

PlumeStop injektion via traditionelle boringer



Region
Hovedstaden



DTU Miljø
Institut for Vand og Miljøteknologi



RAMBØLL

Bright ideas.
Sustainable change.

Region Hovedstaden

Nina Tuxen

Rambøll

Dorte Harrekilde, Lars Bennedsen

Regenesi

Gareth Leonard

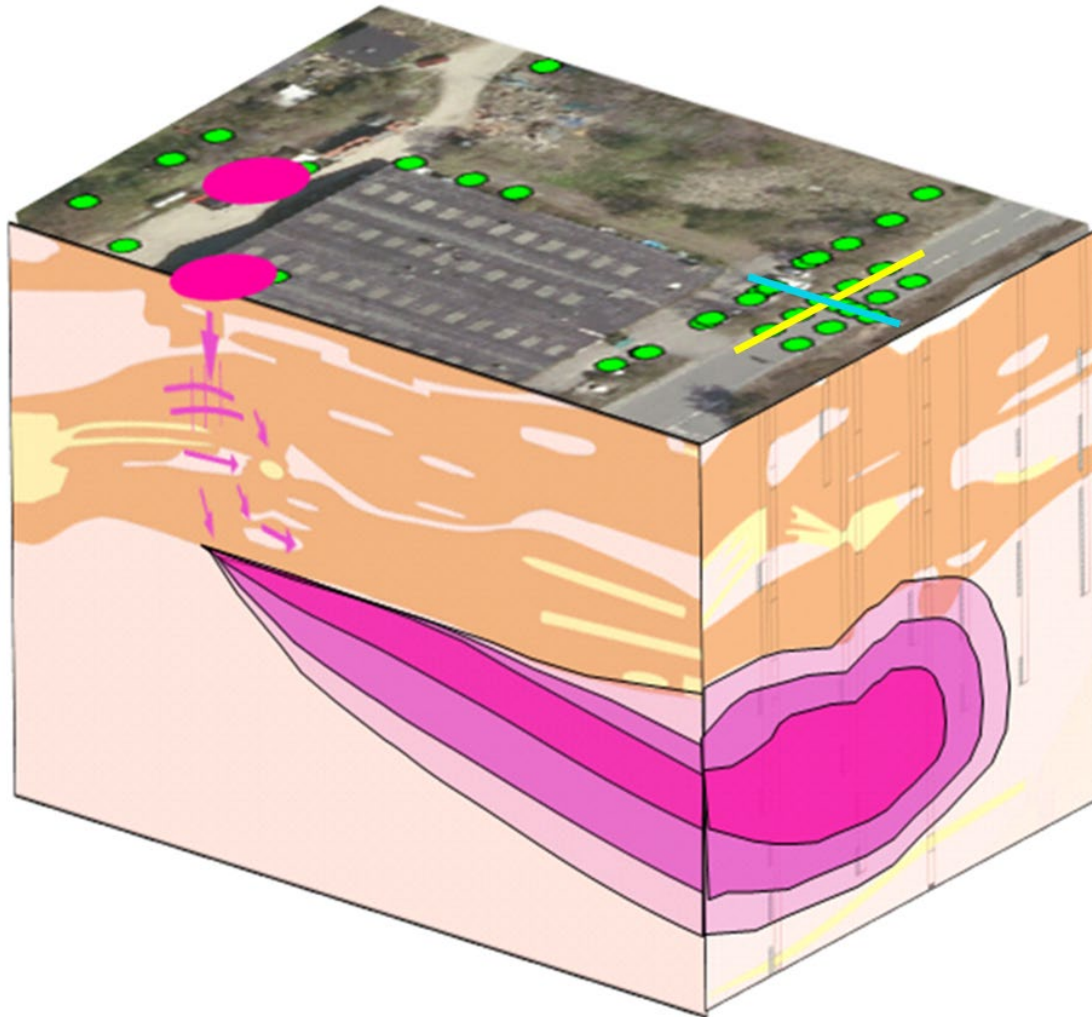
DTU Sustain

Mette Broholm

Annika S. Fjordboege

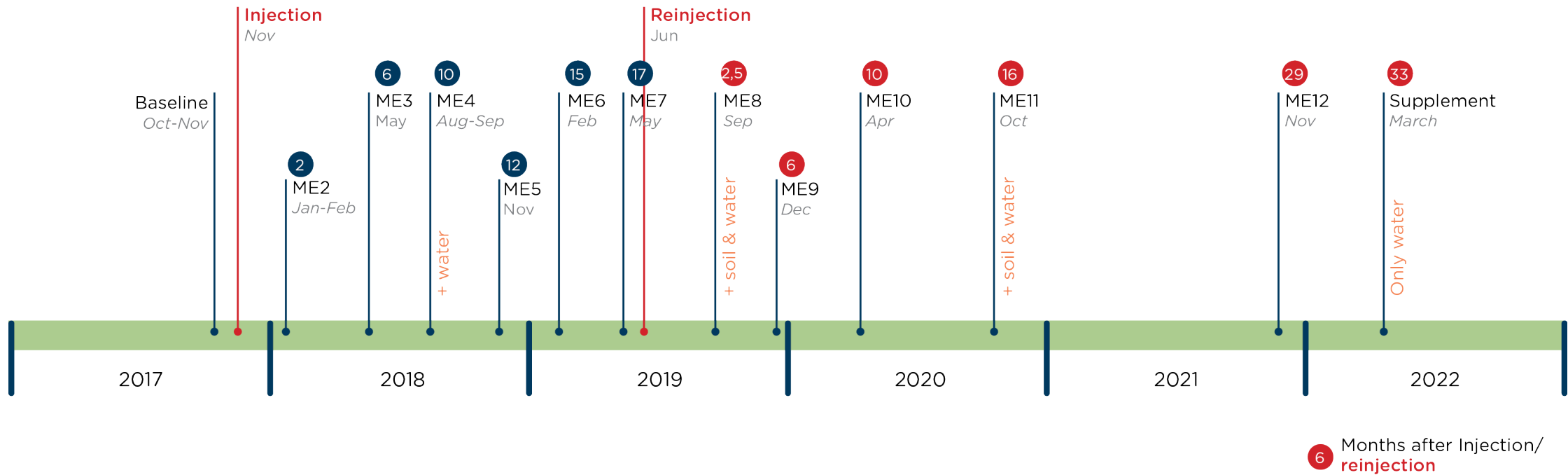


Baggrund



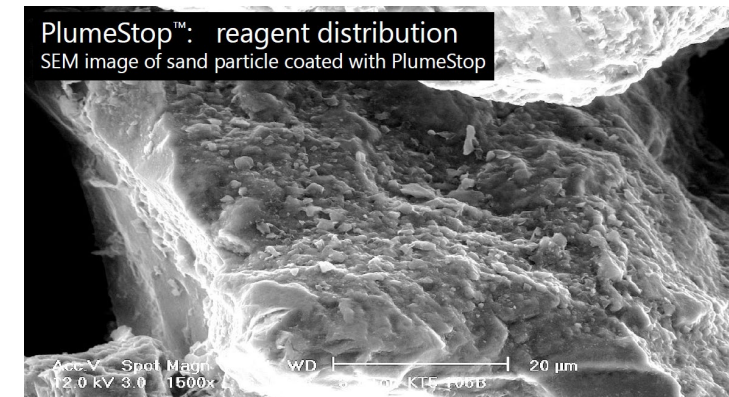
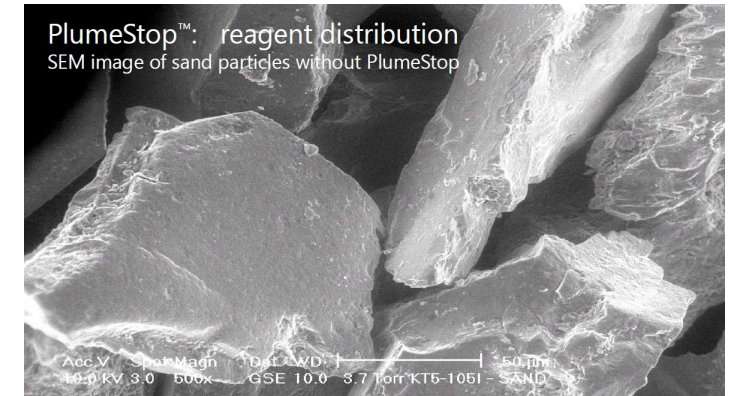
- Kloreret fane domineret af TCE (op til 1.200 $\mu\text{g/l}$)
- Grundvandsmagasin med dæklag af moræneler til ca. 12 m
- Behandlingszonen:
 - 12-21 m u.t.
 - 30 m bred på tværs af strømningsretningen
 - Danne en PRB – permeabel reaktiv barriere
- Afværgemetode er en kombination af sorption og SRD (stimuleret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

Projekt tidslinje

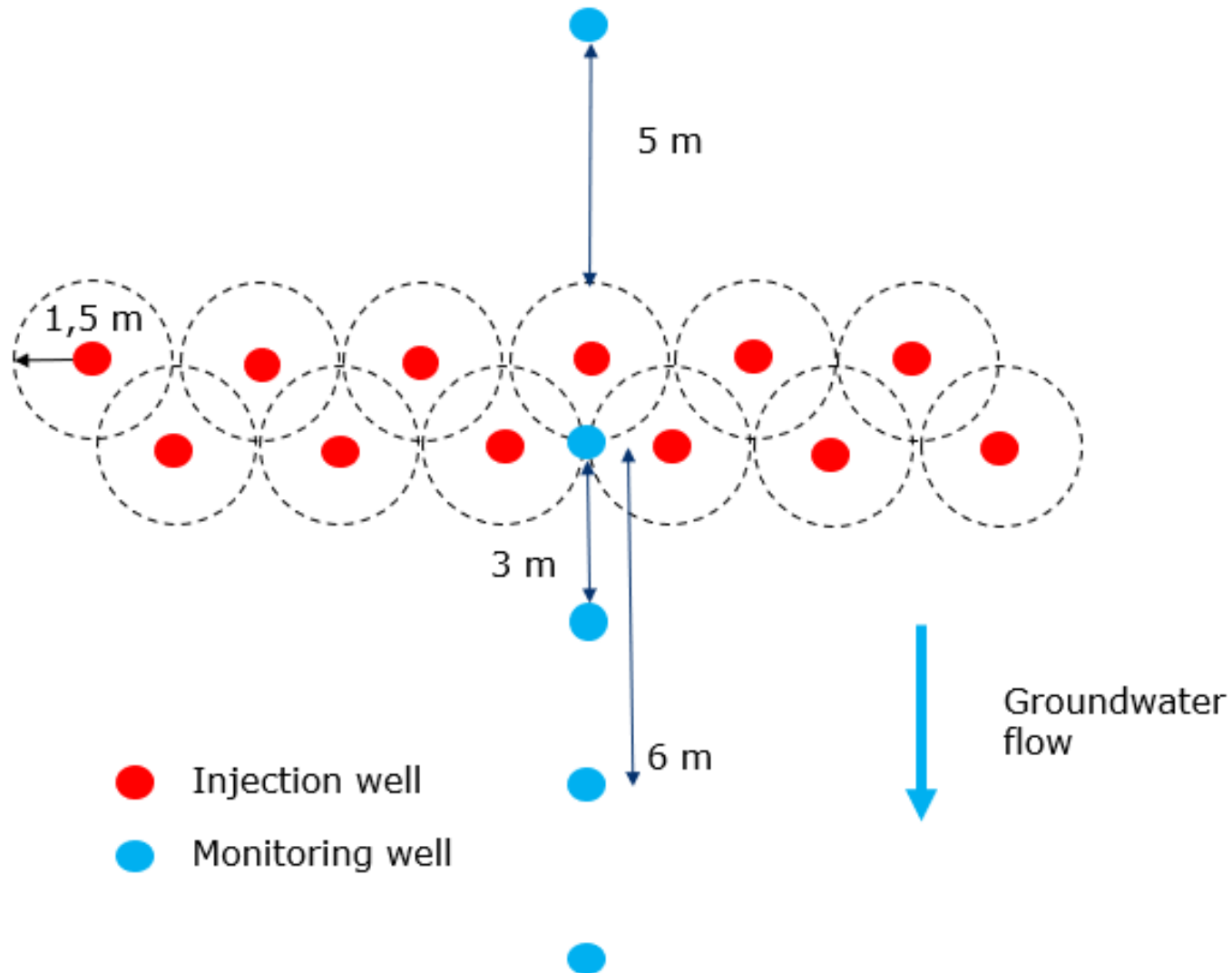


Reaktanter, der er injiceret

- 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



Design



Specifikationer

- 30 m barriere
- Vertikalt injektionsinterval 12-21 m u.t.
- 12 injektionspunkter
- ROI 1,3-1,5 m (perfekt cylinder)
- Injektions porøsitet 6-8 %
- 40-50 l/m PlumeStop (PS)
- I alt 4.000 l PS/inj.pkt.
- Donor 120 kg/inj.pkt.
- Bakterier 2 l/inj.pkt.

Design

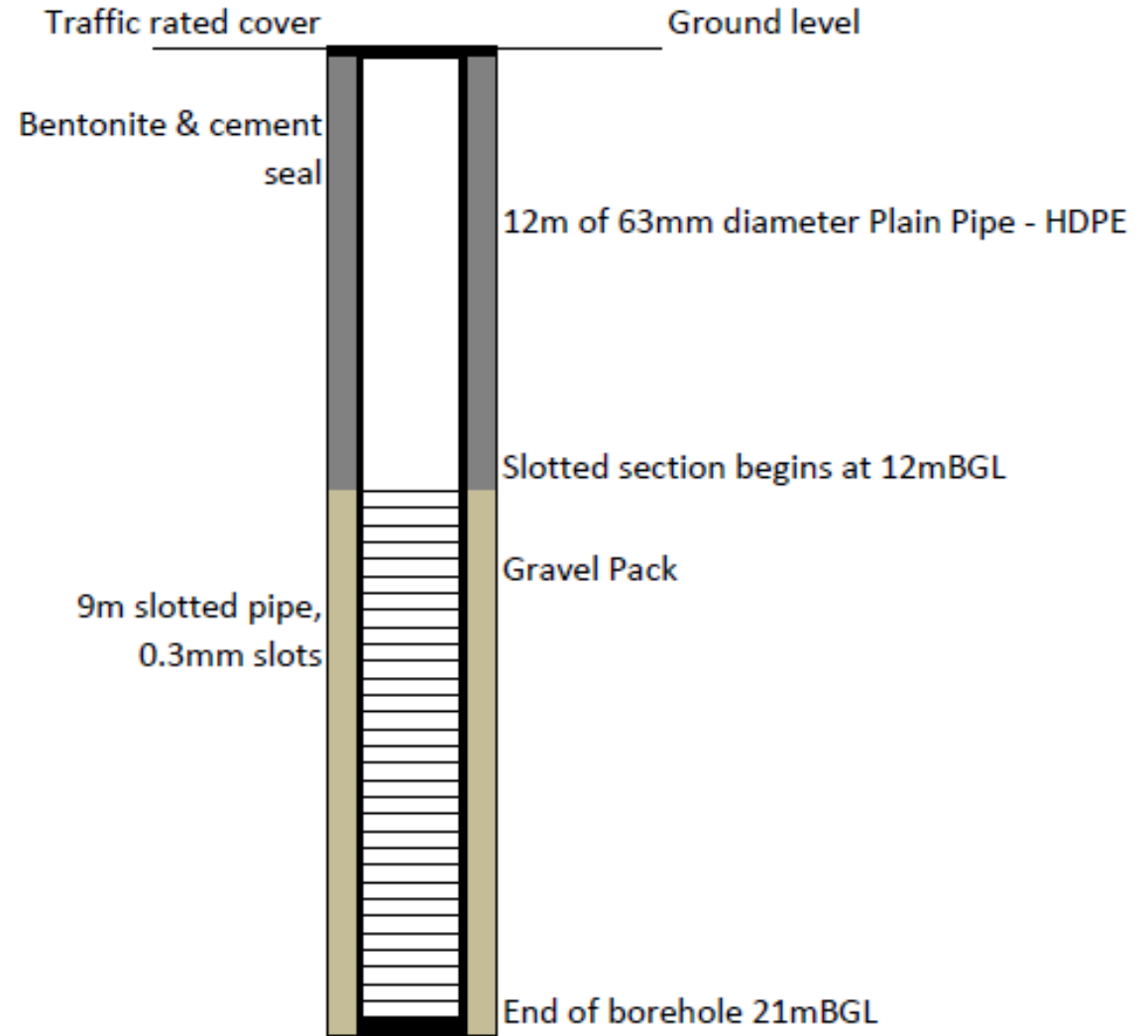
Mulige injektionsmetoder

- Spin injektion
- Injektion i traditionelle boringer
- Injektion med Direct Push



Injektion

- Forgravning
- Rotationsboring
- Filter 12-21 m u.t.
- Lerlag afproppet med cement og bentonit





Injeksjon

- Oppusteligt dobbelt packersystem
- 1 m intervaller
- PS og bakterier injiceret top-down
- Injeksjonstryk ~ 1 bar
- 12-18 l/min
- Skyllet med 10-20 l vand
- Packer flyttet 1 m ned
- Proces gentaget



Injektion

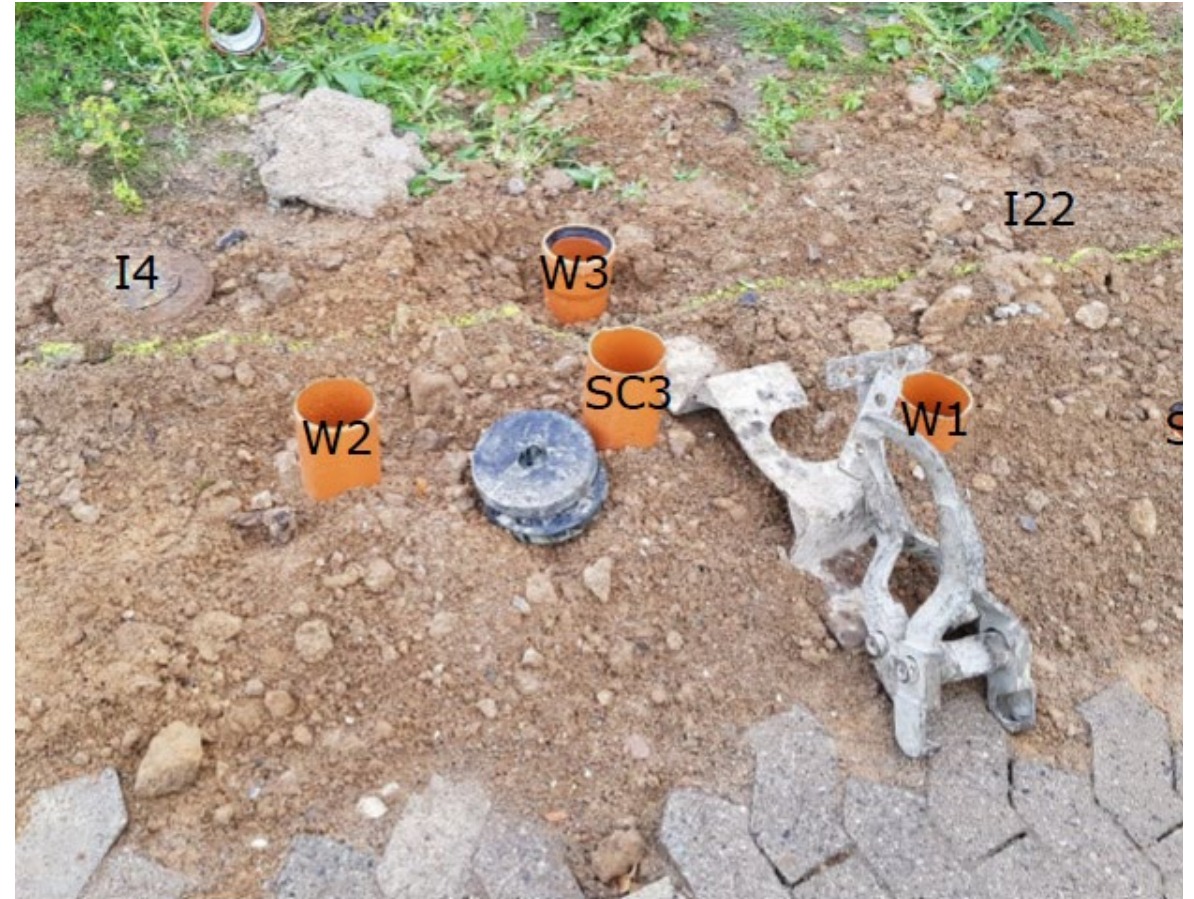
- Donor injiceret bottom-up
- Injektionstryk ~1 bar
- 5 l/min
- Skyllet med 50 l vand

Fordeling af reaktanter

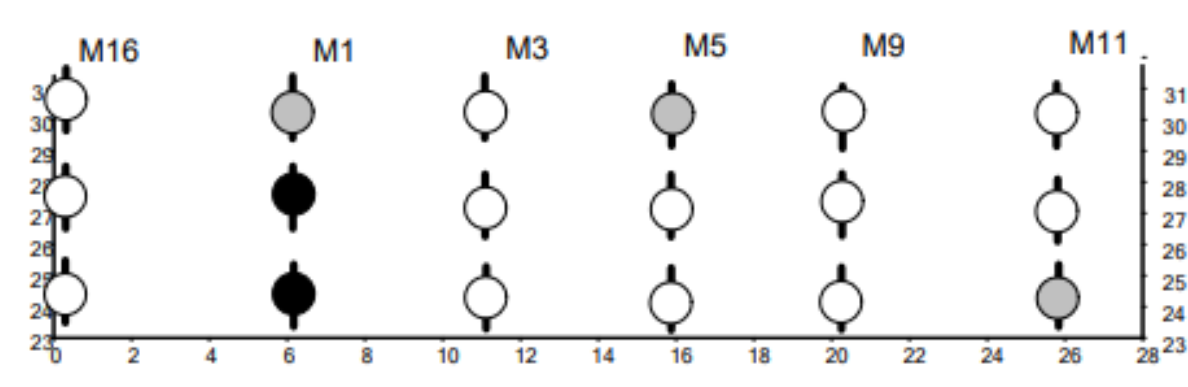
Værktøjer anvendt (første og anden injektion)

- Vandprøver fra monitoringsboringer
- Niveauspecifikke vandprøver og jordkerner udtaget ved DP (Direct Push)
- Jord- og vandprøver visuelt inspiceret for sortfarvning
- Vandprøver analyseret for klorerede ethener, NVOC, etnen, redox, mikrobiologi, CSIA (compound specific isotope analysis)
- Sorptions kapacitets tests udført af DTU

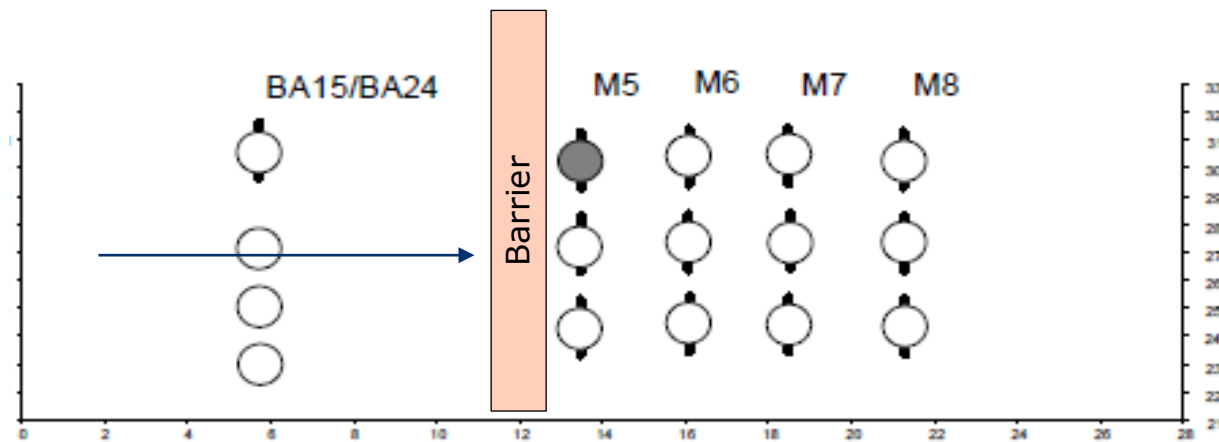
Et udvalg er præsenteret på de følgende slides



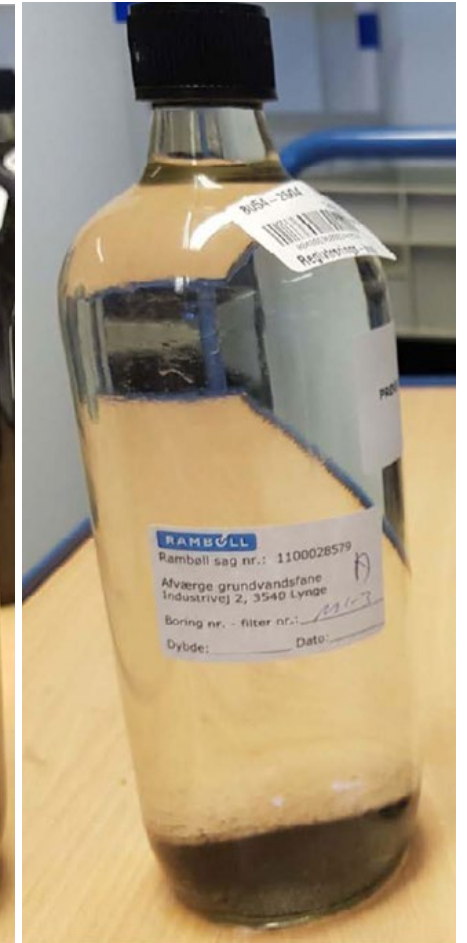
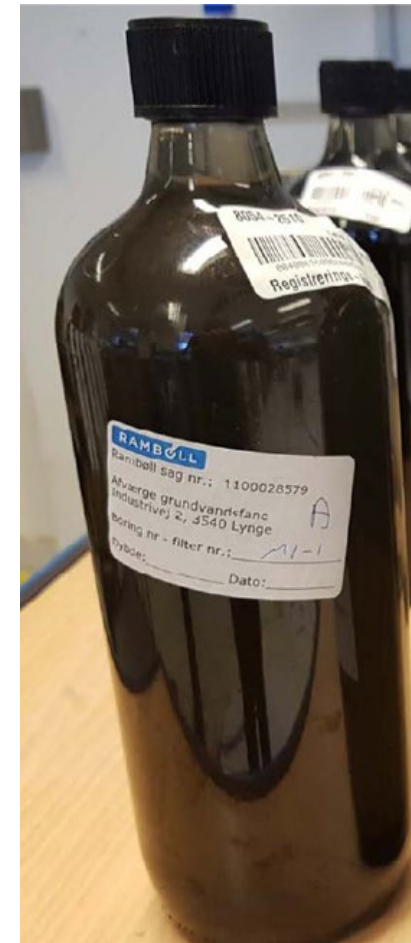
Resultater – Vandprøver monitoringsboringer



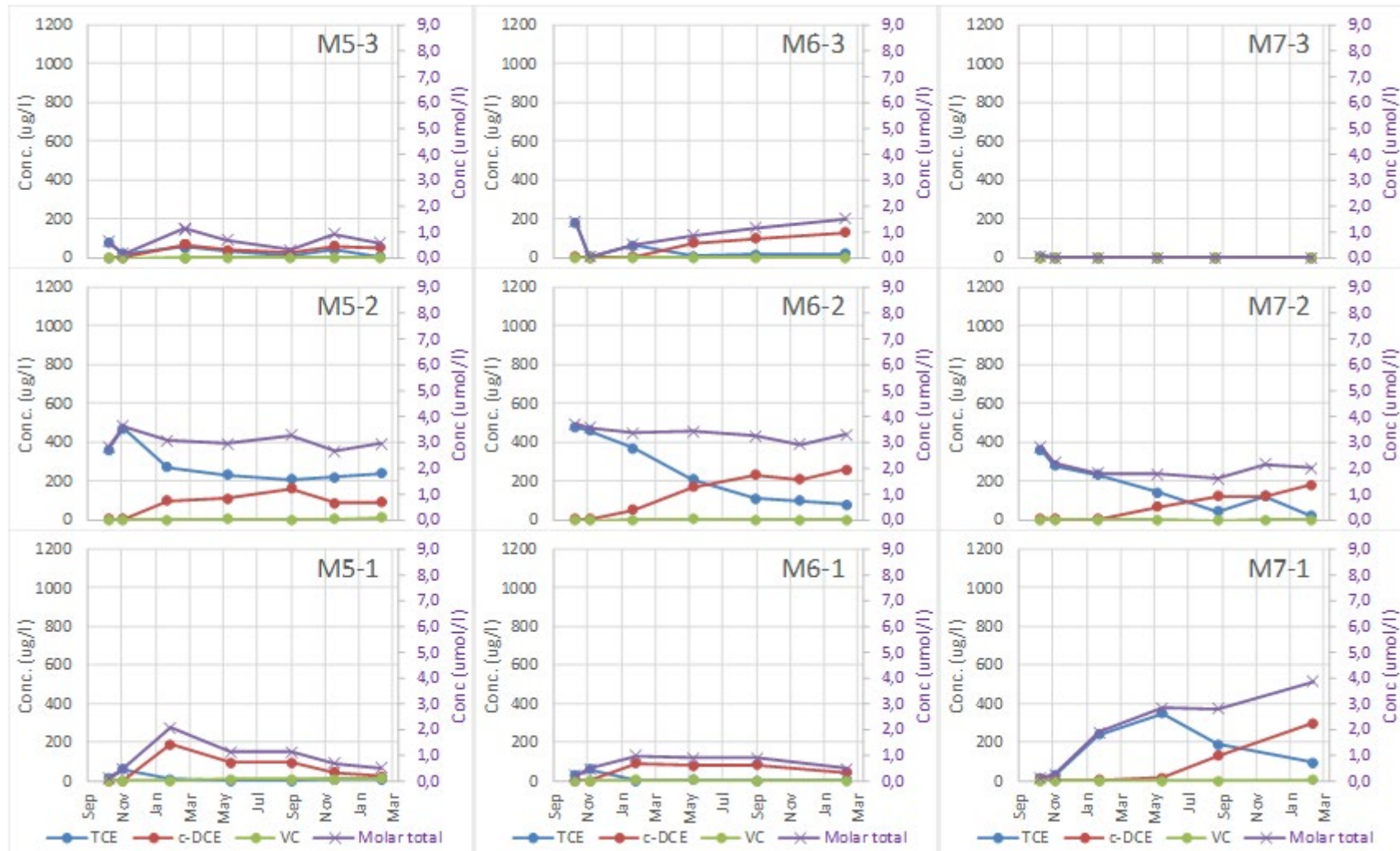
Transekt i
barriere



Transekt i
flowretning

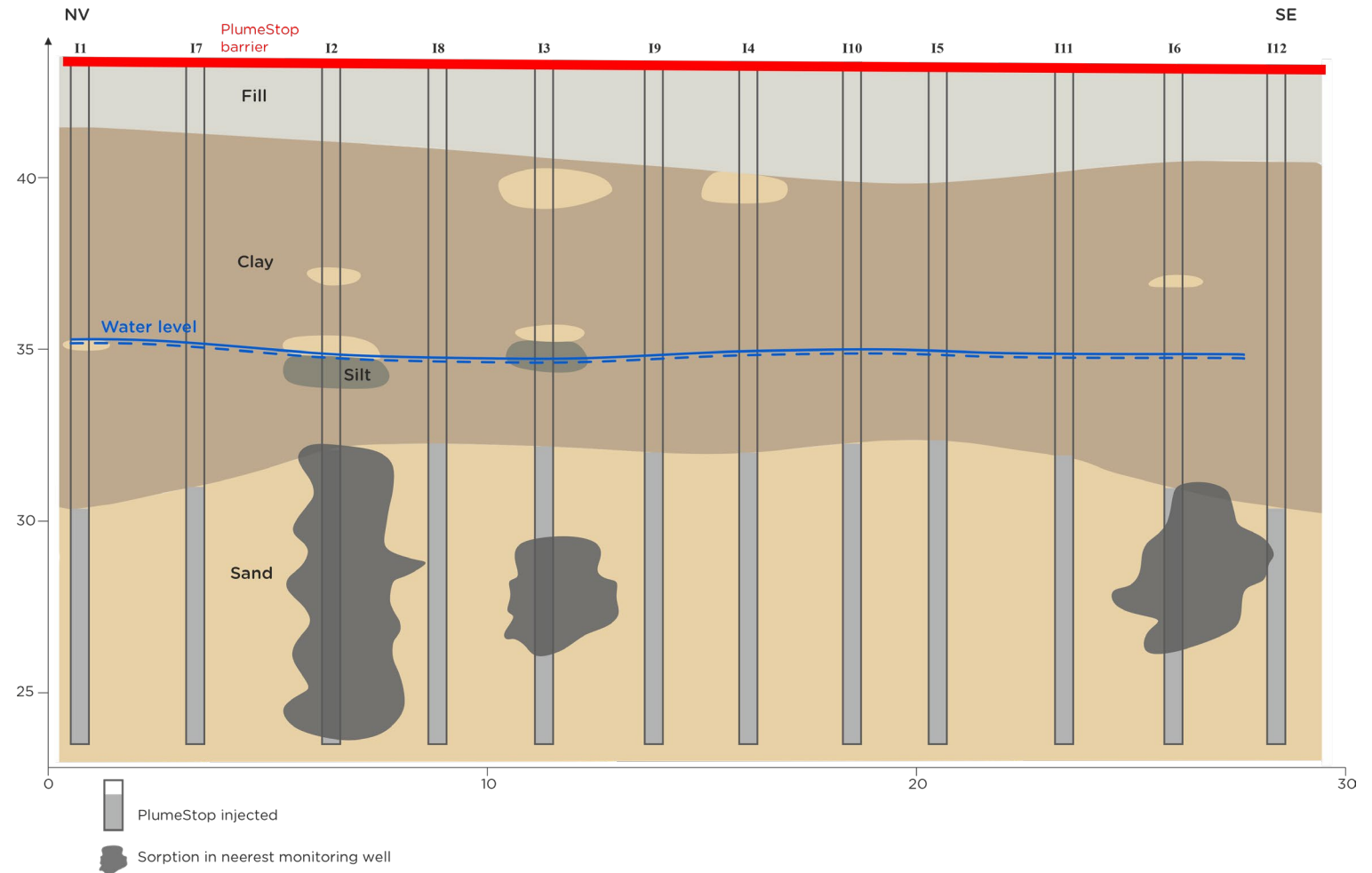


Resultater - Klorerede ethener i nedstrøms transekt

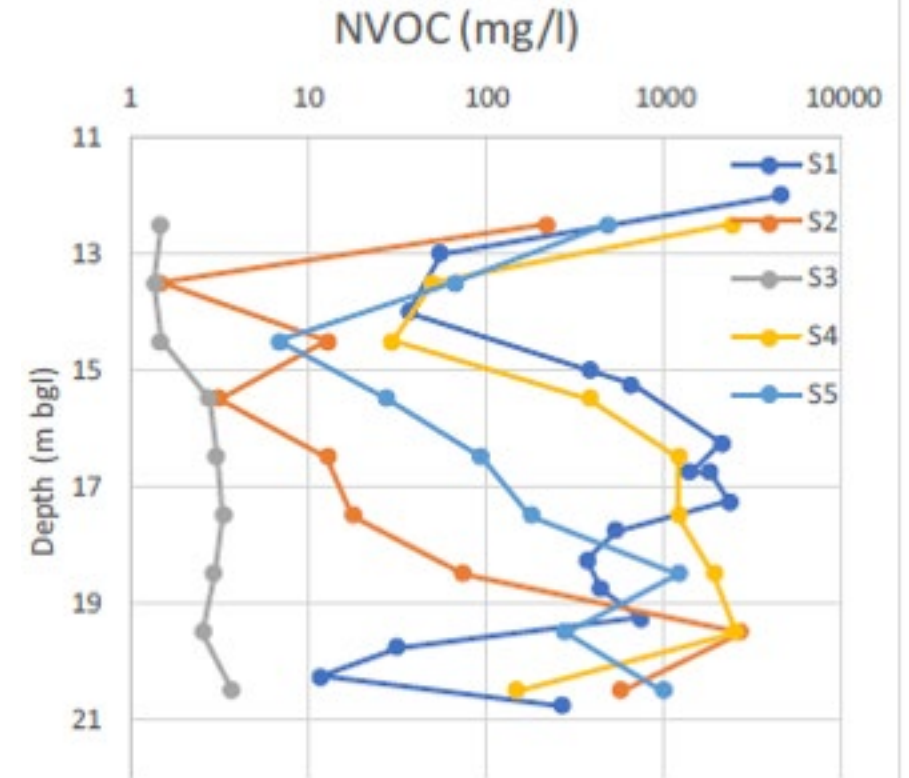
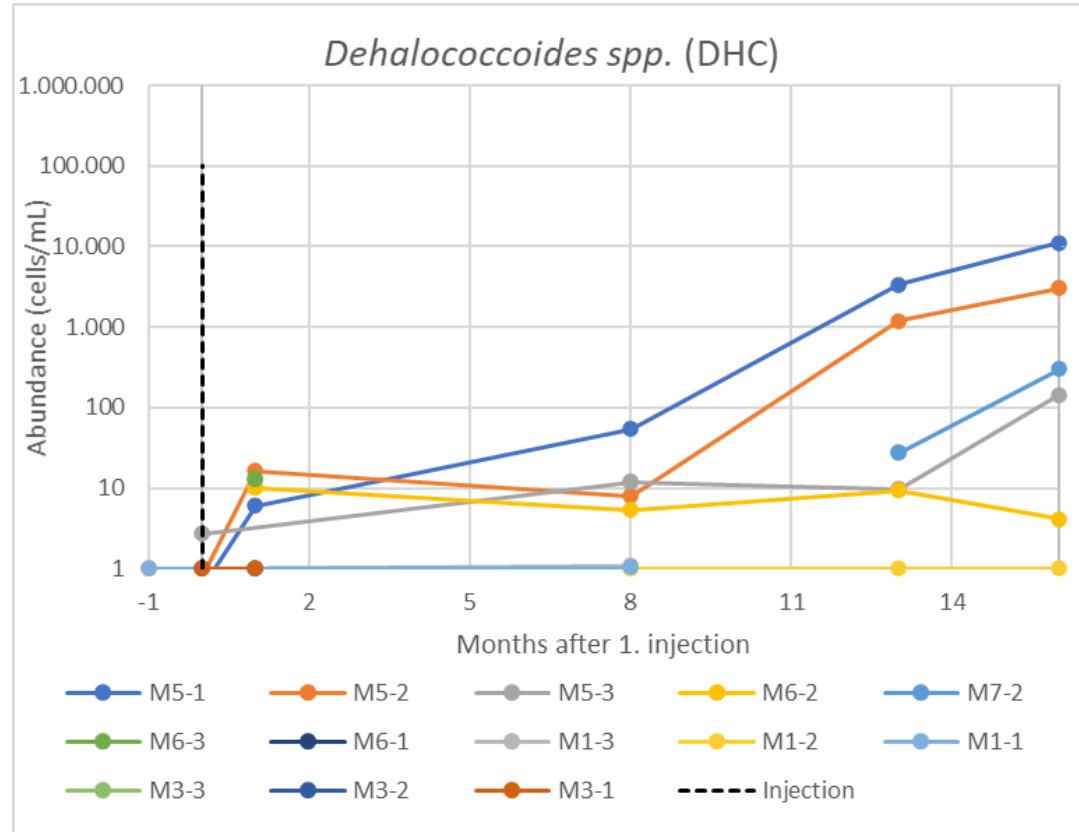


Resultater - PlumeStop

- Ikke en barriere
- Ujævn fordeling

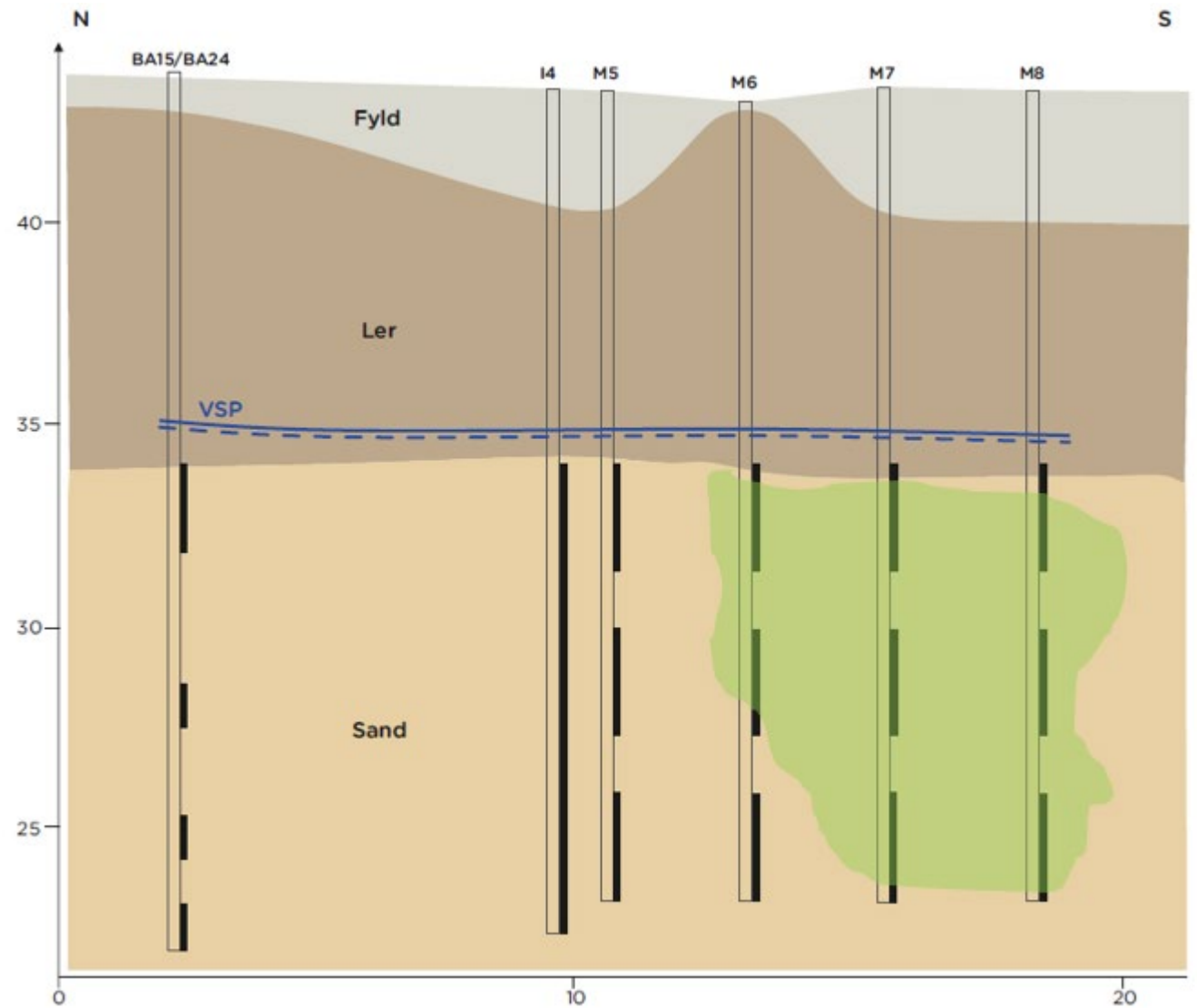


Resultater – donor og bakterier



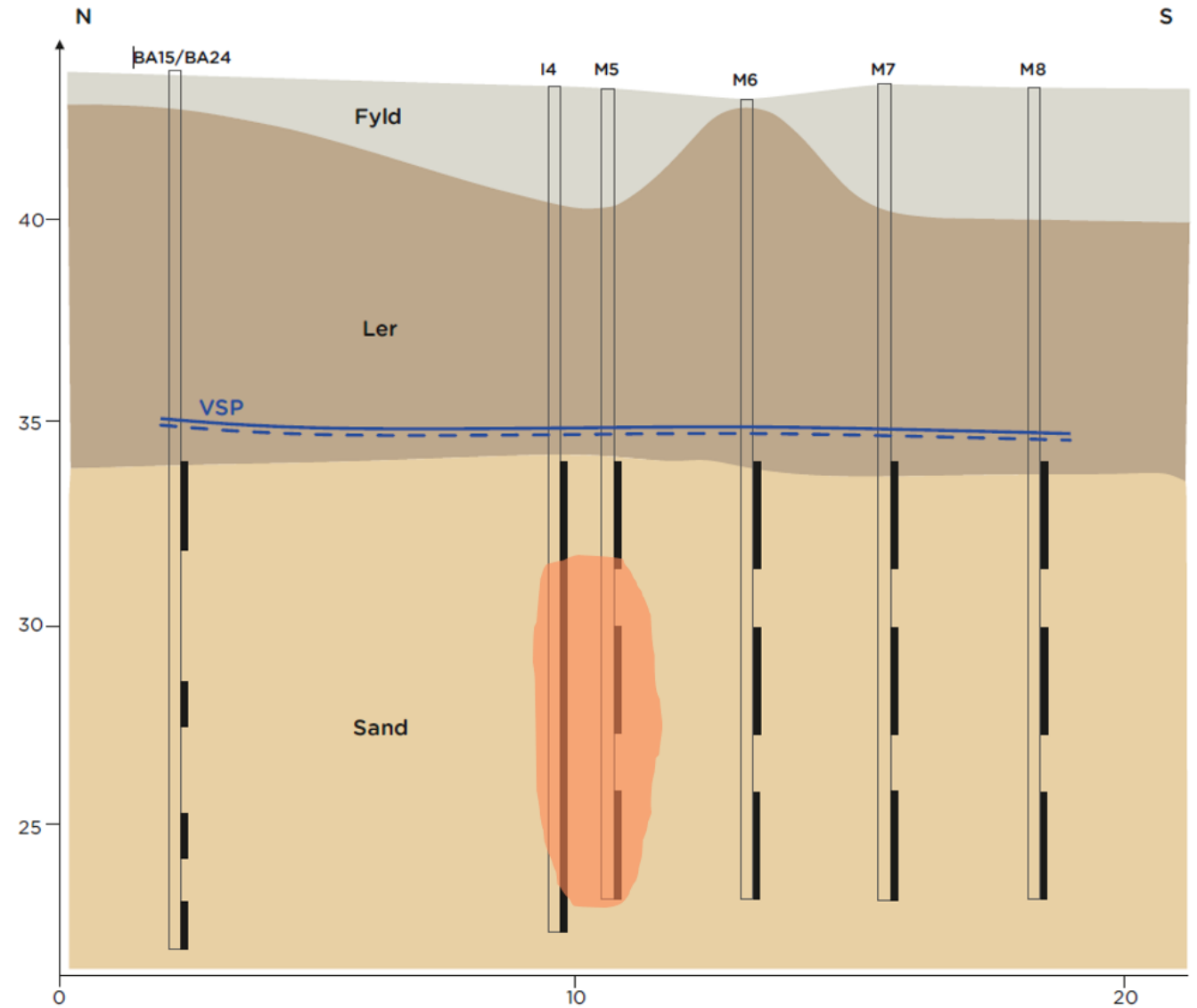
Fordeling donor

- NVOC 16 md efter injektion
- Fordelt



Fordeling bakterier

- De er der
- Der er ikke nok af dem!
- Er de levedygtige?



Hvor blev PlumeStop'en af?

- Sidder PS fast i gruskastningen?
- Er PS transporteret op langs borerøret?
- Er det strømmet længere ud i magasinet?
- Kan det overhovedet komme ud i sandmagasinet?

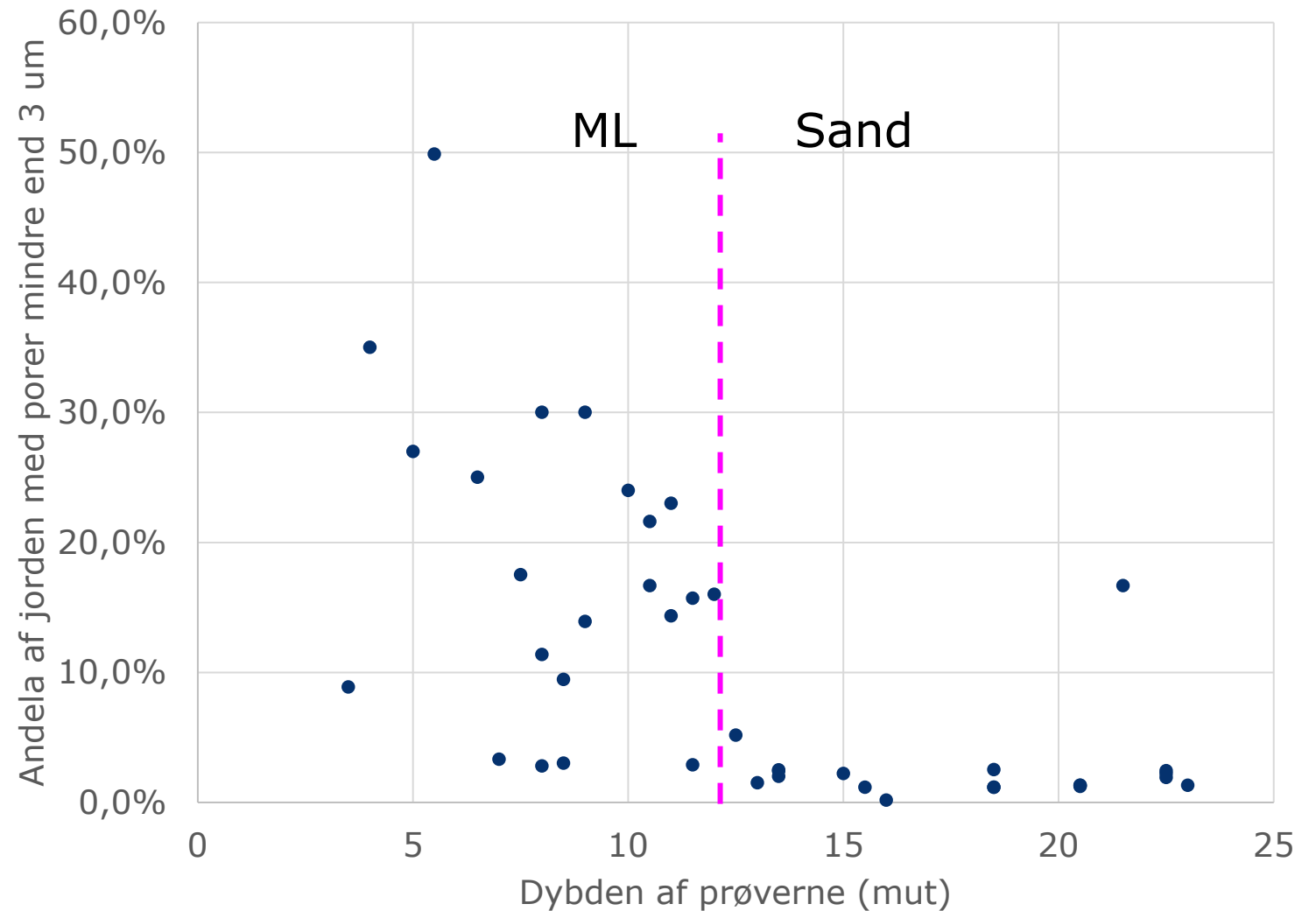


Porehalse

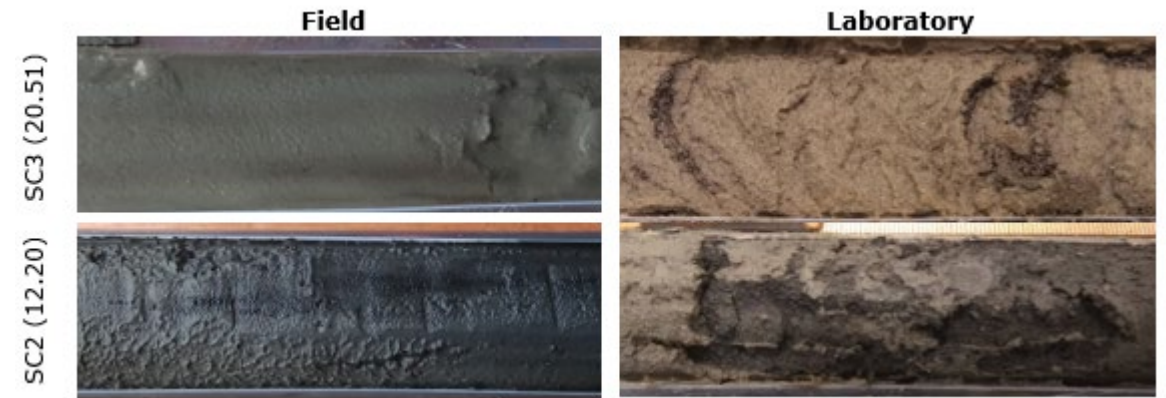
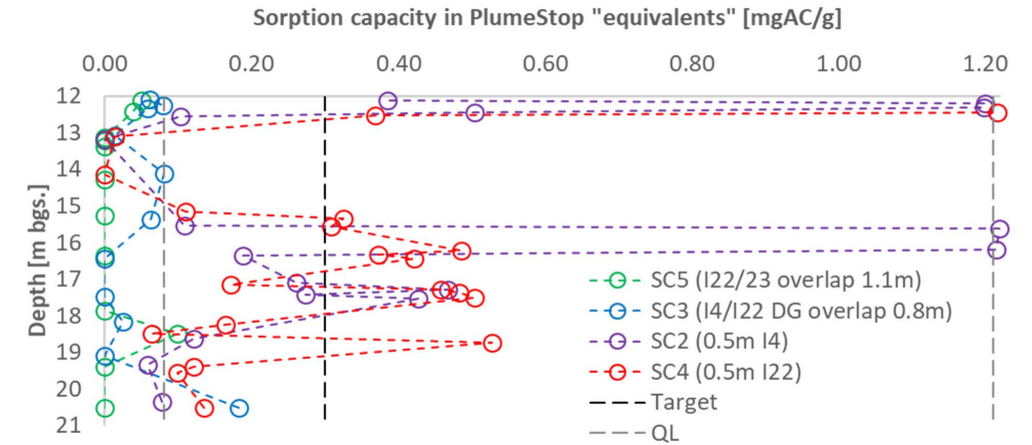
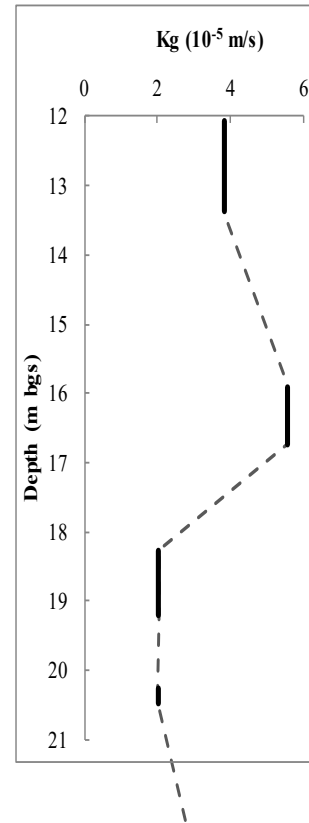
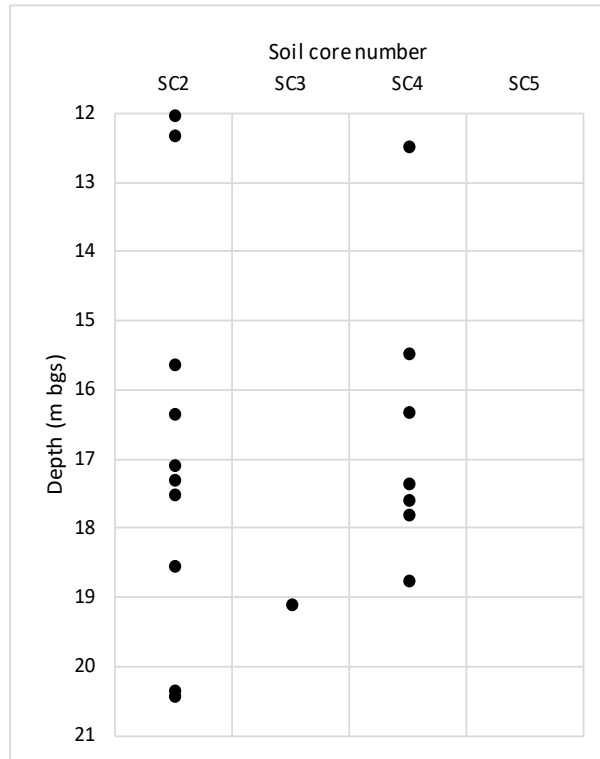
- Kornstørrelsesfordeling
- Sorteringsgrad
- Størrelse af porehalse
- Kan PS på 1-2 μm transporteres i jordens porer?

- Tak til Thomas Larsen, WSP!

Beregnet andel af små porer som funktion af dybden



Fordeling af PS (resultater efter anden injektion)



Sammenfatning

- PlumeStop ujævnt fordelt, kun meget lidt til stede ift design → underdosering
- Donor og bakterier fordelt, underdosering ift ønsket effekt
- Det er ikke metodens skyld, traditionelle borerer virker fint til injektion
- Anvender packer til at ramme de rigtige dybder
- Afprop
- Flow og tryk kan følges under injektion
- Borerer kan genbruges til reinjektion, hvis afværgen skal være i drift i længere tid (>5-10 år)
- Langsom injektionsmetode



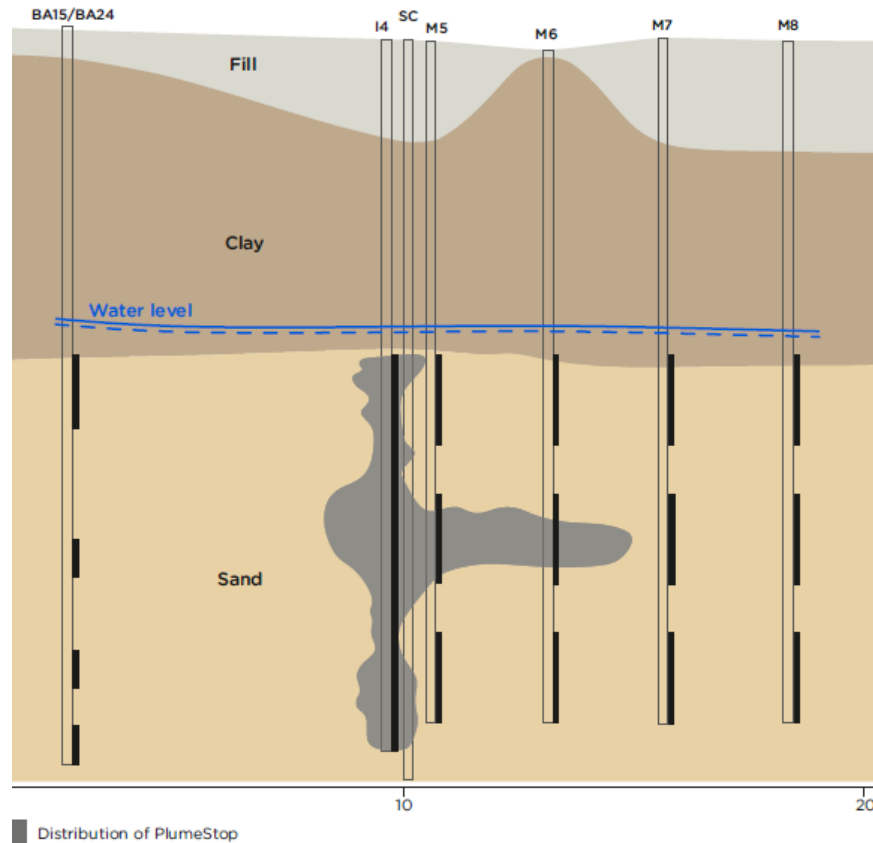
Det lærte vi

- Overvej fordele og ulemper mht injektionsmetoder
- Udfør en injektions test
- Brug en erfaren injektionsleverandør (fleksibel mht udstyr)
- Forvent ikke en perfekt cylinder
- Hellere overdosere end underdosere
- Monitor injektionen (flow, tryk, påvirkning i nærliggende monitoringsboringer)
- Dokumenter effekt af injektion, så evt. justering kan foretages

DIRECT PUSH TECHNOLOGY INJECTION OF SOLID AMENDMENTS - PRACTITIONERS' GUIDE



Hvad gjorde vi så?



- Reinjektion
- DP injektion med retractable tip
- Målte flow og tryk
- Kontinuerlig monitorering
- Noget bedre fordeling og sorption
- Det kan vi fortælle om en anden gang

Bright
ideas.
Sustainable
change.

RAMBOLL