



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

SANACE KONTAMINOVANÉHO ÚZEMÍ PLZEŇ- LIBUŠÍN

6. kontrolní den

20.1.2015

Základní informace o zakázce

- Sanační práce jsou realizovány v rámci Operačního programu životního prostředí
- Financovány jsou dotací z operačního programu, dotací od SFŽP a spolufinancovány KÚ Plzeňského kraje.
- Celková cena prací včetně rezervy – 36 329 860,- Kč bez DPH
- Termín podpisu smlouvy **7.5.2013**
- Konečný termín sanace **30.9.2015**



OPERAČNÍ PROGRAM
ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ



EVROPSKÁ UNIE
Fond soudržnosti

Pro vodu,
vzduch a přírodu

Cílové limity sanace

Plošný a věcný rozsah sanačních prací stanoven na základě výsledků:

- analýzy rizik (AQUATEST a.s. 2011)
- studie proveditelnosti (EKOS Plzeň, 2012).

V analýze rizik schválené MŽP ČR byly stanoveny následující **sanační limity** pro ohnisko znečištění - impaktivá oblast A (bývalý areál PaČ):

zemina – suma CIU (PCE, TCE, 1,2-cis-DCE, VC) 5 mg.kg⁻¹

podzemní voda - suma CIU (PCE, TCE, 1,2-cis-DCE, VC) 3 mg.l⁻¹

podzemní voda – ropné uhlovodíky odstranění fáze RU

Koncepce a průběh realizace sanačních prací

- **etapa 1:** zpracování realizačního projektu a sanační doprůzkum –
Realizační projekt - srpen 2013; Metodická změna č. 1 – leden 2014
Závěrečná zpráva sanačního doprůzkumu - srpen 2013.
- **etapa 2:** sanace nesaturované zóny vně objektů a sanace mělké zvodně (odtěžba kontaminovaných zemin a stavebně sanační čerpání) - realizace září až listopad 2013.
Vyhodnocení prací 2. etapy je součástí Etapové zprávy za rok 2013.
- **etapa 3:** sanace nesaturované zóny uvnitř objektů (venting spojený s propařováním) a zahájení sanace hlubší zvodně (čerpání podzemní vody v ohniscích znečištění)
- zahájena v září 2013. Realizace za rok 2014 vyhodnocena v Etapové zprávě za rok 2014, ukončení etapy prací v srpnu 2015.
- **etapa 4:** sanace hlubší zvodně inovativní technologií stimulované biologické reduktivní dehalogenace (zasakování syrovátky) a aplikací nulamocného železa –
Aplikace syrovátky od března 2014, zkušební aplikace nanoželeza v prosinci 2014 -
vyhodnoceny v Etapové zprávě za rok 2014, ukončení etapy prací v srpnu 2015.
- **etapa 5:** závěrečný monitoring, prokázání splnění sanačních limitů, aktualizace analýzy rizik, odstranění technologií a likvidace vrtů proběhne od července 2015 do září 2015.

Realizované práce

Od října do prosince 2014 bylo realizováno:

3. etapa

- ✓ Teplotní monitoring horninového prostředí
- ✓ Provoz ventingu a čerpání podzemní vody
- ✓ Monitoring provozu technologie
- ✓ Sanační monitoring podzemních vod a půdního vzduchu

4. etapa

- ✓ Monitoring aplikace syrovátky
- ✓ Zkušební aplikace nanoželeza



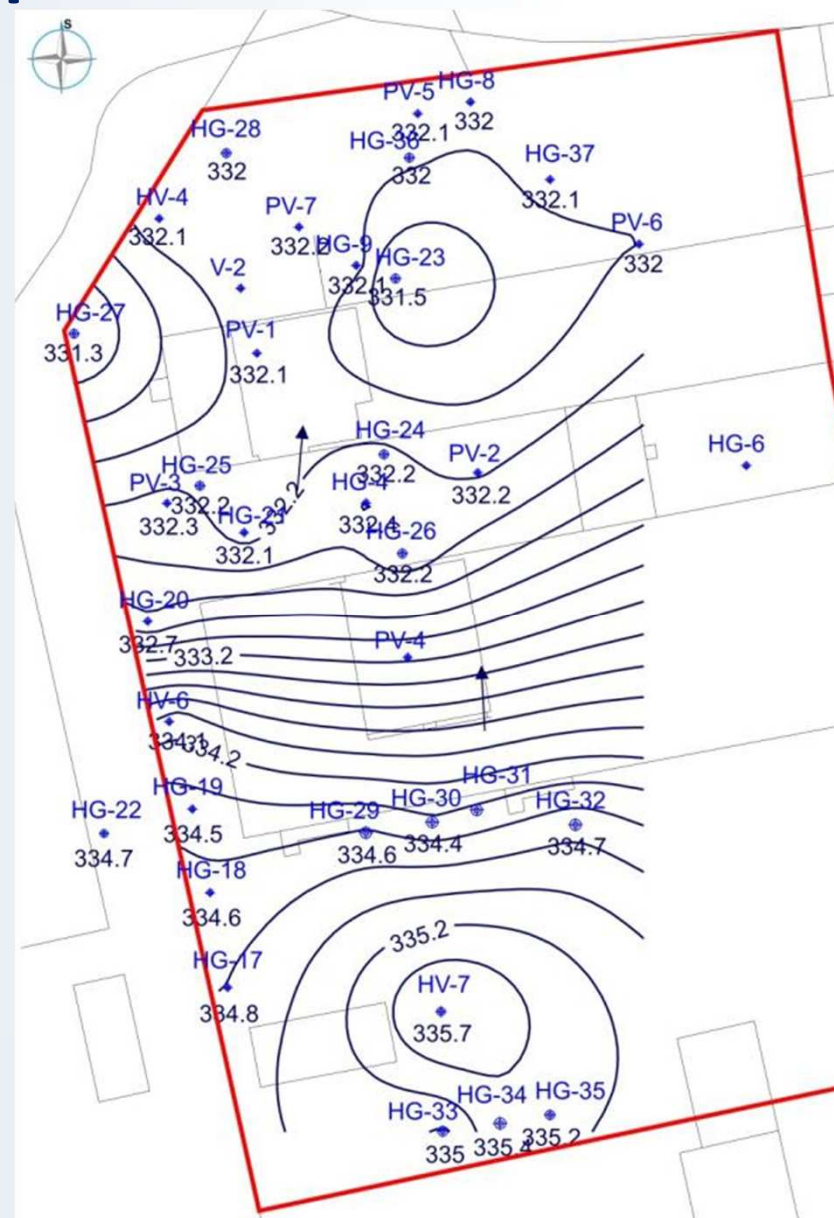
Sanační technologie

Sanační čerpání

Provoz sanačního čerpání:

- ✓ Čerpáno 3 až 7 sanačních vrtů – prům. vydatnosti 0,2 l/s.
- ✓ V listopadu 2014 zapojen vrt HG-37
- ✓ Celkem od prosince 2013 odčerpáno 5 049 m³ kontaminovaných vod
- ✓ Zásak přečištěné vody do podzemních vod – celkem zasáknuto 1 619 m³, přebytečné množství vypouštěno do kanalizace

Realizován technologický monitoring a monitoring hladin podzemních vod – zpracovány mapy hydroizohyps.



Mapa hydroizohyps 11/2014

Sanační čerpání

Monitoring vod na vstupu a výstupu sanační technologie:

- ✓ Koncentrace RL i CIU na výstupu sanační technologie dokladují téměř 100% účinnost čištění odčerpaných podzemních vod.
- ✓ Na výstupu ze sanační stanice nebyly překročeny sanační limity
- ✓ Na základě smlouvy se správcem kanalizace realizován i požadovaný monitoring na výstupu do kanalizace – nebyly překročeny limity pro výstup do kanalizace.

Označení vz.	datum odběru vzorků	Vinylchlorid µg/l	1,1-DCE µg/l	1,2-c-DCE µg/l	1,2-t-DCE µg/l	TCE µg/l	PCE µg/l	Suma CIU µg/l
sanační limit								3 000
Vstup	20.10.2014	1 020.0	3.5	2460.0	6.4	297.0	2480.0	6 266.9
Vstup	19.11.2014	679.0	33.9	15300.0	39.8	3220.0	30400.0	49 672.7
Vstup	15.12.2014	1 150.0	20.0	13400.0	44.8	1220.0	10200.0	26 034.8
Výstup	20.10.2014	73.3	2.7	422.0	0.6	38.8	3.9	541.3
Výstup	19.11.2014	78.8	2.3	1 570.0	2.8	89.4	345.0	2 088.3
Výstup	3.12.2014	2.7	0.2	14.3	0.26	0.64	0.67	18.7
Výstup	16.12.2014	3.9	<0.3	20.3	<0.3	1.80	8.40	34.4
Označení vz.	datum odběru vzorků	Uhlovodíky C10-C40 mg/l	RL mg/l	RL žíhané mg/l	chloridy mg/l	AOX mg/l		
kanal. limit		7	2500	1200	200	0.2		
Výstup	20.10.2014	2.0						
Výstup	19.11.2014	2.3						
Výstup	3.12.2014	< 0.1	666.2	486.9	106	0.007		
Výstup	16.12.2014	0.2				0.027		

Provoz ventingu

Ve sledovaném období realizován nepřetržitý provoz ventingu

- ✓ Od srpna 2014 dvě vývěvy – zintenzivnění odsávání půdního vzduchu po zapojení nově vybudovaných ventingových vrtů
- ✓ Odsáváno průměrně 390 m³/hod
- ✓ Počty ventovaných vrtů přizpůsobovány výsledkům monitoringu půdního vzduchu a provozu propařování
- ✓ Od zahájení sanačních prací odsáto 2 500 080 m³ půdního vzduchu

Technologický monitoring vstupu a výstupu vzduchu

vzorek	datum odběru	RU	suma CIU
		mg/m³	mg/m³
Vstup	20.10.2014	226.00	122.15
Vstup	21.11.2014	19.4	29.35
Vstup	16.12.2014	170	222.69
Výstup	20.10.2014	69.10	36.57
Výstup	21.11.2014	13.6	22.73
Výstup	16.12.2014	47.6	50.59

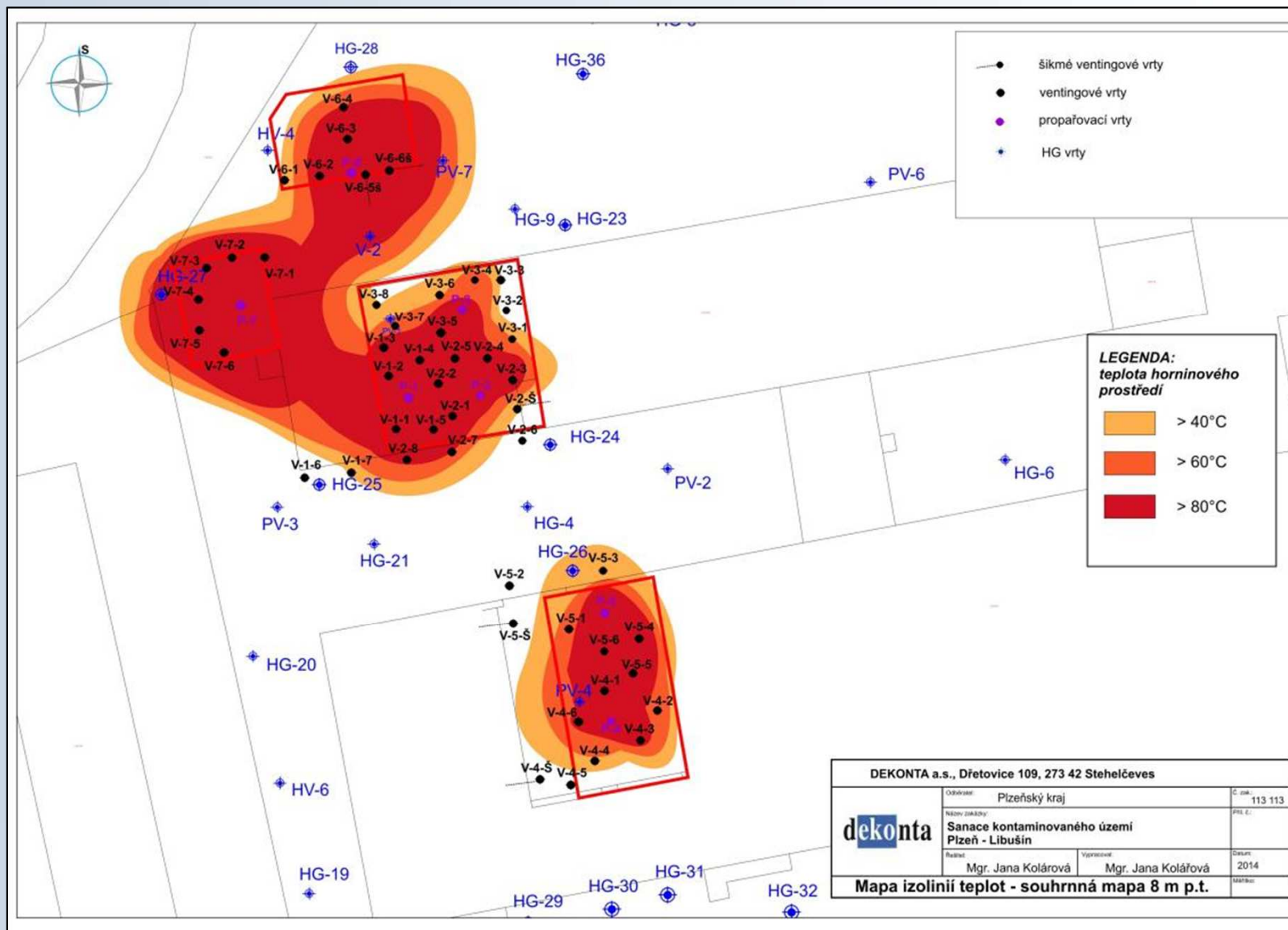
- ✓ Účinnost čištění sanační technologie průměrně 60%.

Propařování horninového prostředí

- ✓ V roce 2014 byly realizovány celkem 3 kola propařování horninového prostředí.
- ✓ Ve všech třech oblastech prohřáto horninové prostředí na teplotu více jak 80°C téměř v celém sledovaném profilu od cca 2 do 8 m.
- ✓ Prohřáto téměř 90% vymezené plochy.

Propařovací kolo	Datum	Horizont	Propařovací vrty	Oblast
1.	7.1.2014 -28.1.2014	spodní	P-1 až P-3 P-4 a P-5	benzínová hala hala PCE
	28.1.2014 -6.2.2014	svrchní	P-1 až P-3	benzínová hala
2.	7.3.2014 - 29.3.2014 7.3.2014 – 21.3.2014 21.3.2014 – 29.3.2014	spodní	P-1 P-4 a P-5 P-2 a P-3	benzínová hala hala PCE benzínová hala
	29.3.2014 – 6.4.2014	svrchní	P-1 až P-3	benzínová hala
3.	29.7.2014 – 29.9.2014	spodní	P-4 a P-5 P-6 a P-7	hala PCE před technologiemi
	29.9.2014 – 4.10.2014	svrchní	P-4 a P-5 P-6 a P-7	hala PCE před technologiemi

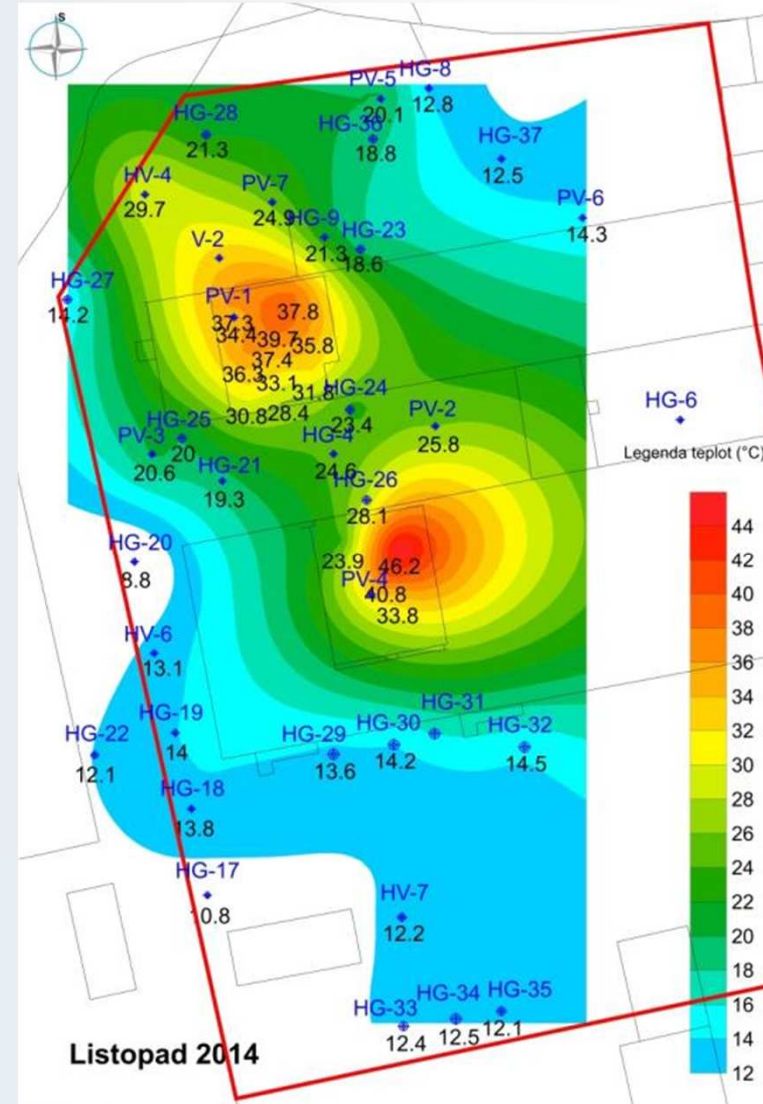
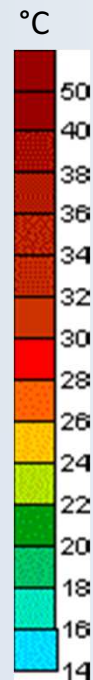
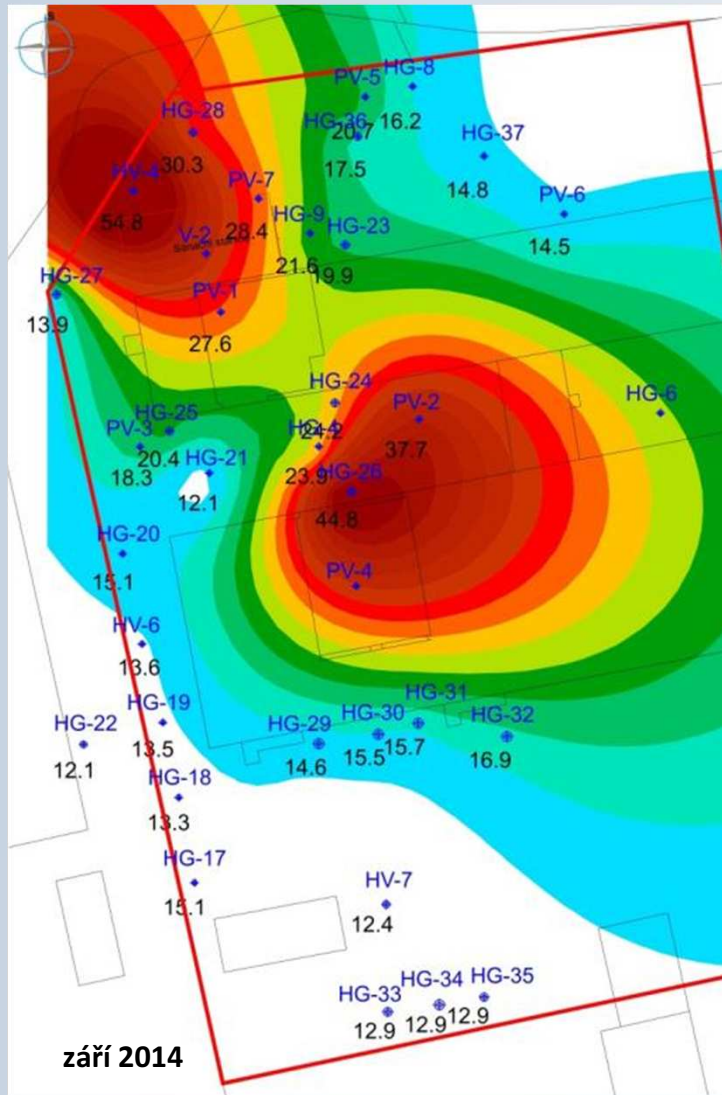
Propařování horninového prostředí



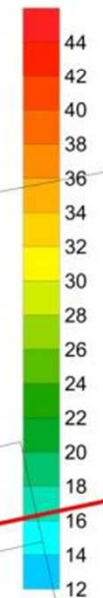
Souhrnná mapa max. plošného rozšíření teplot v hloubce 8 m p.t. v roce 2014

Propařování horninového prostředí

Mapy teplot podzemní vody



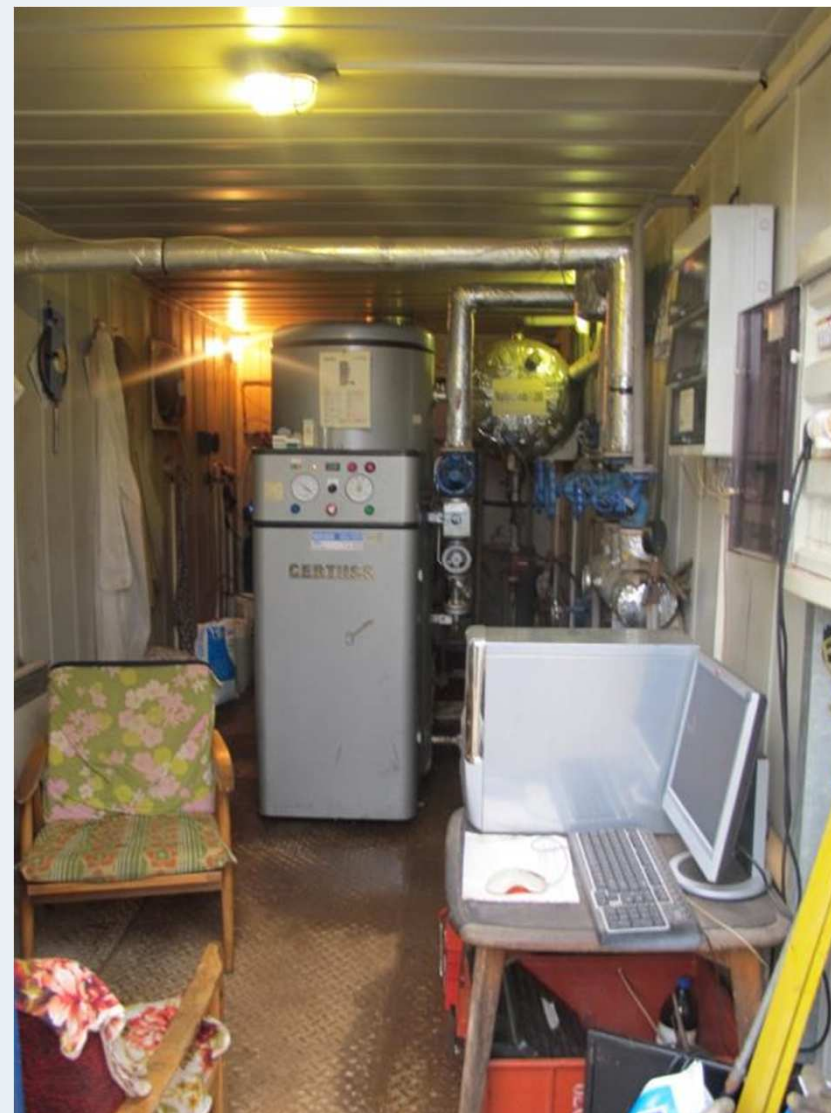
Legenda teplot (°C)



Propařování horninového prostředí

Další plánovaný postup propařování horninového prostředí na rok 2015

- ✓ V lednu 2015 realizována oprava teplotních čidel ventingových vrtů V-6-4, V-7-4 a V-7-6
- ✓ Dne 7.1.2015 zahájeno 4. kolo propařování
- ✓ Cílem dalšího propařovacího kola je především propaření a dočištění prostředí pod benzínovou halou (P-2 a P-3) a před sanačními technologiemi (P-6 a P-7)
- ✓ Poslední kolo propařování na jaře 2015 bude upřesněno na základě výsledků lednového kola.



Kotel a vyvíječ páry, sběr dat teplotního monitoringu

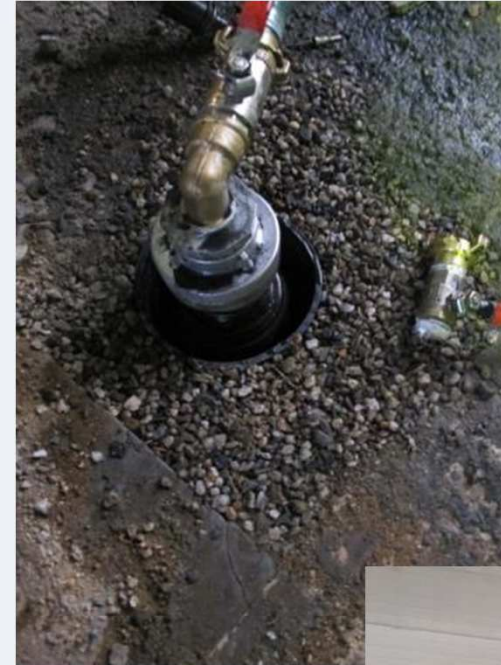
Zkušební aplikace nanoželeza

- ✓ Listopad 2014 úvodní monitoring všech aplikačních vrtů – výběr vhodných zkušebních aplikačních a monitorovacích vrtů – analyzovány koncentrace CIU, Cl-, Fe, plynů methan, ethan a ethen a fyz.– chem. parametrů
- ✓ **v prostoru benzínové haly NZVI-1 až NZVI-10** koncentrace sumy CIU až 131 358 ug/l ve vrtu NZVI-7 - vybrán jako zkušební aplikační vrt
 - monitorovací vrty NZVI-4 a NZVI-5 po směru proudění p.v. od NZVI-7
- ✓ **v prostoru haly PCE NZVI-11 až NZVI-14** koncentrace sumy CIU pod sanačním limitem ve všech vrtech

Označení vz.	Datum odběru	suma CIU µg/l
benzínová hala		
NZVI-1	13.11.2014	10 638.0
NZVI-2	13.11.2014	1 798.9
NZVI-3	13.11.2014	12 066.0
NZVI-4	13.11.2014	57 059.0
NZVI-5	13.11.2014	11 694.3
NZVI-6	13.11.2014	1 285.7
NZVI-7	13.11.2014	131 358.9
NZVI-8	13.11.2014	43 045.3
NZVI-9	13.11.2014	4 633.5
NZVI-10	13.11.2014	52 759.4
hala PCE		
NZVI-11	13.11.2014	735.4
NZVI-12	13.11.2014	2622.7
NZVI-13	13.11.2014	1864.3
NZVI-14	13.11.2014	618.0

Zkušební aplikace nanoželeza

- ✓ Aplikován produkt NANO FER 25S, obsah nanočástic železa v suspenzi 20%, výrobce NANO IRON s.r.o. – 2.12. 2014
- ✓ Vzhledem k vysoké koncentraci CIU bylo do vrtu NZVI-7 injektováno 10 kg NZVI (dvojnásobné množství do jednoho vrtu oproti projektované aplikaci do dvou vrtů).
- ✓ Připravená suspenze NZVI byla rozmíchaná v 1 000 l vody - aplikován roztok NZVI o koncentraci 10 gFe/l.
- ✓ V průběhu aplikace čerpadlem míchán roztok v aplikační nádrži.
- ✓ Doba zásaku cca 15 min.
- ✓ Po aplikaci zásak 2x1 m³ čisté vody – zabránění kolmatace vrtu a zvýšení migrace Fe⁰ mimo aplikační vrt.



Aplikační vrt



Míchání roztoku
NZVI

Zkušební aplikace nanoželeza

Monitoring zkušební aplikace nanoželeza

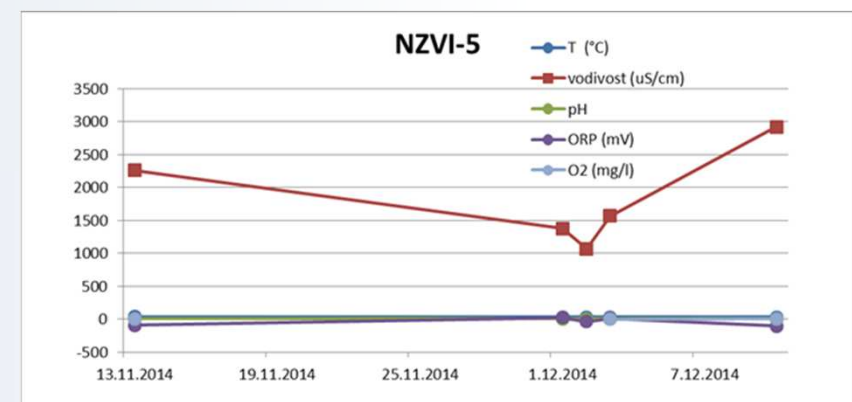
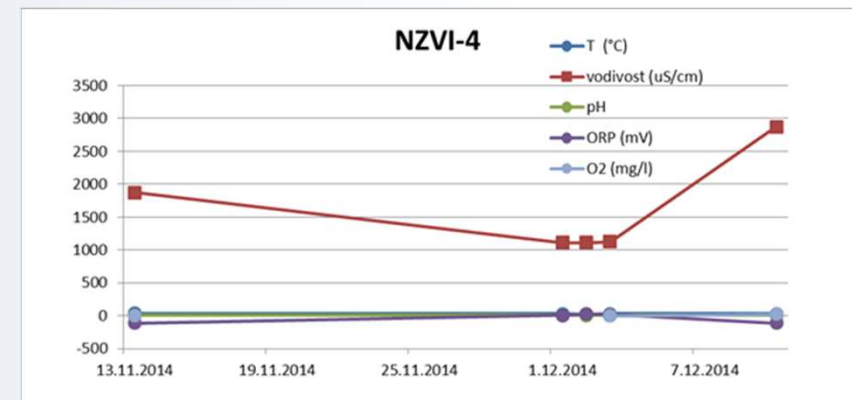
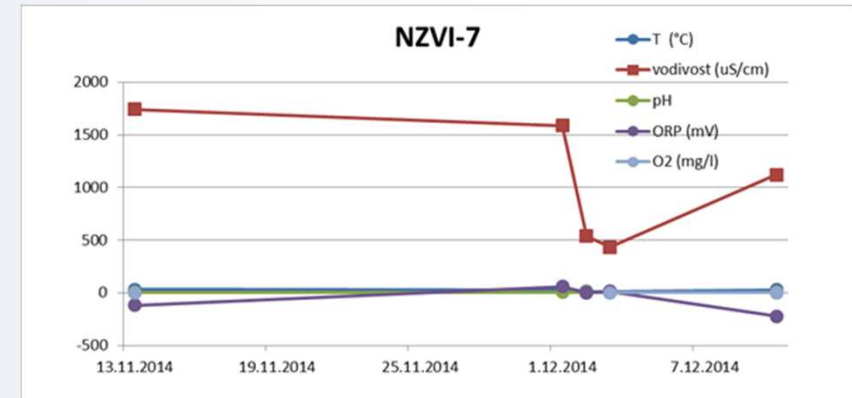
- ✓ úvodní monitoring – listopad 2014, 1 den po aplikaci a 8 dní po aplikaci
- ✓ sledovány koncentrace jednotlivých CIU, produktů rozpadu (chloridů, rozpuštěných plynů – methan, ethen, ethan) a zbytkové koncentrace NZVI (stanovení celkového obsahu železa).
- ✓ měřeno pH, teplota, ORP, rozp. O_2 , vodivost a úroveň hladin podzemní vody



Zkušební aplikace nanoželeza

Výsledky měření fyzikálně chemických parametrů

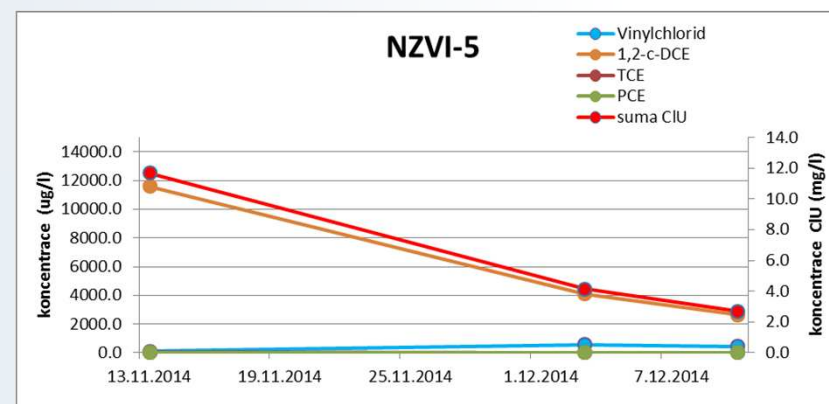
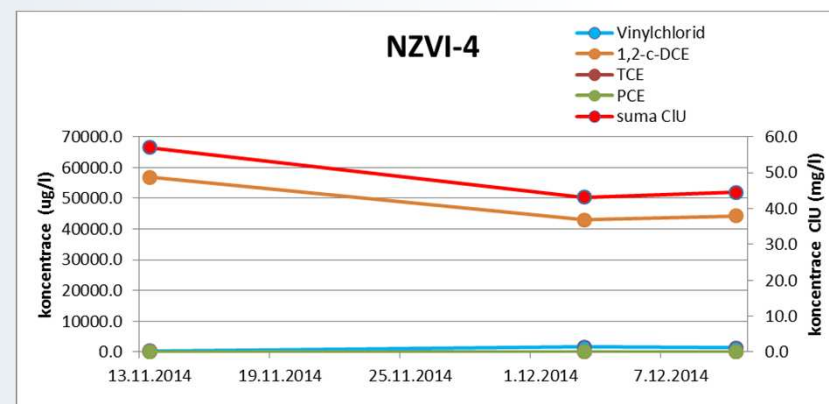
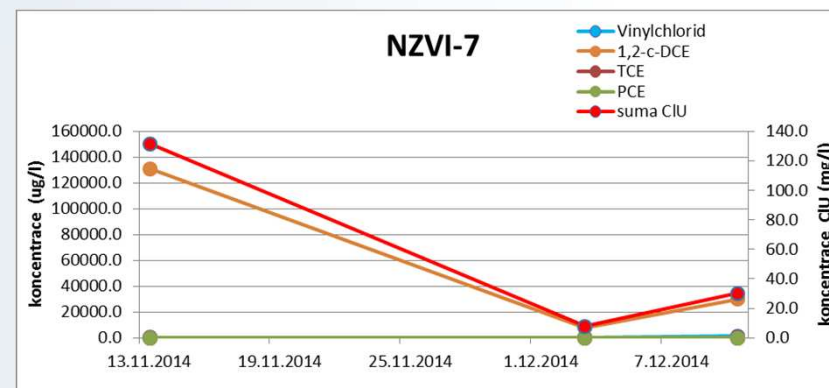
- ✓ pouze mírné změny vlivem vlastní aplikace.
- ✓ pokles teploty podzemní vody a nárůst ORP vlivem aplikace velkého množství vody - po týdnu se hodnoty vrátili na takřka původní hodnoty.
- ✓ v případě aplikačního vrtu NZVI-7 a vrtu NZVI-5 došlo k poklesu ORP pod původní hodnoty, což by ukazovalo na migraci nanoželeza především ve směru vrtu NZVI-5.
- ✓ ve vývoji pH nelze vysledovat žádný trend.
- ✓ 8 dní po aplikaci došlo k nárůstu koncentrace rozp. O₂ – ve vrtu NZVI-4 až na 27 mg/l a k nárůstu vodivosti v monitorovacích vrtech NZVI-4 a NZVI-5 nad původní hodnoty.



Zkušební aplikace nanoželeza

Výsledky analýz CIU

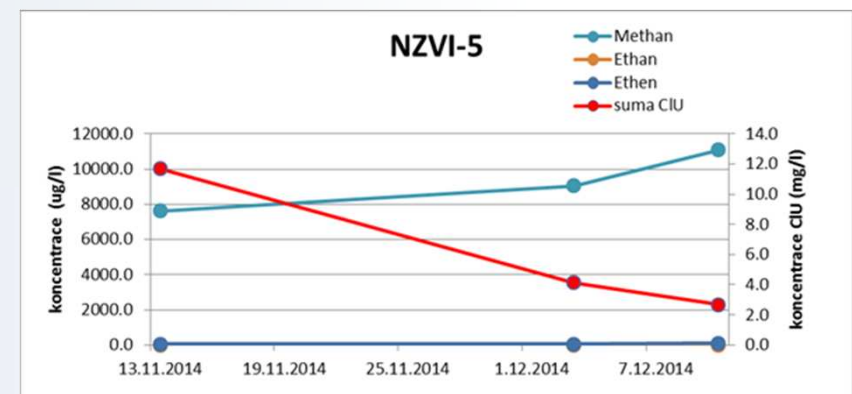
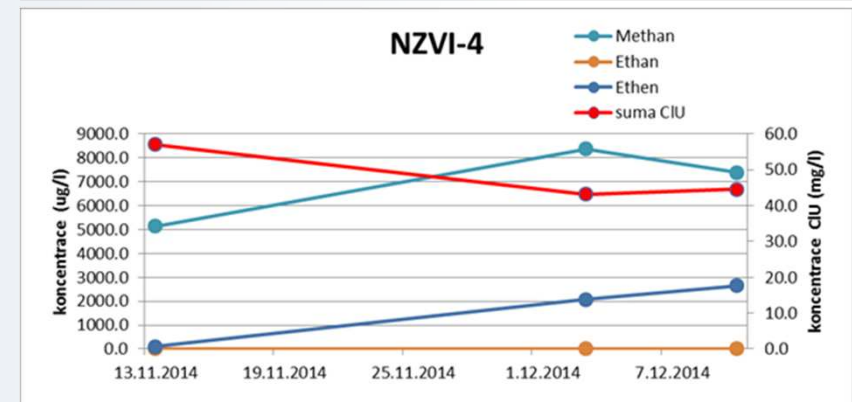
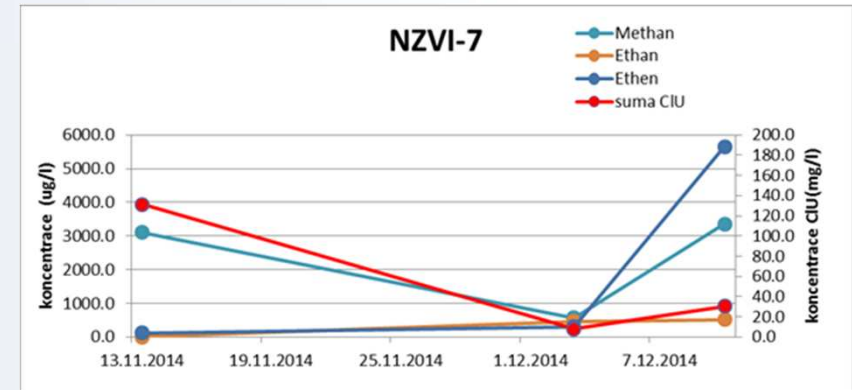
Označení vz.		NZVI-7	NZVI-7	NZVI-7
Datum odběru		13.11.2014	3.12.2014	10.12.2014
Vinylchlorid	µg/l	450.0	175.0	1510
1,1-Dichlorethylen	µg/l	75.6	4.0	5.0
1,2-c-DCE	µg/l	131 000	7 880.0	30 100
1,2-t-Dichlorethylen	µg/l	269.0	11.9	16.0
TCE	µg/l	10.7	1.3	61.7
PCE	µg/l	3.6	2.6	61.8
suma CIU	mg/l	131.4	7.9	30.2
Označení vz.		NZVI-4	NZVI-4	NZVI-4
Datum odběru		13.11.2014	3.12.2014	10.12.2014
Vinylchlorid	µg/l	323.0	1650.0	1400
1,1-Dichlorethylen	µg/l	37.6	30.8	27.5
1,2-c-DCE	µg/l	56 900	43 000.0	44 300
1,2-t-Dichlorethylen	µg/l	98.9	70.4	72.5
TCE	µg/l	19.3	8.4	66.9
PCE	µg/l	3.2	4.7	58.5
suma CIU	mg/l	57.1	43.1	44.5
Označení vz.		NZVI-5	NZVI-5	NZVI-5
Datum odběru		13.11.2014	3.12.2014	10.12.2014
Vinylchlorid	µg/l	98.8	580.0	446
1,1-Dichlorethylen	µg/l	17.7	6.3	4.2
1,2-c-DCE	µg/l	11 600	4 110.0	2 630
1,2-t-Dichlorethylen	µg/l	23.8	8.6	5.0
TCE	µg/l	50.3	8.9	24.4
PCE	µg/l	2.5	1.6	22.5
suma CIU	mg/l	11.7	4.1	2.7



Zkušební aplikace nanoželeza

Výsledky analýz CIU a produktů rozpadu

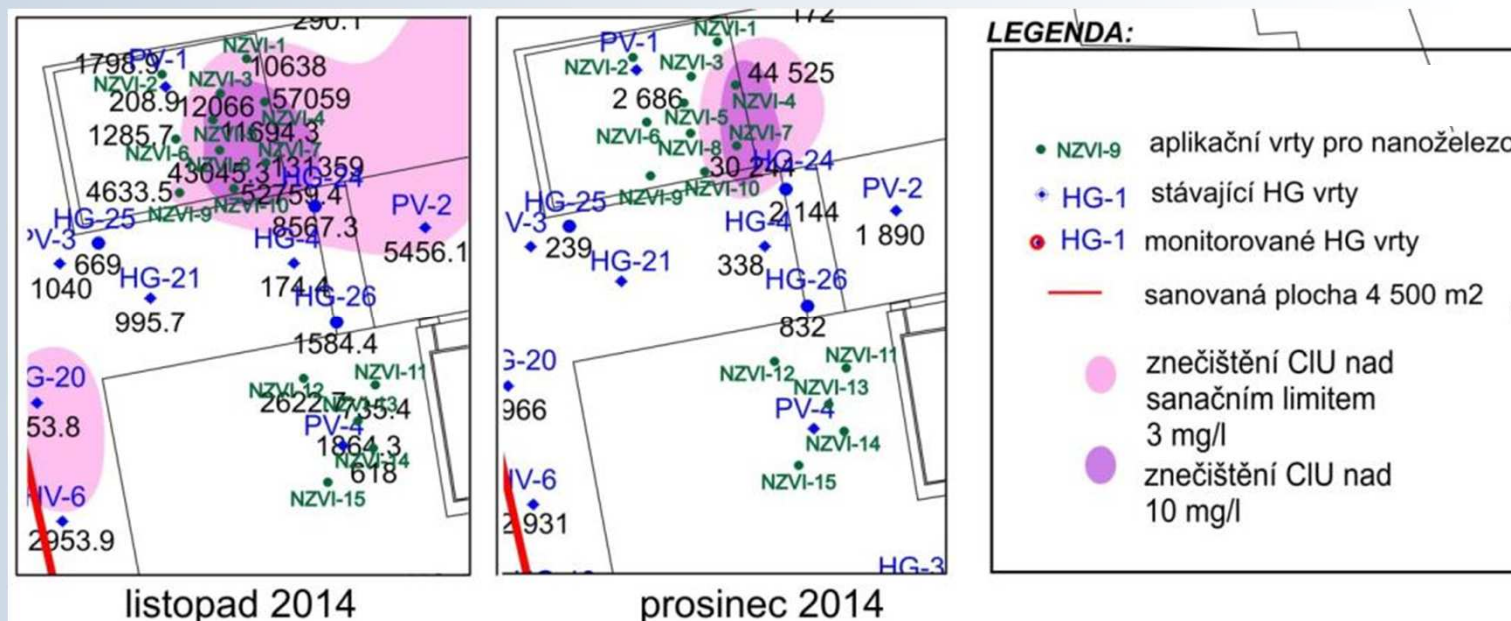
- ✓ pokles sumární koncentrace CIU v aplikačním na 23 % původní koncentrace,
- ✓ pokles sumární koncentrace CIU v monitorovacích na 22 až 75 % původní koncentrace,
- ✓ nárůst koncentrací produktů rozpadu CIU (vinylchlorid, ethen, methan) ve všech monitorovaných vrtech,
- ✓ proces degradace CIU probíhá až na plyny (ethen, methan), tj. dochází mimo jiné i k redukci karcinogenního produktu rozpadu vinylchloridu.



Zkušební aplikace nanoželeza

Závěry zkušební aplikace nanoželeza

- ✓ Bylo ověřeno dostatečné množství injektovaného nanoželeza na aplikační vrt.
- ✓ Byla ověřena účinnost aplikace na degradaci a celkový pokles koncentrací CIU.
- ✓ Došlo k celkovému urychlení procesu degradace CIU až na plyny (ethen, methan).
- ✓ Byla ověřena migrace nanoželeza ve směru proudění podzemní vody.
- ✓ Byla doložena vhodnost použití zvolené metody pro intenzifikaci sanačních prací.
- ✓ Nebyl zjištěn negativní vliv na reduktivní dehalogenaci spuštěnou na lokalitě aplikací syrovátky, naopak obě metody lze vzájemně kombinovat



Sanace reduktivní dehalogenací aplikace syrovátky

- ✓ V dubnu 2014 byla zahájena reduktivní dehalogenace znečištění chlorovanými uhlovodíky v podzemní vodě.
- ✓ V průběhu roku 2014 byly realizovány 3 aplikace syrovátky.
- ✓ Celkově bylo zasáknuto 280 m³ syrovátky.

Aplikace	Datum	Aplikační vrty	Množství syrovátky (m ³)
I.	9. – 17.4.	PV-3, PV-5, PV-7, HV-4, HV-7, HG-18, HG-19, HG-20, HG-23, HG-26, HG-27, HG-28, HG-29, HG-30, HG-31, HG-32, HG-33, HG-34, HG-35	100
II.	15. – 16.7.	PV-2, PV-3, HV-6, HG-4, HG-17, HG-18, HG-19, HG-21, HG-24, HG-25, HG-26, HG-29, HG-30, HG-31, HG-32, HG-33, HG-34, HG-35	90
III.	30.9. – 1.10.	PV-2, PV-3, HV-6, HG-4, HG-18, HG-19, HG-20, HG-21, HG-24, HG-25, HG-26, HG-29, HG-30, HG-31, HG-32	90
Celkem			280

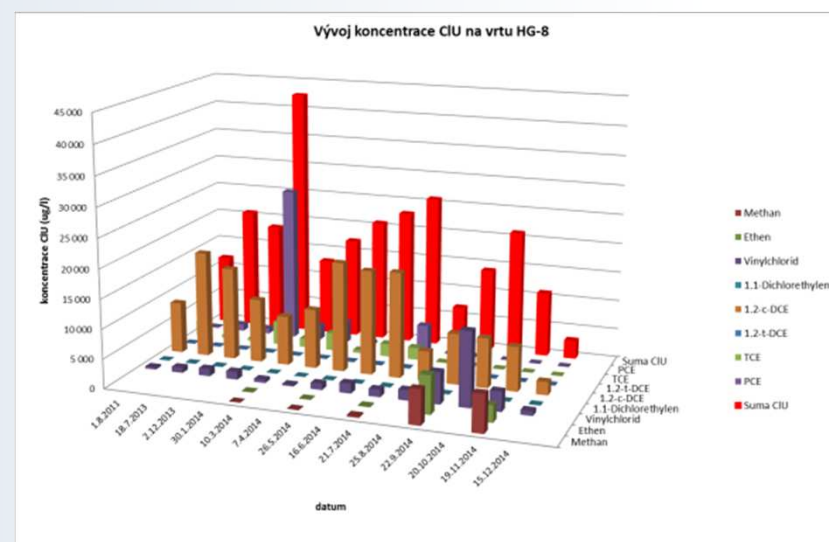
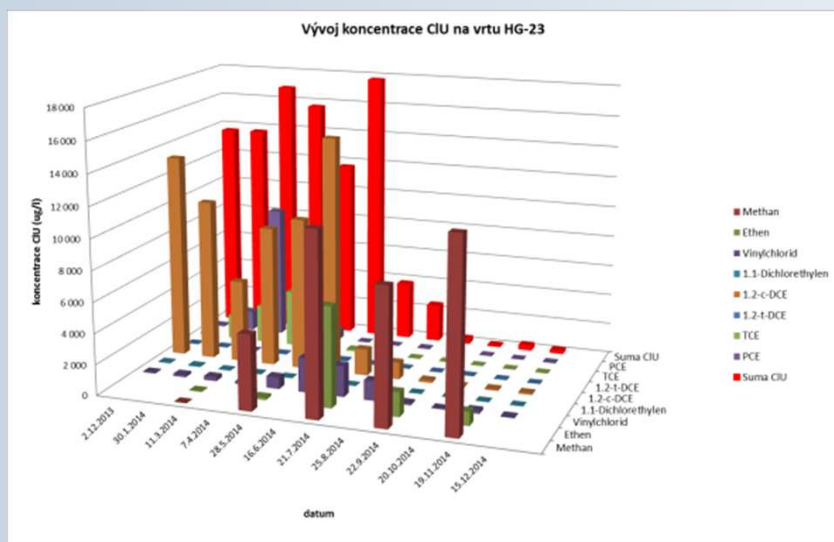
Sanace reduktivní dehalogenací aplikace syrovátky

Průběžné vyhodnocení aplikace:

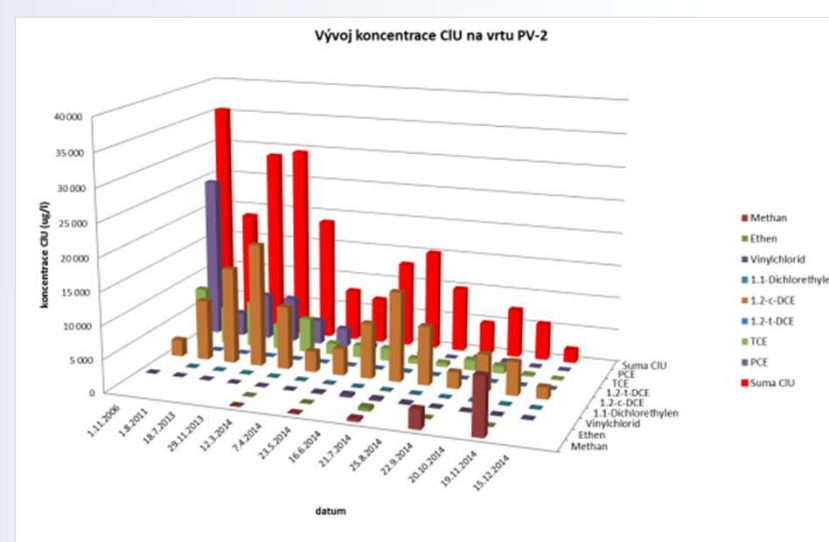
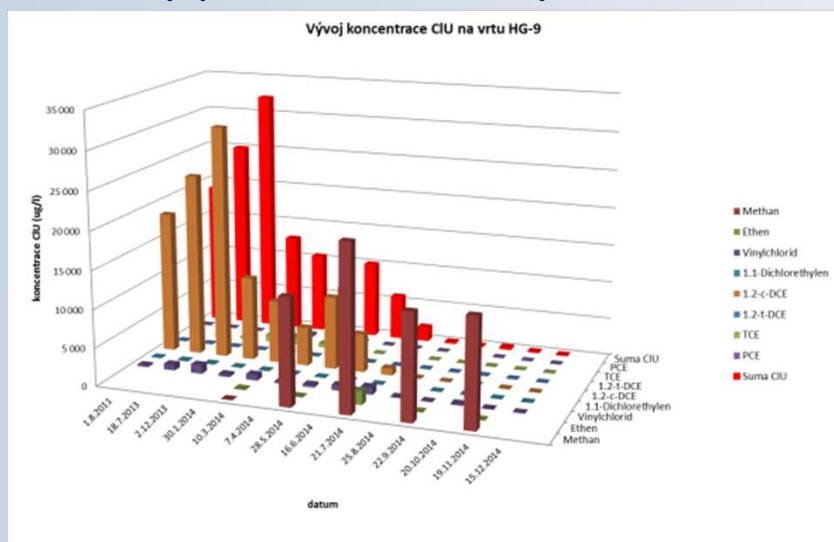
- ✓ **Doloženy procesy reduktivní dehalogenace CIU** – poklesy koncentrací PCE- TCE a částečně již DCE nárůst koncentrací VC, methanu, ethanu prakticky u všech vrtů.
- ✓ V aplikačních vrtech nárůst koncentrací Ca, K, Cl, PO₄ a vodivosti. Již po 2 - 3 měsících po aplikaci dochází u většiny aplikačních vrtů k návratu téměř na původní hodnoty, což dokladuje dobré odbourávání aplikované syrovátky ve zvodni.
- ✓ Doloženo šíření syrovátky po celé lokalitě – šíření urychleno sanačním čerpáním.
- ✓ Koncentrace sumy CIU u většiny vrtů se v sanovaném území již pohybují pod sanačním limitem, nebo v jeho blízkosti.
- ✓ V prosinci 2014 koncentrace významně nad sanačním limitem pouze vrty PV-6 a HG-37, mírně nad limitem vrty HG-8 a HV-7.

Vývoj koncentrací CIU

Zahájen proces reduktivní dehalogenace – vrty HG-23 a HG-8



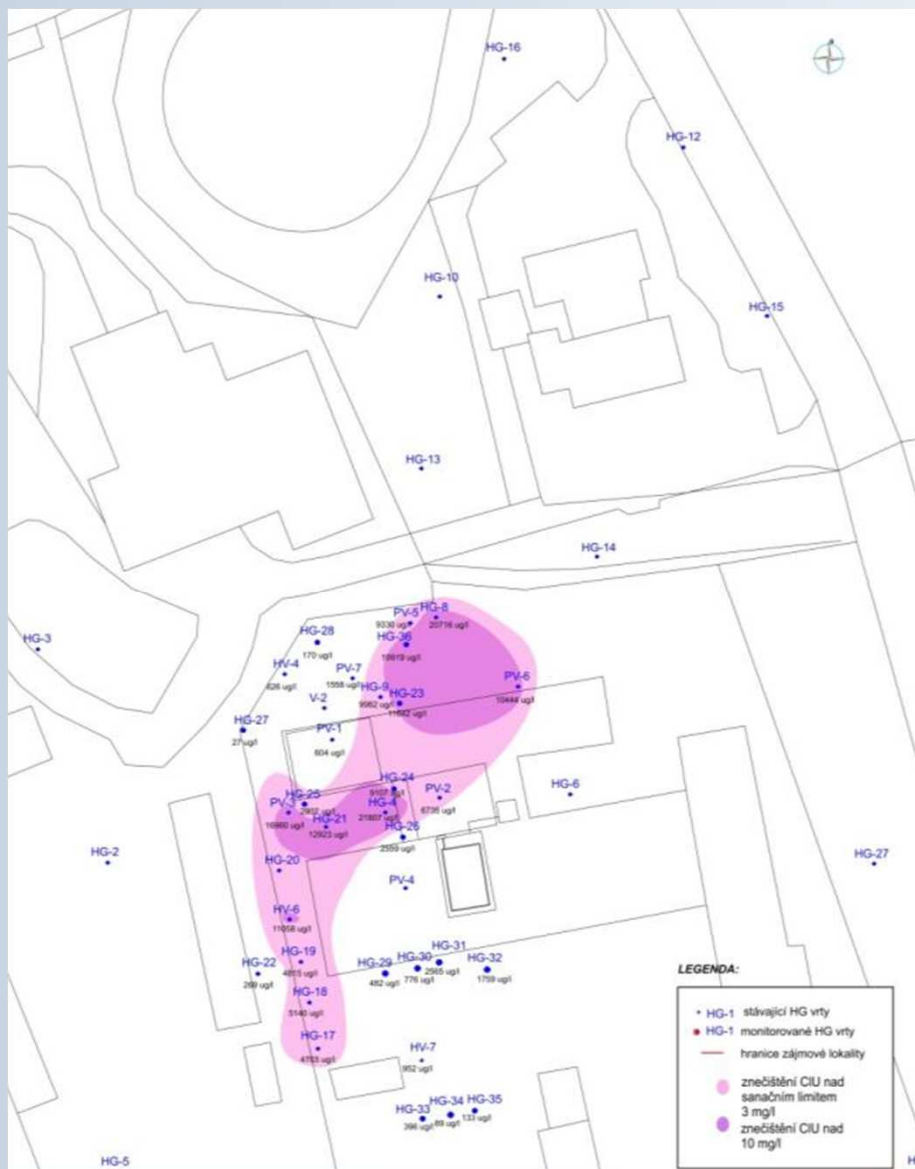
Celkový pokles CIU – vrty HG-9 a PV-2



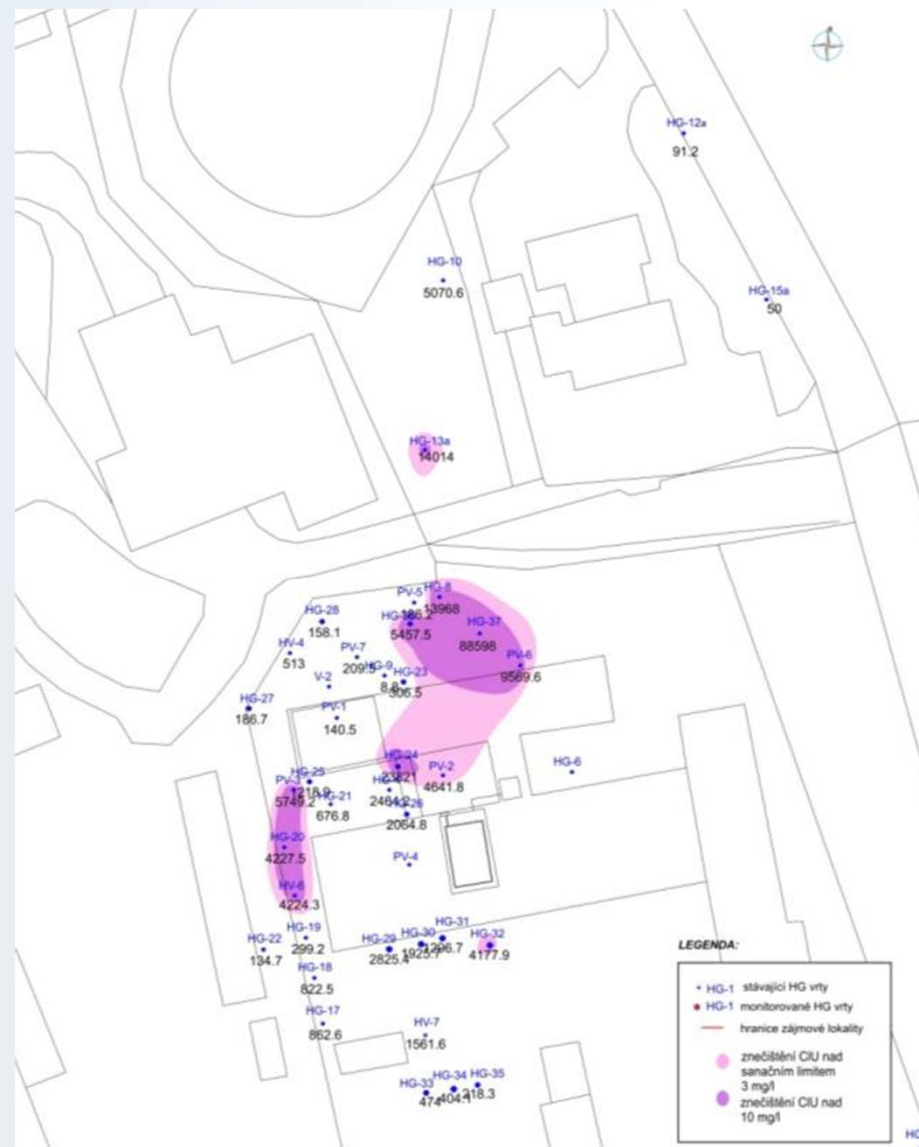
Sanační monitoring podzemních vod

- ✓ Vzorkovány 1x měsíčně sanační vrty a 1x za dva měsíce vrty v areálu, 1x za 1/2 roku okolí areálu.
- ✓ 4 vrty v areálu měly koncentrace CIU v prosinci 2014 nad sanačním limitem (březen 2014 celkem 15 vrtů nad sanačním limitem).
- ✓ Max. koncentrace v prosinci 2014 ve vrtu HG-37 (418 932 ug/l) – vliv sanačního čerpání od 11/2014 – zřejmý proces degradace CIU přesto, že do vrtu nebyla aplikována syrovátka.
- ✓ Pokles sumy CIU v aplikačních vrtech vlivem procesu reduktivní dehalogenace.
- ✓ Vznik produktů rozpadu CIU téměř ve všech vrtech (sledovaný rozklad až na methan).
- ✓ Sledováno zmenšení plošného rozsahu kontaminačního mraku v areálu.
- ✓ V rámci sanačního monitoringu nebyla zjištěna přítomnost fáze RL.

Sanační monitoring podzemních vod

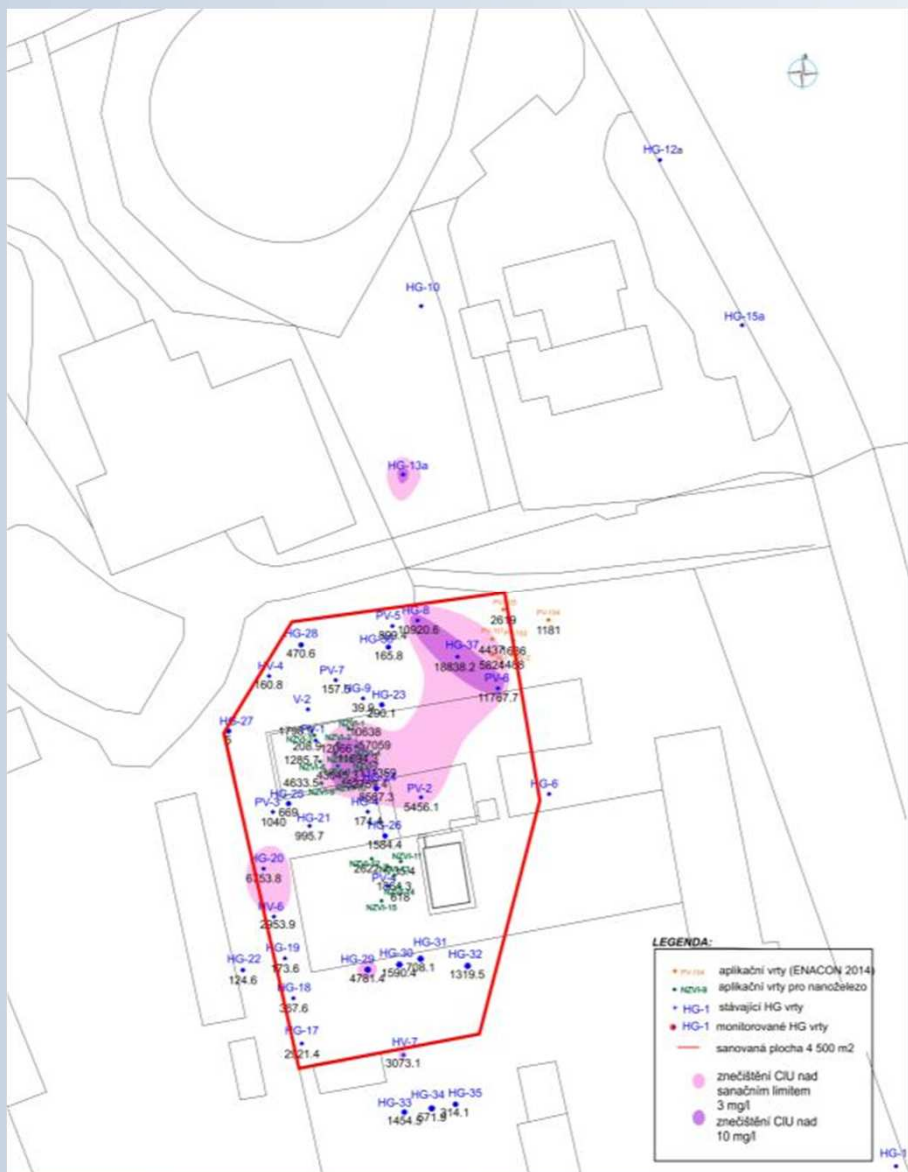


Koncentrace CIU – květen 2014

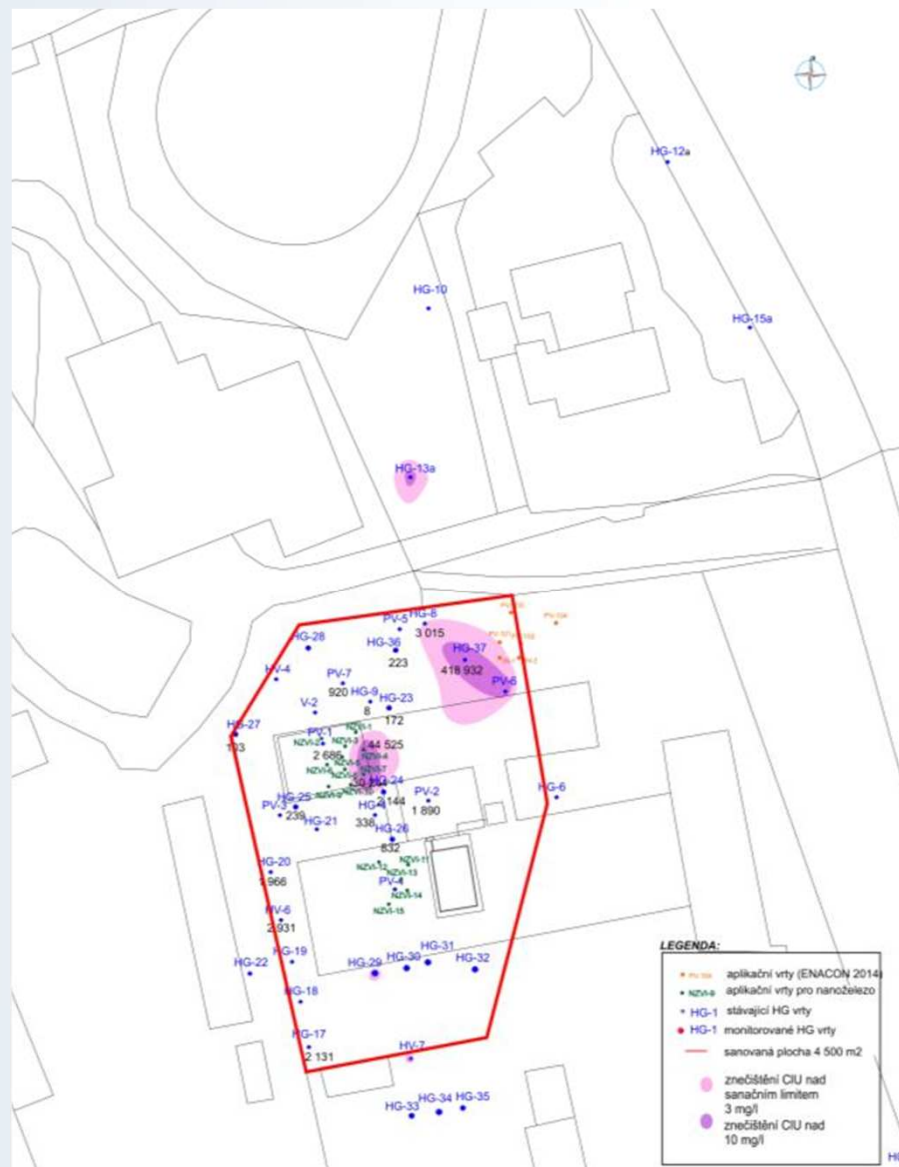


Koncentrace CIU – září 2014

Sanační monitoring podzemních vod



Koncentrace CIU – listopad 2014



Koncentrace CIU – prosinec 2014

Bilance odstraněných kontaminantů

Odčerpáno a přečištěno celkem 5 049 m³ kontaminovaných vod, z horninového prostředí odstraněno cca 263 kg CIU a 1 670 kg RL.

Odsáto a přečištěno cca 2 500 080 m³ kontaminovaného půdního vzduchu z horninového prostředí - odstraněno cca 449 kg CIU a 2 856 kg RL.

Odseparována lehká a těžká fáze z kombinované technologie

- 1 523 l CIU (cca 2 472 kg)

- 5 543 l RL (cca 5 432 kg).

Činnost	Odstraněné kontaminanty v roce 2013		Odstraněné kontaminanty v roce 2014		celkem	
	CIU (kg)	RL (kg)	CIU (kg)	RL (kg)	CIU (kg)	RL (kg)
Sanace nesaturované zóny - 2. a 3. etapa						
Odtěžba kontaminovaných zemin	199.103				199	
Propařování	55	126	2 417	5 306	2472	5432
Venting	9	117	440	2 739	449	2856
Sanace saturované zóny - 3. etapa						
Sanační čerpání	44	1637	219	33	263	1670
celkem					3 383	9 958

Nakládání s odpady

Charakter odpadu	Zatřídění	Množství		Způsob a místo odstranění odpadu	
		projekt	skutečnost k 31.12. 2014	technologie	Zařízení
Jiný kapalný odpad ze sanace podzemní vody obsahující nebezpečné látky (separované RL a CIU)	N 19 13 07	14 t	9,88 t	Spalovna	Spalovna Trmice spol. SITA
Upotřebené aktivní uhlí	N 19 09 04	4,8 t	3,842 t	Spalovna - regenerace	Spalovna Trmice spol. SITA - DEKONTA a.s. (technologické centrum)

Plánované práce na další období

- ✓ Realizace sanačního monitoringu podzemních vod a půdního vzduchu v souladu s projektem.
- ✓ Realizace 3. etapy sanačních prací – pokračování sanace nenasaturované zóny uvnitř objektů (venting), v lednu 2015 realizace 4. kola propařování (vrty P-2 a P-3 v benzínové hale a vrty P-6 a P-7 před technologiemi). Realizace sanace hlubší zvodně - čerpání podzemní vody v ohniscích.
- ✓ Realizace 4. etapy sanačních prací - sanace hlubší zvodně inovativní technologií stimulované biologické reduktivní dehalogenace (zasakování syrovátky) – další kolo aplikace v lednu 2015. Na základě výsledků zkušební aplikace a výsledků sanačního monitoringu podzemních vod upřesnění aplikace nulamocného železa v průběhu roku 2015.
- ✓ Realizace sanačního monitoringu podzemních vod a půdního vzduchu v souladu s projektem.

Čerpání finančních prostředků

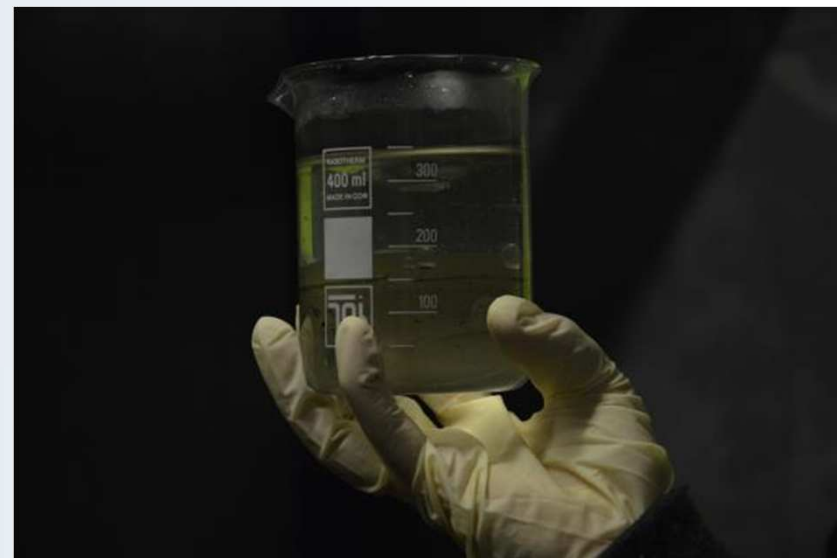
- Celková cena sanačních prací: 36 329 860 Kč (bez DPH)
(včetně rozpočtové rezervy 3 300 442 Kč bez DPH - celková cena sanačních prací čerpaná z rozpočtové rezervy v rámci metodické změny č. 1 je 3 237 729.6 Kč bez DPH)
- Vyčerpané finance k 31.12. 2014: 22 005 683 Kč (bez DPH)
- Zbývající finance k 31.12. 2014 : 14 324 177 Kč (bez DPH)

Harmonogram sanačních prací

Činnost / měsíc	7.5.	7.6.	7.7.	7.9.	21.9.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	30.9.	
	2013												2014						2015											
Zpracování a odsouhlasení projektu sanačního doprůzkumu	■	■	■																											
Sanační doprůzkum			■	■	■																									
Zpracování prováděcího projektu a jeho projednání			■	■	■																									
Získání potřebných povolení				■	■	■	■																							
Sanace zemin - odtěža				■	■	■	■																							
Sanace podzemní vody mělké zvodně				■	■	■	■																							
Vybudování sanačního systému - venting, propařování, hg vrtvy				■	■	■	■																							
Venting a propařování				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sanační čerpání podzemní vody									■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aplikace nanoželeza										■				■							■									
Podporovaná reduktivní dehalogenace																														
Monitoring průběhu sanačních prací																														
Závěrečný sanační monitoring																														
Likvidace vrtů a demontáž echnologií																														■
Etapa prací	1. etapa			2. etapa				3. etapa												4. etapa						5. etapa				
Termín podpisu smlouvy 7.5.2013	7.5.	7.6.	7.7.	7.9.	21.9.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	30.9.	
předpokládaný provoz, nebo aplikace technologie																														



Sanační technologie



Vzorek odstraněné fáze CIU