen mírným svahem se sklonem k jihu až jihozápadu. Dle archivních údajů a vyhodnocení historických leteckých snímků z doby před zahájením skládkování šlo původně o přírodní terénní deprese, kterými protékaly srážkové vody z vrchu Velová k řece Lubině. Nadmořská výška lokality dosahuje 320–340 m n. m. u plochy 5b, 330–350 m n. m. u plochy 5a.

Plocha skládky 5a je 8 190 m² a plocha 5b je 15 550 m².

Situace zájmového území je graficky znázorněna v **přílohách č. 1 a č. 4**. Fotodokumentace je součástí **přílohy č. 19**.

Správní zařazení zájmového území je uvedeno v tabulce č. 2:

Tabulka č. 2: Správní zařazení zájmového území

Kraj	Moravskoslezský
Okres	Nový Jičín
Obec s rozšířenou působností	Kopřivnice
Obec s pověřeným obecním úřadem	Kopřivnice

1.1.2. Stávající a plánované využití území

Územní plán Kopřivnice byl vydán Zastupitelstvem města Kopřivnice na jeho 21. zasedání, konaném dne 17. 9. 2009, usnesením č. 437, účinnosti nabyt 6. 10. 2009 (pod č. jedn.:19/2009/SÚP&51852/2009/kvito).

Lokalita 5a

Podle výše uvedeného územního plánu jsou pozemky zahrnující bývalou skládku zařazeny do plochy NZ (neurbanizované–zemědělské), úzký pruh na severní hranici plochy 5a (zároveň na hranici katastrů Větrkovic a Mniší) pak do NL (neurbanizované–lesní), i když na ní není lesní porost a v terénu nelze rozeznat. Do ploch NL pak spadá i východní zalesněná část

sklárky u svahu nad řekou Lubinou. Změna funkčního využití předmětných pozemků se do budoucna nepředpokládá.

Lokalita 5b

Podle výše uvedeného územního plánu jsou pozemky zahrnující bývalé sklárky zařazeny do plochy NZ (neurbanizované–zemědělské), východní zalesněná část sklárky u svahu nad řekou Lubinou do NL (neurbanizované–lesní). Změna funkčního využití předmětných pozemků se do budoucna nepředpokládá.

Výřez hlavního výkresu územního plánu je uveden v **příloze č. 13**.

Přehled stávajícího a plánovaného využití kontaminovaného území a přilehlého okolí

Obě dílčí zájmové lokality se nachází minimálně 150 m od trvalé obytné zástavby. Lokality nejsou oploceny, jejich plocha je volně přístupná a v současné době jsou využívány jako kosená louka pro získávání píce. Žádné významné změny využití vlastních lokalit se do budoucna nepředpokládají. Svah k řece Lubině tvořící čela skládek je zalesněn a není hospodářsky využíván. Využití okolních pozemků nezasahujících do posuzovaných dílčích lokalit je obdobné.

Ochrana přírody a krajiny

Nejbližším velkoplošným chráněným územím je CHKO Beskydy, jejíž hranice se nachází cca 6 km JJZ směrem od zájmové lokality. Nejbližšími maloplošně chráněnými územími je NPP Šipka (vápencové skalky s archeologickými nálezy ve Štramberku), PP Váňův kámen na úbočí Bílé hory a PP Travertinová kaskáda v Tiché.

Ve vzdálenosti cca 0,8 km jižně od zájmového prostoru prochází hranice přírodního parku Podbeskydí (rozloha 12 800 ha).

Na území města Kopřivnice byly nařízením vlády č. 371/2009 Sb. zařazeny do seznamu Evropsky významných lokalit soustavy NATURA 2000 dvě lokality. Jedná se o lokalitu Červený kámen, která zahrnuje území vrchu „Pískovna“ a části lesních komplexů severního svahu Červeného kamene a dále o lokalitu Štramberk, která mimo jiné zahrnuje území Bílé hory.

Zájmová lokalita není součástí žádných prvků územního systému ekologické stability. Při západní hranici zájmové oblasti prochází lokální biokoridor řeka Lubina. Ve vzdálenosti cca 600 m západně od lokality se nachází lokální biocentrum s názvem Lubina.

Ochrana vodních zdrojů

Lokalita nezasahuje do ochranných pásem vodních zdrojů ani se v její blízkosti ochranná pásma vodních zdrojů nevyskytují.

1.1.3. Základní charakterizace obydlenosti území

Kopřivnice se nachází v Moravskoslezském kraji, okrese Nový Jičín. V Kopřivnici bylo k datu 31.12. 2010 evidováno 22 892 obyvatel, z čehož bylo 49,18% mužů (11 259) a 50,82% žen (11 633). Průměrný věk obyvatelstva je 38,6 let (muži 37,4 let, ženy 39,7 let).

Město Kopřivnice zahrnuje Kopřivnici a 3 místní části - Lubina, Mniší a Vlčovice. Do správního obvodu města Kopřivnice, jako obce s rozšířenou působností, dále patří města Štramberk a Příbor a obce Kateřinice, Mošnov, Petřvald, Skotnice, Trnávka, Závěšice a Ženklaava.

Lokalita 5a

Zájmové území se nachází v neurbanizovaném prostoru, nejbližší souvislá obytná zástavba se nachází více než 400 m od řešené lokality.

Lokalita 5b

Zájmové území se nachází v neurbanizovaném prostoru, nejbližší souvislá obytná zástavba se nachází cca 150 m severně od řešené lokality (nová výstavba ve Větrkovicích).

Obě dílčí lokality jsou volně přístupné, je zde tedy možný volný pohyb osob, nicméně tělesa skládek nejsou v současnosti v terénu patrná (s výjimkou čel skládek na srázu nad řekou Lubinou, kde jsou jasně patrné zbytky odpadů, zejména stavebních konstrukcí), pohyb osob na vlastní ploše skládky lze označit pouze za nahodilý (náhodní návštěvníci).

1.1.4. Majetkoprávní vztahy

V následujících tabulkách č. 3 a 4 jsou uvedeny majetkoprávní vztahy pozemků v předmětném území. Předmětné pozemky se nacházejí v katastrálních územích 687987 Větrkovice nad Lubinou a 697664 Mniší (pouze dílčí lokalita 5a).

Tabulka č. 3: Majetkoprávní vztahy

Parcelní číslo	Výměra (m ²)	Druh pozemku	LV	Vlastník	Adresa
Plocha 5a – k. ú. Mniší 697664					
139/1	19 369	Lesní pozemek	29	Ivana Šablaturová	Francouzská 1188/32, Kopřivnice, 742 21
160/1*	234 806	Trvalý travní porost	-	-	-
Plocha 5a – k. ú. Větrkovice u Lubiny 687987					
1040/11*	2 084	Vodní plocha	-	-	-
1041	683	Lesní pozemek	202	Římskokatolická farnost Lubina	Lubina 201, Kopřivnice, 742 21
Plocha 5b – k. ú. Větrkovice u Lubiny 687987					
1014/1*	18 910	Orná půda	-	-	-
1014/3*	12 403	Lesní pozemek	-	-	-
1014/5	4 058	Orná půda	789	Josef Boháč	Nádražní 187, Příbor, 742 58
1014/6	997	Lesní pozemek	786	Anna Aujezdská 1/2 Eliška Žáčková 1/2	Lubina 147, Kopřivnice, 742 21 Lubina 13, Kopřivnice, 742 21
1040/1*	50 956	Orná půda	-	-	-
1040/12	2 945	Orná půda	789	Josef Boháč	Nádražní 187, Příbor, 742 58
1042/1	10 894	Lesní pozemek	202	Římskokatolická farnost Lubina	Lubina 201, Kopřivnice, 742 21
1042/2	641	Lesní pozemek	202	Římskokatolická farnost Lubina	Lubina 201, Kopřivnice, 742 21

* parcela není zapsána na LV, souhlasy se vstupy a prováděním prací se vztahují na jednotlivé níže uvedené parcely ve zjednodušené evidenci (původem z pozemkového katastru)
- 1040/11 – pozemek je v současné době pole

Tabulka č. 4: Tabulka parcel se souhlasy ve zjednodušené evidenci

Parcelní číslo	Výměra (m ²)	LV	Vlastník	Adresa
Plocha 5a – k. ú. Vetřkovice u Lubiny 687987				
PK 141	-	-	neznámý	-
PK 145	4 262	29	Ivana Šablaturevová	Francouzská 1188/32, Kopřivnice, 742 21
PK 146	49 419	421	Dagmar Bortlová	Dolní 509, Štramberk, 742 66
PK 147	8 772	29	Ivana Šablaturevová	Francouzská 1188/32, Kopřivnice, 742 21
Plocha 5b – k. ú. Vetřkovice u Lubiny 687987				
PK 985 součástí KN 1014/1	5 086	737	Mléčná farma Lubina, spol. s r.o.	Lubina 525, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 986 součástí KN 1040/1	1 507	737	Mléčná farma Lubina, spol. s r.o.	Lubina 525, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1012 součástí KN 1040/1	7 362	287	Dalibor Řehák Jan Řehák Jiří Řehák Ludmila Řeháková	Lubina 422, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 254, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 331, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 254, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1013/1 součástí KN 1040/1	2 552	287	Dalibor Řehák Jan Řehák Jiří Řehák Ludmila Řeháková	Lubina 422, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 254, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 331, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 254, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1013/3 součástí KN 1014/3	1 512	156	Miroslav Křístek 1/2 Zdeněk Křístek 1/2	Lubina 358, Kopřivnice, Lubina, 742 21 Lubina 359, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1039/2 součástí KN 1040/1	358	306	SJM Raška Pavel a Rašková Anna	Lubina 344, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1040/1 součástí KN 1040/11 aKN 1040/1	23 425	202	Římskokatolická farnost Lubina	Lubina 201, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 1040/7 součástí KN 1040/1	5 660	306	SJM Raška Pavel a Rašková Anna	Lubina 344, Kopřivnice, Lubina, 742 21

Katastrální mapa zájmového území na podkladu leteckého snímku je uvedena v **příloze č. 5**.

1. 2. Přírodní poměry zájmového území

1.2.1. Geomorfologické a klimatické poměry

Zájmová lokalita je podle Demka [1] součástí geomorfologického okrsku Libhošťská pahorkatina, která spadá do podcelku Příborská pahorkatina, celku Podbeskydská pahorkatina, která je součástí oblasti Západobeskydské podhůří v subprovincii Vnější Západní Karpaty a provincii Západní Karpaty. Regionálně spadá území do Alpsko-himalájského

systému. Libhošťská pahorkatina se nachází ve střední části Příborské pahorkatiny. Jedná se o plochou pahorkatinu úpatního typu. Vyskytují se zde flyšové jílovce, jíly, pískovce slezského a žďánicko-podslezského příkrovu, dále pak vyvěliny těšínitů, miocenní sedimenty a glacialakustrinní sedimenty sálského zalednění. Oblast je charakteristická svým erozně denudačním reliéfem s výraznými sukly na odolnějších horninách, periglaciálními tvary, říčními terasami a širokými údolními nivami. Typická je také nízká míra zalesnění v tomto geomorfologickém okrsku, mezi lesními porosty pak převažují smrkové kultury.

Podle Quitta [2] je zájmová lokalita součástí mírně teplé klimatické oblasti MT9. Průměrná červencová teplota dosahuje 17–18°C, průměrná lednová teplota je –3 až –4°C. Po období 140–160 dní v roce se průměrná denní teplota vyskytuje nad hodnotou 10 °C, 110–130 dní je teplota pod bodem mrazu. Sněhová pokrývka se v průměru drží na zemském povrchu po dobu 60–80 dní v roce. Úhrn srážek dosahuje hodnoty 650–750 mm/rok, přičemž většina srážek spadne ve vegetačním období (400–450 mm), v zimním období spadne v průměru 250–300 mm.

1.2.2. Geologické poměry

Zájmová oblast se z pohledu regionální geologie nachází ve flyšovém pásmu Vnějších Západních Karpat. Horniny flyšového pásma jsou tvořeny příkrovem slezské a podslezské jednotky, které jsou nasunuty na autochtonní výplň miocenní předhlubně a dále na varijské podloží, které je tvořeno horninami Českého masívu.

Varijské podloží je tvořeno hrušovickými vrstvami (namur A) svrchního karbonu v ostravském souvrství. Povrch těchto sedimentů (pískovce) se nalézá na úrovni cca 300 m n. m. Karbonské horniny jsou překryty horninami vněkarpatských příkrovů.

Vněkarpatské příkrovky jsou zastoupeny frýdeckými vrstvami stupně turon–maastricht (svrchní křída) spadající do podslezské jednotky a dále souvrstvím bašským (stupeň apt–alb spodní křída) a těšínsko-hradišťským (chlebovické vrstvy; apt–alb spodní křída), které jsou součástí slezské jednotky.

Frýdecké vrstvy jsou zastoupeny šedými vápnitými jílovci a občasným výskytem pískovců a slepenců. Bašské souvrství tvoří převážně pískovce, silicity, vápence a jílovce, přičemž horninami těšínsko-hradišťských vrstev jsou jílovce, pískovce, slepenec a vápence.

Mezozoické horniny vycházejí místy na povrch ve formě výchozů, většinou však zůstávají překryty kvartérním pokryvem, který dosahuje proměnlivé mocnosti. Složení kvartérních sedimentů je pestré – vyskytují se zde sedimenty geneze eolické, fluviální, deluviální, glaci-fluviální až po lakustrinní. Mezi nejrozšířenější kvartérní sedimenty patří naváté sprašové hlíny svrchního pleistocénu, dále pak písky a štěrky, kterým dalo vznik sálské zalednění Českého masívu ve středním pleistocénu. Na úbočí svahů se vyskytují deluviální sedimenty, které jsou zastoupeny hlinito-kamenitými sedimenty. V oblastech vodních toků se vyskytují sedimenty fluviálně podmíněné, jsou to obzvláště hlína, písek a štěrk holocenního stáří.

Přirozený vrstevní sled sedimentů je místy narušen antropogenní aktivitou ve formě deponace navážek.

Vlastní skalní podloží je na lokalitě tvořeno frýdeckými vrstvami podslezské jednotky (jílovce až prachovce). Kvartérní pokryv lokality (neovlivněný antropogenní činností) budují především holocenní deluviální hlíny, pod kterými jsou uloženy cca 2 m mocné eluviální hlíny frýdeckých vrstev [3] v nejbližším archivním vrtu ozn. 8 [4], situovaného cca 400 m severně od západní průzkumné plochy, uvádíme v následující tabulce.

Tabulka č. 5: Geologický popis archivního vrtu 8

mocnost (m)	stratigrafie	geologický popis
0,0–0,50	Kvartér	ornice světlá šedá hnědá
0,50– 3,65	Kvartér	hlína skvrnitý morénový světlá hnědá, příměs: štěrk
3,65– 8,45	Kvartér	hlína jílovitý písčité světlá hnědá
8,45– 9,70	Kvartér	písek silně jílovitý světlá rezavá
9,70– 10	Kvartér	štěrk hrubozrnný

Upřesnění lokálních geologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací – lokalita 5a

Geologický profil průzkumných nevystrojených sond a vystrojených hydrogeologických vrtů je v nejsvrchnějších partiích (max. do 0,5 m) tvořen humózní vrstvou a hlinou. V hydrogeologických vrtech HG5-1 až HG5-3 je pod humózní vrstvou kvartérní jíl s vysokou plasticitou. Ve vrtu HG5-2 a HG5-3 je pod vrstvou jílu křídový navětralý jílovec.

V nevystrojených sondách S5a-1 až S5a-10 byla pod humózní vrstvou byla ve dvou sondách (S5a-1 a S5a-9) zastížena antropogenní navážka, která měla největší mocnost 3,5 m v nevystrojené sondě S5a-1. Tato navážka je tvořená černými slévárenskými písky a odlitky. Pod navážkou byl povětšinou zastížena kvartérní jíl s vysokou plasticitou a pod ním křídový jílovec.

Upřesnění lokálních geologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací – lokalita 5b

Geologický profil průzkumných nevystrojených sond a vystrojených hydrogeologických vrtů je v nejsvrchnějších partiích (max. do 0,5 m) tvořen humózní vrstvou a hlinou. V hydrogeologických vrtech je pod humózní vrstvou kvartérní písčité jíl. Ve vrtu HG5-6 se byl pod touto vrstvou zastížena křídový, mírně zvětralý jílovec.

V nevystrojených sondách S5b-1 až S5b-13 byla pod humózní vrstvou zastížena antropogenní navážka, která měla největší mocnost 12,2 m v nevystrojené sondě S5b-1. V nevystrojené sondě S5b-11 dosahovala navážka mocnosti až 10,8 m a v nevystrojené sondě S5b-12 10,2 m. Tato navážka je tvořená černými slévárenskými písky a odlitky, stavební sutí, úlomky cihel a betonu. V ostatních nevystrojených sondách byla mocnost navážky max. 3,3 m. Pod navážkou byl povětšinou zastížena kvartérní písčité jíl nebo jíl s vysokou plasticitou a pod ním křídový jílovec.

Geologické poměry v oblasti města Kopřivnice jsou znázorněny v příloze č. 2, průběh geologického řezu je znázorněn v příloze č. 6.

Geologická dokumentace včetně geologického řezu lokalitou jsou součástí **přílohy č. 8.**

1.2.3. Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska spadá oblast Kopřivnice a jejího blízkého okolí do hydrogeologického rajonu 3213 – Flyš v mezipovodí Odry.

Podzemní voda je v oblasti soustředěna především na kvartérní sedimenty a svrchní část přípovrchového rozpojení flyšoidních sedimentů. Převládá především mělký oběh podzemní vody s volnou hladinou. Propustnost kvartérních sedimentů je průlinová, propustnost podložních hornin je průlino-puklinová. V nivě řeky Lubiny se vyskytuje průlinový kolektor holocenních fluviálních sedimentů údolních niv. Jsou to písčité hlíny a štěrky s nízkou až střední hodnotou transmisivity ($2,2 \cdot 10^{-5}$ – $2,3 \cdot 10^{-4}$ m²/s). Kvartérní glacigenní sedimentace glacifluviálních písků, písčitých štěrků a písčitých tillů bazální morény vytváří lokální kolektory. Koeficient transmisivity se pro tyto kolektory pohybuje v řádu $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Sprašové hlíny, které jsou v nadloží, vykazují velmi nízké až nízké hodnoty transmisivity (s hodnotami $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s). Regionální izolátor (T $1 \cdot 10^{-6}$ – $1 \cdot 10^{-5}$ m²/s) v oblasti tvoří frýdecké vrstvy, které vyplňují centrální část a oblast okolo obce Mniší. na jv. a jz. oblasti tvoří horské části převážně bašské souvrství a chlebovické vrstvy, které vykazují velmi nízké až nízké hodnoty transmisivity (s hodnotami $1 \cdot 10^{-5}$ – $1 \cdot 10^{-4}$ m²/s).

Chemický typ podzemních vod je Ca-Mg-HCO₃-SO₄ s celkovou mineralizací 0,3–1 g/l.

Dle archivních zpráv [3] není na lokalitě kvartérní zvodnění vyvinuto. Srážková voda infiltruje přes deluviální a eluviální sedimenty na nepropustné jílovce, po kterých stéká souhlasně se sklonem vrstev k jihozápadu až ZJZ, s drenáží do toku Lubiny. Podél toku Lubiny se vytváří mělké zvodnění vázané na fluviální písčité štěrky.

Upřesnění lokálních hydrogeologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací – lokalita 5a

V hydrogeologickém vrtu HG5-1 byla ustálená hladina podzemní vody v hloubce 1,02 m, v HG5-2 se ustálila v hloubce 4,8 m a v HG5-3 v hloubce 3,4 m. Hladina podzemní vody se ve všech vrtech ustálila v kvartérním jílu. Hydrodynamické zkoušky byly na lokalitě 5a prováděny na vrtu HG5-3 a výsledný koeficient filtrace byl $6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s a transmisivita $8,6 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Podle Jetela (1980) jsou okolní horniny mírně propustné. Depresní kužel (potenciální ovlivnění výšky hladiny) sahal do vzdálenosti 6,2 m.

Upřesnění lokálních hydrogeologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací – lokalita 5b

V hydrogeologickém vrtu HG5-4 se hladina podzemní vody ustálila na 1,01 m, ve vrtu HG5-5 se ustálila na 1 m a ve vrtu HG5-6 byla ustálená hladina podzemní vody v hloubce 2,85 m. Ve vrtu HG5-4 byla hladina ustálená v navážce, ve vrtu HG5-5 se hladina ustálila na přechodu mezi navážkou a jílovitým pískem. Ve vrtu HG5-6 byla ustálená hladina podzemní vody zastižena v jílu se střední plasticitou. Hydrodynamické zkoušky byly prováděny na vrtu HG5-4 a výsledný koeficient filtrace byl $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s a transmisivita $2,6 \cdot 10^{-4}$ m²/s. Podle Jetela (1980) jsou okolní horniny mírně propustné. Depresní kužel (potenciální ovlivnění výšky hladiny) sahal do vzdálenosti 10,4 m.

Situace proudového pole je znázorněna v **příloze č. 11**.

1.2.4. Hydrologické poměry

Zájmové území je odvodňováno Lubinou, číslo hydrologického pořadí 2-01-01-137/0, která tvoří drenážní bázi pro povrchové a podzemní vody. Velikost dílčího povodí je 9,485 km². Zájmové území spadá do úseku 17–22 ř. km. Oblast spadá pod povodí 3. řádu Odry po Opavu a oblast povodí Odry.

Lubina pramení v nadmořské výšce kolem 740 m na severozápadních svazích hory Radhošť v Moravskoslezských Beskydech, asi 1 km jihovýchodně od sedla Pindula. Celý následující tok pak, jen s menšími výchytkami, směřuje k severu. V rovinnaté krajině asi 1,5 km severovýchodně od Košatky (místní část obce Stará Ves nad Ondřejnicí) se Lubina vlévá zprava do Odry. Celková délka toku je 37,1 km při velikosti povodí 194,1 km². Průměrný dlouhodobý průtok na Lubině Q_a ve vodoměrné stanici Petřvald je 1,96 m³/s a M-denní průtok Q_{355} odpovídá v daném profilu hodnotě 0,124 m³/s.

Specifický odtok je podle mapy 1:500 000 Regiony povrchových vod v ČR [4] v rozmezí 10–15 l/s/km². Oblast spadá do regionu III-A-4-d, který představuje region středně vodný, s velmi malou retenční schopností a vysokým koeficientem odtoku. Lokalita se podle Základní vodohospodářské mapy ČR 1:50 000, list 25–21 Nový Jičín nevyskytuje v blízkosti ochranných pásem vodních zdrojů.

Vodohospodářské poměry zobrazuje **příloha č. 3**.

1.2.5. Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Lokalita 5a

Z výsledků chemických analýz prováděných v rámci předkládané analýzy rizik náleží podzemní vody, odebrané z objektů na lokalitě, k chemickému typu: Ca-HCO₃¹. Vodivost podzemních vod dosahuje hodnot 381 μS/cm (HG5-3), 435 μS/cm (HG5-1) a 1 317 μS/cm (HG5-2), hodnoty pH odpovídají neutrálním podmínkám, dosahují hodnot 6,67 až 7,56. Oxidačně-redukční potenciál podzemních vod odráží oxidační podmínky podzemních vod v objektech HG5-1 a HG5-3 a pravděpodobně redukční podmínky v objektu HG5-2. Hodnota Eh dosahovala 152 (HG-1) a 140 mV (HG5-3), v objektu HG5-2 pak –135,7 mV. V oblasti skládky je ověřený výskyt naražené hladiny podzemní vody soustředěný v hloubce 0,75–5,5 m pod úrovní terénu. Směr proudění podzemní vody je k ZJZ. Drenážní bázi je řeka Lubina.

V nadloží skládkového materiálu se vyskytuje humózní vrstva a hnědá hlína, které zasahují od 0,2 do 1 m hloubky. Průzkumnými sondami, které se vyskytovaly v tělese skládky, bylo prokázáno, že pod humózní vrstvou je deponována antropogenní navážka, jejíž mocnost validuje v rozmezí od 0,8 do téměř 1,5 m. Ve většině případů je antropogenní navážka tvořená jílovitým materiálem (písčité jíly, jílovitá hlína) s občasnými klasty hornin. Skládkový

¹ ionty reprezentující chemický typ vody byly určeny na základě překročení 20 % ekvivalentu jejich koncentrace

materiál byl zastižen zřídka a jedná se o stavební suť tvořenou škvárou, úlomky cihel a kamene, zastiženy byly rovněž černé slévárenské písky. Podloží skládky tvoří plastický jíł, jílovitý písek nebo jílovec, přičemž tento materiál vykazuje vysokou sorpční kapacitu, která má vliv na imobilizaci především anorganických kontaminantů.

Lokalita 5b

Z výsledků chemických analýz pro lokalitu 5b prováděných v rámci předkládané analýzy rizik náleží podzemní vody, odebrané z objektů na lokalitě, k chemickému typu: Ca-Cl-HCO₃⁻. Vodivost podzemních vod se pohybuje v rozmezí hodnot 135 μS/cm až 609 μS/cm, hodnoty pH odpovídají neutrálním podmínkám, jejich hodnota dosahovala rozmezí 6,3 až 7,04. Oxidačně-redukční potenciál podzemních vod odráží jak podmínky slabě redukční (Eh: -39,3 mV), tak oxidační (Eh: 104 mV a 122 mV). V oblasti skládky je ověřený výskyt naražené hladiny podzemní vody soustředěný v hloubce 1,2–3,7 m pod úrovní terénu. Směr proudění podzemní vody je k ZJZ. Drenážní bází je řeka Lubina.

V nadloží skládkového materiálu se vyskytuje humózní vrstva, která zasahuje do hloubky prvních desítek centimetrů. Průzkumnými sondami bylo prokázáno, že pod humózní vrstvou je deponována antropogenní navážka, jejíž mocnost se pohybuje v rozmezí od 0,7 do téměř 12,2 m, přičemž největší mocnosti skládky jsou uloženy v SV-JZ ose skládky. Antropogenní navážka je tvořena jak hnědou jílovitou hlinou, tak přímo skládkovým materiálem, který obvykle představují černé slévárenské písky, někdy s příměsí stavebního odpadu (úlomky cihel, betonu, železných armatur) a komunálního odpadu (plechovky, igelit, polystyren). Zaznamenány byly také zelenošedé hnilokaly s organickými zbytky. Podloží skládky tvoří plastický méně písčité jíł a jílovec, přičemž tento materiál vykazuje vysokou sorpční kapacitu, která má vliv na imobilizaci především anorganických kontaminantů.

2. Průzkumné práce

2.1. Dosavadní prozkoumanost území

2.1.1. Základní výsledky dřívějších průzkumných prací na lokalitě

Jedinými pracemi provedenými na zájmové lokalitě pro identifikaci případné ekologické zátěže, bylo před průzkumnými pracemi provedenými v rámci předložené analýzy rizik zpracování hydrogeologického posudku n.p. Geotest Brno v roce 1987.

Z tohoto posudku byla zpracována závěrečná zpráva „Mniší, Vetřkovice – OPV – skládka, Hydrogeologický posudek negativního vlivu skládek pevného odpadu n.p. Tatra Kopřivnice na kvalitu podzemních a povrchových vod, Geotest Brno, n.p., duben 1987“ [3]. Zájmovou lokalitou se však tento posudek zabýval spíše okrajově.

Dle tohoto posudku u plochy 5a (v textu označované jako Mniší I) činil původně výškový rozdíl dna rýhy a okolního terénu před zahájením skládkování cca 8 m. Rozměry skládky byly odhadnuty na $200 \times 50 \text{ m} = 0,01 \text{ km}^2 = 75\,000 \text{ m}^3$. Ukládání odpadů bylo ukončeno v roce 1984, povrch skládky byl zarovnan a překryt vrstvou jílovité zeminy. U plochy 5b (v textu označované Mniší II) byla hloubka erozní rýhy pře zahájením skládkování odhadnuta rovněž na 8 m. Rozměry skládky byly odhadnuty na $120 \times 50 \text{ m} = 0,006 \text{ km}^2 = 38\,000 \text{ m}^3$. Ukládání odpadů bylo ukončeno v roce 1983, povrch skládky byl zarovnan a překryt vrstvou jílovité zeminy. Okolní pozemky byly meliorovány, drenáž byla vedena tělesem skládky a vyústěna do údolí Lubiny.

Na základě hydrologických měření byly vyhodnoceny odtokové poměry ze skládek. Množství atmosférických srážek, infiltrujících přes tělesa skládek, je značně sníženo navezením těsnící vrstvy jílovitých zemin, jejichž koeficient filtrace (k_f) orientačně stanovený dle křivky zrnitosti, byl menší než $3 \cdot 10^{-8} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (prostředí velmi slabě propustné). Průměrný odtok výluhů byl odhadnut z plochy 5a na 0,03 l/s a z plochy 5b na 0,018 l/s.

Z obou dílčích skládek bylo v rámci posudku odebráno po 1 vzorku vody. U východní skládky se jednalo o vzorek DB-13 (výtok z betonového potrubí na severním okraji skládky – pro účely AR vzhledem k umístění nepodstatné), u západní skládky o vzorek DB-14 (výtok z drenáže při jeho ústí do betonového koryta). Zde bylo zjištěno překročení tehdejší normy pro pitnou vodu v parametru anioaktivní tenzidy (0,26 mg/l). Nadlimitní (z hlediska tehdy platné normy pro pitnou vodu) zde byly také obsahy železa, dusičnanové ionty (1297 mg/l), celková mineralizace (1382 mg/l).

Závěrem bylo v posudku konstatováno, že znečištění zjištěné na skládkách Mniší I a II, vzhledem k malému množství výluhů a hydrogeologickým poměrům, nemůže v žádném případě ovlivnit kvalitu podzemní vody v nivě řeky Lubiny ani povrchové vody v řece Lubině. Provedený způsob rekultivace byl považován za dostatečný. Bylo doporučeno překryt vrstvou nepropustného materiálu i svahy skládek upadajících k řece a povrch skládek urovnat a vyspádovat tak, aby povrchová voda mohla volně odtékat po terénu. Dále bylo považováno za vhodné odvést dešťovou vodu z území nad skládkou pomocí obtokových koryt nebo jiným

vhodným způsobem (zejména proto, aby při přívalových deštích nedocházelo vlivem eroze k odplavování krycí vrstvy skládky. Tato doporučení však evidentně nebyla realizována.

Obě dílčí zájmové plochy (5a i 5b) mají podobné morfologické poměry i podobnou genezi ukládání odpadů. Šlo o skládky průmyslových, stavebních a komunálních odpadů, které postupně zaplnily terénní deprese (erozní rýhy, kterými v dešťovém období protékaly dočasné vodoteče) na západním až severozápadním svahu kopce Velová, směřující ke srázu nad korytem řeky Lubiny.

Dle podkladů MÚ Kopřivnice šlo původně o bývalé deprese v terénu, kterými protékaly především srážkové vody a vytvořily rozměrné zářezy v polích. Do těchto prohlubní byly ukládány zejména v 70. a počátkem 80. let 20. století průmyslové, stavební i komunální odpady, vč. nebezpečných odpadů. Plocha 5b je zřejmě mladší než lokalita 5a, která byla pro ukládání odpadů využita jako první a kde nebyla provedena zřejmě ani meliorace.

Lokalita 5a

V současné době tvoří povrch bývalé skládky z větší části zemědělsky obdělávané pozemky–louky. Pouze na jihozápadním okraji zasahuje těleso bývalé skládky do srázu, lemujícím koryto řeky Lubiny.

Ze severozápadní strany skládka končí cca 55 m jihozápadně od místní komunikace Mniší – Vetřkovice, ze západní až jihozápadní strany končí oblast s většími mocnostmi skládkovaného materiálu cca 45 m nad srázem k řece Lubině, Ohraničení skládky na jejích delších stranách není v terénu jasně patrné. Sráz k řece Lubině je pokryt lesním porostem. Řeka Lubina protéká cca 20–30 m od čela skládky. Morfologicky není těleso bývalé skládky jasně patrné.

Na prudkém srázu k řece Lubině jsou jasně patrné zbytky ukládaných odpadů, které se dostaly z větší části na sráz pravděpodobně vyhrnutím ze skládkového tělesa při konečných úpravách terénu a částečně z pozdějšího individuálního uložení. Byly zde nalezeny zbytky stavebních odpadů (zejména zbytky betonových konstrukcí, slévárenské odpady (slévárenské odlitky, tzv. bombóny), plasty, pneumatiky a v omezené míře i zbytky komunálních odpadů. Maximální mocnost uložených odpadů byla na čele skládky dle archivních prací odhadnuta na cca 8–10 m. Ukládání odpadů bylo ukončeno v roce 1984, poté byl povrch skládky zarovnan a překryt jílovitou zeminou.

V rámci vyhodnocených geofyzikálních prací (viz. **kapitola 2.2.2.1.**) se předpokládá, že skládka s většími akumulacemi materiálu se rozkládá na poněkud menší ploše, než bylo původně předpokládáno, naopak do širšího okolí byla skládka rozvlečena. Na západě je skládka vymezena strží vedoucí k řece Lubině, ale z důvodu prudkého sklonu strže a nemožnosti měření, je západní okraj skládky neukončený. Předpokládá se, že materiál byl vlivem gravitace rozvlečen až do údolí, jak naznačuje původní vymezení skládky a stejně tak i terénní rekognoskace lokality. Vzhledem k nevýrazným magnetickým anomáliím se lze domnívat, že skládkový materiál je tvořen běžným stavebním odpadem, a pouze lokálně se mohou objevit slévárenské zbytky.

Skládkový materiál ve formě stavebního odpadu identifikovala i první nevystrojená sonda S5a-1 v hloubkovém rozmezí 2,1–3,4 m. Jednalo se o škváru, stavební suť a cihly s úlomky

kamene. Nadloží skládkového materiálu (0,2–2,1 m) tvořil plastický jíl, stejně tak jako podloží (3,4–4,0 m), kde se vyskytoval jíl částečně zvodnělý. Nejvyšší mocnosti skládkových materiálů, odhadované na max. 8 m, se předpokládaly v ose původního dna údolí. Více informací k rozsahu skládky viz kapitola 2.2.3.

Lokalita 5b

V současné době tvoří povrch bývalé skládky z větší části zemědělsky obdělávané pozemky – louky. Pouze na JZ okraji zasahuje těleso bývalé skládky do srázu pokračujícího směrem k Větrkovicím.

Na severozápadní straně skládka přetíná místní komunikaci Mniší – Větrkovice a zasahuje cca 25 m za tuto komunikaci, ze západní až jihozápadní strany srázem nad údolní nivou řeky Lubiny, který zároveň tvoří čelo skládky. Ohraničení skládky na jejích delších stranách není v terénu jasně patrné. Sráz tvořící čelo skládky je pokryt lesním porostem. Řeka Lubina protéká cca 100 m od čela skládky jižním směrem. Morfologicky není těleso bývalé skládky, s výjimkou čela, patrné.

Na čele skládky, které tvoří prudký sráz, jsou jasně patrné zbytky ukládaných odpadů. Byly zde nalezeny zbytky stavebních odpadů (zejména zbytky betonových konstrukcí a v omezené míře i zbytky komunálních odpadů, slévárenské odlitky), pneumatiky. Mocnost uložených odpadů byla na čele skládky dle archivních prací odhadnuta na cca 8–10 m. Ukládání odpadů bylo ukončeno v roce 1983, poté byl povrch skládky zarovnan a překryt jílovitou zemínou.

Okolní pozemky této plochy jsou meliorovány, drenáž je vedena tělesem skládky a vyústěna na jejím východním okraji do betonového koryta, které pod svahem přechází v otevřený příkop ústící do řeky Lubiny.

Z výsledků geofyzikálních měření se skládka s většími akumulacemi materiálu rozkládá na menší ploše, než byl původní předpoklad rozsahu skládky. Z důvodu příkroستی svahu svažující se k řece Lubině, zde nebylo možné provádět měření a tento západní okraj skládky je tedy neukončený. Předpokládá se, že skládkový materiál byl vlivem gravitace rozvlečen dále do údolí, jak naznačuje původní vymezení skládky a terénní rekognoskace lokality. V porovnání s lokalitou 5a, zde byly identifikovány mnohem větší magnetické anomálie. Z toho lze usuzovat na přítomnost větších akumulací železných předmětů, pravděpodobně slévárenských odlitků, zejména ve spodní části skládky.

Hlubkový dosah skládkového materiálu, uváděný ve výsledcích z geofyzikálního měření nekorresponduje s terénní rekognoskací lokality. Na profilu P 550 (viz příloha 8c), je hlubkový dosah skládky menší než se předpokládá a pravděpodobně morfologie dna skládkového tělesa bude mít spíše zaklesnutý charakter (výsledky z geofyziky předpokládají ploché dno skládky).

V rámci průzkumných prací byla realizována první nevystrojená sonda S5b-1, která v hloubce 0,1–2 m identifikovala navážkový materiál z cihel, betonu a železné dráty, ve 2–5 m se vyskytovaly slévárenské písky, čistící plst', sklo, suť a železné dráty, v hloubkové úrovni 5–10 m byly zachyceny slévárenské písky, černé kaly, polystyren a sklo. Do větší hloubky již nebylo možné více vrtat z důvodu přítomnosti tvrdého neprovtatelného materiálu. Pravděpodobně se jednalo o slévárenské odlitky. Odhaduje se, že mocnost skládky

může na jejím čele a v ose dna údolí dosahovat až 10 m. Další pokus o provrtání skládky na podloží, který zde byl proveden, byl také neúspěšný. Na slévárenský odlitek vrtná souprava narazila ve 4 metrech.

Obě plochy bývalých skládek jsou volně přístupné. Samotné skládky byly upraveny překrytím vrstvou ornice na převážné většině plochy (s výjimkou čel skládek nad srázem).

Podle archivních prací není zvodeň v kvartérních sedimentech vyvinuta, srážková voda infiltruje přes deluvia a eluvia a zastavuje se na nepropustných terciérních jílovcích frýdecké vrstvy, po nichž stéká ve směru sklonu terénu do údolní nivy Lubiny. V oblasti nivy řeky Lubiny jsou kolektorem podzemní vody fluviaální štěrky. Předpokládaný směr proudění podzemní vody na obou lokalitách je ve směru spádu terénu, tedy k jihozápadu do nivy řeky Lubiny.

2.1.2. Přehled zdrojů znečištění

Vznik ekologické zátěže na lokalitě 5 – Pod Velovou, převážně souvisí zejména s činností národního podniku TATRA Kopřivnice. Jediným zdrojem kontaminace skládky je vlastní neodborné ukládání komunálních, stavebních a slévárenských odpadů. K největšímu ukládání odpadů na lokalitě 5 – Pod Velovou přibližně v 70. letech 20. století. Jedná se o písčité kaly s příměsí stavebního odpadu (cihly, beton, železo, keramika), komunálního odpadu (PVC fólie, gumy, sklo) a slévárenské formy.

2.1.3. Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

Sestavení seznamu látek potenciálního zájmu vycházelo zejména z informací od pamětníků a správních orgánů uvedených v zadávací dokumentaci.

Hlavními kontaminanty, podle výsledků aktuálních průzkumných prací přesahující úroveň přirozeného pozadí na lokalitě, jsou zejména uhlovodíky C₁₀–C₄₀, polycyklické aromatické uhlovodíky, některé těžké kovy a dále v zeminách chlorované uhlovodíky a BTEX.

V rámci průzkumných prací byly dále sledovány obsahy řady dalších látek (kyanidy, PCB) a prováděna terénní měření. Dále rozšířená stanovení v podzemních vodách sloužila k posouzení průběhu atenuačních procesů na lokalitě a na zjištění základních fyzikálně-chemických vlastností podzemních vod na lokalitě.

Fyzikálně-chemické charakteristiky látek potenciálního zájmu jsou uvedeny v příloze č. 17.

2.1.4. Předběžný koncepční model znečištění

V rámci zpracování analýzy rizik byly zvažovány možné transportní cesty a expoziční scénáře, které připadají v úvahu při hodnocení rizika pro posuzovanou lokalitu. Následující tabulka obsahuje soupis všech uvažovaných expozičních cest, pro které je uvažován rozsah prací v analýze rizik. Místem možného úniku kontaminantů jsou plochy bývalé skládky. Cílovým bodem průniku je pro obě dílčí plochy skládky řeka Lubina.

Předpokládanými migračními cestami jsou zejména vymývání kontaminantů ze znečištěné nesaturované zóny (skládkového tělesa) srážkovými vodami přímo do řeky Lubiny (lokality 5a), případně do fluvialních štěrků údolní nivy řeky Lubiny a infiltrace do toku (5b). Potenciálními příjemci rizik jsou zde lesní a vodní ekosystémy, náhodní návštěvníci lokality, případně zemědělské plodiny (tráva) pěstované na lokalitě.

Tabulka č. 6: Předběžný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Poznámka
1	Bývalá skládka plocha 5a	Průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění do srážkové vody → transport průsakovou vodou → povrchové vody	Řeka Lubina, vodní a lesní ekosystémy	Řeka Lubina se nachází cca 30 m od čela skládky plochy 5a
2	Bývalá skládka plocha 5b	Průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění do srážkové vody → transport průsakovou vodou → fluvialní štěrky Lubiny, infiltrace do toku	Řeka Lubina, vodní a lesní ekosystémy	Řeka Lubina se nachází cca 120 m od čela skládky plochy 5b
3	Bývalá skládka	Emise plynů a prachu (případně přímý kontakt s odpady na povrchu terénu) → splachy → vodní ekosystémy	Poškození vegetačního krytu, dále náhodní návštěvníci lokality a zvířata pohybující se v prostoru skládky - expozice ingescí, dermální a inhalační	Těleso skládky je volně přístupné

Základem předběžného koncepčního modelu byla tabulka č. 6 se soupisem všech expozičních cest, které byly v rámci analýzy rizik uvažovány.

2.2. Aktuální průzkumné práce

2.2.1. Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací

Cílem aktuálních průzkumných prací bylo zdokumentovat stávající úroveň kontaminace nesaturované a saturované zóny horninového prostředí na lokalitě a identifikovat transportní cesty, jimiž se kontaminace může z ohniska znečištění šířit do okolí.

Souhrnně byl průzkum zaměřen zejména na tyto polutanty:

V zemině

uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, BTEX CIU, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), kyanidy, PCB

V podzemní vodě

uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, BTEX CIU, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), kyanidy, pesticidy.

V podzemních vodách byl u vybraných vzorků dále proveden „kompletní“ chemický rozbor pro stanovení základních parametrů pro posouzení míry atenuačních procesů a zjištění základních chemických ukazatelů kvality podzemních vod v rozsahu sírany, dusičnany, Fe (celkové, dvojmocné, trojmocné), Mn, Ca, Mg, K, Na, KNK_{4,5}, ZNK_{8,3}, fosforečnany, tvrdost, barva, zákal, hydrogenuhličitan, CO₂ volný, TOC, CHSK_{Mn}.

Při odběrech podzemních vod bylo před ukončením čerpání z každého objektu provedeno terénní měření ukazatelů pH, teploty, oxidačně-redukčního potenciálu (Eh), rozpuštěného O₂ a vodivosti.

Výběr sledovaných polutantů byl proveden na základě identifikace možných zdrojů kontaminace a zadávací dokumentace.

V rámci průzkumných prací byly provedeny následující práce a činnosti:

- Podrobná rešerše dostupných archivních materiálů a terénní rekognoskace (podklady od objednatele, Geofondu ČR apod.)
- Zpracování a schválení prováděcí projektové dokumentace
- Geofyzikální průzkum
- Vrtné práce
- Odběry vzorků zemin, podzemních a povrchových vod, odpadů
- Laboratorní analýzy odebraných vzorků
- Expresní hydrodynamické zkoušky
- Geodetické zaměření nových a stávajících HG objektů a profilů povrchové vody

Veškeré vzorkovací, měřičské a analytické práce byly provedeny podle vnitřních metodických pokynů zpracovatele, které vycházejí z obecně platných předpisů a norem, známých znalostí a zkušeností a běžně používaných postupů v ČR. Analytická stanovení byla provedena ve státem akreditované laboratoři Bioanalytika CZ, s.r.o., v Laboratoři Morava, s.r.o. a Geostar spol. s.r.o. (zrnitost), dle obecně platných předpisů, uvedených na protokolech laboratorních rozborů.

2.2.1.1. Geofyzikální průzkum

2.2.1.1.1. Metodika geofyzikálního průzkumu

V souladu s realizační dokumentací byl geofyzikální průzkum proveden firmou GEONIKA, s.r.o. v červenci a srpnu 2010. Komplex použitých geofyzikálních metod vycházel z požadavku zjistit zejména

- plošný rozsah skládek na obou dílčích lokalitách
- určit mocnost a charakter skládkového materiálu na obou dílčích lokalitách

- Na základě mapy totálního vektoru magnetického pole a vertikálního gradientu byl vymezen plošný rozsah skládek. Plošné vymezení skládek podle magnetometrie je vyznačeno v **příloze č. 7.1**
- Na dílčí lokalitě 5a byla na profilech P200 a P500 byla realizována metoda MRS (mělká refrakční seismika) a na profilech P500, P600, a P650 metoda OT (odporová tomografie). Situace změřených profilů je součástí **přílohy č. 7.1**.
- Na dílčí lokalitě 5b byla na profilech P220 a P500 byla realizována metoda MRS (mělká refrakční seismika) a na profilech P500, P540, a P600 metoda OT (odporová tomografie). Situace změřených profilů je součástí **přílohy č. 7.1**.

MAGNETOMETRIE (MG)

Magnetometrie citlivě reaguje na přítomnost magnetizovaných materiálů. V případě skládek má každý cizorodý materiál, který je naveden na původní terén, jiné magnetické vlastnosti než okolní horniny. Pomocí magnetometrie je tak jednoznačně zjištěn plošný rozsah skládky.

Měřeno bylo protonovým magnetometrem OMNI PLUS kanadské firmy Scintrex s krokem 10 m na profilech vzdálených 20 m, resp. 25 m. V každém bodě byla změřena hodnota totálního magnetického pole T (nT) a vertikálního gradientu mezi dvěma sensory 1 m nad sebou.

Celkem bylo změřeno 107 bodů na lokalitě 5a a 126 bodů na lokalitě 5b. Výsledky magnetometrie jsou prezentovány formou map totálního vektoru magnetického pole T v **příloze č. 7.1**.

MĚLKÁ REFRAKČNÍ SEISMIKA (MRS)

Úkolem mělké refrakční seismiky je sledovat reliéf podloží, rozložení seizmických rychlostí v pokryvu a podloží a odlišit horniny na základě jejich pevnosti – v případě skládek je skládkový materiál charakterizován velmi nízkými seizmickými rychlostmi.

Při měření MRS byla použita 24-kanálová aparatura TERRALOC Mk6 (Švédsko), seizmická energie byla vzbuzována úderem kladiva. Byla použita modifikace vstřícných úderů s přístřelou, středovým úderem a úderem ve čtvrtinách roztažení, tj. na seizmickém roztažení byla provedena registrace ze sedmi bodů. Seizmický signál byl snímán geofony SM-4, vzdálenými vzájemně od sebe 4 m, maximální délka jednoho seizmického roztažení činila 92 m. Na skládce 5a bylo na profilech P200 a P550 změřeno 184 m a na skládce 5b bylo na profilech P220 a P500 změřeno rovněž 184 m.

Při interpretaci seizmických refrakčních měření byla použita metoda T_0 pro gradientový model prostředí, neboť se na změřených hodochronách² projevovala sbíhavost jako důsledek postupného nárůstu rychlosti v podloží s hloubkou. Pro gradientový model prostředí s lineárním vertikálním gradientem rychlosti v podloží je výstupem interpretace v každém měřeném bodě hloubka seizmického refrakčního rozhraní, seizmická rychlost v pokryvu a seizmická rychlost na povrchu interpretovaného rozhraní. V tzv. hloubce maximálního

² křivka udávající závislost doby šíření seizmické vlny určitého typu na vzdálenosti od epicentra

průniku seismického paprsku byla vypočtena v několika bodech rychlost šíření seismických vln v této hloubce. Tyto body dovolují sestavit rychlostní řez.

Hloubkový a rychlostní seismický řez umožňuje získat základní přehled o mělké geologické stavbě. Materiál skládky a kvartérní sedimenty mají nízké seismické rychlosti (řádově stovky m/s), podložní horniny mají na lokalitě 5a vysoké seismické rychlosti 1 800–3 200 m/s, na lokalitě 5b poněkud nižší rychlosti 1 200–2 400 m/s. Seismické řezy jsou prezentovány v **příloze č. 7.2** (lokalita 5a) a v **příloze č. 7.4** (lokalita 5b) v měřítku 1 : 500/500.

ODPOROVÁ TOMOGRAFIE (OT)

Multielektrodové odporové uspořádání neboli odporová tomografie (OT) je moderní geoelektrická metoda, která kombinuje poloautomatickým způsobem elektrické sondování a profilování. Při terénním měření je položen speciální kabel a připojen k velkému počtu elektrod. Řídící jednotka se pak podle zvolené metody automaticky připojuje postupně k elektrodám a na vybraných párech elektrod měří el. napětí a proud. Tak proměří všechny možné páry a rozestupy zvolené metody a data uloží do paměti přístroje. V tomto případě bylo měřeno systémem Schlumberger, citlivým na subhorizontální struktury–skládky a kvartérní sedimenty. Pro měření byla použita aparatura ARES firmy GF Instruments (Česká republika, Brno). Na skládce 5a bylo na profilech P500, P600 a P650 změřeno 240 m a na skládce 5b bylo na profilech P500, P540 a P600 změřeno 290 m.

Měřená data byla převedena do počítače a zpracována softwarem RES2DINV (Geotomo Software, Malaysia). Pomocí tohoto programu se jednak provádí editace dat, jednak řeší inverzní úloha v 2D prostoru. Vzniká tak vertikální odporový řez (pro dílčí lokalitu 5a je uveden v **příloze č. 7.3**, pro dílčí lokalitu 5b je uveden v **příloze č. 7.5**), který ukazuje rozložení měrných odporů pod povrchem. Uvedené geoelektrické řezy odporový obraz pod proměřenými profilem, z něhož lze přibližně odvodit litologické složení hornin.

2.2.1.2. Vrtné práce

Lokalita 5a

Za účelem vymezení rozsahu skládky na dílčí lokalitě 5a a získání bližších informací o geologickém podloží skládky byly vyhotoveny průzkumné nevystrojené sondy řady S5a . Pro získání údajů o úrovni podzemní vody a ověření míry kontaminace saturované zóny horninového prostředí byly dále vybudovány 3 vystrojené hydrogeologické vrty řady HG5.

Jednotlivé vrty byly situovány na základě výsledků geofyzikálního průzkumu a posouzení hydrogeologických podmínek na lokalitě, přičemž jednotlivé objekty byly situovány především v bezprostředním okolí ohniska a ve směru proudění podzemních vod. Přehled veškerých vrtných prací je uveden v tabulce č. 7. Evidenční list geologických prací je v **příloze č. 16** a geologická dokumentace včetně geologického řezu lokalitou jsou uvedeny v **příloze č. 8**.

Tabulka č. 7: Přehled vrtných prací

Označení vrtu	Typ vrtu	Hloubka vrtu (m p.ú.t.)	Vrtný průměr (mm)	Výstroj vrtu (materiál/průměr mm)
HG5-1	hydrogeologický	8	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG5-2	hydrogeologický	11,2	196/156	PVC 110/2,2 mm
HG5-3	hydrogeologický	8	195/175	PVC 110/2,2 mm
S5a-1	nevystrojený	4	195	-
S5a-2	nevystrojený	3	196	-
S5a-3	nevystrojený	4	196	-
S5a-4	nevystrojený	3	196	-
S5a-5	nevystrojený	2,3	195	-
S5a-6	nevystrojený	2	196	-
S5a-7	nevystrojený	1,5	196	-
S5a-8	nevystrojený	3	196	-
S5a-9	nevystrojený	5	196	-
S5a-10	nevystrojený	8,1	196/156	-

Lokalita 5b

Za účelem vymezení rozsahu skládky na dílčí lokalitě 5b a získání bližších informací o geologickém podloží skládky byly vyhotoveny průzkumné nevystrojené sondy řady S5b. Pro získání údajů o úrovni podzemní vody a ověření míry kontaminace saturované zóny horninového prostředí byly dále vybudovány 3 vystrojené hydrogeologické vrty řady HG5.

Tabulka č. 8: Přehled vrtných prací

Označení vrtu	Typ vrtu	Hloubka vrtu (m p.ú.t.)	Vrtný průměr (mm)	Výstroj vrtu (materiál/průměr mm)
HG5-4	hydrogeologický	8	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG5-5	hydrogeologický	8	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG5-6	hydrogeologický	6	195/175	PVC 110/2,2 mm
S5b-1	nevystrojený	12,5	195/175	-
S5b-2	nevystrojený	3	196	-
S5b-3	nevystrojený	3	196	-
S5b-4	nevystrojený	2,5	196	-
S5b-5	nevystrojený	4,5	196	-
S5b-6	nevystrojený	4	195	-
S5b-7	nevystrojený	3	195	-
S5b-8	nevystrojený	3	196	-
S5b-9	nevystrojený	3	195	-
S5b-10	nevystrojený	6,5	196/156	-
S5b-11	nevystrojený	11,2	195/175	-
S5b-12	nevystrojený	10,3	196/156	-
S5b-13	nevystrojený	3	196	-

Jednotlivé vrty byly situovány na základě výsledků geofyzikálního průzkumu a posouzení hydrogeologických podmínek na lokalitě, přičemž jednotlivé objekty byly situovány především v bezprostředním okolí ohniska a ve směru proudění podzemních vod. Přehled veškerých vrtných prací je uveden v tabulce č. 8. Evidenční list geologických prací je

v příloze č. 16 a geologická dokumentace včetně geologického řezu lokalitou jsou uvedeny v příloze č. 8.

2.2.1.3. Vzorkařské práce

V rámci průzkumných prací byly odebrány vzorky zemin, podzemních a povrchových vod a vzorky ukládaných odpadů.

Veškeré vzorkařské práce byly prováděny v souladu s metodickým pokynem MŽP – Vzorkovací práce v sanační geologii (prosinec 2006).

2.2.1.3.1. Metodika a rozsah odběrů vzorků zemin

Lokalita 5a

Pro účely identifikace plošného a hloubkového rozsahu znečištění tělesa a okolí skládky byly realizovány odběry vzorků zemin z předem vytyčených nevystrojených sond a vystrojených hydrogeologických vrtů.

Ze sedmi nevystrojených sond bylo odebráno po jednom vzorku zeminy, u dvou sond bylo odebráno po dvou vzorcích zeminy z vrstvy navážek a z podložní vrstvy a u jedné sondy se odebraly tři vzorky zeminy. Odběry byly přizpůsobeny litologii a sensorickým vjemům, indikující znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Pro tyto účely bylo odebráno celkem 14 ks vzorků zemin.

U dvou vybraných sond (S5a-5 a S5a-10) byl navíc proveden odběr vzorků zemin na stanovení třídy vyluhovatelnosti (dle vyhl. č. 294/2005 Sb.) a TOC v sušině z důvodu možnosti posouzení uložení odpadů na skládku S – ostatní odpad. Ze sondy S5a-5 byl odebrán jeden vzorek z tělesa skládky, ze sondy S5a-10 byly odebrány 2 vzorky zemin z podložních horizontů. Vzorky z podložních horizontů byly odebrány z důvodu posouzení vlivu znečištění, pocházejícího ze skládky, na navazující horninové prostředí. Celkem byly pro tyto účely odebrány 3 ks vzorků zemin.

Dále byl z tělesa skládky ze sondy S5a-5 (2 m) odebrán 1 vzorek na stanovení testu ekotoxicity z důvodu posouzení nebezpečnosti uložených odpadů a jejich možného vlivu na rostliny, rostoucí na vrstvě zemin, které překrývají uložené odpady.

Ze tří vystrojených hydrogeologických vrtů bylo odebráno po 2 vzorcích zemin ze 2 horizontů. Celkem bylo pro tyto účely odebráno 6 vzorků zemin. Odběry byly přizpůsobeny litologii a sensorickým vjemům, indikujícím případné znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Dále byly u vystrojených vrtů odebrány 3 vzorky zemin z horizontu kolektoru podzemní vody a nadložní vrstvy pro provedení zrnitostních rozborů pro orientační stanovení hydraulických parametrů zemin.

V rámci lokality bylo analyzováno celkem 27 vzorků zemin na chemické parametry (anorganické a organické). Z toho 20 vzorků zemin bylo analyzováno v rozsahu Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, 19 vzorků v rozsahu těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), 10 vzorků zemin bylo analyzováno na stanovení obsahu PAU, kyanidů, BTEX a CIU.

U dalších 3 vzorků zemin byly provedeny analýzy na stanovení vyluhovatelnosti a u dvou vzorků zemin byl stanovován obsah TOC v sušině. Ze třech vzorků zemin bylo stanovováno PCB v sušině (vzorky pouze z tělesa skládky). V případě jednoho vzorku zeminy byl proveden test ekotoxicity. U tří vzorků zemin z vystrojených vrtů byla provedena granulometrická analýza.

Tabulka č. 9: Celkový rozsah vrtných prací a odběrů zemin na lokalitě 5a

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	základní síť – 10 ks (označení S5a-1 až S5a-10)
Hloubka sond / celková metráž	2 – 8,1 m / 36 bm
Počet vzorků zemin	14
Rozsah analýz	14 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK; 7 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 3 – vyluhovatelnost dle II. tř., 2 – TOC, 3- PCB; 1 – ekotoxicita
Vystrojené vrtů	3 ks (označení HG5-1 až HG5-3)
Hloubka vrtů / celková metráž	8–11 m / 27 bm
Počet vzorků zemin	6
Rozsah analýz	6 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , 5 – TK; 3 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 3 – granulometrie

Vzorkovnice byly plněny zeminou tak, až byly zcela zaplněny. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky zemin byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5°C) a následně dopraveny do zpracovatelské laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem, na kterém byla napsána lokalita, označení vzorku a čas odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém byl vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, čas odběru, popis místa odběru, způsob odběru vzorků, popis odběrového objektu, průměr vzorkovaného objektu, hloubka objektu, hloubka odběru vzorků, měření na místě (geologický popis, pach, barva), konzervace vzorku při odběru, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

Lokalita 5b

Pro účely identifikace plošného a hloubkového rozsahu znečištění tělesa a okolí skládky byly realizovány odběry vzorků zemin z předem vytyčených nevystrojených sond a vystrojených hydrogeologických vrtů.

Z pěti nevystrojených sond bylo odebráno po jednom vzorku zeminy, ze sedmi sond bylo odebráno po dvou vzorkách zeminy z vrstvy navážek a z podložní vrstvy a u jedné sondy se odebraly tři vzorky zeminy. Odběry byly přizpůsobeny litologii a senzorickým vjemům, indikující znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Pro tyto účely bylo odebráno celkem 22 ks vzorků zemin.

Z jedné vybrané sondy (S5b-5), která byla umístěna přímo v tělese skládky, byl navíc proveden odběr vzorků zemin na stanovení třídy vyluhovatelnosti (dle vyhl. č. 294/2005 Sb.) a TOC v sušině z důvodu možnosti posouzení uložení odpadů na skládku S – ostatní odpad. Ze sondy S5b-5 byly odebrány 2 vzorky zeminy – první přímo z tělesa skládky, druhý z horizontu pod ním. Vzorek z podložního horizontu byl odebrán z důvodu posouzení vlivu znečištění, pocházejícího ze skládky, na navazující horninové prostředí.

Dále byl z tělesa skládky ze sondy S5b-5 (2,5 m) odebrán 1 vzorek na stanovení testu ekotoxicity z důvodu posouzení nebezpečnosti uložených odpadů a jejich možného vlivu na rostliny, rostoucí na vrstvě zemin, které překrývají uložené odpady.

Ze tří vystrojených hydrogeologických vrtů bylo odebráno po 2 vzorcích zemin ze 2 horizontů. Celkem bylo pro tyto účely odebráno 6 vzorků zemin. Odběry byly přizpůsobeny litologii a sensorickým vjemům, indikujícím případné znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Dále byly u vystrojených vrtů odebrány 4 vzorky zemin z horizontu kolektoru podzemní vody a nadložní vrstvy pro provedení zrnitostních rozborů pro orientační stanovení hydraulických parametrů zemin.

V rámci lokality bylo analyzováno celkem 28 vzorků zemin na chemické parametry (anorganické a organické). Z toho 28 vzorků zemin bylo analyzováno v rozsahu Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), 16 vzorků zemin bylo analyzováno na stanovení obsahu PAU, kyanidů, BTEX a CIU.

U dalších 2 vzorků zemin byly provedeny analýzy na stanovení vyluhovatelnosti a obsahu TOC v sušině. U 1 vzorku zeminy byl proveden test ekotoxicity. U 4 vzorků zemin z vystrojených vrtů byla provedena granulometrická analýza.

Tabulka č. 10: Celkový rozsah vrtných prací a odběrů zemin na lokalitě 5b

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	základní síť – 13 ks (označení S5b-1 až S5b-13)
Hloubka sond / celková metráž	3 – 12,5 m / 70 bm
Počet vzorků zemin	22
Rozsah analýz	22– Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK; 15 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 2 – vyluhovatelnost dle II. tř., 2 – TOC, 1 – ekotoxicita
Vystrojené vrtů	3 ks (označení HG5-4 až HG5-6)
Hloubka vrtů / celková metráž	6–8 m / 22 bm
Počet vzorků zemin	6
Rozsah analýz	6 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK; 1 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 4– granulometrie

Vzorkovnice byly plněny zeminou tak, až byly zcela zaplněny. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky zemin byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5°C) a následně dopraveny do zpracovatelské laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem, na kterém byla napsána lokalita, označení vzorku a čas odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem

o odběru vzorků, ve kterém byl vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, čas odběru, popis místa odběru, způsob odběru vzorků, popis odběrového objektu, průměr vzorkovaného objektu, hloubka objektu, hloubka odběru vzorků, měření na místě (geologický popis, pach, barva), konzervace vzorku při odběru, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

2.2.1.3.2. Metodika a rozsah odběrů vzorků podzemních vod

Lokalita 5a

Z každého vystrojeného vrtu (HG5-1 až HG5-3) a z jedné dočasně vystrojené sondy (S5a-10) bylo odebráno po jednom vzorku podzemní vody na stanovení obsahu vybraných organických a anorganických parametrů (viz následující kapitola). V únoru 2011 bylo navíc provedeno opakované vzorkování z vrtu HG5-3, ze kterého byly odebrány statický a dynamický vzorek na stanovení obsahu uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Celkem bylo pro tyto účely odebráno 6 ks vzorků podzemní vody na laboratorní analýzy.

Vzorek z dočasně vystrojené sondy S5a-10 byl proveden statickým způsobem pomocí odběrného válce. Ostatní vzorky podzemní vody byly odebrány v dynamickém stavu (po odčerpání tří objemů vodního sloupce vrtu). Odběr vzorků podzemní vody z dynamické hladiny byl proveden pomocí ponorného čerpadla Gigant a ponorného in-line čerpadla Whale od firmy Eijkelkamp. Doba čerpání podzemní vody pro zajištění dynamického stavu objektu před vlastním odběrem byla odvislá od objemu vody v monitorovaném objektu a od ustálení vodivosti, teploty a pH v čerpané podzemní vodě. Hloubka zapuštění čerpadla byla pro všechny ukazatel s výjimkou ropných uhlovodíků určena na úrovni cca 0,5 m nad dnem vzorkovaného objektu. V případě vzorkování parametru ropných uhlovodíků skupiny C₁₀–C₄₀ bylo čerpadlo vyzvednuto cca 0,5 m pod úroveň hladiny podzemní vody.

Zároveň s odběrem vzorků podzemní vody byla zaměřena hladina podzemní vody ve vrtech pro stanovení režimu podzemních vod a ověření směru proudění. Při vzorkování byly polními přístroji měřeny základní fyzikálně-chemické parametry podzemní vody (pH, teplota, měrná elektrická vodivost, oxidačně-redukční potenciál a rozpuštěný kyslík).

Na základě takto provedených prací bylo možno zjistit současný stav kontaminace podzemní vody.

Tabulka č. 11: Celkový rozsah odběrů vzorků podzemních vod na lokalitě 5a

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	S5a-10
Počet vzorků vod	1
Rozsah analýz	1 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK, PAU, CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Cl ⁻ , BTEX, CIU
Vystrojené vrty	3 ks (označení HG5-1 až HG5-3)
Počet vzorků vod	5
Rozsah analýz	5 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , 3 – TK; 2 - CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Cl ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 2 – kompletní chemický rozbor; 2 – pesticidy

V rámci monitoringu bylo odebráno 6 ks vzorků podzemních vod. Bylo provedeno 6 rozborů v rozsahu: uhlovodíky C₁₀–C₄₀, 4 rozborů v rozsahu těžké kovy (As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), 3 rozborů pro stanovení obsahu PAU, kyanidů, amonných iontů, dusitanů, chloridů, BTEX a CIU. U dvou vystrojených vrtů byl proveden kompletní chemický rozbor vody a stanovení pesticidů.

Vzorky podzemní vody byly odebírány do skleněných vzorkovnic s teflonovým těsněním a podřízeny požadavkům laboratoře. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky vod byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5°C) a následně dopraveny k analýze do laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem s popisem lokality, označením vzorku a času odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém byl vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, charakteristika objektu, hladina vody před čerpáním od o.b., hloubka objektu od o.b., výška odměrného bodu, průměr výstroje objektu, odčerpaný objem před odběrem, způsob odběru, hladina vody při odběru od o.b., čas odběru, doba čerpání, typ čerpadla, terénní měření (pach, barva, zákal, teplota, pH, konduktivita, kyslík, redox, aj.), konzervace, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

Lokalita 5b

Z každého vystrojeného vrtu (HG5-4 až HG5-6) bylo odebráno po jednom vzorku podzemní vody (celkem 3 vzorky) a z dočasně vystrojené sondy (S5b-11) byl odebrán jeden vzorek. Ze vzorků podzemních vod byly analyzovány obsahy vybraných organických a anorganických parametrů (viz následující kapitola). Celkem byly pro tyto účely odebrány 4 ks vzorků podzemní vody na laboratorní analýzy.

Vzorek z dočasně vystrojené sondy byl odebrán staticky pomocí odměrného válce. Vzorky z vystrojených vrtů byly odebrány v dynamickém stavu (po odčerpání tří objemů vodního sloupce vrtu). Odběr vzorků podzemní vody z dynamické hladiny byl proveden pomocí ponorného čerpadla Gigant a ponorného in-line čerpadla Whale od firmy Eijkelkamp. Doba čerpání podzemní vody pro zajištění dynamického stavu objektu před vlastním odběrem byla odvislá od objemu vody v monitorovaném objektu a od ustálení vodivosti, teploty a pH v čerpané podzemní vodě. Hloubka zapuštění čerpadla byla pro všechny ukazatel s výjimkou ropných uhlovodíků určena na úrovni cca 0,5 m nad dnem vzorkovaného objektu. V případě vzorkování parametru ropných uhlovodíků skupiny C₁₀–C₄₀ bylo čerpadlo vyzvednuto cca 0,5 m pod úroveň hladiny podzemní vody.

Zároveň s odběrem vzorků podzemní vody byla zaměřena hladina podzemní vody ve vrtech pro stanovení režimu podzemních vod a ověření směru proudění. Při vzorkování byly polními přístroji měřeny základní fyzikálně-chemické parametry podzemní vody (pH, teplota, měrná elektrická vodivost, oxidačně-redukční potenciál a rozpuštěný kyslík).

Na základě takto provedených prací bylo možno zjistit současný stav kontaminace podzemní vody.

V rámci monitoringu byly odebrány 4 ks vzorků podzemních vod. Byly provedeny 4 rozbory v rozsahu: uhlovodíky C₁₀–C₄₀, 4 rozbory v rozsahu těžké kovy (As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), 3 rozbory pro stanovení obsahu PAU, kyanidů, amonných iontů, dusitanů, chloridů, BTEX a CIU. U dvou vystrojených vrtů byl proveden kompletní chemický rozbor vody a stanovení pesticidů.

Tabulka č. 12: Celkový rozsah odběrů vzorků podzemních vod na lokalitě 5b

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	S5b-11
Počet vzorků vod	1
Rozsah analýz	1 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK, PAU, CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Cl ⁻ , BTEX, CIU, 1 – pesticidy
Vystrojené vrty	3 ks (označení HG4-1 až HG5-6)
Počet vzorků vod	3
Rozsah analýz	3 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK; 2 - CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Cl ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 2 – kompletní chemický rozbor; 1 – pesticidy

Vzorky podzemní vody byly odebírány do skleněných vzorkovnic s teflonovým těsněním a podřízeny požadavkům laboratoře. Manipulace se vzorkovnicemi byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorky vod byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5°C) a následně dopraveny k analýze do laboratoře.

Odebrané vzorky byly opatřeny štítkem s popisem lokality, označením vzorku a času odběru. Do laboratoře byly vzorky předány s předávacím protokolem a s protokolem o odběru vzorků, ve kterém byl vyplněn název lokality, číslo zakázky, důvod odběru vzorků, označení vzorku, charakteristika objektu, hladina vody před čerpáním od o.b., hloubka objektu od o.b., výška odměrného bodu, průměr výstroje objektu, odčerpaný objem před odběrem, způsob odběru, hladina vody při odběru od o.b., čas odběru, doba čerpání, typ čerpadla, terénní měření (pach, barva, zákal, teplota, pH, konduktivita, kyslík, redox, aj.), konzervace, použité měřidlo, kdo odebral vzorek, způsob uložení vzorků a doprava, datum a osoba při předání do laboratoře.

2.2.1.3.3. Metodika a rozsah odběrů vzorků povrchových vod

Lokalita 5a

Pro zjištění míry kontaminace povrchových vod byl na lokalitě 5a proveden odběr 1 vzorku povrchové vody (PV5-1) z řeky Lubiny v místě za dílčí lokalitou 5a.

Lokalita 5b

Pro zjištění míry kontaminace povrchových vod byl na lokalitě 5b proveden odběr 1 vzorku povrchové vody. Pro účely míry šíření kontaminace do vodních toků byl odebrán 1 ks vzorku z drenážních vod skládky (PV5-2), nacházející se v jejím JZ svahu.

Vzorky povrchové vody byly odebrány přímo do skleněné vzorkovnice s teflonovým těsněním. Způsob odběru byl podřízen požadavkům laboratoře. Manipulace se vzorkovnicemi

byla omezena na minimální technologicky nezbytnou dobu mimo dosah vnějších zdrojů kontaminace. Vzorčky vody byly dobře uzavřeny a chráněny před účinky světla a tepla v chladicím boxu (2–5°C) a následně dopraveny k analýze do laboratoře.

2.2.1.4.1. Metodika a rozsah laboratorních analýz

Metodika prováděných laboratorních analýz je uvedena v tabulce č. 13.

Tabulka č. 13: Metodika laboratorních analýz

Matrice	Stanovení	Metoda
zemina	C ₁₀ –C ₄₀ v sušině	Plynová chromatografie
	As, Cd, Cr ⁶⁺ , Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn v suš.	Atomová absorpční spektrometrie
	Kyanidy v sušině	Spektrofotometrie
	PAU v sušině	HPLC s fluorescenční detekcí
	CIU, BTEX v sušině	Plynová chromatografie (head space)
	PCB v sušině	Plynová chromatografie s ECD detekcí
	TOC v sušině	Stanovení celkového organického uhlíku (TOC) metodou infračervené spektrometrie
	podle tab. 2.1. Vyhl.294/05 Sb.	
	fenolový index	Spektrofotometrie
	chloridy	Argentometrická titrace
	fluoridy	Iontově selektivní elektroda
	sírany	Titrace dusičnanem olovnatým
	As, Ba, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Mo, Hg	Atomová absorpční spektrometrie
	rozpuštěné látky	Gravimetrie
	pH	Přímá potenciometrie
	Test ekotoxicity	Dle metodiky uvedené ve Vyhl. 294/05 Sb.
	Zrnitost	Dle příslušných norem
voda	C ₁₀ –C ₄₀	Plynová chromatografie
	As, Cd, Cr ⁶⁺ , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn	Atomová absorpční spektrometrie
	Kyanidy, NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻	Spektrofotometrie
	Cl ⁻	Argentometrická titrace
	PAU	HPLC s fluorescenční detekcí
	CIU, BTEX	Plynová chromatografie (head space)
	Pesticidy	GC, GC-MS, HPLC
	CHSK _{Mn}	Titračně (manganometrie)
	Fe ²⁺	Spektrofotometrie
	Fe ³⁺	Výpočtem z obsahu Fe celk. a Fe(II)
	Mn ²⁺	Spektrofotometrie

Matrice	Stanovení	Metoda
	chloridy	Titračně (argentometrie)
	amonné ionty	Spektrofotometrie
	dusitany	Spektrofotometrie
	dusičnany	Spektrofotometrie
	sírany	Titrace dusičnanem olovnatým
	fosforečnany	Spektrofotometrie
	konduktivita	Konduktometrie
	pH	Přímá potenciometrie

Rozsah laboratorní analýzy vzorků zemin

Lokalita 5a

V rámci laboratorních zkoušek vzorků zemin bylo zpracováno:

- 20 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀
- 19 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn v sušině
- 10 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení obsahu kyanidů, PAU, BTEX a CIU v sušině
- 3 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení vyluhovatelnosti (dle II. třídy)
- 3 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení PCB v sušině
- 2 vzorky zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení TOC v sušině
- 1 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení testu ekotoxicity
- 3 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení granulometrických analýz

Lokalita 5b

V rámci laboratorních zkoušek vzorků zemin bylo zpracováno:

- 28 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀, As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn v sušině
- 16 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení obsahu kyanidů, PAU, BTEX a CIU v sušině
- 2 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení vyluhovatelnosti (dle II. třídy)
- 2 vzorky zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení TOC v sušině

- 1 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení testu ekotoxicity
- 4 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení granulometrických analýz

Rozsah laboratorní analýzy vzorků podzemních vod

Lokalita 5a

V rámci laboratorních zkoušek vzorků podzemních vod bylo zpracováno:

- 6 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀,
- 4 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
- 3 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení kyanidů, amonných iontů, dusitanů, chloridů, PAU, BTEX a CIU
- 2 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení kompletního chemického rozboru a stanovení obsahu pesticidů

Lokalita 5b

V rámci laboratorních zkoušek vzorků podzemních vod bylo zpracováno:

- 4 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀, As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn
- 3 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení kyanidů, amonných iontů, dusitanů, chloridů, PAU, BTEX a CIU
- 2 ks vzorků podzemních vod pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení kompletního chemického rozboru a stanovení obsahu pesticidů (rozsah dle parametrů MP MŽP)

Rozsah laboratorní analýzy vzorků povrchových vod

Lokalita 5a

V rámci laboratorních zkoušek povrchových vod byly zpracovány:

- 1 ks vzorku povrchové vody k laboratornímu zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀ a těžkých kovů (As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

Lokalita 5b

V rámci laboratorních zkoušek povrchových vod byly zpracovány:

- 1 ks vzorku drenážní vody k laboratornímu zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀ a těžkých kovů (As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn)

2.2.1.5. Hydrodynamické expresní zkoušky

2.2.1.5.1. Základní údaje, cíle HDZ

Na hydrogeologických objektech HG5-3 a HG5-4 byla z důvodu ověření filtračních parametrů horninového prostředí realizována hydrodynamická zkouška (dále HDZ). HDZ byla provedena formou ověřovací čerpací a stoupací zkoušky a formou neustáleného proudění s konstantní vydatností. Čerpaná voda byla vypouštěna po spádu terénu v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k ovlivnění čerpací zkoušky (min 30 m), čerpaná voda byla přečištěna v mobilní sanační technologii. Výsledky hydrodynamických zkoušek jsou uvedeny v příloze č. 15.

2.2.1.5.2. Specifikace objektů pro HDZ

Hydrodynamická zkouška byla realizována na hydrogeologických vrtech uvedených v následující tabulce č. 14.

Tabulka č. 14: Hydrogeologický objekt pro realizaci hydrodynamických zkoušek

Označení vrtu	Hloubka vrtu (m p.ú.t.)	Výstroj vrtu (materiál/průměr v mm)	ČZ (hod)	SZ (hod)
HG5-3 (lokality 5a)	8	PVC 110/2,2 mm	0,5	2
HG5-4 (lokality 5b)	8	PVC 110/2,2 mm	1,33	2

2.2.1.5.3. Technické podmínky realizace HDZ

Parametry hydrodynamické zkoušky jsou uvedeny v následujícím přehledu:

- Fáze prací – po vystrojení
- Délka ČZ – 0,5 hod (HG5-3), 1,33 hod (HG5-4)
- Čerpadlo – ponorné čerpadlo GIGANT, Q = 0,1 l/s
- Zapuštění čerpadla – 1,0 m od dna vrtu
- Odměrný bod – hrana výstroje
- Způsob čerpání – na plný výkon čerpadla
- Intervaly měření – dle formuláře pro neustálené proudění, sledované veličiny s a Q
- Pozorované objekty – okolní vrty
- Čerpaná voda byla vypouštěna po spádu terénu v dostatečné vzdálenosti, aby nedošlo k ovlivnění čerpací zkoušky a byla přečištěna v mobilní sanační technologii
- Stoupací zkouška – 2 hod
- Intervaly měření při stoupací zkoušce – dle formuláře pro neustálené proudění, sledované veličiny s

2.2.1.5.4. Postup realizace HDZ

Sled prací při realizaci HDZ je uveden v následujícím přehledu:

- zaměření hladin PV ve všech hydrogeologických objektech na lokalitě (ustálený stav)
- zapuštění čerpadla do vrtu (1,0 m nad úroveň dna vrtu), instalace mobilní sanační technologie na výtoku
- spuštění čerpadla – čerpáno konstantní vydatností na plný výkon čerpadla, zapisovány hladiny PV v čerpaném vrtu a sledovaných vrtech dle formuláře pro neustálené proudění, měřena vydatnost čerpání dle kalibrované nádoby
- po ukončení čerpání byla provedena stoupačí zkouška, při níž byly měřeny hladiny PV v čerpaném vrtu a okolních sledovaných objektech dle formuláře pro neustálené proudění
- po ukončení SZ byla provedena demontáž čerpací techniky

2.2.1.5.5. Kontrolní činnost

Při realizaci HDZ bylo postupováno dle interních předpisů firmy. Práce byly odborně, cíleně a efektivně řízeny při dodržení veškerých dotčených v současnosti platných legislativních norem a předpisů a za použití postupů běžně používaných v ČR.

2.2.2. Výsledky průzkumných prací

2.2.2.1. Interpretace geofyzikálních měření

Komplex geofyzikálních metod vycházel z požadavku

- zjistit plošný rozsah skládky,
- v charakteristických profilech určit mocnost a charakter skládkového materiálu.

Lokalita 5a

Na základě hodnot totálního vektoru magnetického pole a vertikálního gradientu byl vymezen plošný rozsah skládky. Plošné vymezení skládky podle magnetometrie je vyznačeno v **příloze č. 7.1**, kde je také vyznačen původně uvažovaný plošný rozsah skládky. Skládky s většími akumulacemi materiálu se rozkládá na poněkud menší ploše, než bylo původně předpokládáno - bylo zasypáno úzké údolí, ale naopak do širšího okolí (než bylo původně uvažováno) byla skládka rozvlečena (**příloha č. 7.1**). Na západě je skládka vymezena strží vedoucí k řece Lubině. Protože svah je tak příkrý, že tam nebylo možné měřit, je západní okraj skládky v geofyzikálních měřeních neukončený, vrtnými pracemi však bylo potvrzeno, že skládkový materiál byl vlivem gravitace rozvlečen až do údolí, jak naznačuje původní vymezení skládky.

Na základě většinou nevýrazných magnetických anomálií bylo geofyzikálními předpokládáno, že skládkový materiál je tvořen běžným stavebním odpadem, pouze lokálně mohou být přítomny větší železné předměty, tzv. „bombóny“. Také tyto skutečnosti byly potvrzeny vrtnými pracemi.

Mocnost skládkového materiálu byla zjišťována na křížových profilech P200 a P550 podle metody MRS (**příloha č. 7.2.**). Podle metody MRS dosahovala na profilu P550 mocnost skládkového materiálu + vrstvy kvartérních sedimentů až 8 m, směrem k severu mocnost skládkového materiálu klesá pozvolněji než směrem k jihu. Na profilu P200, který byl veden podélně se skládkou, mocnost skládky jen pozvolna klesá směrem do svahu.

Podle měrných odporů (metoda OT – **příloha č. 7.3**) je skládka ve změřených profilech P500, P600 a P650 charakterizována nižšími měrnými odpory 15–30 Ωm , což odpovídá spíše jílovitému materiálu, může to však být způsobeno také přítomností skládkové vody, která se vyznačuje velmi nízkými měrnými odpory. Okolní horniny mají měrné odpory 50–100 Ωm , což mohlo odpovídat křídovým pískovcům. Zajímavé bylo pokračování zóny nízkých odporů směrem do hloubky na profilech P500 v metrážích 175–180 a P600 v metrážích 200–205, což bylo interpretováno jako místo, kde vytékají skládkové vody směrem do údolí.

Lokalita 5b

Na základě hodnot totálního vektoru magnetického pole a vertikálního gradientu byl vymezen plošný rozsah skládky. Plošné vymezení skládky podle magnetometrie je vyznačeno v **příloze č. 7.1**, kde je také vyznačen původně uvažovaný plošný rozsah skládky. Skládka s většími akumulacemi materiálu se rozkládá na poněkud menší ploše, než bylo původně předpokládáno - bylo zasypáno úzké údolí, ale naopak do širšího okolí (než bylo původně uvažováno) byla skládka rozvlečena (**příloha č. 7.1**). Na západě je skládka vymezena strží vedoucí k řece Lubině. Svah je tak příkrý, že tam nebylo možné měřit a západní okraj skládky je tak neukončený. Na základě výsledků geofyzikálních měření bylo konstatováno, že skládkový materiál byl vlivem gravitace rozvlečen dále do údolí, jak naznačuje původní vymezení skládky.

Magnetické anomálie na této lokalitě jsou mnohem větší než na lokalitě 5a, proto bylo předpokládáno, že na lokalitě 5b mohou být přítomny větší železné předměty, tzv. „bonbóny“ ve větších akumulacích, zejména ve spodní části skládky, což bylo potvrzeno již úvodními vrtnými pracemi.

Mocnost skládkového materiálu byla zjišťována na křížových profilech P220 a P500 podle metody MRS (**příloha č. 7.4.**). Podle metody MRS dosahuje na profilu P500 mocnost skládkového materiálu + vrstvy kvartérních sedimentů až 10 m. Na profilu P220, který byl veden podélně se skládkou, mocnost skládky jen pozvolna klesá směrem do svahu.

Podle měrných odporů (**příloha č. 7.5**) je skládka ve změřených profilech P500, P540 a P600 charakterizována vyššími měrnými odpory až 50 Ωm , což odpovídá spíše hrubozrnnému stavebnímu materiálu. Okolní horniny mají měrné odpory většinou 50–150 Ωm , což může odpovídat křídovým pískovcům.

2.2.2.2. Provedené vrtné práce

Lokalita 5a

Nevystrojené sondy

Nevystrojené vrty (10 ks strojní) byly v nezpevněných sedimentech zhotoveny vrtnou soupravou HVS-245 na pásovém podvozku, technologií rotačního jádrového vrtání, vrtným

průměrem 196 a 156 mm. V jednom případě byla použita vrtná souprava UGB 50 s technologií rotačního jádrového vrtání s vrtným průměrem 195/175 mm (S5a-1).

Technický popis nevystrojených vrtů je uveden v následujícím přehledu:

Počet vrtů:	10
Označení vrtu:	S5a-1 až S5a-10
Lokalizace vrtu:	viz příloha č. 6
Technologie vrtání:	rotační jádrová
Hloubka vrtu:	viz tabulka č. 7 kap. 2.2.1.2 konečná hloubka vrtu byla určena hydrogeologem dle místních podmínek
Vrtné průměry:	0–1,5/8,1 m (kvartér + navětralé podloží) 196/156 mm
Pažení:	pracovní ocelové pažení dle soudržnosti profilu
Výplach:	ne
Likvidace:	záhozem

Vystrojené hydrogeologické vrtvy

Průzkumné hydrogeologické vrtvy řady **HG5** (3 ks) byly ve dvou případech zhotoveny vrtnou soupravou UGB-50 (HG5-1 a HG5-3), technologií rotačního jádrového vrtání, vrtným průměrem 195/175 mm, v jednom případě byla použita vrtná souprava HVS-245 na pásovém podvozku (HG5-2). Vrtvy byly vystrojeny PVC 110/2,2 mm

Geologická dokumentace hydrogeologických vrtů je uvedena v **příloze č. 8**.

HG5-1

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479232,96 X: 1126274,04 Z: 351,63/351,03

Lokalizace vrtu:	viz příloha č. 6
Technologie vrtání:	0,0–8 m (kvartér + křída) rotační jádrová
Hloubka vrtu:	8 m
Vrtné průměry:	0,0–3,0 m ø 195 mm (UGB-50) 3,0–8,0 m ø 175 mm (UGB-50)
Výplach:	bez výplachu
Výstroj:	+ 0,0–1,0 m PVC 110/2,2 mm plná 1,0–7,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná 7,0–8,0 m PVC 110/2,2 mm plná perforace příčná štěrbinová šířky 1,5 mm, 10 %
Zaplášťové úpravy:	0,0–0,5 m cementace 0,5–1,0 m pískový přechod 1,0–8 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť
Zhlaví vrtu:	0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:

naražená 0,75 m ustálená 1,02 m

HG5-2

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479447,52 X: 1126326,82 Z: 333,98/333,27

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–11,2 m (kvartér + křída) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 11,2 m

Vrtné průměry: 0,0–9,3 m ø 196 mm (HVS-245)
9,3–11,2 m ø 156 mm (HVS-245)

Výplach: bez výplachu

Výstroj: + 0,0–5,2 m PVC 110/2,2 mm plná
5,2–10,7 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
10,7–11,2 m PVC 110/2,2 mm plná
perforace příčná štěrbinová šířky 1,5 mm, 10 %

Zaplášťové úpravy: 0,0–1 m cementace
1–1,5 m pískový přechod
1,5–11,2 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť

Zhlaví vrtu: 0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:

naražená 5,5 m ustálená 4,8 m

HG5-3

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479436,33 X: 1126259,64 Z: 337,71/337,05

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–8,0 m (kvartér + křída) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 8 m

Vrtné průměry: 0,0–4,5 m ø 195 mm (UGB-50)
4,5–8,0 m ø 175 mm (UGB-50)

Výplach: bez výplachu

Výstroj: + 0,0–1,0 m PVC 110/2,2 mm plná
1,0–7,5 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
7,5–8,0 m PVC 110/2,2 mm plná
perforace příčná štěrbinová šířky 1,5 mm, 10 %

Zaplášťové úpravy: 0,0–0,5 m cementace
0,5–1,0 m pískový přechod
1,0–80 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť
Zhlaví vrtu: 0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno
Hladina podzemní vody vztažená k terénu:
naražená 4,5 m ustálená 8,0 m

Lokalita 5b

Nevystrojené sondy

Nevystrojené vrtu (13 ks strojní) byly v nezpevněných sedimentech zhotoveny vrtnou soupravou HVS-245 na pásovém podvozku (S5b-2 až S5b-5, S5b-8, S5b-10, S5b-12, S5b-13, celkem 8 ks), technologií rotačního jádrového vrtání, vrtným průměrem 196 a 156 mm. V pěti případech byla použita vrtná souprava UGB 50 s technologií rotačního jádrového vrtání s vrtným průměrem 195/175 mm (S5b-1, S5b-6, S5b-7, S5b-9, S5b-11).

Technický popis nevystrojených vrtů je uveden v následujícím přehledu:

Počet vrtů:	13
Označení vrtu:	S5b-1 až S5b-13
Lokalizace vrtu:	viz příloha č. 6
Technologie vrtání:	rotační jádrová
Hloubka vrtu:	viz tabulka č. 8 kap. 2.2.1.2 konečná hloubka vrtu byla určena hydrogeologem dle místních podmínek
Vrtné průměry:	0–2,5/12,5 m (kvartér + navětralé podloží) 196/156 mm
Pažení:	pracovní ocelové pažení dle soudržnosti profilu
Výplach:	ne
Likvidace:	záhozem

Vystrojené hydrogeologické vrtu

Průzkumné hydrogeologické vrtu řady **HG5** (3 ks) byly zhotoveny vrtnou soupravou UGB-50, technologií rotačního jádrového vrtání, vrtným průměrem 195/175 mm. Vrtu byly vystrojeny PVC 110/2,2 mm

Geologická dokumentace hydrogeologických vrtů je uvedena v **příloze č. 8**.

HG5-4

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479435,56 X: 1126006,50 Z: 341,44/340,92

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–8 m (kvartér + křída) rotační jádrová

Město Kopřivnice

43

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

Hloubka vrtu: 8 m
Vrtné průměry: 0,0–3,0 m ø 195 mm (UGB-50)
3,0–8,0 m ø 175 mm (UGB-50)
Výplach: bez výplachu
Výstroj: + 0,0–1,0 m PVC 110/2,2 mm plná
1,0–7,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
7,0–8,0 m PVC 110/2,2 mm plná
perforace příčná šterbinová šířky 1,5 mm, 10 %
Zaplášťové úpravy: 0,0–0,5 m cementace
0,5–1,0 m pískový přechod
1,0–8 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť
Zhlaví vrtu: 0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno
Hladina podzemní vody vztažená k terénu:
naražená 1,5 m ustálená 1,01 m

HG5-5

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479615,94 X: 1126049,65 Z: 329,42/328,87

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–8,0 m (kvartér) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 8 m

Vrtné průměry: 0,0–3,0 m ø 195mm (UGB 50)

3,0–8,0 m ø 175 mm (UGB 50)

Výplach: bez výplachu

Výstroj: + 0,0–1,0 m PVC 110/2,2 mm plná

1,0–7,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná

7,0–8,0 m PVC 110/2,2 mm plná

perforace příčná šterbinová šířky 1,5 mm, 10 %

Zaplášťové úpravy: 0,0–0,5 m cementace

0,5–1,0 m pískový přechod

1,0–8,0 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť

Zhlaví vrtu: 0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:

naražená 1,2 m ustálená 1,01 m

HG5-6

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479629,88	X: 1126167,59	Z: 314,16/313,54
Lokalizace vrtu:	viz příloha č. 6	
Technologie vrtání:	0,0–6,0 m (kvartér + křída) rotační jádrová	
Hloubka vrtu:	6 m	
Vrtné průměry:	0,0–3,0 m ø 195 mm (UGB-50) 3,0–6,0 m ø 175mm (UGB-50)	
Výplach:	bez výplachu	
Výstroj:	+ 0,0–2,0 m PVC 110/2,2 mm plná 2,0–5,5 m PVC 110/2,2 mm perforovaná 5,5–6,0 m PVC 110/2,2 mm plná perforace příčná šterbinová šířky 1,5 mm, 10 %	
Zaplášťové úpravy:	0,0–0,5 m cementace 0,5–1,0 m pískový přechod 1,0–6,0 m obsyp 4/8 mm granulovaná drť	
Zhlaví vrtu:	0,0–0,5 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno	
Hladina podzemní vody vztažená k terénu:	naražená 3,7 m ustálená 2,85 m	

2.2.2.3. Výsledky laboratorních analýz

2.2.2.3.1. Výsledky laboratorních analýz vzorků zemín

Vzhledem k tomu, že hlavní sledované polutanty, uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, CIU, BTEX, kyanidy a TK, se dostávají do jednotlivých složek ŽP prakticky výhradně vlivem antropogenní činnosti a v jednotlivých složkách nejsou přirozeně výrazněji zastoupeny, jsou výsledky laboratorních analýz porovnávány s hodnotami přirozeného pozadí na lokalitě a s orientačními kritérii „A“, „B“ a „C“ Metodického pokynu MŽP z roku 1996. Hodnoty jsou porovnávány zejména s kritériem „A“, které obecně odpovídá přirozeným obsahům jednotlivých polutantů v životním prostředí a jeho překročení naznačuje možnost ovlivnění antropogenní činností. Dále byly výsledky výluhových zkoušek porovnávány s tabulkou č. 2.1 a výsledky ekotoxicky porovnány podle tab. 10.2 vyhlášky č. 294/2005 Sb., o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Přehlednou prezentaci prostorového rozmístění kontaminace zeminy a podzemní a povrchové vody podává **příloha č. 9.10**.

Lokalita 5a

Jako reprezentativní vzorek představující přirozené koncentrace na lokalitě 5a byl vybrán hydrogeologický vrt HG5-1, jehož hodnoty dosahují jedny z nejnižších koncentrací na

Město Kopřivnice

45

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

lokalitě. Vrt je lokalizován v oblasti proti směru proudění podzemní vody ze skládky a zároveň v blízkosti skládkového tělesa.

Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin jsou uvedeny v **příloze č. 9.1.a.**

Pro účely statistického zhodnocení byl určen minimální počet 3 analýz, jejichž hodnoty jsou nad mezí detekce, v případě analýz pod mezí detekce byla uvažována poloviční hodnota detekčního limitu. Tímto krokem dojde k navýšení datového souboru o analýzy, jejichž hodnotu nelze uvažovat jako nulovou, nýbrž jako zanedbatelně nízkou. Statistické hodnocení bylo zpracováno u ukazatelů, které se podílí na plošném znečištění. Ze souboru dat byl vyjádřen aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, 1. a 3. kvartil. Statistické výpočty jsou uvedeny v tabulkách u každého diskutovaného ukazatele.

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

Celkem bylo na lokalitě 5a analyzováno 20 ks vzorků zemin na stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Ve vrtu HG5-1, který reprezentuje přirozené pozadí, byly koncentrace těchto látek pod mezí detekce analytické metody (< 25 mg/kg).

Maximální koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ dosahovaly na lokalitě **5 260 mg/kg** a byly prokázány v nevystrojené sondě S5a-1 (2,4 m). Další měřitelné koncentrace dosahují hodnot **81 mg/kg**, které byly identifikovány v sondě S5a-5 (1,2 m). V ostatních vzorkách zemin se uhlovodíky C₁₀–C₄₀ vyskytovaly pod mezí detekce analytické metody (<25 mg/kg).

Laboratorní analýzy prokázaly v zeminách posuzované lokality pouze nevýrazné bodové znečištění uhlovodíky C₁₀–C₄₀.

BTEX

Na lokalitě 5a bylo analyzováno celkem 10 vzorků zemin na stanovení látek skupiny BTEX. Ve vrtu odpovídající přirozenému pozadí byly koncentrace BTEX pod mezí detekce laboratorní metody, stejně tak jako ostatních vzorcích zemin.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V rámci analýzy rizik bylo na lokalitě 5a odebráno celkem 10 ks vzorků na stanovení obsahu PAU. Ve vrtu HG5-1 odrážející hodnoty přirozeného pozadí na lokalitě, bylo identifikováno mírné zvýšení koncentrací nad kritérium A u benzo/ghi/perylenu (**0,069 mg/kg**) a chrysenu (**0,076 mg/kg**), což lze vzhledem k velmi mírnému překročení kritéria A považovat za hodnoty blízké přirozenému pozadí na lokalitě. V ostatních vzorkách zemin z nevystrojených sond a vystrojených vrtů dosahovaly koncentrace hodnot pohybující se v úrovni přirozených hodnot, nebo mírně nad orientačním kritériem A MP MŽP. Překročení kritéria B nebylo prokázáno v žádném ze vzorků. Tabulka č. 15 znázorňuje statistické rozložení koncentrací PAU na lokalitě 5a, které alespoň ve třech případech překročily kritérium A. Hodnota Σ PAU v sušině mírně překračuje kritérium A pouze v sondě S5a-5(1,2 m) s koncentrací **1,16 mg/kg**.

Tabulka č. 15: Statistické ukazatele vybraných PAU v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3.kvartil (mg/kg)

Benzo/ghi/perlylen	0,04	0,04	0,02	0,03	0,06
Chrysen	0,03	0,04	0,02	0,03	0,08

Kyanidy (CN)

V rámci posouzení rozsahu kontaminace bylo sledováno 10 ks vzorků zemin pro účely laboratorního stanovení obsahu kyanidů. Bylo prokázáno, že ve všech odebraných vzorkách byly hodnoty koncentrací pod detekčním limitem laboratorní metody.

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Na lokalitě bylo odebráno celkem 10 ks vzorků zemin na stanovení chlorovaných uhlovodíků, přičemž stejně jako v případě kyanidů koncentrace nedosahovaly detekčního limitu laboratoře.

Těžké kovy (TK)

Na lokalitě bylo sledováno 19 vzorků zemin na stanovení obsahu těžkých kovů. Ve vrtu HG5-1, který je brán, jako reprezentant přirozeného pozadí na lokalitě, se zvýšená koncentrace těžkých kovů mírně projevila u kadmia, jehož koncentrace dosáhla **1,4 mg/kg** (způsobená patrně vlivem blízké komunikace) V ostatních zkoumaných vzorkách zemin se u 4 vzorků z vystrojených vrtů projevilo mírné zvýšení obsahu kadmia nad kritériem A MP MŽP. Tabulka č. 16 vyjadřuje statistické ukazatele v rozložení koncentrací kadmia, jehož max. koncentrace na lokalitě byla **1,6 mg/kg**. V nevystrojené sondě S5a-1 (2,4 m) byl navíc prokázán zvýšený obsah mědi **92,6 mg/kg**.

Tabulka č. 16: Statistické ukazatele vybraných těžkých kovů v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3. kvartil (mg/kg)
Kadmium	0,4	0,1	0,5	0,1	0,3

Obsahy ostatních těžkých kovů v zeminách ve všech vzorcích odpovídaly hodnotám přirozeného pozadí.

Polychlorované bifenyly (PCB)

V rámci laboratorních analýz byly sledovány 3 vzorky zemin na stanovení obsahu PCB. V jednom případě byla prokázána koncentrace **0,07 mg/kg**, která mírně přesahuje hodnotu orientačního kritéria A MP MŽP, která je **0,02 mg/kg**.

Výsledky stanovení třídy vyluhovatelnosti

Na stanovení tříd vyluhovatelnosti na lokalitě 5a byly analyzováno celkem 3 vzorky zemin. Ze sondy S5a-5 byl odebrán 1 vzorek, ze sondy S5a-10 po 2 vzorkách zemin z různých hloubkových etází. Z laboratorních výsledků třídy vyluhovatelnosti vyplynulo, že v sondách S5a-10 (5,8 m) nevyhovují koncentrace DOC vyhláše MŽP ČR č. 294/2005 Sb. pro zařazení odpadů do třídy IIb. Stejně třídě nevyhovují v sondě S5a-5 (2 m) koncentrace arsenu a třídě I nevyhovují v sondě S5a-5 (2 m) obsahy niklu a rozpuštěných látek. Vzorek zeminy ze sondy S5a-10 (5,8 m) nevyhovuje dané vyhláše v zařazení odpadů do třídy I v koncentraci selenu.

Výsledky laboratorního stanovení třídy vyluhovatelnosti jsou uvedeny v **příloze č. 9.6.**

Výsledky testu ekotoxicity

Podle výsledku testu ekotoxicity, který byl prováděn na vzorku odpadu z nevystrojené sondy S5a-5 (2,2 m) bylo zjištěno, že daný vzorek vyhovuje všem požadovaným parametrům dle vyhl. č. 294/2005 Sb.

Výsledky laboratorního stanovení testu ekotoxicity jsou uvedeny v **příloze č. 9.7a.**

Výsledky stanovení TOC

Stanovení celkové sušiny a celkového organického uhlíku (TOC) bylo provedeno ze 2 vzorků zemin sondy S5a-10 (2 m a 5,8 m). Obsah celkové sušiny se v analyzovaných vzorcích vyskytoval v hodnotách **78,6 %** a **84,6 %**, obsahy TOC v sušině byly **0,37 %** a **0,33 %**.

Výsledky stanovení celkové sušiny a obsahu TOC je uveden v **příloze č. 9.8**

Porovnání výsledků s vyhl. č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu

S limitními hodnotami výše uvedené vyhlášky byly porovnávány výsledky všech laboratorních analýz, provedených v rámci odběrů zemin. Koncentrace přesahující limitní hodnoty byly stanoveny v ukazateli uhlovodíky C₁₀–C₄₀ a vybrané těžké kovy.

Limitní hodnota uhlovodíků C₁₀–C₄₀ je 300 mg/kg, která je překročena v jediném vzorku zeminy ze sondy S5a-1 (2,4 m), kde koncentrace **5 260 mg/kg** přesahuje limitní hodnotu více než 17 násobně.

Z hlediska těžkých kovů je limitní hodnota 10 mg/kg mírně překročena u arsenu v sondách S5a-6 (1,2 m) s hodnotou **13,6 mg/kg**, v S5a-10 (2 m) kde dosahuje **11,6 mg/kg** a ve vystrojeném vrtu HG5-1 (0,5 m) s koncentrací **11,8 mg/kg**. Limitní hodnotě rovněž nevyhovují koncentrace kadmia ve vzorcích zemin, ve kterých došlo k překročení kritéria A MP MŽP. Hodnoty diskutovaných koncentrací arsenu a kadmia překračují limit dané vyhlášky pouze mírně, stojí ale za zmínku, že zvýšené koncentrace obou těžkých kovů byly identifikovány ve vrtu HG5-1, který by měl odrážet koncentrace obsažené v přirozeném pozadí na lokalitě.

Lokalita 5b

Jako reprezentativní vzorek představující přirozené koncentrace na lokalitě 5b byl vybrán hydrogeologický vrt HG5-4, jehož hodnoty dosahují jedny nejnižších koncentrací na lokalitě. Vrt je lokalizován v oblasti proti směru proudění podzemní vody ze skládky a zároveň v blízkosti skládkového tělesa. Pro posouzení úrovně přirozeného pozadí dále mohou být použity hodnoty z nevystrojených sond lokalizovaných mimo prostor skládky (např. S5b-9), v nichž obsahy sledovaných kontaminantů nepřesahují úroveň kritéria A metodického pokynu MŽP.

Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin jsou uvedeny v **příloze č. 9.1b**

Pro účely statistického zhodnocení byl určen minimální počet 3 analýz, jejichž hodnoty jsou nad mezí detekce, v případě analýz pod mezí detekce byla uvažována poloviční hodnota detekčního limitu. Tímto krokem dojde k navýšení datového souboru o analýzy, jejichž hodnotu nelze uvažovat jako nulovou, nýbrž jako zanedbatelně nízkou. Statistické hodnocení bylo zpracováno u ukazatelů, které se podílí na plošném znečištění. Ze souboru dat byl vyjádřen aritmetický průměr, směrodatná odchylka, medián, 1. a 3. kvartil. Statistické výpočty jsou uvedeny v tabulkách u každého diskutovaného ukazatele.

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

Celkem bylo na lokalitě 5b analyzováno 28 ks vzorků zemin na stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Ve vrtu HG5-4, který reprezentuje přirozené pozadí, byly koncentrace těchto látek pod mezí detekce analytické metody (< 25 mg/kg). Na lokalitě byla laboratorními analýzami prokázána významná kontaminace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ v zeminách. Max. koncentrace přesahovaly 10 000 mg/kg a jedná se o sondu S5b-1 (8–9 m) s hodnotou **19 248 mg/kg** a o sondu S5b-10 (3 m) s koncentrací **10 694 mg/kg**. Další vysoké koncentrace byly dosaženy v sondách S5b-11 (4 m) s hodnotou **6 193 mg/kg**, v S5b-12 (7 m) s hodnotou **1 221 mg/kg** a v S5b-11 (1,8 m) s **1 070 mg/kg**. Nižší obsahy uhlovodíků byly prokázány v sondě S5b-6 (1,2 m) s **872 mg/kg**, v S5b-10 (5 m) s **284 mg/kg**, v S5b-4 (0,8 m) s **255 mg/kg**, v S5b-5 (2,5 m) s koncentrací **244 mg/kg** a v S5b-8 (0,5 m) s obsahem **177 mg/kg**.

Laboratorní analýzy prokázaly na lokalitě 5b plošnou kontaminaci zemin uhlovodíky C₁₀–C₄₀. Tabulka č. 17 vyjadřuje základní statistické údaje o hodnotách koncentrací těchto látek.

Tabulka č. 17: Statistické ukazatele uhlovodíků C₁₀–C₄₀ v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3. kvartil (mg/kg)
Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀	1482,7	23,8	4079,6	12,5	420,3

BTEX

Na lokalitě 5b bylo analyzováno celkem 16 vzorků zemin na stanovení látek skupiny BTEX. Ve vrtu odpovídající přirozenému pozadí (HG5-4) nebyly látky BTEX stanovovány, v sondě S5b-9, která reprezentuje přirozené pozadí a je lokalizovaná mimo prostor skládky, byly obsahy BTEX pod mezí detekce. Koncentrace jednotlivých BTEX se pohybovaly nad orientačním kritériem A MP MŽP, k překročení kritéria B nedošlo. Hodnota Σ BTEX dosahovala největší hodnoty (**9,024 mg/kg**) v nevystrojené sondě S5b-10 (3 m) a v S5b-12 (7 m) měla hodnotu **5,62 mg/kg**.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V rámci analýzy rizik bylo odebráno celkem 16 ks vzorků na stanovení obsahu PAU. Ve vrtu HG5-4, který představuje koncentrace v přirozeném pozadí na lokalitě, nebyly obsahy PAU stanovovány, v sondě S5b-9, lokalizované mimo prostor skládky, byly obsahy BTEX pod úrovní kritéria A. Pouze v jediném vzorku ze sondy S5b-6 (1,2 m) byla identifikována koncentrace mírně vyšší než kritérium B MP MŽP, Jedná se o benzo/a/pyren s koncentrací

1,64 mg/kg. V této sondě byla také největší hodnota Σ PAU v sušině (**19,48 mg/kg**). Ve většině ostatních sond se koncentrace PAU pohybují kolem hodnot mírně nad kritériem A, kritérium B kromě výše zmíněné složky, překročeno není. Σ PAU v sušině rovněž přesahuje pouze nejnižší kritérium A celkem v 9 sondách.

Laboratorními analýzami bylo v zeminách prokázáno mírné plošné znečištění. Tabulka č. 18 vyjadřuje základní statistické parametry koncentrací PAU v zeminách.

Tabulka č. 18: Statistické ukazatele vybraných PAU v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3.kvartil (mg/kg)
Benzo/a/pyren	0,3	0,1	0,4	0,0	0,2
Benzo/b/fluoranthen	0,3	0,1	0,5	0,1	0,2
Benzo/ghi/perylene	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1
Benzo/k/fluoranthen	0,1	0,0	0,2	0,0	0,1
Chrysen	0,3	0,1	0,5	0,0	0,1
Pyren	0,7	0,2	1,1	0,1	0,6
Anthracen	0,2	0,1	0,3	0,1	0,3
Fenanthren	0,9	0,4	1,3	0,0	0,7
Fluoranthen	0,8	0,2	1,4	0,1	0,3
Naftalen	0,3	0,2	0,3	0,0	0,5

Kyanidy (CN⁻)

V rámci posouzení rozsahu kontaminace bylo sledováno 16 ks vzorků zemin pro účely laboratorního stanovení obsahu kyanidů. V sondě S5b-9, lokalizované mimo prostor skládky, byl obsah kyanidů pod mezí detekce. Bylo prokázáno, že v sondě S5b-8 (0,5 m) a v sondě S5b-10 (3 m) byly naměřeny hodnoty **0,54 mg/kg** a **0,18 mg/kg**, dále v sondě S5b-11(4 m) **0,2 mg/kg** a sondě S5b-12 (7 m) **0,18 mg/kg**. Koncentrace CN⁻ ve všech ostatních vzorkách zemin byly pod detekčním limitem laboratorní metody.

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Na lokalitě bylo odebráno celkem 16 ks vzorků zemin na stanovení chlorovaných uhlovodíků, přičemž v 8 nevystrojených sondách byly naměřeny koncentrace, jež překračují orientační kritérium A MP MŽP a to o 1 a spíše 2 řády. V sondě S5b-9, lokalizované mimo prostor skládky, byly obsahy CIU pod mezí detekce.

V tabulce č. 19 jsou uvedeny statistické ukazatele koncentrací CIU v zeminách na lokalitě 5b.

Tabulka č. 19: Statistické ukazatele vybraných CIU v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3.kvartil (mg/kg)
1,1,2-trichlorethen (TCE)	0,13	0,01	0,27	0,01	0,13
1,1,2,2-tetrachlorethen (PCE)	0,09	0,01	0,22	0,01	0,03
1,2-cis-dichlorethen	0,04	0,01	0,09	0,01	0,02
Chloroform	0,04	0,05	0,00	0,05	0,05

Těžké kovy (TK)

Na lokalitě bylo sledováno 28 ks vzorků zemin na stanovení obsahu těžkých kovů. Ve vrtu HG5-4, který je uveden jako reprezentant přirozeného pozadí na lokalitě, se zvýšená koncentrace těžkých kovů projevila u kadmia, jehož koncentrace dosáhla **1,3 mg/kg**. Právě u kadmia bylo laboratorními analýzami prokázáno plošné znečištění v zeminách. Koncentrace přesahující kritérium A se pohybují od **2,6 mg/kg** do **0,6 mg/kg**. Vzhledem k plošnému dosahu znečištění jsou v tabulce č. 20 uvedeny statistické ukazatele pro kadmium. V sondě S5b-3 (0,3 m) byla prokázána zvýšená koncentrace olova v hodnotě **343 mg/kg**, která tímto překračuje kritérium B a současně zhruba 50 násobně přirozené koncentrace na lokalitě. Obsahy těžkých kovů v ostatních vzorcích zemin se pohybují na úrovni hodnot přirozeného pozadí nebo orientačního kritéria A MP MŽP.

Tabulka č. 20: Statistické ukazatele vybraných těžkých kovů v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3.kvartil (mg/kg)
Kadmium	0,9	0,8	0,7	0,5	1,3

U mědi bylo výraznější překročení požadovaných hodnot a zároveň kritéria A zjištěno ve 3 z 28 analyzovaných vzorků s maximem v sondě S5b-3 (0,3 m) **195 mg/kg**, dále v sondě S5b-10 (3 m) **168 mg/kg** a sondě S5b-12 (7 m) **106 mg/kg**.

U mědi bylo výraznější překročení požadovaných hodnot a zároveň kritéria A zjištěno ve 4 z 28 analyzovaných vzorků s maximem v sondě S5b-10 (3 m) **303 mg/kg**, dále v sondě S5b-11 (1,8 m) **290 mg/kg**, v sondě S5b-12 (7 m) **277 mg/kg** a sondě S5b-11 (4 m) **208 mg/kg**.

U niklu bylo výraznější překročení hodnot přirozeného pozadí a zároveň kritéria A zjištěno v sondě S5b-12 (7 m) **174 mg/kg**, ve třech dalších vzorcích se pohyboval obsah Ni těsně nad úrovní kritéria A (60 mg/kg) v rozmezí **63,7-79 mg/kg**.

U zinku bylo výraznější překročení požadovaných hodnot a zároveň kritéria A zjištěno ve 2 z 28 analyzovaných vzorků s maximem v sondě S5b-10 (3 m) **579 mg/kg**, dále v sondě S5b-3 (0,3 m) **305 mg/kg** a mírně v sondě S5b-8 (0,5 m) **170 mg/kg**.

Výsledky stanovení třídy vyluhovatelnosti

Na stanovení tříd vyluhovatelnosti na lokalitě 5b byly analyzováno celkem 2 vzorky zemin ze sond S5b-5 (2,5 m) a S5b-5 (3,5 m). Z laboratorních výsledků třídy vyluhovatelnosti

vyplývalo, že vzorek výluhového roztoku ze sondy S5b-5 (2,5 m) vyhovuje ve všech parametrech vyhláše MŽP ČR č. 294/2005 Sb. V sondě S5b-5 (3,5 m) nevyhovují koncentrace DOC dané vyhláše pro zařazení odpadů do třídy III, dále koncentrace arsenu nevyhovují zařazení odpadů do tříd IIb a obsahy chloridů, niklu a rozpuštěných látek nevyhovují zařazení do třídy I.

Výsledky laboratorního stanovení třídy vyluhovatelnosti jsou uvedeny v **příloze č. 9.6.**

Výsledky testu ekotoxicity

Podle výsledku testu ekotoxicity, který byl prováděn na vzorku odpadu z nevystrojené sondy S5b-5 (2,5 m) bylo zjištěno, že daný vzorek vyhovuje všem požadovaným parametrům dle vyhl. č. 294/2005 Sb.

Výsledky laboratorního stanovení testu ekotoxicity jsou uvedeny v **příloze č. 9.7b.**

Výsledky stanovení TOC

Stanovení celkové sušiny a celkového organického uhlíku (TOC) bylo provedeno ze 2 vzorků zemin sondy S5b-5 (2,5 m a 3,5 m). Obsah celkové sušiny byl v analyzovaných vzorcích v hodnotě **85,8 %** a **74,9 %** a obsahy TOC v sušině byly **1,68 %** a **1,27 %**.

Výsledky stanovení celkové sušiny a obsahu TOC je uveden v **příloze č. 9.8.**

Porovnání výsledků s vyhl. č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu

S limitními hodnotami výše uvedené vyhlášky byly porovnávány výsledky všech laboratorních analýz, provedených v rámci odběrů zemin na lokalitě 5b. Koncentrace přesahující limitní hodnoty byly stanoveny v ukazateli uhlovodíky C₁₀–C₄, vybrané těžké kovy, ΣPAU a ΣBTEX.

Limitní hodnota koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ je 300 mg/kg, která je překročena v 7 vzorcích zemin. Maximální hodnota **19 248 mg/kg** překračuje limitní hodnotu více než 60 násobně. Ostatní hodnoty, které překračují limitní koncentraci 300 mg/kg dle uvedené vyhlášky dosahují koncentrací: **10 694 mg/kg**, **6 193 mg/kg**, **1 221 mg/kg**, **872 mg/kg** a **829 mg/kg**.

Z hlediska těžkých kovů nevyhovují limitní hodnotě (10 mg/kg) koncentrace arsenu v koncentracích od **10,5 mg/kg** do **14,5 mg/kg** celkem v 8 sledovaných objektech. Některé zvýšené koncentrace kadmia rovněž přesahují limitní hodnotu danou vyhláškou, která je 1 mg/kg. Jedná se celkem o 4 nevystrojené sondy a 5 vystrojených vrtů, kde koncentrace dosahují hodnot **od 1,1 do 2,6 mg/kg**. Dle vyhlášky je limitní koncentrace chromu ustanovena na hodnotě 200 mg/kg, přičemž ta je překročena ve 4 nevystrojených sondách v koncentracích **od 208 mg/kg do 303 mg/kg**. Limitní hodnotě niklu (80 mg/kg) nevyhovuje pouze jediný vzorek zeminy s koncentrací niklu **174 mg/kg** a stejně tak i v případě olova byla v jednom vzorku identifikována hodnota **343 mg/kg**, jež převyšuje limit 100 mg/kg olova.

Mezní hodnota Σ PAU³ je dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. 6 mg/kg, přičemž tato hodnota je překročena ve 3 nevystrojených sondách, a to nejvíce v sondě S5b-6 (1,2 m) s hodnotou **23,12 mg/kg**, dále v sondě S5b-10 (3 m) s koncentrací **15,96 mg/kg** a v S5b-5 (2,5 m), kde Σ PAU dosahuje hodnoty **6,87 mg/kg**.

Limitní hodnota pro Σ BTEX je dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. 0,4 mg/kg. Z výpočtů vyšlo najevo, že tomuto limitu nevyhovují hodnoty celkem v 8 sondách. K největšímu překročení dochází v sondě S5b-10 (3 m) se Σ BTEX **9,024 mg/kg**, v sondě S5b-12 (7 m) s hodnotou **5,62 mg/kg** a v sondě S5b-11 (4 m) s koncentrací **3,44 mg/kg**. Ve zbylých 5 sondách se Σ BTEX přesahující limitní hodnotu pohybuje od **0,5 mg/kg** do **0,9 mg/kg**.

2.2.2.3.2. Výsledky laboratorních analýz vzorků podzemních vod

Přehlednou prezentaci prostorového rozmístění kontaminace zeminy a podzemní a povrchové vody podává **příloha č. 9.10**.

Lokalita 5a

Výsledky laboratorních analýz odebraných vzorků podzemních vod z lokalit 5a jsou porovnány jednak s limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb. (i přesto, že objekty nemají charakter zdrojů pitné vody) a dále s hodnotami sledovaných ukazatelů v hydrogeologickém vrtu HG5-1, který byl vybrán jako reprezentant přirozeného pozadí na této lokalitě. Dále pak byly podzemní vody orientačně porovnány s kritérii A, B a C Metodického pokynu MŽP z roku 1996.

Výsledky laboratorních analýz kvality podzemních vod jsou uvedeny v tabulkách **v příloze č. 9.2a**.

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

V rámci hodnocení kvality podzemních vod na lokalitě byly analyzovány podzemní vody v parametrech uhlovodíky C₁₀–C₄₀ celkem z 6 objektů. Ve vrtu HG5-3, který je situovaný v blízkosti Z okraje lokality 5a, byly v prosinci 2010 prokázány koncentrace uhlovodíků **1,18 mg/l**, vzorek z téhož vrtu odebraný v únoru 2011 obsahoval **0,172 mg/l**.

Tabulka č. 21: Statistické ukazatele Uhlovodíků C₁₀–C₄₀ v podzemních vodách

	aritmetický průměr (mg/l)	medián (mg/l)	směrodatná odchylka (mg/l)	1. kvartil (mg/l)	3. kvartil (mg/l)
Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀	0,26	0,07	0,42	0,03	0,15

V té době byl proveden také statický odběr podzemní vody ze stejného vrtu, který obsahoval **0,096 mg/l** uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Ve vrtu HG5-2 byla detekovaná koncentrace

³ Σ PAU jsou u zemin definovány dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. jako suma následujících látek: anthracen, benzo/a/anthracen, benzo/b/pyren, benzo/b/fluoranthen, benzo/ghi/perylene, benzo/k/fluoranthen, fluoranthen, fenantren, chrysen, indeno(1,2,3-cd)pyren, naftalen a pyren.

0,053 mg/l. Ve zbylých objektech nedosáhly obsahy těchto látek detekčního limitu dané metody.

BTEX

U látek skupiny BTEX nebyly v podzemních vodách na lokalitě 5a prokázány zvýšené koncentrace přesahující orientační kritéria MP MŽP. Koncentrace BTEX u všech vzorků podzemních vod byly pod mezí detekce laboratorního stanovení.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V podzemních vodách byly na lokalitě 5a analyzovány celkem 3 vzorky podzemní vody. Prokázalo se, že voda z vrtu HG5-2 je kontaminovaná složkami PAU, přičemž některé přesahují orientační kritéria B i C. Kritérium C přesahuje benzo/a/pyren s koncentrací **0,262 µg/l** (odpovídá 65 násobnému překročení pozadí), benzo/ghi/perylene s koncentrací **0,223 µg/l** a chrysen, jehož obsah v podzemní vodě je **0,261 µg/l**. Koncentrace vyšší než kritérium B se vyskytují v ukazatelích: benzo/b/fluoranthen (**0,321 µg/l**, více než 80 krát překračuje přirozené pozadí), indeno(1,2,3-cd)pyren (**0,163 µg/l**) a benzo/k/fluoranthen (**0,141 µg/l**). V nevystrojené sondě nedochází ani u jedné složky PAU k překročení orientačních kritérií a ve vrtu HG5-1 je pouze u dvou složek mírně překročeno kritérium A, přičemž tento vrt je brán jako reprezentant přirozeného pozadí na lokalitě.

Tabulka č. 22: Statistické ukazatele vybraných PAU v podzemních vodách

	aritmetický průměr (µg/l)	medián (µg/l)	směrodatná odchylka (µg/l)	1. kvartil (µg/l)	3.kvartil (µg/l)
Benzo/b/fluoranthen	0,11	0,00	0,15	0,00	0,16
Fenanthren	0,30	0,03	0,40	0,02	0,45

Těžké kovy

V rámci laboratorních analýz byly sledovány celkem 4 vzorky podzemních vod. Bylo prokázáno, že ve vrtu HG5-2 došlo u niklu, s koncentrací **0,12 mg/l**, k mírnému překročení orientačního kritéria B MP MŽP. Kromě vrtu HG5-1 jsou v ostatních objektech velmi mírně nad kritériem A zvýšeny koncentrace arsenu. V tabulce č. 23 jsou vyjádřeny statistické ukazatele arsenu ve vodách na lokalitě 5a.

Tabulka č. 23: Statistické ukazatele arsenu v podzemních vodách

	aritmetický průměr (mg/l)	medián (mg/l)	směrodatná odchylka (mg/l)	1. kvartil (mg/l)	3.kvartil (mg/l)
Arsen	0,007	0,008	0,003	0,005	0,009

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Obsahy CIU byly ve 3 sledovaných objektech pod mezí detekce laboratorní metody.

Kyanidy (CN⁻)

Na lokalitě nebylo v žádném ze 3 sledovaných objektů prokázáno znečištění podzemních vod kyanidy. Jejich koncentrace nedosahovaly mez detekce.

Chloridy

Koncentrace chloridů v podzemních vodách byla sledována rovněž ve třech hydrogeologických objektech, přičemž kritérium A je překročeno ve vrtu HG5-1 (odpovídá přirozenému pozadí na lokalitě) s koncentrací chloridů **30,3 mg/l** a ve vrtu HG5-2, kde obsah těchto látek dosahuje **39,7 mg/l**.

Porovnání výsledků s limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb.

S limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb. byly porovnávány výsledky všech laboratorních analýz provedených v rámci odběrů vzorků podzemních vod na lokalitě 5a.

Z hlediska těžkých kovů byly koncentrace přesahující limitní hodnotu 0,02 mg/l stanoveny v ukazateli nikl ve vrtu HG5-2 s koncentrací **0,12 mg/l**.

V podzemní vodě z vystrojených vrtů HG5-1 a HG5-2 byl proveden kompletní chemický rozbor. Bylo prokázáno, že v těchto vrtech nevyhovovala koncentrace hořčíku (**31,4 mg/l**), (doporučená hodnota je 20–30 mg/l), dále nevyhověly koncentrace **0,08 mg/l** a **2,8 mg/l** manganu (limitní hodnota je 0,05 mg/l), rovněž obsah **81,1 mg/l** a **173 mg/l** vápníku překračoval jeho doporučenou hodnotu (40–80 mg/l). V těchto vrtech byla identifikována rovněž zvýšená koncentrace železa (**1,2 mg/l** ve vrtu HG5-1 a **210 mg/l** v kontaminovaném vrtu HG5-2).

Dle vyhl. č. 252/2004 Sb. dosahuje \sum PAU⁴ limitní hodnoty 0,1 µg/l, která je překročena v kontaminovaném vrtu HG5-2 umístěný ve středové linii skládky. Hodnota \sum PAU dosahuje v tomto vrtu **0,85 µg/l**. V tomto objektu byla také překročena limitní hodnota pro benzo/a/pyren (0,01 µg/l) obsahem **0,262 µg/l**.

V ostatních parametrech, které byly sledovány ve vrtech HG5-1 a HG5-2 bylo prokázáno, že je překročena limitní hodnota pro zákal vody (5 zF (t)) v hodnotách **314 zF (t)** a **67,8 zF (t)**, dále je převýšen limit pro obsah TOC (5 mg/l) s hodnotou **12,8 mg/l** a **16,8 mg/l**, limit pro barvu vody (20 mg/l Pt) s koncentracemi **>70 a 50 mg/l Pt** a ve vrtu HG5-2 je překročena doporučená hodnota pro tvrdost vody (2-3,5 mmol/l) koncentrací **5,61 mmol/l**.

Pesticidy

V rámci laboratorních analýz bylo v prosinci 2010 a lednu 2011 provedeno stanovení obsahu pesticidů v podzemní vodě z vystrojených vrtů HG5-1 a HG5-2. Z výsledků vyplynulo, že se koncentrace pohybují pod mezí detekce laboratorní metody a u žádného z parametrů nedochází k překročení orientačních kritérií MP MŽP. Z těchto výsledků vyplývá, že významnější množství pesticidů nebylo ve skládce ukládáno.

⁴ \sum PAU jsou u podzemních vod definovány dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. jako suma následujících látek; benzo/b/fluoranthen, benzo/ghi/perylen, benzo/k/fluoranthen a indeno(1,2,3-cd)pyren.

Výsledky laboratorního stanovení obsahu pesticidů jsou uvedeny v **příloze č. 9.5.**

Lokalita 5b

Výsledky laboratorních analýz odebraných vzorků podzemních vod z lokalit 5b jsou porovnány jednak s limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb. (i přesto, že objekty nemají charakter zdrojů pitné vody) a dále s hodnotami sledovaných ukazatelů v hydrogeologickém vrtu HG5-4, který byl vybrán jako reprezentant přirozeného pozadí na této lokalitě. Dále pak byly podzemní vody orientačně porovnány s kritérii A, B a C Metodického pokynu MŽP z roku 1996.

Výsledky laboratorních analýz kvality podzemních vod jsou uvedeny v tabulkách v **příloze č. 9.2b.**

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

V rámci hodnocení kvality podzemních vod na lokalitě byly analyzovány podzemní vody v parametrech uhlovodíky C₁₀–C₄₀ celkem ze 4 objektů. Kromě dočasně vystrojené sondy S5b-11, kde ve statickém vzorku byla naměřena koncentrace **1 320 mg/l**, v ostatních objektech nedosahují mez detekce laboratorní metody. Tento objekt však nereprezentuje obsah ropných látek v podzemních vodách ale v zavěšené skládkové zvodni.

BTEX

U látek skupiny BTEX nebyly v podzemních vodách lokality 5b prokázány zvýšené koncentrace přesahující orientační kritéria MP MŽP. Koncentrace BTEX u všech vzorků podzemních vod byly pod mezí detekce laboratorního stanovení.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V podzemních vodách byly na lokalitě 5b analyzovány celkem 3 vzorky podzemní vody. V podzemní vodě z vrtu HG5-4, jejíž kvalita by měla odrážet přirozené pozadí na lokalitě, se prokázalo mírné zvýšení složek PAU nad orientační kritérium A MP MŽP. Tyto hodnoty však nelze striktně vázat k hodnotám přirozeného pozadí. Prokázalo se, že voda z dočasně vystrojené sondy S5b-11 je kontaminovaná složkami PAU, přičemž některé přesahují orientační kritéria B i C. Kritérium C přesahuje benzo/a/pyren s koncentrací **2,3 µg/l**, benzo/ghi/perylene s koncentrací **1,25 µg/l**, benzo/k/fluoranthene s koncentrací **1,04 µg/l** a chrysen, jehož obsah v podzemní vodě je **3,1 µg/l**. Koncentrace vyšší než kritérium B se vyskytují v ukazatelích: benzo/b/fluoranthene (**0,34 µg/l**) a fenanthrene (**6,64 µg/l**). Na lokalitě 5b byla prokázána spíše bodová kontaminace složkami PAU ve střední až JZ části skládky.

Těžké kovy

V rámci laboratorních analýz byly sledovány celkem 4 vzorky podzemních vod. Ve dvou vystrojených vrtech došlo k velmi mírnému překročení orientačního kritéria A u arsenu s hodnotou **0,007 mg/l**. Obsahy ostatních těžkých kovů byly pod hodnotami orientačních kritérií.

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Obsahy CIU byly ve 3 sledovaných objektech pod mezí detekce laboratorní metody.

Kyanidy (CN⁻)

Na lokalitě nebylo v žádném ze 3 sledovaných objektů prokázáno znečištění podzemních vod kyanidy. Jejich koncentrace kromě sondy S5b-11 s naměřenou koncentrací **0,02 mg/l** nedosahovaly mez detekce.

Porovnání výsledků s limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb.

S limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb. byly porovnávány výsledky všech laboratorních analýz provedených v rámci odběrů vzorků podzemních vod na lokalitě 5b.

Z hlediska kovů byly koncentrace přesahující limitní hodnotu 0,05 mg/l stanoveny v ukazateli mangan ve vrtu HG5-4 a HG5-5 s koncentrací **0,69 a 0,26 mg/l**. Doporučené hodnotě 40–60 mg/l vápníku nevyhovují koncentrace ve vrtu HG5-4 s koncentrací **96,4 mg/l**. Vyšší obsah železa než je požadovaný limit (0,2 mg/l), byl identifikován ve vrtu HG5-4 s koncentrací **9,8 mg/l** a ve vrtu HG5-6 s koncentrací **0,59 mg/l**. Vyhlášece dále nevyhovuje koncentrace benzo/a/pyrenu **0,049 µg/l** ve vrtu HG5-4 a **2,3 µg/l** v sondě S5b-11. Limitní hodnota Σ PAU je 0,1 µg/l, ta je překročena ve vrtu HG5-4 se sumou **0,142 µg/l** a ve statickém vzorku ze sondy S5b-11 s hodnotou **2,63 µg/l**. Vyhlášece nevyhovuje hodnota ChSK-Mn (**3,36 mg/l**) ve vrtu HG5-4 (limitní hodnota je 3 mg/l).

V ostatních parametrech, které byly sledovány ve vrtech HG5-4 a S5b-11 bylo prokázáno, že je překročena limitní hodnota pro zákal vody (5 zF (t)) v hodnotách **96 zF (t)** a **150 zF (t)**, dále je převyšěn limit pro obsah TOC (5 mg/l) s hodnotou **7,7 mg/l**, limit pro barvu vody (20 mg/l Pt) s koncentracemi **>70 Pt** a ve vrtu HG5-4 je překročena doporučená hodnota pro tvrdost vody (2-3,5 mmol/l) s koncentrací **3,52 mmol/l**.

Pesticidy

V rámci laboratorních analýz bylo v prosinci 2010 a lednu 2011 provedeno stanovení obsahu pesticidů v podzemní vodě z vystrojeného vrtu HG5-4 a dočasně vystrojené sondy S5b-11. Z výsledků vyplynulo, že v dočasně vystrojené sondě S5b-11 dochází k překročení orientačního kritéria A u parametru aldrin (**0,011 µg/l**), o,p'-DDD (**0,089 µg/l**), alfa-endosulfan (**0,043 µg/l**), HCB (hexachlorbenzen) (**0,011 µg/l**), heptachlor (**0,046 µg/l**), atrazin (**0,21 µg/l**), simazin (**0,17 µg/l**). Tyto však ve většině případů pouze velice mírně přesahují úroveň kritéria A a nevyžadují další zkoumání.

Výsledky laboratorního stanovení obsahu pesticidů jsou uvedeny v **příloze č. 9.5**.

2.2.2.3.3. Výsledky laboratorních analýz vzorků povrchové vody

Výsledky laboratorních analýz vzorků povrchové vody na lokalitě 5a a 5b byly porovnány s limitními hodnotami norem environmentální kvality (průměrnými hodnotami, NEK-RP) dle

Nařízení vlády 23/2011 Sb, kterým se mění Nařízení vlády 61/2003 Sb. ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb.

V rámci laboratorních analýz byly stanoveny obsahy uhlovodíků C₁₀–C₄₀ a těžkých kovů v řece Lubině (PV5-1) pod skládkou (platí pro dílčí lokalitu 5a), výsledky laboratorních analýz z tohoto profilu byly porovnány s profilem PV6-2 (profil za lokalitou č. 6, který je zároveň profilem zastupujícím přirozené pozadí pro lokalitu č. 5a. S výjimkou As (na profilu PV6-2 byla stanovena na 0,009 mg/l v PV6-2, v profilu PV5-1 již hodnota poklesla pod mez detekce, tedy méně než 0,005 mg/l) byly všechny ostatní ukazatele pod mezí detekce.

V drenáži pod skládkou PV5-2 (platí pro lokalitu 5b) byly koncentrace všech sledovaných ukazatelů pod mezí detekce.

Výsledky laboratorních analýz kvality povrchových vod jsou uvedeny v **příloze č. 9.4.**

2.2.2.4 Výsledky hydrodynamických zkoušek (čerpací a stoupační zkoušky)

Hydrodynamické zkoušky na vrtu HG5-3 a HG5-4 byly vyhodnoceny Jacobovou semilogaritmickou metodou přímkou. Tabulární a grafické vyhodnocení hydrodynamických zkoušek je součástí **přílohy č. 15.**

Tabulka č. 24: Výsledné hodnoty filtračních parametrů saturované zóny v okolí vrtu HG5-3

	HDZ: HG5-3		
	ČZ	SZ	průměr
k (m/s) prům	1,7.10 ⁻⁵	1,1.10 ⁻⁴	6,5.10⁻⁵
T (m ² /s) prům	2,3.10 ⁻⁴	1,5.10 ⁻³	8,6.10⁻⁴
v _{krit.} (m ² /s) prům	1,0.10 ⁻³	2,6.10 ⁻³	1,8.10⁻³
R (m)	9,0	3,5	6,2

Výsledné vypočtené filtrační parametry saturované zóny horninového prostředí pro vrt HG5-3 jsou uvedeny v tabulce č. 24. Podle výsledného koeficientu filtrace 6,5.10⁻⁵ m/s jsou podle Jetela (1980) okolní horniny mírně propustné. Hladiny podzemní vody ve sledovaných vrtech nebyly při čerpací zkoušce ovlivněny. Depresní kužel (potenciální ovlivnění výšky hladiny) dosahuje maximálně do vzdálenosti 6,2 m.

Tabulka č. 25: Výsledné hodnoty filtračních parametrů saturované zóny v okolí vrtu HG5-4

	HDZ: HG5-4		
	ČZ	SZ	průměr
k (m/s) prům	2,0.10 ⁻⁵	3,6.10 ⁻⁵	2,8.10⁻⁵
T (m ² /s) prům	1,8.10 ⁻⁴	3,4.10 ⁻⁴	2,6.10⁻⁴
v _{krit.} (m ² /s) prům	9,0.10 ⁻⁴	1,2.10 ⁻³	1,1.10⁻³
R (m)	11,9	8,8	10,4

Výsledné vypočtené filtrační parametry saturované zóny horninového prostředí pro vrt HG5-4 jsou uvedeny v tabulce č. 25. Podle výsledného koeficientu filtrace 2,8.10⁻⁵ m/s jsou podle Jetela (1980) okolní horniny mírně propustné. Hladiny podzemní vody ve sledovaných vrtech nebyly při čerpací zkoušce ovlivněny. Depresní kužel (potenciální ovlivnění výšky hladiny) dosahuje maximálně do vzdálenosti 10,4 m.

2.2.2.5. Geodetické zaměření

Dne 10. 1. 2011 bylo provedeno geodetické zaměření vystrojených hydrogeologických vrtů a nevystrojených sond na lokalitě č. 5 – Pod Velovou v souřadnicovém systému S-JTSK a výškovém systému Bpv. Zaměření bylo provedeno převážně metodou GNSS měřením v reálném čase (RTK) aparaturou GPS Leica RX 900 CSC s využitím služby RTK permanentní stanice Frýdek-Místek sítě CZEPOS. V místech, kde nemohly být objekty zaměřeny přímo metodou GNSS, byla uvedenou metodou nejprve vytvořena síť bodů PPBP, ze které byly objekty následně zaměřeny trigonometricky, a to totální stanicí Leica TCR 1101. Podrobné body byly vypočteny dávkově v programu GEUS 14.0.22.

Zpráva o geodetickém zaměření je uvedena v **příloze č. 18**.

2.2.3. Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění

Plošný a prostorový rozsah znečištění

Na základě výsledků průzkumných prací realizovaných v rámci předkládané analýzy rizik byl vytvořen model mocnosti skládky. Jeho tvorba byla realizována interpolací (metoda simple kriging) mocností skládkového materiálu z jednotlivých objektů průzkumu v období 2010–2011. Vzhledem ke skutečnosti, že se prakticky jedná o dvě skládky v rámci jedné analýzy rizik, budou tyto jednotky posuzovány jednotlivě. V případě skládky Pod Velovou 5a byly realizovány nevystrojené sondy S5a-1 až S5a-10 a hydrogeologické vrty HG5-1, HG5-2 a HG5-3. Na skládce Pod Velovou 5b byly vybudovány nevystrojené sondy S5b-1 až S5b-13 a hydrogeologické vrty HG5-4, HG5-5 a HG5-6. Model mocnosti skládky je znázorněn v **příloze č. 12** a geologická dokumentace z průzkumu včetně geologického řezu lokalitou je součástí **přílohy č. 8**.

Lokalita 5a

Z výsledků modelu navážky vyplývá, že plošný rozsah skládky 5a je cca 8 190 m², přičemž obvod modelové skládky činí 515 m.

Tabulka č. 26 popisuje distribuci hloubkového dosahu v poměru k ploše skládkového tělesa. Z celkového počtu 13 objektů se hodnoty mocnosti navážky pohybovaly v rozmezí 0–3,40 m. Samotné těleso skládky zasáhly pouze 3 objekty: S5a-1, S5a-5 a S5a-9. S výjimkou objektu S5a-1 byly zbývající dva umístěny na ose původního údolí. Statistické hodnocení mocnosti navážky nebylo prováděno vzhledem k nízkému počtu údajů.

Skládka 5a – Pod Velovou není tvořena kompaktní jednotkou, nýbrž je rozdělena na dvě jednotky-deprese zaplněné navážkou. Tyto dvě oblasti jsou umístěny ve směru původního průběhu údolí, nejvyšší mocnosti (>2 m) se přitom vyskytují na levé straně údolí, což představuje jižní část zájmové oblasti.

Oblast se nachází v nadmořských výškách 333–347 m n. m., přičemž terén se svažuje k Z–ZJZ.

Objem skládkového tělesa na základě modelového řešení dosahuje kubatury 8 100 m³. Hladina podzemní vody se ve 3 hydrogeologických objektech vyskytovala v prosinci 2010 a lednu 2011 na úrovních 1,0–3,7 m pod úrovní terénu. Saturovaná a nesaturovaná zóna

na ploše navážky jsou tvořeny převážně jílovitou zeminou s různým stupněm plasticity, místy stavební sutí a slévárenskými písky. Kubatura nesaturované zóny je aproximována na 2 540 m³. Saturovaná zóna byla plošně určena jako 4 m mocná (tato úroveň byla stanovena uměle), při dané ploše skládky tedy uvažujeme kubaturu zvodnělé zóny na úrovni 32 760 m³. Přitom kubatura samotné navážky v saturované zóně činí 5 560 m³.

Tabulka č. 26: 5a - Hloubkový dosah navážky v poměru k plošnému rozsahu

Hloubkový dosah navážky	Plocha absolutní	Plocha relativní
m	m ²	%
0–0,5	3 282	40,1
0,5–1,0	1 425	17,4
1,0–1,5	1 133	13,8
1,5–2,0	1 026	12,5
2,0–2,5	880	10,7
2,5–3,0	280	3,4
3,0–3,5	164	2,0
Suma	8 190	100

Míra a rozmístění znečištění

Tato kapitola shrnuje majoritní kontaminanty na lokalitě č. 5a – Pod Velovou, a to z hlediska jejich prostorového rozsahu a koncentrace. Výsledky z průzkumu jsou uvedeny v příloze č. 9.

Znečištění v zemině bylo průzkumnými pracemi v roce 2010 ověřeno pouze v ukazateli ropných uhlovodíků skupiny C₁₀–C₄₀, a to v případě jediného objektu – nevystrojené sondy S5a-1, která je situována v jihozápadní části skládky 5a. V úrovni 2,4 m pod terénem zde byla detekována hodnota 5 260 mg/kg. Kromě mírně zvýšených hodnot nad limit vyhlášky 294/2005 Sb. v případě arsenu, kadmia a ΣPCB, je však zřejmé, že tato skládka je téměř bez známek kontaminace v zemině. Tuto skutečnost potvrzují i velmi nízké hodnoty PAU v zemině.

V podzemní vodě byla kontaminace ověřena ve vzorku podzemní vody z objektu HG5-2 v případě niklu a ΣPAU⁵, které dosahují hodnot 0,12 mg/l a 0,85 µg/l ve stejném pořadí. Tento monitorovací objekt se nachází na výstupu podzemních vod z lokality a zároveň na ose historického údolí.

⁵ ΣPAU jsou u podzemní vody definovány dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. jako suma následujících látek: benzo/b/fluoranthen, benzo/ghi/perylene, benzo/k/fluoranthen, a indeno(1,2,3-cd)pyren

Lokalita 5b

Z výsledků průzkumu v období 2010–2011 vyplývá, že plošný rozsah skládky 5b činí cca 15 550 m², přičemž obvod modelové skládky činí 600 m.

Tabulka č. 27 popisuje distribuci hloubkového dosahu v poměru k ploše skládkového tělesa. Z celkového počtu 16 objektů se hodnoty mocnosti navážky pohybovaly v rozmezí 0–12,20 m. Mocnost přitom byla uvažována jako vertikální vzdálenost od terénu k bázi skládkového materiálu. Aritmetický průměr tohoto souboru činí 3,3 m, přičemž směrodatná odchylka dosahuje hodnoty 4,0 m. Medián pro datový celek je 1,8 m a hodnota 3. kvartilu je 3,7 m.

Skládka 5b – Pod Velovou je výrazně oválného tvaru (délka 370 m, šířka 140 m), který je protažený ve směru SV–JZ. Tvar skládky vychází z průběhu původního údolí, které bylo v průběhu 70.–80. let zaplněno skládkovým materiálem. Nejvyšší mocnosti navážky (až přes 12 m) se vyskytují v blízkosti terénní hrany na jihozápadě lokality. Rozdíl nivelity horní a spodní hrany srázu činí přes 12 m (viz. **příloha č. 10**).

Tabulka č. 27: 5b - Hloubkový dosah navážky v poměru k plošnému rozsahu

Hloubkový dosah navážky	Plocha absolutní	Plocha relativní
m	m ²	%
0–1	3 988	25,6
1–2	2 750	17,7
2–3	2 403	15,5
3–4	1 696	10,9
4–5	1 130	7,3
5–6	891	5,7
6–7	540	3,5
7–8	472	3,0
8–9	470	3,0
9–10	574	3,7
10–11	562	3,6
11–12	65	0,4
12–13	10	0,1
Suma	15 551	100

Celá oblast se nachází v nadmořských výškách 313–341 m n. m., přičemž terén se svažuje k ZJZ–JZ.

Objem skládkového tělesa na základě modelového řešení dosahuje kubatury 50 700 m³. Hladina podzemní vody se ve 3 hydrogeologických objektech vyskytovala v prosinci 2010 na úrovních 0,9–2,8 m pod úrovní terénu. Saturovaná a nesaturovaná zóna na ploše navážky jsou tvořeny převážně slévárenskými písky, v menší míře pak stavebním odpadem jílovito-

hlinitého charakteru. Kubatura nenasurované zóny je aproximována na 38 160 m³. Saturovaná zóna byla plošně určena jako 6 m mocná (tato úroveň byla stanovena uměle), při dané ploše skládky tedy uvažujeme kubaturu zvodnělé zóny na úrovni 93 300 m³. Přitom kubatura samotné navážky v saturované zóně činí 12 540 m³.

Ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀

Kontaminace ropnými uhlovodíky na lokalitě 5b byla ověřena především v jihozápadní části v objektech S5b-1, S5b-10, S5b-11 a S5b-12 s koncentracemi 19 248 mg/kg, 10 694 mg/kg, 6 193 mg/kg a 1 221 mg/kg ve stejném pořadí. Jmenované objekty reprezentují oblast vysokých mocností navážky (5,0–12,2 m) a jsou umístěny na ose historického údolí, s výjimkou objektu S5b-10, který se nachází cca 15 m severozápadně od osy. Jmenované vzorky přitom pocházejí z úrovní 3–9 m pod úrovní terénu. Nad limitem (300 mg/kg) vyhlášky 294/2005 Sb. byly v průzkumu v období 2010–2011 dále vzorky zeminy z objektů S5b-6 a S5b-3 s hodnotami 872 mg/kg a 829 mg/kg C₁₀–C₄₀.

Dynamické vzorky podzemní vody z hydrogeologických objektů HG5-4, HG5-5 a HG5-6 ze 15. 12. 2010 neprokázaly koncentrace ropných uhlovodíků nad limitem detekce laboratorní metody. Statický vzorek podzemní vody z dočasně vystrojené sondy S5b-11 ze dne 6. 1. 2011 však potvrdil přítomnost ropných uhlovodíků v podzemní vodě skládky, a to na úrovni 1 320 mg/l C₁₀–C₄₀.

Vzhledem k absenci legislativní vyhlášky pro ropné uhlovodíky v podzemních vodách ukazatele C₁₀–C₄₀ byly výsledky porovnány pouze s vybraným objektem (HG5-4), představujícím přirozené pozadí. Zde byla koncentrace ropných uhlovodíků, podobně jako v případě analýzy zeminy, pod mezí detekce, tj. <0,05 mg/l pro podzemní vodu a <25 mg/kg v sušině.

Polycyklické aromatické uhlovodíky

Rozsah znečištění polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU) je v porovnání s rozsahem ropných uhlovodíků prostorově neurčitý. V zeminách je kontaminace zřejmá z analýz nevystrojené sondy S5b-6 a S5b-10, kde byla v horizontu 1,2 m, resp. 3,0 m stanovena koncentrace 23,1 mg/kg, resp. 16,0 Σ PAU⁶. Dále byla prokázána mírně zvýšená koncentrace v sondě S5b-5 – zde byla prokázána koncentrace Σ PAU na úrovni 6,9 mg/kg v úrovni 2,5 m p. ú. t. Vzhledem ke vzdálenosti sondy S5b-10 od sond S5b-5 a S5b-6 cca 100 m nelze určit oblast s vyššími očekávanými hodnotami kontaminace PAU.

V podzemní vodě jsou hodnoty PAU mírně zvýšené u dvou sledovaných objektů – S5b-11 a HG5-4, přitom koncentrace Σ PAU⁷ dosáhly v průzkumu v období 2010–2011 hodnot 2,6 μ g/l a 0,14 μ g/l ve stejném pořadí, limit daný vyhláškou je stanoven na úroveň 0,1 μ g/l.

⁶ Σ PAU jsou u zemin definovány dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. jako suma následujících látek: anthracen, benzo/a/anthracen, benzo/a/pyren, benzo/b/fluoranthen, benzo/ghi/perylene, benzo/k/fluoranthen, fluoranthen, fenantren, chrysen, indeno(1,2,3-cd)pyren, naftalen, pyren

⁷ Σ PAU jsou u podzemní vody definovány dle vyhlášky č. 252/2004 Sb. jako suma následujících látek: benzo/b/fluoranthen, benzo/ghi/perylene, benzo/k/fluoranthen, a indeno(1,2,3-cd)pyren

Těžké kovy

Nevýrazná kontaminace těžkými kovy se na lokalitě projevila v ukazatelích arsen, kadmium, chrom, nikl a olovo. V případě niklu a olova se jedná o bodovou kontaminaci v zemině nevystrojených sond S5b-12 a S5b-3 ve stejném pořadí, s hodnotami 174 mg/kg niklu a 343 mg/kg olova.

Chromem kontaminovaná zemina se vyskytuje podél osy historického údolí v objektech S5b-10, S5b-11 a S5b-12 s koncentracemi v horizontech 1,8–7,0 m na úrovni 303 mg/kg, 290 mg/kg a 277 mg/kg ve stejném pořadí. V průzkumu v období 2010–2011 bylo analyzováno celkem 8 objektů, jejichž vzorky zeminy přesahovaly v ukazateli arsen limit vyhlášky 294/2005 Sb., který je stanoven na úrovni 10 mg/kg. Vyšší míru kontaminace však potvrdil pouze vzorek zeminy z nevystrojené sondy S5b-4 v jihovýchodní části zájmového území – zde byla v horizontu 1,4 m p.ú.t. detekována hodnota 29 mg/kg.

Limit vyhlášky 294/2005 sb. pro kadmium (1 mg/kg) překročilo cca 10 analýz vzorků zeminy z lokality 5b, přičemž nejvýznamnější hodnoty byly ověřeny v objektech S5b-1 a S5b-10 s koncentracemi 3,1 mg/kg a 2,6 mg/kg ve stejném pořadí.

BTEX

Kontaminace látkami BTEX je s nejvyššími hodnotami koncentrována do oblasti podél osy historického údolí a je reprezentována objekty S5b-10, S5b-12 a S5b-11 s hodnotami 9,0 mg/kg, 5,6 mg/kg a 3,4 mg/kg Σ BTEX ve stejném pořadí. Horizont odběru vzorků v intervalu 3–7 m p.ú.t. Další 5 vzorků přesahuje limit vyhlášky č. 294/2005 Sb., která stanoví limit pro Σ BTEX v sušině odpadů na úrovni 0,4 mg/kg.

2.2.4. Posouzení šíření znečištění

2.2.4.1. Šíření znečištění v nesaturované zóně

Migrace kontaminantů v nesaturované zóně probíhá především gravitačně - vertikálním směrem, vlivem infiltrace srážkových vod a samotnou gravitací. Rychlost migrace znečištění v nesaturované zóně závisí zejména na těchto ukazatelích:

- typ kontaminantu
- míra zpevnění povrchu (asfalt, beton, zástavba, zatravnění, atd.)
- homogenita zeminy (propustnost)
- sorpční vlastnosti zeminy

Pohyb kontaminantů je zpomalován zejména polohami jílovitých sedimentů, které fungují jako hydraulická bariéra. Při průchodu kontaminantů horninových prostředím dochází k jejich rozptýlení a částečné sorpci na pevnou matici horninového prostředí. Množství sorbovaného kontaminantu závisí na povaze látky a obsahu organického uhlíku v pevné fázi horninového prostředí, který je schopný kontaminant vázat. Těkávé složky ropných uhlovodíků se šíří vytékáním do půdního vzduchu a dále do atmosféry. U těžkých kovů, kde převládají vysoké sorpční síly na zeminu, je migrace kontaminace značně omezená, zejména v jílovitých polohách. Nicméně v případě, že zemina již kontaminující kovy zadržuje a kontaminace

nadále přetrvává, dojde v určitém okamžiku k tomu, že se sorpční kapacita zeminy těmito kontaminujícími kovy nasytí a jejich další šíření (například do podzemní vody) není již na daném místě zemínou omežováno. Takto koncentrované kontaminující kovy potom navíc představují velké nebezpečí, neboť změnou okolních podmínek (například snížením pH při kyselém dešti) může docházet k jejich nárazovému vyplachování.

Veškerá plocha zájmového území je nebezpečná, zatravněná. V současné době využívána pro zemědělské účely.

Pro migraci kontaminantů je prostředí jemnozrnných jílu prostředím relativně špatně propustným.

Objem nesaturované zóny na lokalitě tvoří na ploše 5a 2 540 m³, na ploše 5b je to 38 160 m³.

Při adsorpci dochází k zachycení kontaminantu na povrchu organické hmoty v pevné fázi kolektoru, jehož množství je vyjadřováno jako váhová frakce organického uhlíku f_{oc} . Ta byla stanovena na základě laboratorních rozborů vzorků zemín ve formě TOC (Total Organic Carbon).

Pro výpočet sorpčních charakteristik zemín bylo nutné vypočítat lineární adsorpční izotermu K_d [l/g] dle vztahu

$$K_d = K_{oc} * f_{oc}$$

kde K_{oc} je distribuční koeficient organický uhlík-voda. Zadané hodnoty K_{oc} , f_{oc} a vypočítané K_d pro kontaminanty na ploše 5a jsou uvedeny v následující tabulce č. 28, pro kontaminanty na ploše 5b v tabulce č. 29. Pro těžké kovy je hodnota K_d dána. Jako zástupce spektra látek ropného původu byl použit methylcyklohexan, který představuje běžnou komponentu směsí ropných látek.

Hodnota ukazatele TOC je převzata z analýz vzorků zemín z nevystrojených sond S5a-10 z hloubek 2 a 5,8 m a jeho průměrná hodnota je 3,5 g/kg a S5b-2 z hloubek 2,5 a 3,5 metrů a jeho průměrná hodnota je 15 g/kg.

Pro výpočty šíření kontaminace byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů, zvláště pro plochu 5a a pro plochu 5b.

Tabulka č. 28: Hodnoty K_{oc} , f_{oc} a K_d pro lokalitu 5a

Kontaminant	K_{oc} [l/kg]	f_{oc}	K_d [l/kg]
methylecyklohexan	234	0,0035	0,8
benzo/ghi/perylen	$1,95 \cdot 10^6$	0,0035	$6,8 \cdot 10^3$
chrysen	$1,81 \cdot 10^5$	0,0035	$6,3 \cdot 10^2$
fenanthren	$1,67 \cdot 10^4$	0,0035	58,5

Tabulka č. 29: Hodnoty K_{oc} , f_{oc} a K_d pro lokalitu 5b

Kontaminant	K_{oc} [l/kg]	f_{oc}	K_d [l/kg]
methylyklohexan	234	0,015	3,5
kadmium	-	0,015	30
měď	-	0,015	98
chrom	-	0,015	15
nikl	-	0,015	10 ³
olovo	-	0,015	10 ⁵
benzo/a/pyren	5,87.10 ⁵	0,015	8,8.10 ³
benzo/b/fluoranthen	5,99.10 ⁵	0,015	9.10 ³
benzo/ghi/perylene	1,95.10 ⁶	0,015	3.10 ⁴
indeno(1,2,3-cd)pyren	1,95.10 ⁶	0,015	3.10 ⁴
benzo/k/fluoranthen	5,87.10 ⁵	0,015	9.10 ³
chrysen	1,81.10 ⁵	0,015	2,7.10 ³
pyren	5,43.10 ⁴	0,015	8.10 ²
anthracen	1,64.10 ⁴	0,015	2,5.10 ²
fenanthren	1,67.10 ⁴	0,015	2,5.10 ²
naftalen	1,54.10 ³	0,015	23
fluoranthen	5,55.10 ⁴	0,015	8,3.10 ²
benzen	1,46.10 ²	0,015	2,2
toluen	2,34.10 ²	0,015	2,5
ethylbenzen	4,46.10 ²	0,015	7
xylen	3,38.10 ²	0,015	5,7
TCE	60,7	0,015	0,9
PCE	94,9	0,015	1,4

Zdroj: THE RISK ASSESSMENT INFORMATION SYSTEM; *SCHINDLER (1987)[18]

Obecně platí, čím je K_d vyšší, tím je kontaminant méně mobilní a více se sorbuje na horninové prostředí.

Hlavním transportním mechanismem je v kvartérních sedimentech uvažován výluh srážkovou vodou. Tok kontaminantu můžeme vyjádřit vztahem

$$J = Q \cdot C$$

kde: J je tok kontaminantu v mg/s
 Q je průtok infiltrátu srážkové vody (l/s)
 C je koncentrace kontaminantu ve vodě (mg/l)

Výpočet průtoku srážkové vody Q vychází z průměrného ročního úhrnu srážek v oblasti, který činí 700 mm, množství infiltrace (cca 12 %) a plochy s výskytem znečištění nesaturované zóny.

Další výpočet je založen na úvaze, že infiltrující voda získává koncentraci kontaminantu odpovídající rovnovážné koncentraci podle vztahu

$$C_{aq} = \frac{C_{suš}}{K_d}$$

kde: C_{aq} je koncentrace kontaminantu ve výluhu (mg/l)
 $C_{suš}$ je 3. kvartil koncentrace kontaminantu v zemině (mg/kg)

Bilance kontaminantů v nesaturované zóně plochy 5a jsou uvedeny v tabulce č. 30. V případě ropných uhlovodíků skupiny C_{10} – C_{40} nebylo možné lokalitu 5b statisticky zhodnotit vzhledem k malému počtu údajů nad mezí detekce, byla stanovena úroveň 5 % ze sondy S5b-1. Ve vzorku zeminy z horizontu 2,4 m p.ú.t. byla detekována koncentrace 5 260 mg/kg v sušině. S ohledem na koncentrace v ostatních objektech tedy bude pro výpočty uvažována hodnota 263 mg/kg.

Tabulka č. 30.: Bilance v nesaturované zóně horninového prostředí

	C_{10} – C_{40}	b/ghi/p	chrysen	fenanthren
Organický uhlík	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Koc (dm ³ /kg)	234	1,95.10 ⁶	1,81.10 ⁵	1,67.10 ⁴
Kd (dm ³ /kg)	0,8	6,8.10 ³	6,3.10 ²	58,5
$C_{suš}$ (mg/kg)	263	0,06	0,05	0,15
C_{aq} (mg/dm ³)	321,1	8,8.10 ⁻⁶	7,9.10 ⁻⁵	2,6.10 ⁻³
Objem kontaminované horniny (m ³)	2 540	2 540	2 540	2 540
Hmotnost kontaminantu v nesaturované zóně (kg)	1,4.10³	0,3	0,3	0,8

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthen; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthen; ch-chrysen; f-fenanthren;

Podle výše uvedených výpočtů je na ploše 5a lokality Pod Velovou je v nesaturované zóně 1,4 t uhlovodíků C_{10} – C_{40} .

Bilance kontaminantů v nesaturované zóně plochy 5b jsou uvedeny v tabulce č. 31.

Tabulka č. 31.1 : Bilance v nesaturované zóně horninového prostředí – C_{10} – C_{40} , těžké kovy

	C_{10} – C_{40}	kadmium	měď ²	chrom	nikl	olovo
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	234	-	-	-	-	-
Kd (dm ³ /kg)	3,5	30	98	15	10 ³	10 ⁵
$C_{suš}$ (mg/kg)	420,3	1,15	28,5	28,7	46,7	10,2
C_{aq} (mg/dm ³)	119,7	0,04	0,3	1,4	4.10 ⁻³	1.10 ⁻⁵
Objem kontaminované horniny (m ³)	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160
Hmotnost kontaminantu v nesaturované zóně (kg)	9,5.10³	92,2	2,3.10³	1,6.10³	3,7.10³	8,2.10²

Tabulka č. 31.2.: Bilance v nesaturované zóně horninového prostředí – PAU

	b/a/p	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f	chrysen
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	5,87.10 ⁵	5,99.10 ⁵	1,95.10 ⁶	1,95.10 ⁶	5,87.10 ⁵	1,81.10 ⁵
Kd (dm ³ /kg)	8,8.10 ³	8,9.10 ³	3.10 ⁴	3.10 ⁴	8,8.10 ³	2,7.10 ³
$C_{suš}$ (mg/kg)	0,21	0,24	0,17	0,1	0,1	0,14
C_{aq} (mg/dm ³)	2,4.10 ⁻⁵	2,7.10 ⁻⁵	5,8.10 ⁻⁶	3,4.10 ⁻⁶	1,1.10 ⁻⁵	5,2.10 ⁻⁵
Objem kontaminované	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160

	b/a/p	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f	chrysen
horniny (m ³)						
Hmotnost kontaminantu v nenasurované zóně (kg)	16,8	19,2	13,6	8	8	11,2

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthren; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthren; ch-chrysen; f-fenanthren;

Tabulka č. 31.3.: Bilance v nenasurované zóně horninového prostředí – PAU

	pyren	anthracen	fenanthren	naftalen	fluoranthren
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	5,43.10 ⁴	1,64.10 ⁴	1,67.10 ⁴	1,54.10 ³	5,55.10 ⁴
Kd (dm ³ /kg)	8,1.10 ²	2,5.10 ²	2,5.10 ²	23	8,3.10 ²
C _{suš} (mg/kg)	0,57	0,2	0,7	0,53	0,31
C _{aq} (mg/dm ³)	7.10 ⁻⁴	8,1.10 ⁻⁴	2,8.10 ⁻³	2,3.10 ⁻²	3,7.10 ⁻⁴
Objem kontaminované horniny (m ³)	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160
Hmotnost kontaminantu v nenasurované zóně (kg)	45,7	16	56,1	42,5	24,8

Tabulka č. 31.4.: Bilance v nenasurované zóně horninového prostředí – BTEX, TCE

	benzen	toluen	ethylbenzen	xylen	TCE	PCE
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	1,5.10 ²	2,3.10 ²	4,5.10 ²	3,8.10 ²	60,7	94,9
Kd (dm ³ /kg)	2,2	3,5	6,7	5,7	0,9	1,42
C _{suš} (mg/kg)	0,13	0,28	0,22	0,32	0,13	0,03
C _{aq} (mg/dm ³)	5,9.10 ⁻²	8.10 ⁻²	3,3.10 ⁻²	5,6.10 ⁻²	1,4.10 ⁻¹	2,1.10 ⁻²
Objem kontaminované horniny (m ³)	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160	38 160
Hmotnost kontaminantu v nenasurované zóně (kg)	10,4	22,4	17,6	25,6	10,4	2,4

Podle výše uvedených výpočtů je na ploše 5b lokality Pod Velovou je v nenasurované zóně 9,5 t uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Z těžkých kovů je na lokalitě nejvíce niklu, a to 3,7 t. Z polycyklických aromatických uhlovodíků je na lokalitě nejvíce fenanthrenu (56,1 kg), pyrenu (45,7 kg) a naftalenu (42,5 kg). BTEX jsou nejvíce zastoupeny xylenem (25,6 kg).

2.2.4.2. Šíření znečištění v satureované zóně

Proudění podzemní vodou je nejvýznamnějším transportním mechanismem šíření kontaminantu směrem od zdroje znečištění. Vzhledem k tomu, že všechny póry horniny jsou v satureované zóně zaplněny, kontaminant může existovat buď ve formě fáze, volně se pohybující, rozpuštěný ve vodě nebo sorbovaný na povrchu pevné fáze kolektoru.

Mocnost zvodně satureované zóny dosahuje na ploše 5a 6 m, na ploše 5b dosahuje 6 m. Koeficient filtrace na lokalitě na základě vyhodnocení hydrodynamických zkoušek v objektu HG5-3 vychází 6,5.10⁻⁵ m/s a v objektu HG5-4 je koeficient filtrace 2,8.10⁻⁵ m/s.

Při ploše skládky 5a 8 190 m² a mocnosti zvodně 4 m, je objem satureované zóny 32 760 m³. Pro výpočty bilancí v pevné matici situované v satureované zóně byla uvažovaná kubatura pouze skládkového materiálu na úrovni 5 560 m³.

Při ploše skládky 5b 15 550 m² a mocnosti zvodně 6 m, je objem saturované zóny 93 300 m³. Pro výpočty bilancí v pevné matici situované v saturované zóně byla uvažovaná kubatura pouze skládkového materiálu na úrovni 12 540 m³.

Na lokalitě se vyskytují kontaminanty s různou mírou rozpustnosti ve vodě. Transport těchto látek je v souladu s mírou rozpustnosti odlišný. Jako nejvýznamnější kontaminanty byly určeny uhlovodíky C₁₀–C₄₀ a polycyklické aromatické uhlovodíky. Celková pórovitost u jílovitých písků je uvažována na úrovni 40 %, efektivní pórovitost činí 10 %.

Pro výpočty šíření v saturované zóně byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů. Vzhledem k tomu, že v případě ukazatele ropných uhlovodíků uhlovodíky C₁₀–C₄₀ byla ověřena hodnota nad mezí detekce pouze v jedné sondě, a to v hodnotě 1320 mg/l, byla pro následující výpočet použita hodnota na úrovni 10 % této koncentrace.

Hlavní migrační parametr v saturované zóně horninového prostředí představuje advekce. Advekci lze charakterizovat jako transport částic způsobenou prouděním podzemní vody na základě nenulového hydraulického gradientu. Rychlost proudění podzemní vody v (m/s) vypočteme dle Darcyho zákona jako

$$v = k \cdot I$$

kde: k je koeficient filtrace (m/s)
 I je hydraulický gradient.

Hydraulický gradient získáme dle vztahu

$$I = \frac{dh}{dl}$$

kde: dh představuje rozdíl hydraulických výšek mezi dvěma body
 dl je jejich vzdálenost.

Střední lineární (skutečná) rychlost proudění v_s (m/s) se vypočte dle rovnice

$$v_s = \frac{k \cdot I}{n_e}$$

kde: n_e je efektivní pórovitost.

Při proudění kontaminantu v podzemní vodě dochází k adsorpci, tedy zachycení kontaminantu na povrchu pevné fáze kolektoru. Adsorbovaný kontaminant je zpomalen v porovnání s rychlostí advekce. Toto zpomalení je vyjádřeno koeficientem retardace R , vypočteného dle vztahu

$$R = 1 + \left(\frac{\rho_b}{n} \right) \cdot K_d$$

kde: ρ_b je měrná hmotnost pevné fáze (kg/dm³)
 K_d je distribuční koeficient
 n je celková pórovitost.

Rychlost šíření kontaminantů se dále vypočte dle rovnice

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

Advekční tok kontaminantu je pak

$$J = v.n.C$$

kde: C představuje koncentraci kontaminantu v podzemní vodě.

Koeficient filtrace, zjištěný na základě hydrodynamických zkoušek (viz kapitola 2.2.2.4.), dosahuje na lokalitě 5a hodnoty $6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s a na lokalitě 5b hodnoty $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Rychlost proudění podzemní vody v , při průměrném hydraulickém gradientu $0,1^8$ vychází rychlost proudění podzemní vody na ploše 5a na $6,5 \cdot 10^{-6}$ m/s, na ploše 5b je to $2,8 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Střední lineární (skutečná) rychlost proudění v_s při efektivní pórovitosti n_e 10 % vychází na lokalitě 5a na $6,5 \cdot 10^{-5}$ m/s, na ploše 5b je to $2,8 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Zpomalení proudění kontaminantu v podzemní vodě v důsledku adsorpce na povrchu pevné fáze kolektoru, je vyjádřené koeficientem retardace R , jehož vypočtené hodnoty jsou v tabulce č. 28.

V tabulce č. 32 je vypočtená rychlost šíření a advekční tok kontaminantu pro ploch 5a, v tabulce číslo 33 pro ploch 5b.

Rychlost šíření a advekční tok kontaminantů pro plochu 5a

Tabulka č.32.1: Rychlost šíření a advekční tok kontaminantu

	$C_{10}-C_{40}$	b/a/p*	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f
v (m/s)	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$6 \cdot 10^{-9}$	$5,9 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$1,8 \cdot 10^{-9}$	$6 \cdot 10^{-9}$
J (mg/m ² /rok)	23,2	$9,9 \cdot 10^{-6}$	$1,2 \cdot 10^{-5}$	$2,5 \cdot 10^{-6}$	$1,8 \cdot 10^{-6}$	$5,3 \cdot 10^{-6}$

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthen; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthen

Tabulka č.32.2.: Rychlost šíření a advekční tok kontaminantu

	chrysen	pyren	anthracen	fen**	fluor
v (m/s)	$2 \cdot 10^{-8}$	$6,5 \cdot 10^{-8}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$2,1 \cdot 10^{-7}$	$6,4 \cdot 10^{-8}$
J (mg/m ² /rok)	$3,2 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-4}$	$1,6 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$4,3 \cdot 10^{-4}$

** fen-fenanthren; fluor-fluoranthen

Na ploše 5a lokality Pod Velovou se nejrychleji šíří uhlovodíky $C_{10}-C_{40}$, rychlostí $1,2 \cdot 10^{-5}$ m/s a jejich advekční tok je $23,2$ mg/m²/rok. Z polycyklických aromatických uhlovodíků se nejrychleji šíří anthracen a fenanthrenu, rychlostí $2,1 \cdot 10^{-7}$ m/s. Advekční tok anthracenu je $1,6 \cdot 10^{-4}$ mg/m²/rok, advekční tok fenanthrenu je $1,2 \cdot 10^{-3}$ mg/m²/rok.

⁸ gradient proudění podzemní vody byl určen z proudového pole – viz příloha č. 11

Rychlost šíření a advekční tok kontaminantů pro plochu 5b

Tabulka č. 33.1: Rychlost šíření a advekční tok kontaminantu

	C ₁₀ -C ₄₀	b/a/p*	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f
v (m/s)	1,4.10 ⁻⁶	6,1.10 ⁻¹⁰	5,9.10 ⁻¹⁰	1,8.10 ⁻¹⁰	1,8.10 ⁻¹⁰	6,1.10 ⁻¹⁰
J (mg/m ² /rok)	2,4.10 ³	9,2.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁶	2,3.10 ⁻⁸	4,1.10 ⁻⁶

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthen; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthen

Tabulka č.33.2: Rychlost šíření a advekční tok kontaminantu

	chrysen	pyren	anthracen	fen**	fluor
v (m/s)	2.10 ⁻⁹	6,5.10 ⁻⁹	2,2.10 ⁻⁸	2,1.10 ⁻⁸	6,4.10 ⁻⁹
J (mg/m ² /rok)	3,7.10 ⁻⁵	10.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻⁵	9,1.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻⁵

** fen-fenanthren; fluor-fluoranthen

Na ploše 5b lokality Pod Velovou se nejrychleji šíří uhlovodíky C₁₀-C₄₀, rychlostí 1,4.10⁻⁶ m/s a jejich advekční tok je 2,4.10³ mg/m²/rok. Z polycyklických aromatických uhlovodíků se nejrychleji šíří anthracen a fenanthrenu, rychlostí 2,2.10⁻⁸ m/s. Advekční tok anthracenu je 19.10⁻⁵ mg/m²/rok, advekční tok fenanthrenu je 9,1.10⁻⁴ mg/m²/rok

Bilance znečištění v saturované zóně horninového prostředí

Pro účely kvantifikace bilance znečištění v saturované zóně vycházíme z koncepce lineární sorpční rovnováhy mezi kontaminovanou podzemní vodou a pevnou matricí. Množství kontaminantu rozpuštěného v podzemní vodě je úměrné množství kontaminantu sorbovaného horninou. Vzájemný poměr je vyjádřen lineárním distribučním koeficientem půdního rozdělení K_d, který je podílem koncentrace kontaminantu v hornině c_a a koncentrace kontaminantu ve vodě c_i.

$$K_d = c_a / c_i$$

Vzhledem k tomu, že vlastní měření koeficientu K_d je pro těkavé látky problematické, vypočítává se z koeficientu sorpce na organický uhlík a f_{oc}.

$$K_d = K_{oc} \cdot f_{oc}$$

Výpočet lze rozdělit do 3 částí:

hmotnost volné fáze (není bilancována)

hmotnost kontaminantu rozpuštěného v podzemní vodě M_i,

hmotnost kontaminantu sorbovaného horninou M_a.

Hmotnost kontaminantu rozpuštěného v podzemní vodě M_i:

$$M_i = C_i \cdot V_a \cdot P,$$

kde: C_i koncentrace kontaminantu v podzemní vodě
V_a objem saturované zóny zasažené kontaminací
P porosita

Hmotnost kontaminantu sorbovaného horninou M_a :

$$M_a = C_a \cdot V_a \cdot p_a,$$

$$C_a = K_d \cdot C_i,$$

kde C_a koncentrace kontaminantu v hornině
 C_i koncentrace kontaminantu v podzemní vodě
 V_a objem saturované zóny zasažené kontaminací
 p_a měrná hmotnost zeminy

V následující tabulce jsou vypočtené bilance vybraných kontaminantů pro plochu 5a

Tabulka č. 34.1: Bilance v saturované zóně horninového prostředí

	$C_{10-C_{40}}$	b/a/p	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f
Organický uhlík	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Koc (dm ³ /kg)	234	5,87.10 ⁵	5,99.10 ⁵	1,95.10 ⁶	1,95.10 ⁶	5,87.10 ⁵
Kd (dm ³ /kg)	0,8	2.10 ³	2,1.10 ³	6,8.10 ³	6,8.10 ³	2.10 ³
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	150	0,13	0,16	0,11	0,08	0,07
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	0,15	1,3.10 ⁻⁴	1,6.10 ⁻⁴	1,1.10 ⁻⁴	8.10 ⁻⁵	7.10 ⁻⁵
Ca (mg/kg)	1,2.10 ⁻¹	2,7.10 ⁻¹	3,3. 10 ⁻¹	7,5. 10 ⁻¹	5,5. 10 ⁻¹	1,4. 10 ⁻¹
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	32 760	32 760	32 760	32 760	32 760	32 760
Objem zasažené zeminy (m ³)	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560
Měrná hmotnost zeminy (kg/dm ³)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Celková pórovitost	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Efektivní pórovitost	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Retardační faktor	5,3	10787	11007	35832	35832	10787
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	1,9	1,7.10 ⁻³	2,1.10 ⁻³	1,4.10 ⁻³	1.10 ⁻³	9,1.10 ⁻⁴
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (kg)	1,4	3,1	3,8	8,7	6,4	1,6
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	1,4	3,1	3,8	8,7	6,4	1,6

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthen; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthen

Tabulka č. 34.2: Bilance v saturované zóně horninového prostředí

	chrysen	pyren	anthracen	fenanthren	fluor*
Organický uhlík	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035	0,0035
Koc (dm ³ /kg)	1,81.10 ⁵	5,43.10 ⁴	1,64.10 ⁴	1,67.10 ⁴	5,55.10 ⁴
Kd (dm ³ /kg)	6,3.10 ²	1,9.10 ²	5,7.10 ¹	5,8.10 ¹	1,9.10 ²
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	0,13	0,37	0,06	0,45	0,54
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	1,3.10 ⁻⁴	3,7.10 ⁻⁴	6.10 ⁻⁵	4,5.10 ⁻⁴	5,4.10 ⁻⁴
Ca (mg/kg)	8,2.10 ⁻²	7.10 ⁻²	3,4.10 ⁻³	2,6.10 ⁻²	1. 10 ⁻¹

	chrysen	pyren	anthracen	fenanthren	fluor*
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	32 760	32 760	32 760	32 760	32 760
Objem zasažené zeminy (m ³)	5 560	5 560	5 560	5 560	5 560
Měrná hmotnost zeminy (kg/dm ³)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Celková pórovitost	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Efektivní pórovitost	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Retardační faktor	3327	999	302	308	1021
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	1,7.10 ⁻³	4,8.10 ⁻³	7,8.10 ⁻⁴	5,9.10 ⁻³	7.10 ⁻²
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (kg)	0,95	0,8	3,9.10 ⁻²	0,3	1,1
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	9,5.10⁻¹	8.10⁻¹	3,9.10⁻²	3.10⁻¹	1,1.10⁻¹

*fluor-fluoranthren

Podle výše uvedených výpočtů je v saturované zóně na ploše 5a lokality Pod Velovou 1,4 kg uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Nejvíce zastoupeným polycyklických aromatických uhlovodíkem je benzo/ghi/perylen (8,7 kg) a indeno(1,2,3-cd)pyren (6,4 kg).

V následující tabulce jsou vypočtené bilance vybraných kontaminantů pro plochu 5b

Tabulka č. 35.1: *Bilance v saturované zóně horninového prostředí*

	C ₁₀ –C ₄₀	b/a/p	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	234	5,87.10 ⁵	5,99.10 ⁵	1,95.10 ⁶	1,95.10 ⁶	5,87.10 ⁵
Kd (dm ³ /kg)	3,5	8,8.10 ³	9.10 ³	2,9.10 ⁴	2,9.10 ⁴	8,8.10 ³
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	130.10 ³	1,17	0,2	0,64	0,01	0,53
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	130	1,2.10 ⁻³	2.10 ⁻⁴	6,4.10 ⁻⁴	1.10 ⁻⁵	5,3.10 ⁻⁴
Ca (mg/kg)	456	10,6	1,8	1,9	18,7	2,9.10 ⁻³
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	93 300	93 300	93 300	93 300	93 300	93 300
Objem zasažené zeminy (m ³)	12 540	12 540	12 540	12 540	12 540	12 540
Měrná hmotnost zeminy (kg/dm ³)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Celková pórovitost	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Efektivní pórovitost	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Retardační faktor	19,4	46227	47172	153563	153563	46227
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	4,8.10 ³	0,04	7,4.10 ⁻³	2,3.10 ⁻²	3,7.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻²
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (kg)	12.10 ³	279	47	50	492	7,6.10 ⁻²
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	1,2.10⁴	279	47	50	492	7,6.10⁻²

* b/a/p-benzo/a/pyren; b/b/f-benzo/b/fluoranthren; i(1,2,3-cd)p-indeno(1,2,3-cd)pyren; b/k/f-benzo/k/fluoranthren

Tabulka č. 35.2: *Bilance v saturované zóně horninového prostředí*

	chrysen	pyren	anthracen	fenanthren	fluor*
Organický uhlík	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
Koc (dm ³ /kg)	1,81.10 ⁵	5,43.10 ⁴	1,64.10 ⁴	1,67.10 ⁴	5,55.10 ⁴
Kd (dm ³ /kg)	2,7.10 ³	8,1.10 ²	2,5.10 ²	2,5.10 ²	8,3.10 ²
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	1,5	12	0,07	3,4	1,3
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	1,5.10 ⁻³	12.10 ⁻³	7.10 ⁻⁵	3,4.10 ⁻³	1,3.10 ⁻³
Ca (mg/kg)	4,7	4	1,7.10 ⁻²	8,5.10 ⁻¹	1,1
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	93 300	93 300	93 300	93 300	93 300
Objem zasažené zeminy (m ³)	12 540	12 540	12 540	12 540	12 540
Měrná hmotnost zeminy (kg/dm ³)	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Celková pórovitost	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Efektivní pórovitost	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Retardační faktor	14255	4277	1293	1316	4372
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	5,5.10 ⁻²	4,4.10 ⁻¹	2,6.10 ⁻³	2,6.10 ⁻³	4,8.10 ⁻²
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (kg)	123	105	0,4	22	28
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	123	105	0,4	22	28

*fluor-fluoranthren

Podle výše uvedených výpočtů je v saturované zóně na ploše 5b lokality Pod Velovou 11,1 t uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Nejvíce zastoupeným polycyklických aromatických uhlovodíkem je indeno(1,2,3-cd)pyren (492 kg), benzo/a/pyren (279 kg) a chrysen (123 kg).

2.2.4.3. Šíření znečištění povrchovými vodami

Na základě výsledků průzkumu v období 2010–2011 se ve vzorcích povrchové vody z profilu PV5-1 a drenáže PV5-2 z ploch 5a i 5b neprokázalo šíření kontaminace do povrchového toku.

2.2.4.4. Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

K přirozenému poklesu anorganických a organických kontaminantů dochází v horninovém prostředí zejména ředěním mechanismem advekce a disperze, mnoho z kontaminantů má navíc tendenci sorbovat se na organickou hmotu nebo jiné pevné částice. Tyto procesy vedou k poklesu koncentrací, nicméně ne k jejich odstranění z prostředí. Některé polutanty navíc za vhodných podmínek velmi ochotně podléhají vlastní biodegradaci, čímž dochází k jejich postupnému odstranění z jednotlivých složek životního prostředí. Všechny přirozené procesy, které vedou k poklesu kontaminantů, lze shrnout pod pojem atenuace.

Přirozená atenuace je v principu spolupůsobení celé řady procesů. Na šíření, rozptyl a koncentrování kontaminantu mají vliv jak fyzikálně-chemické parametry prostředí, tak rovněž termodynamické charakteristiky daného kontaminantu a v neposlední řadě vliv biosféry.

Hodnocení procesů přirozené atenuace bylo vyhotoveno podle Metodického pokynu MŽP pro analýzu rizik kontaminovaného území, dle přílohy 6 – základní pravidla pro hodnocení přirozené atenuace. Výchozími podklady pro posouzení atenuačních procesů jsou data z průzkumných prací předkládané v rámci analýzy rizik. S ohledem na možné transportní cesty kontaminantů k potenciálním příjemcům rizik, jsou atenuační procesy hodnoceny pro nesaturovanou i saturovanou zónu. Vzhledem k podobnému charakteru znečištění obou lokalit je atenuace diskutována pro obě lokality (5a a 5b) společně.

Na základě ověřené kontaminace je pozornost věnována uhlovodíkům C₁₀–C₄₀, vybraným těžkým kovům (nikl a olovo) a PAU.

Nikl

Z výsledků laboratorních analýz je patrné, že na lokalitě 5a bylo prokázáno znečištění podzemní vody niklem. Jedná se o bodové znečištění s koncentrací **0,123 mg/l**, která překračuje kritérium B MP MŽP. V povrchové vodě zvýšené obsahy prokázány nebyly, a tudíž se předpokládá, že nikl přetrvává v podzemní vodě.

Ve vodě při prokázaném neutrálním pH je dominantní formou výskytu Ni²⁺, který se sorbuje na oxidy železa a manganu nebo tvoří komplexní sloučeniny s anorganickými ligandy. Protože v podzemních vodách bylo naměřeno oxidační prostředí (hodnota Eh: 140 a 150 mV) je předpoklad, že v tomto prostředí se bude železo a mangan ve formě oxidů vyskytovat. V podzemních vodách skládky byly zvýšené obsahy železa i manganu prokázány.

Olovo

Zvýšené koncentrace olova byly identifikovány v zemině lokality 5b, kde se jedná rovněž o bodový rozsah. Koncentrace olova zde dosahuje **343 mg/kg** a v podzemních i povrchových vodách byly obsahy kovu pod mezí detekce laboratorní metody. Vzhledem k uložení skládky v jílovitém materiálu s vysokou sorpční kapacitou se předpokládá, že olovo je na něj pevně nasorbováno. Nebezpečí vyluhování do podzemních vod by hrozilo v případě výrazného poklesu pH podzemních vod, hodnoty pH na lokalitě ale odráží neutrální podmínky.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Na obou lokalitách byla v podzemních vodách skládkové zvodně prokázána kontaminace PAU, což se u některých složek projevilo překročením orientačních kritérií B i C. Σ PAU v podzemních vodách skládky 5a dosahovala hodnoty **3,96 μ g/l**, na lokalitě 5b dosahovala Σ PAU **40,91 μ g/l**.

Obecně jsou aromatické sloučeniny díky své nižší rozpustnosti více rezistentní vůči biodegradaci v porovnání s n-alkany a jejich relativně nízká koncentrace na lokalitě nahrává rychlejšímu působení degradačních procesů. V saturované zóně se u těchto složek nepředpokládá intenzivní pohyb ve směru proudění podzemní vody.

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

Kontaminace zemin uhlovodíky C₁₀–C₄₀ byla prokázána na lokalitě 5b, kde se jednalo o plošnou kontaminaci s max. koncentrací **19 248 mg/kg**, na lokalitě 5a bylo prokázáno pouze bodové znečištění o koncentraci **5 260 mg/kg**. Především na lokalitě 5b dochází k uvolňování uhlovodíků do podzemních vod, kde koncentrace uhlovodíků dosahuje až **1 320 mg/kg**.

Aerobní a anaerobní transformace uhlovodíkových kontaminantů

V rámci přirozených atenuačních procesů jsou nasycené n-alkany nejsnáze odbouratelné sloučeniny, přičemž nejlépe podléhají degradaci alkanů v rozpětí od C₁₀ do C₂₆. Hlavní mechanismus degradace n-alkanů spočívá v oxidaci, odpovídající oxidaci alkoholů, aldehydů nebo funkčních skupin mastných kyselin. Oxidace kontaminantů probíhá přednostně kyslíkem, pokud je vyčerpán, proces přejde na anaerobní, kdy jako akceptor elektronu začnou figurovat látky typu dusičnany, železité a manganičité ionty a sírany. Mezi důležité geochemické indikátory, které jsou při posuzování atenuačních procesů sledovány, patří hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu (Eh), koncentrace elektronových akceptorů, hodnota pH a teplota. Hodnoty geochemických indikátorů naměřených v podzemní vodě lokalit 5a a 5b jsou vyjádřeny v tabulce č. 36. a 37.

Tabulka č. 36: Geochemické parametry vzorků podzemních vod na lokalitě 5a

Vrt	HG5-1	HG5-2	HG5-3
pH:	6,67	7,08	7,56
Redox potenciál: [mV]	152	-135,7	140,4
Rozp. O ₂ : [mg/l]	1,86	1,02	1,82
Fe celk.(mg/l)	1,2	210	---
Fe ^{III} (mg/l)	<0,02	187	---
Fe ^{II} (mg/l)	1,2	23,4	---
dusičnany (mg/l)	<5	<5	---
sírany (mg/l)	56,8	<10	---
Vodivost: [μS/cm]	435	1 317	381
Teplota: [°C]	9	8,2	10,1

Na lokalitě 5a ve vrtu HG5-1 bylo v podzemních vodách naměřeno oxidační prostředí (Eh: **152 mV**), čemuž odpovídá koncentrace kyslíku nad 0,5 mg/l. Vzhledem k tomu, že většina železa se vyskytuje v redukované formě Fe^{II} a dusičnany jsou vyčerpány lze usuzovat, že se zde vyskytovalo redukční prostředí s uplatněním dusičnanů jako akceptorů elektronů. Nyní zřejmě dochází ke znovu nastolení oxidačních podmínek, což se projevuje vyšším obsahem rozpuštěného kyslíku. Ve znečištěném vrtu HG5-2 k vyčerpání jak dusičnanů, tak

síranů, což je způsobeno jejich spotřebováním při oxidaci kontaminantů, zároveň je v tomto vrtu v současné době dle Eh výrazně redukční prostředí.

Tab. č. 37: Geochemické parametry vzorků podzemních vod na lokalitě 5b

Vrt	HG5-4	HG5-5	HG5-6
pH:	6,67	6,33	7,04
Redox potenciál: [mV]	103,7	122,3	-39,3
Rozp. O ₂ : [mg/l]	0,77	10,65	0,52
Fe celk.(mg/l)	9,8	---	0,59
FeIII (mg/l)	<0,02	---	<0,02
FeII (mg/l)	9,8	---	0,59
dusičnany (mg/l)	<5	---	<5
sírany (mg/l)	21,8	---	87,3
Vodivost: [μS/cm]	566	135,1	609
Teplota: [°C]	9,2	7,2	8,6

V podzemních vodách lokality 5b v nejvíce znečištěné sondě (S5b-11), nebyly geochemické indikátory sledovány. Ve vrtu HG5-4, kde bylo prokázáno pouze nevýznamné znečištění složkami PAU, bylo naměřeno oxidační prostředí (Eh: **103,7 mV**) s relativně nízkým obsahem rozpuštěného kyslíku (**0,77 mg/l**), což koresponduje s vysokým obsahem dvojmocného železa Fe^{II} (**9,8 mg/l**) v porovnání s jeho trojmocnou formou. Z elektronových akceptorů jsou spotřebovány dusičnany. Tyto indicie naznačují, že zde probíhaly oxidační procesy. Vrt HG5-6 patří k nejčistším vrtům na lokalitě a záporná hodnota redox potenciálu je poněkud nelogická.

Posouzení stavu probíhajících atenuačních procesů

Z hlediska těžkých kovů se předpokládá, že za současných geochemických podmínek zůstávají těžké kovy v oblasti skládky imobilní. Nikl na lokalitě 5a se v podzemní vodě pravděpodobně sorbuje na oxidy železa a olovo zvýšené v zeminách lokality 5b zůstává v jílovité zemině, která vykazuje vysokou sorpční kapacitu.

Z pohledu ropných uhlovodíků byly zaznamenány geochemické indikátory naznačující, že zde v menší míře proběhly oxidační procesy vedoucí k poklesu kontaminantů. Bohužel pro nejvíce znečištěný objekt (S5b-11 na lokalitě 5b) nelze míru atenuačních procesů usuzovat.

2.2.5. Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Šíření kontaminace bylo průzkumnými pracemi ověřeno a potvrzeno. Směr proudění podzemní vody přes zájmové území, jak je znázorněno v situaci proudového pole kvartérní zvodně v **příloze č. 11**, je k Z–ZJZ, kde je lokalita drénována řekou Lubinou. Samotná existence proudového pole napovídá, že k transportu rozpuštěných látek bude docházet. Jednotlivé charakteristiky šíření kontaminantů budou diskutovány v rámci příslušných podoblastí, tj. 5a a 5b.

Lokalita 5a

Výsledky laboratorních analýz vzorků byly porovnávány s hodnotou přirozeného pozadí na lokalitě, s orientačními kritérii MP MŽP, ale také s vyhláškou č. 294/2005 Sb. Mezi největší kontaminanty v zeminách patří uhlovodíky C₁₀–C₄₀, tato hodnota však byla ověřena v jediném objektu – S5a-1. Ostatní kontaminující složky na lokalitě 5a nepředstavují výrazné znečištění. Plošný a hloubkový rozsah této skládky a charakter odpadu rovněž ukazuje na skutečnost, že skládka 5a – Pod Velovou nebyla ve vyšší míře využita pro deponování odpadu charakteristického pro okolní skládky (lokality 5b a 6).

Šíření kontaminace na lokalitě 5a dokládají koncentrace PAU v podzemní vodě v objektu HG5-2, který se nachází na výstupu podzemních vod z lokality a svým profilem nezasahuje tělese skládky. Ve vzorku podzemní vody ze dne 6. 1. 2011 byla detekována koncentrace 0,85 µg/l ΣPAU. Rychlost šíření složek PAU v řádu jednotek 10⁻⁹ až 10⁻¹⁰ m/s však ukazuje na stagnaci kontaminace v oblasti skládky. Tento jev je dán vysokou mírou retardace kontaminantů ve skládkovém materiálu a vyšší očekávanou hodnotou organického uhlíku v tělese navážky.

Ve vzorku podzemní vody z hydrogeologického vrtu HG5-3 byla dne 15. 12. 2010 analyzována hodnota C₁₀–C₄₀ na úrovni 1,18 mg/l, zatímco vzorek z vrtu HG5-1, představující přirozené pozadí na lokalitě, nepřekročil mez detekce laboratorní metody, tj. <0,05 mg/l. Vzhledem k situaci objektu HG5-3 mimo skládku, resp. 40 m ssz. od skládky 5a, a směru proudění podzemní vody směrem k ZJZ, není pravděpodobné, že by podzemní voda odebraná z tohoto objektu pocházela ze skládky. Na základě toho byl objekt opětovně vzorkován, dynamicky i staticky, dne 21. 2. 2011, přičemž hodnota dynamického vzorku dosáhla 0,17 mg/l a ve statickém vzorku byla detekována hodnota 0,10 mg/l C₁₀–C₄₀. Ačkoliv jsou tyto hodnoty stále nad úroveň přirozeného pozadí na lokalitě 5a, míra koncentrace z 15. 12. 2010 nebyla opakovaným vzorkováním potvrzena. Zdroj zvýšených hodnot pro ropné uhlovodíky nebyl průzkumnými pracemi v období 2010–2011 identifikován.

V povrchové vodě nebylo prokázáno znečištění, tudíž se šíření kontaminace ze skládky nepředpokládá.

Lokalita 5b

Směr proudění podzemní vody přes zájmové území, jak je znázorněno v situaci proudového pole kvartérní zvodně v **příloze č. 11**, je k JZ–SV, kde je lokalita drénována řekou Lubinou.

Výsledky laboratorních analýz vzorků byly porovnávány s hodnotou přirozeného pozadí na lokalitě, s orientačními kritérii MP MŽP, ale také s vyhláškou č. 294/2005 Sb. Mezi největší kontaminanty v zeminách patří uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, BTEX a těžké kovy (arsen, kadmium, chrom, olovo a nikl).

Původně určený objekt pro reprezentaci přirozeného pozadí na lokalitě, hydrogeologický vrt HG5-4 vykazuje zvýšené hodnoty kontaminace v podzemní vodě, přičemž samotný objekt je zároveň situován v tělese navážky na SV aktualizovaného rozsahu skládky.

Ve staticky odebraném vzorku podzemní vody z dočasně vstrojené sondy S5b-11 dosahovala koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ 1 320 mg/l. V tomto vrtu zároveň byla detekována míra kontaminace PAU na úrovni 2,6 µg/l ΣPAU. Tento vrt je situován v 10,80 m

navážky, která je převážně tvořena slévárenskými písky. Vzhledem k míře postupu kontaminační fronty v saturované zóně je však mobilita PAU v desetinách až tisícinách metrů za rok. Tomu odpovídá i kvalita podzemní vody z objektu HG5-6, který se nachází na výstupu podzemní vody z lokality. Zde nebyla kontaminace ze skládky 5b průzkumnými pracemi v období 2010–2011 potvrzena, úroveň PAU je zde 0,003 µg/l.

Na základě průzkumu nebylo prokázáno znečištění v povrchovém toku a šíření kontaminace ze skládky se nepředpokládá.

2.2.6. Omezení a nejistoty

Vymezení rozsahu kontaminace v nesaturované zóně je zatíženo nepřesností z důvodu omezených možností realizace průzkumných sond a jejich počtu. Průzkumné sondy byly provedeny v místech, kde nemohlo dojít ke střetu s inženýrskými a technologickými sítěmi.

Kvantifikace kontaminace podzemních vod pro hodnocení kvality a vývoje kontaminace podzemních vod byla v případě nově vybudovaných objektů k dispozici pouze z jednorázového monitoringu a z omezeného počtu monitorovacích objektů.

Vlastní vstupní data jsou standardně zatížena chybou. Jsou to jednak chyby při odběru vlivem např. klimatických podmínek, a dále standardní chyba analytického stanovení, která je uvedena v certifikátu laboratorních analýz.

Vzhledem k absenci objektu, který by na lokalitě 5b představoval přirozené pozadí pro podzemní vodu nad skládkou, není hodnota přirozeného pozadí známá. Lze však předpokládat, že hodnota koncentrací by měla odpovídat výsledkům z hydrogeologického vrtu HG5-1, který reprezentuje přirozené pozadí sousední skládky 5a.

3. Hodnocení rizika

Hodnocení rizika vychází z principů uvedených v Metodickém pokynu MŽP č. 12 pro analýzu rizik kontaminovaných území. Postup hodnocení zdravotního rizika předpokládá nejdříve identifikaci rizik spočívající v určení a zdůvodnění prioritních polutantů, v bližší identifikaci příjemců rizik a reálných expozičních scénářů. Následně je pro jednotlivé expoziční scénáře hodnocena nebezpečnost polutantů na zdraví obyvatel a životní prostředí, **v případě, že jsou překročeny limitní hodnoty legislativních norem, zejména zjištění závažného ohrožení znečištění povrchových nebo podzemních vod, vyžaduje již tato skutečnost nutnost nápravných opatření.** Při hodnocení rizik bylo rovněž přihlédnuto k metodikám U. S. EPA.

3.1. Identifikace rizik

Před vlastní kvantifikací reálných rizik je nezbytné upřesnit scénáře expozice potenciálně ohrožených příjemců. Tyto informace, které jsou předmětem identifikace rizik, vycházejí z údajů o charakteru, rozsahu kontaminace a z vyhodnocení mechanismů migrace kontaminantů v dané lokalitě tak, jak jsou uvedeny v předcházejících kapitolách.

3.1.1. Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

Z výsledků provedených průzkumných prací byly vytipovány a dále při hodnocení rizik uvažovány následující prioritní kontaminanty:

- zemina C₁₀–C₄₀, PAU
- podzemní voda C₁₀–C₄₀, PAU

Toxikologické vlastnosti jsou uvedeny v **příloze č. 17.**

Podle výsledků laboratorních analýz jsou na lokalitě zvýšené výskyty benzenu, toluenu, ethylbenzenu a xylenu (BTEX) v zemině. Pro výpočet dermálního kontaktu ale tyto kontaminanty nebyly uvažované, jelikož podle U. S. EPA nejsou tyto kontaminanty při dermálním kontaktu nebezpečné a nejsou pro ně stanovené hodnoty RfD-ad (bezpečná referenční denní dávka) nebo SF-ad (faktor strmosti).

Toxikologické vlastnosti jsou uvedeny v **příloze č. 17.**

S limitními hodnotami pro pitnou vodu dle vyhl. č. 252/2004 Sb. byly porovnávány výsledky všech laboratorních analýz provedených v rámci odběrů vzorků podzemních vod. Koncentrace **0,12 mg/l** niklu překračuje ve vrtu HG5-2 limitní hodnotu (0,02 mg/l).

Limitní hodnota benzo/a/pyrenu je stanovena na 0,01 µg/l. Této hodnotě nevyhovuje koncentrace benzo/a/pyrenu **0,049 µg/l** ve vrtu HG5-4 a **2,3 µg/l** v sondě S5b-11. Limitní hodnota ΣPAU je 0,1 µg/l, ta je překročena ve vrtu HG5-4 se sumou **0,142 µg/l**

a ve statickém vzorku ze sondy S5b-11 s hodnotou **2,63 µg/l** a ve vrtu HG5-2, který je umístěný ve středové linii skládky. Hodnota Σ PAU dosahuje v tomto vrtu **0,85 µg/l**.

Voda na této lokalitě však není využívána jako pitná, tudíž není překročení legislativních limitů pro pitnou vodu považováno za rizikové pro obyvatelstvo.

3.1.2. Základní charakteristika příjemců rizik

Na lokalitu č. 5 Pod Velovou je volný přístup osob. Příjemci rizik jsou tedy obyvatelé procházející lokalitou mezi zastávkami místních částí Vetřkovice a Mniší a další, kteří lokalitu využívají k rekreačním účelům.

3.1.3. Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice (aktualizovaný koncepční model)

Tabulka č.38: Aktualizovaný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Poznámka
3	Bývalá skládka	Emise plynů a prachu (případně přímý kontakt s odpady na povrchu terénu)	Poškození vegetačního krytu, dále náhodní návštěvníci lokality a zvířata pohybující se v prostoru skládky - expozice ingescí, dermální a inhalační	Těleso skládky je volně přístupné

V aktualizovaném koncepčním modelu je jako hlavní ohnisko znečištění v zájmovém území uvažována bývalá skládka. Jako příjemce rizik je uvažováno obyvatelstvo volně se pohybující v jejím prostoru. V předběžném koncepčním modelu byly uvažovány scénáře s průsaky srážkové vody a transport kontaminace do vody podzemní a následně povrchové a ohrožení lesních a vodních ekosystémů. Tyto scénáře nejsou v aktualizovaném koncepčním modelu uvažovány, jelikož se neprokázal transport kontaminantů do povrchové vody ani ohrožení ekosystémů.

3.1.3.1 Výčet reálných expozičních scénářů

Následující tabulka přináší přehled reálných expozičních scénářů.

Tabulka č.39: Výčet reálných expozičních scénářů

Typ expozice	Expoziční médium	Využití území	Příklad expozičního scénáře
dermální kontakt	zemina	rekreační	dermální kontakt při pohybu osob na lokalitě
	voda	rekreační	dermální kontakt s vodou při rekreačním využití území

Pro hodnocení rizika jsou uvažovány expoziční scénáře, sumarizované v tabulce.

3.1.3.2 Výpočet expozičních koncentrací podle jednotlivých expozičních cest

Výčet expozičních koncentrací podle jednotlivých expozičních cest je uveden v následující tabulce č. 40. Do tabulky byly zadány hodnoty 3. kvartilu koncentrací jednotlivých kontaminantů. Pro výpočet rizik dermálního kontaktu se zemínou na lokalitě 5a u uhlovodíků C₁₀–C₄₀ byla použita nejvyšší naměřená koncentrace z nevystrojené sondy S5a-1, která byl rovnoměrně rozdělena mezi aromatické a alifatické uhlovodíky na lokalitě 5b byl použit 3. kvartil rovnoměrně rozdělený mezi alifatické a aromatické uhlovodíky. Pro náhodnou ingesci vody byly zadány hodnoty z HG5-2 a HG5-4.

Tabulka č. 40.1: Výčet expozičních koncentrací lokalita 5a

Typ expozice	Kontaminant	Koncentrace	Objekt
A dermální kontakt se zemínou dermální kontakt se zemínou při rekreačním využití území	uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	5260 mg/kg	S5a-1
	Pro výpočet byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů		
B dermální kontakt s vodou dermální kontakt s vodou při rekreačním využití území	uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	0,15 mg/l	Pro výpočet byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů
	benzo/a/pyren	0,13 µg/l	
	benzo/b/fluoranthen	0,14 µg/l	
	chrysen	0,13 µg/l	
	pyren	0,37 µg/l	
fluoranthen	0,54 µg/l		

Tabulka č. 40.2: Výčet expozičních koncentrací lokalita 5b

Typ expozice	Kontaminant	Koncentrace	Objekt
A dermální kontakt se zemínou dermální kontakt se zemínou při rekreačním využití území	uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	420,3 mg/kg	Pro výpočet byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů
	benzo/a/pyren	0,21 mg/kg	
	benzo/b/fluoranthen	0,24 mg/kg	
	chrysen	0,14 mg/kg	
	pyren	0,57 mg/kg	
	fluoranthen	0,31 mg/kg	
	fluoren	0,24 mg/kg	
	naftalen	0,53 mg/kg	
B dermální kontakt s vodou dermální kontakt s vodou při rekreačním využití území	uhlovodíky C ₁₀ -C ₄₀	330 mg/l	Pro výpočet byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů
	benzo/a/pyren	1,17 µg/l	
	benzo/b/fluoranthen	0,2 µg/l	
	chrysen	1,6 µg/l	
	pyren	12 µg/l	
fluoranthen	1,3 µg/l		

3.2. Hodnocení zdravotních rizik

Metodika hodnocení zdravotních rizik zahrnuje pět základních kroků:

- Určení vztahu dávka – odezva

Město Kopřivnice

81

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

- Hodnocení expozice
- Charakterizace rizika
- Řízení rizika
- Komunikace rizika

Postup hodnocení zdravotního rizika především předpokládá první tři výše uvedené kroky, tj. z vyhodnocení vztahu dávka-účinek, z vyhodnocení expozice a z charakterizace rizika.

V případě chemických látek, pro něž je charakteristický jiný než karcinogenní účinek, se předpokládá, že existuje řada fyziologických, adaptačních a opravných procesů, které pomáhají organismu se úspěšně vyrovnat s expozicí toxickým látkám. Účinky se tedy začnou projevovat až po vyčerpání těchto mechanismů, proto se zde předpokládá existence prahové dávky a mluvíme o látkách s prahovým účinkem. Charakterizujícím parametrem pro prahové účinky je referenční dávka (RfD). RfD je odhad každodenní expozice lidské populace, včetně citlivých populačních skupin, která velmi pravděpodobně nepředstavuje žádné riziko nepříznivých účinků, ani když trvá po celý život jedince. Vyjadřuje se jako hmotnost vstřebaná jednotkou tělesné hmotnosti za jednotku času (mg/kg/den). Stanovuje se samostatně pro dermální kontakt (RfD_{ad}), orální cestu (RfD_o) a inhalační cestu (RfD_i). V některých případech se pro inhalační expoziční scénáře používá místo RfD tzv. referenční koncentrace RfC (mg/m³).

U karcinogenních látek se vychází z faktu, že pouze několik změn na molekulární úrovni může způsobit nekontrolovatelné množení jediné buňky, které může vést až ke vzniku karcinomu. Charakterizujícím parametrem pro bezprahové účinky, kdy se stoupající dávkou stoupá pravděpodobnost nepříznivého účinku, je faktor směrnice (SF) vztahu dávka – odpověď (riziko) v oblasti nízkých dávek. Stanovuje se samostatně pro dermální kontakt (SF_{ad}), orální cestu (SF_o) a inhalační cestu (SF_i). Faktor směrnice je směrnici přímkou vycházející z nulové dávky (a nulového rizika) a je vyjádřen v 1/mg/kg/den.

3.2.1. Hodnocení expozice

Expozice je styk chemického, fyzikálního nebo biologického činitele povrchem organismu. Kvantitativně se vyjadřuje jako koncentrace dané látky v prostředí, která se stýká s organismem, integrovaná za celou délku trvání kontaktu s organismem. Jedná se tedy o maximální množství dané látky, které cílový organismus může různými způsoby přijmout – orálně, inhalačně, dermálně. Expoziční cesta je dráha od zdroje k cílovému organismu – recipientu.

Hodnocení expozice obsahuje vyhledávání a vyhodnocení zdroje, cesty, velikosti, četnosti a trvání dané populace. Cílem vyhodnocení expozice je odhadnout expoziční dávky pro jednotlivce a pro populaci.

K vyhodnocení odhadu či kvantitativnímu vyjádření expozice používáme tzv. expoziční scénář. Expoziční scénář je vyjádřením souboru faktů, předpokladů a závěrů o tom, jak k expozici dochází. Výsledkem je tzv. příjem I, tj. vnější dávka v mg vztažená na den trvání expozice a na kg tělesné hmotnosti člověka (mg/kg/den).

V případě bezprahových účinků se úroveň expozice přepočítává na celkovou předpokládanou délku života exponované osoby, tj. stanoví se průměrná celoživotní denní expozice (LADD). Pro celoživotní průměrnou denní expozici platí, že $LADD = I$.

Uvažované expoziční scénáře pro jednotlivé cesty příjmu škodlivin

A DERMÁLNÍ KONTAKT SE ZEMINOU

$$ADD/LADD = CS \times CF \times SA \times AF \times ABS_d \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

ADD/LADD	průměrná denní/celoživotní denní absorbovaná dávka (mg/kg/den)
CD	koncentrace kontaminantu v zemině (mg/kg)
CF	konverzní faktor pro přepočet kg a mg (10^{-6} kg/mg)
SA	exponovaný povrch kůže (cm^2 /den eventuálně cm^2 /případ)
AF	adherenční faktor specifický podle typu zeminy a exponované části těla (mg/cm^2)
ABS_d	dermální absorpční faktor (0 až 1, bezrozměrný)
EF	frekvence expozice (den/rok eventuálně případ/rok)
ED	trvání expozice (rok)
BW	váha těla (kg)
AT	doba průměrování (den) pro nekarcinogenní: ED (rok) x 365 dní/rok pro karcinogenní: 70 let x 365 dní/rok alternativně (EPA, 2004) jsou používány dvě následující rovnice, které nicméně odpovídají rovnici výše uvedené a liší se pouze doplněním parametru EV (případ/den). V původní rovnici byl uvažován jeden případ denně.

$$DAD = DA_{ev} \times SA \times EV \times EF \times ED / (BW \times AT)$$

$$\text{Kde: } DA_{ev} = CS \times CF \times AF \times ABS_d$$

DAD	dermálně absorbovaná dávka (mg/kg/den)
DA_{ev}	dávka absorbovaná v daném případě (mg/cm^2 /případ)
EV	frekvence případů (případ/den)

MOŽNÉ SCÉNÁŘE:

Dermální kontakt se zeminou při rekreačním využití území

CF	konverzní faktor pro přepočet kg a mg: 10^{-6} kg/mg
SA	$5700 cm^2$ /den
AF	0,05 mg/cm EPA (2004)
ABS_d	0,01 pro organické látky (EPA, 1992B)
EF	75 dní/rok
ED	předpoklad běžné expozice 9 rok
BW	průměrná váha 70 kg

B DERMÁLNÍ KONTAKT S VODOU

$$ADD / LADD = CW \times SA \times Kp \times ET \times EF \times ED \times CF / (BW \times AT)$$

ADD/LADD průměrná denní /celoživotní denní absorbovaná dávka (mg/kg/den)

CW	koncentrace kontaminantu ve vodě (mg/l)
SA	povrch kůže (cm ²)
Kp	koeficient permeability průniku kůže (cm/hod)
ET	doba expozice (hod/den)
EF	frekvence expozice (den/rok)
ED	trvání expozice (rok)
CF	konverzní faktor (0,001 l/cm ³)
BW	váha těla (kg)
AT	doba průměrování (den)
	pro nekarcinogenní: ED (rok) x 365 dní/rok
	pro karcinogenní: 70 let x 365 dní/rok

MOŽNÉ SCÉNÁŘE:

Dermální kontakt s vodou při rekreačním využití území

SA	904 cm ² /den
ET	1 hod/ den
EF	frekvence expozice: 75 dní/rok
ED	9 rok

3.2.2. Odhad zdravotních rizik

K hodnocení rizika chemických škodlivin, které nemají karcinogenní účinek (resp., u nichž lze předpokládat účinek nejen karcinogenní, ale i systémový), se podle metody „Health risk assessment“ používá tzv. kvocient nebezpečnosti (*Hazard Quotient – HQ*), který umožňuje srovnání dávky chemické látky s *RfD*.

Charakterizace rizika představuje sumarizaci závěrů hodnocení rizika. Kvantifikací rizika pro nekarcinogenní účinky je kvocient nebezpečnosti *HQ*.

$$HQ = E / RfD, HQ \text{ resp. } HQ = ADD \text{ (resp. EED) } / RfD$$

E průměrná denní absorbovaná dávka ADD nebo průměrná celoživotní denní absorbovaná dávka LADD resp. chronický denní příjem CDI (mg/kg/den)

EED Estimated Exposure Dose, stanovená expoziční dávka = změřená nebo vypočtená dávka, které je populace (jedinec) exponována ze všech zdrojů a všemi cestami

RfD referenční dávka (mg/kg/den)

Nebezpečnost konkrétní expozice je signalizována hodnotami $HQ > 1$.

Pro výpočet nadměrného celoživotního karcinogenního rizika *ELCR* (Excess Lifetime Cancer Risk) – bezrozměrný ukazatel odpovídající pravděpodobnosti vzniku rakoviny při celoživotní expozici pro látky kategorie C lze obecně použít rovnici:

$$ELCR = CDI \times SF$$

CDI chronický denní příjem resp. průměrná denní dávka LADD vztažená na celoživotní expozici v délce 70 let (mg/kg/den)

SF faktor směrnice (mg/kg/den)

Kvantifikace rizika karcinogenních účinků vyjadřující celoživotní vzestup pravděpodobnosti počtu nádorových onemocnění nad všeobecný průměr v populaci se vyjadřuje vztahem:

$$ELCR = 1 - \exp^{-CDI \times SF}$$

Výpočty pro jednotlivé typy expozice jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č.41: Základní tabulkové toxikologické parametry pro prioritní kontaminanty

Kontaminant	SF _o [1/(mg/kg/d)]	SF _{ad} [1/(mg/kg/d)]	SF _i [1/(mg/kg/d)]	RfD _o [mg/kg/d]	RfD _{ad} [mg/kg/d]	RfD _i [mg/kg/d]
uhlovodíky-alifáty	-	-	-	0,06	0,048	0,0571
uhlovodíky-aromáty	-	-	-	0,2	0,16	0,14
arsen	-	-	-	3.10 ⁻⁴	-	-
nikl	-	-	-	5.10 ⁻²	-	-
benzo/a/pyren	7,3	23,5	3,1	-	-	-
benzo/b/fluoranthen	7,3.10 ⁻¹	2,4	3,1.10 ⁻¹	-	-	-
benzo/k/fluoranthen	7,3.10 ⁻²	-	-	-	-	-
fluoranthen	-	-	-	4,0.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²	4,0.10 ⁻²
indeno (1,2,3-cd)pyren	7,3.10 ⁻¹	-	-	-	-	-
chrysen	7,3.10 ⁻³	2,4.10 ⁻²	3,1.10 ⁻³	-	-	-
TCE	4,0.10 ⁻¹	2,67	-	3.10 ⁻⁴	4,5.10 ⁻⁵	1,14.10 ⁻²

Zdroj: US EPA, Integrated Risk Information System, Health Effects Assessment Summary Tables (2010)

A Dermální kontakt se zemínou

Tabulka č. 42 : Dermální kontakt se zemínou – lokalita 5a

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	C ₁₀ -C ₄₀ alifáty	C ₁₀ -C ₄₀ aromáty
CS	konc. v suš. zeminy	(mg/kg)	2630	2630
CF	konverzní faktor	(kg/mg)	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶
SA	plocha povrchu těla	(cm ² /den)	5700	5700
AF	faktor adherence kůže	(mg/cm ²)	0,05	0,05

Město Kopřivnice

85

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 5 – Pod Velovou

Analýza rizik

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	C ₁₀ -C ₄₀ alifáty	C ₁₀ -C ₄₀ aromáty
ABS	absorpční faktor	bezrozm.	0,01	0,01
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75
ED	trvání expozice	(roky)	9	9
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	365	365
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	2.10 ⁻⁴	2.10 ⁻⁴
RfD-ad	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	0,048	0,16
SF-ad	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-
HQ	index nebezpečnosti		4,1.10⁻³	1,2.10⁻²
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-

Zhodnocení výpočtů:

Výpočet rizika dermálního kontaktu byl proveden pro volný pohyb osob na lokalitě. Pro výpočet rizik u uhlovodíků C₁₀-C₄₀ byl použit 3. kvartil koncentrací, který byl rovnoměrně rozdělen mezi aromatické a alifatické uhlovodíky. Výsledná hodnota kvocientu nebezpečnosti HQ je menší než 1, což neprokázalo nebezpečnost této expozice.

Tabulka č. 43 : Dermální kontakt se zemínou – lokalita 5b

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	C ₁₀ -C ₄₀ alifáty	C ₁₀ -C ₄₀ aromáty	b/a/p*	b/b/f	chrysen
CS	konc. v suš. zeminy	(mg/kg)	210,15	210,15	0,21	0,24	0,14
CF	konverzní faktor	(kg/mg)	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶
SA	plocha povrchu těla	(cm ² /den)	5700	5700	5700	5700	5700
AF	faktor adherence kůže	(mg/cm ²)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ABS	absorpční faktor	bezrozm.	0,01	0,01	0,13	0,13	0,13
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75	75	75
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9	9	9
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	365	365	365	365	365
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	1,6.10 ⁻⁵	1,6.10 ⁻⁵	3,2.10 ⁻⁸	3,6.10 ⁻⁸	1,3.10 ⁻⁷
RfD-ad	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	0,048	0,16	-	-	-
SF-ad	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-	23,5	2,4	2,4.10 ⁻²
HQ	index		3,3.10⁻⁴	9,8.10⁻⁴	-	-	-

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	C ₁₀ -C ₄₀ alifáty	C ₁₀ -C ₄₀ aromáty	b/a/p*	b/b/f	chrysen
	nebezpečnosti						
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-	7,5.10⁻⁷	8,8.10⁻⁸	3,3.10⁻⁹

*b/a/p-benzo/a/pyren;b/b/f-benzo/b/fluoranthen;fluor-fluoranthen

Tabulka č. 44 : Dermální kontakt se zemínou – lokalita 5b

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	pyren	fluoranthen	fluoren	naftalen
CS	konc. v suš. zeminy	(mg/kg)	0,57	0,31	0,24	0,53
CF	konverzní faktor	(kg/mg)	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁶
SA	plocha povrchu těla	(cm ² /den)	5700	5700	5700	5700
AF	faktor adherence kůže	(mg/cm ²)	0,05	0,05	0,05	0,05
ABS	absorpční faktor	bezrozm.	0,13	0,13	0,13	0,13
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75	75
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9	9
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	365	365	365	365
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	3,8.10 ⁻⁷	3.10 ⁻⁷	2,3.10 ⁻⁷	5,9.10 ⁻⁷
RfD-ad	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	5,4.10 ⁻³	1,2.10 ⁻²	2.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²
SF-ad	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-	-	-
HQ	index nebezpečnosti		1.10⁻⁴	2,5.10⁻³	1,2.10⁻⁵	4,3.10⁻⁵
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-	-	-

Zhodnocení výpočtů:

Výpočet rizika dermálního kontaktu byl proveden pro volný pohyb osob na lokalitě. Pro výpočet byly použity hodnoty 3. kvartilu koncentrací PAU v zájmové lokalitě. Pro výpočet rizik u uhlovodíků C₁₀-C₄₀ byl použit 3. kvartil koncentrací, který byl rovnoměrně rozdělen mezi aromatické a alifatické uhlovodíky. Výsledná hodnota kvocientu nebezpečnosti HQ je menší než 1, což neprokázalo nebezpečnost této expozice. Hodnoty ELCR, reprezentující karcinogenní riziko, také neprokázaly žádné riziko.

B Dermální kontakt s vodou

Tabulka č. 45.: Dermální kontakt s vodou - lokalita 5a

Dermální kontakt s vodou		Kontaminant:	C ₁₀ -C ₄₀ alifáty	C ₁₀ -C ₄₀ aromáty	benzo/a/p yren	b/b/f*
CW	konc. škodliviny ve vodě	(mg/l)	0,075	0,075	1,3.10 ⁻⁴	1,4.10 ⁻⁴
SA	povrch kůže	cm ²	904	904	904	904
Kp	koef. permeability průniku kůží	cm/hod	0,7	0,7	0,7	0,7
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75	75
ET	doba expozice	hod/den	1	1	1	1
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9	9
CF	konverzní faktor	l/cm ³	0,001	0,001	0,001	0,001
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	3285	3285	3285	3285
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	2.10 ⁻⁷	2.10 ⁻⁷	2,4.10 ⁻⁷	2,6.10 ⁻⁷
RfD-abs	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	0,048	0,16	-	-
SF-abs	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-	23,5	2,4
HQ	index nebezpečnosti		4,1.10⁻⁶	1,2.10⁻⁶	-	-
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-	5,7.10⁻⁶	6,2.10⁻⁷

*b/b/f-benzo/b/fluoranthen

Tabulka č. 46.: Dermální kontakt s vodou – lokalita 5a

Dermální kontakt s vodou		Kontaminant:	fluor*	chrysen	pyren
CW	konc. škodliviny ve vodě	(mg/l)	5,4.10 ⁻⁴	1,3.10 ⁻⁴	3,7.10 ⁻⁴
SA	povrch kůže	cm ²	904	904	904
Kp	koef. permeability průniku kůží	cm/hod	0,7	0,7	0,7
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75
ET	doba expozice	hod/den	1	1	1
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9
CF	konverzní faktor	l/cm ³	0,001	0,001	0,001
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	3285	3285	3285
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	1,4.10 ⁻⁹	2,4.10 ⁻⁷	6,9.10 ⁻⁷
RfD-abs	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	1,2.10 ⁻²	-	5,4.10 ⁻³
SF-abs	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	2,4.10 ⁻²	-
HQ	index nebezpečnosti		1,2.10⁻⁷	-	1,2.10⁻⁴
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	5,8.10⁻⁹	-

*fluor-fluoranthen

Zhodnocení výpočtů:

Určení míry rizika při dermálním kontaktu s vodou bylo provedeno pro volný pohyb osob při rekreačním využití území. Pro výpočet byly použity 3. kvartily vybraných polutantů, v případě uhlovodíků C₁₀–C₄₀ byla tato hodnota rovnoměrně rozdělena mezi aromatické a alifatické uhlovodíky. Vypočtená hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizuje karcinogenní riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu, při hodnocení regionálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro řádově 100 a více ohrožených osob. Toto riziko je ale vzhledem k počtu osob pohybujících se na lokalitě pouze hypotetické.

Tabulka č. 47: Dermální kontakt s vodou - lokalita 5b

Dermální kontakt s vodou		Kontaminant:	C ₁₀ –C ₄₀ alifáty	C ₁₀ –C ₄₀ aromáty	benzo/a/p yren	b/b/f*
CW	konc. škodliviny ve vodě	(mg/l)	165	165	1,17.10 ⁻³	2.10 ⁻⁴
SA	povrch kůže	cm ²	904	904	904	904
Kp	koef. permeability průniku kůží	cm/hod	0,7	0,7	0,7	0,7
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75	75
ET	doba expozice	hod/den	1	1	1	1
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9	9
CF	konverzní faktor	l/cm ³	0,001	0,001	0,001	0,001
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70	70
AT	průměrovací doba	(dny)	3285	3285	3285	3285
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	4,3.10 ⁻⁴	4,3.10 ⁻⁸	2,2.10 ⁻⁶	3,7.10 ⁻⁷
RfD-abs	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	0,048	0,16	-	-
SF-abs	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-	23,5	2,4
HQ	index nebezpečnosti		9,1.10⁻³	2,7.10⁻³	-	-
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-	5,1.10⁻⁵	8,910⁻⁷

*b/b/f-benzo/b/fluoranthen

Tabulka č. 48: Dermální kontakt s vodou – lokalita 5b

Dermální kontakt s vodou		Kontaminant:	fluor*	chrysen	pyren
CW	konc. škodliviny ve vodě	(mg/l)	1,3.10 ⁻³	1,6.10 ⁻³	12.10 ⁻³
SA	povrch kůže	cm ²	904	904	904
Kp	koef. permeability průniku kůží	cm/hod	0,7	0,7	0,7
EF	frekvence expozice	(dny/rok)	75	75	75
ET	doba expozice	hod/den	1	1	1
ED	trvání expozice	(roky)	9	9	9
CF	konverzní faktor	l/cm ³	0,001	0,001	0,001
BW	hmotnost organismu	(kg)	70	70	70

Dermální kontakt s vodou		Kontaminant:	fluor*	chrysen	pyren
AT	průměrovací doba	(dny)	3285	3285	3285
ADD (LADD)	průměrná denní dávka	(mg/kg/den)	$3,4 \cdot 10^{-9}$	$2,9 \cdot 10^{-6}$	$2,2 \cdot 10^{-5}$
RfD-abs	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	$1,2 \cdot 10^{-2}$	-	$5,4 \cdot 10^{-3}$
SF-abs	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	$2,4 \cdot 10^{-2}$	-
HQ	index nebezpečnosti		$2,8 \cdot 10^{-7}$	-	$4,1 \cdot 10^{-3}$
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	$7,1 \cdot 10^{-8}$	-

*fluor-fluoranthen

Zhodnocení výpočtů:

Určení míry rizika při dermálním kontaktu s vodou bylo provedeno pro volný pohyb osob při rekreačním využití území. Pro výpočet byly použity 3. kvantily vybraných polutantů, v případě uhlovodíků C₁₀-C₄₀ byla tato hodnota rovnoměrně rozdělena mezi aromatické a alifatické uhlovodíky. Vypočtená hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizuje karcinogenní riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka ze 100 000, při hodnocení lokálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro řádově 10 až 100 ohrožených osob. Toto riziko je ale vzhledem k počtu osob pohybujících se na lokalitě pouze hypotetické.

3.3. Hodnocení ekologických rizik

Postup hodnocení rizika pro ekosystémy je analogický s postupem hodnocení rizik zdravotních.

Při hodnocení nebezpečnosti a rizik se zároveň používají testy toxicity. Ty se zaměřují na biochemické a fyziologické odpovědi organismu k environmentálnímu znečištění. Testy ekotoxicity byly prováděny na vzorku ze sondy S5a-2 (2,2 m) a S5b-5 (2,5 m). Oba vzorky vyhovují požadavkům ve všech zjišťovaných parametrech.

Jelikož nedochází k šíření kontaminace do povrchové vody, nejsou ohroženy ekosystémy v ní a v jejím okolí žijící.

Za současného stavu nebyl na lokalitě ani v jejím bezprostředním okolí zjištěn vliv skládkovaných materiálů na ekosystémy nacházející se v prostoru vlastního skládkového tělesa ani na ekosystémy vázané na blízkou vodoteč (řeka Lubina), ekologická rizika tedy nejsou vzhledem k výsledkům průzkumných prací dále posuzována.

3.4. Shrnutí celkového rizika

V rámci hodnocení rizika bylo kvantifikováno riziko dermálního kontaktu s vodou a zemínou pro osoby volně se pohybující na lokalitě.

Z výpočtů uvedených v předchozích kapitolách je zřejmé, že pravděpodobnost vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu, při hodnocení regionálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro více jak 100 ohrožených osob a bylo vypočteno pro dermální

kontakt s vodou u benzo/a/pyrenu na lokalitě 5a. Toto riziko je nepravděpodobné při ohledu na počet osob, které se na lokalitě pohybují, tudíž v současné době toto riziko nepředstavuje. Na lokalitě 5b bylo vypočtena hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizující riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka ze 100 000, při hodnocení lokálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro řádově 10 až 100 ohrožených osob.

Toxikologická rizika jsou za současného stavu lokality prakticky vyloučena.

3.5. Omezení a nejistoty

Pro výpočty hodnocení rizik byly použity 3. kvartily hodnot koncentrací z provedených průzkumných prací, kromě výpočtu koncentrace Pro výpočet rizik dermálního kontaktu se zemínou na lokalitě 5a u uhlovodíků C₁₀–C₄₀ byla použita nejvyšší naměřená koncentrace z nevystrojené sondy S5a-1

Výpočty expozice a rizika byly provedeny podle standardního postupu. Nicméně použité „proměnné“, které zahrnují všechny důležité faktory určující expozici, resp. z ní vyplývající riziko, jsou vždy zatíženy určitou mírou nejistoty. Tuto míru je obtížné, někdy i nemožné kvantifikovat.

Hodnoty RfD_o jsou převzaty z oficiálních databází U.S. EPA. Pokud sama U.S. EPA hodnotí jejich spolehlivost (confidence) – a to pouze pro případ RfD_o – pak spolehlivost experimentálních studií na zvířatech použitých pro výpočet ohodnocuje jako „nízkou“ nebo „střední“, spolehlivost použitých databází jako „střední“ a finální RfD_o také jako „střední“ (U.S. EPA – IRIS 1987 – 1999).

Výpočet rizika dle U.S.EPA předpokládá, že průměrná denní dávka = průměrná denní potencionální dávka je zároveň dávkou absorbovanou. Čili, že dojde ke vstřebání 100 % požití dávky. I když vstřebávání uvažovaných kontaminantů je relativně velmi vysoké a dosahuje 80 i více %, těžko lze – i teoreticky – předpokládat v praxi 100 % vstřebatelnosti při běžném příjmu pitné vody s potravou. Přesto jde o „standardní předpoklad“ v rámci použitého postupu health risk assessment.

4. Doporučení nápravných opatření

Tato kapitola shrnuje výsledky analýzy rizika pro řešenou lokalitu a formuluje doporučení pro další postup prací. Provedenými průzkumnými pracemi a analýzou rizika v zájmovém území nebyla prokázána kontaminace nesaturevané ani saturevané zóny horninového prostředí v takové míře, která by znamenala nutnost provedení nápravných opatření při současném stavu využití posuzované lokality.

4.1. Doporučení cílových parametrů nápravných opatření

Cílové parametry pro realizaci nápravných opatření nejsou analýzou rizika navrženy. Doporučená varianta postupu nápravných opatření v kapitole 4.2 (varianty 1 – ověřovací monitoring) znamená prakticky pouze zásadní snížení nejistot plynoucích ze skutečnosti, že u všech monitorovacích objektů jsou data o kontaminaci podzemní a povrchové vody k dispozici pouze z jednorázového monitoringu.

Doporučená varianta nepředpokládá vymístění skládkových materiálů, a proto nejsou navrženy cílové limity pro obsahy kontaminantů v zeminách.

Cílové sanační limity pro podzemní vodu nejsou doporučeny vzhledem ke skutečnosti, že analýza rizika neuvažuje s variantou sanace podzemní vody.

4.2. Doporučení postupu nápravných opatření

Doporučení postupu nápravných opatření je zpracováno odděleně pro obě dílčí lokality 5a a 5b.

Lokalita 5a

Kapitola diskutuje blíže 2 varianty dalšího postupu nápravných opatření.

VARIANTA 0 – Neprovádění žádných prací na dané lokalitě

S ohledem na výsledky průzkumných prací, závěry analýzy rizik a neprokázaných ekologických rizik, lze na hodnocené lokalitě uvažovat i o tzv. nulové variantě – tedy neprovádění žádných dalších prací.

Důvodem pro nedoporučení této varianty na lokalitě 5a je zejména její poloha, kdy příkrý svah nad řekou Lubinou, protékající bezprostředně pod patou svahu, zároveň prakticky tvoří čelo skládky a je na něm patrný i rozvlečený skládkovaný materiál. V případě průniku kontaminace vymyté srážkovou vodou tímto svahem by kvalita vody v řece Lubině mohla být bezprostředně ohrožena.

Ve vodách v bezprostřední blízkosti tělesa skládky (ve směru proudění od skládky), reprezentovanými odběrovým objektem HG5-2, byly nalezeny poměrně vysoké koncentrace PAU a Ni, což představuje potenciální riziko při průniku těchto vod do vod povrchových (toku Lubiny).

Z výše uvedených důvodů by také bylo vhodné pro snížení míry nejistot provést opakované odběry z řeky Lubiny ve dvou profilech – nad a pod lokalitou, aby bylo možno posoudit míru ovlivnění kvality povrchové vody v toku Lubiny v delším časovém horizontu.

Tuto variantu, přestože ji v zásadě považujeme za možnou, z výše uvedených důvodů nedoporučujeme.

VARIANTA 1 - Ověřovací monitoring

Tato varianta předpokládá, že na lokalitě nebudou prováděny sanační práce ale pouze ověřovací monitoring kvality podzemních a povrchových vod. Tato varianta by představovala zásadní snížení nejistot způsobených absencí dat o kontaminaci podzemní a povrchové vody v delší časové řadě. Monitoring je navržen pro ukazatele, u kterých byly zjištěny výrazněji zvýšené hodnoty nad přirozené pozadí v zeminách nebo podzemních vodách a ve vodách v tělese skládky. Situace monitorovacích objektů znázorňuje **příloha č. 14**.

Popis nápravných opatření:

- Monitoring kvality podzemní a povrchové vody v rozsahu Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, TK (Cd, Ni) předpokládaná četnost 2x ročně po dobu dvou let, celkem 5 objektů v jednom cyklu (3x stávající vrty HG5-1, HG5-2, HG5-3, 2x povrchová voda v profilech nad a pod lokalitou).

Tabulka č. 52: Návrh monitoringu podzemních a povrchových vod – lokalita 5a

Monitorovaný objekt	Rozsah analýz	Četnost
HG5-1	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Ni	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG5-2	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Ni	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG5-3	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Ni	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
PV5a-1*	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Ni	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
PV5a-2**	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Ni	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x

* profil nad lokalitou

** profil pod lokalitou, odpovídá profilu PV5-1 v AR

Výhody varianty 1 – Ověřovací monitoring

- Umožní získat delší souvislou časovou řadu výsledků laboratorních analýz sledovaných kontaminantů v podzemních a povrchových vodách a snížit tak míru nejistot.

Nevýhody varianty 1 – Ověřovací monitoring

- Při srovnání s nulovou variantou představuje nutnost vynaložení dalších nákladů.

Odhad nákladů na realizaci varianty

Náklady na realizaci této varianty lze odhadnout na cca **80–100 tis. Kč bez DPH**. Tento odhad zahrnuje odběry a laboratorní analýzy vzorků v rozsahu výše uvedených ukazatelů

při četnosti 2x ročně po dobu 2 let a zpracování závěrečné hodnotící zprávy s návrhem dalšího postupu.

Tuto variantu na základě všech nám dosud známých údajů o posuzované lokalitě doporučujeme jako optimální řešení.

Ostatní běžně navrhované varianty nápravných opatření při zpracování analýz rizik v oblastech kde historicky probíhalo sládkování (zatěsnění znečištění shora, enkapsulace ohniska znečištění, částečné nebo úplné vymístění skládkovaných odpadů, MPA apod.) nebyly vzhledem k výsledkům průzkumných prací provedených v rámci zpracování analýzy rizik hodnoceny, protože na základě výsledků aktuálních průzkumných prací není na lokalitě nutný aktivní sanační zásah a je doporučen pouze ověřovací monitoring.

V současné době je zájmová lokalita „rekultivována“, není v terénu jasně patrná s výjimkou rozvlečeného materiálu na svahu nad Lubinou a budí zdání přirozeného prostředí. Na základě výsledků průzkumných prací lze konstatovat, že aktuálně nepředstavuje riziko pro lidské zdraví ani ekologické riziko. Přesto je třeba při jejím dalším využívání brát na zřetel její charakter ovlivněný ukládáním odpadů a neměnit způsob obdělávání zemědělských pozemků v prostoru posuzované lokality (kosená louka). Při změně způsobu zemědělského využití (pěstování kulturních plodin) by vzhledem k morfologii terénu mohlo dojít k výrazné erozi povrchových vrstev terénu, tím případně k obnažení ukládaných odpadů a následným případným sesuvům a zvýšenému výluhu kontaminace, což by vzhledem k těsné blízkosti toku Lubiny představovalo výrazné zvýšení ekologických rizik. Pro stabilitu svahu je dále nutno na něm zachovat a případně obnovovat současný vzrostlý lesní porost, který představuje významný stabilizační prvek stability svahu. Dále by bylo vhodné provést vzhledem ke krajinářsky poměrně cenné lokalitě (řeka Lubina tvoří lokální biokoridor) provést odstranění odpadů na povrchu svahu, čímž by celá lokalita získala zdání přirozeného prostředí i v tomto prostoru.

Lokalita 5b

Kapitola diskutuje blíže 2 varianty dalšího postupu nápravných opatření.

VARIANTA 0 – Neprovádění žádných prací na dané lokalitě

S ohledem na výsledky průzkumných prací, závěry analýzy rizik a zanedbatelných zdravotních a ekologických rizik, lze na hodnocené lokalitě uvažovat i o tzv. nulové variantě – tedy neprovádění žádných dalších prací.

Důvodem pro nedoporučení této varianty na lokalitě 5b je zejména její poloha, kdy příkrý svah, tvořící zároveň čelo skládky by v případě průniku kontaminace vymyté srážkovou vodou tímto svahem mohlo ovlivnit kvalitu podzemních a povrchových vod v okolí lokality.

Ve vodách v tělese skládky, reprezentovanými odběrovým provizorně vystrojenou sondou S5b-11, byla nalezena extrémně vysoká koncentrace Uhlovodíků C₁₀–C₄₀ a výrazně zvýšená koncentrace PAU, což představuje potenciální riziko při průniku těchto vod do okolí skládky.

Také výsledky odběru vzorků povrchových vod z drenáže skládky jsou k dispozici pouze z jednorázového monitoringu a v případě průniku kontaminace do drenážního potrubí by to

představovalo přímou preferenční cestu šíření kontaminace mimo prostor skládky k drenážní bázi. Všechny výše uvedené skutečnosti by tedy bylo vhodné ověřit nebo vyvrátit opakovaným monitoringem.

Tuto variantu, přestože ji v zásadě považujeme za možnou, z výše uvedených důvodů nedoporučujeme.

VARIANTA 1 - Ověřovací monitoring

Tato varianta předpokládá, že na lokalitě nebudou prováděny sanační práce ale pouze ověřovací monitoring kvality podzemních a povrchových vod. Tato varianta by představovala zásadní snížení nejistot způsobených absencí dat o kontaminaci podzemní a povrchové vody v delší časové řadě. Monitoring je navržen pro ukazatele, u kterých byly zjištěny výrazněji zvýšené hodnoty nad přirozené pozadí v zeminách nebo podzemních vodách a ve vodách v tělese skládky. Situace monitorovacích objektů znázorňuje **příloha č. 14**.

Popis nápravných opatření:

- Monitoring kvality podzemní a povrchové vody v rozsahu Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, TK (Cd, Cr celkový, Cr⁶⁺, Cu, Ni, Pb) předpokládaná četnost 2x ročně po dobu dvou let, celkem 4 objektů v jednom cyklu (3x stávající vrty HG5-4, HG5-5, HG5-6, 1x voda na výtoku z drenáže skládky PV5b-1).

Tabulka č. 53: Návrh monitoringu podzemních a povrchových vod – lokalita 5b

Monitorovaný objekt	Rozsah analýz	Četnost
HG5-1	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Cr celkový, Cr ⁶⁺ , Cu, Ni, Pb	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG5-2	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Cr celkový, Cr ⁶⁺ , Cu, Ni, Pb	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG5-3	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Cr celkový, Cr ⁶⁺ , Cu, Ni, Pb	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
PV5b-1*	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cd, Cr celkový, Cr ⁶⁺ , Cu, Ni, Pb	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x

* odpovídá profilu PV5-2 v AR

Výhody varianty 1 – Ověřovací monitoring

- Umožní získat delší souvislou časovou řadu výsledků laboratorních analýz sledovaných kontaminantů v podzemních a povrchových vodách a snížit tak míru nejistot.

Nevýhody varianty 1 – Ověřovací monitoring

- Při srovnání s nulovou variantou představuje nutnost vynaložení dalších nákladů.

Odhad nákladů na realizaci varianty

Náklady na realizaci této varianty lze odhadnout na cca **60–80 tis. Kč bez DPH**. Tento odhad zahrnuje odběry a laboratorní analýzy vzorků v rozsahu výše uvedených ukazatelů

při četnosti 2x ročně po dobu 2 let a zpracování závěrečné hodnotící zprávy s návrhem dalšího postupu.

Tuto variantu na základě všech nám dosud známých údajů o posuzované lokalitě doporučujeme jako optimální řešení.

Ostatní běžně navrhované varianty nápravných opatření při zpracování analýz rizik v oblastech kde historicky probíhalo sládkování (zatěsnění znečištění shora, enkapsulace ohniska znečištění, částečné nebo úplné vymístění skládkovaných odpadů, MPA apod.) nebyly vzhledem k výsledkům průzkumných prací provedených v rámci zpracování analýzy rizik hodnoceny, protože na základě výsledků aktuálních průzkumných prací není na lokalitě nutný aktivní sanační zásah a je doporučen pouze ověřovací monitoring.

V současné době je zájmová lokalita „rekultivována“, není v terénu jasně patrná s výjimkou zbytků skládkovaných materiálů na svahu tvořícím čelo skládky a budí zdání přirozeného prostředí. Na základě výsledků průzkumných prací lze konstatovat, že aktuálně nepředstavuje riziko pro lidské zdraví ani ekologické riziko. Přesto je třeba při jejím dalším využívání brát na zřetel její charakter ovlivněný ukládáním odpadů a neměnit způsob obdělávání zemědělských pozemků v prostoru posuzované lokality (kosená louka). Při změně způsobu zemědělského využití (pěstování kulturních plodin) by vzhledem k morfologii terénu mohlo dojít k výrazné erozi povrchových vrstev terénu, tím případně k obnažení ukládaných odpadů a následným případným sesuvům a zvýšenému výluhu kontaminace, což by představovalo výrazné zvýšení ekologických rizik. Pro stabilitu svahu je dále nutno na něm zachovat a případně obnovovat současný vzrostlý lesní porost, který představuje významný stabilizační prvek stability svahu. Dále by bylo vhodné provést odstranění odpadů na povrchu svahu, čímž by celá lokalita získala zdání přirozeného prostředí i v tomto prostoru.

5. Závěr a doporučení

Území skládky Pod Velovou se nachází v extravilánu Mniší a Lubiny – Větrkovic. Mniší a Lubina jsou místními částmi města Kopřivnice (místní část Lubina je historicky složena ze tří částí – Větrkovice, Drholec a Sýkorec). Leží na SZ úpatí kopce Brdy (467 m n. m.), ve svažitém terénu. Nadmořská výška lokality dosahuje 320–340 m n. m. u plochy 5b, 330–350 m n. m. u plochy 5a. Na skládku byly v 70–80. letech 20. století vyváženy odpady stavebního charakteru (cihly, beton, cement, asfalt, struskový materiál) spolu se slévárenskými písky a kaly, které dosahují mocností až 10 m. Rozloha plochy 5a je 8 190 m² při obvodu 515 m. Kubatura odpadů je na této ploše je 8 100 m³. Rozloha plochy 5b je 15 550 m² při obvodu 600 m. Kubatura odpadů na této ploše je 50 700 m³. V současné době jsou obě plochy lokality vedené jako plochy neurbanizované-zemědělské.

Práce provedené v rámci předkládané analýzy rizik měly za úkol zjistit míru kontaminace dané skládky, míru šíření a míru ohrožení, kterou tato lokalita představuje pro okolí. Součástí průzkumu v období 2010–2011 byly geofyzikální práce, vrtné práce, vzorkařské a terénní práce, laboratorní analýzy, geodetické práce a dále práce na zpracování prováděcího projektu a analýzy rizik.

Pro účely vymezení plošného a hloubkového rozsahu skládky kalů byly realizovány geofyzikální práce, které spočívaly v kombinaci magnetometrie, seismického profilování a odporové tomografie. Vrtné práce na ploše 5a lokality Pod Velovou zahrnují vybudování 13 vrtů, z čehož 3 tvoří hydrogeologické vrty řady HG5 a bylo realizováno 10 nevystrojených sond řady 5a. Celková metráž vrtných prací na ploše a byla 63,1 m. Vrtné práce na ploše 5b lokality Pod Velovou zahrnují vybudování 16 vrtů, z čehož 3 tvoří hydrogeologické vrty řady HG5 a bylo realizováno celkem 13 nevystrojených sond řady S5b. Celková metráž vrtných prací dosáhla 99,5 m. Po dokončení vrtných prací následovalo geodetické zaměření hydrogeologických objektů a umístění nevystrojených sond.

V průběhu vrtných prací a následně po nich bylo na ploše 5a lokality odebráno a laboratorně analyzováno celkem 20 vzorků zeminy, 6 dynamických vzorků podzemní vody a 1 vzorek vody povrchové.

V průběhu vrtných prací a následně po nich bylo na ploše 5b lokality odebráno a laboratorně analyzováno celkem 28 vzorků zeminy, 4 dynamických vzorků podzemní vody a 1 vzorek drenážní vody.

Z laboratorních výsledků analýzy zeminy ze vzorků z plochy 5a byla potvrzena kontaminace ropnými uhlovodíky skupiny C₁₀–C₄₀ a v ukazatelích polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ dosahují maximálních koncentrací 5 260 mg/kg. Aritmetický průměr koncentrací ropných uhlovodíků v zemině ze všech objektů činí 278,3 mg/kg, medián 12,5 mg/kg a celkem 75 % analyzovaných vzorků nepřesahuje hodnotu 12,5 mg/kg, což je hodnota pro 3. kvartil datového souboru.

V případě polycyklických aromatických uhlovodíků dosahují vzorky zeminy sumární koncentrace Σ PAU podle vyhlášky 294/2005 Sb. v maximální hodnotě 1,59 mg/kg, přičemž aritmetický průměr činí 0,6 mg/kg, medián 0,6 mg/kg a 75 % vzorků vykazuje koncentraci pod 0,8 mg/kg (3. kvartil).

Rozpuštěné kontaminanty v podzemní vodě ukazují na mírně zvýšené hodnoty pouze v případě stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků. Maximální koncentrace Σ PAU, jak je definována ve vyhlášce 252/2004 Sb., byly určeny na úrovni 0,85 $\mu\text{g/l}$, přičemž aritmetický průměr pro soubor dat činí 0,2 $\mu\text{g/l}$, medián 0,008 $\mu\text{g/l}$ a 75 % vzorků spadá v daném parametru rovněž pod hodnotu 0,22 $\mu\text{g/l}$.

Z laboratorních výsledků analýzy zeminy z plochy 5b byla potvrzena kontaminace ropnými uhlovodíky skupiny $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{40}$ a v ukazatelích polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU). Ropné uhlovodíky $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{40}$ dosahují maximálních koncentrací 19 248 mg/kg. Aritmetický průměr koncentrací ropných uhlovodíků v zemině ze všech objektů činí 1482,7 mg/kg, medián 23,8 mg/kg a celkem 75 % analyzovaných vzorků nepřesahuje hodnotu 420,3 mg/kg, což je hodnota pro 3. kvartil datového souboru.

V případě polycyklických aromatických uhlovodíků dosahují vzorky zeminy sumární koncentrace Σ PAU podle vyhlášky 294/2005 Sb. v maximální hodnotě 23,12 mg/kg, přičemž aritmetický průměr činí 4,3 mg/kg.

V podzemní vodě se ve statickém vzorku ze sondy S5b-11 byla naměřena vysoká koncentrace uhlovodíků $\text{C}_{10}\text{--}\text{C}_{40}$, a to 1 320 mg/l. V ostatních hydrogeologických vrtech byla koncentrace pod mezí detekce.

V podzemní vodě ukazují na mírně zvýšené hodnoty i v případě stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků. Limitní hodnota Σ PAU je 0,1 $\mu\text{g/l}$, ta je překročena ve vrtu HG5-4 se sumou **0,142 $\mu\text{g/l}$** a ve statickém vzorku ze sondy S5b-11 s hodnotou **2,63 $\mu\text{g/l}$** .

Šíření kontaminantů na lokalitách bylo ověřeno na dílčí lokalitě 5a, kde byla detekována kontaminace PAU v podzemní vodě objektu HG5-2 o hodnotě 0,85 $\mu\text{g/l}$ Σ PAU. Limitní hodnota dle vyhlášky 252/2004 Sb. přitom je 0,1 $\mu\text{g/l}$. Na lokalitě 5b vzorek podzemní vody z monitorovacího objektu HG5-6, který se nachází na výstupu podzemních vod z lokality ve směru proudění, nepotvrdil zvýšené hodnoty kontaminace a lze se domnívat, že kontaminace je silně retardována v samotné skládce. Tento princip platí i pro menší skládku 5a. V povrchové vodě nebyla v průzkumu z období 2010–2011 detekována kontaminace.

V rámci hodnocení rizika bylo kvantifikováno riziko dermálního kontaktu s vodou a zeminou pro osoby volně se pohybující na lokalitě.

Z výpočtů uvedených v předchozích kapitolách je zřejmé, že pravděpodobnost vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu, při hodnocení regionálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro více jak 100 ohrožených osob a bylo vypočteno pro dermální kontakt s vodou u benzo/a/pyrenu na lokalitě 5a. Toto riziko je nepravděpodobné při ohledu na počet osob, které se na lokalitě pohybují, tudíž v současné době toto riziko nepředstavuje. Na lokalitě 5b bylo vypočtena hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizující riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka ze 100 000, při hodnocení lokálních vlivů. Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro řádově 10 až 100 ohrožených osob. Celkově lze tedy konstatovat, že reálná rizika pro lidské zdraví a ekosystémy při současném využití lokality nehrozí.

Obě dílčí lokality byly v rámci návrhu nápravných opatření posuzovány odděleně.

Lokalita 5a

Na základě vyhodnocení dosud známých údajů o ekologické zátěži předmětné lokality byly posuzovány 2 možné varianty dalšího postupu ve vztahu k ekologické zátěži lokality.

Varianta 0 – *Neprovádění žádných prací na dané lokalitě*

Tato varianta nebyla z důvodů uvedených v kapitole 4.2. doporučena.

Varianta 1 – *Ověřovací monitoring*

Tato varianta, která byla pro danou lokalitu navržena k realizaci, by zahrnovala provedení krátkodobého ověřovacího monitoringu kvality podzemních a povrchových vod na lokalitě celkem z 5 objektů pro ukazatele Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, TK (Cd, Ni), u kterých byly v rámci aktuálních průzkumných prací identifikovány výrazněji zvýšené obsahy v zeminách nebo podzemních vodách nad úroveň přirozeného pozadí. Náklady na realizaci této varianty byly odhadnuty v rozmezí 80–100 tis. Kč bez DPH.

Lokalita 5b

Na základě vyhodnocení dosud známých údajů o ekologické zátěži předmětné lokality byly posuzovány 2 možné varianty dalšího postupu ve vztahu k ekologické zátěži lokality.

Varianta 0 – *Neprovádění žádných prací na dané lokalitě*

Tato varianta nebyla z důvodů uvedených v kapitole 4.2. doporučena.

Varianta 1 – *Ověřovací monitoring*

Tato varianta, která byla pro danou lokalitu navržena k realizaci, by zahrnovala provedení krátkodobého ověřovacího monitoringu kvality podzemních a povrchových vod na lokalitě celkem ze 4 objektů pro ukazatele Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, TK (Cd, Cr celkový, Cr⁶⁺, Cu, Ni, Pb), u kterých byly v rámci aktuálních průzkumných prací identifikovány výrazněji zvýšené obsahy v zeminách nebo podzemních vodách nad úroveň přirozeného pozadí. Náklady na realizaci této varianty byly odhadnuty v rozmezí 60–80 tis. Kč bez DPH.

Použitá literatura

1. DEMEK, J., BALATKA, B., BŮČEK, A., CZUDEK, T., DĚDEČKOVÁ, M., HRÁDEK, M., IVAN, A., LACINA, J., LOUČKOVÁ J., RAUSNER, J., STEHLÍK, O., SLÁDEK, J., VANĚČKOVÁ, L., VAŠÁTKO, J. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR, Hory a nížiny. - Academia, 1-584. Praha
2. QUITT, E. (1971): Klimatické oblasti ČSR. – Studia geographica, 1-64. Brno
3. BENKOVIČ, P. (1987): Mniší, Větrkovice – OPV – skládka, hydrogeologický posudek. – Geotest n.p. Brno.
4. HOLÁNEK, F. (1960): Profily vrtů – Kopřivnice, Rychaltice, Větrkovice, Štramberk, Závašice. – UUG Praha, pobočka Brno, Praha.
5. OLMER, M., KESSL, J., PRCHALOVÁ, H., HOLÍKOVÁ, M., PAVLÍKOVÁ, D., ANÝŽ, D., JIROUDKOVÁ, M., NOVÁK, V., ŠIFTAŘ, Z., NAKLÁDAL, V., HERRMAN, Z., ŘEZÁČ, B. (1990): Hydrogeologické rajóny. – Výzk. Úst. Vodohosp., 1-154. Praha
6. CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. - Academia, 143-150. Praha
7. ŠTELCL, J., VÁVRA, V., ZIMÁK, J [ONLINE]. BRNO: Úst. Geol. Věd. MU Brno, Mineralogicko-petrografický exkurzní průvodce po území Moravy a Slezska, aktualizováno 11.7.2008 [cit. 2008-09-03]. Dostupný na <http://pruvodce.geol.morava.sci.muni.cz/index.htm>
8. WEISSMANNOVÁ, H. A KOL.(2004): Ostravsko. In: MACKOVČIN, P. a SEDLÁČEK, M. (eds.): Chráněná území ČR. Svazek X. AOPK ČR a EcoCentrum Brno. 1-456. Praha.
HYDROGEOLOGICKÉ RAJÓNY/OBJEKTY A ODBĚRY PODZEMNÍ VODY/VODNÍ TOKY, VODNÍ PLOCHY, HYDROLOGICKÁ POVODÍ [ONLINE]. PRAHA: Výzk. Úst. Vodohosp. T. G. Masaryka, Mapy a data, 2002 - 2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na <http://heis.vuvv.cz>
9. OBLASTNÍ PLÁNY ROZVOJE LESŮ [ONLINE]. PRAHA: Ministerstvo vnitra, Ministerstvo životního prostředí, Cenia, Mapový server, 2003-2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na <http://geoportal2.uhul.cz>
10. PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY ČESKÉ REPUBLIKY [ONLINE]. PRAHA: Úst. pro hosp. úpravu lesů, Mapový server, 2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na <http://geoportal.cenia.cz>
11. STAVY A PRŮTOKY VODNÍCH TOCÍCH [ONLINE]. OSTRAVA: Povodí Odry, s.p., 2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na <http://www.pod.cz>
12. Portál veřejné zprávy České republiky [online]. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2003-2010 Dostupný na <http://portal.gov.cz>
13. OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA KOPŘIVNICE [ONLINE]. Dostupný na <http://www.koprivnice.cz>
14. NEDBAL, R., KÖHLER, D., (2008): Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici, Projektová dokumentace, Souhrnná zpráva. – Unigeo, a.s., 1-11. Ostrava.
15. NEDBAL, R., KÖHLER, D., (2008): Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici. Projektová dokumentace. Lokalita 5 – Pod Velovou, UNIGEO a.s., Ostrava
16. VLČEK, V. (1971): Příspěvek k regionalizaci povrchových vod v ČSR. In Studia geographica 22. Brno : GgÚ ČSAV, 1971. s. 121-137.