

Afværge af en TCE-fane i en reaktiv væg med aktivt kul og biologisk nedbrydning – virker det?



Region
Hovedstaden



DTU Sustain
Institut for Miljø- og Ressourceteknologi



REGENESIS

RAMBØLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Region Hovedstaden

Nina Tuxen

Rambøll

Dorte Harrekilde, Lars Bennedsen

RegenesiS

Gareth Leonard

DTU Sustain

Mette Broholm

Annika S. Fjordboege



Formål

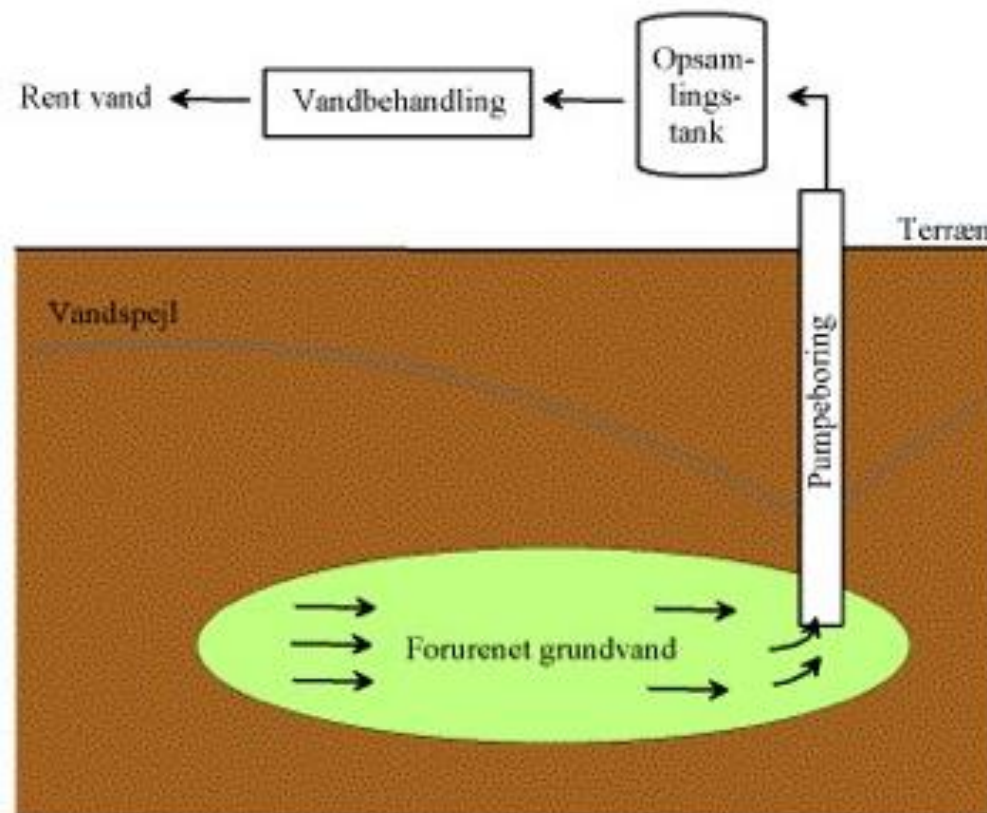
Afprøve en afværgemetode til in-situ afvæрге af forureningsfaner i grundvand

Metoden skal være effektiv overfor chlorerede opløsningsmidler og nedbrydningsprodukter

Metoden skal være et bæredygtigt alternativ til langvarige og dyre P&T

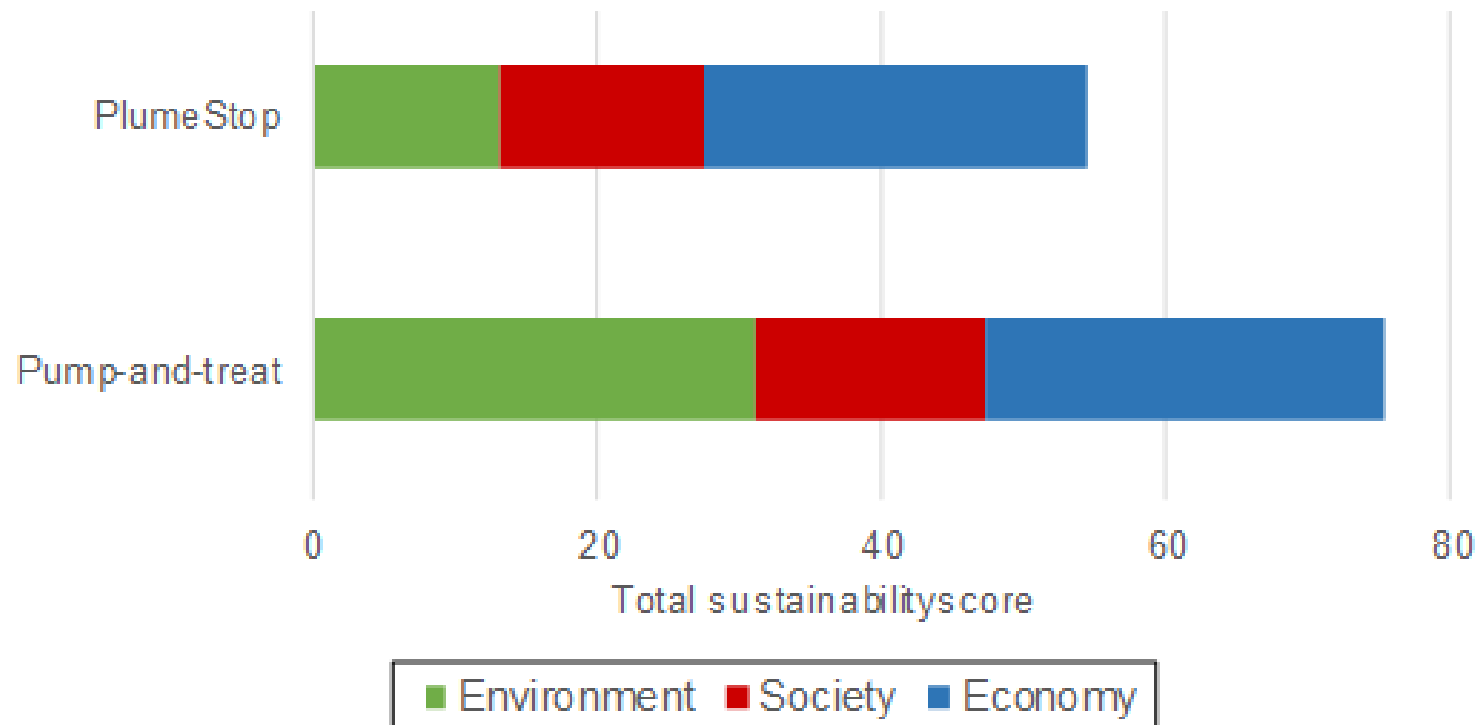
Afprøve metoden på en testlokalitet og dokumentere, hvordan den virker

P&T (Pump&Treat)



Fra Regionernes Videncenter for Miljø og Ressourcer. Afværgekataloget

Bæredygtighed



- Baseret på indikatorerne beskrevet i MST MP 2209/2022
- Udført som en tier 2 vurdering i SURE
- Tier 2 inkl. LCA
- Jo lavere score jo mere bæredygtigt
- → PS kombineret med SRD er mere bæredygtig end P&T

Hvad er nyt?

- Tidligere fortalt i bl.a. ATV regi om resultater fra første injektion og om injektionsmetoder
- Forsøget er nu slut
- Alle data er tolkede og vurderede
- → Overordnede tendenser og konklusioner i dag

Intended for
Capital Region Denmark

Document type
Documentation report

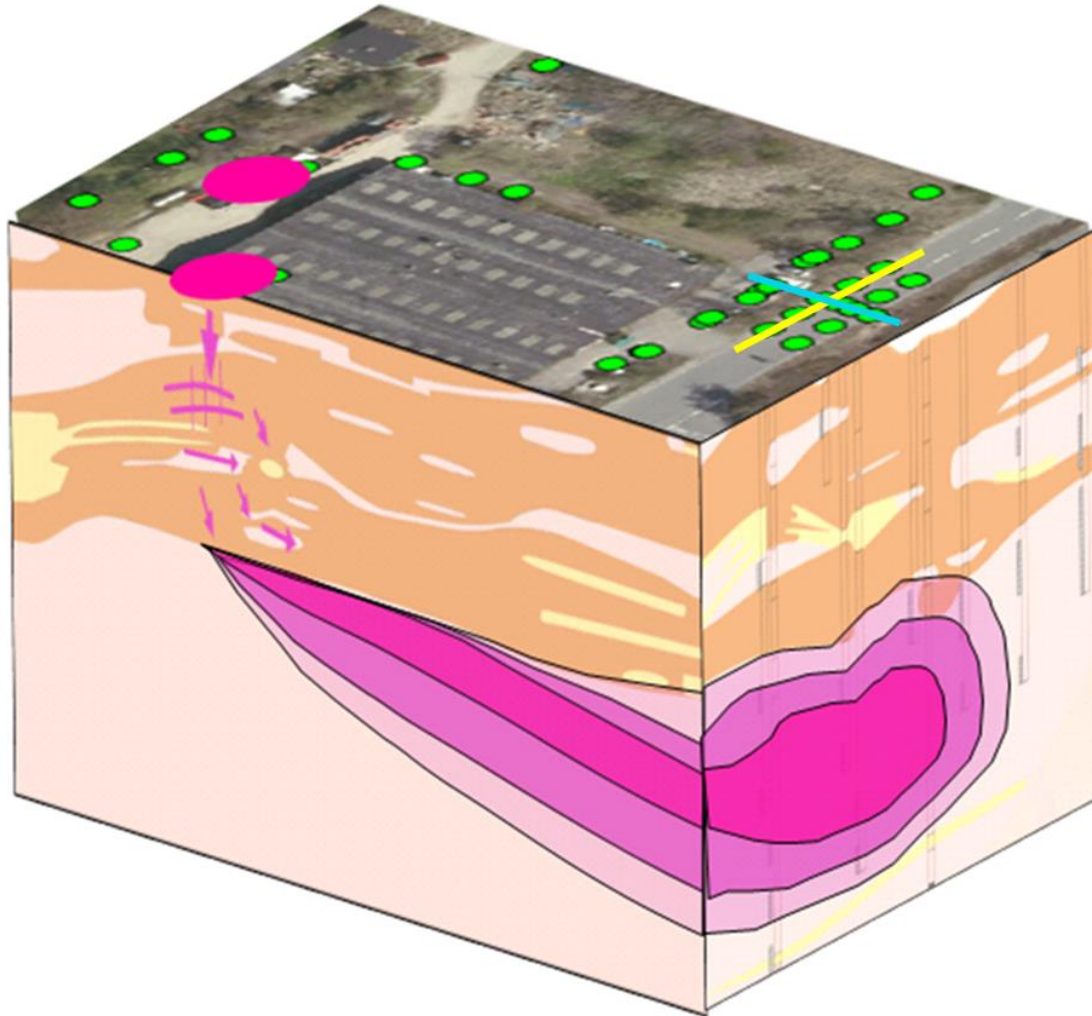
Date
2023

Project
**Technology development project
Remediation of chlorinated solvents in groundwater plumes**

DOCUMENTATION REPORT - REMEDIATION OF CHLORINATED SOLVENTS IN GROUNDWATER PLUMES



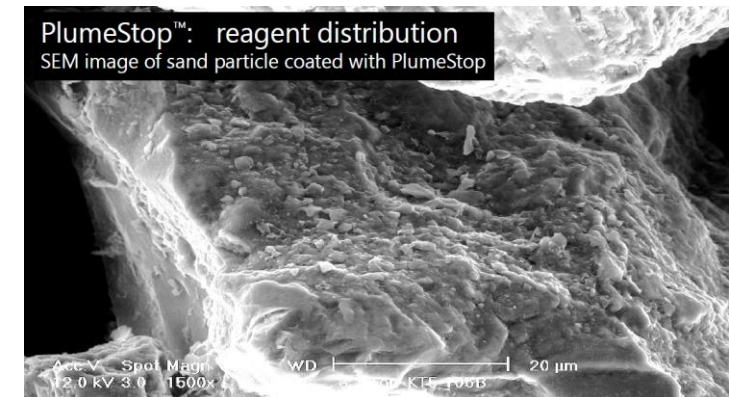
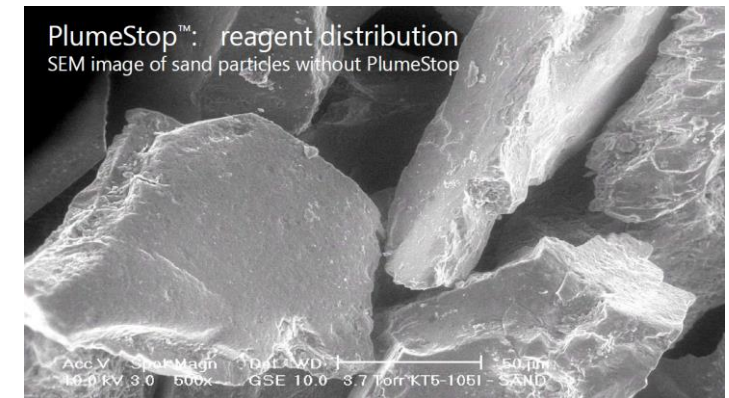
Baggrund



- TCE fane (op til 1.200 $\mu\text{g/l}$)
- Grundvandsmagasin med dæklag af moræneler til ca. 12 m
- Behandlingszonen:
 - 12-21 m u.t.
 - 30 m bred på tværs af strømningsretningen
 - Danne en PRB – permeabel reaktiv barriere
- Afværgemetode er en kombination af sorption og SRD (stimuleret reduktiv deklorering)

Reaktanter, der er injiceret

- PlumeStop
 - Liquid Activated Carbon (LAC), 1-2 μm , kolloid suspension $\rightarrow$ sorption
- Elektron donor
 - Langsomt frigivende laktat; HRC primer, HRC, HRC-X
- Bakterier
 - BDI+, dehalococcoides $\rightarrow$ SRD
 - Regenerering af sorption sites
- Produkter udviklet af Regenesi



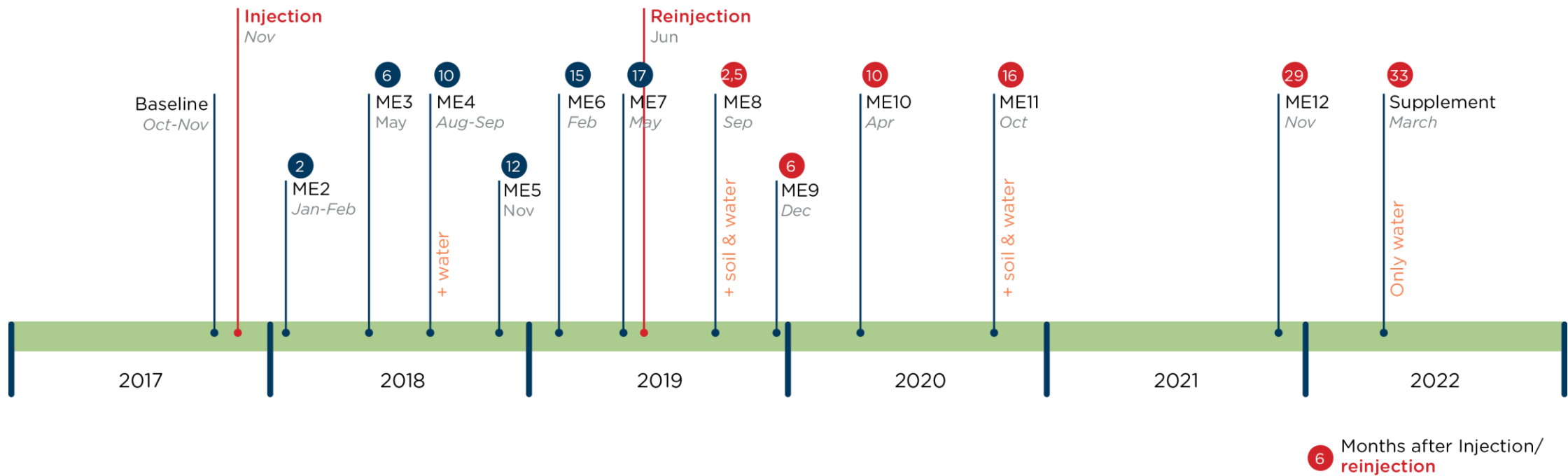
Dokumentations værktøjer, der virkede

- Monitoringsboringer 3 filtre, vandprøver
- Direct push, jordkerner og niveauspecifikke vandprøver
- Analyseprogram vand;
 - CVOC, ethen, ethan, metan
 - Boringskontrol med NVOC
 - Quant array og viable cells
 - CSIA (compound specific isotope analysis)
- Analyseprogram jord;
 - CVOC
- Biodegradation screening test
- Sorptionskapacitets tests
- Slug tests
- Kornstørrelsesfordeling og porehalse
- PlumeForce modelling

- Visuelle observationer

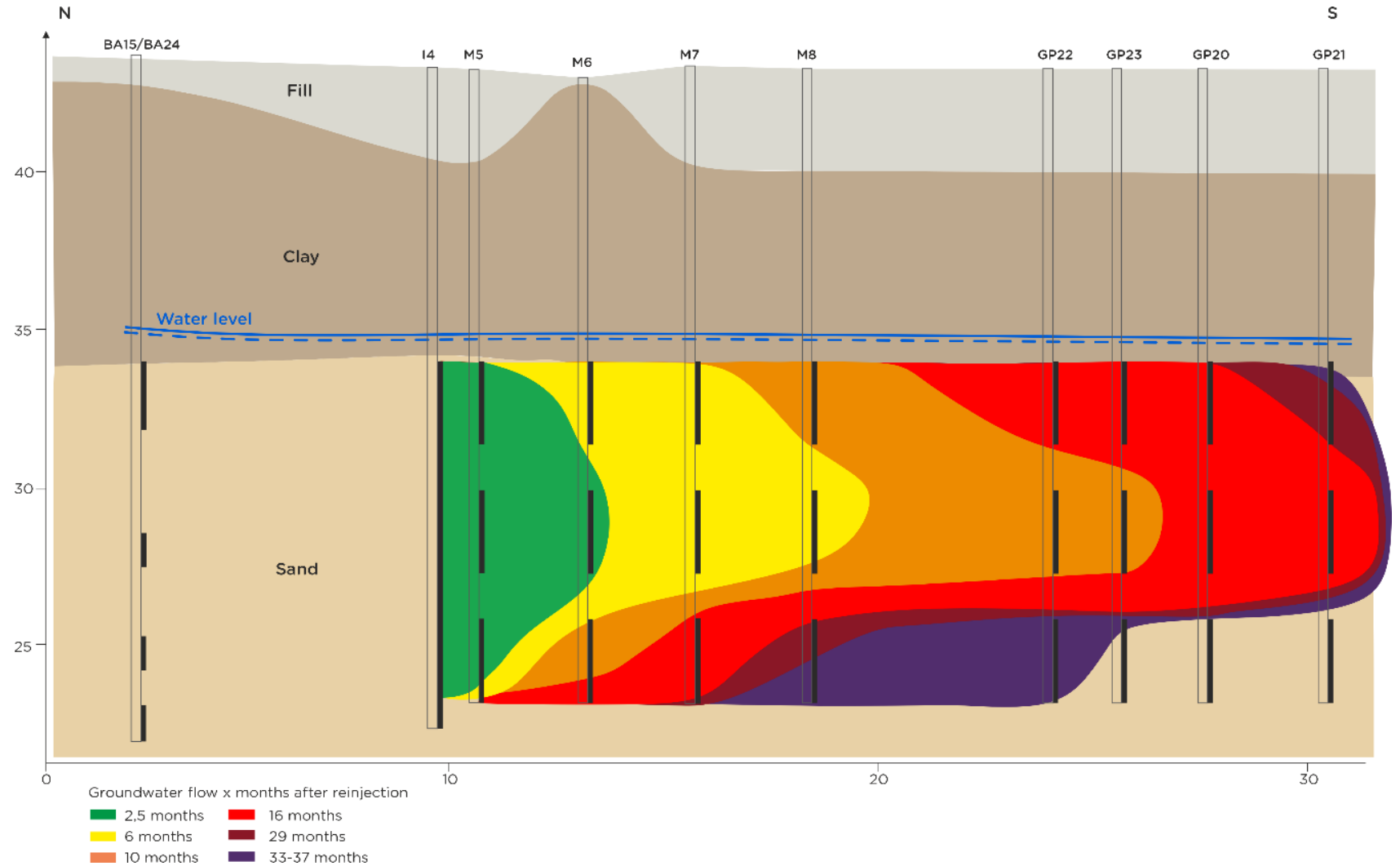
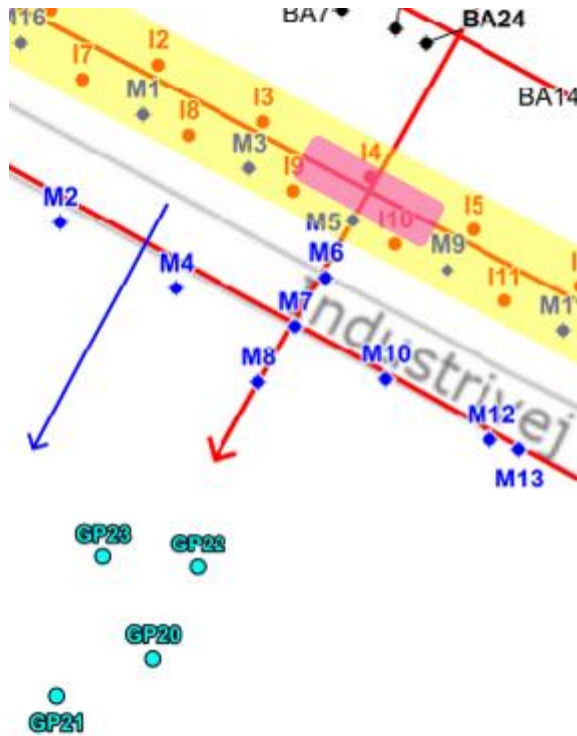


Projekt tidslinje



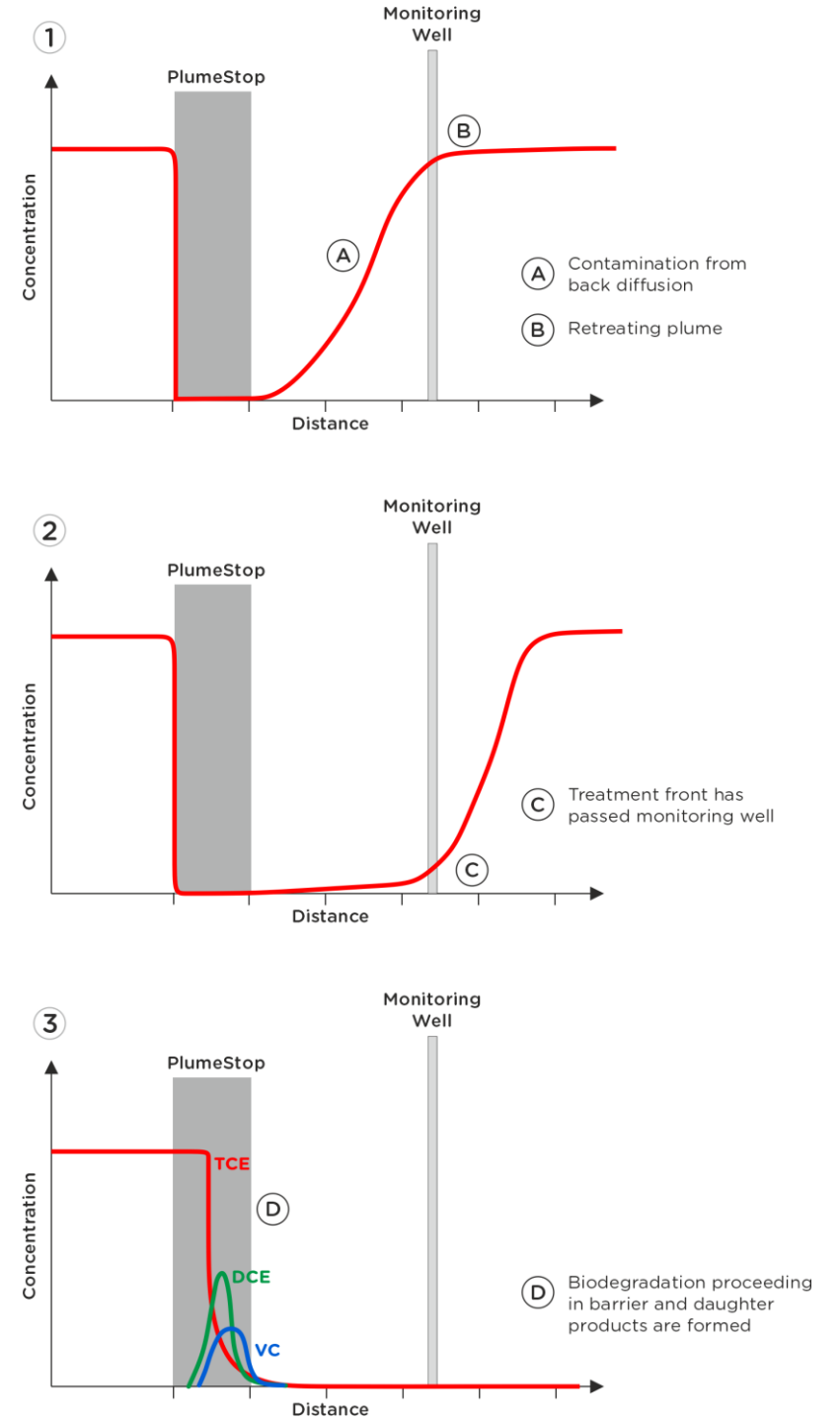
The map displays the study area with various sampling locations and transects. A scale bar indicates 0 to 10 metres. A north arrow is present in the top right corner. The map shows a road labeled 'Industriestraße' running diagonally. Four transects are marked with red lines and arrows: Transect 1 (top left to bottom right), Transect 2 (top left to bottom right), Transect 3 (top left to bottom right), and Transect 4 (top left to bottom right). Sampling locations are marked with black dots and labeled: BA22, BA23, BA25, BA6, BA20, BA26, BA15, BA24, BA14, BA27, BA19, BA21, BA8, BA7, and 193. 1971. Other locations include 193. 586, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8, I9, I10, I11, I12, M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7, M8, M9, M10, M11, M12, M13, M14, M15, M16, GP23, GP22, GP20, GP21, and GP24. A blue oval highlights a central area containing several sampling locations and transects. A yellow shaded area is located along Transect 2 and Transect 3. A pink shaded area is located near the center of the map, overlapping with Transect 4.

Strømningshastighed og effekt



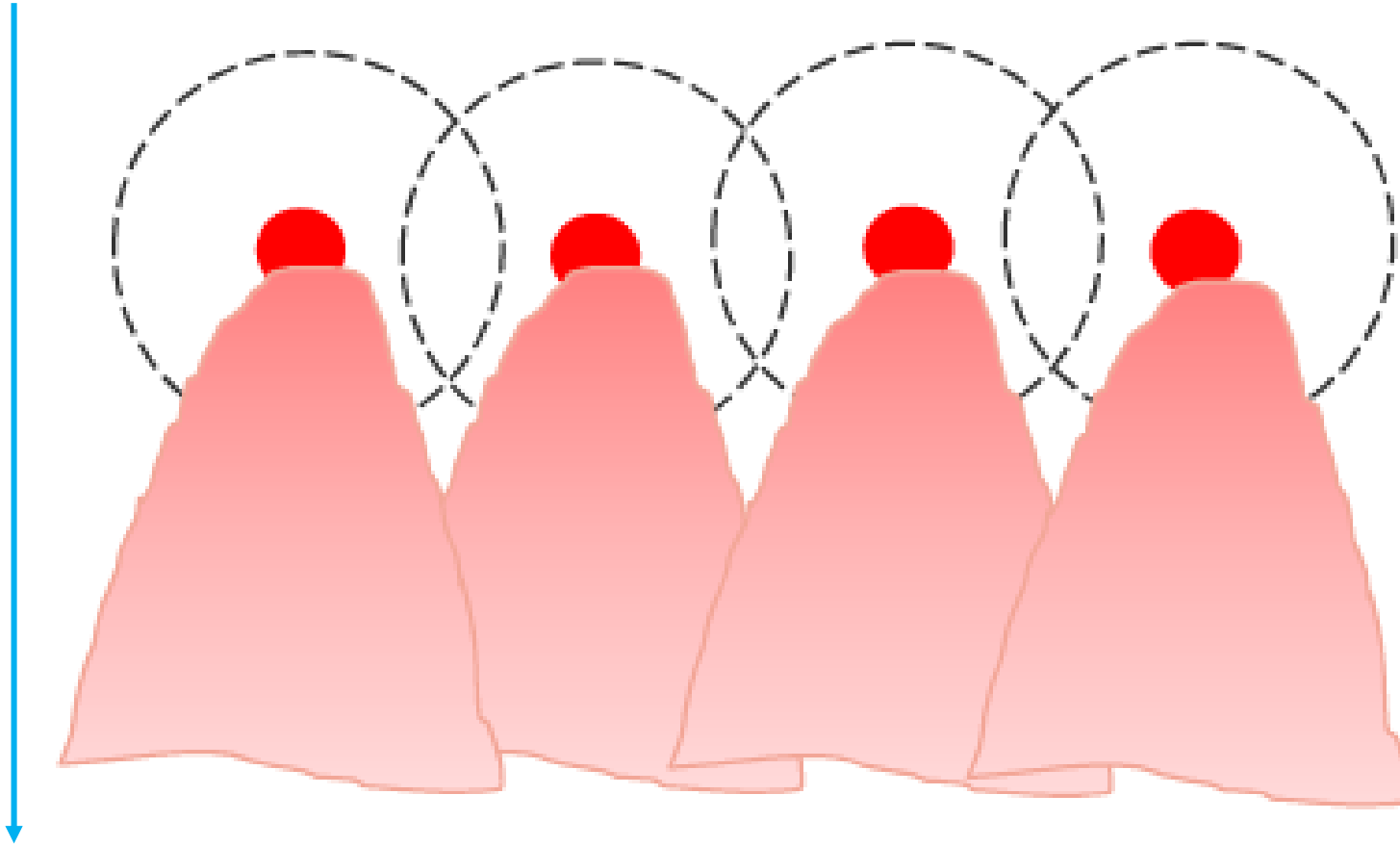
Design

- Placering af monitoringsboringer



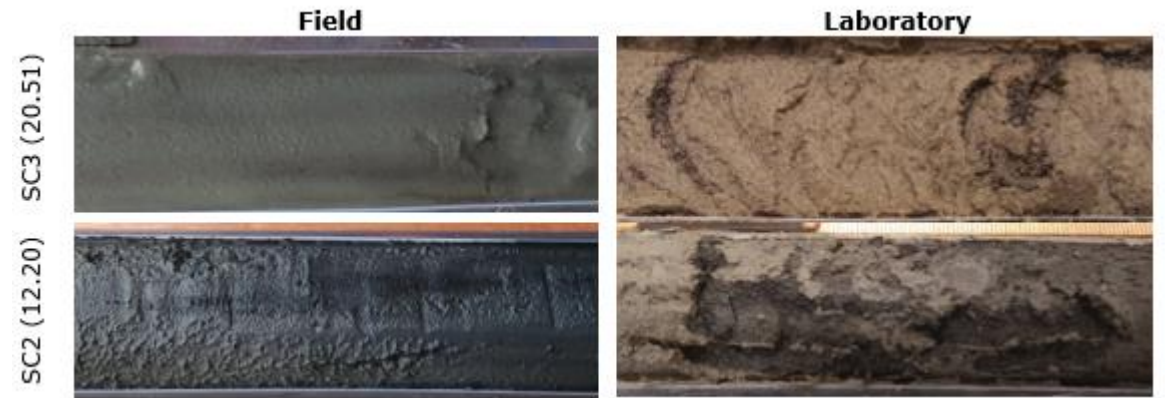
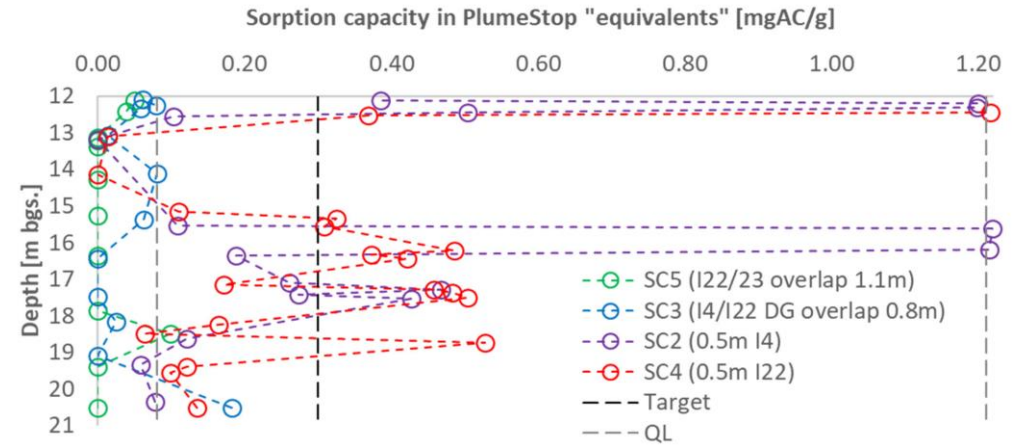
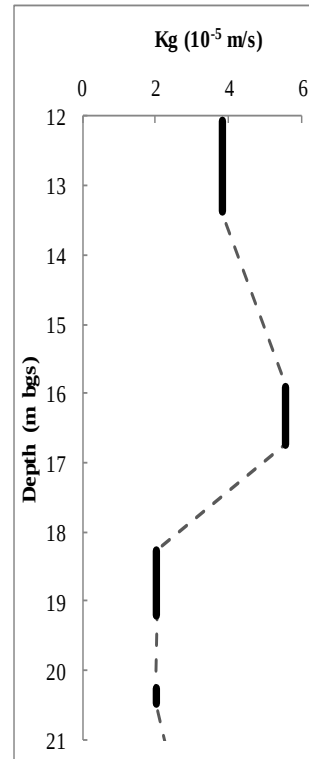
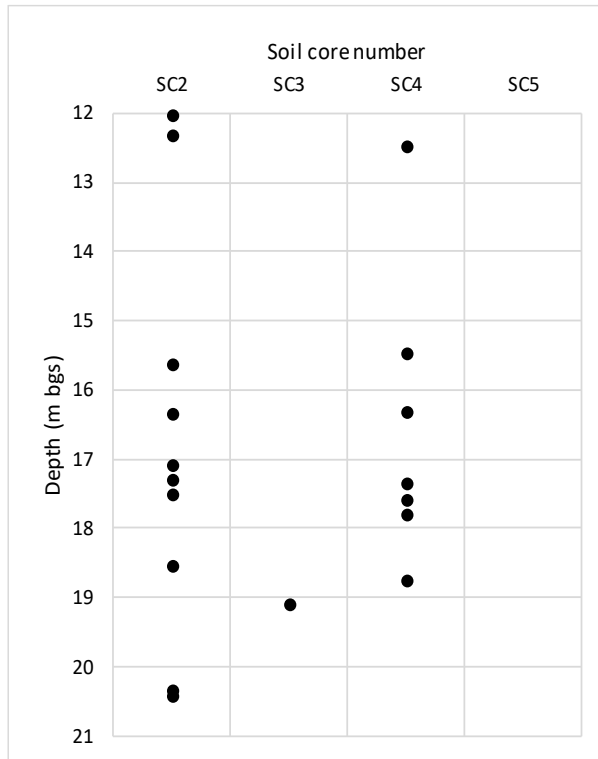
Fordeling af reaktanter - PlumeStop

Strømningsretning



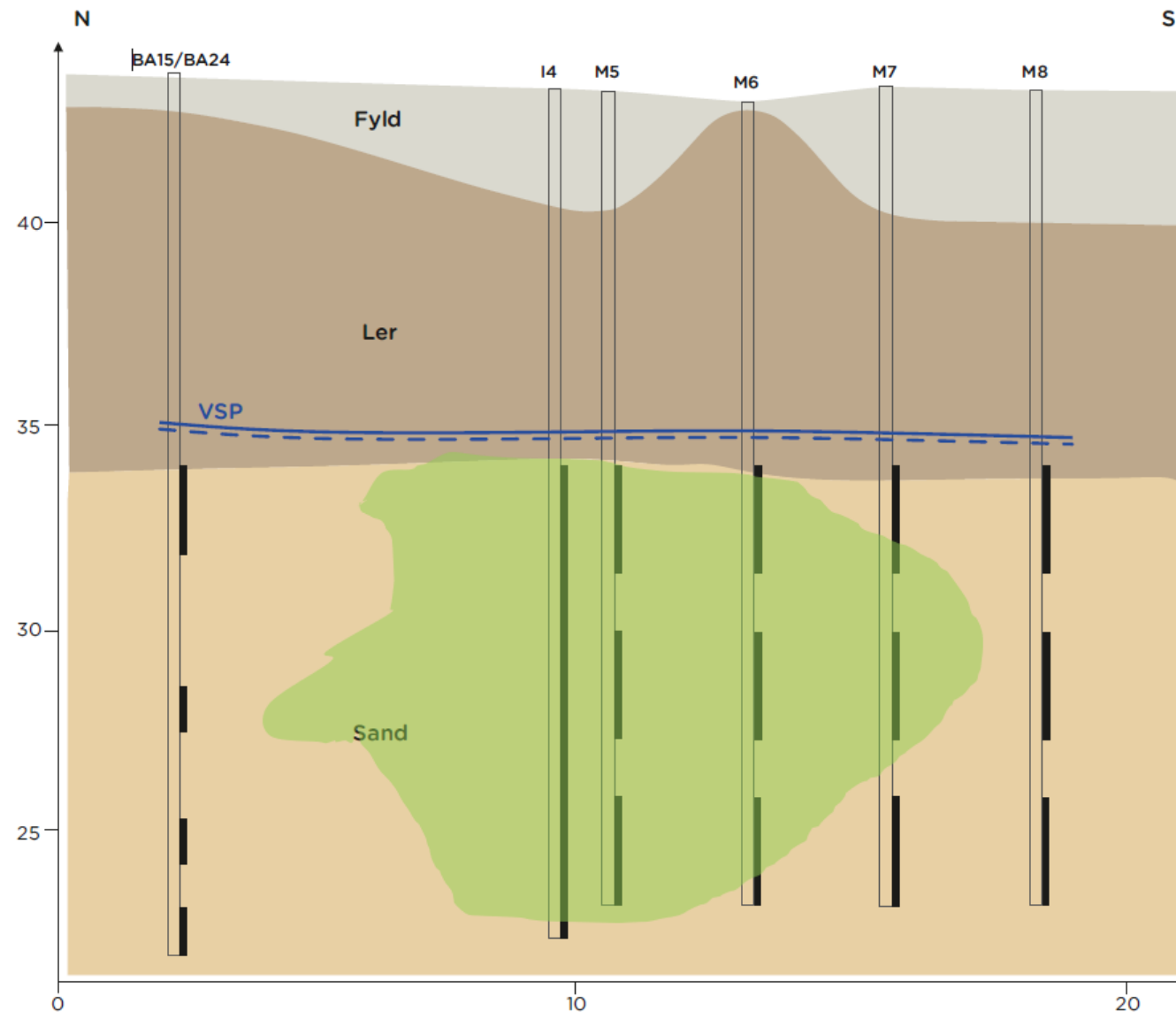
- Fordeling af reaktanter - PlumeStop
- Værktøjer;
- Visuel observation af vand- og jordprøver
- Sorptionkapacitets test
- CVOC analyse
- Fane form

Fordeling af PS (resultater efter anden injektion)



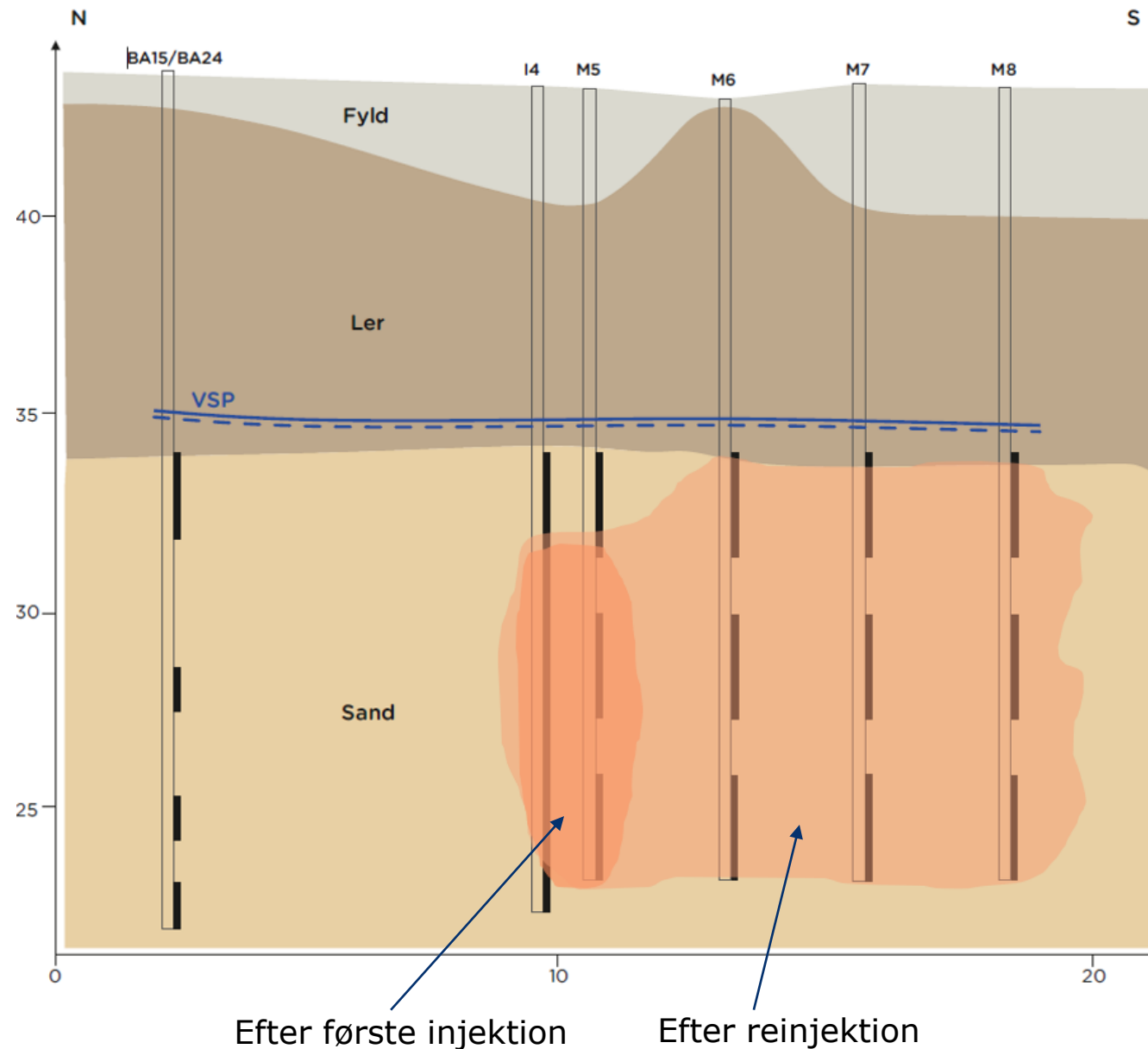
Fordeling af reaktanter - donor

- 3 mdr. efter reinjektionen
- NVOC-analyse
- Velfordelt



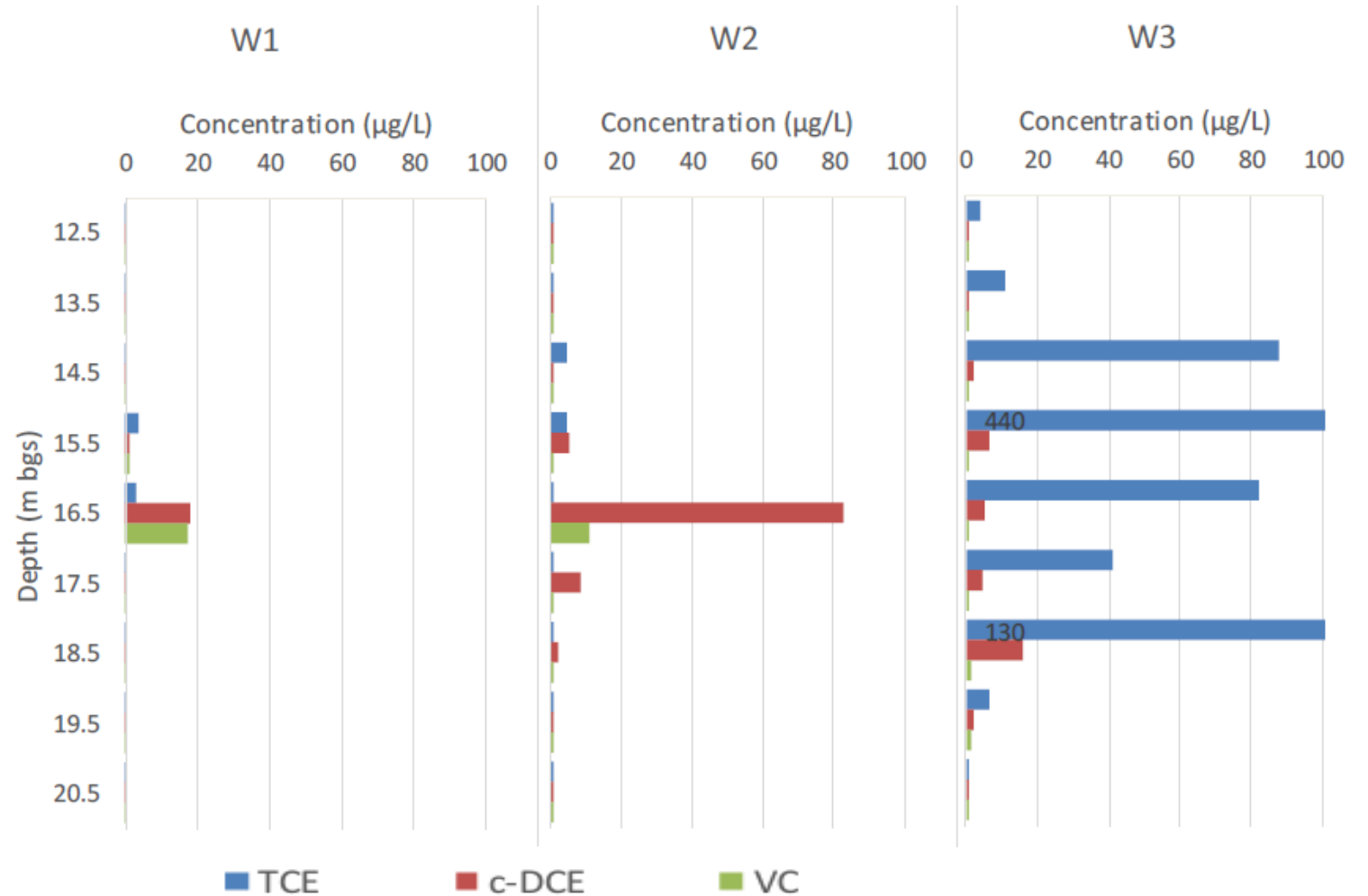
Spredning af reaktanter – bakterier (*dhc*)

- Effektiv dekloreringsgrad ved ca. 10.000 celler *dhc*/ml
- Næringsstof+B-vitamin tilsat ved reinjektion
- Velfordelt efter reinjektion
- Reaktiv zone nedstrøms behandlingszonen



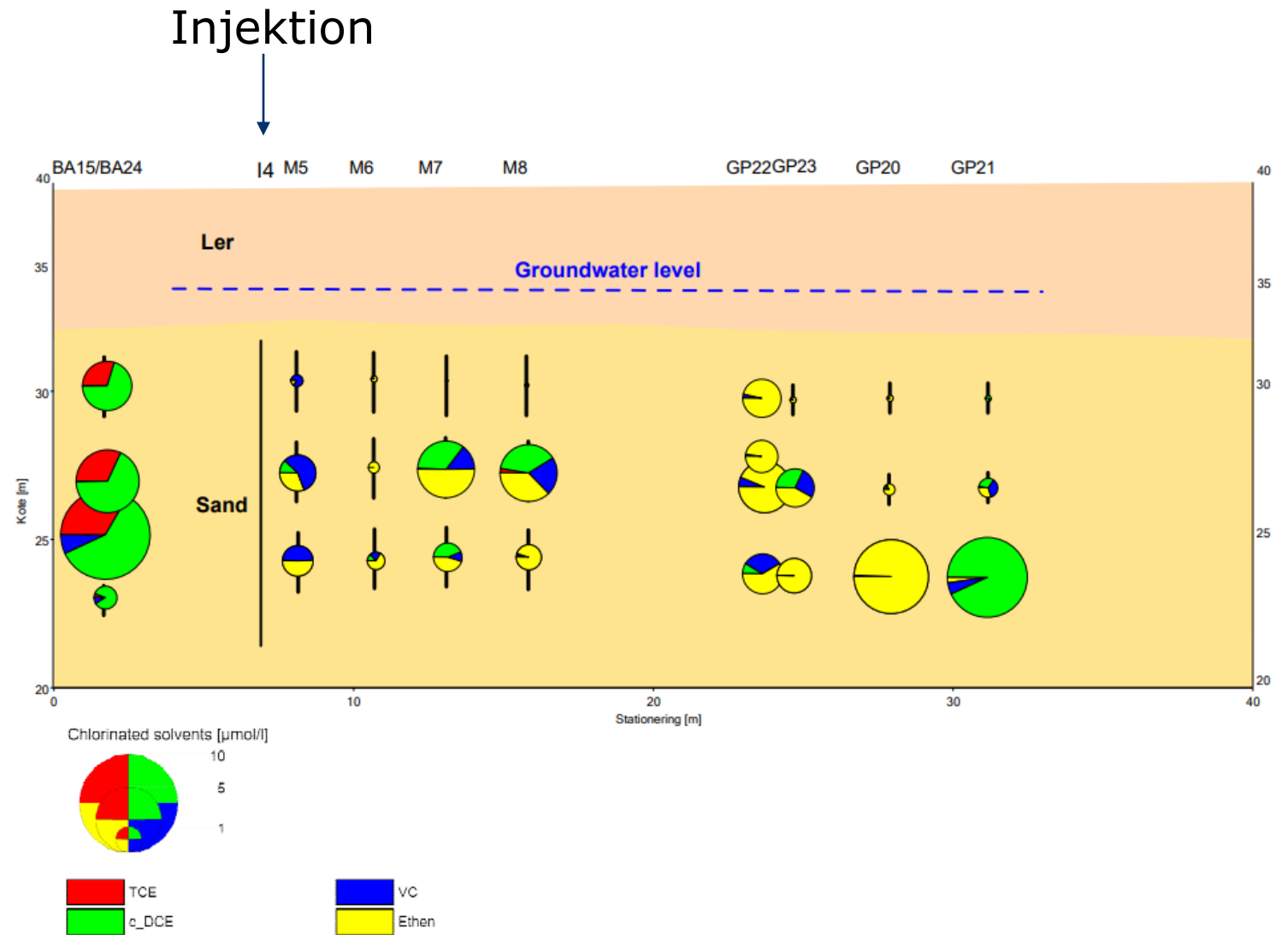
Sorption til PS

- CVOC 3 mdr efter reinjektion
- Varierende sorption i behandlingszonen selv indenfor korte afstande
- Årsag; uensartet fordeling af PS og underdosering



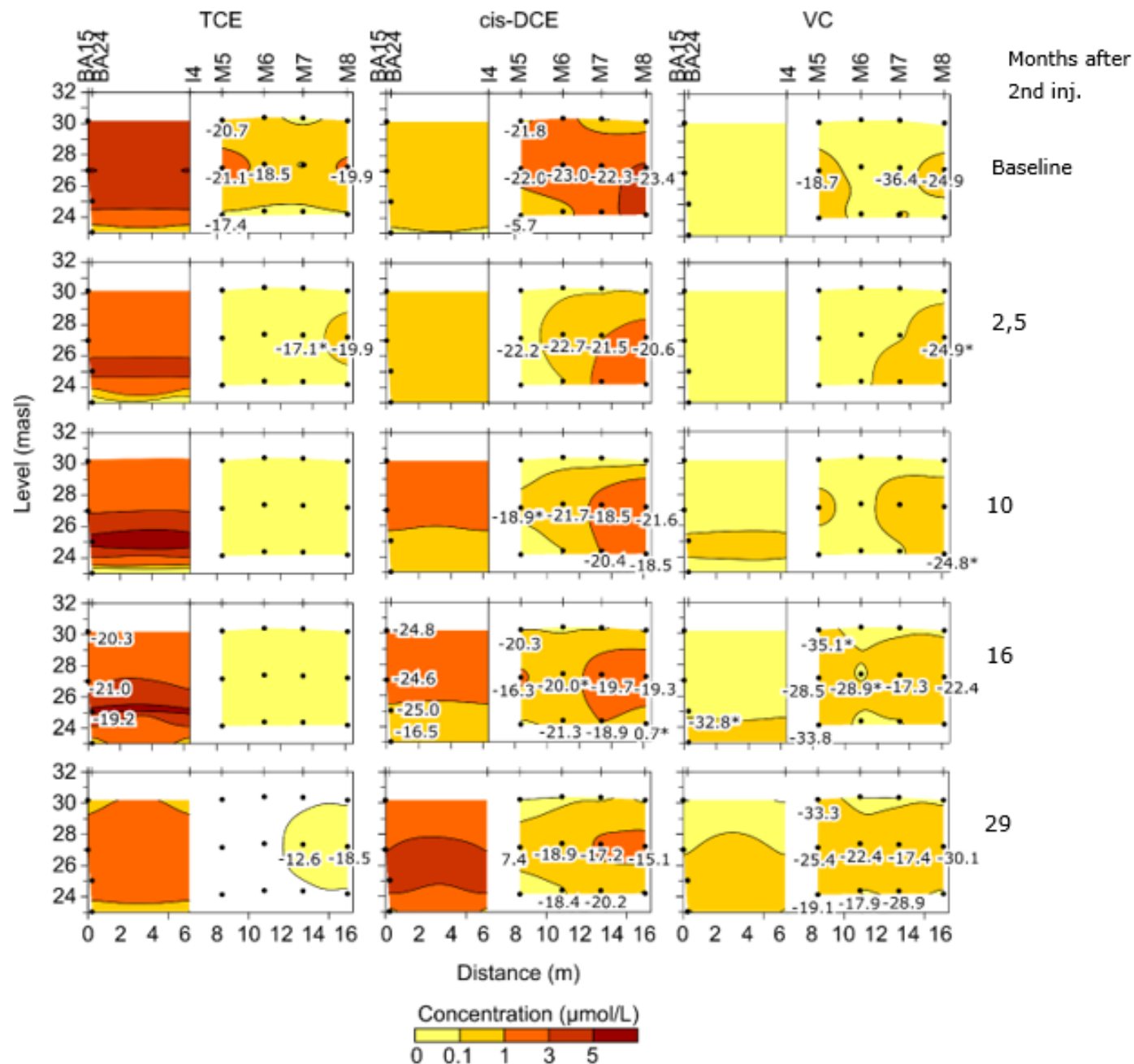
Nedbrydning

- CVOC og ethen 29-37 mdr efter reinjektion
- Nedbrydning sker også nedstrøms behandlingszonen i en afstand på 20 m
- Ethen dominerer over VC (VC akkumuleres ikke)
- Effekt ikke nået til nederste filter i GP21



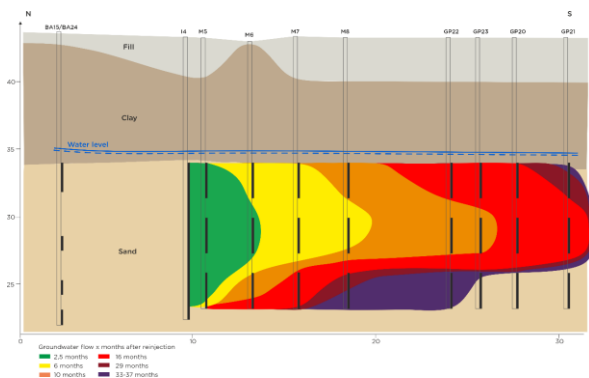
Nedbrydning

- CSIA efter reinjektion



Flux

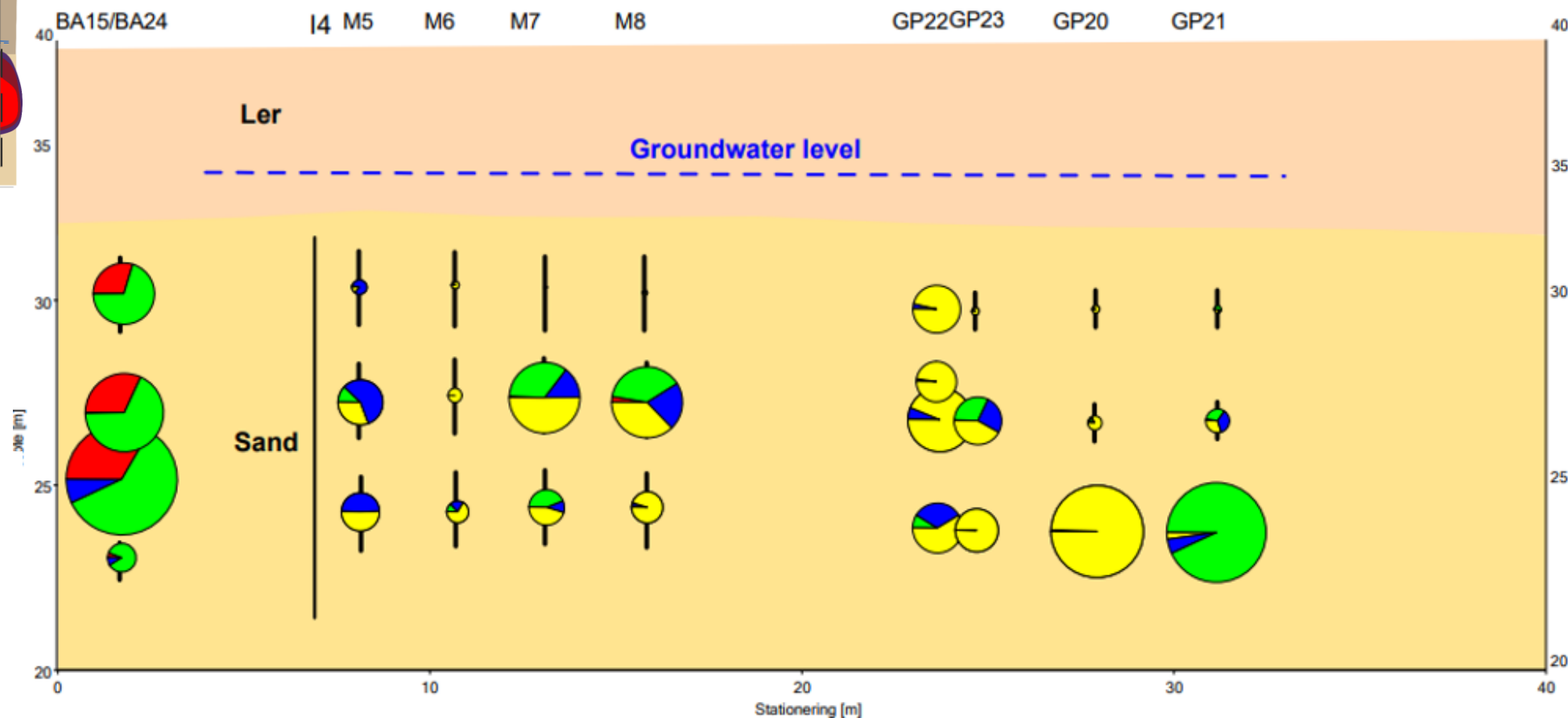
120-280 g/år -----> 2 g/år



Chlorinated solvents [$\mu\text{mol/l}$]



10
5
1



Konklusion

Sorption kombineret med SRD

- Det virker!
- Kan anvendes i danske grundvandsmagasiner, under hensyntagen til geologi, design, injektionsmetode, monitorering og dokumentation
- Kan anvendes i byområder
- Bæredygtighedsvurdering; mere bæredygtigt end traditionel P&T

Intended for
Capital Region Denmark

Document type
Documentation report

Date
2023

Project
**Technology development project
Remediation of chlorinated solvents in groundwater plumes**

DOCUMENTATION REPORT - REMEDIATION OF CHLORINATED SOLVENTS IN GROUNDWATER PLUMES



Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL