

CRYOFRAC/CRYOREM

På vej mod en ny innovativ metode til "in situ" oprensning af forurenede lergrunde ved hjælp af frysestimuleret spredning af reaktive stoffer i lerjord.

Knud Erik Klint (Geo), Claus Kjøller, Rasmus Jakobsen, Helle Ugilt Sø, (GEUS)
Thomas Larsen (Orbicon), Hans Jørgen Friesedahl (Friesedahl), Nina Tuxen, (Region Hovedstaden)

Geo, Orbicon, GEUS, Region Hovedstaden, Friesedahl, Innovationsfonden, Miljøstyrelsen

ATV-møde Vingstedcentret den 6-7 Marts 2018

Problemet / udfordringen

- 1) At der ved mange forureninger med klorerede opløsningsmidler er behov for in-situ stimulering af nedbrydning ved tilsætning af reaktanter/stoffer
- 2) At der er en stor udfordring forbundet med få stofferne ind i den forurenede, lavpermeable lermatrix i moræner

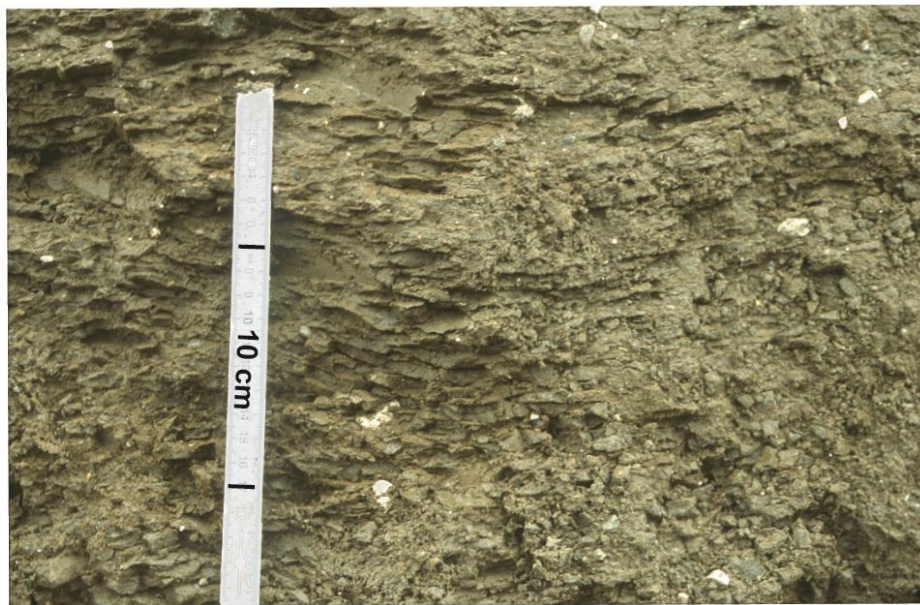
Inspiration

Naturlige fryse tø sprækker i naturen

Fryse/tø sprækker Gedserodde



Fryse/tø sprækker Englandsvej



Forsøgstrategi til skabelse af fryse tø sprækker

LABORATORIEFORSØG

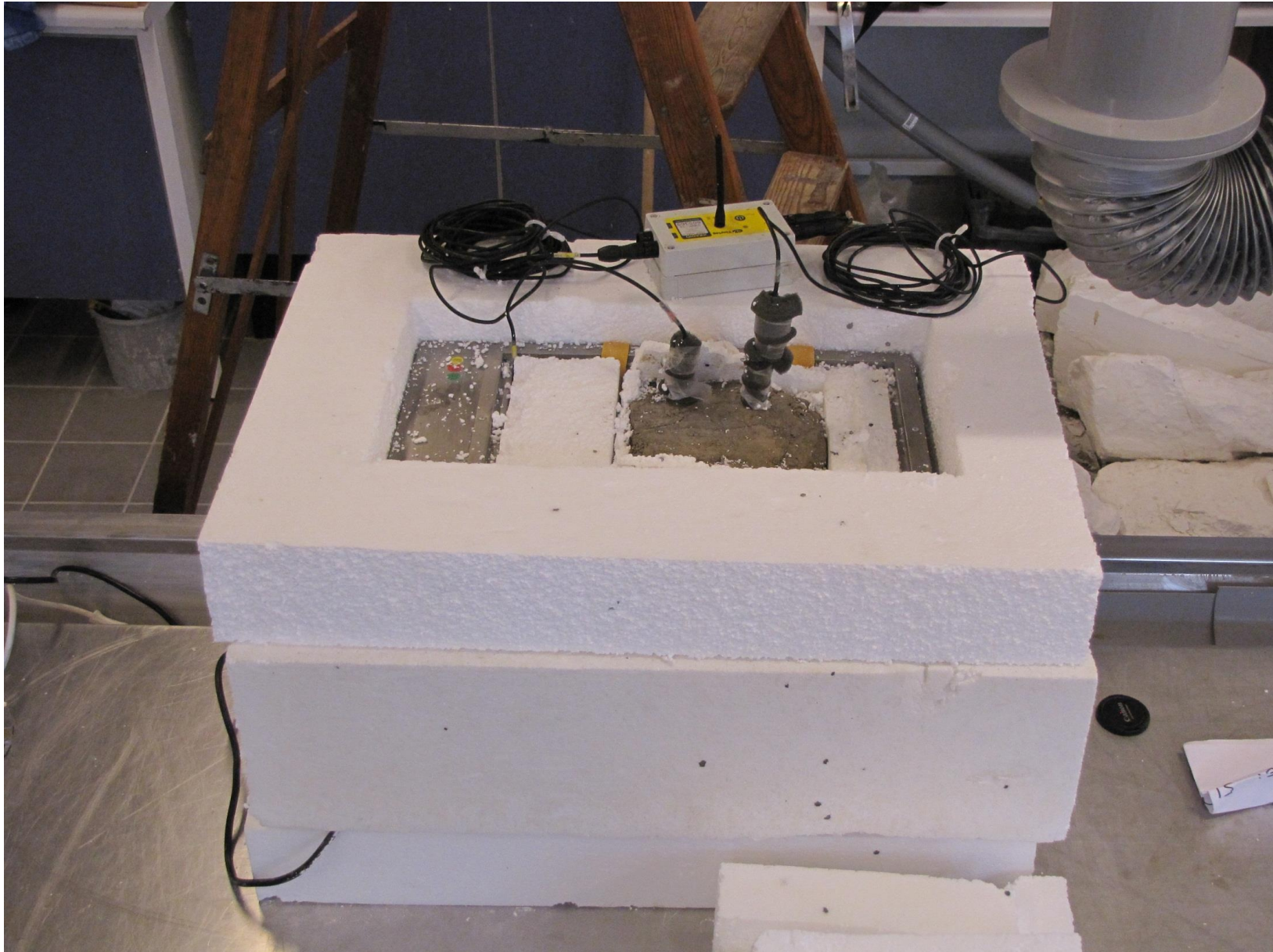
- Indsamling af intakte morænelersprøver
- Udførelse af laboratorieforsøg for at se om man kunstigt kan skabe fryse/tø sprækker og under hvilke betingelser

FELTFORSØG

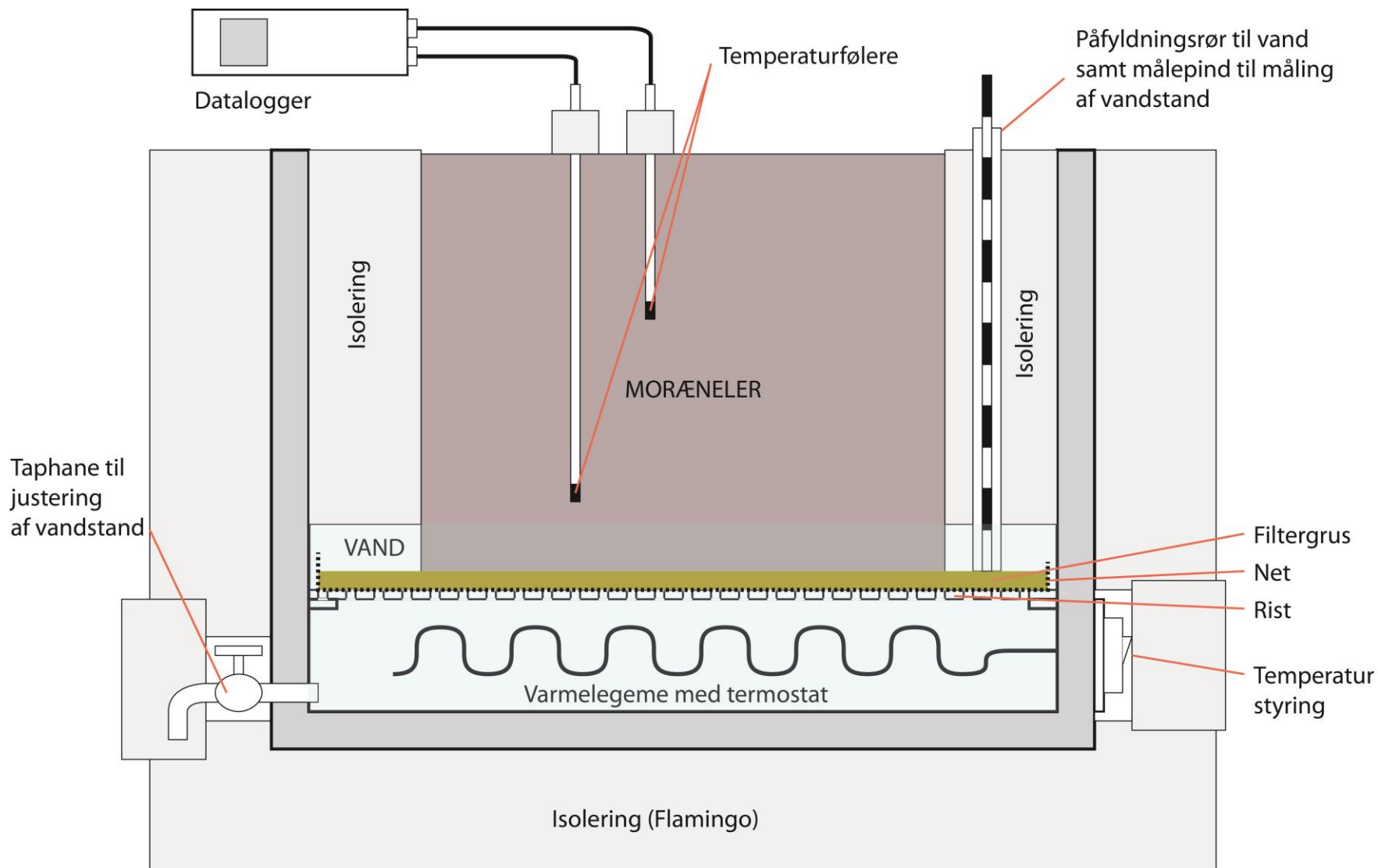
- Design og test af fuldskala feltforsøg for at danne fryse/tø sprækker i/fra boring
- Forsøg med udnyttelse af fryse/tø-sprækker til oprensning af forurenede moræneler ved tilførelse af donor/ventilering eller andre metoder.

Indsamling af (massive) LUC prøver og intaktprøver





Sous Vide Forsøgsopstilling



Oprindelig morænelers prøve



Efter frysning

Frosset moræneler

Ufrosset moræneler





Sprække spors-
frekvens

7

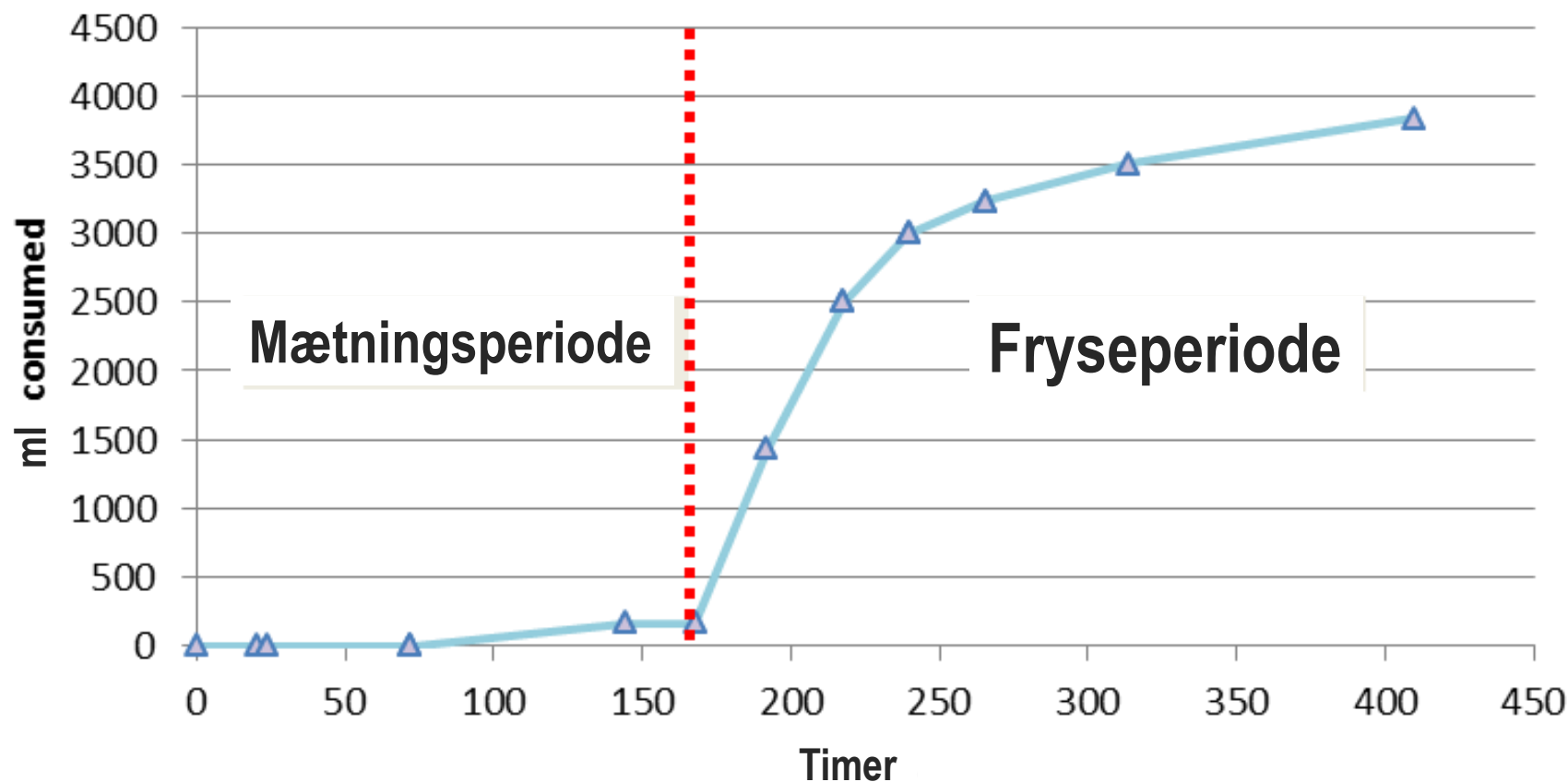
7

8



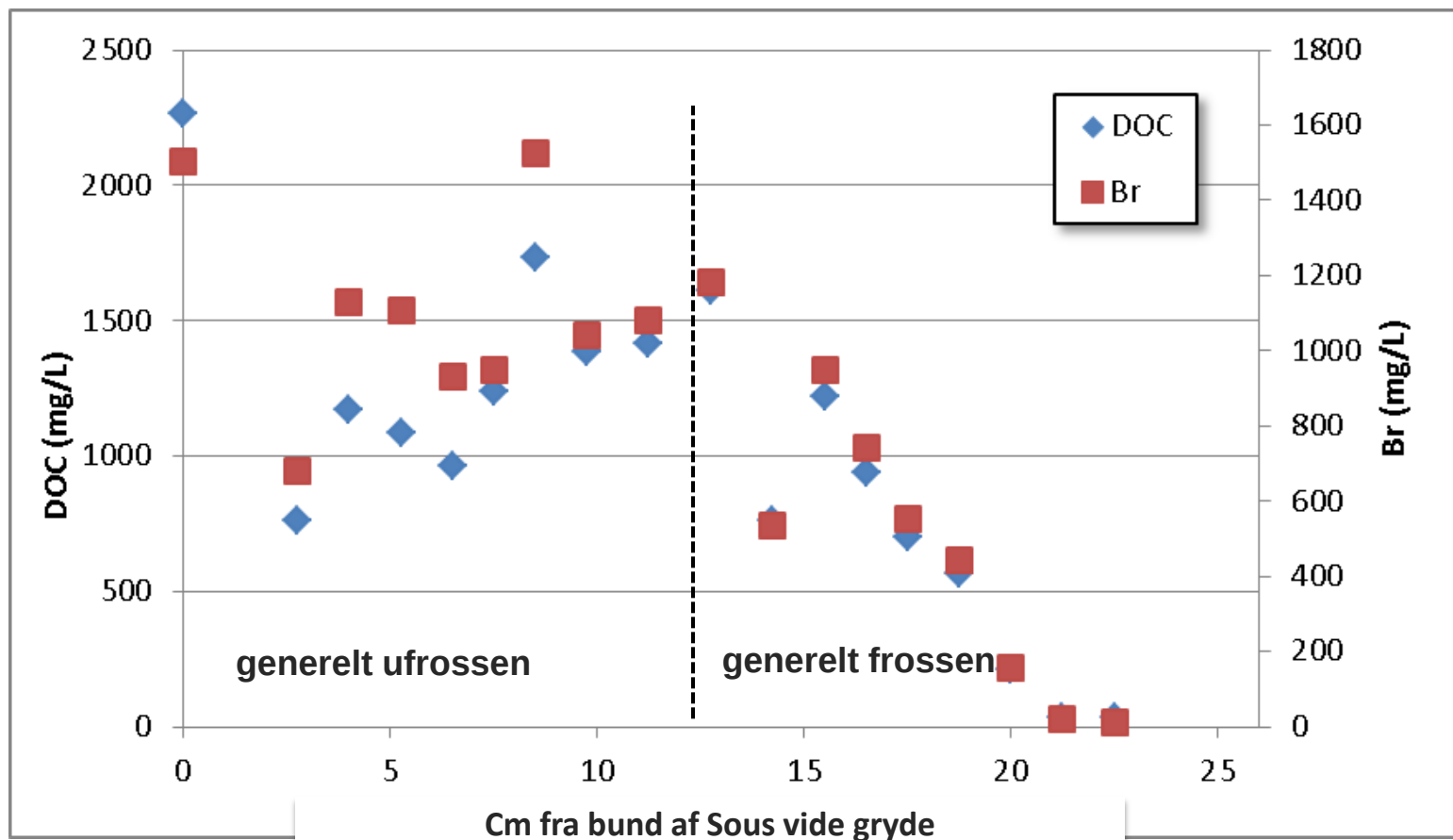
1 cm

Vandforbrug igennem Deuterium fryse experimentet



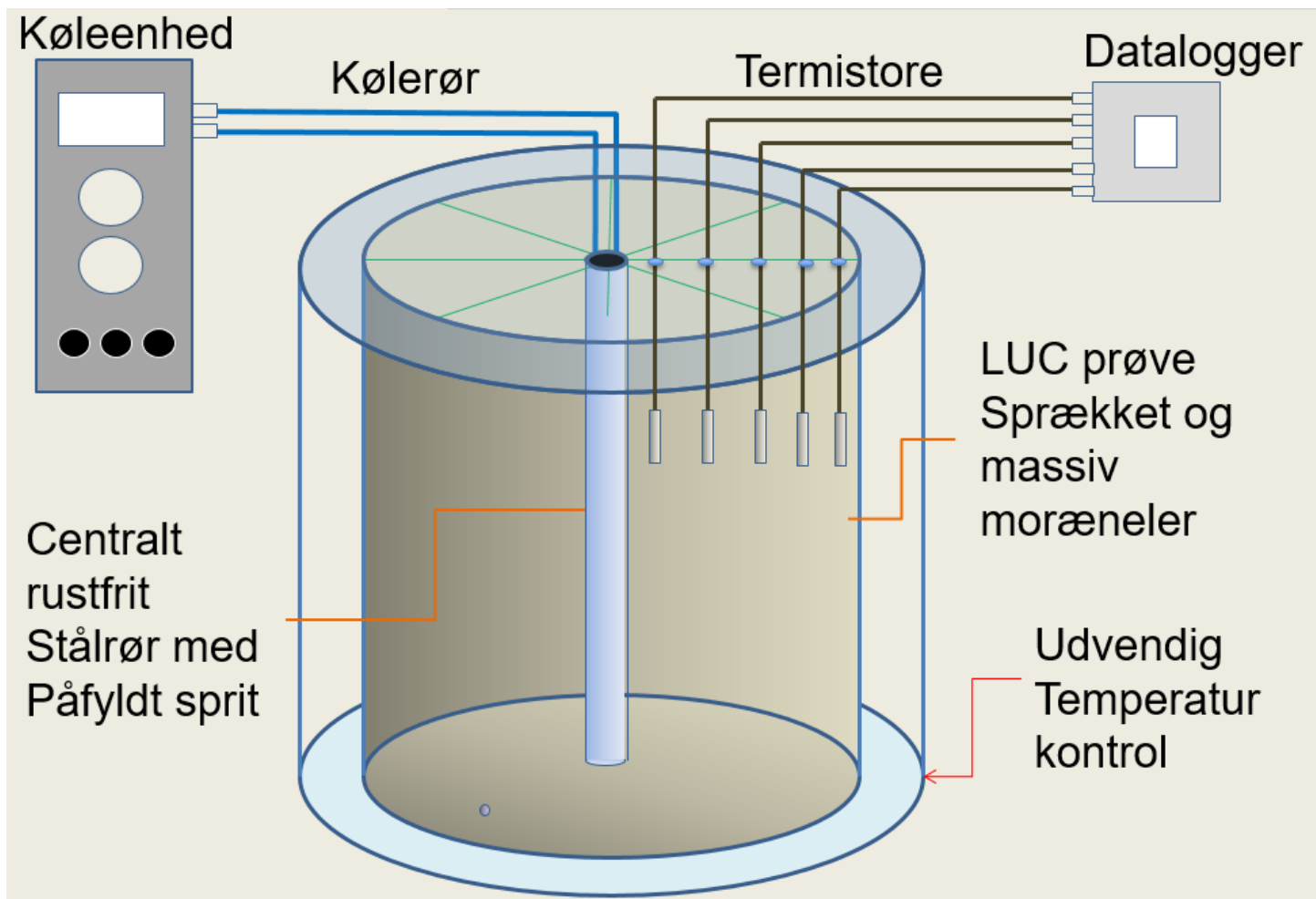
Transport af tilsat stof?

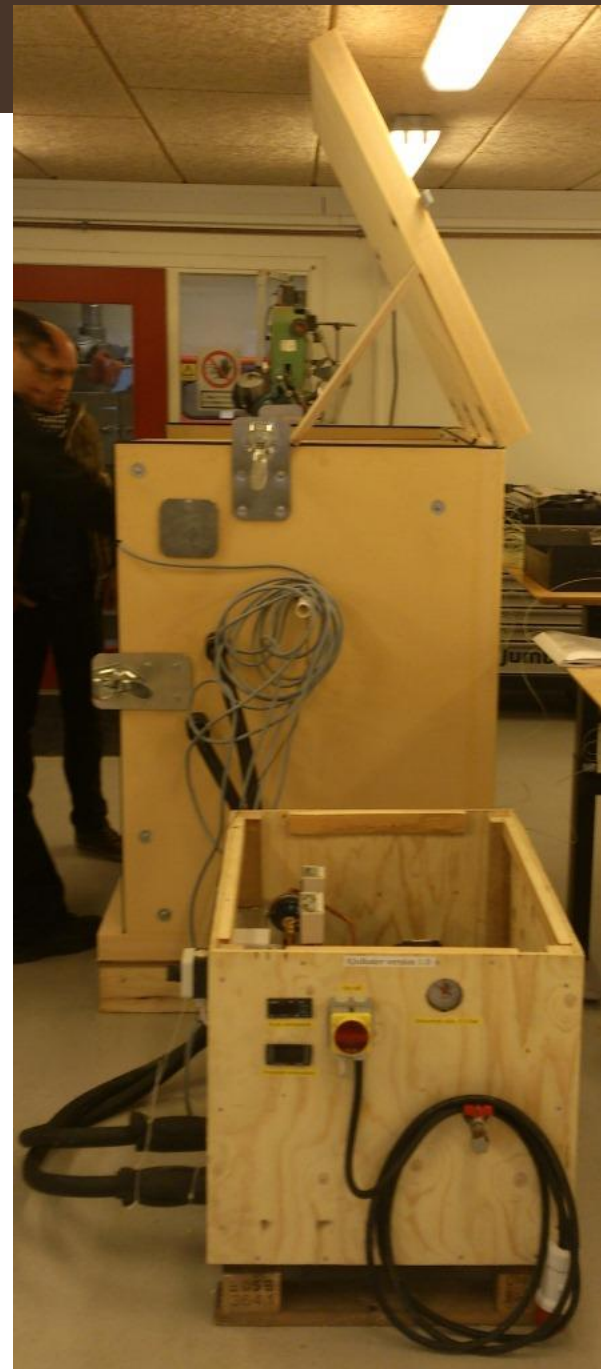
Sous Vide forsøg med molasse tilsat



- Ved at fryse og injektare væske i ler i to adskilte punkter samtidig, aktiveres en hurtig retningsbestemt transport af væske fra injektionspunktet mod frysefronten. Processen styres af den kapillære sugeseffekt der opstår når lermatrix udtørres under frysning.
- Stoffer tilsat væsken fordeles jævnt i lermatrix hen imod frysefronten.
- "Cryosuction" metoden tænkes anvendt til at fordele reaktive stoffer i forurenede ler.

Virker det også i boreriger?





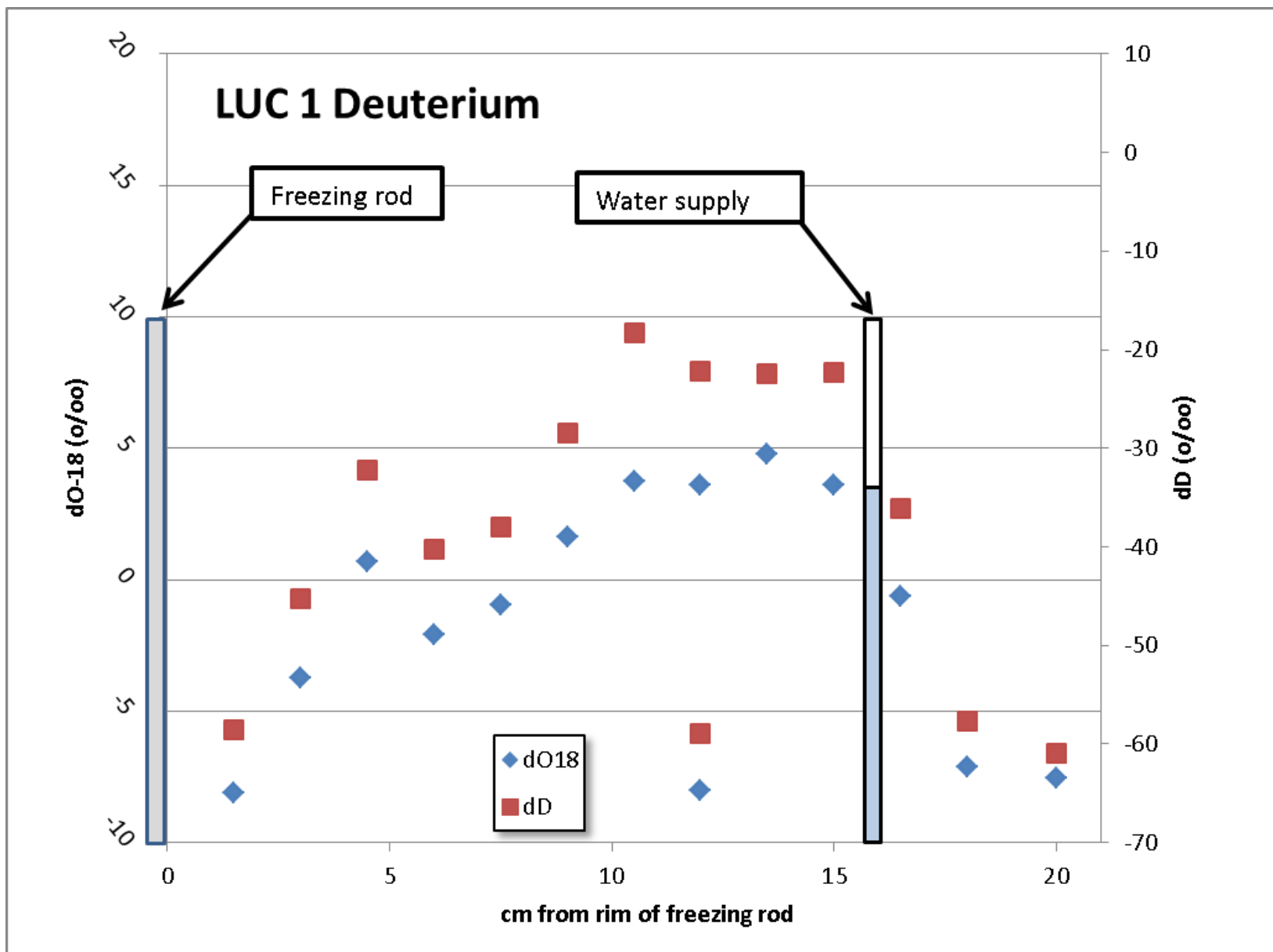
Frysning i boring



Før



Efter (3 dage)



Container med strømforsyning



Container med fryseudstyr,
injektionsudstyr og monitoringsudstyr.

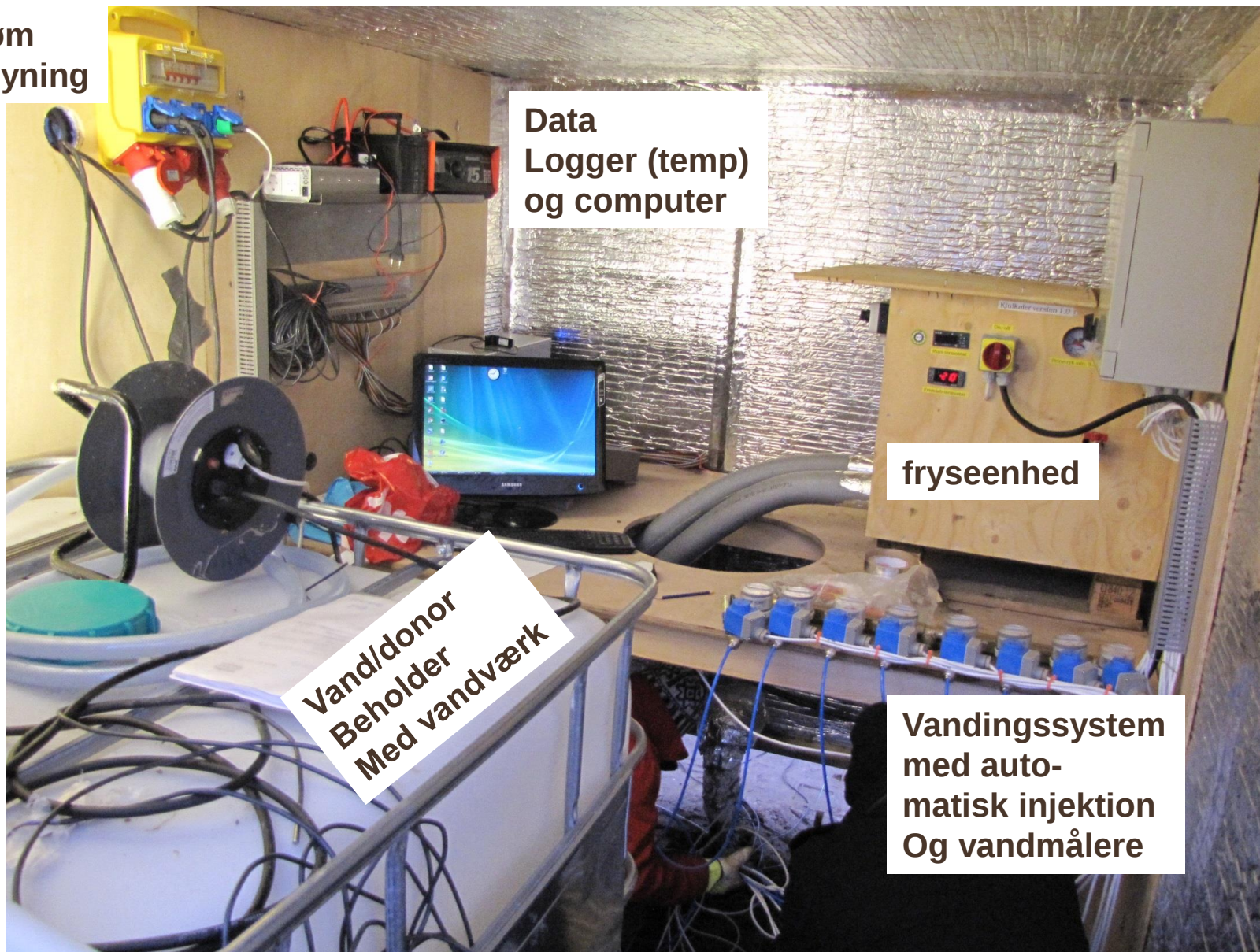
Strøm
forsyning

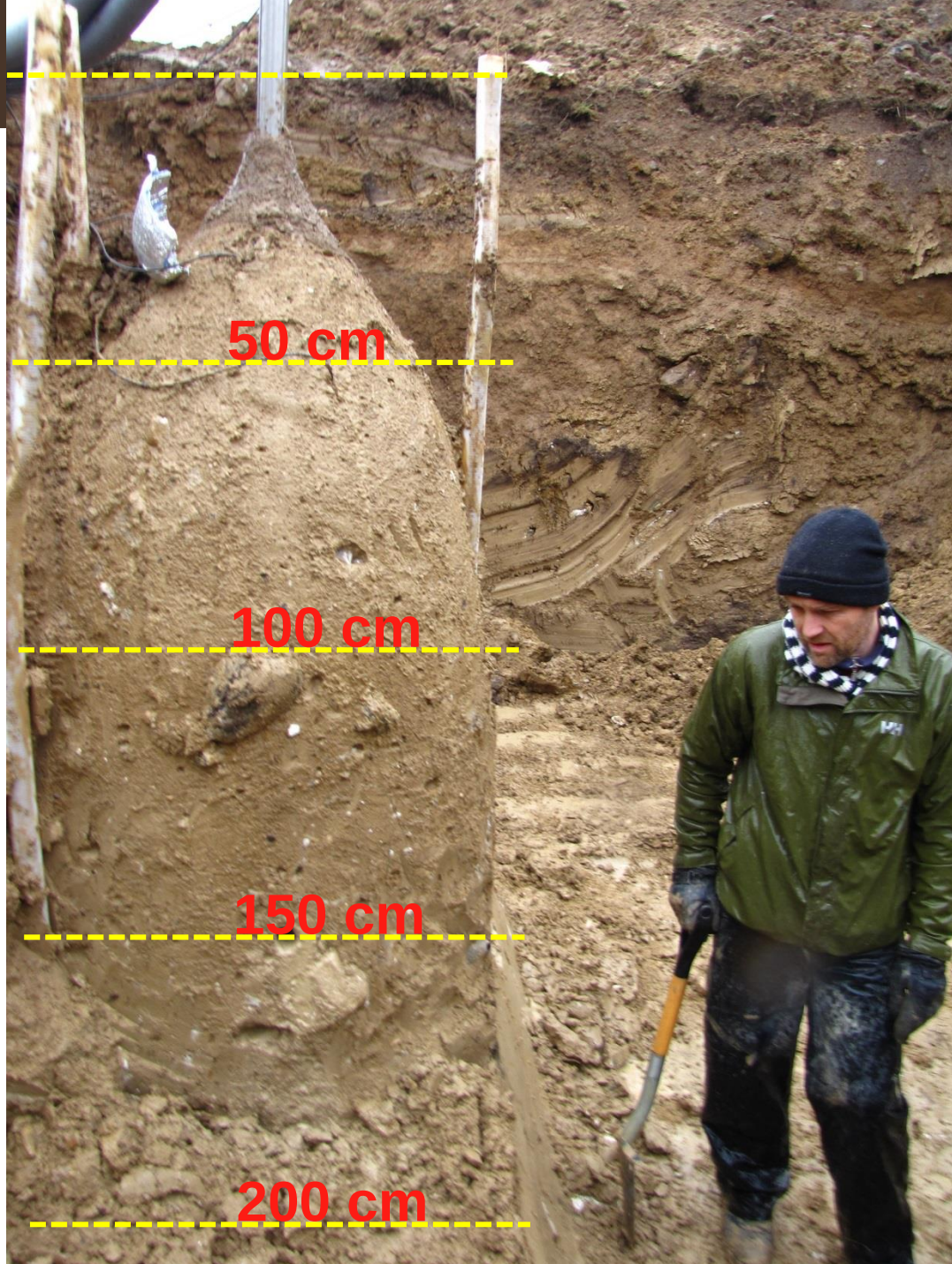
Data
Logger (temp)
og computer

fryseenhed

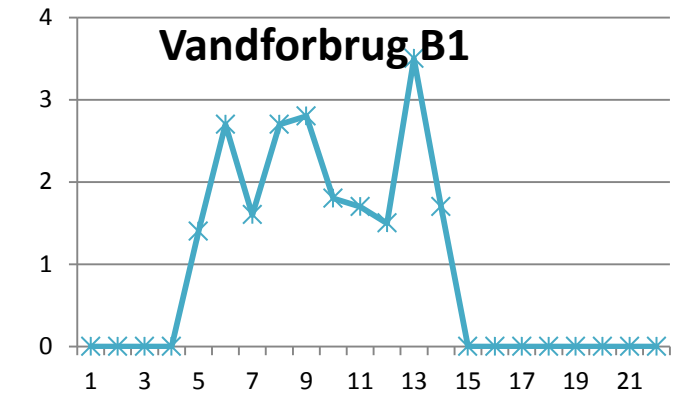
Vand/donor
Beholder
Med vandværk

Vandingssystem
med auto-
matisk injektion
Og vandmålere

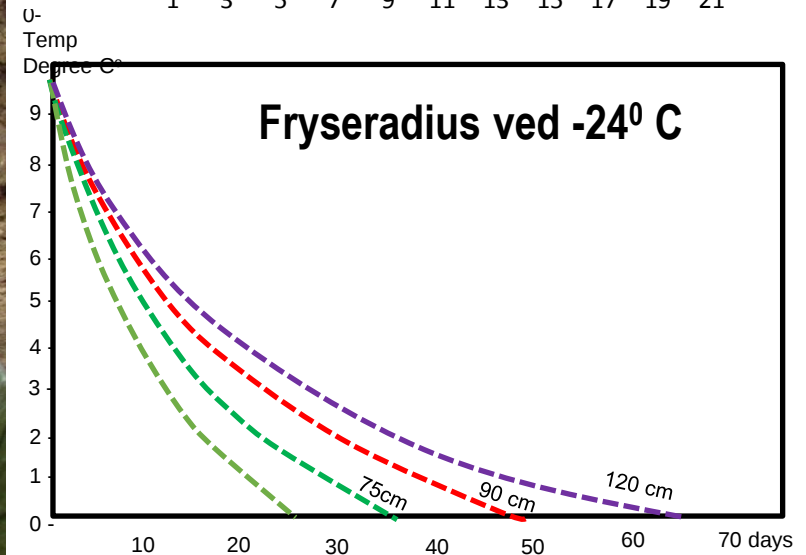




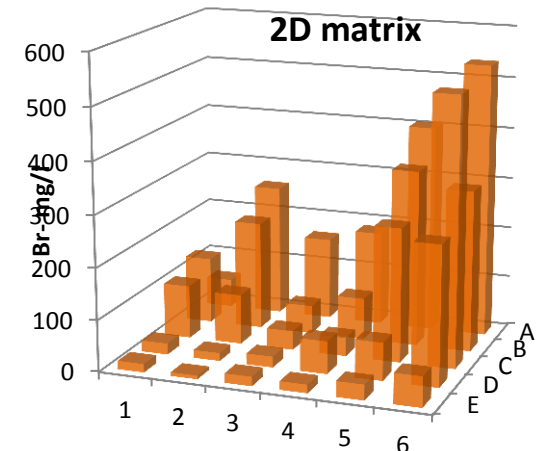
Vandforbrug B1



Fryseradius ved -24° C

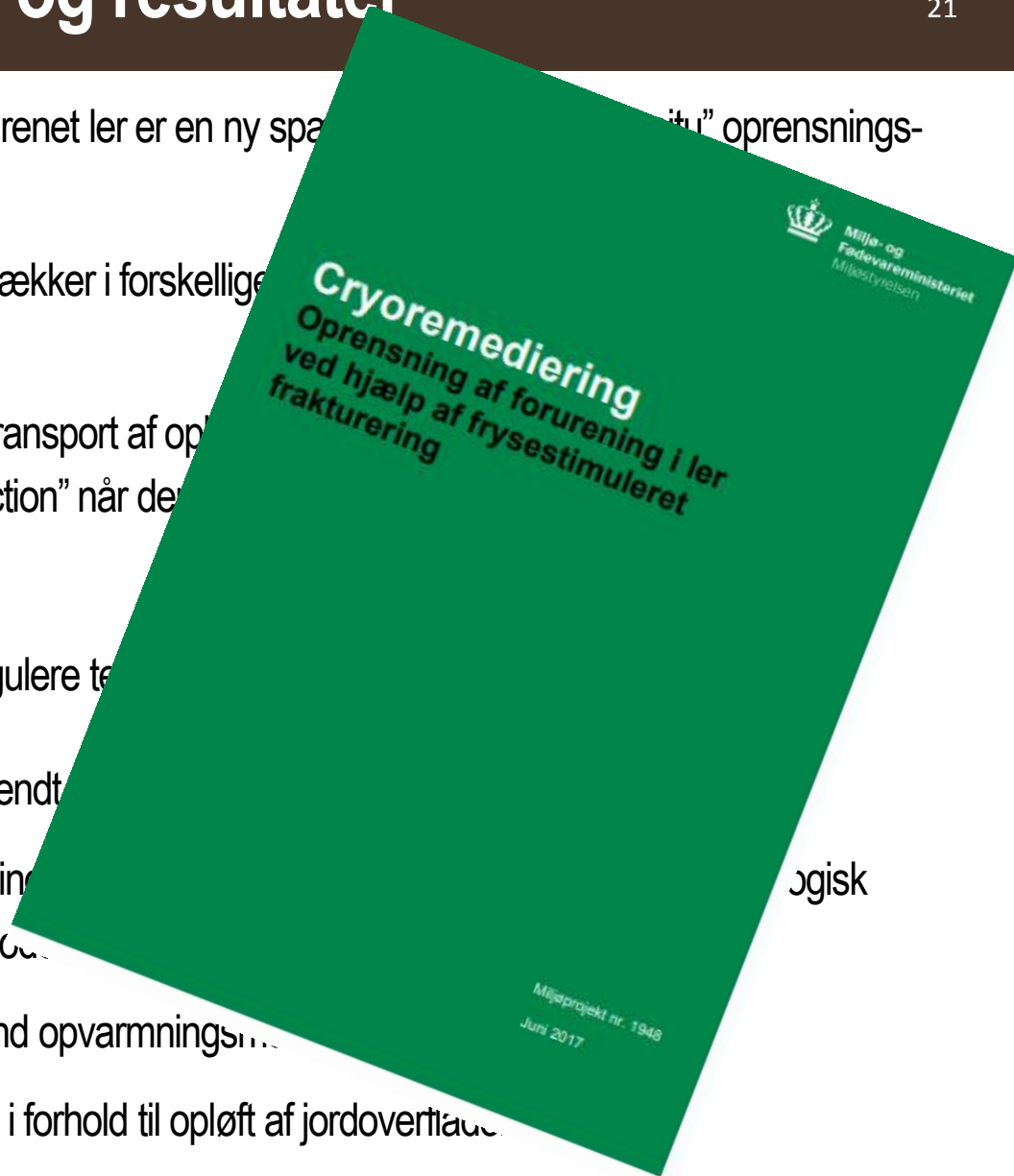


Bromide concentrations in



Frysestimuleret transport af reaktive stoffer i forurenede ler er en ny spændende "cryosuction" oprensning-metode, med et stort potentiale.

1. Det er muligt at skabe et tæt netværk af sprækker i forskellige typer af ler ved hjælp af fryseproces og tilføje væske.
2. Det er muligt at aktivere en ekstrem hurtig transport af opløst stof i ler ved at udnytte lerens kapilære sugesug "cryosuction" når der er tilføjet væske.
3. Metoden kan anvendes i borer.
4. Mængden af tilsat stof kan styres ved at regulere temperaturen i borer.
5. Metoden bygger på kendte teknologier anvendt i andre projekter.
6. Cryosuction processen styres af varmeledningsevne i ler og heterogenitet som mekaniske injektionsmetoder.
7. Metoden er potentielt mere energieffektiv end opvarmningsmetoder.
8. Metoden har til gengæld nogle udfordringer i forhold til opløst af jordoverfladen.



Se mere på: <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2017/06/978-87-93614-10-9.pdf>

Næste fase... et Pilot-scale Eksperiment på en forurennet grund

