

Česká zemědělská univerzita v Praze

Katedra vodních zdrojů

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů



Znečištění podzemních vod látkami typu chlorovaných uhlovodíků
v lokalitě Molitorov u Kouřimi

The pollution of groundwater in lokality Molitorov near Kouřim by
chlorinated hydrocarbon

Bakalářská práce

Vedoucí práce: prof. Ing. Svatopluk Matula, CSc.

Autor práce: Olga Adamová

2012

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením prof. Ing. Svatopluka Matuly, CSc. a použila jsem pouze podklady uvedené v seznamu použité literatury.

V Praze dne:

Poděkování

Ráda bych poděkovala v první řadě své rodině a partnerovi za nikdy nekončící podporu a pochopení. Velmi si toho vážím a děkuji. Velké poděkování patří také vedoucímu mé bakalářské práce, panu prof. Ing. Svatopluku Matulovi, CSc. za odbornou pomoc, ochotu a věnovaný čas.

Souhrn

Tato bakalářská práce se zabývá kontaminací spodních vod, starou ekologickou zátěží v lokalitě Molitorov u Kouřimi. V roce 2003 chlorované uhlovodíky (Cl-U) kontaminovaly vrt zásobující město Kouřim a okolí pitnou vodou.

Práce analyzuje zdroj a rozsah kontaminace a přibližuje možnosti sanace speciálními metodami. Detailně přibližuje současnou situaci a popisuje nebezpečí plynoucí z rozsahu kontaminace pro další využití podzemních vod.

Summary

Following Bachelor's dissertation deals with the contamination of ground water, which is the old ecological burden in the area of Molitorov u Kouřimi. Back in 2003, chlorinated hydrocarbons contaminated the borehole supplying the town of Kouřim and surrounding with drinking water. The dissertation analyses the source and the range of contamination and introduces the options of sanitation by special methods. Dissertation describes in detail current situation and danger resulting from the extension of contamination for future usage of ground water.

Klíčová slova

Kontaminace, chlorované uhlovodíky, spodní vody, sanace, rizika

Keywords

Contamination, chlorinated hydrocarbons, ground water, redevelopment, risks

Obsah:

1. Úvod	1
2. Cíl práce	3
3. Literární přehled	4
3.1 Geografické vymezení území.....	4
3.2 Územní situace.....	4
3.3 Majetkoprávní vztahy.....	4
3.4 Obydlenost území.....	5
3.5 Hydrologické poměry.....	6
3.6 Geologické poměry.....	6
3.7 Hydrogeologické poměry.....	8
3.8 Geomorfologické poměry.....	10
3.9 Ochrana přírody a krajiny.....	10
3.10 Zdroj kontaminace.....	11
3.11 Hlavní kontaminanty.....	12
3.11.1 Chlorované alifatické uhlovodíky.....	12
3.11.2 Hlavní kontaminanty.....	13
3.11.3 Určení prioritních škodlivin.....	14
3.12 Shrnutí celkového rizika.....	15
3.12.1 Trichlorethylen (TCE).....	15
3.12.2 Tetrachlorethylen (PCE).....	15
3.13 Prozkoumanost kontaminovaného území.....	16
3.13.1 Průzkum a práce 2003.....	16
3.13.2 Průzkum a práce 2003-2004.....	17
3.13.3 Průzkum a práce 2006.....	21
3.13.4 Průzkum a práce 2009.....	24
3.13.5 Průzkum a práce 2011.....	25
3.14 Možnosti sanace.....	27
3.14.1 Navržené sanační postupy 2004.....	27
3.14.2 Navržené sanační postupy 2006-2011.....	28
4. Závěr	30
5. Seznam použité literatury	33
6. Samostatné přílohy	35

Seznam příloh v textu

Obrázek 3.1.1	Geografické vymezení
Obrázek 3.2.1	Územní situace
Tabulka 3.4.1	Obydlenost území
Obrázek 3.5.1	Hydrologické poměry
Obrázek 3.6.1	Geologické poměry
Obrázek 3.7.1	Hydrogeologické poměry
Obrázek 3.7.2	Transport podzemní vody
Obrázek 3.8.1	Geomorfologická mapa
Tabulka 3.10.1	Obsah Cl-U v jímacím vrtu KJV
Tabulka 3.12.2.1	Shrnutí možných rizik
Tabulka 3.13.2.1	Souhrnný přehled vrtů
Obrázek 3.13.3.1	Studna ST-1
Tabulka 3.13.5.1	Seznam členů sdružení „Molitorov“

1. Úvod

Životní prostředí člověka představuje vše, co nás na Zemi obklopuje. Zákon definuje životní prostředí jako všechno, co vytváří přirozené podmínky pro existenci rostlinných a živočišných organismů, včetně člověka, a co je předpokladem jejich dalšího vývoje. Složkami životního prostředí jsou zejména ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie. (1 § 2 zákona Č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů)

Naše životní prostředí již do značné míry ztratilo svůj přirozený charakter, protože do něj nejrozličnějším způsobem zasahujeme. Ohrožení životního prostředí je jedním z problémů, kterému dnes čelí celé lidstvo. Expanze průmyslové výroby způsobila určité nenapravitelné škody na životním prostředí. (Giddens, 1999)

Přetrvávající rozsáhlý výskyt **starých ekologických zátěží** (kontaminovaných míst) na území České republiky je jedním z historických pozůstatků více jak šedesátiletého působení (1938–1989) nedemokratických režimů, kdy nebyla ochrana životního prostředí a nakládání se závadnými látkami při průmyslové a další výrobě na vysoké úrovni. Systematické odstraňování těchto historických – starých ekologických zátěží začalo ve větší míře až po nastolení demokracie – počínaje rokem 1990. Za některé z nich, zejména v rámci privatizace, převzal odpovědnost stát. Ač bylo za období od počátku řešení této problematiky vynaloženo na proces odstraňování starých ekologických zátěží v České republice více jak 23 mld. Kč, nepodařilo se dosud zajistit v řešení této problematiky jednotný, na národní úrovni koordinovaný přístup a některé oblasti nejsou řešeny vůbec. Vzhledem k tomu, že je touto situací vážně ohroženo zdraví obyvatelstva – a to buď přímo, nebo prostřednictvím kontaminované podzemní vody (která tak nemůže být využívána jako pitná) a přítomností závadných látek (pesticidy, PCB, těžké kovy, chlorované uhlovodíky, ropné látky a polyaromatické uhlovodíky) – musí být tato nevyhovující situace urychleně řešena.

Dosavadní výsledky inventury potvrdily, že rozsah starých ekologických zátěží, plynoucích z nedostatečného řešení této problematiky v ČR v minulosti, je alarmující a jejich urychlené řešení, vzhledem k dopadům na zdravotní stav obyvatelstva a životní prostředí, je nezbytné. Dalším cílem oblasti intervence je sanace vážně kontaminovaných lokalit (průmyslové objekty, vojenské a zemědělské areály, lokality typu brown-fields s výskytem SEZ) ohrožujících složky životního prostředí a zdraví člověka v případech, kdy žadatel o podporu není původcem kontaminace nebo původce již neexistuje (stará ekologická zátěž) (viz Přílohy obr. č. 1, 2).

Doporučení pokračovat v sanaci kontaminovaných míst bylo mj. i jedním z výstupů Hodnocení politiky, stavu a vývoje životního prostředí ČR za posledních pět let, které v r. 2005 provedla Organizace pro ekonomickou spolupráci a rozvoj (OECD).

(MŽP, 2006)

V dubnu 2003 byl v rámci průběžné kontroly jakosti jímané podzemní vody zjištěn v jímacím vrtu Kouřim obsah tetrachlorethylenu (PCE) a trichlorethylenu (TCE) nad mezní hodnoty Vyhlášky MZ č. 376/2000 Sb. Tento kontaminant byl analyzován rovněž v městském vodovodu města, v Kouřimi. Z tohoto důvodu byl uvedený vodní zdroj neprodleně odstaven z provozu. Jímací vrt Kouřim pokrýval z 15% celkovou spotřebu pitné vody v Kouřimi. Provedeným monitoringem povrchových a podzemních vod, v širším zájmovém území, byla zjištěna výrazná kontaminace zdroje podzemní vody v Molitorově chlorovanými alifatickými uhlovodíky (CI-U), který slouží k zásobování místního obyvatelstva pitnou vodou. Obsah tetrachlorethylenu (PCE) nad mezní hodnotou vyhlášky Č. 376/2000 byl zjištěn rovněž v květnu 2003 v jednom z jímacích vrtů v areálu firmy Lonza Biotec a.s. Pozdějšími odběry byla kontaminace podzemních vod v řádu 100 g/l CI-U v prostoru studny Molitorov potvrzena, v prostoru Lonza Biotec byl kontaminant detekován v koncentracích na úrovni mezních hodnot dané vyhlášky. Potenciálním zdrojem kontaminace podzemních vod chlorovanými alifatickými uhlovodíky CI-U, zejména pak PCE, byl vytipován areál bývalého podniku Strojbal v Molitorově, kde se podle výpovědí bývalých zaměstnanců s odmašťovadlem typu PCE intenzivně nakládalo. V červnu 2003 byla nastalá situace Odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu Středočeského kraje (příslušný vodoprávní úřad) klasifikována jako havarijní situace.

2. Cíl práce

Tato bakalářská práce se zabývá shromážděním podkladů a výsledků geologických průzkumů kontaminace spodních vod v lokalitě Molitorov u Kouřimi. Analyzuje rozsah opatření a zjištění stavu průzkumu a prací od roku 2003 až do konce roku 2011. Na základě posledních šetření, přiblíží alternativní možnosti sanace zasažené oblasti, pomocí aplikace nanoželeza (nanoFe) do vrtů v ohnisku kontaminace.

K dosažení stanovených cílů této bakalářské práce bylo potřeba shromáždit dostupnou literaturu o všech průzkumech a zprávách rozsahu kontaminace spodních vod v lokalitě Molitorov u Kouřimi. Osobními rozhovory byly doplněny údaje ze zpráv o ohnisku kontaminace a nakládání s látkami vedoucí ke kontaminaci podzemních vod. Spoluprací s MěÚ v Kouřimi vznikla možnost získat přístup ke všem dostupným zprávám od roku 2003 a o stavu havárie i možnostech její nápravy. K získání potřebných informací a k vypracování této bakalářské práce sloužily hlavně všechny vydané závěrečné práce od zúčastněných firem, které se od roku 2003 až do dnešních dní podílejí nebo podílely a kde shrnuly dostupné informace a data o průzkumu zasažené oblasti. Aktuální údaje, včetně příprav sanace alternativní metodou, byly získány ze zápisů kontrolních dnů MěÚ Kouřim.

3. Literární přehled

3.1. Geografické vymezení území

Zájemové území se rozprostírá na západní části města Kouřim (levý břeh řeky Výrovky) a západní okolí města (městská část Kouřim - Molitorov) v k.ú. Kouřim. Potencionálně postižené území je odhadnuto na plochu 6 km². Podle správního členění patří území do okresu Kolín. Katastrálně leží v k.ú. Kouřim, cca 20 km západně od města Kolín, ve Středočeském kraji a okrese Kolín.



Obrázek 3.1.1 Geografické vymezení 1:24 000 (upraveno z <http://www.mapy.cz>)

3.2. Územní situace

V současné době není většina areálu bývalého podniku Strojbal Molitorov nijak využívána. Po restitucích a následném prodeji je areál rozdělen na více částí. Část areálu je využita golfovým klubem Molitorov jako parkoviště. Bývalé výrobní haly současný majitel postupně odstraňuje. Areál je oplocen a uzavřen a není běžně přístupný. Územní plán nepočítá se změnami v současném způsobu využití.



Obrázek 3.2.1 Územní situace 1:24 000 (upraveno z <http://www.mapy.cz>)

3.3 Majetkoprávní vztahy

Pozemky v zájmové lokalitě se po roce 1990 vrátily původním majitelům. Postupně se rozdělily a v současné době se průzkum a všechny hydrogeologické práce řeší se sedmi majiteli dotčených pozemků. Byly uzavřeny dohody o vstupu na pozemky a k realizaci geologických prací.

3.4 Obydlenost území

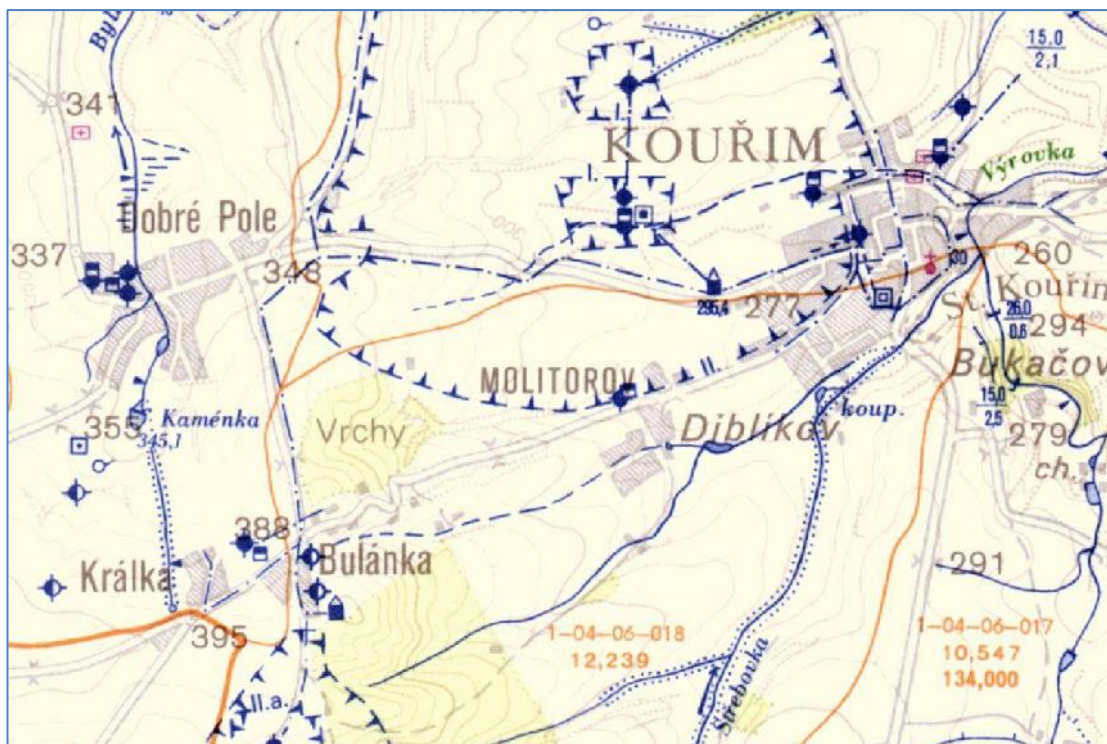
V okolí území areálu bývalého podniku Strojbal se jižně nachází zástavba cca 10 rodinných domů.

Tabulka 3.4.1 Obydlenost území (Mlejnecký *et al.*, 2004)

základní sídelní jednotka	obyvatelstvo trvale bydlící				rekreační chalupy nevyčleněné z byt. fondu
	celkem	ženy	0-ve věku 14 let	v produkt. věku	
1. Kouřim	1 733	902	352	436	114
2. Molitorov	66	35	15	19	1

3.5 Hydrologické poměry

Zájmové území, vzhledem k poloze na dílčí rozvodnici, spadá do dílčího povodí Výrovky (Kouřimky) s číslem pořadí dílčího hydrologického povodí 1-04-06-019 a levostranného přítoku Výrovky (Střebovka) s číslem pořadí hydrologického povodí 1-04-06-018. Potok Výrovka je levostranným přítokem Labe. (Mlejnecký et al., 2004)

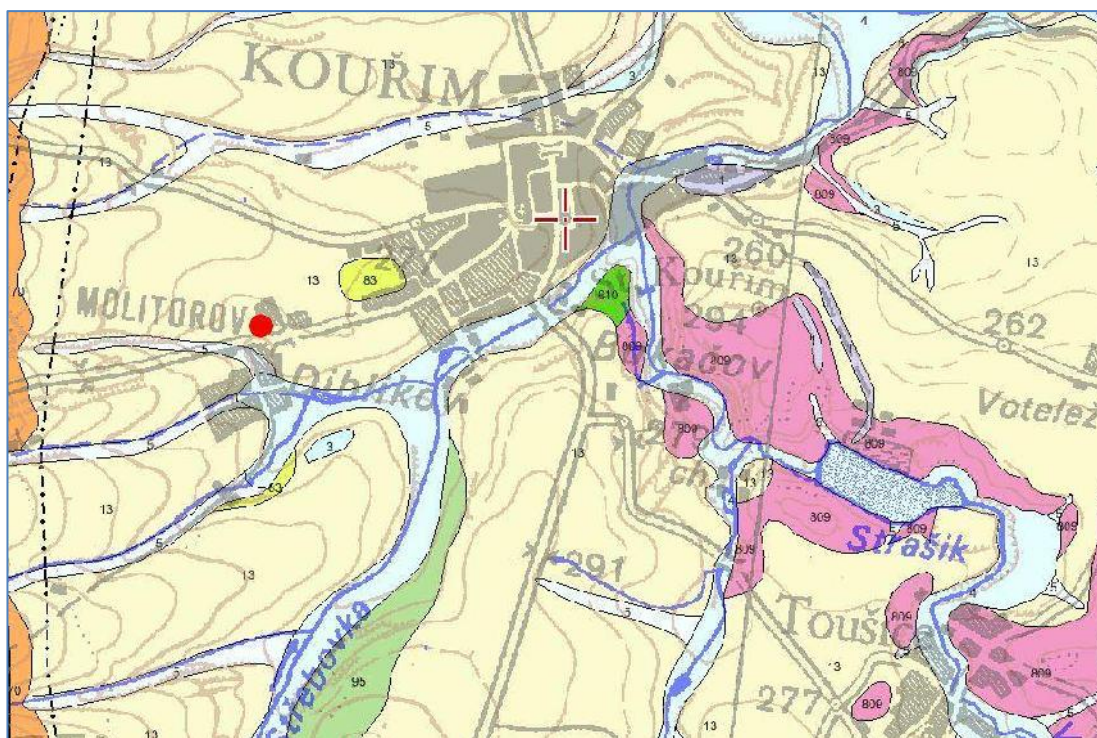


Obrázek 3.5.1 Hydrologické poměry 1: 50 000 (Základní vodohospodářská mapa <http://heis.vuv.cz>)

Podzemní vody se skládají z přibližně 4% vody obsažené v hydrologickém cyklu a plynou do útvarů povrchových vod, jako jsou oceány, jezera a řeky. Tento proces tvoří základní zdroj pro povrchové vodní hladiny. Více než 50% populace je závislé na podzemní vodě jako primárním zdroji pitné vody. (Ward a Trimble, 2004)

3.6. Geologické poměry

V postižené oblasti jsou složité geologické podmínky. Jsou zde ruly kutnohorského krystalinika (basement) a sedimenty svrchní křídly. V pokryvných útvarech jsou zastoupeny sedimenty jílovitých hlín a jemných písčitých jílů. Síla těchto sedimentů dosahuje místy až 15 metrů. Sedimenty svrchní křídly zde dosahují mocnosti až 50 metrů. V oblasti se navíc nachází významná tektonická hranice, která na západě území představuje Kouřimský zlom s S-J orientací. (Mlejnecký et al., 2004)



Legenda:

	1: antropogenní uložení, vytěžené prostory Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	3: říční sedimenty (písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	4: nivní sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	5: splachové sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	6: svahové sedimenty (hlína, písek) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	11: svahové a naváté sedimenty (hlína, písek, štěrk) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	13: naváté sedimenty (spraž, sprašová hlína) Stáří: kvartér, Typ hornin: sedimenty nezpevněné, Geologický region: kvartér Českého masivu a Karpat
	83: křemenný pískovec Stáří: křída, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: česká křídová pánev
	95: jílovec, prachovec, uhlí, pískovec, slepenec Stáří: křída, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: česká křídová pánev
	170: slepenec, brekcie Stáří: perm, Typ hornin: sedimenty zpevněné, Geologický region: mladší paleozoikum brázd, orlická pánev
	802: svor Stáří: svrchní proterozoikum až spodní paleozoikum, Typ hornin: metamorfity, Geologický region: kutnohorská-svratecká oblast
	808: ortorula Stáří: svrchní proterozoikum až spodní paleozoikum, Typ hornin: metamorfity, Geologický region: kutnohorská-svratecká oblast
	809: migmatit, ortotorula Stáří: svrchní proterozoikum až spodní paleozoikum, Typ hornin: metamorfity, Geologický region: kutnohorská-svratecká oblast
	810: amfibolit Stáří: svrchní proterozoikum až spodní paleozoikum, Typ hornin: metamorfity, Geologický region: kutnohorská-svratecká oblast

Obrázek 3.6.1 Geologické poměry 1 : 50 000 (upraveno ze zdroje <http://geology.cz>)

3.7. Hydrogeologické poměry

Území lokality patří do hydrogeologického rajónu 4350 - Velimská křída.

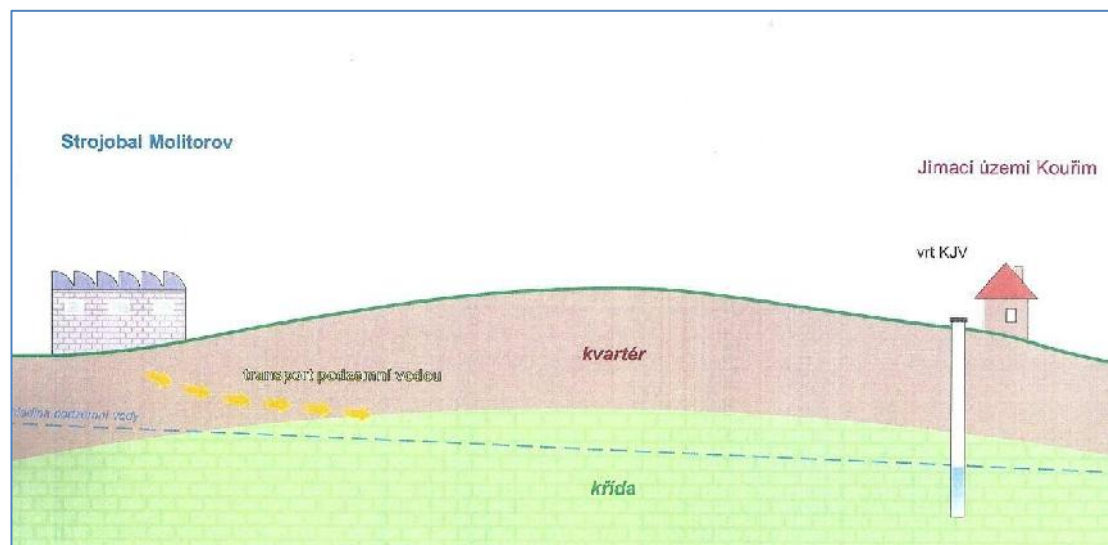


Obrázek 3.7.1 Hydrogeologické poměry 1: 2 500 000 (upraveno z <http://voda.chmi.cz>)

V rámci kontaminace podzemních vod látkami typu CI-U jsou nejdůležitější dva hydraulicky nespojitě kolektory podzemních vod. V areálu závodu Strojbal a v blízkém okolí se nachází lokálně vyvinut nesouvislý, mělce pod povrchem zavěšený kvartémní kolektor s hladinou podzemní vody cca 2,5 m pod terénem. Tento kolektor navazuje na horninové prostředí tvořené jíly až jílovitými písky. V tomto podloží, v horninách svrchní křídý, se na celém území rozkládá průlinovo-puklinový kolektor podzemní vody s hladinou v úrovni 10 až 30 m pod terénem. Vzhledem ke geologickému vývoji je horninové prostředí svrchní křídý hydraulicky spojitě a tvoří jednotný kolektor podzemní vody (jsou zde lokální poloizolátory tvořené jílovitými horninami). Z výsledků měření ve vrtech vyplývá, že pohyb podzemní vody je v 60 až 90 % vázán na svrchní část tohoto kolektoru. Hlavní směr proudění podzemních vod, v průlinovo-puklinovém kolektoru v této oblasti, je jihozápadně až severovýchodně s mírným hydraulickým spádem k severovýchodu. Směr proudění podzemní vody je místně značně ovlivněn přítomností tektonické linie severojižního směru, která je zřejmě doprovodná ke Kou-

římskému zlomu. V tomto hydrogeologicky složitém prostředí bylo proudění podzemní vody a transport kontaminantu v průlinovo - puklinovém svrchnokřídovém kolektoru řešeno pomocí numerického modelu (viz Přílohy obr. č. 3). Z těchto zjištěných geologických dat lze usuzovat, že v této lokalitě se mohou vyskytovat až tři možné kolektory oddělené od sebe poloizolátory jílovců. Ověření možnosti výskytu více zvodní, v zasaženém území, je jedním z cílů navrženého průzkumu. Dalším důležitým zjištěním je skutečnost, že báze kvartéru pod ohniskem znečištění je nepropustná.

(Mlejnecký *et al.*, 2004)



Obrázek 3.7.2 Transport podzemní vody (Mlejnecký *et al.*, 2004)

3.8. Geomorfologické poměry

Postižené území patří geomorfologicky do soustavy Česká tabule. Lokalita je svažité k východu až k severovýchodu. Lokalita se pohybuje v nadmořské výšce od 240 - 290 m.n.m. Klimaticky patří území do okrsku B3, mírně teplého, mírně suchého s převážně mírnou zimou. Průměrný roční úhrn srážek je 600 mm. (Podle údajů ze srážkoměrné stanice Kouřim). Roční teploty jsou v průměru 8° C.

(Mlejnecký et al., 2004)



Obrázek 3.8.1 Geomorfologická mapa (upraveno dle <http://cs.wikipedia.org>)

3.9. Ochrana přírody a krajiny

Celá oblast zasaženého území se nachází v ochranném pásmu vodního zdroje (II. a I. stupeň), nachází se zde dva jímací vrty a jímací studně. Zdroje jsou značeny KJV (Kouřim jímací vrt), KJB (Kouřim jímací vrt Broučkov) a KJS (Kouřim jímací studně). Po zjištění kontaminace vrtu KJV byl tento vrt odstaven a probíhá pouze kontrola kvality podzemní vody. V jímací studni KJS nebyla kontaminace chlorovanými alifatickými uhlovodíky zjištěna. Tento zdroj podzemní vody pro město Kouřim je stále v provozu.

(Mlejnecký et al., 2004)

3.10 Zdroj kontaminace

V roce 2003 byl v jímacím území vodovodu Kouřim zjištěn nadlimitní obsah chlorovaných alifatických uhlovodíků (CL-U). Znečištění bylo zjištěno ve vrtané studni KJV, která je hluboká 23,7 m a sloužila jako zdroj podzemní vody pro vodovod Kouřim. Na základě průzkumů byl identifikován možný zdroj kontaminace, který pochází z prostoru areálu bývalého s.p. Strojbal Molitorov. Podnik se od poloviny 50. let 20. století zabýval strojírenskou výrobou. Od 60. do 80. let 20. století se v podniku vyráběly chladiče. Ve výrobních halách se také vyráběly hliníkové tuby, např. pro zubní pasty. Všechny výrobní linky, které obsahovaly lisy a tiskařskou linku, se po dvousměnném provozu čistily výhradně odmašťovacími typy tetrachlorethylenu. Stejně tak se čistila i jedna linka na výrobu malých olověných tub. Výroba zde probíhala ještě v 80. letech 20. století. Odpady se vylévaly, bez jakékoli likvidace, na plochy areálu a do kanalizace. Nakládání s použitým odmašťovadlem, při výrobě chladičů, probíhalo bez jakéhokoli zabezpečení a byl vyléván do sklepních prostor v západní části budovy. Jímací vrt byl okamžitě odstaven.

Tabulka 3.10.1 Obsah CI-U v jímacím vrtu KJV (Mlejnecký et al., 2004)

		A	B	C	A+B+C
Objekt	Datum odběru	PCE	TCE	cis 1,2 DCE	CI-U
Limit pitná voda		10,0	10,0	-	20,0
vrtaná studna					
KJV	07.04.03	84,0	16,0	3,6	103,6
KJV	05.05.03	97,0	14,5		111,5
KJV	13.10.03	14,0	2,9	0,3	17,2
KJV	12.11.03	12,0	2,7	2,1	16,8
KJV	09.12.03	1,1	0,2	<0,1	1,3
KJV	20.09.06	28,3	5,4	3,2	36,9
KJV	26.10.06	37,0	5,7	<20,0	42,7

Po zjištění tohoto stavu bylo na náklad Ministerstva životního prostředí a Krajského úřadu Středočeského kraje provedeno několik průzkumů. Ty určily jako zdroj

znečištění areál bývalého státního podniku Strojbal v Molitorově. Při průzkumech bylo zjištěno, že jsou kontaminovány též studny v Molitorově. Studny byly jediným zdrojem vody pro místní obyvatele. Po odstavení se havarijní situace řešila dovozem cisteren s pitnou vodou a začala se plánovat možnost připojení městské části na městský vodovodní řad. Pro celou lokalitu byla zpracována riziková analýza. Z ní vyplynul havarijní stav kontaminace a je dokladováno riziko dalšího šíření. Závěrem bylo, že pokud nebude současný stav řešen, hrozí další kontaminace zdrojů městského vodovodu. Nelze vyloučit, že dojde ke znečištění kopané studny KJS (11,3 m) a tím odstavení celého jímacího území vodního zdroje Kouřim (viz. Přílohy obr. č. 4).

3.11 Hlavní kontaminanty

3.11.1 Chlorované alifatické uhlovodíky

Chlorované alifatické uhlovodíky jsou syntetického původu. Mnohé z nich jsou prokázány karcinogeny a řadí se mezi skupinu chemických látek nazývajících se xenobiotika, tedy látky v přírodě cizorodé. U mnohých z nich dochází ke kombinování více vysoce nežádoucích vlastností, jako je např. toxicita a akumulace v neživých i živých složkách životního prostředí, člověka nevyjímaje.

Nejškodlivější z nich, o nichž již dnes prokazatelně víme, že jsou jednoznačně škodlivé pro člověka a jiné složky biosféry, jsou zahrnuty do seznamu prioritních polutantů americké agentury pro ochranu životního prostředí Environmental Protection Agency (US EPA). Na základě toxikologických testů byla u těchto látek s jistotou prokázána jejich toxicita, popř. genotoxicita, resp. karcinogenita, mutagenita a teratogenita, případně jsou známy jejich synergické nebo bioakumulační schopnosti.

Cl-U mají větší hustotu než voda, jsou těžší a hromadí se tedy na nepropustném podloží (mohou se šířit i proti směru podzemní vody) a rozkládají se v redukčním prostředí. Nejtoxičtější je plynný vinylchlorid. Žádná z těchto látek se nevyskytuje v přírodě přirozeně, všechny sloučeniny jsou antropogenního původu.

(Howard et al. 1990)

Cl-U se používají ve více odvětvích hospodářství jako organická rozpouštědla, čisticí prostředky, hasicí látky, chladicí média, hnací plyny v rozprašovačích a pod. Jejich společné vlastnosti jsou velká chemická stálost, nerozpustnost ve vodě a těkavost a ty určují jejich chování v prostředí. Hlavním rezervoárem halogenuhlovodíků se stává atmosféra, kam se dostávají vypařováním. Jsou to hořlaviny I. třídy. Většina sloučenin způsobuje vážné poruchy životně důležitých funkcí, některé leptají pokožku a silně dráždí oční sliznici. Narkotické účinky stoupají s počtem atomů uhlovodíku. Mnoho

halogenderivátů je zařazeno mezi karcinogeny nebo mutageny. Mnohé mají dlouhou latentní dobu (20 - 40 let) a až po ní se projeví první příznaky onemocnění.

(Frankovská et al., 2010)

3.11.2 Druhy zjištěných kontaminantů

Tetrachlorethylen (chemický název je 1,1,2,2-tetrachlorethylen) **PCE**. Je to uměle vyráběná kapalina, která se snadno odpařuje do ovzduší a má ostrý, sladký zápach. Je bezbarvá, téměř nerozpustná ve vodě a nehořlavá.

Spolu s trichlorethylenem (TCE) je používán jako rozpouštědlo v chemických čistírnách a ve strojírenství. Slouží také jako základ pro výrobu fluorouhlovodíků. Za rok 2001 se v České republice spotřebovalo přes 1000 tun této látky.

Vyráběný tetrachlorethylen se uvolňuje do okolního ovzduší v důsledku odpařování a nejdůležitějšími zdroji jsou fugitivní emise z chemických čistíren oděvů a z odmašťování kovů. Také skládky odpadů mohou být zdrojem emisí. Přírodní zdroje tetrachlorethylenu neexistují.

Velká část tetrachlorethylenu, který pronikne do vody a do půdy, se snadno vypaří do ovzduší, kde se rozštěpí působením slunečního světla nebo se dostane se srážkami zpět do půdy a vody. Mikroorganismy přítomné v půdě jsou schopny tetrachlorethylen štěpit. Nejeví sklony k bioakumulaci v rybách ani jiných vodních živočiších.

(Petrlík, 2010)

Trichlorethylen (chemický název je 1,1,2-trichlorethylen) - **TCE**. Za normálních podmínek jde o bezbarvou, hustou kapalinu, lehce sladkého zápachu a sladké páliivé chuti. Je to uměle vyráběná látka, která se jinak v přírodě nevyskytuje. Špatně se rozpouští ve vodě. Trichlorethylen je vysoce těkavý a slabě hořlavý.

Spolu s tetrachlorethylenem je používán jako rozpouštědlo v chemických čistírnách a ve strojírenství. Více než 80% trichlorethylenu se používá pro odmašťování a pro čištění kovových dílů. Trichlorethylen se nachází také v některých přípravcích pro domácnost, např. je přítomen jako odstraňovač barev, lepidel a skvrn. V minulosti se používal jako vykuřovací pesticid pro obilí a měl také omezené použití jako anestetikum v medicíně a ve stomatologii.

Pokud se trichlorethylen dostane do vody, většina se ho vypaří do vzduchu, kde se, jak bylo uvedeno, asi polovina do týdne rozpadne. V povrchové vodě trvá jeho rozpad dny až týdny, v podzemní vodě je rozpad mnohem pomalejší vzhledem k pomalejšímu vypařování. V půdě dojde k rozpadu jen malé části trichlorethylenu, který odtud spíše pronikne do podzemní vody. Do vzduchu a vody se tato chemikálie může dostat mnoha způsoby, například vypařováním z barev, lepidel a dalších chemických vý-

robků uložených v zařízeních pro nakládání s odpady a nakonec také úniky z továren, kde se vyrábí. Jeho působení mohou být vystaveni také lidé žijící poblíž skládek či úložišť nebezpečného odpadu, odkud tato látka proniká do pitné vody a do vody užitkové, v níž se myjí nebo ji používají na vaření. (Petrlík, 2010)

Dichlorethylen (chemický název je CIS-1,2-Dichlorethylen) - **DCE** je čirá, uměle vyráběná tekutina. Při pokojové teplotě se vypařuje a má příjemnou vůni a sladkou chuť. Je rozpustný ve vodě. K únikům dochází v průběhu jeho výroby, při přepravě nebo při používání výrobků, které ho obsahují. Ve vzduchu přetrvává po dobu 47 až 182 dní. Z ovzduší se dostává formou deště či sněhu. Ale protože v ovzduší zůstává dlouho, může být pomocí větru přemístěn na velké vzdálenosti. Když se velké množství této chemikálie dostane do půdy v důsledku nehody nebo unikne ze skládky či z úložiště nebezpečných odpadů, může pod povrchem velmi dlouho putovat a přitom kontaminovat studny s pitnou vodou. Lidé jsou jeho působení vystaveni především tehdy, jestliže jej dýchají nebo pijí vodu obsahující tuto látku. DCE jsou nejvíce ohroženi zaměstnanci v oborech, kde jsou vystaveni jeho působení. Jsou to hlavně pracovníci v chemickém průmyslu, automechanici, zdravotní sestry, mechanici pracující s těžkou technikou a strojaři.

Vinylchlorid (VCE) je bezbarvý plyn, který velmi dobře hoří, je nestabilní za vysoké teploty, má mírně nasládlou vůni a je toxický. Vinylchlorid má čistě antropogenní původ a v prostředí se tedy přirozeně vůbec nevyskytuje. Může ale vznikat i rozpadem jiných látek antropogenního původu, jako jsou trichlorethylen a tetrachlorethylen.

(Petrlík, 2010)

3.11.3 Určení prioritních škodlivin

Z výsledků provedených průzkumných prací byly vytipovány kontaminanty:

podzemní voda: tetrachlorethylen, trichlorethylen, dichlorethylen

zemina: tetrachlorethylen

půdní vzduch: tetrachlorethylen, trichlorethylen, dichlorethylen

3.12 Shrnutí celkového rizika

3.12.1 Trichlorethylen (TCE)

Malé množství trichlorethylenu může způsobit bolest hlavy, ztrátu stability a třes, větší množství způsobuje závratě a ospalost a může způsobit až bezvědomí a genetické poruchy. Nadměrné působení vyvolává dráždění pokožky a očí, a může nevratně poškozovat mozek (účinky na centrální nervový systém), srdce, ledviny a játra. Jde o látku, která je považována za pravděpodobně karcinogenní – podle klasifikace Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny řazenou do skupiny 2A (pravděpodobný lidský karcinogen). U lidí, kteří po mnoho let pili vodu ze studní vysoce kontaminovaných trichlorethylen, byl zaznamenán větší výskyt dětské leukemie. Větší počet takových dětí se rodil také se srdečními vadami. V případě většího množství může následovat smrt. Řada lidí s trichlorethylenem pracuje a může se stát, že jej vdechnou nebo se jím polijí, což může způsobit kožní vyrážku. Vdechnutí velkého množství trichlorethylenu může vést k poškození některých nervů v obličeji. Zdravotní účinky udávali lidé v případě působení trichlorethylenu v množství, kdy jej bylo možné ucítit anebo při působení ještě mnohem vyššího objemu.

(Petrlík, 2010)

3.12.2 Tetrachlorethylen (PCE)

Tetrachlorethylen je v životním prostředí značně rozšířen a ve stopových množstvích se nachází ve vodě, ve vodních organizmech, v ovzduší, v potravinách i v lidských tkáních. Nadměrné působení tetrachlorethylenu může způsobit zdravotní poškození mozku, očí, ledvin, jater, pokožky, hrtanu a existují některé důkazy, že tato látka může také způsobovat rakovinu. Jde o látku, která je obecně považována za karcinogenní – podle klasifikace Mezinárodní agentury pro výzkum rakoviny řazena do skupiny 2A (pravděpodobný lidský karcinogen). U lidí, kteří mu byli dlouhodobě vystaveni v čistírnách, kde se hojně používal, byly zjištěny také časté případy poškození nervového systému a u žen pak zvýšená potratovost a narušení menstruace. Do lidského organismu se dostává nejenom z kontaminované vody, ale také z ovzduší a potravinami. Hodnocení karcinogenity podle IARC 2A - pravděpodobně karcinogenní pro lidi.

(Petrlík, 2010)

Zásadní riziko pro lidské zdraví, v oblasti zasažené kontaminací, znamená přítomnost Cl-U v zeminách a půdním vzduchu v prostoru bývalého podniku Strojbal Molitorov. Výpočty rizik byla zjištěna hodnota, která signalizuje nebezpečnost především při expozici dermálního kontaktu se zemínou a při inhalaci půdního vzduchu při zemních nebo sanačních pracích (trvajících min. 20 dní). V případě potencionálního používání podzemní vody, z objektu KJV, jsou obyvatelé vystaveni zvýšené pravděpodobnosti vzniku rakoviny.

Tabulka 3.12.2.1 Shrnutí možných rizik (Mlejnecký *et al.*, 2004)

Shrnutí rizik				
EXPOZIČNÍ CESTA	NEKARCINOGENNÍ RIZIKO	KARCINOGENNÍ RIZIKO CVRK - PRO JEDNOTLIVCE	KARCINOGENNÍ RIZIKO CVRP - PRO POPULACI	PRAVDĚPODOBNOST EXPOZIČNÍ CESTY *
Aktuální využití území – hromadné a individuální zásobování pitnou vodou				
Studna Molitorov				
dermální kontakt během mytí (sprchování)	přijatelné	přijatelné	nepřijatelné	prokázané
inhalace během mytí (sprchování)	přijatelné	přijatelné	nepřijatelné	prokázané
ingesce kořenové zeleniny	přijatelné	přijatelné	nepřijatelné	prokázané
ingesce listové zeleniny	přijatelné	přijatelné	přijatelné	prokázané
dermální kontakt s vodou při zalévání (irigaci)	přijatelné	přijatelné	přijatelné	velmi pravděpodobné
inhalace při zalévání (irigaci)	přijatelné	přijatelné	nepřijatelné	velmi pravděpodobné
ingesce vody při zalévání (irigaci)	přijatelné	přijatelné	přijatelné	nelze vyloučit
Předpokládané využití území – stavební práce v rámci rekonstrukce, sanační práce				
nekvantifikováno				
Ekosystém toku Výrovka				
nekvantifikováno				
pozn. : * použito škály – málo pravděpodobné, nelze vyloučit, pravděpodobné, velmi pravděpodobné, prokázané				

3.13. Prozkoumanost kontaminovaného území

3.13.1 Průzkum a práce 2003

Průzkum a monitorování kontaminovaného území probíhá již od dubna 2003, kdy byla zjištěna přítomnost tetrachlorethylenu (PCE) a trichlorethylenu (TCE) v jímacím vrtu Kouřim. Na základě zjištění kontaminace významného vodního zdroje pro město Kouřim chlorovanými alifatickými uhlovodíky Cl-U, byla pověřena firma VIA TERRA zahájením screeningového průzkumu širšího území (viz Přílohy obr. č. 5). Cílem průzkumných prací bylo vytipování zdroje kontaminace a určení míry a rozsahu kontaminace podzemních vod. Byly vytipovány některé oblasti přicházející v úvahu jako zdroj kontaminace.

V květnu 2003 se objevila zvýšená hladina tetrachlorethylenu v jímacím vrtu firmy Lonza Biotec a.s. ve městě Kouřim. Na rozdíl od ostatních odběrů, v jímacím vrtu studny Kouřim KVJ a studny Molitorov, klesla úroveň kontaminace. Při dalších kontrolních odběrech, ve vrtu Lonza Biotec a.s., byla kontaminace na horní hranici hodnot daných příslušnou vyhláškou. Průzkum byl zahájen na možných místech kontaminace. Jednalo se o skládku Dobré Pole, skládku Molitorov, skládku Vrcha a areál bývalé firmy Strojbal Molitorov. Zároveň se provádělo další měření podzemních vod ve městě Kouřim a i ve studních místních obyvatel (viz. Přílohy tabulka č.1).

Měření a výsledky odběrů prokázaly, že ohnisko kontaminace se nachází v areálu Strojbalu Molitorov. Zde se během 50-80. let minulého století v rámci různé strojírenské výroby používala chemická odmašťovadla. Nakládání s použitým odmašťovadlem probíhalo bez jakéhokoli zabezpečení, byl vyléván do sklepních prostor v západní části budovy. Tetrachlorethylen se rovněž používal jako čisticí prostředek při mytí podlah výrobních hal a je velmi pravděpodobné, že použitá látka byla likvidována prostým vyléváním, jak do místní kanalizace, tak na venkovní plochy podniku. V tomto areálu se nachází vrt V1 z roku 1965 a je 80 m severovýchodně od centra znečištění. Na východ (cca 180 m) od centra kontaminace byl jediný zdroj pitné a užitkové vody pro městskou část Kouřim Molitorov, a to studna Molitorov. Tento zdroj nikdy nebyl zkolaudován a nebylo vydáno žádné povolení pro nakládání s podzemními vodami. Kontaminovaný jímací vrt města Kouřim (KJV) je severně, cca 800 m od centra kontaminace tetrachlorethylenem. Další zdroje podzemní vody v oblasti, a to vrt Golf a studna Golf, se nacházejí cca 100 m západně od centra kontaminace. Tyto dva objekty leží na proudění kontaminovaných podzemních vod. Tento první průzkum jednoznačně prokázal, že se ohnisko znečištění nachází v bývalém areálu firmy Strojbal Molitorov (viz Přílohy obr. č. 6). Na základě výsledků a hodnot PCE ve vzorcích odběrů, byla celá situace posouzena Odborem životního prostředí a zemědělství Krajského úřadu, jako havárie. (Mlejnecký et al., 2004)

Jímací vrt Kouřim (KJV) a studna Molitorov byly odstaveny a bylo nutné urychleně řešit zásobování vodou městské části Kouřim-Molitorov.

3.13.2. Průzkum a práce 2003-2004

V září 2003 objednalo Ministerstvo životního prostředí, u firmy G-servis Praha s.r.o. vypracování Analýzy rizik na lokalitě Kouřim-Molitorov. Průzkumné práce firmy G-servis Praha s.r.o. navázaly na průzkum a zjištění stavu firmou VIA TERRA. Průzkumem bylo zjištěno, že kontaminace nesaturované zóny horninového prostředí je na předmětné lokalitě vázána na blízké okolí hlavní budovy Strojbalu. A to hlavně na její

podzákladí a pravděpodobně i na stavební prvky budovy (základy atd.). Tuto kontaminaci lze hodnotit jako nepřilíš plošně rozsáhlou.

Kontaminace saturované zóny horninového prostředí (podzemní vody) je v zájmovém území vázána bezprostředně na prostor hlavní budovy (podzákladí). Odtud se kontaminační mrak rozšiřuje pravděpodobně preferenčními cestami (tento fakt ale geofyzikální průzkum neprokázal) východním směrem (ke studni Molitorov) a dále pak severním až východním směrem. Ekologická zátěž na lokalitě vznikala především v důsledku nedostatečného až neexistujícího zabezpečení nakládání s kontaminující látkou a především likvidací kontaminantu vyléváním do sklepních prostor hlavní budovy a pravděpodobně též vyléváním na terén v severozápadním okolí budovy. Neekologické nakládání s kontaminantem (odmašťovadlo typu PCE) probíhalo řadu let. Přesné údaje ani evidence není známa. Průzkumnými pracemi bylo ověřeno znečištění horninového prostředí vytipovaným prioritním kontaminantem:

alifatické chlorované uhlovodíky (prvotní látka tetrachlorethylen PCE)

V rámci zpracování analýzy rizika Kouřim - Molitorov bylo v širším zájmovém území postupně instalováno devět hydrogeologických objektů (viz Přílohy obr. č. 7). Dle výsledků geofyzikálních měření (I. etapa) byly situovány vrty HV-1 a 2. Vrty HV-3 a 4 byly instalovány ve směru proudění podzemní vody, mezi ohniskem znečištění a jímacím vrtem Kouřim. Vrt HV-5 byl instalován v severní části cihelny Molitorov z důvodu ověření možného zdroje kontaminace způsobeného zavážkou hliniště Sovětskou armádou. Vrt HV-6 byl instalován nad jímací vrt Kouřim z důvodu ověření potenciálního přítoku kontaminantu od západu (Dobré Pole).

(Mlejnecký *et al.*, 2004)

Tabulka 3.13.2.1 Souhrnný přehled vrtů (Mlejnecký *et al.*, 2004)

vrt	hloubka vrtu	typ a průměr výstroje	výška ochranné pažnice (nad terénem)	odměrný bod OB	ustálená hladina p.v.
	(m)	(mm)	(m)	(m n.m.)	(m n.m.)
HV-1	54	PE 160	1,0	288,26	268,73
HV-2	62	PE 160	0,9	292,13	260,97
HV-3	62	PE 160	0,8	276,45	263,68
HV-4	62	PE 160	0,9	288,02	263,39
HV-5	20	PE 160	0,7	284,08	264,95
HV-6	30	PE 160	0,9	278,01	259,04
HV-7	délka 8	PE 140	0,3	275,12	272,53
HV-8	délka 23,5	PE 140	0,3	274,77	261,58
HV-9	55 *	PE 160	0,5	282,06	260,81

Pozn.: * před provedením karotážní zkoušky na vrtu HV-9 bylo zjištěno sevření PE výstroje, aktuální hloubka tak činí 30 m.

Na základě negativních zjištění, ve smyslu kontaminace podzemních vod, byly realizovány šikmé vrty pod budovu Strojbalu. Vrt HV-7, zaměřený na nesaturovanou zónu horninového prostředí a mělký kvartérní kolektor podzemní vody, byl hlouben ze západní strany. Z jižní strany hloubený šikmý vrt HV-8 byl zaměřen na průlinovo - puklinový svrchnokřídový kolektor. Východně od studny Molitorov byl v sousedství lokální divoké skládky instalován vrt HV-9 (viz Přílohy obr. č. 8).

V severovýchodním až východním bezprostředním okolí hlavní budovy, v prostoru sondy S1, byla analyticky prokázána velmi výrazná kontaminace zemin (3900 mg/kg PCE v úrovni 2,2 m pod terénem). Organoleptickým posouzením vrtného jádra byla přítomnost tetrachlorethylenu detekována v úrovni 1,2 - 4 m pod terénem. V úrovni 4 - 4,5 m pod terénem se změnou povahy jílovité zeminy vymizel i charakteristický zápach tetrachlorethylenu. Ve zbylém prostoru, v okolí hlavní budovy, nebyla v hodnoceném horizontu (do 3 m pod terénem) výrazná kontaminace potvrzena. Obsahy tetrachlorethylenu se pohybovaly v rozmezí 11 až 66 mg/kg. V rámci hloubení průzkumných hydrogeologických vrtů HV-7 a HV-8 (šikmé vrty pod hlavní budovu), byly rovněž odebrány vzorky zemin. (Mlejnecký et al., 2004)

Vzorky zemin byly odebrány z výnosu vrtných jader v průběhu hloubení průzkumných mělkých úzkoprofilových sond a hydrogeologických vrtů. Mělkou úzkoprofilovou sondáž provedla firma GeSP s.r.o. Mělké sondy byly vyhloubeny 8.10.2003. Vzorky podzemní vody, měření fyzikálně chemických parametrů a hydrogeologické testy a měření byly realizovány firmou GEOMON. (Mlejnecký et al., 2004)

Bylo zjištěno, že šíření kontaminantu nesaturovanou zónou horninového prostředí, dochází vertikálně, vlivem infiltrace srážkových vod, případně vlastní gravitací za uplatnění sorpčních procesů. Sorbované kontaminanty pak podléhají postupným degradačním procesům. Při snížení koncentrací v okolním prostředí, se mohou sorbované látky začít postupně uvolňovat (desorpce). V zóně kolísání hladiny podzemní vody a výskytu kapilární trásně, lze očekávat akumulaci kontaminantu, který je zde na bázi nesaturované zóny soustředován a postupně přechází do podzemní vody v závislosti na kolísání její hladiny. Součástí migračních procesů je i přechod těkavých složek polutantu z podzemní vody do půdního vzduchu. Rychlost migrace znečištění, v nesaturované zóně, je závislá na vlastnostech daného kontaminantu a dále na základních charakteristikách zemin nesaturované zóny, jako je propustnost zemin, sorpční vlastnosti zemin a nehomogenity.

Nesaturovaná zóna horninového prostředí je tvořena navážkami (píščito-jílovité hlíny, stavební sutě), kvartérními sedimenty (sprašová hlína, jemně až středně zrnité písky, jíly) a sedimenty svrchní křídly (dominantně hrubě zrnité pískovce). Tato

zóna dosahuje mocnost přibližně 10 m. Proudění podzemní vodou je nejvýznamnějším transportním mechanismem polutantu směrem od zdroje znečištění k recipientům. Polutant může existovat buď v samostatné fázi volně se pohybující nebo akumulované, při bázi puklinového kolektoru, rozpuštěný ve vodě nebo sorbovaný na povrchu horninových částic. Hlavním migračním mechanismem je advekce, kdy je polutant unášen proudící vodou ve směru jejího pohybu stejnou rychlostí, jakou se pohybuje voda (rozpuštědlo). U organických látek se významně uplatňuje sorpce na horninový povrch. Sorpce se projevuje zpožděním transportu za advekční rychlostí. Firma G-servis s.r.o. také vytvořila model proudění podzemních vod. Na jeho tvorbu použila software set Visual MODFLOW Pro verze 2.8.2. Pro posouzení současného stavu šíření CI-U bylo nutné nasimulovat stav od roku 1960, tedy od údajného začátku používání CI-U v areálu Strojbal Molitorov, až do listopadu 2003, tedy do období průzkumu firmou G-servis Praha s.r.o. Celý průzkum firma G-servis s.r.o. shrnula do závěrečné zprávy. V té se mimo jiné konstatuje, že **prioritním polutantem v zájmovém území jsou chlorované alifatické uhlovodíky zastoupené dominantně tetrachlorethylenem.**

(Mlejnecký et al., 2004)

Ohniska masivní kontaminace horninového prostředí vznikla zejména v prostoru bezprostředního okolí hlavní výrobní budovy bývalého s.p. Strojbal a v jejím podzákladí, kde se s uvedeným kontaminantem v minulosti po dobu cca 20 let intenzivně nakládalo. Chlorovanými alifatickými uhlovodíky, tj. tetrachlorethylenem (PCE) a podřadně trichlorethylenem (TCE) jako rozpadovým produktem PCE, jsou významně kontaminovány, jak zeminy nesaturované zóny, tak podzemní vody saturované zóny horninového prostředí. Kontaminace zemin je vázána na nejbližší okolí hlavní výrobní haly a prostory pod základy (cca 400 m²) a představuje výrazný zdroj pro kontaminaci podzemních vod. Kontaminace podzemních vod (nad limit pro pitnou vodu) je v současnosti rozvleklá od ohniska (hala Strojbalu) až za jímací vrt Kouřim (vzdálenost od ohniska cca 800 m severně), resp. vrty v areálu a.s. Lonza Biotec (vzdálenost cca 1100 m severovýchodně). Příмым dopadem havarijní kontaminace podzemních vod kontaminantem CI-U, na zásobování obyvatelstva pitnou vodou, je odstavení jímacího vrtu Kouřim z provozu a nutný nákup pitné vody z jiných externích zdrojů. Jímací vrt Kouřim představuje pro město Kouřim významný zdroj pitné vody. Dodává přibližně ¼ celkové spotřeby pitné vody v Kouřimi. Rovněž odstávka studny Molitorov, která je zdrojem pitné a užitkové vody pro obyvatele městské části Molitorov, představuje pro město Kouřim zvýšené náklady na zásobování pitnou vodou.

3.13.3. Průzkum a práce 2006

V říjnu 2006 uzavřelo město Kolín smlouvu s firmou Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o. o doplňující práci analýzy rizik lokality Molitorov u Kouřimi. Cílem práce bylo doplnit práci firmy G-servis s.r.o. z roku 2004 o průzkum lokalit, které by mohly být zdrojem kontaminace podzemní vody jímacího vrtu KJV Kouřim. Jednalo se o tyto lokality:

rekultivovaná skládka odpadů Dobré Pole, která leží v horní části hydrologického povodí vrtu KJV

skládku odpadů východně od Molitorova

Stále se totiž ještě prověřovala možnost kontaminace KJV jiným zdrojem, než z areálu Strojbalu.

Další účel doplňujících prací:

- podrobný průzkum areálu Strojbalu a prověření dalších možných míst úniku Cl-U
- zjištění stavu znečištění v odpadních vodách odtékajících z areálu bývalého Strojbalu
- zjištění aktuálního stavu znečištění podzemní vody v jímacím území Kouřim, v ohnisku znečištění a ve studnách v okolí
- upřesnění geologické stavby území mezi jímacími objekty Golf a ohniskem znečištění
- aktualizace matematického modelu proudění podzemních vod a transportu kontaminace aktualizace zdravotních rizik
- provedení zkoušek upravitelnosti znečištěné podzemní vody kvantifikace sanačního zásahu

Před zahájením prací byla provedena podrobná rekognoskace terénu. V prostoru mezi Strojbalem a jímacím územím Kouřim bylo zjištěno celkem pět dalších průzkumných vrtů pocházejících z ložiskového průzkumu cihlářské hlíny pro cihelnu Molitorov. Vrty jsou v mapách označeny A až E (viz Přílohy obr. č. 9). Pouze na třech z nich, ve vrtech A, B a C byla zastižena hladina podzemní vody. Tyto tři vrty byly zahrnuty do pozorovací sítě a ovzorkovány. Důležitým zjištěním bylo objevení dvou studen ST-1 a ST-2 v těsném sousedství bývalé odmašťovny ve Strojbalu.

Tyto studny nebyly v analýze rizika zmíněny ani vzorkovány. Studna ST-1, o průměru 2 m, je hluboká 13,7 m a je určena k jímání křídové podzemní vody. Studna je na dně betonové šachty 3 x 3 m, hluboké 3,2 m. V době průzkumu byla zakryta cca 0,3 m mocným nánosem bahna.

(Bartošová *et al.*, 2006)



Obrázek 3.13.3.1 Studna ST-1 (Bartošová *et al.*, 2006)

Pro účely aktualizace informací, o stupni kontaminace nesaturované i saturované zóny horninového prostředí, byly realizovány odběry vzorků půdního vzduchu (50 ks), zeminy (5 ks), a vod (29 ks). Za účelem prokázání upravitelnosti podzemní vody z vodních zdrojů Kouřim KJV a studna Molitorov, byly odebrány 4 ks vzorků vod. Průzkumné práce byly provedeny ve třech oblastech.

Skládka Dobré Pole

Práce zde byly zaměřeny na rekultivovanou skládku odpadu v povodí vodárenského vrtu KJV, s cílem zajistit případný výskyt chlorovaných uhlovodíků,

Skládka východně od Molitorova

Práce zde byly zaměřeny na možnost ověření výskytu chlorovaných uhlovodíků v tělese skládky.

Areál Strojbalu

Cílem prací bylo plošné ověření celého území areálu a potvrdit, že v areálu není žádné jiné místo úniku chlorovaných uhlovodíků. Pro účely aktualizace informací, o stupni kontaminace nenasurované zóny horninového prostředí Cl-U, byly v areálu bývalého podniku Strojbal realizovány odběry vzorků půdního vzduchu z předem vytyčených závrťů (Z-1 až Z-36) (viz Přílohy obr. č. 10). Jednorázové závrty byly zbudovány pomocí ruční vrtné soupravy firmy.

Pro doplnění informací, o stupni kontaminace nenasurované zóny horninového prostředí, byly realizovány odběry vzorků zemin z jednorázových závrťů o průměru 60 mm v počtu 5 ks. Vrtné práce byly prováděny pomocí ruční vrtné soupravy. Likvidace sond byla provedena záhozem. Odběr vzorků zemin byl u všech závrťů proveden zonálně z úrovně 0,1-1,5 m (viz Přílohy tab. č. 2). Odběry vzorků podzemní vody byly prováděny z dynamické hladiny pomocí ponorného čerpadla. Hloubka zapuštění čerpadla byla cca 0,5 m nade dnem vzorkovaného objektu (viz Přílohy tab. č. 3). Čerpaná voda byla čištěna průchodem přes přenosný filtr s aktivním uhlím. Pro zjištění míry kontaminace povrchové vody byl v jižním prostoru od areálu Strojbalu odebrán, za vyústěním kanalizace, vzorek vody z potoka u zídky bývalého sadařského areálu. Vzorek vody byl odebírán pomocí ručního vzorkovače. V areálu Strojbalu byl odebrán vzorek vody v podsklepené části kotelny, pomocí zonálního vzorkovače, v nejnižším místě sklepa (úzká dlouhá chodba v blízkosti bývalé odmašťovny). Pro ověření dalších potencionálních ohnisek znečištění, mimo areál bývalého podniku Strojbalu, byly odebrány vzorky vody z kopané sondy pod skládkou u obce Dobré Pole a vývěr v bývalém lomu cihelny.

Pro posouzení migrace kontaminovaných vod kanalizací, byl v jihozápadním prostoru od areálu Strojbalu odebrán v blízkosti studny ST-MJ, pomocí ručního vzorkovače, vzorek vody z kanalizace. V areálu Strojbalu byl odebrán vzorek vody z lapolu pomocí zonálního vzorkovače.

(Bartošová et al., 2006)

Předložená zpráva obsahuje vyhodnocení doplňujících prací analýzy rizika, provedené v souvislosti s kontaminací podzemní vody v Molitorově a okolí. Hlavní závěry zprávy jsou následující: Byla **vyloučena** možnost kontaminace podzemní vody z prostorů skládek Dobré Pole a Molitorov - východ. Průzkum těchto skládek byl negativní. Potvrdilo se, že jediným místem úniku Cl-U, v areálu Strojbalu, je oblast bývalé

odmašťovny. Jedná se hlavně o prostor mezi odmašťovnou, plotem a sklepy pod budovou.

Ekomonitor zjišťoval také možný únik chlorovaných uhlovodíků kanalizací jižním směrem, tj. směrem k levostrannému přítoku Střebovky. Kontaminace je zde ale malá, řádově v jednotkách $\mu\text{g/l}$.

Podle zprávy je znečištění podzemní vody, v zájmovém prostoru, stejné jako v roce 2003, pouze u jímacího vrtu Kouřim KJV došlo k nárůstu obsahu Cl-U ze 17 na 40 $\mu\text{g/l}$. Byla upřesněna geologická stavba území Strojbalu a bezprostředního okolí.

Byl aktualizován matematický model proudění podzemních vod a upřesněna zdravotní rizika kontaminace. Byla doporučena nápravná opatření, jako je zamezení průniku dešťové vody do sklepních prostor pod odmašťovnou, likvidace ohniska znečištění a osazení stripovacích kolon na zdroje podzemní vody.

(Bartošová et al., 2006)

V roce 2006 se aktualizovaly hodnoty kontaminace. Potvrdilo se, že existuje jen jediný zdroj kontaminace, a to je areál bývalé firmy Strojbal. Bohužel se nezačalo ze sanací zasaženého území. Jímací vrt Kouřim KJV byl na konci roku 2006 stále odstaven a hodnoty znečištění se ještě zvýšily (viz Přílohy tab. č. 4).

3.13.4 Průzkum a práce 2009

V roce 2009 uzavřel městský úřad Kouřim smlouvu s firmou Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. o doprůzkumu kontaminovaného území, opět s firmou Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. Další průzkum má sloužit jako podklad pro zpracování aktualizované analýzy rizik, kde bude navržen optimální způsob sanačního zásahu. Zpráva byla vytvořena hlavně z důvodů nových možností čerpání financí z fondů EU. Proto, na základě objednávky města Kouřim, zpracovala společnost Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. projekt realizace průzkumných prací a analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim, jako podklad pro žádost do Operačního programu Životní prostředí z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj (Prioritní osa 4 - Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží, Oblast podpory 4.2. Odstraňování starých ekologických zátěží). Zpracování aktualizace analýzy rizik (AAR) bude řešeno v souladu s platnou legislativou a metodickými pokyny MŽP.

Stav znečištění tedy zůstal stejný jako v roce 2006. Sanační práce se stále nepodařilo zahájit.

3.13.5 Průzkum a práce 2011

Začátkem roku 2011 vypracovala firma Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. na základě smlouvy o dílo další aktuální analýzu rizik. Ta se zabývá zpracováním prováděcí dokumentace mimi jiné pro:

- vrtné práce
- vzorkařské a terénní práce
- laboratorní analýzy
- geofyzikální průzkum
- geodetické práce
- karotáž
- inovativní sanační metody
- zpracování analýzy rizik

Pro řešení projektu budou využity i subdodavatelé ve sdružení „Molitorov“.

Tabulka 3.13.5.1 Seznam členů sdružení „Molitorov“ (Riedlová et al., 2011)

Pořadové číslo subdodavatele	Subdodavatel (obchodní firma nebo název/ obchodní firma nebo jméno a příjmení)	IČ (identifikační číslo)	Věcný podíl subdodavatele (či člena sdružení) na plnění veřejné zakázky
1	EUROSUP spol. s r. o.	48038172	Odvoz a likvidace kontaminované zeminy
2	Geodézie Krkonoše, s.r.o.	49813081	Geodetické práce
3	Laboratoř M O R A V A s.r.o.	25399951	Akreditované chemické analýzy dle příslušných platných norem
4	GEONIKA, s.r.o.	48111767	Geofyzikální práce
5	Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.	15053695	Vrtné práce
6	BIOANALYTIKA CZ, s.r.o.	25916629	Akreditované chemické analýzy dle příslušných platných norem
7	AQUATEST a.s.	44794843	Karotážní měření
8	Technická univerzita v Liberci, Ústav pro nanomateriály, pokročilé technologie a inovace	46747885	Inovativní sanační metody

Práce provedené v rámci realizace projektu AAR ohrožení vodního zdroje Kouřim, budou provedeny ve dvou etapách.

1. etapa: geofyzikální průzkum a následné provedení 20 ks průzkumných závrtů s odběrem půdního vzduchu - následné vyhodnocení s upřesněním umístění hydrogeologických vrtů a injektážích objektů.

2. etapa: provedení vrtných prací, karotáž vrtů a realizaci hydrodynamických zkoušek. Dále geodetické zaměření a následně ověření účinnosti navržené inovativní

sanační metody - redukce kontaminantů pomocí nanoželeza včetně vyhodnocující zprávy.

Po ukončení obou etap prací bude vypracována zpráva AAR ohrožení vodního zdroje Kouřim. (*Riedlová et al., 2011*)

Dne 21.3.2011 byl proveden kontrolní den, kde se zástupci města seznámili s postupujícími pracemi v rámci AAR. Poslední měření v 5ti objektech potvrdilo stále vysoké hodnoty PCE. V objektu Golf-studně (GS) nebyla, po odběru podzemní vody, zjištěna kontaminace.

Další kontrolní den proběhl 28.7.2011. V zápise se hlavně konstatuje, že ve stávajících objektech ST-2, HV-7, ST-I, H-I, KJV a nově zbudovaných objektech M-2, M-4, M-5, M-6, M-8, M-9 a M-10, jsou několikanásobně překročeny limitní hodnoty dané Vyhláškou č. 252/2004 Sb. pro pitnou vodu. Také jsou překračovány hodnoty reprezentované objektem Golf-studně (GS), který je na základě výsledků provedených analýz brán jako pozad'ový. Analyzované hodnoty stávajících objektů vesměs korespondují s hodnotami zjištěnými v rámci průzkumných prací v roce 2006 a s hodnotami ověřenými v rámci vstupního monitoringu (únor 2011). U objektů HV- 5, K-S, ST-C, HV-7,ST-I,HV-9,HV-3,V-I,KJV a H-1 jsou hodnoty sumy CL-U oproti roku 2006 zvýšené. Na vrtu reprezentujícím ohnisko znečištění HV - 7 byl ověřen vinylchlorid .

(Zápis 3. Kontrolního dne-město Kouřim 7/2011)

Po letech pouhých průzkumů a zpráv se v roce 2011 začalo skutečně aktivně pracovat na možnostech sanace a odstranění této havárie. Hlavním důvodem pro tento lehce optimistický stav je fakt, že akce pod názvem Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim v celkové výši 2.241.784,33 Kč, je kryta z Humanitárního fondu pro ochranu jakosti vod Středočeského kraje částkou 203.798,59 Kč, a ze Státního fondu životního prostředí a Fondu soudržnosti EU ve výši 2.037.985,74 Kč (viz Přílohy obr. č. 11).

3.14 Možnosti sanace

3.14.1 Navržené sanační postupy 2004

AR firmy G-servis s.r.o., z roku 2004, navrhovala jak klasické sanační postupy, tak možnost aplikace nových, ověřených trendů. Hlavním předpokladem pro snížení kontaminace podzemních vod je ukončení dotace polutantu do horninového prostředí. To znamená, odstranění kontaminovaných zemin bezprostředním okolí hlavních budov Strojbalu. Byla navržena optimální varianta sanace.

Optimální varianta sanace kombinací metodou "ex situ" a "in situ" vychází z doporučení zpracovatele analýzy rizika. Jednotlivé sanační postupy a rozsah prací navrhuje upřesnit, na základě výsledků předsanačního průzkumu. Po zpřesnění rozsahu a míry kontaminace horninového prostředí, doporučuje zpracovatel AR realizovat v prostoru zjištěného ohniska znečištění, sanační práce. Na základě posouzení migrace znečištění, atenuačních procesů a rizik plynoucích z ekologické zátěže optimální sanační zásah zahrnuje:

- odtěžení kontaminovaných zemin v bezprostředním okolí objektu v nesaturované a přechodné zóně (u lokálního kvartérního kolektoru)
- odstranění či zabezpečení nevyužívaných stavebních prvků v bezprostředním okolí budovy, zejména podzemních prvků, které urychlují infiltraci srážek a promývání kontaminovaných zemin
- sanace zemin nesaturované zóny horninového prostředí v podzákladí výrobní haly metodou vakuové extrakce půdního vzduchu
- sanační čerpání podzemní vody z nesouvislého kvartérního kolektoru a v případě nutnosti (zvýšení obsahu kontaminantu) i ze svrchnokřídového kolektoru podzemních vod v podloží budovy. Tato metoda zahrnuje využití stávajících objektů, doplněných o nové sanačně - monitorovací objekty.
- aktivní sanační zásah saturované zóny podpořit in situ metodami (např. abiotická reduktivní dechlorace vyvolaná aplikací vhodné látky jako je např. nulomocné kolidní Fe, chemická oxidace apod.).

(Mlejnecký et al., 2004)

3.14.2 Navržené sanační postupy 2006 - 2011

Závěrečná zpráva doplňujících prací analýzy rizika v lokalitě Molitorov u Kouřimi v části věnované sanaci doporučila firma Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. :

Zamezení průniku dešťové vody do sklepních prostorů pod odmašťovnou Průnikem dešťové vody dochází k rozplavování kontaminace pod podlahu sklepů do okolí.

Likvidace ohniska znečištění odtěžením.

Větší část kontaminace, v prostoru Strojbalu, se nachází pod podlahami sklepů v blízkosti odmašťovny. Dále je silně kontaminována nesaturovaná zóna mezi odmašťovnou a plotem. Rozhodující část kontaminace je na bázi kvartéru, tedy v hloubce kolem 3 m pod terénem. Jediným ekonomicky vhodným řešením daného stavu je demolice nadzemní části budovy B v prostoru odmašťovny. Dále odtěžení sklepních prostor a vytěžení zemin pod základovou spáru sklepů do hloubky minimálně 1 m. Rovněž zeminu z prostoru mezi odmašťovnou a plotem je nutno odtěžit. Odtěžené kontaminované stavební konstrukce a zeminy je nutno likvidovat jako nebezpečný odpad. Likvidace znečištění některou z metod in-situ je neproveditelná z těchto důvodů: Na bázi kvartéru je izolátor, který má velmi malou propustnost. Oběh podzemní vody i půdního vzduchu je z tohoto důvodu velmi pomalý. Protože sklepy budov jsou zděné z cihel a jsou dlouhodobě podmáčené, je statika stěn narušena. Kontaminace se nachází i pod základy sklepa.

Protože při zemních pracích bude docházet k intenzivnímu odtěkávání chlorovaných uhlovodíků a produktů jejich rozpadu (vinylchlorid), bude nutno pracoviště intenzivně odvětrávat. Dodržení hygienických limitů, z hlediska bezpečnosti práce, je v uzavřených sklepních prostorách velmi obtížné.

(Bartošová et al., 2006)

Odhadované množství odtěženého materiálu:

odmašťovna a okolí 750 m³

prostor sklepů 250 m³

lokální ohniska 300 m³

ostatní 200 m³

Celkem cca 1500 m³ zeminy

budovy odmašťovny 50 m³

prostory sklepy 300 m³

ostatní 150 m³

Celkem cca 500 m³ betonu a suti

V roce 2009 firma Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. navrhla možnost ověření inovativní sanační metody.

Redukce kontaminantů pomocí nanoželeza

Nanotechnologie popisuje použití materiálů či struktur o rozměrech většinou v mezích od 1 do 100 nm (10^{-9} - 10^{-7} m). Nanočástice elementárního železa fungují jako silné redukční činidlo. Navíc je železo přirozenou složkou životního prostředí, které je zastoupeno v množství nerostů. Elementární železo se chová jako donor elektronů, zatímco relativně oxidované sloučeniny slouží jako akceptory elektronů tzn., že nanoželezo rozkládá sloučeniny jako tetrachlorethylen (PCE), trichlorethylen (TCE), dichlorethylen (DCE), na ethan a chloridový iont. Vlastní metoda využití nanoželeza je založena na injektáži roztoku do vrtu a tím vytvoření ve znečištěné oblasti výrazně reduktivních podmínek. Samotná aplikace nanoželeza bude provedena zatlačáním roztoku do injektážního vrtu nebo metodou přímého vtlačení "direct push". Tato metoda je založena na vtlačení penetračních sond do horninového prostředí a následnou aplikací roztoku skrz sondy do horninového prostředí. Po aplikaci roztoku nanoželeza (150 kg) budou sledovány fyzikálně-chemické parametry podzemních vod a koncentrace chlorovaných ethenů ve stávajících monitorovacích vrtech HV-7, H-1, HV-8, HV-3, ST-2. Dále bude monitorovací síť rozšířena o nově vybudované vrty M-1 až M-8. Čas potřebný pro ověření účinnosti této metody je plánován na 1 rok. V průběhu této doby bude prováděno pravidelné vzorkování dotčených monitorovacích vrtů. Celkem bude odebráno 156 vzorků podzemní vody. Po ukončení prací bude sepsána vyhodnocující zpráva. Přesné situování místa a způsob aplikace injektážního roztoku do horninového prostředí bude upřesněn po provedení I. Etapy (geofyzikální průzkum a vyhloubení 20 ks ručních závrťů pomocí plných sond o průměru 35 mm) do průzkumu předmětné lokality.

(Riedlová et al., 2009)

Na začátku roku 2011 požádala firma Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o., Krajský úřad Středočeského kraje-odbor životního prostředí a zemědělství, o udělení povolení pro aplikaci nanočástic železa do podzemních vod. Dne 16.5.2011 bylo vydáno kladné rozhodnutí a již 18.5.2011 se započalo s aplikací nanoželeza do vrtů (viz Přílohy obr. č. 12).

Aplikace nanoželeza I. cyklus.

Ve dnech 18.5.2011 byla v zájmové lokalitě provedena instalace technologie pro aplikaci nanoželeza a následně byl zahájen I. cyklus aplikace nanoželeza. Aplikace nanoželeza v rámci I. cyklu byla ukončena 19.5.2011. Aplikace nanoželeza byla provedena do vrtů HV-7, M-9 a M-10. V rámci I. cyklu bylo aplikováno 75 kg nanoželeza (25 kg/vrt).

Od provedené aplikace byly doposud realizovány tři cykly odběru vzorků. Z výsledků analýz je u většiny sledovaných objektů nejprve patrný nárůst koncentrací, zřejmě související s proplachem kontaminovaných zemín v rámci aplikace nanoFe (ten-to jev byl sledován i na jiných lokalitách), a následný pokles koncentrací (doposud ověřeno pouze jedním cyklem odběru vzorků).

(Zápis s 3. Kontrolního dne-město Kouřim 7/2011)

V současné době se ve spolupráci s Technickou univerzitou v Liberci, vyhodnocují výsledky odběrů z 2. cyklu aplikace nanoFe, který skončil v září 2011. Výsledky aplikace nanoFe budou v závěrečné zprávě. Termín dokončení zprávy je 3/2012.

4. Závěr

Na začátku roku 2003, při kontrole kvality pitné vody jímacího vrtu Kouřim (KJV), byla zjištěna vysoká hladina chlorovaných alifatických uhlovodíků. Jednalo se hlavně o skupinu CL-U tetrachlorethylen (PCE) a trichlorethylen (TCE). Protože naměřené hodnoty vysoko překračovaly povolené limity, byl vrt okamžitě odstaven. Firma VIA TERRA, která byla vybrána jako první, ihned začala s průzkumem a nalezením zdrojem kontaminace. Po průzkumu několika vytipovaných míst, jako zdroj kontaminace, bylo nalezeno ohnisko znečištění. Molitorov je příměstská část města Kouřim. Od 50. let minulého století zde byl v provozu státní podnik Strojbal Molitorov. Při výrobě chladičů a poté potravinářských obalů, hlavně Al tub, se k odmaštění používaly látky typu tetrachlorethylen (PCE) a trichlorethylen (TCE). Látky se vylévaly do místní kanalizace a na volné plochy areálu. Tak byl také kontaminován jediný zdroj pitné vody v oblasti, a to studna Molitorov. Studna byla okamžitě odstavena a město Kouřim muselo začít řešit problém s pitnou vodou pro obyvatelstvo. Cisterny se používaly až do urychleného napojení části Molitorov na vodovodní řad. Krajský úřad Středočeského kraje prohlásil tuto situaci za havarijní.

V roce 2003 Ministerstvo životního prostředí ČR objednalo vypracování analýzy rizik Kouřim-Molitorov. Průzkumnými pracemi a zpracováním zprávy byla pověřena firma G-servis Praha s.r.o. Průzkum potvrdil jako prioritní zdroj kontaminace podzem-

ních vod areál Strojbalu a v závěrečné zprávě firma upřesnila rozsah znečištění i možnosti sanace. Byla upřesněna i možná zdravotní rizika.

Až do roku 2006, kdy město Kolín objednalo u firmy Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. doplňující práci AAR lokality Molitorov u Kouřimi, se na havarijní situaci nic nezměnilo. Nový průzkum měl vyloučit některé potenciální zdroje znečištění (skládky v okolí Kouřimi) a doplnit předchozí zprávu. Výsledky průzkumu v podstatě potvrdily již známý fakt, že jediným zdrojem znečištění je kontaminovaná část areálu Strojbal. Hodnoty znečištění zůstaly stejné jako v roce 2003, jen v případě jímacího vrtu Kouřim (KJV), byl obsah látek Cl-U až 3x vyšší.

Město Kouřim v roce 2009 objednalo AAR ohrožení vodního zdroje Kouřim opět od firmy Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r. o. Objednávka zahrnovala i vypracování prováděcí a projektové dokumentace. Vše mělo sloužit jako podklady pro žádost o dotace z Operačního programu Životní prostředí z Fondu soudržnosti a Evropského fondu pro regionální rozvoj (Prioritní osa 4 – Zkvalitnění nakládání s odpady a odstraňování starých ekologických zátěží).

V lednu 2011 byla dokončena a předána městu Kouřim „Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim - Prováděcí a projektová dokumentace“.

Od roku 2003 nastal posun v řešení havárie, a to hlavně díky tomu, že během roku 2011 obdržela akce Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim dotaci v celkové výši 2.241.784,33 Kč. Ta je kryta z Humanitárního fondu pro ochranu jakosti vod Středočeského kraje částkou 203.798,59 Kč a ze Státního fondu životního prostředí a Fondu soudržnosti EU ve výši 2.037.985,74 Kč. Začalo se tedy se zkouškou inovativních metod sanace (aplikace nanoželeza do vrtů).

Bakalářská práce se podrobně věnuje ekologické havárii ve městě Kouřim. Na základě všech shromážděných materiálů je popsána co nejpřesněji historie staré ekologické zátěže, která způsobila ekologickou havárii. Materiály, které byly k dispozici, byly také konzultovány s vedením MěÚ Kouřim s cílem poznat rozsah a dopad této situace pro obyvatele města. V práci je provedena sumarizace všech zpráv a zmapována situace od roku 2003, kdy bylo znečištění objeveno.

Práce také popisuje prioritní kontaminanty, chlorované alifatické uhlovodíky (Cl-U), jejich vlastnosti a zdravotní rizika, která mohou způsobit lidskému organismu. Je mapována i celá historie průzkumu a hydrogeologických prací od prvního prozkoumání území až do konce roku 2011.

Od začátku průzkumů vydaly tři zúčastněné firmy celkem 4 zprávy. Každá následující zpráva ještě více upřesňuje rozsah havárie, vypracovává nový model šíření kontaminace a navrhuje sanační metody.

Příslibem do budoucna je alespoň fakt, že se v roce 2011 podařilo získat prostředky z dotací. Zahájily se první testy inovativní sanační metody, a to aplikace nanoželeza do vrtů. A v případě, že se najdou prostředky i na celkovou sanaci zasaženého území (odhad je 50-70 mil. korun), bude snad možné konečně vyřešit tuto ekologickou havárii v městě Kouřim.

5. Seznam použité literatury

Bartošová D., Čmelík M., Štorek P., Komberec M., 2006, Závěrečná zpráva doplňujících prací analýzy rizika lokality Molitorov u Kouřimi, Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.

Frankovská J., Kordík J., Slaninka I., Jurkovič L., Greif V., Šottník P., Dananaj I., Mikita S., Dercová K. a Janovič V., 2010, Atlas sanačních metod environmentálních zátěží Státní geologický ústav, Bratislava, 360 s, ISBN 978-80-89343-39-3

Giddens A., 1999, Sociologie. Přeložil Jařab J., 1. vydání. Praha: Argo, str. 552

Howard P.H., Sage G.W., Jarvis W.F., Gray D.A., 1991, Handbook of Environmental Fate and Exposure Data for Organic Chemicals 2 Lewis Publishers, Chelsea, MI. ISBN 13: 9780873712040, str.546

Mlejnecký F., Zýma Z., 2004, Kouřim - Molitorov Analýza rizika-závěrečná zpráva, Textová část, G-servis Praha s.r.o.

Mlejnecký F., Zýma Z., 2004, Kouřim - Molitorov Analýza rizika-závěrečná zpráva, Přílohová a dokumentační část, G-servis Praha s.r.o.

MŽP, Staré ekologické zátěže, ročenka 2006, [cit. 2012-02-04]
Dostupné z <http://www.mzp.cz/www/dav.nsf/rocenka_06/a4.htm>

Petrлік J., Skupiny chemických látek [online] Vystaveno 2010 [cit. 5.3.2011] Dostupné z: <<http://arnika.org/trichlorethylen>>

Předpis č. 376/2000 Sb., zdroj: SBÍRKA ZÁKONŮ ročník 2000, ze dne 26.10.2000, Vyhláška Ministerstva zdravotnictví ze dne 9. září 2000, kterou se stanoví požadavky na pitnou vodu a rozsah a četnost její kontroly (nahrazena vyhláškou 252/2004 Sb.)

Riedlová Marika, 2009, Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim, Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.

Riedlová M., Komberec M., Štorek P., 2011, Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim-prováděcí projektová dokumentace, Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.

Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody
http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=252%2F2004&number2=&name=&text=

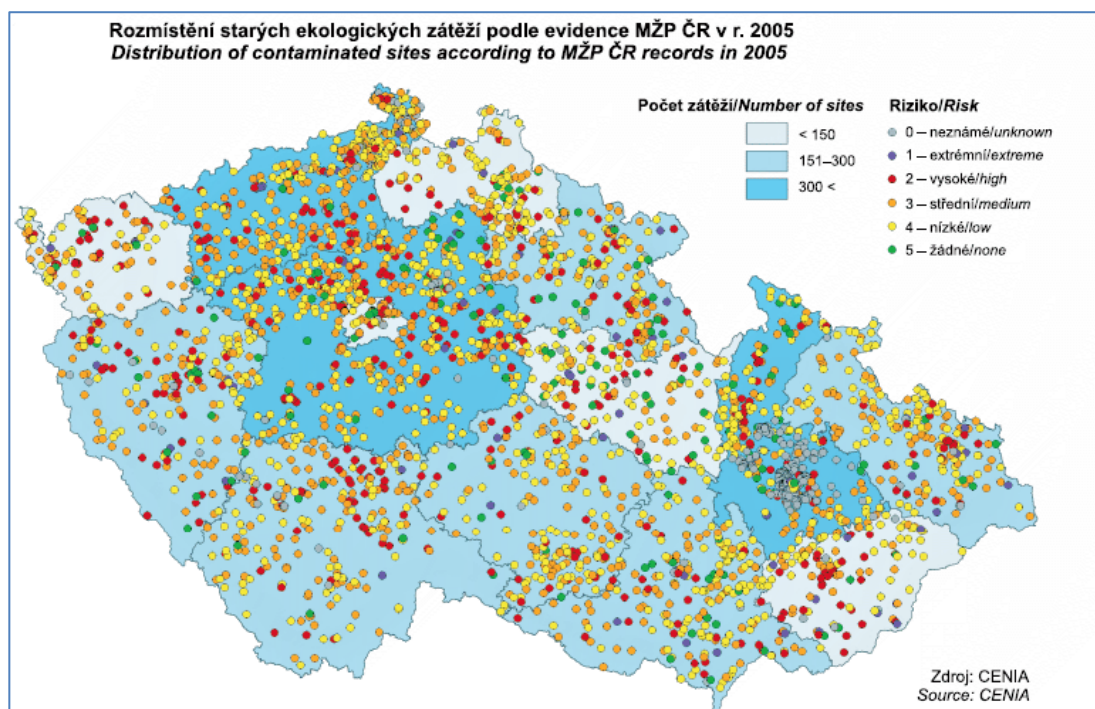
Ward D. Andy, Trimble W. Stanley, 2004, Environmental Hydrology, Second edition, Lewis publisher, ISBN 1-56670-615-5, str. 475

Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí, ve znění pozdějších předpisů (http://portal.gov.cz/wps/portal/_s.155/701?number1=17%2F1992&number2=&name=&text=)

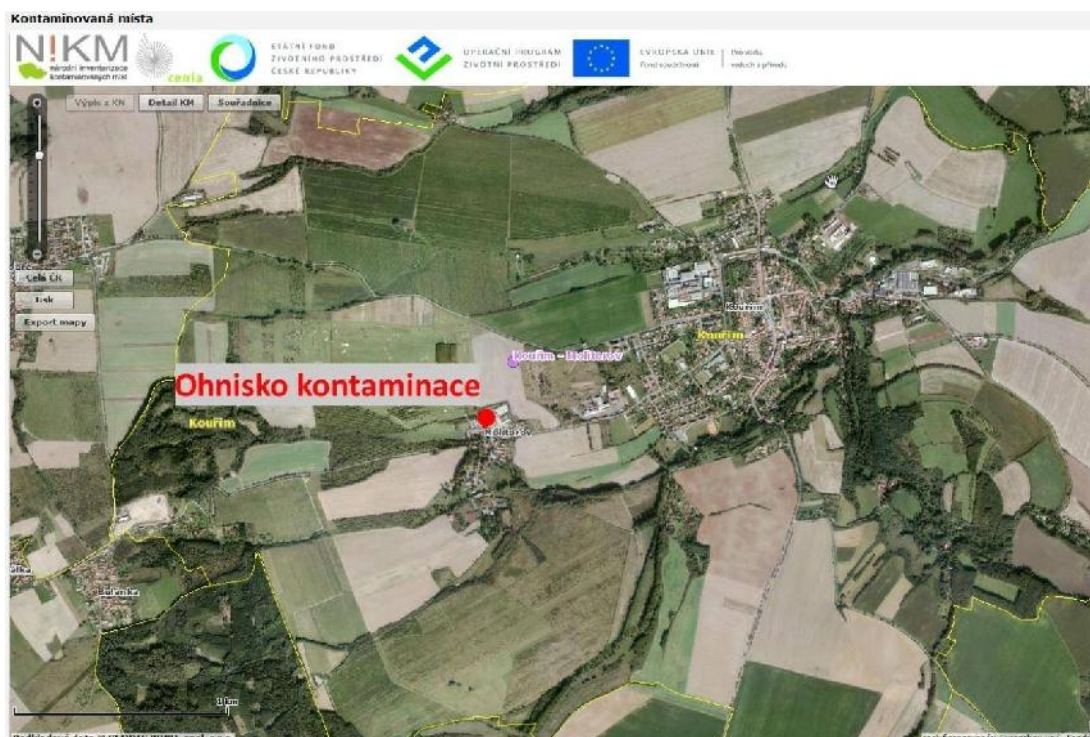
Zápis s 3. Kontrolního dne-město Kouřim 7/2011

6. Samostatné přílohy

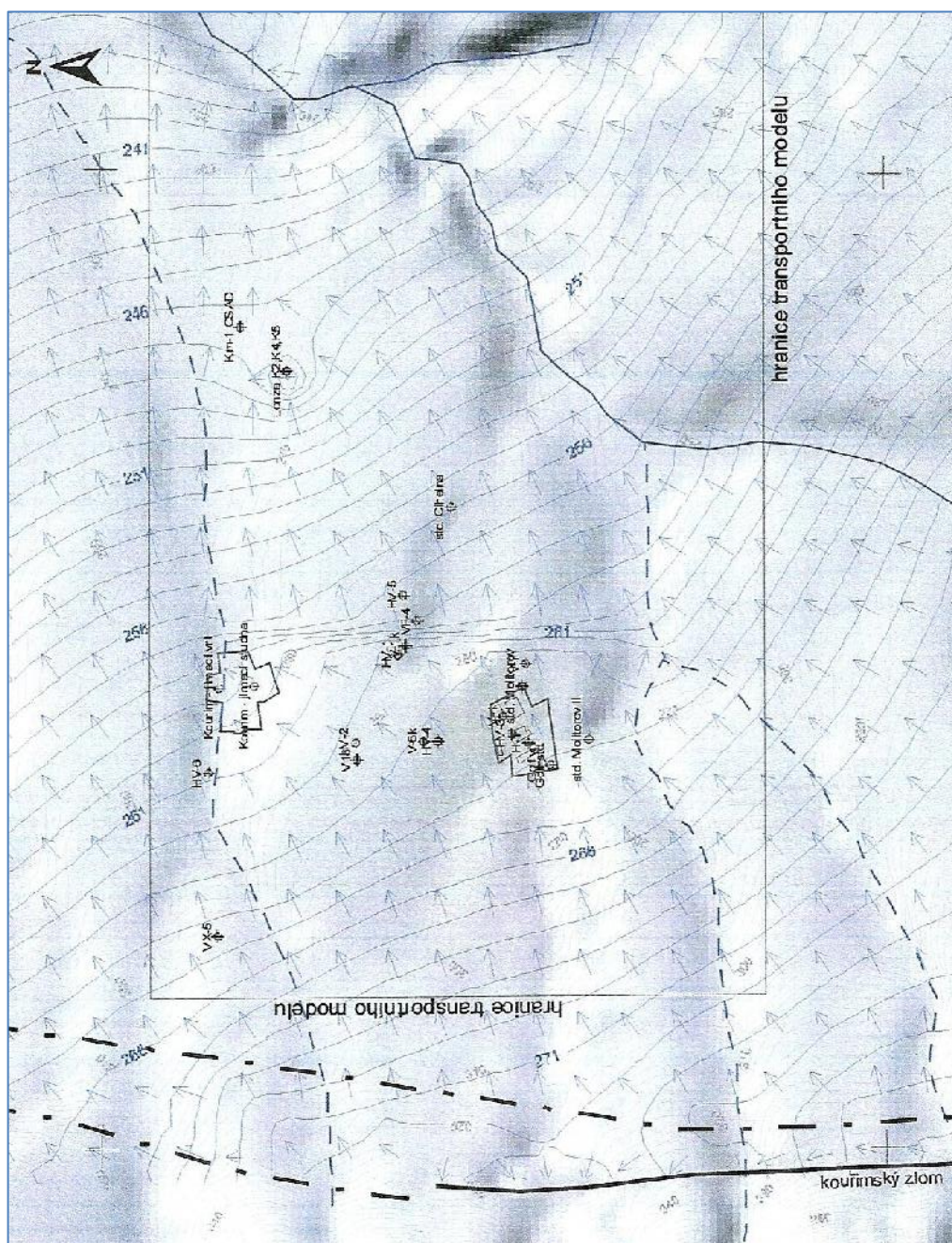
- Obrázek č. 1 Staré ekologické zátěže (www.cenia.cz)
- Obrázek č. 2 Kontaminovaná místa (upraveno z www.cenia.cz)
- Obrázek č. 3 Směr proudění podzemních vod (Mlejnecký a kol., 2004)
- Obrázek č.4 Směr šíření kontaminace (Bartošová a kol., 2006)
- Obrázek č. 5 Monitorované objekty VIA TERRA 2003 (Mlejnecký a kol., 2004)
- Obrázek č. 6 Ohnisko kontaminace (Mlejnecký a kol., 2004)
- Obrázek č. 7 Rozmístění HG objektů (Mlejnecký a kol., 2004)
- Obrázek č. 8 Umístění HG objektů v areálu Strojbalu (Bartošová a kol., 2006)
- Obrázek č. 9 Polohy HG objektů (Bartošová a kol., 2006)
- Obrázek č. 10 Polohy sond pro měření Cl-U v půdním vzduchu (Bartošová a kol., 2006)
- Obrázek č. 11 Dotace pro projekt
- Obrázek č. 12 Povolení pro aplikaci nanoželeza (MěÚ Kouřim)
- Tabulka č. 1 Měření znečištění podzemních vod (Mlejnecký a kol., 2004)
- Tabulka č. 2 Výsledky měření půdního vzduchu 2006 (Bartošová a kol., 2006)
- Tabulka č. 3 Výsledky měření podzemních vod 2006 (Bartošová a kol., 2006)
- Tabulka č. 4 Obsah Cl-U 2003-2006 (Bartošová a kol., 2006)
- Fotografie č. 1 Areál Strojbalu (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 2 Areál Strojbalu (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 3 Odstavený jímací vrt Kouřim(KJV) (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 4 Strojbal-bývalá dílna (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 5 Haly Strojbal (v pozadí KJV) (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 6 Studna Molitorov ST-M (v pozadí KJV) (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 7 Strojbal-odmašťovna(v popředí kontrolní vrt H-1) (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 8 Strojbal-odmašťovna ohnisko znečištění(v popředí kontrolní vrty H-7 a M-10) (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 9 Studna ST-2 (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 10 Studna ST-1 (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 11 Vrty M-10 a H-7 (Adamová, 2012)
- Fotografie č. 12 Směr šíření kontaminace (Adamová, 2012)



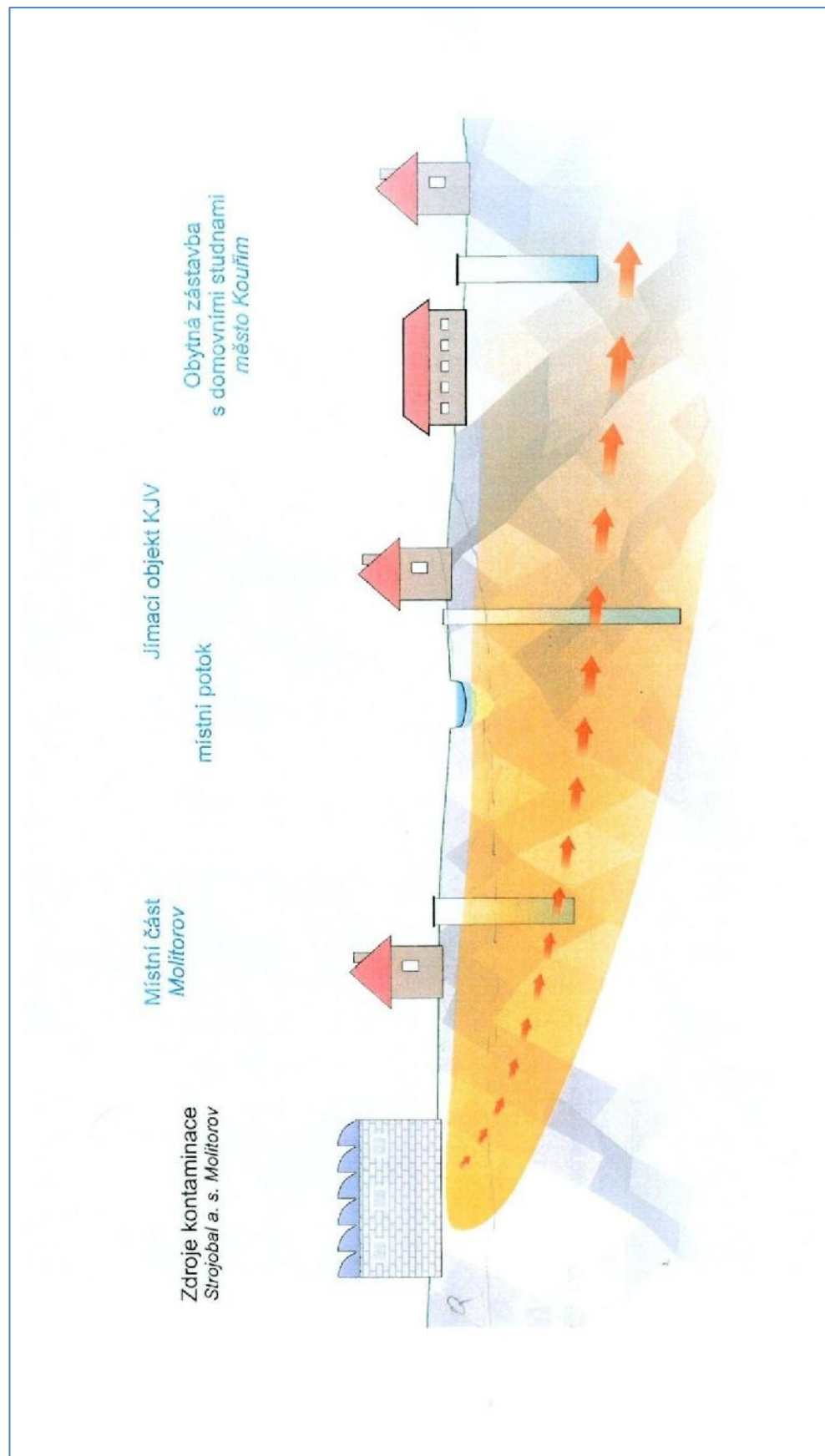
č. 1 Staré ekologické zátěže (www.cenia.cz)



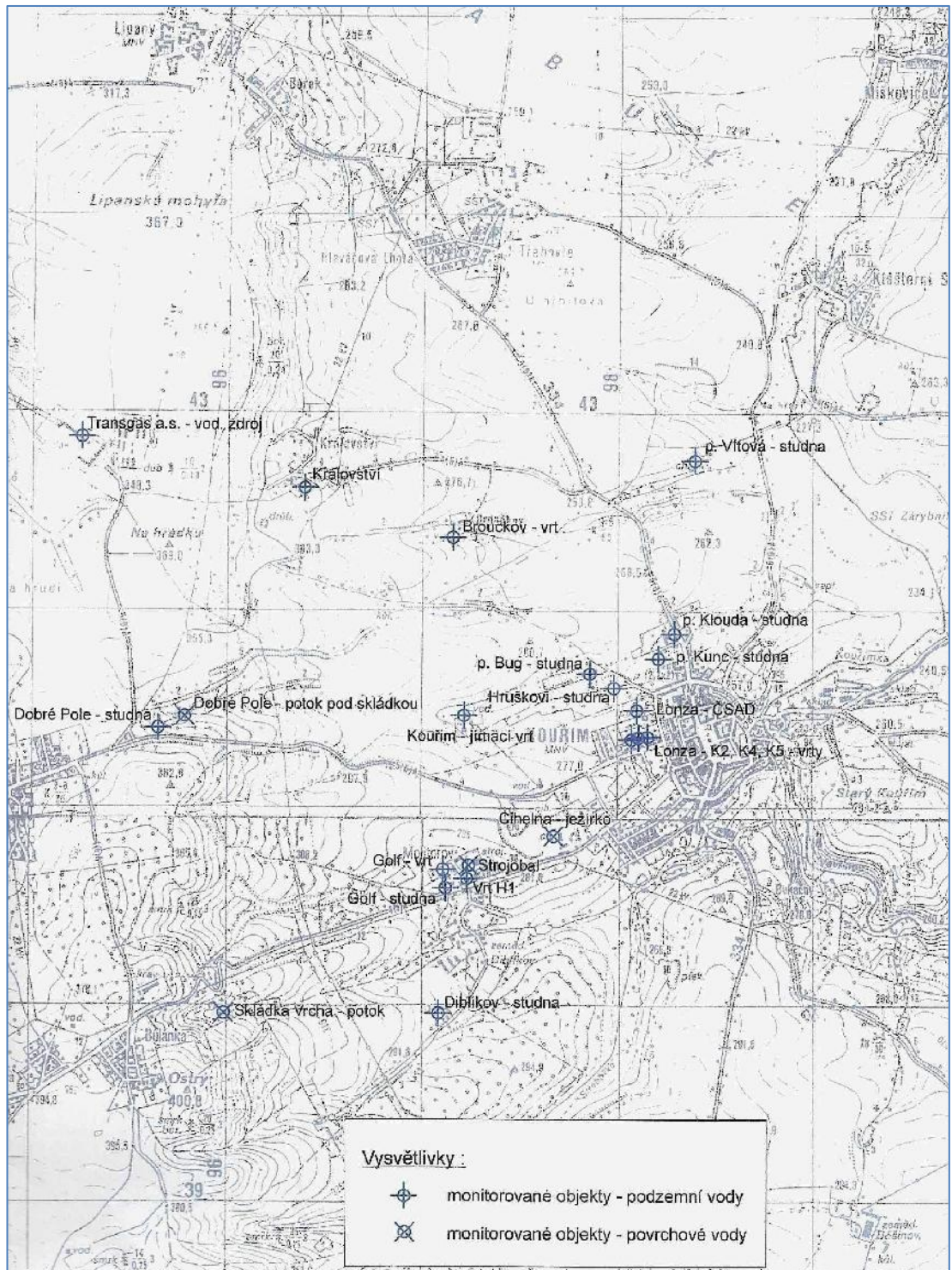
Obrázek č. 2 Kontaminovaná místa (upraveno z www.cenia.cz)



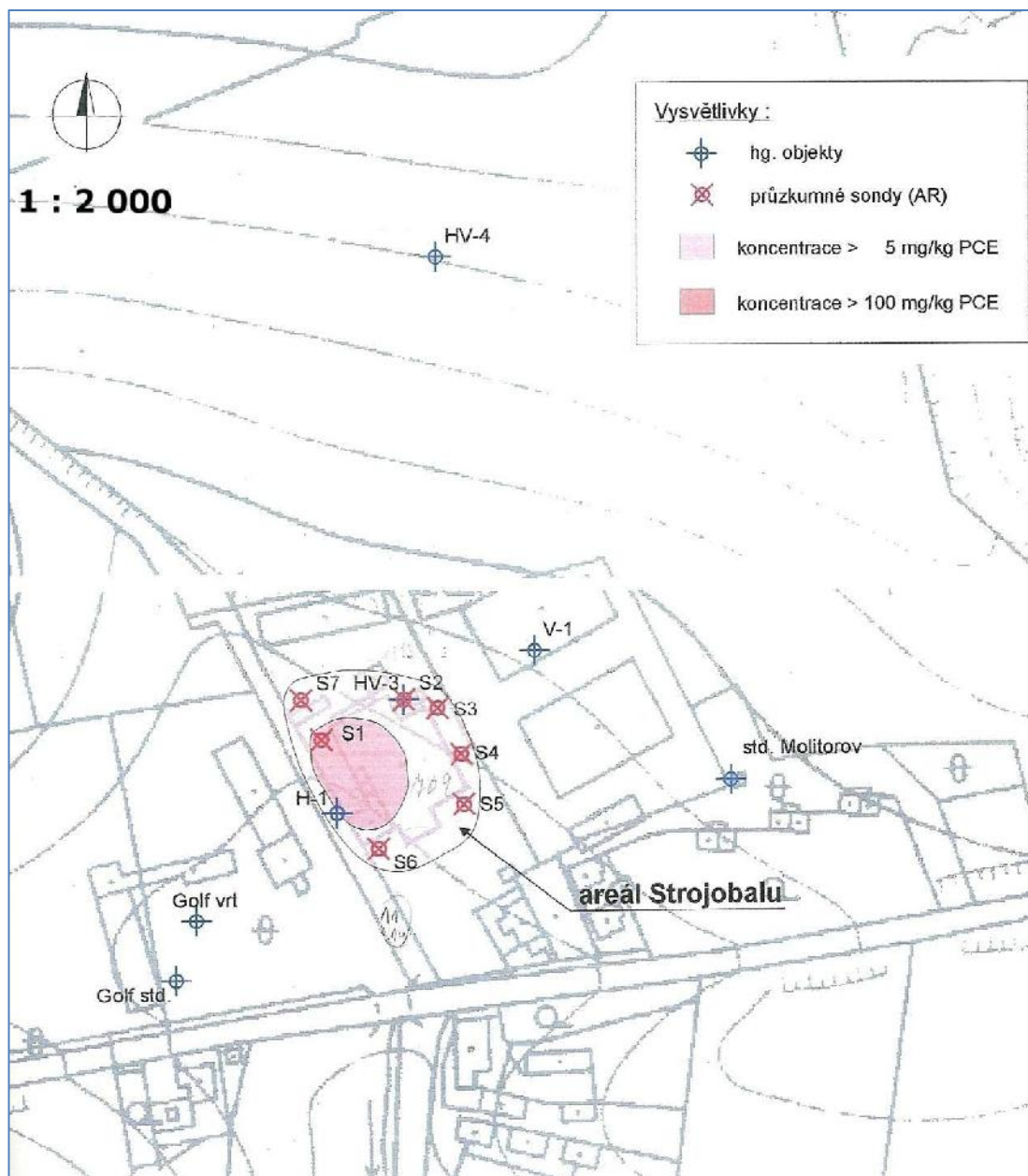
Obrázek č. 3 Směr proudění podzemních vod (Mlejnecký a kol., 2004)



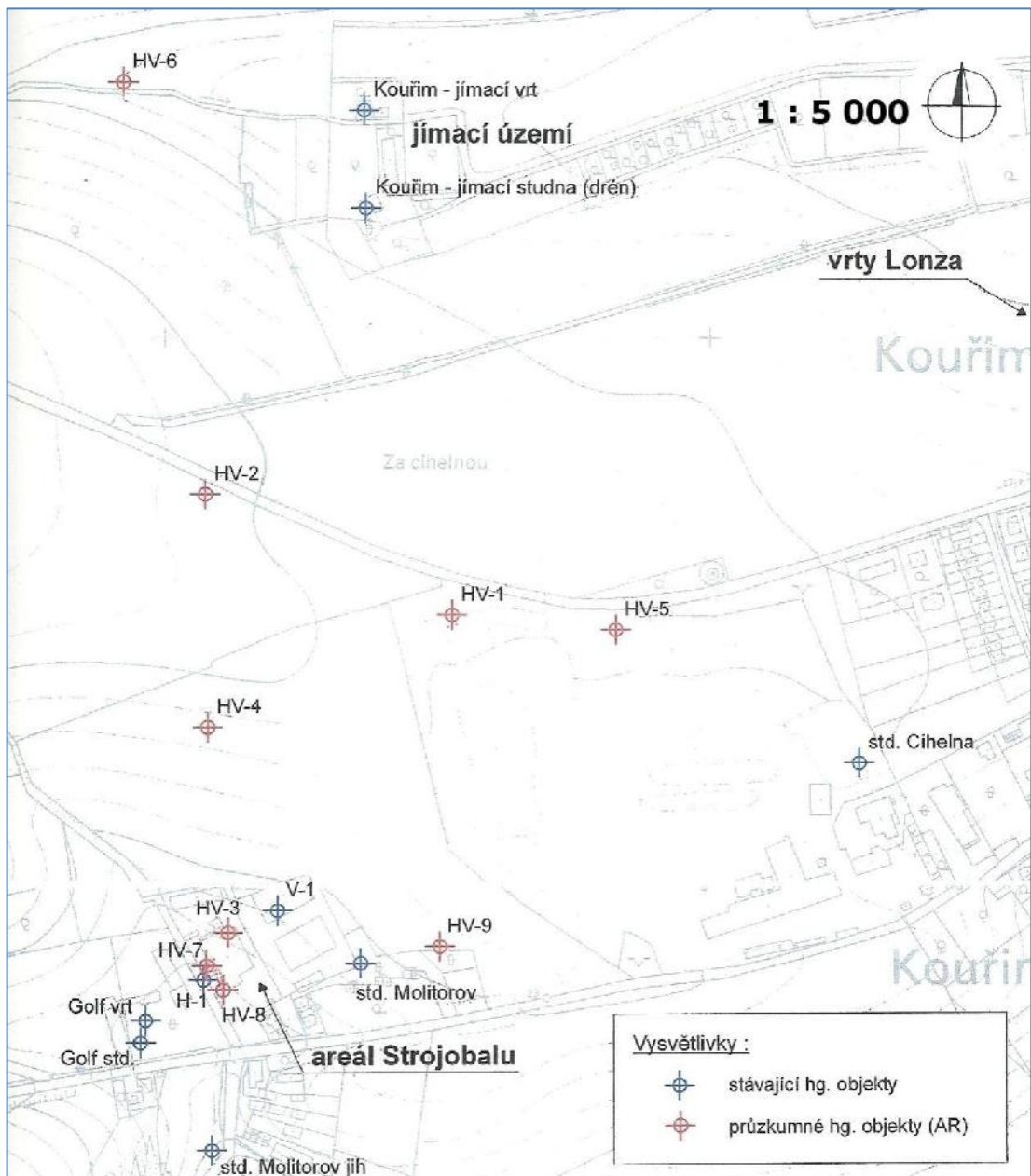
Obrázek č.4 Směr šíření kontaminace (Bartošová a kol., 2006)



Obrázek č. 5 Monitorované objekty VIA TERRA 2003 (Mlejnecký a kol., 2004)



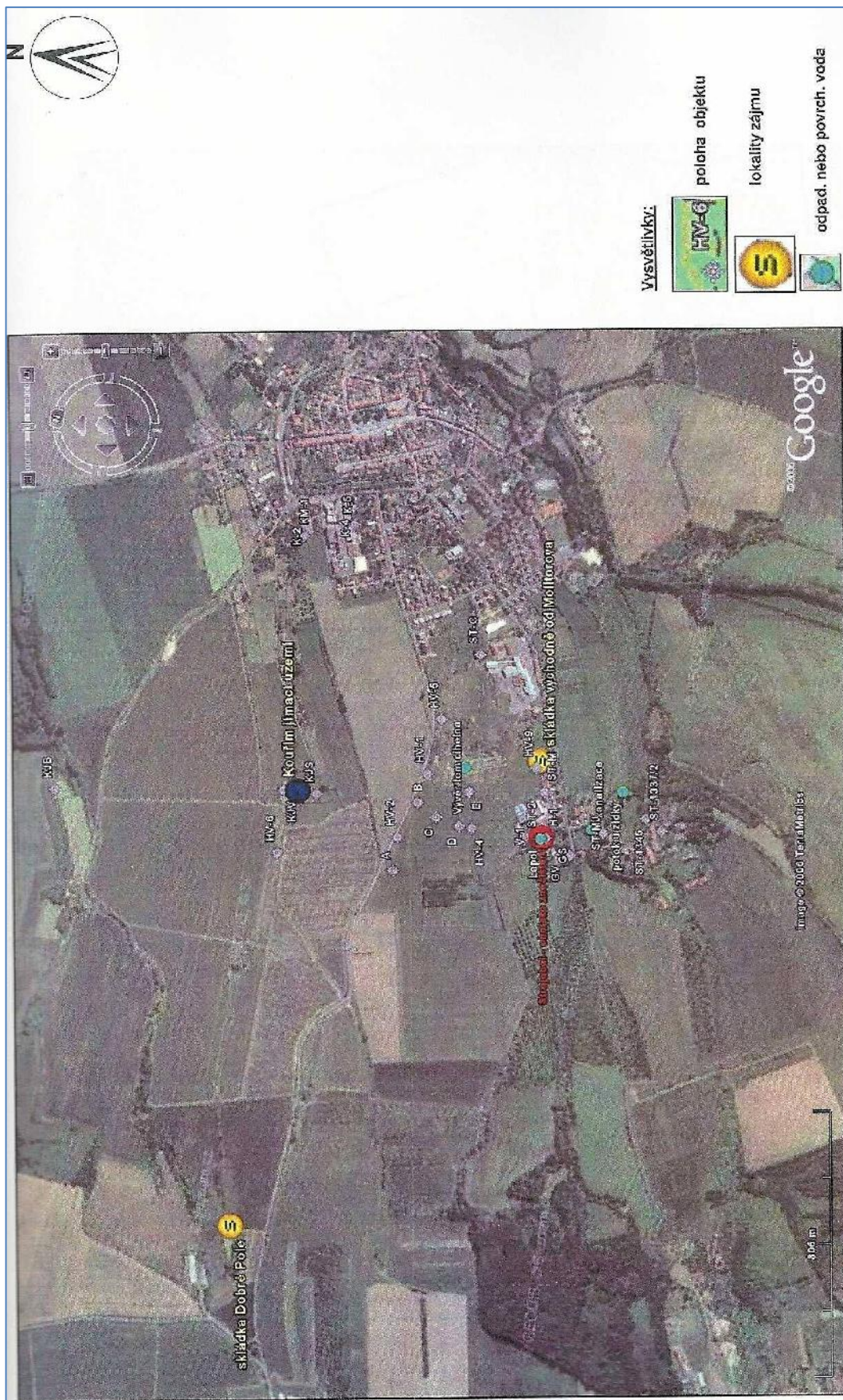
Obrázek č. 6 Ohnisko kontaminace (Mlejnecký a kol., 2004)



Obrázek č. 7 Rozmístění HG objektů (Mlejnecký a kol., 2004)



Obrázek č. 8 Umístění HG objektů v areálu Strojbalu (Bartošová a kol., 2006)



Obrázek č. 9 Polohy HG objektů (Bartošová a kol., 2006)



Obrázek č. 10 Polohy sond pro měření Cl-U v půdním vzduchu (Bartošová a kol., 2006)



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond součinnosti | Provedu,
vzduch a přírodu

Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim

Projekt byl spolufinancován Evropskou unií - Fondem soudržnosti
a Státním fondem životního prostředí ČR
v rámci Operačního programu Životní prostředí.

Cíle projektu:

- zvýšení připravenosti sanace staré ekologické zátěže formou zpracování analýzy rizika
- zjištění aktuálního stavu koncentrace kontaminace a transportních cest šíření znečištění
- doporučení nápravných opatření k odstranění popřípadě eliminaci znečištění
- aktualizace záznamů v databázi SEKM a PKM
- snížení ohrožení podzemních vod využívaných jako zdroj pitné vody pro město Kouřim
- zlepšení životního prostředí v dané lokalitě
- ověření redukce kontaminantů pomocí nanoželeza

Celkové uznatelné náklady na akci činí 2,038 mil. Kč, z toho :

- a) příspěvek z fondu Evropské unie 1,732 mil. Kč (85%),
- b) příspěvek SFŽP ČR/ státního rozpočtu 0,102 mil. Kč (5%),
- c) příspěvek města Kouřim 0,204 mil. Kč (10%).

Řídící orgán : MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ
Zprostředkující subjekt : STÁTNÍ FOND ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR
Příjemce dotace : MĚSTO KOUŘIM

Obrázek č. 11 Dotace pro projekt

Kraj: *M*

MĚSTSKÝ ÚŘAD KOUŘIM		Číslo dopr.	Počet listů
Krajský úřad Středočeského kraje		Zpracoval	3
ODBOR ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ A ZEMĚDĚLSTVÍ		Č.j.	Počet listů příloh
Dopis: <i>14-5-2011</i>		Lik. znak	1
<i>Kouř - 484/2011</i>		Příloha	
<i>644 3.</i>			

Praha: 16.5. 2011

Číslo jednací: 076542/2011/KUSK

Spisová značka: SZ_076542/2011/KUSK/4

Vyřizuje: Ing. Pavel Visinger l. 651

Značka: OŽP/VI

Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.
Píšťovy 820
537 01 Chrudim III

Věc : Povolení výjimky podle § 39 odst. 7 písm. g) vodního zákona pro ověření inovativní technologie degradace chlorovaných uhlovodíků v areálu bývalého podniku Strojbal Molitorov v k.ú. Kouřim

ROZHODNUTÍ

Krajský úřad Středočeského kraje, odbor životního prostředí a zemědělství, jako věcně příslušný podle § 107 písm. t) zákona č. 254/2001 Sb., o vodách a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen vodní zákon) a místně příslušný podle § 11 odst. 1, písm. a) zák. č. 500/2004 Sb., správní řád v platném znění (dále jen správní řád) :

povoluje výjimku
podle § 39 odst. 7 písm. g) vodního zákona
z ustanovení § 39 odst. 1 téhož zákona

k aplikaci nanočástic železa do podzemních vod za účelem ověření inovativní sanační technologie in-situ (degradace chlorovaných uhlovodíků) v horninovém podloží areálu bývalého podniku Strojbal Molitorov v k.ú. Kouřim.

Výjimka pro aplikaci závadných látek do podzemních vod na pozemku p.č.st. 709/2 v k.ú. Kouřim (hydrogeologický rajon 435 – Velimská křída) se povoluje na dobu do 31.3. 2011 za těchto podmínek :

- aplikace suspenze nanočástic železa (celkem 150 kg suspenze) do podzemních vod bude prováděna tlakovou injektáží na třech hydrogeologických vrtech odborně způsobilou firmou v souladu s prováděcím projektem „ Aktualizace analýzy rizik ohrožení vodního zdroje Kouřim “ zpracovaným společností Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o. v lednu 2011

Zborovská 11 150 21 Praha 5 tel.: 257 280 651 fax: 257 280 170 visinger@kr-s.cz www.kr-stredocesky.cz

Obrázek č. 12 Povolení pro aplikaci nanoželeza (MěÚ Kouřim)

Tabulka č. 1 Měření znečištění podzemních vod (Mlejnecký a kol., 2004)

Obsahy CI-U (ug/l) v podzemní vodě (průzkum AR 2003)								
objekt / parametr	datum odběru	PCE	TCE	cis 1,2 DCE	trans 1,2 DCE	1,1 DCE	VC	suma CI-U
série vstupních odběrů								
HV-1 *	13.10.03	0,54	1,38	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1,90
Golf -vrt *	13.10.03	1,90	0,28	<0,1	<0,1	<0,1	<1	2,18
Kouřim - jímací	13.10.03	14,00	2,90	0,28	<0,1	<0,1	<1	17,18
Std. Molitorov	13.10.03	76,00	4,80	21,00	<0,1	<0,1	<1	101,80
HV-1 (25m)	20.10.03	1,00	1,40	0,15	<0,1	<0,1	<1	2,55
HV-1 (50m)	20.10.03	0,34	1,60	3,00	<0,1	<0,1	<1	4,94
HV-2 (33m)	20.10.03	0,27	0,26	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,53
HV-2 (50m)	20.10.03	0,55	0,33	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,88
Std. Cihelna *	22.10.03	10,00	3,90	<0,1	<0,1	<0,1	<1	13,90
V-1 *	22.10.03	3,10	1,40	0,31	<0,1	<0,1	<1	4,81
HV-3 *	5.11.03	2,00	1,40	0,60	<0,1	<0,1	<1	4,00
HV-6 *	5.11.03	0,16	0,13	1,20	<0,1	<0,1	<1	1,49
I. odběrný cyklus								
HV-1	12.11.03	12,00	2,50	<0,1	<0,1	<0,1	<1	14,50
HV-2	12.11.03	0,27	0,10	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,37
HV-3 (25m)	12.11.03	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,00
HV-3	12.11.03	1,50	0,69	0,35	<0,1	<0,1	<1	2,54
HV-4	12.11.03	0,39	0,11	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,50
HV-6	12.11.03	2,10	0,46	<0,1	<0,1	<0,1	<1	2,56
HV-6	12.11.03	0,48	0,37	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,83
H-1	12.11.03	1,90	0,53	1,40	<0,1	<0,1	<1	3,83
Golf - vrt	12.11.03	0,97	0,13	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1,10
Kouřim - jímací	12.11.03	12,00	2,70	2,10	<0,1	<0,1	<1	16,8
Std. Cihelna	12.11.03	4,50	0,48	0,19	<0,1	<0,1	<1	5,17
Std. Molitorov	12.11.03	74,00	3,80	16,00	<0,1	<0,1	<1	93,8
V-1	12.11.03	0,66	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,66
II. odběrný cyklus								
HV-1	9.12.03	0,45	0,31	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,76
HV-2	9.12.03	2,70	0,26	0,42	<0,1	<0,1	<1	3,38
HV-3	9.12.03	7,10	2,70	0,84	<0,1	<0,1	<1	10,64
HV-4	9.12.03	0,34	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,59
HV-5	9.12.03	1,40	0,28	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1,68
HV-6	9.12.03	0,81	0,25	0,28	<0,1	<0,1	<1	1,34
HV-7 *	3.12.03	3560,00	933,00	83,00	0,55	13,00	1,80	4591,35
HV-7	15.12.03	510,00	160,00	92,00	<0,1	2,40	31,00	795,40
HV-8 *	4.12.03	534,00	100,00	77,00	<0,1	<0,1	<1	711,00
HV-8	9.12.03	66,00	6,10	4,10	<0,1	<0,1	<1	76,20
HV-9	9.12.03	2,00	0,54	0,20	<0,1	<0,1	<1	2,74
H-1	9.12.03	0,57	<0,1	0,11	<0,1	<0,1	<1	0,68
Golf - vrt	9.12.03	0,32	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<1	0,32
Kouřim - jímací	9.12.03	1,10	0,19	<0,1	<0,1	<0,1	<1	1,29
Std. Cihelna	9.12.03	8,70	0,74	<0,1	<0,1	<0,1	<1	9,44
Std. Molitorov	8.12.03	0,55	<0,1	0,20	<0,1	<0,1	<1	0,75
Std. Molitorov **	15.12.03	75,0	6,80	16,00	<0,1	<0,1	<1	97,8
V-1	9.12.03	18,00	2,10	1,20	<0,1	<0,1	<1	21,3
MP MŽP	krit. B	10	25	25	25	10	10	-
	krit. C	20	50	50	50	20	20	-
Vyhláška č. 376/2000		10	10	50		-	0,5	-

pozn.: * statické odběry vzorků podzemní vody
 ** kontrolní odběr

Tabulka č. 2 Výsledky měření půdního vzduchu 2006 (Bartošová a kol., 2006)

Výsledky laboratorních analýz CLU pro vzorky půdního vzduchu						
Sonda	Datum odběru	Hloubka odběru	PCE (mg/m ³)	TCE (mg/m ³)	DCE (mg/m ³)	ΣCLU (mg/m ³)
Z - 1	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 2	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 3	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 4	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 5	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 6	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 7A	22.9.06	1,5 m	<0,5	<0,1	<0,1	0
Z - 7B	22.9.06	3 m	0,8	<0,1	<0,1	0,8
Z - 8	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 9	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,1	<0,1	0
Z - 10	22.9.06	1,5 m	<0,5	<0,1	<0,1	0
Z - 11A	22.9.06	1,5 m	<0,5	12,4	<0,1	12,4
Z - 11B	22.9.06	3 m	<0,1	1,6	<0,1	1,6
Z - 12	22.9.06	1,5 m	<0,1	<0,5	<0,1	0
Z - 13A	25.9.06	1,5 m	4 143	62,5	17,1	4222,6
Z - 13B	25.9.06	3 m	7 580	171	33,9	7784,9
Z - 14A	25.9.06	1,5 m	1 451	18,7	3	1472,7
Z - 14B	25.9.06	3 m	3 006	42,4	4,5	3052,9
Z - 15A	25.9.06	1,5 m	259	5,2	<1,0	264,2
Z - 15B	25.9.06	3 m	278	11,4	1,5	290,9
Z - 16A	25.9.06	1,5 m	50,6	3,6	1,6	55,8
Z - 16B	25.9.06	3 m	332	38,2	22	392,2
Z - 17A	25.9.06	1,5 m	17,9	0,9	<1,0	18,8
Z - 17B	25.9.06	3 m	92,4	6,9	2,5	101,8
Z - 18	25.9.06	1,5 m	176	13,6	<0,1	189,6
Z - 19	25.9.06	1,5 m	80,9	9,6	<0,1	90,5
Z - 20A	25.9.06	1,5 m	81,7	5	<0,1	86,7
Z - 20B	25.9.06	3 m	222	12,2	<0,1	234,2
Z - 21A	27.9.06	1,5 m	78,1	2,5	<1,0	80,6
Z - 21B	27.9.06	3 m	5,7	<0,5	<0,1	5,7
Z - 22	26.9.06	1,5 m	61,9	1,3	<0,1	63,2
Z - 23	26.9.06	1,5 m	0,5	<0,1	<0,1	0,5
Z - 24	26.9.06	1,5 m	0,5	<0,1	<0,1	0,5
Z - 25	26.9.06	1,5 m	0,5	<0,1	<0,1	0,5
Z - 26	26.9.06	1,5 m	<0,5	<0,1	<0,1	0

Tabulka č. 3 Výsledky měření podzemních vod 2006 (Bartošová a kol., 2006)

Výsledky laboratorních analýz CLU pro vzorky podzemních vod

Objekt	Datum odběru	PCE (µg/l)	TCE (µg/l)	DCE (µg/l)	ΣCLU (µg/l)
HV-2	27.10.06	0,3	<1,0	<20,0	0,3
HV-3	22.09.06	2,3	0,5	<20,0	2,8
HV-4	20.09.06	1,0	<1,0	<1,0	1,0
HV-5	07.11.06	<0,1	<0,1	<20,0	0,0
HV-6	22.09.06	<0,1	<0,1	<20,0	0,0
HV-7	22.09.06	526	118	220	864
HV-8	22.09.06	42,0	3,7	<20,0	45,7
HV-9	20.09.06	<1,0	<1,0	<1,0	0,0
H-1	20.09.06	1,3	<1,0	<1,0	1,3
V-1	20.09.06	2,4	<1,0	<1,0	2,4
ST-1 (stat.)	27.09.06	129	16	10	155
ST-1	19.10.06	153	18	<20,0	171
ST-2	26.10.06	1,4	0,4	266,0	268
ST-M	20.09.06	61,7	3,7	10,3	75,7
ST-MJ	07.11.06	<0,1	<0,1	<20,0	0,0
ST-C	22.09.06	2,6	0,7	<20,0	3,3
GV	20.09.06	<1,0	<1,0	<1,0	0,0
K-5	22.09.06	2,2	0,3	<20,0	2,5
KJV	20.09.06	28,3	5,4	3,2	36,9
A	19.10.06	1,3	<1,0	<20,0	1,3
B	20.09.06	<1,0	<1,0	<1,0	0,0
C	19.10.06	<0,1	<0,1	<20,0	0,0
Kritérium A dle MP MŽP 1996		0,1	0,1	0,1	
Kritérium B dle MP MŽP 1996		10	25	25	
Kritérium C dle MP MŽP 1996		20	50	50	

Hodnoty v ukazatelích 1,2-dichlorethan, tetrachlormethan a chloroform nepřekračují mez detekce zvolené analytické metody.

Tabulka č. 4 Obsah Cl-U 2003-2006 (Bartošová a kol., 2006)

Časový vývoj obsahu CLU v podzemní vodě

Std.
Molitorov..... vzorek VIA TERRA
Std.
Molitorov..... vzorek G-servisu
Std. Molitorov..... vzorek VZE
*..... statický odběr

Objekt	Dat. odb.	A	B	C	A+B+C
		PCE	TCE	cis 1,2 DCE	P+T+D
IIV-7 *	03.12.03	3 560,0	933,0	83,0	4 576,0
IIV-7	15.12.03	510,0	160,0	92,0	762,0
HV-7	22.09.06	526,0	118,0	220,0	864,0
pv sklep	28.11.03	3,2	122,0	89,2	214,4
pv sklep *	19.10.06	77,4	24,5	260,0	361,9
pv sklep *	14.11.06	346	45,2	84,5	475,7
ST-1	28.11.03	85,6	11,8	11,3	108,7
ST-1 *	27.09.06	129,0	16,1	10,1	155,2
ST-1	19.10.06	153,0	17,8	<20,0	170,8
ST - M	21.05.03	415,0	18,0	82,4	515,0
ST - M	04.06.03	227,0			227,0
ST - M	14.08.03	95,5	6,1	18,0	119,6
ST - M	13.10.03	76,0	4,8	21,0	101,8
ST - M	12.11.03	74,0	3,8	16,0	93,8
ST - M	09.12.03	0,6	<0,1	0,2	0,8
ST - M	15.12.03	75,0	6,8	16,0	97,8
ST - M	20.09.06	61,7	3,7	10,3	75,7
ST - M	26.10.06	78,0	3,0	<20,0	81,0
HV-8 *	04.12.03	534,0	100,0	77,0	711,0
IIV-8	09.12.03	66,0	6,1	4,1	76,2
IIV-8	22.09.06	42,0	3,7	<20,0	45,7
KJV	07.04.03	84,0	16,0	3,6	103,6
KJV	05.05.03	97,0	14,5		111,5
KJV	13.10.03	14,0	2,9	0,3	17,2
KJV	12.11.03	12,0	2,7	2,1	16,8
KJV	09.12.03	1,1	0,2	<0,1	1,3
KJV	20.09.06	28,3	5,4	3,2	36,9
KJV	26.10.06	37,0	5,7	<20,0	42,7



Fotografie č. 1 Areál Strojbalu (*Adamová, 2012*)



Fotografie č. 2 Areál Strojbalu (*Adamová, 2012*)



Fotografie č. 3 Odstavený jímací vrt Kouřim(KJV) *(Adamová, 2012)*



Fotografie č. 4 Strojbal-bývalá dílna *(Adamová, 2012)*



Fotografie č. 5 Haly Strojbal (v pozadí KJV) (Adamová, 2012)



Fotografie č. 6 Studna Molitorov ST-M (v pozadí KJV) (Adamová, 2012)



Fotografie č. 7 Strojbal-odmašťovna(v popředí kontrolní vrt H-1) (Adamová, 2012)



Fotografie č. 8 Strojbal-odmašťovna ohnisko znečištění
(v popředí kontrolní vrty H-7 a M-10) (Adamová, 2012)



Fotografie č. 9 Studna ST-2 (*Adamová, 2012*)



Fotografie č. 10 Studna ST-1 (*Adamová, 2012*)



Fotografie č. 11 Vrty M-10 a H-7 (*Adamová, 2012*)



Fotografie č. 12 Směr šíření kontaminace (*Adamová, 2012*)