



**OKD, a.s., Důl Odra, o.z.,
čistírna odpadních vod Heřmanice**
analýza rizika staré ekologické zátěže



Vedoucí úkolu : Ing. Pavel Malucha

Schválil : Ing. Georges T A K L A , CSc.

náměstek ředitele pro geologii

a bezpečnost dolů

OKD, DPB PASKOV
akciová společnost 5
739 21 Paskov

Červen 1997

Na akcii spolupracovali :

Irena Božoňová kompletace zprávy, výstupní kontrola

Zprávu prověřil : Ing. Jiří D V O R S K Ý, CSc.
vedoucí odboru hydrogeologie

Výtisk č.6 : GEOFOND Praha

O B S A H :**TEXTOVÁ ČÁST****ÚVOD**

•Přehled použitých značek, zkratk a symbolů	8
•Základní informace o objednateli a zhotoviteli	8
•Požadavky objednatele, vymezení problému	9
•Stanovení cílů analýzy rizika podle místních podmínek	10
•Geologická prozkoumanost prostoru, metodika průzkumných prací a časový postup zpracování	11

1. Údaje o území**1.1. Všeobecné údaje**

1.1.1. Geografické vymezení území	14
1.1.2. Využití území	14
1.1.3. Základní charakterizace obydlenosti lokality	19
1.1.4. Majetkoprávní vztahy	19

1.2. Přírodní poměry

1.2.1. Geologické a hydrogeologické poměry	20
1.2.2. Vztah podzemní a povrchové vody	26
1.2.3. Hydrologické poměry	27
1.2.4. Geochemické údaje o lokalitě	28
1.2.5. Ochrana přírody a krajiny v okolí lokality	28

2. Hodnocení rizika**2.1. Určení nebezpečnosti**

2.1.1. Vytypování látek potenciálního zájmu	29
2.1.2. Určení plošného a prostorového rozsahu kontaminace	37
2.1.3. Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin pro danou lokalitu	58
2.1.4. Popis aplikovaných průzkumných, vzorkovacích a analytických metod včetně řízení jakosti	59

2.2. Posouzení šíření znečištění

2.2.1. Charakteristika parametrů nesaturované zóny	60
2.2.2. Charakteristika parametrů saturované zóny	60
2.2.3. Odhad šíření znečištění	61
2.2.4. Shrnutí výsledků	62

2.3. Hodnocení rizika pro lidské zdraví	
2.3.1 Vyhodnocení vztahu dávka - účinek	63
2.3.2 Vyhodnocení expozice	65
2.3.3 Charakterizace rizika	70
2.4. Hodnocení rizika pro ekosystémy	74
3. Závěrečná shrnutí a doporučení	75

Seznam obrázků v textu :

- Obrázek č.1 : Letecký snímek lokality
 Obrázek č.2 : Situace povrchových objektů
 Obrázek č.3 : Situační model lokality
 Obrázek č.4 : Schéma širšího okolí zájmové lokality z hlediska možných expozic
 Obrázek č.5 : Závislost obsahu iontů NH₄ v pevném vzorku a ve výluhu
 Obrázek č.6 : Detailní pohled na rozmístění odběrných míst vzorků zemin v K-2

Seznam tabulek v textu :

- Tabulka č.1 : Přehled prací, prováděných v zájmové lokalitě
 Tabulka č.2 : Uložené materiály a odpady - odhad na základě údajů zástupců dolu
 Tabulka č.3: Průměrné měsíční úhrny srážek
 Tabulka č.4 : Hloubky a výškové kóty naražených a ustálených hladin
 Tabulka č.5 : Přehled filtračních charakteristik vzorků zemin
 Tabulka č.6 : Kvalita podzemní vody vzhledem k ukazatelům ČSN 757 111
 Tabulka č.7 : Koncentrace vybraných ukazatelů kvality podzemní vody ve smyslu Metodického pokynu
 Tabulka č.8 : Vstupní údaje pro bilanci
 Tabulka č.9 : Přehled vytypovaných možných kontaminačních zdrojů zájmové lokality
 Tabulka č.10:Potenciální expoziční cesty
 Tabulka č.11:Přehled a charakteristiky potenciálních polutantů
 Tabulka č.12:Další látky a ukazatele, sledované v podzemní vodě
 Tabulka č.13:Příklad obsahu vybraných látek v odpadní vodě
 Tabulka č.14A:Překročení limitu B a C (MP) v pevných vzorcích kalů
 Tabulka č.14B:Překročení limitu B a C (MP) ve vodních výluzích z odpovídajících vzorků kalů
 Tabulka č.15:Překročení limitu B a C (MP) ve výluhových a náplavových vodách z nádrží K-1,K-2, a K-3
 Tabulka č.16:Překročení limitu B a C (MP) v podzemních vodách, vybrané výsledky analýz povrchových vod
 Tabulka č.17A:Překročení limitu B (MP) ve vzorcích zemin v podloží nádrže K-2
 Tabulka č.17B:Výsledky analýz materiálu hrází a sedimentu nádrže K-3
 Tabulka č.18:Propočet kontaminace v řece Odře
 Tabulka č.19:Orální toxické dávky pro zjištěné kontaminanty
 Tabulka č.20:Přehled hodnocených expozičních cest a ohrožených subjektů
 Tabulka č.21:Shrnutí standardních expozičních dávek
 Tabulka č.22:Shrnutí zvýšeného rakovinného rizika - náhodné požití kalů
 Tabulka č.23:Shrnutí nekarcinogenních rizik - náhodné požití kalů a výluhů
 Tabulka č.24:Shrnutí zvýšeného nekarcinogenního rizika - dermální kontakt
 Tabulka č.25:Shrnutí nekarcinogenních rizik - ingesce vody
 Tabulka č.26:Nejistoty v rizikové analýze
 Tabulka č.27:Nejistoty plynoucí ze situace na lokalitě
 Tabulka č.28:Odhad množství polutantů
 Tabulka č.29: Návrh nápravných prací, finanční rozvaha

B. PŘÍLOHOVÁ ČÁST :

1. Převzaté mapové podklady

- Příloha č.1..... Mapa zájmové lokality M = 1 : 50 000
- Příloha č.2..... Mapa zájmové lokality M = 1 : 10 000
- Příloha č.3..... Vodohospodářská situace M = 1 : 50 000
- Příloha č.4..... Geologická mapa M = 1 : 25 000
- Příloha č.5..... Hydrogeologická mapa 1 : 50 000
- Příloha č.6..... Výsek z územního plánu 1 : 10 000

2. Zpracované mapové podklady

- Příloha č.7.....Mapa potenciálních zdrojů znečištění
- Příloha č.8.....Mapy průzkumných prací M = 1 : 1000
- 8.1.....Mapa vrtné prozkoumanosti - Geofond Praha
 - 8.2.....Síť vrtů použitá pro průzkumné práce
 - 8.3.....Situace dokumentačních bodů pro měření hladiny podzemní vody
 - 8.4.....Situace odběrných bodů pro analytiku 1997
- Přílohy č.9.....Účelové geologické mapy:
- 9.1.....Vrstevnice reliéfu předkvarterního podloží (m n.m.)
 - 9.2.....Izolimie mocnosti fluvialních štěrků (m)
 - 9.3.....Izolinie mocnosti krycích hlín (m)
- Příloha č.10..... Hladina podzemní vody (m n.m.) - 22.5.1997

Přílohy č.11.....	Mapy výsledků průzkumu s vyznačením rozsahu a intenzity znečištění podzemní vody a zemin
11.1.....	Izolinie vodivosti podzemní vody - uS/cm
11.2.....	Izolinie obsahu NH_4 v podzemní vodě - mg/l
11.3.....	Znečištění zemin v podloží dna nádrže K-2

C. DOKUMENTAČNÍ ČÁST :

1. Protokoly

Dokumentace č.1.....Protokoly analýz vod, půdy a vzdušín

Dokumentace č.2.....Spektrální křivky stanovení NEL - IČ spektrometrie FTIR

Dokumentace č.3.....Technická zpráva o provedených vrtech a sondách

Dokumentace č.4.....Měřická zpráva

Dokumentace č.5.....Zpráva o provedeném geofyzikálním měření

Dokumentace č.6.....Protokoly jakosti a kontroly sběru dat

2. Dokumentace geologických prací

Dokumentace č.7.....Profily vrtů a sond

Dokumentace č.8.....Geologické řezy

3. Ostatní

Dokumentace č.9.....Vyjádření k lokalitám Dolu Odry z hlediska územního plánu (útvary hl. architekta města Ostravy)

Dokumentace č.10.....Fotodokumentace

Přehled použitých značek, zkratk a symbolů

AR	- analýza rizika staré ekologické zátěže
BTEX	- aromáty řady benzen, toluen, etylbenzen, styren, xylén
CIAU	- chlorované alifatické uhlovodíky
EPA	- Environmental Protection Agency
FN	- fenoly
HG	- hydrogeologický
CHSK _{Mn}	- chemická spotřeba kyslíku (zkouška KMnO ₄)
MP	- Metodický pokyn MŽPČR (z 1.7.1996) - "limity" viz níže
MŽPČR	- ministerstvo životního prostředí České republiky
NEL	- nepolární extrahovatelné látky
NL	- nerozpuštěné látky
PAU	- polyaromatické uhlovodíky
PCB	- polychlorované bifenyly
RL	- rozpuštěné látky
TCE	- trichloretylen
TTCE	- tetrachloretylen
TENA	- tenzidy
TOL	- těkavé organické látky

"limity MP" :

- limit A - běžné antropogenní pozadí (přírodní obsahy)
- limit B - mírné znečištění, nutno zahájit průzkum k objasnění jeho původu či zdroje
- limit C - silné znečištění, sanace nutná, je-li prokázáno riziko migrace znečištění do okolí a jeho škodlivost pro další složky životního prostředí

Základní informace o objednateli a zhotoviteli

Název akce :	OKD, a.s., Důl Odra, o.z., čistírna odpadních vod Heřmanice analýza rizika staré ekologické zátěže
Číslo zakázky :	21/05/97
Lokalita :	OKD, a.s., Důl Odra, o.z., lokalita ČOV Heřmanice katastrální území Ostrava Heřmanice
Termín plnění :	duben-červen 1997
Objednatel :	OKD, akciová společnost Prokešovo náměstí č.6 728 30 Ostrava - Moravská Ostrava
Zhotovitel :	OKD, DPB PASKOV, akciová společnost 739 21 Paskov

Požadavky objednatele, vymezení problému

Analýza rizika staré ekologické zátěže lokality ČOV Heřmanice OKD, a.s. Dolu ODRA, o.z., je zpracována na základě smlouvy 21/5/97 mezi OKD, a.s., jako objednatelem, a DPB PASKOV, a.s., jako zhotovitelem.

Na uvedené lokalitě byly v prostoru bývalých Hrušovských rybníků zřízeny nádrže pro naplavování uhelných kalů (hráze nádrží budovány především karbonskou hlušinou), které byly následně využívány jako dočišťovací médium pro koksárenské odpadní fenol-čpavkové vody, jichž škodlivé složky se vážou na spalitelné organické substance kalů. Účinnost tohoto postupu byla doložena vodohospodářským výzkumem. Sorpce na hmotu kalů se týká zejména fenolů; s odbouráváním čpavku se počítalo především formou jeho odvětrávání do ovzduší během naplavování a při kontaktu se vzduchem nad vodní hladinou. V současné době, kdy probíhá likvidace kalů (těžba, spalování) a následně má dojít k rekultivaci území, vyvstala otázka kontaminace zeminového prostředí a podzemní, event. povrchové vody odpadními produkty koksárenské technologie - v tomto případě zejména fenolem a čpavkem.

Předložená analýza rizika vychází po obsahové a formální stránce z požadavků Metodického pokynu MŽPČR ze srpna 1996 a navazuje zejména na výsledky hydrogeologických průzkumů, provedených pro tuto lokalitu v červenci 1991 a srpnu 1994 naší organizací, jakož i na průzkumné práce, realizované v širším okolí lokality (např. k.ú.Vrbice - hydrogeologický průzkum, DPB Paskov) hlavně v období 1995-97.

Průzkumné práce, provedené v rámci zde prezentované analýzy rizika, jsou realizovány jako doplňkový průzkum.

Zásadním faktorem, ovlivňujícím metodickou osnovu průzkumných prací a tedy i jejich spektrum a rozsah, byl posun termínu zpracování AR z podzimu 1997 (v té době měla být jedna z kalových nádrží vyčištěna a úplně zpřístupněna pro systematický průzkum nesaturované zóny v přímém podloží kalů) na červen 1997, kdy byla s obtížemi přístupná pouze menší část dna (1/3) této nádrže - viz snímek č.1. Proto byla metodika prací, specifikována prováděcím projektem ze srpna 1996 (s těžištěm prací v mělké sondáži ve dně nádrže), upravena - viz dále.

Jelikož analýza rizika navazuje na výsledky staré až 6 let, přistoupili jsme k ověření a aktualizaci těchto výsledků, a dále k jejich nezbytnému doplnění, aby bylo možno naplnit požadavky výše uvedeného Metodického pokynu.

Analýza rizika tedy zpracovává dvě hlavní skupiny údajů, rozdílné dobou vzniku:

1. Výsledky předchozích průzkumů z let 1991 až 1997, event. i starších
2. Výsledky doplňkových průzkumných prací - rok 1997

Výsledky budou při dalším hodnocení (viz další text a tabulky) pro snazší orientaci rozlišeny vzhledem ke svému původu.

Stanovení cílů analýzy rizika podle místních podmínek

Analýza rizika (dále AR) a její cíle dle místních podmínek vycházejí z geomorfologických, geografických, hydrogeologických a geologických podmínek, klimatických a hydrologických skutečností s největším zřetelem na užití výrobní technologie, druh a typ použitých surovin a technologických činidel, včetně zohlednění problematiky, vyvstávající s existencí odpadů výrobních a pomocných technologií a s problematikou technologických zplodin. AR je rovněž směřována k hodnocení možného ohrožení okolního geoprostředí, vodotečí, ekosystémů a okolního obyvatelstva.

Cíle AR a hlediska, zvolená pro posuzování zájmové lokality jsou orientována se zřetelem na plánované využití zájmové lokality, podle záměrů územního plánu, o čemž pojednává kapitola č. 1.1.2.

Analýza rizika v sobě zahrnuje dva základní aspekty. Jedním je stanovení rozsahu a míry kontaminace, způsoby jejího šíření a v neposlední řadě také prognóza vývoje do budoucna. Tento aspekt bude řešen sběrem dostupných dat s vazbou na specifikaci starých ekologických zátěží a realizací doplňkového průzkumu. Druhým aspektem je stanovení rizik, vyplývajících z přítomnosti polutantů v životním prostředí, na toto prostředí a v konečném důsledku na člověka. Tato převážně chemická rizika budou řešena s využitím metodik US EPA.

Nejdůležitější kroky během zpracování analýzy rizika jsou obecně tyto:

Stanovení cest zdroj - cíl

Při stanovování cest migrace rizikové látky vycházíme z přítomnosti sledované látky v dané cestě. Přítomnost této látky bude prokázána zjištěnou úrovní koncentrace, která statisticky významně převyšuje přirozené nebo umělé pozadové hodnoty (cca 3x). Pro první orientaci vycházíme obvykle z limitu „B“ MP. Ten je posuzován, ve smyslu citovaného MP, jako úroveň znečištění, které může mít negativní vliv na zdraví člověka a jednotlivé složky životního prostředí ..., a při jehož dosažení je **nutno předběžně zhodnotit rizika** plynoucí ze zjištěného hodnocení.

Základem určení cest migrace je stanovení zdrojů nebezpečných látek jakožto ložisek kontaminace, které jsou potřebné k určení úspěšných budoucích nápravných opatření a dále k odhadům budoucího vývoje kontaminace prostředí.

Jako výsledek působení nebezpečných látek považujeme míru ohrožení člověka. Jako mezicíle v určité cestě považujeme jednotlivá zasažená přírodní prostředí (kolektory podzemní vody, terestrické ekosystémy, vodní ekosystémy atd.), které následně mají vliv na lidskou populaci.

Posuzování expozice spočívá v určení (výpočtu) množství rizikové látky, která působí na jednotlivce a na populaci v dané oblasti.

Expozice je kvantifikována výpočtem na základě znalostí o koncentracích látek v okolním prostředí, způsobu a době trvání expozice.

Pozn.: Ze zhodnocení zkušeností s kvantifikací rizik na lokalitách Dolu Odry, o.z., s ohledem k podmínkám expozice, expozičním cestám a scénářům, vyplývá, že pro relevantní expoziční parametry má smysl se zabývat koncentracemi, převyšujícími limit C MP.

Stanovení rizika

Z vypočtených expozic jsou určena nebo odhadnuta rizika na konkrétní sledovanou populaci. Filozofie stanovení účinků obvykle spočívá v tom, že se určují maximální hodnoty a skutečné riziko je menší. Podle předpisů U.S. EPA mají být opatření na lokalitách spadajících pod Superfund založena na odhadu „rozumné maximální expozice“, která může nastat za současných podmínek nebo která by mohla nastat v podmínkách budoucích. Rozumná maximální expozice je definována jako „nejvyšší expozice, kterou je možno rozumně na lokalitě očekávat“. (U.S. EPA 1989). Účelem konceptu rozumné maximální expozice je odhadnutí horšího případu expozice (t.j. značně nad úroveň průměrného případu expozice), který je ale stále ještě pravděpodobný.

Geologická prozkoumanost prostoru, metodika průzkumných prací a časový postup zpracování

V létě 1991 proběhla úvodní rekognoskace zájmové lokality pro potřeby akce „Heřmanice - kalové nádrže“, s cílem ověření kontaminace podzemní vody fenolem a ionty NH_4 , jakožto důsledku vypouštění fenol-čpavkových vod z koksovny Svoboda. Následně byly realizovány hydraulicky neúplné pozorovací vrtý řady PH na SV a SZ okraji lokality, které byly využity pro vzorkování podzemní vody, cca měsíční sledování hladiny podzemní vody včetně příslušného vyhodnocení a určení směru proudění. Vzorkování a sledování kolísání hladiny bylo provedeno i pro vodu povrchovou - jeden z rybníků na SZ okraji lokality, který fungoval jako záchytná a dočišťovací nádrž pro výluhy, prostupující hrázemi odkališť - blíže viz kapitola 1.1.2. Výsledky tohoto průzkumu se nezachovaly.

V srpnu 1994 byl zahájen HG průzkum lokality (akce Heřmanice-odval, DPB Paskov), který byl jedním z podkladů pro řešení problematiky zahlazování hornické činnosti. V rámci této akce byly realizovány vrtý řady H, opět na SV a SZ okraji lokality, přičemž situování bylo voleno tak, aby vrtná síť z roku 91 byla účelně doplněna a byla postižena jak zvedeň antropogenní - navážková, tak fluvialní kolektor. Z těchto vrtů, jakož i z vrtů řady PH, byly odebrány vzorky podzemní vody (odběrákem). Vzorkována byla i voda povrchová - v odkalovacích nádržích K-1 až K-3 a voda z rybníků na SZ okraji odvalu.

Další akcí, zaměřenou z hlediska migrace potenciální kontaminace ze zájmové lokality na předpokládanou cílovou oblast - obec Vrbice, byl HG posudek „Vrbice-čerpací stanice“ (DPB Paskov, 1996). Posudek se zabýval problematikou ohrožení terénu podzemní vodou v důsledku důlní činnosti. V rámci této akce byly analyzovány vzorky podzemní vody z vybraných studní ve Vrbici, z vrtů, situovaných v širším okolí zájmové lokality a z povrchové vody šterkovny a potoka, tekoucího z oblasti Heřmanického rybníka.

V roce 1995 byl v areálu Dolu Odra, závodu Heřmanice (přítoková strana) prováděn HG průzkum a EA (DPB Paskov), na který navázal v roce 1997 doplňkový průzkum zakončený analýzou rizika (DPB Paskov). V rámci těchto prací bylo mj. realizováno 6 pozorovacích vrtů řady HE.

Pro potřeby tohoto doplňkového průzkumu byly využity i pozorovací objekty staršího data, pocházející z průzkumných akcí, realizovaných v 80. letech a dříve, v rámci zamýšlené výstavby rozsáhlé dávkovací nádrže důlních vod v souvislosti s plánovaným dobýváním pod Dětmároveckým výmolem, dále vybrané pozorovací objekty monitorovacího systému skládky TKO v Hrušově, vrt z areálu Dolu Odra, závodu Vrbice, realizovaný v roce 1993 a vrt,

situovaný u nádrže pro ukládání chemického odpadu koksovny Svoboda, nacházející se cca 100 m jižně od nádrže K-2 ČOV (viz snímek č.9).

V rámci doprůzkumu, prováděného pro potřeby analýzy rizika v roce 1997, byla vrtná síť na SV okraji lokality doplněna o vrt H-8, v místě zničeného vrtu PH-2 byl realizován vrt PH-2A, ve dně kalové nádrže K-2 vrt PV-K2 a 5 nepažených sond K2-S1 až K2-S5. Bylo provedeno účelové nivelační měření vybraných pozorovacích objektů, realizovaných v různých časových obdobích, a výšky všech objektů přepočteny na aktuální výškovou vztahnou soustavu (eliminace vlivu důlních poklesů v minulých letech a nepřesnosti plynoucí z různých výchozích bodů pro měření v rámci jednotlivých akcí). Vzorky zemin, odebrané z podloží dna nádrže K-2, byly analyzovány na obsahy vybraných polutantů. Pro specifikaci zdroje kontaminace - uhelných kalů, bylo v nádrži K-2 odebráno a k chemické analýze předáno 6 vzorků kalů (analýza pevného vzorku i výluhu) a voda z nádrží K-1 a K-2. Dále byla vzorkována podzemní voda ze studní a vybraných vrtů a povrchová voda z vrbské štěrkovny, Bezejmenného potoka, jednoho z rybníků na SZ straně lokality (R-2) a průsaky v patě nádrže K-1. Pro určení směru a rychlosti pohybu podzemní vody jsme provedli geofyzikální měření metodou nabitého tělesa na vrtu HV-5.

Přehled o geologicko-průzkumných pracích, prováděných v prostoru zájmové lokality a v jejím okolí, a tím přehled o geologické prozkoumanosti, přináší tabulka č.1 a příloha č.8.

Přesný rozsah a obsah vzorkovacích a analytických prací s ohledem na spektrum prováděných analýz, je patrný z dokumentace č.1.

Lokalizace veškerých průzkumných prací je znázorněna v přílohách č.8.

Popis prováděcích metodik použitých prací je uveden v kapitole 2.1.4. a v příslušné dokumentaci části „Dokumentace-Protokoly“.

Poznámka : skutečný počet odebraných vzorků zemin byl vyšší, než uvádí přehled výsledků analýz. K analýze byly vzorky předávány postupně, přičemž rozhodnutí o provedení analýzy určitého vzorku bylo odvozeno od výsledků analýzy vzorku předcházejícího, majícího něj logickou vazbu (př. - z vrtu byly odebrány vzorky z každého půl metru, k analýze předány vzorky z hloubky 0,5 a 1,0 m a podle výsledků analýz a dalších skutečností - umístění vzorku, jeho vzhled, senzuální dojem, ... - rozhodnuto o analýze dalších vzorků z nižších pozic).

Tabulka č. 1 : Přehled prací, prováděných v zájmové lokalitě

rok	80.léta	1991	1993	1994	1996	1995-7	1997	90. léta
akce	Heřmanice-výstavba hrází, ...	Heřmanice-kalové nádrže	závod Vrbice-HG průzkum	Heřmanice-odval	Vrbice-čerpací stanice	Důl Odra, lokalita Heřmanice - EA, AR	lokalita Heřmanice - ČOV - analýza rizika	skládky TKO Hrušov, skládka MCHS, uložště deht. Zbytků koks. Svoboda
organizace	GPO, ...?	DPB	DPB	DPB	DPB	DPB	DPB	UNIGEO, Geotest, AQUAtest ...?
realizované vrty	HV-5, Pv-54, Pv-70, HV-2, ...	PH-1 až PH-4	HV-1 až HV-3	H-1 až H-7	VR-1	HE-1 až HE-6	PH-2A, H-8, PV-K2	vrty řady VM vrty HV-1 a HV-2
analýtika vod	?	podzemní (vrty řady PH) povrchová (rybníky R-1 a R-2)	podzemní (vrty řady Pv)	podzemní (vrty) povrchová (odkaliště K-1 až K-3, rybníky R-1 a R-2,	podzemní (vrty Pv-70, HV-2, Pv-1, VR-1, studny V-4, V-7) povrchová (Vrbická stružka PO-1, štěrkovna PO-2)	podzemní (vrty řady HE), povrchová (Heřmanický rybník)	podzemní (vrty PV-K2, HV-2, HV-3, VR-1, HV-5, vybrané vrty řady H a řady PH, studny V-1,2,3,4 a „Pumpa“,) povrchová (kalové nádrže K-1 a K-2, rybník R-2, Bezejmenný potok, štěrkovna, průsaky u paty hrází nádrže K-1)	podzemní, povrchová ?
analýtika zemin	granulometrie	granulometrie	granulometrie	granulometrie	granulometrie	granulometrie chemie : zeminy v areálu závodu Heřmanice	granulometrie chemie : kaly z nádrže K-2, zeminy v podloží části dna nádrže K-2	granulometrie , ...?
další terénní práce	měřické, hydrodynamické zkoušky, ...?	měřické, měsíční sledování hladin podzemní a povrchové vody	měřické	měřické, vodní bilance	měřické	měřické, atmogeochemie, mělká sondáž	měřické, geofyzikální	měřické, ...?

1. Údaje o území

1.1. Všeobecné údaje

1.1.1. Geografické vymezení území

Zájmová lokalita - **areál lokality ČOV Heřmanice Dolu Odra o.z** a jeho nejbližší okolí - se nachází v katastru obcí Heřmanice a Vrbice (součást územního celku Ostrava - město). Prostor je ohraničen na SZ železniční tratí Ostrava -Bohumín, na SV cestou, spojující východní úpatí odvalu s železniční tratí a na jihu až JZ areály Dolu Heřmanice, heřmanické věžnice a Hrušovské chemické společnosti. Území je velmi členité a málo přehledné, zhruba 2/3 plochy zabírá plocha haldy. Terén je dále pozměněn důlními poklesy.

Začlenění zájmové lokality do širšího okolí přibližují přílohy č.1 - Mapa zájmové lokality 1:50 000 a č. 2 - Mapa zájmové lokality 1 : 10 000. Představu o rozloze, tvaru a pozici zájmové lokality a jejím začlenění v okolní krajině přibližuje obrázek č.1a a 2.

Mapové podklady :

<i>Měřítko</i>	<i>Mapový list</i>	<i>Název listu</i>
1 : 50 000	15 - 43	Ostrava
1 : 25 000	15 - 432	Ostrava
1 : 10 000	15 - 43 - 05	
1 : 5 000	7-8	Bohumín

1.1.2. Využití území

Základní údaje - shrnutí :

<i>Bývalý majitel :</i>	OKK, a.s., Koksovna Svoboda (do r.1994)
<i>Současný majitel :</i>	OKD, a.s., Důl Odra
<i>Typ průmyslu :</i>	zařízení na nakládání s vodami minulý : odval
<i>Stav provozu :</i>	provoz zastaven, v likvidaci
<i>Stáří lokality :</i>	24 let 1972-1973 zkušební provoz 1973 až 30.6.1994 ukládání uhelných kalů, od r.1987 vypouštění většího množství fenol-čpavkových vod z koksovny Svoboda
<i>Ukončení provozu:</i>	30.6.1994 ukončení ukládání kalů 31.12.1996 ukončení vypouštění fenol-čpavkových vod
<i>Rozloha areálu:</i>	cca 120 ha
<i>Budoucí využití :</i>	Infrastruktura, skládka komunálního odpadu.



Historie území

Stavba ČOV byla provedena podnikem OKD Rekultivace Havířov na místě dřívějších vrbských rybníků a později dvou odvalů.

Návozem a hutněním hlušiny a výpěrky z úpravny uhlí, byla v letech 1965 -1971 postavena první ze tří odkalovacích nádrží (K-1), sloužící pro ukládání neflotovaných kalů. Další dvě odkaliště (K-2, K-3), byly vybudovány v letech 1978 a 1984. Tyto nádrže s výškou 15m a později 30m, v nadmořské výšce od 201m n.m., byly vybudovány pro potřebu úpravny a odpadních vod koksovy Svoboda. Podle informací vedoucího stavby bylo budoucí dno nádrží skryto pouze v rámci orniční a podorniční vrstvy (do 50 cm). Na takto upravený terén se sypala průměrně 2-metrová vrstva haldoviny a na tu pak byly naplavovány kaly.

Dvě hráze, označeny K1, K2 sloužily pro nepřetržitý paralelní provoz (cyklus střídavého napouštění nádrží byl 4 roky), zatímco nádrž K3 patřila k rezervě a nebyla nikdy využita. Odpadní vody z úpravny a provozu koksovy byly přiváděny potrubní trasou JS 300.

Technologie úpravy fenolové vody byla založena na adsorbci látek na aktivním uhlí a dále na přirozené sedimentaci. Čpavek byl odstraňován odvětráváním při naplavování vody (vířením) a stykem se vzduchem z vodní hladiny. Voda zbavená nečistot z odkalovacích nádrží samovolně protékala přes navrstvené hráze, za kterými byla jímána do odvodňovacích příkopů, vybudovaných kolem celého odvalu. Z příkopů byla voda svedena do dočišťovacích rybníků (kontrolní systém v rámci technologie ČOV), odkud odtékala do Bezejmenného potoka a poté do řeky Odry.

Zkušební provoz napouštění ČOV Heřmanice byl zahájen 16.10.1972 a plný, nepřetržitý provoz 13.4.1973. Největší podíl odpadních vod byl přiváděn z úpravny uhlí a do roku 1987 jen malá část fenol-čpavkových vod (s min. obsahem čpavku) z koksovy Svoboda.

Kvalita vody z ČOV Heřmanice, sledována střediskem vodohospodářů koksovy Svoboda, se výrazně zlepšila v roce 1980-1982 v důsledku změny technologie úpravny uhlí koksovy Svoboda. Výměnou diskových vakuových filtrů za vakuové odstředivky, se zvětšila aktivní plocha odváděných uhelných podílů do odkalovacích nádrží, čímž došlo k lepšímu odbourávání fenolů z fenolových vod koksovy. Toto zlepšení kvality vody bylo registrováno i na hojném výskytu vodních živočichů v dočišťovacích rybnících.

V roce 1988 však došlo k výraznému zhoršení kvality vody a k náhlému úhynu živočichů v dočišťovacích nádržích. Do odkaliště byly vypouštěny fenol-čpavkové vody s větším množstvím podílu čpavku (postaven nový blok koksárenské technologie), zároveň však byla odstavena ČOV Stachanov, sloužící taktéž koksově Svoboda a veškeré odpadní vody byly odváděny jen do ČOV Heřmanice. Tento stav se ještě zhoršil v letech 1994-1996, kdy byl omezen provoz úpravny uhlí dolu Odra a do nádrže K-1 se vypouštěly pouze fenol-čpavkové vody. (Odkalovací jímka K-2 byla v tomto období odtěžována). Adsorbce fenolových vod na aktivním uhlí a odbourávání čpavku přirozeným pohybem a promícháváním kalů v odkalovacích nádržích již byly nedostačující z důvodu malé aktivní plochy zbylých kalů.

Kromě vypouštění odpadní fenol-čpavkové vody z koksovy Svoboda bylo prováděno ukládání odpadů Chemopetrolu a Ostrama (ropné produkty), SMP (kapákové vody - hlavně NH_4 a kyanidy). Doprava odpadů byla zajištěna cisternami. Podle informací vodohospodáře koksovy Svoboda s jednalo o menší množství.

Od 1.7.1997 je ČOV Heřmanice mimo provoz a v současné době dochází k dotěžování uhelných kalů z nádrže K-1.

Hlavní uložené materiály :

Vlastní areál tvoří povrch odvalu dolu Heřmanice, na kterém jsou umístěny 3 nádrže (K1, K2 a K3), označované jako čistírna odpadních vod.

Hlavními uloženými materiály jsou uhelné kaly a flotační hlušina. Materiály byly ukládány do prostorů vybudovaných jako vodohospodářské dílo. Nádrže byly zbudovány jako nadúrovňové o ploše cca 4,9 ha (K1), 5,2 ha (K2) a 1 ha (K3), s výškou hráze cca 30 m, materiálem hrází je haldovina. Nádrže K1 a K2 byly zaplňovány plavenými uhelnými kaly, na ně naplavovaly fenol-čpavkové vody z koksovy Svoboda k čištění. Škodliviny se navázaly na organickou hmotu uhelných kalů.

V současné době je stav následující :

V provozu již není žádná z nádrží (provozovány byly pouze nádrže K1 a K2, nádrž K3 byla záložní). V nádrži K1 je uloženo cca 100 000 t uhelných kalů, na které byly do prosince 1996 naplavovány fenol-čpavkové vody z koksovy Svoboda. V nádrži K2 probíhá v současné době odtěžování cca 110 000 t kalů, které má být ukončeno v červnu 1997. Poté bude zahájena těžba z K-1 a území bude připravováno ke změně využití.

Tabulka č.2 : Uložené materiály a odpady - odhad na základě údajů zástupců dolu

Místo uložení	Uložené materiály	Plocha	Celková kubatura	Uložené kaly
K 1	uhelný kal	cca 4,95 ha	cca 2 mil.m ³	cca 100 000 t
K 2	uhelný kal	cca 5,2 ha	cca 1,2 mil.m ³	cca 100 000 t

Potenciální kontaminanty :

benzen, fenoly, PAU, PCB, kyanidy, tensidy, NH₄

Bližší specifikace této problematiky je rozvedena v kapitole 2.1.1., grafické znázornění pak v příloze č.7.

Přehled současných aktivit

Současné aktivity na zájmové lokalitě se omezuje na těžbu kalů z nádrže K-2, kterou provádí OKD, Doprava, a.s. - těžba uhelných kalů.

Využití území

Současný stav využití území charakterizuje předchozí text. Územní plán počítá (dle informace odboru Hlavního architekta města Ostravy) s dalším využitím území zájmové lokality pro účely infrastruktury - skládky komunálního odpadu, a to s výhledem do roku 2010. Výsek z územního plánu útvaru hlavního architekta města Ostravy reprodukuje příloha č.6, zároveň s vyjádřením odboru Hlavního architekta územního plánu města Ostravy - viz dokumentace č.9.

OKD, DPB PASKOV, akcio

Obr



1.1.3. Základní charakterizace obydlenosti lokality

V celém areálu zájmové lokality se nenachází žádný obytný nebo obývaný objekt či budova. Osoby, pohybující se v areálu zájmové lokality, jsou jednak zaměstnanci organizace, provádějící těžbu kalů (obsluha mechanismů - nákladní vozy, bagr) a dále ostraha areálu. Věkový průměr lidí, vyskytujících se v prostoru zájmové lokality odpovídá produktivnímu věku obyvatelstva.

Nejbližší trvale obydlenou oblastí jsou obytné budovy - rodinné domy v obci Vrbice, nacházející se cca 600 m a více směrem k SSV až SV. Zásobování pitnou vodou je zajištěno hromadným rozvodem. U některých domků jsou studny nebo zarážené sondy, z nichž je voda využívána k zálivce zahrádek. V oblasti možného vlivu areálu ČOV (vzhledem k expoziční cestě podzemní vodou) je pouze JZ konec obce, čítající cca 30 domků. V této části je kolem 10 zdrojů podzemní vody (studny, sondy).

V prostoru mezi Odrou a hrušovskou skládkou, která se nachází na SZ okraji zájmové lokality, je situována malá zahrádkářská kolonie, kde je nárazově využívána podzemní voda k zálivce.

Mezi intravilánem Vrbice a Odrou je rozsáhlá vodní plocha (vytěžená štěrkovna), která se využívá ke koupání (nemá statut rekreačního objektu, koupání na vlastní nebezpečí).

Schéma využití a obydlenosti lokality je na obrázku č.4.

1.1.4. Majetkoprávní vztahy

V současné době je celý areál zájmové lokality v majetku OKD, a.s., Dolu Odra, o.z. Žádná část areálu není pronajímána.

1.2. Přírodní poměry

Podle **geomorfologického** členění reliéfu (T.Czudek, 1973) náleží zájmové území k vnější části západních Karpat, k Ostravské pánvi v soustavě Vněkarpatských sníženin. Přirozený povrch tvoří hlíny, modelované erozně - denudačními pochody v nivním vývoji údolní terasy Odry do poměrně ploché paroviny s nadmořskými výškami 200-210 m n.m. Odval tvoří výraznou dominantu, převýšenou nad okolní terén o dvacet až třicet metrů. Nádrže jsou umístěny na plochem povrchu odvalu. Nadmořská výška povrchu odvalu je v rozmezí 210 až 215 m n.m.

Klimatologicky se (E. Quitt, 1971) se zájmové území řadí do okrsku MT 10, který se vyznačuje dlouhým, teplým a mírně suchým létem, krátkým a mírně teplým jarem a podzimem, s krátkou, mírně teplou a suchou zimou, s krátkým trváním sněhové pokrývky.

Průměrná roční teplota vzduchu za období 1901-1950 (stanice Ostrava) je 8,6°C, nejchladnějším měsícem je leden (-2°C), nejteplejším je červenec (18,7°C). Dlouhodobý srážkový průměr za roky 1901 - 1915 a 1931 - 1950 (stanice Ostrava) je 769 mm.

Místní poměry, týkající se vodní bilance, zpracovává kapitola 1.2.2. (převzato z(15)) . Pro hodnocení srážkových poměrů zkoumaného území byly získány z HMÚ srážkové údaje stanice Ostrava - Poruba. Ze získaných hodnot byl vypočten nový srážkový průměr, který za roky 1968 až 1993 činí 690 mm, t.j. 90 % normálu za roky 1901-50. Z tabulky č. 3 je zřejmé, že srážky za rok 1993 stačily zhruba pokrýt hodnoty výparu a období od ledna do dubna 1994 bylo srážkově podnormální.

Tabulka č. 3 - Průměrné měsíční úhrny srážek

ROK	1993	1994	1995	1996	1997	srážky 1901-50	výpar 1901-50
MĚSÍC	(mm)						
leden	17	23	15	34	25	37	5
únor	31	8	24	53	11	35	8
březen	48	46	38	35	16	42	25
duben	17	87	48	66	-	53	53
květen	28	99	103	127	-	81	96
červen	96	21	67	62	-	97	93
červenec	45	22	34	48	-	108	88
srpen	38	105	107	202	-	104	78
září	135	72	100	99	-	66	54
říjen	37	52	5	51	-	61	28
listopad	30	23	30	71	-	48	9
prosinec	46	52	35	19	-	39	5
C E L K E M	568	610	606	867		769	542

1.2.1. Geologické a hydrogeologické poměry

V zájmovém území existují tyto typy zemin :

Předkvartérní podloží :

Je tvořeno monotónním sledem třetihorních vápnitých jílu pelitické facie, tzv. miocenních slínů spodnobadenského stáří, spočívajících na horninách uhlonosného karbonu. Na základě poznatků z předchozích průzkumů je možno počítat s hloubkou cca 10 - 14 metrů, výjimečně 20 metrů. Koeficienty filtrace se pohybují řádově $n \cdot 10^{-10}$ až $n \cdot 10^{-11} \text{ ms}^{-1}$ a méně, což znamená prakticky nepropustné. Z hydrogeologického hlediska považujeme tyto zeminy za podložní izolátor. Reliéf předkvartérního podloží v širším okolí zájmové lokality je obsahem přílohy č.9.1. Je zde patrné koryto JZ-SV průběhu, s dílčí depresí v JZ část skládky TKO, což může ovlivňovat směr proudění podzemní vody - viz dále.

Kvartérní sedimenty :

Fluviální štěrkopísky a štěrky údolní terasy Odry tvoří nejdůležitější vrstevní člen zájmové lokality. Spočívají na miocenních slínech a dosahují mocností 8 - 12 m, výjimečně do 18 m. Jsou většinou hrubozrnné, zahliněné písčitou hlínou, s valouny dobře opracovanými, v jejichž složení převládají kulmské horniny a křemen, jsou zvodněné, s hladinou volnou nebo

mírně napjatou. Udávaný průměrný koeficient filtrace $k_f = n \cdot 10^{-4} \text{ms}^{-1}$ je vlivem zahlinění snižován až na hodnoty $k_f = 5,5 - 7,7 \cdot 10^{-6}$ (vrt H - 7, viz dále), což ukazuje na slabou propustnost. Mocnost kvarterního kolektoru je dokumentován v příloze č.9.2. Průměr, stanovený z cca 200 hodnot (Geofond), je 6 m.

Krycí náplavové hlíny - tj. hlavně povodňové hlíny a přeplavené sprašové hlíny tvoří cca 3 - 4 metry mocnou vrstvu zeminy, kryjící štěrkopískové fluvialní formace. Jsou písčité, prachovité i jílovité, rezavohnědé, místy s šedými polohami. Koeficienty filtrace dosahují hodnot $n \cdot 10^{-8} \text{ms}^{-1}$ až $3 \cdot 10^{-11} \text{ms}^{-1}$, což znamená, že tyto hlíny jsou nepatrně propustné až nepropustné a plní v oblasti funkci stropního poloizolátoru až izolátoru. Tyto hlíny jsou jedinou bariérou proti možnému průniku polutantů z odkalovacích nádrží do štěrkové zvodně. Mocnost hlín, konstruovaná na základě údajů Geofondy (viz příloha č.9.3), může v prostoru ČOV růst až na 3 m. V prostoru nádrže K-2 je na základě profilu z vrtu PV-K2 odhadována na 2 m (umělá redukce ?)

Antropogenní sedimenty :

Antropogenní navážky jsou nejvýraznějším prvkem geologického profilu. Jsou představovány komplexem haldovinových a odkalištních formací, souhrnně označovaných jako odval. Reliéf odvalu převyšuje okolní terén místy až o třicet metrů. Plošná rozloha a velká mocnost činí z odvalu samostatný zvodněný systém. Samotná haldovina se vyznačuje značnou propustností. Ověřený koeficient filtrace $k_f = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ms}^{-1}$ zařazuje haldovinu mezi dosti silně propustné materiály. Tento materiál byl ověřen v mocnosti cca 2 m i v přímém podloží kalů, na dně nádrže K-2 (je předpoklad stejné situace i v dalších nádržích). Vzniká zde možnost ohrožení štěrkové zvodně prostřednictvím průsaku závadných vod z vodních ploch na odvalu přes tuto propustnou haldovinu a krycí hlíny. Situaci dokumentují řezy, uvedené v dokumentaci č.9. Plošný rozsah hrubozrnných antropogenních materiálů je znázorněn v příloze č.9.4. Je z ní patrné, že odval, u své báze zvodněný vysoce kontaminovanou vodou, je dobře plošně vymežitelný a na odtokové straně (SZ až S) i od SV vyklišuje. Odvodnění probíhalo (a probíhá v menší míře i dnes) především odparem a filtrací hrázemi do dočišťovacího rybníka na SZ straně podél železniční trati (viz snímek č.6 - vývěry u paty hráze), ze kterého je voda dál odváděna Bezejmenným potokem (Vrbickou stružkou).

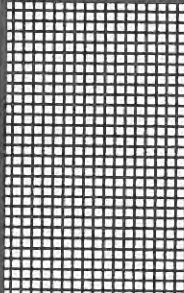
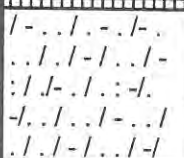
Hydrogeologicky se oblast řadí k rajonu 151 - fluvialní a glacigenní sedimenty povodí Odry, režim II-B-4 - oblast se sezonním doplňováním zásob podzemní vody, maximum stavů březen - duben, minimum září - listopad

Podzemní odtok činí 1,01 - 1,5 l/s km².

V hodnoceném území se nacházejí dvě zvodně. Štěrkopísky údolní nivy řeky Odry tvoří hlavní kvarterní kolektor. Samostatný zvodnělý systém tvoří rozlehlé těleso odvalu, kde se vyskytuje zvodeň v haldovinovém materiálu. Obě zvodně jsou od sebe odděleny cca 2 m mocnou polohou hlín, kterou nelze považovat za bariéru s dostatečným ochranným účinkem. Potenciální možnost obou zvodní je pro kontaminaci podzemní vody stěžejní. Průnik polutantů z „antropogenní zvodně“ do kvarterního kolektoru může být jak po přírodních preferenčních cestách (písčitéjší frakce náplavových hlín, místní nižší mocnost hlín vzniklá odplavováním - prostor byl dříve tvořen rybníky), tak s ohledem na možnou umělou redukci hlín v rámci výstavby nádrží - tato eventualita by však neměla být příliš častá - viz kapitola 1.1.2. - Historie území.

Příloha č.10 udává obraz průběhu hydroizohyps v květnu 1997. Směry proudění podzemní vody fluvialního kolektoru zde mají generel od jihovýchodu k severozápadu, v jižní - přítokové oblasti (areál závodu Heřmanice) až k západu. Velikost hydraulických spádů kolísá od $I = 0,002$ do $I = 0,005$. Podle informací pracovníka UNIGEO, a.s., který zpracovává problematiku skládky TKO v Hrušově, dochází v JZ části skládky ke stáčení směru proudění podzemní vody k západu, v souvislosti se změnou morfologie předkvarterního podloží, mj. i jako průvodního jevu důlní činnosti. Deprese v povrchu předkvarterního podloží v uvedeném prostoru je patrná i z přílohy 9.1. Vliv na směr proudění v tomto prostoru může mít i existence starých důlních děl a přímé nasedání kvartéru na karbon v Hrušově.

SCHEMATIZOVANÝ GEOLOGICKÝ A HYDROGEOLOGICKÝ PROFIL

PROFIL GRAFICKY	MOCNOST (rozmezí)	POPIS	Hydrogeologický charakter	Hladina vody *
	0 - 30 m	navážky směs karbonské hlušiny s možnou podružnou různorodou příměsí (stavební hmoty, uhelná drť, ...)	kolektor až poloizolátor	↓ cca 2 m od báze navážek
	3 - 4 m	náplavové hlíny prachovité až jílovité	poloizolátor až izolátor	↓ 3,0 m
	8 - 12 m	fluvialní štěrkopísky písečné, zahliněné polohy, přechod do hrubších poloh, méně zahliněných zvodněné	kolektor	↑ 4,0m
	mocnost neověřena	miocenní jíly	izolátor	

ad. *: symbol pro označení : ustálená hladina - 
naražená hladina - 

Tabulka č.4 - Hloubky a výškové kóty naražených a ustálených hladin

HLADINA PODZEMNÍ VODY			
HLADINA :	naražená	ustálená	
Číslo objektu	hloubka pod terénem (m)	hloubka pod terénem (m)	nadmořská výška (m n.m.)
DATUM MĚŘENÍ : ⇨		26.5.1997	
H-1	3,85	2,40	200,6
H-2	-	6,66	203,59
H-3	15,5	10,85	202,19
H-3/1	9,97	9,74	204,09
H-4	-	4,40	200,15
H-5	5,4	4,50	199,72
H-7	4,0	3,47	199,63
PH-1	8,2	8,27	200,43
PH-2A	5,4	3,70	200,44
PH-3	1,3	0,94	203,39
PH-5	7,2	7,25	203,43
PV-K2	8,6	6,44	199,92
H-8	3,0	2,94	200,72
VR-1	4,8	3,62	200,47
HE-1	9,8	7,17	202,91

Hodnocení filtračních parametrů zemin zájmové lokality vychází z výsledků zrnitostních rozborů zemin, odebraných při vrtání hydrogeologických vrtů, a je vyjádřeno hodnotou koeficientu filtrace k_f .

Koeficienty filtrace byly stanovovány ze zrnitostních křivek s použitím výpočtu podle Malleta a zařazeny do tříd propustnosti podle J. Jetela (1973). Přehled získaných hodnot a údajů o filtračních parametrech zemin je obsahem tabulky č.5. Vlastní zrnitostní křivky, použité jako podklad pro výpočet koeficientů filtrace k_f jsou uvedeny v přiložené dokumentaci č.1 (dokumentační část).

Hodnoty, uvedené v tabulce č.5, je nutno považovat za orientační; není možno vzít je jako hodnoty, přesně vyjadřující koeficienty filtrace pro určitý typ zeminy. Orientačnost výsledků, jež s sebou přináší stanovení k_f ze zrnitostních křivek je dána těmito hlavními faktory :

- Propustnost sedimentů je vektorová veličina, závislá na směru proudění a v horizontálním směru může být řádově vyšší než ve vertikálním, což nelze při interpretaci křivek zohlednit.
- Odebíraný vzorek vyjadřuje spíše propustnost v místě odběru a jeho blízkém okolí, než propustnost plošnou, zjištěnou čerpací zkouškou.
- Při odběru vzorků vrtných jader z poloh pod hladinou naražené podzemní vody může dojít k vymytí jemných zrnitostních frakcí, a tedy, oproti skutečnosti k určitému zvýšení stanovené hodnoty propustnosti.

Tabulka č.5 - Přehled filtračních charakteristik vzorků zemín

Číslo vrtu	Hloubka (m)	Koeficient filtrace k_f (m.s ⁻¹)	Třída propustnosti (dle J. Jetela)	Charakter zeminy
VR-1	4,50-4,80	$7,9 \cdot 10^{-10}$	nepatrně propustné	hlína
	9,20-9,60	$9,0 \cdot 10^{-6}$	dostí slabě propustné	štěrkopísek
	10,00-10,60	$1,8 \cdot 10^{-5}$	mírně propustné	štěrk
	17,70-18,00	$1,0 \cdot 10^{-7}$	slabě propustné	štěrkopísek
H-1	2,10-2,30	$1,5 \cdot 10^{-8}$	velmi slabě propustné	hlína
	3,10-3,30	$3,0 \cdot 10^{-11}$	nepatrně propustné	jíl
	3,40-3,60	$9,0 \cdot 10^{-8}$	velmi slabě propustné	hlína
H-5	2,40-2,60	$3,0 \cdot 10^{-11}$	nepatrně propustné	jíl
	4,80-5,00	$7,2 \cdot 10^{-8}$	velmi slabě propustné	hlína
H-7	2,00-2,50	$5,8 \cdot 10^{-8}$	velmi slabě propustné	hlína
	3,00-3,30	$7,7 \cdot 10^{-6}$	dostí slabě propustné	štěrkopísek
	4,50-5,00	$6,5 \cdot 10^{-6}$	dostí slabě propustné	štěrk
	7,00-7,30	$5,5 \cdot 10^{-6}$	dostí slabě propustné	štěrkopísek
K2-S2	5,1-5,5	$7,9 \cdot 10^{-10}$	nepatrně propustné	hlína
K2-S3	5,2-5,5	$8,0 \cdot 10^{-8}$	velmi slabě propustné	hlína
K2-S5	5,8-6,0	$7,9 \cdot 10^{-10}$	nepatrně propustné	hlína

Chemismus podzemní vody zájmové lokality

Zájmová lokalita náleží k území, jež je hodnoceno z hlediska vhodnosti podzemní vody pro zásobování pitnou vodou jako území s převažující vodou III.kategorie, to znamená vodu málo vhodnou nebo nevhodnou. Údaj jsme převzali z Hydrogeologické mapy ČR, vydané v Souboru geologických a účelových map v roce 1986 Českým geologickým úřadem.

Hlavními kritérii pro začlenění do této kategorie jsou tyto ukazatele :

Ca + Mg > 9 mmol/l, Fe > 30 mg/l, Mn > 10 mg/l, NH₄ > 1 mg/l, NO₃ > 50 mg/l, NO₂ > 3 mg/l, SO₄ > 500 mg/l, celková mineralizace > 1 g/l.

Z hlediska hodnocení podzemní vody vzhledem k převažujícímu typu v širší oblasti (viz koncentrace udané pro III. třídu - viz výše) mají závazné ukazatele hodnoty, které uvádíme v tabulce č.6. Přehled koncentrací všech sledovaných látek ve vzorcích podzemní vody je uveden v Protokolech laboratorních analýz, jež jsou obsahem souhrnné Dokumentace č.1 (část Protokoly).

Tabulka č. 6 - Kvalita podzemní vody vzhledem k ukazatelům ČSN 757 111

Sledovaný ukazatel	Množství pro III.tř.	Koncentrace sledovaných ukazatelů v jednotlivých vzorcích (mg/l)						
vrť		HE-1	HE-2	VR-1	H-3	H-7	H-5	PV-K2
pozice vrťu →		přítoková strana		mimo přímý vliv ČOV, vliv Heřman. rybníka	ovlivněno navážkovou vodou	odtoková strana, voda kvarterní zvodně		vrť v centru nádrže K-2
Ca + Mg	> 9 mmol/l	4,77	5,57	17,38	16,66			
Fe	> 30 mg/l	1,11	35,90	2,73				
NH ₄	> 1 mg/l	3,39	4,26	2,83	96,0	8,51	2,66	10,91
NO ₃	> 50 mg/l	1,12	1,12	299,7	0,7	0,78	2,51	
NO ₂	> 3 mg/l	0,10	0,14	0,31	0,02	0,05	0,18	
SO ₄	> 500 mg/l	668,50	301,60	3614,0	1302,9	726,5	1449,0	
celk.miner.	> 1g/l	1184,0	1174,0	5259,0 *	3087,8	1546,0 *	3000,0 *	1896,0 *

* hodnoty vodivosti (uS/cm)

Z tabulky je patrné, že podzemní voda v oblasti splňuje zařazení do III. třídy zejména pro amonné ionty. Vysoké koncentrace amonných iontů mají souvislost s vypouštěním fenolčpavkové vody, jako odpadní zplodiny technologických procesů provozu koksovy Svoboda, do odkalovacích nádrží ČOV Heřmanice.

Obecně zvýšená hodnota mineralizace (resp. vodivosti) má souvislost s chloridy, obsaženými ve slaných důlních vodách, vypouštěných do Heřmanického rybníka.

Dále zde uvádíme některé sledované ukazatele kvality podzemní vody, které jsou uvedeny jako závazně komentované v Metodickém pokynu (tabulka č.7).

Podzemní voda zájmové lokality je prostá, většinou až slabě mineralizovaná. Zjištěné koncentrace celého rozsahu látek a škodlivin, uvedeného v úvodu této části kapitoly, budou komentovány v části 2. Hodnocení rizika.

Tabulka č. 7 - Koncentrace vybraných ukazatelů kvality podzemní vody
ve smyslu Metodického pokynu

Číslo vrtu	He-1	He-2	VR-1	H-3	H-5	PV-K2
ukazatel :	koncentrace, hodnota :					
pH	6,95	6,85	7,5	7,82	7,15	6,43
CHSK - Mn mg/l	60,80	52,00	6,40	600,0 *	1342,9 *	

1.2.2. Vztah podzemní a povrchové vody

Vzájemný vztah mezi kvarterní zvodní a „antropogenním“ kolektorem navážek byl zkoumán v rámci (15).

Pro zhodnocení vodní bilance byly vyžádány z ČHMÚ v Porubě úhrny srážek a výparu z volné hladiny za období července až srpna 1994 a na koksovně Svoboda, která v době provádění bilance jediná vypouštěla do odvalu své odpadní vody, množství těchto vod za stejné období. V tomto období byly provedeny záměry hladin v odkališti K-1, do kterého byl tento odpad vypouštěn. Všechny tyto údaje jsou souhrnně sestaveny v tabulce č.8. Po přepočtu množství vypouštěných vod na plochu odkaliště - 49.300 m² vychází nárůst hladiny o + 0,61 m v daném období. Rozdíl úhrnu srážek a výparu z volné hladiny činí minus 0,09 m. Z porovnání těchto hodnot se skutečným rozdílem hladin, zaměřeným měřicky - 0,73 m, docházíme k závěru, že předpokládaný nárůst hladiny teoreticky stanovený je o cca 20 cm větší, než nárůst skutečný. S přihlédnutím ke skutečnosti, že během rekognoskace v hodnoceném období bylo zaznamenáno přečerpávání vody z odkaliště K-2 (které provozovatel neuvedl, a v bilanci tudíž není zohledněno), a k faktu, že je nutno počítat s vlivem srážek ze širšího okolí volné hladiny (stékání haldovinou), je tento rozdíl vysvětlitelný.

Tabulka č. 8 - Vstupní údaje pro bilanci

období	měsíční úhrn srážek /m/	měsíční výpar z vol. hladiny /m/	množství vypouštěných vod za měsíc	teoret. rozdíl	skuteč. rozdíl
červenec 1994	0,222	0,1255	15 500 m ³		
srpen 1994	0,1053	0,0938	14 700 m ³	0,73 m	
			30 200 m ³		
celkem	+0,1275	-0,2193	+0,61	+0,52	+0,73

Z těchto poznatků vyplývá fakt, že výraznější prosakování odkalištní vody do podloží není prokázán. Tuto skutečnost přičítáme značné kolmataci dna odkališť.

1.2.3. Hydrologické poměry

Z hydrologického hlediska se zkoumaná oblast řadí do povodí dolního toku české části Odry, pod číslo hydrologického povodí 2 - 03 - 02. Oblast je odvodňována směrem k severozápadu tokem Bezejmenného potoka, ústícího do Odry.

Hydrologický rajón č. 151 : Fluviální a glacigenní sedimenty v povodí Odry

Povodí : Odry

Číslo hydrologického pořadí : 2-03-02-001

Nejbližší objekty povrchových vod :

Odra : cca 1 000 m na SZ

Heřmanický rybník : cca 400 m na V

Z hydrografického hlediska se jedná o českou část dolního toku Odry s číslem 2-03-02. Vodnost toku Qx se zde pohybuje od 10 do 50 m³. Celková plocha povodí je 4580,188 km². Nejbližším recipientem je řeka Odra, místní odvodňovací bází je Bezejmenný potok, odvodňující rybníky na SZ okraji lokality a vlévající se po cca 700 m do Odry.

Povrchový odtok činí 0,31-0,45 l/s, režim II-B-4-d, tedy málo vodná oblast s malou retenční schopností, odtok silně rozkolísaný, koeficient odtoku dosti vysoký.

Situaci znázorňuje příloha č.3 - Vodohospodářská situace 1 : 50 000.

Zvláštní režim ochrany vod, ochrana přírody

V prostoru zájmové lokality a v jejím okolí se nenachází žádné území se zvláštním režimem ochrany vod, zájmová lokalita je mimo CHKO Poodří. Nejbližší studny, sloužící zásobování obyvatel vodou se nachází v JZ části obce Vrbice a slouží výhradně jako záložní zdroje vody užitkové vody (pro zalévání zahrádek).

V blízkém okolí zájmové lokality se nenacházejí žádná území, chráněná podle zák. 114/92 Sb., o ochraně přírody a krajiny.

Povrchové zdroje

Řeka Odra je v úseku přilehlém k zájmové lokalitě zařazena dle ČSN 75 7221 do V. třídy čistoty. Podle „Mapy geochemie povrchových vod ČSR z r. 1988“ má voda Ostravice „nad zájmovou lokalitou“ obecně zvýšené obsahy stopových prvků (As, Pb, Be, Cd, Cu, Zn, Sr, Li) a aniontů (SO₄, NO₃, F, SO₄/Cl a NO₂).

Podle vyhlášky MLVH ČSR č. 28/1975 Sb. je Odra prohlášena za vodohospodářsky významný tok.

Podzemní zdroje

Na zájmové lokalitě ani v jejím okolí směrem k Odře nejsou v současné době žádné zdroje podzemní vody pro individuální ani hromadné zásobování obyvatel pitnou vodou. Rovněž v budoucnu se zde s využíváním podzemní vody neuvažuje. Využívání podzemní vody se omezuje na zálivku zahrádek, a to v prostoru zahrádkářské kolonie a v některých rodinných domcích ve Vrbici.

1.2.4. Geochemické údaje o lokalitě

Zájmová lokalita náleží z geochemického hlediska k oblastem odvápněných spraší a sprašových hlín, jež obecně patří k horninám se sníženou geochemickou reaktivitou.

Metodický pokyn doporučuje pro stanovení kritéria **C** koncentrace jednotlivých polutantů provést přepočet limitních koncentrací **C**, uvedených v Kritériích znečištění zemin a podzemní vody pro standartizovanou zeminu (25% jílových částic a 10% organických částic), na hodnoty pro konkrétní zeminu. Jak již bylo uvedeno, analýza rizika zpracovává starší výsledky průzkumů, kdy tento požadavek nebyl metodicky požadován. Vzorky zemin tedy nebyly analyzovány na obsah organické hmoty a požadovaný přepočet není možno provést. Nicméně po analýze křivek zrnitosti vzorků, odebraných na lokalitě docházíme k závěru, že obsah jílu (podle ČSN 72 1001 - velikost zrn > 0,005 mm) dosahuje hodnot max. 25-30 %, takže výsledky laboratorních analýz by po přepočtu neměly dosahovat vyšších hodnot. V rámci doplňkového průzkumu jsme provedli u některých vzorků stanovení organické hmoty. Z výsledků vyplývá, že obsah organické hmoty se pohybuje v řádu prvních jednotek% (cca 5%), což znamená, že výsledky laboratorních analýz nebudou podceněny. S ohledem na výše uvedené používáme při hodnocení výsledků analytických prací původní hodnoty, vztažené k nově platným Kritériím.

1.2.5. Ochrana přírody a krajiny v okolí lokality

V oblasti vlivu uložišť se nenacházejí žádná chráněná území. Zájmová lokalita se nachází mimo CHKO Poodří.

2. Hodnocení rizika

2.1. Určení nebezpečnosti

Podle závazných údajů platného Metodického pokynu sestává proces určení nebezpečnosti ekologické zátěže z těchto tří kroků :

1. Vytypování látek potenciálního zájmu
2. Určení plošného a prostorového rozsahu kontaminace
3. Výběr prioritních škodlivin

2.1.1. Vytypování látek potenciálního zájmu

Úvodní krok při určování nebezpečnosti - tj. vytypování látek potenciálního zájmu, byl proveden tímto způsobem :

Z koksovny Svoboda byly vyžádány podklady, týkající se chemických analýz vody, vypouštěné do nádrží K-1 a K-2 ČOV, přičemž jsme se zaměřili na odběrné místo s kódem 21 5231 - předčištěná surová fenolová voda vypouštěná z odfenolovací stanice. Zároveň byl proveden pohovor s technologem. Vybrané parametry odpadní vody uvádí tabulka č.13.

Vzhledem k tomu, že podle NV 513/92 Sb. byl k dispozici jen 1 rozbor vodného výluhu, který nepostihl celou škálu potenciálních kontaminantů (tenzidů, kyanidů a BTX), přičemž obsahem NH_4 překračuje vodný výluh hodnotu II. b., byla dalším krokem analýza 6 vzorků kalů, uložených v nádrži K-2, přičemž stanovení byla provedena ve vzorcích v pevném stavu i ve výluhu. Poziční rozmístění vzorků je patrné z obrázku č.3 a snímků č.1-4, vybrané výsledky obsahuje tabulka č.14, kompletní pak dokumentace č.1.

Na základě výsledků těchto rozborů a s ohledem na výsledky rozborů z předchozích průzkumů (15-19) byla analyzována voda v nádrži K-1 a výluhová voda na dně těžené nádrže K-2 (na dně se v těžených kalech nachází několik depresí s akumulovanou vodou - viz snímek č.1). Vybrané výsledky obsahuje tabulka č.15, kompletní pak dokumentace č.1.

Vyhodnocením výsledků těchto kroků byly vytypovány látky prioritního zájmu, sledované dále v půdním profilu pod dnem kalové nádrže K-2 a v podzemní i povrchové vodě.

Tabulka č.9 uvádí přehled vytypovaných možných kontaminačních zdrojů. Tato tabulka má hodnotu prvotního informačního pramene, zároveň posloužila jako základní vodítko pro plánování prací při posuzování a průzkumu zájmové lokality. Na tomto podkladě byly dále vytypovány a určeny látky potenciálního zájmu, uvedené v tabulce č.10. Rozbor problematiky výskytu rizikových kontaminantů, doložených v zájmové lokalitě, je obsahem kapitoly 2.1.3.

Tabulka č.9 : Přehled vytypovaných možných kontaminačních zdrojů zájmové lokality

Číslo objektu Srovnat s příl.č. 7	Název objektu	Způsob ohrožení	Skupina látek
K - 1	kalová nádrž, obsahující flotační hlušiny a uhelné kaly smísené s fenol-čpavkovou vodou, místy vypouštění ropných produktů.	průnik polutantů podloží nádrže do podzemní vody, průsakem přes hráze do vody povrchové	NH ₄ , fenoly, BTX, PAU, PCB, CN ⁻ , tenzidy, SO ₄
K - 2	kalová nádrž, obsahující flotační hlušiny a uhelné kaly smísené s fenol-čpavkovou vodou, místy vypouštění ropných produktů	průnik polutantů podloží nádrže do podzemní vody, průsakem přes hráze do vody povrchové	NH ₄ , fenoly, BTX, PAU, PCB, CN ⁻ , tenzidy, SO ₄

Další potenciální zdroje znečištění v širším okolí, které mohou ovlivňovat sledované území

Areál se nachází na území odvalu dolu. Vlastní prostor kalových nádrží byl budován speciálně pro potřeby ČOV a v materiálu hrází tedy nepředpokládáme významnější přítomnost jiných odpadů (s ohledem na charakter použitého materiálu - důlní hlšina - předpokládáme uvolňování iontů SO₄), nicméně v těsné blízkosti hodnoceného areálu se nacházejí deponie, které byly v minulosti místem systematické i příležitostné likvidace nejrůznějších druhů odpadů a materiálů. Jedná se zejména o odvaly koksoven Karolina a Svoboda. Dokumentace, svědectví a doklady o těchto zdrojích možné kontaminace nejsou k dispozici a vyžádaly by si dlouhodobé šetření. S ohledem na stáří odvalů však předpokládáme určitou stabilizaci stavu.

Dalším velmi významným potenciálním zdrojem kontaminace je skládka tekutých chemických odpadů koksovy Svoboda, která se nachází cca 100 m jižně od kalové nádrže K-2. Skládka je podle informací provozovatele (koksovna Svoboda) 6 let stará a její podloží je zajištěno fólií. Kvalita vody v navážkové zvodni je kvartálně sledována (vrty HV-1 a HV-2 - průnik navážek, ukončeny v náplavových hlínách) - blíže viz kapitola 2.1.2.

K možným zdrojům kontaminace je možno dále přičíst areál Dolu Odra, závod Heřmanice (jižně od ČOV), dávkovací nádrž slaných důlních vod Heřmanický rybník (chloridy), areál Hrušovské chemické společnosti a její skládky (cca 750 m ZJZ od K-2, anorganika, zejména kovy) a skládku TKO v Hrušově, cca 200 m SZ od ČOV, tedy na odtokové straně (podle informací pracovníka UNIGEO, a.s., který zpracovává problematiku skládky TKO v Hrušově, je vliv skládky na kvalitu podzemní vodu minimální). Posledním potenciálním zdrojem kontaminace na odtokové straně, vedle skládky TKO, je areál větrky Vrbice s odvalem.

Rozmístění těchto potenciálních zdrojů kontaminace v okolí hodnoceného areálu a jejich stručná charakteristika je v příloze č.7.

Předběžná identifikace potenciální expozice člověka nebo ekosystémů

Charakteristika typu zátěže :

Potenciální ekologická zátěž zájmové lokality se vyznačuje těmito rysy :

1. Zátěž je střednědobá, vyvíjí se od roku 1972 (zahájení zkušebního provozu), do roku 1996 (ukončení vypouštění odpadní vody), resp. do vytěžení kalové nádrže K-1 (?).

2. Výstavba areálu spadá do doby, kdy nároky na technické zajištění uložště, zejména s ohledem na možnost kontaminace podzemní vody, nebyly na potřebné úrovni.

3. Stav podloží (hlíny pod dnem nádrží jsou jediným ochranným prvkem) nebyl při výstavbě dokumentován a v současné době není technicky zvládnutelné provést jeho systematický průzkum (nádrž K-1 zcela neodtěžena - cca 20 m kalů a vody, dno nádrže K-2 zpřístupněno pouze zčásti).

4. V těsném okolí areálu i ve vzdálenějším okolí se nacházejí další potenciální zdroje kontaminace.

5. Vlastní areál a jeho nejbližší okolí je mimo osídlení, nachází se na periferii města.

6. Areál je lokalizován do prostoru, v němž je kvalita podzemní vody (a dalších relevantních složek geoprostředí) nízká.

7. Ve směru předpokládaného vlivu areálu prostřednictvím podzemní vody jako transportního média, se nenachází prostor s využíváním podzemní vody jako pitné; využívání vody jako užitkové není příliš intenzivní. Potenciálně ohroženým objektem je nádrž šterkovny, která je využívána ke koupání.

8. Hydrogeologická situace umožňuje relativně snadné šíření znečištění.

Situační model lokality :

Vytvoření situačního modelu lokality je důležitým krokem pro vytypování předpokládaných expozičních cest a pro odhad míry expozice. Rozhodujícími kritérii pro vytvoření tohoto situačního modelu lokality jsou, vedle charakteristiky typu zátěže (viz předchozí), tyto skutečnosti :

1. Kromě hlavní kvarterní zvodně zde existuje plošně omezená, objemově významná zvoděň v navážkách

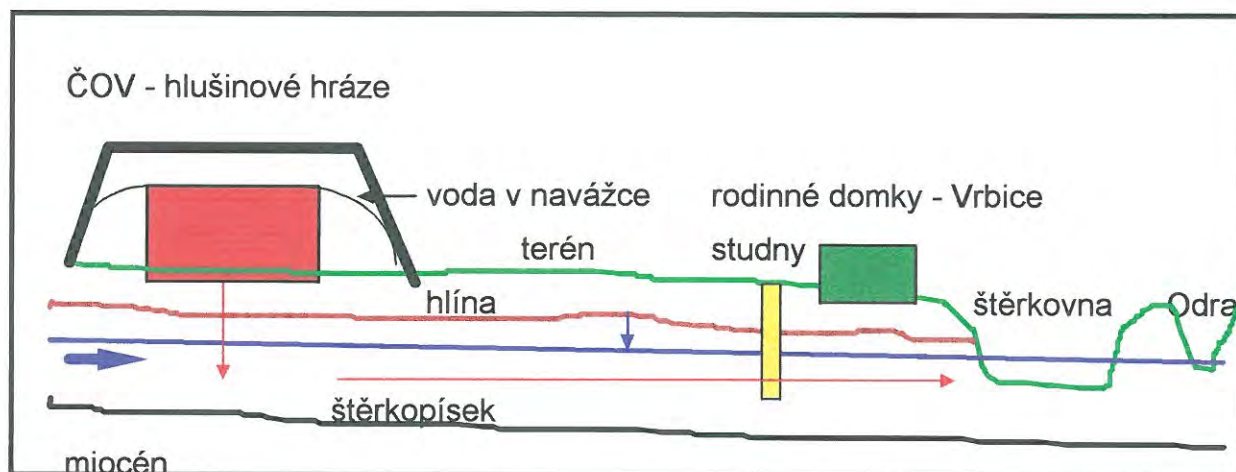
2. Kontaminace je vázána zejména na tuto „antropogenní zvoděň“

3. Kontaminace nesaturované zóny je vázána na zeminy s přesně vymežitelným plošným rozsahem (v rámci půdorysu dna nádrží) a měla by být po kvalitativní i kvantitativní stránce poměrně homogenní (jednotný typ vypouštěného materiálu)

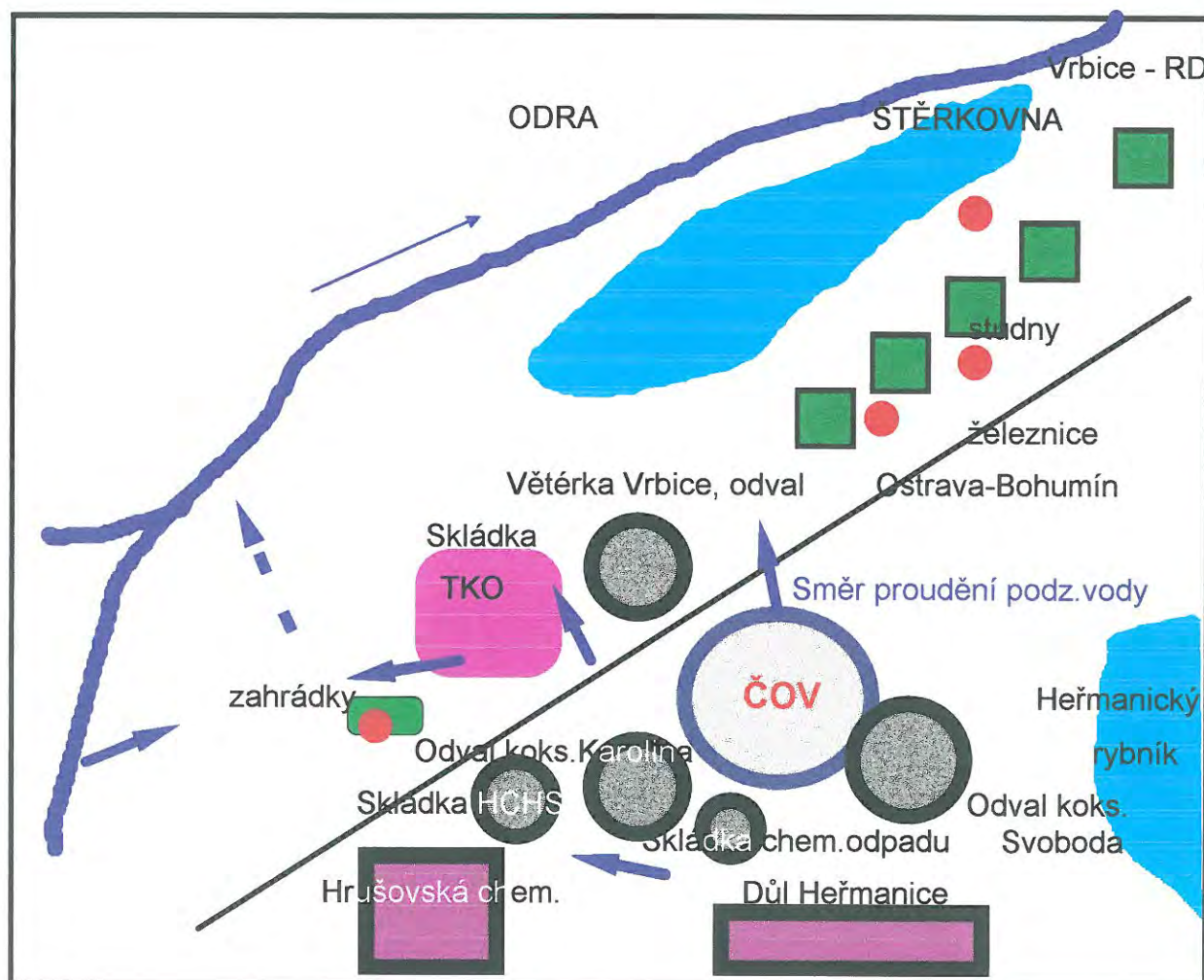
4. Spektrum sledovaných látek je technologií zařízení a jeho vodohospodářským a technologickým dozorem během činnosti teoreticky dobře vymežitelné

Situační model zájmové lokality, vytvořený na podkladě výše uvedených skutečností, uvádíme jako obrázek č. 3, přehled možných expozičních cest a jejich výběr pro kvantitativní vyhodnocení specifikuje tabulka č.10. Obrázek č. 4 dává přehled o možnosti a způsobech expozice potenciálních příjemců v širším okolí lokality.

Obrázek č. 3 - Situační model lokality



Obrázek č. 4 - Schéma širšího okolí zájmové lokality z hlediska možných expozic



Tabulka č. 10 - Potenciální expoziční cesty

Expoziční médium	Expoziční cesta	Cesta dále vyhodnocena	Důvod pro zavrnutí kvantitativního vyhodnocení
Podzemní voda	Požítí	ano	
	Inhalace par při přímém styku s vodou	ne	ionty NH_4 zřejmě vázány na SO_4 do stabilní formy z hlediska uvolňování NO_3 do ovzduší (senzoricky vzorky s přítomností NH_4 bez zápachu)
	Dermální kontakt	ano	
Povrchová voda - Odra, šterkovna	Požítí	ano	
	Vdechování par	ne	ionty NH_4 zřejmě vázány na SO_4 do stabilní formy z hlediska uvolňování NH_3 do ovzduší (senzoricky vzorky s přítomností NH_4 bez zápachu), po styku se vzduchem přechod do NO_3
	Dermální kontakt	ano	
Kaly, kalové výluhy	Vdechnutí prachových částic	ne	týká se pracovníků, provádějících těžbu kalů
	Inhalace par ze zeminového prostředí	ne	nebylo provedeno přímé měření koncentrací látek v ovzduší, dtto
	Ingesce	ano	
	Dermální kontakt	ano	
Domácí výpěstky Ryby	Požítí	ne	nejsou tedy informace o strav.návyčích

Vytypování seznamu látek potenciálního zájmu a zařazení látek podle fyzikálně-chemických, toxikologických a ekotoxikologických vlastností.

Tabulka č.11 podává přehled o jednotlivých sledovaných chemikáliích, a jejich stručné charakteristiky. Detailní rozbor vlastností důležitých kontaminantů, které byly na lokalitě doloženy v koncentracích vyšších, než je limit „B“ MP, bude obsahem kapitoly č. 2.1.3. - Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin pro danou lokalitu.

Tabulka č. 11 - Přehled a charakteristiky potenciálních polutantů

Skupina látek	Název látky (obecně užívaný) sumární vzorec	Charakteristika, fyzikálně - chemické vlastnosti, užití	Toxikologická charakteristika, vyvolané účinky, systémové vlivy
fenoly	fenol, C ₆ H ₆ O	Bílá krystal. látka, rozpustná ve vodě, hygroskopická, hořlavá. Výroba fenol. pryskyřic, synt. vláken, ve farmaci	Toxická látka, žíravina, dráždivá. Alergie, poleptání sliznice, nekróza při působení na kůži, kolaps, vstřebává se kůží. SV : CNS, játra, ledviny, srdce
NEL při stanovení v sušině	neplolární xtrahovatelné látky všeobecně (ropné deriváty)	Nerozlišená skupina frakčně těžkých ropných derivátů s vysokou molekulovou hmotností, málo těkavé Maziva, technické oleje, paliva, těžké oleje, mazuty	Mírně toxická látka, mírně dráždivá. Možná přítomnost látek kategorie PAU
PAU	antracen C ₁₄ H ₁₀	žlutá krystalická látka, součást uhelného dehtu	Toxická a dráždivá látka, účinky blíže nespecifikované
PAU	benzo(a)antracen C ₁₈ H ₁₂	Pevná látka, ve vodě nerozpustná, hořlavá	Toxická látka, karcinogenní - 2B (IARC), dráždivá, velká toxicita při vdechnutí SV : ledviny,
PAU	benzo(a)pyren	Pevná látka, hořlavá, součást uhelného dehtu Nejnebezpečnější karcinogen mezi polyaromáty	Toxická látka, karcinogenní - 2A (IARC), dráždivá, mutagen, požití může vyvolat rakovinu žaludku, vdechování rakovinu plic, vylučovacího systému. SV : ledviny, játra, plíce, kůže
PAU	fenantren C ₁₄ H ₁₀	Pevná látka, součást uhelného dehtu	Vysoce toxická látka, karcinogen - 3 (IARC), účinky blíže nespecifikovány
PAU	fluoranten C ₁₆ H ₁₀	Pevná látka, součást uhelného dehtu	Toxická látka, méně než fenantren, karcinogen 3 (IARC), účinky blíže nespecifikovány
PAU	chrysen C ₁₈ H ₁₂	Pevná látka, součást uhelného dehtu	Vysoce toxická látka, karcinogen - 2B (IARC), účinky blíže nespecifikovány
PAU	naftalen C ₁₀ H ₈	Bílá pevná krystalická látka, aromatická, citlivá na světlo těkavá, sublimující, ve vodě málo rozpustná Insekticidy, výroba dekalinu, tetralinu, barviv	Mírně toxická látka, mírně dráždivá. Poškození CNS, ledvin, krevetvorby, možné ekzémy, alergie, nekróza jater SV : CNS, ledviny, žaludek, krev, játra
PAU	benzo(b) fluoranten C ₂₀ H ₁₂	Žlutá, pevná látka, hořlavá, rozpustná v aromátech	Slabě karcinogenní, blíže nespecifikované

Tabulka č. 11 : Přehled a charakteristiky potenciálních polutantů - pokračování

Skupina látek	Název látky (obecně užívaný) sumární vzorec	Charakteristika, fyzikálně - chemické vlastnosti, užití	Toxikologická charakteristika, vyvolané účinky, systémové vlivy
PAU	benzo(k) fluoranten C20H12	Žlutá, pevná látka, hořlavá, nerozpustná ve vodě, rozpustná v aromátech	karcinogenní - 2A (IARC), blíže nespecifikované
PAU	dibenzo(a,h) antracen C22H14	Pevná látka, ve vodě nerozpustná, sublimující, hořlavá, směsí se vzduchem výbušně reaktivní, rozpustná v benzenu, etanolu, etheru a chloroformu. Výroba barviv, prostředků proti škůdcům	toxická látka, dráždivá, karcinogenní - 2B (IARC), střevní a žaludeční poruchy, na kůži poškození pigmentace, dráždění očí, dýchacích cest. SV : plíce
PAU	fluoren C13H10	Pevná látka, součást uhelného dehtu	Toxická látka, účinky blíže nespecifikovány, karcinogen - 3 (IARC)
PAU	pyren C10H10	Součást uhelného dehtu	Toxická látka, účinky blíže nespecifikovány, karcinogen - 3 (IARC)
BTEX	benzen C6H6	Bezbarvá kapalina, aromatický zápach, těkavá, silně lomí světlo, málo mísitelná s vodou, dobře mísitelná s ostatními rozpouštědly. Rozpouštědlo, extrakční prostředek, základní surovina v chemickém průmyslu. Vysoce hořlavá, lehce vznětlivá látka.	Vysoce toxická látka, humánní karcinogenní, dráždivá, narkotická, mutagenní, onkologická, dlouhodobé účinky, poškození krevetvorby, aplastická anemie, závratě, slabost, únava. Požití - nevolnost, zvracení, křeče, poruchy srdečního rytmu, vstřebává se kůží, zpuchýřuje, poškození rohovky, útlum a zástava dechu. SV : CNS, krev, játra
BTEX	etylbenzen C6H10	Bezbarvá kapalina, s vodou málo mísitelná, dobře s etanolem a etherem, těkavá. Rozpouštědlo, surovina v chemickém průmyslu. Vysoce hořlavá, lehce vznětlivá látka.	Mírně toxická látka, narkotické účinky, návyková, silně dráždí kůži, poškozuje rohovku. Dráždí dýchací trakt, krvácení sliznice, zástava dechu. SV : CNS, plíce
BTEX	toluen C7H8	Bezbarvá kapalina, těkavá, lomí světlo, s vodou málo mísitelná, s organickými rozpouštědly dobře.	Mírně toxická látka, narkotická, návyková, dráždivá. Při požití dráždí zažívací trakt, Při inhalaci závratě, bolest hlavy, ztráta vědomí, vstřebává se kůží. Při inhalaci akutně jedovatější než benzen, při požití mnohem méně jedovatý. Při chronické expozici poruchy paměti, psychomotorické defekty, zmatenost. SV : CNS, játra, plíce
BTEX	xyleny C6H10 (směs izomerů)	Kapalina, těkavá, hořlavá, mísitelná s aromatickými rozpouštědly	Mírně toxická látka, narkotická, návyková, dráždí a poškozuje kůži a oči. SV : CNS
BTEX	styren C8H8	Bezbarvá olejovitá kapalina silného aromatického zápachu, hořlavá, mísitelná s aromatickými rozpouštědly, surovina v chem. Průmyslu.	Mírně toxická látka, narkotická, karcinogenita „C“ dle US EPA, návyková, místně dráždivá, atrofie sliznic, lymfocytóza, poškození rohovky. SV : CNS, játra

Tabulka č. 11 : Přehled a charakteristiky potenciálních polutantů - pokračování

Skupina látek	Název látky (obecně užívaný) sumární vzorec	Charakteristika, fyzikálně - chemické vlastnosti, užití	Toxikologická charakteristika, vyvolané účinky, systémové vlivy
PCB	polychlorované bifenylы $C_{12}H_{10} \dots xCl$ (Delor 103, 106 atd.)	Olejovité kapaliny až pevné krystalické látky, výhodné fyzikální vlastnosti (viskozita atd.). Stablní při vysokých teplotách, užití v silnoproudé elektrotechnice, průmyslu barviv atd	Toxické látky, karcinogenní - 2A (IARC), dráždivé, mutagenní, hepatotoxické, vstřebávají se kůží, vyrážky, chlorakné SV : játra, ledviny
CB	dichlorbenzen $C_6H_4 Cl_2$	Pevná látka, sublimující, použití jako insekticid	Vysoce toxická látka, karcinogenní - 2B (IARC), údaje blíže nespecifikovány
CB	trichlorbenzen $C_6H_4Cl_3$	-	Vysoce tox. látka, blíže nespecifikováno
CN	CN- obecně, kyanidy (KCN, NaCN.)	Bílé krystalické látky, soli kyseliny kyanovodíkové a alkálií, rozpustné ve vodě, užití při úpravnictví, metalurgii. Reakce s kyselinami - vyvíjí toxický kyanovodík.	Vysoce toxické, dráždivé látky, mohou se vstřebat kůží, obrna dýchacího aparátu. SV : Plíce, krev

IARC : (International Agency for Research on Cancer) - vědecká skupina pro klasifikaci chemikálií podle možných příčin karcinogenity (viz kapitola 2.3.1.)

V podzemní vodě byly sledovány i další polutanty a ukazatele, které charakterizují určitý typ podzemní vody a indikují míru jejího znečištění. Jejich přehled uvádíme v následující tabulce č. 12. Rozbory podzemní vody byly proto provedeny tak, aby zastihly celé spektrum předpokládaných polutantů a poskytly ucelený obraz kontaminace saturevané zóny.

Tabulka č. 12 - Další látky a ukazatele, sledované v podzemní vodě
(včetně látek, uvedených v tabulce č.11)

Skupina látek	Chem. značka, název látky	Charakteristika, fyzikální vlastnosti	Toxikologická charakteristika, vyvolané účinky, systémové vlivy
TENA	anionaktivní tenzidy	Skupina látek, charakteristická vysokou rozpustností ve vodě a smáčivostí. Použití jako smáčedla, čisticí prostředky, saponáty	-
kationty kovů	Ca, vápník	ukazatel tvrdosti vody	-
kationty kovů	Mg, hořčík	ukazatel tvrdosti vody	-
kationty kovů	Na, sodík	hlavní podíl v celkové mineralizaci	-
kationty kovů	K, draslík	hlavní podíl v celkové mineralizaci	-
kationty	NH_4 , čpavek	Vodný roztok amoniaku, silně páchne, reaktivní	Žiravina, dráždivá látka, dusivé výpary, poleptání očí, kůže, zažívacího traktu. SV : možnost působení na CNS, poškození ledvin

Tabulka č. 12 - Další látky a ukazatele, sledované v podzemní vodě
(včetně látek, uvedených v tabulce č.11) - pokračování

Skupina látek	Chem. značka, název látky	Charakteristika, fyzikální vlastnosti	Toxikologická charakteristika, vyvolané účinky, systémové vlivy
anionty	NO ₂ , dusitany Na a K	Bezbarvé pevné látky, rozpustné ve vodě. Silná oxidační činidla. Užití pro diazotaci, rozpouštění W a Mo, též léčivo	Vysoce toxické látky s dráždivými účinky. Při požití zvracení, závratě, cyanosa, koma. Dráždění při dýchání, kašel SV : krev, žaludek
anionty	NO ₃ , dusičnany	Soli kys. Dusičné a alkálií n. amoniaku, bílé krystalické látky, rozpustné ve vodě, silná oxidační činidla. Průmysl umělých hnojiv, výroba výbušnin, střeliva	Mírně toxické látky, dráždivé, narkotické. Při požití bolesti břicha, krvavé zvracení, křeče, apatie. Při vdechování prachu dráždí dýchací trakt. SV : krev, ledviny
anionty	Cl, chloridy	hlavní podíl v celkové mineralizaci	-
anionty	SO ₄ , sírany	hlavní podíl v celkové mineralizaci	-
ob. Ukazatele	vodivost		
ob. Ukazatele	tvrdost		
ob. Ukazatele	pH		
ob. Ukazatele	CHSK-Mn		

2.1.2. Určení plošného a prostorového rozsahu kontaminace

Tato kapitola je zpracována na základě výsledků analýz vod, zemin a kalů, zajištěných v rámci tohoto doprůzkumu i předchozích prací. Prezentace výsledků, charakterizujících zdroj kontaminace a výsledků analýz půdních vzorků a vod, překračujících limity B a C(MP), případně významně překračujících úroveň místního pozadí, jsou přehledně seřazeny v tabulkách č.13 (odpadní voda, vypouštěná do ČOV), č.14 (kaly), č.15 (vody z kalových nádrží K-1 a K-2), č.16 (podzemní a povrchová voda v okolí ČOV) a č.17 (vzorky zemin z podloží dna nádrže), graficky pak v příloze č.11. S ohledem na současné a budoucí využití lokality jsme pro srovnání v případě zemin používali limit C-prům. MP.

Umístění vzorkovacích míst (vrty pro odběry zemin a podzemní vody, sondy pro odběry zemin, místa odběru povrchových vod) pro jednotlivé analyzované složky prostředí je zobrazeno v příloze č.8, č.10 a ve fotodokumentaci.

Tabulka č. 13 - Příklad obsahu vybraných látek v odpadní vodě (odběrný kód 215231) před ČOV (mg/l)

Vzorek	CN vol.	Fenol	NH4+	pH	CHSKMn	BSK5	nerozp.l.	rozpušt.l.
medián	13,2	68,0	1268,0	10,8	742,5	630,0	89,0	2017,5
maximum	23,0	162,0	1427,0	11,0	1040,0	969,0	234,0	5670,0

Tabulka č. 14 A - Překročení limitu B a C MP v pevných vzorcích kalů (mg/kg)

Vzorek	CN celk.	CN vol.	Fenol	NH4+	NEL(pův)	Benzen	Naftalen	Fenantren	Benz.antr.	Benz(b)flu	Benzpyren
A	7,00	1,50	0,05		100,00	0,03	0,05	0,15	0,10	0,10	0,10
B	15,00	8,00	25,00		400,00	0,50	40,00	30,00	4,00	4,00	1,50
C-prům,	75,00	30,00	120,00		1000,00	5,00	100,00	100,00	50,00	50,00	10,00
ČOV Heřmanice - 1	185,50	14,61	74,30	3,16	1453,00	43,26	81,710	10,653	0,887	0,754	0,526
ČOV Heřmanice - 2	11,37	2,56	4,26	<0,51	5867,00	0,95	5,199	5,602	0,516	0,347	0,079
ČOV Heřmanice - 3	9,94	0,91	21,40	156,00	2123,00	41,54	112,650	16,860	2,313	1,681	1,527
ČOV Heřmanice - 4	7,82	0,17	8,09	91,30	1332,00	6,05	64,150	14,522	1,491	1,830	0,855
ČOV Heřmanice - 5	77,45	1,25	102,00	150,00	2530,00	111,38	108,560	12,216	0,967	1,049	0,611
ČOV Heřmanice - 6	58,27	0,85	70,50	224,00	1561,00	33,96	84,560	12,543	0,563	0,555	0,325

Tabulka č.14 B - Překročení limitu B a C MP ve vodních výluzích z odpovídajících vzorků kalů (ug/l)

Vzorek	CN celk.	CN vol.	Fenol	NH4+	NEL(pův)	Benzen	Naftalen	Fenantren	Benz.antr.	Benz(b)flu	Benzpyren
A	10,00	5,00	0,30	120,00	50,00	0,20	0,10	0,005	0,005	0,002	0,005
B	100,00	40,00	750,00	1200,00	500,00	15,00	25,00	5,00	0,50	0,25	0,10
C-prům,	200,00	75,00	1000,00	2400,00	1000,00	30,00	50,00	10,00	1,00	0,50	0,20
ČOV Heřmanice - 1	5,0	79,0	<10,0	470,0	<30,0	<1,0	0,104	0,025	<0,01	<0,01	<0,01
ČOV Heřmanice - 2	<5,0	9,0	30,0	<100,0	<30,0	<1,0	<0,05	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
ČOV Heřmanice - 3	7,0	163,0	10,0	23500,0	100,0	<1,0	0,902	0,298	0,013	<0,01	<0,01
ČOV Heřmanice - 4	<5,0	13,0	30,0	13200,0	<30,0	<1,0	0,147	0,040	<0,01	<0,01	<0,01
ČOV Heřmanice - 5	15,0	190,0	70,0	23800,0	<30,0	<1,0	<0,05	0,020	<0,01	<0,01	<0,01
ČOV Heřmanice - 6	18,0	136,0	50,0	33700,0	<30,0	<1,0	<0,05	0,163	<0,01	<0,01	<0,01
Třída vyluhovatelnosti	lb	II	lb	III	la						

Tabulka č.15 - Překročení limitu B a C MP ve výluhových a náplavových vodách z nádrží K-1, K-2 a K-3

Vzorek	vodivost	pH	RL105 C	NH4	Cl	SO4	FN	TENA	NEL	antracen	b(a)antracen	fenantren
jednotka	uS/cm	-	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l	ug/l	ug/l
B MP				1,2	100		0,75	0,25	0,5	5	0,5	5
C MP				2,4	150		1	0,5	1	10	1	10
K-1	20.7.1994	8,43	1886,00	252,50	355,30	740,10	2,50	0,75	0,881	8,512	1,116	37,660
K-1	3.8.1994	8,43	1886,00	252,50	355,30	740,10		1,25				
K-2	20.7.1994	8,38	2376,00	239,20	426,40	760,70	2,82	1,58	0,450	2,196	0,054	7,866
K-2	3.8.1994	8,38	1876,00	239,20	426,40	760,70						
K-3	20.7.1994	8,20	2239,00	95,40	326,90	1030,10	0,10	0,47	<0,010	0,011	<0,010	0,041
K-3	3.8.1994	8,20	2239,00	95,40	326,90	1030,10						
K-1	5.6.1997	7,9		159,6			<0,01					
K-2	5.6.1997	7,9		197,6			0,03					
vyluhovatelnost :			III	III	II	II	až IIIa	II	II			

Vysvětlivky :

1332,00 překročení limitu C MP

102,00 překročení limitu B MP

21,40 významné překročení místního pozadí

koncentrace ve výluhu z příslušného vzorku - mg/l

Poznámka : MP je použit pouze pomocné srovnání s využitím MP

Tabul

Vzorek jednotka		fluoranten ug/l	chrysen ug/l	b(b)fluora. ug/l	b(k)fluora. ug/l	naftalen ug/l
B MP		25	0,1	0,25	0,1	25
C MP	datum analyzy	50	0,2	0,5	0,2	50
K-1	20.7.1994	16,876	2,324	0,612	0,348	267,240
K-1	3.8.1994					
K-2	20.7.1994	2,119	0,093	0,026	0,020	26,698
K-2	3.8.1994					
K-3	20.7.1994	0,012	<0,010	<0,010	<0,010	0,146
K-3	3.8.1994					
K-1	5.6.1997					
K-2	5.6.1997					
vyluhovatelnost :						

Tabulka č.16 - Překročení limitu B a C MP v podzemních vodách, vybrané výsledky analýz povrchových vod

Parametr	jednotka	B	C	H-1		H-2	H-3	H-3/1	
charakter odběrného místa				20.7.94	3.8.94	26.5.97	H-3	20.7.94	3.8.94
				Štěrková zvodeň, 400 m od zdroje	26.5.97	navážková	nejisté	navážková zvodeň	
vodivost	uS/cm			2578,00	2578,00	1886,00	3280,00	3804,00	3803,60
CHSK(Mn)	mg/l			1078,00				392,00	
pH	-			6,99	6,99	8,06	8,69	7,84	7,42
RL105 C	mg/l			2018,00	2018,00			2552,00	
NH4	mg/l	1,2	2,4	18,96	18,96	26,18	142,49	72,95	72,95
NO3	mg/l			<0,10	0,10			4,22	223,50
NO2	mg/l	0,2	0,4	0,05	0,05			0,05	0,05
Cl	mg/l	100	150	213,20	213,20			280,70	280,70
SO4	mg/l			1012,00	1012,00			1217,70	1217,70
FN	mg/l	0,75	1	0,06		<0,01	0,03	0,04	0,22
TENA	mg/l			0,21			1,08	0,38	
NEL	mg/l	0,5	1	0,186			0,964	0,49	
PAU	ug/l								
antracen	ug/l	5	10	0,024			<0,010	<0,010	<0,010
benzo(a)antracen	ug/l	0,5	1	<0,01			0,027	<0,010	<0,010
benzo(a)pyren	ug/l	0,1	0,2	0,01			<0,010	<0,010	<0,010
fenantren	ug/l	5	10	0,06			0,336	0,243	0,012
fluoranten	ug/l	25	50	0,045			<0,010	0,027	<0,010
chrysen	ug/l	0,1	0,2	<0,01			0,024	<0,010	<0,010
benzo(k)fluora.	ug/l	0,1	0,2	0,013			<0,010	<0,010	<0,010
ben(ghi)peryl.	ug/l	0,1	0,2	<0,01			<0,010	<0,010	<0,010
naftalen	ug/l	25	50	0,101			0,231	0,423	<0,050
pyren	ug/l	25	50	<0,010			0,125	0,128	<0,010
PCB	ug/l								
D 103	ug/l	0,25	1	0,635				<0,010	
D 106	ug/l	0,25	1	<0,01				<0,010	

Vysvětlivky :

1332,00	překročení	překročení limitu C MP	705,10	zvýšené hodnoty v povrchové vodě
102,00	překročení	překročení limitu B MP	705,10	silně zvýšené hodnoty v povrchové vodě
21,40	významné	významné překročení místního pozadí		
113,2 / 119,0	kontrolní měření			

Parametr	jednotka	B		C	H-5			H-7			H - 8
charakter odběrného místa					20.7.94	3.8.94	26.5.97	20.7.94	3.8.94	26.5.97	štěrk.zvodeň,těsně u ČOV
štěrk.zvodeň,odtok.strana směren k SZ, cca 150 m od ČOV											
vodivost	uS/cm				3000,00	3000,00	1872,00	1546,00	1545,50	744,00	2970,00
CHSK(Mn)	mg/l							980,00			
pH	-				7,15	7,15		6,65	6,65	5,68	
RL105 C	mg/l				2787,00	2787,00		1294,00	1294,00		
NH4	mg/l	1,2	2,4		2,66	2,66	9,400	8,51	8,51	<0,10	29,37
NO3	mg/l				2,51	2,51		0,78	0,78		
NO2	mg/l	0,2	0,4		0,18	0,18		0,05	0,05		
Cl	mg/l	100	150		266,50	266,50		30,20	30,20		
SO4	mg/l				1449,00	1449,00		726,50	726,50		
FN	mg/l	0,75	1		0,01		0,01	0,01		<0,01	<0,01
TENA	mg/l				0,42			0,19			
NEL	mg/l	0,5	1		0,027			0,07			<0,030
PAU	ug/l										
antracen	ug/l	5	10		0,093		0,065	<0,010			
benzo(a)antracen	ug/l	0,5	1		<0,010		<0,010	0,013			
benzo(a)pyren	ug/l	0,1	0,2		<0,010		<0,010	<0,010			
fenantren	ug/l	5	10		0,474		0,119	0,061			
fluoranten	ug/l	25	50		0,139		0,044	0,022			
chrysen	ug/l	0,1	0,2		<0,010		<0,010	<0,010			
benzo(k)fluora.	ug/l	0,1	0,2		<0,010		<0,010	<0,010			
ben(ghi)peryl.	ug/l	0,1	0,2		<0,010		<0,010	<0,010			
naftalen	ug/l	25	50		0,761		0,164	<0,050			
pyren	ug/l	25	50		0,012		<0,010	0,016			
PCB	ug/l										
D 103	ug/l	0,25	1		<0,010			<0,010			
D 106	ug/l	0,25	1		<0,010			<0,010			

Parametr	jednotka	B	C	PH-1		PH-2		PH-2A	PH-3	PH-3
				20.7.94	3.8.94	20.7.94	3.8.94	26.5.97	20.7.94	PH-3
charakter odběrného místa										
				navážková zveď		šterková zveď, těsně u ČOV			navážková zveď	
vodivost	uS/cm			6168,00	6167,90	3427,00	3427,20	2980,00	6554,00	6553,90
CHSK(Mn)	mg/l								431,20	
pH	-			7,36	7,36	5,91	5,91	6,49	7,61	7,61
RL105 C	mg/l			5385,00	5385,00	2904,00	2904,00		4478,00	4478,00
NH4	mg/l	1,2	2,4	16,60	16,60	3,99	3,99	8,13	175,10	175,10
NO3	mg/l			86,89	86,89	<0,10	0,10		162,00	162,00
NO2	mg/l	0,2	0,4	0,36	0,36	0,04	0,04		2,18	2,18
Cl	mg/l	100	150	177,60	177,60	220,30	220,30		302,00	302,00
SO4	mg/l			2962,00	2962,00	1439,50	1439,50		2133,00	2133,00
FN	mg/l	0,75	1	0,04				0,02	0,03	
TENA	mg/l			0,17				0,29	0,44	
NEL	mg/l		1	0,025				<0,03	0,14	
PAU	ug/l	0,5								
antracen	ug/l	5	10	<0,010				<0,010	<0,010	
benzo(a)antracen	ug/l	0,5	1	<0,010				<0,010	<0,010	
benzo(a)pyren	ug/l	0,1	0,2	<0,010				<0,010	<0,010	
fenantren	ug/l	5	10	<0,010				0,022	<0,010	
fluoranten	ug/l	25	50	<0,010				<0,010	<0,010	
chrysen	ug/l	0,1	0,2	<0,010				<0,010	<0,010	
benzo(k)fluora.	ug/l	0,1	0,2	<0,010				<0,010	<0,010	
ben(ghi)peryl.	ug/l	0,1	0,2	<0,010				<0,010	<0,010	
naftalen	ug/l	25	50	0,054				0,340	<0,050	
pyren	ug/l	25	50	<0,010				<0,010	<0,010	
PCB	ug/l									
D 103	ug/l	0,25	1	<0,010					<0,010	
D 106	ug/l	0,25	1	<0,010					<0,010	

Parametr	jednotka	B	C	PH-5	VR-1	PV-K2	HV-2	POLE(HV-5)	
charakter odběrného místa				26.5.97	26.5.97	26.5.97	26.5.97	20.7.94	3.8.94
vodivost	uS/cm			navážk. zvodeň	šterk. zvodeň, 900m od ČOV	šterk. zdroj	navážk. chem. odpad	šterk. zvodeň cca 300 m od ČOV, okraj vlivu	
CHSK(Mn)	mg/l			4360,00	4310,00	1896,00	5920,00	4962,00	4961,60
pH	-			7,95		6,430	7,600	7,56	7,56
RL105 C	mg/l							4312,00	4312,00
NH4	mg/l	1,2	2,4	152,90	5,17	10,91	247,600	77,38	77,38
NO3	mg/l							0,00	
NO2	mg/l	0,2	0,4					1,27	1,27
Cl	mg/l	100	160					763,90	763,90
SO4	mg/l							1852,00	1852,00
FN	mg/l	0,75	1	0,02	<0,01	<0,01	0,02	0,06	
TENA	mg/l					0,12	0,47	0,31	0,17
NEL	mg/l	0,5	1			0,152	0,003	1,260	
PAU	ug/l								
antracen	ug/l	5	10	<0,010		<0,010	<0,010	0,057	
benzo(a)antracen	ug/l	0,5	1	0,011		<0,010	<0,010	0,027	
benzo(a)pyren	ug/l	0,1	0,2	<0,010		<0,010	<0,010	0,077	
fenantren	ug/l	5	10	0,073		<0,010	<0,010	0,097	
fluoranten	ug/l	25	50	0,043		<0,010	<0,010	0,050	
chrysen	ug/l	0,1	0,2	0,010		<0,010	<0,010	0,031	
benzo(k)fluora.	ug/l	0,1	0,2	<0,010		<0,010	<0,010	0,058	
ben(ghi)peryl.	ug/l	0,1	0,2	<0,010		<0,010	<0,010	0,092	
naftalen	ug/l	25	50	<0,050		<0,010	<0,010	<0,050	
pyren	ug/l	25	50	0,035		<0,010	<0,010	0,092	
PCB	ug/l								
D 103	ug/l	0,25	1					0,448	
D 106	ug/l	0,25	1					1,035	

Parametr	jednotka	B		C		POLE(HV-5)	HV-3	V-1	V-2	V-3	V-4	pumpa
						26.5.97	26.5.97	26.5.97	26.5.97	26.5.97	26.5.97	26.5.97
charakter odběrného místa												
vodivost	uS/cm					4590,00	2510,00	2210,00	1115,00	598,00	1332,00	1059,00
CHSK(Mn)	mg/l											
pH	-						6,93		6,55			5,83
RL105 C	mg/l											
NH4	mg/l	1,2	2,4			8,13	9,75	18,63	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10
NO3	mg/l											
NO2	mg/l	0,2	0,4									
Cl	mg/l	100	150									
SO4	mg/l											
FN	mg/l	0,75	1			<0,01	0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01
TENA	mg/l					<0,030	0,36		<0,05			
NEL	mg/l	0,5	1				<0,030		<0,030			
PAU	ug/l											
antracen	ug/l	5	10			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
benzo(a)antracen	ug/l	0,5	1			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
benzo(a)pyren	ug/l	0,1	0,2			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
fenantren	ug/l	5	10			0,011	<0,010		0,026			0,010
fluoranten	ug/l	25	50			<0,010	<0,010		0,014			0,014
chrysen	ug/l	0,1	0,2			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
benzo(k)fluora.	ug/l	0,1	0,2			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
ben(ghi)peryl.	ug/l	0,1	0,2			<0,010	<0,010		<0,010			<0,010
naftalen	ug/l	25	50			0,477	0,052		<0,050			0,060
pyren	ug/l	25	50			<0,010	<0,010		0,013			<0,010
PCB	ug/l											
D 103	ug/l	0,25	1									
D 106	ug/l	0,25	1									

Parametr	jednotka	NV 171/92	Odtok (Bezejmenný potok)		R-1	R-1	R-1	R-1	R-2	R-2	R-2
		ostatní loky	20.7.94	3.8.94	26.5.97	20.7.94	20.7.94	20.7.94	20.7.94	3.8.94	26.5.97
charakter odběrného místa			povrch. voda - odtok z oblasti		povrch. voda - rybník bez přímého vlivu ČOV		povrch. voda - s přímým vlivem ČOV		dtto		
vodivost	uS/cm		2250,00	2250,00	1310,00	1541,00	1540,70	5782,00	5781,90	4170,00	
CHSK(Mn)	mg/l	20	44,00					80,00			
pH	-	5 - 9		5,39		7,98	7,98	7,96	7,96	8,18	
RL105 C	mg/l	1000	1427,00	1427,00		993,00	893,00	4370,00	4370,00		
NH4	mg/l	2,5	45,72	45,72	7,26	24,22	24,22	99,23	99,23	113,2 / 119,0	
NO3	mg/l	11	9,19	9,19		0,89	0,89	22,01	22,01		
NO2	mg/l	0,05	3,35	3,35		0,60	0,60	10,16	10,16		
Cl	mg/l	350	138,60	138,60		95,90	95,90	373,10	373,10		
SO4	mg/l	300	705,10	705,10		375,20	375,20	2379,00	2379,00		
FN	mg/l	0,1	0,03		0,02	0,09		0,02		0,01	
TENA	mg/l	1	0,38	0,22		0,31	0,21	0,28	0,32		
NEL	mg/l	0,2	0,01			<0,010		0,740			
PAU	ug/l										
antracen	ug/l		<0,010			<0,010		0,054			
benzo(a)antracen	ug/l		<0,010			<0,010		<0,010			
benzo(a)pyren	ug/l	0,05	<0,010			<0,010		0,014			
fenantren	ug/l		0,016			0,030		0,218			
fluoranten	ug/l		0,013			<0,010		0,114			
chrysen	ug/l		<0,010			<0,010		0,012			
benzo(k)fluora.	ug/l		<0,010			<0,010		0,011			
ben(ghi)peryl.	ug/l		<0,010			<0,010		<0,010			
naftalen	ug/l		<0,050			<0,050		0,127			
pyren	ug/l		0,021			<0,010		0,016			
PCB	ug/l	0,025									
D 103	ug/l		<0,010			<0,010		<0,010			
D 106	ug/l		<0,010			<0,010		<0,010			

Parametr	jednotka	NV 171/92	OB - 5	"vývěr"	šterkovna		ODRA-2	ODRA-1	vrt HE-3
charakter odběrného místa		ostatní loky	26.5.97	26.5.97	2.5.95	26.5.97	vzhledem ke vstoku B. pot.		26.2.97
vodivost	uS/cm		4310,00	5000,00	1256,00	1304,00	nad	pod	šterk. z vodeň-přítok. strana
CHSK(Mn)	mg/l	20			7,40				967,00
pH	-	6 - 9	8,07		8,18	8,48			4,00
RL105 C	mg/l	1000			1010,00				7,12
NH4	mg/l	2,6	154,40	197,30	0,06	<0,10	<0,01	<0,01	710,00
NO3	mg/l	11			0,42				0,29
NO2	mg/l	0,05			0,01				2,70
Cl	mg/l	360			291,70				0,02
SO4	mg/l	300			239,00				87,30
FN	mg/l	0,1	0,02	0,03		<0,01			264,50
TENA	mg/l	1	0,65			0,05			0,02
NEL	mg/l	0,2							<0,03
PAU	ug/l								
antracen	ug/l					<0,010			<0,01
benzo(a)antracen	ug/l					<0,010			<0,01
benzo(a)pyren	ug/l	0,05				<0,010			<0,01
fenantren	ug/l					0,010			<0,01
fluoranten	ug/l					<0,010			<0,01
chrysen	ug/l					<0,010			<0,01
benzo(k)fluora.	ug/l					<0,010			<0,01
ben(ghi)peryl.	ug/l					<0,010			<0,01
naftalen	ug/l					0,135			<0,05
pyren	ug/l					<0,010			<0,01
PCB	ug/l	0,025							
D 103	ug/l								
D 106	ug/l								

Tabulka č. 17 - Překročení limitu B MP ve vzorcích zemin v podloží nádrže K-2 (mg/kg)

Vzorek	metráž	NH ₄ výluh *	NH ₄ pevný	NEL(pův)
A		0,12 *		100,00
B		1,2 *		400,00
C-prům,		2,4 *		1000,00
PV-K2	6,3-6,5 m	0,10	0,74	13,00
PV-K2	7,1-7,2 m			703,00
PV-K2	7,26-7,56 m	0,20	1,59	24,00
PV-K2	7,6-7,8 m	0,08	0,66	7,40
K2-S1	2,0-2,1 m	0,49	3,67	157,00
K2-S1	2,5-2,6 m	0,48	3,68	184,00
K2-S1	3,5-3,6 m			11,00
K2-S2	4,5-4,6 m	1,83	13,79	44,00
K2-S2	5,2-5,3 m	1,59	11,80	8,00
K2-S2	6,2-6,3 m	1,43	11,10	7,40
K2-S3	3,7-3,8 m	0,18	1,47	27,00
K2-S4	1,9-2,1 m	2,31	16,99	134,00
K2-S4	2,7-2,8 m	0,33	2,56	7,40
K2-S4	4,5-4,6 m	0,21	1,60	7,40
K2-S5	3,0-3,1 m	2,37	19,43	35,00
K2-S5	5,0-5,1 m	8,94	74,50	12,00
K2-S5	5,8-5,9 m	0,43	3,64	7,40
vyluhovatelnost :	la až III			

Vysvětlivky :

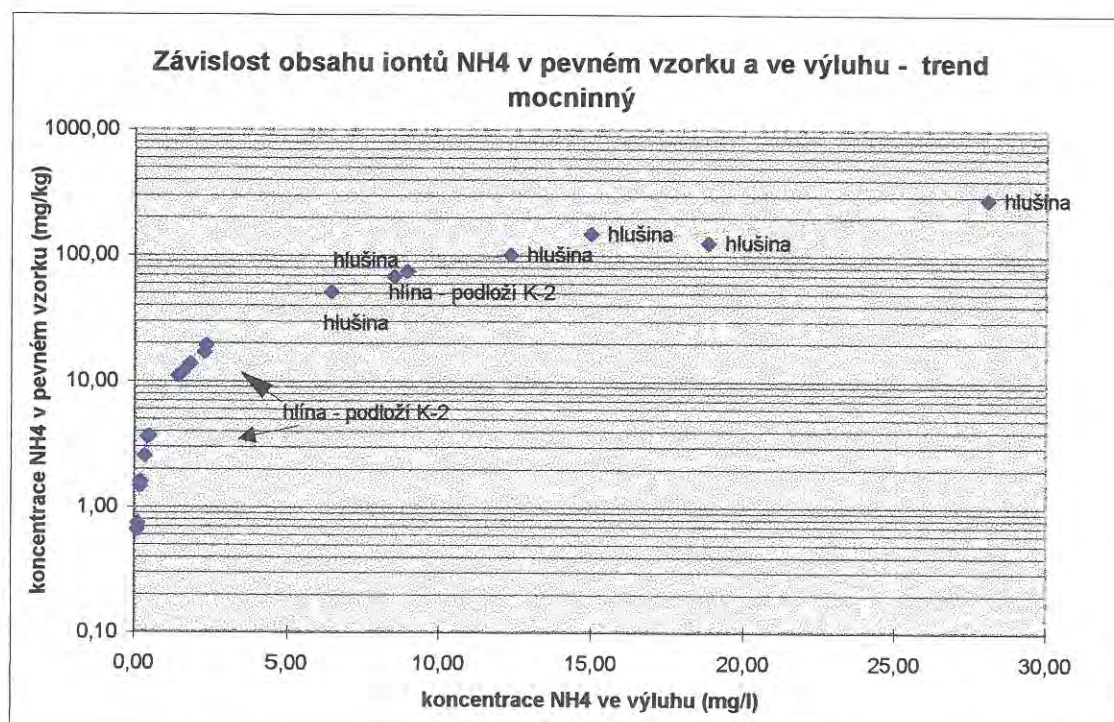
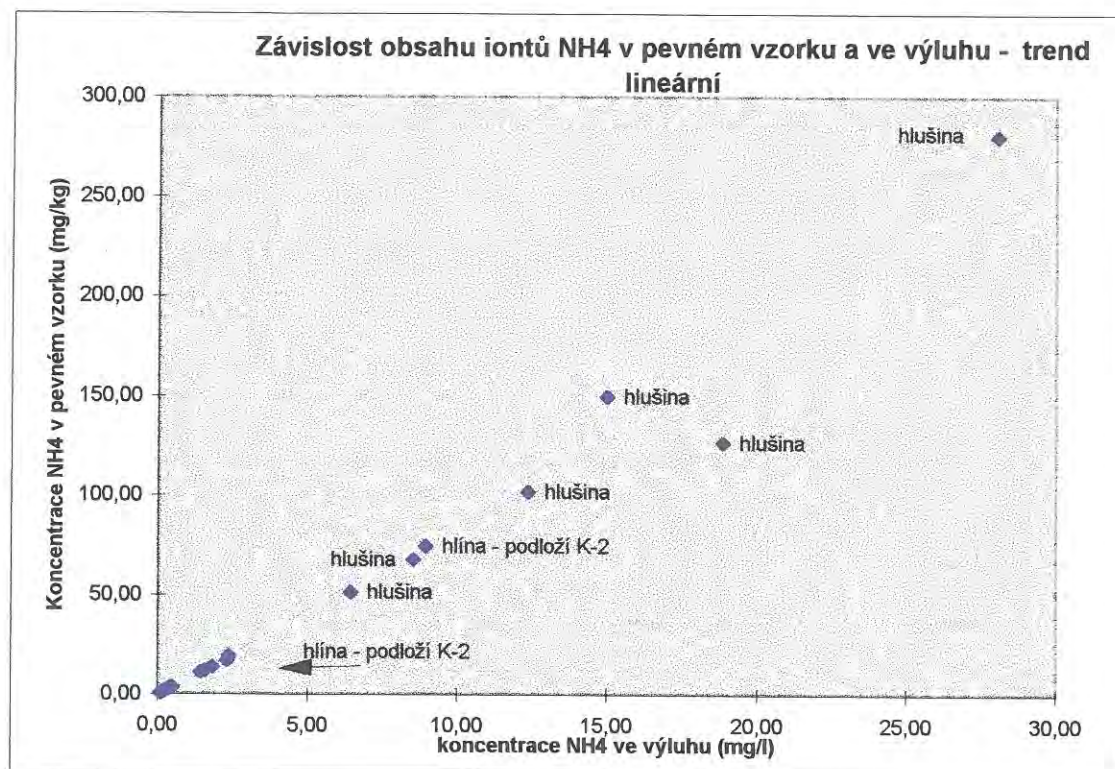
1332,00 překročení limitu C MP

102,00 překročení limitu B MP

21,40 významné překročení místního pozadí

* koncentrace ve výluhu z příslušného vzorku - mg/l
pomocné srovnání s využitím MP

Obrázek č. 5 : Závislost obsahu iontů NH_4 v pevném vzorku a ve výluhu



Pro zjištění pozadových hodnot zejména iontů NH_4 pro podzemní vodu jsme použili vrtů HE-1, 2 a 3, situovaných mimo areál ČOV, jižně od něj, na přítokové straně, v prostoru Dolu Odry, závodu Heřmanice.

Pozadové hodnoty pro zeminový profil jsme zajišťovali analýzou vzorků, odebraných z vrtu HE-3.

S ohledem na to, že srovnávací vrtý jsou situovány v průmyslovém areálu, provedli jsme výběr srovnávacích hodnot pro vyloučení vlivu důlního provozu.

Dosažené hodnoty koncentrací NH_4 je v těchto vrtech v úrovni prvních desetín mg/l , chloridy dosahují hodnot prvních desítek mg/l . I vybrané obsahy dalších látek jsou ve srovnání s limity MP nízké, často pod nebo mírně nad mezí detekce.

Charakteristika zdroje kontaminace

(tabulky č.13, 14, 15)

Výchozí informace dává charakteristika vod, vypouštěných do ČOV. K dispozici byl pouze speciální, specificky zaměřený rozbor z odběrného místa s kódem 21 5231 (z r.1989), ze kterého jsou patrné (tab.č.13) extrémní obsahy NH_4 iontů (až 1427 mg/l), dále fenolů (až 162 mg/l), kyanidů (až 23 mg/l , vysoké pH (až 11), vysoké hodnoty spotřeby kyslíku.

Ve stěně kalové nádrže K-2 bylo odebráno 6 vzorků kalů - 3 vzorky z horní etáže, 3 z nižší partie stěny - viz snímek č.1 a 4 v dokumentaci č.11. Vzorky byly analyzovány jak v pevném stavu, tak jejich výluhy. Z tabulek č.14A a 14B plyne následující :

V pevných vzorcích (tab.č.14A) jsou při srovnání s MP (MP je v tomto případě používán jako pomocné srovnávací kritérium, protože kaly z ČOV jsou kvalifikovány jako odpad a ne jako zemina) vysoké ($C_{\text{prům}}$ MP) koncentrace NEL, benzenu (limit C MP překročen až 20x) a naftalenu, což dáváme m.j. do souvislosti s vyvážením odpadu CHEMOPETROLU do ČOV. Koncentrace NH_4 jsou rovněž vysoké, ale MP obsah amonných iontů nespecifikuje. U fenolů došlo u 3 vzorků k překročení limitu B (MP), v případě celkových kyanidů 2x překročen limit C (MP), 1x B (MP).

Při pohledu na tabulku 14B je vidět, že ve výluzích ze stejných vzorků jsou koncentrace polutantů diametrálně odlišné. Pouze ionty NH_4 se vyluhovaly ve vysoké míře a při pomocném srovnání s MP konstatujeme u 4 vzorků až 14-násobné překročení C (MP). Ostatní polutanty, prokázané v pevném vzorku, do výluhu nepřestoupily a zůstaly vázány na matici kalů.

Vzhledem k nepřístupnosti nádrže K-1 nebylo zde možno odebrat vzorky kalů. Podle informací kompetentního pracovníka koksovny Svoboda byla právě nádrž K-1, z hlediska vyvážení odpadů charakteru ropných produktů (Chemopetrol, Ostramo, ...), exponovanější než K-2. To dokládají i výsledky analýz výluhových a náplavových vod z K-1 až K-3 z roku 1994 (dokumentace č.1 a tabulka č.15), kdy obsah PAU z K-1 8x překračuje obsah PAU z K-2.

Ve dně nádrže K-2 jsme odebrali vzorek přirozeného výluhu (viz snímek č.1), rovněž z K-1 byla odebrána voda, naplavená na kalech. Z tabulky č.15, kde jsou obsaženy i výsledky starších analýz (včetně 1 analýzy průsakové vody do nádrže K-3), je opět patrný vysoký obsah NH_4 . Ve srovnání s limity MP (v tomto případě MP používán pouze jako pomocný pro

roztřídění výsledků) vidíme dále zvýšené obsahy chloridů, v analýzách staršího data i fenoly (aktuálními výsledky nepotvrzeno), tenzidy, NEL, některými zástupci PAU (naftalen, chrysen, fenantren).

Výše uvedené směřuje k dílčímu závěru, že polutanty, ukládané do nádrží, jsou s výjimkou mobilního NH_4 dostatečně vázány na jemnozrnnou matici kalů, které zde působí jako sorbent, a nevyluhují se v neúnosné míře, která by způsobila nepřijatelnou migraci polutantů do okolí. Tento závěr je podpořen výsledkem analýzy hlušinového materiálu vzorku 2A (viz tabulka 17 B), odebraného z nádrže K-1, na břehu, v místě cca 1 m od hladiny, přičemž při odběru do odběrové kopané sondy okamžitě proudila voda - materiál byl tedy jednoznačně nasycen výluhovou a náplavovou vodou z K-1 (a rovněž z K-2, protože při těžbě kalů z K-2 je výluhová voda přečerpávána do K-1). Z tabulky č.17 B vidíme, že obsah NH_4 v sušině dosahuje cca 100 mg/kg, přičemž do výluhu přechází NH_4 v koncentraci cca 15-20 mg/l (viz obrázek č.5). Koncentrace látek skupiny PAU není ve srovnání s C (MP) nijak vysoká; k překročení dochází hlavně u naftalenu, fenantrenu a benzo(a)pyrenu. Vzhledem k tomu, že se jedná o jeden vzorek, nelze jej generalizovat. Je však nezbytné počítat s výskytem těchto látek i na dalších místech, a to i ve vyšších koncentracích. Zároveň je třeba si uvědomit, že nádrž K-1 je podstatně „čistější“ než K-2; napouštění zde bylo ukončeno teprve před půl rokem. Třebaže analýza byla provedena na vzorku hlušiny, je tento materiál velmi intenzivně ovlivněn kaly a jejich výluhy, přičemž po odtěžení kalů a odčerpání výluhových vod tento vliv bude eliminován - v současnosti analogicky K-2, a nelze tedy z těchto výsledků činit definitivní závěry stran kontaminace materiálu hrází a lože nádrží a jejich sanace - viz dále. **Seriozní vzorkování, analýza a interpretace výsledků analýz materiálu hrází a lože nádrží je možno provést až po odtěžení kalů a odčerpání výluhů.** Rovněž lokalizace potenciálních ohnisek výskytu PAU ve vyšších koncentracích bude možno provést po zpřístupnění smáčené části hrází (vzorkování z korun hrází by bylo, s ohledem na velkou mocnost, finančně a technicky neúměrně nákladné).

Kontaminace hlušinového materiálu hrází a lože nádrží

(tabulka č.17 B)

Jak bylo řečeno v předchozím, materiál hrází a lože nádrží nebylo možno z technických důvodů (neukončená těžba kalů) vzorkovat z potřebných míst v dostatečné míře (pro zajištění reprezentativních výsledků; odběry z povrchu nebo mělké podpovrchové odběry necharakterizují míru její možné kontaminace).

Na charakter a intenzitu znečištění tohoto materiálu, smáčeného kalovými výluhy, lze usuzovat z výsledků analýz vod, odebraných z navážkové zvodně, zejména z vrtu H-3/1, který proniká pouze mocnost 12,5 m navážek na vnější etáži SSZ hráze ČOV (navážka zvodněna u báze, v mocnosti 2,5 m. Z analýz je patrný vysoký obsah iontů NH_4 v řádu posledních desítek až prvních stovek mg/l, a dále zvýšený obsah chloridů. Zvýšené koncentrace látek skupiny PAU nebyly nikde doloženy, a to jak v rámci vzorkování v r.1994, tak v r.1997.

Dalším podkladem, sloužícím k odhadu charakteru a intenzity znečištění hlušinového materiálu hrází a lože nádrží, je analýza výluhové vody z nádrží K-1 a K-2, jejíž výsledky jsou komentovány v předchozí kapitole. I zde je patrný vysoký obsah NH_4 a chloridů. V analýzách staršího data jsou zvýšené i fenoly (aktuálními výsledky nepotvrzeno), tenzidy, NEL, některými zástupci PAU (chrysen, naftalen, fenantren).

S ohledem na tato zjištění jsme odebrali dva vzorky hlušinového materiálu hrází, označených jako č.1 a č.2 : vzorek č.1 odebrán v patě hráze na vnějším - SSZ okraji K-1, mezi vrtem PH-2A a OB-3 (viz příl.č.8.3), vzorek č.2 v nádrži K-1, u vodočtu OB-2 (příl.č.8.3) na břehu, v místě cca 1 m od hladiny, přičemž při odběru do odběrové kopané sondy okamžitě proudila voda - materiál byl tedy jednoznačně nasycen výluhovou a náplavovou vodou z K-1 (a rovněž z K-2, protože při těžbě kalů z K-2 je výluhová voda přečerpávána do K-1). Oba vzorky byly pro analýzu připraveny takto :

- vzorek označený „A“ (1A, 2A) : výluh původního vzorku hlušiny, připravený podle NV 513/92 Sb.
- vzorek označený „B“ (1B, 2B) : oplachová voda - vzorek opláchnutý destilovanou vodou po dobu 5 min
- vzorek označený „C“ (1C, 2C) : výluh opláchnutého vzorku hlušiny, připravený podle NV 513/92 Sb.

Tento postup přípravy vzorků si kladl za cíl určit, do jaké míry je potenciální kontaminace vázána na matrici materiálu a zda je ji možno uvolnit (odstranit z hlušiny) prostým oplachem. Výsledky analýz jsou seříděny v tabulce č. 17 B. Plyne z ní následující :

- Obsah iontů NH_4 v původním - pevném vzorku dosahuje hodnot v rozmezí cca 50 - 300 mg/kg, přičemž vyluhovatelnost NH_4 je v řádu posledních jednotek až prvních desítek (do 30) mg/l. Závislost koncentrace amonných iontů v pevném vzorku a v jeho výluhu je podobná, jako v případě vzorků zemin rostlého zeminového profilu z podloží nádrže K-2 - viz obrázek č.5, závislost však je zřetelně méně těsná, což je vysvětlitelné menší homogenitou hlušinového materiálu ve srovnání s hlinitým.
- Koncentrace amonných iontů ve 24-h výluhu z původního vzorku je v relaci s jejich koncentrací v krátkém oplachu. Podle obsahu NH_4 ve výluhu z obou vzorků je materiál řazen do **třídy vyluhovatelnosti III**.
- Obsah NH_4 ve 24-h výluhu z opláchnutého materiálu je již řádově menší. Z toho lze vyvodit závěr, že polutanty nejsou na matrici vázány příliš pevně a jednou z možností dekontaminace materiálu hrází a lože nádrží je jejich proplachování (s podchyťáváním oplachových vod a jejich likvidací) bez nutnosti přemísťování materiálu (tedy metoda IN SITU), což je vzhledem ke značným kubaturám patrně jediné reálné řešení.
- Sumární obsah PAU v původním vzorku č.2 (vzorek č.1 na obsah PAU neanalyzován) dosahuje hodnoty cca 2000 mg/kg, přičemž ve srovnání s limitem $C_{\text{prům}}$ (MP) je nejvýznamnější naftalen s 7,7-násobným překročením, benzo(a)pyren s 6-násobným překročením a fenantren s 3-násobným překročením. Pyren, benzoantracen a benzo(b)fluoranten vykazují mírné překročení C (MP), ostatní zjišťování zástupci jsou podlimitní.
- Vzhledem k obsahu PAU ve výluhu vzorku 2A, je materiál řazen do **třídy vyluhovatelnosti IV**. Při pomocném rozřídění podle C((MP)) je významný obsah chrysenu, méně benzo(a)pyrenu.

Z výše uvedeného je patrné, že ukládání materiálů hrází a lože nádrže na příslušnou skládku (především vzhledem k obsahu PAU ve výluhu) by, bez ohledu na technické problémy spojené s jejich odtěžením, bylo velmi nákladné. Docházíme zde však zároveň k určitému rozporu, kdy obsah většiny zástupců PAU je vzhledem k C(MP), event. i B (MP) pro podzemní vodu podlimitní, kdežto ve smyslu NV 513/92 Sb. řadí materiál do třídy vyluhovatelnosti IV.

Důležitým poznatkem (zejména pro výběr technologie potenciální sanace) je skutečnost, že převážná většina amonných iontů (a předpokládáme, že i dalších polutantů - zejména PAU), je odstranitelná z hlusiny prostým opláchnutím a není tedy pevně sorbována na tomto materiálu.

Způsob nakládání s materiálem hrází a lože nádrží (a tedy výběr sanační technologie) se rovněž bude odvíjet od stavebního projektu budoucí skládky odpadů, která má být v zájmovém prostoru vybudována (otázka využití současných hrází beze změny nebo jejich částečná či úplná likvidace).

Uvedené poznatky směřují tedy k dílčímu závěru, že výběr způsobu sanace materiálu hrází a lože nádrží a její rozsah je nutno pečlivě zvážit a podepřít dostatečným množstvím reprezentativních podkladů, aby byla zajištěna efektivita potenciálního nápravného procesu.

Sediment v nádrži K-3

(tabulka č.15, 17B)

Nádrž K-3 sloužila jako záložní a nebyla pro ukládání kontaminovaných kalů nikdy použita. Srovnáním nivelet stávajícího dna K-3 (207 m n.m.) a rozhraní mezi rostlým terénem a navážkou hlusiny ve vrtech PV-K2 (200,5 m n.m.) a H-3 (201 m.n.m.) docházíme k závěru, že v nádrži K-3 se nachází 4 (pokud je na dně 2-m vrstva hlusiny jako v K-2) až 6-ti metrová vrstva sedimentu, tvořeného splachy z okolních svahů hrází. Nelze vyloučit kontaminaci těchto sedimentů průsaky z nádrží K-1 a K-2, ale i možným občasným divokým vypouštěním kapalných odpadů zejména ropného původu. Většinu roku je velká část dna K-3 pokryta vodou.

Orientační představu o chemickém složení tohoto materiálu dává vzorek vody, odebraný v roce 1994 z K-3 (viz tabulka č.15). Z analýzy je patrný podstatně nižší obsah látek, než ve vzorcích vod z K-1 a K-2. Shoduje se pouze obsah chloridů (přes 300 mg/l), amonné ionty vykazují koncentrace o půl řádu nižší (90 mg/l). Ze zástupců PAU žádný nepřekračuje pomocné srovnávací kritérium C (MP).

V současnosti je dno nádrže pro systematictější sondáž a vzorkování těžko přístupné a málo únosné (většina dna je zavodněna). V jednom z mála přístupných míst byl odebrán směsný vzorek, výsledky jehož analýzy jsou obsaženy v tabulce č.17B. Obsahy PAU ve výluhu jsou ve shodě s výsledky analýz výluhových a náplavových vod, odebraných ze zatopené části K-3 v roce 1994 - viz tabulka č.15 a vyhovují třídě vyluhovatelnosti I. Koncentrace NH_4 ve výluhu je řádově nižší a řadí materiál vzorku do **třídy vyluhovatelnosti II**. Pro určení způsobu naložení s tímto materiálem je nezbytné provést analýzu vzorků z dalších cca 10 míst, na vybraných místech (cca 4-5) zonálně (proveditelné po zpřístupnění plochy - po vysušení).

Tabulka č.17 B - Výsledky analýzy materiálu hrází a sedimentu nádrže K-3(výluh - NH₄ : mg/l, BTEX a PAU : ug/l, sušina - mg/kg)

Parametr	vzorek C(prům) MP zemina/pod.v	vzorek 1A	vzorek 1B	vzorek 1C	vzorek 2A	vzorek 2B	vzorek 2C	vzorek K-3
 		pata hráze na vnějším - SSZ okraji K-1, mezi vrtem PH-2A a OB-3 (příl.č.8.3)			nádrž K-1, u vodočtu OB-2 (příl.č.8.3)			splachový sediment z nádrže
	komentář	24-hod. vyluhování původního materiálu	krátce opláchnutý materiál	24-hod. vyluhování opláchnu- tého materiálu	24-hod. vyluhování původního materiálu	krátce opláchnu- tý materiál	24-hod. vyluhová- ní opláchnu- tého materiálu	24-hod. vyluhování původ. materiálu
NH ₄	- 2,4	126,6 18,85	280,5 28,05	51,32 6,44	101,9 12,35	149,8 14,98	67,7 8,53	2,14 1,74
benzen	5 / 0,03				0,192 / -			
toluen	150 / 0,7				0,034 / -			
ethylben.	75 / 0,3				<0,01 / -			
xyleny	25 / 0,5				<0,01 / -			
naftalen	100 / 50				770,0 / 0,446			- / <0,05
acenaften	-				184,6 / 6,116			- / 0,185
fluoren	-				160,7 / 4,207			- / 0,142
fenantren	100 / 10				301,1 / 4,538			- / 0,182
antracen	100 / 10				6,132 / 1,477			- / <0,01
fluoranten	150 / 50				122,56 / 2,822			- / 0,011
pyren	100 / 50				134,4 / 2,064			- / <0,01
b(a)antrac	50 / 1				78,79 / 0,455			- / <0,01
chrysen	80 / 0,2				49,78 / 0,279			- / <0,01
b(b)fluoran	50 / 0,5				50,68 / 0,177			- / <0,01
b(k)fuorant	30 / 0,2				27,3 / 0,087			- / <0,01
b(a)pyren	10 / 0,2				58,7 / 0,194			- / <0,01
dib(ah)ant	-				3,756 / <0,01			- / <0,01
b(ghi)peryl	80 / 0,2				34,62 / 0,107			- / <0,01
vyluhovatel.	Podle 513	NH ₄ : III			NH ₄ :III,PAU:IV			NH ₄ :II,PAU:I

vysvětlivky :

sušina výluh	sušina / výluh
-----------------	----------------

Kontaminace nesaturované zóny v podloží nádrže K-2

(tabulka č.17, příloha č.11.1.)

Na zpřístupněných místech dna nádrže K-2 (v době zpracování úkolu cca 1/3 plochy dna - viz obrázek č.6) byl proveden vrtný průzkum. Byl realizován jeden pažený vrt PV-K2 s průnikem do fluviálního kolektoru, a dále bylo provedeno 5 mělkých nepažených sond. Všechna tato díla byla prováděna s maximální pozorností k tomu, aby nedošlo k zavlékání kontaminace vrtným nářadím a aby odebrané vzorky reprezentovaly skutečný stav materiálu.

Sondami a vrtem byly vzorkovány krycí hlíny, které svými filtračními parametry omezují průnik polutantů do kvarterního kolektoru. Vzorkováno bylo provedeno z několika úrovní. Závislost koncentrace vybraných polutantů na vertikální pozici vzorku v zeminovém profilu je znázorněna v příloze č.11.1. Je z ní zřejmý pokles koncentrace s hloubkou. Srovnáním výsledků analýz půdních vzorků s limity MP zjišťujeme, že pouze v jediném případě došlo k překročení limitu B (MP) pro NEL (vrt PV-K2 v intervalu 7,1-7,2 m). Vzorek odebraný těsně pod tímto místem, stejně jako další hlubší vzorek, již dokládají rychlé vyznění obsahu NEL na hodnotu blízkou mezi detekce.

Obsahy NH_4 , na které jsme se zejména zaměřili, dosahují hodnot od desetin mg/kg do první desítky (max.20) mg/kg. Vyšší hodnoty se týkají sondy K2-S2 (cca 11-14 mg/kg) ve všech vzorcích, K2-S4 v nejvyšším vzorku (17 mg/kg) a zejména K2-S5, v horním a středním vzorku (cca 20-75 mg/kg). Vzhledem k tomu, že MP obsah NH_4 v půdě nelimituje, dokládáme u stejných vzorků i obsahy iontů NH_4 ve výluzech (pro pomocné srovnání obsahu NH_4 v pevném vzorku lze použít obsah dusíku v zemědělské půdě pro pšenici při jarním měření - do 25 mg/kg - podle informace ÚKZUZ Opava). Obsah NH_4 ve výluhu (s pomocným využitím limitu MP) je významný pouze v případě, že v pevném vzorku je koncentrace NH_4 přes 10 mg/kg (překročení limitu B (MP)), zejména pak přes 15 mg/kg (překročení C (MP)) - aktuální tedy hlavně u sondy K2-S5, kde při obsahu NH_4 v pevném vzorku 75 mg/kg do výluhu přešlo 8 mg/l NH_4 . Lze vyslovit dílčí závěr, že pokud nejvyšší koncentrace NH_4 v zeminovém profilu je v řádu vyšších desítek mg/kg (do 80), pak vyluhováním tohoto materiálu se do vody uvolní NH_4 v koncentracích vyšších jednotek mg/l, což odpovídá současnému stavu velikosti koncentrací v podzemní vodě fluviálního kolektoru. Závislost obsahu amonných iontů v původním vzorku a v jeho výluhu je v obrázku č.5. Tato závislost je velmi dobře těsná a korelovatelná, což svědčí o homogenitě vzorků zemin z podloží nádrže (na rozdíl od vzorků hlušiny z hrází nádrže).

Zvýšené (vzhledem k B (MP)) koncentrace dalších sledovaných polutantů (BTX, PCB, fenolů, kyanidů volných i vázaných, tenzidů a PAU) nebyly v žádném ze sledovaných případů zaznamenány.

Kontaminace vody navážkové zvodně

(tabulka č.16)

Navážková zvodněň je zastižena vrty H-3/1 a PH-3 (SZ strana, v současné době je možno začlenit i vrt H-3, který sice v době jeho realizace pronikal do štěrků s odpažením navážky, nyní však podle rozdílu hladin v H-3 a H-3/1 a zejména podle chemismu nevylučujeme přímý vliv navážek), dále vrty PH-1, H-2 a PH-5 (SV strana), a HV-2 na přítokové jižní straně - silné ovlivnění skládkou chemického odpadu koksovy Svoboda. Navážková zvodněň je odvodňována průsaky přes hráze v podobě vývěřů (viz snímek č.6).

Vývěry byly vzorkovány a jsou označeny jako vzorky „Vývěr“ (SZ strana při vtoku do rybníka R-2) a OB-5 (příkop po SV straně odvalu).

Při hodnocení výsledků vidíme, že voda navážkové zvodně se v odběrných místech shoduje v obsahu iontů NH_4 - koncentrace jsou výrazně vyšší, než v ostatních odběrných místech (s výjimkou zdroje kontaminace - vodou kalových nádrží, kde obsah NH_4 je velmi podobný navážkové zvodni - viz výše) a dosahují hodnot cca 150 (PH-2) až 220 (H-3/1) mg/l. Mimo tento interval je vrt PH-1 (16,6 mg/kg - starší výsledek, v současnosti suchý), který je však vzhledem k nevhodné pozici a nepravidelnému zvodnění nespolehlivý, dále vrt H-3 (140 mg/l) - mísení vody navážkové a vody fluvialního kolektoru, odběr odběrákem) a vrt HV-2 (250 mg/l) - vliv skládky chem. odpadů.

Voda navážkové zvodně má dále vysokou hodnotu mineralizace a koncentrace chloridů, síranů (vliv sulfidů hlušiny odvalu). Významnější výskyt NEL, PAU a PCB nebyl u vzorkovaných míst prokázán, s výjimkou H-3, kde hodnota koncentrace NEL se blíží limitu C (MP) (prakticky ji dosahuje).

Kontaminace povrchové vody

(tabulka č.16)

Povrchová voda v lokalitě se obmezuje na dva rybníky - R-1 a R-2 - podél SZ okraje ČOV, přičemž R-2 je prostřednictvím výluhů ovlivňován výluhovou vodou z odkališť. To způsobuje koncentrace NH_4 na úrovni cca 100 mg/l, zatímco R-1 vykazuje hodnoty v jednotkách až prvních desítkách (cca 20) mg/l. Bezejmenný potok, který tyto povrchové akumulace odvodňuje do Odry, dosahuje před spojením s vodou z R-1 koncentrace NH_4 cca 50 - 100 mg/l, po smísení s R-1 (odběrné místo před propustkem pod železniční tratí Ostrava-Bohumín hodnoty cca 7 mg/l (vzorek BP-1 - viz tabulka č.16) Zanedbatelný vliv Bezejmenného potoka na Odru je v teoretické rovině odhadován v kap.2.2.3., prakticky pak ověřen odběrem vzorků ODRA-2 (OD-2) - nad soutokem potoka a Odry a ODRA-1 (OD-1) - pod soutokem - viz tabulka č.16.

Vzorkována byla z hlediska možné expozice příjemců i vrbecká štěrkovna. Zde nebyly amonné ionty detekovány (rovněž v rámci (16) nebyla ve štěrkovně doložena významnější přítomnost NH_4). Je nezbytné zmínit se rovněž o vypouštění kanalizační vody z Vrbice (nebo její části) přes přečerpávací stanici Dolu Odry (kde podle informací obsluhy čerpací stanice byl častý výskyt fekálií) a akumulární jímku (podle (15) 2,66 mg/l NH_4) do štěrkovny, a to do jednoho z míst často využívaných ke koupání.

Třebaže není využívání vrbecké štěrkovny k rekreačním účelům oficiální, provádí zde KHS Karviná půlroční sledování. Podle informací zodpovědné pracovnice nebyl v průběhu sledování zaznamenán nárůst iontů NH_4 .

Dalším faktorem, který ovlivňuje kvalitu vody ve štěrkovně, je vcezování vody Odry (předpokládána kontaminace ze zdrojů v Ostravě - lokalita leží na odtoku z Ostravy) do štěrkovny za vyšších vodních stavů.

Kontaminace podzemní vody fluvialního kolektoru

(tabulka č.16, přílohy č. 11.1.-11.3)

Grafické vyjádření distribuce iontů NH_4 je v příloze č.11.2. V mapě se projevuje maximum ve vrtu H-8 (29 mg/l), který podle průběhu čerpání vykazuje nejvyšší vydatnost a lze tedy předpokládat jeho umístění do predisponované zóny proudění podzemní vody. Vrt PV-K2, umístěný v centru nádrže K-2, vykazuje obsah NH_4 5,17 mg/l.

Lokálním maximem je studna V-1 (18,6 mg/l), kde čerpání proběhlo pomocí čerpadla majitele studny a zdroj NH_4 není možno jednoznačně dát do souvislosti s ČOV. Ostatní zdroje podzemní vody ve Vrbici vykazují NH_4 pod mezí detekce.

Podzemní voda fluvialního kolektoru vykazuje obecně v širším okolí zájmového prostoru značné zasolení (obsahy chloridů překračují limit C (MP)). Tato skutečnost je však vysvětlitelná (vedle možného, ale méně významného vlivu ČOV) existencí Heřmanického rybníka - dávkovací nádrže slaných důlních vod.

Významnější výskyt NEL, PAU a PCB nebyl u vzorkovaných míst prokázán.

Shrnutí :

Kontaminace podzemní vody v lokalitě a jejím okolí, kterou je možno přičíst vlivu ČOV, se omezuje na **ionty NH_4** . S ohledem na vysoké obsahy SO_4 v podzemní vodě (vyšší stovky až první tisíce mg/l) vyvozujeme, že amonné ionty se zde vyskytují ve vazbě na sírany, což dokládá i fakt, že vzorky vody s koncentracemi NH_4 v řádu ng/l nenesou stopy charakteristického zápachu (zápach se objevuje u vody, odebrané z kalových nádrží K-1 a K-2, kde koncentrace NH_4 je v řádu prvních stovek mg/l). Síran amonný je v běžném prostředí stabilní a nemá sklony k samovolnému uvolňování NH_3 do vzduchu (k vytěsnění je zapotřebí např. zásaditého prostředí). Proto nebylo provedeno kvantitativní hodnocení rizika z expozice inhalací čpavku z vodní hladiny.

Obecně lze říci, že výluhová voda zdroje kontaminace - kalů, vázaná na navážku lože a hráze nádrží, a povrchová voda v bezprostředním vlivu navážkové zvodně (rybník R-2, Bezejmenný potok) obsahuje ionty NH_4 v koncentracích posledních desítek až prvních stovek (do 200 mg/l) mg/l. Podzemní voda fluvialního kolektoru v bezprostředním okolí ČOV na odtoku dosahuje jednotek mg/l, výjimečně prvních desítek (cca 25) mg/l. V podzemní vodě ve studnách Vrbice nebyly ionty NH_4 detekovány, s výjimkou jediné studny, kde zdroj NH_4 není jednoznačně prokázán (studna v blízkosti - cca 80 - m již NH_4 nevykazuje). Pod mezí detekce byl i obsah NH_4 ve vrbické štěrkovně.

Kontaminace ionty Cl, kterou je postižena široká oblast, má svůj hlavní zdroj v objektu dávkovací nádrže slaných důlních vod - Heřmanickém rybníku.

Co se týče **kontaminace zemin v podloží části dna nádrže K-2**, nebylo prokázáno nadlimitní (C (MP)) znečištění. Zvýšené hodnoty se omezují na hloubku do 1 m od kontaktu dna nádrže s rostlým zeminovým profilem (s výjimkou K2-S5), a směrem do hloubky vyznívá. Co se týče výšky koncentrace NH_4 , pohybuje se (opět s výjimkou 1 vzorku v K2-S5) v jednotkách až prvních desítkách mg/kg (do 20) - obsah dusíku např. v jarní zemědělské půdě pro pšenici je do 25 mg/kg.

Pro stanovení charakteru a míry **kontaminace hlušinového materiálu dna (lože) a smáčených částí hrází** nádrží nebylo v současné době z technických důvodů možno zajistit

dostatečné množství podkladů. Na základě dosavadních poznatků však lze předpokládat, že kontaminace je tvořena především ionty NH_4 , lokálně pak nevylučujeme výskyt ohnisek látek skupiny PAU, především naftalenu a benzo(a)pyrenu, přičemž kontaminace není příliš pevně sorbována na materiál a její významnou část lze odstranit prostým oplachem.

Výsledky, prezentované v předchozích odstavcích, jsou zatíženy určitými nejistotami. V případě vzorkování zemin a materiálu lože a hrází je hlavním problémem nedostupnost většiny plochy dna nádrže K-2, v případě K-1 pak nedostupnost celého dna a hrází. S ohledem na globálně jednotný charakter ukládaného materiálu do obou nádrží lze současné poznatky vztáhnout s určitou rezervou na celou lokalitu ČOV a předpokládáme, že **pro případnou sanaci připadá v úvahu po ukončení těžby kalů a odstranění výluhů, vázaných na lože nádrží, pouze materiál lože nádrží a smáčená část hrází**. S ohledem na velké kubatury materiálu a na fakt, že zasaženy budou zejména spodní části hrází (a jejich odtěžení by způsobilo destrukci celého hrázového systému), považujeme za přijatelnou některou z variant IN SITU (oplachování a následné jímání a likvidaci oplachových vod, použití biodegradačních postupů (ASANOL) vtláčením pro likvidaci PAU - přítomnost NH_4 je v tomto případě přínosem - živina pro bakteriální kultury, ...). Je však nezbytné doplňkovým průzkumem po ukončení těžby kalů a odstranění kalových výluhů z lože nádrží provést dopřesnění stupně a druhu kontaminace tohoto antropogenního materiálu - viz závěry.

2.1.3. Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin pro danou lokalitu

S ohledem na předchozí dvě kapitoly, podáváme dále komentář k látce, kterou považujeme v rámci zájmové lokality za prioritní škodlivinu :

Látka : amonné ionty - NH_4^+

Obecně patří vysoké koncentrace amonných iontů v podzemních vodách často mezi chemické indikátory fekálního znečištění. Jejich přítomnost je důsledkem rozkladu organických látek živočišného původu a jejich dalších přeměn. Při rozkladu organických látek jako jsou bílkoviny, aminokyseliny a močovina se primárně uvolňuje amoniakový dusík, který se postupně biochemicky oxiduje na dusitany až na dusičnany (nitrifikace).

Důkaz amoniakového dusíku v podzemních vodách indikuje čerstvé znečištění a prokazuje, že podzemní voda není přirozeným způsobem dostatečně zabezpečena. K vysoké indikátorové hodnotě přispívá i skutečnost, že amonné ionty jsou poměrně značně zadržovány sorpcí v půdním komplexu. Amoniakový dusík může vznikat i rozkladem organických látek rostlinného původu nebo může vznikat redukcí z vyšších oxidačních stupňů dusíku (vody z rašelinišť nebo železnaté vody). Dalším zdrojem amoniakového dusíku mohou být splachy z polí hnojených dusíkatými hnojivy.

V našem případě je NH_4 produktem koksárenské technologie, kdy při karbonizaci uhlí v koksárenských bateriích vyniká v rámci koksárenského plynu. Při chlazení tohoto plynu vzniká vedle dehtu čpavková voda.

Při expozici vyšší koncentrací se projevuje jako žíravina, dráždivá látka s dusivými výpary, způsobuje poleptání očí, kůže, zažívacího traktu. Kritickým cílovým orgánem může být CNS a ledviny.

2.1.4 Popis aplikovaných průzkumných, vzorkovacích a analytických metod včetně řízení jakosti

Vrtné práce, odběry vzorků zemin :

Byly provedeny vrtacími soupravami DPB PASKOV,a.s. Vrty byly provedeny se snahou zajistit požadavek realizace úplných vrtů. Vrtání hydrogeologických vrtů i mělkých sond bylo realizováno tak, aby nedošlo k zavlečení případné kontaminace z vyšších do nižších poloh geologického profilu a z jednoho vrtu do druhého. Zejména v případě vrtu PV-K2 byla použita metoda Hollowstem (dutý spitál), kdy odběr neovlivněných vzorků zemin z profilu krycích hlín byl prováděn po zavrtání dutého spirálu do přesně specifikované hloubky předražním (příklepem) otvíratelného jádrováku z čelby vrtu do neporušeného profilu pod čelbou, poté byl jádrovák vytěžen, odebrána jeho náplň a vrt se dále prohloubil. Aby nedošlo ke smísení navážkové vody s vodou fluvialního kolektoru, byla po odvrtání profilu kalů a navážek na dně nádrže manipulační pažnice zatlačena cca 1 m do krycích hlín, prostor vrtu vyčištěn a ověřena těsnost proti vnikání vody navážkové. Poté byla manipulační pažnice ponechána ve vrtu a postupováno menším průměrem do štěrku kvarterní zvodně.

Technické parametry vrtů a vrtaných sond jsou obsahem přílohy dokumentace č.3. Pozorovací hydrogeologické vrty byly paženy novodurovými pažnicemi průměru 110 mm s perforací, silonovým obmotem a štěrkovým obsypem proti zvodněné části zeminového profilu. Zbytek mezikruží byl zajišťován. Polyetylenové pažnice jsou vyvedeny cca 0,3 m nad terén opatřeny ocelovými chráničkami průměru 150 mm s uzamykatelnými poklopy. Chráničky jsou zapuštěny do betonových límců. Vrty byly na lokalitě ponechány k případnému dalšímu využití.

Odběry vzorků vod :

Veškeré odběry vzorků podzemní vody a jejich přepravu do laboratoří provedli pracovníci divize Ekotechniky DPB Paskov. Odběry byly provedeny vzorkovacím čerpadlem Grundfos jako dynamické, menší část z technických důvodů (malý průměr vrtu, nedostupnost vrtu pro příslušenství nezbytné pro čerpání) odběrákem. Průměrná doba čerpání vody z jednoho vrtu byla zhruba 30 minut, vzorek byl odebrán po vyčerpání minimálně trojnásobku objemu vody z vrtu. Bližší komentář k metodice odběrů - viz dokumentace č.7.

Laboratorní analýzy zemin, vod a vzdušín byly provedeny v laboratořích divize Ekotechniky DPB Paskov,a.s. (státní akreditace). Doklady o všech provedených laboratorních analýzách jsou uvedeny v dokumentace č.1. Přehled analytických metod, používaných při stanovování obsahů látek, je spolu s doklady o akreditaci součástí dokumentace č. 7.

Měřické práce a jejich vyhodnocení bylo provedeno pracovníky ODMG DPB Paskov, a.s. Výsledky a zpráva o provedeném měření je obsahem dokumentace č.4

Hydrogeologické práce provedli hydrogeologové odboru hydrogeologie a odvodňování DPB,a.s., kteří řídili veškeré terénní práce, prováděli dokumentační práce a zpracovali tuto závěrečnou zprávu.

2.2. Posouzení šíření znečištění

2.2.1. Charakteristika parametrů nesaturované zóny

Základní hodnotící kritéria pro nesaturovanou zónu vycházejí z poznatků, objasňujících skladbu zeminy nad hladinou podzemní vody, z nichž některé byly zmíněny již v kapitole č. 1.2.2. Tabulka č.5 dokumentuje orientační propustnosti jednotlivých typů zemin, vyjádřené koeficienty filtrace, jež byly vypočítány ze zrnitostních křivek výpočtem podle Malleta. Nesaturovanou zónu charakterizujeme následovně :

1. Nesaturovaná zóna přirozeného půdního profilu vykazuje jak ve vertikálním, tak v horizontálním směru relativní stálost.
2. Nelze však vyloučit existenci pro průnik polutantů predisponovaných zón, ať přirozených (místní faciální proměnlivost, snížení mocnosti), tak umělých (v rámci výstavby ČOV).
3. Vypočtené koeficienty filtrace pro hlíny v nadloží saturované zóny se pohybují v rozmezí $nx10^{-8}$ až $nx10^{-11}$ m/s. To indikuje velmi slabě propustné až nepatrně propustné sedimenty.
4. Kontaminanty jsou vázány na svrchní zónu polohy hlín; směrem do hloubky dochází ke snižování koncentrací.
5. Předpoklad časoprostorového chování kontaminantů vzhledem k jejich postupnému uvolňování z nesaturované zóny do kolektoru signalizuje poměrně setrvalý časoprostorový stav, ve výhledu likvidace kalů předpokládáme postupné snižování intenzity uvolňování.
6. Překrytí hlín značnou mocností kalů neumožňuje přístup kyslíku; to je předpoklad nepříznivého prostředí pro biodegradační procesy

2.2.2. Charakteristika parametrů saturované zóny

Saturovanou zónu tvoří komplex fluviálních štěrkopísků, nasycených podzemní vodou s mírně napjatou hladinou, s hydraulickým spádem $I = nx10^{-3}$, s generelním směrem proudění podzemní vody od jihovýchodu k severozápadu, v jižní - přítokové oblasti (areál závodu Heřmanice) až k západu. V JZ části skládky TKO v Hrušově dochází ke stáčení směru proudění podzemní vody k západu, v souvislosti se změnou morfologie předkvarterního podloží, mj. i jako průvodního jevu důlní činnosti. Deprese v povrchu předkvarterního podloží v uvedeném prostoru je patrná i z přílohy 9.1. Vliv na směr proudění v tomto prostoru může mít i existence starých důlních děl a přímé nasedání kvartéru na karbon v Hrušově.

Konstrukce průběhu hladiny podzemní vody je zobrazená v příloze č.10. Režim řeky Odry je drenážní.

2.2.3. Odhad šíření znečištění

Výpočet teoretické rychlosti šíření vychází z těchto údajů :

- předpokládáme šíření stejnou rychlostí, jako je postupová rychlost filtrace
- při výpočtu uvažujeme pro rychlost filtrace nejpriznivější zjištěný koeficient filtrace, který pro štěrkopísek ve vrtu VR-1 vykazuje hodnotu $k_f = 1,8 \times 10^{-5}$ m/s. Při předpokládané aktivní pórovitosti $n=0,1$ a průměrném hydraul. spádu $I=5 \times 10^{-3}$, je hodnota postupové rychlosti cca $u = 1 \times 10^{-6}$ m/s (tj. postup 0,1 m za den). Uvedené výpočty jsou provedeny pro konvekční složku pohybu.

Pro určení směru a rychlosti proudění podzemní vody jsme provedli na vrtu HV-5 geofyzikální měření metodou nabitého tělesa (viz dokumentace č.5). Směr šíření značkovací látky od tohoto vrtu byl, v souladu s mapou hydroizohyps k SSZ (345 °), tedy k Odře, přičemž rychlost šíření je odhadována na 4×10^{-5} m/s (0,1-0,2 m/hod), tedy cca o půl řádu rychleji, než je teoreticky stanovená postupová rychlost. To se dá vysvětlit místními nehomogenitami kolektoru a existencí predisponovaných filtračních zón (viz např. i vrt H-8).

Zjištěné směry proudění odpovídají směrům, určeným na základě měření hladin podzemní vody - viz příloha č.10.

Hmotový výstup kontaminace do řeky Odry a štěrkovny

Podzemní vody kvartérní zvodně jsou v zájmové oblasti drenovány řekou Odrou, jejíž minimální průtok $Q_{364}=0,52$ m³/s = 520 l/s. Stanovení přítoku podzemních vod ze zájmového prostoru k řece Odře při šířce odvalu cca 1 300 m ve směru proudění podzemních vod vychází z následujících údajů :

koeficient filtrace max : $k_1 = 5 \cdot 10^{-4}$ m/s

koeficient filtrace min : $k_2 = 5 \cdot 10^{-6}$ m/s

zvodnělá mocnost $m = 6$ m

hydraulický spád $I = 0,005$

šířka proudového pásu $B = 1300$ m

Po dosazení výše uvedených hodnot do rovnice $Q = k \cdot I \cdot B \cdot m$, byla stanovena kubatura podzemních vod kvartérní zvodně Q , proudících k řece Odře na hodnotu maximální kubatury $Q_1=20$ l.s.⁻¹, která odpovídá propustnosti s koeficientem filtrace k_1 a minimální kubatury $Q_2=0,2$ l.s.⁻¹ s propustností s koeficientem filtrace k_2 . Přítok do řeky Odry a vrbické štěrkovny se bude pohybovat v rozmezí těchto hodnot.

Celkový hmotný výstup jednotlivých kontaminantů na výstupu do řeky Odry (při stávající úrovni znečištění podzemní vody) dokumentuje tabulka č.18.

Z výše uvedených údajů vyplývá, že při předpokladu 100% perzistence do vodního toku, se obsahy jednotlivých parametrů budou pohybovat mezi minimálními a maximálními koncentracemi, uvedenými v tabulce. Porovnání vypočtených koncentrací s limity obsahů škodlivin dle NV č. 171/1992 Sb. pro ostatní povrchové vody (řeka Odra není v daném povodí vodárenským tokem) indikuje, že problémem by snad mohl být příron NH_4 . Co se týče PCB,

zde lze s jistotou říci, že riziko je touto tabulkou výrazně nadhodnoceno, neboť jeho příron do řeky by mohl mít nejspíše jen charakter časově omezeného impulsu.

Vodu Bezejmenného potoka, který se vlévá do Odry nad vrhacíkou štěrkovou a který má prokázán obsah iontů NH_4 v rámci vyšších jednotek až desítek mg/l (vzorkování v r.94 cca 45 mg/l, v r.97 cca 7 mg/l), není nutno brát v úvahu. Průtok v potoce odhadujeme na 0,1 l/s. Znamená to zvýšení NH_4 v Odře o další cca 2 mg/s, tedy při denním průtoku Odry zvýšení NH_4 o 0,004 mg/l, což je vzhledem k předpokládanému vlivu podzemní vody, zanedbatelné. Potvrzuje to i vzorkování Odry nad a pod místem vtoku Bezejmenného potoka do Odry, kdy oba vzorky vykázaly koncentraci amonných iontů pod mezí detekce 0,01 mg/l - viz tabulka č.16.

Tabulka č.18 - Propočet kontaminace v řece Odře

kontaminant	odhadovaná koncentrace škodlivin v podz.vodě	hmotový flux		koncentrace škodlivin v řece Odře při $Q_{364}=0,52\text{m}^3/\text{s}$		NV č. 171/92 Sb. pro ostatní povrchové vody
		max.	min.	max.	min.	
	mg/l	mg/s	mg/s	mg/l	mg/l	mg/l
NH_4	30	600	6	1,15	0,01	2,5
SO_4	3000	60000	600	115	1,15	300
fenoly	0,05	1	0,01	0,002	$1,9 \times 10^{-5}$	0,1
tenzidy	0,7	14	1,4	0,03	$2,7 \times 10^{-3}$	1
PCB	1×10^{-3}	0,02	2×10^{-4}	$3,8 \times 10^{-5}$	$3,8 \times 10^{-7}$	$2,5 \times 10^{-5}$

2.2.4. Shrnutí výsledků

V **nesaturované zóně** - poloze náplavových hlín, nebylo prokázáno významnější znečištění. V jediném případě bylo dokumentováno překročení B (MP) pro NEL. Výskyt hlavního sledovaného polutantu - NH_4 nelze vztáhnout k MP (nelimitováno). Z vyluhovatelnosti vzorků zemin (vzhledem k NH_4) odhadujeme, že pro uvolňování NH_4 do výluhu v koncentracích, schopných ohrozit kvalitu vody přes C (MP), je nezbytná koncentrace NH_4 v pevném vzorku kolem 50 mg/kg a více. Tato koncentrace byla ověřena pouze v jediném vzorku.

V **saturevané zóně** je v současné době doložena pouze významnější kontaminace amonnými ionty, která překračuje limit C (MP) cca 3x, lokálně až 7x, a která prozatím nezasahuje oblast potenciálního příjmu (Vrbice, štěrkovna). Teoretickým propočtem bylo stanoveno množství NH_4 , které je možno očekávat v povrchové vodě po jejím potenciálním ovlivnění kontaminovanou podzemní vodou. Ionty NH_4 jsou patrně vázány na sírany do stabilní formy, která nemá při koncentracích, zjištěných v podzemní vodě, tendenci k uvolňování NH_3 do vzduchu. Dále je nutno brát v potaz tu skutečnost, že NH_4 při styku s kyslíkem (povrchová voda, voda vyčerpaná ze studní pro zálivku) přechází do dusičnanové formy.

Chloridy, které snižují kvalitu podzemní vody v širším území lokality, jsou především záležitostí dávkovací nádrže Heřmanický rybník (díky dlouhodobému působení je kontaminace plošně výrazná).

2.3. Hodnocení rizika pro lidské zdraví

2.3.1. Vyhodnocení vztahu dávka - účinek

Chemická toxicita závisí od dávky nebo koncentrace doručené na receptivní místa v organismu. Kritické hodnoty toxicity jsou kvantitativním výrazem vztahu mezi dávkou a účinkem.

V této kapitole bylo použito několik zdrojů kritických toxických dávek. Hlavním zdrojem informací byla databanka Integrovaného informačního systému EPA (IRIS), který slouží jako evidence ověřených toxických dávek (využita ze sítě INTERNET). Pokud údaje o toxicitě nebyly zjištěny v IRIS, byla použita dostupná verze HEAST (EPA 1992). Dále byly použity další materiály EPA a byla konzultována dostupná literatura a odborní pracovníci. V případě amonných iontů byla využita ČSN 75 7111 - pitná voda - viz dále.

Karcinogenní efekty

Současná doporučení EPA navrhuji použití linearizovaného několikastupňového modelu pro karcinogenitu, pokud to je vhodné, k extrapolaci efektů z vysokých na nízké dávky. Tento model předpokládá, že karcinogeny nemají žádnou prahovou hodnotu, tzn. že neexistuje žádná úroveň karcinogenu, která nezpůsobí karcinogenní odezvu. Vztah mezi dávkou a odezvou je vyjádřen jako rakovinný faktor (Oral Slope Factor).

Další metoda pro vyjádření karcinogenní toxicity je jednotkové riziko. Tato metoda umožňuje definovat hodnoty toxicity pro jednotlivá prostředí jako míru rizika na jednotkovou koncentraci karcinogenní látky.

Poznámka : EPA vyvinula klasifikační systém karcinogenů , který používá hodnocení průkazního materiálu ke zhodnocení pravděpodobnosti, že daná látka je lidský karcinogen. Průkazní materiál obsahuje epidemiologické důkazy o závislosti mezi expozicí a výskytem rakoviny a výsledky studií prováděných na zvířatech. Další doplňkové informace mohou zahrnovat krátkodobé testy na genotoxicitu, metabolické a farmakokinetické vlastnosti, toxikologické účinky jiné než karcinogenní a vlastnosti fyzikálně-chemické. EPA používá následující klasifikaci:

1. A Lidský karcinogen
2. B1 Pravděpodobný lidský karcinogen, k dispozici jsou pouze omezené údaje
3. B2 Pravděpodobný lidský karcinogen, dostatečný průkazní materiál pro zvířata, nedostatečný pro člověka
4. C Možný lidský karcinogen
5. D Neklasifikovatelný jako lidský karcinogen
6. E Průkazní materiál o neexistenci karcinogenity pro člověka

Další klasifikací, použitou v tabulce č. 9, je klasifikace podle IARC :

Skupina 1 :

Tato kategorie (skupina) se používá tam, kde jsou dostatečné důkazy (je dostatečný průkaz) karcinogenity pro lidi. Výjimečně může být do této kategorie (skupiny) zařazen činitel (chemická látka) nebo směs, jestliže průkaz u lidí je sice menší než dostatečný, ale je dostatečný průkaz karcinogenity u pokusných zvířat a silný průkaz u exponovaných lidí, že činitel (chemická látka) nebo směs působí (i u lidí) prostřednictvím relevantního (obdobného) mechanismu karcinogenity.

Skupina 2 :

Tato kategorie (skupina) zahrnuje činitele (chemické látky), nebo směsi a podmínky expozice, pro které - jako jeden extrém - je stupeň průkazu karcinogenity u lidí téměř dostačující nebo pro které - jako druhý extrém - nejsou sice k dispozici údaje pro lidskou populaci (human data), ale u kterých je průkaz karcinogenity pro pokusná zvířata.

Činitele (chemické látky), nebo směsi a podmínky expozice se pak označují jako : buď jako skupina 2A (pravděpodobně karcinogenní pro lidi) nebo jako skupina 2B (možná karcinogenní pro lidi) na podkladě epidemiologického a experimentálního průkazu karcinogenity a jiných relevantních údajů.

Skupina 2A:

Tato kategorie (skupina) je používána tam, kde je omezený průkaz karcinogenity u lidí, ale je postačující průkaz karcinogenity u pokusných zvířat. V některých případech může být do této kategorie (skupiny) zařazen i činitel (chemická látka) nebo směs, je-li inadekvátní průkaz karcinogenity u lidí a dostatečný průkaz karcinogenity u pokusných zvířat a silný průkaz, že karcinogeneza je zprostředkována stejným mechanismem, který probíhá u lidí (který se uplatňuje též u lidí). Výjimečně mohou být činitele (chemické látky), směsi nebo

podmínky expozice klasifikovány v této kategorii (skupině) jen na základě omezeného průkazu karcinogenity u lidí.

Skupina 2B :

Kategorie (skupina) se používá pro činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice pro něž je omezený průkaz karcinogenity u lidí a menší než dostatečný průkaz karcinogenity u zvířat. Může být také používána tam, kde je inadequate průkaz karcinogenity u lidí, ale postačující průkaz karcinogenity u pokusných zvířat. V některých případech mohou být do této kategorie (skupiny) zařazeny i činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice pro něž je inadequate průkaz karcinogenity u lidí, ale omezený průkaz karcinogenity u zvířat spolu s podpůrným důkazem (karcinogenity) vycházejícím z jiných relevantních údajů.

Skupina 3 :

Činitel (chemická látka), směs, nebo podmínky expozice není klasifikovatelný vzhledem ke karcinogenitě pro lidi (= není známo, že by byl pro člověka karcinogenní). Tato kategorie (skupina) se používá nejběžněji pro činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice pro které je průkaz karcinogenity u lidí inadequate, a je inadequate a omezený i u pokusných zvířat. Výjimečně mohou být do této kategorie (skupiny) zařazeny činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice pro něž je inadequate průkaz karcinogenity u lidí, ale dostatečný u experimentálních zvířat, je-li silný průkaz, že mechanismus karcinogenity u zvířat nepůsobí (neúčinkuje) u lidí. Činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice, které nespádají do kterékoliv jiné kategorie (skupiny) se umísťují do této kategorie (skupiny).

Skupina 4 :

Činitel (chemická látka), směs, nebo podmínky expozice pravděpodobně nekarcinogenní pro člověka. Kategorie (skupina) je používána pro činitele nebo směsi, pro něž existuje průkaz, směřující pro to, že nejsou karcinogenní pro lidi i pro zvířata. V některých případech mohou být do této kategorie (skupiny) zařazeny i činitele (chemické látky), směsi, nebo podmínky expozice pro něž je inadequate průkaz karcinogenity pro lidi, ale průkaz svědčící pro chybění karcinogenního účinku u zvířat je silně podporován širokým rozsahem jiných relevantních údajů.

Nekarcinogenní účinky

Kritická hodnota toxicity popisující vztah mezi dávkou a odezvou je referenční dávka - RfD. Všeobecně je RfD odhad (s rozpětím až jednoho řádu) denní expozice lidské populaci (včetně citlivých skupin), která by pravděpodobně neměla vyvolat zvýšené riziko zhoubných účinků po dobu života. RfD se většinou vyjadřuje v jednotkách mg/kg tělesné hmotnosti/den.

2.3.2. Vyhodnocení expozice

Cílem expoziční analýzy je identifikovat a odhadnout dávky potenciálních kontaminantů potenciálními receptory v současných podmínkách. Analýza expozice identifikuje receptory a zvažuje různé cesty, kterými mohou být vystaveni nebezpečným látkám na skládce. Kontaminanty se mohou nalézat v podzemní vodě, v povrchové vodě, v těžených kalcích a ve vzduchu v rámci areálu ČOV. Analýza expozice se skládá z následujících kroků :

Tabulka č. 19 - Orální toxické dávky pro zjištěné kontaminanty

Chemikálie (CASRN)	Karcinogenní efekty			Nekarcinogenní efekty	
	Průkaznost	Rakovinný faktor (mg/kg/den)	Pramen	RfD (mg/kg/den)	Pramen
Zjištěné kontaminanty					
Amonné ionty				0,014 **	ČSN 75 7111
Benzen	A	2,90E-02	IRIS		
Kyanidy / thiokyanáty volné				2,00E-02	IRIS
Naftalen				4,00E-02	IRIS

* NCEA - provizorní hodnoty regionálních úřadoven EPA

** určeno přepočtem mezní hodnoty podle ČSN 75 7111

1) Charakterizace podmínek expozice a určení exponované populace

Popis lokality a jeho okolí je součástí kapitoly 1.1.3. V celém areálu zájmové lokality se nenachází žádný obytný nebo obývaný objekt či budova. Osoby, pohybující se v areálu zájmové lokality, jsou jednak zaměstnanci organizace, provádějící těžbu kalů (obsluha mechanismů - nákladní vozy, bagr) a dále ostraha areálu. Věkový průměr lidí, vyskytujících se v prostoru zájmové lokality odpovídá produktivnímu věku obyvatelstva. Vlastní areál ČOV je v současné době hlídáný. Běžně není přístupný.

Nejbližší trvale obydlenou oblastí jsou obytné budovy - rodinné domy v obci Vrbice, nacházející se cca 600 m a více směrem k SSV až SV. Zásobování pitnou vodou je zajištěno hromadným rozvodem. U některých domků jsou studny nebo zarážené sondy, z nichž je voda využívána k závlivce zahrádek. V oblasti možného vlivu areálu ČOV (vzhledem k expoziční cestě podzemní vodou) je pouze JZ konec obce, čítající cca 30 domků. V této části je kolem 10 zdrojů podzemní vody (studny, sondy). V prostoru mezi Odrou a hrušovskou skládkou, která se nachází na SZ okraji zájmové lokality, je situována malá zahrádkářská kolonie, kde je nárazově využívána podzemní voda k závlivce. Mezi intravilánem Vrbice a Odrou je rozsáhlá vodní plocha (vytěžená štěrkovna), která se využívá ke koupání (nemá statut rekreačního objektu, koupání na vlastní nebezpečí).

Schéma využití a obydlenosti lokality je na obrázku č.4.

Expozice pracovníků a místních obyvatel může být vyhodnocena pouze pro konfiguraci lokality specifikované územním plánem platným k datu hodnocení této analýzy. Možné změny této konfigurace nejsou předmětem hodnocení.

První možnou aktivitou, při které je možno uvažovat s intenzivnější expozicí, je současná těžba kalů v nádrži K-2 a budoucí těžba v K-1, kdy pracovníci přicházejí do styku s kontaminovanými kaly. Pro tento případ jsme kvantifikovali riziko z **neúmyslné ingesce těženého materiálu** (benzen, naftalen, volné kyanidy, amonné ionty) a **dermálního kontaktu** (pouze pro ionty NH_4 - vyluhování ostatních polutantů, prokázaných v pevných vzorcích kalů, je vzhledem k sorpční schopnosti kalů nevýznamná).

S ohledem na prokázanou kontaminaci podzemní vody je nezbytné počítat s možností zasažení zdrojů užitkové vody - studní v menší části obce Vrbice, přičemž vzhledem k nedostatkům údajů o stravovacích zvyklostech populace, a zejména s ohledem na charakter a intenzitu kontaminace - amonné ionty v koncentracích jednotek až prvních desítek mg/l, neprovádíme kvalifikaci ani kvantifikaci rizika z požití prostřednictvím zahradních výpěstků. Hodnotíme však možnost **občasného pití** malého množství této vody při pobytu na zahradě staršími dospělými osobami, byť pravděpodobnost této expoziční cesty je malá.

Podstatně reálnější je expozice příjemců při koupání ve vrbické štěrkovně, která je ve sféře možného vlivu kontaminované podzemní vody. Současným vzorkováním nebyla kontaminace vody ve štěrkovně prokázána (a vzhledem k jejímu, byť neoficiálnímu rekreačnímu využívání, je pod kontrolou KHS), nicméně byl proveden výpočet budoucí možné koncentrace NH_4 iontů v povrchové vodě a bylo kvantifikováno riziko z **ingesce a dermálního kontaktu při koupání**.

Jak vyplývá z dostupných podkladů - viz kapitola 1.1.2., území bude využíváno pro potřeby infrastruktury města - skládky odpadů. Znamená to styk zaměstnanců, budujících areál skládky, zejména upravujících podloží (dno) skládky, s potenciálně kontaminovanou zemínou, nacházející se v současnosti pod dnem nádrží. Podle dosavadních znalostí, vycházejících z výsledků průzkumu menší části dna jedné z nádrží, však nepředpokládáme takovou kontaminaci, která by mohla znamenat pro příjemce významné riziko.

Hodnocená populace obsahuje dospělé osoby.

2) Identifikace expozičních cest a expozičních scénářů

Expoziční cesta je prostředek, kterým se nebezpečná látka pohybuje od zdroje k receptoru. Expozice může nastat, když kontaminanty v zemině nebo hornině migrují ze zdroje k dalšímu expozičnímu bodu nebo když receptor přijde do přímého styku s kontaminovanými médii. Expoziční cesta existuje, pokud existuje způsob, jak by receptor mohl absorbovat kontaminanty orálně, vdechnutím nebo dermální absorpcí z kontaminovaného média.

Zdroje kontaminace

Primárním zdrojem kontaminace bylo vypouštění odpadních fenol-čpavkových vod koksovy Svoboda a ukládání dalších odpadů (vesměs ropné produkty) do deponie flotačních a uhelných kalů. Princip tohoto záměru spočíval v sorpci polutantů, zejména fenolu, na kaly. Druhý hlavní polutant - amonné ionty měly být především odvětrávány do ovzduší. Po roce 1988 (viz kapitola 1.1.2), došlo ke vzrůstu podílu NH_4 (a tím k výraznému zhoršení kvality vody a k náhlému úhynu živočichů v dočišťovacích nádržích), protože v souvislosti s výstavbou nového bloku koksárenské technologie byly do odkaliště vypouštěny fenol-čpavkové vody s větším množstvím podílu čpavku (rovněž byla odstavena ČOV Stachanov, sloužící taktéž

koksovně Svoboda a veškeré odpadní vody byly odváděny jen do ČOV Heřmanice). Tento stav se ještě zhoršil v letech 1994-1996, kdy byl omezen provoz úpravny uhlí dolu Odra a do nádrže K-1 se vypouštěly pouze fenol-čpavkové vody.

Sekundárním zdrojem kontaminace je tedy náplň obou kalových nádrží K-1 a K-2, obsahující především vysoké koncentrace fenolů, amonných iontů, benzenu, kyanidů, NEL, místy naftalenu. Schopnost vyluhování ze sorpčního kalového materiálu, **a tedy možnost další migrace**, byla prokázána pouze u **amonných iontů**.

Mechanismus uvolnění dané látky a přenosné prostředí

Ionty NH_4 jsou vyluhovány z kalů, prostupují jednak hlušinou hrází (filtrační materiál) a kontaminují povrchovou vodu rybníka R-2 a prostřednictvím Bezejmenného potoka postupují do Odry. Dále filtrují cca 2-m mocnou vrstvou hlušiny na dně nádrží do svrchní části zeminového profilu a po predisponovaných zónách pronikají vertikálně do zvodněných fluvialních štěrků. Zde dochází k transportu polutantu především vertikálně konvekci podzemní vody a následně k potenciálnímu pronikání do vrbické štěrkovny a opět do Odry.

Náhodné a úmyslné pozření

Neúmyslné pozření kalů a jejich výluhů : expozice tohoto typu se opět týká pracovníků, provádějících těžbu kalů. Na základě výsledků analýz považujeme pro tento typ expozice za hlavní přítomnost amonných iontů, benzenu, kyanidů a amonných iontů pro ingesci kalů a amonných iontů pro neúmyslnou ingesci výluhů. Tady jsme vycházeli z maximálních hodnot, zjištěných při analýzách a brali jsme denní požité množství 100 mg/den a 0,05 l/den a 100% z kontaminovaných zdrojů.

Další možnou expozicí je neúmyslné požití vody ve štěrkovně při koupání. Kvantifikace je provedena pro amonné ionty, 50 ml požitého množství denně, při koupání 4 hodiny denně. Vzhledem k tomu, že dosavadním vzorkováním nebyla přítomnost NH_4 prokázány, použili jsme pro výpočet rizika modelovou vstupní koncentraci 5 mg/l, která vychází z koncentrací v podzemní vodě ve vzdálenějším okolí ČOV a zohledňuje ředění a oxidaci NH_4 při styku se vzduchem na NO_3 (hodnota vstupní koncentrace převyšuje 2x přípustnou mez koncentrace NH_4 v povrchových vodách podle NV č.171 pro ostatní povrchové toky a předpokládáme, že pokud by skutečný obsah NH_4 ve štěrkovně vzrostl nad tento limit, došlo by k zásahu ze strany KHS, která zde sleduje kvalitu vody).

K poslední uvažované expozici ingescí může dojít při občasném úmyslném pití malého množství podzemní vody ze studní ve Vrbici při pobytu na zahradě (0,5 l denně, 20 dnů za rok), což připadá v úvahu zejména v případě starších dospělých osob, byť pravděpodobnost této expoziční cesty je malá. Pro výpočet jsme vycházeli z maximální zjištěné koncentrace NH_4 v podzemní vodě v oblasti Vrbice (studna V-1) se zaokrouhlením nahoru : 20 mg/l. Tato koncentrace je ojedinělá a silně riziko nadhodnocuje.

Dermální expozice

Je kvantitativně hodnocena pro koupání ve vrbické štěrkovně (4 hodiny denně, 20 dnů za rok, 100% povrchu těla, 100% přestup kůží) a pro kontakt s výluhy štěrkovně (1 hodina

denně, ruce - 840 cm²) - vstupní koncentrace viz neúmyslná ingesce při koupání a neúmyslné požití kalových výluhů pracovníky, provádějícími těžbu kalů

Výběr expozičních cest pro vyhodnocení

Potenciální expoziční cesty na lokalitě a v jejím okolí byly identifikovány analyzováním dostupných údajů o možných migračních cestách a o celkové situaci na lokalitě. Na základě této předběžné analýzy expoziční cesty zahrnují náhodné požití kalů a jejich výluhů a dermální kontakt s výluhy pracovníky, provádějícími těžbu kalů v areálu ČOV, dále neúmyslné požití povrchové vody vrbické štěrkovny a dermální kontakt s ní při koupání a úmyslné nárazové požití menšího množství vody ze studní ve Vrbici - viz tabulka č.16).

3) Kvalifikace expozice

„Expozice“ je definována jako kontakt organismu s chemicky nebo fyzikálně definovanou látkou. V tomto odhadu je expozice (nebo dávka) normalizována na čas a tělesnou váhu a je vyjádřena jako miligram chemikálie na kilogram tělesné váhy za den (mg/kg/den). V tabulce č.21 jsou uvedeny předpoklady použité v tomto odhadu. Předpoklady odpovídají požadavkům U.S. EPA.

Tabulka č.20 - Přehled hodnocených expozičních cest a ohrožených subjektů

Původ rizikových látek	Migrační cesty	Expoziční cesta	Skupina látek	Ohrožený subjekt, činnost	Způsoby expozice
Kaly a jejich výluhy	Manipulace s kaly při jejich přemísťování	Neúmyslná ingesce, dermální kontakt	NH ₄ , benzen, naftalen, kyanidy	Pracovníci v areálu ČOV, při těžbě kalů	Krátkodobý kontakt při sanačních pracích, při zemních úpravách
Povrchová voda	Pobyt ve vodě	Neúmyslná ingesce, dermální kontakt	NH ₄	Populace rekreující se u vrbické štěrkovny	Koupání
Podzemní voda	Čerpání podzemní vody	Požití	NH ₄	Obyvatelé Vrbice	Nárazové pití podzemní vody

2.3.3. Charakterizace rizika

V tomto odstavci je popsáno vyhodnocení rizik pro lidské zdraví za předpokladu, že nebudou podniknuta žádná sanační opatření. Expoziční situace je vyhodnocena na základě vyhodnocení rizika karcinogenních a nekarcinogenních projevů. Odhady rizik vychází z předpokladu, že koncentrace kontaminantu zůstávají konstantní po celou dobu uvažované expozice.

•Kvantifikace rizika nekarcinogenních účinků.

Nekarcinogenní rizika jsou vyhodnocena srovnáním denní dávky kontaminantu s jeho RfD. Toto srovnání slouží jako míra potenciálu pro nekarcinogenní ohrožení zdraví. V souladu s doporučeními EPA byl k odhadu potenciálu nekarcinogenních účinků několika chemických látek použit tzv. „rizikový index“. Tato metoda předpokládá aditivnost dávek. Odhadnutá denní dávka každé chemikálie exponované samostatnou cestou je dělena jejím RfD (tj. rizikový koeficient) a výsledné koeficienty jsou sečteny a dávají tak rizikový index. Když rizikový index přesahuje RfD, je zde potenciál pro záporný vliv na lidské zdraví vyšší než kritický efekt. Když rizikový index > 1, existuje zde potenciál pro nekarcinogenní toxický efekt.

Tabulka č.21 - Shrnutí standardních expozičních dávek

Charakter činnosti	Expoziční cesta	Koncentrace použitá pro výpočet	EF (dny/rok) četnost expozice	ED (roky) délka expozice	BW (kg) tělesná hmotn.	I (mg/kg/den) příjem
těžba kalů	požití prachu nebo kalu	200 mg/kg 100 mg/l 100 mg/l 15 mg/l	250	1	70	amonné ionty : 0,0002 n benzen : 1,4E-06 k naftalen : 9,78E-05 n kyanidy : 1,47E-05 n
těžba kalů	požití kalových výluhů	300 mg/l	250	1	70	amonné ionty : 0,147 n
těžba kalů	dermální kontakt s kalovými výluhy	300 mg/l	250	1	70	amonné ionty : 0,128 n
koupání ve šterkovně	dermální kontakt	5 mg/l	20	30	70	amonné ionty : 0,0137 n
koupání ve šterkovně	neúmyslné požití	5 mg/l	20	30	70 30 (děti)	amonné ionty : 0,00078 n : 0,0018 n
využívání podzemní vody - studny ve Vrbíci	úmyslné požití	20 mg/l	20	30	70	amonné ionty : 0,0078 n

n = pro nekarcinogenní efekt

k = pro karcinogenní efekt

- Kvantifikace rizika karcinogenních účinků**

Potenciál karcinogenních efektů je vyhodnocen na základě odhadu zvýšeného rizika výskytu. Zvýšené riziko výskytu rakoviny je definováno jako pravděpodobnost získání rakoviny během lidského života nad hodnotu pravděpodobnosti normální (tj. bez výskytu relevantních kontaminantů).

Tabulky č.22 a 23 shrnují karcinogenní i nekarcinogenní rizika spojená s náhodným pozřením kalů a kalových výluhů a dermální kontakt s výluhy pro dospělou populaci - dělníky, provádějící těžbu kalů.. Expozice může nastat zejména v místech akumulace výluhů v depresích na dně nádrže, nebo při likvidaci vrstvy navážek na dně nádrže - antropogenním koektoru. Zvýšení karcinogenního rizika pro dospělou populaci - dělníky - z náhodného pozření kalů dosahuje hodnoty 4,05E-08 a je způsobeno benzenem. Nekarcinogenní riziko z pozření kalů je nízké : 0,017 a je způsobeno přítomností naftalenu, kyanidů a amonných iontů. Podstatně odlišná je situace při náhodném požití kalových výluhů - **10,48** vlivem přítomnosti amonných iontů.

Tabulka č.22 - Shrnutí zvýšeného rakovinného rizika - náhodné požití kalů

Expoziční místo	Dospělý	Kontaminanty tvořící riziko *
Deponie kalů	4,05E-08	benzen

Tabulka č.23 - Shrnutí nekarcinogenních rizik - náhodné požití kalů a výluhů

Expoziční místo	Dospělý	Kontaminanty tvořící riziko *
Deponie kalů	0,0024	naftalen
	0,00073	kyanidy
	0,014	amonné ionty
	0,017	SUMA
Kalové výluhy	10,48	amonné ionty

Tabulka č.24 shrnuje nekarcinogenní rizika spojená s dermálním kontaktem s kalovými výluhy a s povrchovou vodou ve vrbské štěrkovně při koupání. Zvýšení nekarcinogenního rizika pro dospělé populaci - dělníky v areálu ČOV dermálním kontaktem s kalovými výluhy dosahuje hodnoty 9,1 a je způsoben amonnými ionty.

Pro rekreanta, provozujícího koupání ve vrbské štěrkovně, který přijde do styku s vodou po jejím potenciálním znečištění amonnými ionty, je nekarcinogenní riziko 0,098.

Tabulka č.25 shrnuje nekarcinogenní rizika spojená s úmyslným občasným požitím podzemní vody, silně (20 mg/l) potenciálně kontaminované amonnými ionty. Nekarcinogenní riziko pro dospělého obyvatele Vrbice dosahuje hodnoty 0,559.

Pro dospělého rekreanta, provozujícího koupání ve vrbské štěrkovně, který při plavání neúmyslně požije vodu po jejím potenciálním znečištění amonnými ionty, je nekarcinogenní riziko 0,056. Pro dítě je toto riziko 0,13.

Tabulka č.24 - Shrnutí zvýšeného nekarcinogenního rizika - dermální kontakt

Expoziční místo	Dospělý	Kontaminanty tvořící riziko
Kalové výluhy	9,1	amonné ionty
Štěrkovna - plavání	0,098	amonné ionty

Tabulka č.25 - Shrnutí nekarcinogenních rizik - ingesce vody

Expoziční místo	Dospělý a dítě	Kontaminanty tvořící riziko *
Podzemní voda - studny ve Vrbici	0,559 - dospělý	amonné ionty
Štěrkovna - plavání	0,0559 - dospělý 0,13 - dítě	amonné ionty

• Posouzení míry nejistoty

Analýza expozičního rizika musí kalkulovat s neurčitostí na obecné úrovni (tabulka č.26) tak i na úrovni vyhodnocované lokality (tabulka č.27). Tato analýza expozičního rizika zahrnuje tyto parametry neurčitosti :

- Vzorkování a analýzu
- Degradaci a transport
- Odhad expozice
- Toxikologické údaje

Tabulka č.26 - Nejistoty v rizikové analýze

Zdroj nejistoty	Dopad nejistoty	Komentář
Rizika a dávky pro jednu expoziční cestu jsou považovány za aditivní	Může přecenit nebo podcenit riziko	Nevystihuje synergické nebo antagonistické působení
Míra toxicity je odvozena především ze studií na zvířatech	Může přecenit nebo podcenit riziko	Extrapolace z pokusných zvířat na člověka může vnést chyby s ohledem na různé mechanismy působení, cílové orgány, a variabilitu populace
Toxické dávky jsou odvozeny převážně z dávek vysokých, většina expozic je však na nízké úrovni	Může přecenit nebo nedocenit riziko	Předpokládá se linearita na nízkých dávkách, což vede ke konzervativním expozičním předpokladům
Hodnoty toxicity	Může přecenit nebo nedocenit riziko	Ne všechny hodnoty jsou ověřené a stejné úrovně, všechny budou upravovány podle výsledků nových studií
Absorbování kontaminantu	Může přecenit nebo nedocenit riziko	Předpoklad je, že populace absorbuje kontaminant stejným způsobem, což je implicitní předpoklad pro odvození kritických hodnot toxicity. Absorbce se ve skutečnosti může lišit druh od druhu a v závislosti na stáří jedince
Efekt aplikace kritických hodnot toxicity na kontaminované zeminy	Může přecenit riziko	Předpokládá, že dostupnost kontaminantů sorbovaných na zemině je pro organismus stejná jako při laboratorních pokusech. Kontaminanty při laboratorních pokusech mohou být pro organismus dostupnější
Předpoklad konstantní expozice	Může přecenit nebo nedocenit rizika	Nezahrnuje degradační, transportní a přenosové procesy, které mohou změnit koncentraci

Tabulka č.27 - Nejistoty plynoucí ze situace na lokalitě

Zdroj nejistoty	Důvod nejistoty	Komentář
Ne všechny chemické látky zjištěné na lokalitě mají definované hodnoty toxicity	Může nedocenit riziko	Tyto látky nejsou zpracovány kvantitativně (těžké frakce NEL)
Některé expoziční cesty nebyly vyhodnoceny	Může nedocenit riziko	Nebyla vyhodnocena dermální absorpce ze zemin.
Expoziční předpoklady	Může přecenit nebo nedocenit riziko	Předpoklady o reálných dávkách, populační charakteristika a způsoby expozice nemusí odpovídat skutečnému mechanismu expozice
Předpoklad konstantní expozice	Může nedocenit nebo přecenit riziko	Nezahrnuje degradační, transportní a přenosové procesy, které mohou změnit koncentraci
Hodnota potenciálního vývoje koncentrace NH ₄ v podzemní vodě, způsobená dalším vyluhováním pevného materiálu, je odvozena přímo z vyluhovatelnosti pevné matrice	Přeceňuje riziko	Není zahrnuto ředění výluhů, prostupujících do rostlého podloží nádrží, podzemní vodou, přitékající do prostoru lokality ze zázemí (od jihu)
Pro průzkum přístupná pouze menší část hodnocené lokality.	Přeceňuje nebo nedoceňuje riziko	Výsledky části dna jedné z nádrží vztaženy na její zbytek a na druhou nádrž.

2.4. Hodnocení rizika pro ekosystémy

Rozsah zpracování této části závisí na způsobu využívání území. Vzhledem k tomu, že, že území je v současnosti využíváno pro průmyslovou činnost a v budoucnosti se počítá s využitím pro skládkování odpadů, jejichž skladba a tedy účinek na okolní geoprostředí není v současnosti znám, a dále na území se nyní nenacházejí žádné hodnotné ekosystémy (viz kapitola 1.2.5.), hodnocení rizik neprovádíme.

3. Závěrečná shrnutí a doporučení

Zde prezentovanou analýzu rizika staré ekologické zátěže lokality ČOV Heřmanice lze shrnout do následujících bodů :

- Byl prokázán zdroj potenciální kontaminace - deponie kalů uložená v kalových nádržích K-1 a K-2
- Byly identifikovány potenciální polutanty (NH_4 , kyanidy, fenoly, NEL, benzen, naftalen)
- Byla identifikována látka, která prokazatelně migruje do okolí - ionty NH_4
- Míra kontaminace podloží stávající kalové nádrže K-2 v její zpřístupněné části (cca 1/3 plochy dna) není vysoká, což odpovídá zjištěním na analogické lokalitě ČOV Lhotka-Hošťálkovice
- Míru kontaminace antropogenního materiálu hrází a lože nádrží nebylo možno z technických důvodů provést v dostatečné míře, přičemž na základě dosavadních poznatků **právě tento materiál připadá pro potenciální sanaci v úvahu**. Stanovení rozsahu potenciální sanace a její finanční ocenění je možno provést až na základě průzkumu, provedeného teprve po definitivním odstranění kalů a kalových výluhů v loži a stěnách hrází, protože v současnosti, kromě zásadního problému nepřístupnosti pro vzorkování, mohou být výsledky analýz vzorků tohoto materiálu ovlivněny (zkresleny) kaly a výluhy, které jsou nyní těženy, přičemž tento vliv bude po odtěžení kalů snížen.
- Míra kontaminace podzemní vody v nejbližším okolí zájmové lokality ionty NH_4 přesahuje limit C (MP) průměrně cca 5x, kontaminace zdrojů podzemní a povrchové vody, využívané potenciálními příjemci (studny, nádrž štěrkovny), související jednoznačně s areálem ČOV, nebyla prokázána.
- Zásobování potenciálně ohrožené oblasti pitnou vodou je zajištěno centrálním rozvodem, kvalita vody v rekreačně využívané štěrkovně, která je rovněž potenciálně ohrožená, je sledována KHS Karviná.
- Bylo kvantifikováno riziko, vztahující se k pobytu a činnosti dělníků, zajišťujících těžbu kalů. Společensky nepřijatelné riziko plyne z nebezpečí dermálního kontaktu s kalovými výluhy a z neúmyslného požití kalů a jejich výluhů s ohledem na vysoké koncentrace NH_4 . Je však třeba zdůraznit, že **toto riziko lze zásadním způsobem redukovat použitím ochranných pomůcek a řádným poučením pracovníků**.
- Bylo kvantifikováno riziko, plynoucí z přítomnosti iontů NH_4 v podzemní vodě a z možnosti kontaminace zdrojů podzemní vody - studní v části obce Vrbice a areálu vrbické štěrkovny, využívané k rekreačnímu koupání. Na základě dosud provedených průzkumných prací **nebyla prokázána společensky nepřijatelná míra rizika**. Riziko je dále účinně snižováno kontinuální kontrolou vody ve štěrkovně KHS Karviná.
- Areál se nachází na periférii Ostravy, v neobydlené, průmyslově využívané části, v sousedství dalších potenciálních zdrojů kontaminace.
- Budoucí využití lokality pro potřeby skládkování neumožní přímý potenciální vliv hodnoceného areálu na běžnou populaci (k tomuto problému se bude možno vyjádřit až na

základě znalostí o budoucím skládkovaném materiálu a jeho vlivu na okolí a na základě projektu konečné rekultivace území - předběžně zalesnění).

- V době průzkumných prací nebyla lokalita v dostatečné míře zpřístupněna pro průzkumné práce; některé výsledky (analýzy kalových výluhů a materiálu hrází a lože nádrží) jsou zkresleny vlivem prozatím nedotěžené deponie kalů - zdroje kontaminace, čímž by při kvantifikaci kubatur polutantů a následně návrhu sanace a finančním zhodnocení mohlo dojít k nepřijatelnému přecenění. Pro seriózní ocenění finanční náročnosti potenciálního sanačního zásahu je v tomto případě **obzvlášť nezbytná etapovitost** :

- **odtěžení kalů** (v současnosti probíhá)
- **odstranění výluhů z lože nádrží** - odhad množství - viz tabulka č.28
- **doprůzkum v areálu ČOV** - ocenění míry kontaminace hrází a lože nádrží, ověření závěrů o míře zasažení rostlého horninového profilu zejména v podloží K-1
- **rozhodnutí o nezbytnosti sanace antropogenního materiálu hrází** (event. lokálně rostlého materiálu - málo pravděpodobné)
- **po celou tuto dobu sledování kvality podzemní vody; monitoring by měl probíhat ještě alespoň 1 rok po ukončení těžby v případě, že nebude docházet k významným negativním změnám.** O sanaci podzemní vody (čerpání, ředění, stěna) uvažovat až v případě opodstatněného rizika - koncentrace NH_4 ve studních ve Vrbici po dobu alespoň 0,5 roku nad hranicí 30 mg/l; neúnosná míra zasažení vrbické šterkovny povede k zásahu KHS. I v tomto případě je však možno řešit situaci pasivním způsobem **ne u zdroje - ČOV, ale u příjemce** (náhradní zdroje užitkové vody, dočasný zákaz koupání). Tento postup je levnější než výše jmenované způsoby, protože je předpoklad samovolného odbourání NH_4 (zejména v povrchové vodě) a relativně rychlého vyplavení amonných iontů z kolektoru do Odry, přičemž zvýšení obsahu NH_4 v Odře by nemělo být nepřijatelné (vzhledem k ND 171/92 Sb.). Dalším důvodem je fakt, že kontaminace je již rozvěšená relativně daleko od areálu ČOV a po velké ploše, takže by nemělo smysl budovat nákladný sanační prvek typu např. podzemní bariéry bezprostředně u ČOV, kde již probíhá odstraňování primárního zdroje kontaminace a z velké míry předpokládáme přerušení infiltrace z nádrží do jejich podloží. Etický argument znehodnocení podzemní vody je méně významný s ohledem na dočasnost ovlivnění ionty NH_4 a zejména vzhledem ke dlouhodobější kontaminaci podzemní vody širšího území chloridy, lokálně i dalšími - závažnějšími polutanty (zejm. MCHS - kovy).

- **Maximální obsah iontů NH_4 v nenasycené zóně v podloží dna nádrží a materiálu hrází a dna nádrže by neměl být vyšší než 100 mg/kg (při této koncentraci by nemělo vylouhování NH_4 do podzemní vody způsobit zvýšení rizika na společensky nepřijatelnou míru - do 30 mg/l).** Dosavadním průzkumem v přístupné části dna K-2 nebyly zjištěny koncentrace, odporující tomuto požadavku. Z tohoto důvodu **prozatím nedoporučujeme sanační zásah** v rámci hrází a lože nádrží, ani rostlého podloží dna nádrží a podzemní či povrchové vody (kontaminovaná povrchová voda je průběžně vypouštěna do Odry). Za stěžejní a prioritní považujeme dokončení těžby kalů a odstranění kalových výluhů a průsakových vod, vázaných na antropogenní materiál a zahájení systematického monitoringu podzemní vody (zároveň s dobudováním systému monitorovacích vrtů, které budou využity i pro monitoring potenciálního vlivu budoucí

skládky TKO). Zároveň po osušení povrchu nádrže K-3 provést dozorkování sedimentu. Po ukončení těžby kalů provést doprůzkum zpřístupněných částí hrází a lože nádrží a rostlého podloží nádrží - viz dále - „doporučení“.

Tabulka č.28 - Odhad množství polutantů

Matrice	polutant	koncentrace použitá pro odhad množství polutantu	maximální odhadované množství polutantu	poznámka
podzemní voda	NH ₄	7 mg/l	cca 9 t	pro střední mocnost kolektoru 6 m, aktivní pórovitost 0,1 a kontaminovanou plochu 2 km ²
povrchová voda - rybník R-2	NH ₄ SO ₄ NEL	100 mg/l 2500 mg/l 0,7 mg/l	1,8 t 45 t 12,6 kg	počítáno pro objem cca 18E06 l vody; možno likvidovat řízeným vypouštěním do Bezejmenného potoka a do Odry (vpodstatě v současnosti probíhá)
hlušinový materiál hrází a lože nádrží **	NH ₄ b(a)pyren fenantren b(a)antracen naftalen	150 mg/kg 60 mg/kg 300 mg/kg 80 mg/kg 800 mg/kg	660 t 264 t 1320 t 352 t 3520 t	počítáno pro objem 2E06 m ³ materiálu a měrnou hmotnost 2,2 t/m ³
výluhy vázané na hlušinový materiál lože nádrží	NH ₄ naftalen * chrysen *	200 mg/l 200 ug/l 2 ug/l	29 t 8 kg 0,08 kg	pro objem výluhů 1,46E08 l pro objem výluhů 4E07 l (pouze pro nádrž K-1)
rostlá zemina v podloží nádrží	NH ₄ v podloží K-1 možné další polutanty	74 mg/kg	9 t	max. přípustná koncentrace je odhadována na 100 mg/l; tato hodnota nebyla v odebraných vzorcích (ve zpřístupněné části dna) překročena
sediment nádrže K-3 **	NH ₄	2,14 mg/kg	400-2000 kg	počítáno pro objem 75E03 m ³ materiálu a měrnou hmotnost 2,0 t/m ³

* stanoveno na základě starších výsledků

** odhad má orientační hodnotu (patrně nadhodnoceno), stanoveno na základě nedostatečného množství údajů (!!!), nezbytné provést doprůzkum.

S ohledem na výše uvedené doporučujeme :

- Zahájit systematický monitoring koncentrace iontů NH_4 a PAU v podzemní vodě v cílové oblasti - studních a štěrkovně, dále ve stávající vrtné síti v okolí ČOV, přičemž doporučujeme doplnit vrtnou síť o cca 2-3 vrty na přítokové straně cílové oblasti - Vrbice a rekonstruovat vrty H-3, H-5 a H-7 (prohloubení, pažení širším průměrem).

- Při těžbě kalů a po jejich ukončení důsledně odstranit kalové výluhy, které se po vytěžení kalů budou vázat na vrstvu cca 2-m mocné hlušinové navážky na dně nádrže

- Po odtěžení kalů ze zbytku dna nádrže K-2 provést orientační doprůzkum podloží dna nádrže (provést odběry zemin z podloží dna, do hloubky cca 2 m pod kontaktem rostlého terénu s antropogenní vrstvou), totéž podrobnějším způsobem po zpřístupnění dna nádrže K-1

- Provést systematický průzkum lože a smáčené části hrází nádrží s důrazem na PAU a NH_4 a navrhnout metodiku sanace tohoto materiálu

Výše uvedený navrhovaný postup včetně finančního odhadu je obsahem tabulky č.29.

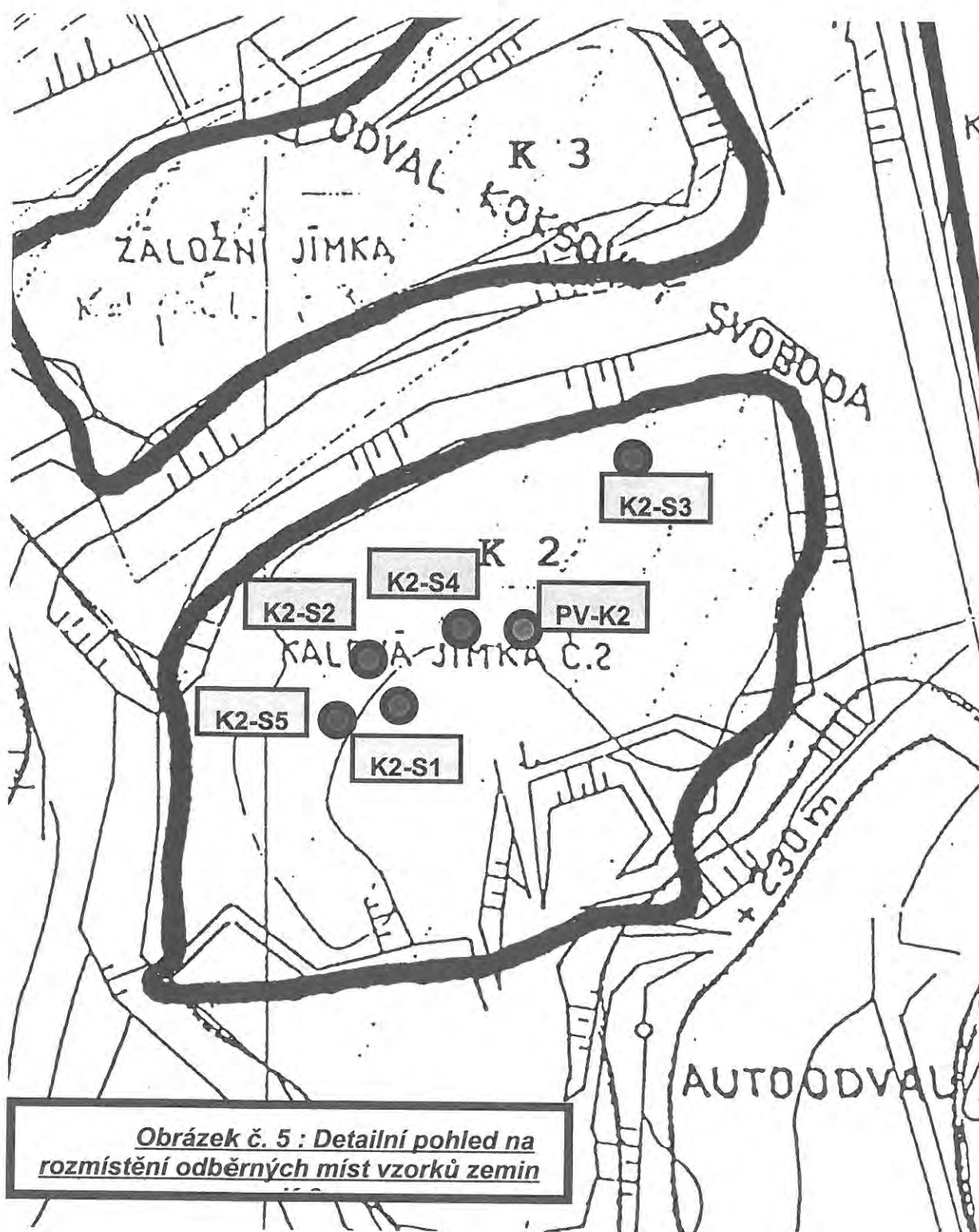
Tabulka č.29 - Návrh nápravných prací, finanční rozvaha

práce	rozsah	cena	poznámka
doplnění monitorovací sítě	3 vrty do hloubky cca 17 m : 51 m, rekonstrukce (obnovení) 3 vrtů do hl. 15 m : 45 m	134 400,-	k rekonstrukci navrženy vrty H-3, H-5 a H-7
doplnění monitorovací sítě - sled, řízení, zpracování	závěrečná zpráva	40 000,-	
monitoring podzemní a povrchové vody :			ceny uvedeny za kvartál - kvartální sledování chemismu a hladin ZCHR : zkrácený chem. rozbor
měření vzorkování	měření 20 objektů, vzorkování 15 objektů	20 000,-	
analytika vod	PAU (7), NH_4 (15), FN (10), BTX (7), PCB (4), NEL (10), ZCHR (15)	40 000,-	
vyhodnocení	kvartální zpráva	15 000,-	

Tabulka č.29 - Návrh nápravných prací, finanční rozvaha - pokračování

doplňková sondáž v podloží K-2	5 sond do hloubky 5 m : 25 m	15 000,-	
vzorkování analytika pevné	zemin, výluhy, 10 vzorků	25 000,-	10 NH4, 3 PAU, 3 NEL, 3 BTX, 5 FN, 1 PCB, 4 zrnitost
sondáž v podloží K-1	15 sond do hloubky 5 m : 75 m	45 000,-	
vzorkování analytika pevné	zemin, výluhy, 30 vzorků	75 000,-	30 NH4, 9 PAU, 9 NEL, 9 BTX, 15 FN, 3 PCB, 12 zrnitost
doplňková sondáž v nádrži K-3 v podloží	10 sond do hloubky 10 m : 100 m	60 000,-	
vzorkování analytika pevné	zemin, výluhy, 15 vzorků	37 500,-	15 NH4, 5 PAU, 4 NEL, 5 BTX, 8 FN, 2 PCB, 6 zrnitost
sondáž v hrázích a loži nádrží vč.rezervy	90 sond do hloubky 2- 15 m, celkem cca 600 m	360 000,-	
vzorkování, analytika výluhy, pevné, rezerva	150 vzorků	375 000,-	150 NH4, 50 PAU, 40 NEL, 50 BTX, 80 FN, 20 PCB, 60 zrnitost
zpracování, návrh sanace	zpráva	90 000,-	
případ neúnosně vysokého znečištění podzemní vody	pro cca 10 odběratelů ve Vrbici	?	Nejlevnější variantou patrně zajištění náhradních zdrojů užitkové vody v postižené části Vrbice po dobu výskytu nepříjemných koncentrací (přes 30 mg/l)
čerpání a likvidace výluhů z lože nádrže	pro objem výluhů 1,46E08 l	?	v úvahu připadá řízené vypouštění do R-2 a Bezejmenným potokem do Odry
dekontaminace hlušinového materiálu hrází a lože včetně průvodních prací (sled, řízení, ...)	2 000 000 m3 hlušinového materiálu, druh a intenzita kontaminace bude upřesněna průzkumem po uk ončení těžby kalů	V extrémním případě až 800 mil Kč	

**CENA DOPLŇKOVÝCH PRACÍ PO ZPŘÍSTUPNĚNÍ HRÁZÍ A DNA NÁDRŽÍ
VČETNĚ NÁVRHU DEKONTAMINACE MATERIÁLU HRÁZÍ A LOŽE : 1 310 000,- Kč**



SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

1. Balatka B. : Regionální členění reliéfu ČSR, Brno 1971
2. Bína J. : Malá encyklopedie chemie Praha, 1976
3. Czudek T. : Typologické členění reliéfu ČSR, Brno 1971
4. Červinka O., Dědek V., Ferles M. : Organická chemie Praha, 1982
5. Friedl D. : Chráněná území v České republice, Nakladatelství Informatorium, Praha 1991
6. Kohout P. : Transport těkavých organických látek horninovým prostředím v plynné fázi a skladování těchto látek atmogeochemickými metodami, Sborník Aktuální ekologické otázky 1996, BIJO TC, a.s., 1996
7. Macoun J. : Kvartér Ostravska a moravské brány, ÚÚG Praha 1965
8. MŽP ČR : Metodický pokyn odboru ekologických rizik a monitoringu ŽP ČR k hodnocení rizik, 1994
9. MŽP ČR : Ročenky „Životní prostředí České republiky“ 1994, 1995, MŽP ČR Praha
10. MŽP ČR : Metodické pokyny MŽP ČR k zajištění procesu nápravy starých ekologických zátěží, 1996
11. Olmer M. : Hydrogeologická rajonizace, Výzkumný ústav vodohospodářský, 1986
12. Polaňski A. : Geochémia, Bratislava 1977
13. Quitt N. : Klimatické oblasti ČSR, 1975
14. Rábl V. : Ropné látky - výroba, typy, vlastnosti, sborník BIJO, s.r.o., 1992
15. Šmolka M. : Heřmanice - odval, závěrečná hydrogeologického průzkumu, Paskov, 1994
16. Šmolka M. : Katastrální území Vrbice, Paskov, 1994
17. Šmolka M. : Vrbice-čerpací stanice, Paskov, 1996
18. Šmolka M. : OKD, důl Odra, o.z., hydrogeologický průzkum, Paskov, 1995
19. Šmolka M. : OKD, důl Odra, o.z., analýza rizika staré ekologické zátěže, Paskov, 1997
20. Tesař F., Dostál R. : Použití geofyzikálních metod při průzkumu skládek, kontaminovaných území a jejich sanací, Sborník: Aktuální ekologické otázky 1996, Bijo TC, a.s., 1996
21. ÚPIMO MMO: Územní plán města Ostravy, 1994
22. US EPA : Risk Assesment Guidance for Superfund Volume I, 1989
23. US EPA : Risk Assesment Guidance for Superfund Volume II, 1989
24. US EPA : Health effects assesment summary tables, 1994
25. US EPA : Databáze IRIS, 1997
26. US EPA : Exposure Factors Handbook, 1990
27. US EPA : Praktical Guide Ground-Water Sampling, 1985
28. US EPA : Groud Water, Volume I: Groud Water and Contamination, 1990
29. Vít V., Kantor Č. : Demostrační projekt odhadu zdravotních rizik ze starých zátěží Karolina Ostrava, 1995
30. Vlček V. : Regiony povrchových vod ČSR, 1971