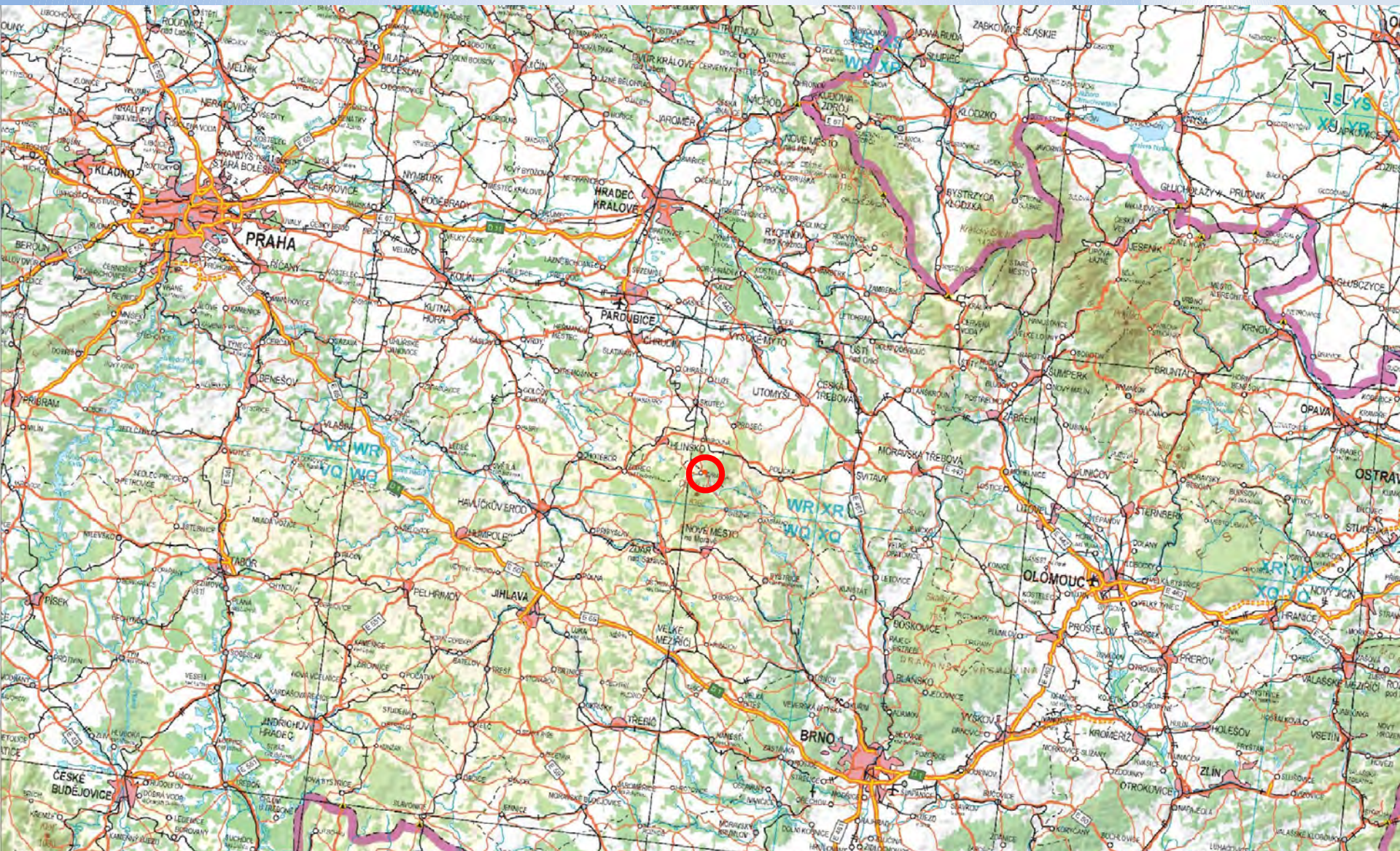




**Praktická aplikace**  
**geochemické reaktivní**  
**bariery**  
**na lokalitě kontaminované**  
**chlorovanými ethyleny**

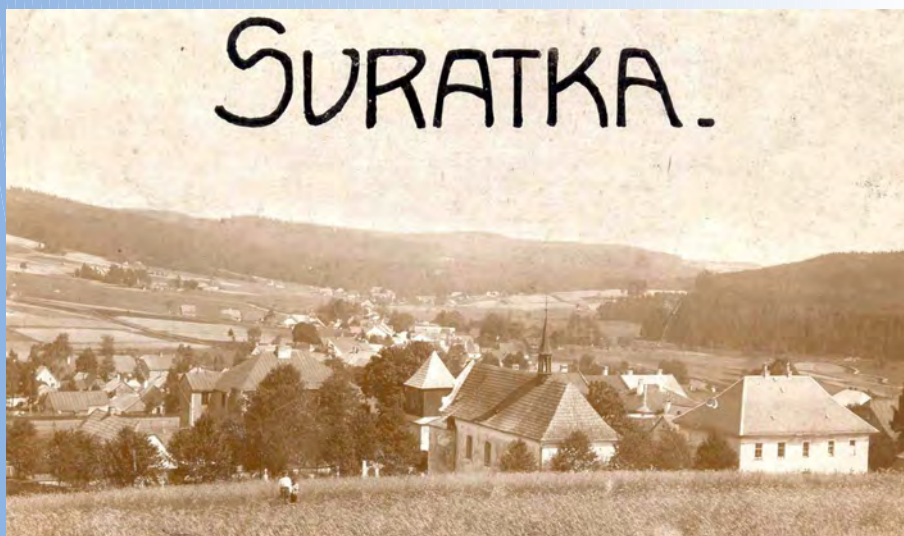
# Obsah prezentace

- Úvodní informace a historie
- Klasické metody sanace
- Intenzifikace sanačních opatření
  - geochemická bariéra



# Mars Svatka, a.s. - historie

- 1865 – klempířství ve Svatce
- 1903 – František Berounský založil rodinný podnik – petrolejové lampy a kovové výrobky



# Historie

- Výroba kovového zboží a sedadel



# Mars Svratka, a.s. - historie

- Povrchové úpravy – práškovým lakem a galvanické pokovování, především zinkování
- Odmašťování



# Stará ekologická zátěž

- **Těžké kovy (Cr, Ni, Zn, Cu)**
- **Chlorované uhlovodíky**

(odmašťování na bázi TCE a PCE v letech 1965 až 1992)

**1965 až 1980 – roční spotřeba 10 tun**

**1980 až 1992 – roční spotřeba 80 tun**

# Stará ekologická zátěž - řešení

- Smlouva č. 116/95 týkající se ekologických závazků – 27. říjen 1995 o podmínkách převodu majetku státu na jiné osoby



- **Cíl sanačních prací**

- ❖ Ochrana podzemních vod  
a řeky Svratky

- **Cílové sanační limity**

- ❖ Areál podniku            1 270 µg/l

- ❖ Aluviální niva            740 µg/l



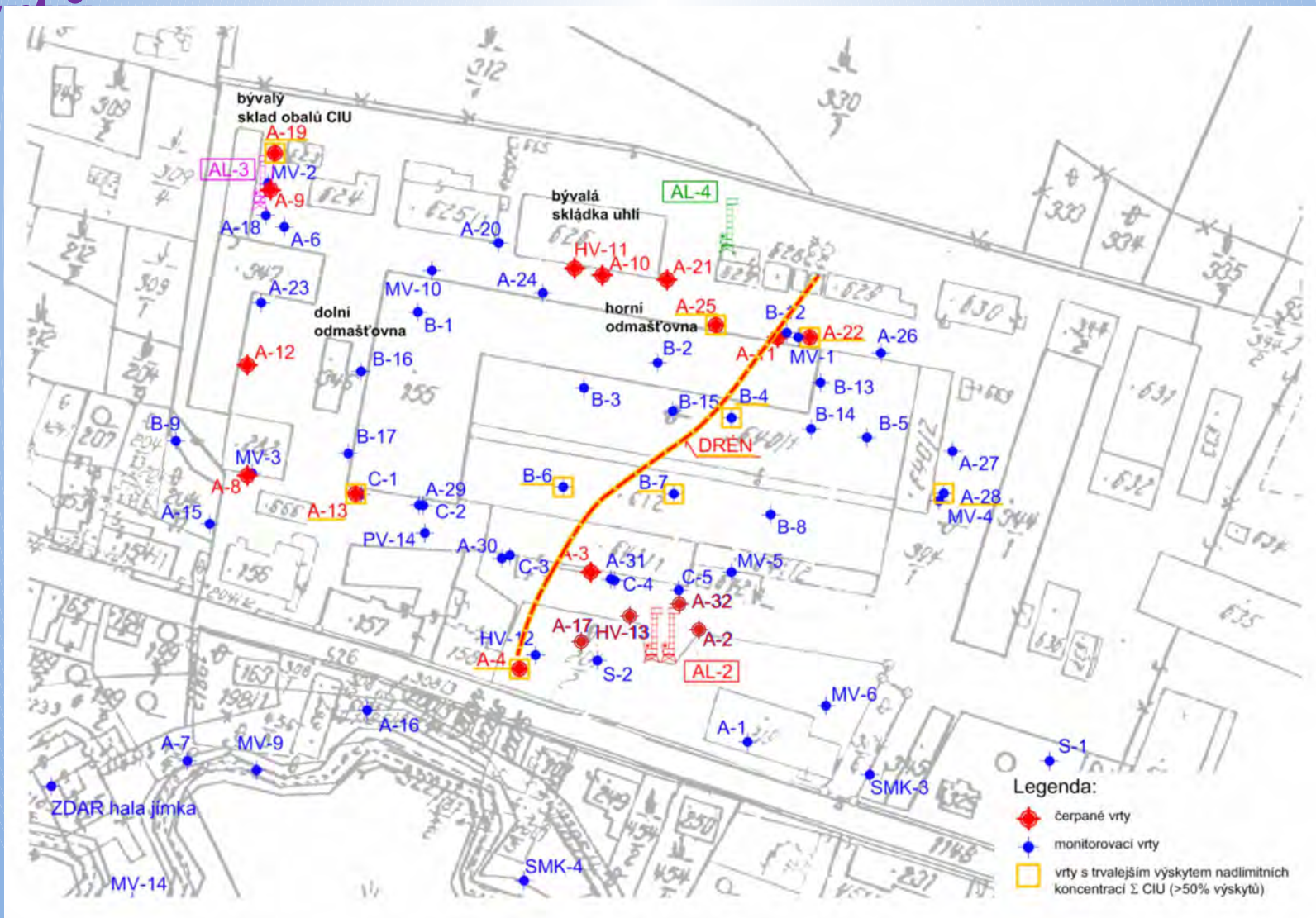
# Klasické metody sanace chlorovaných uhlovodíků

- ❖ Odtěžba kontaminovaných zemin (1998)
- ❖ Sanace podzemních vod čerpáním (1998 až 2012)
- ❖ Ventování půdního vzduchu podpořené air-spargingem (1998 až 2012)



# Situace čerpaných a monitorovaných

## V





# Sanace ventingem a air-spargingem



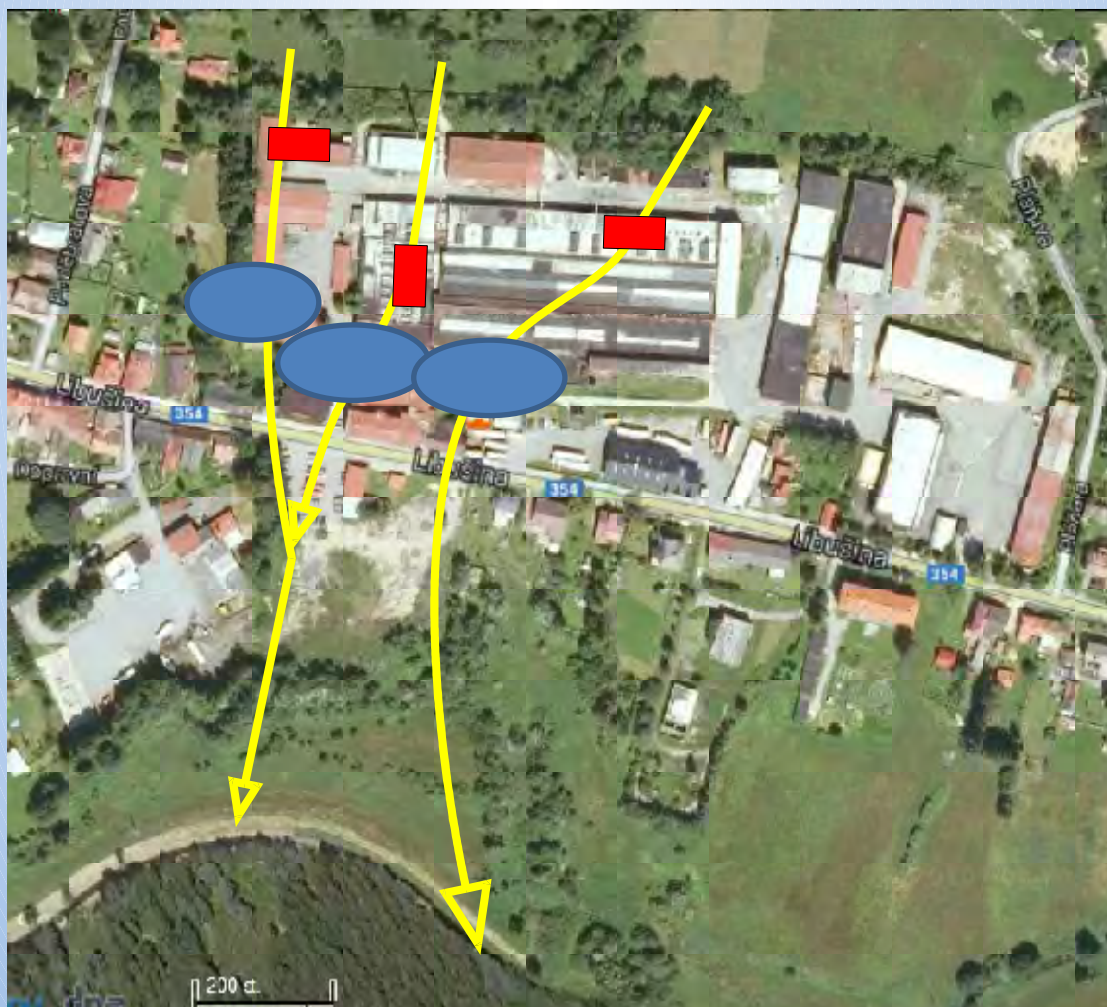


# Bilance odstraněných CIU

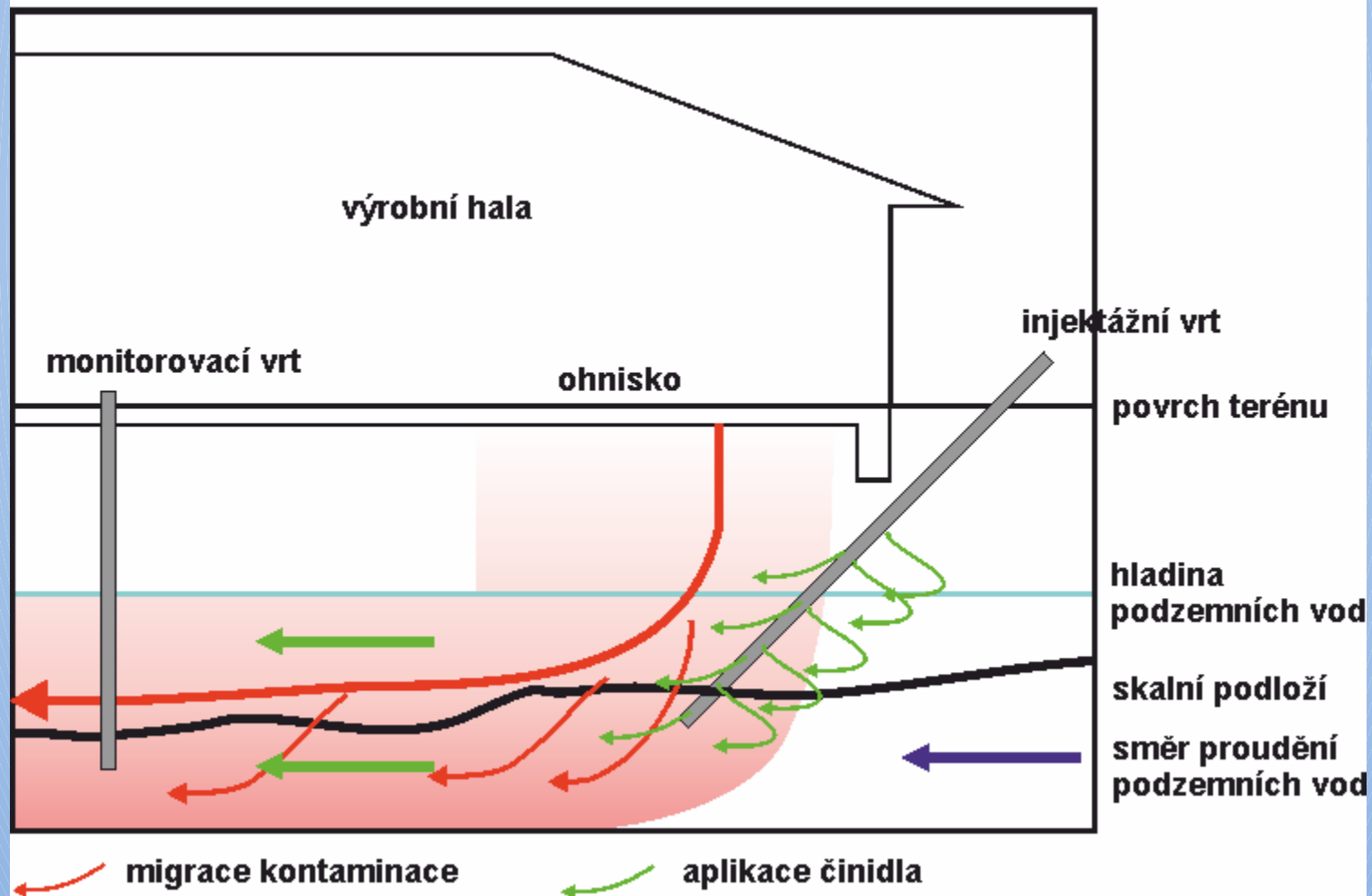
období	odtěžba	čerpání	venting	celkem
rok 1998	2 525,0	93,5	3 083,0	5 701,5
rok 1999		464,2	3 867,0	4 331,2
rok 2000		507,5	3 411,2	3 918,7
rok 2001		296,3	1 974,5	2 270,8
rok 2002		408,4	898,5	1 306,9
rok 2003		296,3	731,5	1 027,8
rok 2004		227,2	44,4	271,6
rok 2005		245,2	463,2	708,4
rok 2006		188,1	1 985,5	2 173,6
rok 2007		104,1	900,6	1 004,7
rok 2008		63,3	248,5	311,8
rok 2009		76,5	229,7	306,2
rok 2010		107,8	278,5	386,3
rok 2011		70,6	180,1	250,7
rok 2012		62,6	445,8	508,4
celkem	2 525,0	3 211,6	18 742,0	<b>24 478,6</b>



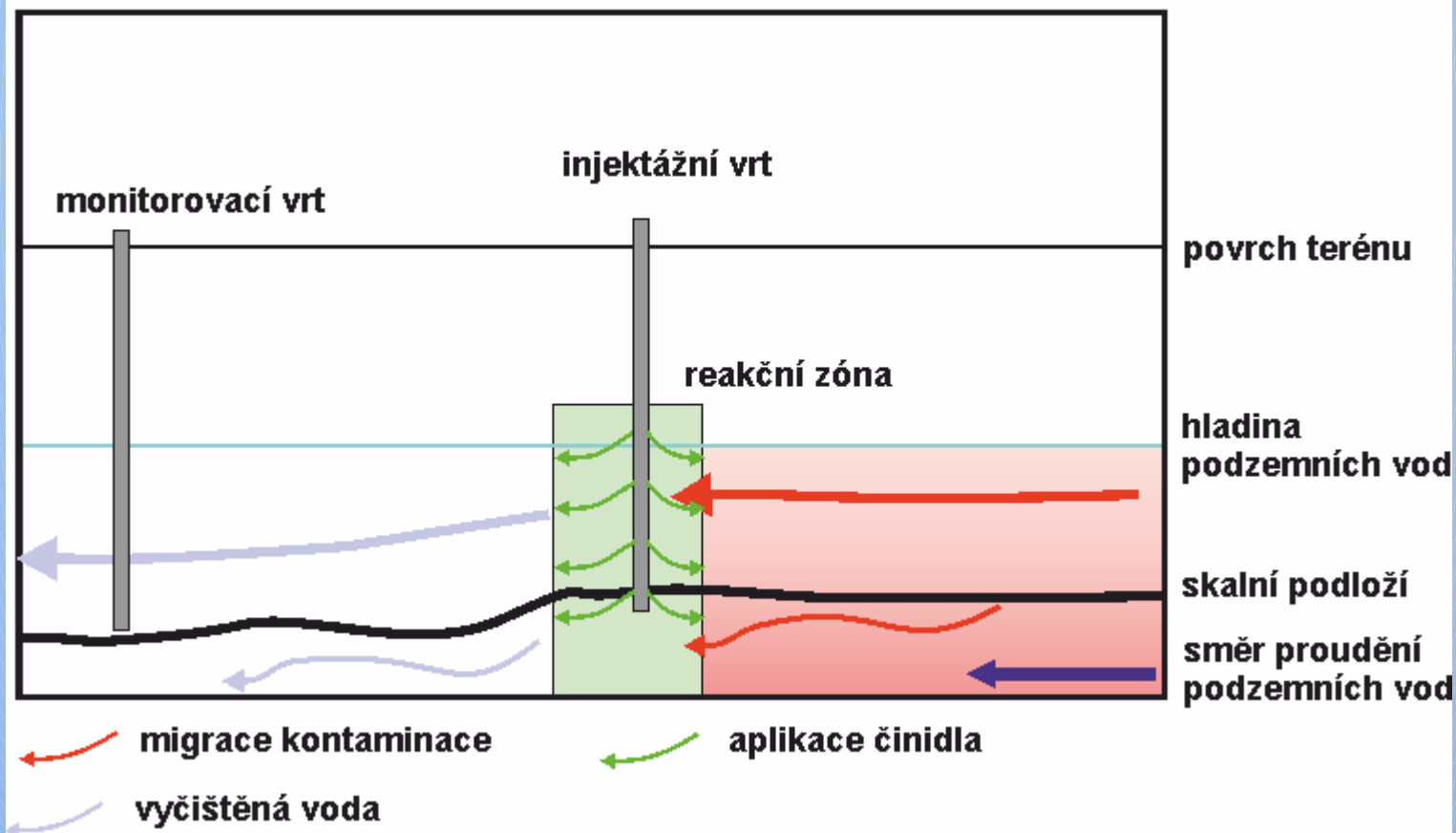
# In situ reduktivní dechlorace



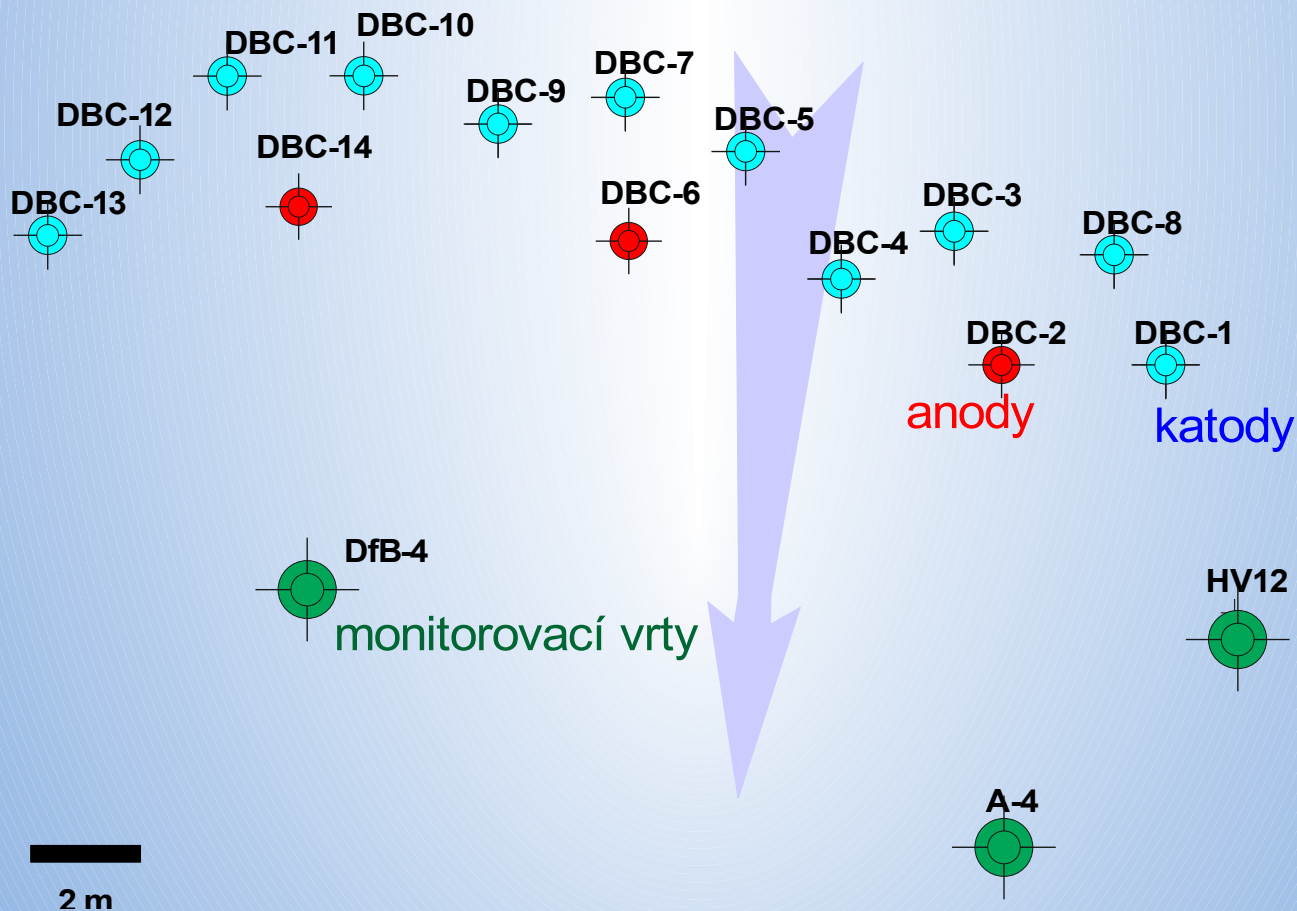
## Schéma zásahu v ohnisku



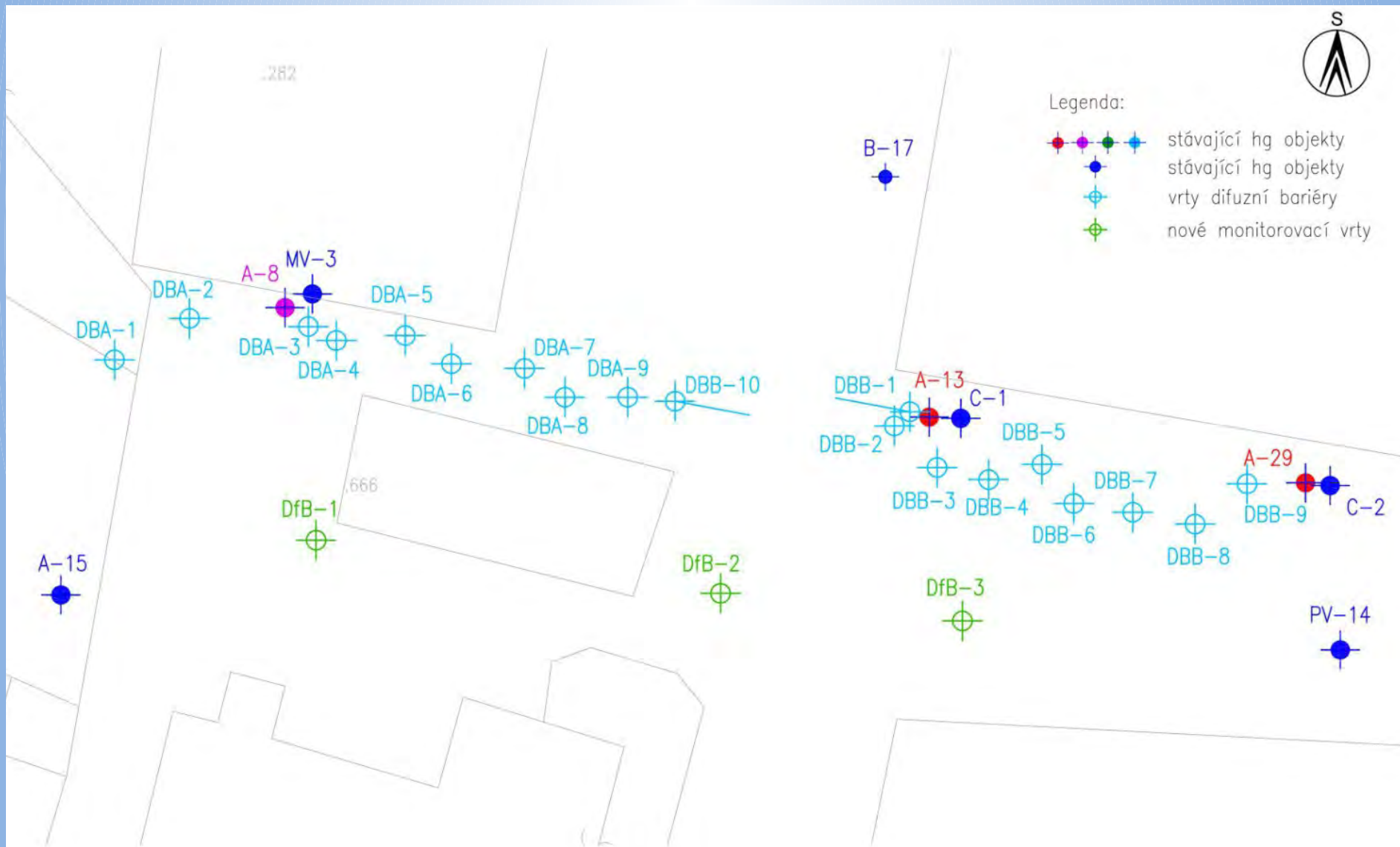
## Schéma difuzní bariéry



# Konkrétní design difuzní bariery C



# Detail barier A a B



# Aplikace laktátu sodného

- Laboratorní zkoušky pufrční kapacity zemin, vsádkové testy
- Celkem použito 8,4 t kyseliny mléčné, 2,5 t NaOH v první aplikaci a 2,4 t kyseliny mléčné a 0,6 t NaOH v



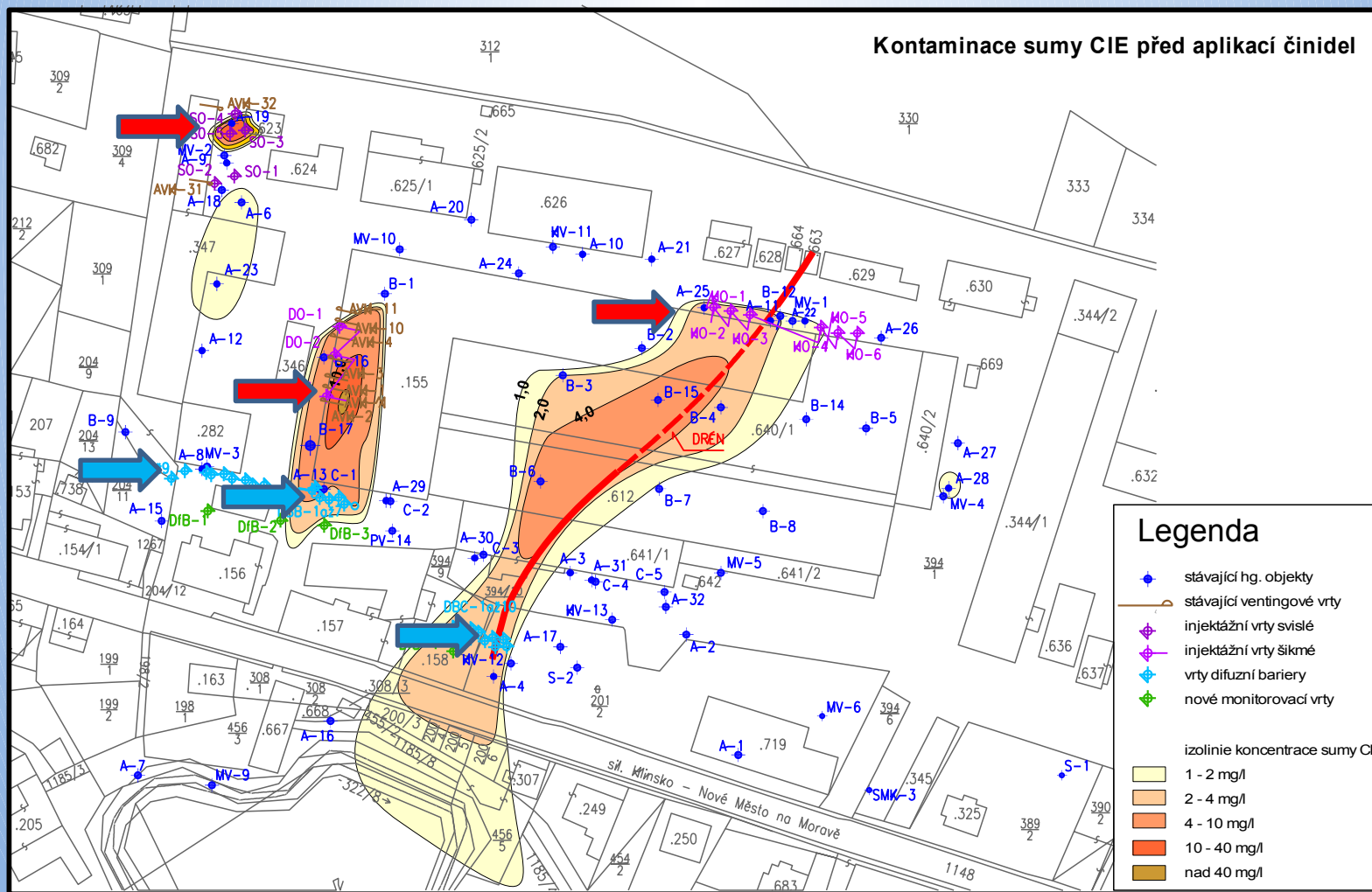
# Aplikace nanoželeza

**Celkem použito**

- 1. aplikace 540 kg NZVI NANOFERSTAR s oxidickou ochrannou slupkou,  
koncentrace – 20g/l až 27 g/l**
- 2. aplikace 380 kg kompozitu mikro a nanoželeza, koncentrace  
20 g/l**

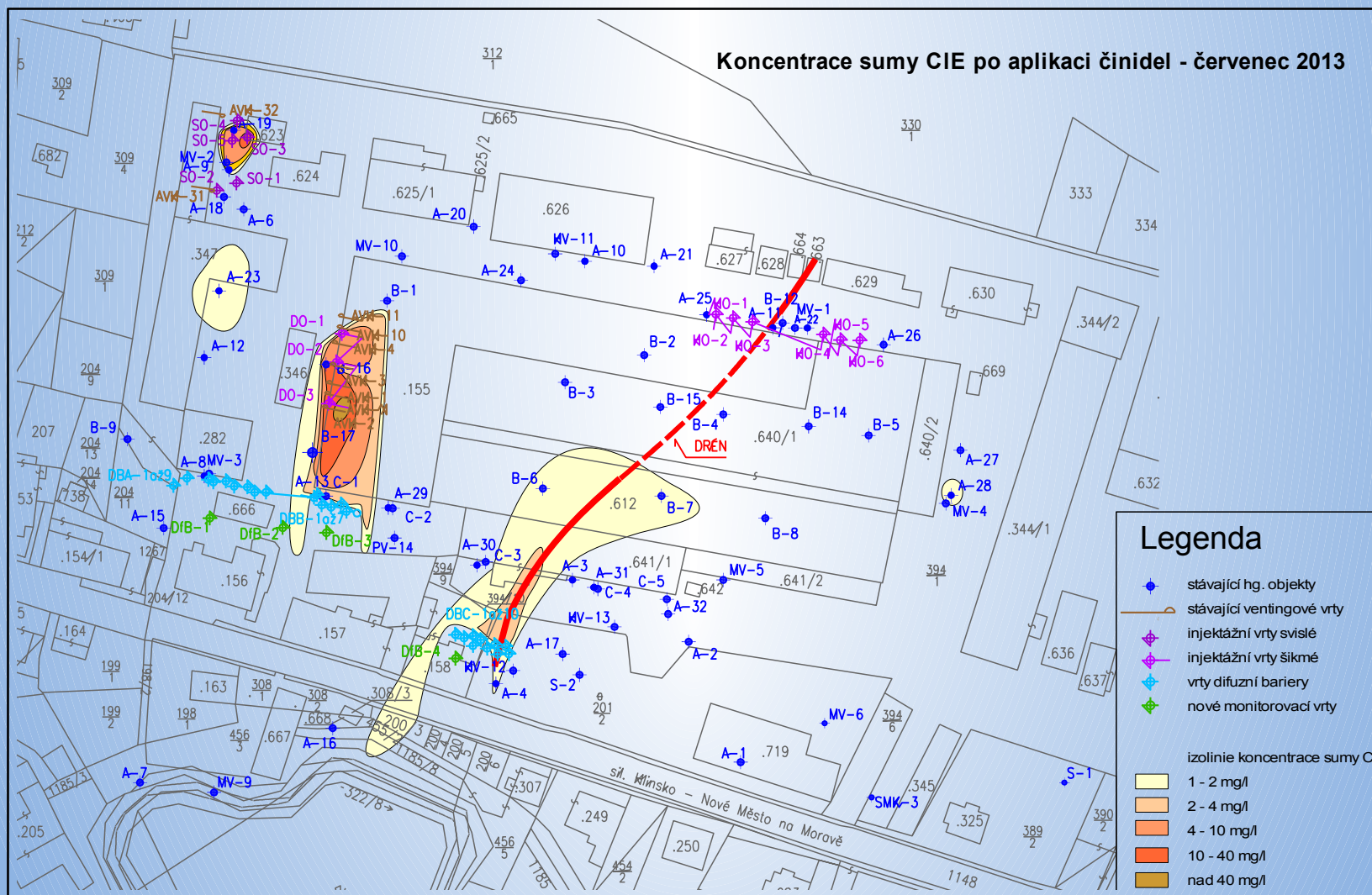


# Kontaminace podzemní vody na lokalitě před aplikací činidel





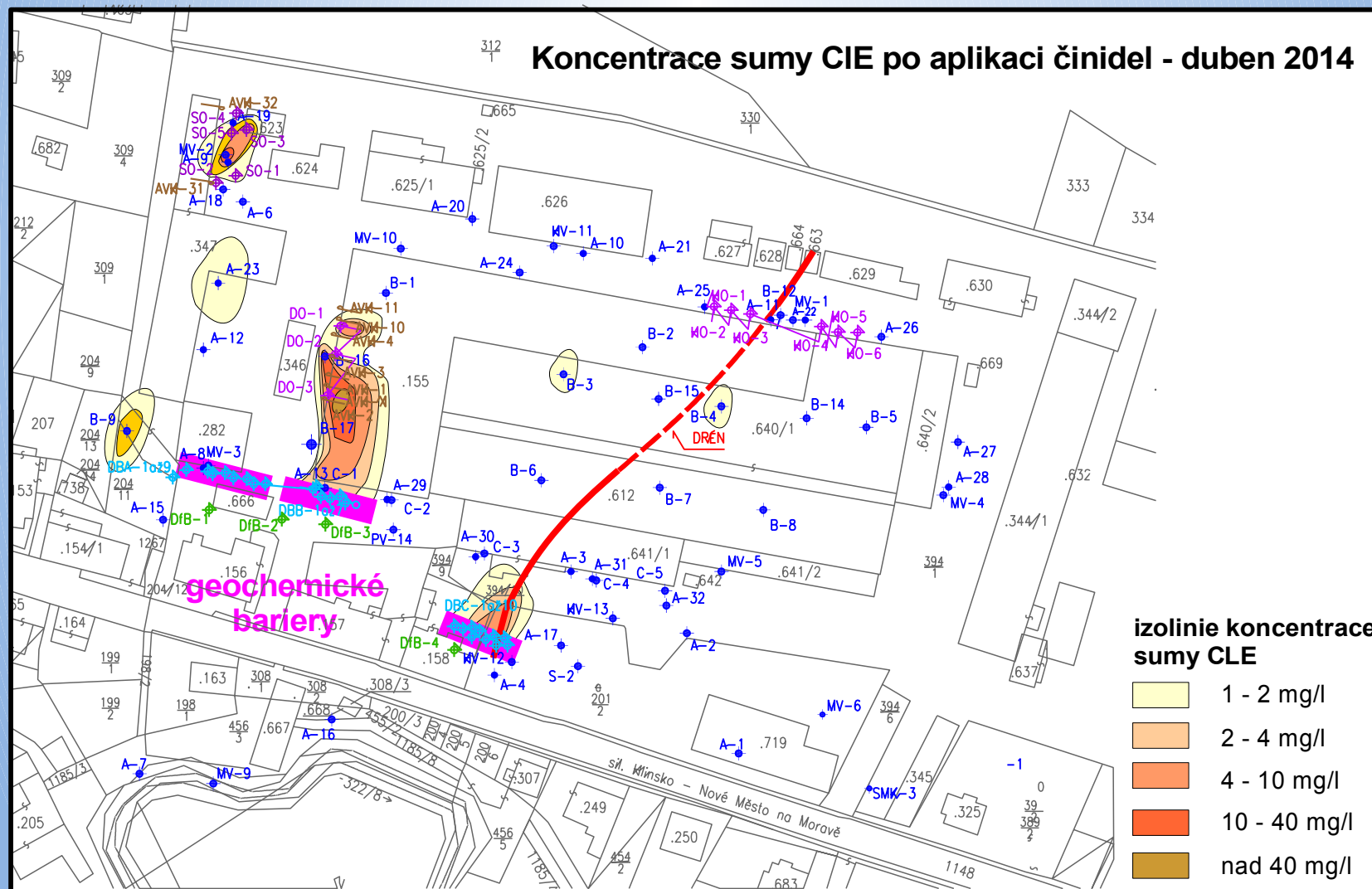
### Koncentrace sumy CIE po aplikaci čidel - červenec 2013



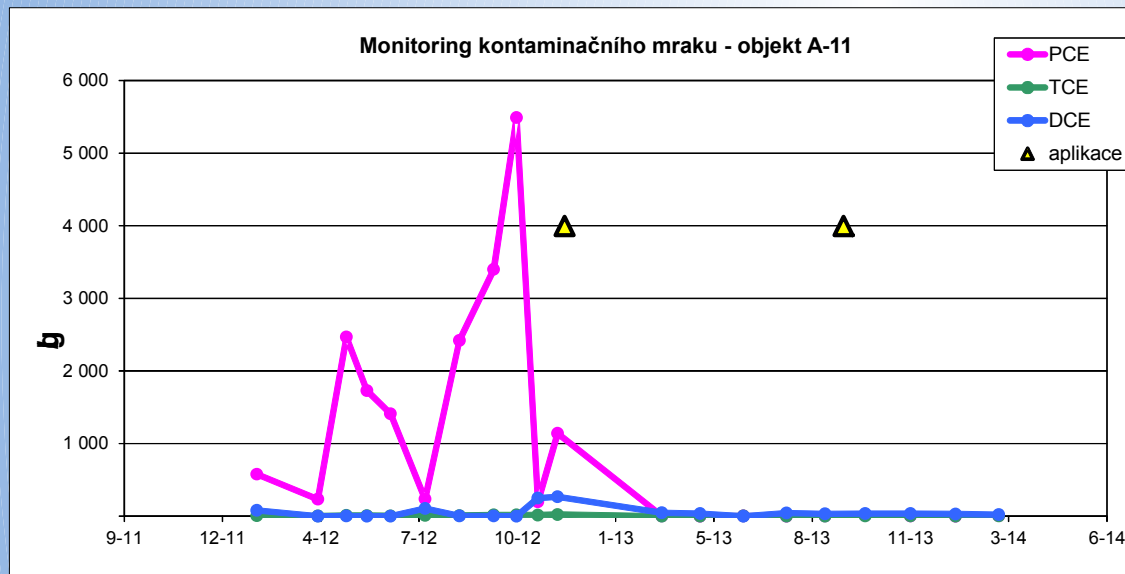
#### Legenda

- stávající hg. objekty
  - stávající ventingové vrty
  - ◆ injektážní vrty svislé
  - ◆ injektážní vrty šikmé
  - ◆ vrty difuzní bariery
  - ◆ 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

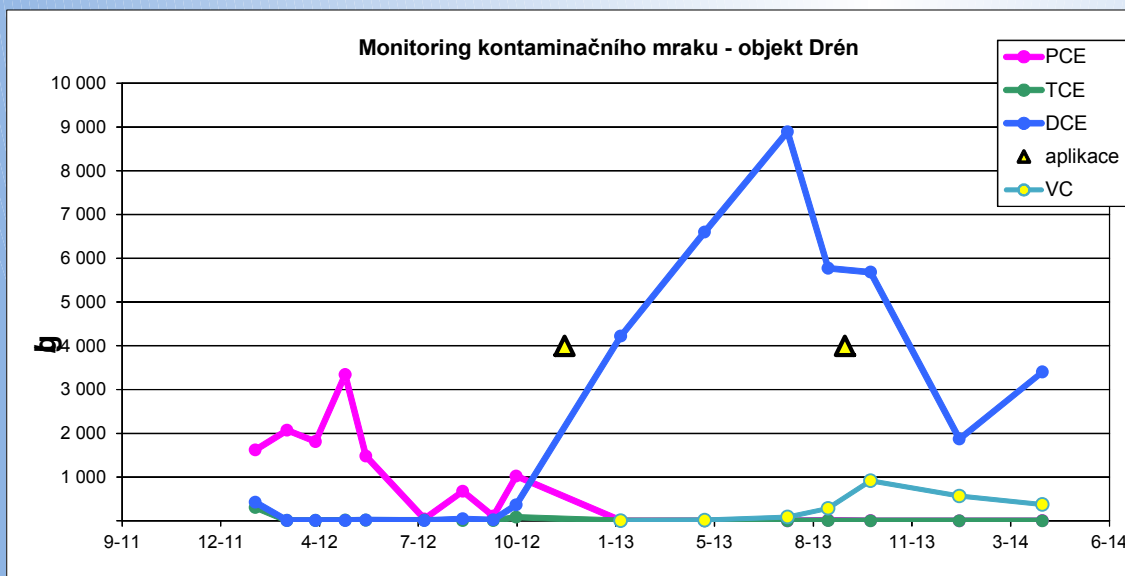
## Koncentrace sumy CIE po aplikaci činidel - duben 2014



# Vývoj kontaminace podzemní vody po aplikaci laktátu

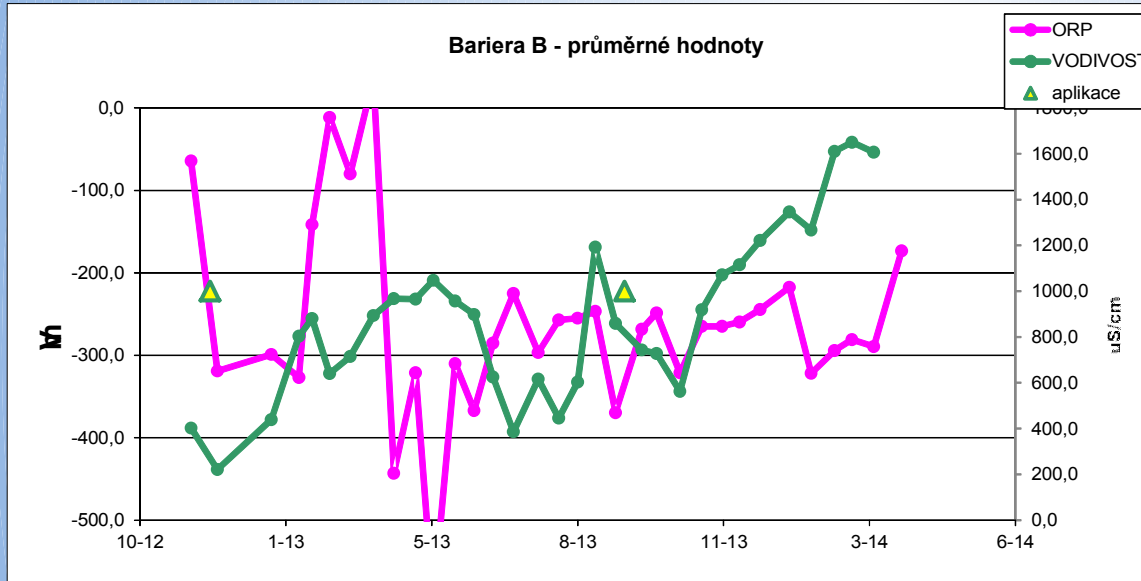


Centrální část ohniska, po aplikaci došlo k rychlému dočištění ohniska.

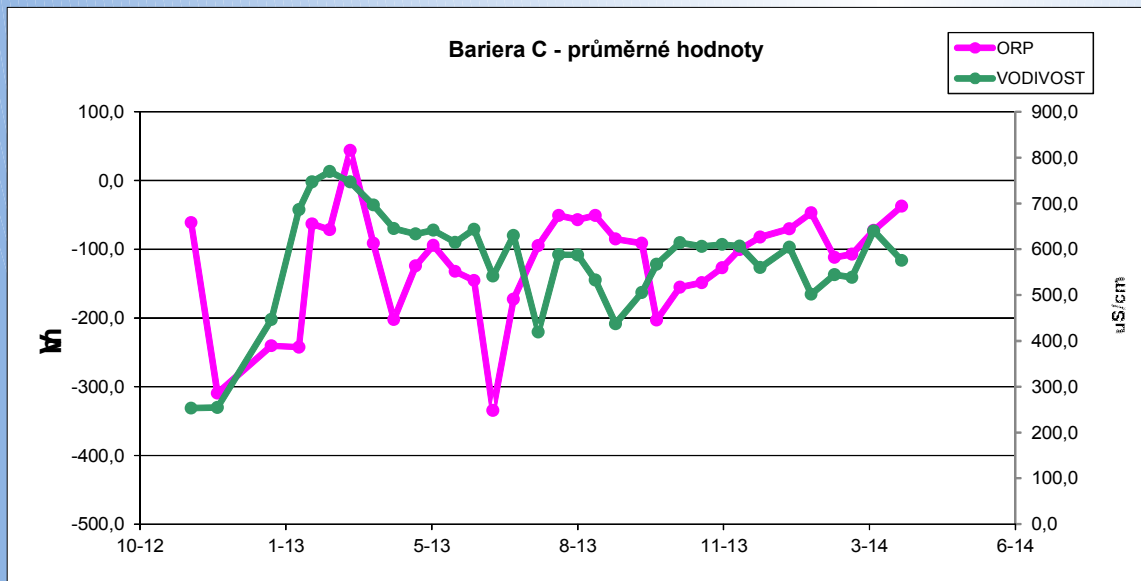


Odtoková zóna z podloží výrobní haly nepřístupné pro sanační zásah. Rozptýlený laktát degraduje PCE na DCE a částečně VC. Dochází ke kulminaci hodnot cca 8 měsíců (DCE) a 11 měsíců (VC) po aplikaci. Zvýšený bilanční tok CIE je způsoben odstavením čerpání i vyšší mobilitou DCE. Kontaminant je zachycen geochemickou bariérou.

# Vývoj průměrného ORP (AgCl elektroda) a vodivosti na bariérách

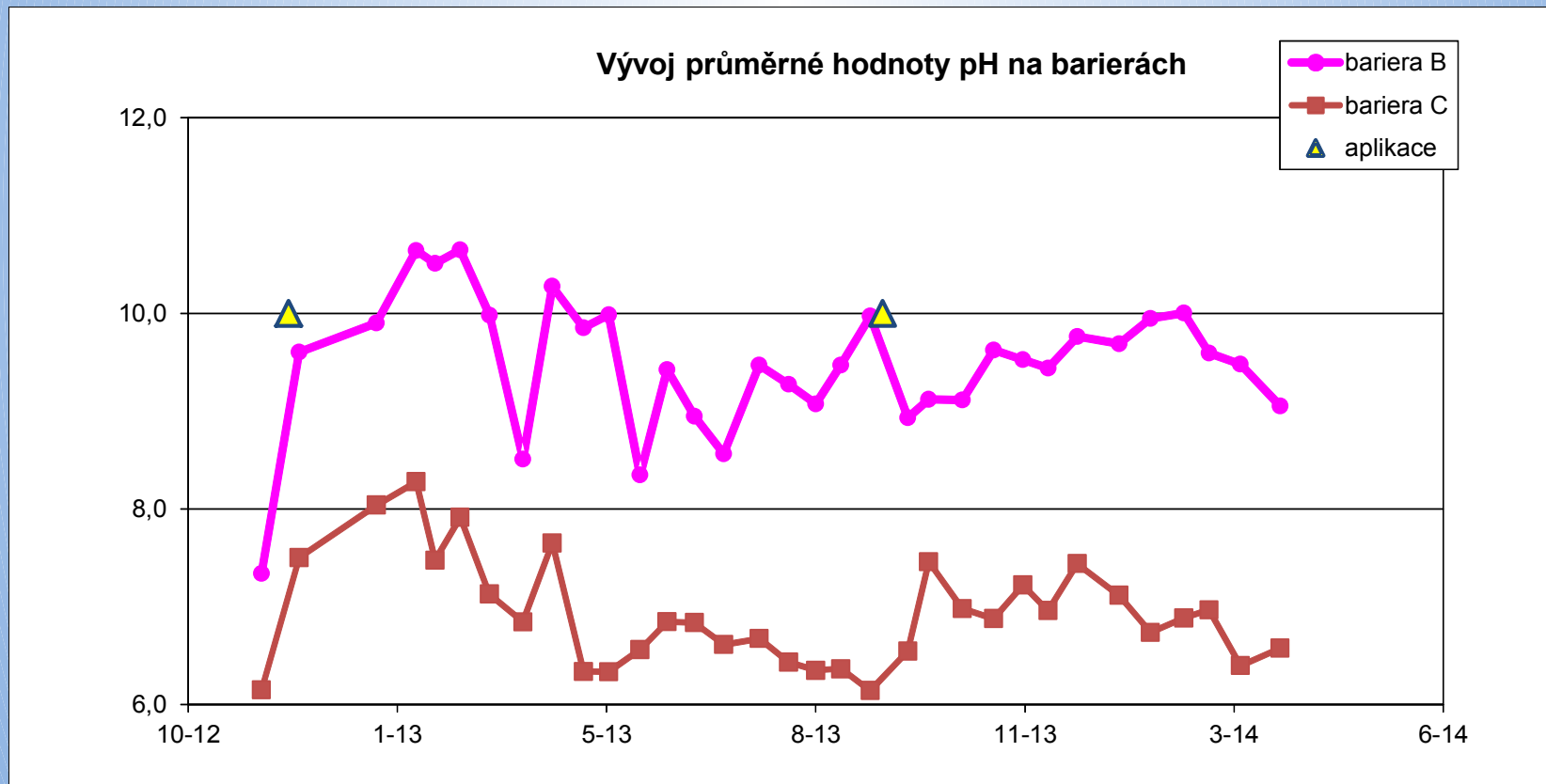


Bariera B zachycuje svahový odtok kontaminované vody. Nátok na barieru je rozkolísaný podle změn srážkových úhrnů. Na růstu vodivosti se projevuje zapojení do elektrického pole a také rozpouštění anod na nátoku do bariery. Je dosahováno nižšího ORP.

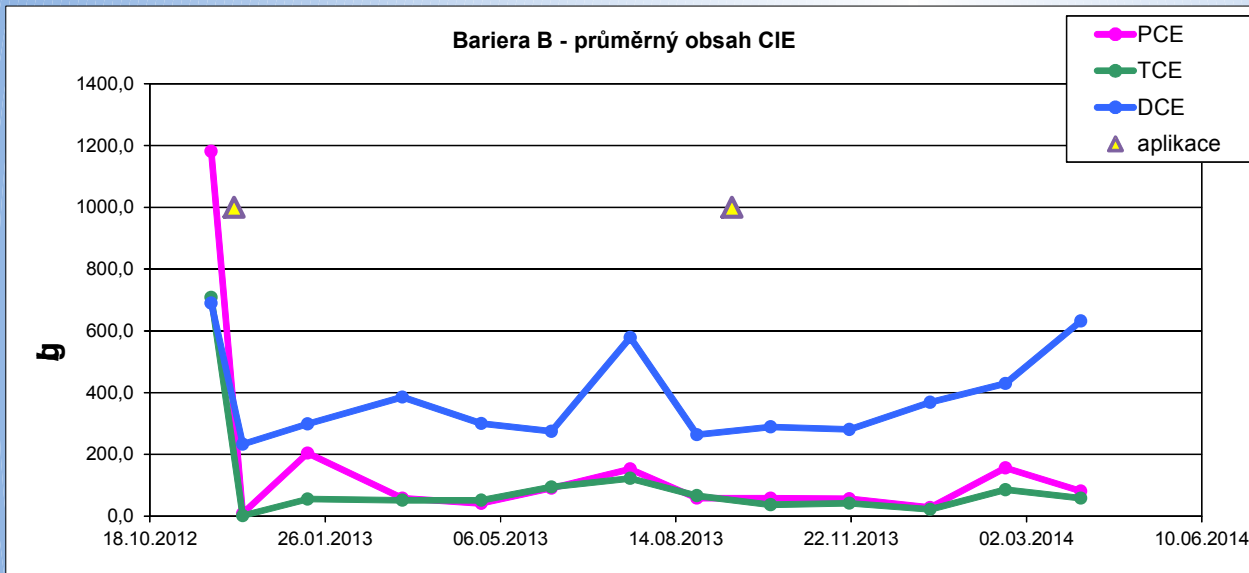


Bariera C je umístěna na okraji nivy a průtok bariérou je řádově vyšší. Vyšší zátěž bariery se projevuje vyššími hodnotami ORP a pouze malou změnou vodivosti (na nátoku jsou umístěny katody).

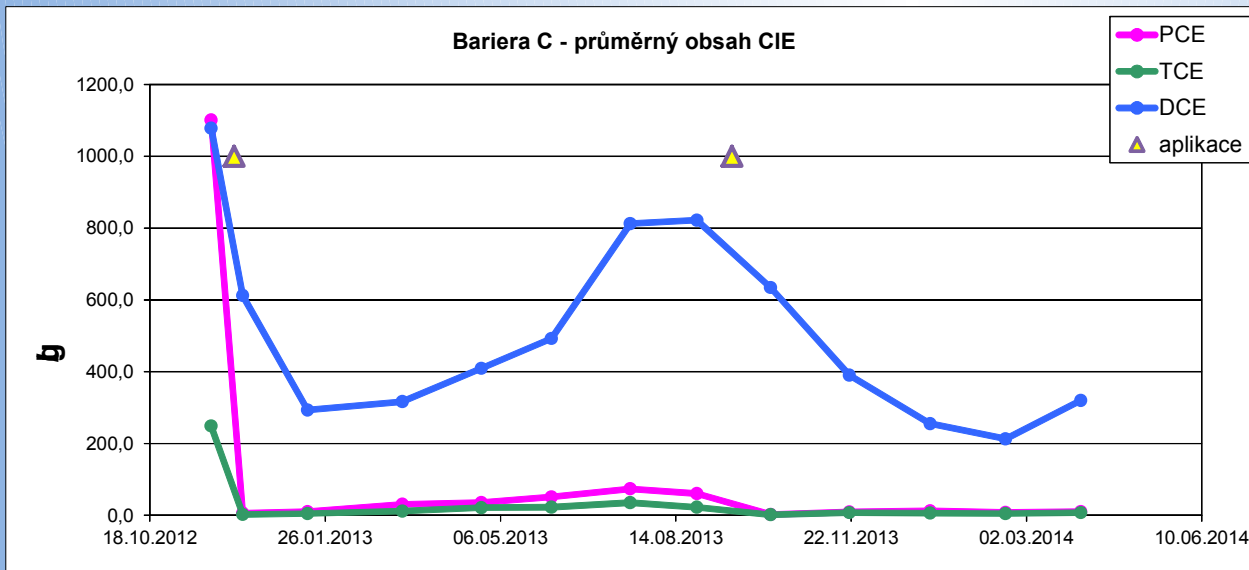
## Vývoj průměrného pH na barierách



Nižší průtok barierou B a zapojení do elektrického pole generuje relativně vysoké pH, což lze interpretovat delším zdržením podzemní vody v linii bariery. Naopak v bariéře C je zdržení kratší a elektrické pole se výrazně neprojevuje změnou pH. První aplikace nZVI (listopad 2012) se projevila intenzivnějším nárůstem pH v porovnání s aplikací kompozitu v září 2013.

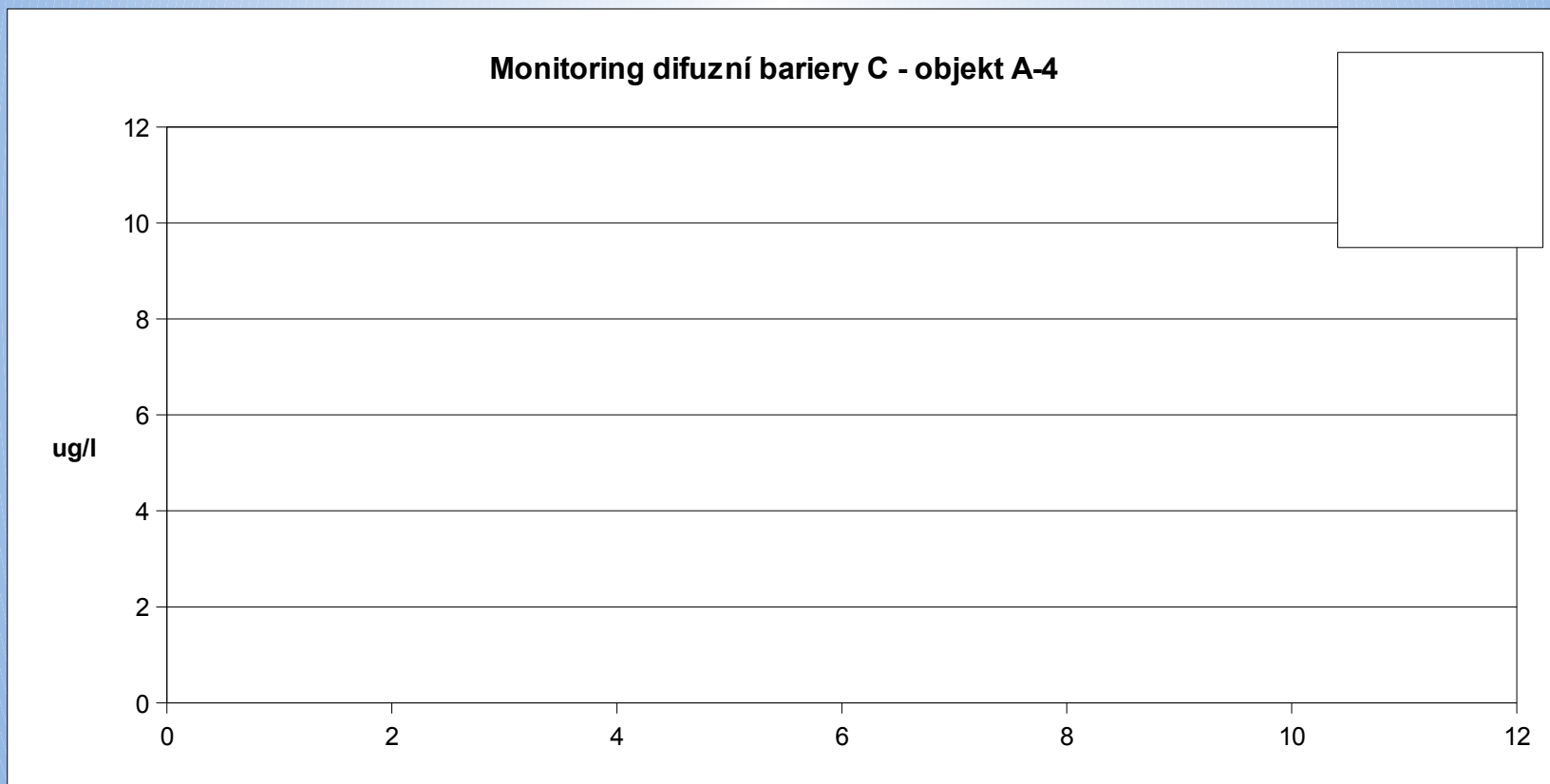


Bariera B pokrývá odtok kontaminovaných vod s koncentracemi až 70 mg/l PCE. Její účinnost je dostatečná z důvodu vyhovujícího bilančního zatížení a delší doby zdržení.



Na vývoji koncentrací na Barieře C lze demonstrovat rozdílnou reaktivitu nZVI (1. aplikace) a kompozitu mikro a nanoželeza. Náběh reaktivity po 2. aplikaci je pozvolnější, avšak snížení koncentrací je hlubší. Postupně se snižuje i nátok kontaminace z 10 mg/l (červen 2013) na cca 4 mg/l. <http://www.ekomonitor.cz>

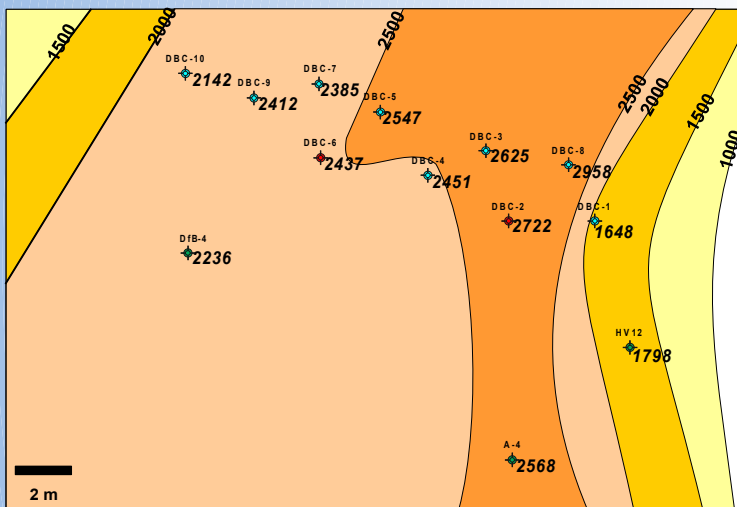




Objekt A4 je umístěn 8 m za bariérou C. Demonstruje dostatečnou účinnost bariéry a to i přes to, že po odstavení čerpání došlo k řádovému nárůstu koncentrací uvolňovaných z kontaminované struktury a tím i vyššímu zatížení bariéry.

# Vývoj kontaminace podzemní vody po aplikaci geochemické bariery

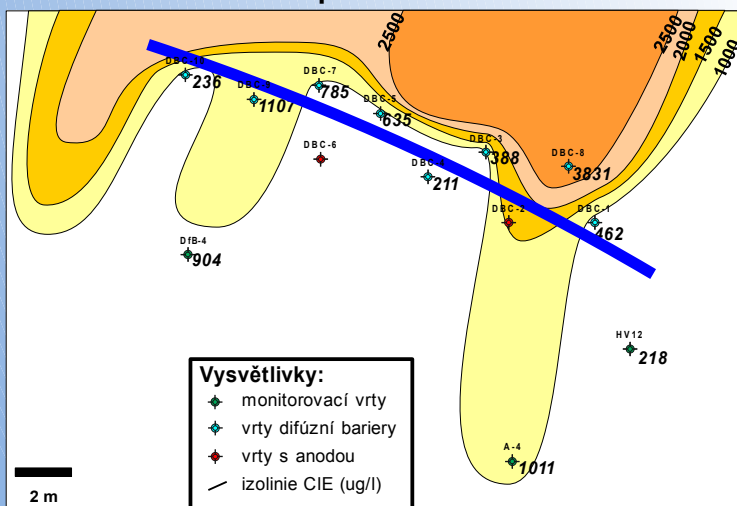
Obsah CIE bariera C - listopad 2012



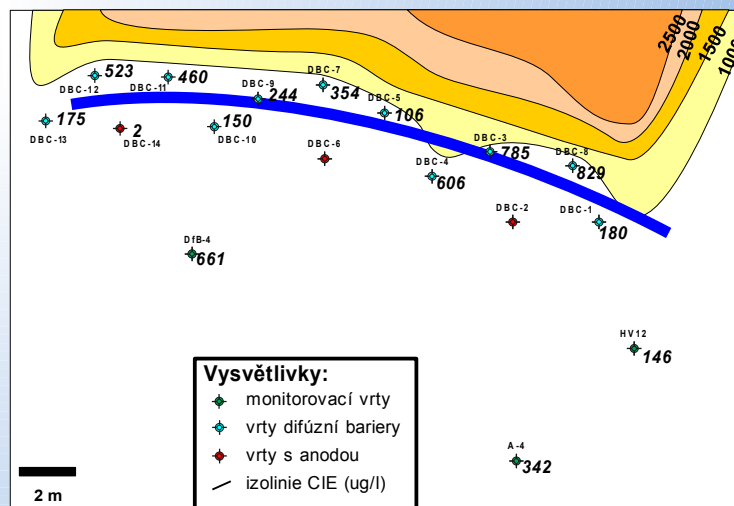
Obsah CIE bariera C leden 2013



Obsah CIE bariera C srpen 2013

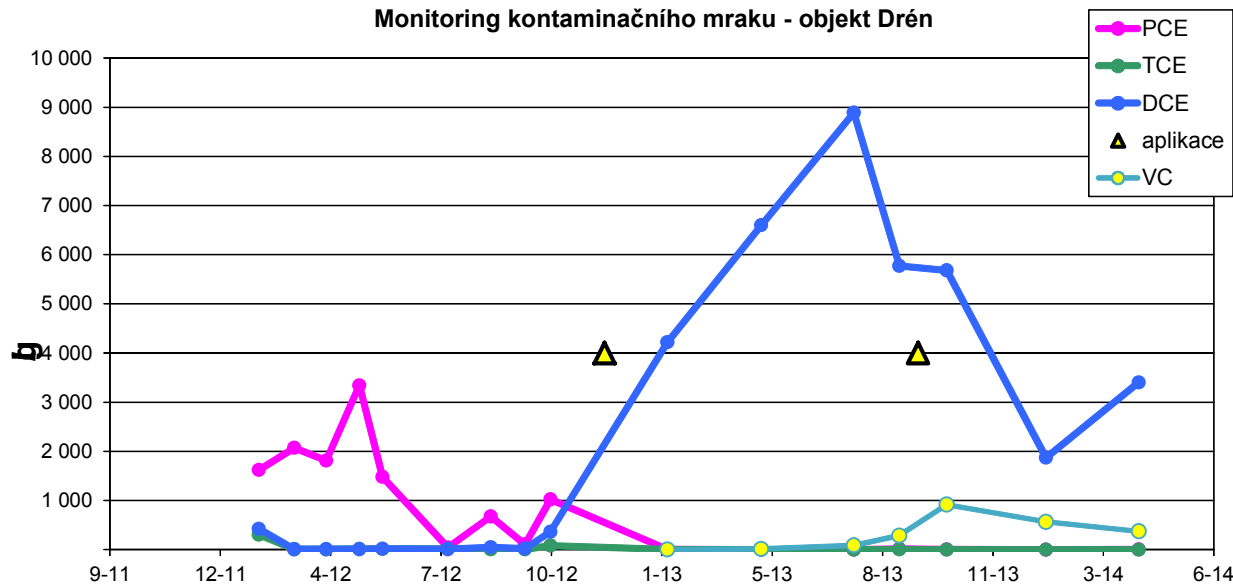


Obsah CIE bariera C březen 2014



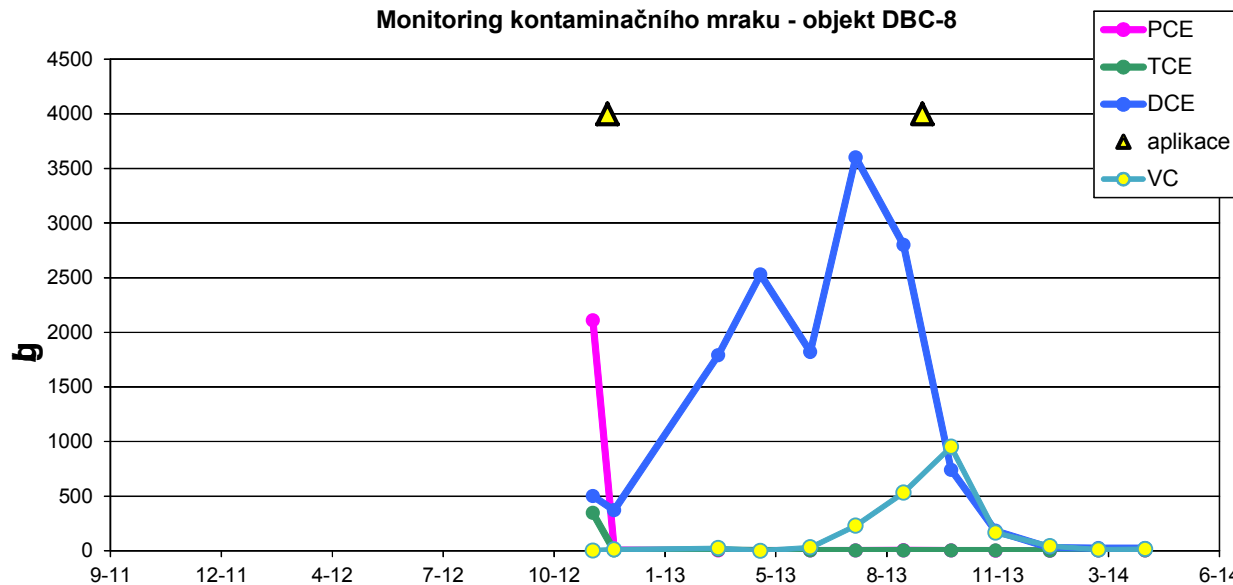


Monitoring kontaminačního mraku - objekt Drén



Drén reprezentuje zdrojový nátok na část bariery C. Aplikací laktátu do ohniska Horní odmašťovna došlo k uvolnění značného množství DCE s kulminací cca 8 měsíců po aplikaci.

Monitoring kontaminačního mraku - objekt DBC-8



Vrt DBC-8 je nejvíce zatíženým vrtem v bariéře. Průtok DCE byl snížen na cca 30%, v případě VC nebylo snížení při kulminaci hodnot prokazatelné.

Uvolnění DCE po aplikaci reagentu do ohniska je obvyklý projev reduktivních technologií. Bez instalace ochranné geochemické bariéry dojde k úniku kontaminace mimo sanovanou strukturu.

# Rámcové ekonomické vyhodnocení

- **Náklady na roční čerpání hydraulické bariéry**

(pronájem stanice, obsluha, technický servis, náklady na dopravu a geologickou službu)

– 890 000 Kč/rok

- **Náklady na roční provoz geochemické bariéry**

(nákup nanoželeza, aplikace, analytický servis, terénní měření, spotřeba elektrického proudu, náklady na dopravu a geologickou službu)

# Závěr

## Geochemická bariéra

- Dlouhodobým provozním nasazením byla ověřena funkčnost technologie, která plně nahradila dosud provozovanou hydraulickou ochranu lokality.
- Je možno konstatovat vyšší spolehlivost bariéry a menší náchylnost k provozním vlivům.



**Děkuji za pozornost**

