

IN-SITU SANAČNÍ APLIKACE OPTIMALIZOVANÉHO NZVI S ELEKTROCHEMICKOU PODPOROU NA LOKALITĚ KONTAMINOVANÉ CHLOROVANÝMI UHLOVODÍKY

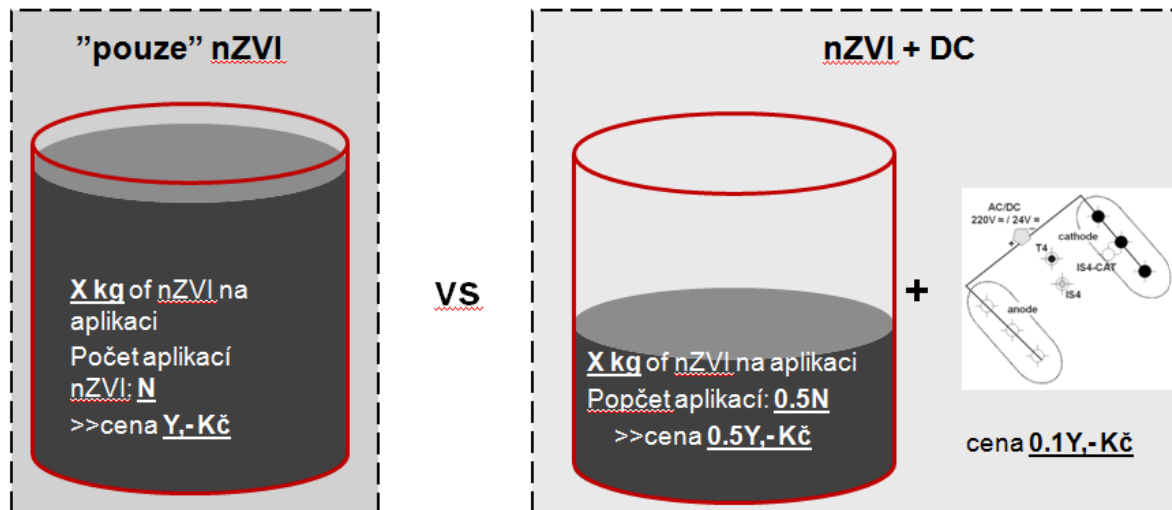
J. Nosek, T. Pluhař, O. Vološčuková, K. Marková

TAČR: TF02000064

„Nanomateriály pro sanace kontaminovaných vod“

Pilotní test – princip metody

- Kombinovaný přístup:
 - I: nZVI + DC
 - II: podpora biologických procesů
- **nZVI + DC:**
 - patent 304152 (vlastník MEGA a.s., TUL) >> vyšší efektivita nZVI



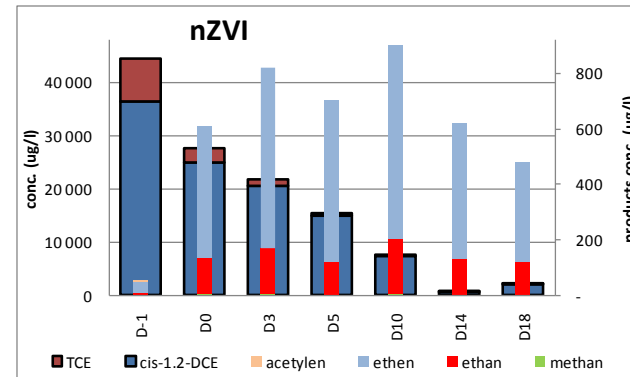
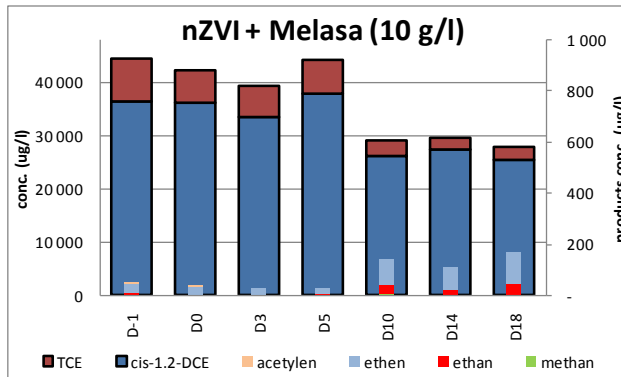
Stejná reaktivita

2krát delší čas aktivity
(úspora 40%)

- nZVI **STAR DC** (NANO IRON s.r.o.) optimalizovaný pro použití s DC (10 m²/g, 95% Fe⁰, cena 60 % nZVI STAR)

Pilotní test – princip metody

- **využití biologických procesů** (mikrobiální dehalogenace)
 - Ideálně nZVI s biologicky aktivní povrchovou modifikací (CMC, melasa, PAA, ...)
>> ztráta reaktivity (**pasivace nZVI**), minimální bio-efekt



- z pohledu mikroorganismů **nZVI** i **DC** jsou negativní faktory, které vedou k inhibici mikroorganismů (MO)
- v 1. fázi (nZVI + DC) posílení inhibičních procesů
>> povrchová modifikace nZVI **detergentem**
(zlepšení migrace nZVI a kontaktu CIU s nZVI, inhibice přítomných i nežádoucích MO)
- v 2. fázi (spotřeba nZVI + DC off):
>> efektivnější růst žádoucích dehalorespirujících MO

Lokalita Spolchemie

- Více jak 100 let chemické výroby (od r. **1856**) – anorganická chemie, organická barviva, syntetické pryskyřice)
- Dnes výroba syntetických pryskyřic; anorganická chemie (elektrolytická výroba chlóru a vysoce čistého NaOH, KOH, ...)
- >> historicky docházelo ke kontaminaci PV
- **AQUATEST a.s.** se dlouhodobě podílí na sanaci lokality



Pilotní test

Spolchemie M5C - uspořádání

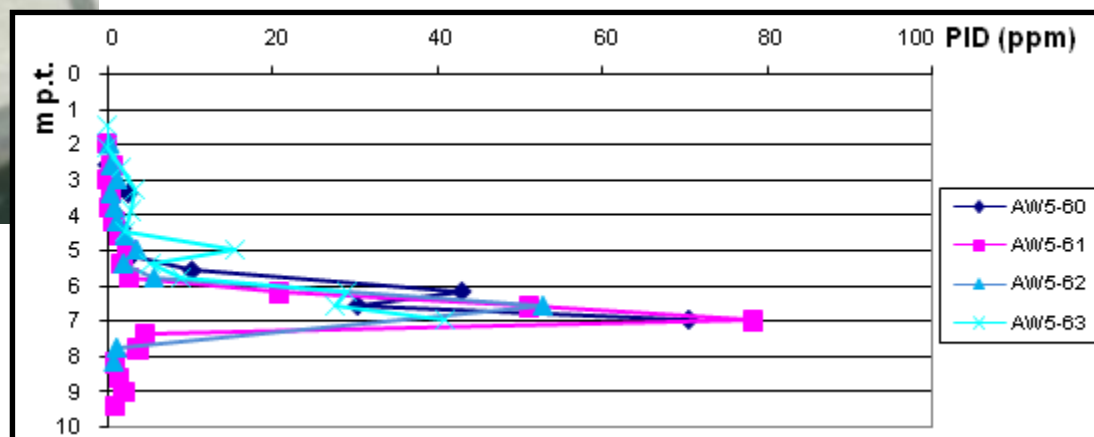


- báze kolektoru 9 m p.t.
- k_f kolektoru v řádu 10^{-4} m/s
- PV: cca 3 m p. t.
- proudění PV: 4,5-6,8 m p. t.

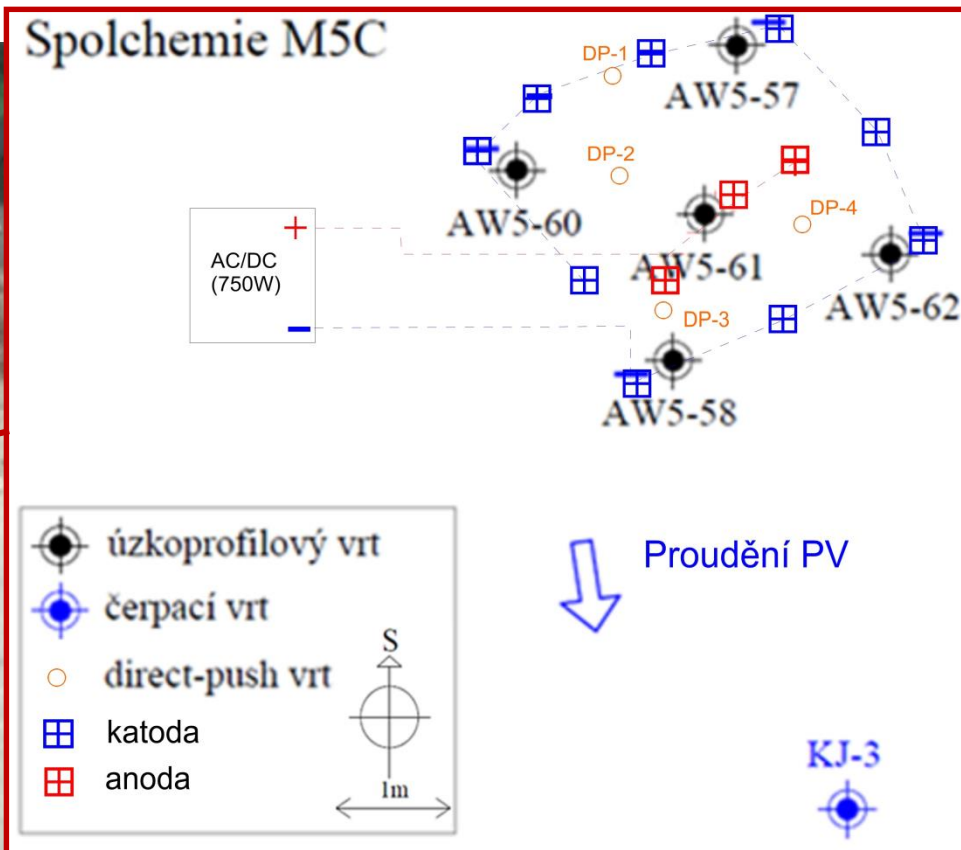
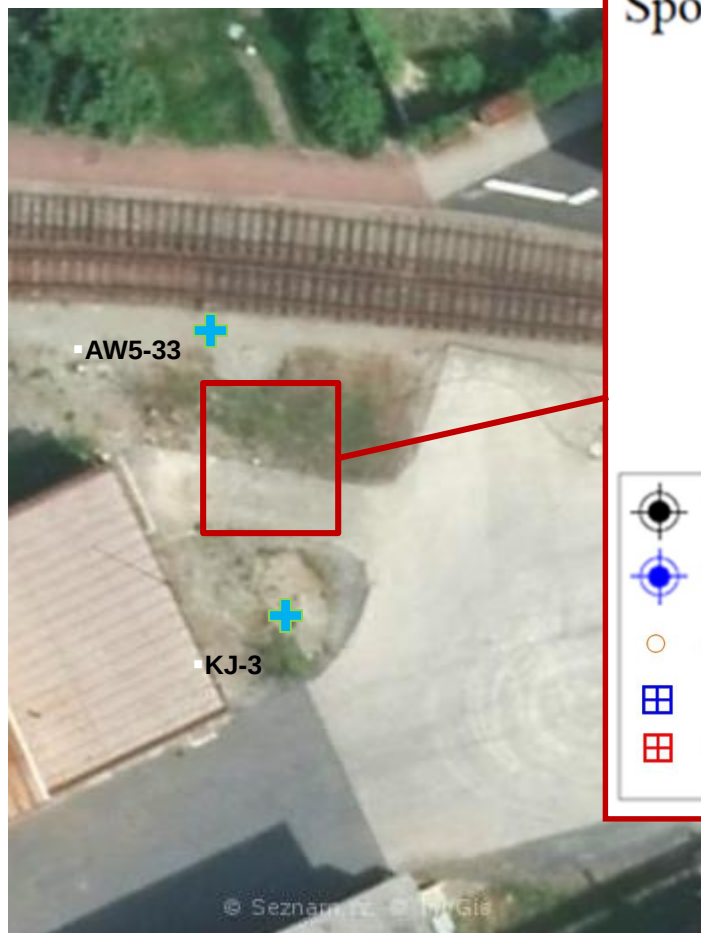
Kontaminace:

- TCE (55 %) **60-80 mg/l**, 1,2-cis-DCE (40 %) **40-60 mg/l**
- strojní dílny (cca 40 m proti směru PV)

- **ECO-MIP**: analýza vrtných jader
>> CIU převážně 5-7 m p. t. (direct-push)



Spolchemie M5C - uspořádání



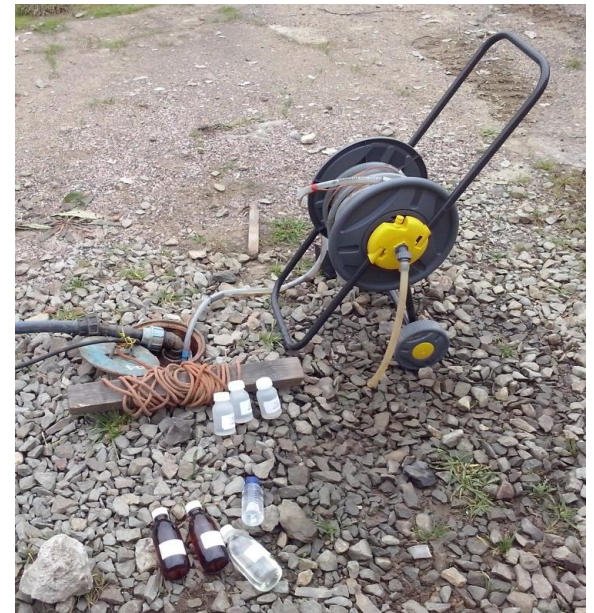
Aplikace nZVI

60 kg STAR DC, 1 kg detergentu
1 kg LiCl, 20 m³ vody

	Direct-push sondy				Tlaková injektáž		
	DP-1	DP-2	DP-3	DP-4	AW5-57	AW5-60	AW5-61
5 m	2	1,7	1,5	1,5	3,3	3,3	2,3
6 m	0,8	0,8	0,6	0,6			
7 m	0,5	0,5	0,3	0,3			

Spolchemie M5C - monitoring

- Celkem 8 monitorovacích kol (2 před-aplikační)
- Analýzy: fyz.-chem., základní chemismus, CIU, produkty dechlorace (AQ)
+ vzorky na real-time PCR (TUL)
- Odběry po ustálení fyz.-chem. parametrů



Spolchemie M5C – fyz.chem.

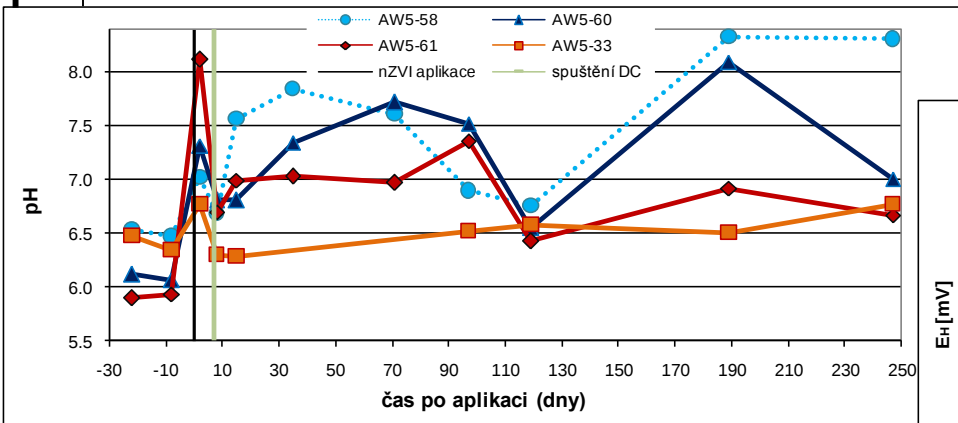
AW 5-33 nátok do polygonu

AW 5-60 vrt s nZVI v blízkosti katody

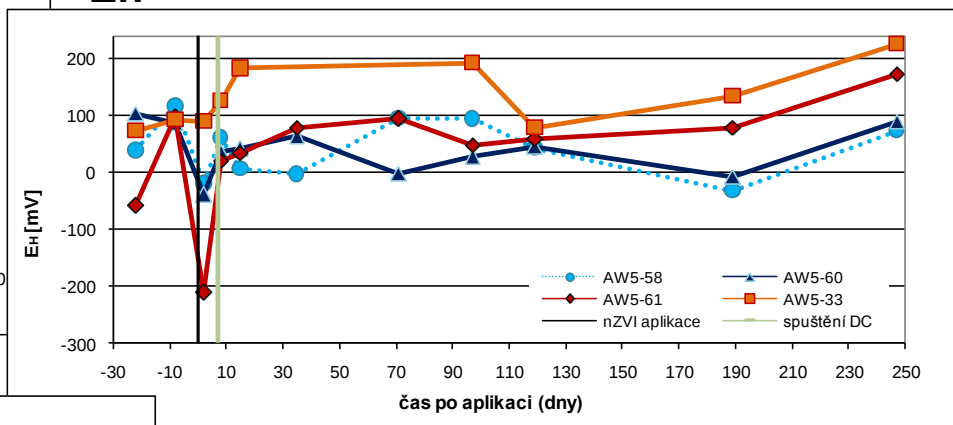
AW 5-61 vrt s nZVI v blízkosti anody

AW 5-58 neošetřený vrt odtok z polygonu

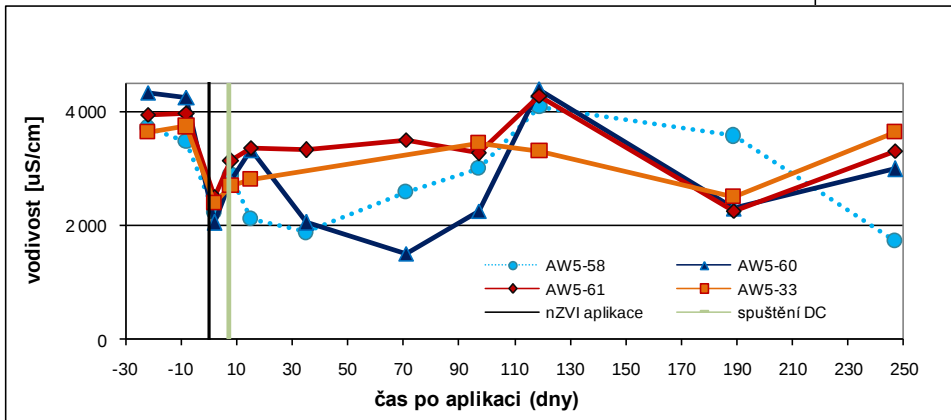
pH



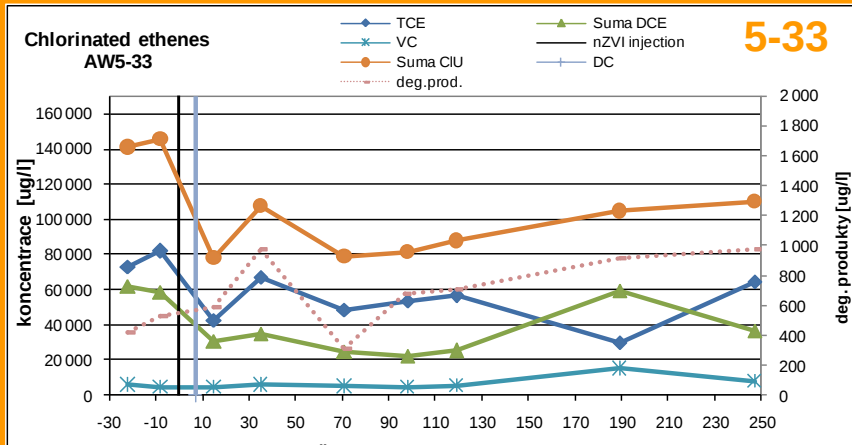
Eh



vodivost



- pokles Eh na vrtech (o 200 mV)
- růst pH (katoda)
- pokles vodivosti (redukce SO_4^{2-})

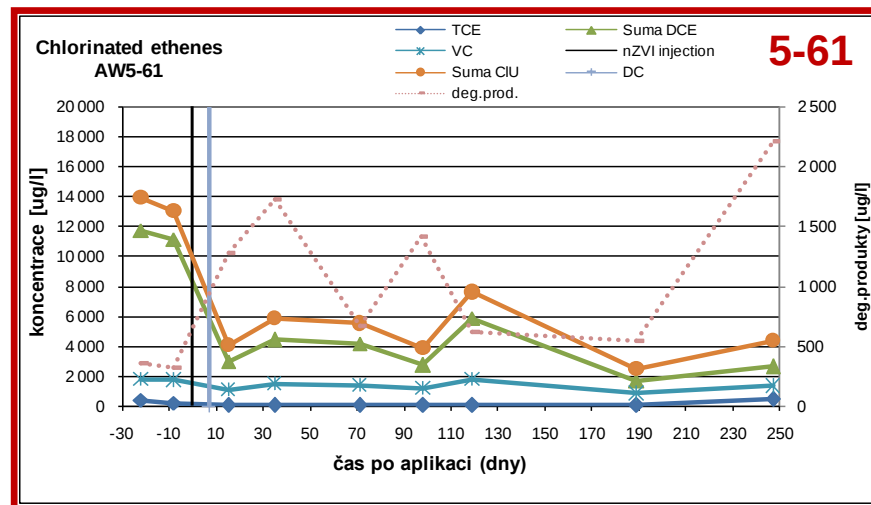
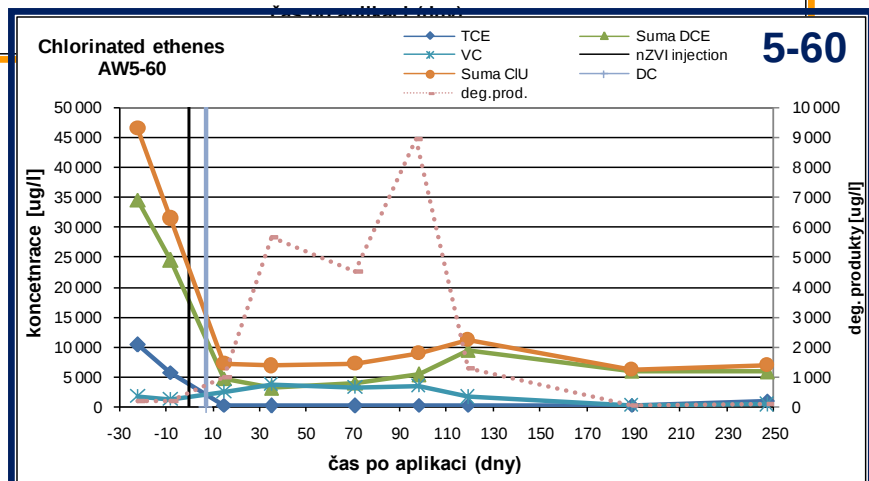
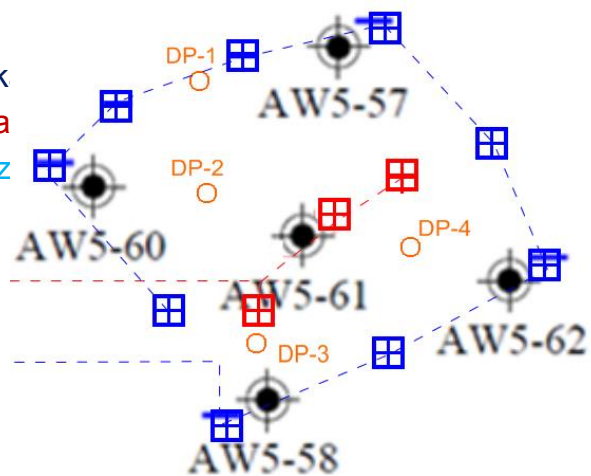


AW 5-33 nátok do polygonu

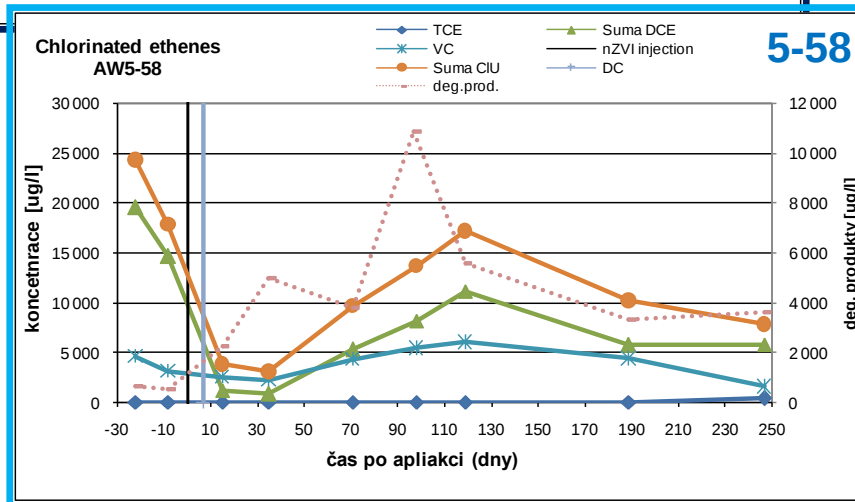
AW 5-60 vrt s nZVI v blízkosti k

AW 5-61 vrt s nZVI v blízkosti a

AW 5-58 neošetřený vrt odtok z



- redukce TCE již na nátoku do polygonu
- DCE degraduje v celém polygonu
- nárůst produktů dechlorace



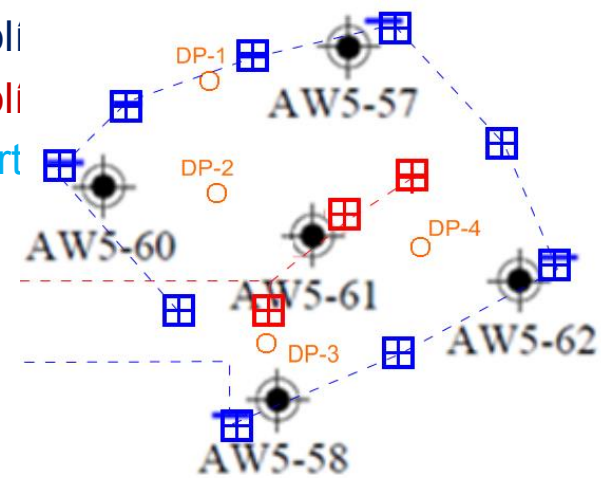
Spolchemie M5C

AW 5-60 vrt s nZVI v bli

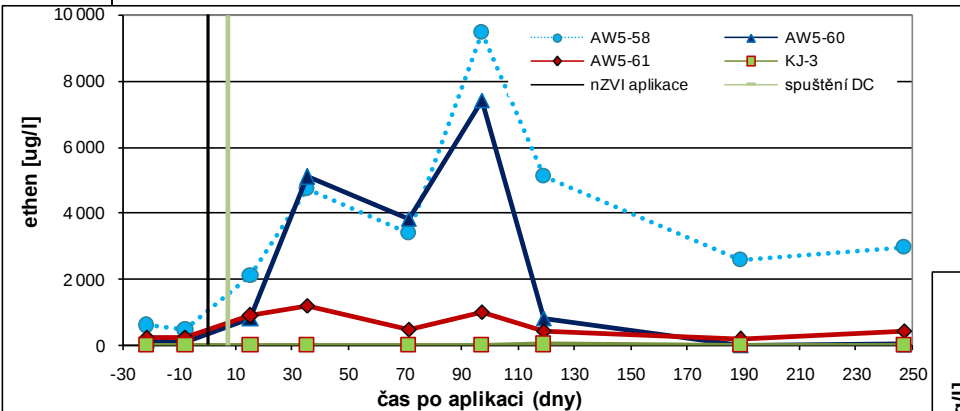
AW 5-61 vrt s nZVI v bli

AW 5-58 neošetřený vrt

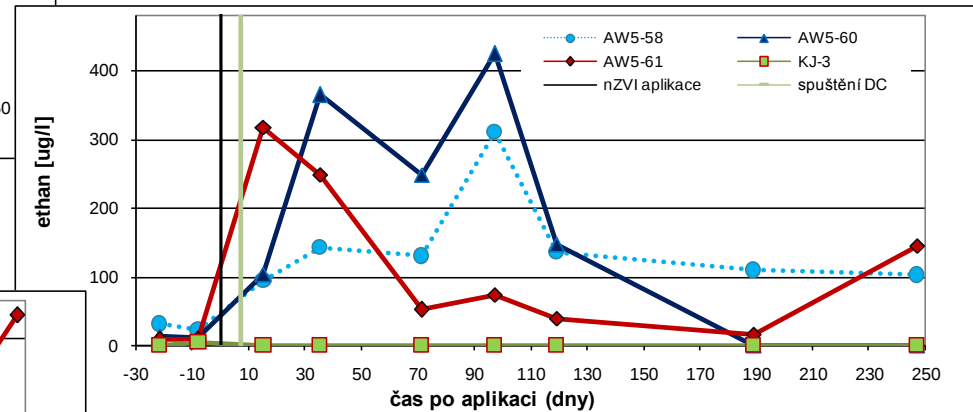
KJ-3 odtok z lokality



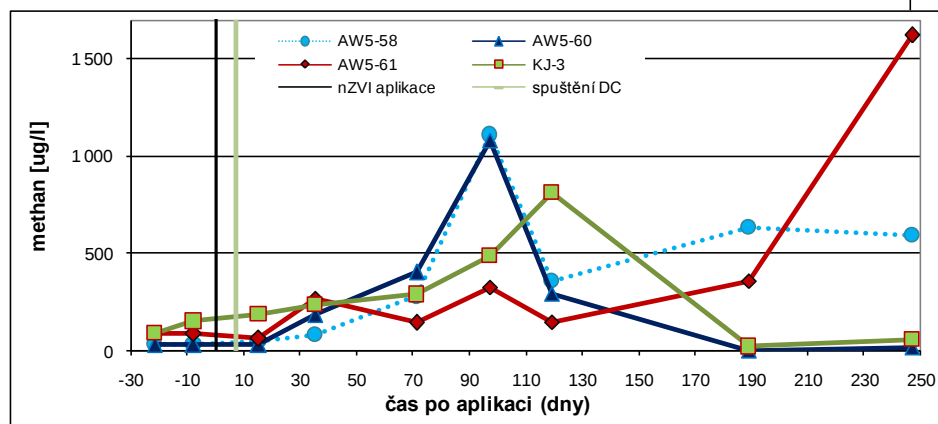
ethen



ethan



methan



- až 10.000 ug/l ethenu
- po spotřebování nZVI roste methan (růst MO – převážně v blízkosti anody)

Spolchemie M5C

Real-time PCR

- nZVI + katoda >> pokles MO
- nZVI + anoda >> bez poklesu MO
- pouze DC >> bez poklesu MO

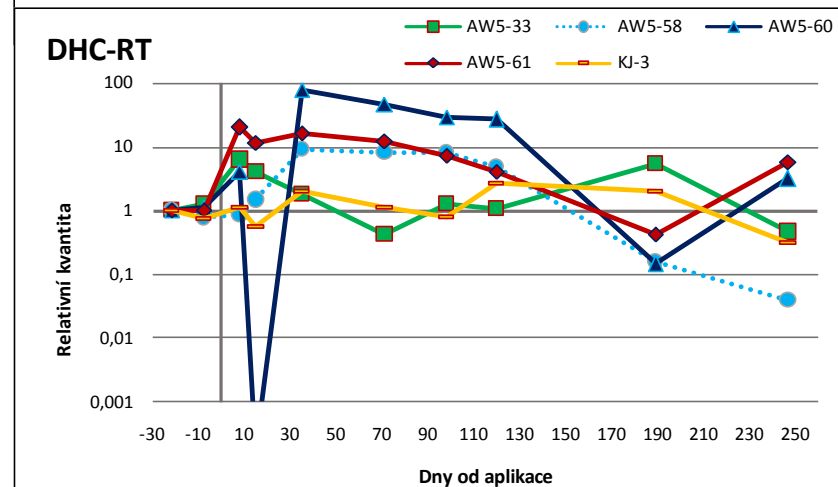
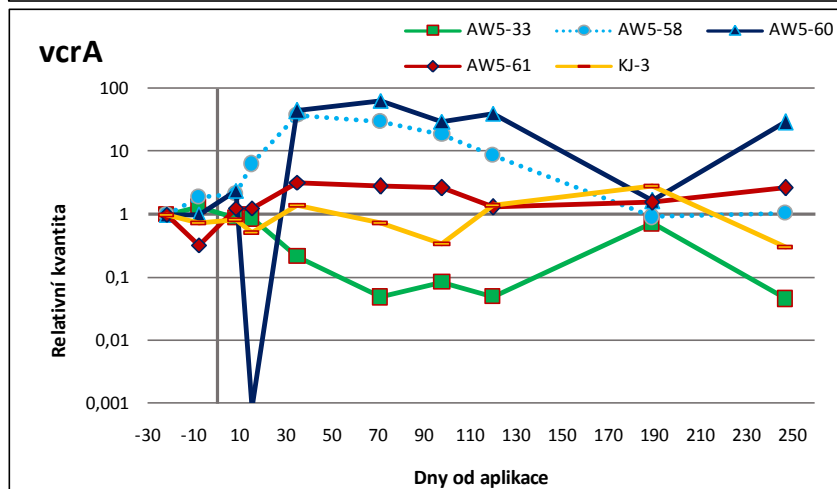
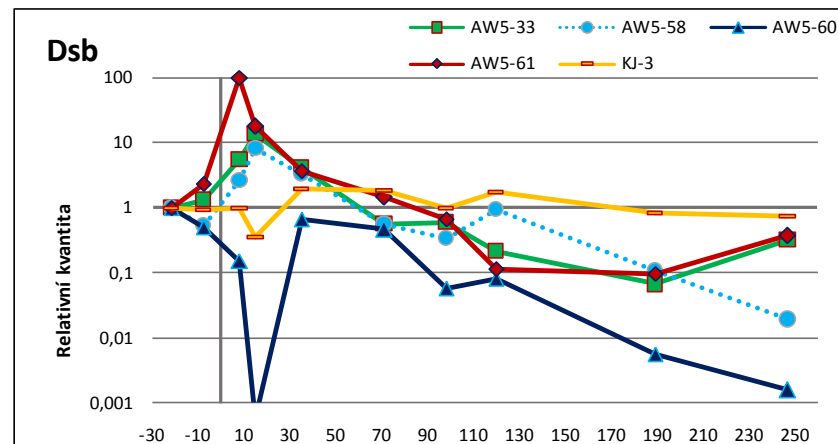
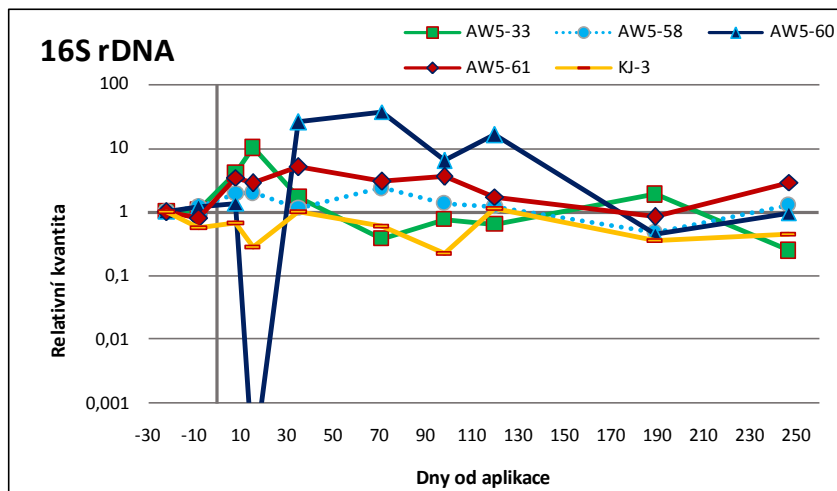
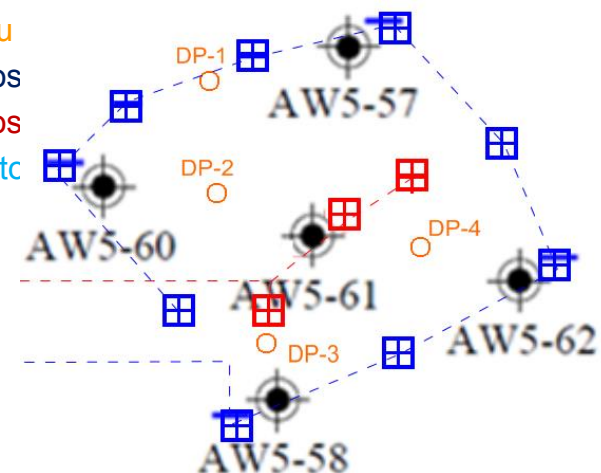
AW 5-33 nátok do polygonu

AW 5-60 vrt s nZVI v blízkos

AW 5-61 vrt s nZVI v blízkos

AW 5-58 neošetřený vrt odtc

KJ-3 odtok z lokality

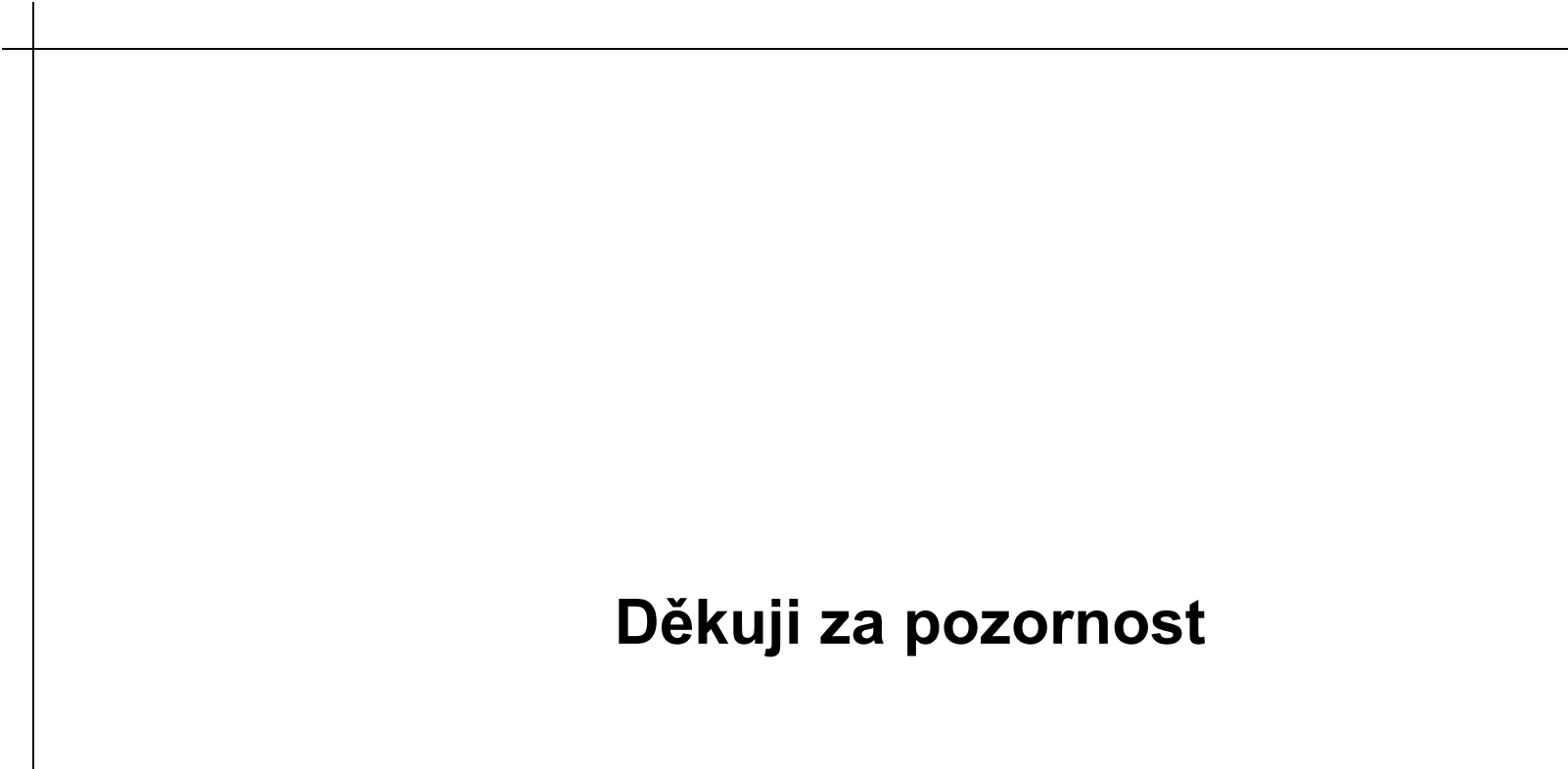


Spolchemie M5C – real time PCR

- Ve vrtech s nZVI v blízkosti katod pokles všech sledovaných markerů
>> nZVI (+ DC) toxický účinek na MO
- Ve vrtu AW5-61 (s nZVI) v blízkosti nZVI není patrný pokles MO
>> anodové procesy pravděpodobně kompenzují toxicitu nZVI
- Ve vrtech bez nZVI v blízkosti katod prakticky bez poklesu MO
>> v reálném průtočném systému na lokalitě není samotné DC inhibiční faktor pro MO
- Ve vrtech s nZVI: rychlý pokles MO >> během 1 měsíce návrat MO na původní hodnoty a výše (uvolnění nik eko-systému, využití zdrojů >> nárůst kvantity MO).

Závěr

- Stála dotace polygonu ze zdroje během pilotního testu (CIU: 55 % TCE, 40 % DCE)
- Více jak 3 měsíční aktivní fáze aplikovaného nZVI STAR DC následovaná zvýšenou aktivitou MO
- Vysoké poklesy koncentrací CIU:
 - TCE: pod sanační limit
 - DCE: více jak 75% pokles po celou dobu monitoringu
- Z pohledu MO:
 - Pouze přechodný negativní efekt
 - Celkově došlo k zachování a mírnému nárůstu kvantity MO
- Vysoká účinnost kombinované metody „**STAR DC** + detergent + DC systém“



Děkuji za pozornost