

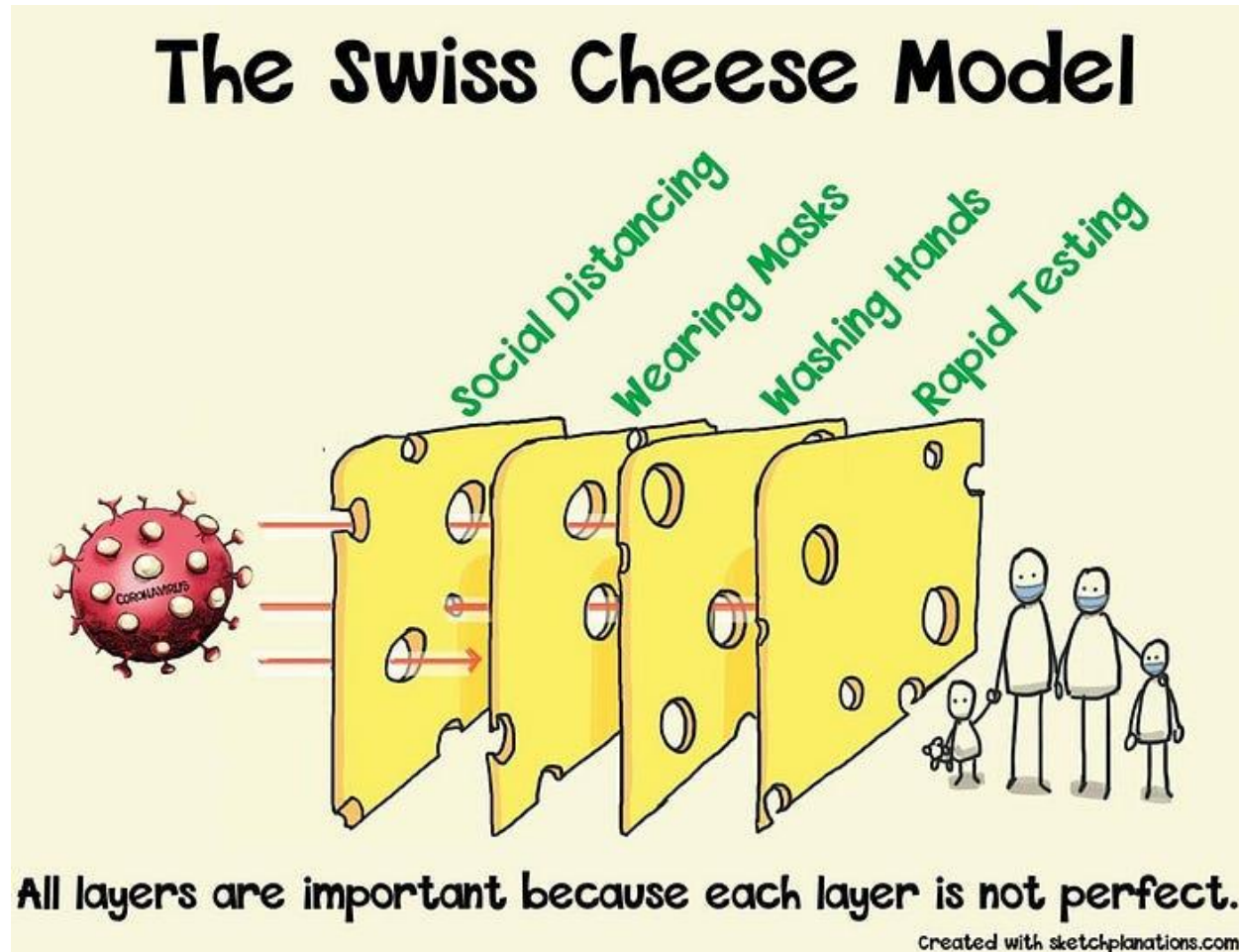
Mekanismer i jord og grundvand ved varmeboringer

Thomas Hauerberg Larsen – WSP Danmark

2024/05/15



Tilgang til risiko ved varmeboringer

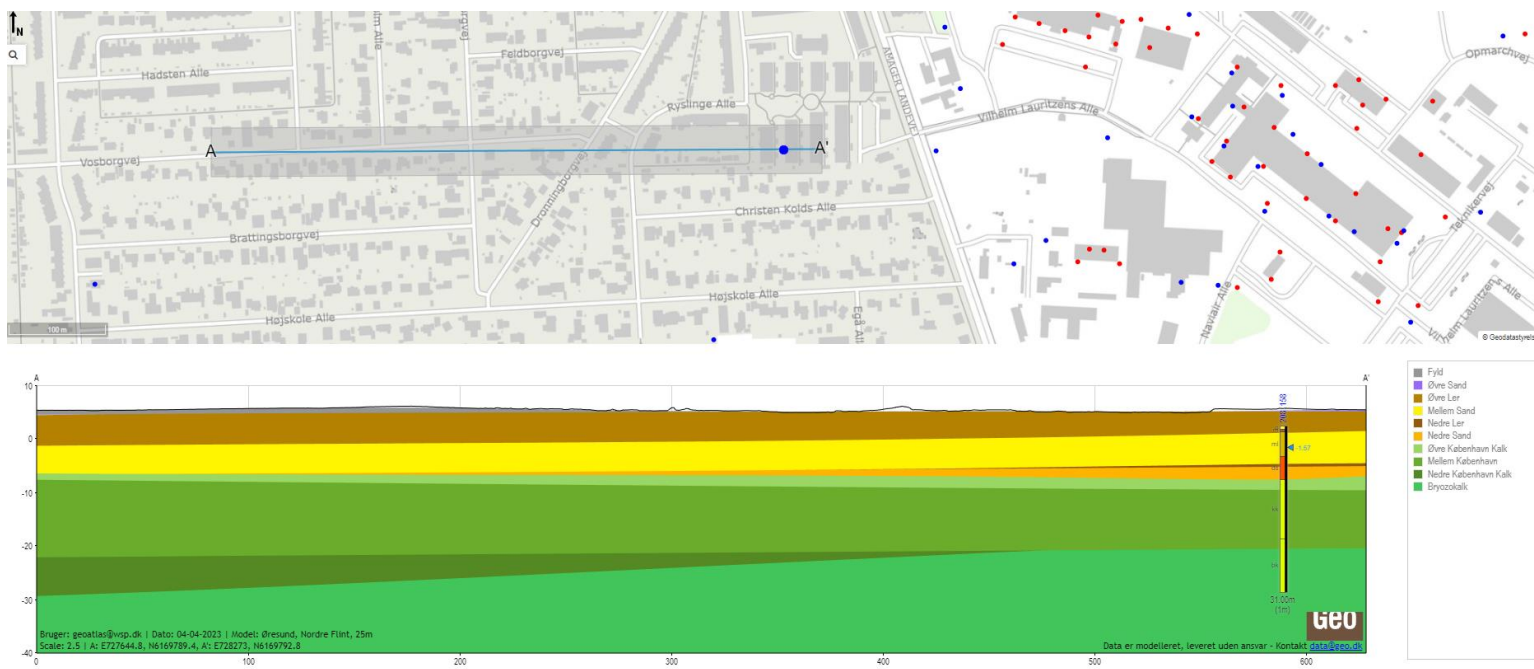


Lagene i vores ost.....

- Mulig utæt boring.
- Muligt forurennet vand under tryk.
- Mulighed for kort transporttid til indvindingsboring/mulighed for manglende nedbrydning.
- Mulighed for lille fortynding på indvinding.
-

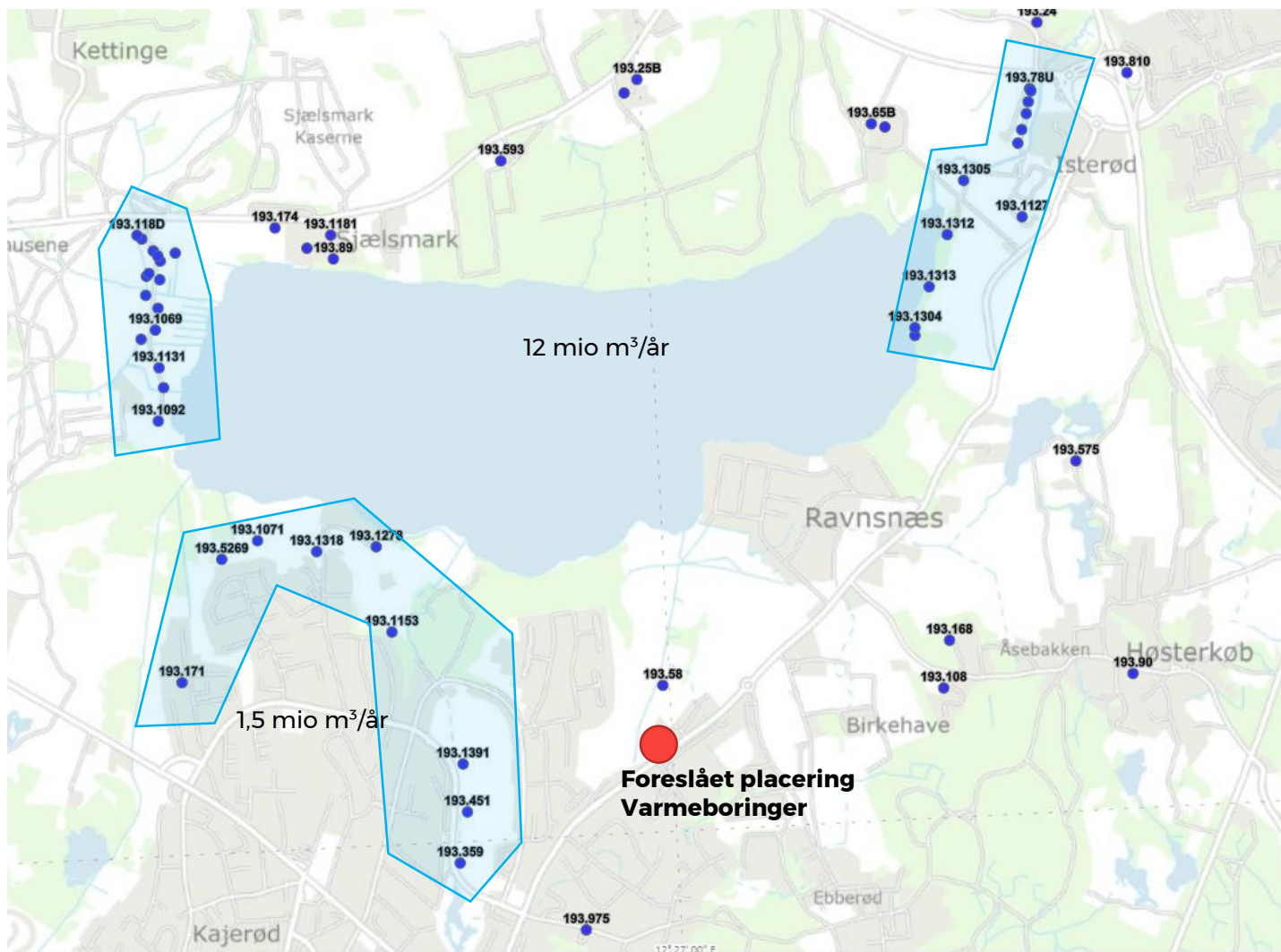
Agenda

- Eksempel på en vurdering udført for Rudersdal Kommune
 - Primært baseret på kemisk forurening.
 - Vurderinger bør i særlige tilfælde med korte opholdstider og ubeskyttede magasiner også indeholde vurderinger af mikrobiologisk kontaminering (fx oversvømmelse af kildepladser).



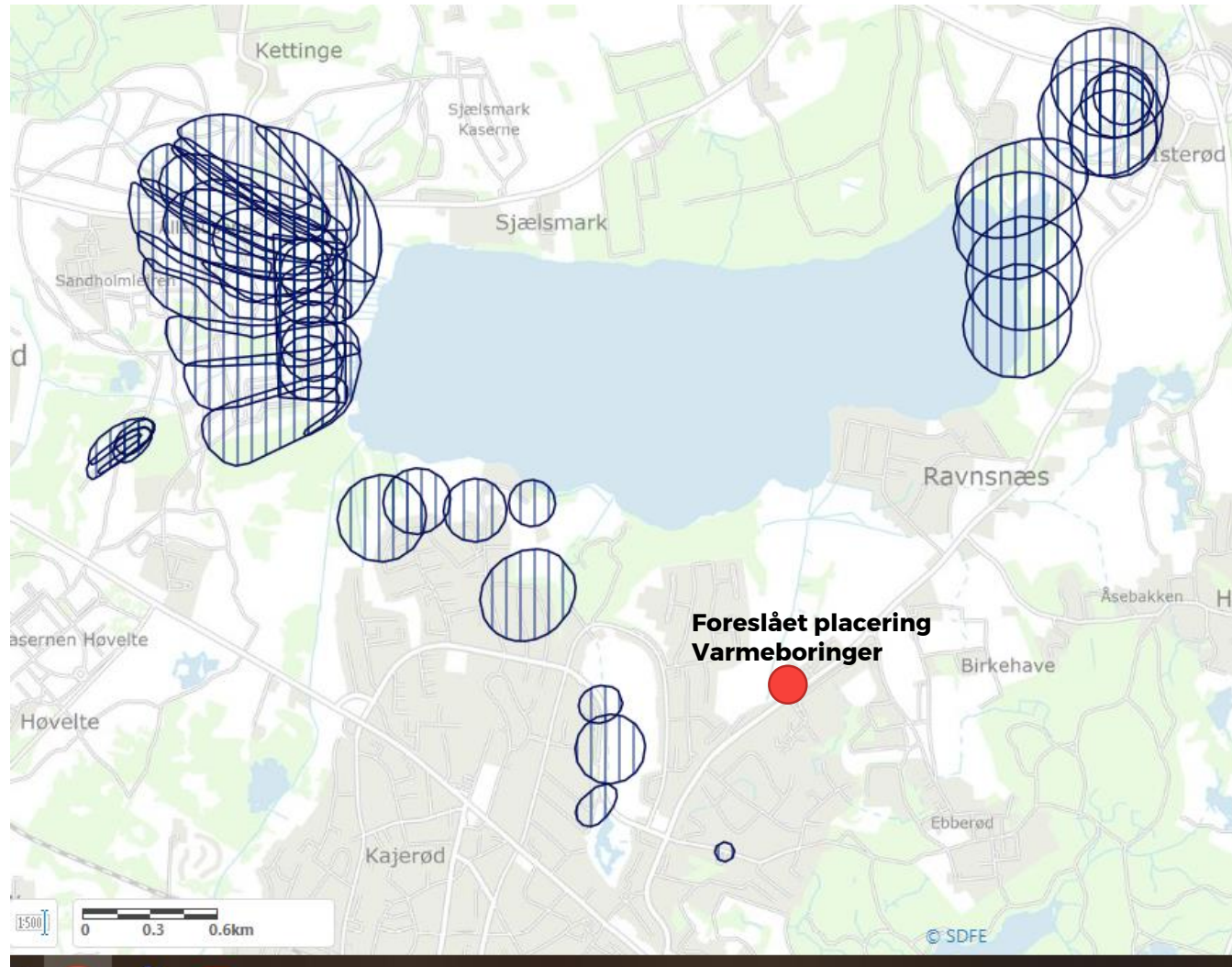
**Amager- Tårnby,
dårligt beskyttet
magasin**

Vandforsyningsboringer & indvinding



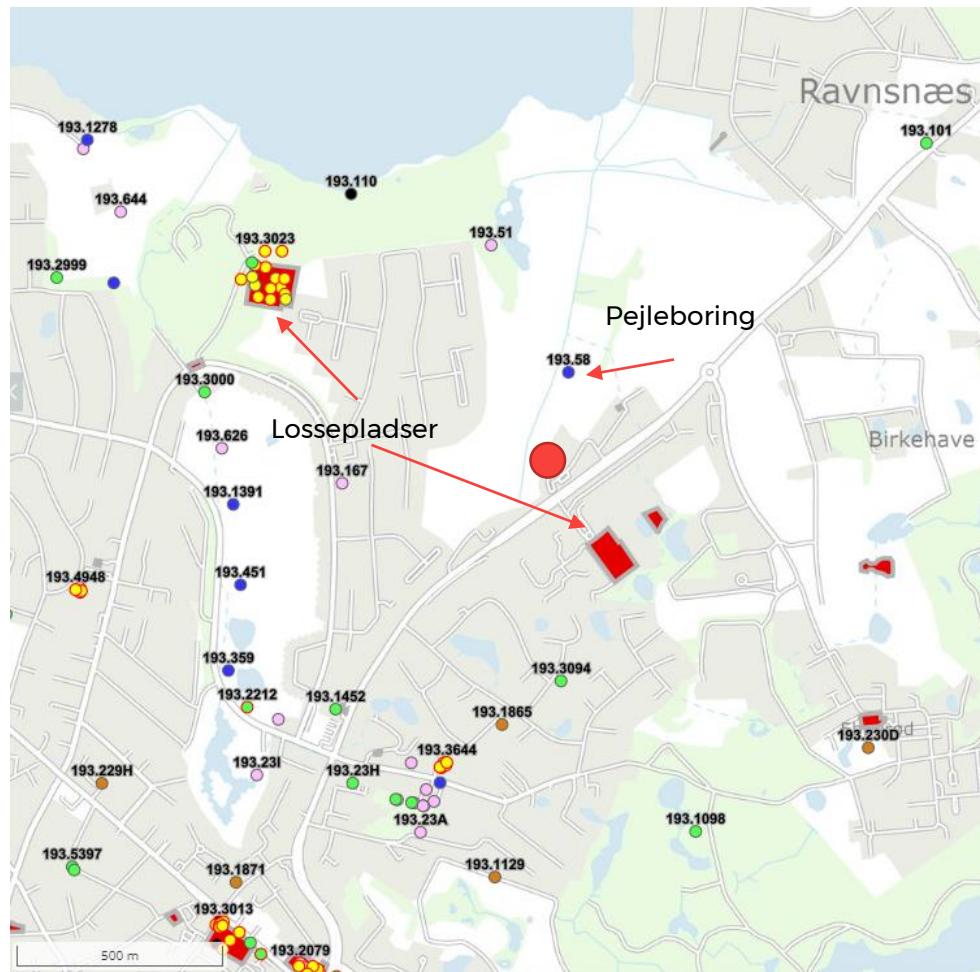
**Al indvinding sker fra kalken,
dvs. det primære magasin
i området**

BNBO

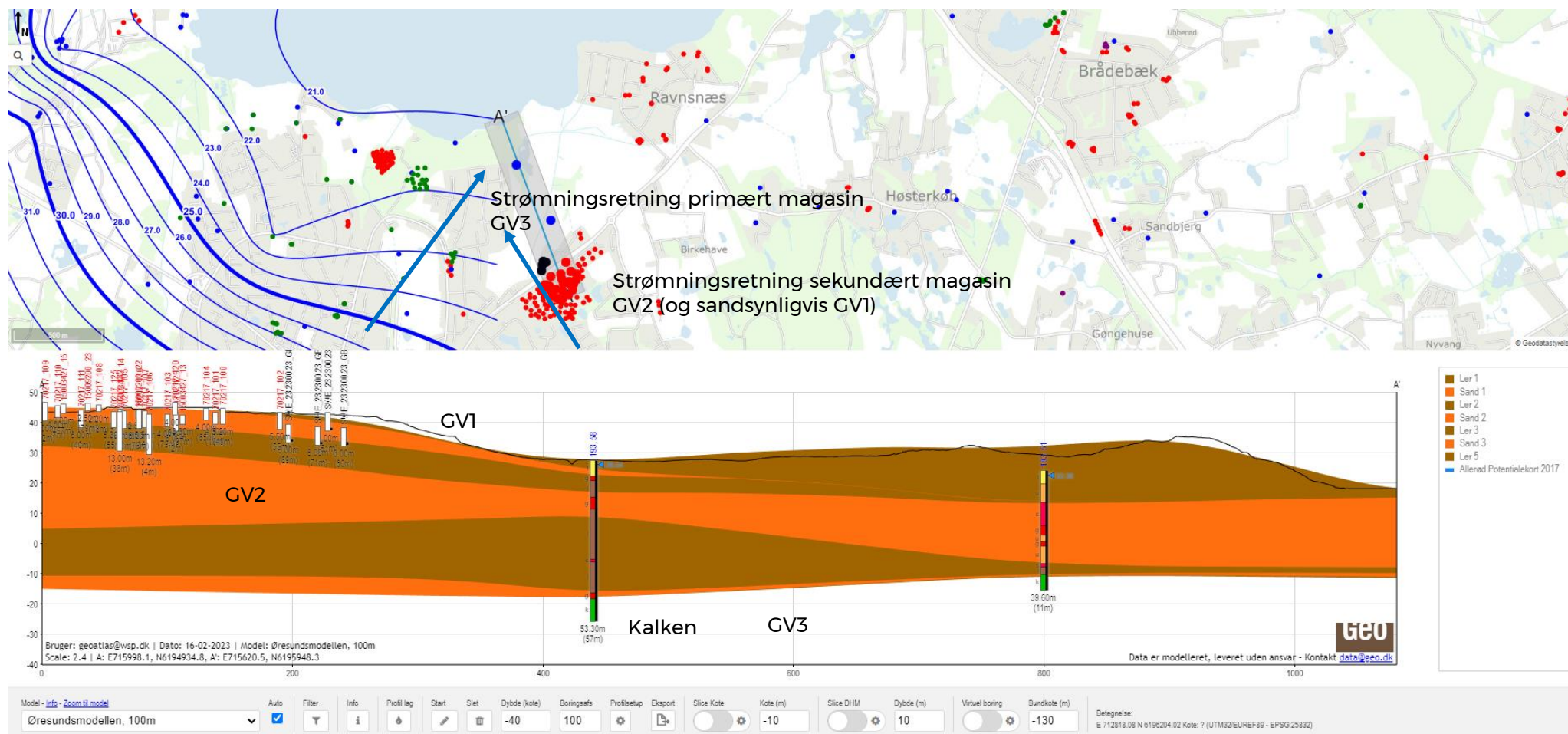


**BNBO afspejler 1 års
transporttid i kalken**

Nærområde



Geologisk snit

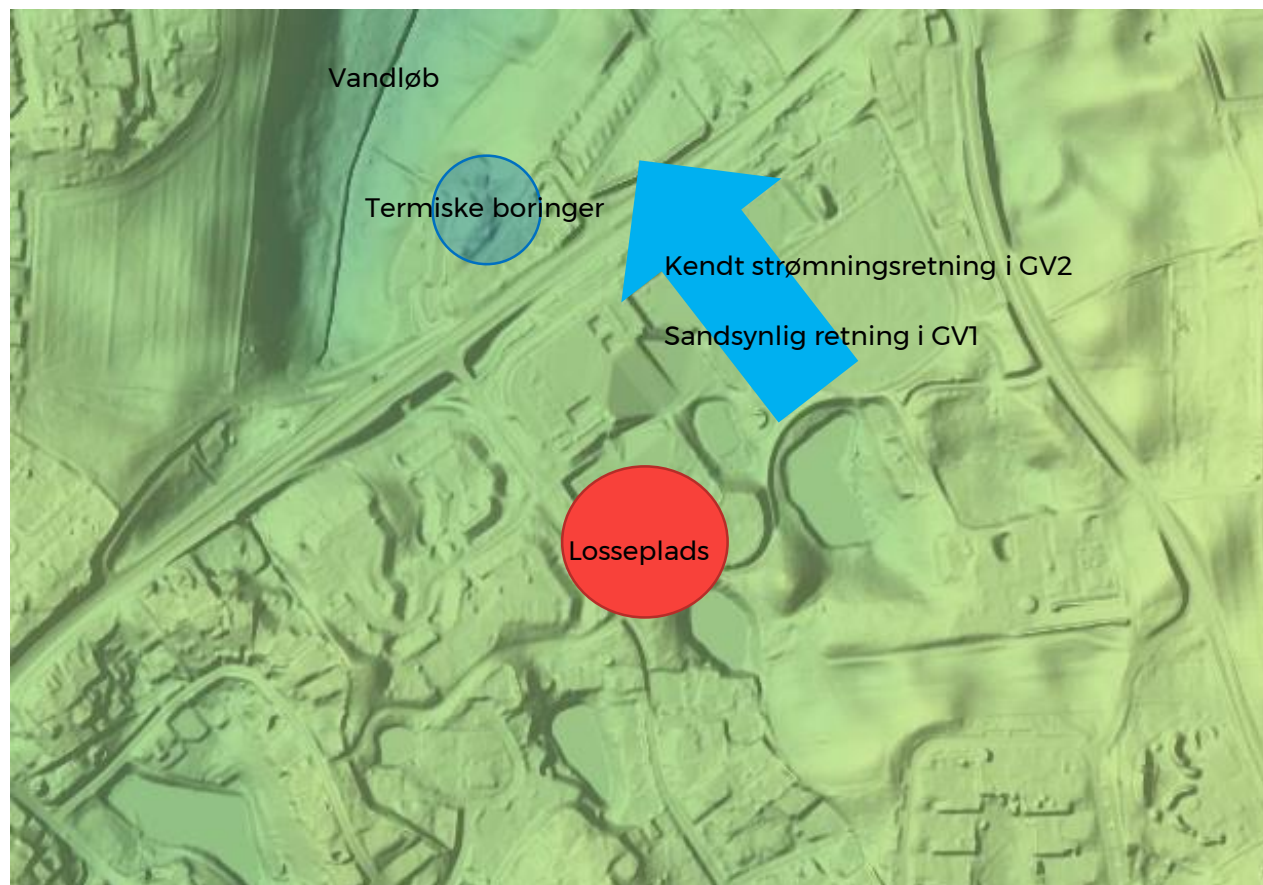




Potentiel risiko – Swiss cheese modellen

1. Forurening fra losseplads har bredt sig i præcis samme retning, som de termiske borer skal udføres i.
2. Der skal være et nedadrettet vandtryk mellem magasinerne.
3. De termiske borer skal være fejlbehæftede, dvs. der skal være lækage ud for de kendte lerlag.
4. Lækagen skal være betydelig.
5. Evt. stoffer der kommer ned må ikke blive nedbrudt under transporten.
6. Fortynding ved boringernes oppumpning skal være lille.

Forurening fra losseplads



Gammel undersøgelse (1992)

Få punkter med data

Relativt lave indhold af olie

Begrænset analyseprogram

**Kun prøver i GV1 + jord +
poreluft**

Afstand ca. 250 m

Trykforhold

Tryk i øvre sand omkring kote +37

Tryk i mellemste sand (Sand2) omkring kote +31

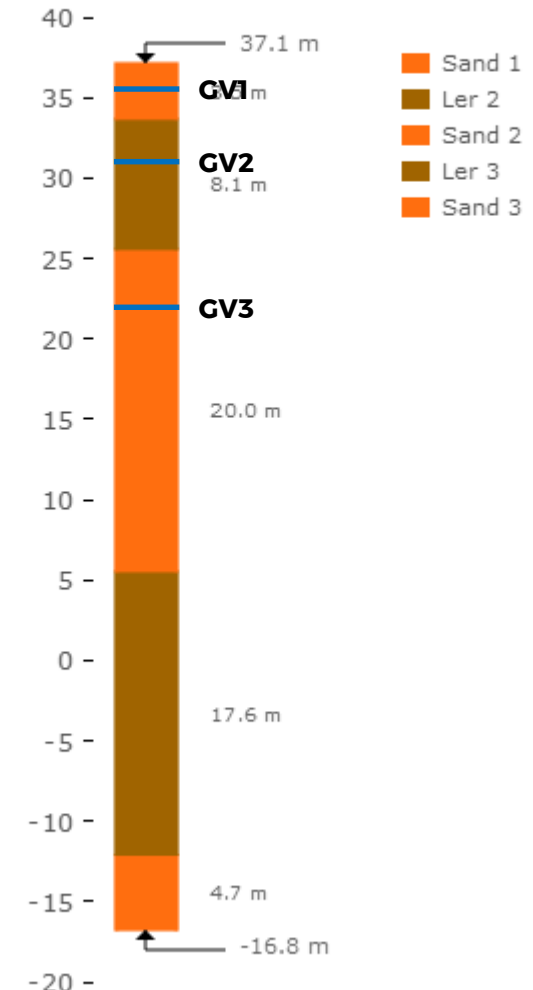
Tryk i nederste sand/kalk omkring kote +23

= nedadrettet tryk i hele formationen....

Muligt hul i osten.....

Virtuel boring

Øresundsmodellen, 100m
E: 715863.61, N: 6195129.70 DHM: 41.66 (DVR90)
Bruger: geoatlas@wsp.dk | Dato: 04-04-2023



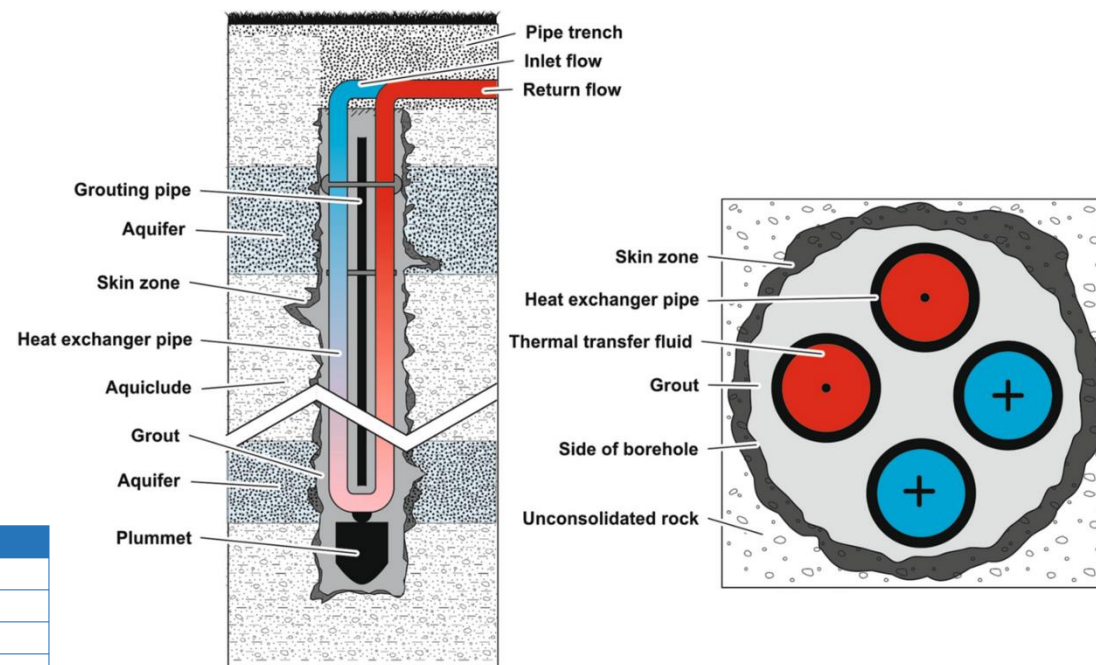
Termisk boring skal have lækage af betydning

Hvis alt arbejde udføres korrekt er risikoen meget begrænset:

- Kontrol af mængder.
- Anvendelse af korrekte produkter.
- Korrekte blandingsforhold.
- Korrekt timing i blanding.
- Støbning fra bunden.

Beskrivelse	
Blandingsforhold (vandindhold %)	43
Varmedledningsevne efter 2 uger (W/mK) ASTM.D5334-14	> 2,1
Hydraulisk ledsevne (m/s)	3×10^{-11}
Densitet færdigblanding (kg/l)	1,59

DantoCon Thermal C2L datablad



Ravnsnæs

- Trykforskel over nedre lerlag ca. 8 m VS
- Tykkelse af lerlag ca. 14 m (baseret på en overordnet model).
- Antagelse om, at sprækken kan opfattes som et rør med 5 mm i diameter (meget konservativt).
- Laminar strømning i rør følger Poiseuilles lov $Q = \frac{\pi \cdot r^4}{8 \cdot \eta \cdot L} \cdot (p_2 - p_1)$
- Ved så store trykforskelle og så stor sprækkestørrelse bliver flowet IKKE laminart, men turbulent, dvs. der er et større tryktab og vandmængden mindre end beregnet med formlen.
- I et ru rør med turbulent strømning vil flowet svare til omkring 0,8-0,9 l/min, eller knap 500 m³/år med den eksisterende trykforskel.
- Til sammenligning svarer det til nedsivningen på ca. 2,5 ha, hvis den vertikale ledningsevne i nedre lerlag er 1•10⁻⁹ m/s.
- Hvis vi leger med tanken om en koncentration på 100 ug/l af et stof med et kriterie på 1 ug/l fx TCE, så er massestrømmen ca. 50 g/år igennem sprækken.

Transport til indvindingen

Opholdstid i kalken > 10 år

Vandkvalitet:

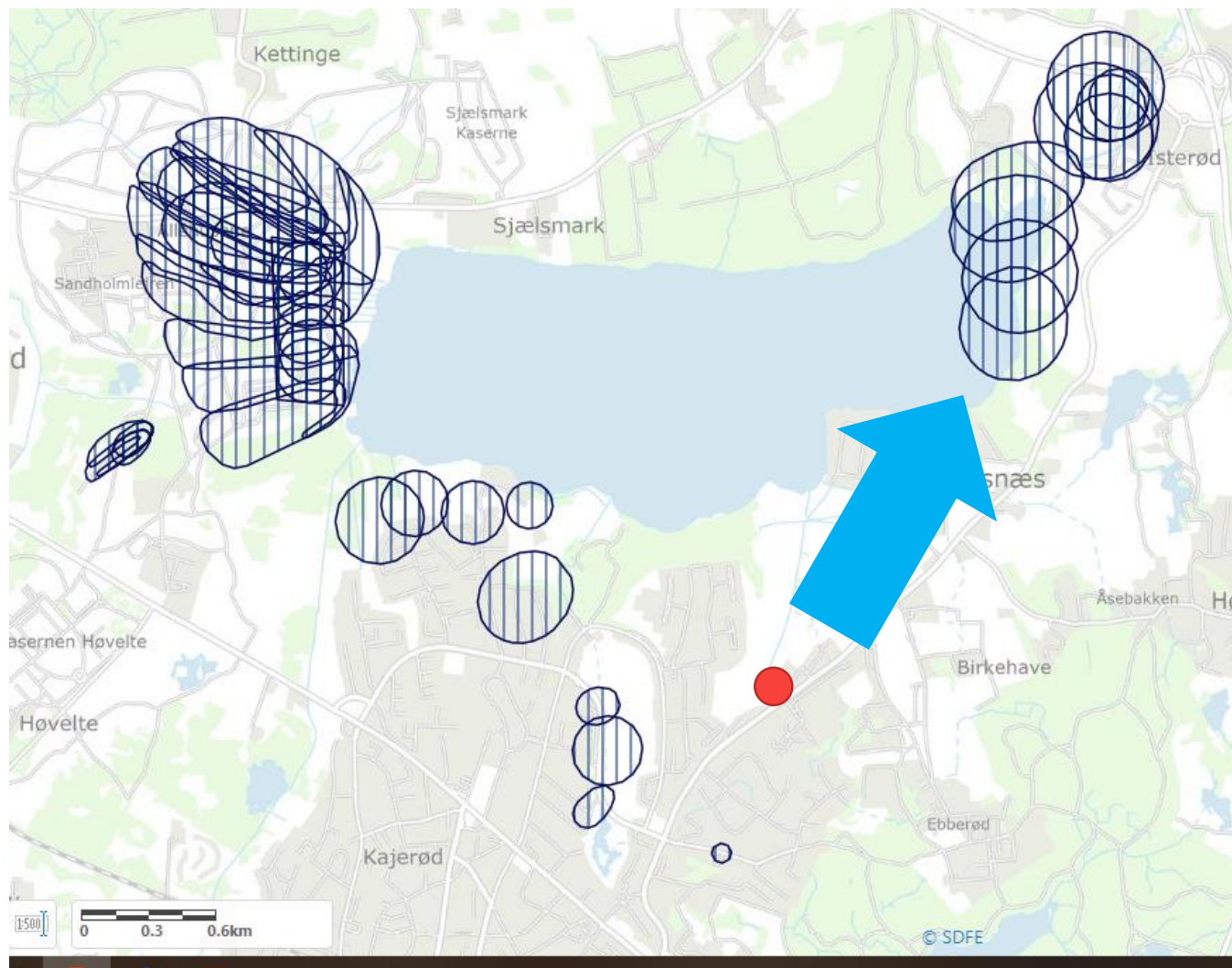
Lavt jern

Lavt sulfat

Ammonium til stede

Methan til stede

= mulig reduktion af chlorerede forbindelser, mange andre forbindelser vil passere uændrede, fx en del pesticider



Opblandingen på vandværket

Nærmeste indvinding er Nebbegård
600.000-800.000 m³/år, 4 boringer

Fortynding af værk 1.400 gange.

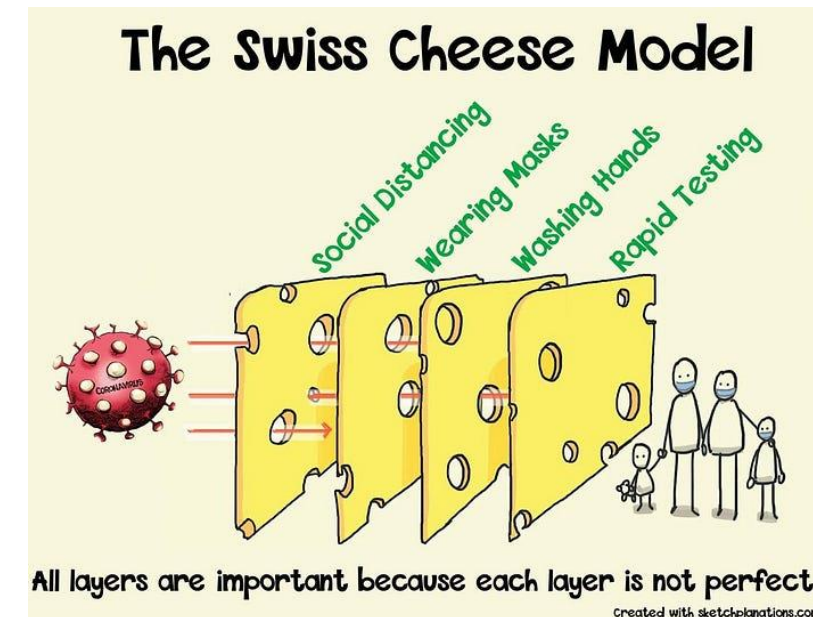
Fortynding enkelt boring 300-400 gange.



Indsatsplan for Rudersdal Kommune

Konklusion

1. Forurening fra losseplads har bredt sig i præcis samme retning, som de termiske borerer skal udføres i.
2. Er der et nedadrettet vandtryk mellem magasinerne.
3. Er de termiske borerer fejlbehæftede, dvs. er der skal være lækage ud for de kendte lerlag.
4. Lækagen skal være betydelig.
5. Evt. stoffer der kommer ned må ikke blive nedbrudt under transporten.
6. Fortynding ved borerernes oppumpning skal være lille.



Der skal være sammenfald af mange uheldige omstændigheder før der bliver en konkret risiko. Sandsynligheden for dette er lav.

Hvis man vil købe sikkerhed ud over at stille vilkår til borearbejdet, så kan man prøvetage GV1/GV2 i området for termoboringerne inden arbejdet udføres.



Tak for opmærksomheden



wsp.com