



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 9 – Nohlice

(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 9 – Nohlice

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

**IČO: 00298077
DIČ: CZ00298077**

**Odpovědný zástupce : Ing. Josef Jalůvka
starosta města**

**Kontaktní osoba : Ing. Hynek Rulíšek
vedoucí odboru životního prostředí**

**Telefonní spojení : +420 556 879 780
E-mail: živ.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**

**Odpovědný 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. 
Pištovy 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 9 – Nohlice

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 obydlenosti území	13
1.1.4. Majetkoprávní vztahy	13
1.2. Přírodní poměry zájmového území	15
1.2.1. Geomorfologické a klimatické poměry	15
1.2.2. Geologické poměry	16
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	21
2.1.3. Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů	22
2.1.4. Předběžný koncepční model znečištění	22
2.2. Aktuální průzkumné práce	23
2.2.1. Metodika a rozsah průzkumných a analytických prací	23
2.2.1.1. Geofyzikální průzkum	24
2.2.1.2. Vrtné práce	26
2.2.1.3. Vzorkařské práce	26
2.2.1.2. Metodika a rozsah laboratorních analýz	30
2.2.1.4. Hydrodynamické expresní zkoušky	31
2.2.1.5.1. Základní údaje, cíle HDZ	31
2.2.1.5.2. Specifikace objektů pro HDZ	32
2.2.1.5.3. Technické podmínky realizace HDZ	32
2.2.1.5.4. Postup realizace HDZ	32
2.2.1.5.5. Kontrolní činnost	33
2.2.2. Výsledky průzkumných prací	33
2.2.2.1. Interpretace geofyzikálních měření	33
2.2.2.2. Provedené vrtné práce	34
2.2.2.3. Výsledky laboratorních analýz	38
2.2.2.4. Výsledky hydrodynamických zkoušek (čerpací a stoupací zkoušky)	45
2.2.2.5. Geodetické zaměření	46
2.2.3. Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění	46
2.2.4. Posouzení šíření znečištění	49
2.2.4.1. Šíření znečištění v nesaturované zóně	49
2.2.4.2. Šíření znečištění v saturované zóně	52
2.2.4.3. Šíření znečištění povrchovými vodami	56
2.2.4.4. Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace	56
2.2.5. Shrnutí šíření a vývoje znečištění	59
2.2.6. Omezení a nejistoty	60
3. Hodnocení rizika	61
3.1. Identifikace rizik	61
3.1.1. Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů	61
3.1.2. Základní charakteristika příjemců rizik	61
3.1.3. Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice (aktualizovaný koncepční model)	62
3.1.3.1. Výčet reálných expozičních scénářů	62
3.1.3.2. Výpočet expozičních koncentrací podle jednotlivých expozičních cest	62
3.2. Hodnocení zdravotních rizik	63

3.2.1.	Hodnocení expozice.....	63
3.2.2.	Odhad zdravotních rizik.....	65
3.3.	Hodnocení ekologických rizik.....	67
3.4.	Shrnutí celkového rizika.....	68
3.5.	Omezení a nejistoty.....	68
4.	Doporučení nápravných opatření.....	69
4.1.	Doporučení cílových parametrů nápravných opatření.....	69
4.2.	Doporučení postupu nápravných opatření.....	69
5.	Závěr a doporučení.....	72
Použitá literatura.....		74

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: Výsledky odporové tomografie na profilech P250 a P400
- Příloha č. 7.3: Výsledky odporové tomografie na profilech P1000, P1080 a P1200
- Příloha č. 8: Geologická dokumentace vrtných prací
- 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: 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. 15.1: Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek na hydrogeologickém vrtu HG9-3
- Příloha č. 15.2: Vyhodnocení hydrodynamických zkoušek na hydrogeologickém vrtu HG9-5
- 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 9 – Nohlice

Analýza rizik

1. Údaje o území

1.1. Všeobecné údaje

1.1.1. Geografické vymezení území

Zájmová lokalita se nachází v extravilánu Kopřivnice (k. ú. Vlčovice), na jeho východním okraji, mezi současnou trasou silnice I/58 v úseku Lubina–Vlčovice a řekou Lubinou. Prostor bývalé skládky se nachází v rovinném terénu v údolní nivě řeky Lubiny. Nadmořská výška lokality dosahuje 312–320 m n. m.

Plocha bývalé skládky je dle výsledků průzkumu v období 2010–2011 cca 135 800 m².

Situace zájmového území je graficky znázorněna v **příloze č. 1**.

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 nabyl 6. 10. 2009 (pod č. jedn.:19/2009/SÚP&51852/2009/kvito).

Prostor bývalé skládky je v současné době rozdělen na dvě části přeložkou silnice I. třídy v rámci stavby „Silnice I/58 Příbor – obchvat“. Rozdělení je zřejmé z přílohy č. 5, výstavba komunikace má být ukončena v září 2011.

Západní část

Podle výše uvedeného územního plánu jsou pozemky zahrnující prostor bývalé skládky v tomto prostoru zařazeny do plochy VP (výroba – průmysl a skladování), plocha Z142 (47,94 ha). V současné době je část této plochy, nacházející se v prostoru bývalé skládky, nezastavěná a zatravněná.

Další změna funkčního využití předmětných pozemků se do budoucna nepředpokládá.

Východní část

Podle výše uvedeného územního plánu jsou pozemky zahrnující prostor bývalé skládky v tomto prostoru zařazeny do plochy NZ (neurbanizované – zemědělské pozemky). Pozemky v prostoru bývalé skládky jsou nevyužívané a zatravněné.

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

Přehled stávajícího a plánovaného využití kontaminovaného území a přilehlého okolí

Zájmová lokalita se nachází v sousedství nově vybudované průmyslové zóny Kopřivnice – Průmyslového parku Kopřivnice (PPK), od kterého je oddělena pouze stávající silnicí I. třídy č. 58, která tvoří jihozápadní hranici posuzované lokality. Část lokality mezi nově budovanou komunikací I/58 a průmyslovou zónou se má stát do budoucna součástí PPK. Na jihovýchod a východ od sledované lokality se nacházejí zemědělsky obhospodařované pozemky. Severozápadní hranici zkoumané lokality tvoří původně panelová, v současné době již v rámci stavebních prací nově vybudovaná asfaltová komunikace k hlukové dráze a skládce průmyslových a komunálních odpadů Tatra, a.s. Těsně za touto účelovou komunikací, cca v její polovině, se nachází psí útulek. Na severu a severovýchodu je těsně za hranicí lokality umístěna stávající skládka průmyslových a komunálních odpadů podniku TATRA, a.s. a hluková dráha (na tyto pozemky nebyl povolen vstup).

Vlastní prostor nemá současné době využití, lokalita č. 9 je zarovnána a na většině výměry zatravněna. Na malé části výměry v SSZ cípu je malé pole, cca uprostřed plochy se nachází kumulace hromad, obsahující výkopovou zeminu vč. drenážních trubek, pocházející zřejmě z výstavby PPK z doby kolem roku 2000. Část lokality je v současné době (březen 2011) dočasně využívána ke skládce skrývkové zeminy ze stavebních prací a pro zařízení staveniště a stání techniky.

Ochrana přírody a krajiny

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

Ve vzdálenosti cca 1,7 km jižně od zájmového prostoru prochází hranice přírodního parku Podbeskydí (rozloha 12 800 ha).

Na území 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.

Lokalita není součástí žádného prvku územního systému ekologické stability. Za jihozápadní hranicí zájmového prostoru prochází lokální biokoridor a nachází se zde lokální biocentrum (bez názvu). Další lokální biokoridor prochází podél toku Lubiny. Severovýchodně od zájmového prostoru, za tokem Lubiny, je situované 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 městě Kopřivnici bylo k datu 1. 1. 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, Závišice a Ženklaava.

Zájmové území se nachází na východním okraji Kopřivnice. Nejbližší souvislá obytná zástavba se nachází cca 600 m jihovýchodním směrem od zájmové lokality (místní část Vlčovice). V těsné blízkosti lokality (na její západní hranici) se nachází Průmyslový park Kopřivnice.

Lokalita je volně přístupná, je zde tedy možný volný pohyb osob, nicméně těleso skládky není v současnosti v terénu patrné (v současné době je však část lokality staveništěm obchvatu), pohyb osob na vlastní ploše skládky lze označit pouze za nahodilý (náhodní návštěvníci, v souvislosti s výstavbou je zde krátkodobě zvýšený pohyb osob v rámci stavebních prací).

1.1.4. Majetkoprávní vztahy

V následujících tabulkách č. 3 a 4 jsou uvedeny majetkoprávní vztahy pozemků v předmětném území. Katastrální mapa je uvedena v **příloze č. 5**. Všechny pozemky se nacházejí v katastrálním území 783901 Vlčovice.

Tabulka č. 3: Majetkoprávní vztahy

Parcelní číslo	Výměra (m ²)	Druh pozemku	LV	Vlastník	Adresa
820/2	610	Ostatní plocha	170	Římskokatolická farnost Vlčovice	Vlčovice 28, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21
822/6	5 718	Orná půda	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
834/1	484	Ostatní plocha	229	Alois Dluhoš 1/4 Radomír Dluhoš 1/4 Ludmila Dluhošová 1/2	Na luhách 615/4, Kopřivnice, 742 21 Mniší 79, Kopřivnice, 742 21 Mniší 79, Kopřivnice, 742 21
835/18*	151 903	Orná půda	-	-	-
835/28	255	Orná půda	10002	Česká republika	PF ČR, Husinecká 1024/11a, Praha, 130 00
835/32*	17 214	Orná půda	-	-	-
857/1	17 314	Orná půda	149	Květoslav Horák SJM Marie Horáková SJM	Nádražní 484, Štramberk, 742 66 Nádražní 484, Štramberk, 742 66
858/1	2 906	Trvalý travní porost	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
858/2	8 378	Trvalý travní	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21

Město Kopřivnice

13

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 9 – Nohlice

Analýza rizik

Parcelní číslo	Výměra (m ²)	Druh pozemku	LV	Vlastník	Adresa
		porost			
1001/2	1 056	Ostatní plocha	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
1001/3	36	Ostatní plocha	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
1006/19	606	Ostatní plocha	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, 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)

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

Parcelní číslo	Výměra (m ²)	LV	Vlastník	Adresa
PK 817 součástí KN 835/32	9894	115	SJM Luknár Dušan a Luknárová Dagmar	17. listopadu 1227/16, Kopřivnice, 742 21
PK 819 součástí KN 835/32 a KN 820/2	1 589	170	Římskokatolická farnost Vlčovice	Vlčovice 28, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21
PK 820 součástí KN 835/32, KN 820/2 a KN 822/3	5 488	170	Římskokatolická farnost Vlčovice	Vlčovice 28, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21
PK 835/2 součástí KN 835/18	5 367	110	Zdeňka Lednická	Vlčovice 89, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21
PK 835/3 součástí KN 835/18	1 306	206	Miroslava Krutilová Dalibor Weber Miroslav Weber	Kpt. Nálepky 1075/4, Kopřivnice, 742 21 17. listopadu 1219/7, Kopřivnice, 742 21 Krátká 634, Příbor, 742 58
PK 835/4 součástí KN 835/18 a KN 835/32	3 110	206	Miroslava Krutilová Dalibor Weber Miroslav Weber	Kpt. Nálepky 1075/4, Kopřivnice, 742 21 17. listopadu 1219/7, Kopřivnice, 742 21 Krátká 634, Příbor, 742 58
PK 835/5 součástí KN 835/18	1 921	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
PK 835/6 součástí KN 835/18	1 151	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
PK 835/7 součástí KN 835/18 a KN 835/32	2329	176	František Galia Vlasta Horečková Anastazie Hrnčárková	Mniší 48, Kopřivnice, Mniší, 742 21 Frenštátská 500, Příbor, 742 58 Mniší 171, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/8 součástí KN 835/18 a KN 835/32	3 162	221	Tomáš Růža	Mniší 36, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/9 součástí KN 835/18	3 843	36	Jiří Pakuza	Vlčovice 20, Kopřivnice, Vlčovice, 742 74
PK 835/10 součástí	5 321	204	Jiřina Galková Anežka Javorková	40, Tichá, 742 74 271, Tichá, 742 74

Parcelní číslo	Výměra (m2)	LV	Vlastník	Adresa
KN 835/18			Eliška Štefanová	Svatopluka Čecha 230, Příbor, 742 58
PK 835/11 součástí KN 835/18	5 501	470	Ing. Marek Šnyrych	Lubina 457, Kopřivnice, Lubina, 742 21
PK 835/12 součástí KN 835/18	2123	137	Stanislav Vágner Stanislav Vágner	Vlčovice 1, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21 Vlčovice 1, Kopřivnice, Vlčovice, 742 21
PK 835/13 součástí KN 835/18	2 000	171	Zdeněk Chromečka Marie Chromečková	Mniší 46, Kopřivnice, Mniší, 742 21 Mniší 46, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/14 součástí KN 835/18	1 623	171	Zdeněk Chromečka Marie Chromečková	Mniší 46, Kopřivnice, Mniší, 742 21 Mniší 46, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/15 součástí KN 835/18	2 388	38	Lukáš Marák	Mniší 92, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/16 součástí KN 835/18	4 227	38	Lukáš Marák	Mniší 92, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/17 součástí KN 835/18	3 223	225	Aloisie Juřenová	Mniší 72, Kopřivnice, Mniší, 742 21
PK 835/18 součástí KN 835/18 a KN 835/32	33 716	10001	Město Kopřivnice	Štefánikova 1163/12, Kopřivnice, 742 21
PK 857/2 součástí KN 835/18	7 051	74	František Babinec František Dragon Josef Dragon Vladimír Dragon Štěpánka Grycová Vlasta Holubová Vlasta Hudková Vladimír Kahánek Marie Kahánková Nad'a Tománková	Lichnov 398 Pavlovova 2629/25, Ostrava-Zábřeh U hřiště 1320/4, Ostrava-Zábřeh Holasova 1129/6, Ostrava-Hrabůvka Adamusova 993/1, Ostrava-Hrabůvka Svobody 493, Horní Benešov Mladotická 722, Slavičín Mladotická 722, Slavičín Mladotická 722, Slavičín Maršovská 2237, Uherský Brod

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 sukami 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 [3] nachází ve flyšovém pásmu Vnějších Západních Karpat. Horniny flyšového pásma jsou tvořeny příkrovy 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 příkrovy jsou zastoupeny frýdeckými vrstvami stupně turon–maastricht (svrchní křída) spadající do podslezské jednotky a dále souvrstvím bašským (stupeň apt–alb spodní křída) a těšínsko-hradištským (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-hradištských vrstev jsou jílovce, pískovce, slepence 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, glacifluviální 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. Kvartérní pokryv lokality (neovlivněný antropogenní činností) budují především holocenní fluviální písčito-hlinité sedimenty. V podloží západní části lokality jsou uloženy pleistocenní eolické sprašové hlíny a glacifluviální písky a písčité štěrky. Průzkumnými pracemi [4] bylo v centrální části skládky provedeno 12 ks sond, přičemž byly zastiženy navážky o mocnosti

0,2–1,9 m, fluviální jílovité hlíny o mocnosti 1,0–2,2 m, fluviální písčité štěrky o mocnosti 1,3–2,9 m a šedé vápnité jílovce v podloží. Průzkumný pracemi v roce 2003 [5] byly v prostoru mezi tělesem skládky a řekou Lubinou zastiženy v průzkumných vrtech HV-3 a HV-4 navážky o mocnosti 0,0–2,3 m, fluviální písčité hlíny o mocnosti 0,0–0,7 m, fluviální hlinité a písčité štěrky o mocnosti 1,1–1,6 m a zvětralé prachovce v podloží.

Upřesnění lokálních geologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací

Geologický profil průzkumných nevystrojených sond a vystrojených hydrogeologických vrtů je v nejsvrchnějších partiích (max. do 0,5 m) tvořen humózní vrstvou a hlínou. V hydrogeologických vrtech HG9-1 a HG9-5 je pod humózní vrstvou kvartérní štěrk a pod ním jíl s vysokou plasticitou. V hydrogeologických vrtech HG9-2, HG9-3 a HG9-4 se pod hlínou vyskytuje vrstva navážky, která má ve vrtu HG9-2 mocnost 3 m. Pod touto vrstvou je kvartérní štěrk.

V nevystrojených sondách S9-1 až S9-18 byla pod humózní vrstvou zastižena antropogenní navážka, která měla největší mocnost 4 m v nevystrojené sondě S9-4. Tato navážka je tvořená černými slévárenskými písky a odlitky a stavebním odpadem. Pod navážkou byl povětšinou zastižen kvartérní jíl s vysokou plasticitou, písčité jíl nebo štěrk.

Geologické poměry v oblasti Kopřivnice jsou znázorněny v **příloze č. 2**, geologická dokumentace včetně geologického řezu lokalitou jsou součástí **přílohy č. 8**.

1.2.3. Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska [6, 7] spadá oblast Kopřivnice a její blízké okolí do hydrogeologického rajonu 3213 – Flyš v mezipovodí Odry.

Podzemní voda je v oblasti soustředěna především na kvartérní sedimenty a svrchní část přípovrchového rozpojení flyšových sedimentů. Přebývá 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.

Zvodnění je na lokalitě soustředěno především na fluviální písčité štěrky říčních náplavů Lubiny. Podložní horniny frýdeckých vrstev tvoří izolátor. Jedná se o kolektor s volnou hladinou a koeficienty filtrace v řádu jednotek 10^{-6} m/s (ověřená hodnota $7,8 \cdot 10^{-6}$ m/s v archivním vrtu HV-2). Dotace podzemní vody je především infiltrací z atmosférických srážek, podzemním přítokem, při zvýšených průtocích influkcí z toku Lubiny. Směr proudění

podzemní vody se předpokládá k severu až severozápadu. Podzemní vody jsou drénovány řekou Lubinou. Hladina podzemní vody se nachází cca 1,0–2,2 m p.ú.t.

Upřesnění lokálních hydrogeologických poměrů zájmové lokality na základě výsledků provedených průzkumných prací

V hydrogeologických vrtech HG9-1 a HG9-5 byla hladina podzemní vody zastižena v poloze šterků a to v hloubce 1,9 m, respektive 1,7 m. V ostatních vrtech (HG9-2, HG9,3 a HG9-4) byla hladina zastižena v navážce a to v hloubce 5 m, 2,5 m a 3,5 m. Hydrodynamické zkoušky byly prováděny na vrtech HG9-3 a HG9-5. Výsledný koeficient filtrace zjištěná HDZ ve vrtu HG9-3 byl 1.10^{-5} m/s, ve vrtu HG9-5 to bylo $9.9.10^{-5}$ m/s. Transmisivita byla $3.5.10^{-5}$ m²/s (HG9-3) a $3.3.10^{-4}$ m²/s (HG9-5). Podle Jetela (1980) jsou okolní horniny mírně propustné.

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 Beskydách, asi 1 km jihovýchodně od sedla Pindula. Celý následující tok pak, jen s menšími výchylkami, směřuje k severu. v rovinaté 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 ČSR [8] 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.

1.2.5. Geochemické a hydrochemické údaje o lokalitě

Z výsledků chemických analýz prováděných v rámci předkládané analýzy rizik náleží podzemní vody, odebrané z objektů na lokalitě, k chemickému typu: Ca-Mg-HCO₃¹. Vodivost podzemních vod se pohybuje v rozmezí 251–950 μS/cm, hodnoty pH odpovídají jak neutrálním podmínkám, tak slabě alkalickým podmínkám (validují od 6,7 do 7,5). Hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu podzemních vod se pohybují od slabě redukčních (hodnota Eh: –50 mV) k oxidačním (hodnota Eh: +110 mV). V oblasti skládky je ověřený výskyt naražené hladiny podzemní vody soustředěný v hloubce 1,7–4,5 m pod úrovní terénu. Směr proudění podzemní vody je k SV. Drenážní bázi je řeka Lubina.

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

V nadloží skládkového materiálu se vyskytuje humózní vrstva, která zasahuje do hloubky prvních desítek centimetrů, případně tato vrstva chybí a je nahrazena navážkovým materiálem. Průzkumnými vrty a sondami, které se vyskytovaly v tělese skládky, bylo prokázáno, že pod humózní vrstvou je deponována antropogenní navážka, jejíž mocnost validuje v rozmezí od 0,5 do 4 m. Antropogenní navážka je v mnoha případech tvořená hlínou, jílovitým, případně jílovotopísčítým materiálem s opracovanými valouny. Tento materiál bývá v některých případech smíchán se stavebním odpadem, jako jsou úlomky cihel, kusy škváry a betonu. Ojedinele byly zaznamenány rovněž černé slévárenské písky a v jednom případě byla identifikována vrstva se směsí komunálního a stavebního odpadu. Podloží skládky tvoří vrstvy plastického jílu a šterku, které se často střídají.

2. Průzkumné práce

2.1. Dosavadní prozkoumanost území

2.1.1. Základní výsledky dřívějších průzkumných prací na lokalitě

Dle dostupných historických údajů nebyly v prostoru skládky dosud prováděny žádné průzkumné práce k identifikaci ekologické zátěže lokality. Na sledované lokalitě proběhl pouze omezený stavebně-geologický průzkum [4].

Hladina podzemní vody byla naražena v hloubkách 2,0 až 3,0 m. V těchto lokalitách byly zastíženy štěrky, které jsou hlavním kolektorem na dané lokalitě. Zastížená hladina byla většinou volná až mírně napjatá.

Veškeré další průzkumné práce v blízkém okolí lokality byly soustředěny na stávající skládku průmyslového odpadu TATRA a.s. (vstup nebyl povolen) a posuzované lokality se dotýkaly pouze okrajově a nezastihly těleso posuzované skládky.

Zájmová lokalita se nachází v sousedství nově vybudované průmyslové zóny Kopřivnice – Průmyslového parku Kopřivnice (PPK). Od jihozápadu je lokalita omezena silnicí I. třídy č. 58, od jihovýchodu a východu zemědělsky obhospodařovanými pozemky, od severu a severovýchodu stávající skládkou průmyslových nebo komunálních odpadů podniku TATRA, a.s. (na tyto pozemky není povolen vstup), od severozápadu panelovou příjezdovou cestou k hlukové dráze a skládce průmyslových nebo komunálních odpadů a.s. Tatra. V současné době nemá prostor bývalé skládky využití, lokalita je zarovnána a na většině výměry zatravněna. Na malé části výměry v SSZ cípu je malé pole, kde se zhruba uprostřed plochy nachází kumulace hromad, obsahující výkopovou zeminu vč. drenážních trubek, pocházející zřejmě z výstavby PPK z doby kolem roku 2000.

V současné době je lokalita rozdělena probíhající výstavbou přeložky silnice I/58 na dvě části. Západní, výrazně menší část, se má do budoucna stát součástí výše uvedeného průmyslového parku. Východní, větší část, je v současné době částečně využívána ke skladování skrývky z výstavby komunikace a v dohledné době bude pravděpodobně ponechána v tomto stavu. Na pozemky, na kterých probíhá výstavba silnice I/58 vstup rovněž nebyl povolen.

Morfologicky je těleso bývalé skládky patrné zejména od JV (vstupní val) a severozápadu (výstupní val), přičemž z boku navazuje na původní či uměle navržený terén. Směrem od JV jde o zvýšení terénu tělesa skládky o cca 3–4 m nad původní terén. Severozápadní břeh dosahuje převýšení 2–3 m nad původní terén. Střední mocnost skládky je 1,3 m (aritmetický průměr modelového zpracování – viz kapitola 2.2.3). Na sledované lokalitě nejsou patrné pozůstatky ukládání odpadu (s výjimkou výše zmíněných hromad výkopové zeminy). Pod tělesem bývalé skládky protéká zatrubněná vodoteč - Babincův potok, který byl původně směřován přes celý prostor bývalé skládky od JV k SZ, později byl sveden k severu k řece Lubině. Meandr řeky Lubiny probíhá cca 100 m severovýchodně od zájmové lokality.

Prostor bývalé skládky je volně přístupný s výjimkou staveniště silnice I/58. Samotná skládka nebyla žádným způsobem zabezpečena, povrch byl pouze zarovnan a zatravněn.

Stáří skládky se nepodařilo přesněji určit, dle sdělení pamětníků zde byly odpady ukládány před rokem 1970, tedy dříve, než vznikla stávající řízená skládka podél východní a severovýchodní strany předmětné lokality. V minulosti probíhaly pokusy o zemědělské využití daných pozemků, ale pro uložený stavební odpad nešlo území zmeliorovat a využití plochy pro pěstování zemědělských plodin se nezdařilo. Kubatura uložených odpadů dle modelu mocnosti skládky činí cca 175 900 m³.

V současné době je část území ve východní části lokality zatravněná a sečená (využívaná jako travní porost), větší část plochy je nevyužívaná.

V rámci „rekultivace“ byla plocha historicky pouze zavezena orníci, zarovnána a oseta trávou. Prakticky zcela tak chybí nepropustná krycí vrstva nad tělesem skládky.

Na základě prováděcí projektové dokumentace [19] byla na lokalitě dne 9. 9. 2010 odvrtána první nevystrojená sonda **S9-1**, jejíž situace je patrná z **přílohy č. 6** a geologický profil je součástí **přílohy č. 8**. Výsledky z vrtných prací byly korelovány s výstupy z geofyzikálního průzkumu, konkrétně s výsledky odporového profilování.

Sondou **S9-1** byl zastižen následující profil:

0–0,10	humózní vrstva, hnědá hlína, s drny
0,10–1,40	navážka, jílovitá, hnědá, nízká plasticita, hutná
1,40–1,50	štěrk, jílovitý, zvodnělý
1,50–3,00	jílovec, mírně zvětralý, šedý, s tence destičkovým rozpadem

Společnost GEONIKA, s.r.o. cca 2 m sz. od umístění sondy S9-1 vedla profil P1080 (30 m ze směru JV), na kterém byla provedena odporová tomografie. Výsledky odporového profilování byly porovnány se zastiženou hloubkou rozhraní měkkých sedimentů (včetně skládkových materiálů) a podloží.

U předmětné sondy bylo na základě vrtných prací zjištěno podloží na úrovni 1,40 m pod terénem. Výsledky geofyziky ukazovaly na větší hloubkový dosah, a to zhruba 2–3 m. V tomto případě bylo zřejmé, že odporová tomografie nepatrně přeceňovala skutečný výskyt podložních struktur.

2.1.2. Přehled zdrojů znečištění

Vznik ekologické zátěže na lokalitě 9 – Nohlice, pravděpodobně souvisí s ukládáním tuhých stavebních, průmyslových a komunálních odpadů Kopřivnice a činností podniku TATRA Kopřivnice. Jediným zdrojem kontaminace skládky je vlastní neodborné ukládání odpadů. K největšímu ukládání odpadů na lokalitě 9 – Nohlice docházelo přibližně v 70. letech 20. století. Jedná převážně o stavební a demoliční a přebytečnou výkopovou zeminu, v omezené míře i o slévarenské odpady.

2.1.3. Vytipování látek potenciálního zájmu a dalších rizikových faktorů

Sestavení seznamu látek potencionálního 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, BTEX a některé těžké kovy.

V rámci průzkumných prací byly dále sledovány obsahy řady dalších látek (chlorované uhlovodíky, 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 byl uvažován rozsah prací v analýze rizik. Místem možného úniku kontaminantů byla bývalá skládka. Cílovým bodem průniku byl mělký kvartérní kolektor podzemní vody, Mlýnský náhon (Babincův potok), protékající pod tělesem skládky v její východní části a následně pak řeka Lubina. Předpokládanými migračními cestami byly zejména vymývání kontaminantů ze znečištěné nesaturované zóny (skládkového tělesa) do zvodně, jejich následná migrace mělkým kvartérním kolektorem a případná infiltrace kontaminace ze znečištěných podzemních vod do vod povrchových. Potenciálními příjemci rizik byly vodní ekosystémy, náhodní návštěvníci lokality, případně zemědělské plodiny pěstované ve východní části lokality, potenciálně též obyvatelstvo využívající podzemní vody mělkého kvartérního kolektoru.

Za nutné zde považujeme upozornit, že mezi plochou bývalé skládky a řekou Lubinou se nachází skládka TATRA, a.s., kde byly ukládány odpady obdobné povahy, jako v zájmové lokalitě. To může představovat zásadní problém pro určení původu kontaminace v podzemních a povrchových vodách. Směr proudění podzemních vod na lokalitě byl předpokládán SZ směrem k obci Lubina. Z tohoto důvodu mohla také současná skládka TATRA a.s. ovlivňovat kvalitu podzemních a povrchových vod ve stejné oblasti jako původní skládka, která byla předmětem AR.

Tabulka č. 5: Předběžný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Poznámka
1	Bývalá skládka	Průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění do podzemní vody → transport podzemní vodou → jímání	Obyvatelstvo (pitná a užitková voda) – expozice ingescí, dermální a inhalační	

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Poznámka
		vod studněmi, vrty		
2	Bývalá skládka	Průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění do podzemní vody → transport podzemní vodou → infiltrace do povrchové vody, vodní ekosystémy	Povrchový tok řeky Lubiny	
3	Bývalá skládka	Průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění do průsakové vody → drenáž do zatrubnění Mlýnského náhonu → mísení s povrchovými vodami	Vodní ekosystémy	Mlýnský náhon je zaústěn do toku Lubiny
4	Bývalá skládka	Emise plynů a prachu → splachy → vodní ekosystémy	Poškození vegetačního krytu, dále lidé a zvířata pohybující se v prostoru skládky - expozice ingescí, dermální a inhalační	Těleso skládky je volně přístupné

Základem předběžného koncepčního modelu byla tabulka č. 5 se soupisem všech uvažovaných expozičních cest, které byly uvažovány v rámci analýzy rizik.

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 nesaturované zóně

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

V saturované zóně

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

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}. Z vybraných vzorků podzemních vod byl rovněž stanoven obsah pesticidů.

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, Geofundu ČR apod.)
- Zpracování a schválení prováděcí projektové dokumentace, schválení OES
- 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

- upřesnit plošný rozsah skládky a charakter uloženého materiálu,
- určit mocnost a charakter skládkového materiálu v profilech P250, P400, P1000, P1080 a P1200

- Na základě mapy totálního vektoru magnetického pole a vertikálního gradientu byl vymezen plošný rozsah skládky. Plošné vymezení skládky podle magnetometrie je vyznačeno v **příloze č. 7.1**
- Na profilech P250, P400, P1000, P1080 a P1200 byla použita 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 naven na původní terén, odlišné 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 20–40 m. Byla měřena hodnota totálního magnetického pole T [nT] a vertikálního gradientu mezi dvěma sensory 1 m nad sebou.

Celkem bylo v prostoru skládky změřeno 376 bodů. Výsledky magnetometrie jsou prezentovány formou mapy totálního vektoru magnetického pole T v **příloze č. 7.1**.

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 – skládka a kvartérní sedimenty. Pro měření byla použita aparatura ARES firmy GF Instruments (Česká republika, Brno). Bylo měřeno na profilech P250, P400, P1000, P1080 a P1200, vzdálenost sousedních elektrod byla 5,5 m. Celkem bylo změřeno 1160 m profilů.

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 (**přílohy č. 7.2 a č. 7.3**), který ukazuje rozložení měrných odporů pod povrchem. Nejdříve byly zkonstruovány odporové řezy bez znalosti údajů z vrtů, po odvrtání průzkumných vrtů byly odporové řezy zpřesněny tak, že byly v některých bodech řezu zafixovány mocnosti skládky podle vrtů v blízkosti profilů – horní část odporového řezu tak lépe zobrazuje rozložení odporů ve skládce a průběh skládky. Pokud jsou k dispozici dodatečné údaje, buď o odporu, nebo hloubce některého z odporových rozhraní, lze je použít ke zpřesnění odporového řezu a eliminaci tzv. principu ekvivalence. Podle tohoto principu, platného v geoelektrických metodách, lze v jistých mezích hodnot odporů a hloubek nalézt vzájemně odlišné odporové modely, které všechny budou odpovídat měřeným datům. Přestože takové informace k dispozici nebyly, poskytují uvedené geoelektrické řezy odporový obraz pod proměřenými profilem, z něhož lze přibližně odvodit litologické složení hornin.

2.2.1.2. Vrtné práce

Za účelem vymezení rozsahu skládky a získání bližších informací o geologickém podloží skládky byly vyhotoveny průzkumné nevystrojené sondy řady S9. Pro získání údajů o úrovni podzemní vody a ověření míry kontaminace saturované zóny horninového prostředí byly dále vybudovány vystrojené hydrogeologické vrty řady HG9.

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. 6. Evidenční list geologických prací je v **příloze č. 16** a geologická dokumentace včetně geologického řezu lokalitou jsou uvedeny v **příloze č. 8**.

Tabulka č. 6: Přehled vrtných prací

Označení vrtu	Typ vrtu	Hloubka vrtu (m p.ú.t.)	Vrtný průměr (mm)	Výstroj vrtu (materiál/průměr mm)
HG9-1	hydrogeologický	5	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG9-2	hydrogeologický	8	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG9-3	hydrogeologický	6	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG9-4	hydrogeologický	7	195/175	PVC 110/2,2 mm
HG9-5	hydrogeologický	5	195/175	PVC 110/2,2 mm
S9-1	nevystrojený	3	195	-
S9-2	nevystrojený	3	195	-
S9-3	nevystrojený	3	195	-
S9-4	nevystrojený	7	195/175	-
S9-5	nevystrojený	3	195	-
S9-6	nevystrojený	5	195/175	-
S9-7	nevystrojený	4	195	-
S9-8	nevystrojený	3	195	-
S9-9	nevystrojený	7	195/175	-
S9-10	nevystrojený	4	195	-
S9-11	nevystrojený	3	195	-
S9-12	nevystrojený	5	195/175	-
S9-13	nevystrojený	2	195	-
S9-14	nevystrojený	3	195	-
S9-15	nevystrojený	3	195	-
S9-16	nevystrojený	2	195	-
S9-17	nevystrojený	3	195	-
S9-18	nevystrojený	5	195	-

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

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. Dle organoleptických vlastností zemin byly vzorky odebrány bodově z určité hloubkové etáže z vrtného jádra.

Z deseti nevystrojených sond bylo odebráno po jednom vzorku zeminy, u dalších sedmi sond bylo odebráno po dvou vzorcích z vrstvy navážek a z podložní vrstvy. Z jedné sondy byly odebrány tři vzorky. Odběry byly přizpůsobeny litologii a senzoricím vjemům, indikující znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Pro tyto účely bylo odebráno celkem 27 ks vzorků zemin.

Ze třech vybraných sond (S9-6 S9-9 a S9-15), které byly umístěny 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. Z uvedených sond bylo odebráno po 2 vzorcích zemin – 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. Celkem bylo pro tyto účely odebráno 6 ks vzorků zemin.

Dále bylo z tělesa skládky ze sond S9-9 (1–2,8 m) a S9-15 (0,5–1,5 m) odebráno po 1 vzorku na stanovení testu ekotoxicity z důvodu posouzení nebezpečnosti uložených odpadů a jejich možného vlivu na rostliny, rostoucí na vrstvě zemin, které překrývají uložené odpady. Celkem byly pro tyto účely odebrány 2 vzorky zemin.

Ze dvou vystrojených hydrogeologických vrtů bylo odebráno po 2 vzorcích zemin ze 2 horizontů, ze 2 vystrojených hydrogeologických vrtů bylo odebráno po 3 vzorcích zemin a z jednoho vystrojeného vrtu byl odebrán jeden vzorek zeminy. Celkem bylo pro tyto účely odebráno 11 vzorků zemin. Odběry byly přizpůsobeny litologii a senzoricím vjemům, indikujícím případné znečištění. Vzorky zemin byly analyzovány na vybrané organické a anorganické parametry (viz následující kapitola). Dále bylo u vystrojených vrtů odebráno 8 vzorků 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 38 vzorků zemin na chemické parametry (anorganické a organické). Z toho 38 vzorků zemin bylo analyzováno v rozsahu Uhlovodíky C₁₀–C₄₀, těžké kovy (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn), 22 vzorků zemin bylo analyzováno na stanovení obsahu PAU, kyanidů, BTEX a CIU.

U dalších 6 vzorků zemin byly provedeny analýzy na stanovení vyluhovatelnosti, TOC v sušině a ze tří vzorků zemin bylo stanovováno PCB v sušině (vzorky pouze z tělesa skládky). U dvou vzorků zeminy byl proveden test ekotoxicity. U 8 vzorků zemin z vystrojených vrtů byla provedena granulometrická analýza.

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.

Tabulka č. 7: Celkový rozsah vrtných prací a odběrů zemin

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	základní síť – 18 ks (označení S9-1 až S9-18)
Hloubka sond / celková metráž	2–17 m / 68 bm
Počet vzorků zemin	27
Rozsah analýz	27 – Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , TK; 17 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 6 – vyluhovatelnost II. tř., TOC, 3- PCB; 2 – ekotoxicita
Vystrojené vrty	5 ks (označení HG9-1 až HG9-5)
Hloubka vrtů / celková metráž	5–8 m / 31 bm
Počet vzorků zemin	11
Rozsah analýz	11 – Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , TK; 5 – CN ⁻ , PAU, BTEX, CIU; 8 – granulometrie

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

Z každého vystrojeného vrtu (HG9-1 až HG9-5) a z jedné dočasně vystrojené sondy (S9-9) bylo odebráno po jednom vzorku podzemní vody na stanovení obsahu vybraných organických a anorganických parametrů (viz následující kapitola). Celkem bylo odebráno 6 ks vzorků podzemní vody na laboratorní analýzy.

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).

V rámci monitoringu bylo odebráno 6 ks vzorků podzemních vod. Bylo provedeno 6 rozborů v rozsahu: uhlovodíky C₁₀–C₄₀, těžké kovy (As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn), PAU, kyanidy, amonné ionty, dusitany, chloridy, BTEX a CIU. U dvou vystrojených vrtů a nevystrojené sondy byl proveden kompletní chemický rozbor vody.

Tabulka č. 8: Celkový rozsah odběrů vzorků podzemních vod

Aktivita	Množství
Nevystrojené sondy	S9-9
Počet vzorků vod	1
Rozsah analýz	1 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK, CN ⁻ , NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , Cl ⁻ , PAU, BTEX, CIU, kompletní chemický rozbor, pesticidy
Vystrojené vrty	5 ks (označení HG9-1 až HG9-5)
Počet vzorků vod	5
Rozsah analýz	5 – Uhlovodíky C ₁₀ – C ₄₀ , TK, 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.

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

2.2.1.3.3. Metodika a rozsah odběrů vzorků povrchových vod

Pro zjištění míry kontaminace povrchových vod byly provedeny 2 odběry vzorků povrchové vody. Pro účely míry šíření kontaminace do vodních toků byly odebrány 1 ks vzorku **PV9-1** z otevřené vodoteče Babincova potoka v profilu nad skládkou (Mlýnského náhonu, jak byl označen v zadávací dokumentaci, který dále protéká zatrubněn pod jihovýchodní částí skládky a ústí otevřenou trubní výústí do toku Lubiny) a 1 ks vzorku **PV9-2** v profilu pod skládkou na jeho vyústění do Lubiny. Místa odběrů jsou znázorněna na mapě v **příloze č. 6**. Vzorky povrchových vod byly odebrány přímo do skleněných vzorkovnic s teflonovým těsněním. Způsob odběru byl podřízen 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.

2.2.1.2. Metodika a rozsah laboratorních analýz

Metodika prováděných laboratorních analýz je uvedena v tabulce č. 9.

Tabulka č. 9: Metodika laboratorních analýz

Matrice	Stanovení	Metoda
zemina	C ₁₀ –C ₄₀ v sušině	Plynová chromatografie
	As, Cd, Cr, 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
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
chloridy		Titračně (argentometrie)
amonné ionty		Spektrofotometrie
dusitany		Spektrofotometrie
dusičnany		Spektrofotometrie
sírany		Titrace dusičnanem olovnatým

Matrice	Stanovení	Metoda
	fosforečnany	Spektrofotometrie
	konduktivita	Konduktometrie
	pH	Přímá potenciometrie

Rozsah laboratorní analýzy vzorků zemin

V rámci laboratorních zkoušek vzorků zemin bylo zpracováno:

- 38 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀, As, Cd, Cr⁶⁺, Cu, Hg, Ni, Pb, V, Zn v sušině
- 22 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení obsahu kyanidů, PAU, BTEX a CIU v sušině
- 6 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení vyluhovatelnosti (dle II. třídy) a TOC v sušině
- 3 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem stanovení PCB v sušině
- 2 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení testu ekotoxicity
- 8 ks vzorků zemin pro účely laboratorního zpracování za účelem provedení granulometrických analýz

Rozsah laboratorní analýzy vzorků podzemních vod

V rámci laboratorních zkoušek vzorků podzemních vod bylo zpracováno:

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

Rozsah laboratorní analýzy vzorků povrchových vod

V rámci laboratorních zkoušek povrchových vod byly zpracovány:

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

2.2.1.4. Hydrodynamické expresní zkoušky

2.2.1.5.1. Základní údaje, cíle HDZ

Na hydrogeologických objektech HG9-3 a HG9-5 byly z důvodu ověření filtračních parametrů horninového prostředí realizovány hydrodynamické zkoušky (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 hydrogeologickém vrtu uvedeném v následující tabulce č. 10.

Tabulka č. 10: Hydrogeologický objekt pro realizaci hydrodynamických zkoušek

Označení vrtu	Hloubka vrtu (m p.ú.t.)	Výstroj vrtu (materiál/průměr v mm)	ČZ (hod)	SZ (hod)
HG9-3	6	PVC 110/2,2 mm	1	2
HG9-5	5	PVC 110/2,2 mm	0,83	2

2.2.1.5.3. Technické podmínky realizace HDZ

Parametry hydrodynamické zkoušky jsou uvedeny v následujícím přehledu:

- Fáze prací – po vystrojení
- Délka ČZ – 1 hod (HG9-3), 0,83 hod (HG9-5)
- 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 zejména

- plošný rozsah skládky a charakter uloženého materiálu,
- ve vybraných profilech určit mocnost a charakter skládkového materiálu.

Plošné vymezení pro provedení magnetometrických měření na této lokalitě bylo téměř jednoznačně dáno jejím plošným omezením - na JZ silnicí I/58, na JV výrazným svahem do nivy, na SV plotem se skládkou Tatry a na SZ svahem k panelové silnici. Magnetické měření tak bylo realizováno prakticky jen ve skládce, některé profily byly prodlouženy mimo skládku do nivy, kde bylo ověřeno, že skládka mimo vymezený prostor již nepokračuje. Lze konstatovat, že magnetické měření potvrdilo přítomnost skládky v prostoru, který byl vymezen v projektu. Ve vrtu HG9-3, který byl situován již mimo vymezenou plochu skládky, byl také zjištěn skládkový materiál. V tomto prostoru bylo provedeno doplňkové magnetické měření – magnetické pole zde bylo porušené, ale předpokládáme, že se jedná pouze o rozvlečený skládkový materiál ze skládky Nohlice a také ze sousední skládky Tatry. Podle přítomnosti skládkového materiálu ve vrtu HG9-3 je také možné, že je v těchto místech vyplněna skládkou mělká terénní deprese po bývalé vodoteči.

Podle velikosti magnetických anomálií nebyla v této skládce předpokládána přítomnost větších železných předmětů, tzv. „bonbónů“. Tento předpoklad byl provedenými průzkumnými pracemi potvrzen. Magnetické anomálie jsou většinou s malými amplitudami, což naznačuje, že materiál skládky bude většinou inertní stavební odpad. Místy jsou přítomny lokální bodové anomálie o velké amplitudě, což odpovídá také přítomnosti železných předmětů, ne však ve velkém množství. Tmavší hnědý pruh s většími magnetickými anomáliemi na profilu P1000 zřejmě souvisí s linií akumulace navážek ze stavby silnice, kde byl také přítomen skládkový materiál – profil P1000 vedl v těsné blízkosti těchto hromad a v metrších 350–400 přímo přes tyto hromady. Lokálně zvýšené magnetické pole v okolí souřadnic 500/920 a 450/1200 je způsobeno panelovými vjezdy na skládku. Zelený pruh snížených hodnot magnetického pole na profilu P1040 zřejmě souvisí s elektrickým vedením, které probíhá v těsné blízkosti tohoto profilu.

Charakter a orientační mocnost skládkového materiálu byla zjišťována na profilech P250, P400, P1000, P1080 a P1200 metodou OT (**příloha č. 7.2 a 7.3**). Vrt S9-1, kde byla zjištěna mocnost skládkového materiálu pouze 1,4 m, byl realizován mezi profily P1000 a P1080.

Podle měrných odporů (metoda OT) v podloží skládky převládají nejdříve vyšší odpory 50 - 70 Ωm (hnědá barva v řezu), které by mohly odpovídat fluviálním náplavům (šterkům). Jejich mocnost je však vlivem principu ekvivalence ve skutečnosti mnohem menší – jejich měrný odpor je pravděpodobně vyšší (mocnost této vrstvy nebylo však možné upřesnit ani po provedení vrtů, protože vrty byly většinou ukončeny ještě v kvartéru a mocnost této vrstvy nemohla být přesně specifikována). Podložní slínovce mají nízké měrné odpory 10 – 30 Ωm (žlutá až zelená barva v řezu).

Pozn.: Odporový řez na profilu P1000 se poněkud odlišuje od ostatních řezů pravděpodobně z důvodu vysokých hromad navážek ze stavby silnice, jejichž akumulace byly těsně podél profilu.

Materiál skládky má nízké měrné odpory 10–30 Ωm , což odpovídá jemnozrnnému materiálu - jílovité navážce. To je v souladu s hodnotami magnetického pole, které je většinou klidné pouze s lokálními anomáliemi, což podporuje předpoklad, že skládka je tvořena většinou inertním stavebním materiálem.

Mocnost skládky je největší v jižní části skládky (3–4 m) a nejmenší v západní části skládky (např. na profilu P400 zcela chybí žlutá barva nízkých měrných odporů) a také ve východní části skládky (1–1,5 m). Na profilu P250 je zřetelné, jak se postupně zmenšuje mocnost skládky od JZ směrem k SV (v odporovém řezu se postupně snižuje mocnost vrstvy žluté barvy). Na profilu P1200 je naopak vidět, jak se mocnost od JV směrem k SZ postupně mírně zvyšuje.

2.2.2.2. Provedené vrtné práce

Nevystrojené sondy

Nevystrojené vrty (celkem 18 ks strojně vrtaných sond) byly v nezpevněných sedimentech zhotoveny vrtnou soupravou UGB 50, technologií rotačního jádrového vrtání, vrtným průměrem 195/175 mm.

Geologická dokumentace nevystrojených sond je uvedena v **příloze č. 8**.

Technický popis nevystrojených vrtů je uveden v následujícím přehledu:

Počet vrtů:	18
Označení vrtu:	S9-1, S9-2, S9-3, S9-4, S9-5, S9-6, S9-7, S9-8, S9-9, S9-10, S9-11, S9-12, S9-13, S9-14, S9-15, S9-16, S9-17, S9-18
Lokalizace vrtu:	viz příloha č. 6
Technologie vrtání:	rotační jádrová
Hloubka vrtu:	viz tabulka č. 6 kap. 2.2.1.2. konečná hloubka vrtu byla určena hydrogeologem dle místních podmínek
Vrtné průměry:	0–7 m (kvartér) 195/175 mm

Pažení:	pracovní ocelové pažení dle soudržnosti profilu
Výplach:	ne
Likvidace:	záhozem

Vystrojené hydrogeologické vrty

Průzkumné hydrogeologické vrty řady **HG9** (5 ks) byly v nezpevněných sedimentech zhotoveny technologií rotačního jádrového vrtání vrtnou soupravou UGB-50 vrtným průměrem 195/175 mm a vystrojeny PVC 110/2,2 mm. Parametry nově vybudovaných vystrojených hydrogeologických vrtů jsou uvedeny v následujícím přehledu.

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

HG9-1

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 479888,77 X:1126482,52 Z: 314,66/314,16

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–5,0 m (kvartér) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 5 m

Vrtné průměry: 0,0–2 m ø 195 mm (UGB 50)

2–5 m ø 175 mm (UGB 50)

Výplach: bez výplachu

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

2,0–4,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná

4,0–5,0 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

1,0–5,0 m obsyp 4/8 mm kačírek

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

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:

naražená 1,9 m ustálená 1,29 m

HG9-2

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 480051,30 X:1126382,67 Z: 315,68/315,15

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 195 mm (UGB-50)

Město Kopřivnice

35

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 9 – Nohlice

Analýza rizik

	3,0–8,0 m ø 175 mm (UGB-50)
Výplach:	bez výplachu
Výstroj:	+ 0,0–2,0 m PVC 110/2,2 mm plná
	2,0–6,5 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
	6,5–8,0 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 kačírek
Zhlaví vrtu:	0,0–0,50 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno
Hladina podzemní vody vztažená k terénu:	
	naražená 5 m ustálená 4,47 m

HG9-3

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 480288,09 X: 1126215,25 Z: 312,50/311,93

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 175 mm (UGB 50)

Výplach: bez výplachu

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

2,0–5,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná

5,0–6,0 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 kačírek

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

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:

naražená 2,5 m ustálená 1,31 m

HG9-4

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 480533,41 X: 1126348,72 Z: 319,83/319,30

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–7,0 m (kvartér) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 7 m
Vrtné průměry: 0,0–2,0 m ø 195 mm (UGB-50)
2,0–7,0 m ø 175 mm (UGB-50)
Výplach: bez výplachu
Výstroj: + 0,0–2,0 m PVC 110/2,2 mm plná
2,0–6,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
6,0–7,0 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
1,0–7,0 m obsyp 4/8 mm kačírek
Zhlaví vrtu: 0,0–0,50 m přírubové kovové zhlaví ø 133 mm, obetonováno
Hladina podzemní vody vztažená k terénu:
naražená 3,5 m ustálená 2,74 m

HG9-5

Záměry (S-JTSK, Bpv)

Y: 480227,85 X: 1126550,73 Z: 314,72/314,22

Lokalizace vrtu: viz **příloha č. 6**

Technologie vrtání: 0,0–5,0 m (kvartér) rotační jádrová

Hloubka vrtu: 5 m

Vrtné průměry: 0,0–5,0 m ø 195 mm (UGB 50)

Výplach: bez výplachu

Výstroj: + 0,0–1,5 m PVC 110/2,2 mm plná
1,5–4,0 m PVC 110/2,2 mm perforovaná
4,0–5,0 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
1,0–5,0 m obsyp 4/8 mm kačírek

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

Hladina podzemní vody vztažená k terénu:
naražená 1,7 m ustálená 0,7 m

2.2.2.3. Výsledky laboratorních analýz

2.2.2.3.1. Výsledky laboratorních analýz vzorků zemin

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.

Jako reprezentativní vzorek představující přirozené koncentrace na lokalitě byl vybrán hydrogeologický vrt HG9-5, který 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**. Přehlednou prezentaci prostorového rozmístění kontaminace zeminy a podzemní a povrchové vody podává **příloha č. 9.9**.

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 analyzováno 38 ks vzorků zemin na stanovení uhlovodíků C₁₀–C₄₀. Přirozené koncentrace těchto parametrů nedosahovaly mez detekce laboratorní metody. Ve vrtu HG9-1, který reprezentuje přirozené pozadí, byly koncentrace těchto látek pod mezí detekce analytické metody (< 25 mg/kg) stejně tak jako většina vzorků zemin. Maximální koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ dosahovala hodnoty **3 492 mg/kg** v sondě S9-12 (1–1,5 m). Sonda S9-9 (1,9 m) obsahovala **326 mg/kg** a sonda S9-16 (0,7 m) **244 mg/kg**. Laboratorní analýzy prokázaly spíše bodové kontaminace uhlovodíky C₁₀–C₄₀, ale vzhledem k tomu, že zvýšené koncentrace byly prokázány více jak ve třech vrtech, jsou v tabulce č. 11 uvedeny statistické ukazatele.

Tabulka č. 11: 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	125,07	12,50	557,61	12,50	12,50

BTEX

Celkem bylo analyzováno 22 ks vzorků zemin na stanovení látek skupiny BTEX. Ve vrtu odpovídající přirozenému pozadí byly koncentrace BTEX pod mezí detekce laboratorní metody. Kontaminace byla prokázána ve 4 m hloubce vstrojeného vrtu HG9-2, kde benzen dosahuje koncentrace **11,9 mg/kg** a překračuje tak kritérium C, obsah xylenu je **34,3 mg/kg** při současném převýšení kritéria B, toluen dosahuje koncentrace **18,9 mg/kg**, čímž překračuje kritérium A. V dalších vzorcích zemin se hodnoty BTEX pohybují kolem orientačního kritéria A MP MŽP. Vzhledem k prokázanému plošnému znečištění, jsou v tabulce č. 12 uvedeny statistické ukazatele o rozložení hodnot koncentrací na lokalitě.

Tabulka č. 12: Statistické ukazatele látek skupiny BTEX v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3. kvartil (mg/kg)
Benzen	0,57	0,01	2,47	0,01	0,01
Toluen	1,08	0,01	3,93	0,01	0,10
Ethylbenzen	0,02	0,01	0,05	0,01	0,01
Xylen	1,85	0,02	7,12	0,02	0,07

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V rámci analýzy rizik bylo odebráno celkem 22 ks vzorků na stanovení obsahu PAU. V zeminách z vrtu HG9-5, který reprezentuje přirozené pozadí na lokalitě nebyly obsahy PAU stanovovány. Zvýšené koncentrace PAU byly prokázány ve třech sondách v parametrech benzo/a/pyren a benzo/b/fluoranthen. Benzo/a/pyren překračuje kritérium C v sondě S9-8 (3 m) s koncentrací **7,98 mg/kg**, v sondě S9-15 (1–1,5 m) s koncentrací **7,02 mg/kg**. Kritérium B je přesáhnuto v sondě S9-16 (0,7 m) s koncentrací **3,04 mg/kg**. Benzo/b/fluoranthen překračuje kritérium B v sondě S9-8 (3 m) s obsahem **8,76 mg/kg**, v S9-15 (1–1,5 m) s koncentrací **7,74 mg/kg** a v S9-16 (0,7 m) s naměřenou hodnotou **4,1 mg/kg**.

Hodnota Σ PAU v sušině dosahuje v nejvíce kontaminovaných sondách (S9-8 a S9-15) hodnot **88,03 mg/kg**, resp. **82,6 mg/kg**, které nepřekračují orientační kritérium B MP MŽP. Ve většině sond a vstrojených hydrogeologických vrtech se obsahy PAU pohybují v úrovni kritéria A MP MŽP.

Na lokalitě bylo prokázáno plošné znečištění složkami PAU. Tabulka č. 13 vyjadřuje statistické ukazatele rozložení koncentrací.

Tabulka č. 13: Statistické ukazatele 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	1,06	0,20	2,19	0,13	0,53
Benzo/b/fluoranthen	1,24	0,23	2,43	0,17	0,63
Benzo/ghi/perylen	0,53	0,08	1,11	0,01	0,19
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,52	0,12	1,02	0,07	0,27
Benzo/k/fluoranthen	0,54	0,10	1,07	0,08	0,27
Chrysen	0,98	0,16	2,16	0,08	0,46
Pyren	2,12	0,37	5,04	0,08	0,48
Anthracen	0,54	0,07	1,49	0,01	0,14
Fenanthren	2,03	0,29	5,20	0,07	0,46
Fluoranthen	3,03	0,51	7,26	0,11	0,76
Naftalen	0,10	0,05	0,10	0,04	0,11
Fluoren	0,37	0,04	0,73	0,02	0,10

Kyanidy (CN⁻)

V rámci posouzení rozsahu kontaminace bylo sledováno 22 ks vzorků zemin pro účely laboratorního stanovení obsahu kyanidů. Obsah kyanidů v sušině nebyl ve vrtu HG-5 stanovován. Vyšší koncentrace byly naměřeny v sondě S9-4 (2,3–2,5 m) s obsahem **0,14 mg/kg**, v sondě S9-6 (2,5 m) **0,15 mg/kg**, v sondě S9-9 (1,9 m) **0,24 mg/kg**, v sondě S9-15 (1–1,5 m) kde byla naměřena max. koncentrace **1,97 mg/kg**. Ve vystrojeném vrtu HG9-2 (4 m) byl obsah kyanidů **0,17 mg/kg** a koncentrace **0,19 mg/kg** byla identifikována v sondě HG9-2 (2 m) a ve vystrojeném vrtu HG9-4 (3 m). Laboratorními analýzami bylo prokázáno plošné znečištění, jehož míru znázorňuje tab. č. 14.

Tabulka č. 14: Statistické ukazatele kyanidů v zeminách

	aritmetický průměr (mg/kg)	medián (mg/kg)	směrodatná odchylka (mg/kg)	1. kvartil (mg/kg)	3. kvartil (mg/kg)
Kyanidy	0,19	0,08	0,39	0,05	0,15

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Na lokalitě bylo odebráno celkem 22 ks vzorků zemin na stanovení chlorovaných uhlovodíků, přičemž na lokalitě bylo laboratorními analýzami prokázáno v jednom případě v sondě S9-16 (1,3 m) překročení orientačního kritéria A u trichlorethenu (TCE) a ve stejném vzorku u tetrachlorethenu (PCE). Koncentrace ostatních chlorovaných uhlovodíků jsou pod mezí detekce laboratorní metody.

Těžké kovy (TK)

Na lokalitě bylo sledováno 38 vzorků zemin na stanovení obsahu těžkých kovů. Ve vrtu HG9-5, který je brán jako reprezentant přirozeného pozadí, se zvýšená koncentrace těžkých kovů neprojevila. Z výsledků analýz je patrné, že v zeminách dochází k bodové kontaminaci těžkých kovů a to v sondě S9-15 (1–1,5 m), kde kritérium C překračuje olovo s hodnotou **543 mg/kg**, kritérium B překračuje **830 mg/kg** mědi (34 krát více než pozadí) a **194 mg/kg** niklu (8 krát více než pozadí). Ostatní vzorky zemin obsahují těžké kovy v koncentracích v úrovni hodnot přirozeného pozadí, méně často mírně nad orientačním kritériem A. U vybraných kovů bylo provedeno statistické zhodnocení, které vyjadřuje tab. č. 15.

Tabulka č. 15: 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	0,47	0,10	1,86	0,10	0,44
Měď	45,95	16,10	133,31	13,63	20,68
Olovo	28,47	6,05	89,89	2,73	8,98

Polychlorované bifenyly (PCB)

V rámci laboratorních analýz byly sledovány 3 vzorky zemin na stanovení obsahu PCB. Ani v jednom případě nebyla prokázána koncentrace, která by přesahovala hodnotu orientačního kritéria A MP MŽP.

Výsledky stanovení třídy vyluhovatelnosti

Na stanovení třídy vyluhovatelnosti bylo odebráno po 2 vzorcích zemin ze sondy S9-6 z hloubek 1,5 a 2,5 m, po 2 vzorcích ze sondy S9-9 z 1,9 a 4 m a 2 vzorky byly odebrány ze sondy S9-15 z hloubek 1 a 1,7 m. Z laboratorních výsledků třídy vyluhovatelnosti vyplynulo, že v sondě S9-15 v hloubkové úrovni 1–1,5 m nevyhovují koncentrace síranů a antimonu vyhlášce MŽP ČR č. 294/2005 Sb. pro zařazení odpadů do třídy I. V hloubce 1,7 m stejné sondy nevyhovují obsahy DOC, olova a rozpuštěných látek rovněž zařazení odpadů 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 2 vzorcích odpadu z nevystrojených sond S9-9 (1–2,8 m) a S9-15 (0,5–1,5 m), bylo zjištěno, že dané vzorky vyhovují všem požadovaným parametrům dle vyhl. č. 294/2005 Sb.

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

Výsledky stanovení sušiny celkové a TOC

Stanovení celkového organického uhlíku (TOC) bylo prováděno ze 6 vzorků zemin sond S9-6 (1,5 a 2,5 m), S9-9 (1,9 a 4 m) a S9-15 (1–1,5 a 1,7 m). Obsah celkové sušiny se

v analyzovaných vzorcích pohyboval od 78,9 % do 87,5 %. Obsahy TOC v sušině validovaly od 0,3 do 2,19 %, v sondě S9-9 (1,9 m) bylo identifikováno až 4,99 % TOC v sušině.

Výsledek stanovení 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, vybrané těžké kovy, Σ PAU, Σ BTEX.

Limitní hodnota uhlovodíků C₁₀–C₄₀ je 300 mg/kg, která je překročena v jediné sondě S9-15 (1–1,5 m) s naměřenou koncentrací **3 492 mg/kg**. Z hlediska těžkých kovů je limitní hodnota 10 mg/kg překročena u arsenu celkem ve 22 vzorcích zemin, kde se koncentrace pohybuje **od 21,3 mg/kg do 10,1 mg/kg**. Limitní hodnota kadmia (1 mg/kg) je překročena v sondě S9-1 s koncentrací **3 mg/kg**. Koncentrace **543 mg/kg** v kontaminované sondě S9-15 (1–1,5 m), **150 mg/kg** v sondě S9-4 (2,4–2,5 m) a **127 mg/kg** v sondě S9-9 (1,9 m) přesahuje limitní hodnotu 100 mg/kg olova.

Dle vyhlášky č. 294/2005 Sb. je mezní hodnota Σ PAU² 6 mg/kg, přičemž tato hodnota je nejvíc překročena v sondě S9-8 (3 m) s hodnotou **103,78 mg/kg** díky vysokému obsahu benzo/a/pyrenu a benzo/b/fluoranthenu a dále v sondě S9-15 (1–1,5 m) s hodnotou **93,51 mg/kg** a v sondě S9-16 (0,7 m) s hodnotou **29,92 mg/kg**.

Limitní hodnota Σ BTEX je 0,4 mg/kg, jejíž max. hodnota byla naměřena ve vrtu HG9-2 (4 m) se sumou **65,1 mg/kg**, ve stejném vrtu v hloubce 2 m byla vypočtena hodnota **2,4 mg/kg**, ve vrtech HG9-3 (2–2,5 m) a HG9-4 (3 m) dosahuje Σ BTEX **2,5 mg/kg** a **1,4 mg/kg**. Z nevystrojených sond je limitní hodnota překročena rovněž v S9-16, S9-15 s hodnotami **0,9 mg/kg** a vyšší hodnota byla zaznamenána ještě v sondě S9-9 (1,9 m) s **3,7 mg/kg**.

2.2.2.3.2. Výsledky laboratorních analýz vzorků podzemních vod

Výsledky laboratorních analýz odebraných vzorků podzemních vod 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 HG9-5, který byl vybrán jako reprezentant přirozeného pozadí na 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. 9.2**. Přehlednou prezentaci prostorového rozmístění kontaminace zeminy a podzemní a povrchové vody podává **příloha č. 9.9**.

² Σ PAU v zeminách jsou 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, fenanthren, chrysen, indeno(1,2,3-cd)pyren, naftalen a pyren.

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

V rámci hodnocení kvality podzemních vod na lokalitě byly analyzovány podzemní vody v parametrech uhlovodíky C₁₀–C₄₀ celkem z 6 objektů. Kromě hydrogeologického vrtu HG9-4, kde byla naměřená hodnota **0,084 mg/l**, byly koncentrace uhlovodíků pod mezí detekce laboratorní metody (<0,05 mg/l).

BTEX

U látek skupiny BTEX nebyly v podzemních vodách prokázány zvýšené koncentrace přesahující orientační kritérium A MP MŽP. Koncentrace BTEX u všech vzorků podzemních vod jsou pod mezí detekce laboratorního stanovení.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

Ve vrtu HG9-5 představující přirozené koncentrace v podzemních vodách, většina složek PAU nedosahuje meze detekce laboratorního stanovení. V ostatních vzorcích podzemních vod se koncentrace PAU pohybují kolem hodnot kritéria A MP MŽP a lze tak říci, že se jedná o plošné, i když nevýznamné, znečištění. V jednom případě dochází jen k velice těsnému překročení kritéria B u chryseny, který dosahuje koncentrace **0,109 µg/l** v sondě S9-9. Tabulka č. 16 vyjadřuje statistické parametry PAU v podzemních vodách.

Hodnota $\sum\text{PAU}^3$ v podzemní vodě překračuje kritérium A ve vrtu HG9-3 a v sondě S9-9 s hodnotami **0,2 µg/l**.

Tabulka č. 16: Statistické ukazatele PAU v podzemních vodách

	aritmetický průměr (µg/l)	medián (µg/l)	směrodatná odchylka (µg/l)	1.kvartil (µg/l)	3.kvartil (µg/l)
Benzo/a/pyren	0,031	0,009	0,038	0,005	0,053
Benzo/b/fluoranthen	0,036	0,011	0,042	0,005	0,062
Benzo/ghi/perylen	0,020	0,007	0,022	0,004	0,034
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,008	0,003	0,011	0,003	0,003
Benzo/k/fluoranthen	0,016	0,005	0,019	0,002	0,028
Benzo/a/anthracen	0,038	0,007	0,050	0,003	0,062
Chrysen	0,032	0,005	0,043	0,005	0,066
Pyren	0,148	0,028	0,225	0,017	0,138
Anthracen	0,012	0,005	0,018	0,005	0,005
Fenanthren	0,093	0,022	0,120	0,009	0,145
Fluoranthen	0,203	0,034	0,318	0,022	0,186

Těžké kovy

Z hlediska těžkých kovů prokázaly laboratorní analýzy podzemních vod velice mírně zvýšené koncentrace nad kritériem A u arsenu v sondě S9-9 a ve stejné sondě rovněž u mědi.

³ $\sum\text{PAU}$ v podzemní vodě jsou dle MP MŽP definovány jako suma následujících látek: benzo/a/pyren, benzo/ghi/perylen, i Indeno(1,2,3-cd)pyren, benzo/k/fluoranthen, benzo/a/anthracen, chrysen, pyren, fenanthren a fluoranthen.

Obsahy těžkých kovů se v ostatních vzorcích pohybují pod detekčním limitem laboratorní metody, čemuž odpovídá rovněž přirozené pozadí na lokalitě.

Chlorované uhlovodíky (CIU)

Mírně zvýšené obsahy CIU byly zaznamenány u tetrachlorethenu téměř ve všech vzorcích podzemních vod. Jedná se ale pouze o nevýznamně zvýšené koncentrace od **0,6** do **0,8 µg/l**. U tohoto parametru bylo provedeno statistické zhodnocení.

Tabulka č. 17: Statistické ukazatele 1,1,2,2-tetrachlorethenu (PCE) (v podzemních vodách)

	aritmetický průměr (µg/l)	medián (µg/l)	směrodatná odchylka (µg/l)	1.kvartil (µg/l)	3.kvartil (µg/l)
1,1,2,2-tetrachlorethen (PCE)	0,45	0,60	0,34	0,15	0,80

Kyanidy (CN⁻)

Na lokalitě nebylo v žádném ze sledovaných objektů prokázáno znečištění podzemních vod kyanidy. Koncentrace kyanidů se ve většině vzorků podzemních vod pohybovala pod mezí detekce laboratorní metody, kromě vzorku z HG9-1 **0,138 mg/l** a vrtu HG9-4, kde byla naměřena vysoká hodnota dosahující **1,5 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. Dle výše uvedené vyhlášky nevyhovují limitní hodnotě manganu (0,05 mg/l) koncentrace **2,7 mg/l** ve vrtu HG9-1, **9,8 mg/l** ve vrtu HG9-3 a **0,45 mg/l** v sondě S9-9. Doporučená hodnota vápníku je 40–80 mg/l, přičemž ta je překročena ve vrtu HG9-3, kde byla naměřena koncentrace **116 mg/l**. Limitní hodnota pro celkové železo (0,2 mg/l) je překročena ve všech sledovaných objektech (HG9-1, HG9-3a S9-9) kde byly identifikovány koncentrace **12 mg/l**, **16,7 mg/l** a **5,3 mg/l**.

Dané vyhláše rovněž nevyhovuje koncentrace benzo/a/pyrenu, jejíž limitní hodnota je 0,01 µg/l, ve vrtu HG9-3 s obsahem **0,068 µg/l** a v sondě S9-9 s koncentrací **0,098 µg/l**. Dále byla překročena limitní hodnota 0,1 µg/l pro pitnou vodu v ukazateli \sum PAU⁴ ve stejných objektech, kde došlo k překročení benzo/a/pyrenu. Přesahující hodnoty \sum PAU se zde pohybovaly od **0,215 µg/l do 0,190 µg/l**.

Ve všech sledovaných objektech rovněž nevyhovují koncentrace CHSK-Mn (limitní hodnota je 3 mg/l) v rozmezí koncentrací **od 6 do 8 mg/l**, dále nevyhovuje barva vody (limit je 20 mg/l Pt), která je vyšší než **70 mg/l Pt** a vzorky rovněž nevyhovují parametru zákalu vody (limit je 5 zT (t)) v hodnotách **205, 141 a 182 zT (t)**. Dle vyhl. č. 252/2004 Sb. je limit pro obsah TOC 5 mg/l. Tomuto limitu nevyhovuje hodnota **6,69 mg/l a 9 mg/l** v objektech HG9-3 a S9-9.

⁴ \sum 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

Limitní hodnoty pro pitnou vodu jsou dále výrazně překročeny v ukazateli celkové kyanidy (NMH 0,05 mg/l) ve vzorku z objektu HG9-1 (**0,138 mg/l**) a vrtu HG9-4, kde byla naměřena vysoká hodnota dosahující **1,5 mg/l**.

Je třeba zdůraznit, že voda z výše uvedených objektů není používána k pitným účelům.

Pesticidy

V rámci laboratorních analýz bylo 2. 12. 2010 provedeno stanovení obsahu pesticidů v podzemní vodě z vystrojeného vrtu HG9-1 a z dočasně vystrojené sondy S9-9. Z výsledků vyplynulo, že koncentrace všech parametrů se pohybují pod mezí detekce laboratorní metody a u žádného z nich tedy nedochází k překročení orientačního kritéria A MP MŽP. Z těchto výsledků vyplývá, že významnější množství pesticidů nebylo ve skládce ukládáno.

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 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 povrchové vodě s označením PV9-1 a PV9-2. Obsahy jak uhlovodíků, tak těžkých kovů byly ve všech vzorcích pod mezí detekce laboratorní metody.

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

2.2.2.4 Výsledky hydrodynamických zkoušek (čerpací a stoupací zkoušky)

Hydrodynamické zkoušky na vrtech HG9-3 a HG9-5 byly vyhodnoceny Jacobovou semilogaritmickou metodou přímky. Tabelární a grafické vyhodnocení hydrodynamických zkoušek je součástí **přílohy č. 18**.

Tabulka č. 18: Výsledné hodnoty filtračních parametrů saturované zóny v okolí vrtu HG9-3

	HDZ: HG9-3			Ovlivnění okolních vrtů při ČZ
	ČZ	SZ	průměr	
k (m/s) prům	9,7.10 ⁻⁶	1,0.10 ⁻⁵	1,0.10⁻⁵	Bez ovlivnění
T (m ² /s) prům	3,4.10 ⁻⁵	3,6.10 ⁻⁵	3,5.10⁻⁵	
v _{krit.} (m ² /s) prům	3,9.10 ⁻⁴	4,0.10 ⁻⁴	3,9.10⁻⁴	
R (m)	4,5	4,4	4,5	

Výsledné vypočtené filtrační parametry saturované zóny horninového prostředí pro vrt HG9-3 jsou uvedeny v tabulce č 18. Podle výsledného koeficientu filtrace 1,0.10⁻⁵ 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 4,5 m.

Tabulka č. 19: *Výsledné hodnoty filtračních parametrů saturované zóny v okolí vrtu HG9-5*

	HDZ: HG9-5			Ovlivnění okolních vrtů při ČZ
	ČZ	SZ	průměr	
k (m/s) prům	$8,7 \cdot 10^{-5}$	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$9,9 \cdot 10^{-5}$	Bez ovlivnění
T (m ² /s) prům	$2,9 \cdot 10^{-4}$	$3,7 \cdot 10^{-4}$	$3,3 \cdot 10^{-4}$	
v _{krit.} (m ² /s) prům	$7,6 \cdot 10^{-4}$	$7,3 \cdot 10^{-4}$	$1,2 \cdot 10^{-3}$	
R (m)	16,0	14,2	15,1	

Výsledné vypočtené filtrační parametry saturované zóny horninového prostředí pro vrt HG9-5 jsou uvedeny v následující tabulce č. 19. Podle výsledného koeficientu filtrace $9,9 \cdot 10^{-5}$ 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 15,1 m.

2.2.2.5. Geodetické zaměření

Dne 10. 1. 2011 bylo provedeno geodetické zaměření vystrojených hydrogeologických vrtů a nevystrojených sond na lokalitě č. 9 – Nohlice 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 síť 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 mocností skládky. Jeho tvorba byla realizována interpolací (metoda simple kriging) mocností skládkového materiálu z jednotlivých objektů průzkumu v roce 2010. V rámci průzkumných prací byly realizovány nevystrojené sondy S9-1 až S9-18 a hydrogeologické vrty HG9-1 až HG9-5. Model mocností skládky je znázorněn v **příloze č. 12** a geologická dokumentace z průzkumu včetně geologického řezu lokalitou je součástí **přílohy č. 8**.

Z výsledků modelu navážky vyplývá, že plošný rozsah skládky 9 - Nohlice je cca 135 800 m², přičemž obvod modelové skládky činí 1 060 m. Skládka se sestává ze dvou dílčích částí, oddělenou pozemky Ředitelství silnic a dálnic (ŘSD) a na nich vybudovanou komunikací, která je součástí obchvatu města Příbor. Na těchto pozemcích probíhala v období 2009–2011 výstavba komunikace a prováděné průzkumné práce respektovaly neprovádění vrtných prací na pozemcích ŘSD. Vzhledem k celkové nízké mocnosti navážky na lokalitě Nohlice však lze předpokládat, že při výstavbě došlo k odstranění navážky pro vytvoření vrstveného lože komunikace a na úrovni komunikace se tedy skládka nevyskytuje.

Tabulka č. 20 popisuje distribuci hloubkového dosahu v poměru k ploše skládkového tělesa. Z celkového počtu 30 objektů se hodnoty mocnosti navážky pohybovaly v rozmezí 0–4,0 m. Mocnost přitom byla uvažována jako vertikální vzdálenost od terénu k bázi skládkového materiálu. Aritmetický průměr tohoto souboru činí 1,6 m, přičemž směrodatná odchylka dosahuje hodnoty 1,1 m. Medián pro datový celek je 1,4 m a hodnota 3. kvartilu je 1,0 m.

Oblast se nachází v nadmořských výškách 311–320 m n. m., přičemž terén se svažuje k SV.

Objem skládkového tělesa na základě modelového řešení dosahuje kubatury 175 900 m³. Hladina podzemní vody se v 6 hydrogeologických objektech vyskytovala v prosinci 2010 na úrovních 0,7–4,7 m pod úrovní terénu. Saturovaná a nesaturovaná zóna na ploše navážky je tvořena převážně stavebním odpadem ve formě jílovité zeminy s různým stupněm plasticity, místy stavební sutí, panely, škvárou, ojediněle pak slévarenskými písky a komunálním odpadem. Kubatura nesaturované zóny je aproximována na 174 800 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 543 200 m³. Přitom kubatura samotné navážky v saturované zóně činí 1 060 m³.

Tabulka č. 20: Hloubkový dosah navážky v poměru k plošnému rozsahu

Hloubkový dosah navážky	Plocha absolutní	Plocha relativní
m	m ²	%
0–1	53 970	39.7
1–2	54 560	40.2
2–3	21 080	15.5
3–4	5 170	3.8
4–5	1 020	0.8
Suma	135 800	100

Míra a rozmístění znečištění

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

Obecně je úroveň kontaminace na lokalitě nízká. Znečištění v zemině bylo průzkumnými pracemi v roce 2010 ověřeno v ukazatelích ropných uhlovodíků skupiny C₁₀–C₄₀, těžkých kovů – arsenu, kadmia, niklu a olova, PAU a BTEX, v podzemní vodě byly detekovány zvýšené hodnoty pro PAU a kyanidy.

Ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀

Kontaminace ropnými uhlovodíky na lokalitě 9 byla ověřena pouze u 2 nevystrojených sond, tj. sondy S9-15 a S9-9 s hodnotami 3 992 mg/kg a 326 mg/kg ve stejném pořadí.

Vyhláška č. 294/2005 Sb. přitom stanovuje maximální limit pro koncentraci ropných uhlovodíků skupiny C₁₀–C₄₀ v sušině odpadů na úrovni 300 mg/kg. Sonda S9-15 se nachází na východní hranici skládky Nohlice, v bezprostřední blízkosti skládky Tatry u řeky Lubiny, která se rozkládá na SV–V od tohoto objektu. Sonda S9-9 se nachází v západní části větší dílčí části lokality č. 9, cca 380 m od sondy S9-15. Ostatní vzorky, které byly součástí průzkumu v roce 2010, neukazují na kontaminaci ropnými uhlovodíky. Tomu odpovídá i statistické zhodnocení - aritmetický průměr datového celku činí 125 mg/kg, směrodatná odchylka 557 mg/kg, přitom 75 % všech vzorků spadá pod hodnotu meze detekce laboratorní metody (<25 mg/kg). V podzemní vodě byla stanovena koncentrace ropných uhlovodíků nad mezí detekce (0,05 mg/l) pouze v případě vzorku z hydrogeologického vrtu HG9-4 ze dne 2. 12. 2010, kde byla stanovena hodnota 0,08 mg/l. Tento objekt se nachází na západě zájmové lokality, v menší dílčí části skládky Nohlice.

Polycyklické aromatické uhlovodíky

Znečištění polycyklickými aromatickými uhlovodíky (PAU) je soustředěno do střední až jihovýchodní části zájmové oblasti. V zeminách je kontaminace zřejmá z analýz zeminy z nevystrojených sond S9-8, S9-15 a S9-16, kde byla v horizontech 3,0 m, 1–1,5 m a 0,7 m stanovena koncentrace 103,8 mg/kg, 93,5 mg/kg a 29,9 mg/kg Σ PAU⁵ ve stejném pořadí. Dále byla prokázána mírně zvýšená koncentrace v sondě S9-9 (6,0 mg/kg v úrovni 4 m p.ú.t.). Limit pro Σ PAU pro sušinu odpadu podle vyhlášky č. 294/2005 Sb. činí 6 mg/kg. Lze očekávat vyšší hodnota pro PAU v oblasti na východ od sondy S9-8. Ve vzorku z objektu S9-14 nebyly PAU stanovovány, podobně však i u objektů S9-1 a S9-2, které se nacházejí cca 80 m jihozápadně, resp. západně od sondy S9-8. Vzorek zeminy z hydrogeologického vrtu HG9-2 ukazuje na zvýšené koncentrace Σ PAU s hodnotou 5,3 mg/kg – tato hodnota je na úrovni 3. kvartilu datového celku pro Σ PAU dle definice vyhlášky č. 294/2005 Sb. V objektu S9-13 nebyly PAU stanoveny, nicméně objekty S9-12 a S9-7 na kontaminaci neukazují.

V podzemní vodě byly hodnoty PAU mírně zvýšené u dvou sledovaných objektů – HG9-3 a S9-9, přitom koncentrace Σ PAU⁶ dosáhly v průzkumu v období 2010–2011 hodnot 0,19 μ g/l a 0,22 μ g/l ve stejném pořadí, limit daný vyhláškou je stanoven na úroveň 0,1 μ g/l.

Těžké kovy

Kontaminovaná zemina arsenem se vyskytuje na SV oblasti na linii objektů S9-13, S9-12, HG9-2 a S9-10, kde byly ve vzorcích zeminy detekovány hodnoty 21,3 mg/kg, 18,1 mg/kg, 16,4 mg/kg a 15 mg/kg ve stejném pořadí. Limitní hodnota vyhlášky č. 294/2005 SB. přitom činí 10 mg/kg. Celkem 22 objektů z celkových 38 tuto hodnotu překračují.

Limit vyhlášky 294/2005 sb. pro kadmium (1 mg/kg) překročily 2 vzorky zeminy – S9-15 a S9-1 s hodnotami 9,7 mg/kg a 3,0 mg/kg ve stejném pořadí. Objekt S9-15, nacházející se

⁵ 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

⁶ 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

na východě lokality v blízkosti monitorovacího vrtu HG9-2, zároveň ukazuje na kontaminaci zeminy olovem, niklem, mědí a rtuť s koncentracemi z horizontu 1–1,5 m na úrovni 543 mg/kg, 194 mg/kg, 830 mg/kg a 0,98 mg/kg ve stejném pořadí.

BTEX

Kontaminace látkami BTEX není prostorově určitá – kontaminovaná místa reprezentují objekty HG9-2, S9-9 a HG9-3, kde byla průzkumnými pracemi v roce 2010 ověřena kontaminace Σ BTEX na úrovni 65,1 mg/kg, 3,7 mg/kg a 2,5 mg/kg ve stejném pořadí. Další 4 vzorky přesahují limit vyhlášky č. 294/2005 Sb., která stanoví limit pro Σ BTEX v sušině odpadů na úrovni 0,4 mg/kg.

Kyanidy

Ve dvou objektech byla detekována zvýšená úroveň koncentrace kyanidů v podzemní vodě. Jedná se o hydrogeologický vrt HG9-4, kde byla dne 2. 12. 2010 potvrzena kontaminace podzemní vody na úrovni 1,46 mg/l. Nad limit vyhlášky č. 252/2004 Sb. byl také vzorek podzemní vody z objektu HG9-1, kde byla stanovena koncentrace 0,14 mg/l. Limit vyhlášky je přitom stanoven na úrovni 0,05 mg/l.

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. Těkavé 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 zeminou omezováno. 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 nezpevněná, zatravněná. Pozemky jsou v současné době vedené jako pozemky zemědělské.

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

Objem nesaturované zóny tvoří 174 800 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 zemin ve formě TOC (Total Organic Carbon).

Pro výpočet sorpčních charakteristik zemin 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 jsou uvedeny v následující tabulce č. 21. Pro těžké kovy je hodnota K_d dána. Jako zástupce spektra látek ropného původu byl použit methylcyklohexan, který představuje běžnou komponentu směsi ropných látek.

Hodnota ukazatele TOC je převzata z analýz vzorků zemin z nevystrojených sond S9-6 z hloubek 1,5 a 2,5 m, S9-9 z hloubek 1,9 a 4 m a S9-15 z hloubek 1–1,7 a 8,2 metrů a jeho průměrná hodnota je 16 g/kg.

Pro výpočty šíření byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných polutantů.

Tabulka č. 21: Hodnoty K_{oc} , f_{oc} a K_d

Kontaminant	K_{oc} [l/kg]	f_{oc}	K_d [l/kg]
methylcyklohexan	234	0,016	3,7
kadmium	-	0,016	30
olovo	-	0,016	1.10 ⁶
měď	-	0,016	98
benzo/a/pyren	5,87.10 ⁵	0,016	9,4.10 ³
benzo/b/fluoranthen	5,99.10 ⁵	0,016	9,6.10 ³
benzo/ghi/perylene	1,95.10 ⁶	0,016	3,1.10 ⁴
indeno(1,2,3-cd)pyren	1,95.10 ⁶	0,016	3,1.10 ⁴
benzo/k/fluoranthen	5,87.10 ⁵	0,016	9,4.10 ³
chrysen	1,81.10 ⁵	0,016	2,9.10 ³
pyren	5,43.10 ⁴	0,016	8,7.10 ²
anthracen	1,64.10 ⁴	0,016	2,6.10 ²
fenanthren	1,67.10 ⁴	0,016	2,8.10 ²
naftalen	1,54.10 ³	0,016	25
fluoranthen	5,55.10 ⁴	0,016	8,9.10 ²
benzen	1,46.10 ²	0,016	2,3
toluen	2,34.10 ²	0,016	3,7
ethylbenzen	4,46.10 ²	0,016	7,1
xylen	3,38.10 ²	0,016	6,1

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.

Tabulka č. 22.1 : Bilance v nesaturované zóně horninového prostředí – C_{10} – C_{40} , těžké kovy

	C_{10} – C_{40}	kadmium	měď	olovo
Organický uhlík (%)	0,016	0,016	0,016	0,016
Koc (dm ³ /kg)	234	-	-	-
Kd (dm ³ /kg)	3,7	30	98	1.10 ⁶
$C_{suš}$ (mg/kg)	12,5	0,44	20,7	9
C_{aq} (mg/dm ³)	3,3	0,01	0,2	9.10 ⁻⁶
Objem kontaminované horniny (m ³)	174 800	174 800	174 800	174 800
Hmotnost kontaminantu v nesaturované zóně (kg)	4,6.10³	1,6.10²	7,6.10³	3,3.10³

Tabulka č. 22.2.: 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	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
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)	9,4.10 ³	9,6.10 ³	3,1.10 ⁴	3,1.10 ⁴	9,4.10 ³	2,9.10 ³
$C_{suš}$ (mg/kg)	0,53	0,6	0,2	0,3	0,3	0,5
C_{aq} (mg/dm ³)	5,6.10 ⁻⁵	6,3.10 ⁻⁵	6,4.10 ⁻⁶	9,6.10 ⁻⁶	3,2.10 ⁻⁵	1,7.10 ⁻⁴
Objem kontaminované horniny (m ³)	174 800	174 800	174 800	174 800	174 800	174 800
Hmotnost kontaminantu v nesaturované zóně (kg)	1,9.10²	2,2.10²	73,4	1,1.10²	1,1.10²	1,8.10²

* 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;

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

$$C_{aq} = \frac{C_{suš}}{K_d}$$

Město Kopřivnice

51

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 9 – Nohlice

Analýza rizik

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

Tabulka č. 22.2.: Bilance v nenasurované zóně horninového prostředí – PAU

	pyren	anthracen	fenanthren	naftalen	fluoranthren
Organický uhlík	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
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)	8,7.10 ²	2,6.10 ²	2,7.10 ²	25	8,9.10 ²
C _{suš} (mg/kg)	0,5	0,14	0,5	0,11	0,8
C _{aq} (mg/dm ³)	5,8.10 ⁻⁴	5,4.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻³	4,5.10 ⁻³	9.10 ⁻⁴
Objem kontaminované horniny (m ³)	174 800	174 800	174 800	174 800	174 800
Hmotnost kontaminantu v nenasurované zóně (kg)	1,8.10²	51,4	1,8.10²	40	2,9.10²

Tabulka č. 22.3.: Bilance v nenasurované zóně horninového prostředí – BTEX

	benzen	toluen	ethylbenzen	xylén
Organický uhlík	0,016	0,016	0,016	0,016
Koc (dm ³ /kg)	1,5.10 ²	2,3.10 ²	4,5.10 ²	3,8.10 ²
Kd (dm ³ /kg)	2,3	3,7	7,1	6,1
C _{suš} (mg/kg)	0,01	0,1	0,01	0,07
C _{aq} (mg/dm ³)	4,3.10 ⁻³	2,7.10 ⁻²	1,4.10 ⁻³	1,1.10 ⁻²
Objem kontaminované horniny (m ³)	174 800	174 800	174 800	174 800
Hmotnost kontaminantu v nenasurované zóně (kg)	3,7	37	3,7	2,6

V nenasurované zóně horninového prostředí na lokalitě 9 – Nohlice se v objemu zeminy 174 800 m³ nachází 4,6 tun uhlovodíků C₁₀–C₄₀, kadmia je 160 kg, mědi 7,6 t a olova 3,3 t. Celková hmotnost vybraných PAU je 1,6 t a celková hmotnost BTEX je 47 kg.

2.2.4.2. Šíření znečištění v saturované zóně

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

Mocnost zvodně saturované zóny je pro účely výpočtů uvažována na úrovni 4 m. Koeficient filtrace na lokalitě na základě vyhodnocení hydrodynamických zkoušek v objektech HG9-3 a HG9-5 vychází 5,5.10⁻⁵ m/s.

Při ploše skládky 135 800 m² a mocnosti zvodně 4 m, je objem saturované zóny 543 200 m³. Pro výpočty bilancí v pevné matici situované v saturované zóně byla uvažovaná kubatura pouze skládkového materiálu na úrovni 1 060 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 %.

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

$$J = v \cdot n \cdot C$$

kde: C představuje koncentraci kontaminantu v podzemní vodě.

Koeficient filtrace, zjištěný na základě hydrodynamických zkoušek (viz kapitola 2.2.2.4.), v průměru dosahuje hodnoty $5,5 \cdot 10^{-5}$ m/s.

Rychlost proudění podzemní vody v , při průměrném hydraulickém gradientu $0,02^7$ vychází rychlost proudění podzemní vody na $1,1 \cdot 10^{-6}$ m/s.

Střední lineární (skutečná) rychlost proudění v_s při efektivní pórovitosti n_e 10 % vychází na $1,1 \cdot 10^{-5}$ 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. 24.

V tabulce č. 23 je vypočtená rychlost šíření a advekční tok kontaminantu.

Tabulka č.23.1.: 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)	$5,3 \cdot 10^{-7}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$6,7 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-10}$
J (mg/m ² /rok)	$5,6 \cdot 10^{-1}$	$1,4 \cdot 10^{-7}$	$1,6 \cdot 10^{-7}$	$2,5 \cdot 10^{-8}$	$2,5 \cdot 10^{-9}$	$8,4 \cdot 10^{-8}$

* 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

Tabulka č.23.2.: Rychlost šíření a advekční tok kontaminantu

	chrysen	pyren	anthracen	fen**	fluor
v (m/s)	$7,2 \cdot 10^{-10}$	$2,4 \cdot 10^{-9}$	$8 \cdot 10^{-9}$	$7,8 \cdot 10^{-9}$	$2,4 \cdot 10^{-9}$
J (mg/m ² /rok)	$6,4 \cdot 10^{-7}$	$4,3 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$1,5 \cdot 10^{-5}$	$5,6 \cdot 10^{-6}$

** fen-fenanthren; fluor-fluoranthen

Z vybraných kontaminantů se na lokalitě nejrychleji šíří uhlovodíky $C_{10}-C_{40}$ rychlostí $5,3 \cdot 10^{-7}$ m/s a jejich advekční tok je $5,6 \cdot 10^{-1}$ mg/m²/rok. Z polycyklických aromatických uhlovodíků se nejrychleji šíří anthracen, rychlostí $8 \cdot 10^{-9}$ m/s a s advekčním tokem $5 \cdot 10^{-7}$ mg/m²/rok. Nejpomaleji naopak benzo/ghi/perylen a indeno(1,2,3-cd)pyren, rychlostí $6,7 \cdot 10^{-11}$ m/s a s advekčním tokem $2,8 \cdot 10^{-8}$ 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 maticí. 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} .

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

⁷ gradient proudění podzemní vody byl určen z proudového pole – viz příloha č. 11

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.

Tabulka č.24.1: 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	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
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)	3,7	9,4.10 ³	9,6.10 ³	3,1.10 ⁴	3,1.10 ⁴	9,4.10 ³
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	84	0,05	0,06	0,03	0,003	0,03
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	0,084	5.10 ⁻⁵	6.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁵	3.10 ⁻⁶	3.10 ⁻⁵
Ca (mg/kg)	0,31	4,7.10 ⁻¹	5,7.10 ⁻¹	9,4.10 ⁻¹	9,4.10 ⁻²	2,8.10 ⁻¹
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	543 200	543 200	543 200	543 200	543 200	543 200
Objem zasažené zeminy (m ³)	1 060	1 060	1 060	1 060	1 060	1 060
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	20,7	49309	50317	163801	163801	49309
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	18	1,1.10 ⁻²	1,3.10 ⁻²	6,5.10 ⁻³	6,5.10 ⁻⁴	6,5.10 ⁻³
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (kg)	0,7	1	1,3	2	0,2	0,6

	C ₁₀ -C ₄₀	b/a/p	b/b/f	b/ghi/p	i(1,2,3-cd)p	b/k/f
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	0,7	1	1,3	2	0,2	0,6

* 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. 24.2: *Bilance v saturované zóně horninového prostředí*

	chrysen	pyren	anthracen	fenanthren	fluor*
Organický uhlík	0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
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)	2,9.10 ³	8,7.10 ²	2,6.10 ²	2,7.10 ²	25
Koncentrace polutantu ve vodě (µg/l)	0,07	0,14	0,005	0,15	0,19
Koncentrace polutantu ve vodě (mg/dm ³)	7.10 ⁻⁵	1,4.10 ⁻⁴	5.10 ⁻⁶	1,5.10 ⁻⁴	1,9.10 ⁻⁴
Ca (mg/kg)	2.10 ⁻¹	1,2.10 ⁻¹	1,3.10 ⁻³	4.10 ⁻²	1,7.10 ⁻¹
Objem zasažené saturované zóny (m ³)	543 200	543 200	543 200	543 200	543 200
Objem zasažené zeminy (m ³)	1 060	1 060	1 060	1 060	1 060
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	15205	4562	1379	1404	4663
Hmotnost kontaminantu ve vodě (g)	1,5.10 ⁻²	3,1.10 ⁻²	1,1.10 ⁻³	3,2.10 ⁻²	4,1.10 ⁻²
Hmotnost kontaminantu sorb. horninou (g)	0,4	0,3	2,8.10 ⁻⁴	0,1	0,4
Hmotnost kontaminantu celkem (kg)	0,4	0,3	2,8.10⁻⁴	0,1	0,4

*fluor-fluoranthen

V saturované zóně na lokalitě 9 – Nohlice je 0,7 kg uhlovodíků C₁₀-C₄₀. Z polycyklických aromatických uhlovodíků je nejvíce zastoupen benzo/ghi/perylene (2 kg), benzo/b/fluoranthen (1,3 kg) a benzo/a/pyren (1 kg).

2.2.4.3. Šíření znečištění povrchovými vodami

Na základě výsledků laboratorních analýz vzorků povrchové vody z Babincova potoka a laboratorních analýz vzorků podzemních vod se šíření do povrchové vody nepředpokládá. V Babincově potoce nebyly v profilu nad ani pod skládkou zaznamenány sledované ukazatele nad mezí detekce. Případné ovlivnění kvality podzemní vody v řece Lubině nelze vyhodnotit vzhledem k existenci skládky TATRA a.s proti směru proudění 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 kontaminantu, lze shrnout pod pojem atenuace.

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. Na základě ověřené kontaminace na lokalitě je atenuace diskutována pro uhlovodíky C₁₀–C₄₀, vybrané těžké kovy (měď, olovo, nikl), polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) a BTEX.

Z výsledků laboratorních analýz je patrné, že na lokalitě byla prokázána bodová kontaminace těžkými kovy a složkami PAU ve vzorku z hloubky 1–1,5 m sondy S9-15 nacházející se u východního okraje vymezeného prostoru skládky. Zvýšené koncentrace PAU byly prokázány rovněž v nedaleké sondě S9-16. Vzhledem k tomu, že posuzovaná lokalita sousedí na východním cípu se skládkou komunálního a průmyslového odpadu, je možné, že zvýšení obsahu souvisí právě s tímto prostorem, což však na základě aktuálně zjištěných dat nebylo možno vyhodnotit (na pozemek skládky nebyl majitelem povolen vstup). Znečištění složkami PAU bylo identifikováno rovněž ve vrtu S9-8, který je rovněž situovaný ve východní části lokality.

Těžké kovy

Ve vzorku zeminy ze sondy S9-15 byla prokázána koncentrace **543 mg/kg** olova, která tímto překračuje orientační kritérium C MP MŽP, dále **194 mg/kg** niklu a **830 mg/kg** mědi, jejichž hodnoty překračují kritérium B. Vzhledem k neutrálnímu pH prostředí (viz tab. č. 25) se nepředpokládá jejich uvolňování do podzemních vod, což potvrzují jejich nízké koncentrace v podzemních vodách. Těžké kovy tak patrně budou nasorbovány na jílovitý materiál v němž je skládka uložena.

Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)

V diskutovaném vrtu S9-15 byla prokázána kontaminace některými složkami PAU, konkrétně benzo/a/pyrenem s koncentrací **7,02 mg/kg** (překračuje kritérium C) a benzo/b/fluoranthenem o obsahu **7,74 mg/kg** (překračuje kritérium B). V blízkém vrtu S9-16 je obsah těchto složek rovněž nad kritériem B, jedná se o koncentrace **3,04 mg/kg** a **4,1 mg/kg**. Vysoké obsahy byly ale prokázány také v zemině z 3 m hloubky sondy S9-8, kde benzo/a/pyren dosahoval **7,98 mg/kg** a překračoval tak kritérium C a obsah benzo/b/fluoranthenu byla **8,76 mg/kg** (nad kritériem B).

Uhlovodíky C₁₀–C₄₀

V nejvíce znečištěné sondě (S9-15) byly naměřeny také max. koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀, (**3 492 mg/kg**). V podzemních vodách se zvýšené koncentrace neobjevily. Nasycené n-alkany jsou v rámci přirozených atenuačních procesů nejsnáze a nejrychleji odbouratelné sloučeniny, přičemž nejlépe podléhají degradaci alkaný v rozpětí od C₁₀ do C₂₆.

BTEX

Zvýšené obsahy BTEX byly identifikovány ve vystrojeném vrtu HG9-2, který je rovněž situovaný ve V části skládky v těsném sousedství skládky komunálního odpadu. Naměřeno bylo **11,9 mg/kg** benzenu (překročeno kritérium C) a **34,3 mg/kg** xylynu (překročeno kritérium B). BTEX jsou díky své relativně vysoké rozpustnosti dobře degradovatelné sloučeniny. Obvykle se na degradaci podílí i působení mikroorganismů, které je za příznivých podmínek rozkládají na konečné oxidační produkty, vesměs neškodné a netoxické.

Aerobní a anaerobní transformace uhlovodíkových kontaminantů

V procesu přirozené atenuace uhlovodíkových kontaminantů se uplatňují jak procesy aerobní, tak anaerobní. Principem aerobního procesu je oxidace kontaminantu kyslíkem přes alkohol, aldehyd a kyselinu, která se následně zapojuje do buněčného cyklu mikroorganismů. Anaerobní rozklad je principiálně podobný aerobnímu s tím rozdílem, že jako akceptor elektronu figurují látky typu dusičnany, železité a mangančité ionty a sírany. Mezi důležité geochemické indikátory, které jsou při posuzování atenuačních procesů uhlovodíkových kontaminantů sledovány, patří hodnoty oxidačně-redukčního potenciálu (Eh), koncentrace elektronových akceptorů, hodnota pH a teplota. Hodnoty geochemických indikátorů naměřených v podzemní vodě jsou vyjádřeny v tabulce č. 25.

Eh – oxidačně-redukční potenciál a elektronové akceptory

Přímým důkazem o probíhajících degračních procesech v saturované zóně, je pokles koncentrací elektronových akceptorů, což se projevuje snížením oxidačně-redukčního potenciálu.

Tab. č. 25: Geochemické parametry vzorků podzemních vod

	HG9-1	HG9-2	HG9-3	HG9-4	HG9-5	S9-9
pH:	6,82	7,01	6,68	7,51	6,75	7,1
Redox potenciál: [mV]	-18,1	-20,1	-52,2	101	-84,6	58,3
Rozp. O ₂ : [mg/l]	2,22	7,01	0,34	2,73	2,24	12,81
Vodivost: [μS/cm]	556	399	813	857	950	251
Teplota: [°C]	4,2	6,9	5,6	7,1	6,2	6,2
Železo	12		16,7			5,3
Fe (III)	<0,02		<0,02			<0,02
Fe (II)	12		16,7			5,3
Dusičnany	<5		<5			<5
Sírany	52,4		65,5			48

Při oxidaci jako první přijímá elektrony kyslík, jehož pokles pod 0,5 mg/l indikuje anaerobní podmínky. Při absenci kyslíku figurují jako akceptory elektronů dusičnany. V případě postupného vyčerpávání dusičnanů se začínají uplatňovat sírany, které již značí prostředí anaerobní. Dvojmocné železo (Fe^{II}) je indikátorem redukce trojmocného železa (Fe^{III}) během degradace organických sloučenin při absenci O₂ a NO₃⁻.

Z tabulky je patrné, že záporný oxidačně-redukční potenciál, odrážející redukční prostředí se nachází v objektech sousedící se skládkou odpadu TATRA a.s. jež leží částečně proti směru proudění podzemní vody. Kromě vrtu HG9-2, kde je relativně vysoká koncentrace rozpuštěného kyslíku, v objektech se záporným redox je koncentrace kyslíku nižší. Naopak oxidační prostředí bylo prokázáno ve vrtu HG9-4 a sondě S9-9, které jsou situovány v opačné (západní) části vymezené lokality. Ve vrtech se záporným redox potenciálem koreluje vysoká hodnota rozpuštěného Fe^{II} . Je rovněž průkazné, že došlo k vyčerpání dusičnanů, které se mohly spotřebovat při oxidaci organických kontaminantů.

Posouzení stavu probíhajících atenuačních procesů

Z hlediska těžkých kovů (mědi, niklu a olova) se předpokládá, že přetrvávají nasorbované v jílovité zemině v níž je skládka uložena. Sledované geochemické indikátory naznačují, že v saturované zóně východní části skládky je nastoleno redukční prostředí, což pravděpodobně souvisí se spotřebou kyslíku při oxidaci uhlovodíkových kontaminantů, které byly v některých vzorcích zemin prokázány.

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 SV, kde je lokalita drénována řekou Lubinou.

Na základě analýzy je míra šíření kontaminantů v řádu 10^{-7} až 10^{-11} m/s na lokalitě č. 9 - Nohlice hodnocena jako relativně nízká (viz kapitola 2.2.4.2). Koncentrace PAU v podzemní vodě byla stanovena v objektech HG9-3 a S9-9, nicméně i ověření kontaminace v zemině těchto objektů přímo neukazuje na aktivní transport. Ačkoliv tedy k samotnému transportu kontaminantů dochází (proudění podzemní vody na lokalitě), vzhledem k charakteru skládky (nízké hodnoty kontaminace, malá mocnost navážky) a horninového prostředí nelze uvažovat o vyšší míře transportu kontaminantů ve směru proudění podzemní vody. Na základě průzkumu nebylo znečištění v povrchovém toku (Babincův potok) prokázáno.

Za významnou kontaminaci lze považovat hodnoty kyanidů v podzemní vodě objektů HG9-4 a HG9-1. Tyto objekty se nacházejí na samém okraji, resp. vně skládky. V objektu HG9-4 byla ve vzorku podzemní vody ze dne 2. 12. 2010 detekována koncentrace 1,46 mg/l, tj. cca 30krát nad limitem vyhlášky č. 252/2004 Sb. Tato sonda zasahuje cca 0,8 m do navážky, přitom hladina podzemní vody byla naražena na úrovni 3,5 m p.ú.t. a ustálená hladina v listopadu 2010 byla na úrovni 2,74 m p.ú.t. Ve vzorku zeminy z úrovně 3 m dosáhla v průzkumu ze dne 5. 11. 2010 hodnoty 0,19 mg/kg. Směr proudění podzemní vody je od JZ k SV. S ohledem na vzdálenost od západního okraje skládky (cca 40 m) a situaci objektu na okraji samotné zájmové lokality je nepravděpodobné, že by kontaminace kyanidy pocházela ze samotného skládkového tělesa. Ačkoliv situace dotujícího zdroje není z provedených prací patrný, jeho umístění se předpokládá na JZ (průmyslový areál) od monitorovacího vrtu HG9-4. Také v hydrogeologickém vrtu HG9-5 byla detekována koncentrace 0,14 mg/l v podzemní vodě. V zemině tohoto objektu nejsou kyanidy s hodnotou 0,13 mg/kg výrazně zvýšené a vzhledem ke směru proudění podzemní vody na lokalitě lze

tedy usuzovat na transport kyanidů podzemní vodou. Podobně jako v případě objektu HG9-4 však není zdroj této kontaminace známý. Transport kyanidů byl průzkumnými pracemi potvrzen pouze u těchto dvou objektů, v případě hydrogeologických vrtů HG9-2, HG9-3 a HG9-5 nebyla koncentrace nad mezí detekce laboratorní metody (0,005 mg/l) ověřena.

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 malého 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.

Jednoznačně také nebyl prokázán původ kontaminace kyanidy v podzemní vodě v objektech HG9-5 (objekt reprezentující přirozené pozadí) a objektu HG9-4 v západním cípu skládky, vzhledem k obsahům v zeminách a směru proudění podzemní vody (k SV) by případná kontaminace pravděpodobně nepocházela z hodnocené skládky, nýbrž z jejího okolí. Obsahy kyanidů v podzemní vodě vzhledem k výši nalezených koncentrací považujeme za nutné ověřit opakovaným monitoringem.

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 PAU

Významně zvýšené koncentrace některých těžkých kovů (Pb, Cu a Ni) byly zaznamenány pouze v jednom vzorku zeminy, a proto nejsou dále hodnoceny. Rovněž obsahy kyanidů v podzemní vodě je nutno ověřit opakovaným monitoringem neboť jejich původ není dostatečně vyjasněn.

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

3.1.2. Základní charakteristika příjemců rizik

Západní část lokality Nohlice bude v budoucnu využita jakou součástí Průmyslového parku Kopřivnice, východní část je v současné době nevyužívaná a zatravněná. Pohyb obyvatel na této lokalitě je spíše náhodný, ale plocha je volně přístupná. Příjemci rizik jsou tedy náhodní návštěvníci lokality.

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

Tabulka č. 26: Aktualizovaný koncepční model

Expoziční cesta č.	Ohnisko znečištění	Transportní cesta	Příjemce rizik	Poznámka
4	Bývalá skládka	Přímý dermální kontakt se zeminou	Poškození dále lidé a zvířata pohybující se v prostoru skládky - expozice dermální	Těleso skládky je volně přístupné

V aktualizovaném koncepčním modelu (tabulka č. 26) je jako hlavní ohnisko znečištění v zájmovém území uvažována bývalá skládka. Jako příjemce rizik je uvažováno obyvatelstvo.

S ohledem na výsledky průzkumných prací není jako expoziční cesta uvažovaná transportní cesta: průsaky srážkové vody, výluhy ze skládky a jejich rozpouštění a transport kontaminantů do povrchové vody.

3.1.3.1 Výčet reálných expozičních scénářů

Následující tabulka přináší přehled reálných expozičních scénářů.

Tabulka č. 27: Výčet reálných expozičních scénářů

Typ expozice	Expoziční médium	Využití území	Příklad expozičního scénáře
dermální kontakt	zemina	rekreační	dermální kontakt při náhodném pohybu osob na lokalitě

Pro hodnocení rizika jsou uvažovány expoziční scénáře, sumarizované v tabulce. Jelikož je pohyb osob na lokalitě náhodný, uvažovaným scénářem je pouze dermální kontakt se zeminou.

3.1.3.2 Výpočet expozičních koncentrací podle jednotlivých expozičních cest

Výčet expozičních koncentrací pro dermální kontakt se zeminou je uveden v následující tabulce č. 28. Do tabulky byly zadány hodnoty 3. kvartilu koncentrací jednotlivých kontaminantů.

Tabulka č. 28: Výčet expozičních koncentrací

Typ expozice	Kontaminant	Koncentrace	Objekt
A. Dermální kontakt se zeminou Dermální kontakt se zeminou při náhodném pohybu osob na	benzo/a/pyren	0,53 mg/kg	Pro výpočty byly použity 3. kvartily koncentrací vybraných
	benzo/b/fluoranthen	0,6 mg/kg	
	fluoranthen	0,76 mg/kg	
	chrysen	0,46 mg/kg	

Typ expozice	Kontaminant	Koncentrace	Objekt
lokalitě	pyren	0,48 mg/kg	polutantů
	fluoren	0,1 mg/kg	
	naftalen	0,11 mg/kg	

3.2. Hodnocení zdravotních rizik

Metodika hodnocení zdravotních rizik zahrnuje pět základních kroků:

- Určení vztahu dávka – odezva
- 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 toxickými látkami. 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 náhodném pohybu osob na lokalitě

CF	konverzní faktor pro přepočítání kg a mg: 10^{-6} kg/mg
SA	3270 cm ² /den
AF	0,05 mg/cm EPA (2004)
ABSd	0,01 pro organické látky (EPA, 1992B)
EF	75 dní/rok
ED	předpoklad běžné expozice 9 rok
BW	průměrná váha 70 kg

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:

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

Město Kopřivnice

65

Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici

Lokalita 9 – Nohlice

Analýza rizik

Výpočty pro jednotlivé typy expozice jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka č. 29: 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]
naftalen	-	-	-	2,0.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²	8,6.10 ⁻⁴
pyren	-	-	-	3,0.10 ⁻²	5,4.10 ⁻³	3,0.10 ⁻²
benzo/a/pyren	7,3	23,5	3,1	-	-	-
benzo/b/fluoranthen	7,3.10 ⁻¹	2,4	3,1.10 ⁻¹	-	-	-
fluoranthen	-	-	-	4,0.10 ⁻²	1,2.10 ⁻²	4,0.10 ⁻²
fenanthren	-	-	-	-	-	-
chrysen	7,3.10 ⁻³	2,4.10 ⁻²	3,1.10 ⁻³	-	-	-
fluoren	-	-	-	4,0.10 ⁻²	2,0.10 ⁻²	-

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

A Dermální kontakt se zemínou

Tabulka č. 30.1 : Dermální kontakt se zemínou

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	b/a/p*	b/b/f	fluor	chrysen	pyren
CS	konc. v suš. zeminy	(mg/kg)	0,53	0,6	0,76	0,46	0,48
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)	3270	3270	3270	3270	3270
AF	faktor adherence kůže	(mg/cm ²)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
ABS	absorpční faktor	bezrozm.	0,13	0,13	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)	5,2.10 ⁻⁷	3,3.10 ⁻⁷	4,3.10 ⁻⁷	2,6.10 ⁻⁷	2,7.10 ⁻⁷
RfD-ad	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	-	-	1,2.10 ⁻²	-	5,4.10 ⁻³
SF-ad	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	23,5	2,4	-	2,4.10 ⁻²	-
HQ	index nebezpečnosti		-	-	3,5.10 ⁻⁵	-	5.10 ⁻⁵
ELCR	riziko pro karcinogeny		7.10 ⁻⁶	8,1.10 ⁻⁷	-	6,2.10 ⁻⁹	-

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

Tabulka č. 30.2 : Dermální kontakt se zemínou

Dermální kontakt se zemínou		Kontaminant:	fluoren	naftalen
CS	konc. v suš. zeminy	(mg/kg)	0,1	0,11
CF	konverzní faktor	(kg/mg)	$1,0 \cdot 10^{-6}$	$1,0 \cdot 10^{-6}$
SA	plocha povrchu těla	(cm ² /den)	3270	3270
AF	faktor adherence kůže	(mg/cm ²)	0,05	0,05
ABS	absorpční faktor	bezrozm.	0,13	0,13
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)	$5,6 \cdot 10^{-8}$	$6,2 \cdot 10^{-8}$
RfD-ad	ref. bezp. denní dávka	(mg/kg/den)	$2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$
SF-ad	faktor strmosti	(1/(mg/kg/den))	-	-
HQ	index nebezpečnosti		$2,8 \cdot 10^{-6}$	$5,2 \cdot 10^{-6}$
ELCR	riziko pro karcinogeny		-	-

Zhodnocení výpočtů:

Výpočet rizika dermálního kontaktu byl proveden pro náhodný pohyb osob na lokalitě. Pro výpočet byly použity hodnoty 3. kvartilu koncentrací PAU v zájmové lokalitě. Podle výpočtů je zde pravděpodobnost vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu při kontaktu s benzo/a/pyrenem Podle MP MŽP je toto riziko kvantifikováno pro více jak 100 osob. Jelikož je ale pohyb osob na lokalitě náhodný, není zde v současné době pravděpodobnost, že by se jich tam pohybovalo takovéto množství. Proto jsou tyto výpočty jen hypotetické a reálné riziko zde nehrozí. Výsledná hodnota kvocientu nebezpečnosti HQ je menší než 1, což neprokázalo nebezpečnost této expozice.

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.

Podle výsledků testů ekotoxicity, které byly na lokalitě prováděny na vzorcích ze sondy S9-9 (1–2,8 m) a S9-15 (0,5–1,5 m), nebylo zjištěno překročení požadovaných ukazatelů (viz. příloha č. 9.7).

Při rekognoskaci terénu nebyl zjištěn vliv na rostliny rostoucí na lokalitě, v povrchové vodě byly všechny sledované kontaminanty pod mezí detekce. Tudíž předpokládáme, že skládka za současného stavu nepředstavuje ekologické riziko pro ekosystémy vázané na bezprostřední okolí skládky ani povrchové vodoteče (Babincův potok, Lubina). Otázkou zůstává případný vliv skládky TATRA a.s, což je ovšem mimo rámec předložené analýzy rizik.

3.4. Shrnutí celkového rizika

V rámci hodnocení rizika bylo kvantifikováno riziko dermálního kontaktu se zeminou.

Určení míry rizika při dermálním kontaktu se zeminou bylo provedeno pro náhodný pohyb osob na lokalitě. Vypočtená hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizuje karcinogenní riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu. Toto riziko je však kvantifikováno pro 100 a více ohrožených osob, tudíž za současného využití lokality reálné riziko nehrozí.

Dále bylo na základě výsledků průzkumných prací konstatováno, že skládka za současného stavu nepředstavuje ekologické riziko pro ekosystémy vázané na bezprostřední okolí skládky a povrchové vodoteče.

3.5. Omezení a nejistoty

Pro výpočty hodnocení rizik byly použity maximální zjištěné hodnoty koncentrací z provedených průzkumných prací.

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 % požitě 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 (s výjimkou ověřovacího monitoringu).

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 a dále nutné ověření zvýšených koncentrací kyanidů v podzemní vodě.

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

Kapitola diskutuje 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 je zejména zvýšený obsah kyanidů v podzemních vodách v objektech HG9-1 a HG9-4, pro který není v současné době přijatelné vysvětlení. Dále by bylo vhodné vzhledem k výrazněji zvýšeným obsahům některých kontaminantů (PAU, TK) v zeminách ověřit koncentrace těchto látek v Babincově potoku, jelikož většina objektů se zvýšenými koncentracemi kontaminantů se nachází v blízkosti zatrubněné části tohoto potoka. Zároveň výsledky monitoringu povrchových vod jsou také k dispozici pouze z jednorázového odběru.

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

VARIANTA 1 - *Ověřovací monitoring*

Tato varianta předpokládá, že na lokalitě nebudou prováděny sanační práce, nýbrž 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 (Cu, Ni, Pb), kyanidy celkové a volné, předpokládaná četnost 2x ročně po dobu dvou let, celkem 7 objektů v jednom cyklu (5x stávající vrty řady HG9, 2x povrchová voda v PV9-1 a PV9-2).

Tabulka č. 31: Návrh monitoringu podzemních a povrchových vod

Monitorovaný objekt	Rozsah analýz	Četnost
HG9-1	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG9-2	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG9-3	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG9-4	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
HG9-5	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
PV9-1	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x
PV9-2	Uhlovodíky C ₁₀ –C ₄₀ , PAU, Cu, Ni, Pb, celkové a volné kyanidy	2x ročně po dobu 2 let, celkem 4x

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.
- Umožní ověřit míru kontaminace kyanidy v podzemních a povrchových vodách

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 značně ovlivněna prováděnou výstavbou nové silnice I/58 (mezideponie zeminy, zemní práce, zvýšený pohyb osob a techniky na lokalitě). Po dokončení stavebních prací (plánováno na říjen 2011) považujeme za vhodné uvést s výjimkou nového silničního tělesa lokalitu do stavu blízkého se situaci před začátkem výstavby (urovňání terénu, překrytí případně obnažených odpadů vrstvou ornice, obnovení travního krytu apod.). Lokalitu opět doporučujeme nadále nevyužívat pro účely pěstování kulturních plodin (a tím případnému obnažení ukládaných odpadů a zvýšené erozi povrchových vrstev terénu, což by mohlo mít za následek zvýšený výluh kontaminace do podzemních vod).

Zároveň by bylo vhodné se pokusit výsledky monitoringu (pokud bude uskutečněn) porovnat s monitoringem současné skládky TATRA a.s. (pokud je na ní pravidelný monitoring prováděn) a monitoring posunout do období po ukončení zemních prací na lokalitě, aby se dle získaných výsledků dal predikovat další vývoj migrace kontaminace do podzemních a povrchových vod.

5. Závěr a doporučení

Území skládky Nohlice se nachází v extravilánu Kopřivnice (k. ú. Vlčovice), na jeho východním okraji, mezi současnou trasou silnice I/58 v úseku Lubina–Vlčovice a řekou Lubinou. Prostor bývalé skládky se nachází v rovinatém terénu v údolní nivě řeky Lubiny. Nadmořská výška lokality dosahuje 312–320 m n. m. Na skládku byly v 70–80. letech 20. století vyváženy odpady stavebního charakteru (cihly, beton, cement, asfalt, struskový materiál) spolu s menším množstvím slévarenských odpadů, které dosahují mocností až 4,0 m. Rozloha skládky je odhadnuta na 135 800 m² při obvodu 2 150 m. Kubatura odpadů na této ploše je 175 900 m³. Prostor bývalé skládky je v současné době rozdělen na dvě části přeložkou silnice I. třídy v rámci stavby „Silnice I/58 Příbor – obchvat“. Západní část je vedená jako plocha pro výrobu-průmysl a skladování a východní část, kde se nacházejí pozemky 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 seismického profilování a odporové tomografie. Vrtné práce zahrnují vybudování 23 vrtů, z čehož 5 tvoří hydrogeologické vrty řady HG9 a 18 nevystrojených sond řady S9. Celková metráž vrtných prací na ploše byla 96 m. Po dokončení vrtných prací následovalo geodetické zaměření hydrogeologických objektů a umístění nevystrojených sond.

V průběhu vrtných prací a následně po nich bylo na lokalitě odebráno a laboratorně analyzováno celkem 38 vzorků zeminy, 6 dynamických vzorků podzemní vody a 2 vzorky vody povrchové.

Z laboratorních výsledků analýzy zeminy byla potvrzena kontaminace ropnými uhlovodíky skupiny C₁₀–C₄₀, v ukazatelích polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU) a BTEX. Ropné uhlovodíky C₁₀–C₄₀ dosahují maximálních koncentrací 3 492 mg/kg. Aritmetický průměr koncentrací ropných uhlovodíků v zemině ze všech objektů činí 125,07 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 103,78 mg/kg v nevystrojené sondě S9-8, kde je také zvýšená koncentrace benzo/a/pyrenu a benzo/b/fluoranthenu.

Limitní hodnota Σ BTEX je 0,4 mg/kg, jejíž max. hodnota byla naměřena ve vrtu HG9-2 (4 m) se sumou 65,1 mg/kg, ve stejném vrtu v hloubce 2 m byla vypočtena hodnota 2,4 mg/kg, ve vrtech HG9-3 (2–2,5 m) a HG9-4 (3 m) dosahuje Σ BTEX 2,5 mg/kg a 1,4 mg/kg. Z nevystrojených sond je limitní hodnota překročena rovněž v S9-16, S9-15 s hodnotami 0,9 mg/kg a vyšší hodnota byla zaznamenána ještě v sondě S9-9 (1,9 m) s 3,7 mg/kg.

Rozpuštěné kontaminanty v podzemní vodě ukazují na mírně zvýšené hodnoty pouze v případě stanovení polycyklických aromatických uhlovodíků a kyanidů (u nichž však původ kontaminace není jasný). Zvýšená koncentrace uhlovodíků C₁₀–C₄₀ byla zjištěna pouze ve vrtu HG9-4, a to na úrovni 0,084 mg/l. Maximální koncentrace ΣPAU, jak je definována ve vyhlášce 252/2004 Sb., byly překročeny ve vrtu HG9-3 (0,215 µg/l) a dočasně vystrojené sondě S9-9 (0,19 µg/l).

Šíření kontaminace pocházející ze skládky Nohlice nebylo přímo průzkumnými pracemi potvrzeno. Kalkulovaná rychlost šíření kontaminace však ukazuje na nízké hodnoty transportu. Zvýšené koncentrace kyanidů byly detekovány ve vzorcích podzemní vody z hydrogeologických objektů HG9-4 (1,46 mg/l) a HG9-1 (0,14 mg/l), přitom limit vyhlášky č. 252/32004 Sb. stanovuje maximální koncentraci 0,05 mg/l. Tyto objekty se nacházejí na okraji skládky, resp. vně skládkového tělesa (ve stejném pořadí) na straně nátoky podzemní vody do prostoru lokality. Vzhledem k nízkým hodnotám kyanidů v zemině u zmíněných vrtů lze usuzovat na dotaci kontaminaci ze zdroje, který se nachází vně lokality č. 9 – Nohlice. Zdroj nebyl v průzkumu v období 2010–2011 identifikován. Šíření do povrchové vodoteče (Babincův potok) nebylo potvrzeno.

V rámci hodnocení rizika bylo kvantifikováno riziko dermálního kontaktu se zeminou pro náhodné návštěvníky lokality.

Vypočtená hodnota ELCR u benzo/a/pyrenu signalizuje karcinogenní riziko pravděpodobnosti vzniku rakoviny u jednoho člověka z milionu. Toto riziko je ale kvantifikováno pro 100 a více ohrožených osob, tudíž za současného stavu lokality a množství osob, které se zde pohybují, reálné riziko nehrozí.

Celkově lze tedy konstatovat, že reálná rizika pro lidské zdraví a ekosystémy při současném využití lokality nehrozí.

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 7 objektů pro ukazatele uhlovodíky C₁₀–C₄₀, PAU, TK (Cu, Ni, Pb) a celkové a volné kyanidy, 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

Použitá literatura

1. DEMEK, J., BALATKA, B., BUČEK, 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. PORTÁL ČESKÉ GEOLOGICKÉ SLUŽBY [ONLINE].PRAHA: Mapový server. Dostupný na: <http://www.geology.cz/extranet/geodata/mapserver>
4. STAVOPROJEKT OSTRAVA, Stavebně-geologický průzkum pro UPJZ Nový Jičín, Závěrečná zpráva, Stavoprojekt Ostrava, s.o., 1988
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. 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.vuv.cz>
7. VLČEK, V. (1971): Příspěvek k regionalizaci povrchových vod v ČSR. In Studia geographica 22. Brno : GgÚ ČSAV, 1971. s. 121-137.
8. CHLUPÁČ, I., BRZOBOHATÝ, R., KOVANDA, J., STRÁNÍK, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. - Academia, s. 143–150. Praha
9. 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>
10. 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.
11. 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>
12. 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>
13. STAVY A PRŮTOKY VODNÍCH TOCÍH [ONLINE]. OSTRAVA: Povodí Odry, s.p., 2010 [cit. 2010-06-24]. Dostupný na <http://www.pod.cz>
14. Portál veřejné zprávy České republiky [online]. Praha: Ministerstvo vnitra ČR, 2003-2010 Dostupný na <http://portal.gov.cz>
15. OFICIÁLNÍ STRÁNKY MĚSTA KOPŘIVNICE [ONLINE]. Dostupný na <http://www.koprivnice.cz>
16. ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR[ONLINE]., Silnice I/58 Příbor – obchvat, Informační leták, stav k 06/2010. Dostupný na <http://www.rsd.cz/>
17. NEDBAL, R., KÖHLER, D. (2008): Lokalizace a charakteristika starých ekologických

- zátěží v Kopřivnici, Projektová dokumentace, Souhrnná zpráva. – UNIGEO, a.s., 1-11. Ostrava.
18. NEDBAL, R., KÖHLER, D. (2008): Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici. Projektová dokumentace. Lokalita 9 – Nohlice, UNIGEO a.s., Ostrava
19. KUBIZŇÁK, P., DOBIÁŠ, V. (2010): Lokalizace a charakteristika starých ekologických zátěží v Kopřivnici, lokalita 9 – Nohlice. Prováděcí projektová dokumentace. Vodní zdroje Ekomonitor, spol. s r.o., Chrudim