



Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

**Mezinárodní konference Znečištěné území,
Štrbské Pleso 2014**

Stručná charakterizace projektu

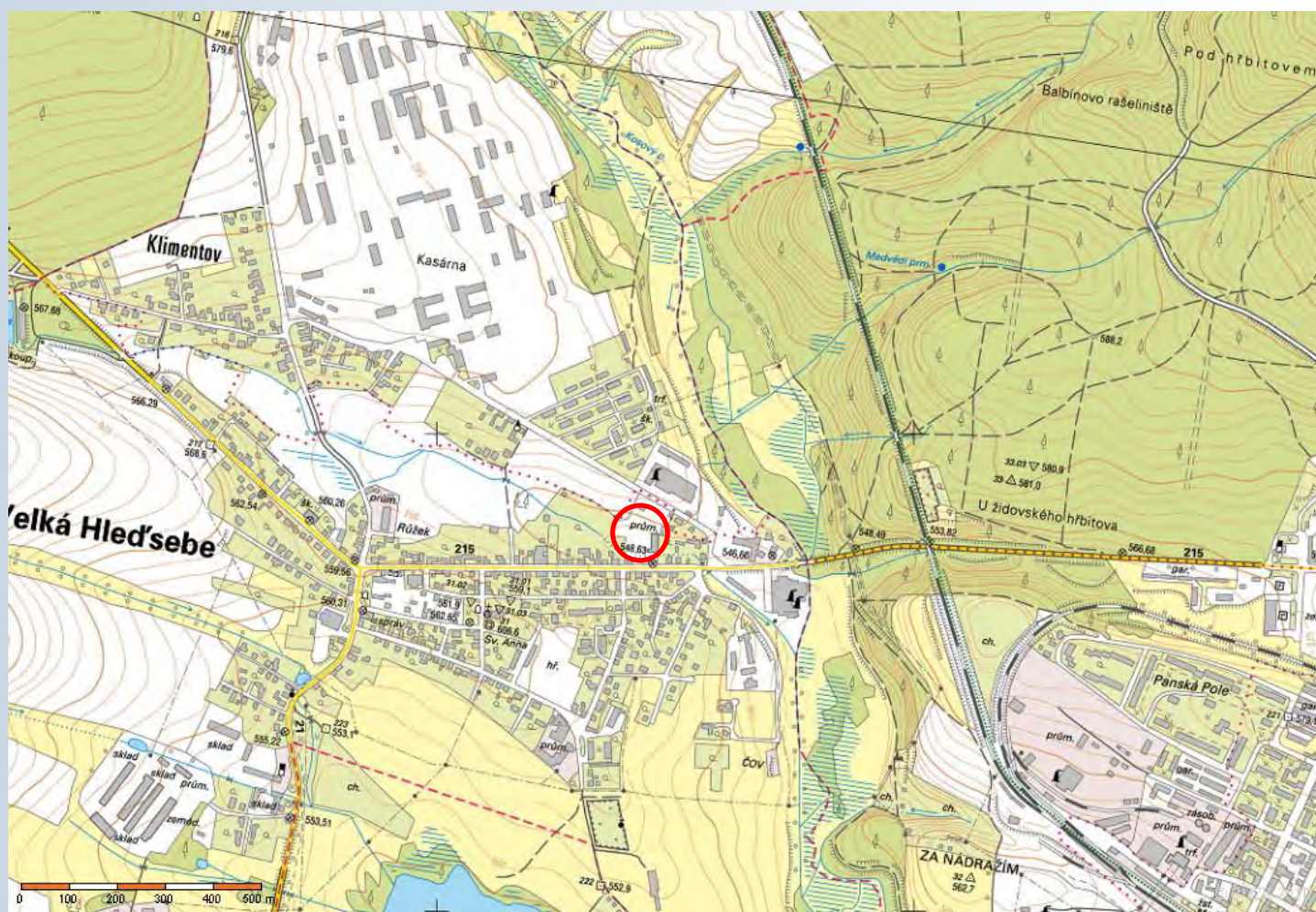
- **Investor:** Obec Velká Hleďsebe
- **Místo realizace:** bývalý areál podniku KOVO Cheb a.s.
- **Financování:** SFŽP – OP Životní prostředí, PO 4.2
- **Termín realizace:** červen 2012 – listopad 2015
- **Finanční objem:** cca 15 mil. Kč bez DPH

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Stručná charakterizace zájmového území

- Areál bývalého podniku KOVO – SV část obce při silnici II. třídy č. 215.
- Před II. Světovou válkou sklad paliv – po válce již kovovýroba.
- Po roce 1972 strojírenská výroba – kovové palety pro skladovací prostory.
- V roce 2002 provoz ukončen.
- V současné době areál opuštěn – většina budov byla demolována a suť odstraněna – částečně zpevněné komunikace.
- Lokalita se nachází v ochranném pásmu lázeňského zdroje Mariánské Lázně

Stručná charakterizace zájmového území



Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Stručný popis projektovaných sanačních prací

- ***Předsanační doprůzkum***
- ***Sanace zemin a stavebních konstrukcí***
 - Zeminy – 3 základní ohniska – odtěžba a sanace „ex-situ“.
 - Stavební konstrukce (jímky, bývalé stání strojů, podlahy v budově bývalých dílen a bývalý sklad hořlavin) – odstranění a sanace „ex-situ“
- ***Sanace sedimentů potoka***
 - V návaznosti na projekt „ZKT Velká Hled'sebe“
- ***Sanace podzemních vod***
 - Sanační čerpání, čištění kontaminovaných podzemních vod a jejich zpětný zásak do horninového prostředí
 - Aplikace organického substrátu - syrovátky

Sanační limity

- **Cílové parametry sanace dle AR**

- **Zeminy:** PCE, TCE, DCE, Σ BTEX = **10 mg/kg suš.**; $C_{10}-C_{40}$ = **700 mg/kg suš.**
- **Stavební konstrukce:** PCE, TCE, DCE, Σ BTEX = **30 mg/kg suš.**; $C_{10}-C_{40}$ = **2 000 mg/kg suš.**
- **Podzemní vody:** PCE = **3 000 μ g/l**
 - TCE = **5 000 μ g/l**
 - DCE = **3 000 μ g/l**
 - VC = **150 μ g/l**
 - Benzen = **200 μ g/l**
 - Toluen = **100 μ g/l**
 - Xyleny = **300 μ g/l**
 - Ethylbenzen = **20 μ g/l**
 - $C_{10}-C_{40}$ = **1 000 μ g/l**

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Předsanační doprůzkum

- **Vzorkovací práce**

- **Zeminy – 107 ks vzorků**

- Sondy S – 52 ks vzorků zemin (0-1 m a 1-2 m)
- Úzkoprofilové vrty PV – 36 ks vzorků zemin (0-2 m, 2-4 m, 4-6 m)
- Sanační vrty SV – 19 ks vzorků zemin

- **Stavební konstrukce – 32 ks vzorků**

- Stavební suť – lakovací a odmašťovací vana ... 4 ks vzorků
- Betonové zdivo – lakovací a odmašťovací vana ... 10 ks vzorků
- Betonové konstrukce sklad hořlavin ... 10 ks vzorků
- Betonové konstrukce (podlahy) ostatní ... 8 ks vzorků

- **Podzemní vody – 41 ks vzorků**

- Dynamické odběry – stávající a nové vrty ... 38 ks vzorků
- Statické odběry – jímky ... 3 ks vzorků

- **Půdní vzduch – 26 ks vzorků**

- SKC trubičky ... 26 ks vzorků

- **ECOPROBE – terénní měření**

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hled' sebe – předsanační doprůzkum

Předsanační doprůzkum

- **Analytická stanovení – ALS Czech Republic, s.r.o.**
 - **Zeminy** – CIU, BTEX, C₁₀-C₄₀, vyluhovatelnost dle vyhl. č. 294/2005 Sb.
 - **Stavební konstrukce** – CIU, BTEX, C₁₀-C₄₀, vyluhovatelnost
 - **Podzemní vody** – CIU (PCE, TCE, DCE, VC), BTEX, C₁₀-C₄₀, ÚChR
 - **Půdní vzduch** – CIU, BTEX, NEL



Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Předsanační doprůzkum



Vyhodnocení průzkumných prací

- **Znečištění zemin**
 - **Sondy: okolí vrtů HJ-28 a HJ-29**
 - Kontaminace CIU: S-2, **S-13**, S-15, S-19, S-22 a S-26
 - Kontaminace C₁₀-C₄₀: S-2, S-3, S-4, **S-8**, S-13, **S-17**, S-18 a S-19
 - **Průzkumné vrty: okolí skladu hořlavin**
 - Kontaminace C₁₀-C₄₀: PV-3 (0-2 m p.t. - 1 840 mg/kg suš.)
 - **Sanační vrty**
 - Kontaminace PCE: SV-7 (0-4 m p.t. – 23,8 mg/kg suš.)
 - Kontaminace C₁₀-C₄₀: SV-1 (0-4 m p.t. – 1 660 mg/kg suš.)

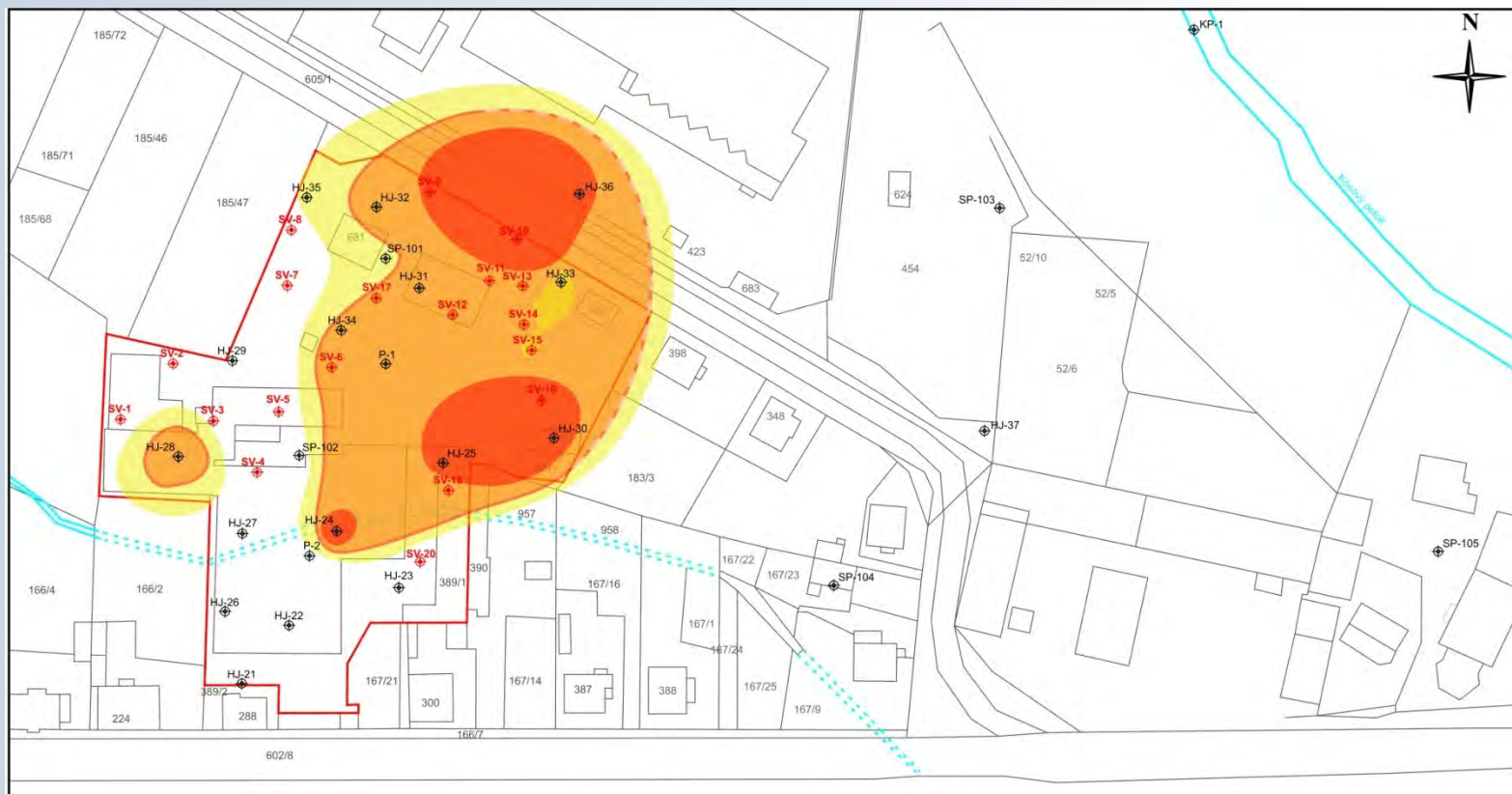
Vyhodnocení průzkumných prací

- **Znečištění podzemních vod**

- **PCE:** plošně nejrozsáhlejší, max. koncentrace ve vrtu SV-10 (58 300 µg/l)
- **TCE:** lokalizována zejména v S části areálu, max. koncentrace ve vrtu SP-101
- **DCE:** S část areálu, okolí skladu hořlavin a po směru proudění PV, max. koncentrace ve vrtech SV-11 a SV-13 (129 000 µg/l a 136 000 µg/l), lokálně vrty HJ-24 a HJ-34 (nad sanační limit)
- **VC:** S část areálu, okolí vrtů SV-11 a SV-13, vrt HJ-34, max. koncentrace zjištěny ve vrtu SV-13 (3 480 µg/l)
- **BTEX:** S část areálu v okolí bývalého skladu hořlavin, max. koncentrace zjištěny ve vrtu SV-11 (25 300 µg/l ΣBTEX – 24 500 µg/l Toluen)
- **Ropné látky:** charakterizované parametrem C₁₀-C₄₀, nad stanovený sanační limit nebylo prokázáno
- **Jímka 3 – odmašťovací vana:** překročeny limity pro BTEX a C₁₀-C₄₀

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hled'sebe

Vyhodnocení průzkumných prací



Legenda:

HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý

SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý

— hranice bývalého areálu KOVO

Kontaminace PCE:

— Koncentrace 1 000 až 3 000 ug/l

— Koncentrace 3 000 až 10 000 ug/l

— Koncentrace > 10 000 ug/l

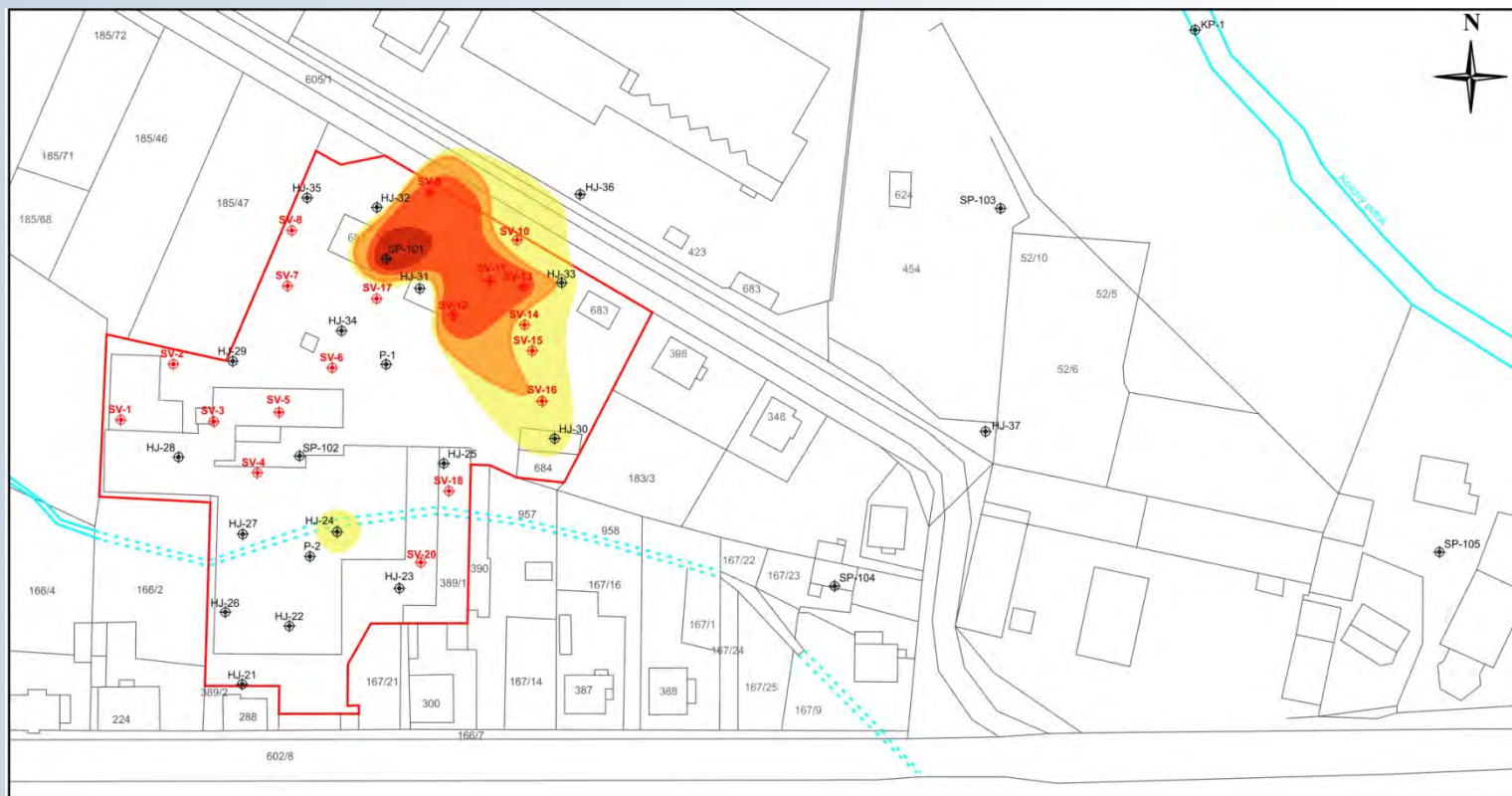
— hranice sanačního limitu

- - - předpokládaná hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

	Odběratel: Obec Velká Hleďsebe	Č. zak.: 182 120
	Název zakázky: Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	Průl. č.: 5.1
	Redakce: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová
Kontaminace podzemních vod PCE		Měřítko: 1 : 1 000

Vyhodnocení průzkumných prací



Legenda:

HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý

SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý

hranice bývalého areálu KOVO

Kontaminace TCE:

Koncentrace 1 000 až 5 000 ug/l

Koncentrace 5 000 až 10 000 ug/l

Koncentrace 10 000 až 100 000 ug/l

Koncentrace > 100 000 ug/l

hranice sanačního limitu

předpokládaná hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

	Dobíratel:	Obec Velká Hleďsebe	C. zák.:	182 120	
	Název zakázky:	Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	PR. č.:	5,2	
	Realiz.: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová	Datum:	2.10.2012	
Kontaminace podzemních vod TCE				Měřítko:	1 : 1 000

Vyhodnocení průzkumných prací



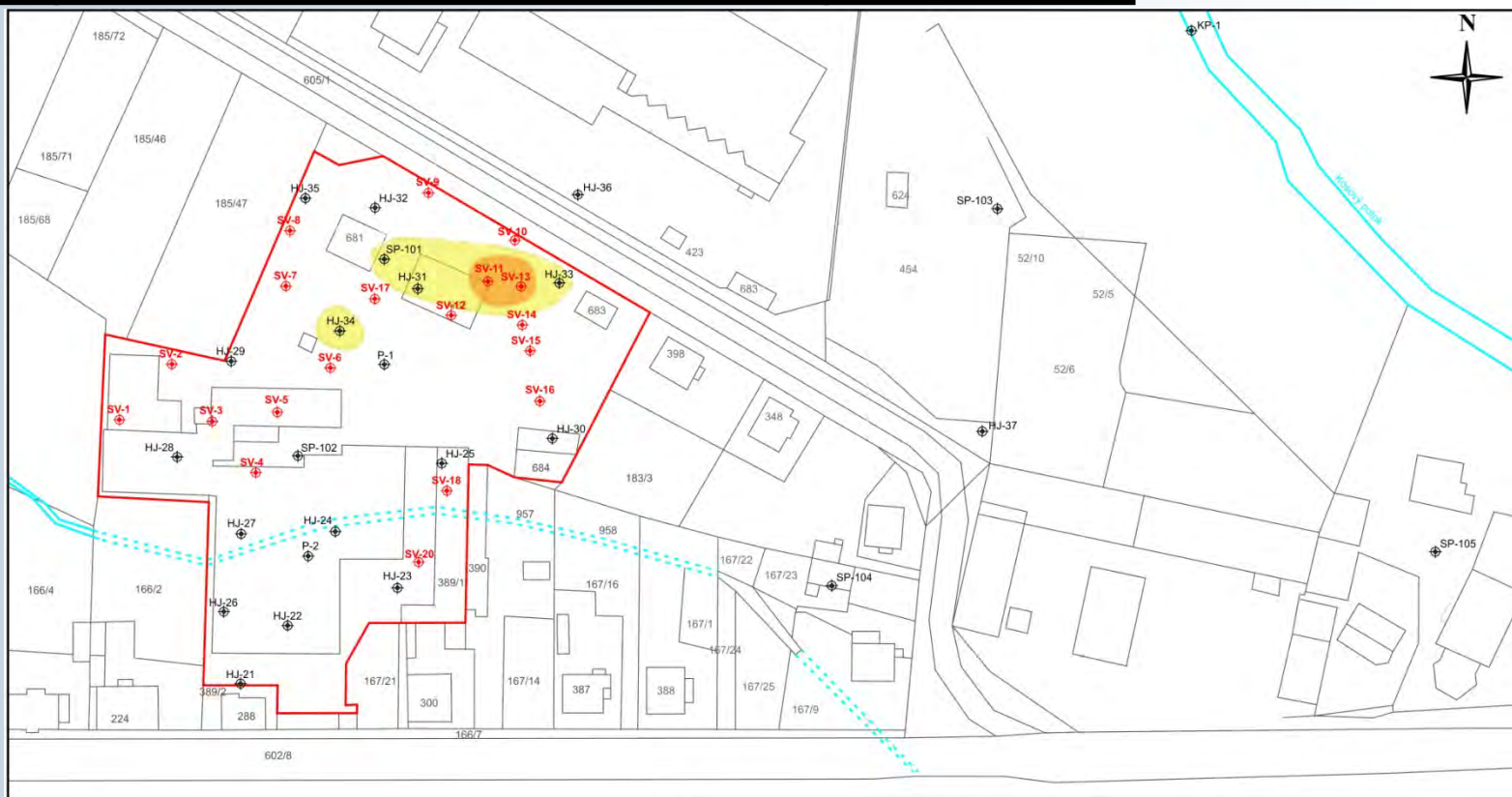
Legenda:

- HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý
- SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý
- hranice bývalého areálu KOVO
- Kontaminace 1,2 cis DCE: Koncentrace 1 000 až 3 000 ug/l
- Kontaminace 3 000 až 10 000 ug/l
- Kontaminace 10 000 až 100 000 ug/l
- Kontaminace > 100 000 ug/l
- hranice sanačního limitu
- předpokládaná hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

Odběrní: Obec Velká Hleďsebe	C. zak.: 182 120
Název zakázky: Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	Průj. č.: 5.3
Realiz.: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová
Datum: 2.10.2012	
Měř. šk.: 1 : 1 000	
Kontaminace podzemních vod 1,2 cis-DCE	

Vyhodnocení průzkumných prací



Legenda:

HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý

SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý

— hranice bývalého areálu KOVO

Kontaminace vinylchloridu:

— Koncentrace 150 až 1 000 ug/l

— Koncentrace > 1 000 ug/l

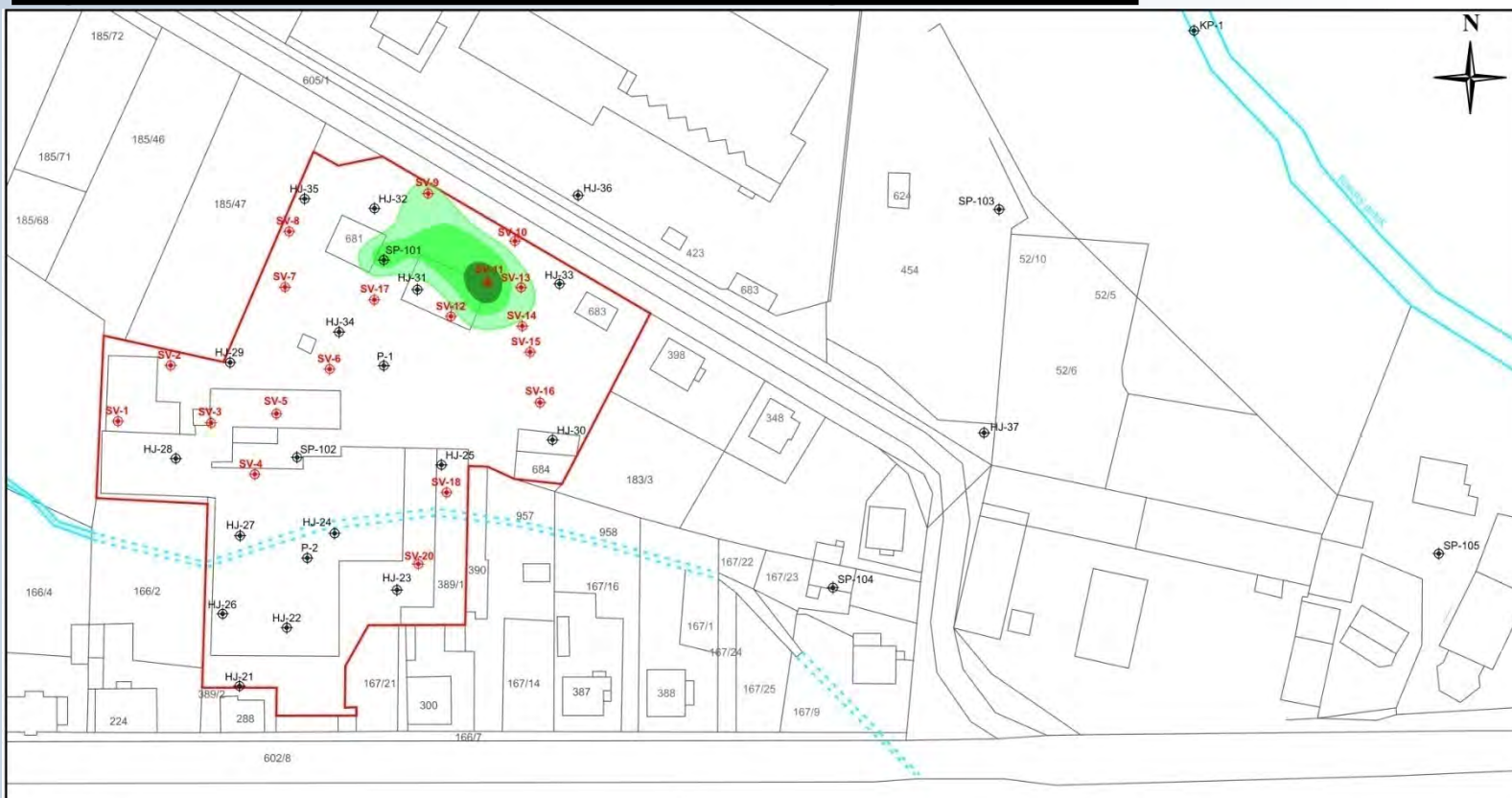
— hranice sanačního limitu

- - - předpokládaná hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

	Objednatel: Obec Velká Hleďsebe	C. zak.: 182 120
	Název zakázky: Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	Pril. č.: 5.4
	Realizoval: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová
		Datum: 2.10.2012
Kontaminace podzemních vod VC		Měřítko: 1 : 1 000

Vyhodnocení průzkumných prací



Legenda:

HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý hranice bývalého areálu KOVO

SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý

Kontaminace suma BTEX:

Koncentrace 620 až 5 000 ug/l

Koncentrace 5 000 až 10 000 ug/l

Koncentrace > 10 000 ug/l

hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevs

	Odběratel: Obec Velká Hleďsebe	C. zak.: 182 120
	Název zakázky: Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	Průj. č.: 5.5
	Řešitel: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová
	Datum: 2.10.2012	
Kontaminace podzemních vod BTEX		Měřítko: 1 : 1 000

Vyhodnocení průzkumných prací

- **Znečištění stavebních konstrukcí**
 - *Prokázána pouze kontaminace ropnými látkami*
 - *Nadlimitně kontaminovány všechny vzorky z bývalého skladu hořlavin (betonová jámka a podlahy), míst viditelných úkapů v místech bývalého stání strojních zařízení a betonových podlah v budově dílny.*
 - *Max. zjištěná koncentrace ve vzorku ST-15 - 53 100 mg/kg (betonové zdivo – vana sklad hořlavin).*
 - *15 vzorků nespĺnilo parametry Vyluhovatelnosti dle vyhl. č. 294/2005 Sb, nejvíce Výluh I – Tab. 2.1 v parametrech RL, Zn, DOC*

Vyhodnocení průzkumných prací

- **Atmogeochemický průzkum**
 - *Výsledky porovnány s MP MŽP (2012) – Indikátory znečištění.*
 - *Mimo vzorky S-1, S-9, S-10, S-12, S-16 a S-24 všechny ostatní přesahují limit RSL Industrial Air (2,10 mg/m³) pro parametr PCE.*
 - *Všechny vzorky přesahují limit RSL Resident Air (0,41 mg/m³) pro parametr PCE.*
 - *Dále byly hodnoty RSL IA a RA v některých vzorcích překročeny pro parametr TCE a v případě vzorku S-22 také pro ethylbenzen.*
 - *Vyhodnocení dat potvrdilo výsledky laboratorního stanovení jednotlivých kontaminantů v zeminách.*
- **ECOPROBE**
 - *Měření přístrojem ECOPROBE bylo realizováno zejména za účelem měření obsahu CO₂ v půdním vzduchu v průběhu vrtných prací (požadavek ČILZ). Zvýšené hodnoty CO₂ korespondují s výskytem znečištění – probíhající biodegradační procesy.*

Sanace nesaturované zóny

- ***Sanace zemin a stavebních konstrukcí***
 - ***Stavební konstrukce***
 - Odmašťovací a lakovací vana
 - Bývalý sklad hořlavin
 - Bývalé stání strojů, okolí vrtu HJ-28 a HJ-29
 - Celkem odvezeno na dekontaminační plochu Žihle **198 tun** kontaminovaných stavebních konstrukcí nad stanovený sanační limit
 - ***Zeminy***
 - Celkem odvezeno na dekontaminační plochu Žihle **1 755 tun** kontaminovaných zemin nad stanovený sanační limit.
 - Zjištěna kontaminace zemin nad projektovaný objem **1 560 tun**.

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe



Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Sanace saturované zóny

- ***Sanace podzemních vod***

- ***Sanační čerpání***

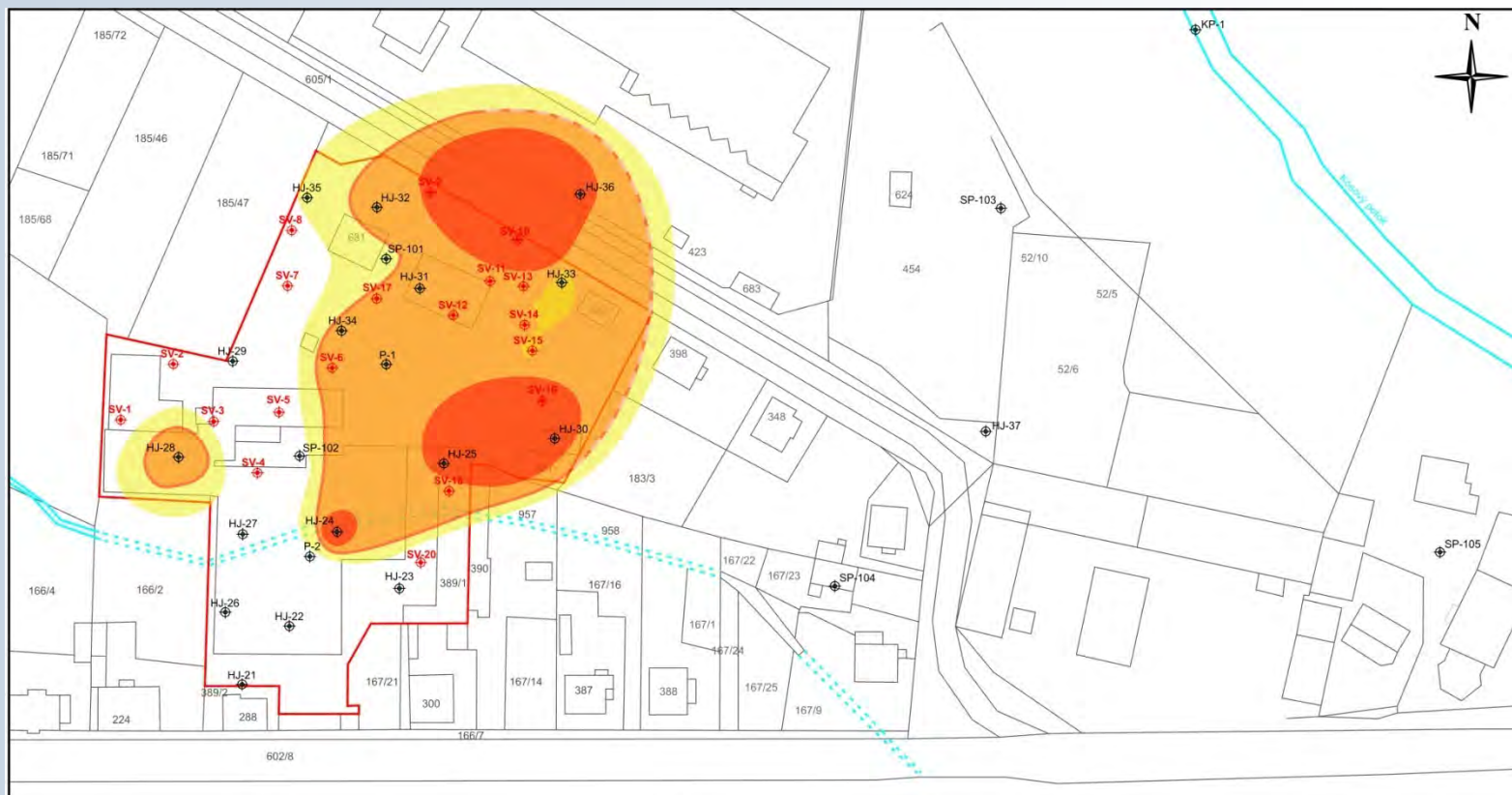
- Do sanačního systému je aktuálně zapojeno 12 vrtů
- Čerpadla jsou umístěna cca 0,5 m nade dnem vrtů – intervalové hladinové spínače
- Celkové čerpané množství je cca 18 m³ / 24 hodin
- Čerpané kontaminované vody jsou čištěny na 3. stupňové sanační stanici
- 100% přečištěných vod je využito ke zpětnému zásaku do vrtů a sanačního drénu
- Od začátku sanace saturované zóny (květen 2013) vyčerpáno cca 14 000 m³ vody
- Odstraněno cca 250 kg CIU

- ***Aplikace organického substrátu - syrovátka***

- Předpokládané množství použitého roztoku syrovátky – 1 500 m³
- Prášková syrovátka – dle laboratorních testů ředění 1:30
- Aplikace do stávajících vrtů (proti směru proudění PV a do ohnisek znečištění) a nově vybudovaných zasakovacích vrtů a drénů

Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe

Sanace saturované zóny



Legenda:

HJ-21 stávající hydrogeologické vrtý

SV-1 nové průzkumné hydrogeologické vrtý

— hranice bývalého areálu KOVO

Kontaminace PCE:

— Koncentrace 1 000 až 3 000 ug/l

— Koncentrace 3 000 až 10 000 ug/l

— Koncentrace > 10 000 ug/l

— hranice sanačního limitu

- - - předpokládaná hranice sanačního limitu

DEKONTA a.s., Dřetovice 109, 273 42 Stehelčevy

	Odběratel: Obec Velká Hleďsebe	Č. zak.: 182 120
	Název zakázky: Sanace bývalého areálu KOVO Velká Hleďsebe	Průj. č.: 5.1
	Reditel: Mgr. Jiří Kubricht	Vypracoval: Mgr. Jana Kolářová
Kontaminace podzemních vod PCE		Měřítko: 1 : 1 000

In situ remediace podzemní vody a půdy pomocí aplikace nanobublin vhodných plynů

- *Na lokalitě KOVO Velká Hled'sebe provedena pilotní aplikace*
- *Práce řešeny v rámci projektu FR-TI3_678 (MPO)*

- zpracována literární rešerše, 70 stran, 50 citací, provedeny některé výpočty
- články převážně ze základního výzkumu, minimum aplikací
- výroba, detekce a vlastnosti mikro/nanobublin

co to je a k čemu to má být?

- nanobubliny – průměr do 1000 nm (někdy se uvádí do 200 – 300 nm, nebo naopak větší)
- mikrobubliny – 1 (5-10) – 50 μm
- nejasná terminologie, nejasné chování a vlastnosti

Teoretický přínos 1:

- možnost (významně) zvýšit obsah plynu v objemu kapaliny oproti rozpustnosti (bez ohledu na účel – biodegradace, oxidace, redukce či cokoli jiného)

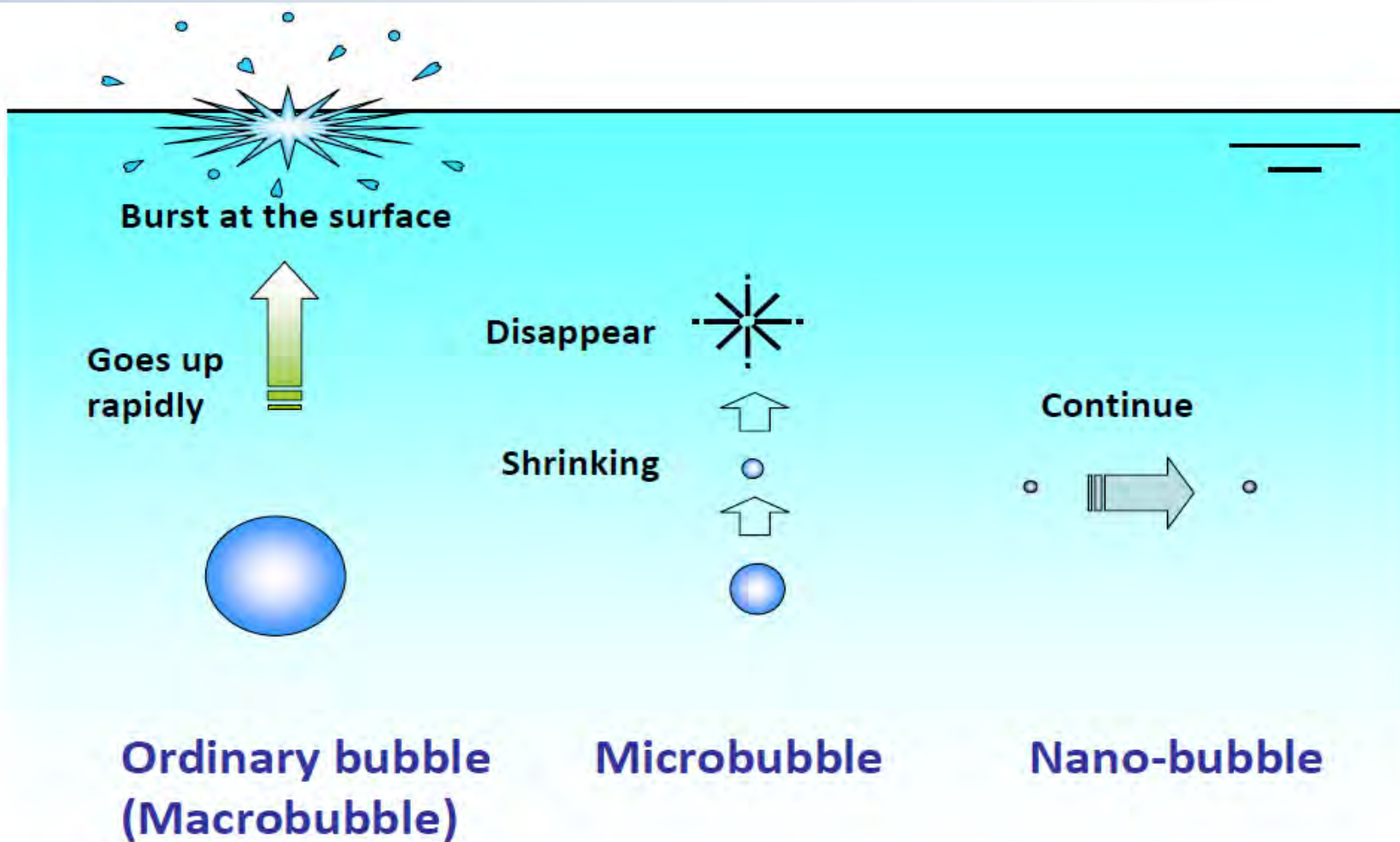
Teoretický přínos 2:

- vysoká stabilita nanobublin

vhodné plyny

- vzduch (kyslík) – podpora biodegradace; vodík – redukční reakce; ozon – oxidace; methan – podpora kometabolismu methanotrofních mikroorganismů apod.

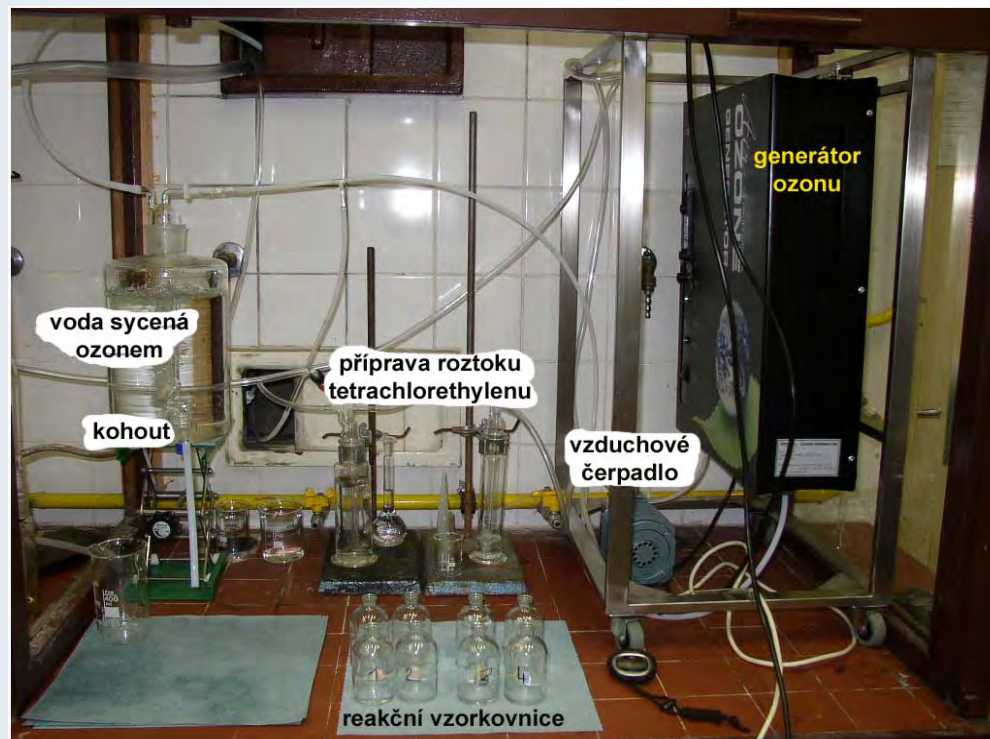
Nanobubliny ve vodě



Interakce s kontaminanty – modelové vody

• Testy s ozonem

- výroba generátorem z kyslíku vždy při experimentech (nestabilní látka)
- osvojení základních postupů (analytika, příprava roztoku)
- sledování životnosti ozonu v roztoku (dle koncentrace cca 10 – 20 minut)
- otázka výkonu generátoru – odlišnost naší analýzy od výrobce
- vnos ozonu – bublání, smíchání roztoků kontaminantu a ozonu (dle kontaminantu)
- testy reaktivity – velmi pozitivní výsledky ve všech případech (modely v pitné vodě)
 - s chlorovanými uhlovodíky
 - s pesticidy
 - s PCB
 - všechny látky účinně oxidovány



Výběr lokality pro poloprovodní test

- technologické testy s různými podzemními vodami z 5-ti lokalit
 - injektáž ozonu Venturiho trubicí
 - potvrzeny poznatky o efektivitě aplikace ozonu v různých vodách
- zhodnocení dalších faktorů (míra a typ kontaminace, hydrogeologické podmínky, přístup)



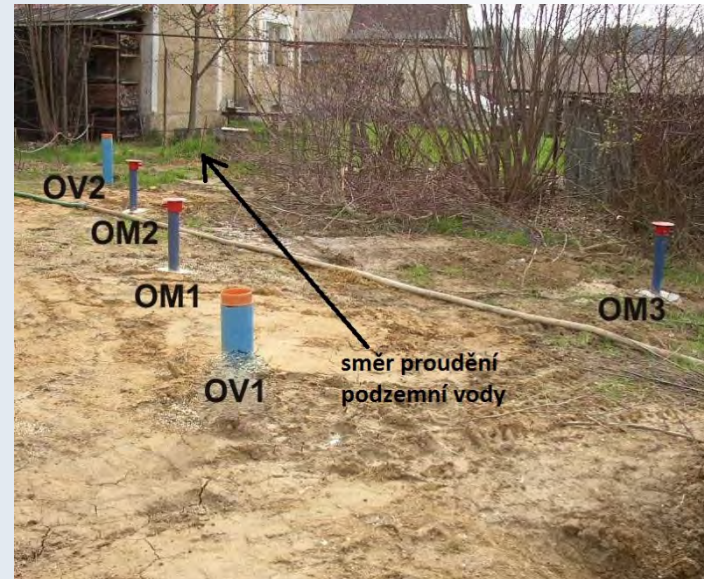
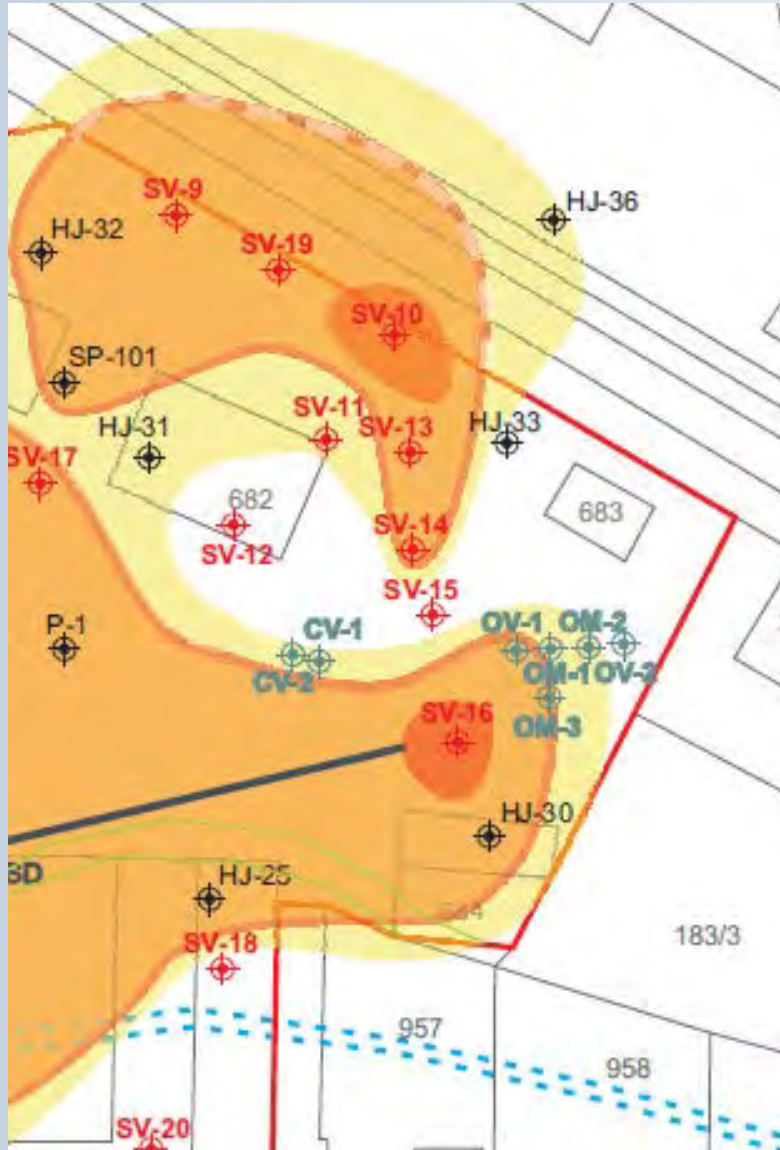
výsledek zhodnocení:

- vhodná lokalita Kovo Velká Hleďsebe
- reaktivita ozonu prokázána
- silná kontaminace TCE
- obsah Fe a Mn – důležité pro praktickou realizaci (možné potíže)
- nová lokalita Dekonty od 7/2012
- příprava velké sanace
 - doprůzkum (vyhodnocuje se), možnost vhodné koordinace
 - bezproblémový přístup
 - zajištění povolení (11/2012)

Cíle poloprovozního ověření

- kontejnerová technologie ke připojení na zdroj kontaminované vody a elektřinu
 - osazena systémem měření a regulace
 - vše do on-line do PC (dobrá možnost vyhodnocení)
 - modulární uspořádání – možnost testů více způsobů provedení (průtoky, počet kroků)
- využití poznatků z laboratorních experimentů, provedení konzultováno na VŠCHT
 - výhodnější je dávkovat více menších dávek ozonu vícenásobně, nežli jednu větší
 - využití efektu plynné fáze (delší životnost ozonu v plynu nežli ve vodě – využití bublinek)
- instalace k vrtu – čerpání a opětovné zasakování vody (ve směsi s malým množstvím plynu)
 - umístění – upřesněno na základě výsledků doprůzkumu a situace
 - karotážní měření ve vrtu před experimentem
 - Instalace 3 úzkoprofilových sond + čerpacího vrtu pro podporu proudění podzemní vody
- cíle
 - ověřit účinnost ozonu v reálných podmínkách na lokalitě
 - ověřit provoz technologie – praktické zkušenosti (odolnost materiálu, srážení Fe a Mn ...)
 - získat data pro technicko – ekonomické vyhodnocení aplikace ozonu

Poloprovodní ověření – lokalita KOVO Velká Hled' sebe

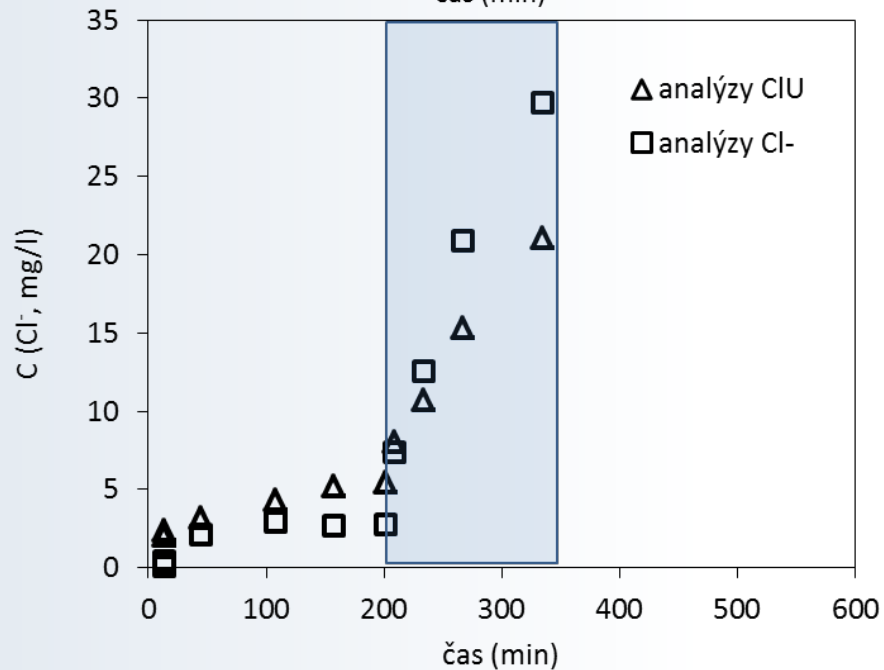
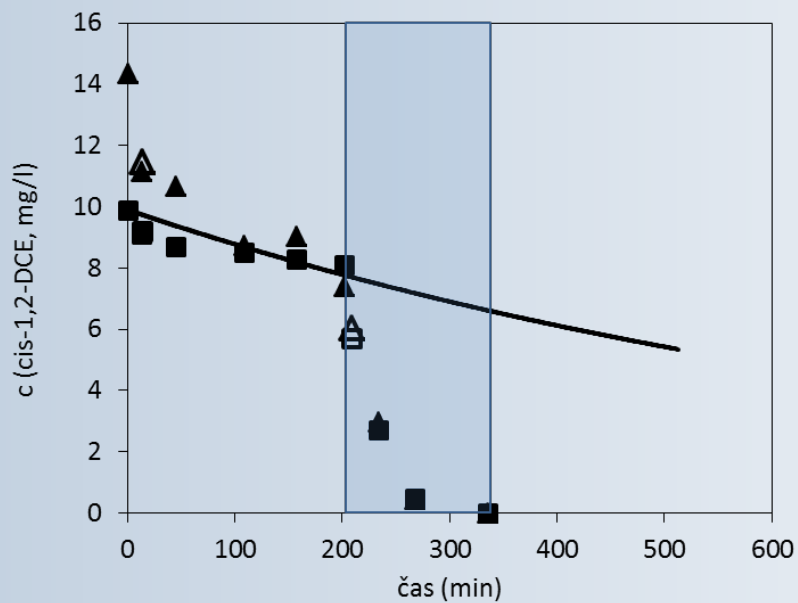
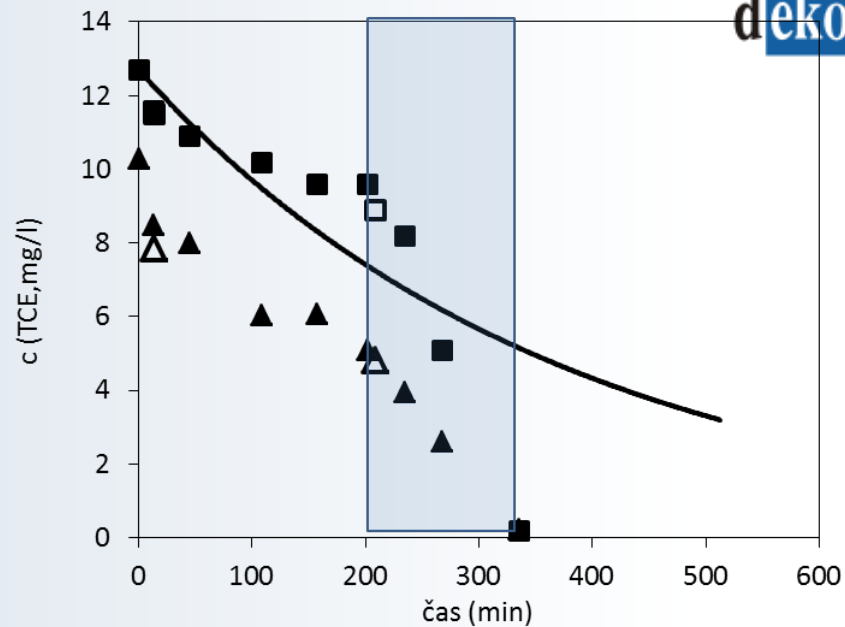
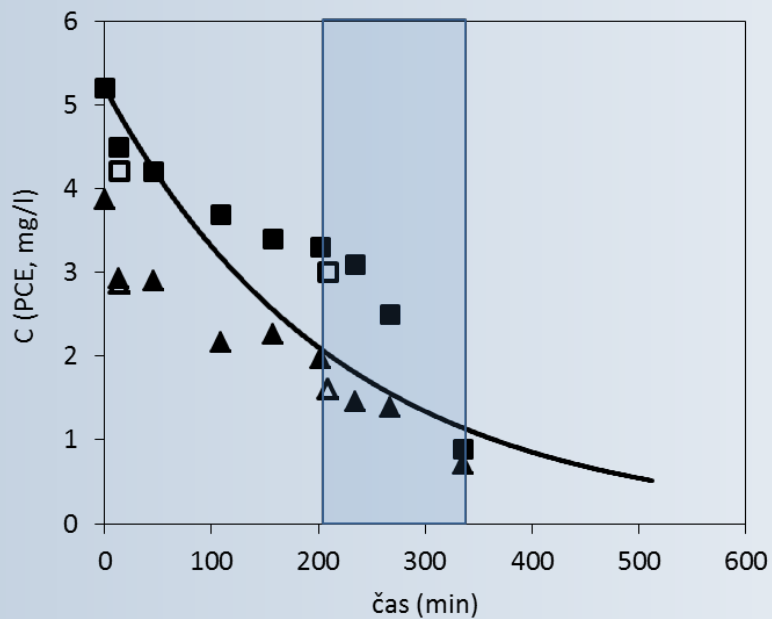


Poloprovodní ověření – kontejnerová instalace



- karotážní měření
- zřed'ovací zkouška
- čerpací zkouška
- stopovací zkouška
- monitoring okolích sond (manuálně/dataloggery)
- měřící kampaně aplikace ozonu (9x)
 - různé nastavení technologie, různá úroveň kontaminace ve vrtu
 - sledování obsahu kontaminantů a klíčových složek
 - sledování obsahu kontaminantů v plynné fázi vrtu
 - využití dvou laboratoří pro analýzy chlorovaných uhlovodíků

Poloprovodní ověření – ukázka výsledků



Shrnutí klíčových poznatků (poloprovozní ověření)

- Technologie je prakticky použitelná a provozně udržitelná.
- Kontaminanty jsou ozonem efektivně odbourávány, pokud se jedná o těkavé látky, vliv stripování je jen malý.
- Kontaminace je v drtivé míře rozkládána uvnitř aplikačního vrtu, nikoli ihned při/po injektáži plynu Venturiho trubicí a významný vliv má nasazení mikro/nano bublin.
- Vhodné je použít maximální výkon generátoru ozonu
- Získání technických/praktických zkušeností:
 - *Měření ORP v uzavřeném profilu potrubí ve směsi vody a mikro/nanobublin ozonu*
 - *Provoz Venturiho trubic*
 - *Provoz čerpadla ve vrtu v přítomnosti bublinek a rozpuštěného ozonu*
 - *Pracovní a okolní prostředí - zápach, dráždivé vlivy a další negativní jevy*
 - *Srážení železa a manganu při oxidaci*





Děkuji za pozornost

Mgr. Jiří Kubricht

Štrbské Pleso, 2014