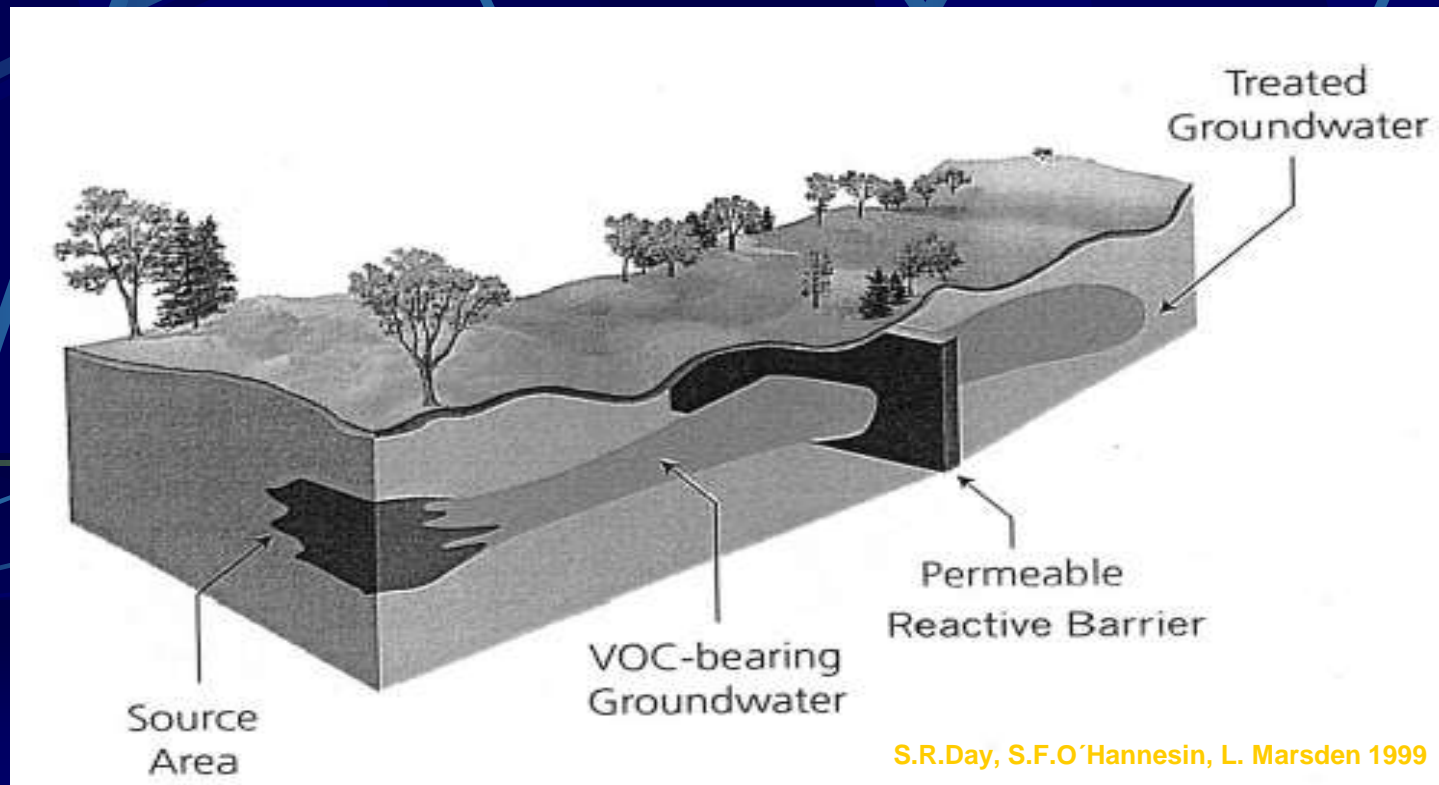


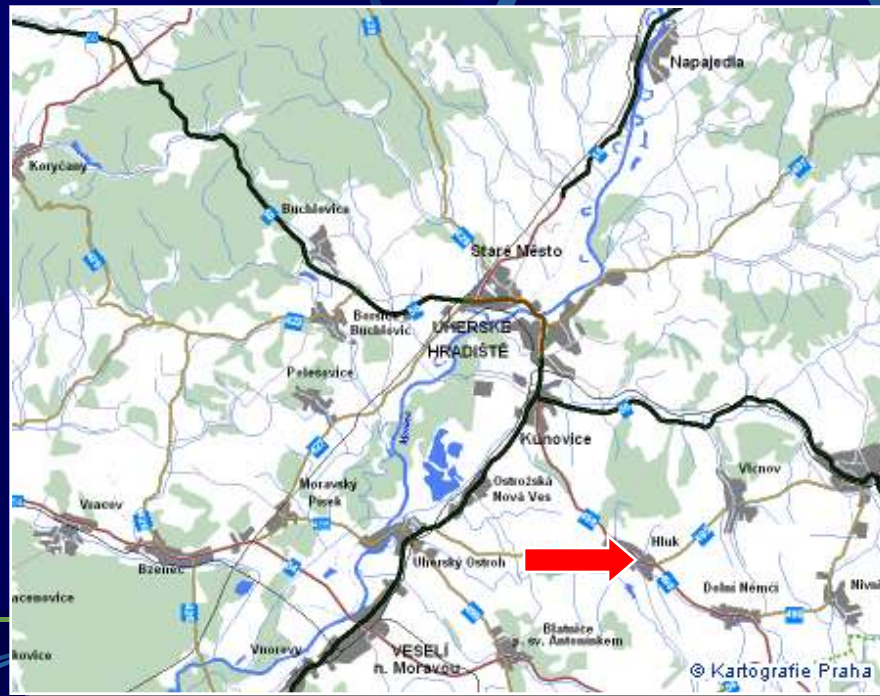
Nové poznatky z monitoringu podzemních reaktivních stěn



Patrik Kabátník

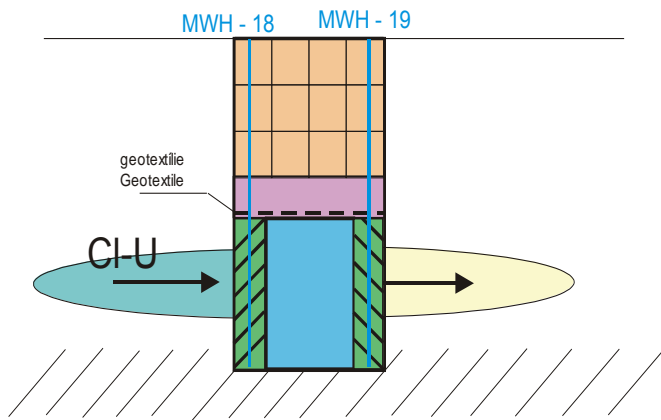
Lokalita – Autopal a.s., závod Hluk

- údolní niva říčky Okluky
- **předkvartérní formace**- pískovce a jílovce flyšových formací magurské skupiny příkrovů v hloubce od 5,0 do 6,0 m p.t.
- račanská jednotka + bělokarpatská – hlucký vývoj
- **kvartérní formace** – fluviální sedimenty - jíl. hlíny, jíly, šterky
- **kolektor** – písčité a jílovité šterky o mocnosti 1,5 až 3,5 m
- **podzemní voda** – hladina od 0,9 do 3,5 m p.t.



Použité technologie sanačního zásahu

Řez reaktivní bránou



LEGENDA







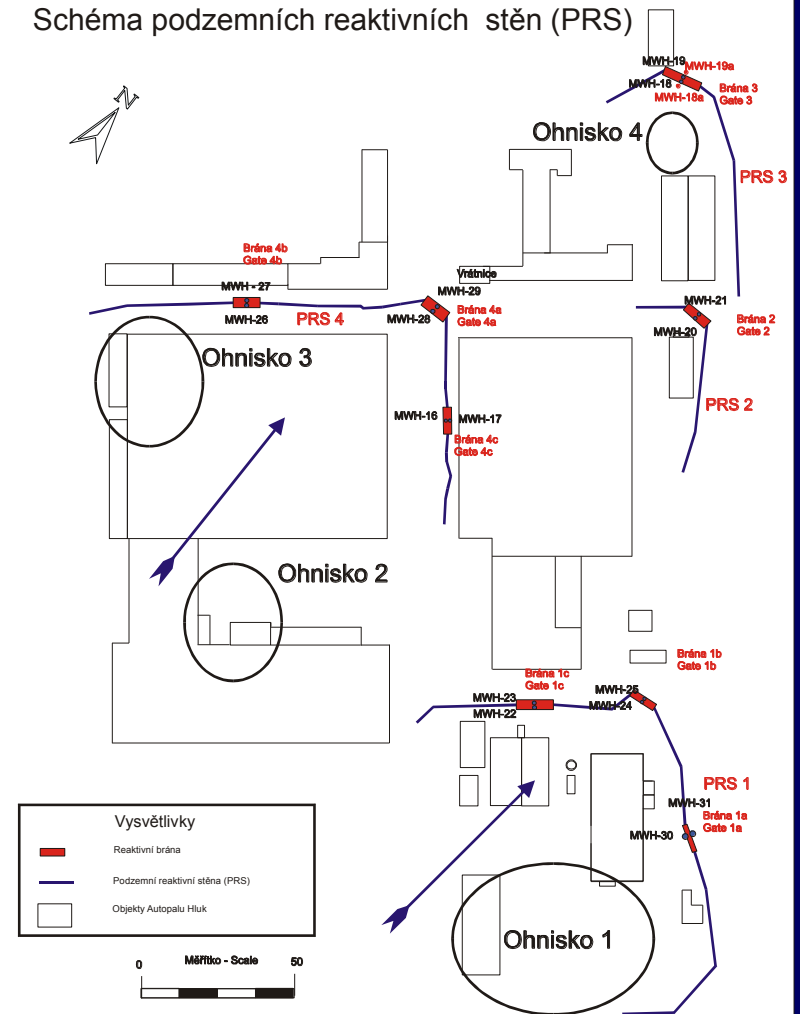
- | | | | |
|---|--|---|------------------------------|
|  | zásyp - inert. materiál + zatravnění |  | vrstva litinových pilin |
|  | bentonit |  | nepropustné podloží jílovec |
|  | směs litinových pilin a praného štěrku |  | MWH - 19 monitorovací objekt |

Schéma podzemních reaktivních stěn (PRS)



- s
pů
ko
(P)

stěn
aku

Rozměry reaktivních bran

PRS	reaktivní brána	celková šířka	Výška	délka
		(m)	(m)	(m)
1	1a	1,2	3,25	13
	1b	1,6	2,75	10
	1c	2,4	3,1	10
2	2	1,6	1,5	10
3	3	2	1,75	15
4	4a	2,4	3,35	10
	4b	2	4,1	10
	4c	2,4	3,25	10

Číslo PRS	Celková délka PRS	Podzemní těsnící stěna	Počet reaktivních bran
	(m)	(m ²)	(ks)
1	198,1	458,23	3
2	71,56	82,17	1
3	71,38	330,58	1
4	178,89	912,12	3
Celkem	519,93	1783,1	8

Princip degradace Cl – U nulamocným železem



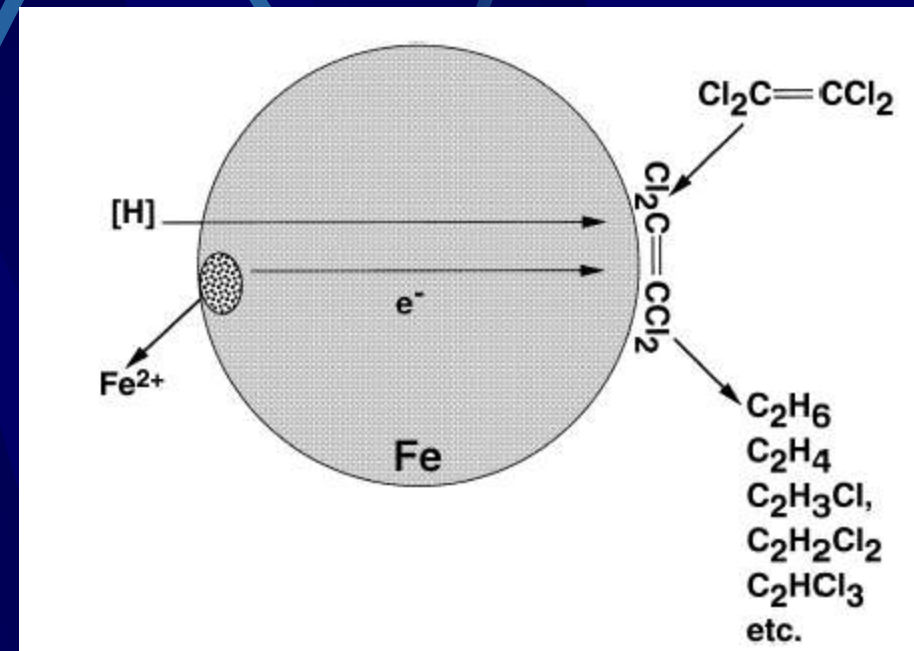
(4)

1+3 (Zhang et al. 1998)

2 (Lien, Zhang 2001)

4 (Gavaskar 2000)

- procesy redukční dechlorace (dehalogenace)
- vodné prostředí



(3)

Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran 1. fáze

Při vyhodnocení účinnosti reaktivních bran bylo zjištěno, že:

- účinnosti PRB v čase výrazně kolísá
- občas byla vyhodnocena záporná účinnost

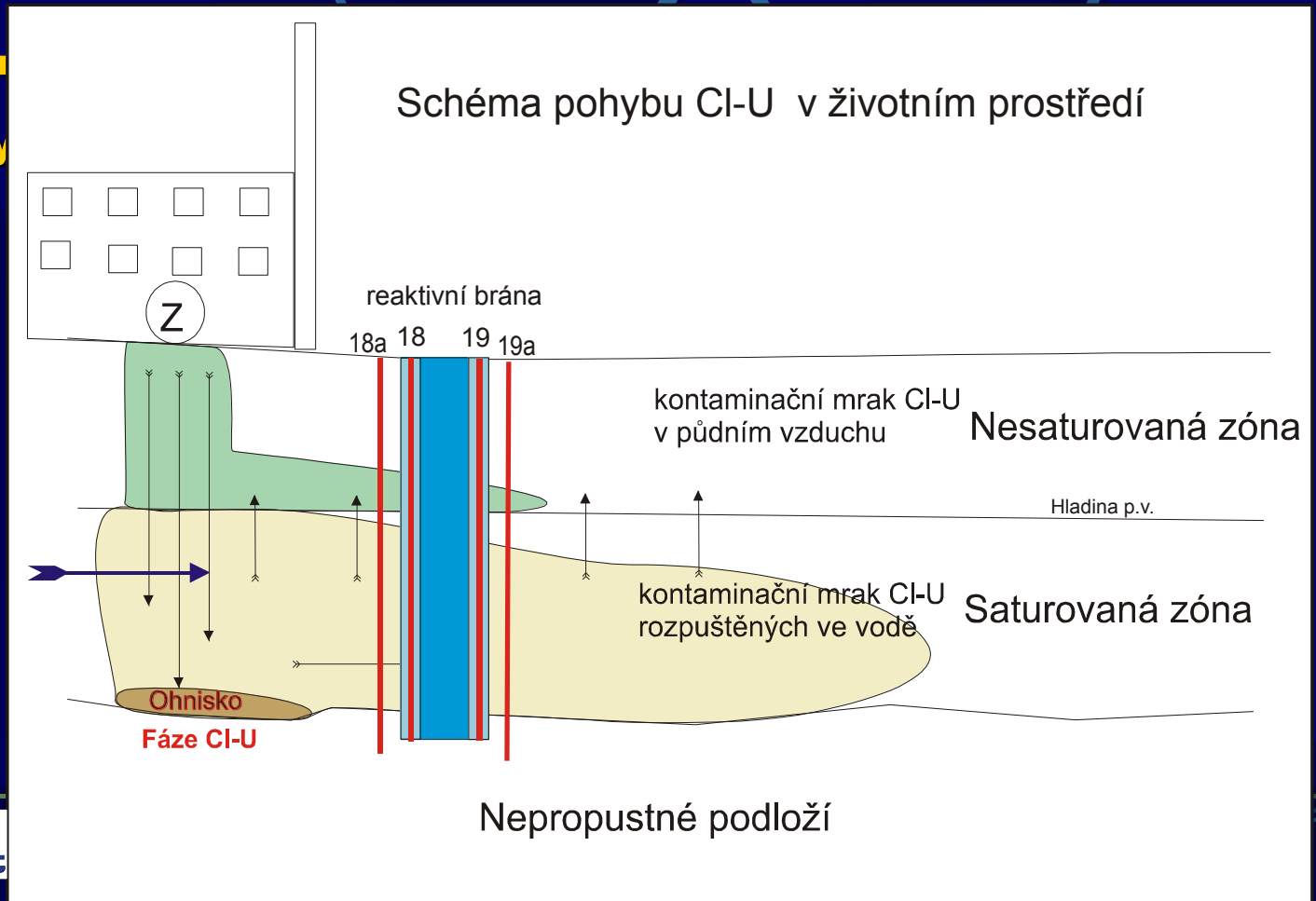
brána	monit. obj.	19.5.03	24.6.03	22.7.03	21.8.03	24.9.03	22.10.03	20.11.03	8.12.03	27.1.03	16.2.04	22.3.04	22.4.04	19.5.04	22.6.04	20.7.04	17.8.04	22.9.04	20.10.04	11.11.04	13.12.04	24.1.05	23.2.05	30.3.05	27.4.05	prům. účinnost
4c	MWH - 16	38,70	65,38	27,44	76,35	41,89	89,49	74,60	75,27	11,65	22,83	83,25	-106,76	97,35	72,46	79,36	94,96	79,32	50,21	75,52	83,82	82,04	1,03	60,00	64,21	55,85
	MWH - 17																									
3	MWH - 18	3,51	-109,09	-99,17	-137,74	-35,90	33,33	-86,84	-48,15	-5,88	-23,73	28,18	32,82	65,85	73,42	90,91	-14,29	2,22	90,83	96,79	97,71	95,72	93,54	97,24	94,35	18,15
	MWH - 19																									
2	MWH - 20	-66,38	77,17	42,28	88,46	45,12	8,20	29,41	38,71	25,92	-29,79	19,93	23,96	18,45	92,66	86,11	14,29	42,28	39,43	21,59	25,81	23,68	72,41	69,64	88,17	37,40
	MWH - 21																									
1c	MWH - 22	54,15	46,81	-416,92	67,19	62,20	-104,27	53,55	-71,95	18,77	35,76	39,95	5,74	56,00	-320,50	85,68	54,40	67,53	75,54	-212,03	23,29	16,31	22,84	29,19	97,40	-8,89
	MWH - 23																									
1b	MWH - 24	71,38	80,84	90,86	84,14	84,40	94,69	90,31	91,86	85,08	91,62	51,68	15,18	26,82	52,48	64,12	61,80	65,97	66,57	62,42	28,16	94,58	95,11	97,61	97,62	72,72
	MWH - 25																									
4b	MWH - 26	85,65	88,19	86,08	87,05	95,94	95,35	90,17	95,38	67,80	92,08	31,58	31,60	-147,70	35,44	-16,51	35,66	14,13	17,72	-57,02	-8,82	16,44	-235,16	88,03	85,45	32,27
	MWH - 27																									
4a	MWH - 28	-11,80	48,66	14,24	40,26	15,43	29,10	42,22	2,17	28,11	52,20	0,80	8,98	36,51	-41,67	98,39	57,89	5,17	13,08		45,45	30,43	65,00	60,95	15,31	28,56
	MWH - 29																									
1a	MWH - 30		79,31	44,73	83,47	45,39	10,38	74,44	66,46	35,48	63,75	-5,82	24,42	40,60	21,59	89,40	19,83	18,93	-47,28	24,07	-16,13	4,55	98,89	98,41	92,44	42,06
	MWH - 31																									

Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran

brána	20.10.04	11.11.04	13.12.04	24.1.05	23.2.05	30.3.05	27.4.05	19.5.05	20.6.05	27.7.05	25.8.05	27.9.05	25.10.05	23.11.05	19.12.05	prům. účinnost
3	-12,07	-18,33	39,13	18,60	-120,00	37,50	30,77	17,71	38,89	13,79	83,33	-35,70	-46,15	14,29	2,00	4,25
3 upravená	90,83	96,79	97,71	95,72	93,54	97,24	94,35	89,55	98,59	90,49	99,70	93,04	78,41	95,35	95,18	93,77
4b							75,5	57,19	20,42	41,60	55,25	62,54	67,95	-104	-148	14,27
4b upravená							84,45	65,59	25,48	67,71	72,45	77,2	77,05	46,12	1,89	57,55
1c							68,04	26,32	12,80	84,77	42,25	50,45	58,38	-68,83	-380,00	-11,76
1c upravená							97,4	96,42	84,82	90,02	93,93	95,01	94,74	41,18	56,96	83,39
1b							97,57	87,00	98,64	92,56	97,7	94,27	78,45	78,34	0	80,50
1b upravená							97,62	87,20	99,12	98,70	99,2	99,27	99,23	97,44	96,76	97,17

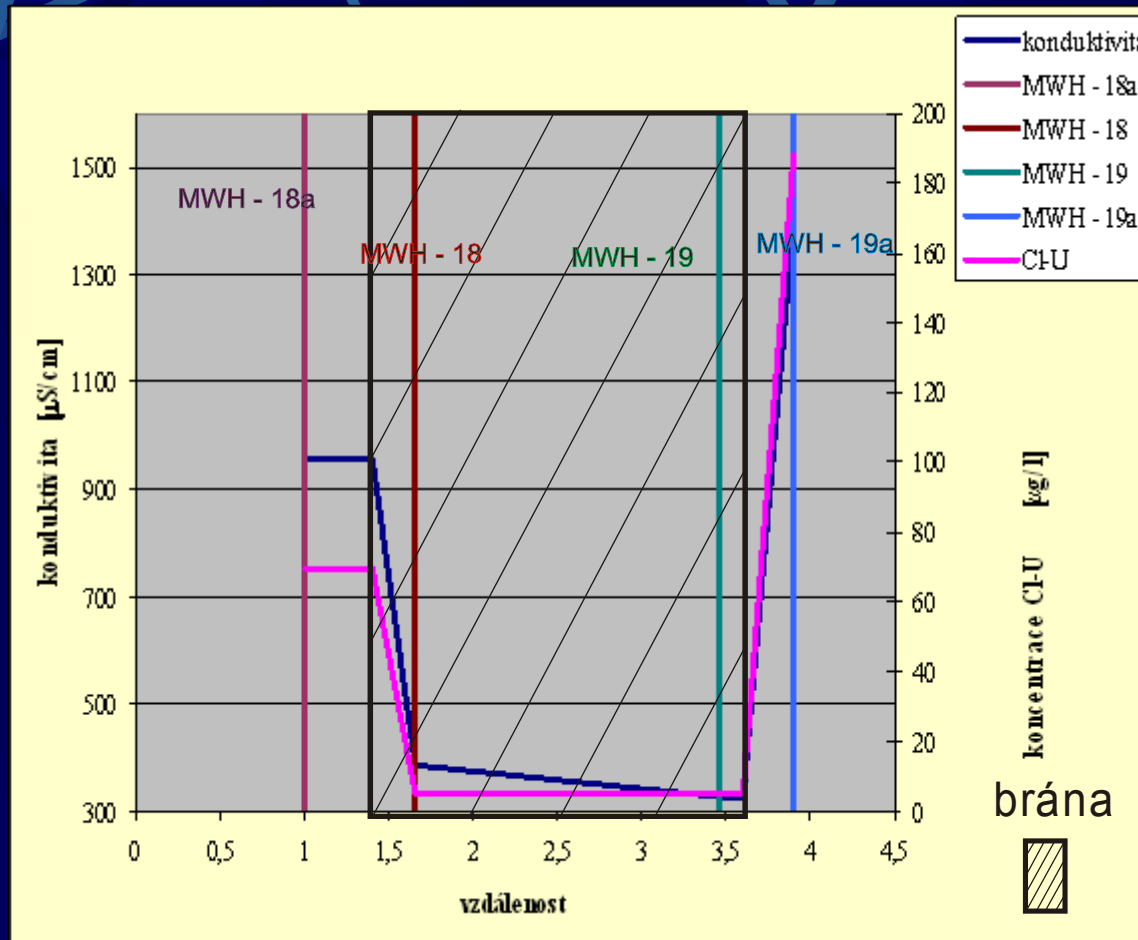
Z dů
úpra

- vyhloubení
- úprava by



Změna parametrů p.v. průchodem přes PRB

- shoda průběhu křivek pH, Eh, konduktivity a $\Sigma\text{Cl-U}$ dokládá probíhající reakci
- první cm PRB pokles $\Sigma\text{Cl-U}$ až 95%
- při výstupu z PRB dochází u p.v. velmi rychle k návratu k původním hodnotám měřených parametrů



Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran

2. fáze

Druhá fáze monitoringu PRB je financovaná Ministerstvem průmyslu a obchodu v rámci projektu podpory vědy a výzkumu TANDEM č. FT-TA 3077

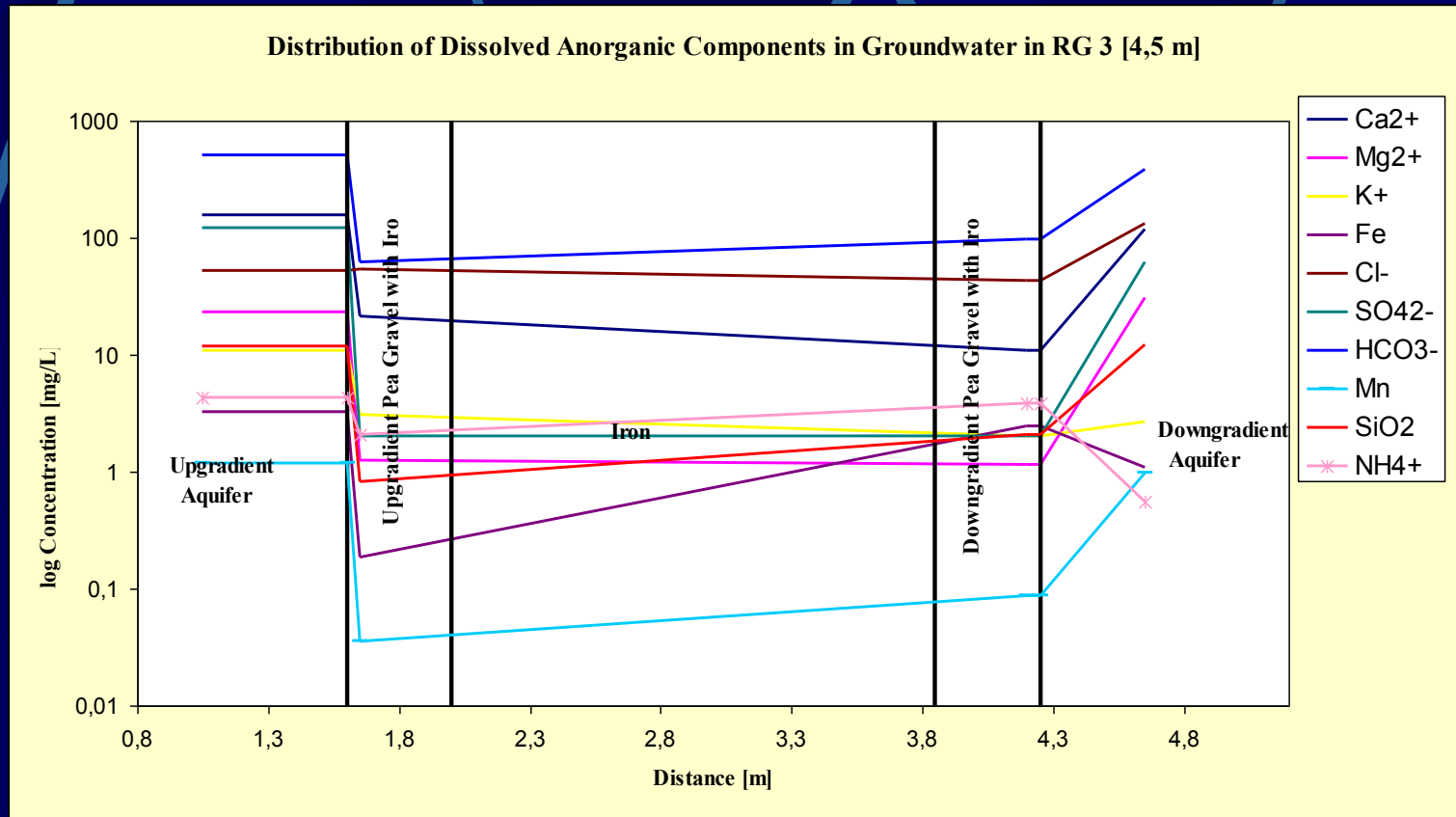
V rámci projektu byly provedeny následující změny monitoringu PRB:

- odběr vzorků p.v. ve dvou hloubkových úrovních
- odběr vzorků p.v. cca. 2x měsíčně
- analýza vzorků na obsah Cl-U včetně VC
- 2x ročně zonální odběr UCHR

Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran

2. fáze

- pokles obsahu minerálních složek obsažených v podzemní vodě dokumentuje vysrážení karbonátů, oxidů a hydroxidů Fe a Mn v nátokové zóně reaktivní bariéry
- pokles obsahu síranů a NH_4^+ indikující redukční podmínky



Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran 2. fáze

Přepočet účinnosti PRB pro jednotlivé CI-U - zonální odběr vzorků

brána 3 3m	průměr	brána 1b 2,5m	průměr	brána 1b 2,5m	průměr	brána 4b 3 m	průměr
VC	89,50	VC	98,62	VC	-213,810	VC	-4092,57
DCE	49,76	DCE	91,53	DCE	88,850	DCE	-1208,47
TCE	100,00	TCE	94,39	TCE	96,609	TCE	22,22
PCE	0,00	PCE	97,32	PCE	96,434	PCE	4,81
suma	83,76	suma	94,60	suma	91,587	suma	-1107,67
brána 3 4,5m	průměr	brána 1b 4,m	průměr	brána 1b 4,m	průměr	brána 4b 5 m	průměr
VC	98,18	VC	97,14	VC	-251,807	VC	84,74
DCE	96,96	DCE	93,65	DCE	84,194	DCE	88,44
TCE	100,00	TCE	95,63	TCE	95,511	TCE	-25,00
PCE	100,00	PCE	97,51	PCE	92,768	PCE	-42,86
suma	97,65	suma	95,63	suma	87,236	suma	87,54

Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran

2. fáze

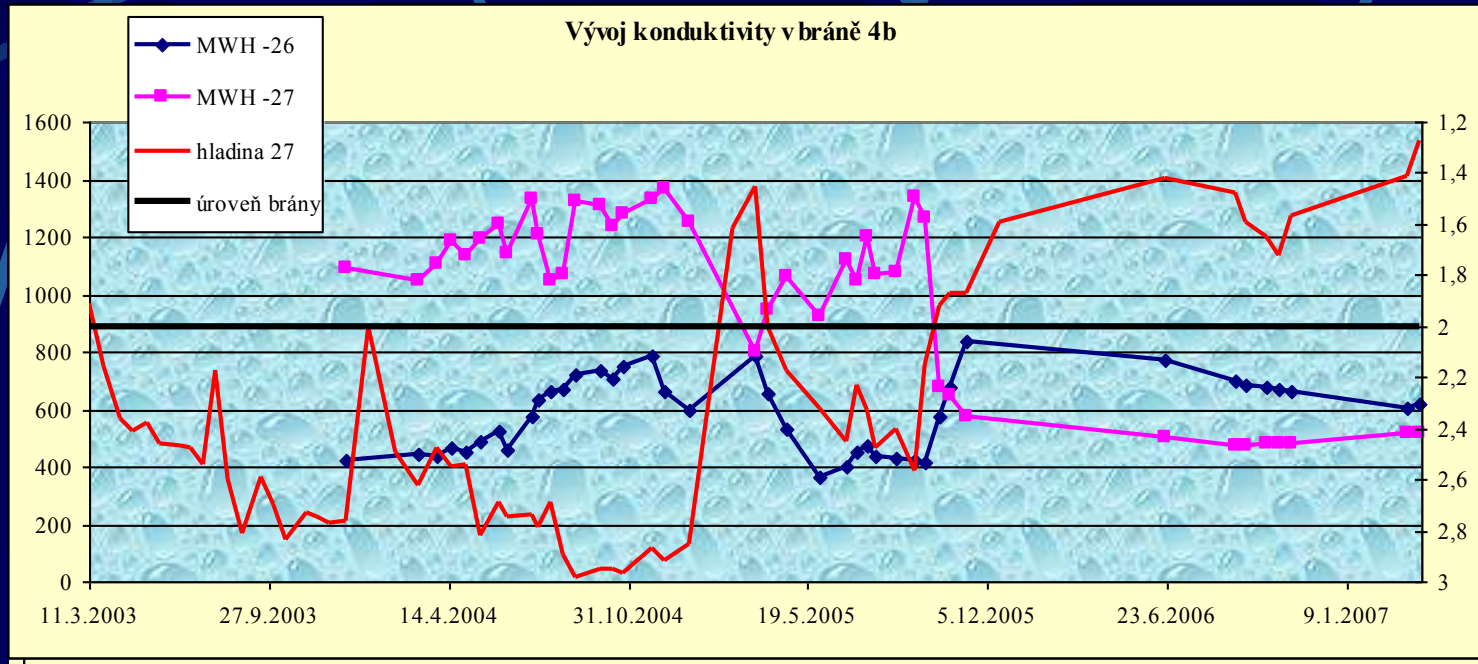
- U
T

pro VC, DCE,

brána 1c		
VC 2,5m	průměr účinnost (%)	průměr. vstup (µg/l)
22a-22	-19,19	1,54
22-23	40,05	2,26
23		1,63
VC 4m		
22a-22	-151,66	1,61
22-23	66,95	4,79
23		2,11
DCE 2,5m		
22a-22	24,90	203,1
22-23	77,84	140,95
23		29,91
DCE 4m		
22a-22	-2,54	218,7
22-23	86,80	218,4
23		28,36
TCE 2,5m		
22a-22	71,32	41,88
22-23	77,92	10,87
23		2,2
TCE 4m		
22a-22	86,50	46,43
22-23	82,46	15,9
23		2,39
PCE 2,5m		
22a-22	88,62	122,24
22-23	60,02	13
		4,1
PCE 4m		
22a-22	81,44	134,7
22-23	49,40	21,31
23		7,45

brána 4b		
VC 2,5m	průměr účinnost (%)	průměr. vstup (µg/l)
26a-26	-32092,4	77,26
26-27	66,7	169,00
27		58,69
VC 5m		
26a-26	37,3	337,88
26-27	75,0	241,46
27		51,08
DCE 2,5m		
26a-26	-1192,2	407,98
26-27	51,0	277,28
27		110,24
DCE 5m		
26a-26	73,1	998,25
26-27	52,4	275,38
27		115,6
TCE 2,5m		
26a-26	35,2	1,08
26-27	7,8	0,70
27		0,60
TCE 5m		
26a-26	37,5	0,75
26-27	-23,4	0,46
27		0,63
PCE 2,5m		
26a-26	15,9	1,45
26-27	21,5	1,2
27		0,93
PCE 5m		
26a-26	22,0	6,4
26-27	-16,5	5,3
27		6

Vyhodnocení účinnosti reaktivních bran 2. fáze



Závěr

- před projektem PRB je vhodné zpracovat kvalitní hydrogeologický a bilanční model
- k důležitým parametrům při projektování PRB patří koncentrace jednotlivých Cl-U
- při konstrukci PRB je nutné vhodně umístit monitorovacích objekty
- pro objektivní vyhodnocení účinnosti PRB jsou nutné minimálně 4 ks monitorovacích objektů
- na základě měření parametrů p.v. v monitorovacích objektech reaktivních branách lze určit vhodné objekty pro vyhodnocení účinnosti
- zonální odběr vzorků potvrdil hloubkovou diferenciaci kontaminace
- analýzy UCHR potvrdily výraznou precipitaci minerálů v nátokové zóně RB