

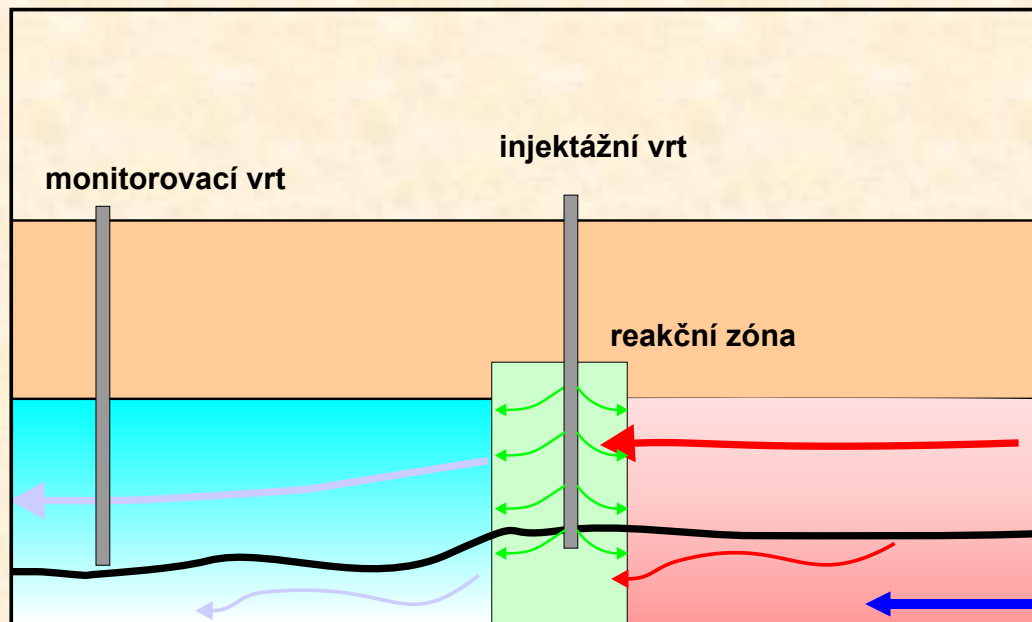
GEOCHEMICKÁ REAKTIVNÍ BARIÉRA PERSPEKTIVNÍ PRVEK IN - SITU SANAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

RNDr. Jaroslav HRABAL

MEGA a.s.

Ing. Dagmar Bartošová

Vodní zdroje Ekomonitor spol. s r.o.



Geochemická bariera

- zóna s odlišnými fyzikálně-chemickými podmínkami
 - (pH, redox-potenciál, sorpční kapacita, biogenní pochody)
- Vyskytuje se relativně běžně v přírodě
 - faciální změny sedimentace
 - vertikální zonalita
- Možno generovat uměle
 - uměle vytvořená linie v horninovém prostředí, kde řízeně probíhají geochemické reakce mezi horninovým prostředím, podzemní vodou a dodávanými reagenty
 - neklade hydraulický odpor podzemí vodě

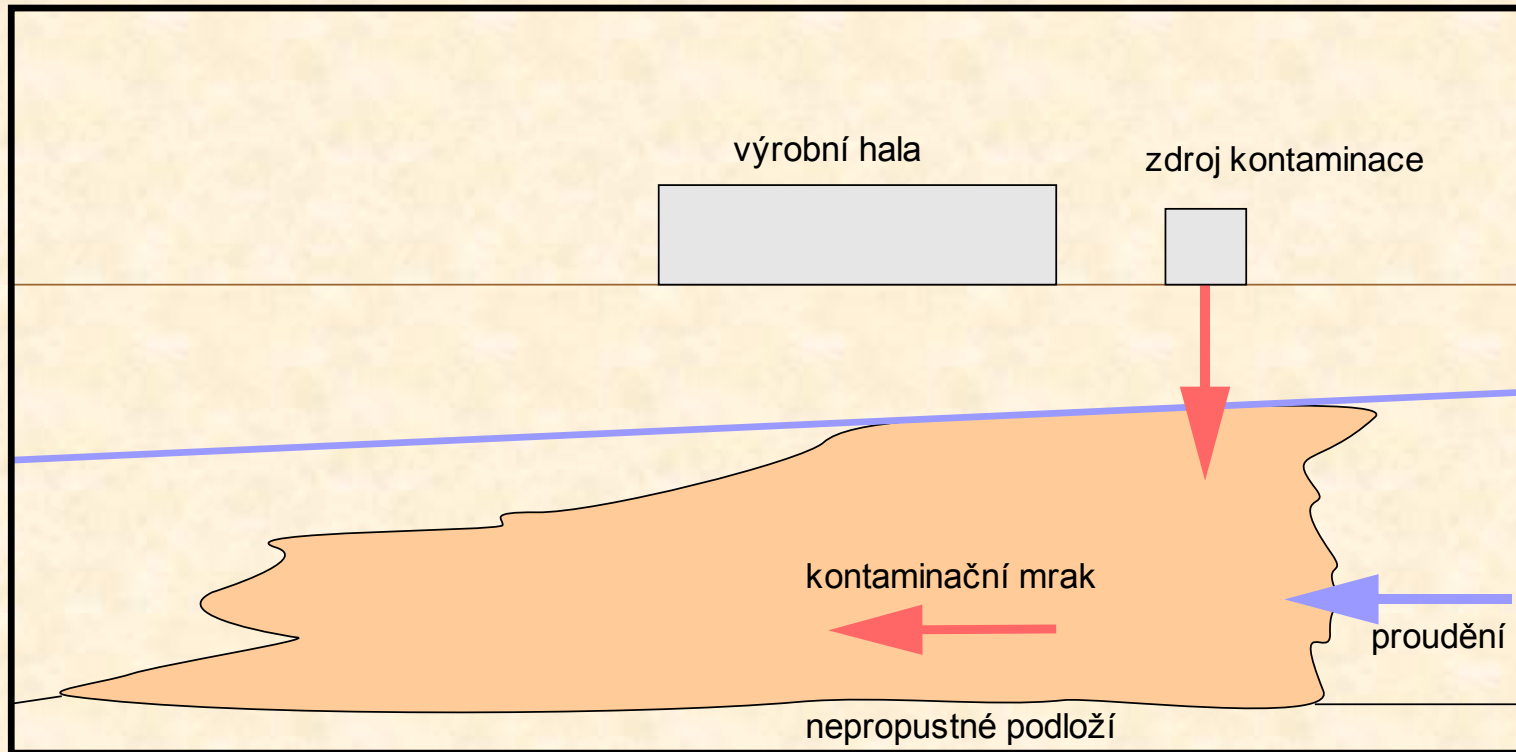


rk



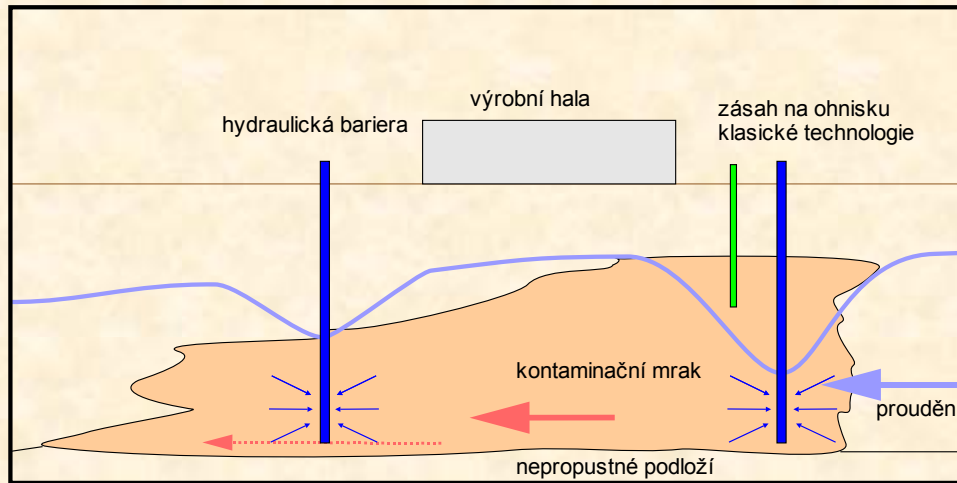
Možnosti použití geochemické bariery

Modelové kontaminované území bez sanačních opatření

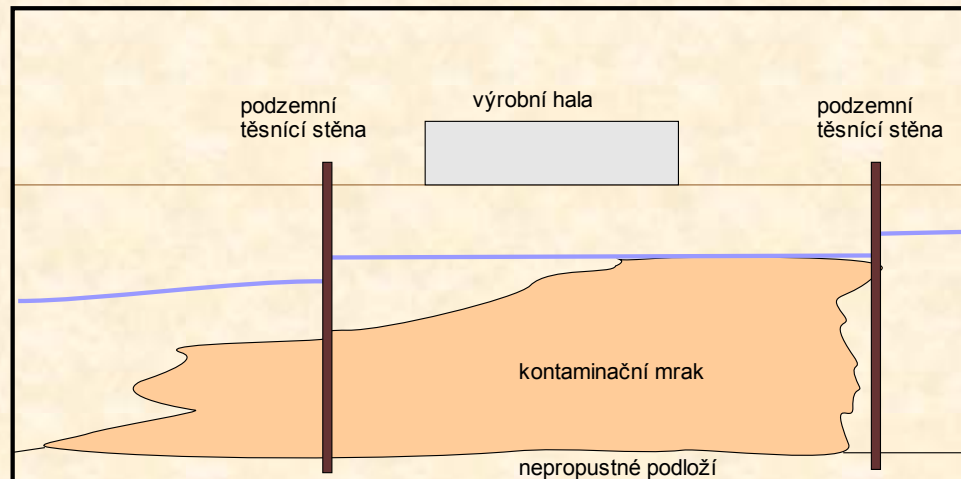


„Klasické“ metody sanace

Sanace metodou sanačního čerpání

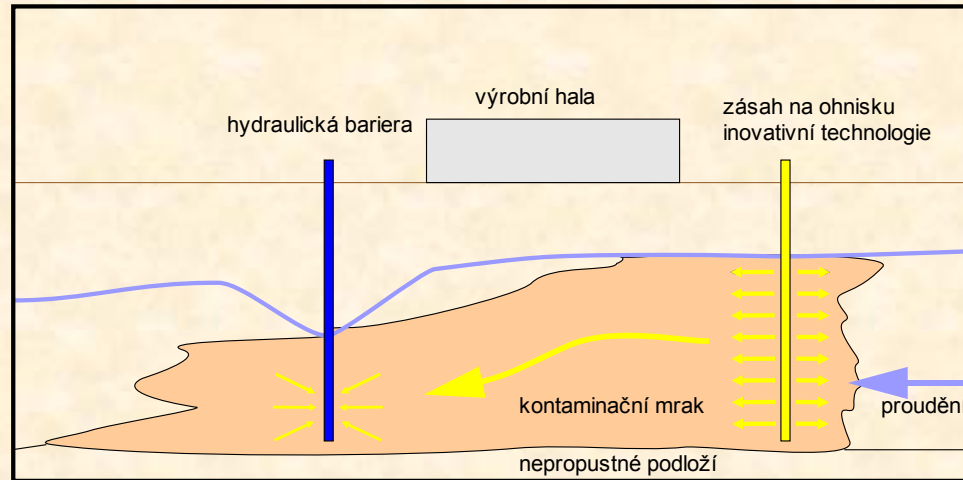


Sanace metodou enkapsulace

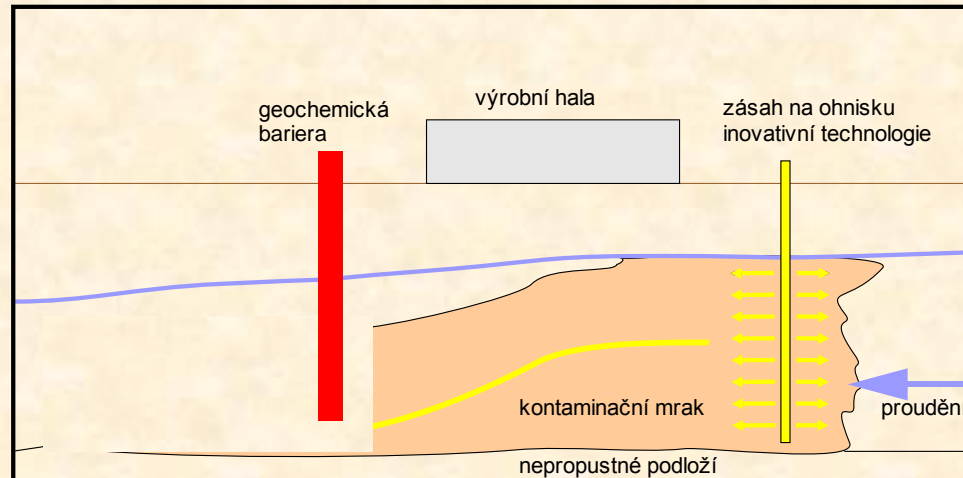


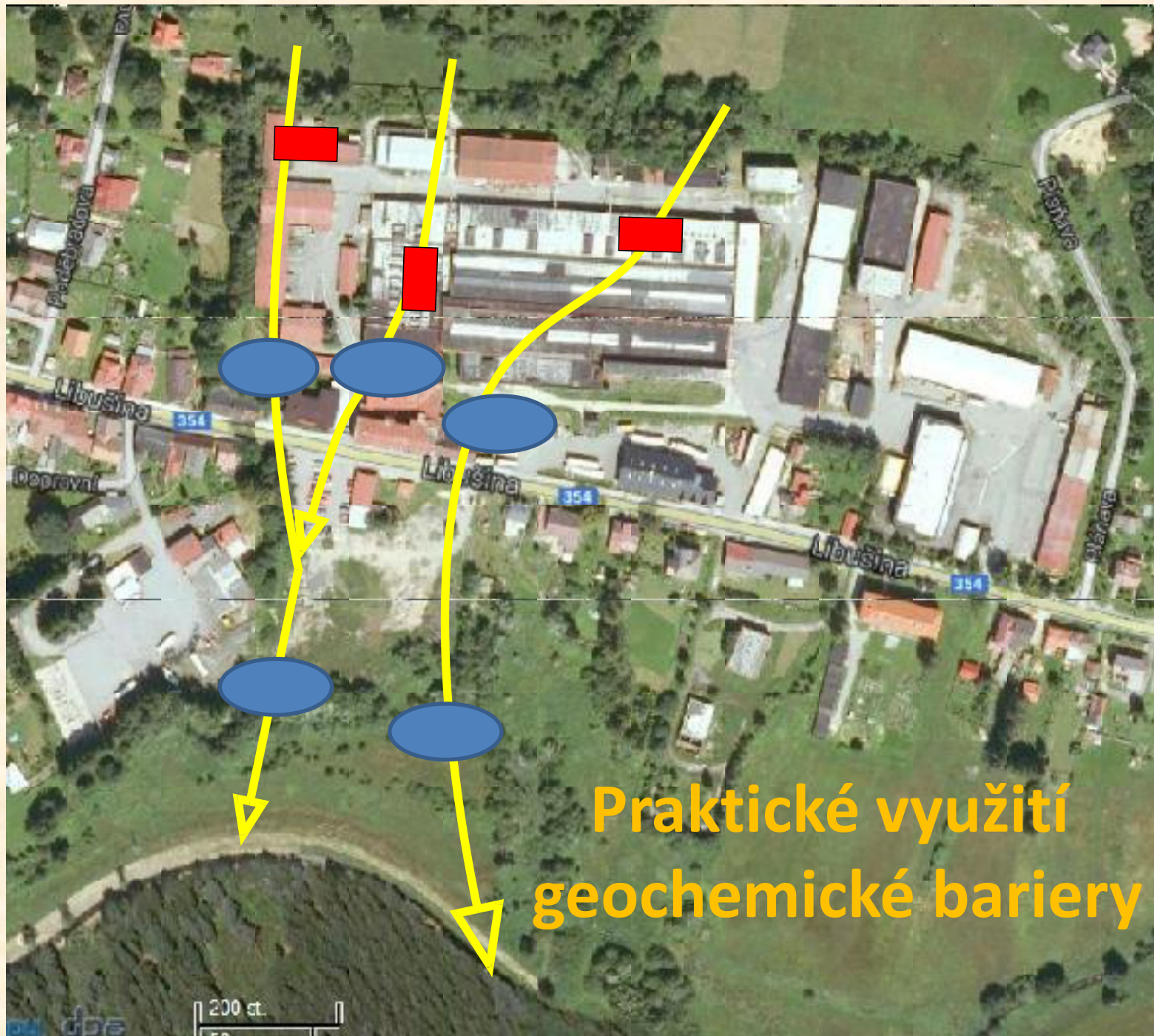
„Inovativní“ metody sanace

Sanace kombinací in-situ metod a sanačního čerpání



Sanace za využití geochemické reaktivní bariery

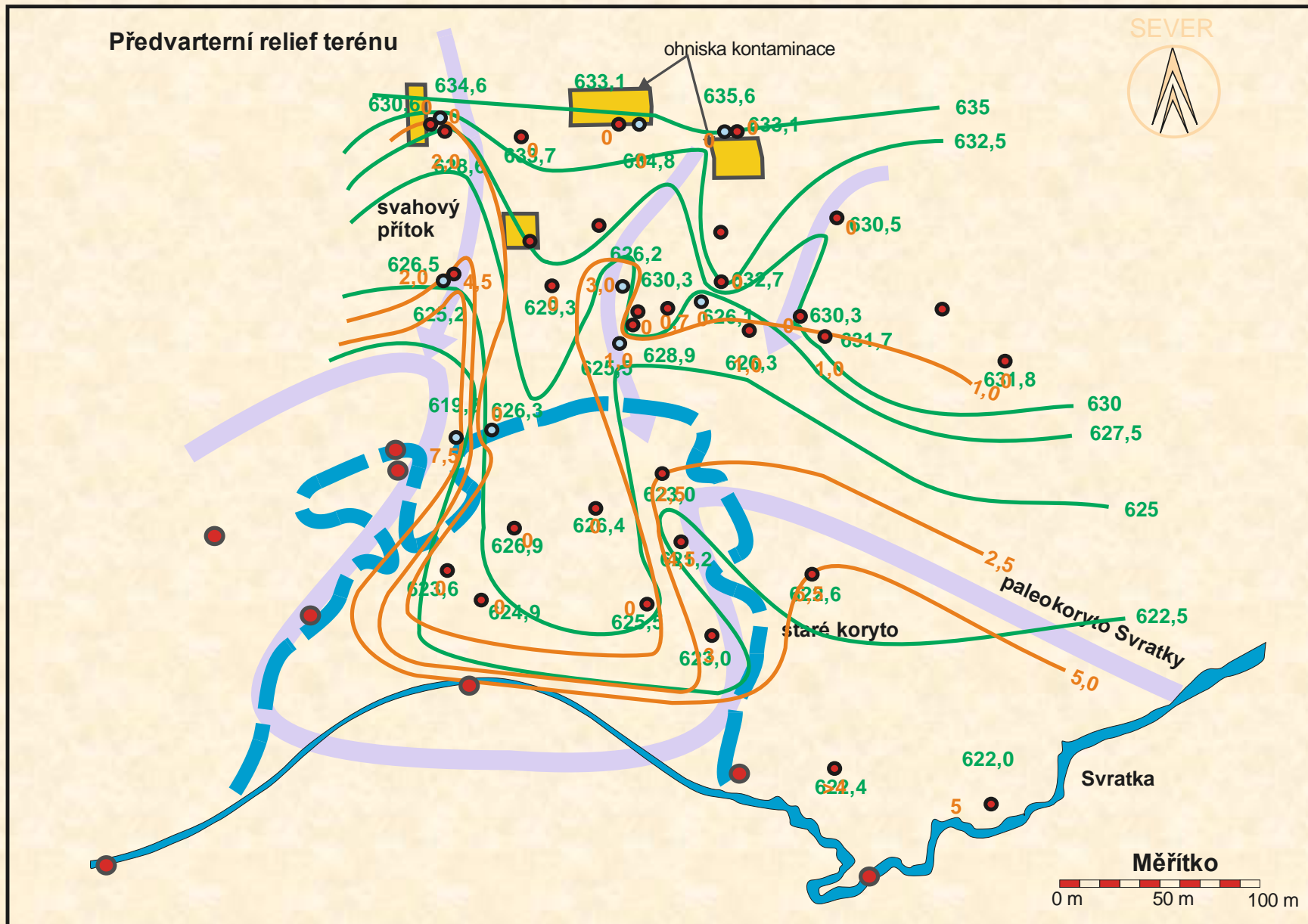




**Praktické využití
geochemické bariery**

200 st.

Zásadní krok - podrobné vyhodnocení geologických a hydrogeologických dat



Metoda in situ reduktivní dechlorace CIE v difúzních bariérách

Základní požadavky

1. Udržení reagentu v definovaném prostoru
2. Zajištění vhodných podmínek pro průběh dechlorace CIE po dostatečně dlouhou dobu
3. Modifikace systému pro každou konkrétní lokalitu

Řešení ověřené na lokalitě

- **Využití kombinovaného působení železných částic a stejnosměrného proudu (patentově chráněná metoda)**
 - lepší distribuce částic železa v horninovém prostředí
 - výrazné prodloužení reakční doby v bariéře
 - mnohem efektivnější průběh reduktivní dechlorace CIE
 - prostorová stabilizace reagentu v elektrickém poli
- **Použití nových materiálů**
 - částice NZVI chráněné oxidickou slupkou
 - kompozitní materiály na bázi nanočástic Fe valenčně vázaných na mikročásticích Fe (patentově chráněno)
- **Ve vývoji softwarový nástroj pro dimenzování bariery**

Dimenzování difúzní bariery

Základní parametry pro výpočet

- Rychlost proudění podzemní vody
- Minimální doba zdržení pro průběh dechlorace
- Koncentrace oxidovaných látek v podzemní vodě (sírany, dusičnany)

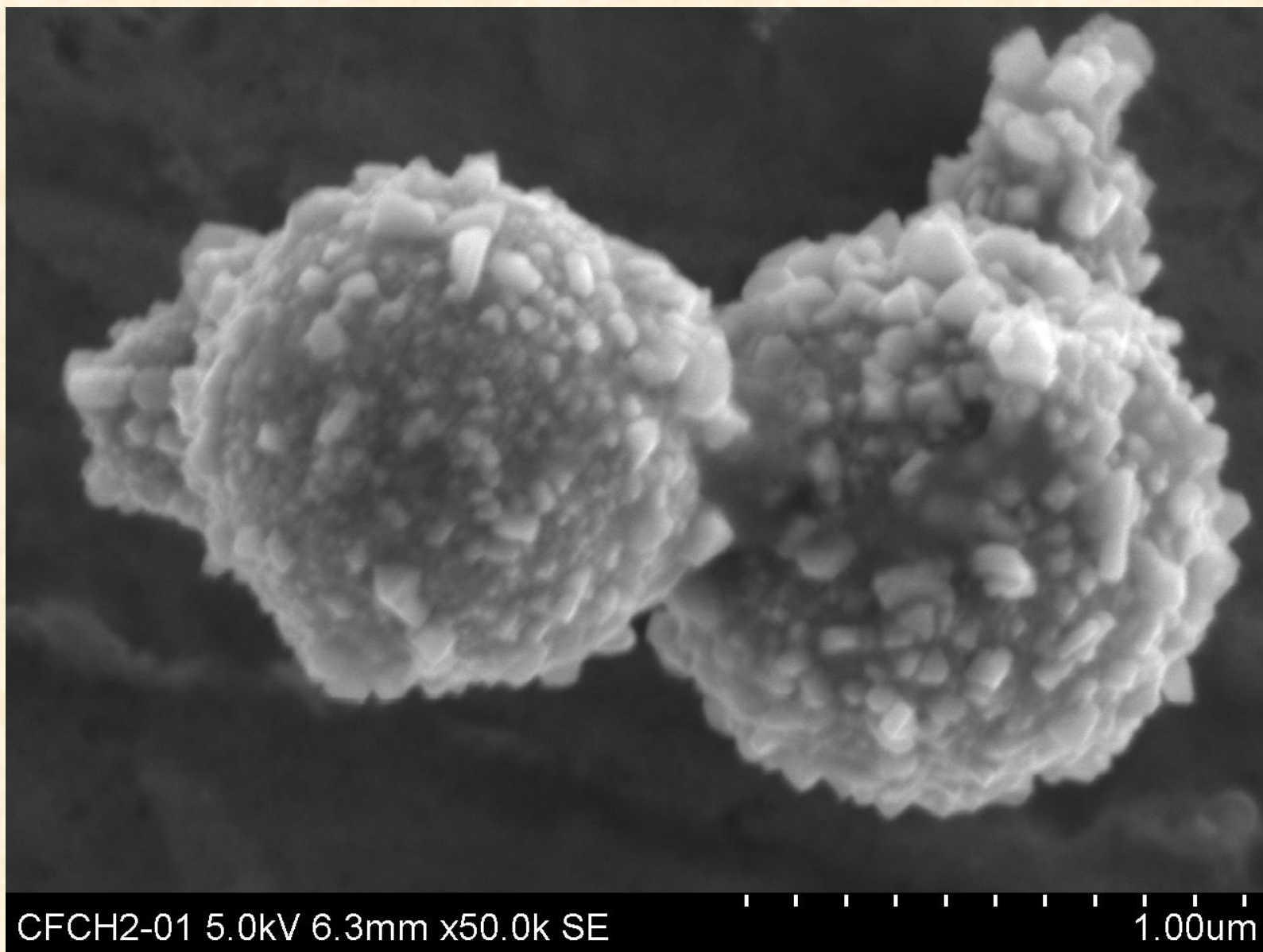
Mezivýpočty

- Rychlost obměny pórového objemu v bariéře
- Rychlost pasivace reakční náplně

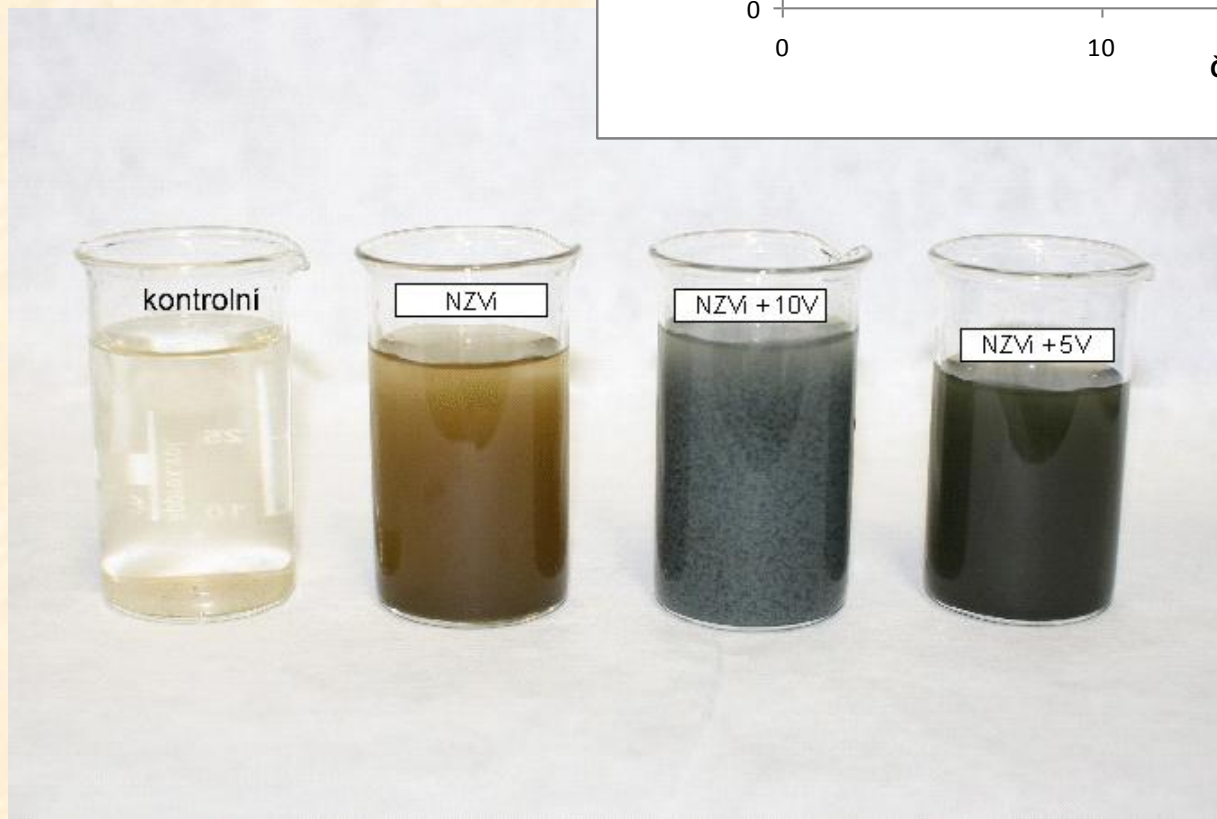
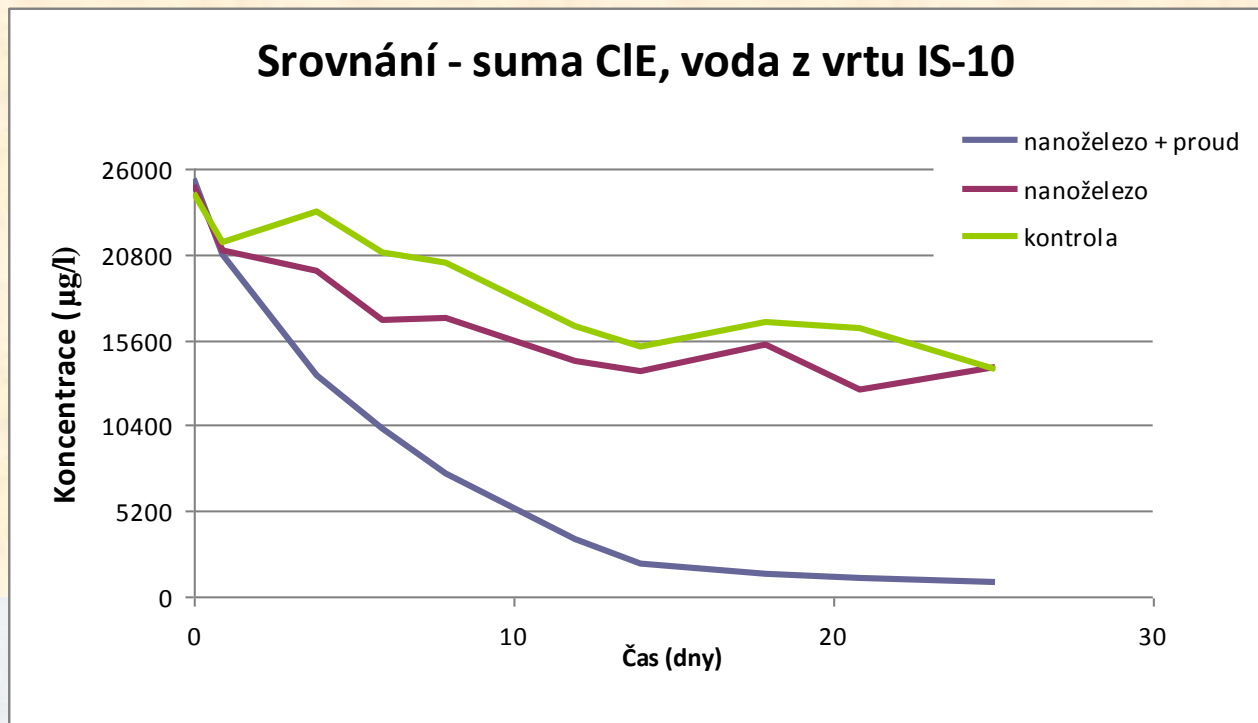
Výstupy

- Optimální vzdálenosti injektážních vrtů
- Dávkování reakční náplně
- Doba životnosti bariery

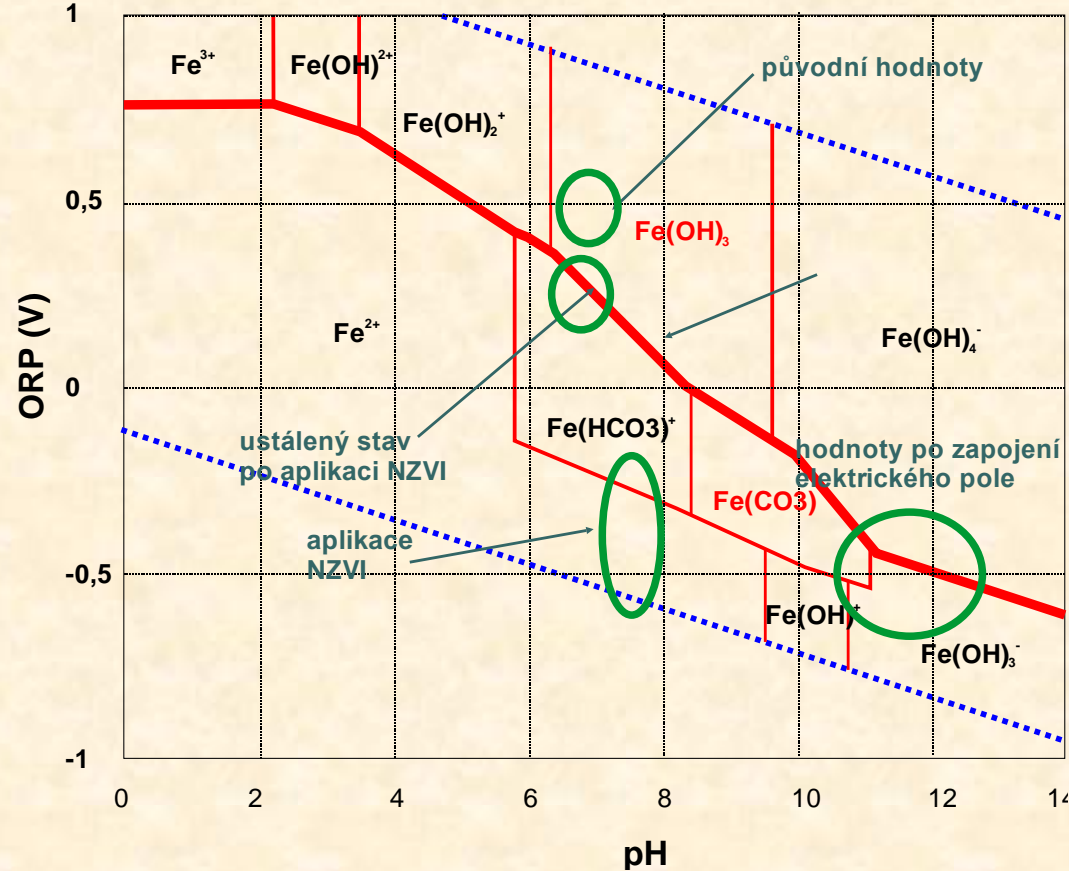
Kompozitní materiál



Aktivace Fe stejnoseměrným proudem



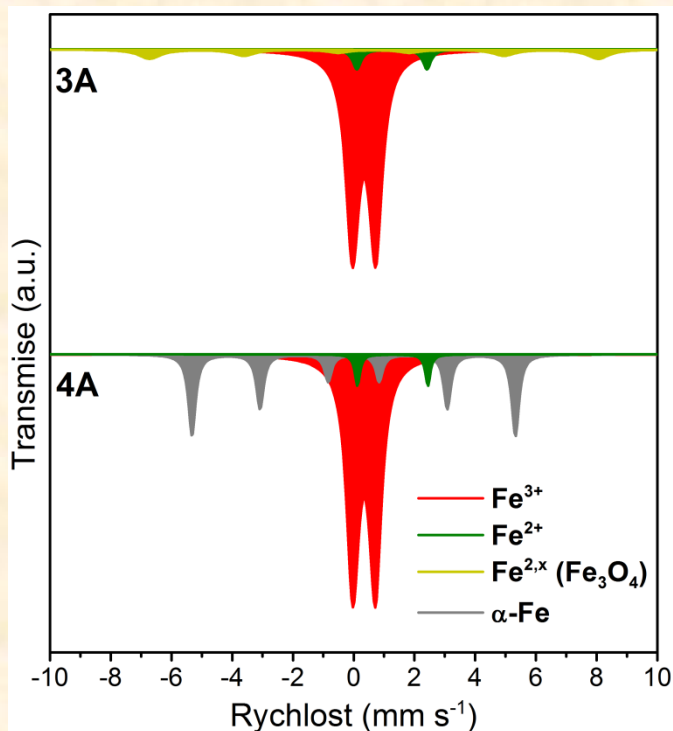
Geochemická podstata procesu



Elektrochemická redukce probíhá nejen na katodě, ale i v části elektrického pole

- E - proces – dodání elektronu
 - přímý transfer z katody
 - nepřímý transfer z elektroreduktivně aktivovaných materiálů
- C - proces - chemické reakce aktivované látky (hydrogenace CIE)

Mossbauerova spektra materiálu z vrtů DBC10 (3A) a DBC4 (4A)



3A

DOUBLET (1), 79.0 %

Fe(III)

AMPLITUDE, 76515.5220, ISOMER SHIFT, 0.3438

Q. SPLITTING, 0.7627, LINE WIDTH, 0.5321

DOUBLET (2), 5.0 %

Fe(II)

AMPLITUDE, 7780.1700, ISOMER SHIFT, 1.2581

Q. SPLITTING, 2.3062, LINE WIDTH, 0.3325

MAGNETIC (1), 12.5 %

Fe^{2,x} Magnetite

AMPLITUDE, 1203.2077, ISOMER SHIFT, 0.6702

MAGN. FIELD [T], 45.9270, LINE WIDTH, 0.8893

4A

DOUBLET (1), 68.1 %

Fe(III)

AMPLITUDE, 38921.1527, ISOMER SHIFT, 0.3440

Q. SPLITTING, 0.7413, LINE WIDTH, 0.4991

DOUBLET (2), 3.9 %

Fe(II)

AMPLITUDE, 5365.1739 (0.20000), ISOMER SHIFT, 1.2822

Q. SPLITTING, 2.3191, LINE WIDTH, 0.2053

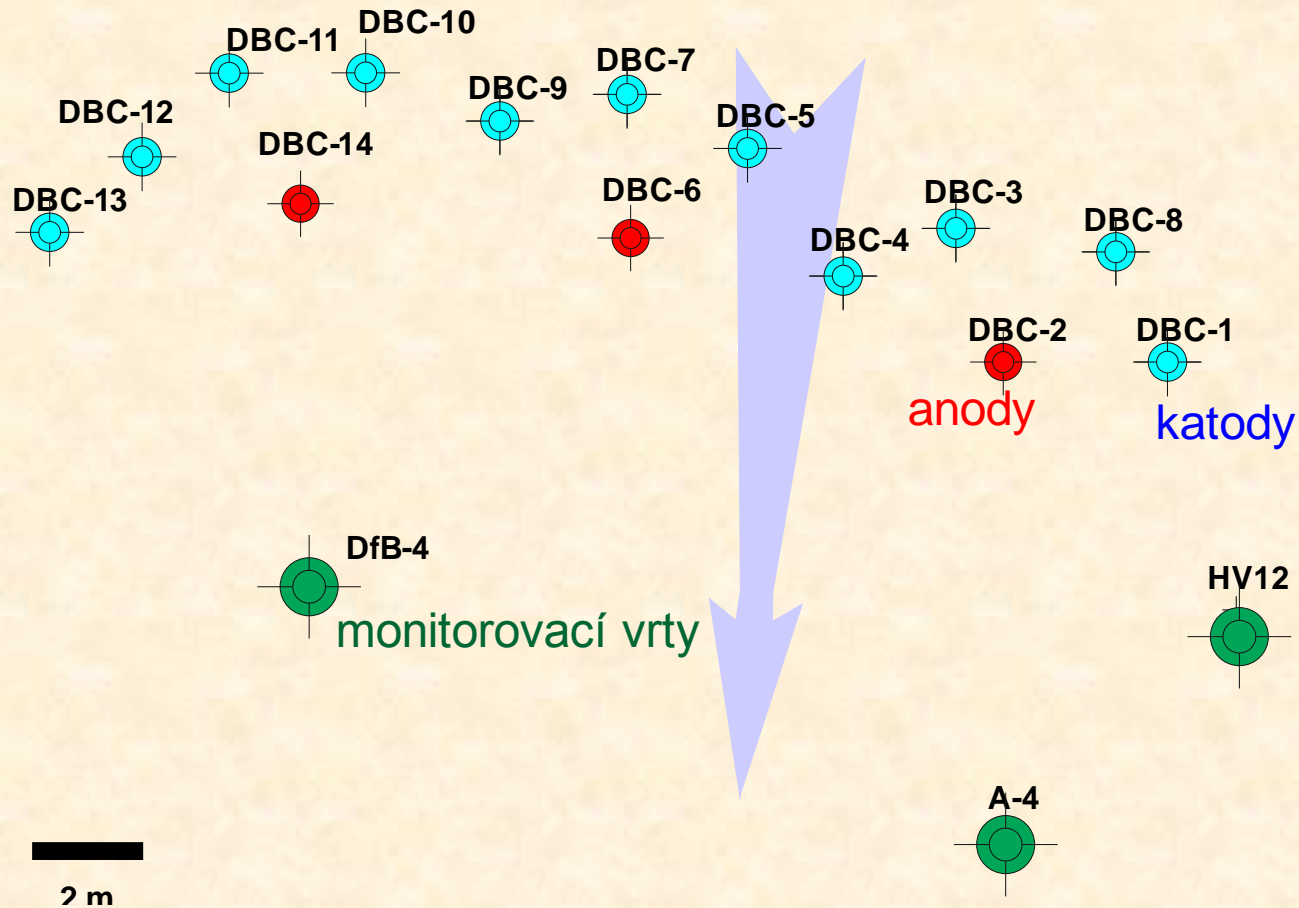
MAGNETIC (1), 28.1 %

α-Fe

AMPLITUDE, 4634.6072, ISOMER SHIFT, 0.0009

MAGN. FIELD [T], 33.1103, LINE WIDTH, 0.2881 (0.00001)

Konkrétní design difuzní bariery



Aplikace reagentu, listopad 2012

Celkem použito – 540 kg NZVI

Produkt NANOFERSTAR s oxidickou ochrannou slupkou

Koncentrace – 20g/l až 27 g/l

Tlaková aplikace

Bariera A DBA1 - DBA9

9 m³ suspenze, 180 kg NZVI

Bariera B DBB1 - DBB7

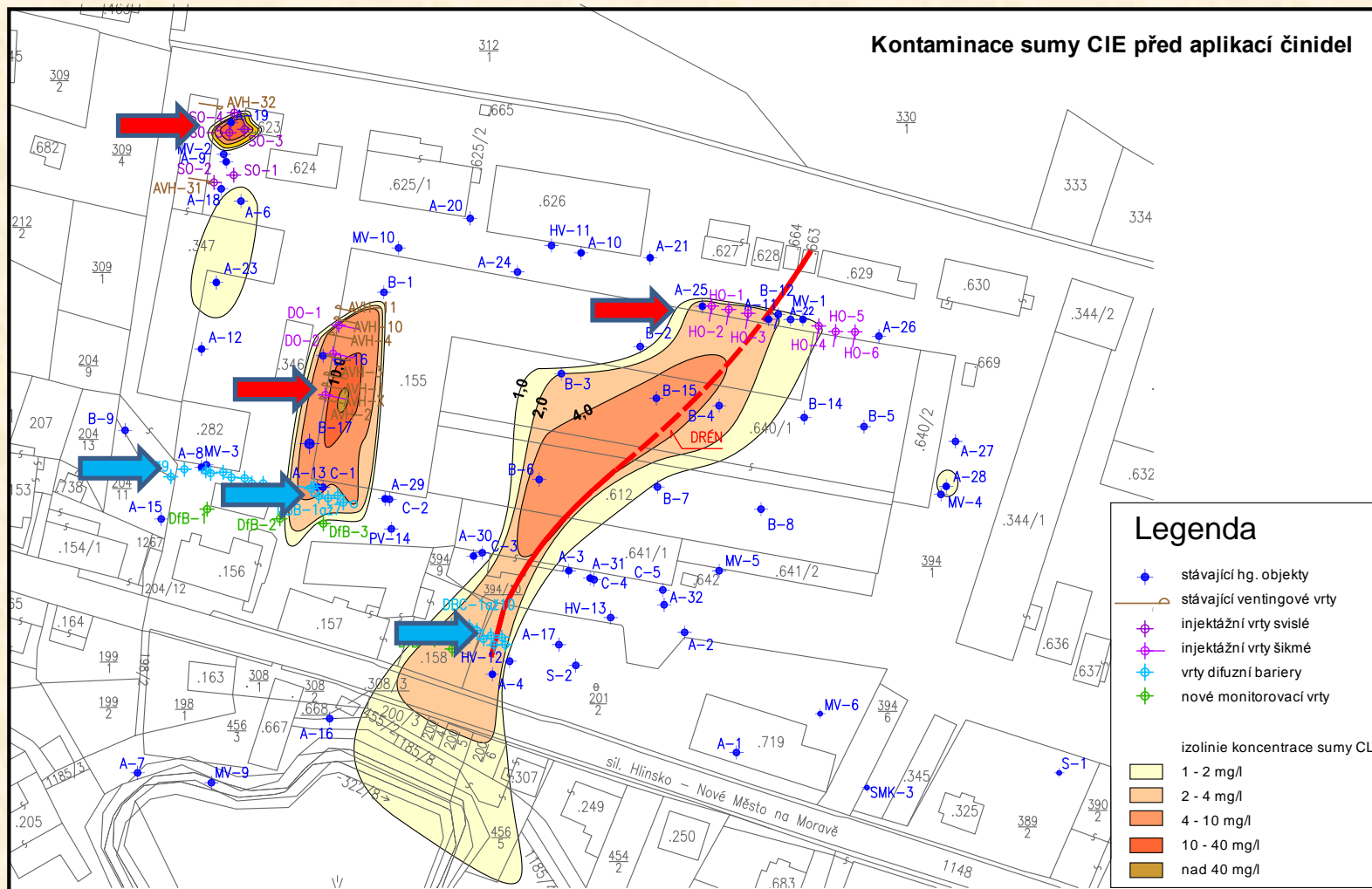
7 m³ suspenze, 140 kg NZVI

Bariera C DBC1 – DBC10

8 m³ suspenze, 220 kg NZVI

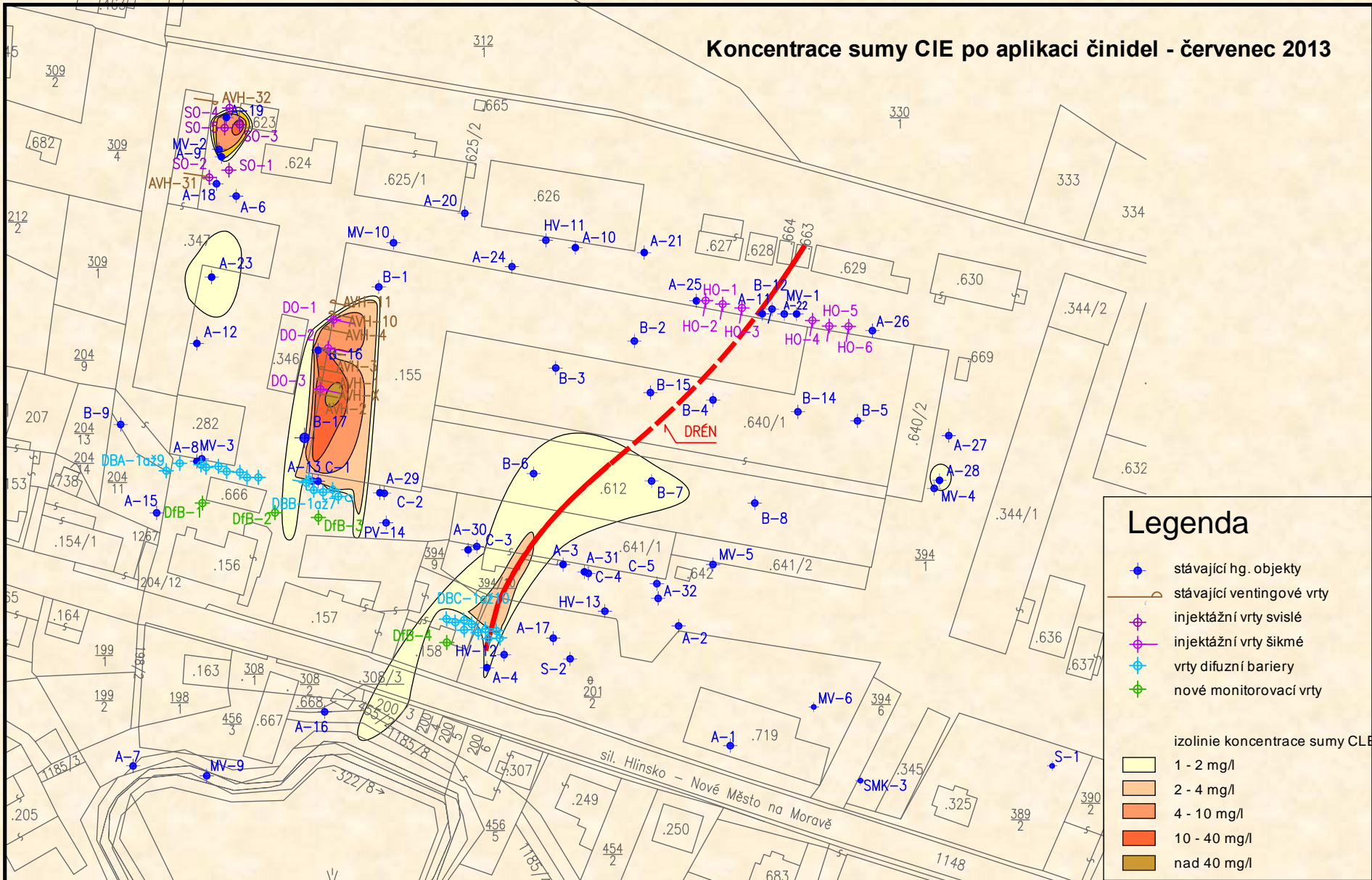


Kontaminace podzemní vody na lokalitě k 31.10.2012



Kontaminace podzemní vody na lokalitě 8 měsíců po aplikaci laktátu a provozu barrier

Koncentrace sumy CIE po aplikaci činidel - červenec 2013



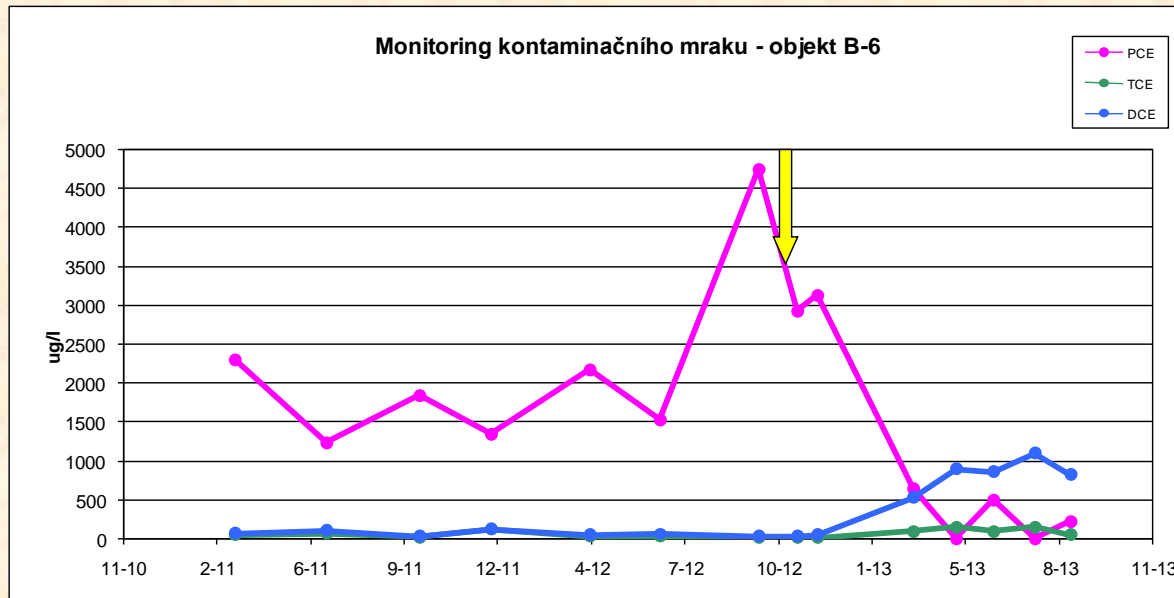
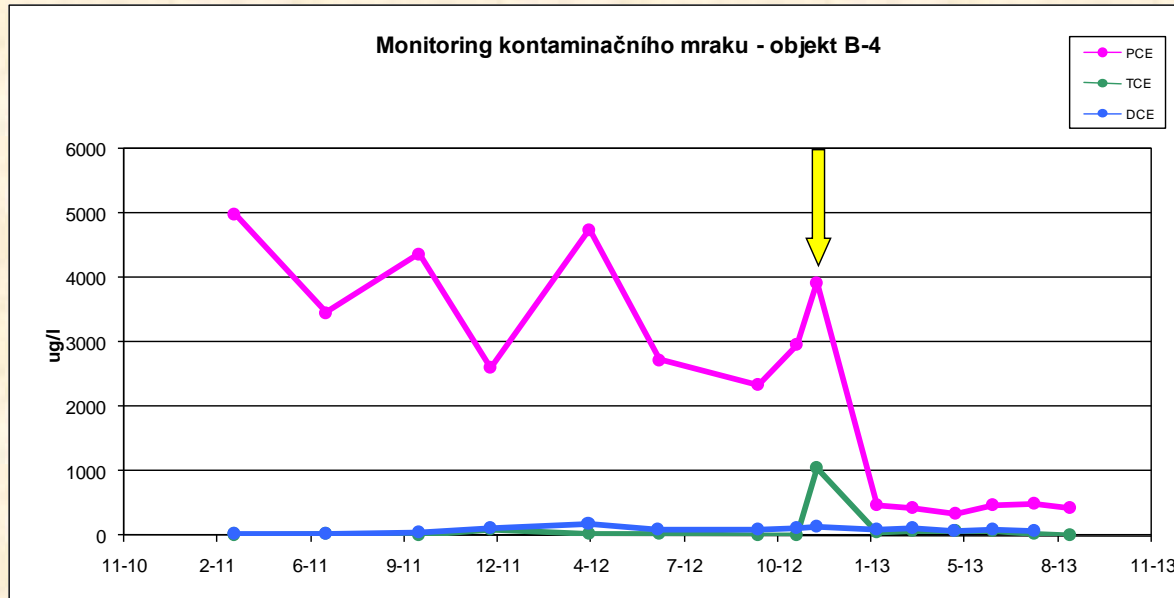
Legenda

- ◆ stávající hg. objekty
- stávající vventingové vrty
- ◆ injektážní vrty svislé
- ◆ injektážní vrty šikmé
- ◆ vrty difuzní barrier
- ◆ nové monitorovací vrty

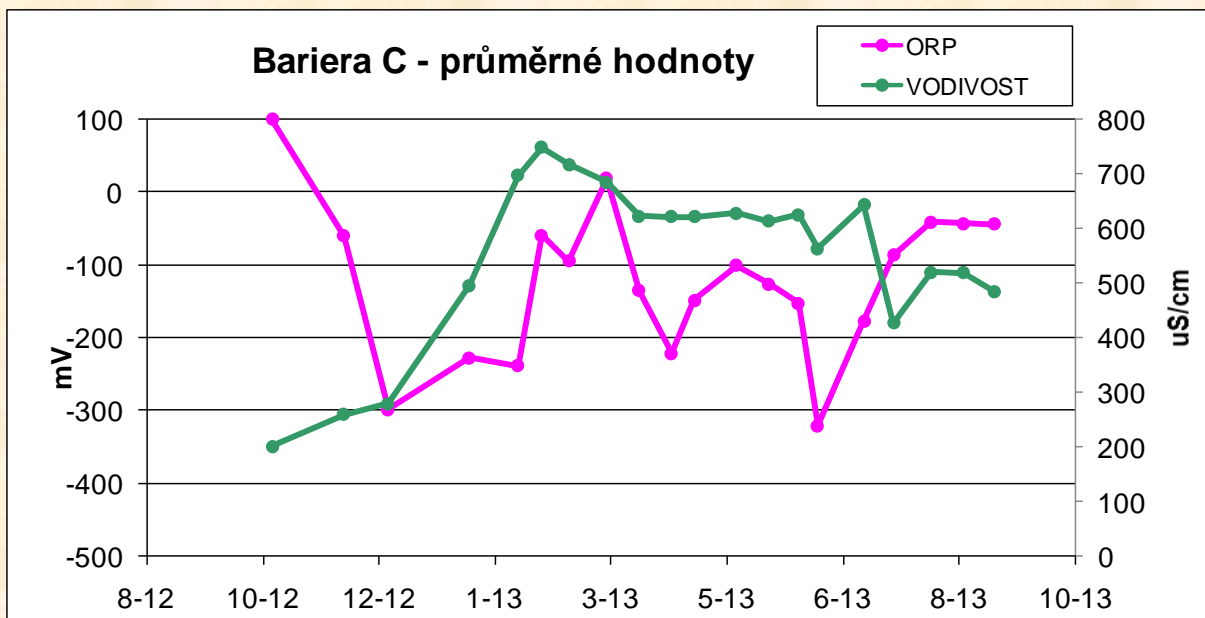
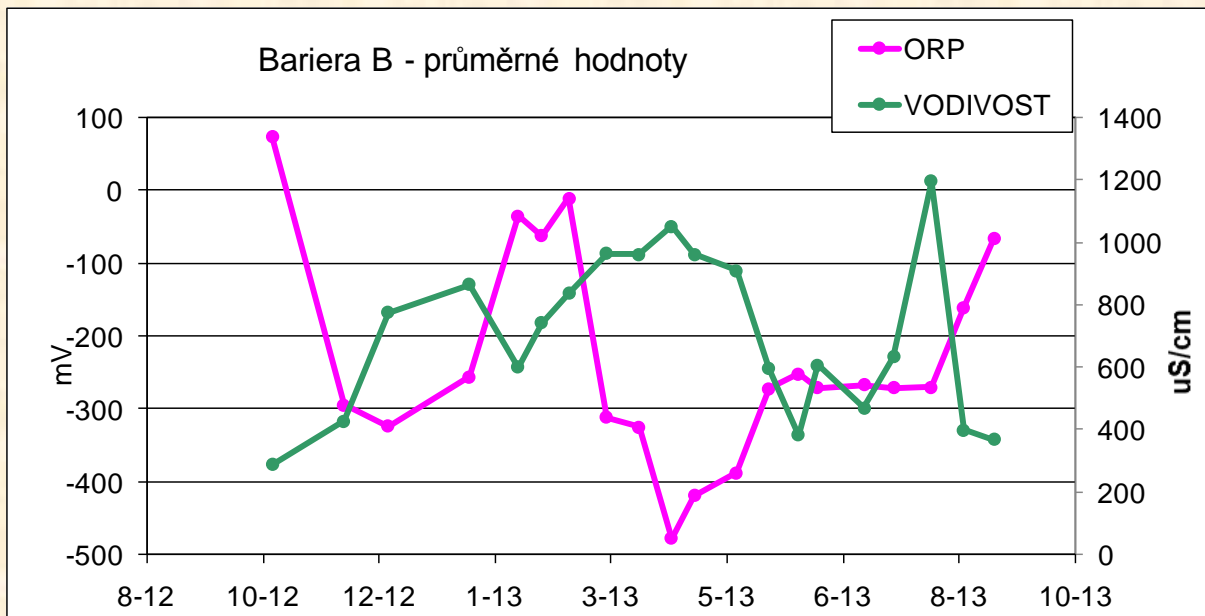
izolinie koncentrace sumy CIE

- 1 - 2 mg/l
- 2 - 4 mg/l
- 4 - 10 mg/l
- 10 - 40 mg/l
- nad 40 mg/l

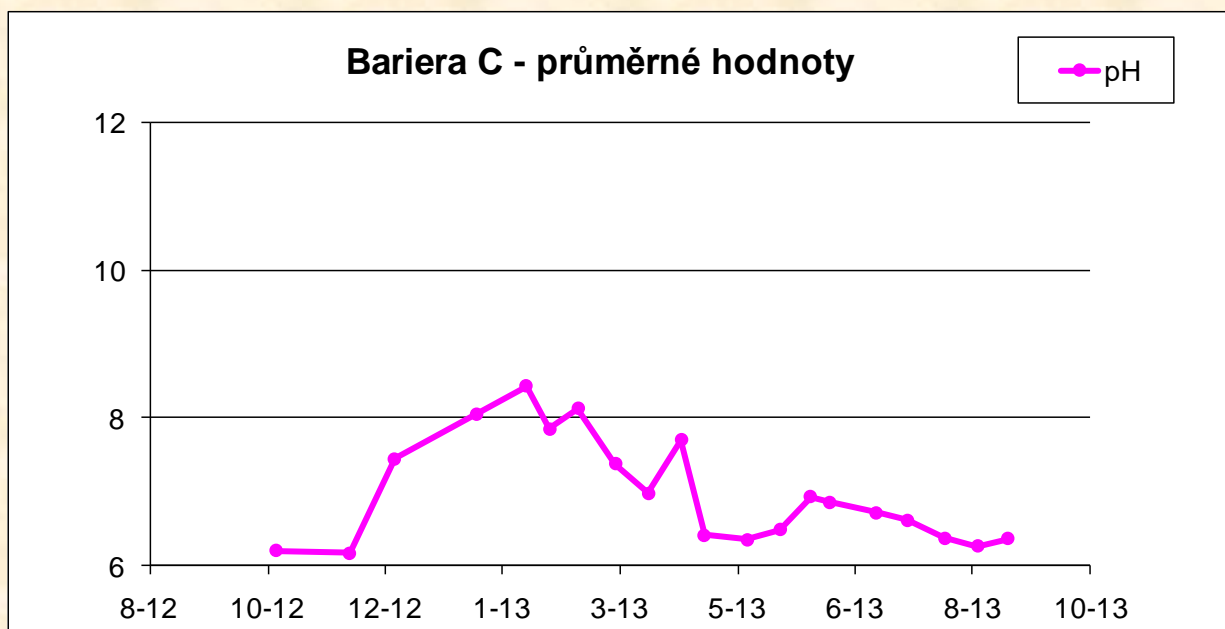
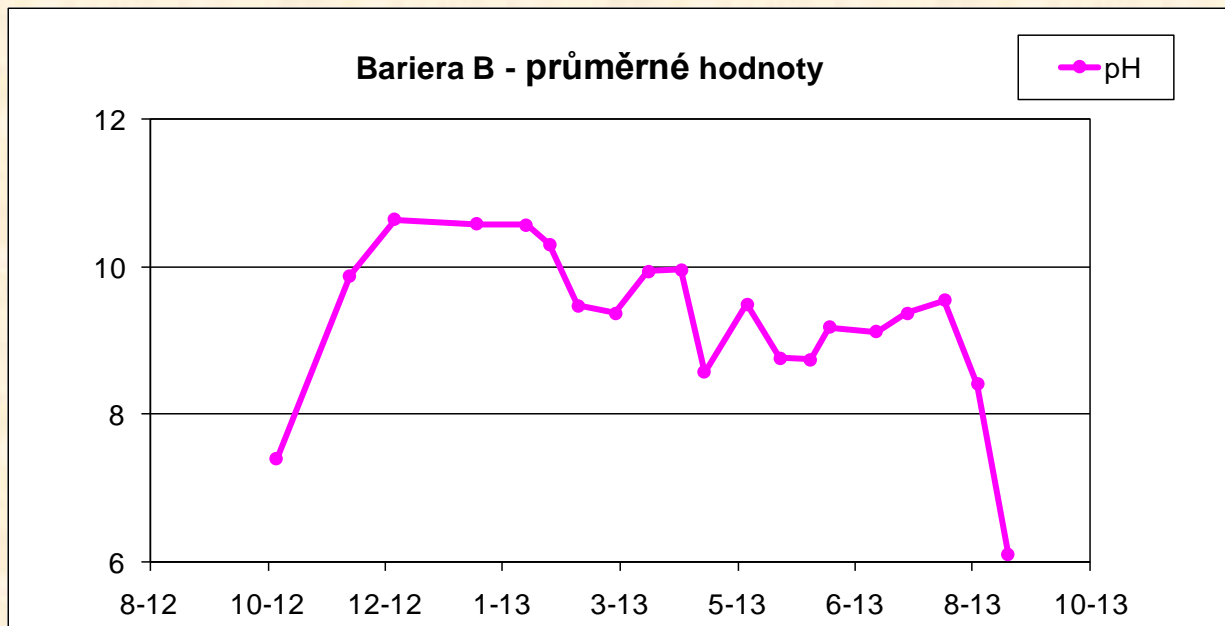
Vývoj kontaminace podzemní vody po aplikaci laktátu (žlutá šipka)



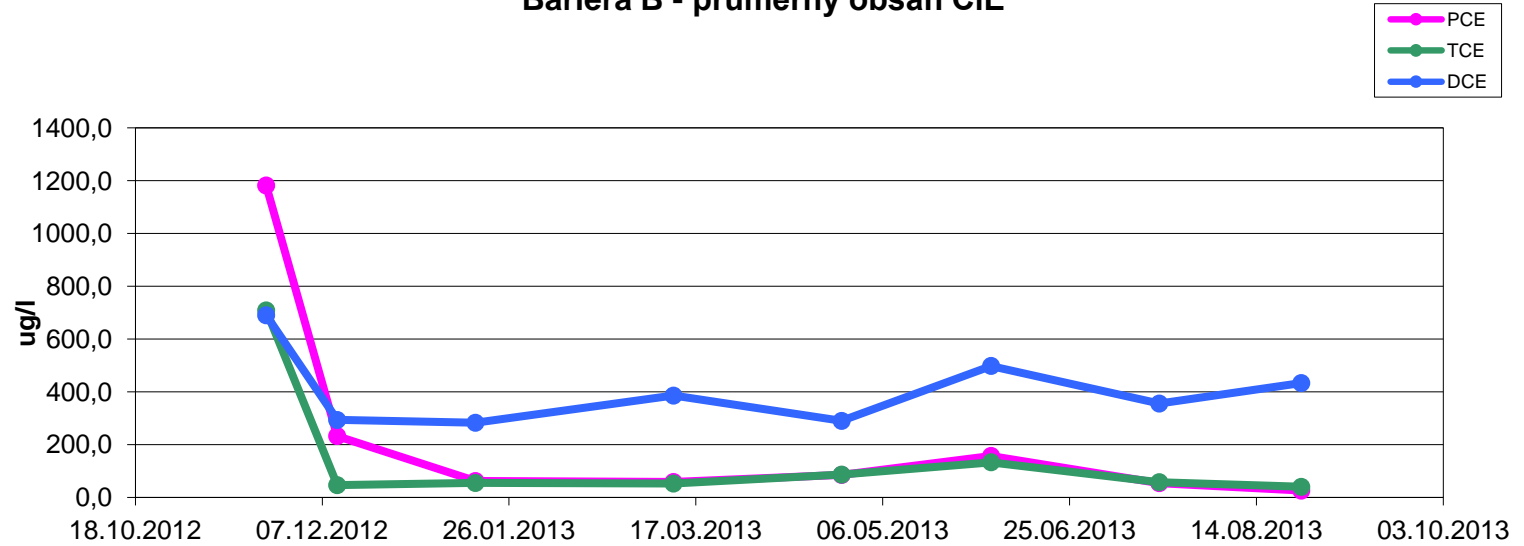
Vývoj průměrného ORP (AgCl elektroda) a vodivosti na bariérách



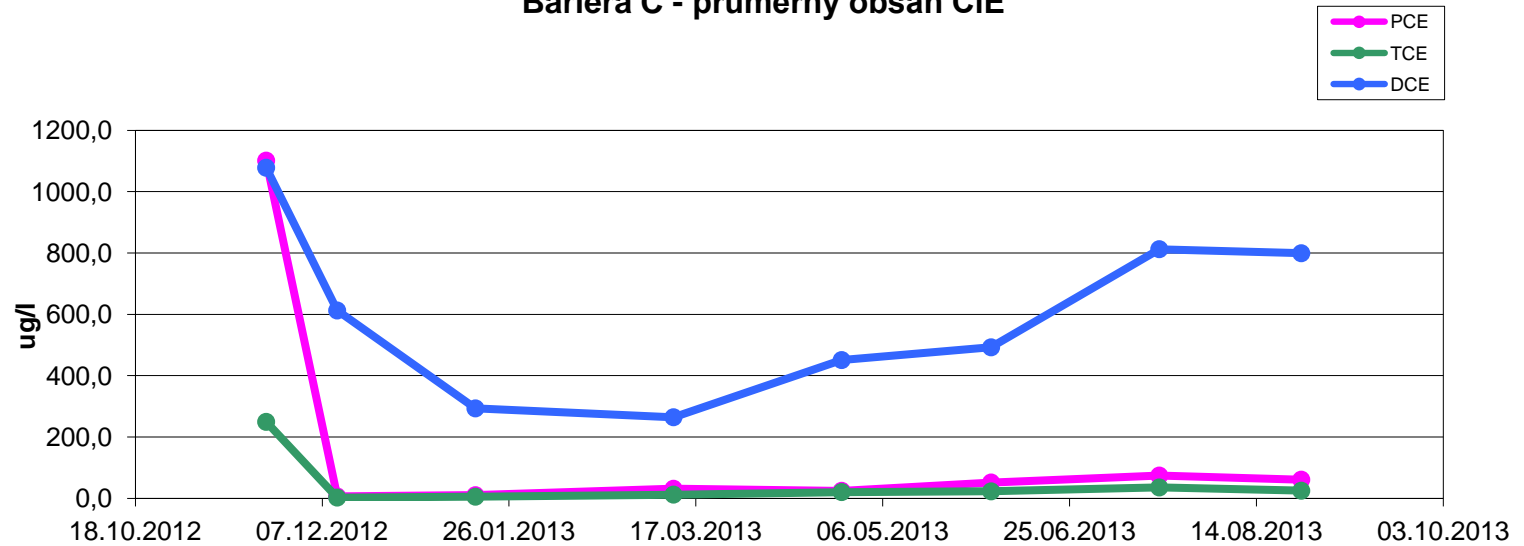
Vývoj průměrných hodnot pH na barierách

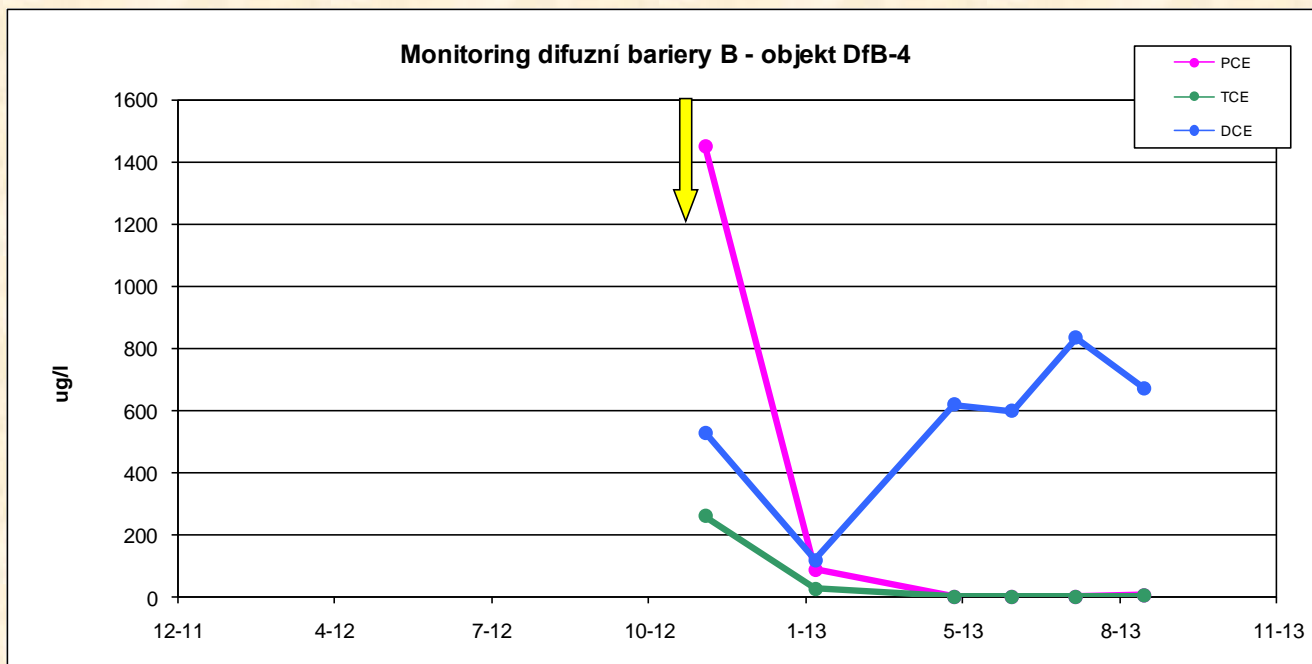
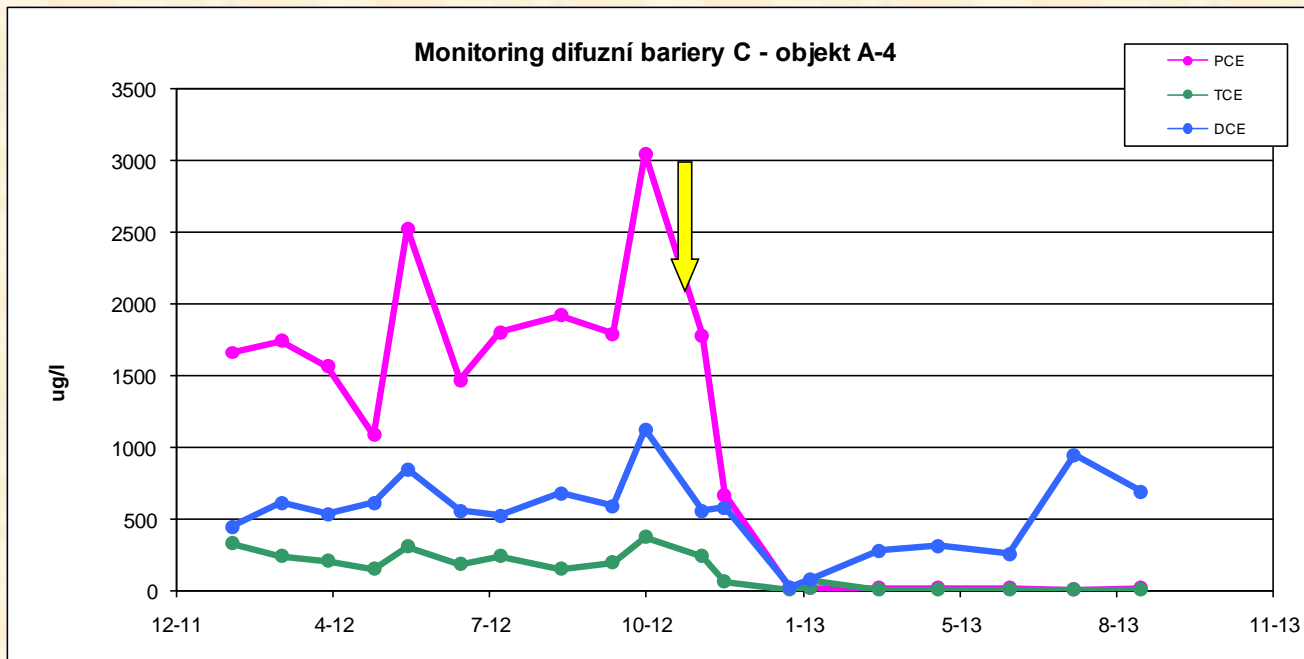


Bariera B - průměrný obsah CIE



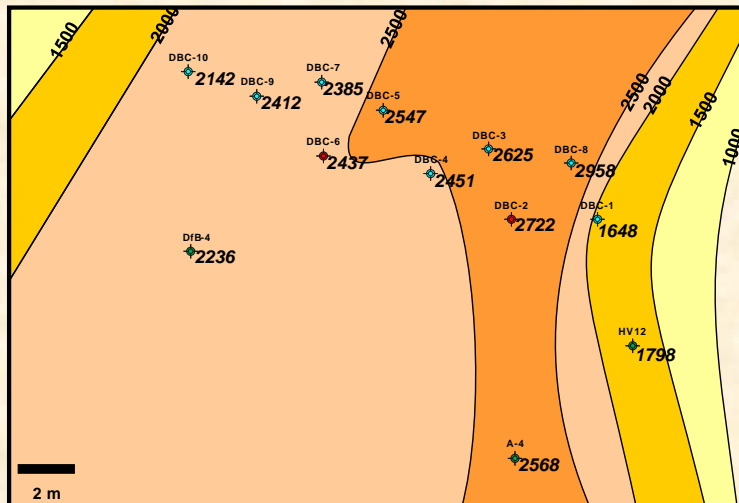
Bariera C - průměrný obsah CIE





Vývoj kontaminace podzemní vody po aplikaci geochemické bariery

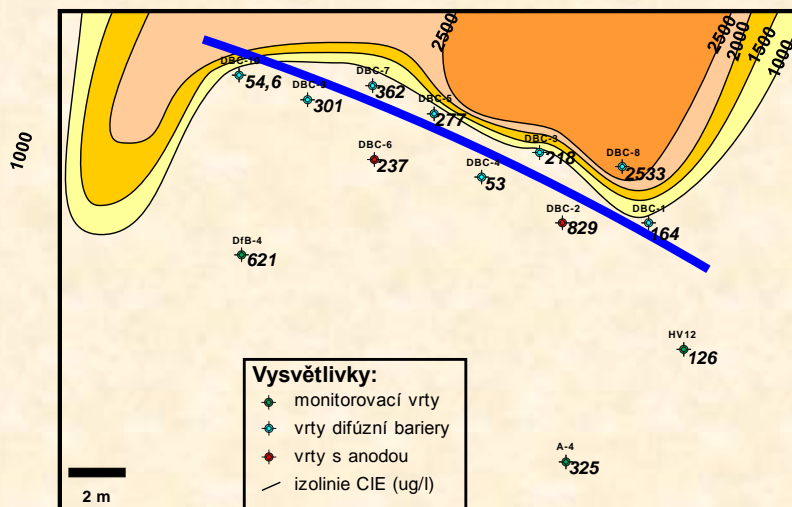
Obsah CIE bariera C - listopad 2012



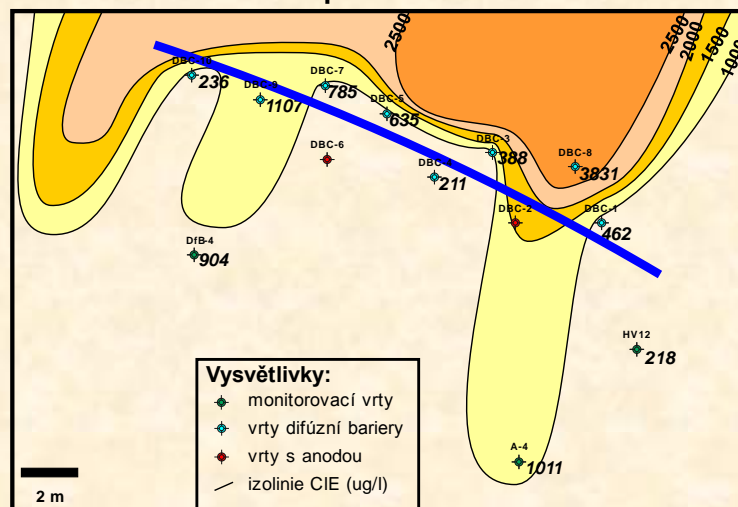
Obsah CIE bariera C leden 2013



Obsah CIE bariera C duben 2013



Obsah CIE bariera C srpen 2013



Pár slov na závěr

Sanace in situ chemickými technologiemi jsou plnohodnotnou alternativou dosud používaných in-situ extrakčních sanačních metod. Koexistence klasických metod a chemicky podporovaných technologií je obvykle neslučitelná.

Geochemická bariera může nahradit funkci hydraulické ochrany lokality.

Projektování a řízení sanace je náročnější na množství a kvalitu informací o dané lokalitě. Zásadní je podrobný geologický a hydrogeologický rozbor, na jehož základě je nutno postavit strategii sanace.

Z hlediska funkčnosti a bezpečnosti provozu je možno konstatovat vyšší spolehlivost, jelikož bariera není citlivá k provozním vlivům.

Vývoj nových typů reakčních náplní na bázi kombinace různě velkých částic nulmocného železa nastavených přímo na konkrétní podmínky jednotlivých lokalit může přinést další zefektivnění technologie geochemických bariér, zvláště při jejich aktivaci a stabilizaci stejnosměrným proudem.