

# **PŘÍBĚH JEDNÉ LOKALITY S KONTAMINACÍ CHLOROETENŮ ANEB CESTA DO PEKEL JE DLÁŽDĚNÁ DOBRÝMI ÚMYSLY**

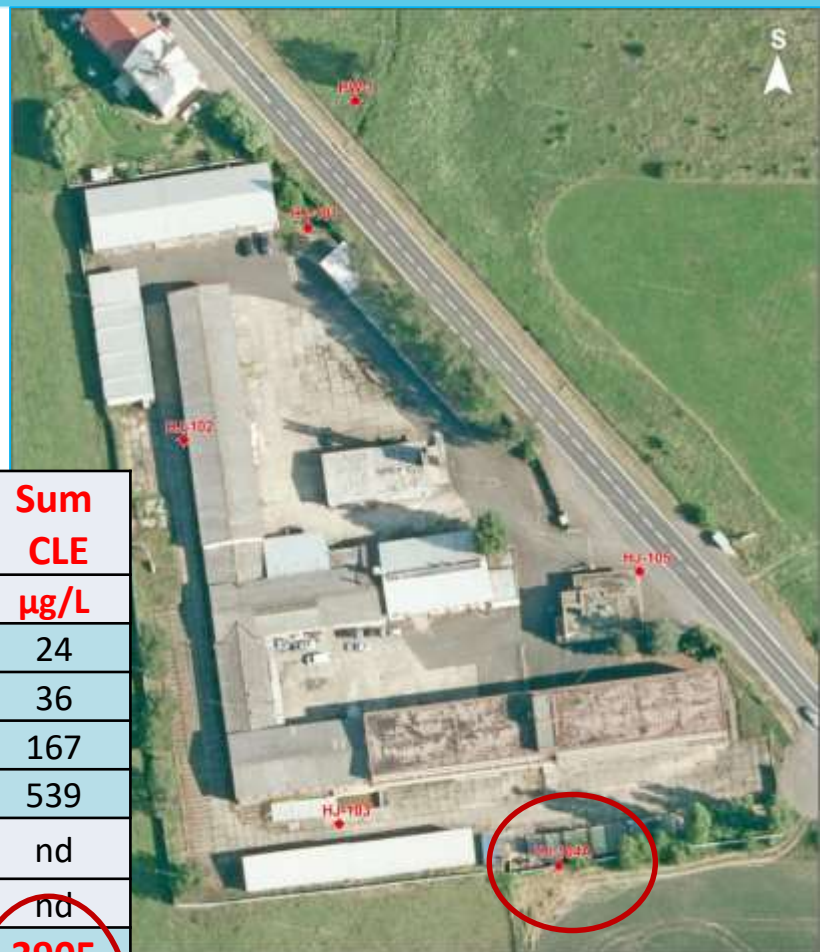
***Monika Stavělová, Václav Rýdl, Martin Kovář  
AECOM CZ s.r.o.,  
Trojská 92, 171 00, Praha  
e-mail: [Monika.Stavelova@aecom.com](mailto:Monika.Stavelova@aecom.com)***

- **NANOBIOWAT** = výzkumný projekt „ Environmental friendly **NANO**technologies and **BIO**technologies in **WAT**er and soil treatment“
- Podporován TAČR, program Centra kompetence,
- 2012-2019
- Vývoj inovativních technologií ve spolupráci vědeckých institucí a soukromých firem, celkem 9 subjektů – viz loga



# 2012 – výběr lokality pro testování nových typů nZVI

- 2012: hledáme lokalitu pro testování nových typů nZVI ve formě pilotních testů – optimálně lokalitu s bodovou kontaminací CLE
- Nalezeno: **strojírenský areál** se zbytkovou kontaminací CLE „u plotu“, sanace v režiji majitele 1998-2000 - odtěžba + P&T, postsanační monitoring

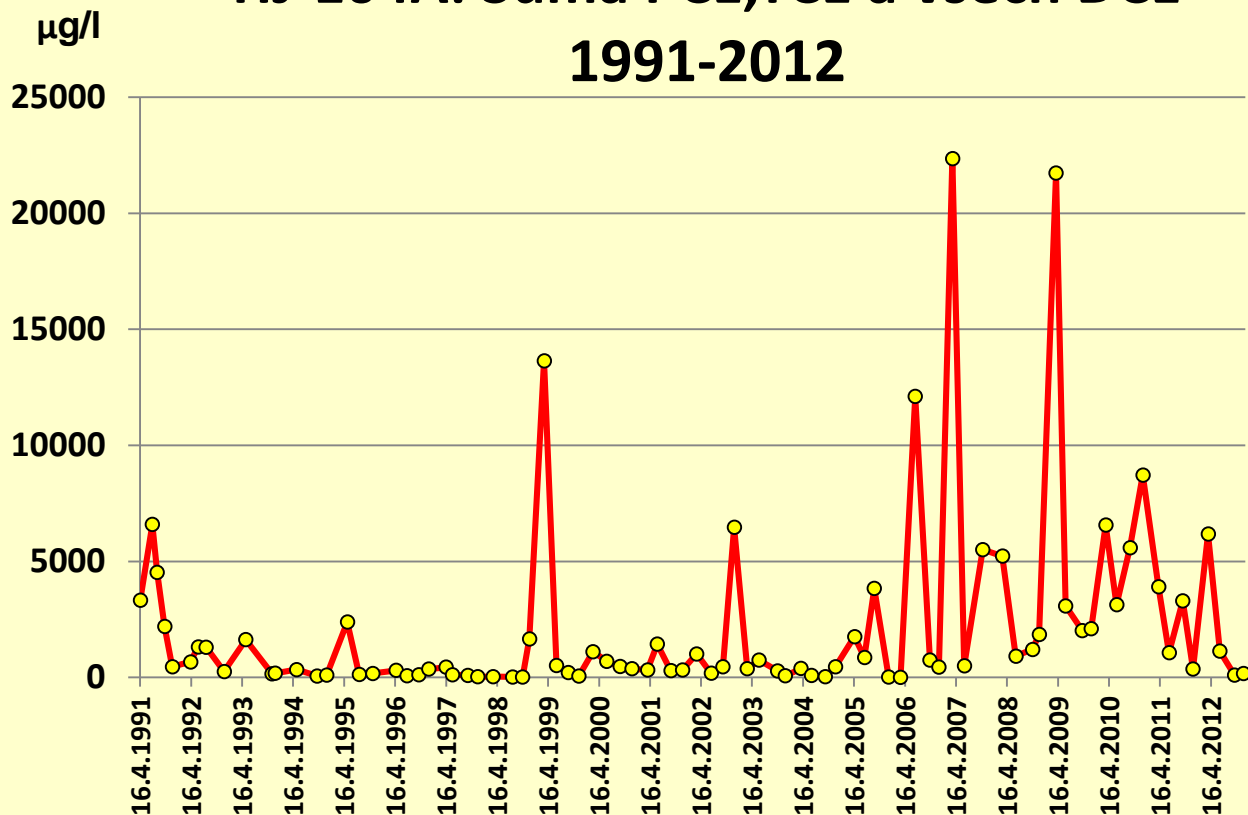


Vrt	datum	1,1 DCE	trans 1,2 DCE	cis 1,2 DCE	TCE	PCE	Sum CLE
		µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
HJ-101	04-2011	< 0,5	< 1,0	8,4	2,88	12,5	24
	06- 2011	< 0,5	< 1,0	6,8	3,33	26,2	36
	09_ 2011	< 1,0	< 1,0	20,6	12,8	134	167
	12_ 2011	< 0,5	< 1,0	131	44,4	364	539
HJ-102	04-2011	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,1	< 0,2	nd
HJ-103	04-2011	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,1	< 0,2	nd
HJ-104 A	04-2011	15,7	14	1 820	695	1 360	3905
	06- 2011	2,58	1,6	716	130	210	1060
	09_ 2011	9,22	9,9	1 690	472	1 120	3301
	12_ 2011	0,58	< 1,0	360	2,43	1,16	364
HJ-105	04-2011	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,1	< 0,2	nd
PW-1	04-2011	< 0,5	< 1,0	< 1,0	< 0,1	< 0,2	nd



# Bodová kontaminace pro testování: HJ-104A

## HJ-104A: Suma PCE, TCE a všech DCE 1991-2012



- Starý vrt,  
žádné info
- Hloubka pouze  
3,5 m po airliftingu!  
betonové dno?  
(info z 3/2013)



Vrt HJ-104A

**ΣPCE, TCE, DCE:**  
min. 1,56 µg/l – max. 22 100 µg/l,  
median 717 µg/l



# 2013 – příprava na pilotní test

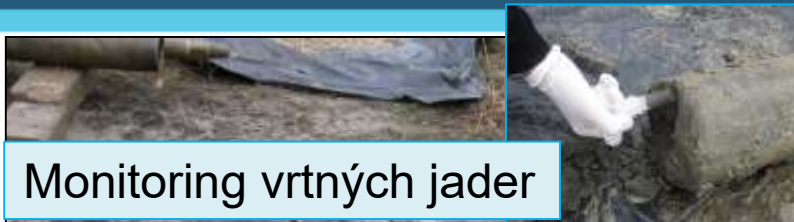
## SITE MAP - MONITORING WELLS PLACEMENT





# 2013 – příprava na pilotní test

12/2012 – 6/2013



Monitoring vrtných jader



- Nové monitorovací vrty: 6-8 m na jílové podloží
- Atmsondy: nad hladinu podzemní vody, 2 m p.t.



Monitoring podzemní vody



Atmochemický monitoring



# 2013 – příprava na pilotní test

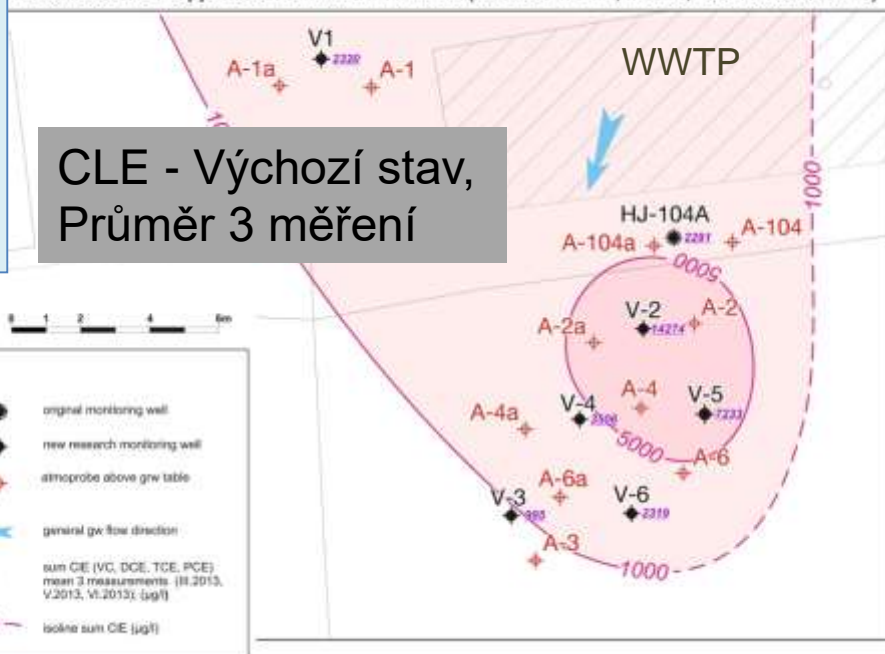
6/2012 – 6/2013

- Projekt pilotního testu
- Povolení  
*4x = majitel & státní správa*
- Vrtné práce  
*monitorovací vrty (6x)*  
*atmosondy (13x)*
- Karotáž (3x),  
propustné vrstvy  $K_f$ :  $3 \cdot 10^{-2}$ -  $3 \cdot 10^{-4}$  m/s
- Stopovací zkouška
- **Labtesty nZVI + voda z lokality (TUL)**
- Stanovení výchozího stavu dle monitoringu podz.vody a atmo  
*III/2013, V/2013, VI/2013*

Průzkum výchozího stavu lokality potvrdil, že kontaminace se šíří v hlavním směru proudění podz.vody od ČOV a vrtu HJ-104A ven z areálu, tj. pole pilotního testu je optimálně umístěno, vše dle předpokladu

**TUL: Laboratorní testy s nZVI a kontaminovanou vodou z lokality (vrt V-2) potvrdily 85% odstranění sumy CLE za 50 dní (pův. konc. CLE 6 500 µg/L)**

the site before 1<sup>st</sup> application of NANOFER STAR (mean sum CLE, II/2013, V/2013 and VI/2013)



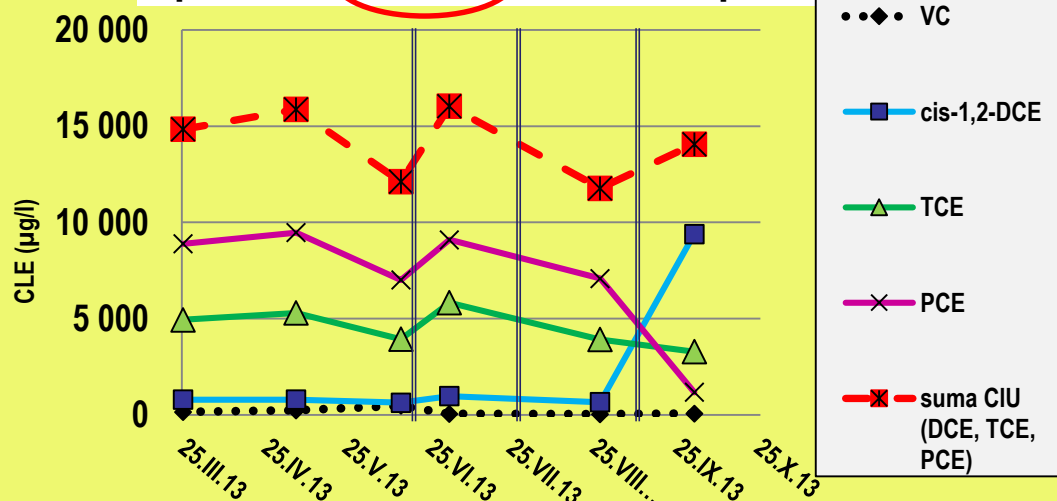


# První aplikace nZVI - 3 zásaky

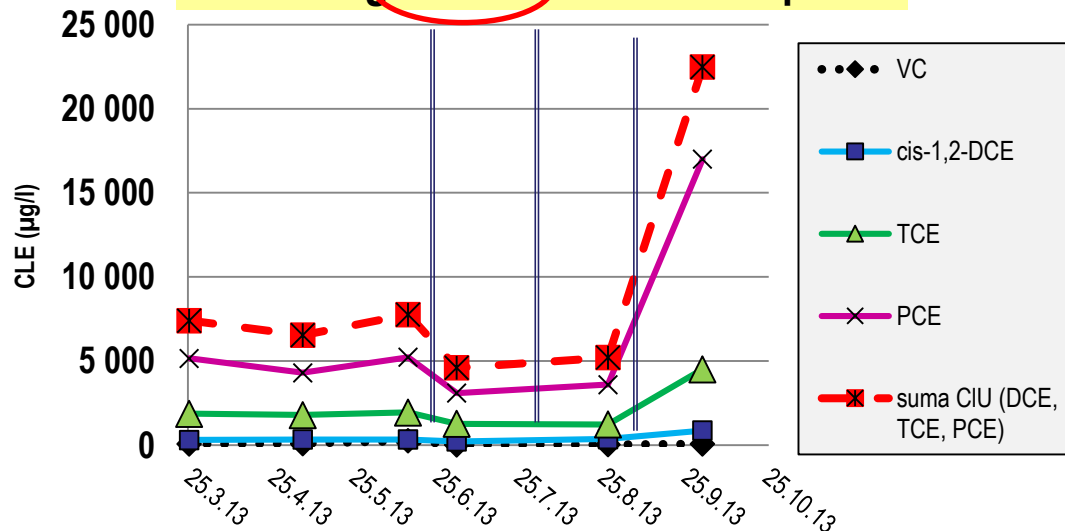
6/2013 -12/2013

- 17.6.2013 NF STAR, 10 kg  
25.7.2013 NF STAR, 10 kg  
4.9.2013 NF STAR, 10 kg
- CLE transformace potvrzena v aplikačním vrtu V-2, průběh pomalejší než očekávání dle labtestů, další nZVI aplikace
- Navýšení CLE v některých monitorovacích vrtech, nZVI distribuce nedostatečná, další aplikace nZVI do všech vrtů
- **Objevují se první úvahy o tom, že je něco špatně**

Application well V-2: CLE development



Monitoring well V-5 CLE development

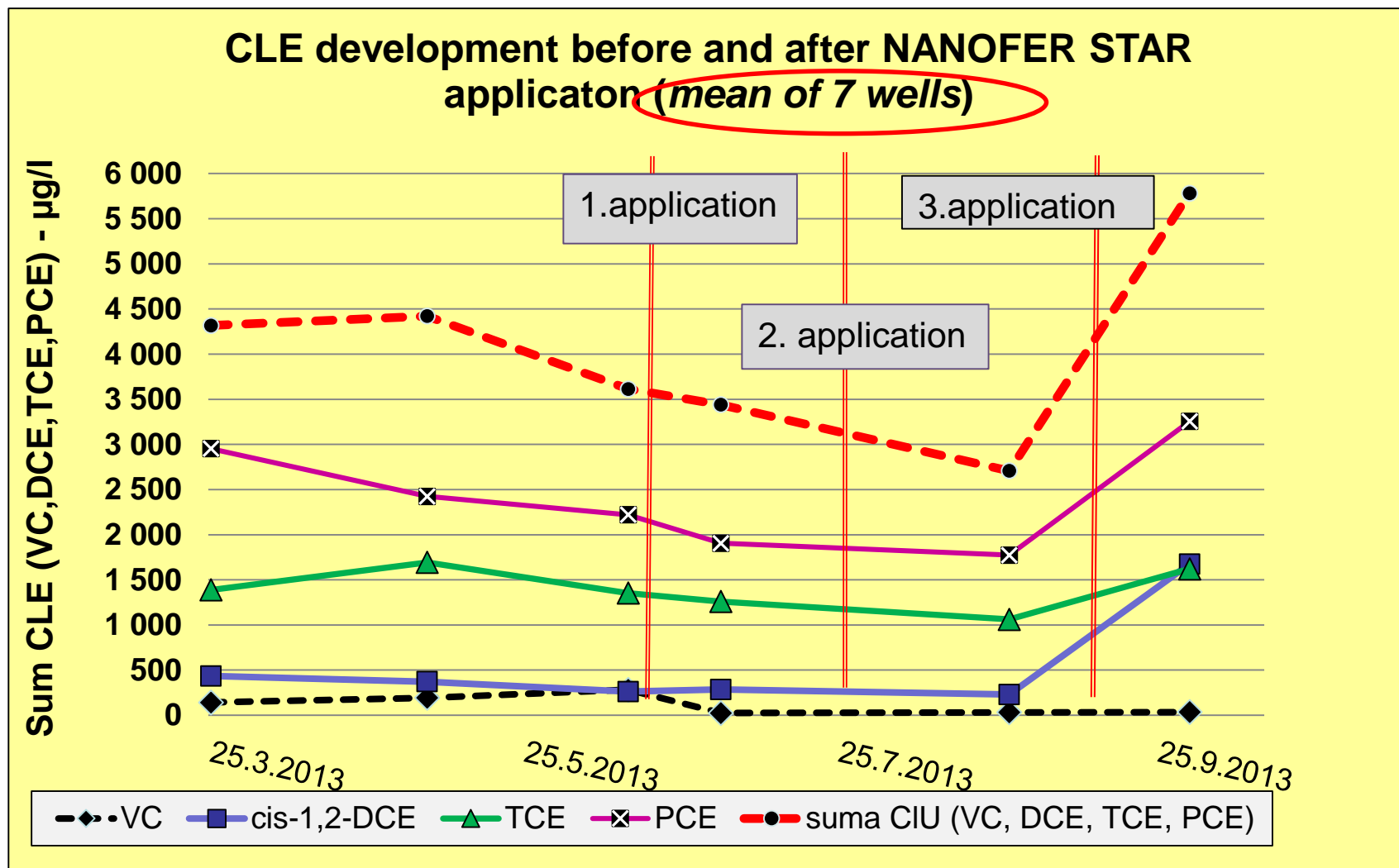






# První aplikace nZVI - 3 zásaky, PRŮMĚR

6/2013 -12/2013





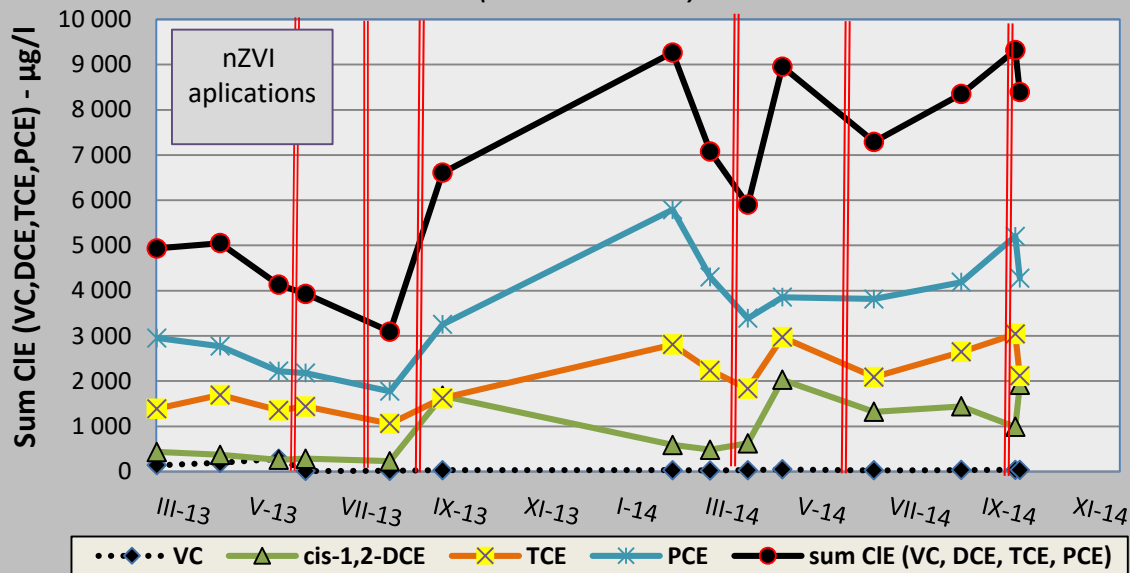
# Druhá aplikace nZVI - 3 zásaky, 1/2014 -12/2014

- Kontaminace je více než lze očekávat uvolněním sorbovaného množství vymýváním - likvidace rozpouštědel u plotu? neznámé protékající potrubí? neznámá protékající podzemní nádrž či sud?
- Geofyzikální průzkum 2/2014 – *anomálie 1,5 m p.t. ? podz.nádrž ?*
- Výkop v oblasti geofyzikální anomálie 1,5 m p.t. – *žádná odpověď*
- Čerpací test 3/2014 – *žádná odpověď*



## Development CIE before and after application nZVI

(mean 7 wells)



## nZVI aplikace

17.6.2013 NF STAR

25.7.2013 NF STAR

4.9.2013 NF STAR

1.4. 2014 NF STAR MSG

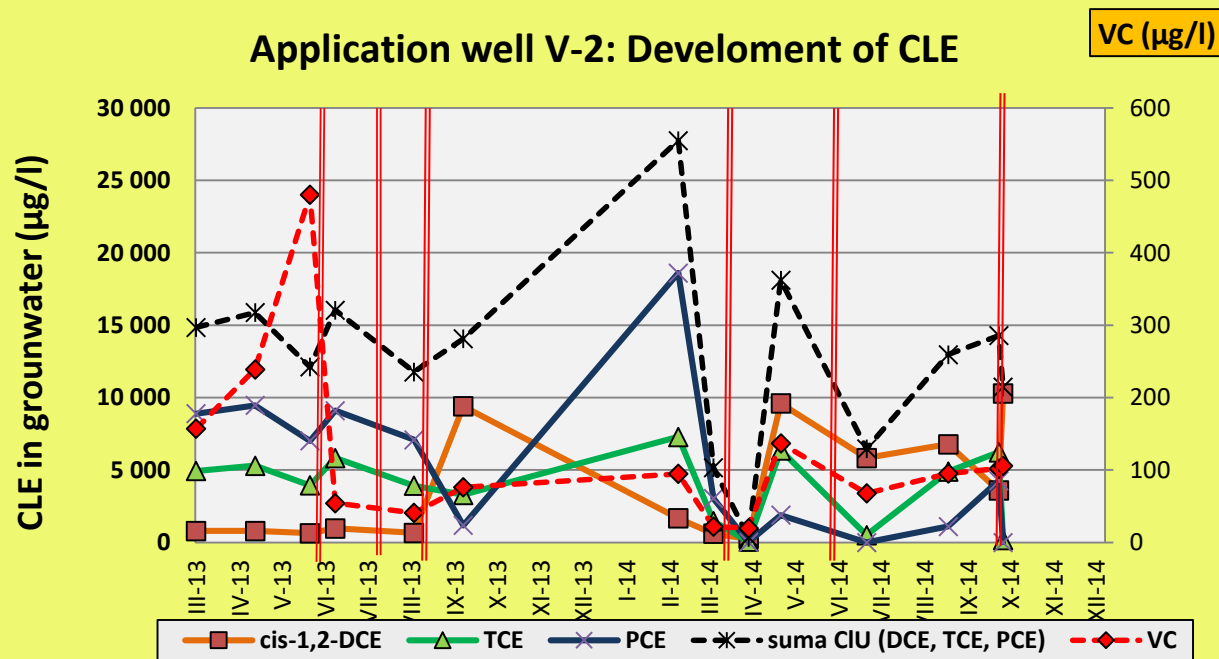
18.6.2014 – NF 25S

17.10. a 20.10.2014 - NF 25S

## nZVI aplikace - výsledky

- Aplikováno celkem 80 kg nZVI
- Dvojnásobný nárůst konc. sumy CLE oproti vých.stavu (průměr 7 vrtů)
- Výskyt degr. produktů ve vrtech V-2 a V-1
- Právděpodobně další zdroj PCE a TCE v nesaturované zóně
- Další krok: MIP průzkum

## Application well V-2: Development of CLE





# Nové vymezení rozsahu kontaminace – MIP průzkum 1/2015 -10/2015

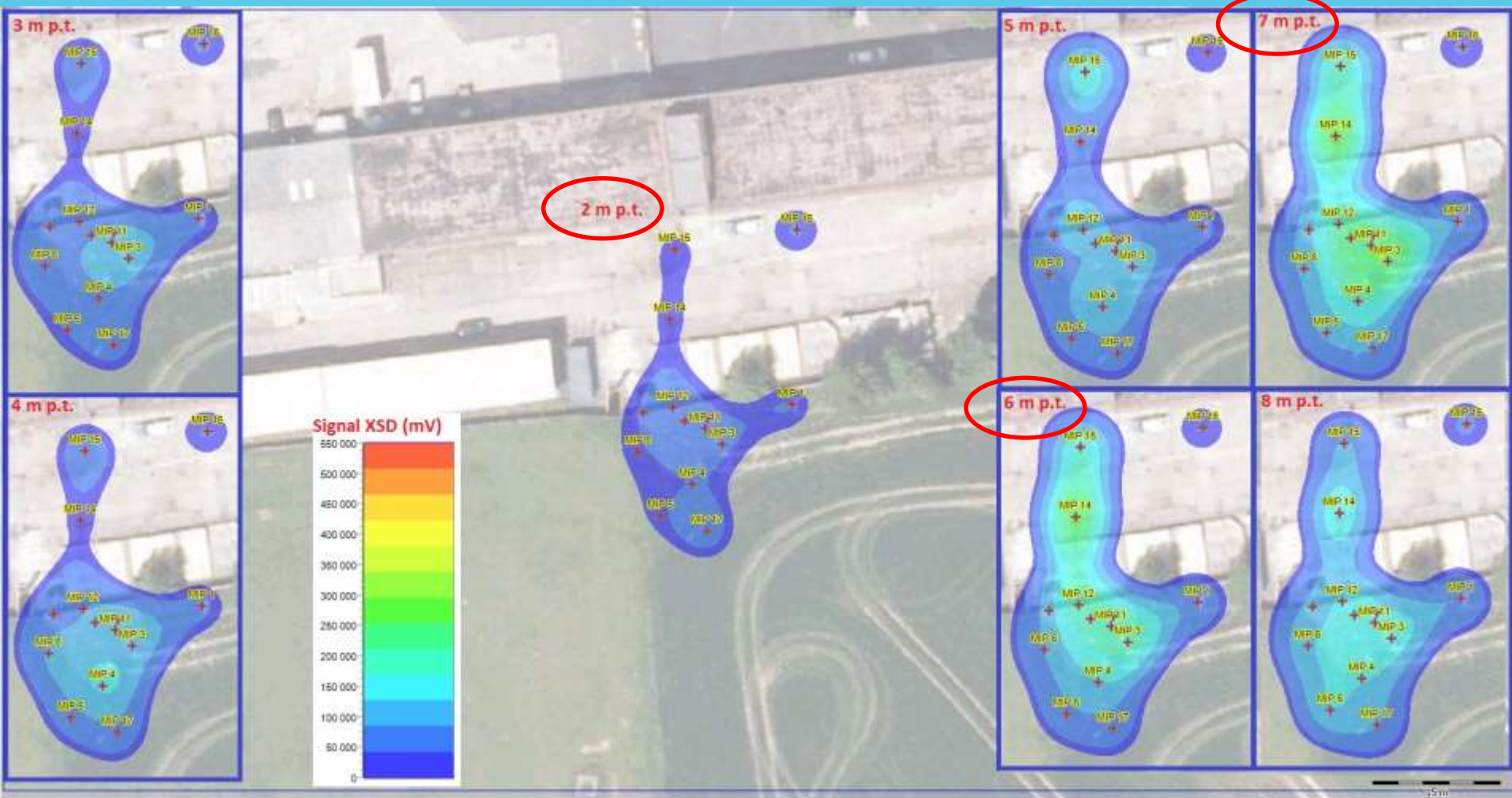
## MIP průzkum- realizace DEKONTA, a.s.

- 23.6.2015 & 3.9.2015, celkem 14 MIP sond
- XSD detektor (halogen specific detector) byl použit pro interpretaci výskytu CLE
- **Hlavní zdroj kontaminace se nachází uvnitř areálu pod budovou v hloubce 6-8 m**





# MIP průzkum - výsledky /DEKONTA, a.s.



Mgr. Vladimír Knytl



# Kombinace BIO-NANO + ověření horní části kontaminace, 11/2015-4/2017

- 1. Aplikace syrovátky 10 m<sup>3</sup> gravitačně do V-1 až V-6 a HJ-104A. Zásak relativně obtížný s ohledem na nízkou propustnost prostředí (11/2015)
- 2. Aplikace syrovátky 8 m<sup>3</sup> Direct Push (9/2016), 21 sond, realizace Dekonta)
- Monitoring (22.2., 3.5., 9.8., 15.11., 4.4.) – proces ERD pomalejší než na ostatních lokalitách, důvodem je patrně nízká propustnost prostředí
- Vybudování 4 ks nových monitorovacích vrtů V-7 až V-10 (8/2016) + další aktivity





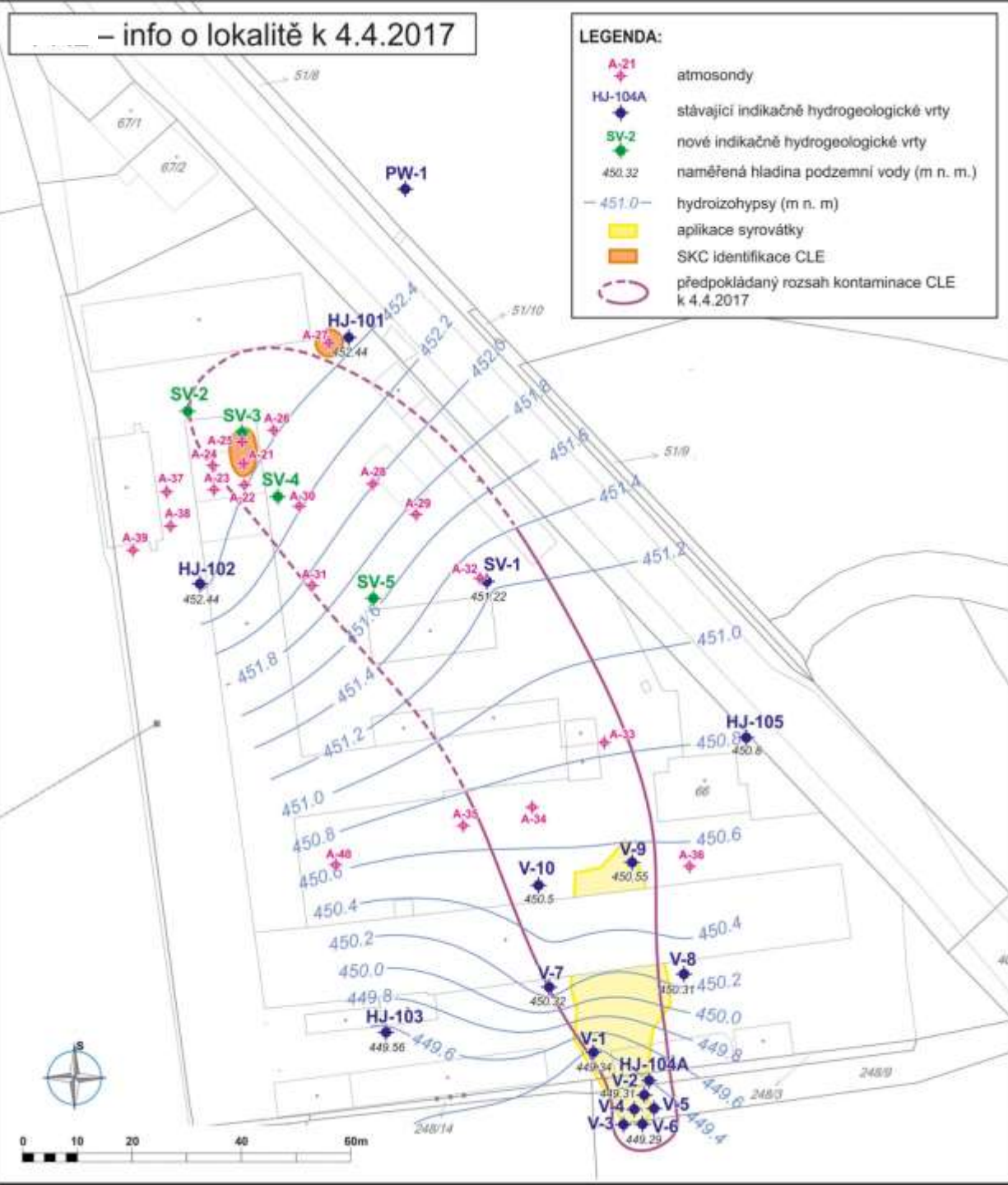
V-9 : 6 900  $\mu\text{g/L}$

V-10: 1 200  $\mu\text{g/L}$

SV-1: 6 800  $\mu\text{g/L}$

ohnisko shora  
neozhraničeno.

**Pravděpodobné  
ohnisko CLE leží v SV  
rohu areálu, šíření k  
jihu může být  
preferováno podél  
kanálů, jejichž  
umístění se jen  
částečně shoduje s  
dostupnými plány**







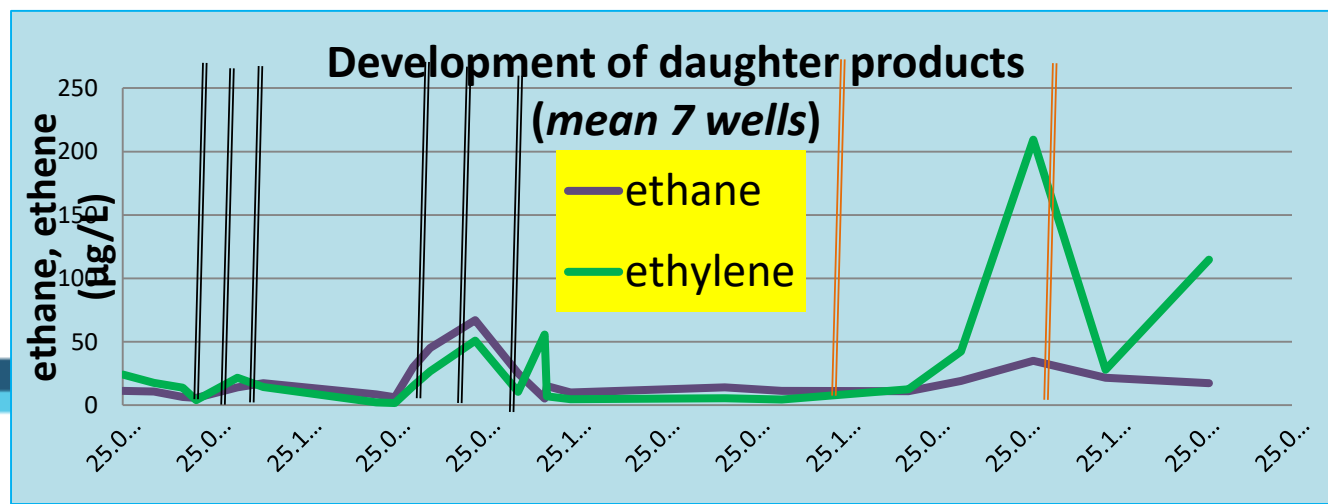
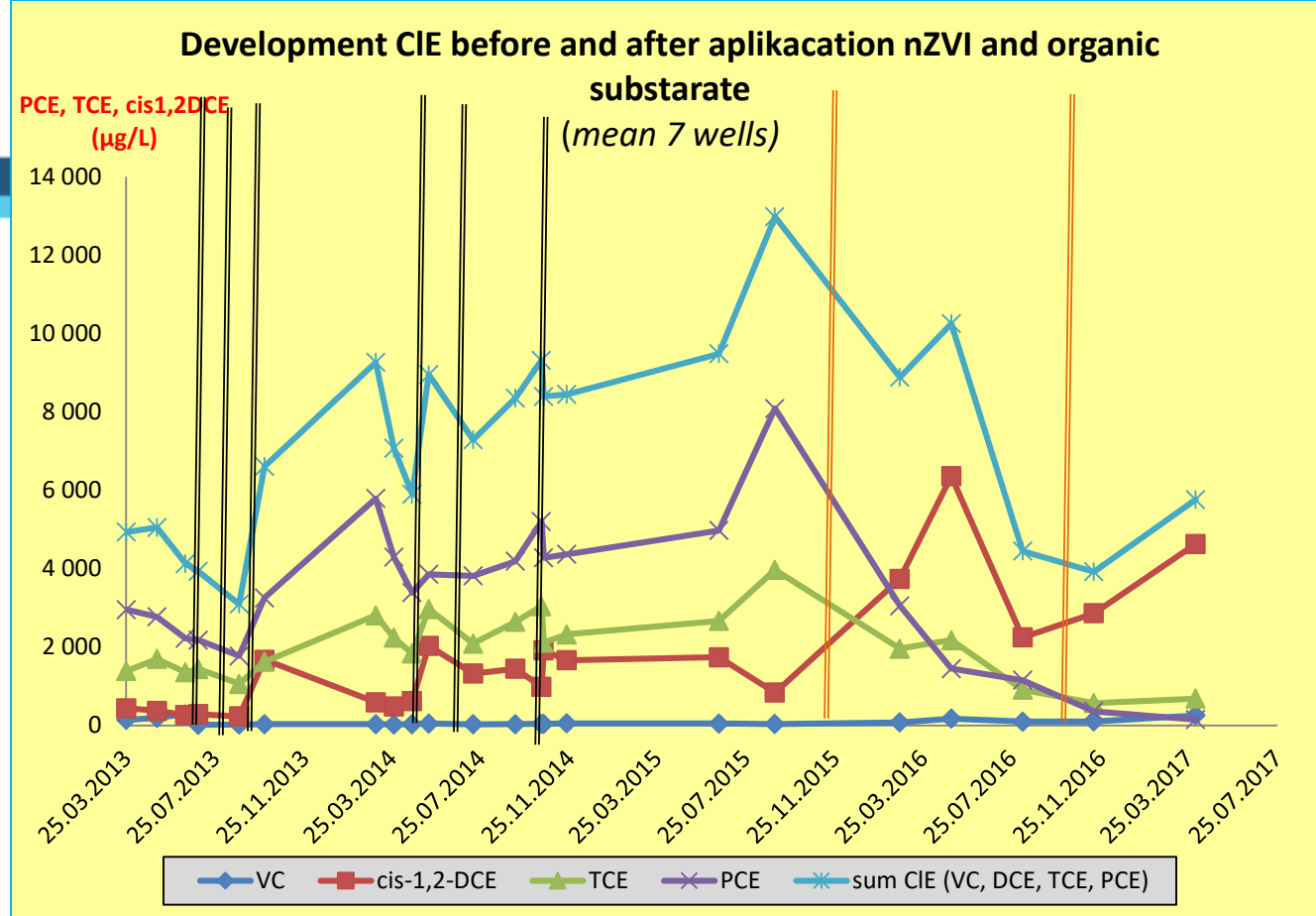
# Aktuální stav k 4.4.2017

WEL (depth in m)	V-1 (5,0 m)	V-2 (7,2 m)	V-3 (6,9 m)	V-4 (7,1 m)	V-5 (5,8 m)	V-6 (6,1 m)	HJ-103 (9,4)	HJ-104A (3,4 m)	V-7 (8,0 m)	V-8 (8,4 m)	V-9 (8,4 m)	V-10 (8,8 m)	SV-1 (9,3 m)	HJ-101 (4,1 m)
sampling date	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017	4.4.2017
VC	108	320	39,1	313	714	274	<4	<4	<4	<4	39,8	<4	36,4	<4
1,1-DCE	1	22,6	1,7	19	27,6	17	<1	<1	1,1	<1	35,4	1,5	36	<1
trans-1,2-DCE	6,5	66,5	5,9	46,5	111	30,8	<1	<1	1,2	<1	72,8	1,2	13,1	<1
cis-1,2-DCE	416	8940	579	4950	15000	2520	<1	<1	95	24,4	5040	107	406	29,5
TCE	4,6	1880	116	593	838	1340	<1	<1	680	53,7	4850	274	1810	7,9
PCE	5,6	321	29,6	102	368	228	<1	<1	283	15,9	792	658	4510	22,9
suma CIU (DCE, TCE, PCE)	<b>542</b>	<b>11 550</b>	<b>771</b>	<b>6 024</b>	<b>17 059</b>	<b>4 410</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>1 060</b>	<b>94</b>	<b>10 830</b>	<b>1 042</b>	<b>6 812</b>	<b>60</b>
methane	4490	2530	4220	5750	2490	3790	1270	13400	<2	1130	4600	10,2	118	<2
ethane	22,2	22,7	10,6	16,8	20,9	22,7	<1	6	<1	<1	2,9	<1	21,7	<1
ethylene	<b>62,2</b>	<b>158</b>	<b>36,3</b>	<b>188</b>	<b>245</b>	<b>113</b>	<1	<1	<1	<1	<b>3,3</b>	<1	<b>57,7</b>	<1
acetylene	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<b>12,8</b>	<1
COD-Cr	54	249	42	116	148	50	63	104	22	22	263	42	1100	27



Aktuální stav  
prostoru  
pilotního  
testu se  
dvěma  
aplikacemi  
syrovátky,  
který je stále  
dotován  
čerstvou  
kontaminací

07.06.2017





# Závěr/Poučení

- Po několika letech na testovací lokalitě se zdá neuvěřitelné, jak jsme mohli tak podcenit průzkum a vymezení ohniska  
**ALE!**
- Na počátku byl příchod na lákavou vysanovanou lokalitu s bodovou kontaminací „u plotu“, ideální pro testování nových technologií pro účely výzkumného projektu
- Stále jsme hledali zdroj bodového znečištění. Na vysanované lokalitě nikdo neočekával kontaminační mrak přes celý areál. Proto byl podceněn průzkum celé lokality a nebylo důsledně ověřeno ohnisko
- Nejedná se o výjimečný případ
- Tlak výběrových řízení na minimální cenu odborných prací se negativně projevuje i na rozsahu průzkumu znečištění a to je, jak vidno, cestou do pekel

# PŘÍBĚH JEDNÉ LOKALITY S KONTAMINACÍ CHLOROETENŮ *ANEB CESTA DO PEKEL JE DLÁŽDĚNÁ DOBRÝMI ÚMYSLY*

## DĚKUJI ZA POZORNOST

# Formální změna:

- **Monika Stavělová**



- 21.4.2017



- **Monika Heřmánková**



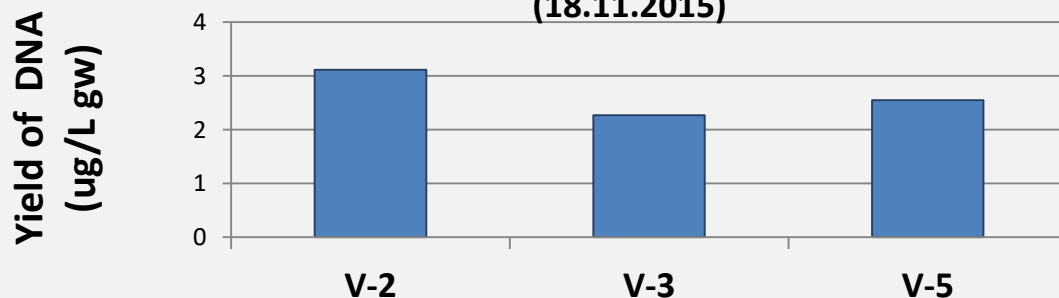


# PCR screening of dehalorespiring microflora

before organic substrate application - TUL, Jana Steinová

		Organohalid-respiring bacteria					Sulphatereducing bacteria	Total bacterial biomass
Sampling	DNA extrakce	<i>vinylchlorid reductase (bvca)</i>	<i>vinylchlorid reductase (vcrA)</i>	<i>Dehalobacter sp. (Dre)</i>	<i>Dehalococcoides sp. (DHC-RT)</i>	<i>Desulfitobacterium sp. (Dsb)</i>	<i>dissimilatory sulphate reductase (dsrA)</i>	16S rRNA (U16SRT)
18.11.15	V-2 (hot spot)	det	det	det	det	det	det	det
18.11.15	V-3 (border)	det*	det	det	det	det	det	det
18.11.15	V-5 (plume)	det*	det	det	det	det	det	det

Yield of DNA extraction before organic substrate application (18.11.2015)



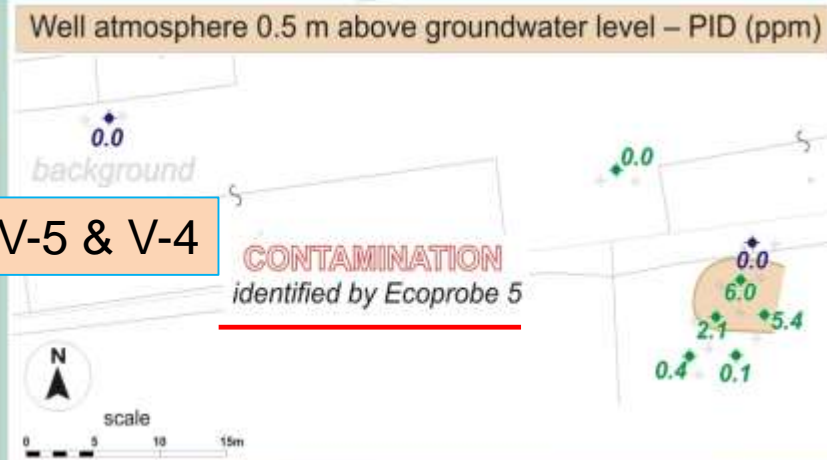
# Boreholes logging

well		Influx $Q_1$	Influx $Q_2$	Influx total
V-2	Depth interval [m]	2,30 – 2,50	2,80 – 3,20	0,6
	Flow rate [l.s-1]	0,25	0,05	0,30
	Influx [%]	83	17	100
	Kf [m.s-1]	$7,1 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-3}$	$2,8 \cdot 10^{-2}$
V-5	Depth interval [m]	3,70 – 4,50	5,00 – 5,30	1,1
	Flow rate [l.s-1]	0,02	0,04	0,06
	Influx [%]	30	70	100
	Kf [m.s-1]	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$	$2,1 \cdot 10^{-3}$
HJ-104A	Depth interval [m]	2,40 – 2,60		0,2
	Flow rate [l.s-1]	0,003		0,003
	Influx [%]	100		100
	Kf [m.s-1]	$3,3 \cdot 10^{-4}$		$3,3 \cdot 10^{-4}$

# Site contaminated by PCE, TCE, DCE, VC

LABORATORY ANALYSIS: Sum of chloroethenes in groundwater ( $\mu\text{g/l}$ )

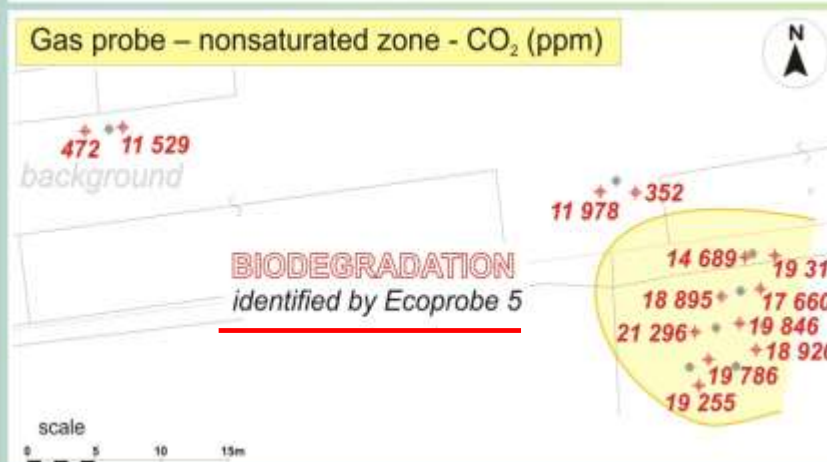
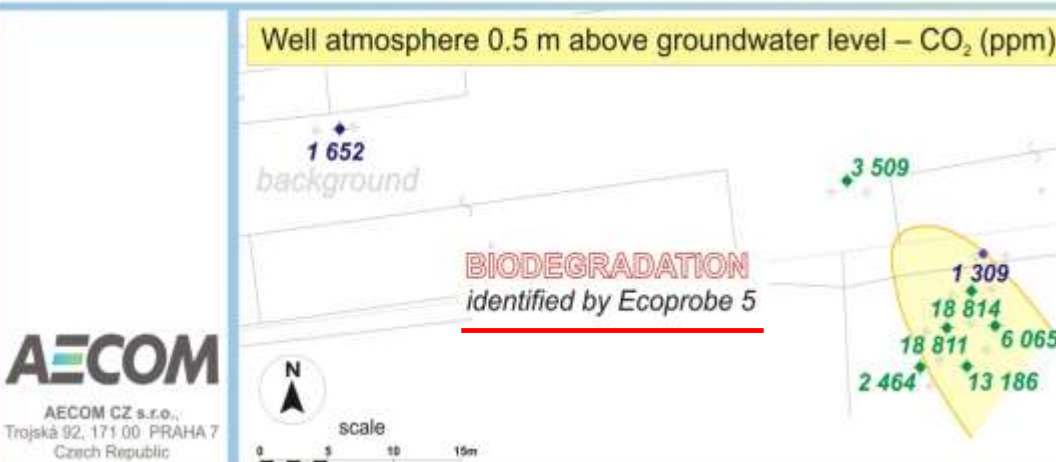
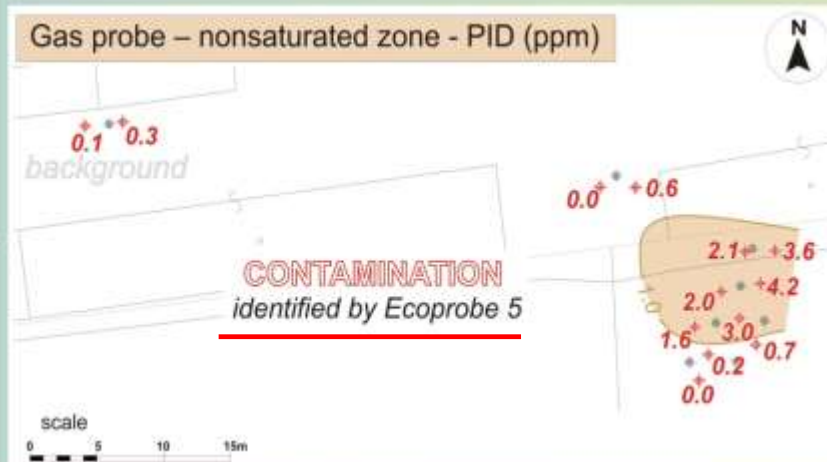
Some contamination shift from V2 to V-5 & V-4



LEGEND:

- HJ-104A ● Old monitoring well (0 – 4 / 9.5 m)
- V1 ● New monitoring well (0 – 7 / 8 m)
- A-1 + Gas probe (0 – 2 m)

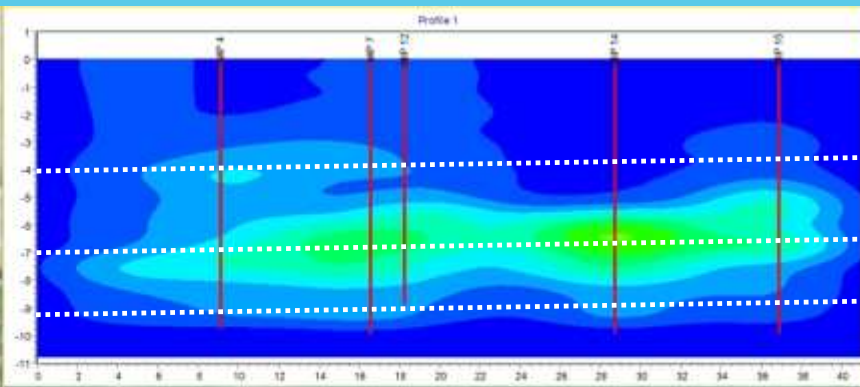
Sampling: 1<sup>st</sup> Oct. 2013







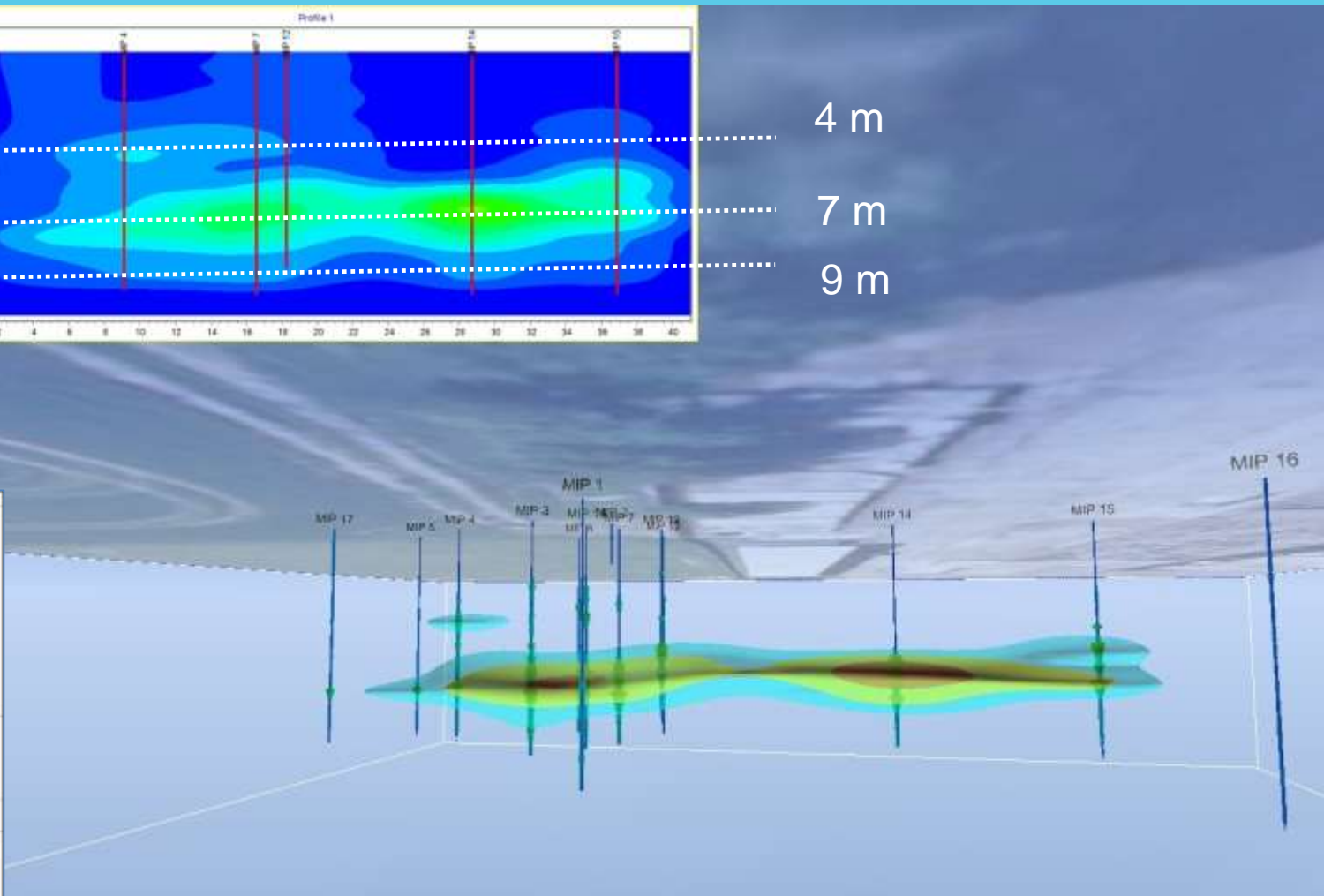
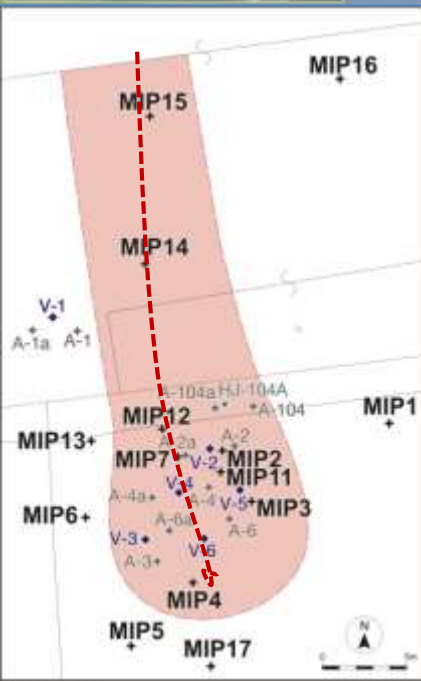
# MIP průzkum - výsledky /DEKONTA, a.s.



4 m

7 m

9 m



Mgr. Vladimír Knytl