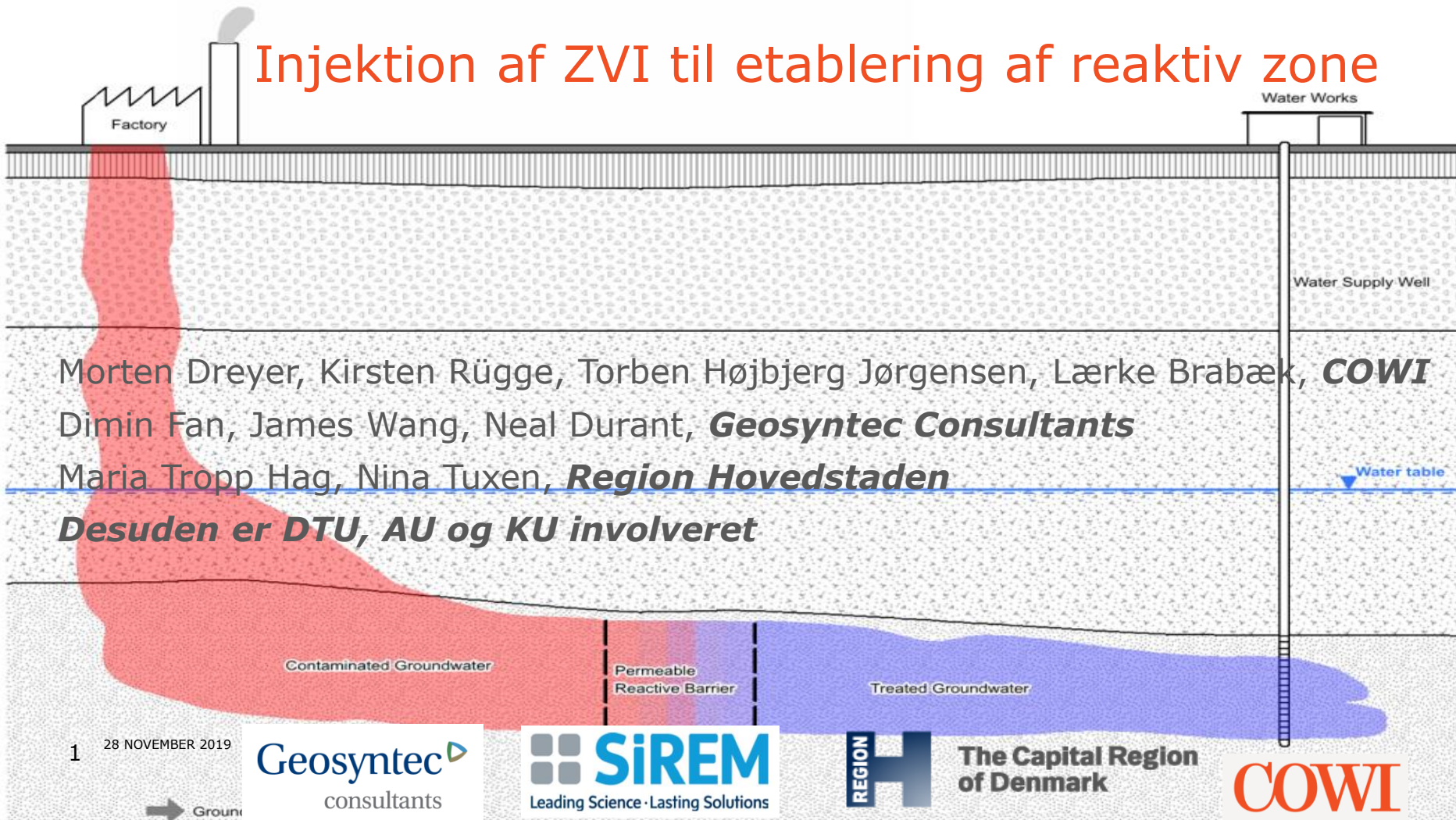


Injektion af ZVI til etablering af reaktiv zone



Morten Dreyer, Kirsten Rügge, Torben Højbjerg Jørgensen, Lærke Brabæk, **COWI**
Dimin Fan, James Wang, Neal Durant, **Geosyntec Consultants**
Maria Tropp Hag, Nina Tuxen, **Region Hovedstaden**
Desuden er DTU, AU og KU involveret

1

28 NOVEMBER 2019

Geosyntec
consultants

SiREM
Leading Science · Lasting Solutions

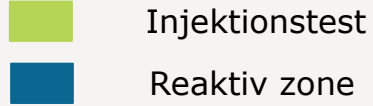
REGION

The Capital Region
of Denmark

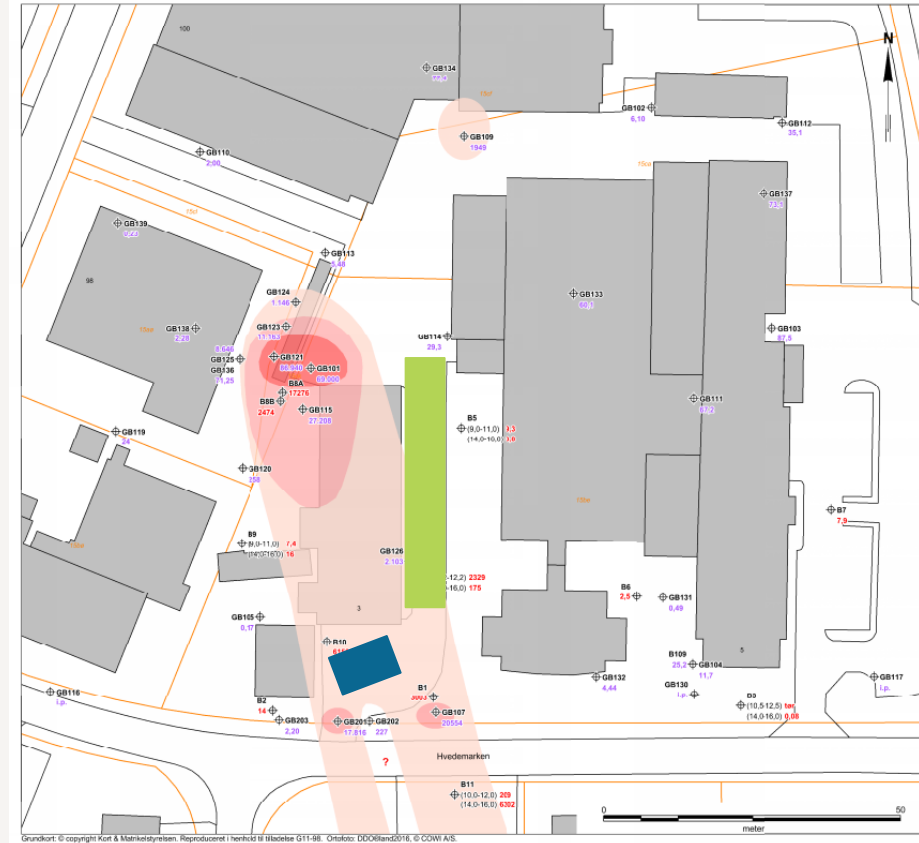
COWI

→ Ground

Baggrund



- > Udviklingsprojekt
- > Nødvendighed med oprensning af faner
- > Test af ny og innovativ metode
- > Testgrund: Forureningsfane med klorerede ethener i sandmagasin



Udviklingsprojektet til dato

- > Teste 5 innovative ZVI produkter ved laboratorieforsøg
- > Injektionstest med 2 ZVI produkter
- > Etablering af reaktiv zone med 1 ZVI produkt

Udfordringer og læring

- > Injektionsmetoder
- > Injektionstest
- > Design af reaktiv zone
- > Etablering af reaktiv zone
- > Udfordringer
- > Dokumentation

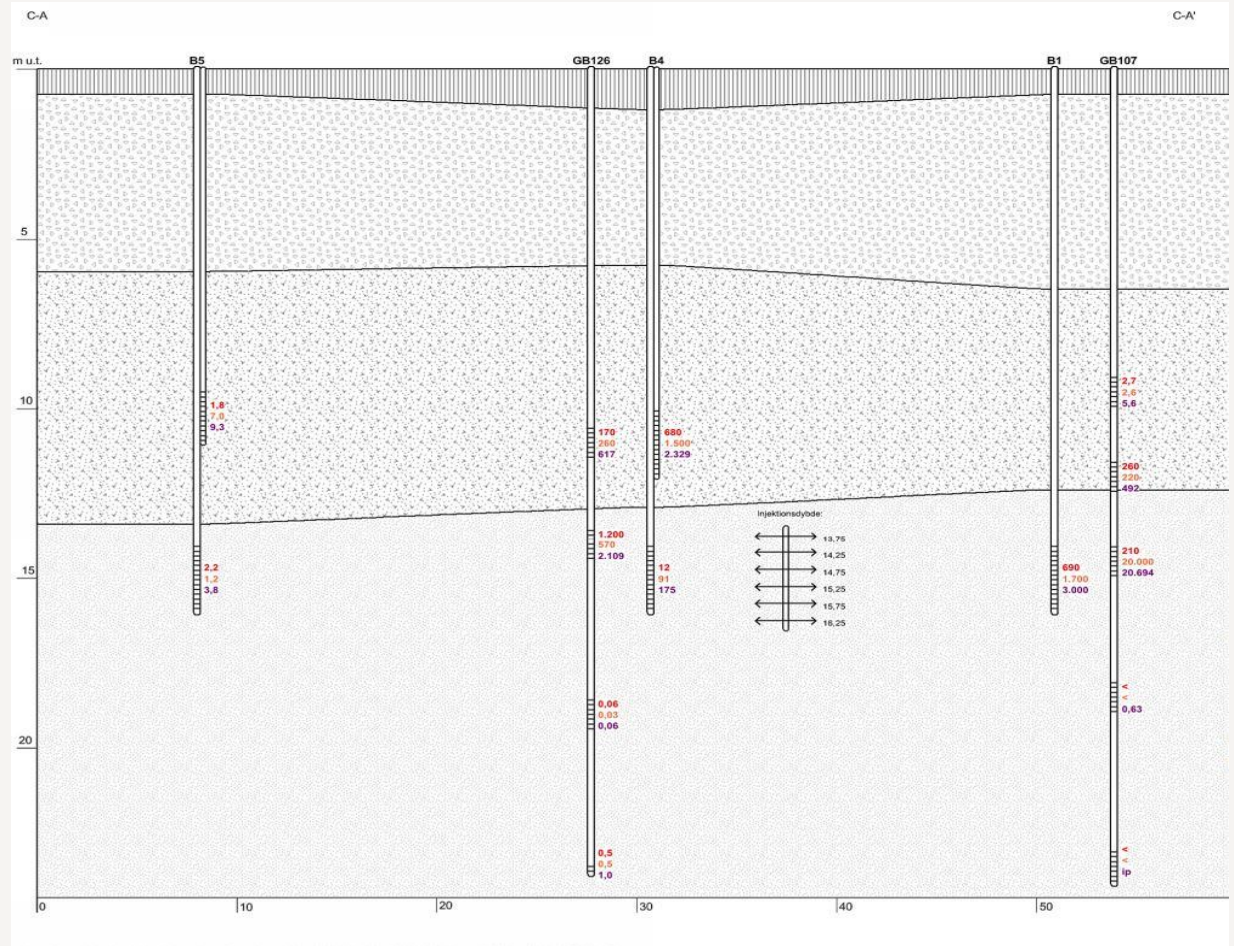
Injektionsmetoder

- > DPT: Sonic og Geoprobe
- > Spin[®] injection
- > Filtersatte boringer med packer
- > DPT Jet injection
- > Soil mixing

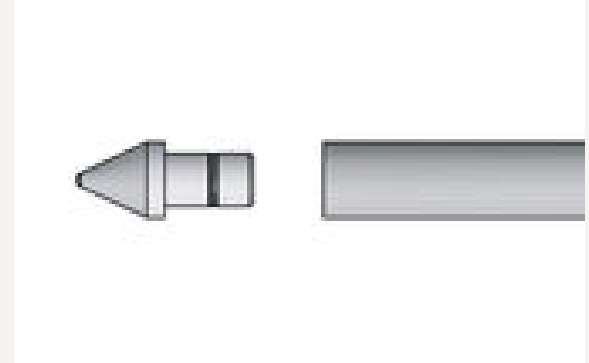


Injektionstest

- > Top-down
- > Sonic (forboret)
- > Spin[®] injection
- > To ZVI-produkter testet
 - Nanofer og Provect-IR
- > Geoprobe "lost cone"



Injektionsprober



Del-konklusion injektionstest og laboratorieforsøg



ROI op til $>1,75$ m



Geoprobe anbefales dog med anden probe



Provect-IR[®] anbefales til reaktiv zone med KB-1[®]

Designovervejelser og planlægning reaktiv zone

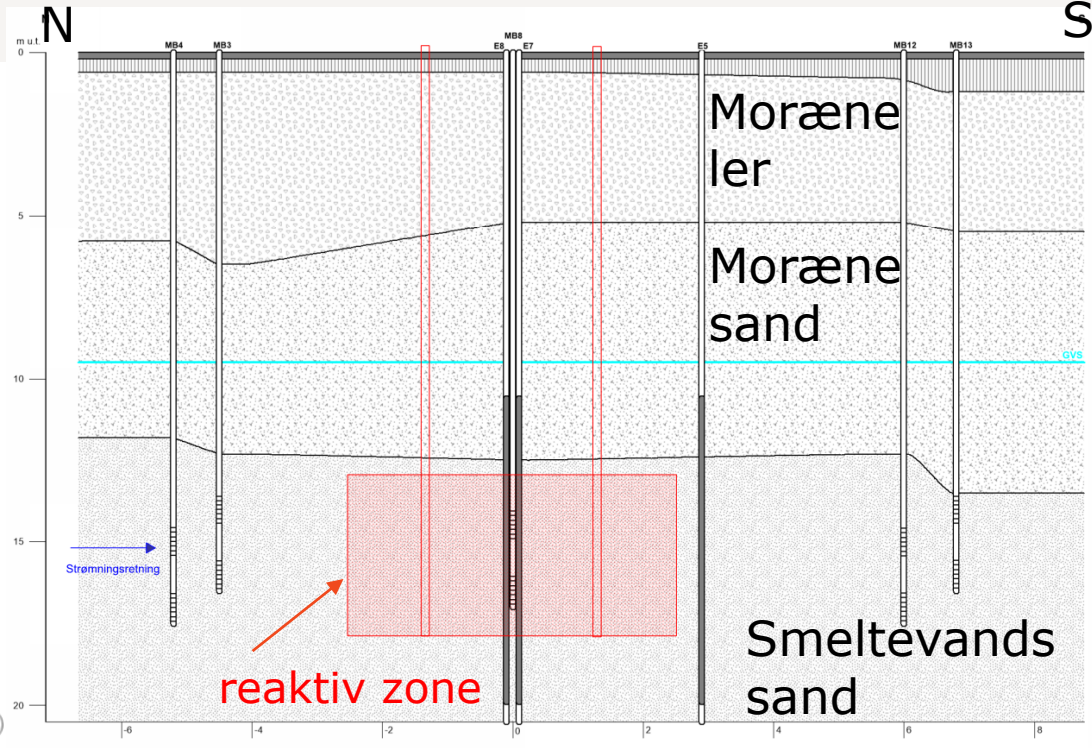
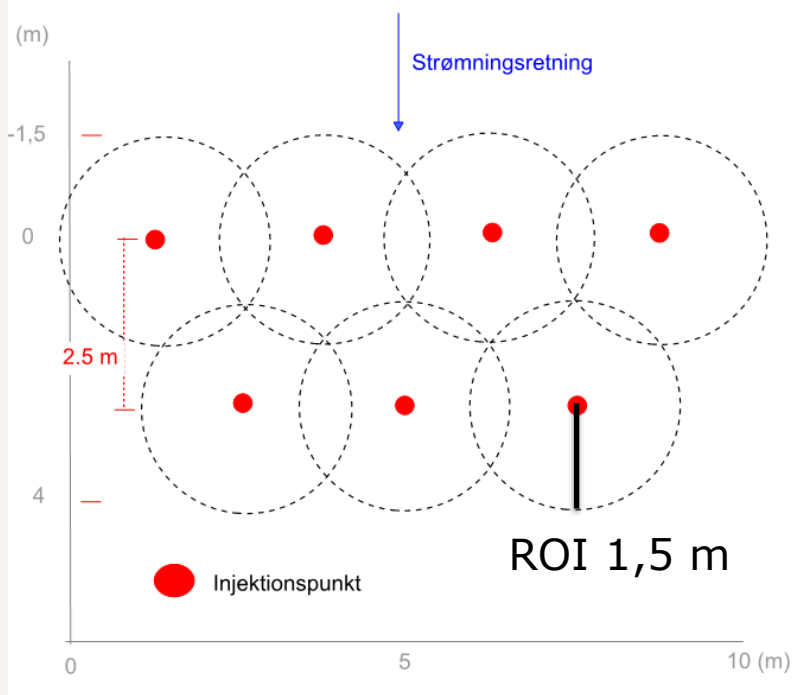
- > Minimum 50% nedbrydning klorerede ethener
- > To mulige produkter, med og uden KB-1[®]
- > Nedbrydningshastighed, max/min
- > Grundvandshastighed, max/min/gns
- > Bredde (antal rækker af injektioner = opholdstid)

Praktiske overvejelser

- > Top-down eller bottom-up
- > Injektionsprobe
- > Forboring skal undgås
- > Placering af reaktiv zone



Setup reaktiv zone



Etablering af reaktiv zone

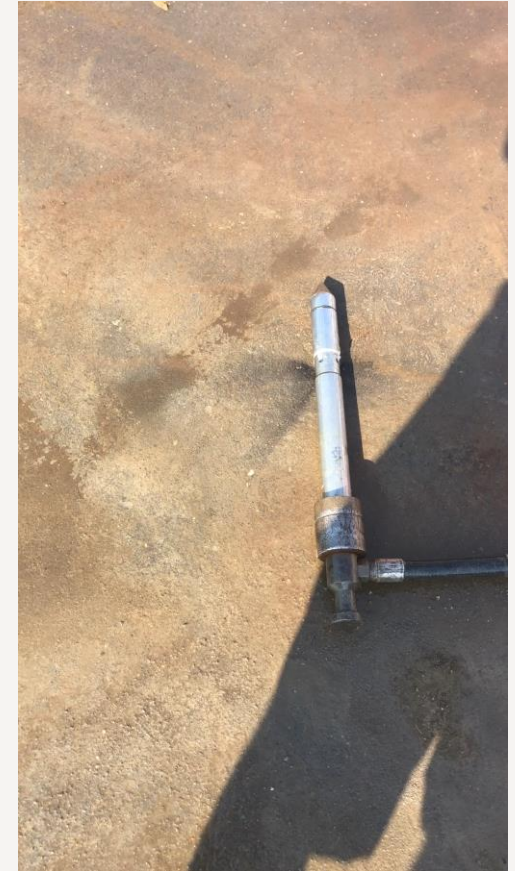


Etablering af reaktiv zone – injektion af KB-1® kultur



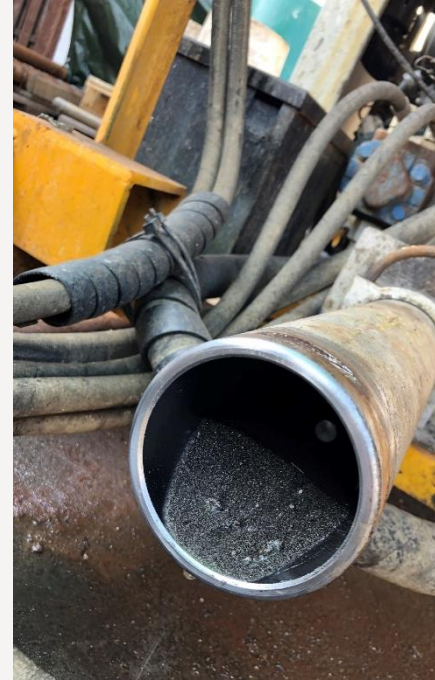
Udfordringer

- > Clogging af injektionsprobe
- > Løsninger
 - > O-ring
 - > Elektriker tape
 - > Bottom-up



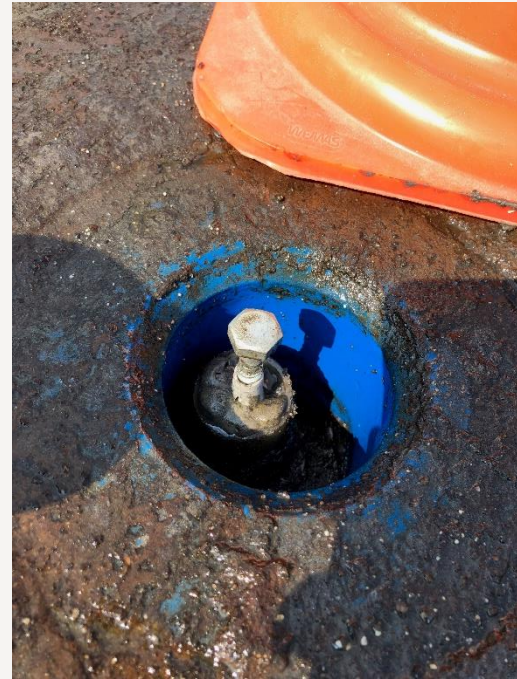
Udfordringer

- > Clogging af pumpe
- > Løsninger:
 - > Efterskyl med guar opløsning
 - > Rense pumpe dagligt



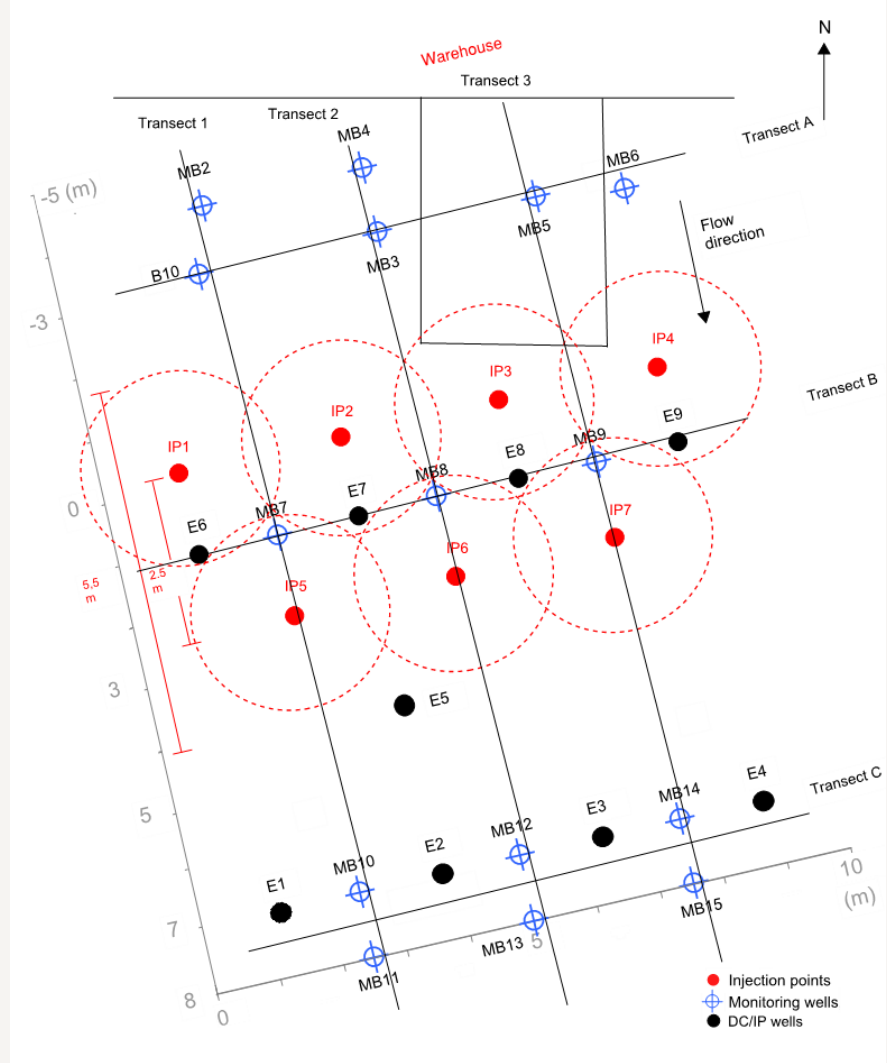
Udfordringer

- > Daylighting
25 m væk

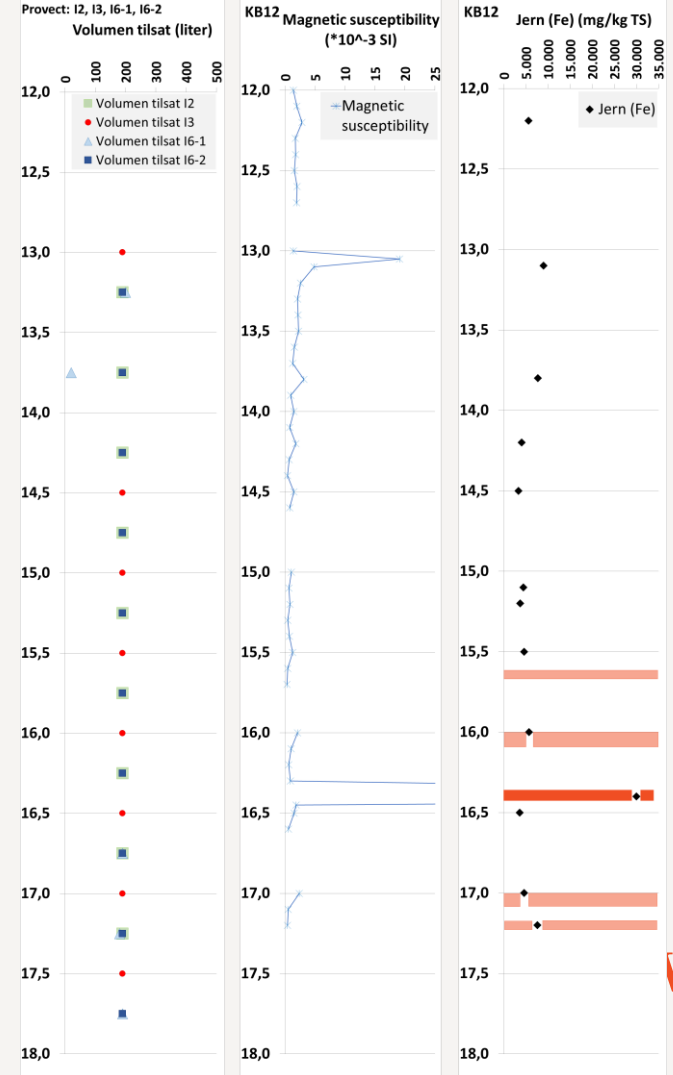
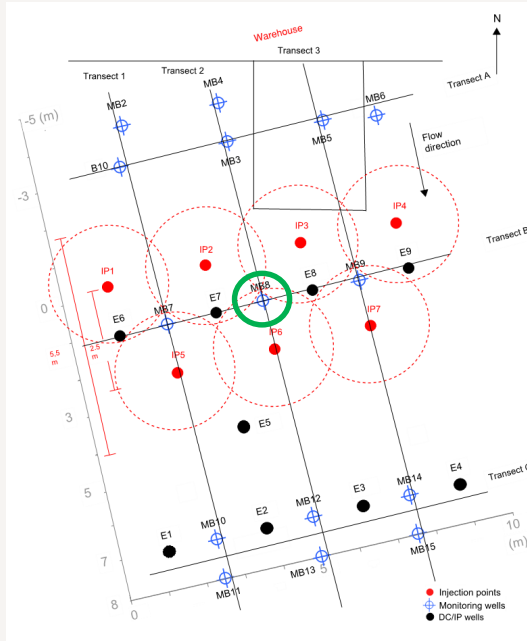


Dokumentation af reaktiv zone

- > Intakte kerner
- > Monitering, vandprøver
- > Geofysik, DCIP (AU og DTU)
- > Dokumentation af udbredelse og nedbrydning ved grundvandskemi

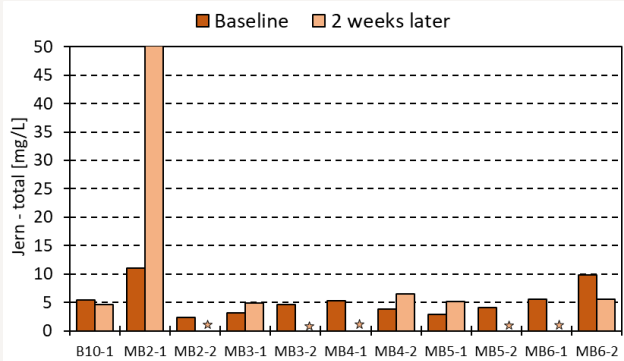


Dokumentation af reaktiv zone, intakte kerner

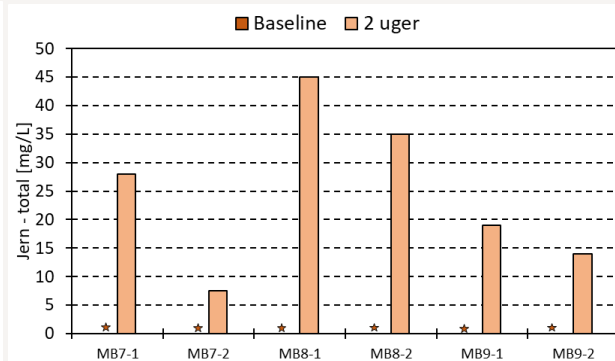


Dokumentation af reaktiv zone, vandprøver

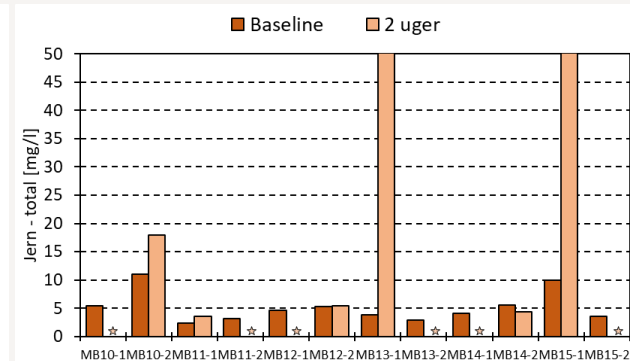
Opstrøms



Midt



Nedstrøms



* Ikke udtaget

Foreløbige konklusioner

- > Laboratorieforsøg og test af injektionsmetode er vigtigt inden fuldskala
- > Injektion af Provect-IR[®] og KB-1[®] lykkedes - mindre udfordringer
- > Indikation på foretrukne strømningsveje
- > Spredning ikke homogen og bedst i dybden og i den østlige del af reaktiv zone
- > Dokumentation med yderligere vandprøver samt DCIP (Vingsted 2020 måske?)

