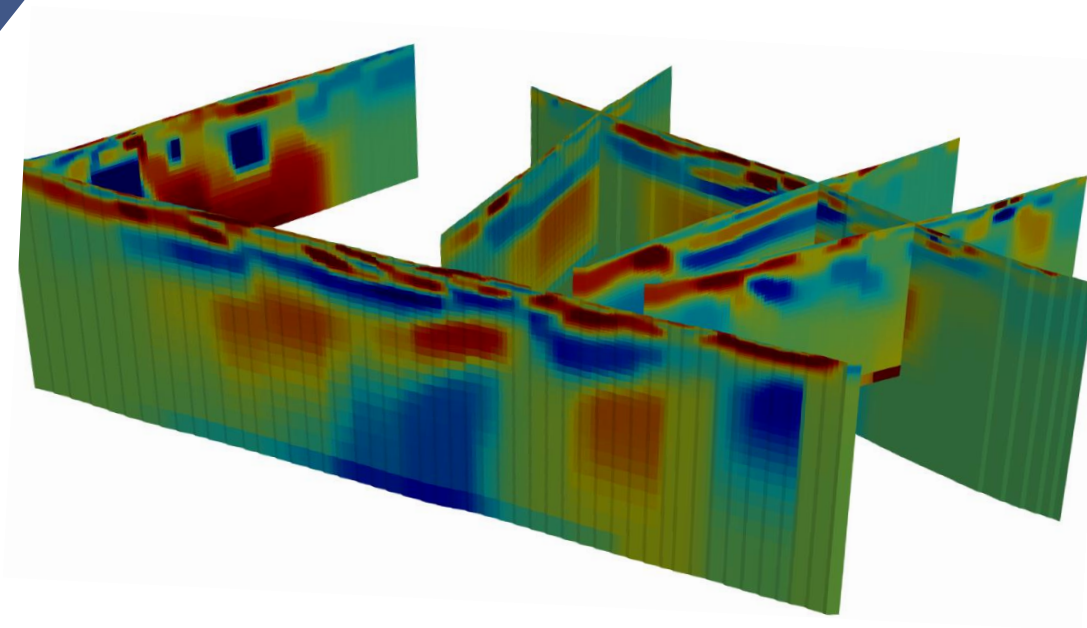


Kompliceret geologi giver
kompliceret forureningsspredning
ved losseplads. DCIP giver den
nødvendige forståelse

Bettina M. Olsen
Geolog, cand.scient., DMR A/S

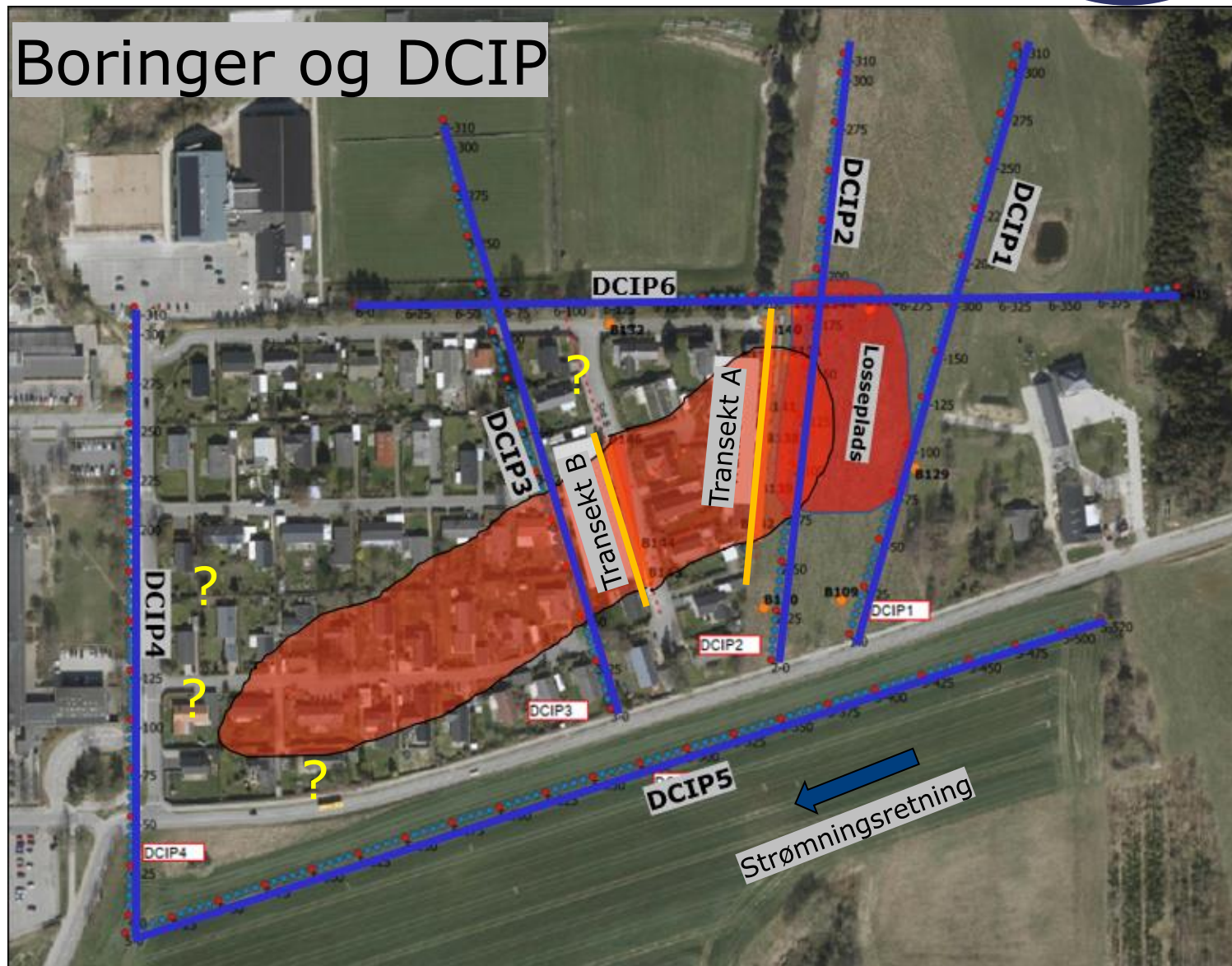
Nanna Muchitsch og Per Loll, DMR A/S
Helle Overgaard og Nina Tuxen, Region Hovedstaden
Poul L. Bjerg, DTU Miljø



Undersøgelser

- Undersøgt med mange boringer i og omkring kilden
- To boringstransekter- et kildenært (A) og et nedstrøms (B) til 55 m u.t.
- En boring til kalken (70 mut) i transekt B
- Forurening med cis-DCE og vinylclorid. Højeste koncentration i transekt B
- Forurening med phenoxysyrerne 2,4DP og 4CPP
- Forurening ikke afgrænset nedstrøms og delvist mod nord

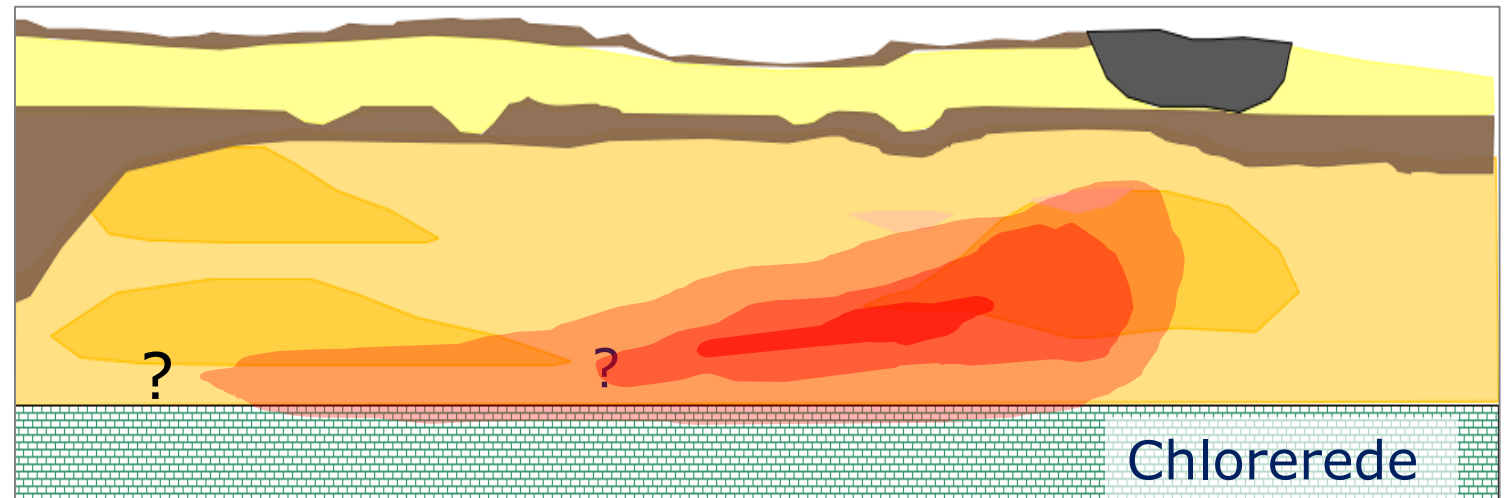
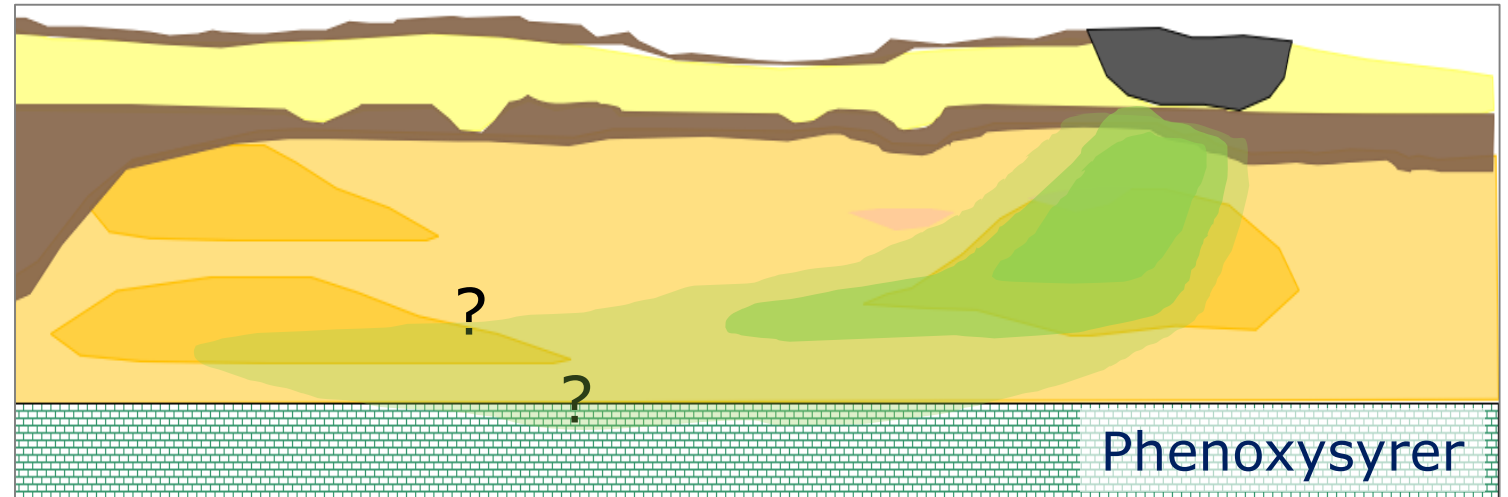
Boringer og DCIP



Grundvandsforureningen – før geofysik



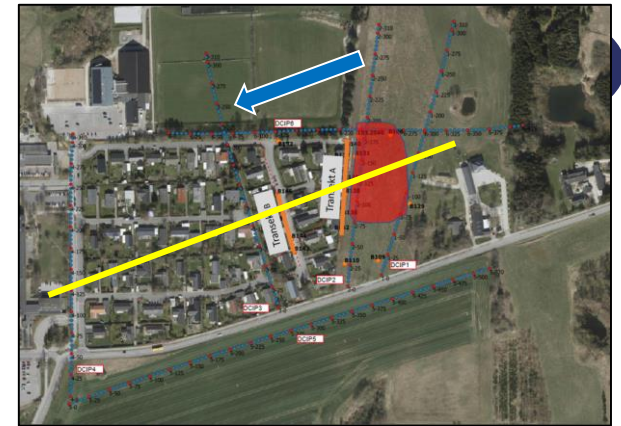
- Fanen dykker hurtigt ned i det nedre sandmagasin ved lossepladsen
- Uvist om vi har fundet det værste
- Boringer til 55 m u.t. er dyre
- DCIP blev valgt forud for boringsplacering



Geologi

Umiddelbart en simpel geologi

To sandmagasiner mellemlejret af et morænelerslag

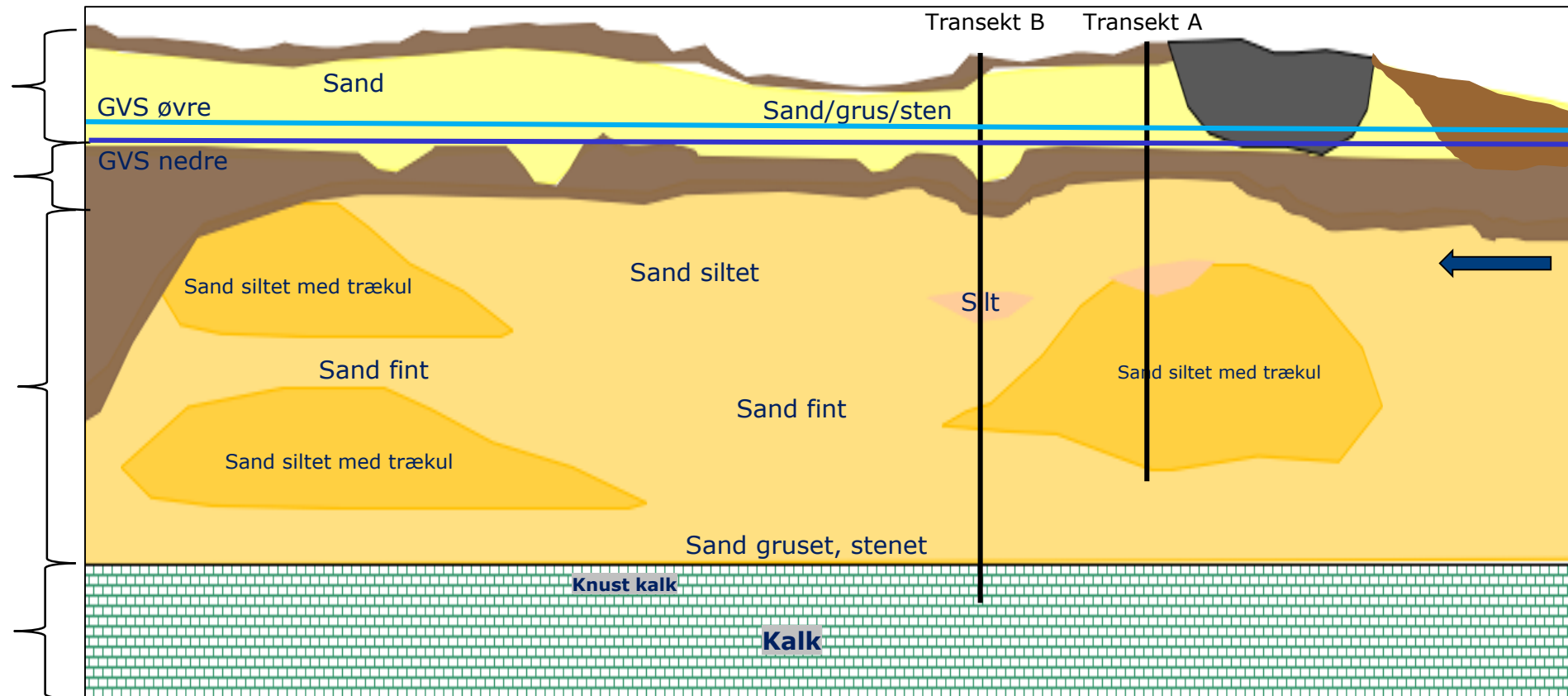


Øvre magasin, 1-16 m
u.t. Sand med ler i
dødishuller

Morænelerslag (tør)
16-22 m u.t. meter

Nedre magasin,
22-57 m u.t.
Smeltevandssand

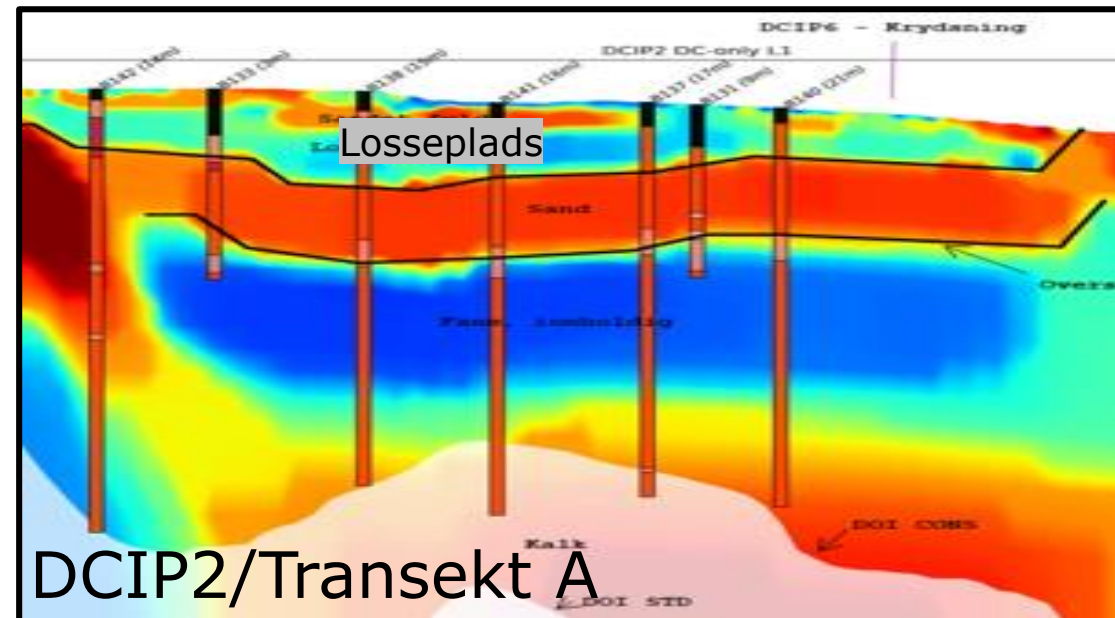
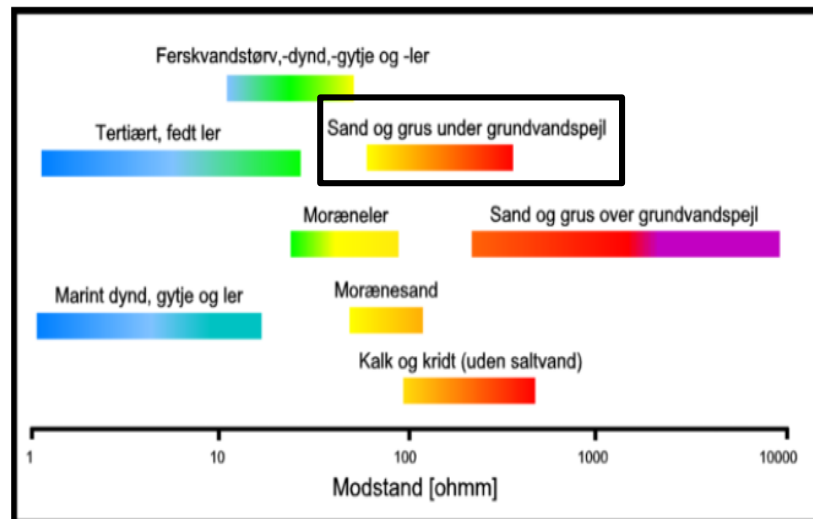
Primært magasin
Kalk, 57 m u.t.
Knust i toplaget



Forventet modstand i mættet sand (gul-rød) = 80-700 ohmm

I DCIP2 - parallel med transekt A – ses lave modstande (blå) hvor geologien i transekt A er mættet sand.

Ioniseret porevand = ændring i grundvandskemi = indikation på forurening



Ledningsevne (EC)

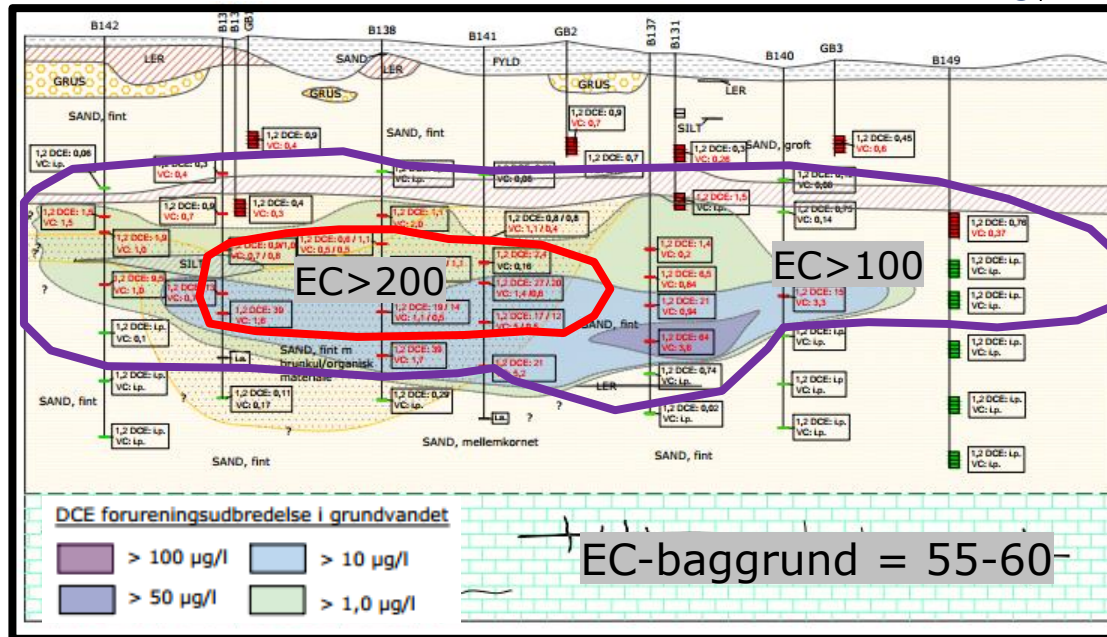
Overordnet set en god sammenhæng mellem forureningsudbredelsen (perkolat), ledningsevnen (EC) og DCIP2 i transekt A .

Det samme for Transekt B og DCIP3 dog befinder forurening med chlorerede sig dybere end de højeste EC.

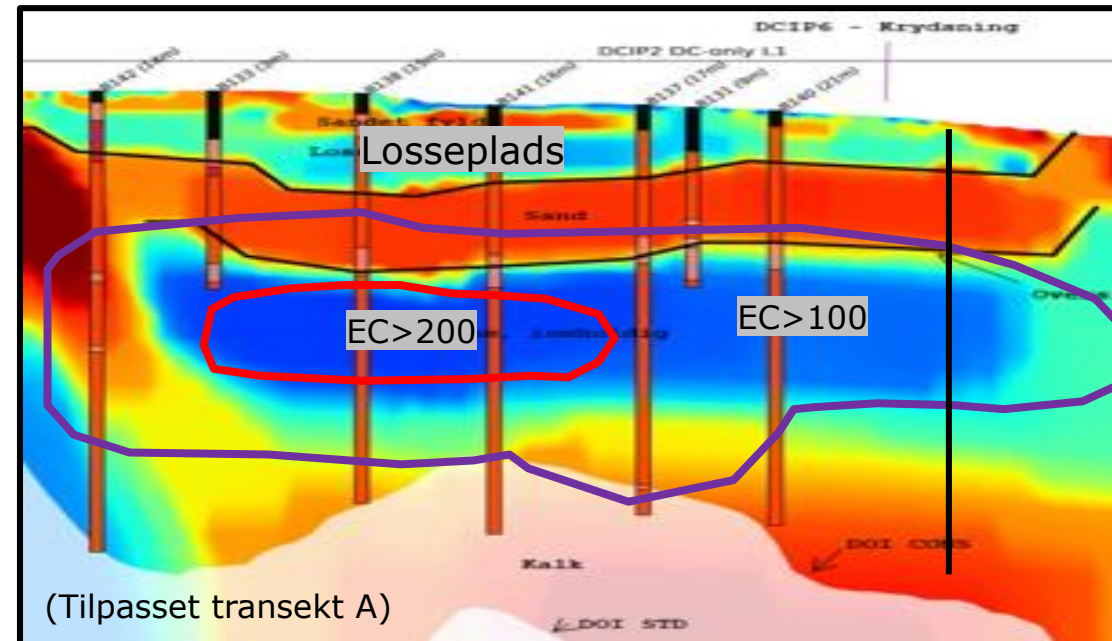
Mikrofaner i perkolatfanen kan ikke måles direkte med DCIP.



SYD **Transekt A** NORD



DCIP2



DCIP-fane – øvre og nedre magasiner

- DCIP-“fane” i øvre sekundære magasin (grøn) er sammenhengende ved lossepladsen, men deler sig op både vest og øst for lossepladsen.
- DCIP-“fane”-i nedre grundvandsmagasin (blå) er også sammenhengende kildenært og ser ud til at være delt op i flere “dykkende” faner (nordlig linje) og splittet op længst nedstrøms (350 m).

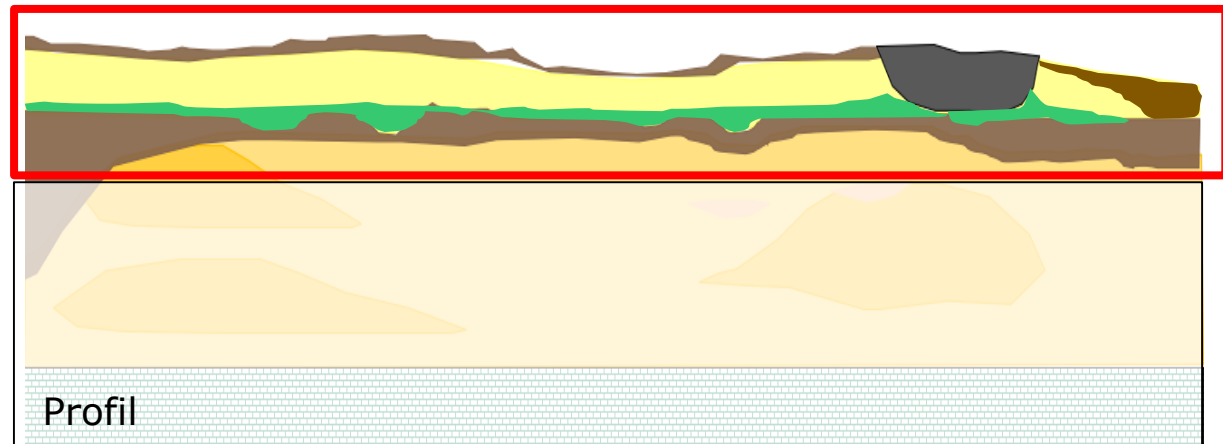
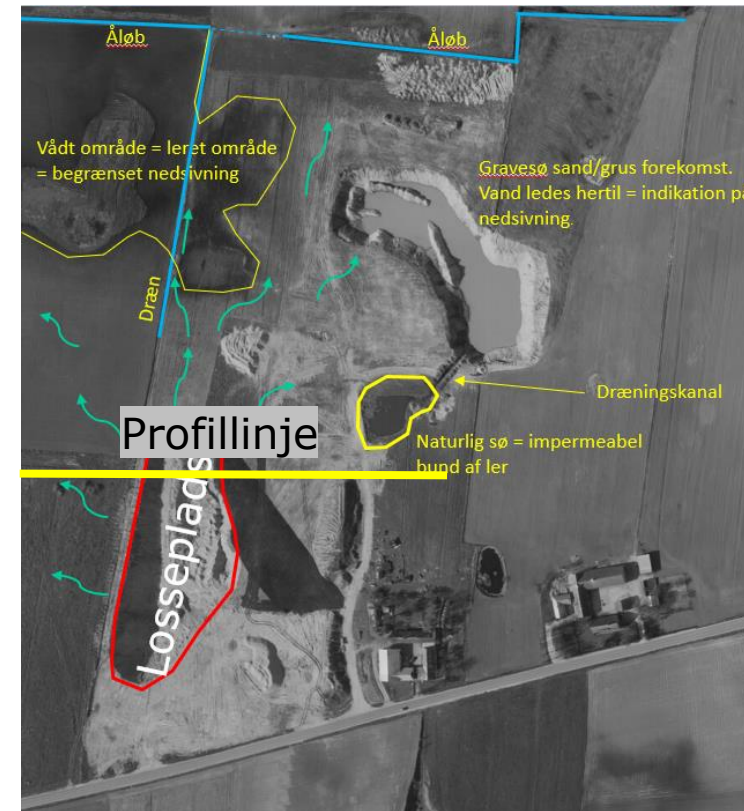
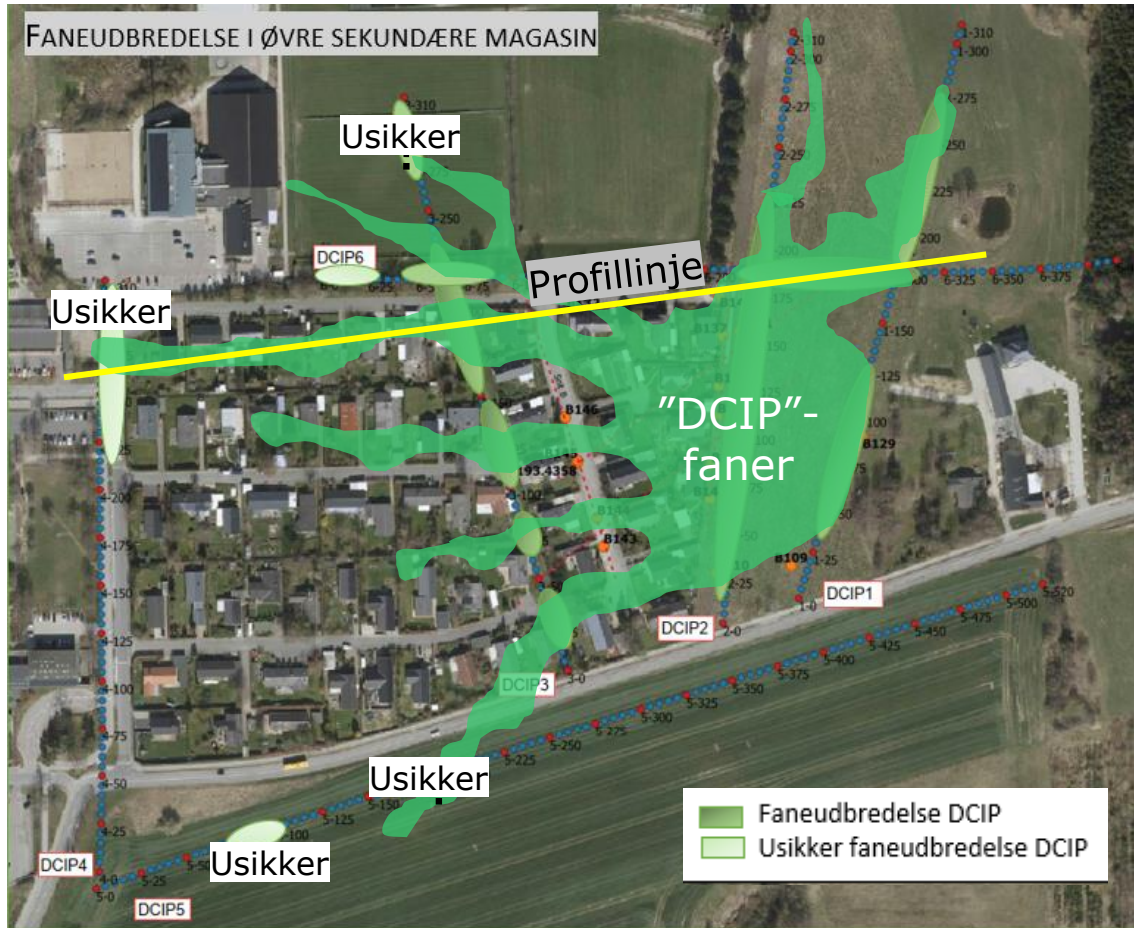
OBS! DCIP-“fane” er tolket udelukkende ud fra DCIP-data og er ikke det samme som forureningsfanen



Forureningsspredning DCIP

Øvre sekundære magasin

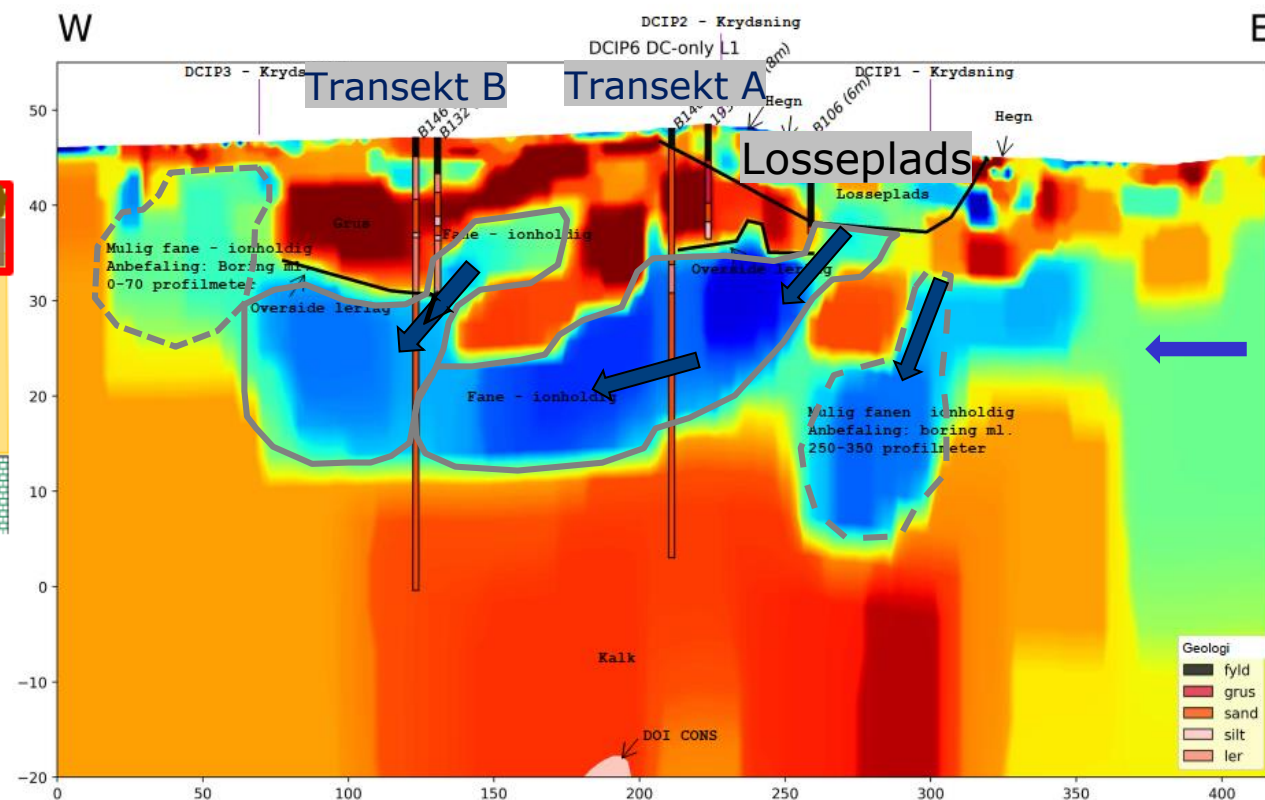
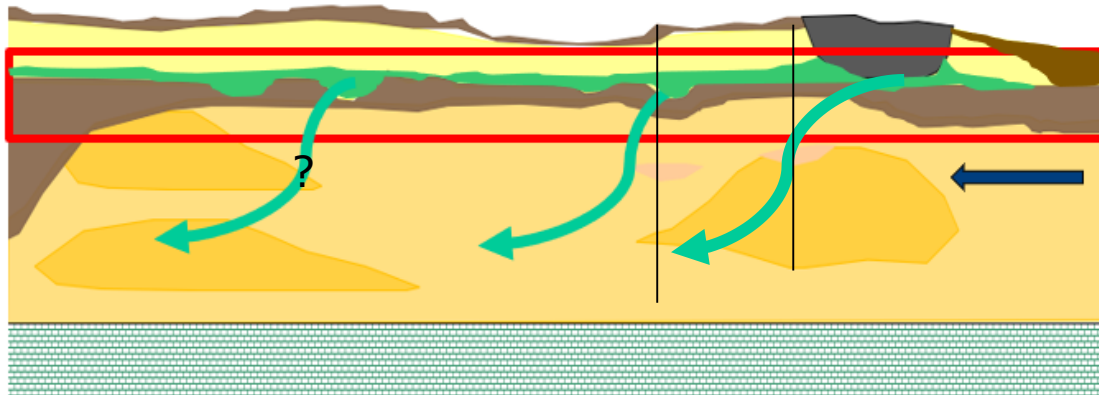
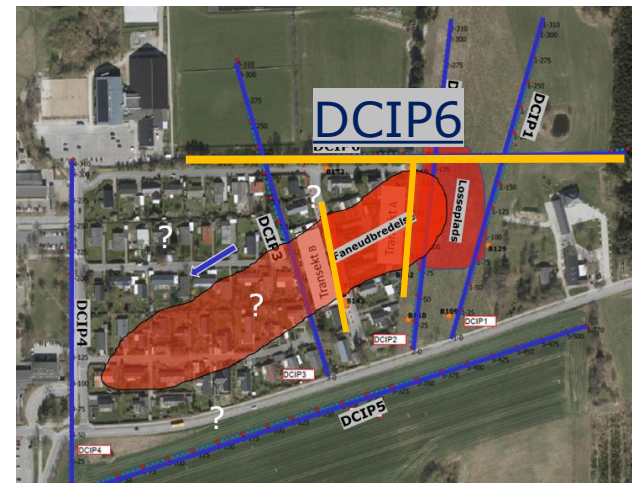
Dødislandskab – sand med ler i dødishuller



DCIP6 – langsgående nordligt profil

Ud fra DCIP-data er der tegn på 2-3 faner der dykker ned efter hinanden.

Fanerne ser ud til at dykke ned hvor lerlag ligger dybere (lavning) eller er tyndere.



Forureningspredning – øvre til nedre

Morænelerslaget

Morænelers-lag på 0-6 meters tykkelse

Smeltevandskanaler fra gletsjeren har eroderet den tynde morænelersflade og skabt huller og lavninger i moræneleren.

Der er i borerne observeret at mægtigheden af vådt sand er større i de borer hvor moræneleren er tyndest eller hvor overfladen ligger lavere.

Det tyder på at grundvandet transporteres i disse lavninger

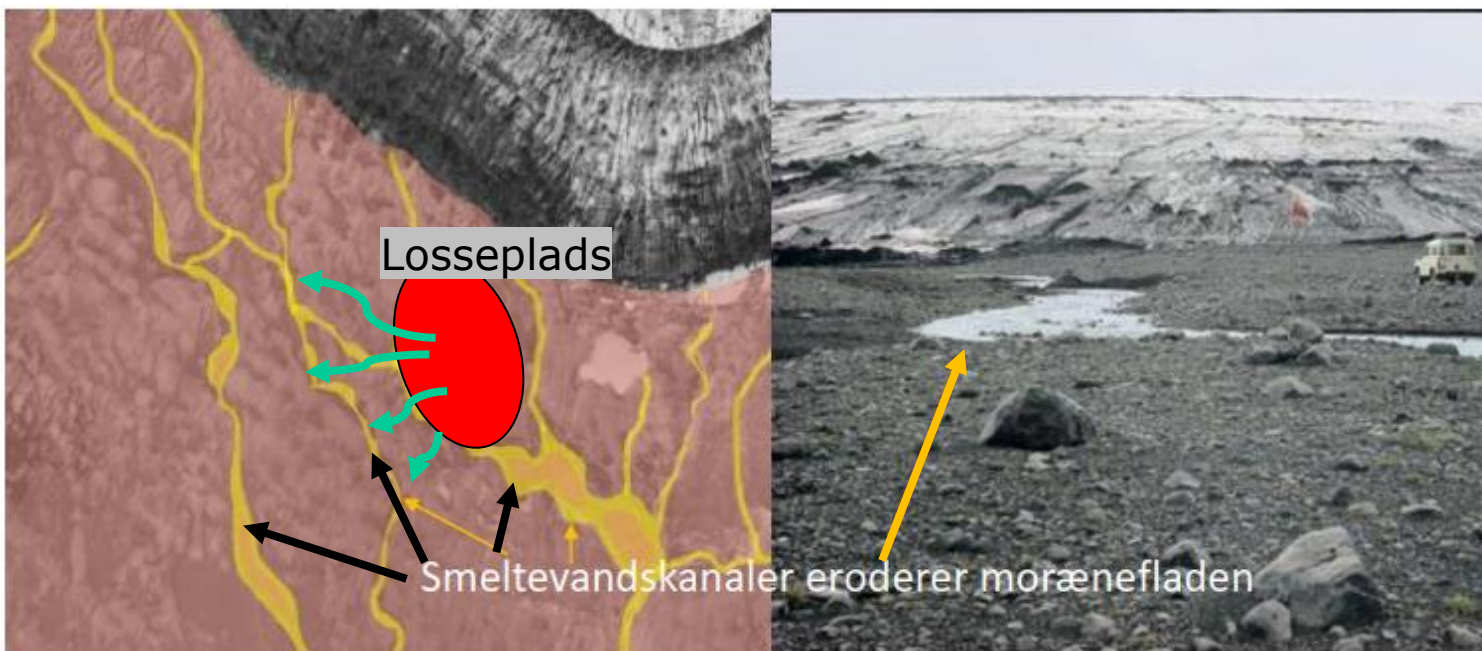
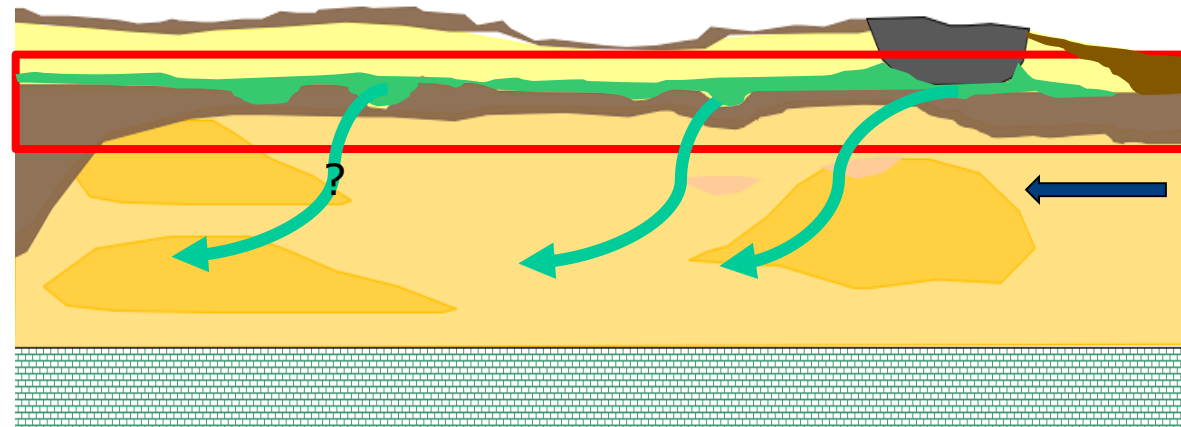
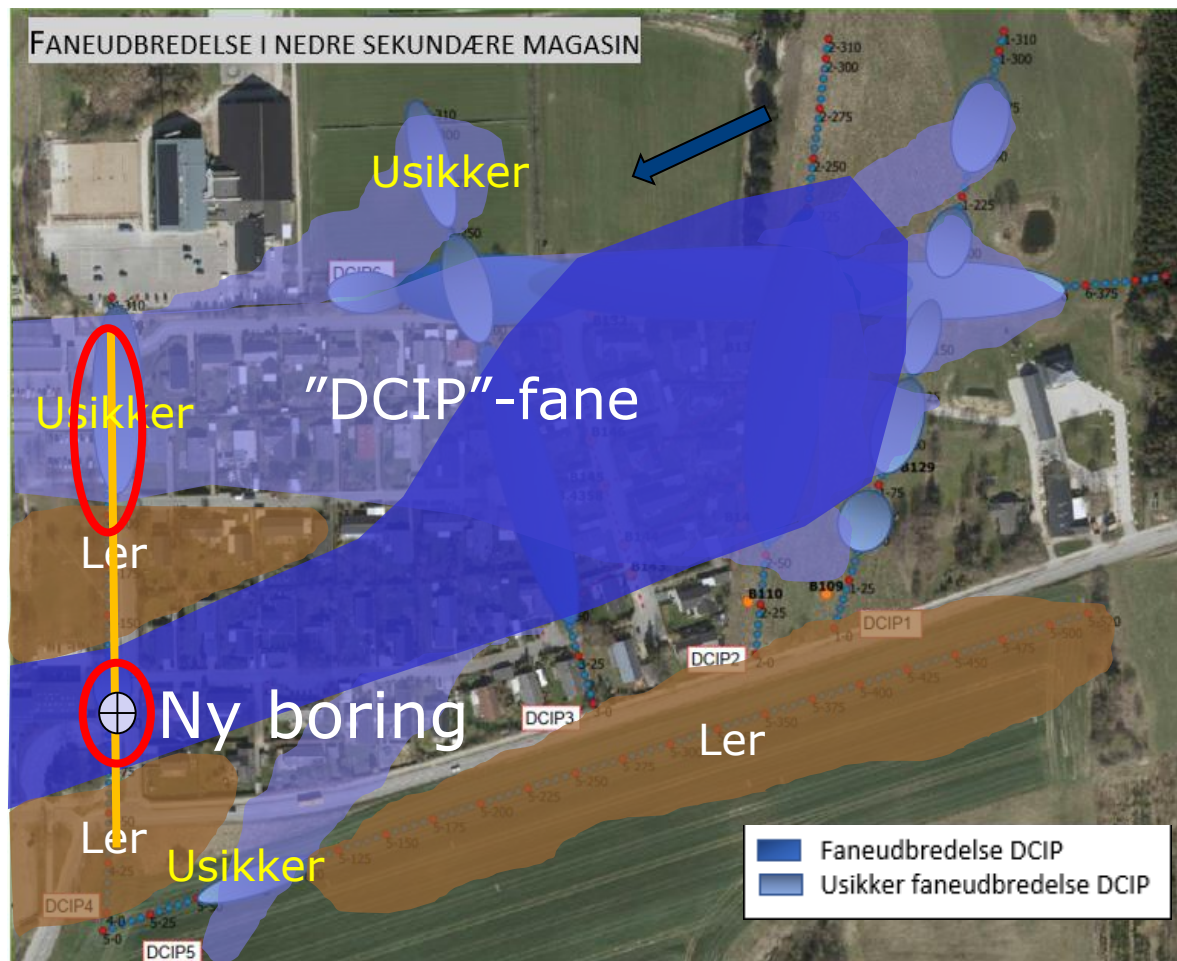


Foto: Knud Erik Klint

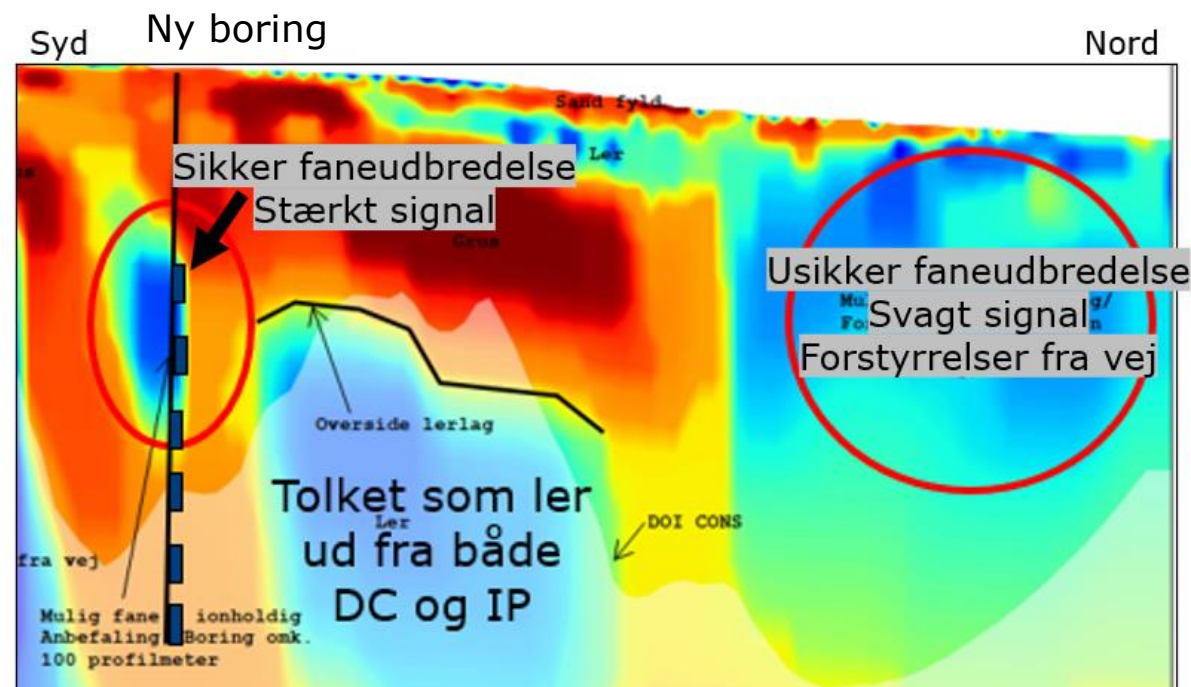
Forureningsspredning DCIP

Nedre magasin



Alene ud fra DCIP ser det ud til at fanen splitter sig op i 2 (evt. 3) mindre faner nedstrøms som strømmer imellem lerforekomster

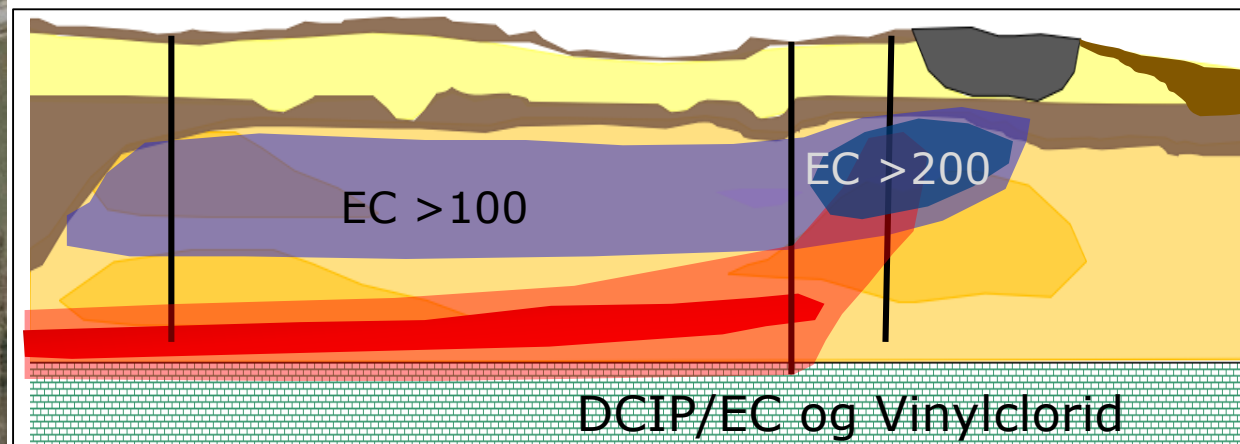
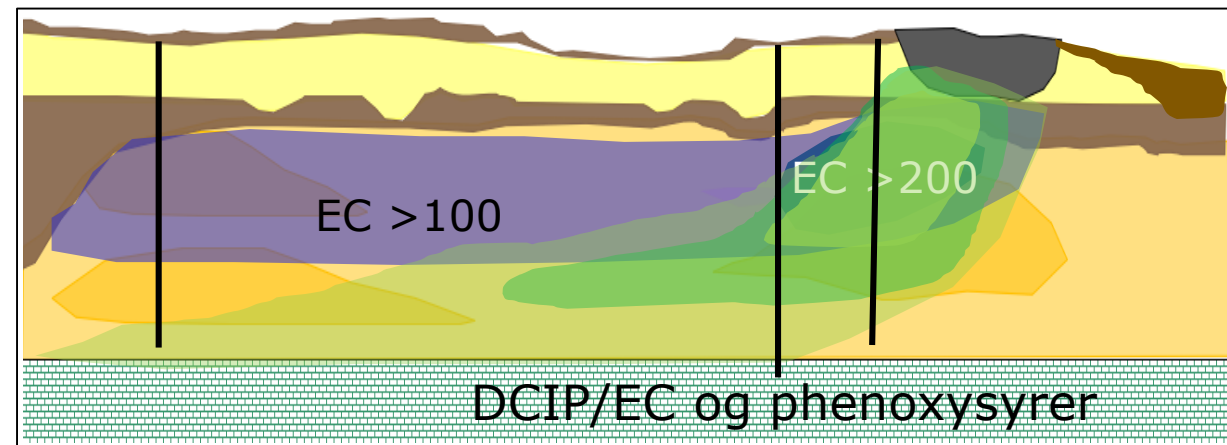
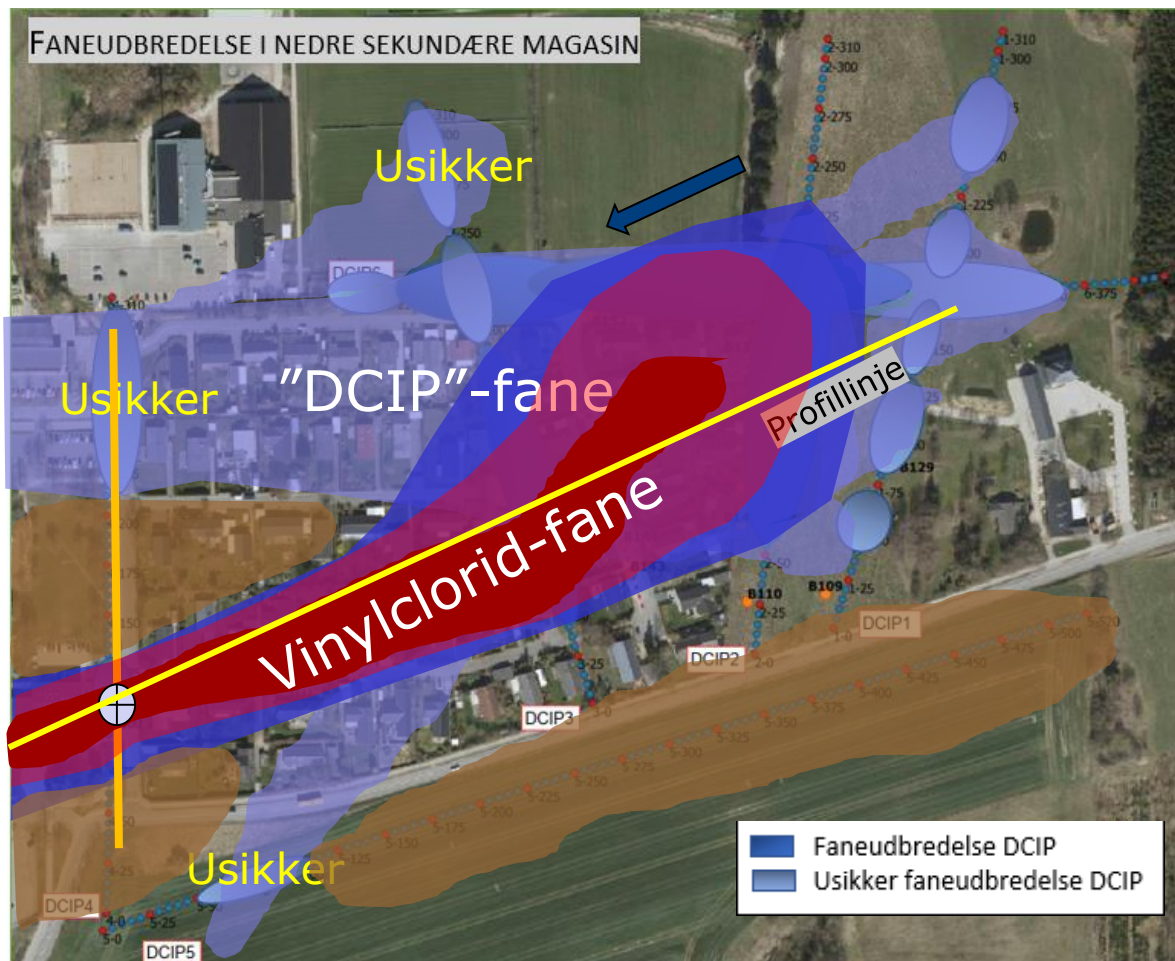
Nordligste og sydligste dog noget usikre



Forureningsspredning efter geofysik og ny boring

Fund af højeste koncentration af vinylchlorid i ny boring

Phenoxysyrer tilsvarende GV-kriteriet i ny boring



Hvorfor virker DCIP her?

1. Der var signifikant forskel i EC-baggrund (55-60 mS/m) og EC-perkolatfane (100-250 mS/m) i vandprøverne. Forhøjet EC er tegn på ionholdigt porevand/-grundvand, som DCIP kan måle. Ioniseret porevand er tegn på forurening.
2. Der er tale om et stort, relativt homogent sandmagasin hvor den geofysiske modstand (DC-data) er høj (80-700 ohmm). Ler og ioniseret porevand (forurening) har samme lave modstand (< 70 ohmm). Forurening vil da fremstå som fed ler på DC profilet.
3. IP-data anvendes til at supplere DC-målinger for tolkning af om der er tale om ler eller forurening i områder, hvor der ikke er oplysninger fra boringer.

OBS! De geofysiske data bør altid verificeres med boringer for korrelation med geologi.

Geologien i det øvre magasin og det relativt tynde lag af ler har haft betydning for både den horisontale og vertikale spredning af forurening til det nedre sekundære magasin.

To store forekomster af ler i det nedre sandmagasin har muligvis bidraget til at forureningen har kilet sig ind til en smal fane.

DCIP-fanen er ikke én til én med forureningsfanen, men DCIP kan anvendes som faneindikator, der kan optimere placeringen af de afgrænsende boringer.

DCIP anbefales, hvis der er tale om forurening i et stort sandmagasin og der er forhøjet ledningsevne ($EC > 100$) i forureningsfanen.

Metoden er billig set i forhold til afgrænsende boringer. En dyb boring til 55 m koster det dobbelte af de seks DCIP-linjer tilsammen.

Planlagt flere DCIP-målinger i 2021.

Tak for opmærksomheden

Bettina M. Olsen
bmo@dmr.dk

