

Je třeba konstatovat, že toto se podařilo jen částečně a u několika vrtů přes výše zmíněnou vysokou čerpanou vydatnost se to nepodařilo vůbec. Zde je třeba uvést, že u všech nově provedených vrtů s výjimkou vrtu HK-20 (odhadovaná vydatnost - do $1,0 \text{ l.s}^{-1}$) se jedná o hydrogeologické objekty s velmi vysokou vydatností cca $5 - 10 \text{ l.s}^{-1}$, kdy vydatnost vrtů HK-23, HK-12 a především HK-14 je pravděpodobně ještě vyšší. Dokresluje to např. informace z vrtu HK-14, kdy po 24 hodinovém čerpání o vydatnosti $3,5 \text{ l.s}^{-1}$ poklesla ustálená hladina podzemní vody pouze o 0,72 m.

Koeficienty filtrace získané z jednotlivých objektů v průběhu karotážního měření jsou uvedeny v tabulce č. 29.

Nevyrovnané tlakové poměry v rámci regionální zvodně dokumentují vzájemnou izolovanost zvodněných poloh, danou polohami izolátorů a poloizolátorů ve vertikálním a často i horizontálním směru, což je dáno faciálními přechody a tektonickým porušením pánevních sedimentů. Lze předpokládat, že v zájmové oblasti budou tektonické linie s ohledem na rozdílné tlakové poměry ve zvodních plnit převážně funkci hydraulických bariér.

V následující tabulce č. 28 jsou uvedeny výsledky zaměření hladiny podzemní vody ve sledovaných HG objektech použitých pro zpracování přílohy č. 3.

Tabulka č. 28 - Zaměření hladiny podzemní vody ve sledovaných HG objektech

objekt	datum záměru	souřadnice Z (m n.m. - od OB)	ust. hl.p.v. (m n.m. - od OB)	výškový rozdíl OB a terénu (m)
HK10	16.7.2010	416,54	405,22	0,45
HK12	16.7.2010	417,65	405,24	0,43
HK14	16.7.2010	410,82	398,70	0,70
HK15	16.7.2010	404,97	400,96	0,66
HK20	16.7.2010	397,50	394,43	0,40
HK22	16.7.2010	434,81	406,29	0,50
HK23	16.7.2010	424,95	408,71	0,91
KAH1	19.7.2010	431,39	392,98 (čerpáno)	1,00
KAH2	7.6.2010	417,85	407,62	0,62
vrt č.11	7.6.2010	438,57	402,45	0,00
vrt č.7	7.6.2010	426,45	406,35	0,00
HJ5	16.7.2010	420,35	406,29	0,83
HJ5A	16.7.2010	420,40	414,00	0,85
HJ6	16.7.2010	431,93	412,57	1,03
HJ7	16.7.2010	430,03	407,23	0,50
AGARICUS HV-1	7.6.2010	429,16	406,87	0,00
HJ 3	19.7.2010	419,00	409,78	0,79
HJ 8	16.7.2010	422,10	412,62	0,30
HJ 9	19.7.2010	429,50	406,73	0,54
HJ 10	19.7.2010	427,60	406,85	0,77
HVA 1	7.6.2010	428,43	411,63	0,38
HVA 2	8.6.2010	426,03	408,28	0,40
HVA 3	8.6.2010	422,72	405,83	0,34
HVA 4	8.6.2010	417,18	405,25	0,35
HVA 5	8.6.2010	420,72	408,00	0,38
vrt č.12	7.6.2010	455,00	406,18	0,00
HB-5	8.6.2010	454,51	406,29	0,00
vrtč.2	7.6.2010	426,50	406,88	0,00
vrt č.9	7.6.2010	425,00	405,13	0,00

Tabulka č. 29 - Koeficienty filtrace - karotážní měření

objekt	hloubka vrtu (m)	čerpané množství (l.s ⁻¹)	snížení (m od OB)	koeficient filtrace (m.s ⁻¹)
HK10	60	3,5	5,95	1,5·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 2,0·10 ⁻⁵ pouze kolektor. horniny
HK12	80	3,0	1,02	4,0·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 1,0·10 ⁻⁴ pouze kolektor. horniny 3,0·10 ⁻⁴ pouze svrchní kolektor
HK14	45	3,5	0,72	1,5·10 ⁻⁴ celý zvodnělý úsek vrtu 3,0·10 ⁻⁴ pouze kolektor. horniny
HK15	57	3,0	3,80	1,5·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 3,0·10 ⁻⁵ pouze kolektor. horniny
HK22	80	1,6	3,56	9,0·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 1,5·10 ⁻⁵ pouze kolektor. horniny
HK23	80	3,5	1,5	3,5·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 6,0·10 ⁻⁵ pouze kolektor. horniny
KAH2	75	0,4	0,7	1,0·10 ⁻⁵ celý zvodnělý úsek vrtu 2,0·10 ⁻⁵ pouze kolektor. horniny

Poznámka: OB - odměrný dob, kterým byl okraj pažnic jednotlivých hydrogeologických objektů, případně úroveň terénu.

Nad rámec původního prováděcího projektu bylo rozhodnuto o provedení střednědobé čerpací zkoušky na vrtu HK-12, jejímž cílem bylo ověření vývoje chemismu podzemní vody po období delšího využívání vrtu. Čerpací zkouška probíhala po dobu 10 dnů, při vydatnosti 3,1 l.s⁻¹. Hladina podzemní vody v průběhu čerpací zkoušky zaklesla z hloubkové úrovně 12,43 m od odměrného bodu (okraj ocelové pažnice) na úroveň hladiny 14,55 m, kde se prakticky ustálila. Celkové snížení tak představuje hodnotu 2,12 m.

Podle tabulky „Klasifikace propustnosti hornin“ (Jetel J., 1973) můžeme zařadit horninové prostředí v zájmovém území do třídy III až IV mezi horniny dosti silně propustné až horniny mírně propustné. Získané koeficienty filtrace odpovídají dostupným údajům z čerpacích zkoušek na vrtech KaH-1, KaH-2 a HV-1 (AGARIKUS).

2.2.2.3 Znečištění horninového prostředí

Spektrum provedených analýz vzorků navážek a zemin vycházelo z údajů o způsobu a charakteru činnosti v prostoru zájmového území v minulosti. Certifikáty všech provedených analýz vzorků zemin z mělkých sond S-1 až S-10 a dnových sedimentů (značených OS1 až OS7) jsou uvedeny v příloze č. 15.

Uhlovodíky C10-C40

Následující tabulka č. 30 uvádí analyticky zjištěné obsahy uhlovodíků C10-C40 ze vzorků zemin odebraných ze sond S-1 až S-10. V případě uhlovodíků C10-C40, které nejsou uvedeny v MP MŽP, je pro potřeby tohoto hodnocení za hranici významného znečištění (HVZ) považována koncentrace 2000 mg.kg⁻¹. Za hladinu významného znečištění je v případě uhlovodíků C10-C40 považováno překročení dvojnásobku kritéria C_{prům} MP MŽP. Tato limitní koncentrace byla zvolena z důvodu kontaminace méně mobilními motorovými oleji viz. příloha č. 15. Pro případ návrhu nápravného opatření spojeného s odtěžením kontaminovaných zemin, tzn. odhadnutí způsobu nakládání s takto případně vzniklými odpady, bylo dále provedeno orientační hodnocení zjištěných koncentrací s hodnotami stanovenými Vyhláškou č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich

využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady.

Tabulka č. 30 - Výsledky analýz uhlovodíků C10-C40 v zeminách a ve výlužích

označení vzorku	hloub. úroveň	uhlovod. C10-C40	uhlovod. C10-C40	označení vzorku	hloub. úroveň	uhlovod. C10-C40	uhlovod. C10-C40
	m	mg.kg ⁻¹	mg.l ⁻¹		m	mg.kg ⁻¹	mg.l ⁻¹
HVZ -2xkritérium C _{prům}		2000	2,0	HVZ -2xkritérium C _{prům}		2000	2,0
Vyhl. 294/2005 Sb		300^{a)}/500^{b)}	-	Vyhl. 294/2005 Sb		300^{a)}/500^{b)}	-
S-1	0,0 - 1,0	910	-	S-6	0,0 - 1,0	<100	<0,1
S-1	1,0 - 2,0	4300	<0,1	S-6	1,0 - 2,0	<100	-
S-2	0,0 - 1,0	<100	-	S-7	0,0 - 1,0	<100	-
S-2	1,0 - 2,0	<100	-	S-7	1,0 - 2,0	<100	-
S-3	0,0 - 1,0	<100	<0,1	S-8	0,0 - 1,0	180	-
S-3	1,0 - 2,0	<100	<0,1	S-8	1,0 - 2,0	180	-
S-4	0,0 - 1,0	<100	<0,1	S-9	0,0 - 1,0	<100	-
S-4	1,0 - 2,0	<100	-	S-9	1,0 - 2,0	<100	-
S-5	0,0 - 1,0	<100	0,18	S-10	0,0 - 1,0	<100	-
S-5	1,0 - 2,0	<100	-	S-10	1,0 - 2,0	<100	-

a) Limitní hodnota (maximální přípustná) Vyhl. 294/2005 Sb. pro odpady, které mohou být využívány na povrchu terénu (tab. č. 10.1. Vyhl. č. 294/2005 Sb.)

b) Limitní hodnota (maximální přípustná) Vyhl. 294/2005 Sb. pro odpady, které smějí být ukládány na skládky skupiny S - IO (inertní odpad) (tab. č. 4.1. Vyhl. č. 294/2005 Sb.)

Významná kontaminace horninového prostředí v hloubkové úrovni 0 - 1,0 m, stejně jako v úrovni 1,0 - 2,0 m pod terénem uhlovodíky C10-C40 byla zjištěna pouze v sondě S-1 situované v celém profilu v navážkách typu popelovin, zbytků uhlí a písčitých stavebních odpadů (umístění viz příloha č. 2). Jednalo se o jednu ze sond, která zastihla lokální zvodnění ryze srážkového původu vázané na propustné navážky s hladinou v hloubkové úrovni 1,5 m.

V ostatních vzorcích zeminy v obou hloubkových úrovních byly zjištěny koncentrace uhlovodíků C10-C40 pod mezí detekce analytické metody, případně koncentrace uhlovodíků C10-C40 nepřekračující 300 mg.kg⁻¹.

V uvedené tabulce č. 30 jsou mimo obsahy uhlovodíků C10-C40 v sušině ve vybraných vzorcích uvedeny obsahy uhlovodíků C10-C40 ve výluhu. Vyšší hodnoty uhlovodíků C10-C40 ve výluhu byly zjištěny pouze u sondy S-5 (0,18 mg.l⁻¹) a to v hloubkové úrovni 0,0 - 1,0 m. U ostatních sledovaných vzorků nebyla překročena mez stanovitelnosti uhlovodíků C10-C40 ve výluhu.

V případě výluhových testů nelze vyloučit vliv nerovnoměrné distribuce znečištění v horninovém prostředí, kdy podstatná část kontaminace může být v nezpěvněných horninách (navážky) soustředěna v propustnějších polohách, často rozdílných mocností.

Pro případ návrhu nápravného opatření spojeného s odtěžbou kontaminovaných zemín bylo provedeno orientační zhodnocení zjištěných koncentrací s hodnotami stanovenými Vyhláškou č. 294/2005 Sb. K překročení nejvyšší přípustné koncentrace uhlovodíků C10-C40 pro odpady, které nesmějí být ukládány na skládku skupiny S - inertní odpad došlo pouze ve vzorcích z obou hloubkových horizontů odebraných ze sondy S-1.

Nepolární extrahovatelné látky (NEL)

Následující tabulka č. 31 uvádí zjištěné koncentrace NEL v porovnání s kritérii B a $C_{prům}$. MŽP. Analýzy na zjištění obsahu NEL byly provedeny na 5 vybraných vzorcích zemin odebraných z mělkých sond řady S.

Tabulka č. 31 - Výsledky analýz NEL v zeminách

Označení vzorku	Hlubková úroveň (m p.t.)	Obsah NEL ($mg.kg^{-1}$ suš.)
kritérium B		400
kritérium C $_{prům}$		1000
S-1	0,0 - 1,0	1300
S-3	0,0 - 1,0	120
S-5	0,0 - 1,0	56
S-7	1,0 - 2,0	<50
S-9	0,0 - 1,0	<50

Z uvedené tabulky je zřejmé, že jediné překročení kritéria $C_{prům}$ MŽP pro NEL bylo zjištěno u sondy S-1 v hloubkové úrovni 0,0 - 1,0 m. Výsledek koresponduje s výsledky analýz uhlovodíků C10-C40. Na žádném jiném z analyzovaných vzorků nebyly zjištěny obsahy NEL dosahující kritérium B MP MŽP.

Kvalitativní stanovení ropných uhlovodíků bylo provedeno na jednom vytipovaném vzorku zemin odebraném z mělké sondy S-1 v hloubkovém horizontu 1,0 až 2,0 m. Tento vzorek byl zvolen na základě výsledků získaných z analýz uhlovodíků C10-C40. Z chromatografického záznamu lze usuzovat, že se jedná o znečištění biologicky zdegradovaným (např. motorovým) olejem. Je předpoklad, že kontaminace RU v této sondě nemá přímou souvislost s výrobní činností v areálu chemických závodů, ale jedná se o bodové znečištění způsobené nedisciplinovaností některého ze zaměstnanců při manipulaci s RU.

Celkový organický uhlík (TOC)

Následující tabulka č. 32 uvádí zjištěné hodnoty TOC pro určení sorpčních vlastností zeminy ze 4 vybraných vzorků zemin odebraných z mělkých sond řady S.

Tabulka č. 32 - Výsledky analýz TOC v zeminách

Označení vzorku	Hlubková úroveň (m p.t.)	Obsah TOC ($g.kg^{-1}$ suš.)
S-3	0,0 - 1,0	86,7
S-3	1,0 - 2,0	153
S-10	0,0 - 1,0	23,9
S-10	1,0 - 2,0	<1

Zjištěné koncentrace TOC v zeminách se dle uvedených výsledků výrazně liší v různých hloubkách průzkumných sond. To je dáno především charakterem zastižených navážek. Tento parametr indikuje přítomnost organického znečištění. Výsledky budou využity při zpracování modelu šíření kontaminace v horninovém prostředí.

Těžké kovy - TK

Následující tabulka č. 33 uvádí zjištěné koncentrace vybraných těžkých kovů porovnané s kritérii B a $C_{prům}$. Metodického pokynu MŽP pro vzorky odebrané ze sond S-1 až S-10.

Tabulka č. 33 - Výsledky analýz těžkých kovů v zeminách (sondy S-1 až S-10)

Označení vzorku	Hloubková úroveň	chrom (6+)	antimon	arsen	baryum	beryllium	cin	chrom	kadmium	kobalt	měď	molybden	nikl	olovo	rtuť	vanad	zinek
krit.B		12	25	65	900	15	200	450	10	180	500	50	180	250	2,5	340	1500
HVZ- krit. $C_{prům}$		50	80	140	2800	30	600	1000	30	450	1500	240	500	800	20	550	5000
	m p.t.	mg.kg ⁻¹															
S-1	0,0 - 1,0	<0,2	49,6	183	229	<1,0	27,0	58,7	0,63	9,5	53,8	5,8	21,3	3100	14,4	19,4	107
S-1	1,0 - 2,0	<0,2	28,7	451	140	<1,0	198	11,5	<0,50	<5,0	26,9	<5,0	8,9	3480	47,7	5,8	53,7
S-2	0,0 - 1,0	<0,2	18,2	347	222	6,5	8,4	29,6	1,16	20,8	146	14,1	202	2580	5,15	45,7	672
S-2	1,0 - 2,0	<0,2	<10,0	158	64,9	9,3	8,6	24,2	3,43	28,5	247	45,3	97,7	255	2,95	60,3	265
S-3	0,0 - 1,0	<0,2	339	1080	355	1,7	95,2	35,2	<0,50	21,3	257	8,4	77,3	3510	10,3	26,2	1150
S-3	1,0 - 2,0	<0,2	93,1	9370	81,9	4,1	45,2	35,3	<0,50	12,7	564	7,9	32,8	60,6	0,391	94,5	99,7
S-4	0,0 - 1,0	<0,2	27,6	382	262	<1,0	7,2	41,6	0,71	12,7	528	<5,0	14,9	5900	142	12,5	366
S-4	1,0 - 2,0	0,4	35,4	566	466	<1,0	7,6	19,4	<0,50	10,3	438	<5,0	16,6	3640	167	10,2	174
S-5	0,0 - 1,0	<0,2	94,7	478	349	<1,0	77,6	111	38,9	5,7	175	<5,0	60,9	7350	25,7	19,9	466
S-5	1,0 - 2,0	<0,2	<10,0	95,9	69,5	<1,0	5,5	50,9	4,15	<5,0	15,4	<5,0	23,2	148	1,30	32,2	<5,0
S-6	0,0 - 1,0	<0,2	<10,0	11,6	37,0	<1,0	<5,0	104	<0,50	27,7	41,8	<5,0	60,0	13,7	0,243	47,2	21,9
S-6	1,0 - 2,0	0,3	<10,0	28,9	76,6	1,5	<5,0	37,3	<0,50	15,0	26,4	<5,0	29,5	80,3	0,271	52,7	39,6
S-7	0,0 - 1,0	<0,2	<10,0	27,3	98,3	2,4	<5,0	35,3	<0,50	8,1	29,4	<5,0	22,0	160	0,238	39,5	79,4
S-7	1,0 - 2,0	<0,2	<10,0	68,9	84,7	<1,0	7,7	9,4	<0,50	5,1	39,1	<5,0	5,1	305	0,105	10,6	50,2
S-8	0,0 - 1,0	<0,2	167	3480	67,6	<1,0	43,8	281	<0,50	5,6	316	5,9	10,9	8620	38,7	17,8	175
S-8	1,0 - 2,0	<0,2	147	2230	157	<1,0	31,3	36,5	<0,50	<5,0	96,6	<5,0	5,9	3940	23,7	<5,0	205
S-9	0,0 - 1,0	<0,2	<10,0	39,0	84,1	1,6	<5,0	17,4	1,62	9,0	24,1	<5,0	14,2	70,7	0,440	22,8	128
S-9	1,0 - 2,0	0,2	<10,0	24,2	35,2	<1,0	<5,0	6,8	<0,50	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	43,8	0,320	6,6	15,2
S-10	0,0 - 1,0	<0,2	<10,0	45,0	146	1,7	<5,0	33,6	1,04	16,1	42,7	<5,0	81,2	149	0,935	28,9	133
S-10	1,0 - 2,0	1,4	<10,0	6,1	55,6	<1,0	<5,0	16,6	<0,50	<5,0	8,0	<5,0	10,6	10,2	0,147	20,4	25,1

Při porovnání analyzovaných koncentrací těžkých kovů s kritérii Metodického pokynu MŽP lze konstatovat, že limitní koncentrace $C_{prům}$ MŽP v případě těžkých kovů byly překročeny v případě antimonu (Sb), arsenu (As), kadmia (Cd), olova (Pb) a rtuti (Hg).

K překročení limitní koncentrace $C_{prům}$ MŽP u antimonu (Sb) došlo v obou hloubkových horizontech sondy S-3 (339 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 93,1 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m). Dále se jednalo o sondu S-5 v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m (94,7 mg.kg⁻¹) a sondu S-8 v obou hloubkových horizontech (167 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 147 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m).

K velmi výrazným (až řádovým) překročením došlo v případě porovnávání limitní koncentrace $C_{prům}$ MŽP u arsenu (As) a to v obou hloubkových horizontech sondy S-1 (183 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 451 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m). Dále se jednalo a sondu S-2 v obou hloubkových horizontech (347 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 158 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m), sondu S-3 v obou hloubkových horizontech (1080 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 9370 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m), sondu S-4 v obou hloubkových horizontech (382 mg.kg⁻¹ v úseku 0,0 - 1,0 m a 566 mg.kg⁻¹ v úseku 1,0 - 2,0 m), sondu S-5 v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m (478 mg.kg⁻¹) a

sondu S-8 v obou hloubkových horizontech (3480 mg.kg^{-1} v úseku 0,0 - 1,0 m a 2230 mg.kg^{-1} v úseku 1,0 - 2,0 m).

Pouze v jediném případě bylo zjištěno překročení limitní koncentrace $C_{\text{prům}}$ MŽP u kadmia (Cd) a to v sondě S-5 ($38,9 \text{ mg.kg}^{-1}$) v hloubkovém intervalu 0,0 - 1,0 m.

Velmi výrazná byla překročení v případě porovnávání limitní koncentrace $C_{\text{prům}}$ MŽP u olova (Pb) a to v obou hloubkových horizontech sondy S-1 (3100 mg.kg^{-1} v úseku 0,0 - 1,0 m a 3480 mg.kg^{-1} v úseku 1,0 - 2,0 m). Dále se jednalo a sondu S-2 v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m (2580 mg.kg^{-1}), sondu S-3 také v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m (3510 mg.kg^{-1}), sondu S-4 v obou hloubkových horizontech (5900 mg.kg^{-1} v úseku 0,0 - 1,0 m a 3640 mg.kg^{-1} v úseku 1,0 - 2,0 m), sondu S-5 v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m (7350 mg.kg^{-1}) a sondu S-8 v obou hloubkových horizontech (8620 mg.kg^{-1} v úseku 0,0 - 1,0 m a 3940 mg.kg^{-1} v úseku 1,0 - 2,0 m).

K velmi výraznému překročením došlo v případě porovnávání limitní koncentrace $C_{\text{prům}}$ MŽP u rtuti (Hg) a to v hloubkovém horizontu 1,0 - 2,0 v případě sondy S-1 ($47,7 \text{ mg.kg}^{-1}$). Dále se jednalo o oba hloubkové horizonty sondy S-4 (142 mg.kg^{-1} v úseku 0,0 - 1,0 m a 167 mg.kg^{-1} v úseku 1,0 - 2,0 m), sondu S-5 v hloubkovém horizontu 0,0 - 1,0 m ($25,7 \text{ mg.kg}^{-1}$) a sondu S-8 v obou hloubkových horizontech ($38,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ v úseku 0,0 - 1,0 m a $23,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ v úseku 1,0 - 2,0 m).

Zvýšené obsahy těžkých kovů byly ověřeny v severní části areálu OMGD, s.r.o. a jsou vázány především v navážkách tvořených převážně popelovinami, stavební sutí a zbytky z loužení kyzových břidelic, případně v přímém podloží navážkových materiálů, které historicky sloužily pro vyrovnávání terénu.

Tabulka č. 34 uvádí zjištěné koncentrace vybraných těžkých kovů porovnané s kritérii B a $C_{\text{prům}}$. Metodického pokynu MŽP pro vzorky dnových sedimentů značené OS1 až OS7 odebraných v povodí Kaznějovského potoka a jeho přítoků (viz příloha č. 2).

Pro doplnění získaných informací byly výsledky rozborů dnových sedimentů OS1 až OS7 porovnány s limitními hodnotami rizikových prvků a rizikových látek dle přílohy č. 1 vyhlášky č. 257/2009 Sb. (Vyhláška o používání sedimentů na zemědělské půdě).

Tabulka č. 34 - Výsledky analýz těžkých kovů v sedimentech (OS1 až OS7)

Označení vzorku	Hloubková úroveň	chrom (6+)	antimon	arsen	baryum	beryllium	cin	chrom	kadmium	kobalt	měď	molybden	nikl	olovo	rtuť	Vanad	zinek
krit.B		12	25	65	900	15	200	450	10	180	500	50	180	250	2,5	340	1500
HVZ- krit. $C_{\text{prům}}$		50	80	140	2800	30	600	1000	30	450	1500	240	500	800	20	550	5000
vyhláška č.257/2009 Sb.				30		5		200	1	30	100		80	100	0,8	180	300
	m p.t.	mg.kg ⁻¹ sušiny															
OS1	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	<5,0	45,6	<1,0	<5,0	4,5	<0,50	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<5,0	<0,1	<5,0	<5,0
OS2	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	<5,0	33,4	<1,0	<5,0	4,0	<0,50	<5,0	5,8	<5,0	<5,0	6,7	0,124	5,6	18,8
OS3	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	19,0	155	<1,0	<5,0	38,5	<0,50	8,2	45,4	<5,0	26,1	47,5	0,301	40,3	93,3
OS4	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	29,9	150	<1,0	<5,0	557	2,01	28,6	159	24,3	146	92,1	0,605	55,4	244
OS5	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	58,2	211	1,1	<5,0	1070	4,70	76,2	684	47,5	326	148	0,860	74,0	382
OS6	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	13,2	271	6,1	<5,0	33,7	13,3	93,7	460	<5,0	170	34,5	0,505	30,6	3870
OS7	0,0 - 0,1	<0,2	<10,0	<5,0	33,1	<1,0	<5,0	20,4	<0,50	<5,0	11,9	<5,0	6,8	7,2	0,206	9,0	64,1

Z odebraných vzorků dnových sedimentů je zřejmé, že kontaminací antropogenního původu je postižena především drobná vodoteč protékající při jižním okraji zájmového území.

Tato vodoteč pramení prakticky pod patou skládky průmyslových odpadů v areálu OMGD, s.r.o. a jsou do ní zaústěny odpadní vody vytékající z ČOV v areálu závodu.

Tuto vodoteč tak reprezentují odběrná místa na **profilech 3, 4 a 5. Profil 3** (označení vzorku OS3) charakterizuje požadové hodnoty v této části území (v prostoru drobné občasné vodoteče - nepodařilo se provést hydrometrické měření ani odběr vzorku povrchových vod) před vstupem do jižní části areálu OMGD, s.r.o.

Profil 4 (označení vzorku OS4) charakterizuje dnové sedimenty z vodoteče za výstupem z areálu OMGD, s.r.o. a zde je již patrné překročení kritéria B MŽP u celkového chromu (Cr).

Nejvýraznější zjištěná kontaminace dnových sedimentů vodoteče se pak projevuje na **profilu 5** (označení vzorku OS5 - propustek před areálem provozu APOLLO s.r.o. Kaznějov). Zde bylo překročeno kritérium $C_{prům}$ MŽP u celkového chromu (Cr) a byly překročeny kritéria B MŽP u mědi (Cu) a niklu (Ni).

Území vlastního Kaznějovského potoka reprezentované **profily 1** (vzorek dnových sedimentů - OS1) a **2** (vzorek dnových sedimentů - OS2) nevykazují výraznější zvýšení sledovaných hodnot a to přesto, že jsou v obou případech ovlivněny odpadní vodou z ČOV těžebního a úpravárenského areálu Kaznějov společnosti LB MINERALS, s.r.o.

Zajímavým je **profil 6** (vzorek dnových sedimentů - OS6) reprezentující drobnou bezejmennou vodoteč protékající při východním okraji zájmového území. Tato vodoteč vytékající z rybníka Vátinka protéká pod mohutnými navážkami v prostoru „staré továrny“ (pravobřežní část), kde probíhala výroba kyseliny sírové z dovážených kyzových břidlic a vlévá se v SV části zájmového území do Kaznějovského potoka. V levobřežní části této vodoteče nad silnicí Kaznějov - Obora probíhala zároveň jedna z místních hlubinných těžeb černého uhlí existující pravděpodobně separátně od dolu David (areál OMGD, s.r.o.).

Vzorek OS6 odebraný před soutokem s Kaznějovským potokem vykazuje překročení kritéria B MŽP u kadmia (Cd) a zinku (Zn) a zároveň výrazněji zvýšené obsahy především u niklu (Ni) a mědi (Cu). Zvýšené obsahy těžkých kovů v dnových sedimentech na této vodoteči mají pravděpodobně původ z historických navážek po loužení kyzových břidlic v prostoru „staré továrny“, případně se může jednat o průsaky v přípovrchové zóně z prostoru vytěženého černouhelného dolu.

Vzorek sedimentů OS7 odebraný z Kaznějovského potoka po soutoku všech zájmových vodotečí a pod zaústěním městské ČOV Kaznějov, reprezentující celé zájmové povodí nevykazuje žádné zvýšení sledovaných hodnot.

V následující tabulce č. 35 jsou pro případný odhad šíření znečištění uvedeny a porovnány obsahy těžkých kovů ve vybraných vzorcích horninového prostředí v sušině i ve výluhu. Celkem 6 vzorků výluhu zemin bylo realizováno ze vzorků odebraných z mělkých sond řady S.

Tabulka č. 35 - Výsledky analýz těžkých kovů v zeminách a ve výluhu

Označení vzorku	Hloubková úroveň	jednotka	chrom (6+)	antimon	arsen	baryum	beryllium	cín	chrom	kadmium	kobalt	měď	molybden	nikl	olovo	rtuť	vanad	zinek	
třída vyluhovat. I			-	0,006	0,05	2,0	-	-	0,05	0,004	-	0,2	0,05	0,04	0,05	0,001	-	0,4	
třída vyluhovat. IIa			-	0,5	2,5	30,0	-	-	7,0	0,5	-	10,0	3,0	4,0	5,0	0,2	-	20,0	
	m p.t.																		
S-1	1,0 - 2,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	28,7	451	140	<1,0	198	11,5	<0,50	<5,0	26,9	<5,0	8,9	3480	47,7	5,8	53,7	
S-1	1,0 - 2,0	mg.l ⁻¹	-	-	0,011	0,064	0,0017	-	<0,005	0,003	0,045	0,061	<0,020	0,120	4,41	<0,0003	<0,010	1,26	
S-3	0,0 - 1,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	339	1080	355	1,7	95,2	35,2	<0,50	21,3	257	8,4	77,3	3510	10,3	26,2	1150	
S-3	0,0 - 1,0	mg.l ⁻¹	-	-	0,016	0,044	0,0005	-	<0,005	<0,003	0,113	0,032	<0,020	0,923	0,201	<0,0003	<0,010	0,291	
S-3	1,0 - 2,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	93,1	9370	81,9	4,1	45,2	35,3	<0,50	12,7	564	7,9	32,8	60,6	0,391	94,5	99,7	
S-3	1,0 - 2,0	mg.l ⁻¹	-	-	0,105	0,007	0,0077	-	0,012	<0,003	0,086	1,36	<0,020	0,564	<0,010	<0,0003	<0,010	0,499	
S-4	0,0 - 1,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	27,6	382	262	<1,0	7,2	41,6	0,71	12,7	528	<5,0	14,9	5900	142	12,5	366	
S-4	0,0 - 1,0	mg.l ⁻¹	-	-	<0,010	0,010	0,0041	-	<0,005	<0,003	0,100	2,83	<0,020	0,074	3,72	0,0024	<0,010	0,417	
S-5	0,0 - 1,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	94,7	478	349	<1,0	77,6	111	38,9	5,7	175	<5,0	60,9	7350	25,7	19,9	466	
S-5	0,0 - 1,0	mg.l ⁻¹	-	-	<0,010	0,055	<0,0001	-	0,011	0,342	0,023	<0,010	<0,020	0,359	2,37	<0,0003	<0,010	0,021	
S-6	0,0 - 1,0	mg.kg ⁻¹	<0,2	<10,0	11,6	37,0	<1,0	<5,0	104	<0,50	27,7	41,8	<5,0	60,0	13,7	0,243	47,2	21,9	
S-6	0,0 - 1,0	mg.l ⁻¹	-	-	0,355	0,028	0,0018	-	0,020	0,007	0,011	0,423	<0,020	0,024	2,95	<0,0003	<0,010	0,305	

Z uvedeného je patrné, že ve výluzech odebraných vzorků zeminy byly relativně nízké koncentrace a to i v případě zvýšených obsahů v pevné fázi. Jako srovnávací hodnoty byly použity limitní hodnoty třídy I a IIa stanovené tab. 2.1 (přílohy č. 2) Vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Z uvedených výsledků v tabulce č. 35 je zřejmé, že výluhové testy neprokázaly zvýšené uvolňování sledovaných polutantů z odebraných vzorků. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že odebrané vzorky z jednotlivých sond splňují podmínky sloupce IIa, uvedené v příloze č. 2 k vyhlášce č. 294/2005 Sb. Zastížené zeminy nevykazují přítomnost sledovaných polutantů ve zvýšených koncentracích a lze jej uložit na skládce skupiny S - ostatní odpad (S-001).

Výluhová zkoušky vrtného jádra z monitorovacích vrtů

Kromě sledování absolutních obsahů potenciálních kontaminantů v horninovém prostředí byl z vrtného výnosu z monitorovacích vrtů řady HK odebrán směsný vzorek k provedení laboratorních analýz ve výluhu. Jeho hlavním účelem bylo posoudit možnost dalšího nakládání s vrtným jádrem při jeho odstranění.

Rozsah provedených analýz vycházel z požadavků Vyhlášky č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady. Tabulka č. 36 uvádí výsledky výluhové zkoušky provedené ze směsného vzorku vrtných jader. Jako srovnávací hodnoty byly použity limitní hodnoty třídy I, IIa, IIb a III stanovené tab. 2.1 (přílohy č. 2) Vyhlášky č. 294/2005 Sb.

Tabulka č. 36 - Výsledky výluhové zkoušky - vrtné jádro - směsný vzorek

rozbor vodního výluhu:	jednotka	vrtné jádro - směsný vzorek	Limitní hodnota třídy vyluhovatelnosti			
			tř. I	tř. IIa	tř. IIb	tř. III
DOC (rozpuštěný orga. kyslík)	mg.l ⁻¹	11	50	80	80	100
fenoly	mg.l ⁻¹	<0,01	0,1	-	-	-
fluoridy	mg.l ⁻¹	<0,20	1	30	15	50
rozpuštěné látky (RL)	mg.l ⁻¹	<10	400	8000	6000	10000
arzen	mg.l ⁻¹	<0,01	0,05	2,5	0,2	2,5
baryum	mg.l ⁻¹	0,012	2	30	10	30
kadmium	mg.l ⁻¹	<0,003	0,004	0,5	0,1	0,5
rtuť	mg.l ⁻¹	<0,0003	0,001	0,2	0,02	0,2
nikl	mg.l ⁻¹	<0,006	0,04	4	1	4
olovo	mg.l ⁻¹	<0,01	0,05	5	1	5
antimon	mg.l ⁻¹	<0,002	0,006	0,5	0,07	0,5
selen	mg.l ⁻¹	<0,01	0,01	0,7	0,05	0,7
zinek	mg.l ⁻¹	0,276	0,4	20	5	20
molybden	mg.l ⁻¹	<0,02	0,05	3	1	3

Z uvedených výsledků v tabulce č. 36 je zřejmé, že výluhové testy neprokázaly zvýšené uvolňování sledovaných polutantů z vrtného jádra. Na základě provedených analýz bylo zjištěno, že tento vzorek reprezentující materiál z monitorovacích vrtů splňuje podmínky sloupce I, tabulky 2.1 uvedené v příloze č. 2 k vyhlášce č. 294/2005 Sb. Vrtné jádro nevykazuje přítomnost sledovaných polutantů ve zvýšených koncentracích a lze jej uložit na skládce skupiny S - ostatní odpad (S-001).

2.2.2.4 Znečištění podzemní vody

Spektrum provedených analýz vzorků podzemní vody vycházelo z údajů o způsobu a charakteru minulé i současné činnosti v zájmovém území a z výsledků laboratorních rozborů z výrazně kontaminovaného hydrogeologického vrtu KaH-2 realizovaného v roce 2008. Znečištění podzemní vody v zájmovém území a jeho okolí bylo porovnáváno s kritérii B, C Metodického pokynu MŽP a vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění. S vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění byly zjištěné hodnoty porovnávány z toho důvodu, že celé zájmové území je součástí významné hydrogeologické jednotky - plzeňské karbonské pánve, která je dlouhodobě využívána k hromadnému i individuálnímu zásobování obyvatelstva. Touto vyhláškou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. Hranice významného znečištění podzemní vody v zájmovém území a okolí byla stanovena vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění.

Pro úplnost byly zjištěné hodnoty podzemní vody porovnávány také s ohledem na potenciální využití vod k závlisce (ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu).

Certifikáty všech provedených analýz vzorků podzemní vody jsou uvedeny v příloze č. 15.

Charakteristika chemismu podzemních vod

Celkem bylo odebráno 30 vzorků podzemní vody. Z toho na 15 vzorcích byl proveden úplný chemický rozbor (celkový rozsah prováděných analýz - viz tabulka č. 11). Výsledky úplných chemických rozborů uvádí následující tabulka č. 37.

Tabulka č. 37 - Výsledky analýz ÚCHR, DOC, CN, BSK5 a parametrů přirozené atenuace v podzemních vodách

Označení vz.	Datum odběru	Amonné ionty	Chloridy	Dusičnany	Dusitany	Fluoridy	KNK-4,5	ZNK-8,3	pH	Sířany	Konduktivita	Fosfor celkový	Fosforečnany	Oxid uhličitý agresivní	CO2 volný	Hydrogen-uhličitany	Uhličitany	Dusík celkový	Barva	Sediment	Pach	Sířičitany	DOC	OH-	H+	CHSK-Cr	BSK-5	Draslík	Hliník	Hořčík	Mangan	Sodík	Vápník	Oxid křemičitý	Kyanidy celkové	Vápník a hořčík	Železo dvojmocné	Železo					
Kritérium "C"		mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mmol l ⁻¹	mmol l ⁻¹		mg l ⁻¹	MS m ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹				mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mmol l ⁻¹	mmol l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹	mg l ⁻¹					
HVZ vyhl.252/2004		0,5	100/2 50	50	0,5	1,5			6,5- 9,5	250	125																		0,2	20- 30	0,05/ 0,2	200	40- 80		0,05	2-3,5		0,2/0,5					
ČSN 75 7134 třída III			>400						>4,5- >9,0	>300																			>20		>5							>100					
HK 10	17.5.2010	<0,25	71,4	42,4	<0,10	<0,50	1,85	0,70	6,07	267	92,5	0,17	0,26	24,3	30,8	113	0	11	bez	mechan.	bez	<1	<0,5	0	0,0009	<5	1,1	5,74	<0,020	30,1	0,048	27,1	129	68,7		4,46	0,06	4,72					
HK 12	14.5.2010	<0,05	35,8	30,5	<0,10	<0,50	0,72	1,39	5,55	154	54,8	0,10	<0,05	53	61,2	43,9	0	8	bez	mechan.	bez	<1	2,4	0	0,0028	12	<0,5	6,22	0,075	18,5	0,212	21,9	56,4	19,2	0,020	2,17	0,04	1,04					
HK-12 ^{optik.}	2.8.2010	<0,05	36,1	26,7	<0,10	<0,20	0,65	2,43	5,52	153	55,7	<0,05	<0,05	83	107,0	39,7	0		bez	mechan.	bez	<1		0	0,0030	13		5,63	0,053	17,4	0,304	21,0	52,1	10,2		2,02		0,02					
HK-14	23.6.2010	<0,05	57,2	164	<0,10	<0,20	2,92	0,91	6,45	655	171	<0,05	<0,05	23,0	40,0	178	0	38	bez	mechan.	bez	<1	2,2	0	0,0004	43	0,9	3,83	0,049	64,6	0,024	50,7	311	18,5	0,019	10,4	0,02	0,504					
HK-15	23.6.2010	<0,05	25,5	10,3	<0,10	<0,20	0,91	0,81	6,09	102	43,4	<0,05	<0,05	30,0	35,6	79,9	0	3	žlutá	železitý	bez	<1	1,4	0	0,0008	29	0,6	3,55	0,027	17,5	1,79	9,23	52,7	12,1	<0,003	2,03	3,00	12,2	0,02	11,6			
HK-20	7.6.2010	<0,05	107	0,39	<0,10	<0,20	0,91	1,81	5,63	70,8	58,6	0,11	<0,05	64,6	79,6	55,5	0	<2	žlutá	železitý	bez	<1	0,94	0	0,0023	10	0,6	6,56	0,031	14,6	0,668	24,8	56,2	15,7	<0,003	2,00	0,02	11,6					
HK-22	13.5.2010	0,08	182	43,9	<0,10	1,80	1,03	1,69	5,88	365	141	0,11	<0,05	60	74,4	62,8	0	10	bez	mechan.	fekalní	<1	2,8	0	0,0013	8	<0,5	13,1	41,8	0,759	57,1	181	30,9	<0,003	6,24	0,10	1,14						
HK-23	23.6.2010	<0,05	24,1	31,9	<0,10	<0,20	1,61	0,86	6,03	108	49,1	<0,05	0,07	30,4	37,8	98,2	0	8	bez	bez	chemický	1	<0,5	0	0,0009	13	0,8	3,34	0,021	14,4	0,007	23,6	60,9	12,1	<0,003	2,11	<0,02	0,019					
KaH-1	8.6.2010	<0,05	66,2	2,50	<0,10	<0,20	1,00	0,91	5,87	28,0	36,5		1,41	35,2	40,0	61	0		bez									5,46	<0,020	6,4	0,007	27,4	26,6	14,3		0,93		0,043					
KaH2	17.5.2010	<0,05	29,2	8,10	<0,10	<0,50	0,82	0,60	5,88	77,9	34,8	0,05	<0,05	24,1	26,4	50	0	2	bez	mechan.	bez	<1	1,2	0	0,0013	<5	<0,5	3,18	0,022	6,7	0,031	18,2	37,9	13,9	<0,003	1,22	<0,02	0,321					
KaH-2-dyn.	7.6.2010	<0,05	138	68,0	<0,10	2,29	bez	17,1	3,68	1310	239	0,49	0,08	375	752	0	0	17	bez	železitý	bez	<1	3,2	0	0,209	11	<0,5	20,0	71,1	16,4	53,4	205	39,2	<0,003	8,04	1,78	0,459						
vrt č.2	7.6.2010							0,70	5,98	40,4	20,4		<0,05	24,9	26,4	42,7	0		bez	železitý	bez							2,68	0,024	3,9	0,010	8,47	20,8	11,6		0,68		0,416					
vrt č.7	7.6.2010	<0,05	11,4	6,66	<0,10	<0,20		0,60	6,09	16,9	12,0		<0,05	16,8	17,6	55,5	0		bez	bez	bez							1,85	0,022	2,7	0,015	3,12	13,3	14,7		0,44		0,118					
vrt č.9	7.6.2010	<0,05	6,30	7,63	<0,10	<0,20	0,91	0,40	6,09	16,9	12,0		<0,05	16,8	17,6	55,5	0		bez	bez	bez							1,85	0,022	2,7	0,015	3,12	13,3	14,7		0,44		0,118					
vrt č.11	7.6.2010	<0,05	6,30	7,63	<0,10	<0,20	0,91	0,40	6,09	16,9	12,0		<0,05	16,8	17,6	55,5	0		bez	bez	bez							1,85	0,022	2,7	0,015	3,12	13,3	14,7		0,44		0,118					
vrt č.12	8.6.2010								6,40	138	81,1		<0,05	25,8	53,2	215	0		bez	bez	bez							7,77	<0,020	17,0	1,63	44,5	98,5	9,3		3,16		0,401					
HV-1 (Agaricus)	7.6.2010	0,18	79,8	0,73	<0,10	<0,20	3,52	1,21	6,40	138	81,1		<0,05	25,8	53,2	215	0		bez	bez	bez							7,77	<0,020	17,0	1,63	44,5	98,5	9,3		3,16		0,401					
HVA 1	7.6.2010																																										
HVA 2	8.6.2010																																										
HVA 3	8.6.2010																																										
HVA 4	8.6.2010																																										
HVA 6	8.6.2010																																										
HB 5	8.6.2010																																										
studna vodárna p.č.86 st.	7.6.2010	<0,05	44,5	93,1	<0,10	0,96	0,40	1,81	4,76	307	91,2		<0,05	67,8	79,6	24,4	0		bez	bez	bez																						
studna 189/1	23.6.2010																																										
studna st.280	23.6.2010																																										
studna 1151/11	23.6.2010																																										
studna st.16	29.6.2010																																										
HJ-7	29.6.2010																																										
HJ-5	29.6.2010																																										

V tabulce č. 37 jsou zároveň uvedeny výsledky analýz na stanovení hodnoty DOC (14 vzorků), celkových kyanidů (9 vzorků), BSK5 (9 vzorků) a parametrů přirozené atenuace - živiny N+P, Fe²⁺, SO₃²⁻, O₂ (9 vzorků).

Při porovnávání sledovaných hodnot s kritérii C Metodického pokynu MŽP je zřejmé, že k překročení sledovaných hodnot došlo na jednom vzorku u celkových kyanidů (vrt HK-10) a ve třech případech u hliníku (odběrná místa - studna na staré vodárně p.č. st.86, vrt HK-22 a vrt KaH-2 vzorkovaný v dynamickém stavu).

Vysoké obsahy hliníku na těchto hydrogeologických objektech dáváme do souvislosti s nízkým pH podzemní vody, kdy dochází k rozpouštění alumosilikátů. Podle našeho názoru tak zjištěné obsahy hliníku nemají přímou souvislost s chemickou výrobou, která probíhala v minulosti v areálu OMGD, s.r.o., ale jsou chemickou výrobou ovlivněny druhotně rozpouštěním kaolinizovaných arkózových pískovců vlivem uniklých kyselin (především kyseliny sírové).

Při posuzování naměřených hodnot s vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění, se kterou při hodnocení podzemních vod operujeme jako vodítkem pro stanovení hranice významného znečištění je zřejmé, že hlavním problémem sledovaných hydrogeologických objektů je nízké, místy až extrémně nízké pH. Ve sledované karbonské zvodně neovlivněné lidskou činností jsou běžně zaznamenávány hodnoty pH v rozpětí cca 5,5 - 6,5. V našem případě je takovým hydrogeologickým objektem např. vrt č. 11. Pro tyto „neovlivněné“ vody je typické, že nevyhovují výše uvedené vyhlášce nízkým obsahem sledovaných parametrů (viz. obsahy hořčíku, vápníku).

Druhou skupinu objektů reprezentují vrty KaH-2, HK-10 a HK-22 a studna na staré vodárně p.č. st.86, kde je zastižena podzemní voda s velmi nízkým pH a kde dochází naopak k překročení doporučených hodnot sledovaných ukazatelů. Podle našeho názoru, který je podpořen závěry karotážního měření, jsou hodnoty pH na vrtech HK-10 a HK-22 ve skutečnosti nižší než bylo zjištěno v rámci výše prezentovaných laboratorních analýz.

Důvodem je mísení podzemní vody z několika zvodnělých obzorů v průběhu vzorkovacího čerpání. Stejná situace je i v případě vrtu HV-1 (AGARIKUS), kde se nepodařilo v průběhu vzorkovacího čerpání aktivovat zde prokazatelně existující kyselá voda (viz tabulka č. 8).

Vzorovou ukázkou ovlivnění kvality jímané vody vlivem způsobu odběru vzorku v daných hydrogeologických podmínkách je vrt KaH-2, kde byl jeden vzorek na jednotlivé analýzy odebrán ve statickém stavu a druhý vzorek v dynamickém stavu. Rozdíly obou rozborů jsou extrémní.

V tomto hodnocení stojí zvláště nový monitorovací vrt HK-14, kde byla zjištěna zvýšená mineralizace (kontaminace) vod ve zvodnělém horizontu těsně pod povrchem a kde byly zjištěny především zvýšené obsahy síranů, chloridů a dusičnanů (byl překročen i obsah Ni ve srovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb.). Kontaminace tohoto vrtu v nejsvrchnější zvodnělé partii je podle našeho názoru dána průsaky dešťových vod z historických navážek po dolování černého uhlí v okolí odvodňovací a výdušné jámy „Na staré mašině“. Tyto zvýšené obsahy sledovaných látek tak podle našeho názoru nemají u tohoto vrtu souvislost s chemickou výrobou provozovanou v areálu dnešního OMGD, s.r.o.

Tabulka č. 38 - Výsledky analýz těžkých kovů a C10 - C40 v podzemních vodách

	Chrom (6+)	Arsen	Baryum	Beryllium	Chrom	Kadmium	Kobalt	Měď	Molybden	Nikl	Olovo	Rtuť	Vanad	Zinek	C10 - C40
	mg.l ⁻¹														
kritérium "C"															
vyhl.252/2004	0,05	0,01		0,002	0,050	0,005		1		0,020	0,010	0,001			
ČSN 75 7134 třída III	-	>0,1	-	-	>0,5	>0,02	>1	>2	>0,4	>0,2	>0,1	>0,01	>0,5	>2	
HK 10	<0,02	<0,010	0,055	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,024	<0,010	<0,0003	<0,010	0,131	<0,1
HK 12	<0,02	<0,010	0,019	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,110	<0,010	0,0003	<0,010	0,171	<0,1
HK 12 opak.	<0,02	<0,010	0,020	0,0004	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,104	<0,010	0,0003	<0,010	0,178	
HK-14	<0,02	<0,010	0,013	<0,0001	0,009	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,072	<0,010	<0,0003	<0,010	1,45	<0,1
HK-15	<0,02	<0,010	0,076	0,0003	<0,005	<0,003	0,027	<0,010	<0,020	0,064	<0,010	<0,0003	<0,010	0,170	<0,1
HK-20	<0,02	0,012	0,042	<0,0001	<0,005	<0,003	0,011	<0,010	<0,020	0,018	<0,010	<0,0003	<0,010	0,179	<0,1
HK 22	<0,02	<0,010	0,036		<0,005	<0,003	0,056	<0,010	<0,020	1,35	<0,010	0,0011	<0,010	0,143	<0,1
HK-23	<0,02	<0,010	0,100	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,010	<0,010	<0,0003	<0,010	0,012	<0,1
KaH-1	<0,02	<0,010	0,073	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,010	<0,010	<0,0003	<0,010	0,159	
KaH2	<0,02	<0,010	0,041	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,044	<0,010	<0,0003	<0,010	0,054	0,19
KaH-2 dyn.	0,03	<0,010	0,019		0,081	0,056	1,63	4,46	<0,020	6,55	<0,010		<0,010		<0,1
vrť č.2	<0,02	<0,010	0,025	<0,0001	<0,005	<0,003		<0,010	<0,020	0,199	<0,010	<0,0003	<0,010	0,477	
vrť č.7	<0,02	<0,010	0,094	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,013	
vrť č.9	<0,02	<0,010	0,057	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	0,0023	<0,010	0,010	
vrť č.11	<0,02	<0,010	0,128	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,031	
vrť č.12	<0,02	<0,010	0,185	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,010	<0,010	<0,0003	<0,010	0,042	
HV-1 (Agaricus)	<0,02	<0,010	0,052	<0,0001	<0,005	<0,003	0,014	<0,010	<0,020	0,018	<0,010	<0,0003	<0,010	0,013	
HVA 1	<0,02	0,133	0,093	0,0002	<0,005	<0,003	0,053	<0,010	<0,020	0,016	<0,010	<0,0003	<0,010	0,037	
HVA 2	<0,02	<0,010	0,017	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,025	<0,010	<0,0003	<0,010	0,034	
HVA 3	<0,02	<0,010	0,057	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,016	<0,010	<0,0003	<0,010	0,031	
HVA 4	<0,02	0,012	0,042		<0,005	<0,003		<0,010	<0,020	0,177	0,012	<0,0003	<0,010	0,057	
HVA 6	0,02	0,012	0,308		0,017	<0,003	0,023	<0,010	<0,020	0,018	0,023	<0,0003	<0,010	0,025	
HJ-5	<0,02	<0,010	0,223	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,012	
HJ-7	<0,02	<0,010	0,172	<0,0001	<0,005	<0,003	0,171	<0,010	<0,020	0,017	<0,010	<0,0003	<0,010	0,217	
HB 5	<0,02	<0,010	0,013	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	0,021	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	<0,010	
studna vodárna p.č. st.86	<0,02	<0,010	0,019		0,007	0,009		0,254	<0,020	1,14	<0,010	<0,0003	<0,010	2,05	
studna 189/1	<0,02	<0,010	0,050	0,0002	<0,005	<0,003	0,024	<0,010	<0,020	0,195	<0,010	<0,0003	<0,010	0,532	
studna st.280	<0,02	<0,010	0,046	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,008	<0,010	0,0005	<0,010	0,625	
studna 1151/11	<0,02	<0,010	0,022	0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,072	<0,010	<0,0003	<0,010	0,368	
studna st.16	<0,02	<0,010	0,039	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	0,0004	<0,010	0,017	

V tabulce č. 38 jsou uvedeny výsledky analýz podzemní vody na stanovení obsahu těžkých kovů a uhlovodíků C10 - C40.

Jak bylo uvedeno výše obsahy některých sledovaných ukazatelů dáváme do souvislosti s často výrazně sníženým pH.

V případě parametrů uvedených v tabulce č. 38 je takovým prvkem beryllium, které se podle našich zkušeností uvolňuje při kyselém pH z arkózových pískovců stejně jako tomu bylo u výše uvedeného hliníku.

Hodnoty berylia (Be) u vrtů HK-22, KaH-2, HVA4 a HVA6 a studny na staré vodárně p.č. st.86 překročily nejen vyhlášku č. 252/2004 Sb. v platném znění, ale překročily i kritérium C Metodického pokynu MŽP.

Kritérium C MŽP bylo v případě vrtu HK-22 překročeno také u niklu (Ni) a ve srovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb. zde bylo zjištěno i překročení povolených

obsahů rtuti (Hg). Rtuť byla ve srovnání s vyhláškou překročena také v případě vrtu č. 9.

Nejvíce znečištěným vrtem z pohledu kvality podzemní vody zůstává vrt KaH-2, kde byly při dynamickém odběru ve srovnání s kritériem C MŽP kromě výše uvedeného berylia (Be) překročeny také obsahy kadmia (Cd), kobaltu (Co), mědi (Cu), niklu (Ni), rtuti (Hg) a zinku (Zn). Z pohledu vyhlášky č. 252/2004 Sb. je také překročeno hodnota celkového chromu (Cr).

V případě vrtu č. 2 (jímací vrt OMGD) bylo překročeno kritérium C MŽP v případě stanovení kobaltu (Co) a z pohledu vyhlášky č. 252/2004 Sb. je také překročena hodnota niklu (Ni).

Výraznější kontaminace byla zjištěna také v případě stávajících vrtů HVA1, HVA2, HVA4 a HVA6, které leží v blízkosti skládkového tělesa uvnitř areálu OMGD.

V případě vrtu HVA1 se jednalo o překročení povoleného obsahu arzenu (dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

V případě vrtu HVA2 se jednalo o překročení povoleného obsahu niklu (dle vyhlášky č. 252/2004 Sb.).

V případě vrtu HVA4 se jednalo o překročení kritéria C MŽP pro berylium a kobalt. Ve srovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb. byly dále překročeny obsahy arzenu (As), niklu (Ni) a olova (Pb).

U vrtu HVA6 bylo překročeno kritérium C MŽP u berylia a vyhláška č. 252/2004 Sb. u arzenu a olova.

Poslední skupinou kontaminovanou těžkými kovy jsou studny. Jedná se především o nevyužívanou studnu na staré vodárně p.č. st.86, kde bylo překročeno kritérium C MŽP v případě berylia, kobaltu a niklu a vyhláška č. 252/2004 Sb. v případě kadmia.

V případě studny p.č. st.189/1 a studny p.č. 1151/11 byly překročeny obsahy niklu ve srovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb. Závažné je, že oba tyto vodní zdroje jsou využívány a v případě obsahu niklu u studny p.č. st.189/1 se zjištěná hodnota těsně blíží kritériu C MŽP.

Podle našeho názoru má skupina těžkých kovů představovaná především kobaltem, niklem, rtuť a olovem přímou souvislost s historickou průmyslovou činností v areálu chemických závodů.

Co se týče zjištěných obsahu uhlovodíků C10-C40 nepřesahují zjištěné hodnoty mez stanovitelnosti s výjimkou odběru z vrtu KaH-2 ve statickém stavu, kde bylo dosaženo hodnoty 0,18 mg.l⁻¹. Při opakovaném odběru v dynamickém stavu byla tato hodnota již stejně jako u ostatních vzorků pod mezí detekce.

V rámci dynamického odběru z vrtu KaH-2 byl zároveň proveden rozbor na zjištění kvality ropných uhlovodíků s konstatováním, že ve vzorku nebyla nalezena pozitivní odezva v uhlovodíkovém rozsahu C5 - C40 pro kvalitativní stanovení.

Zjištěné výsledky laboratorních rozborů podzemní vody pro vybrané polutanty jsou zpracovány v příloze č. 5 a příloze č. 7.

Certifikáty všech provedených analýz vzorků podzemní vody jsou uvedeny v příloze č. 15.

2.2.2.5 Znečištění povrchových vod

Pro posouzení znečištění vod v povrchových tocích byly v našem případě z Kaznějovského potoka a jeho bezejmenných přítoků odebrány vzorky povrchové vody na profilech 1, 2, 4, 5, 6 a 7 (viz příloha č. 2). Místa odběru vzorků povrchové vody byly totožné s místy provádění hydrometrických měření a odběrů dnových sedimentů (zde z výjímku profilu 3, kde nebyla zastižena voda).

Jeden vzorek povrchové vody byl odebrán také z přírodního koupaliště ležícího na západním okraji Kaznějova.

Spektrum provedených analýz vzorků povrchové vody bylo provedeno v obdobném rozsahu jako v případě odběrů vzorků podzemní vody (ÚCHR a těžké kovy) a zjištěné výsledky byly posouzeny srovnáním s Nařízením vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.), které stanoví imisní standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod a ukazateli uvedenými v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu.

Výsledek laboratorní analýzy vody z přírodního koupaliště byl porovnáván s ukazateli uvedenými ve vyhlášce č. 135/2004 v novelizovaném znění č. 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod.

Certifikáty všech provedených analýz vzorků povrchové vody jsou uvedeny v příloze č. 15.

Charakteristika chemismu povrchových vod

Výsledky úplného chemického rozboru uvádí následující tabulka č. 39, ve které jsou analyticky zjištěné hodnoty uvedeny v porovnání s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.) a ukazateli uvedenými v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu. V případě přírodního koupaliště byl výsledek porovnáván s ukazateli uvedenými ve vyhlášce č. 135/2004 v novelizovaném znění č. 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod.

Tabulka č. 39 - Výsledky analýz ÚCHR v povrchových vodách

Označení vz.	Datum odběru	Amonné ionty	Chloridy	Dusičnany	Dusitany	Fluoridy	KNK-4,5	KNK-8,3	ZNK-8,3	pH	Sírany	Konduktivita	Fosforečnany	Oxid uhličitý agresivní	CO2 volný	Hydrogen-uhličitany	Uhlíčitany	Barva	Sediment	Pach	OH-	H+	CHSK-Cr	Draslík	Hliník	Hořčík	Mangan	Sodík	Vápník	Oxid křemičitý	Vápník a hořčík	Železo	
jednotky		mg.l ⁻¹				mmol.l ⁻¹				mg.l ⁻¹	MS.m ⁻¹	mg.l ⁻¹						mmol.l ⁻¹	mg.l ⁻¹						mmol.l ⁻¹	mg.l ⁻¹							
61/2003 (229/2007)		0,5*	250			1				6-8	300												35		1,5	150	0,5		250				2,0
ČSN 75 7134 třída III			>400							>4,5- >9,0	>300																						>100
PO1	29.6.10	<0,05	75,0	2,28	0,16	<0,20	1,66	0,30	bez	8,66	40,8	55,2	<0,05	0	0	64,7	18	bez	mech .	rybina	0	0,0000	30	16,4	0,026	8,5	0,426	33,2	56,1	9,1	1,75	1,15	
PO2	29.6.10	<0,05	59,3	9,98	0,69	<0,20	1,51	0,60	bez	9,46	29,6	42,3	0,15	0	0	18,9	36	bez	mech .	bez	0	0	18	6,90	0,032	6,4	0,023	24,2	44,2	11,4	1,37	0,064	
PO4	29.6.10	<0,05	36,2	33,0	0,77	0,32	0,91	0,30	bez	8,99	232	93,1	<0,05	0	0	18,9	18	bez	mech .	zatuchlý	0	0,0000	38	47,1	0,048	12,4	0,169	34,8	131	14,6	3,78	0,217	
PO5	29.6.10	<0,05	38,7	6,70	0,92	0,39	2,31	0,20	bez	8,59	240	97,5	<0,05	0	0	117	12	zelená	mech .	bez	0	0,0000	41	55,2	0,044	12,1	0,267	36,6	131	14,1	3,77	0,381	
PO6	29.6.10	<0,05	225	21,3	<0,10	<0,20	2,11		<0,20	8,18	159	123	<0,05	0	0	129	0	bez	mech .	rybina	0	0,0001	18	6,52	<0,020	31,7	0,120	102	113	16,2	4,12	0,015	
PO7	29.6.10	<0,05	70,1	45,0	1,45	<0,20	2,41	0,65	bez	9,31	103	70,0	0,69	0	0	67,7	39	bez	mech .	bez	0	0	25	13,2	<0,020	17,0	0,544	47,3	67,9	16,1	2,39	0,265	
koupaliště	29.6.10	<0,05	17,5	0,17	<0,10	<0,20	1,46		0,30	7,92	70,2	33,3	<0,05	10,9	13,2	89,1	0	bez	mech .	bez	0	0,0000	24	4,10	0,061	11,5	0,059	12,1	39,8	<2,0	1,47	0,079	

Tabulka č. 39a - Výsledky analýz v porovnání s Vyhl.č.292/2006 Kvalita koupacích vod

Označení vz.	Datum odběru	Amonné ionty	Chloridy	pH	Olovo	Rtuť
jednotky		mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	-	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
vyhl. 135/2004 (dle přílohy č.1)				6-9		
vyhl. 135/2004 (dle přílohy č.3)		0,5	200	6-8,5	0,02	0,0002
koupaliště	29.6.10	<0,05	17,5	7,92	<0,010	<0,0003
KaH-2 dyn.	7.6.2010	<0,05	138	3,68	<0,010	0,0068
HK 12	14.5.2010	<0,05	35,8	5,55	<0,010	0,0003
HK 15	23.6.2010	<0,05	25,5	6,09	<0,010	<0,0003

Z uvedených výsledků chemických analýz je patrné, že v povrchové vodě převládají kationty Ca^{2+} , Na^+ a anionty SO_4^{2-} a Cl^- . Povrchové vody lze charakterizovat chemickým typem Na^+ , Ca^{2+} - SO_4^{2-} , HCO_3^- . Reakce povrchové vody na všech odběrných místech je alkalická (pH 8,18 - 9,46), povrchové vody nejsou agresivní na betonové konstrukce. Z hlediska obsahu jednotlivých iontů se projevila zvýšená mineralizace na bezejmenné vodoteči protékající při jižním okraji zájmového území (odběry PO4 a PO5) a zároveň na bezejmenné vodoteči protékající po východní hranici zájmového území od rybníka Vátinka (odběr PO6).

Při všech analýzách povrchové vody s výjimkou přírodního koupaliště došlo k překročení stanovených imisních standardů: ukazatelů a hodnot přípustného znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.) u pH (hodnoty vyšší než doporučené), v případě CHSK pak u odběrných míst PO4 a PO5 a v případě manganu u PO7.

V odebraných vzorcích povrchové vody byly v rámci úplného chemického rozboru překročeny ukazatele III. třídy uvedené v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu u parametru pH (hodnoty vyšší než doporučené) na odběrném místě PO2 a PO7. Na těchto dvou odběrných místech pro tento ukazatel tak nebyly splněny podmínky pro užití sledované povrchové vody k závlavě.

V případě přírodního koupaliště vyhověla odebraná voda ukazatelům uvedeným ve vyhlášce č. 135/2004 v novelizovaném znění č 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod.

Těžké kovy - TK

Následující tabulka č. 40 uvádí analyticky zjištěné obsahy těžkých kovů v povrchové vodě v porovnání s ukazateli přípustného znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.) a ukazateli uvedenými v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu.

Tabulka č. 40 - Výsledky analýz těžkých kovů v povrchových vodách

Označení vz.	Chrom (6+)	Arsen	Baryum	Beryllium	Chrom	Kadmium	Kobalt	Měď	Molybden	Niki	Olovo	Rtuť	Vanad	Zinek
61/2003 (229/2007)	-	0,02	0,36	0,001	0,035	0,0007	0,007	0,025	0,035	0,040	0,014	0,0001	0,035	0,16
ČSN 75 7134 třída III	-	>0,1	-	-	>0,5	>0,02	>1	>2	>0,4	>0,2	>0,1	>0,01	>0,5	>2
jednotky	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹	mg.l ⁻¹
PO1	<0,02	<0,010	0,080	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,011
PO2	<0,02	<0,010	0,057	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	0,011
PO4	<0,02	0,026	0,051	<0,0001	0,009	<0,003	0,011	0,021	0,103	0,141	<0,010	<0,0003	<0,010	0,013
PO5	<0,02	0,016	0,045	<0,0001	0,005	<0,003	0,011	<0,010	0,095	0,076	<0,010	<0,0003	<0,010	<0,010
PO6	<0,02	<0,010	0,048	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,019	<0,010	<0,0003	<0,010	0,490
PO7	<0,02	<0,010	0,028	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	0,019	<0,010	<0,0003	<0,010	0,090
Vyhl.č.135/2004 (dle přílohy č. 3)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,02	0,0002	-	-
koupaliště	<0,02	<0,010	0,027	<0,0001	<0,005	<0,003	<0,010	<0,010	<0,020	<0,006	<0,010	<0,0003	<0,010	<0,010

Ve většině ukazatelů odebraných vzorků povrchové vody byly zjištěny minimální koncentrace těžkých kovů nepřesahující mez stanovitelnosti.

Přesto došlo opět především na bezejmenné vodoteči v jižní části území (odběrná místa PO4 a PO5), prakticky pramenící pod patou průmyslové skládky v areálu OMGD, s.r.o., k překročení některých sledovaných parametrů přípustného znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.). Jednalo se o překročení u arsenu, kobaltu, molybdenu a niklu.

Na vodoteči protékající údolím Vátinky pod patou navezených odpadů z prostoru „staré továrny“ (odběrné místo PO6) byl dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.) překročen obsah zinku.

V žádném odebraném vzorku povrchových vod nebyly v rámci stanovení těžkých kovů překročeny ukazatele III. třídy uvedené v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu.

V případě přírodního koupaliště vyhověla odebraná voda ukazatelům těžkých kovů uvedeným ve vyhlášce č. 135/2004 v novelizovaném znění č. 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod.

Certifikáty všech provedených analýz vzorků povrchové vody jsou uvedeny v příloze č. 15.

2.2.3 Shrnutí plošného a prostorového rozsahu a míry znečištění

2.2.3.1 Znečištění horninového prostředí

Znečištění zemín

2.2.3.1.1 Ropné uhlovodíky

Z výsledků provedených analýz odebraných vzorků horninového prostředí je zřejmé, že ropné uhlovodíky byly zjištěny ve vyšší koncentraci pouze v jediné mělké sondě S-1 a to v obou vzorkovaných úsecích vrtného stvolu. Jednalo se o sondu, která v celém svém profilu zastihla navážky typu popelovin, zbytků uhlí a písčitéch stavebních odpadů (umístění viz příloha č. 2). Jednalo se o jednu ze sond, která zastihla lokální zvodnění ryze srážkového původu vázané na propustné navážky s hladinou v hloubkové úrovni cca 1,5 m.

Za hladinu významného znečištění bylo v případě uhlovodíků C10-C40 považováno překročení dvojnásobku kritéria $C_{prům}$ MP MŽP pro NEL (přítomnost motorových olejů). Zvolená hranice významného znečištění byla překročena ze směsného vzorku odebraného z hloubkové úrovně 1,0 - 2,0 m ($4300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ suš.}$).

Znečištění ropnými látkami lokálního rozsahu má pravděpodobně vazbu na zbytky uhlí, případně popelovin a je možné je spojit s likvidováním zbytků látek s obsahem ropných uhlovodíků vyléváním na uhlí.

2.2.3.1.2 Těžké kovy

Znečištění těžkými kovy v areálu chemických závodů ověřované prostřednictvím mělkých průzkumných sond S-1 až S-10 bylo věcí očekávanou a projevilo se především u mělkých sond při severní hranici areálu OMGD, s.r.o., které

jsou situovány v navážkách tvořených převážně popelovinami, stavební sutí a zbytky z loužení kyzových břidlic. Všechny tyto materiály sloužily pro vyrovnávání terénu.

Za hladinu významného znečištění bylo v případě těžkých kovů považováno překročení kritéria $C_{prům}$ MŽP. K překročení těchto hodnot došlo především u antimonu (Sb), arsenu (As), olova (Pb) a rtuti (Hg). V jednom případě (sonda S-5, hloubka 0,0 - 1,0 m) došlo k překročení kritéria $C_{prům}$ MP MŽP u kadmia (Cd).

Jak bylo uvedeno významné znečištění bylo vázáno na navážky v severní části chemických závodů, kde se jednalo o sondy S-1, S-2, S-3, S-4, S-5 a S-8.

Lze předpokládat, že vysoké obsahy výše uvedených těžkých kovů mají původ v jednotlivých typech chemických výrob, které byly v minulosti na území chemických závodů provozovány.

Z plošného výskytu zvýšených obsahů jednotlivých ukazatelů (Sb, As, Pb, Hg, C10 - C40) byla zpracována příloha č. 8 - Mapy plošné distribuce vybraných polutantů v zeminách 1 : 5 000 a příloha č. 6 - Grafy obsahu vybraných polutantů v zeminách. V této příloze byl sledován obsah těžkých kovů (Sb, As, Pb a Hg).

Bilance kontaminantů v zeminách byla provedena v prostoru zemin (navážek) kontaminované oblasti reprezentované sondami: S-1, S-2, S-3, S-4, S-5, S-6, S-7 a S-8, v severní části areálu. Ve zbývajících sondách S-9 a S-10 nebyla kontaminace zjištěna.

Ve vybrané oblasti pak byl proveden výpočet bilance znečištění, na základě:

- odhadnuté plochy, reprezentované příslušnou sondou,
- hloubky úrovně znečištění,
- specifické hmotnosti kontaminovaného materiálu (pro zeminy $1,7 \text{ t.m}^{-3}$)
- úrovní koncentrace kontaminantu zjištěné v daném objemu materiálu.

Plocha vymezená sondou S 1, kontaminant C₁₀-C₄₀

plocha 5x5 m, tj. 25 m ²	
objem kontaminovaných zemin v úrovni 0 - 1 m	25 m ³
objem kontaminovaných zemin v úrovni 1 - 2 m	25 m ³
hmotnost kontaminovaných zemin v úrovni 0 - 1 m	42,5 kg
hmotnost kontaminovaných zemin v úrovni 1 - 2 m	42,5 kg

Tabulka č. 41 - Bilance ropných látek v nenasurované zóně

Kontaminant	obsah mg.kg ⁻¹		celková bilance	
	0 - 1 m	1 - 2 m	g	kg
C10-C40	910	4 300	221	0,22

Plocha vymezená sondami S-1 – S-8, kontaminanty As, Cd, Hg, Pb, Sb

plocha 500x20 m	10 000 m ²
objem kontaminovaných zemin v úrovni 0 - 1 m	10 000 m ³
objem kontaminovaných zemin v úrovni 1 - 2 m	10 000 m ³
hmotnost kontaminovaných zemin v úrovni 0 - 1 m	17 000 kg
hmotnost kontaminovaných zemin v úrovni 1 - 2 m	17 000 kg

Tabulka č. 42 - *Bilance kovů v nenasurované zóně*

Kontaminant	prům obsah (mg.kg ⁻¹)		celková bilance	
	0 - 1 m	1 - 2 m	g	kg
As	745	1621	40 285	40,2
Cd	10,3	3,8	240	0,24
Hg	29,5	30,5	1 020	1,02
Pb	3904	1489	91 678	91,7
Sb	116	76	3 265	3,3

Celková odhadnutá bilance znečištění nenasurované zóny v severní části areálu v prostoru sond S-1 – S-8 na ploše cca 10 000 m² činí cca 40 kg As, 0,2 kg Cd, 1 kg Hg, 2 kg Pb a 3 kg Sb. Bilance ropného znečištění v prostoru sondy S-1 činí cca 0,2 kg.

Znečištění sedimentů

Druhou skupinou vzorků, ověřující obsah těžkých kovů v horninovém prostředí, byly dnové sedimenty odebrané ze 7 profilů umístěných na Kaznějovském potoce a jeho bezejmenných přítocích v rámci zájmového území.

Zde se projevil vliv chemických závodů na drobnou vodoteč protékající při jižním okraji zájmového území. Tato vodoteč pramení prakticky pod patou skládky průmyslových odpadů v areálu OMGD, s.r.o. a jsou do ní zaústěny odpadní vody vytékající z ČOV v areálu závodu. Zvýšené obsahy sledovaných těžkých kovů se tak projeví na profilu 4 (označení vzorku OS4) a profilu 5 (označení vzorku OS5).

Ve vzorku OS4 bylo ověřeno překročení kritéria B MŽP u celkového chromu (Cr). Ve vzorku OS5 bylo překročeno kritérium C_{prům} MŽP u celkového chromu (Cr) a byly překročeny kritéria B MŽP u mědi (Cu) a niklu (Ni).

Znečištění sedimentů v této bezejmenné vodoteči dáváme jednoznačně do souvislosti s historickými úniky sledovaných látek z prostoru chemických závodů.

Mimo vliv areálu OMGD, s.r.o. stojí podle našeho názoru zjištěné zvýšené obsahy těžkých kovů na profilu 6 (vzorek OS6), kde došlo k překročení kritéria B MŽP u kadmia (Cd) a zinku (Zn) a zároveň byly zjištěny výrazněji zvýšené obsahy především u niklu (Ni) a mědi (Cu).

Zvýšení obsahu těžkých kovů v dnových sedimentech na této vodoteči jsou podle našeho názoru způsobeny především průsaky a splachy z historických navážek po loužení kyzových břidlic v prostoru „staré továrny“ tvořících pravý břeh této vodoteče.

2.2.3.2 *Znečištění podzemní vody*

2.2.3.2.1 Ropné uhlovodíky

Průzkumnými pracemi nebylo v podzemní vodě na sledovaných hydrogeologických objektech identifikováno (ověřeno) žádné ohnisko znečištění podzemní vody ropnými uhlovodíky.

2.2.3.2.2 Těžké kovy

Významné znečištění podzemních vod ze sledovaných HG objektů bylo v případě nových monitorovacích vrtů ověřeno v případě vrtů HK-22, kde došlo dokonce k překročení kritéria C MŽP pro stanovení berylia a niklu. V případě ostatních nových monitorovacích vrtů byla s výjimkou vrtů HK-20 a HK-23 překročena hodnota obsahu niklu v porovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění.

U stávajících HG objektů byly zvýšené hodnoty zjištěny u vrtů HVA2 (Ni), HVA4 (As, Be, Co, Ni a Pb), HVA6 (As, Be a Pb), vrtu č.2 (Co, Ni) a vrtu č. 9 (Hg).

U skupiny sledovaných studní byly zvýšené hodnoty zaznamenány u studny vodárna p.č. st.86 (Be, Cd, Co a Ni), studny p.č. st.189/1 (Ni) a studny p.č. 1151/11 (Ni).

Samostatnou kapitolou jsou zvýšené výskyty obsahu jednotlivých těžkých kovů v případě vrtu KaH-2 a to jak z pohledu rozsahu (Be, Cr, Cd, Co, Cu, Ni, Hg a Zn), tak i z pohledu množství.

Vše je přehledně, v porovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění a kritérii C MŽP, uvedeno v tabulce č. 38.

Z plošného výskytu zvýšených obsahů jednotlivých těžkých kovů byl vybrán kobalt a nikl pro zpracování přílohy č. 7 - Mapy plošné distribuce vybraných polutantů v podzemních vodách 1 : 10 000.

Bilance kontaminantů v podzemních vodách

Dle bilančních výpočtů matematického modelu je v současnosti v saturované zóně v rozpuštěné formě přítomno na lokalitě 3,5 t Ni a 0,99 t Co.

Úplný chemický rozbor

Při posuzování naměřených hodnot s vyhláškou č. 252/2004 Sb. v platném znění, se kterou při hodnocení podzemních vod operujeme jako vodítkem pro stanovení hranice významného znečištění je zřejmé, že hlavním problémem sledovaných hydrogeologických objektů je nízké, místy až extrémně nízké pH, které je důvodem nárůstu jednotlivých sledovaných chemických parametrů.

Toto je nejlépe patrné v tabulce č. 37 při srovnání naměřených hodnot u nejvíce kontaminovaného vrtu KaH-2 v případě vzorku odebraného ve statickém a dynamickém stavu. Zde je jasně patrná změna (nárůst) obsahu jednotlivých sledovaných ukazatelů v reakci na výraznou změnu (pokles) pH v jednom sledovaném bodě.

Závěrečný komentář

Z informací získaných v průběhu prováděných průzkumných prací vyplývá, že z pohledu obsahu jednotlivých polutantů (především těžkých kovů) je nejvýraznější znečištění vázáno na vrt KaH-2, vrt HV-1 AGARIKUS (a to přesto, že námi odebraný vzorek zvýšené obsahu polutantů neprokázal), studnu vodárna p.č. st.86 a nové monitorovací vrty HK-10 a HK-22.

V tomto celkovém hodnocení stojí zvlášt nový monitorovací vrt HK-14, kde byla zjištěna zvýšená mineralizace (kontaminace) vod ve zvodnělém horizontu těsně pod povrchem a kde byly zjištěny především zvýšené obsahy síranů, chloridů a dusičnanů (i zde byl překročen obsah Ni ve srovnání s vyhláškou č. 252/2004 Sb.). Kontaminace tohoto vrtu v nejsvrchnější zvodnělé partii je podle našeho názoru dána průsaky dešťových vod z historických navážek po dolování černého uhlí v okolí odvodňovací a výdušné jámy „Na staré mašině“. Tyto zvýšené obsahy sledovaných látek tak podle našeho názoru nemají u tohoto vrtu souvislost s chemickou výrobou provozovanou v areálu dnešního OMGD, s.r.o.

V případě překročení hodnot jednotlivých sledovaných ukazatelů na ostatních HG objektech, je přímou či nepřímou příčinou výrobní činnost probíhající v minulosti v prostoru chemických závodů.

Za nepřímou příčinu považujeme v tomto smyslu zvýšené obsahy hliníku a berilia, kdy se podle našeho názoru nejedná o úniky z prostoru chemických závodů. Tyto látky se do podzemní vody dostávaly vlivem rozpouštění alumosilikátů v extrémně kyselém prostředí, což však již bylo způsobeno provozem chemických závodů.

U většiny ostatních překročených parametrů se bude jednat pravděpodobně o kombinaci přímého a nepřímého vlivu chemických závodů.

Podle našeho názoru má skupina těžkých kovů představovaná především kobaltem, niklem, rtuť a olovem přímou souvislost s historickou průmyslovou činností v areálu chemických závodů.

Z plošného výskytu zvýšených obsahů některých parametrů byl vybrán kobalt, nikl a sírany pro zpracování přílohy č. 7 - Mapy plošné distribuce vybraných polutantů v podzemních vodách 1 : 10 000 a přílohy č. 5 - Grafy obsahu vybraných polutantů v podzemních vodách.

Zásadní pro posuzování obsahu sledovaných látek v podzemní vodě je v zájmové oblasti způsob odběru vzorků (viz vrt KaH-2, HV-1 Agarikus, studna na staré vodárně p.č. st.86).

Při porovnání plošné distribuce kontaminace s geologickou stavbou území (výchozím podkladem pro geologické řešení je práce Kautský J., (1994) - viz převzatá geologická mapa v příloze č. 4), je možné konstatovat následující. Je pravděpodobné, že při šíření kontaminace z areálu chemického podniku hraje podstatnou roli geologická a zvláště pak tektonická stavba území. Konkrétně se jedná o zlomový systém ve směru JV - SZ. Jedná se o paralelní struktury, shazující směrem na JZ s výškou skoku převážně 10 - 20 m - viz obrázek č.1.

Obrázek č. 1: Tektonické struktury v západní části území AR (cca 1:20 000)



Zvláště předpokládaný zlom označený jako „A“ má pravděpodobně těsnící charakter. Pro toto tvrzení svědčí charakter hydroizopiez v oblasti vrtů KaH-1, vrtu č. 2 a vrtu č. 9 (viz příloha č. 3). Při soustavném odběru z vrtu KaH-1 (5 l.s^{-1}) se pokles hladiny projevuje na vrtu č. 9 a vrt č. 2 je ovlivněn minimálně. To se ostatně potvrdilo i při čerpací zkoušce z vrtu KaH-1, kdy pokles na vrtu č. 9 byl 0,86 m a vrt č. 2 na čerpání z vrtu KaH-1 nereagoval - Dyk V., Krupař J., (2007). To může svědčit o přítomnosti nepropustné hranice v prostoru mezi vrtu č. 2 a č. 9.

Obdobná je situace i v obsahu sledovaných polutantů. Zatímco ve vrtu č. 2 je dokonce překročeno kritérium „C“ MP MŽP u obsahu Co a hranice daná vyhl. 252/2004 Sb. v platném znění pro Ni, ve vrtu č. 9, vzdáleném pouhých 100 m jsou tyto obsahy pod limitem detekce. Předpokládáme proto, že šíření kontaminace směrem na západ je existující hydraulickou bariérou tvořenou zlomem „A“ výrazně ztíženo. Kontaminační mrak vybraných polutantů (zvláště Co a Ni) je protažen ve směru odpovídajícímu tektonickému bloku mezi liniemi „A“ a „B“ - viz příloha č. 7.

Podobnou hranici ve změně chemismu podzemní vody směrem na východ odpovídající zlomové struktuře „B“ se prokázat nepodařilo.

Proudění podzemní vody v hlavní karbonské zvodni směřuje v přirozeném režimu směrem na východ. V západní části území AR je pak přirozený režim změněn čerpáním z vrtů č. 11 (OMGD) a vrtu KaH-1 (Lasselsberger) a proudění zde má spíše radiální charakter směrem k uvedeným odběrným místům.

2.2.3.3 Znečištění povrchové vody

Výsledky byly porovnávány s imisními standardy ukazatelů přípustného znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády ČR č. 61/2003 Sb. (ve znění NV č. 229/2007 Sb.) a ukazateli uvedenými v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro závlahu.

Při všech analýzách povrchové vody s výjimkou přírodního koupaliště došlo k překročení hodnot pH. V případě CHSK pak došlo k překročení u odběrných míst PO4 a PO5 a v případě manganu u odběrného místa PO7.

V odebraných vzorcích povrchové vody byly v rámci úplného chemického rozboru překročeny ukazatele III. třídy uvedené v ČSN 75 7134 - Jakost vody pro

závlahu u parametru pH na odběrném místě PO2 a PO7. Na těchto dvou odběrných místech pro tento ukazatel tak nebyly splněny podmínky pro užití sledované povrchové vody k zálivce.

V případě přírodního koupaliště byl výsledek porovnáván s ukazateli uvedenými ve vyhlášce č. 135/2004 v novelizovaném znění č. 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod, které odebraný vzorek vyhověl ve všech sledovaných parametrech.

2.2.4 Posouzení šíření znečištění

2.2.4.1 Šíření znečištění v nesaturované zóně

Nesaturovaná zóna v místech zjištěné kontaminace (severní část areálu, prostor sond S-1 až S-8, do hl. cca 2 m) je tvořena především navážkami antropogenního původu, které jsou tvořeny především popelovinami, stavebním odpadem a výkopovými materiály vzniklými při úpravě areálu. Jedná se o plochu pod a mezi budovami pomocných provozů, garáží, kůlen a pod. V místech budov je plocha zastřešena, na volném prostranství zatravněna trvalým travním porostem. Výjimkou jsou sondy S-5 a S-8, kde se nachází volný terén bez pokryvu vegetací.

Jako hlavní mechanismus šíření znečištění typu těžkých kovů nesaturovanou zónou lze uvažovat v omezené míře výluh a transport srážkovou vodou. Tento transport závisí na úhrnu srážek, jejich množství, které přes povrch plochy pronikne do nesaturované zóny, vlastnostech nesaturované zóny (geologické vlastnosti, pórovitost apod.) a vlastnostech kontaminantu - v případě těžkých kovů je nutno uvažovat s vysokou sorpcí. To je patrné i z vertikálního rozložení kontaminace sond, kdy kontaminace u většiny kovů s hloubkou vyznívá.

Pro znečištění typu ropných látek C10-C40 v prostoru sondy S-1 lze jako transportní mechanismus uvažovat gravitační šíření a dále též transport srážkovou vodou. U zmiňované sondy došlo k nárůstu, resp. kumulaci znečištění v hlubším horizontu a to z důvodu výskytu podzemní vody a zachycení kontaminace na její hladině.

2.2.4.1.1 Tok kontaminantu nesaturovanou zónou vlivem infiltrace srážek

Pro zjištění transportu kontaminace nesaturovanou zónou byl jako hlavní transportní mechanismus uvažován výluh srážkami. Výpočet průtoku srážkové vody vychází z průměrného ročního úhrnu srážek (521 mm/rok, viz tabulka č. 3) a průměrného výparu (401 mm/rok, viz tabulka č. 5), tzn. srážkový průtok činí v průměru 120 mm/rok, procentuálního množství infiltrace srážek a plochy s výskytem znečištění nesaturované zóny.

Tok polutantu z nesaturované zóny do podzemní vody lze vyjádřit takto :

$$G_p = Q \cdot c_{aq}$$

kde

G_p tok polutantu ($\text{mg} \cdot \text{rok}^{-1}$)

Q průtok srážkové vody ($\text{l} \cdot \text{rok}^{-1}$)
zde zvoleno 120 mm/rok, tj. 120 l/rok na 1 m²

c_{aq} koncentrace polutantu ve vodě ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$), popř. koncentrace ve vodném výluhu ($\text{mg} \cdot \text{l}^{-1}$)

Pro výpočty hodnoty c_{aq} se využívá předpokladu, že infiltrovaná srážková voda získává průchodem kontaminovanou nesaturovanou zónou koncentraci polutantu odpovídající rovnovážné koncentraci podle vztahu:

$$C_{aq} = C_s / K_d$$

Pro anorganické látky bývá K_d stanoven výpočtem jako poměr koncentrací v pevné fázi a ve výluhu, pro organické látky lze K_d odvodit za použití hodnoty obsahu organické hmoty v zemině (f_{oc}) následovně:

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

kde

- C_s koncentrace polutantu v zemině ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) - průměrná hodnota z dané oblasti
 C_{aq} koncentrace polutantu v roztoku ($\text{mg}\cdot\text{l}^{-1}$) - hodnota vypočtená dle vztahu uvedeného výše, nebo koncentrace ve výluhu
 K_{oc} rozdělovací koeficient organický uhlík - voda
 f_{oc} frakce organického uhlíku v půdě
 K_d distribuční koeficient

Hodnotu koncentrace kontaminantu v infiltrující srážkové vodě lze také získat laboratorně, pomocí analýzy výluhu příslušného vzorku zeminy. V tom případě je však nutné tuto koncentraci přepočíst pro „rovnovážný“ stav, tj. pro totožný poměr zeminy a výluhové vody. V případě, že navážka vzorku činí 100 g zeminy, na 1000 ml vody, je nutné výsledné hodnoty navýšit 10x.

Při výpočtech šíření znečištění nesaturovanou zónou uváděných v této kapitole byly využity výsledky analýz výluhů (viz kap. 2.2.2.3, tabulky č. 30 a 35). Výpočty šíření kontaminace byly provedeny pro těžké kovy As, Cd, Hg, Pb v prostoru sond S 1 - S 8 ($10\,000\text{ m}^2$) a kontaminant C10-C40, v prostoru sondy S 1 (25 m^2). Pro kontaminant Sb nebyly výsledky výluhů k dispozici.

Plocha vymezená sondami S-1 - S-8, kontaminanty As, Cd, Hg, Pb

plocha 500x20 m	10 000 m ²
průtok srážkové vody	120 l/m ² /rok, tj. $1,2 \times 10^6$ l/rok
podíl infiltrujících srážek (zastavěná plocha 0%, asfaltové povrchy cest 10%, zatravněná plocha 50%, volná plocha 75%)	odhadem 20%, tj. $2,4 \times 10^5$ l/rok

Plocha vymezená sondou S-1, kontaminant C₁₀-C₄₀

plocha 5x5 m	25 m ²
průtok srážkové vody	120 l/m ² /rok, tj. 3×10^3 l/rok
podíl infiltrujících srážek (zastavěná plocha 0%, asfaltové povrchy cest 10%, zatravněná plocha 50%, volná plocha 75%)	odhadem 20%, tj. 6×10^2 l/rok

(Odhad 20%ho podílu infiltrujících srážek byl učiněn na základě typu dotčené plochy - částečně zastavěno s nulovým podílem, částečně vyasfaltováno s 10% průsakem, částečně zatravněno s 50% průsakem a částečně volná plocha s 75% podílem infiltrujících srážek. Jedná se o orientační odhad celkového infiltrujícího podílu srážek v dané ploše.)

Tabulka č. 43 - Šíření kovů nesaturovanou zónou

Kontaminant	prům.obsah mg.kg ⁻¹	prům.obsah mg.l ⁻¹	hmotnostní tok g/rok
As	1 185	0,08	19,2
Cd	8,2	0,12	28,8
Hg	30	0,0024	0,576
Pb	2 696	2,28	547,2
C10-C40	4 300	0,1	0,06

Hmotnostní tok nebyl hodnocen u Sb z důvodu chybějících obsahů ve výluhu i hodnot K_d .

Výsledný hmotnostní tok kovů činí cca 19 g/rok u As, 29 g/rok u Cd, 0,6 g/rok u Hg a 0,6 kg/rok u Pb. Minimální hmotnostní tok C10-C40 0,06 g/rok je zapříčiněn plošně velmi omezeným rozsahem znečištění i minimální koncentrací ve výluhu, danou značnou sorpcí látek ropného charakteru

Dotace jednotlivých kontaminantů vlivem atmosférických srážek je velmi nízká. Vyplývá především z nižšího podílu infiltrujících srážek (většina plochy je zastřešena, kryta asfaltem nebo zatravněným povrchem) a z vyšší sorpce kovů i ropného znečištění.

2.2.4.1.2 Transport těkáním

Dalším možným transportem je těkání látek směrem vzhůru půdním profilem nesaturované zóny. Tento transport nebyl dále hodnocen, vzhledem k minimální těkavosti těžkých kovů.

2.2.4.2 Šíření znečištění v saturované zóně

Proudění podzemní vody je nejvýznamnějším transportním mechanismem rozpuštěných kontaminantů. Látky rozpuštěné v podzemní vodě se šíří advekčně-disperzním pohybem a současně podléhají sorpčním a degradačním procesům.

Pro posouzení šíření niklu a kobaltu v okolí průmyslového areálu Kaznějov (užší zájmové území) byl vytvořen hydraulický a transportní model podzemních vod. Hydraulický model byl sestaven na základě výsledků syntézy dříve realizovaných průzkumů a v rámci AR nově provedených prací (Holeček, 2010). Na hydraulický model navazuje transportní model šíření niklu a kobaltu. Hydraulický model posloužil jako podklad pro vytvoření advekčně-disperzního modelu transportu prvků/látek. Vymezení a uspořádání modelovaného území je totožné z rozsahem hydraulického modelu.

Cíle hydraulického a transportního modelu:

- Simulace neustáleného proudění podzemní vody za účelem interpretace zjištěných dat dokladovaných v rámci hydrogeologického průzkumu a vymezení aktuálního tvaru kontaminačního mraku kobaltu a niklu;
- Výpočet koncentrací kobaltu a niklu na vybraných objektech a látkového toku niklu a kobaltu do povrchových toků.

Z výsledků modelu (viz Příloha č. 19) vyplývá, že na šíření kobaltu a niklu v okolí průmyslového areálu Kaznějova má významný vliv čerpání podzemní vod jak v minulosti, tak v současnosti. Modelový transport kovů naznačuje, že díky čerpání

podzemních vod na různých místech okolí průmyslového areálu Kaznějova došlo k roztažení kontaminačního mraku i ve směrech, které nemusí odpovídat současným směrům proudění podzemní vody. Není zřejmé nakolik je transport kovů ovlivněn sorpcí, která se s klesajícím pH snižuje a která byla pro modelové výpočty zanedbána. Rovněž nelze vyloučit, že dochází k migraci kyselého kontaminačního mraku, který uvolňuje kovy z horninového prostředí. Nicméně konzervativní přístup (bez uvažování sorpce) představuje nejnepríznivější scénář zajišťující výsledky na straně bezpečnosti, protože kontaminace se pohybuje stejně rychle jako voda, pohyb kontaminantu k jímaným objektům a povrchovému toku není zpomalen sorpcí a lze tak určit maximální koncentrace znečištění na vybraných objektech a látkové toky do povrchového toku.

K jímanému vrtu č. 11 vyšší koncentrace kobaltu ani niklu za současných piezometrických poměrů a čerpání nikdy nedorazí (Obr. 18 a 19 Přílohy č. 19). U jímaného vrtu KaH-1 v roce 2040 bude dosažena maximální koncentrace $0,011 \text{ mg.l}^{-1}$ kobaltu a $0,033 \text{ mg.l}^{-1}$ niklu (Obr. 18 a 19 Přílohy č. 19). U Ni se jedná o překročení hodnoty Vyhlášky pro pitnou vodu č. 252/2004 Sb., pro Co není tato hodnota stanovena.

Látkový tok kobaltu a niklu do Kaznějovského potoka je uveden na Obr. 20 a 21 Přílohy č. 19. Maximálních látkových toků bylo modelově dosaženo okolo roku 1990. Po roce 1990 se látkové toky snižují vlivem ukončení dotace znečištění do horninového prostředí.

Vzhledem k čerpání podzemních vod na různých místech okolí průmyslového areálu Kaznějova došlo k roztažení kontaminačního mraku a to i ve směrech, které nemusí odpovídat současným směrům proudění podzemní vody.

2.2.4.3 Šíření znečištění povrchovými vodami

Šíření znečištění povrchovými vodami nastává v případě, že přímo na lokalitě dochází k ovlivnění kvality povrchové vody a to buď přímým vstupem kontaminace, nebo např. infiltrací kontaminované podzemní vody. Na lokalitě OMGD by bylo šíření znečištění povrchovou vodou možné bezejmenným přítokem Kaznějovského potoka, protékajícího v těsné blízkosti areálu, po jeho jižní hranici přímo pod skládkou.

V jednom odběrném profilu (PO4) této povrchové vodoteče, v místě přímo pod skládkou, byly ve vodě zjištěny vyšší obsahy těžkých kovů As, Co, Mo, Ni a Zn a v dalším profilu (PO5), umístěném dále po proudu stejné vodoteče, vyšší obsahy Co, Mo, Ni a Zn nad limitní hodnoty uváděné v NV č. 61/2003, 229/2007 Sb. pro povrchové vody. V sedimentech stejných odběrných profilů bylo zjištěno překročení limitů NV č. 257/2009 Sb. (aplikace sedimentů na zemědělské půdy) nebo kriteria C MP MŽP pro zeminy v profilu OS4 pro Cd, Cu a Ni a v profilu OS5 pro As, Cr, Cd, Co, Pb, Hg a Zn. Z těchto údajů je patrné, že šíření znečištění povrchovými vodami na lokalitě probíhá a pravděpodobně probíhalo především v minulosti (transport kovů vodou a jejich zachycení v sedimentech dále po toku). Nicméně v dalším odběrném profilu stejné vodoteče (profil PO7 Kaznějovského potoka) se již znečištění nevyskytuje a lze tak konstatovat, že zřejmě vlivem samočisticí schopnosti povrchového toku došlo ke snížení znečištění a omezení jeho dalšího šíření.

V odběrném profilu (PO6) na další sledované vodoteči (na potoce procházejícím údolím Vátinka a drénujícím území deponie odpadů z výroby na

starém závodě v pravobřežní části sledovaného prostoru) byly zjištěny zvýšené obsahy Zn v povrchové vodě nad limitní hodnoty NV č. 61/2003, 229/2007 Sb. a zvýšené obsahy Be, Co, Cr a Ni v sedimentech nad hodnoty NV č. 257/2009 Sb. (aplikace sedimentů na zemědělské půdy) nebo kriteria C MP MŽP pro zeminy. I zde bylo potvrzeno šíření znečištění povrchovými vodami, i když pro jinou lokalitu a pravděpodobně z jiného zdroje znečištění.

Na lokalitě bylo potvrzeno šíření znečištění povrchovými vodami a to zvláště v minulosti, na bezejmenném přítoku Kaznějovského potoka, procházejícího po jižní hranici areálu OMGD pod skládkou. Toto znečištění vlivem samočisticí schopnosti povrchové vodoteče s tokem vyznívá, čímž je omezeno i jeho další šíření.

2.2.4.4 Charakteristika vývoje znečištění z hlediska procesů přirozené atenuace

Vývoj znečištění lze obecně odhadovat na základě posouzení možností přirozené atenuace a charakteru kontaminantů, včetně jejich schopnosti atenuaci podléhat.

Možnosti přirozené atenuace

Mezi procesy přirozené atenuace, vedoucí ke snižování koncentrací kontaminantů v horninovém prostředí, patří jak nedestruktivní mechanismy jako např. sorpce, ředění, volatilizace, tak i destruktivní mechanismy jako např. biodegradace, abiotická oxidace, aerobní i anaerobní oxidace, hydrolýza.

Procesy přirozené atenuace závisí na typu kontaminace a typu prostředí. V případě převládající kontaminace anorganického charakteru, jako zde především těžkými kovy, jsou významnějšími procesy atenuace jednoznačně nedestruktivní mechanismy - na snižování kontaminace se budou podílet především procesy sorpce, příp. vyplavování a ředění.

Posuzování možností přirozené atenuace pomocí destruktivních mechanismů není v případě anorganického znečištění relevantní.

Charakter prostředí - oxidačně redukcí podmínky

Charakteristika oxidačně-redukčních podmínek je chápána s ohledem na přítomnost akceptorů a donorů elektronů a pro účely posouzení charakteristiky daného prostředí je zjednodušena následovně:

- aerobní prostředí: $O_2 > 1 \text{ mg.l}^{-1}$ $Fe^{2+} < 2 \text{ mg.l}^{-1}$
- prostředí redukující dusičnany: $NO_3^- > 1 \text{ mg.l}^{-1}$
- prostředí methanogenní/redukující sírany: $CH_4 > 1 \text{ mg.l}^{-1}$ nebo přítomnost sulfidů
- prostředí redukující železo / mangan: ostatní případy

V podzemní vodě na lokalitě OMGD a okolí byly zjištěny obsahy O_2 pohybující se v rozsahu od cca 2 do cca 9,5 mg.l^{-1} (viz Tabulka č. 15). Tyto koncentrace představují jednoznačně aerobní charakter prostředí. Také zastoupení Fe^{2+} (v rozsahu od 0,02 do 3 mg.l^{-1}) je oproti obsahům Fe_{celk} (v rozsahu od 0,04 do 12 mg.l^{-1}) zanedbatelné a obdobná situace je též u poměru SO_3^{2-} (pod mezí detekce 1 mg.l^{-1}) a značně převládajících SO_4^{2-} (v hodnotách stovek mg.l^{-1}), viz Tabulka č. 37. Tyto poměry poukazují na oxidační prostředí. Dle naměřených hodnot

redoxpotenciálu, pohybujících se v rozmezí od cca +130 do +270 mV (viz Tabulka č. 15), se jedná o aerobní, oxické prostředí.

Na lokalitě byla zjištěna velmi kyselá reakce podzemních vod, místy i pod pH=4 (vrt KaH2 3,7, domovní studna č.p. 86 4,8). Tyto podmínky u vybraných těžkých kovů značně omezují tvorbu nerozpustných látek atím urychlují jejich mobilitu, na úkor snižování rozsahu a úrovně znečištění. Toto je potvrzeno též z výsledků matematického modelu (viz Příloha č.19), kdy sorpce znečištění prakticky neprobíhá a těžké kovy se šíří obdobnou rychlostí jako podzemní voda.

Charakter kontaminace z hlediska možné atenuace

- **TK** - jsou ve vodě přítomny jak v rozpuštěné, tak nerozpuštěné formě. Značná část kovů je ve vodách vázána na nerozpuštěné látky (suspendované a koloidní) adsorpcí. Změny v koncentraci kovů ve vodě závisí na tzv. imobilizačních (alkalizace vody, oxidace, adsorpce na tuhých fázích, inkorporace do biomasy) a remobilizačních (rozpuštění, redukce, komplexace, desorpce, uvolňování z odumřelé biomasy) procesech, kterými se kovy buď vážou do tuhých fází (sedimentů), nebo se z nich naopak uvolňují.

Možnosti přirozené atenuace na lokalitě

Prostředí na lokalitě bylo z hlediska podmínek pro atenuační procesy charakterizováno jako aerobní, s výrazně oxidačním potenciálem. Nicméně vzhledem k anorganickému charakteru zjištěné kontaminace nelze na lokalitě předpokládat výrazné uplatnění atenuačních procesů, vedoucích ke snižování koncentrací znečišťujících látek.

2.2.5 Shrnutí šíření a vývoje znečištění

Na lokalitě byly posuzovány možnosti šíření znečištění nesaturovanou zónou, saturovanou zónou a povrchovou vodou, i možnosti působení procesů přirozené atenuace na snižování rozsahu kontaminace.

Šíření jednotlivých kontaminantů nesaturovanou zónou vlivem atmosférických srážek je velmi nízké. Vyplyvá především z nižšího podílu infiltrujících srážek (většina plochy je zastřešena, kryta asfaltem nebo zatravněným povrchem) a z vyšší sorpce kovů i ropného znečištění. Šíření znečištění těkáním bylo vzhledem k anorganickému charakteru znečištění eliminováno. Výsledný hmotnostní tok kovů činí cca 19g/rok u As, 29 g/rok u Cd, 0,6 g/rok u Hg a 0,6 kg/rok u Pb a minimální hmotnostní tok C10-C40 0,06 g/rok.

Šíření znečištění saturovanou zónou a to transportem podzemní vodou, je předmětem matematického modelu proudění podzemních vod a šíření znečištění (viz Příloha č. 19). Vzhledem k čerpání podzemních vod na různých místech okolí průmyslového areálu Kaznějova došlo k roztažení kontaminačního mraku a to i ve směrech, které nemusí odpovídat současným směrům proudění podzemní vody. K šíření znečištění TK dochází bez výrazné sorpce, s tím, že k jímanému vrtu č. 11 vyšší koncentrace kobaltu ani niklu za současných piezometrických poměrů a čerpání nedorazí, v jímaném vrtu KaH-1 bude v roce 2040 dosažena maximální koncentrace 0,011 mg.l⁻¹ kobaltu a 0,033 mg.l⁻¹ niklu. Maximálních látkových toků kobaltu a niklu do Kaznějovského potoka bylo modelově dosaženo okolo roku 1990.

Po roce 1990 se látkové toky snižují vlivem ukončení dotace znečištění do horninového prostředí.

Na lokalitě bylo potvrzeno šíření znečištění povrchovými vodami a to zvláště v minulosti, na bezejmenném přítoku Kaznějovského potoka, procházejícího po jižní hranici areálu OMGD pod skládkou. Toto znečištění vlivem samočisticí schopnosti povrchové vodoteče s tokem vyznívá, čímž je omezeno i jeho další šíření.

Prostředí na lokalitě bylo z hlediska podmínek pro atenuační procesy charakterizováno jako aerobní, s výrazně oxidačním potenciálem. Nicméně vzhledem k anorganickému charakteru zjištěné kontaminace nelze na lokalitě předpokládat výrazné uplatnění atenuačních procesů, vedoucích ke snižování koncentrací znečišťujících látek.

2.2.6 Omezení a nejistoty

Omezení a nejistoty, spojené s průzkumnými pracemi a popisem rozsahu a migrace znečištění včetně doporučení pro snížení nejistot lze definovat následovně:

Prostorová omezení - lokalizace vrtných prací vycházela z dostupnosti vytipovaných ploch pro vrtnou techniku a existence podzemních inženýrských sítí na lokalitě.

Časová omezení - průzkum na lokalitě probíhal pouze jednorázově v průběhu jara a léta 2010 a i přes využití výsledků z předchozích období nebylo možné podchytit, příp. eliminovat např. sezónní nebo klimatické vlivy.

Omezení v laboratorních pracích - vzhledem k využití akreditovaných laboratoří s dlouholetou praxí lze tyto nejistoty minimalizovat.

Nejistoty v programu vzorkování - u vrtů AGARICUS, stará vodárna (p.č. 86) a studny č.p.189/1 nebylo možné z technických důvodů provést odběr vzorků za vytvoření významnějšího čerpání podzemních vod (průkaz maximálního znečištění spodních kolektorů).

3. HODNOCENÍ RIZIKA

Hodnocení rizika se provádí za účelem vytipování a vyhodnocení možných rizik, vyplývajících ze současného a budoucího využití lokality i jejího okolí, zjištěného typu a rozsahu kontaminace, potenciálních příjemců a dalších údajů. Hodnocení rizik se provádí ve třech krocích:

- identifikace rizik,
- hodnocení zdravotních rizik,
- hodnocení ekologických rizik.

3.1 Identifikace rizik

Po ověření aktuálního charakteru a rozsahu kontaminace, zhodnocení reálných mechanismů migrace znečištění i možností přirozené atenuace a identifikace významných transportních cest následuje upřesnění relevantních scénářů expozice potenciálně ohrožených příjemců - lidské populace i ekosystémů. Tento proces probíhá v následujících krocích:

- určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů
- základní charakteristika příjemců rizik

- shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice.

Výsledkem tohoto upřesňovacího procesu je aktualizovaný koncepční model znečištění.

3.1.1 Určení a zdůvodnění prioritních škodlivin a dalších rizikových faktorů

V předchozích kapitolách byly na základě informací o dřívějším i současném využití lokality, charakteru výroby, rozmístění provozů na lokalitě, používání chemických látek a výsledků předchozích průzkumů vytipovány následující skupiny látek potenciálního zájmu:

- a) **těžké kovy** - Be, Cd, Co, Cr, Cu, Ni, Hg, Pb
- b) **vybrané chemické a fyzikální ukazatele** - pH, vodivost, RL, NL, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻, NH₄⁺, NO₃⁺, Al, Mg²⁺, Mn²⁺, Ca²⁺, Fe
- c) **ropné znečištění** - NEL, C10-C40

Na tyto látky potenciálního zájmu byly orientovány veškeré průzkumné práce provedené v rámci této AR. Výsledkem jsou přesné údaje o koncentracích uvedených škodlivin, které byly porovnány s legislativními podklady, příp. hodnotami kritérií znečištění. Pro uvedené látky byly shromážděny dostupné údaje, počínaje jejich fyzikálně-chemickými vlastnostmi, přes úroveň kontaminace na lokalitě, možné způsoby šíření, toxikologické vlastnosti, expozice a potenciálními příjemci.

Určení prioritních kontaminantů

Takto byly na lokalitě vybrány následující prioritní kontaminanty (PK), s výskytem v analyzovaných mediích:

Areál OMDG

Zeminy (sondy S-1 - S-8): As, Cd, Hg, Pb, Sb, C10-C40 (frakce C16-C35)
Podzemní vody (vrty 2, 7, 9, 11 a 12): Co, Ni a Hg

Okolí areálu

Podzemní vody (domovní studny): Be, Cd, Co, Ni
Podzemní vody (koupaliště, vrt KaH2): Be, Cd, Co, Cu, Ni, Hg, Zn

Zdůvodnění výběru

Uvedené PK byly vybrány z následujících důvodů:

- jedná se o látky s toxickými účinky
- zjištěné koncentrace převyšují legislativní limity, hranici významného znečištění (HVZ), nebo kritéria znečištění.

Fyzikálně-chemické i toxikologické charakteristiky vybraných PK jsou souhrnně uvedeny v příloze č. 18.

Další rizikové faktory

Dalším rizikovým faktorem je skutečnost, že areál se nachází v poddolované oblasti s výskytem nefunkčních důlních děl (preferenční cesty proudění) a podzemní vody na lokalitě vykazují značně kyselou reakci (urychluje mobilitu některých těžkých kovů). Lokalita neleží v záplavovém území a není ohrožena případnou erozí.

3.1.2 Základní charakteristika příjemců rizik

V rámci předběžného koncepčního modelu znečištění (PKMZ) byly vytipovány následující skupiny příjemců:

- zaměstnanci v areálu OMGD, s volným pohybem po ploše,
- okolní obyvatelstvo, využívající domovní studny a koupaliště u obce,
- povrchové toky bezejmenných přítoků a Kaznějovského potoka, na ně vázané ekosystémy.

Zaměstnanci areálu

V areálu OMGD, dříve využívaném k chemické výrobě, je v současnosti výroba omezena a areál i budovy jsou pronajímány dalším společností, s různým zaměřením. V areálu se denně pohybuje přesně neurčený počet zaměstnanců, převyšující počet 10 a nepřekračující počet 100 osob.

Areál byl dlouhodobě pro pitné účely zásobován vodou z vrtů 2, 7, 9, 11 a 12. V současnosti je využíván pouze vrt č. 11, který jako jediný splňuje Vyhlášku č. 252/2004 Sb. pro pitné vody. K tomuto vrtu dle výsledků modelového řešení kobaltu ani niklu za současných piezometrických poměrů a čerpání nikdy nedorazí. V případě obnovy čerpání i ostatních uvedených vrtů jsou zaměstnanci v přímém kontaktu s podzemní vodou při jejím využití jak pro pitné, tak užitkové účely.

V severní části areálu byl zjištěn výskyt kontaminovaných zemín. Vlivem prašnosti prostředí je možná expozice zaměstnanců pohybujících se volně po ploše areálu, s kontaminovanými zemínami nebo prachem v této oblasti.

Vzhledem ke zjištěným skutečnostem (kontaminace nedostatečně krytých ploch, využívání podzemní vody) je nezbytné skupinu příjemců Zaměstnanci areálu podrobit dalšímu hodnocení případných rizik.

Okolní obyvatelé

V okolí areálu OMGD se nachází zástavba rodinných domků s vlastními domovními studněmi. I když je obec napojena na místní vodovodní síť, nelze vyloučit využívání podzemních vod, k jakýmkoliv účelům (pitné i užitkové). Některé rodinné domy na vodovod nejsou napojeny (č.p. 189/1). Obyvatelé též využívají přírodní koupaliště, napájené v současnosti povrchovou vodou. Vzhledem k horší kvalitě povrchové vody se uvažuje též o napájení koupaliště podzemní vodou (uvažované vrty KaH2, HK-12 a HK-15).

Přístup obyvatelstva do vlastního areálu OMGD není v současnosti možný, areál je oplocen a hlídán strážní službou - expozici obyvatelstva kontaminovaným zemínám v areálu lze proto vyloučit.

Vzhledem k využívání podzemních vod z domovních studní a možnosti využití podzemní vody vrtu KaH2 pro přírodní koupaliště, byla skupina příjemců Okolní obyvatelé ponechána pro další hodnocení případných zdravotních rizik.

Ekosystémy povrchových vodotečí

V povrchových vodách bezejmenných přítoků Kaznějovského potoka byly zjištěny zvýšené obsahy těžkých kovů, převyšující hodnoty NV č. 61/2003 Sb. v platném znění. Vysoké obsahy kovů byly zjištěny též v sedimentech potoků.

Z těchto důvodů byly povrchové vodoteče a jejich ekosystémy ponechány ve skupině potenciálních příjemců rizik, vyplývajících z kontaminace zjištěné v prostoru areálu OMGD a okolí.

Vodoteče nejsou v místě kontaminace nebo jejich okolí nijak využívány okolním obyvatelstvem.

Z výše uvedených důvodů byly jako potenciálně ohrožené skupiny příjemců navržené v původním Předběžném koncepčním modelu potvrzeny všechny 3 skupiny, tj. Zaměstnanci areálu, Okolní obyvatelé a Ekosystémy povrchových vodotečí.

3.1.3 Shrnutí transportních cest a přehled reálných scénářů expozice

Pro hodnocení možných zdravotních rizik pro výše uvedené skupiny příjemců *Zaměstnanci areálu* a *Okolní obyvatelé* jsou dále shrnuty expoziční cesty a vytvořeny možné expoziční scénáře. Ty vyjadřují možné způsoby kontaktu s kontaminací pro jednotlivé skupiny příjemců. Takto byly navrženy 2 expoziční scénáře pro skupinu *Zaměstnanci areálu*:

- Inhalace prachu
- Využití podzemní vody v areálu (požití, dermální kontakt)

a 2 expoziční scénáře pro skupinu *Okolní obyvatelé*:

- Využití podzemní vody z domovních studní (požití, dermální kontakt, zálivka)
- Využití přírodního koupaliště (napájení z vrtu KaH2).

Expoziční scénář Inhalace prachu hodnotí možnou expozici prachovým částicím v ovzduší na lokalitě, jejichž kontaminace vyplývá ze zjištěné kontaminace nezakrytých zemín v severní části areálu (sondy S-1 - S-8). Tato expozice se týká běžných zaměstnanců pohybujících se volně v areálu.

Expoziční scénář Využití podzemní vody v areálu hodnotí možnou expozici zaměstnanců požitím vody a dermálním kontaktem při mytí. Expoziční scénář uvažuje obnovení využití všech původně čerpaných vrtů.

Expoziční scénář Využití podzemní vody z domovních studní hodnotí možnou expozici okolních obyvatel požitím vody a dermálním kontaktem při mytí a sprchování a expozici při zálivce. Tato expozice se týká okolních obyvatel, využívajících vlastní domovní studny, v blízkosti areálu nebo v dosahu zjištěného šíření znečištění (studny č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16). Z uvedených domů je podzemní voda skutečně pravidelně využívána k pitným účelům u objektu č.p. 189/1, kde není vodovodní přípojka zavedena a u objektu č.p. 1151/11, kde je sice přípojka vodovodu zavedena, vodu ze studny však v objektu používají.

Expoziční scénář Využití přírodního koupaliště hodnotí možnou expozici okolních obyvatel dermálním kontaktem při rekreačním koupání, za předpokladu napájení koupaliště vodou z vrtu KaH2.

Pro hodnocení možného ohrožení ekosystémů tvořených povrchovými vodotečemi s transportní cestou uvolňování kontaminace z nenasurované i saturované zóny v areálu je navržen expoziční scénář:

- Ohrožení povrchových vod při jehož hodnocení budou využity ekotoxikologické údaje prioritních kontaminantů (viz Příloha č. 18).

Závěrem výše uvedeného postupu je Aktualizace koncepčního modelu znečištění (AKMZ). Z expozičních cest ohrožení zdraví lidí a ekosystémů uvedených v PKMZ byla v současnosti vyhodnocena jako potenciálně riziková expozice u Zaměstnanců areálu v důsledku kontaktu s kontaminovanou zemínou/prachem a kontaminovanou podzemní vodou a Okolních obyvatel v důsledku kontaktu s podzemní vodou z domovních studní a koupaliště. Potvrzena byla i potenciální možnost ohrožení ekosystému povrchových vodotečí. V následujících kapitolách bude provedeno hodnocení rizikovosti. Výsledky provedených šetření a vylučovacího procesu jsou shrnuty dále v Aktualizovaném koncepčním modelu znečištění (AKMZ).

Tabulka č. 44 - Aktualizovaný koncepční model znečištění

ohnisko znečištění	transportní cesta	příjemce	expoziční cesta	poznámka
OMGD s.r.o. objekty výroby kys. sírové, odvaly pyritických břidlic, skládka pevných odpadů	únik, imise → znečištění zemín → migrace do saturované zóny	podzemní voda		prokázáno znečištění podzemní vody
	únik, transport polutantů do podzemní vody → znečištění podzemní vody → transport podzemní vodou → jímání studněmi	zaměstnanci	požití, dermální kontakt, inhalace	MOŽNÉ RIZIKO
		obyvatelé okolní zástavby	požití, dermální kontakt, zálivka	MOŽNÉ RIZIKO
případně jiný, doposud neznámý zdroj znečištění	únik, transport polutantů do podzemní vody → znečištění podzemní vody → transport podzemní vodou → znečištění povrchové vody	ekosytém vázaný na povrch. tok	expozice vyšším dávkám	MOŽNÉ RIZIKO

Výčet expozičních koncentrací

Pro jednotlivé expoziční scénáře byly z rozsáhlé databáze výsledků jako vstupní koncentrace prioritních kontaminantů vybrány ty hodnoty, které nejlépe odpovídají konkrétním požadavkům jednotlivých scénářů, v případě jejich většího počtu jejich statistické vyhodnocení. Vstupní hodnoty jsou uvedeny v tabulce níže.

Pro scénář *Inhalace prachu* byly jako vstupní hodnoty koncentrací škodlivin použity průměrné a maximální obsahy kontaminantů ve svrchní vrstvě zemín (0 - 1 m, u hlubších profilů nepředpokládáme vznik prachu) u kontaminovaných sond S-1 - S-8.

Pro expoziční scénář *Využití podzemní vody v areálu* byly použity průměrné a maximální obsahy kontaminantů v podzemní vodě původně čerpaných a jako zdroj vody využívaných vrtů č. 2, 7, 9, 11 a 12.

Pro expoziční scénář *Využití podzemní vody z domovních studní* byly použity průměrné a maximální obsahy kontaminantů v podzemní vodě domovních studní zjištěných u č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16 a pro expoziční scénář *Využití přírodního koupaliště* hodnoty obsahů prioritních kontaminantů v podzemní vodě vrtu KaH2 (uvažovaný zdroj vody pro koupaliště).

Tabulka č. 45 - Výčet expozičních koncentrací prioritních kontaminantů

Expoziční scénář	Prioritní kontaminanty	Koncentrace (mg.kg ⁻¹)
Inhalace prachu sondy S-1 - S-8, hl. 0 - 1 m	As	749
		3 480
	Cd	10
		39
	Hg	30
		142
	Pb	3 904
		8 620
	Sb	116
		339
C10-C40 (C16-C35)	492	
	1300	
Využití podzemní vody v areálu Vrty č. 2, 7, 9, 11 a 12	Co	0,044
		0,202
	Ni	0,043
		0,199
	Hg	0,00058
		0,00230
Využití podzemní vody z domovních studní č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16	Be	0,00217
		0,01050
	Cd	0,003
		0,009
	Co	0,0584
		0,2530
	Ni	0,284
		1,140
Využití přírodního koupaliště Vrt KaH2 _{dyn}	Be	0,11
	Cd	0,056
	Co	1,63
	Cu	4,46
	Ni	6,55
	Hg	0,0068
	Zn	30,9

Pozn.: pro první scénáře jsou uvedeny prům. a max. hodnoty, pro poslední scénář pouze hodnoty jednorázového měření v 1 objektu

3.2 Hodnocení zdravotních rizik

V této kapitole se provádí hodnocení reálných rizik působení prioritních kontaminantů na zdraví lidí, na základě zjištěných reálných scénářů expozice. Hodnocení zdravotních rizik se provádí v následujících krocích:

- Vyhodnocení vztahu dávka - účinek
- Vyhodnocení expozice
- Charakterizace rizika

V předchozí kapitole bylo provedeno posouzení případných expozičních cest, přičemž jako možné se jeví 4 expoziční scénáře, 2 pro zaměstnance a 2 pro obyvatelstvo, s expozicí prachu inhalací a podzemním vodám požitím a dermálním kontaktem.

3.2.1 Vyhodnocení vztahu dávka - účinek

Vyhodnocení vztahu dávka - účinek spočívá v porovnání množství škodlivé látky (dávky) podaného organismu a vyvolaným nežádoucím jevem (účinkem). Při vyhodnocování tohoto vztahu je nezbytné rozlišovat dva hlavní způsoby toxického působení, karcinogenní a nekarcinogenní (prahový účinek). Dále se rozlišuje, o jaký způsob příjmu se jedná (požití - orální kontakt, dermální kontakt, inhalace).

Pro nekarcinogenní (prahové) působení toxické látky jsou stanovovány referenční dávky (RfD) nebo referenční koncentrace (RfC), což jsou dávky, resp. koncentrace škodliviny, které ještě nevyvolají nežádoucí účinek. Pro karcinogenní působení se určují lineární závislosti mezi dávkou toxické látky a počtem výskytu nádorových onemocnění. Směrnice této lineární závislosti (směrnice karcinogenity - SF) slouží pro vyhodnocení vztahu dávka - účinek pro karcinogenní působení. V případě, že nejsou tyto hodnoty (RfD, RfC, SF) určeny, používají se k vyhodnocení rizikovitosti další dostupné údaje, např. maximální přípustné koncentrace, přijatelné dávky apod.

Na lokalitě byly jako prioritní kontaminanty vytipovány: ropné znečištění zastoupené frakcí C16-C35 (pouze zeminy/prach) a těžké kovy. Fyzikálně chemické a toxikologické vlastnosti prioritních kontaminantů, tak jak byly dohledány v databázích ATSDR, U.S. EPA, IRIS, NIOSH a ekologickém serveru Plumbum a RiskWorkbench, jsou uvedeny v příloze č. 18 Fyzikálně-chemické a toxikologické vlastnosti prioritních kontaminantů.

Tabulka č. 46 - Souhrn faktorů vyjadřujících vztah dávka - účinek pro různé cesty expozice

		As	Be	Cd	Co	Cr	Cu
Požití	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$7,0 \cdot 10^{-2}$
	SF	1,5	-	-	-	-	-
Inhalace	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	-	$1,0 \cdot 10^{-3}$	-	$1,0 \cdot 10^{-4}$	$7,0 \cdot 10^{-2}$
	SF	15	-	6,0	-	-	-
Dermální kontakt	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-3}$	$5,0 \cdot 10^{-4}$	-	$1,3 \cdot 10^{-3}$	$3,7 \cdot 10^{-2}$
	SF	1,5	-	-	-	-	-

		Hg	Ni	Pb	Sb	Zn	C16-C35
Požítí	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	$4,0 \cdot 10^{-4}$	$3,0 \cdot 10^{-1}$	1,0
	SF	-	-	-	-	-	-
Inhalace	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	-	$3,0 \cdot 10^{-1}$	2,0
	SF	-	-	-	-	-	-
Dermální kontakt	RfD	$3,0 \cdot 10^{-4}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-3}$	-	$3,0 \cdot 10^{-1}$	1,0
	SF	-	-	-	-	-	-

3.2.2 Hodnocení expozice

Vyhodnocení expozice je proces posouzení intenzity, četnosti a trvání možné expozice škodlivým látkám, vyskytujícími se na lokalitě. Posouzení spočívá především ve:

- vytipování možných expozičních cest, exponované populace a expozičních scénářů pro danou lokalitu a škodlivinu,
- kvantifikaci expozice.

Výsledkem je určení denních příjmů škodlivých látek (ADD - Acceptable Daily Dose a LADD - Lifelong Acceptable Daily Dose), vyvolávajících nežádoucí efekty a způsobujících tak riziko ohrožení zdraví. Denní příjmy se počítají pro látky s prahovým působením (ADD) a pro látky karcinogenní (LADD).

Vytipování expozičních scénářů

Výše byly v rámci aktualizace koncepčního modelu znečištění určeny 4 expoziční scénáře ohrožení zdraví lidí:

- Inhalace prachu
- Využití podzemní vody v areálu (požití, dermální kontakt)
- Využití podzemní vody z domovních studní (požití, dermální kontakt, zálivka)
- Využití přírodního koupaliště (napájení z vrtu KaH2).

Expoziční scénář *Inhalace prachu* hodnotí možnou expozici zaměstnanců areálu inhalací kontaminovaných prachových částic v prostoru severní části areálu. Expoziční scénáře *Využití podzemní vody* hodnotí požití vody a dermální kontakt s vodou v případě mytí a sprchování, u rodinných domů (Okolní obyvatelé) uvažuje též expozici při zálivce. Expoziční scénář *Využití koupaliště* hodnotí dermální kontakt s vodou.

Kvantifikace expozice

Dále je uveden způsob výpočtu příjmu škodlivin - dávky pro odhad průměrné denní expozice (ADD) nekarcinogenních a celoživotní průměrné denní expozice (LADD) karcinogenních prioritních kontaminantů. Při výpočtu se uvažují průměrné a maximální hodnoty koncentrací kontaminantů i některých jiných parametrů.

Při výpočtu denních dávek (ADD/LADD) byly použity následující výpočtové rovnice pro výpočet expozice inhalací prachu, dermálním kontaktem se zeminou a podzemní vodou a náhodným požitím zeminy:

Expozice inhalací prachu

$$ADD / LADD = \frac{(C * FP) * IR * EF * ED * ET}{BW * AT}$$

Požítí vody

$$ADD / LADD = \frac{C * IGW * EF * ED}{BW * AT}$$

Dermální kontakt s podzemní vodou:

$$ADD / LADD = \frac{C * SA * Kp * EF * ED * ET}{BW * AT}$$

kde

- ADD *Průměrná denní dávka pro nekarcinogeny (mg.kg⁻¹/den)* - denní dávka škodliviny zprůměrovaná pro prahové působení látky
- AT *Doba průměrování (dny)* - za průměrnou délku života člověka pro nekarcinogenní působení se počítá doba trvání expozice, pro karcinogenní působení průměrná délka života, tj. cca 70 let
- BW *Tělesná hmotnost (kg)* - univerzální hmotnost dospělého člověka je odhadnuta na 70 kg
- C *Koncentrace chemické látky (mg.kg⁻¹, mg.l⁻¹, mg.m⁻³)* - koncentrace látky v příslušné složce životního prostředí, za použití příslušných jednotek. Pro výpočty denních dávek škodlivin byly použity průměrné a maximální koncentrace škodlivin zjištěné v místech jejich výskytu, viz tabulka č. 45, kap. 3.1.3.
- ED *Doba trvání expozice (rok)* - doba, během níž může být jedinec exponován chemickým látkám přítomným v zájmovém území a v okolí. Představuje dobu pracovního poměru u profesionální expozice nebo dobu pobytu u expozice obyvatel. Pro zaměstnance byla použita hodnota 10 a 25 let, pro obyvatele 20 a 40 let (viz MP MŽP, 2005).
- EF *Frekvence expozice (den/rok)* - četnost expozice, ke které dochází v zájmovém území nebo v jeho okolí. Pro obyvatele se používá hodnota 350 a 365 dní/rok, v případě rekreačního koupání 7 a 45 dní/rok. Pro zaměstnance byla použita hodnota 219 a 250 dní/rok (pro Inhalaci vynásobeno meteorologickým faktorem MF=0,6), (viz MP MŽP, 2005).
- ET *Doba expozice (hod/den)* - vyjadřuje skutečnou dobu expozice za den. Používá se pouze u expozice inhalací a dermálním kontaktem s vodou. Pro inhalaci prachu a běžného zaměstnance byla použita hodnota 1 a 2 hod/den jako doba trvání pobytu venku během pracovní doby, u dermálního kontaktu s vodou u zaměstnanců 0,2 a 0,5 hod/den, u obyvatel pro mytí, sprchování 0,25 a 0,58 hod/den, pro koupání 1 a 2,7 hod/den (viz MP MŽP, 2005).
- FP *Frakce prachu (kg/m³)* - pro výpočty denních příjmů škodlivin inhalací byla použita odborně odhadnutá hodnota 30 a 300 μg prachu/m³ vzduchu pro průměrné a maximální hodnocení, tj. 3x10⁻⁸ a 3x10⁻⁷ kg/m³.
- IGW *Spotřeba vody (l/den)* - pro výpočty denních příjmů byly použity hodnoty pro zaměstnance 0,5 a 1 l, pro obyvatele 1 a 2 l (viz MP MŽP, 2005).

- IR *Inhalované množství (m³/hod)* - objem inhalovaného vzduchu. Pro dospělé byla použita hodnota 0,625 pro průměrné a 0,833 m³/hod.
- Kp *Koeficient propustnosti, (cm.hod⁻¹)* - Tento parametr se používá k určení dávky chemické látky, která je kůží potenciálně absorbovaná z vody. Hodnoty Kp pro anorganické látky jsou uzančně stanoveny na Kp=1.10⁻³ cm/hod.
- LADD *Průměrná denní dávka pro karcinogeny (mg.kg⁻¹/den)* - denní dávka škodliviny zprůměrovaná pro karcinogenní působení látky, tj. celoživotní expozice (70 let).
- SA *Plocha povrchu těla (cm²/den)* - Pro dermální kontakt s podzemní vodou byla uvažována hodnota 2000 cm² representující povrch rukou a paží k lokti pro mytí, 18 000 cm² pro sprchování a koupání (viz MP MŽP, 2005).

Expozice při zálivce zahrnuje dermální kontakt s vodou (řešeno též samostatně viz výše) a ingesci kontaminovaných potravin. Pro toto hodnocení nejsou k dispozici údaje o úrovni kontaminace pěstovaných produktů - ovoce a zeleniny. Případné riziko v důsledku požití kontaminovaných potravin je obdobné jako při požití přímo kontaminované vody a je tak v podstatě zahrnuto ve výše uvedené výpočtové rovnici, i když rozhodně nebude dosahovat takové výše.

Výsledky výpočtu denních dávek

Podle výše uvedených rovnic byly po dosažení uvedených parametrů a koncentrací kontaminantů vypočteny denní dávky chemických látek (ADD) a celoživotní expozice (LADD). Výsledné hodnoty ADD a LADD prioritních kontaminantů byly použity pro výpočty hodnot HQ a ELCR v následující kapitole.

3.2.3 Odhad zdravotních rizik

Tato část charakterizuje potenciální nekarcinogenní a karcinogenní rizika pro lidské zdraví vyplývající z expozičních scénářů. Rizika ohrožení zdraví lidí se určují porovnáním výše vypočtených expozičních dávek (ADD pro nekarcinogenní působení, LADD pro karcinogenní působení) s referenčními hodnotami (RfD pro nekarcinogenní působení, SF pro karcinogenní působení).

Charakterizace nekarcinogenních rizik

Nekarcinogenní účinky pro lidské zdraví jsou obvykle charakterizovány použitím tzv. "koeficientu nebezpečnosti" (HQ - Hazard Quocient) a "indexu nebezpečnosti" (HI - Hazard Index). Koeficient nebezpečnosti HQ je odvozen jako poměr vypočtené průměrné denní dávky ADD nekarcinogenu k jeho referenční dávce (RfD).

$$HQ = \frac{ADD}{RfD}$$

- kde: HQ = Koeficient nebezpečnosti;
ADD = Průměrná denní dávka (mg.kg⁻¹.den⁻¹);
RfD = Referenční dávka (mg.kg⁻¹.den⁻¹).

V případě, že při jedné činnosti dochází k více různým expozicím a pro každou je stanoven koeficient nebezpečnosti, stanovuje se též Index nebezpečnosti, který se rovná součtu jednotlivých koeficientů nebezpečnosti:

$$HI = \sum HQ$$

Koeficienty HQ (nebo součet těchto koeficientů - index nebezpečnosti HI při vícenásobné expozici) vyšší než 1 naznačují možné riziko ohrožení zdraví lidí a případnou potřebu dalších podrobnějších hodnocení expozice a toxicity, k následnému podrobnému posouzení, zda k ohrožení zdraví skutečně dochází.

Charakterizace karcinogenních rizik

Teoretické riziko karcinogenních účinků na lidské zdraví spojených s expozicí látek identifikovaných jako karcinogeny je vypočteno jako součin konzervativní hodnoty průměrné celoživotní expozice (tj. LADD) a faktorem směrnice karcinogenity (tj. SF). Faktor směrnice karcinogenity SF je odvozen z extrapolace výsledků toxikologických studií a vyjadřuje směrnici lineární závislosti mezi expozicí určité koncentraci látky a jejím karcinogenním působením. Pro výpočet nadměrného celoživotního karcinogenního rizika ELCR (Excess Lifetime Cancer Risk) lze použít rovnici

$$ELCR = LADD \times SF$$

Hodnota ELCR je vyjádřením pravděpodobnosti, se kterou dojde k výskytu karcinogenního onemocnění (např. hodnota ELCR = 10^{-6} vyjadřuje možnost výskytu karcinogenního onemocnění v 1 případě z 1.10^6 osob).

kde: ELCR = Riziko karcinogenity;
LADD = Průměrná celoživotní expozice ($\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$);
SF = Směrnice karcinogenity ($1/\text{mg.kg}^{-1}.\text{den}^{-1}$).

Za přijatelnou míru rizika jsou považovány tyto hodnoty:

- 1.10^{-6} pro hodnocení regionálních vlivů, počet ohrožených osob nad 100
- 1.10^{-5} pro hodnocení lokálních vlivů, počet ohrožených osob od 10 do 100**
(zde zaměstnanci areálu)
- 1.10^{-4} pro hodnocení jednotlivců, do 10 osob**
(zde obyvatelé).

Riziko karcinogenity ELCR vyšší než uvedené hodnoty znamená možnost rizika ohrožení zdraví lidí a případnou potřebu dalších, podrobnějších hodnocení expozice a toxicity k následnému podrobnému posouzení, zda skutečně dochází k ohrožení zdraví.

Z prioritních kontaminantů vytipovaných na lokalitě jsou jako potenciálně karcinogenní označovány As, Ni, Cr a pravděpodobně Cd. Nicméně u vybraných expozičních scénářů a příslušných prioritních kontaminantů nebyly karcinogenní účinky prokázány (nejsou dostupné hodnoty karcinogenních rizik SF). Dále proto nebylo hodnocení karcinogenních rizik zařazeno.

Výsledky charakterizace rizik

Podle výše uvedených vzorců byly vypočteny hodnoty nekarcinogenních (HQ, HI) rizik. Souhrnné hodnoty pro všechny kontaminanty jsou uvedeny pro vytipované expoziční cesty a ohrožené skupiny.

Zaměstnanci areálu

Expoziční scénář Inhalace prachu

Možná rizika ohrožení zdraví byla hodnocena v místech výskytu jednotlivých kontaminantů (sondy S-1 - S-8) a vzhledem k neomezené možnosti šíření prachu v ovzduší též pro všechny kontaminanty společně. Vypočtené hodnoty HQ a HI jsou uvedeny v tabulce, vždy pro průměrné a maximální hodnocení. Žádná z těchto hodnot nepřekročila limitní hodnotu pro HQ (HI) = 1 a to ani pro samostatná hodnocení míst výskytu jednotlivých kontaminantů, ani pro celkové hodnocení.

Pro tento scénář nebyla zjištěna žádná rizika ohrožení zdraví lidí v důsledku inhalace kontaminovaného prachu.

Tabulka č. 47 - Výsledky výpočtů rizik - zaměstnanci areálu, inhalace prachu

Expoziční scénář	Prioritní kontaminanty	HQ (HI)
Inhalace prachu sondy S-1 - S 8, hl. 0 - 1 m	As	4,03E-04
		6,81E-02
	Cd	1,67E-06
		2,28E-04
	Hg	1,59E-05
		2,78E-03
	Pb	1,75E-04
		1,41E-02
	Sb	<i>nedostupné tox hodnoty</i>
	C10-C40 (C16-C35)	3,97E-08
3,81E-06		
Celkem	5,96E-04	
	8,51E-02	

Expoziční scénář Využití podzemní vody v areálu

Možná rizika ohrožení zdraví byla hodnocena pro případ opětovného využívání vrtů č. 2, 7, 9, 11 a 12 pro zásobování areálu vodou a tím expozici požitím a dermálním kontaktem. Vypočtené hodnoty HQ a HI jsou uvedeny v tabulce, vždy pro průměrné a maximální hodnocení. V případě požití podzemní vody byla překročena limitní hodnota HQ=1 pro Co (8,24) a tím i celková hodnota pro vybrané prioritní kontaminanty. V případě dermálního kontaktu nebylo překročení hodnot HQ ani HI zjištěno.

Pro tento scénář byla zjištěna výrazná rizika ohrožení zdraví lidí v důsledku požití podzemní vody, kontaminované především Co, i dalšími kovy.

Tabulka č. 48 - Výsledky výpočtů rizik - zaměstnanci areálu, využití vody

Expoziční scénář	Prioritní kontaminanty	HQ (HI)
Využití podzemní vody v areálu Vrty č. 2, 7, 9, 11 a 12 požití	Co	6,34E-01
		8,24E+00
	Ni	9,34E-03
		1,22E-01
	Hg	8,29E-03
		9,38E-02
Celkem	6,52E-01	
	8,45E+00	
Využití podzemní vody v areálu Vrty č. 2, 7, 9, 11 a 12 dermální kontakt	Co	<i>nedostupné tox hodnoty</i>
		7,47E-06
	Ni	1,22E-04
		6,63E-06
	Hg	9,38E-05
		1,41E-05
Celkem	2,15E-04	
	6,52E-01	
CELKEM		8,47E+00

Expoziční scénář Využití podzemní vody z domovních studní

Možná rizika ohrožení zdraví byla hodnocena pro případ využívání domovních studní u č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16 a expozici požitím a dermálním kontaktem, včetně zálivky. Z uvedených domů je podzemní voda skutečně využívána u objektu č.p. 189/1, kde není vodovodní přípojka zavedena a u objektu č.p. 1151/11, kde je sice přípojka vodovodu zavedena, vodu ze studny však v objektu používají. Pro vyhodnocení expozice při zálivce nebyly k dispozici všechny potřebné údaje (úroveň případné kontaminace pěstovaných produktů), nicméně tato expozice je v hodnocení částečně zahrnuta při expozici dermálním kontaktem i požitím přímo kontaminované vody. Expozice při zálivce se bude na celkovém riziku podílet, pravděpodobně však oproti výše uvedeným expozicím pouze minimálním podílem. Vypočtené hodnoty HQ a HI jsou uvedeny v tabulce, vždy pro průměrné a maximální hodnocení. V případě požití podzemní vody byla překročena limitní hodnota HQ=1 pro Co (24,1) a Ni (1,63) a tím i celková hodnota pro vybrané prioritní kontaminanty. V případě dermálního kontaktu nebylo překročení hodnot HQ ani HI zjištěno.

Pro tento scénář byla zjištěna výrazná rizika ohrožení zdraví lidí v důsledku požití podzemní vody, kontaminované především Co a Ni, i dalšími kovy. Dalším příspěvkem k celkovému riziku je též využití vody k zálivce.

Tabulka č. 49 - Výsledky výpočtů rizik - okolní obyvatelé, využití vody

Expoziční scénář	Prioritní kontaminanty	HQ (HI)
Využití podzemní vody z domovních studní č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16 požití	Be	1,49E-02
		1,50E-01
	Cd	8,22E-02
		5,14E-01
	Co	2,67E+00
		2,41E+01
	Ni	1,94E-01
1,63E+00		
Celkem	2,96E+00	
	2,64E+01	
Využití podzemní vody z domovních studní č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16 Dermální kontakt	Be	6,69E-05
		7,83E-04
	Cd	3,70E-04
		2,68E-03
	Co	<i>nedostupné tox hodnoty</i>
	Ni	8,74E-04
		8,50E-03
Celkem	1,31E-03	
	1,20E-02	
CELKEM	2,96E+00	
	2,64E+01	

Expoziční scénář Využití přírodního koupaliště

Možná rizika ohrožení zdraví byla hodnocena pro případ využití podzemní vody vrtu KaH2 pro napuštění přírodního koupaliště a expozici dermálním kontaktem. Vypočtené hodnoty HQ a HI jsou uvedeny v tabulce. Žádná z těchto hodnot nepřekročila limitní hodnotu pro HQ (HI) = 1 a to ani pro samostatná hodnocení jednotlivých kontaminantů, ani pro celkové hodnocení.

Pro tento scénář nebyla zjištěna žádná rizika ohrožení zdraví lidí v důsledku dermálního kontaktu s podzemní vodou.

Tabulka č. 50 - Výsledky výpočtů rizik - okolní obyvatelé, využití koupaliště

Expoziční scénář	Prioritní kontaminanty	HQ (HI)
Využití přírodního koupaliště Vrt KaH2 _{dyn}	Be	4,71E-03
	Cd	9,59E-03
	Co	<i>nedostupné tox hodnoty</i>
	Cu	1,03E-02
	Ni	2,80E-02
	Hg	1,94E-03
	Zn	8,82E-03
	Celkem	6,34E-02

Při hodnocení možného rizika ohrožení zdraví lidí byly na lokalitě OMGD a okolí zjištěny jako rizikové expoziční scénáře *Využití podzemní vody v areálu a Využití podzemní vody z domovních studní* a to pro expozici požitím a prioritní kontaminanty Co a Ni. V případě areálu bylo zjištěno překročení hodnoty HI=1 cca 8,5x, v případě domovních studní 26x a jedná se tak o výrazné ohrožení zdraví lidí. U domovních studní je dalším příspěvkem k celkovému riziku též využití vody k zálivce.

V podzemní vodě ve vrtech původně využívaných k zásobování areálu OMGD vodou i v domovních studních u č.p. 189/1 a 1151/11 bylo zjištěno překročení hodnot pro pitnou vodu Vyhl. č. 252/2004 Sb.

Ohrožení zdraví zaměstnanců v důsledku inhalace prachu a ohrožení zdraví obyvatel v důsledku využívání přírodního koupaliště nebylo zjištěno. Nicméně využití podzemní vody vrtu KaH2 pro napouštění koupaliště není vhodné z důvodu nedodržení Vyhlášky č. 135/2004 Sb. pro koupací vody.

3.3 Hodnocení ekologických rizik

Hodnocení ekologických rizik se provádí obdobným způsobem jako hodnocení rizik pro zdraví lidí, tzn. ve třech následujících krocích:

- Vyhodnocení vztahu dávka - účinek
- Vyhodnocení expozice
- Charakterizace rizika.

Již při tvorbě předběžného koncepčního modelu byla možnost ohrožení ekosystémů zmíněna, vzhledem k průtoku vodotečí přímo podél areálu nebo v jeho blízkosti, i jejich funkci drenážního systému celé lokality. Z těchto důvodů byl dále prověřen expoziční scénář pro hodnocení ekologických rizik: Ohrožení povrchových vod.

3.3.1 Vyhodnocení vztahu dávka - účinek

Určení vztahu dávka - účinek představuje vyhledání konkrétních údajů o působení daných kontaminantů, včetně jejich dávek / koncentrací, na složky životního prostředí. Při sledování škodlivých ekotoxikologických účinků látek na organismy se stanovují různé parametry, vyjadřující vztah mezi dávkou látky a jejím účinkem na organismus. Takto se stanovuje např.:

- nejvyšší dávka nebo koncentrace, při které ještě nebyl zjištěn žádný škodlivý efekt - NOAEL (No Observed Adversed Effect Level)
- nejnižší koncentrace, při které je u látky sledován statisticky významný vliv na organismus - LOEC (Lowest Observed Effect Concentration)
- letální dávky nebo koncentrace - způsobují úmrtí 50% (nebo více) jedinců sledovaných organismů - LC₅₀, LD₅₀ (Lethal Dose, Lethal Concentration)
- biokoncentrační faktor - schopnost látky kumulovat se v organismech.

Hodnoty těchto parametrů jsou uváděny v různých databázích, včetně popisu studií, které k těmto hodnotám vedly. Stanovují se pro rozdílné organismy, prostředí a dobu trvání. Ekotoxikologické charakteristiky prioritních kontaminantů jsou popsány v příloze č. 18. Tyto parametry pro kontaminanty zjištěné v povrchových vodotečích

přítoků i vlastního Kaznějovského potoka, pro vybrané prioritní kontaminanty jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka č. 51 - Ekotoxikologické parametry vybraných prioritních kontaminantů, ve srovnání s koncentracemi v povrchové vodě a sedimentech

Kontaminant	Ekotoxikologické působení	NV 61/2003 Sb., 229/2007 Sb. povrch. voda mg.l ⁻¹	Koncentrace v povrchové vodě mg.l ⁻¹	NV 257/2009Sb. sedimenty mg.kg ⁻¹	Koncentrace v sedimentech mg.kg ⁻¹
As	LC ₅₀ korýši 37-98 mg.l ⁻¹ LD ₅₀ krysa 13,39 mg.kg ⁻¹ LD ₅₀ myš 46,2 mg.kg ⁻¹	0,02	0,026	30	58,2
Cd	LC ₅₀ prvoci 0,001 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ nitěnky 0,17 mg.l ⁻¹	0,0007	pod m.d.	1	13,3
Co	LD ₅₀ krysa 6170mg.kg ⁻¹	0,007	0,011	30	93,7
Cr	LC ₅₀ perloočky 1,4 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ prvoci 1 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ nitěnky 5 mg.l ⁻¹	0,035	0,009	200	1 070
Cu	NOAEL 0,001-0,01 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ bentos 0,2 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ larvy chroustíků 0,125 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ měkkýši 0,015mg.l ⁻¹ LC ₅₀ pijavky 0,008 mg.l ⁻¹	0,025	0,021	100	684
Mo	-	0,035	0,103	-	47,5
Ni	LC ₅₀ měkkýši 0,2 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ prvoci 1-10 mg.l ⁻¹ LC ₅₀ nitěnky 50 mg.l ⁻¹	0,040	0,141	80	326
Zn	LC zoobentos 0,4 mg.l ⁻¹ LC larvy jepice 0,3 mg.l ⁻¹ LC korýši 0,2 mg.l ⁻¹ LC prvoci max 1 mg.l ⁻¹	0,16	0,490	300	3 870

Zdroj: Svobodová et al, 1987, Navrátil, 2000, Ekotoxikologická databáze www.piskac.cz/ETD

3.3.2 Vyhodnocení expozice

Porovnáním zjištěných obsahů kovů v povrchové vodě a sedimentech s legislativními limity byly v povrchové vodě Kaznějovského potoka nebo jeho bezejmenných přítoků zjištěny obsahy těžkých kovů As, Co, Mo, Ni a Zn nad limitní hodnoty uváděné v NV č. 61/2003, resp. 229/2007 Sb. pro povrchové vody. V sedimentech stejných odběrných profilů bylo zjištěno překročení limitů NV č. 257/2009 Sb. (aplikace sedimentů na zemědělské půdy) u As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni a Zn. Pro tyto a další prioritní kontaminanty jsou výše uvedeny též ekotoxikologické hodnoty pro hodnocení expozice, resp. případných rizik.

Při porovnání ekotoxikologických hodnot uvedených výše s průměrnými i maximálními hodnotami těchto prvků v povrchových vodách na lokalitě je patrné jejich **překročení pouze u Cu** (obecná hodnota pro vodní organismy na nejnižší uváděné hranici, LC₅₀ pro měkkýše a pijavky) a **Zn** (LC₅₀ pro zoobentos). Toto překročení se týká pouze maximální zjištěné hodnoty obsahu uvedených kovů.

Riziková koncentrace Cu se nachází pouze v jednom profilu (PO4) povrchové vodoteče ato pod skládkou na jižní hranici areálu. Naopak riziková koncentrace Zn byla zjištěna na profilu PO6, tj. na bezejmenném přítoku ve směru od údolí Vátinka. Tato vodoteč vzhledem ke vzdálenosti a umístění nepředstavuje primární vliv sledované lokality, ale spíše vliv deponovaných zbytků kyzových břidelic a odpadů

z jejich zpracování, které mají přímou souvislost s historickým provozem „staré továrny“ Starckových podniků na pravém břehu potoka Vátinka.

U ostatních prioritních kontaminantů nebylo zjištěno překročení uváděných ekotoxikologických hodnot.

3.3.3 Charakterizace rizika

Porovnáním zjištěných koncentrací prioritních kontaminantů v povrchové vodě s ekotoxikologickými parametry bylo zjištěno překročení hodnot NOAEL a LC₅₀ představující potenciální riziko pro vodní organismy u Cu a Zn. Překročení uvedených parametrů je minimální a týká se pouze maximálně citlivé skupiny organismů. S potočným profilem toto znečištění dále vlivem samočisticí funkce vodoteče vyznívá.

Na lokalitě bylo zjištěno riziko ohrožení ekosystému povrchových vodotečí bezejmenných přítoků Kaznějovského potoka vč. příbřehových partií, v důsledku zvýšených obsahů Cu a Zn ve vodách. Toto riziko je minimální, lokálně omezené as tokem vyznívající.

Současně však bylo zjištěno překročení limitní hodnoty znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády č. 61/2003 ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. u As, Co, Mo, Ni a Zn a překročení limitní hodnoty znečištění sedimentů (pro aplikaci na zemědělské půdy) dle Nařízení vlády č. 257/2009 Sb. pro As, C, Co, Cr, Cu, Ni a Zn.

3.4 Shrnutí celkového rizika

Vzhledem k potvrzené kontaminaci zemin a především podzemních vod v areálu OMDG a jeho okolí a to především těžkými kovy, bylo na lokalitě provedeno hodnocení rizik pro zdraví lidí a ekosystémy. Na lokalitě byly vybrány následující prioritní kontaminanty (PK), s výskytem v analyzovaných mediích:

Areál OMDG

Zeminy (sondy S-1 - S-8): As, Cd, Hg, Pb, Sb, C10-C40 (frakce C16-C35)
Podzemní vody (vrty 2, 7, 9, 11 a 12): Co, Ni a Hg

Okolí areálu

Podzemní vody (domovní studny): Be, Cd, Co, Ni
Podzemní vody (koupaliště, vrt KaH2): Be, Cd, Co, Cu, Ni, Hg, Zn

Jako potenciálně ohrožené skupiny příjemců byly potvrzeni příjemci navržení v původním Předběžném koncepčním modelu: *Zaměstnanci areálu, Okolní obyvatelé a Ekosystémy povrchových vodotečí.*

Pro hodnocení možných zdravotních rizik pro výše uvedené skupiny příjemců byly navrženy 2 expoziční scénáře pro skupinu *Zaměstnanců*:

- Inhalace prachu
- Využití podzemní vody v areálu (požití, dermální kontakt)

a 2 expoziční scénáře pro *Okolní obyvatelé*:

- Využití podzemní vody z domovních studní (požití, dermální kontakt, zálivka)
- Využití přírodního koupaliště (napájení z vrtu KaH2).

Při hodnocení možného rizika ohrožení zdraví lidí byly na lokalitě OMGD a okolí zjištěny jako rizikové expoziční scénáře Využití podzemní vody v areálu a Využití podzemní vody z domovních studní a to pro expozici požitím vody a prioritní kontaminanty Co a Ni. V případě areálu bylo zjištěno překročení hodnoty $HI=1$ cca 8,5x, v případě domovních studní 26x a jedná se tak o výrazné ohrožení zdraví lidí. U domovních studní je dalším příspěvkem k celkovému riziku též využití vody k zálivce.

V podzemní vodě ve vrtech původně využívaných k zásobování areálu OMGD vodou i v domovních studních u č.p. 189/1 a 1151/11 bylo zjištěno překročení hodnot pro pitnou vodu Vyhl. č. 252/2004 Sb.

Ohrožení zdraví zaměstnanců v důsledku inhalace prachu a obyvatel v důsledku využívání přírodního koupaliště nebylo zjištěno. Nicméně využití podzemní vody vrtu KaH2 pro napouštění koupaliště není vhodné z důvodu nedodržení Vyhlášky č. 135/2004 Sb. pro koupací vody.

Pro hodnocení možného ohrožení ekosystémů tvořených povrchovými vodotečemi, s transportní cestou uvolňování kontaminace z nenasycované i satureované zóny v areálu je navržen expoziční scénář:

- Ohrožení povrchových vod

Na lokalitě bylo zjištěno riziko ohrožení ekosystému povrchových vodotečí bezejmenných přítoků Kaznějovského potoka vč. příbřehových partií, v důsledku zvýšených obsahů Cu a Zn ve vodách. Toto riziko je minimální, lokálně omezené as tokem vyznívající.

Současně však bylo zjištěno překročení limitní hodnoty znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády č. 61/2003 ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. u As, Co, Mo, Ni a Zn a překročení limitní hodnoty znečištění sedimentů (pro aplikaci na zemědělské půdy) dle Nařízení vlády č. 257/2009 Sb. pro As, C, Co, Cr, Cu, Ni a Zn.

Uvedené hodnocení rizik vychází ze skutečností zjištěných v průběhu zpracování AR a je platné pro podmínky uváděné v textu. V případě změny těchto skutečností i dalších uváděných podmínek je nezbytné uváděná rizika přehodnotit, resp. zaktualizovat.

3.5 Omezení a nejistoty

Kvalita zpracování Hodnocení rizik závisí na kvalitě a hodnověrnosti podkladů. Jedná se především o daný stupeň neurčitosti ve znalostech popisu využití lokality, přírodních poměrů, analytických měření. Vzhledem k důkladnosti provedeného průzkumu a návaznosti na dlouhodobé a rozsáhlé předchozí průzkumy, úroveň laboratorních prací danou akreditací příslušného pracoviště i stupněm znalostí zpracovatele je daný stupeň neurčitosti nízký.

Určitý stupeň nejistoty je také ve stanovení expozičních parametrů a jejich vlivu na hodnocené subjekty, které může být ovlivněno subjektivním hodnocením zpracovatele:

- nejistoty spojené s podmíněností expozičních cest - pro eliminaci těchto nejistot byly k hodnocení vybrány pouze reálné expoziční scénáře nebo scénáře s reálným budoucím využitím;
- nejistoty spojené s odvozením expozičních koncentrací - při hodnocení byly využity koncentrace látek v zeminách a podzemních vodách zjištěných laboratorními rozborů, soubory těchto hodnot byly statisticky zpracovány a použity průměrné a maximální hodnoty, tyto nejistoty omezující;
- nejistoty týkající se vztahu dávka a účinek - pro vybrané kontaminanty byly použity toxikologické hodnoty ze zdrojů US EPA, podložené odbornými studii a nejistoty spojené s jejich využitím jsou tak minimální;
- nejistoty spojené s hodnocením synergických účinků různých látek či kombinace dalších rizikových faktorů - případné synergické působení látek jedné skupiny (zde TK) je v hodnocení podchyceno uváděním též součtových hodnot pro nekarcinogenní rizika (HI);
- nejistoty týkající se ohrožení ekosystémů - vzhledem k širší databázi ekotoxikologických údajů a komparativnosti s legislativou jsou tyto nejistoty minimalizovány.

Vzhledem ke skutečnosti, že významné riziko bylo výše popsáno při využití studny 189/1, bylo z hlediska nejistoty vytvořené pouze odběrem 1 vzorku vody z dané studny, doporučeno provést převzorkování tohoto vodního zdroje.

U 5 nemovitostí v lokalitě "Cementárna", využívajících studnu p.č. st.189/1 není vybudován vodovod a jímaná podzemní voda je zde tedy jediným zdrojem pitné vody. Na základě schválené Metodické změny č. 3 bylo proto provedeno kontrolní převzorkování této studny. Odběr byl proveden ve stejném termínu ze stávajícího odběrného zařízení a nově osazeného vzorkovacího čerpadla. V obou případech byl tedy realizován dynamický odběr vzorků vod. Vzorky byly analyzovány na obsah vybraných těžkých kovů a pH. Následující tabulka č. 52 uvádí výsledky analýz vzorků z původního i nových odběrů vod.

Tabulka č. 52 - Výsledky analýz vzorků vybraných těžkých kovů ze studny 189/1

studna 189/1	vyhláška 252/2004	6/2010	11/2010 naše čerpadlo	11/2010 stávající čerpadlo
Nikl mg.l ⁻¹	0,02	0,195	0,02	<0,006
Kobalt mg.l ⁻¹	0,2	0,024	<0,010	<0,010
Beryllium mg.l ⁻¹	0,002	0,0002	<0,0001	<0,0001
Rtuť mg.l ⁻¹	0,001	0,0003	<0,0003	<0,0003
Olovo mg.l ⁻¹	0,01	<0,01	<0,01	<0,01

Uvedené výsledky nepotvrdily přítomnost vysokých koncentrací Ni (ani jiných těžkých kovů) v uvedené studni, hodnota pH se pohybovala v úrovni 6 - 6,5.

4. DOPORUČENÍ NÁPRAVNÝCH OPATŘENÍ

Návrh nápravných opatření je stěžejním výstupem celé analýzy rizik a slouží jako odborný podklad pro rozhodování o nutnosti, rozsahu a způsobu sanace. V rámci této části AR se stanoví:

- cíle nápravných opatření
- reálné způsoby dosažení těchto cílů.

V případě, kdy jsou analýzou rizik na lokalitě zjištěny takové expozice škodlivým látkám, při kterých dochází k ohrožení zdraví lidí nebo ekosystému, nebo kdy byla průzkumem znečištění zjištěna na posuzovaném území kontaminace převyšující limitní hodnoty, je nezbytné posoudit nutnost provedení sanačního zásahu, vedoucího k odstranění ekologické zátěže. Z toho vyplývá i potřeba stanovit cíle sanace, příp. i cílové parametry - koncentrace látek, na jejichž úroveň je nutné provést sanační zásah. Posuzuje se též vhodnost „nulové varianty“, spočívající v ponechání území bez sanačního zásahu.

Při zpracovávání návrhu nápravných opatření byly vzaty v úvahu veškeré informace a data o charakteru, závažnosti, rozsahu a šíření kontaminace, zjištěných rizicích, stávajícím a budoucím využití lokality a okolí. Na lokalitě OMGD Kaznějov vychází doporučení nápravných opatření z následujících faktů:

- horninové prostředí zájmového území tvoří především pískovce přecházející až do poloh slepenců, prachovců a jílovců;
- kvartérní pokryv má minimální mocnost a je tvořen písčitymi hlínami a především antropogenními navážkami;
- svrchní část horninového prostředí v areálu OMGD, s.r.o. je tvořena různorodými navážkami charakteru stavební sutě, popeloviny a zbytků po loužení kyzových břidlic. V jižní části areálu OMGD se nachází též průmyslová skládka;
- území je poddolováno od historické hlubinné těžby černého uhlí;
- oběh podzemní vody je vázán na kolektor z kombinovanou průlinově - puklinovou propustností. Hladina podzemní vody se v zájmovém území pohybuje převážně v intervalu cca 10 - 30 m pod úrovní terénu;
- generelní směr proudění podzemní vody probíhá směrem k východu až severovýchodu, tzn. k okraji karbonské sedimentace plzeňské pánve;
- karotážním měřením byl ověřen koeficient filtrace horninového prostředí regionální karbonské zvodně v rozsahu cca $k = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ až $k = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$;
- na lokalitě bylo zjištěno plošně omezené znečištění zemin nesatureované zóny těžkými kovy (As, Cd, Hg, Pb, Sb) v prostoru sond S-1 - S-8 a ropnými látkami C10-C40 - frakce C16-C35 v místě sondy S-1 v severní části areálu OMGD;
- byla zjištěna kontaminace podzemních vod těžkými kovy (Co, Ni a Hg) u vrtů sloužících v nedávné minulosti pro zásobování areálu OMGD pitnou vodou (vrty č. 2, 7, 9 a 12) a podzemních vod v okolí areálu ve vrtu KaH2 (potenciální zdroj vody pro přírodní koupaliště - Co, Ni a Hg) a domovních studních, především u č.p. 86, 189/1, 280, 1151/11, 16 - Be, Cd, Co, Ni), opakovanými analýzami nebyla potvrzena kontaminace studny č.p. 189/1;

- bylo zjištěno znečištění povrchových vod a sedimentů ve vybraných profilech povrchových vodotečí, především v profilu PO4 přímo pod areálem a skládkou a v profilu PO6 na vodoteči mimo vlastní zájmové území (As, Cd, Co, Cr, Cu, Ni a Zn);
- z hlediska hodnocení parametrů přirozené atenuace byly na lokalitě potvrzeny aerobní, oxidační podmínky prostředí, nicméně vzhledem k anorganickému původu znečištění nelze výraznější uplatnění procesů přirozené atenuace předpokládat (z důvodu značně kyselých podzemních vod nebyla potvrzena ani výraznější sorpce);
- v areálu se pohybuje blíže nspecifikovaný počet zaměstnanců v rozsahu od 10 do 100 osob, okolní obyvatelé nemají do areálu přístup umožněn;
- v areálu je pro zásobování vodou využívána podzemní voda čerpaná z vrtu č. 11, donedávna byly využívány též vrty č. 2, 7, 9 a 12, nyní kontaminované;
- město Kaznějov má vybudovanou vodovodní síť se zdrojem vody mimo zasažené území, nicméně v okolí areálu jsou k zásobování domácností vodou běžně využívány domovní studny;
- využití podzemních vod z nyní kontaminovaného vrtu KaH2 bylo původně plánováno pro napouštění přírodního koupaliště, nyní se uvažují též vrty HK-12 a HK-15;
- při hodnocení možného rizika ohrožení zdraví lidí byly na lokalitě OMGD a okolí zjištěny jako rizikové expoziční scénáře *Využití podzemní vody v areálu a Využití podzemní vody z domovních studní* a to pro expozici požitím a prioritní kontaminanty Co a Ni, v případě areálu bylo zjištěno překročení hodnoty HI=1 cca 8,5x, v případě domovních studní 26x a jedná se tak o výrazné ohrožení zdraví lidí;
- ohrožení zdraví zaměstnanců v důsledku inhalace prachu a ohrožení zdraví obyvatel v důsledku využívání přírodního koupaliště nebylo zjištěno. Využití podzemní vody vrtu KaH2 pro napouštění koupaliště není vhodné z důvodu nedodržení Vyhlášky č. 135/2004 Sb pro koupací vody;
- Na lokalitě bylo zjištěno riziko ohrožení ekosystému povrchových vodotečí bezejmenných přítoků Kaznějovského potoka včetně příbřehových partií, v důsledku zvýšených obsahů Cu a Zn ve vodách. Toto riziko je minimální, lokálně omezené a s tokem vyznívající;
- současně bylo zjištěno překročení limitní hodnoty znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády č. 61/2003 ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. u As, Co, Mo, Ni a Zn a překročení limitní hodnoty znečištění sedimentů (pro aplikaci na zemědělské půdy) dle Nařízení vlády č. 257/2009 Sb. pro As, Co, Cr, Cu, Ni a Zn.

Dále je posuzována nutnost nápravných opatření a to především vzhledem ke **zjištění znečištění podzemních vod a potvrzenému riziku ohrožení zdraví lidí.** Zjištěná kontaminace povrchových vod a sedimentů a z ní vyplývající nízké riziko ohrožení ekosystémů jsou pouze lokálně omezeného charakteru, s tokem a časem vyznívající. Z toho důvodu jsou tyto skutečnosti dále zanedbány a řešena je pouze problematika znečištění podzemních vod a rizik pro zdraví lidí.

4.1 Doporučení cílových parametrů nápravných opatření

Cílový stav eliminace negativních vlivů znečištění je možno stanovit ve dvou rovinách:

- stanovení a zdůvodnění cílů nápravných opatření,
- odvození cílových parametrů.

V prvním případě se jedná o stanovení kvalitativních cílů, tzn. např. vlastní odstranění zdrojů kontaminace, zamezení šíření, omezení expozice apod. V druhém případě, používaném především při zjištění reálných rizik nebo při nedodržení legislativních požadavků, následuje kvantifikace cílů nápravných opatření, tzn. stanovení cílových limitů - "bezpečné" úrovně koncentrace škodlivin.

4.1.1 Stanovení a zdůvodnění cílů nápravných opatření

Na lokalitě OMGD s.r.o. v Kaznějově bylo zjištěno znečištění podzemních vod těžkými kovy, včetně výrazně kyselá reakce podzemních vod. Znečištění překračuje limitní hodnoty vyhlášky č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu. Kontaminace se v důsledku minulého i současného čerpání podzemních vod dále šíří. Byla potvrzena lokálně omezená kontaminace vod a sedimentů povrchových toků, převyšující hodnoty znečištění povrchových vod dle Nařízení vlády č. 61/2003 Sb. ve znění Nařízení vlády č. 229/2007 Sb. a limitní hodnoty znečištění sedimentů (pro aplikaci na zemědělské půdy) dle Nařízení vlády č. 257/2009 Sb.

V současnosti bylo na lokalitě zjištěno reálné riziko ohrožení zdraví okolních obyvatel v důsledku využívání podzemních vod z domovních studní (opakovanými analýzami nebyla potvrzena kontaminace studny č.p. 189/1) a zaměstnanců areálu v případě, že bude obnoveno čerpání původních vrtů k zásobování areálu vodou. Na lokalitě bylo též potvrzeno riziko ohrožení ekosystémů povrchových vodotečí a to lokálně omezené a s tokem vyznívajícím.

Z toho důvodu byly **cíle nápravných opatření stanoveny** následovně:

- omezení šíření znečištění mimo kontaminovanou oblast,
- **zamezení budoucí expozice kontaminovaným podzemním vodám,**
- **zajištění kontroly kvality podzemní vody.**

Odstranění zdroje znečištění, který se nachází na ploše značné rozlohy, by bylo technicky i finančně značně náročné, zvláště vzhledem k požadavku zachování stávajícího stavu lokality (zachování budov, existence důlních děl). Jako nejdůležitější se dle vývoje na lokalitě jeví především zamezení využívání kontaminovaných podzemních vod.

Monitoring kvality podzemních vod je následným krokem navazujícím na uvedené cíle. Velmi vhodným opatřením se jeví též zapracování nápravných opatření (zabránění využívání podzemních vod) např. do Územního plánu, včetně příp. změny využití pozemků a stavební uzávěry pro hydrogeologické objekty.

Zdůvodněním stanovených cílů je jednoznačně zabránění zjištěným rizikům ohrožení zdraví lidí, příp. též zabránění ohrožení ekosystému. Zajištění kontroly kvality podzemních vod je důležité pro informovanost ohledně dalšího vývoje stávajícího, příp. zbytkového znečištění, jeho rozsahu nebo dalšího možného šíření.

4.1.2 Odvození cílových parametrů

V případě potvrzených zdravotních nebo ekologických rizik se cílové parametry nápravných opatření (ve smyslu aktivní sanace) odvozují zpětným výpočtem ze zjištěných rizik a to tak, aby výsledné parametry představovaly „bezpečné“ koncentrace kontaminantů, které již rizika nezpůsobují.

Na lokalitě bylo zjištěno riziko ohrožení zdraví lidí v důsledku využívání podzemních vod pro pitné účely. Současně bylo v podzemních vodách využívaných objektů potvrzeno překročení parametrů vyhlášky č. 252/2004 Sb. pro pitné vody. Pro snížení, resp. eliminaci zdravotních rizik je tedy nezbytné dosáhnout takové kvality podzemních vod, aby byla splněna vyhláška č. 252/2004 Sb. pro pitné vody (její limitní hodnoty byly stanoveny na základě známých účinků a zdravotních rizik jednotlivých prvků/látek).

Aktivní sanační zásah (není navrhován)

V případě plošně značně rozsáhlého znečištění na lokalitě OMGD a jejím okolí nebyla vlastní sanace území ve smyslu odstranění zdroje navrhována, jako nápravný cíl bylo stanoveno především zabránění využívání kontaminovaných podzemních vod. Pokud by se mělo jednat o určení cílových parametrů sanace (CPS), pak **jako CPS pro dané kontaminanty navrhujeme jejich hodnoty stanovené Vyhláškou č. 252/2004 Sb. pro pitné vody**. Tím by bylo riziko ohrožení zdraví lidí v důsledku využívání kontaminovaných podzemních vod k pitným účelům zcela eliminováno.

Navrhované omezení využívání podzemních vod

Pro tento návrh, týkající se vymezení oblasti s omezením čerpání a využívání podzemních vod, nejsou cílové parametry stanoveny. Jako kritéria splnění tohoto opatření je možné navrhnout dodržení parametrů daných modelovým řešením proudění vod a šíření znečištění.

Kontrola kvality podzemních vod - monitoring

Jako následné opatření lze doporučit pravidelnou kontrolu kvality podzemních vod formou monitoringu. Důvodem je zajištění informovanosti o dalším vývoji na lokalitě, příp. rozsahu a šíření zbytkové kontaminace. Hodnoty cílových parametrů pro monitoring (CPM) vod především signalizují nutnost zvážení nebo přijetí dalších nápravných opatření. U monitoringu prováděného v určitém časovém intervalu je možné jako tyto hodnoty stanovit i rozsah překročení běžně zjišťovaných hodnot.

Pro zahájení dalších nápravných opatření ve smyslu opětovného odběru kontrolního vzorku a jeho analýzy, zvýšení četnosti monitoringu, znovuzvážení rizikovosti, příp. přijetí dalších nápravných opatření (omezení nebo zákaz využití podzemních vod, ochranné hydraulické čerpání zabraňující šíření znečištění do dotčených míst, ev. zahájení sanačních prací) lze stanovit cílové parametry jako hodnoty, kdy **byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 50% a to ve dvou po sobě následujících kolech monitoringu, příp. byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 100%, jednorázově**.

4.2 Doporučení postupu nápravných opatření

V rámci doporučení nápravných opatření se uvažují možné postupy pro splnění výše stanovených nápravných cílů. Vždy se uvažuje i tzv. Nulová varianta - varianta ponechání lokality bez dalšího zásahu. Po posouzení vhodnosti použití Nulové varianty případně následuje návrh vlastních nápravných opatření.

4.2.1 Nulová varianta

„Nulová varianta“ znamená ponechání stávajícího stavu na lokalitě bez zásahu. V případě zjištění kontaminace překračující legislativní ukazatele (zde Vyhl.č. 252/2004 Sb o pitné vodě a NV č. 61/2003 Sb. a NV č. 257/2009 Sb. pro povrchové vody a sedimenty) a potvrzení rizik pro zdraví lidí a pro ekosystémy, tato varianta znamená trvání rizikového stavu bez jeho nápravy.

Nulová varianta byla z výše uvedených důvodů odmítnuta a dále jsou uvedena další navrhovaná opatření.

4.2.2 Omezení využívání podzemních vod

Pro naplnění uvedených cílů nápravných opatření, především zabránění expozici kontaminovaným podzemním vodám, je navrženo výrazné omezení využívání podzemních vod v zájmovém území. Na základě výsledků matematického modelování proudění podzemních vod a šíření znečištění (viz příloha č. 19) lze vymežit tuto oblast v rozsahu definovaném v příloze č. 20.

V uvedené oblasti je nutné respektovat následující opatření:

1) Stávající vodní zdroje

Z hlediska využití stávajících vrtů OMGD doporučujeme udržovat stávající režim exploatace pouze na vrtu KaH-1. Opětovné další obnovení čerpání vrtů č. 2 a č. 9 se nedoporučuje z hlediska očekávaného zvýšení koncentrací niklu a kobaltu v této oblasti (přitažení kontaminačního mraku). Čerpání vrtu č. 7 vydatností do 3 l.s^{-1} nezpůsobí přitažení kontaminace niklu a kobaltu do oblasti vrtu.

V případě opětovného zjištění vyšších kontaminací Ni v rámci níže uvedeného monitoringu zdrojů na p.č. 189/1 a 1151/11 budou provedena následující opatření:

- Vodní zdroj na p.č. 189/1 - zákaz používání k pitným účelům i zálivce (řešení vodovodní přípojkou)
- Vodní zdroj na p.č. 1151/11 - zákaz používání pro zálivku i pitné účely

2) Nové objekty nebo povolování stávajících, doposud nevyužívaných objektů:

- hloubka nově budovaných vodních zdrojů v dané oblasti nesmí překročit 30 m s maximálním odběrem do $0,1 \text{ l.s}^{-1}$. U hlubších stávajících vrtů lze využít čerpané množství do 3 l.s^{-1} , nikoli však v celoročním režimu exploatace.

Zabránění výraznému čerpání podzemních vod v dané oblasti zamezí především dalšímu šíření znečištění a povede tak k prioritnímu cíli nápravných opatření - Omezení využívání podzemních vod. To je současně rozhodující pro splnění druhého cíle - zamezení budoucí expozice kontaminovaným podzemním vodám.

Toto omezení by mělo být zřejmé též z úpravy Územního plánu města a určeného využití pozemků, včetně např. uložení stavební uzávěry na hydrogeologické objekty hlubší 30 m.

Další možností je též omezení způsobu využití čerpaných vod, např. pouze k užitkovým účelům jako je závlaha pozemků, využití jako technologické vody apod. Podmínkou je zakotvení těchto podmínek v Územním plánu a využití území.

Pro návrh oblastí omezeného čerpání podzemních vod byly využity závěry matematického modelu a to:

- délka/rozsah ustáleného kontaminačního mraku,
- doba konzervativního transportu TK,
- stávající a plánovaný způsob využití vod,
- maximální povolené množství čerpaných vod v součtu pro všechny povolené hydrogeologické objekty.

4.2.3 Monitoring kvality podzemních vod

Doplněním těchto opatření je návrh realizace monitoringu kvality podzemních vod. Monitoring se týká oblasti dotčené kontaminací, která byla vymezena jednak vlastními průzkumnými pracemi, jednak matematickým modelem předpokládaného šíření kontaminace pro rok 2010, při zohlednění předpokládaného vývoje v letech následujících (viz příloha č. 20). Rozsah monitorovacích prací zohledňuje i využívání jednotlivých hydrogeologických objektů.

Seznam objektů určených k monitoringu a rozsah navržených chemických analýz je uveden v následující tabulce. Navrhujeme četnost odběrů 2x ročně a to v jarním a podzimním období (nejlépe duben říjen), po dobu 5 let.

Tabulka č. 53 - Monitorované objekty a rozsah laboratorních analýz podzemní vody

vzorkovaný HG objekt	TK (Co,Ni,Be,Cd,Hg, Zn,Cu,Pb)	ÚCHR (včetně celkové mineralizace)	Kyanidy celkové	pH
HK-10	ano	ano	ano	ano
HK-12	ano			ano
HK-15	ano			ano
HK-22	ano	ano		ano
HK-23	ano			ano
KaH-2	ano	ano		ano
studna st.16	ano			ano
studna st.280	ano			ano
studna 1151/11	ano			ano
studna vodárna st.86	ano	ano		ano
studna st. 189/1	ano	ano		ano
vert č. 2	ano			ano
vert č. 9	ano			ano
vert č. 11	ano	ano		ano
vert č. 7	ano			ano
KaH-1	ano	ano		ano
HV-1 Agarikus	ano	ano		ano

Kromě výše uvedených domovních studní doporučujeme realizovat monitoring celkem 3x za uvedené období 5 let i u ostatních domovních studní ve vymezené Oblasti omezení využívání podzemních vod (viz příloha č. 20) a to v rozsahu stanovení Co, Ni a pH.

Cílem monitoringu je zdokumentovat charakter podzemní vody na vodním zdroji za podmínek odběru vod, realizovaných pro zásobování obyvatel vodou (čerpání svrchního kolektoru podzemních vod). Z tohoto důvodu budou odběry prováděny ve standardním dynamickém stavu ve zvodni, nikoli za podmínek vyšší exploatace zvodně.

Hodnoty cílových parametrů monitoringu (kontroly kvality podzemních vod) CPM pak signalizují nutnost zvážení nebo přijetí dalších nápravných opatření. Tyto CPM jsou uvedeny v předchozí kapitole, formou procentuálního překročení hodnot zjištěných v předchozím monitorovacím období. V případě, že by došlo k výraznému navýšení znečištění v kontrolovaných vrtech, lze doporučit zahájení následných nápravných opatření (např. variantu pasivního sanačního zásahu).

Ostatní vrty, nezařazené do monitorovací sítě a jinak nevyužívané a v budoucnu pravděpodobně nevyužitelné, navrhujeme zakonzervovat, opatřit pevným zhlavím, nebo odborně zatěsnit a zlikvidovat. Ponechání vrtů bez využití na lokalitě představuje riziko další kontaminace vod (např. vhozením předmětů, vlitím odpadních tekutin), i riziko nekontrolovatelných odběrů vod.

Z nově realizovaných průzkumných vrtů nejsou do navrhovaného monitorovacího systému zařazeny vrty HK-14 a HK-20. Již v rámci ukončení průzkumných prací bylo rozhodnuto na 5. kontrolním dni akce (26. 8. 2010) o likvidaci vrtu HK-14 z důvodu kontaminace svrchní zvodně okolními historickými navážkami (původem znečištění zvodně zde nebyly činnosti v areálu chemického závodu) a potenciální možnosti rozšiřování tohoto znečištění do hlubších kolektorů lokality (karotáží potvrzeno vertikální proudění směrem k počvě vrtu). Vlastní likvidace byla provedena v závěru etapy průzkumných prací.

Vrt HK-20 navrhujeme předat k užívání majiteli pozemku (možnost případného využití jako vodního zdroje), v případě jeho nezájmu o tento objekt navrhujeme jeho likvidaci.

V rámci zajištění vody pro koupaliště je uvažováno s využitím vrtů HK-12 nebo HK-15. Z dokladovaných výsledků analýz vzorků na těchto vrtech (tab. 39 a) je zřejmé, že nejlépe vyhovuje pro tento účel svoji kvalitou voda z vrtu HK-15 (u vrtu HK-12 mírně překročen vůči vyhlášce č. 292/2006 Kvalita koupacích vod parametr pH). Vzhledem ke skutečnosti, že matematický model oba tyto vrty zahrnuje v období 2010 - 2060 do kontaminačního mraku, bude na nich rovněž prováděn pravidelný pololetní monitoring pro dokladování aktuální úrovně kontaminace zvodně. Způsob exploatace vybraného vrtu (nárazové doplnění koupaliště vydatností maximálně $3 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$) neovlivní dle dosavadních informací zásadní mírou proudění podzemních vod ani předpokládaný vývoj kontaminace dané oblasti.

4.2.4 Identifikace a zhodnocení možných sanačních rizik

Navrhovaná nápravná opatření nemají charakter sanace, z toho důvodu nejsou sanační rizika uváděna. Částečným rizikem navrhovaných opatření je ponechání zdroje znečištění na lokalitě - toto riziko je však vzhledem ke zjištěným

údajům a jejich vyhodnocení touto AR poměrně nízké a dále bude podchyceno pravidelným monitoringem.

4.2.5 Doporučení opatření pro snížení míry nejistot

Analýza rizik je zpracována v určitém stupni prozkoumanosti lokality. Míru nejistoty, případně spojenou pouze s vytipováním ohrožených objektů, lze poměrně snadno eliminovat s použitím bezpečnostního faktoru - rozšíření výčtu ohrožených objektů.

V případě aktivního sanačního zásahu - odstranění zdroje znečištění, zde nenavrhováno - by pro snížení míry nejistot bylo nutné vypracování Předsanačního doprůzkumu příp. i Studie proveditelnosti navrhovaného zásahu.

4.2.6 Odhad finančních nákladů

Předpokládaná cena navrhovaných nápravných opatření je uvedena v samostatné příloze k závěrečné zprávě. Dále je uveden soupis položek nápravných opatření:

<i>Položka</i>	<i>Časová náročnost</i>
Přípravné práce	
Projednání vytipované oblasti s příslušnými úřady	2 měsíce
Návrh změny Územního plánu a využití území (stavební uzávěra na HG objekty)	2 měsíce
Monitoring	
Analytické práce	5 let
Geologické práce	5 let

Výhody navrhovaných opatření: navrhovaná opatření - Určení objektů s omezením čerpání a využívání podzemních vod - jednoznačně povedou ke splnění výše navržených cílů nápravných opatření: zamezení expozici kontaminovaným vodám (eliminace rizik ohrožení zdraví lidí). Realizace kontrolního monitoringu na vytipovaných objektech zajistí splnění posledního cíle: informovanosti ohledně vývoje znečištění a jeho případného dalšího šíření.

Nevýhody navrhovaných opatření: opatření řeší pouze následné problémy vzniklé v důsledku zjištěné kontaminace především podzemních vod, především z důvodu technické a finanční náročnosti i ekonomické nerentabilnosti neřeší odstranění zdroje znečištění.

4.2.7 Shrnutí nápravných opatření

Na lokalitě bylo zjištěno znečištění podzemních vod, povrchových vod a sedimentů těžkými kovy a byla potvrzena výrazná rizika ohrožení zdraví lidí v důsledku využívání podzemních vod k pitným účelům a nízké riziko ohrožení ekosystémů povrchových vodotečí.

Z toho důvodu byly stanoveny cíle nápravných opatření: omezení využívání podzemních vod, zamezení budoucí expozice kontaminovaným podzemním vodám a zajištění kontroly kvality podzemní vody. Odstranění zdroje znečištění, který se nachází na ploše značné rozlohy, by bylo značně technicky i finančně náročné, zvláště vzhledem k požadavku zachování stávajícího stavu lokality a existenci

starých důlních děl. Nulová varianta nápravných opatření byla vzhledem ke zjištěným rizikům zamítnuta.

Na lokalitě bylo jako nápravné opatření navrženo: výrazné omezení využívání podzemních vod v zájmovém území, s vymezením ohrožených objektů a návrh na omezení nových nebo nově využitelných objektů.

V uvedené oblasti je nutné respektovat následující opatření:

1) Stávající vodní zdroje

Z hlediska využití stávajících vrtů OMDG doporučujeme udržovat stávající režim exploatace pouze na vrtu KaH-1. Opětovné další obnovení čerpání vrtů č. 2 a č. 9 se nedoporučuje z hlediska očekávaného zvýšení koncentrací niklu a kobaltu v této oblasti (přitažení kontaminačního mraku). Čerpání vrtu č. 7 vydatností do 3 l.s^{-1} nezpůsobí přitažení kontaminace niklu a kobaltu do oblasti vrtu.

V případě opětovného zjištění vyšších kontaminací Ni v rámci níže uvedeného monitoringu zdrojů na p.č. 189/1 a 1151/11 budou provedená následující opatření:

- Vodní zdroj na p.č. 189/1 - zákaz používání k pitným účelům i zálivce (řešení vodovodní přípojkou)
- Vodní zdroj na p.č. 1151/11 - zákaz používání pro zálivku i pitné účely

2) Nové objekty nebo povolování stávajících, doposud nevyužívaných objektů:
- hloubka nově budovaných vodních zdrojů v dané oblasti nesmí překročit 30 m s maximálním odběrem do $0,1 \text{ l.s}^{-1}$. U hlubších stávajících vrtů lze využít čerpané množství do 3 l.s^{-1} , nikoli však v celoročním režimu exploatace.

Tyto navrhované změny by bylo vhodné z důvodu zajištění informovanosti zahrnout též do Návrhu změny Územního plánu a využití území.

Dále byl navržen kontrolní monitoring kvality podzemních vod, na cca 17 objektech, se zaměřením analýz na těžké kovy, pH, u vybraných vrtů též ÚCHR. Pro zahájení dalších nápravných opatření ve smyslu opětovného odběru kontrolního vzorku a jeho analýzy, zvýšení četnosti monitoringu, znovuzvážení rizikovosti, příp. přijmutí dalších nápravných opatření, lze stanovit cílové parametry jako hodnoty, kdy byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 50% a to ve dvou po sobě následujících kolech monitoringu, příp. byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 100%, jednorázově.

Ostatní vrty, nezařazené do monitorovací sítě a jinak nevyužívané a v budoucnu pravděpodobně nevyužitelné, navrhujeme zakonzervovat, opatřit pevným zhlavím, nebo odborně zatěsnit a zlikvidovat. Ponechání vrtů bez využití na lokalitě představuje riziko další kontaminace vod (např. vhozením předmětů, vlitím odpadních tekutin), i riziko nekontrolovatelných odběrů vod.

Vrt HK-20 navrhujeme předat k užívání majiteli pozemku (možnost případného využití jako vodního zdroje), v případě jeho nezájmu o tento objekt navrhujeme jeho likvidaci.

V rámci zajištění vody pro koupaliště nejlépe vyhovuje pro tento účel svoji kvalitou voda z vrtu HK-15 (u vrtu HK-12 mírně překročen vůči vyhlášce č. 292/2006 Kvalita koupacích vod parametr pH).

Uvedená doporučení vycházejí ze skutečností zjištěných v průběhu zpracování AR a jsou platná pro podmínky uváděné v textu. V případě změny těchto skutečností i dalších uváděných podmínek je nezbytné doporučovaná opatření přehodnotit, resp. zaktualizovat.

5. ZÁVĚR A DOPORUČENÍ

Na základě smlouvy o dílo č. 09CDS345 ze dne 6. 11. 2009 mezi Plzeňským krajem a společností AQUATEST a.s. je prováděna analýza rizik plynoucích z kontaminace podzemních vod a horninového prostředí, která byla zjištěna v okolí přírodního koupaliště na JZ okraji města Kaznějov.

Cílem analýzy rizik je na základě výsledků podrobného průzkumu především posoudit ohrožení kvality podzemních a povrchových vod v zájmovém území, včetně posouzení rizika na lidské zdraví a na jednotlivé složky životního prostředí a případného návrhu nápravných opatření vedoucích k eliminaci zjištěných rizik.

Cílem provedených průzkumných prací, jejichž vyhodnocení je předmětem této dílčí zprávy je zejména ověření stupně a rozsahu znečištění horninového prostředí, podzemní a povrchové vody v souvislosti s dřívějším využitím zájmového území.

Výsledky provedených prací lze shrnout do následujících bodů:

5.1 Geologické a hydrogeologické poměry

- horninové prostředí zájmového území tvoří horniny plzeňské karbonské pánve zastoupené především pískovci a arkózovými pískovci převážně středně až hrubě zrnitými místy přecházejícími až do poloh slepenců. Tyto materiály tvoří jednotlivé kolektory zastižené karbonské zvodně, které jsou navzájem odděleny převážně neprůběžnými, různě mocnými polohami izolatorů a poloizolatorů tvořených především silně jílovitými jemnozrnnými pískovci, prachovci a jílovci;
- kvartérní pokryv má minimální mocnost a je tvořen písčitymi hlínami a především antropogenními navážkami;
- svrchní část horninového prostředí v areálu OMGD, s.r.o. je tvořena různorodými navážkami charakteru stavební sutě, popeloviny a zbytků po loužení kyzových břidlic. Tyto antropogenní sedimenty dosahují mocnosti prvních metrů. Výjimečnou z hlediska mocnosti, rozsahu i složení je průmyslová skládka v jižní části areálu OMGD;
- oběh podzemní vody je vázán na kolektor z kombinovanou průlinově - puklinovou propustností. Hladina podzemní vody se v zájmovém území pohybuje převážně v intervalu cca 10 - 30 m pod úrovní terénu;
- generální směr proudění podzemní vody probíhá směrem k východu až severovýchodu, tzn. k okraji karbonské sedimentace plzeňské pánve;

- karotážním měřením byl ověřen koeficient filtrace horninového prostředí regionální karbonské zvodně v rozsahu cca $k = 1,0 \cdot 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ až $k = 1,5 \cdot 10^{-4} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

5.2. Znečištění horninového prostředí, podzemní a povrchové vody

Pro potvrzení možného zdroje kontaminace byla v rámci průzkumných prací provedena mělká vrtná sondáž na území chemického podniku. Sondy byly situovány na volná prostranství v podniku a nepostihovaly přímo výrobní prostory. Přesto bylo v šesti z celkového počtu deseti sond zjištěno významné překročení obsahu kovů (As, Hg, Pb, Sb) v hodnotách až několikanásobně překračujících kritérium „C“ MP MŽP a je pravděpodobné, že na území podniku budou zjištěny v budoucnosti i vyšší koncentrace polutantů. Lze proto předpokládat, že vymývání polutantů a jejich transfer do podzemní vody pokračuje v určité míře nadále i v současnosti. Práce na území chemického podniku však nebyly předmětem předkládané AR.

Šíření polutantů povrchovými vodami z areálu chemického podniku probíhá téměř výhradně korytem bezejmenné vodoteče pramenící pod patou skládky OMGD a protékající při jižním okraji zájmového území. To je dokumentováno zvýšeným obsahem těžkých kovů v dnových sedimentech na profilech 4 a 5, kde byly odebrány vzorky OS4 (Cr) a OS5 (Cr, Cu, Ni) i výsledky analýz odběrů povrchových vod PO4 (As, Co, Mo, Ni) a PO5 (Co, Mo, Ni).

Dalším zdrojem kontaminace těžkými kovy na předmětném území AR je pravděpodobně prostor starého závodu Starckových podniků na pravém břehu potoka Vátinka. Zdrojem zde budou deponované zbytky kyzových břidlic a odpady z jejich zpracování. Výluhy odtud pravděpodobně zatěžují dnový sediment (vzorek OS6 - Cd a Zn) a povrchovou vodu v uvedené vodoteči (vzorek PO6 - Zn). Zatížení zde však může být kombinováno i s drenáží podzemních vod celé pánevní struktury.

Z pohledu kontaminace podzemní vody lze konstatovat, že zvýšené obsahy sledovaných polutantů jsou vázány pravděpodobně na omezenou hydrogeologickou strukturu směru SZ - JV (tektonické omezení). Jako plošně i kvantitativně nejvýznamnější lze v zájmovém území hodnotit znečištění niklem a kobaltem, kdy v některých případech došlo ke zjištění zvýšených hodnot niklu i u vytipovaných (laboratorně analyzovaných) domovních studních v předpokládané hydrogeologické struktuře (viz tabulka č. 38). Důležité pro zhodnocení migrace jednotlivých polutantů bude zpracování matematického modelu.

Stav kontaminace podzemních vod lze charakterizovat následujícími body:

- nepředpokládáme další nárůst koncentrací polutantů, neboť výroba v chemickém podniku byla prakticky zastavena a nadále dochází pouze k vymývání zbytkové kontaminace na území závodu. Tento proces je dlouhodobý, protože obsahy polutantů v nenasycované zóně jsou vysoké, což potvrdily provedené mělké sondy;
- zájmové území a jeho blízké okolí není v současné době oproti minulosti příliš intenzivně vodárensky využíváno. Odběry z vrtu KaH-1 a vrtu č. 11 slouží téměř výhradně pro technologické účely. Domovní studny jsou ve většině případů využívány též pouze jako alternativa k napojení na vodovodní řad;
- podle výsledků karotáže je kontaminovaná voda ve většině vrtů „zatlačena“ vodou bez kontaminace do větší hloubky, tj. probíhá přetok ze svrchní části

karbonského kolektoru, do hlubších, kontaminací pravděpodobně postižených obzorů. Směry proudění ve spodních partiích pánevní výplně, které přesahují hloubku stávajících průzkumných vrtů, nelze přesně specifikovat;

- k významnější aktivizaci pohybu kontaminace může dojít pouze při výrazném odběru v daném území v řádu přesahujícím cca 3 l.s^{-1} . Takový odběr může změnit lokální hydraulické poměry s následkem „přivlečení“ kontaminace v horizontálním anebo ve vertikálním směru;
- vazba kontaminovaných vod na vytěžené důlní prostory po těžbě uhlí nebyla průzkumnými pracemi potvrzena;
- z hlediska hodnocení parametrů přirozené atenuace byly na lokalitě potvrzeny aerobní, oxidační podmínky prostředí, nicméně vzhledem k anorganickému původu znečištění nelze výraznější uplatnění procesů přirozené atenuace předpokládat (z důvodu značně kyselých podzemních vod nebyla potvrzena ani výraznější sorpce).

5.3. Hodnocení rizik

V rámci hodnocení rizik byly zjištěny následující skutečnosti:

- v areálu se pohybuje blíže nespecifikovaný počet zaměstnanců v rozsahu od 10 do 100 osob, okolní obyvatelé nemají do areálu přístup umožněn;
- v areálu je pro zásobování vodou využívána podzemní voda čerpaná z vrtu č. 11, donedávna byly využívány též vrty č. 2, 7, 9 a 12, nyní kontaminované;
- město Kaznějov má vybudovanou vodovodní síť se zdrojem vody mimo zasažené území, nicméně v okolí areálu jsou k zásobování domácností vodou běžně využívány domovní studny;
- využití podzemních vod z nyní kontaminovaného vrtu KaH2 bylo původně plánováno pro napouštění přírodního koupaliště, nyní se uvažují též vrty HK-12 a HK-15;
- **při hodnocení možného rizika ohrožení zdraví lidí byly na lokalitě OMGD a okolí zjištěny jako rizikové expoziční scénáře *Využití podzemní vody v areálu a Využití podzemní vody z domovních studní*, a to pro expozici požitím, a prioritní kontaminanty Co a Ni, v případě areálu bylo zjištěno překročení hodnoty $HI=1$ cca 8,5x, v případě domovních studní 26x a jedná se tak o výrazné ohrožení zdraví lidí. U domovních studní je dalším příspěvkem k celkovému riziku též využití vody k zálivce;**
- v podzemní vodě ve vrtech původně využívaných k zásobování areálu OMGD vodou i v domovních studních u č.p. 189/1 a 1151/11 bylo v době realizace průzkumu (7/2010) zjištěno překročení hodnot pro pitnou vodu Vyhl. č. 252/2004 Sb. Opakované analýzy u studny č.p. 189/1 vyšší kontaminace Ni nepotvrdily;
- ohrožení zdraví zaměstnanců v důsledku inhalace prachu a ohrožení zdraví obyvatel v důsledku využívání přírodního koupaliště nebylo zjištěno. Využití podzemní vody vrtu KaH2 pro napouštění koupaliště není vhodné z důvodu nedodržení Vyhlášky č. 135/2004 Sb. pro koupací vody;
- **na lokalitě bylo zjištěno riziko ohrožení ekosystému povrchových vodotečí bezejmenných přítoků Kaznějovského potoka včetně příbřehových partií,**

v důsledku zvýšených obsahů Cu a Zn ve vodách. Toto riziko je minimální, lokálně omezené, a s tokem vyznívající.

5.4. Návrh nápravných opatření

Z výše uvedených důvodů byly stanoveny cíle nápravných opatření: omezení využívání podzemních vod, zamezení budoucí expozice kontaminovaným podzemním vodám a zajištění kontroly kvality podzemní vody. Odstranění zdroje znečištění, který se nachází na ploše značné rozlohy, by bylo značně technicky i finančně náročné, zvláště vzhledem k požadavku zachování stávajícího stavu lokality a existenci starých důlních děl. Nulová varianta nápravných opatření byla vzhledem ke zjištěným rizikům zamítnuta.

Na lokalitě bylo jako nápravné opatření navrženo: výrazné omezení využívání podzemních vod v zájmovém území, s vymezením ohrožených objektů a návrh na omezení nových nebo nově využitelných objektů:

V uvedené oblasti je nutné respektovat následující opatření:

3) Stávající vodní zdroje

Z hlediska využití stávajících vrtů OMGD doporučujeme udržovat stávající režim exploatace pouze na vrtu KaH-1. Opětovné další obnovení čerpání vrtů č. 2 a č. 9 se nedoporučuje z hlediska očekávaného zvýšení koncentrací niklu a kobaltu v této oblasti (přitažení kontaminačního mraku). Čerpání vrtu č. 7 vydatností do 3 l.s^{-1} nezpůsobí přitažení kontaminace niklu a kobaltu do oblasti vrtu.

V případě opětovného zjištění vyšších kontaminací Ni v rámci níže uvedeného monitoringu zdrojů na p.č. 189/1 a 1151/11 budou provedena následující opatření:

- Vodní zdroj na p.č. 189/1 - zákaz používání k pitným účelům i zálivce (řešení vodovodní přípojkou)
- Vodní zdroj na p.č. 1151/11 - zákaz používání pro zálivku i pitné účely

4) Nové objekty nebo povolování stávajících, doposud nevyužívaných objektů:
- hloubka nově budovaných vodních zdrojů v dané oblasti nesmí překročit 30 m s maximálním odběrem do $0,1 \text{ l.s}^{-1}$. U hlubších stávajících vrtů lze využít čerpané množství do 3 l.s^{-1} , nikoli však v celoročním režimu exploatace.

Tyto navrhované změny by bylo vhodné z důvodu zajištění informovanosti zahrnout též do Návrhu změny Územního plánu a využití území.

Dále byl navržen kontrolní monitoring kvality podzemních vod, na cca 17 objektech, se zaměřením analýz na těžké kovy, pH, u vybraných vrtů též ÚCHR. Pro zahájení dalších nápravných opatření ve smyslu opětovného odběru kontrolního vzorku a jeho analýzy, zvýšení četnosti monitoringu, znovuzvážení rizikovitosti, příp. přijmutí dalších nápravných opatření, lze stanovit cílové parametry jako hodnoty, kdy byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 50% a to ve dvou po sobě následujících kolech monitoringu, příp. byla překročena předchozí zjištěná koncentrace daného kontaminantu o více než 100%, jednorázově.

Ostatní vrty, nezařazené do monitorovací sítě a jinak nevyužívané a v budoucnu pravděpodobně nevyužitelné, navrhujeme zakonzervovat, opatřit pevným zhlavím, nebo odborně zatěsnit a zlikvidovat. Ponechání vrtů bez využití na lokalitě představuje riziko další kontaminace vod (např. vhozením předmětů, vlitím odpadních tekutin), i riziko nekontrolovatelných odběrů vod.

Vrt HK-20 navrhujeme předat k užívání majiteli pozemku (možnost případného využití jako vodního zdroje), v případě jeho nezájmu o tento objekt navrhujeme jeho likvidaci.

V rámci zajištění vody pro koupaliště nejlépe vyhovuje pro tento účel svoji kvalitou voda z vrtu HK-15 (u vrtu HK-12 mírně překročen vůči vyhlášce č. 292/2006 Kvalita koupacích vod parametr pH).

Uvedené Hodnocení rizik a Doporučená opatření vycházejí ze skutečností zjištěných v průběhu zpracování AR a jsou platná pro podmínky uváděné v textu. V případě změny těchto skutečností i dalších podmínek je nezbytné Hodnocení rizik i Doporučovaná opatření přehodnotit, resp. zaktualizovat.

6. LITERATURA

- Balatka B. a kol., (1987): Zeměpisný lexikon ČR, Hory a nížiny, Academia 1987
- Boháč P., Bouška P., Kupka V., (2002): Analýza rizika společnosti AKTIVA a.s. Kaznějov, SCES-Group s.r.o., Ústí nad Labem
- ČSN 75 7134 - Jakost vod. Jakost vody pro závlahu
- Hazdrová M. a kol., (1983): Vysvětlivky k základní hydrogeologické mapě ČSSR 1:200 000,
- Jiskra J., (2005): Johann David Edler von Starck, Krajské muzeum Sokolov
- Kautský J., (1994): Kaznějov - hydrogeologický průzkum, část hydrogeologická, GMS a.s., Praha
- kol. autorů, (2002): Ekologický audit společnosti AKTIVA, a. s., Kaznějov, SCES - Group, spol. s r. o., Ústí nad Labem
- Kovář M., (1991): Zhodnocení výsledků I. Etapy podrobného hydrogeologického průzkumu v okolí skládky, Stavební geologie Praha, OZ AQUATEST
- Kovář M., (1992): Zhodnocení výsledků II. Etapy podrobného hydrogeologického průzkumu v okolí skládky, Stavební geologie Praha, OZ AQUATEST
- Krupař J., Dyk V., (2008): Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Kaznějov - koupaliště, Gekon s.r.o. Plzeň
- Krupař J., Dyk V., (2007): Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Kaznějov - hydrovrt pro LB Minerals a.s., Gekon s.r.o. Plzeň
- Krupař J., Dyk V., (2008): Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Mrtník, Gekon s.r.o. Plzeň
- Krupař J., (2008): Závěrečná zpráva hydrogeologického průzkumu Mrtník - hydrovrt Mr-2, Gekon s.r.o. Plzeň
- Kunstová B., (1987): Hydrochemický průzkum ovlivnění povrchových a podzemních vod, Stavební geologie Praha,
- Míková T.-Valeriánová A.-Voženílek V., (2007): Atlas podnebí Česka, ČHMÚ Praha
- Milický M. a kol., (2009): DP Kaznějov II Modelové řešení proudění podzemní vody - ovlivnění otvirkou, PROGEO s.r.o.
- MŽP ČR (1996): Metodický pokyn odboru pro ekologické škody MŽP - Kritéria znečištění zemin a podzemní vody. Věstník MŽP ČR ze dne 15. září 1996, ISSN 0862-9013.
- MŽP ČR (2005): Metodický pokyn pro analýzu rizik, Metodický pokyn odboru ekologických škod č. 12
- MŽP ČR (2005): Metodický pokyn pro průzkum kontaminovaného území, Metodický pokyn odboru ekologických škod č. 13
- Nařízení vlády č. 61/2003 Sb., o ukazatelích a hodnotách přípustného znečištění povrchových vod a odpadních vod, náležitostech povolení k vypouštění odpadních vod do vod povrchových a do kanalizací a o citlivých oblastech, v aktualizovaném znění NV č. 229/2007 Sb.

- Olmer M. et al., (2006): Hydrogeologická rajonizace ČR, Sborník geol. věd, Sešit 23, ČGS Praha
- Příbyl A., Synková M., (1992), Kaznějov-pozorovací vrty HJ-9 a HJ-10, NEPTUN Plzeň
- Příbyl A., (1993) Závěrečná zpráva o provedení průzkumných hydrogeologických prací na lokalitě Kaznějov, NEPTUN Plzeň
- Seifert A. a kol., (1996): Geologická mapa ČSR 1:50 000, list 11-43 Bor, ČGÚ Praha
- Seifert A.-Vejlupek M. a kol., (1992): Geologická mapa ČSR 1:50 000, list 11-44 Nýřany, ČGÚ Praha
- Švoma J., (1976): Oběh podzemních vod v mladopaleozoických sedimentech plzeňské pánve, Stavební geologie Praha
- Traksmandl V. a kol., (1987): Hydrogeologická studie okresu Plzeň-sever, Vodní zdroje Praha
- Traksmandl V., (1988): Kaznějov - Lachema, Vodní zdroje Praha
- VÚV TGM (2008): HEIS: Hydroekologický informační systém; <http://heis.vuv.cz>
- Vyhláška č. 294/2005 Sb. o podmínkách ukládání odpadů na skládky a jejich využívání na povrchu terénu a změně vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady
- Vyhláška č. 252/2004 Sb., kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 135/2004 Sb. v novelizovaném znění č. 292/2006 Sb. ohledně kvality koupacích vod
- Zajíc J., (1979): Závěrečná zpráva o podrobném inženýrskogeologickém průzkumu staveniště ČOV, Stavební geologie Praha
- Zajíc J., (1986): Zpráva o inženýrskogeologickém průzkumu objekt výroby kyseliny citronové, Stavební geologie Praha
- Základní hydrogeologická mapa ČSSR, 1: 200 000, list 12 Praha, ÚÚG Praha, 1983
- Základní mapa ČR, 1: 25 000 list 12-313 Kaznějov, ČÚZK
- Základní vodohospodářská mapa ČR, 1: 50 000, list 12-31 Plasy, VÚV Praha
- (Obecně závazná Vyhláška města Kaznějov č.2 o závazných částech ÚP města Kaznějov, nabyla účinnosti 1.1.2006).*