

Korrosion og scaling i geotermisk vand

Jakob Mølholm

FORCE Technology

Materials West

WP5 project partners

HGS (c/o HOFOR Fjernvarme)

Sønderborg Fjernvarme Amba

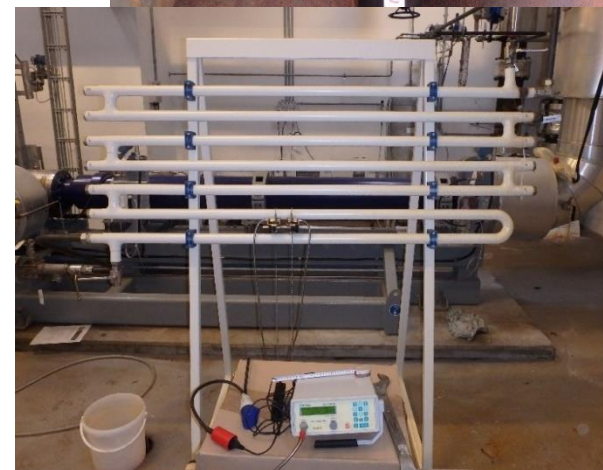
GEOOP

GEUS - Geological Survey of Denmark and Greenland

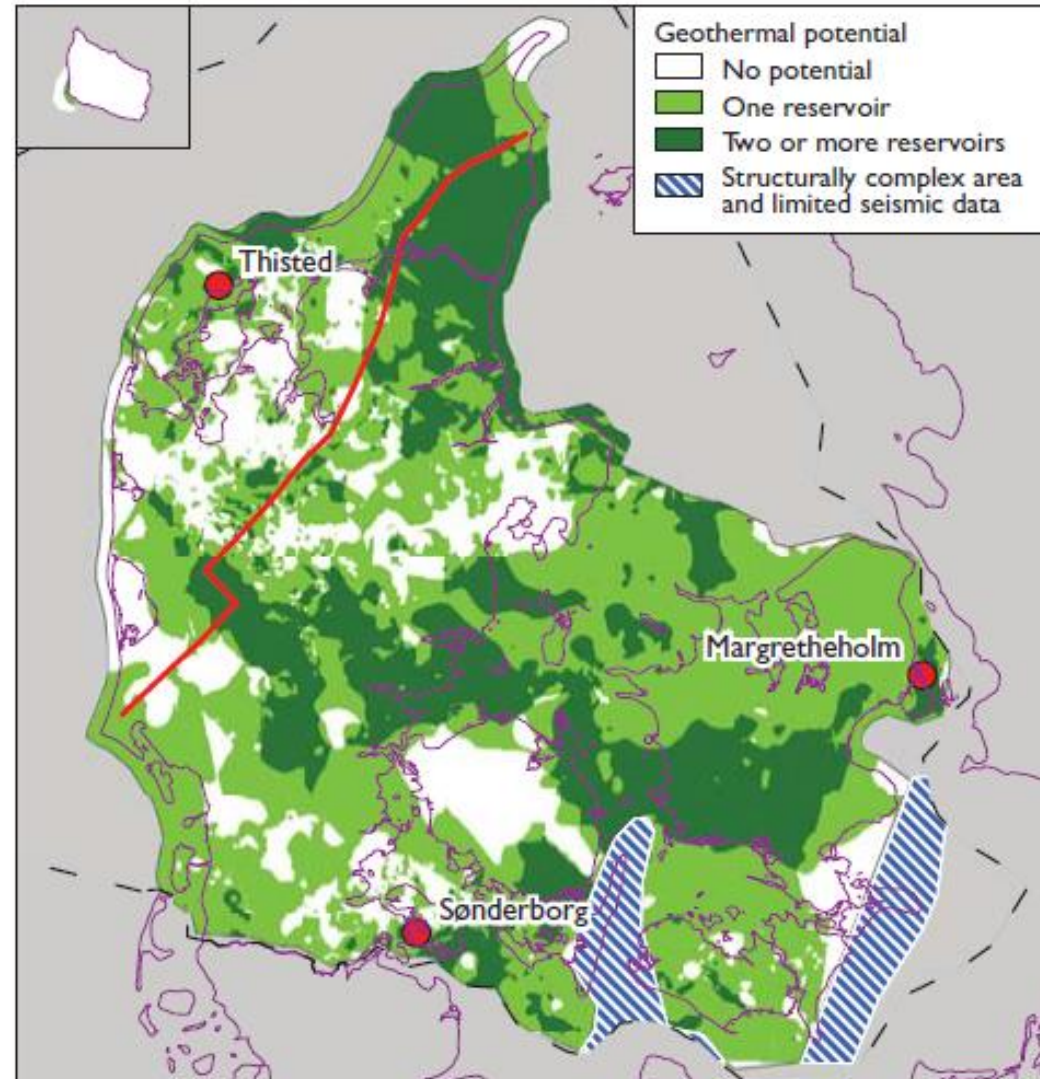
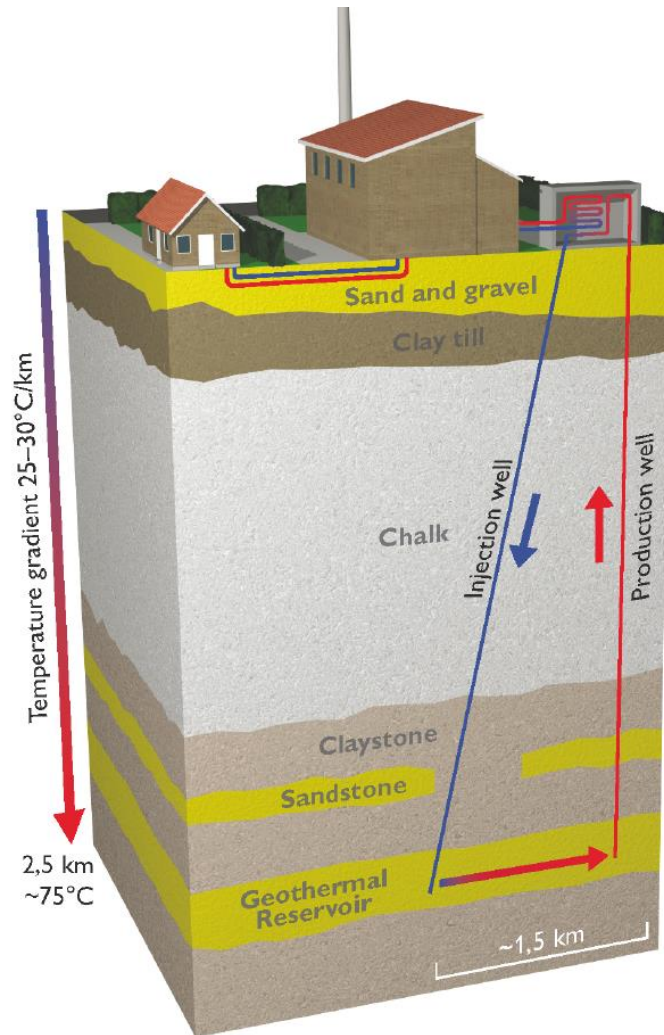
BRGM - Bureau de recherches géologiques et minières

GFZ - Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum

LU - Lunds Universitet



Stort potentiale for geotermi i DK



Reduceret injektivitet er en udfordring

Projekt start

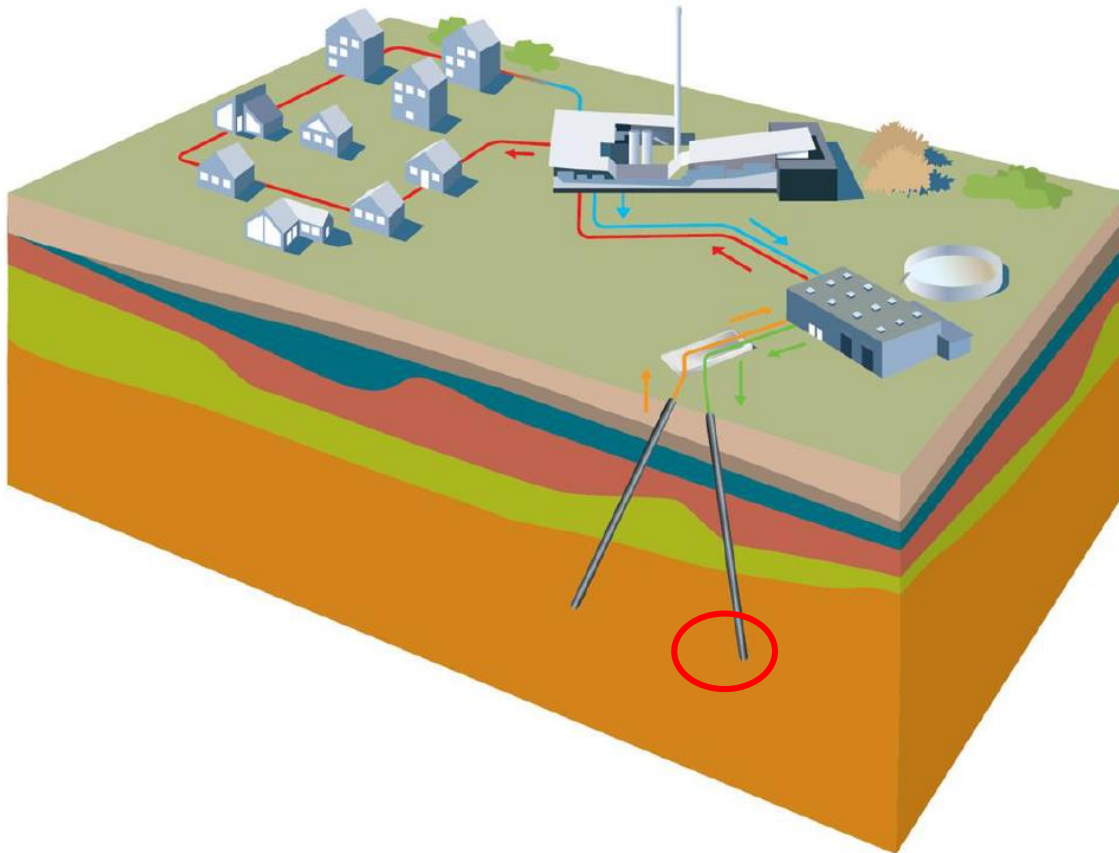
Vand og produkter analyseret

Få data ang. korrosion overvågning

Dårlig correlation med målte godstykkelser

Flere teorier for årsagen

- CO₂ Korrosion
- Ilt Korrosion
- Galvanisk korrosion (bly)
- Mikrobiel forurening
- Scale udfældninger



Rør fra Thisted – ingen korrosion efter 30 år !



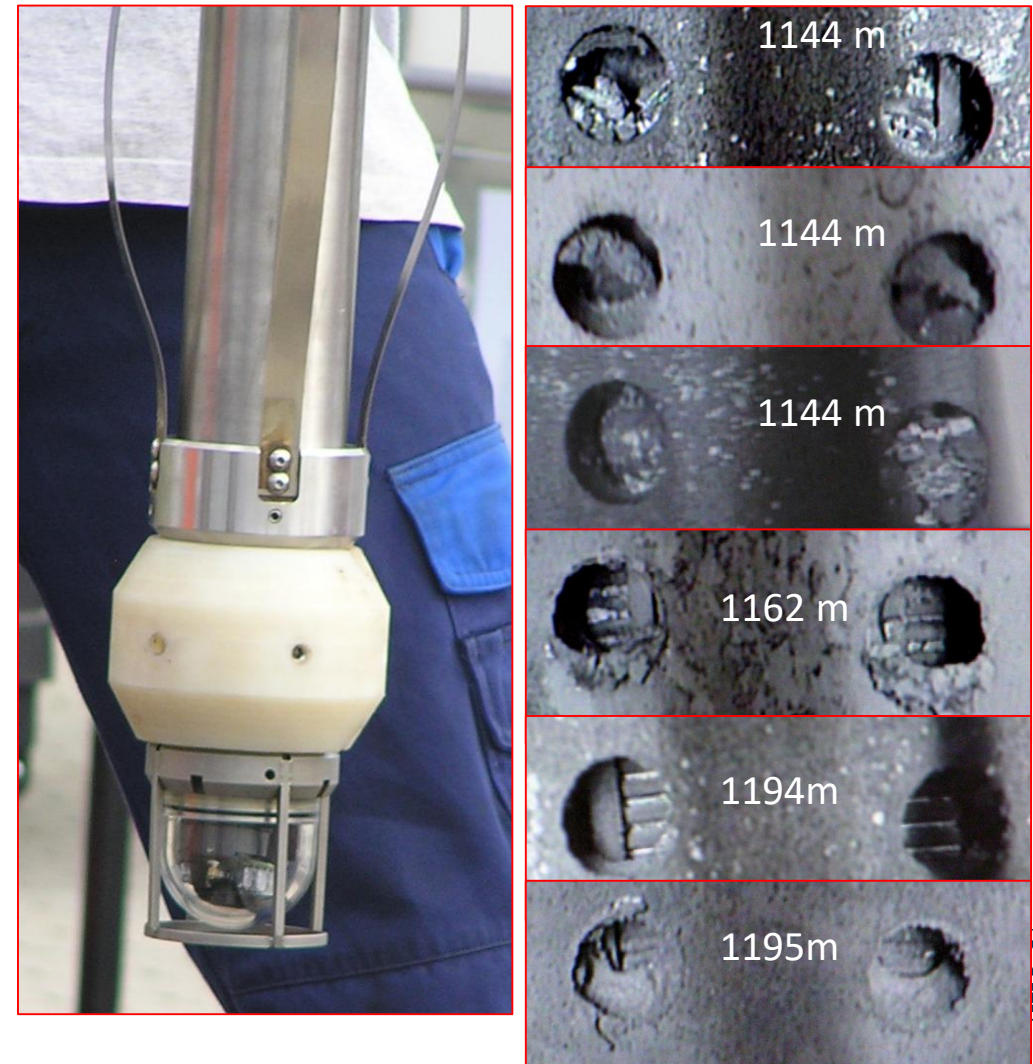
Overfladen på brøndrørene er afgørende

Nye rør der har ligget oplagret udendørs i flere år



Glødeskal fra rør
afgivet som
rustflager

Kamerainspektion af rør



On-site målinger i Sønderborg og Magretheholm

Korrosion

- Kuponer
- Galvanisk (Fe & Cu)
- Elektrisk modstand (ER)
- LPR (linear polarization)

Miljø

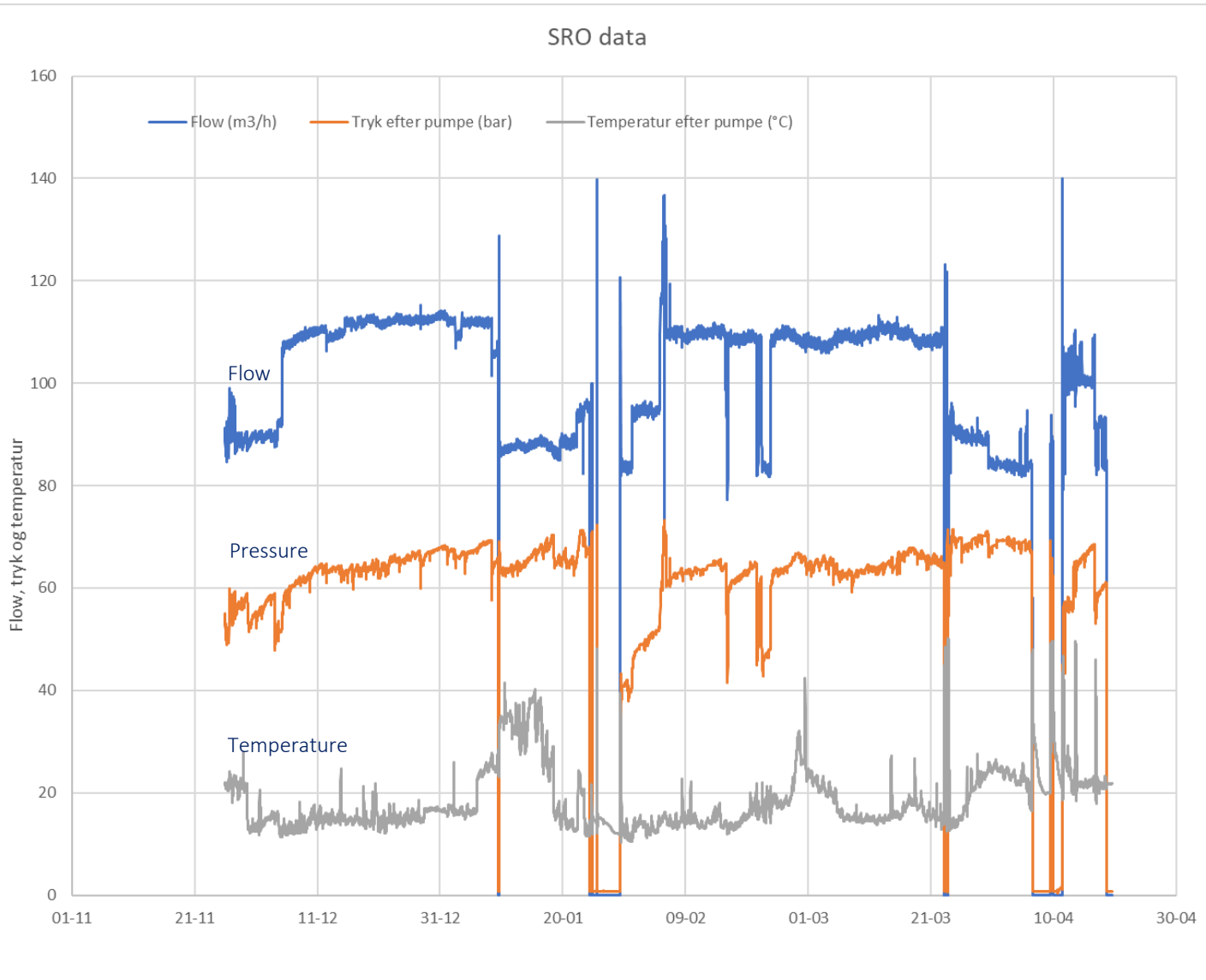
- pH
- Opløst ilt
- ORP (redox potentiale)

Prøvetagning

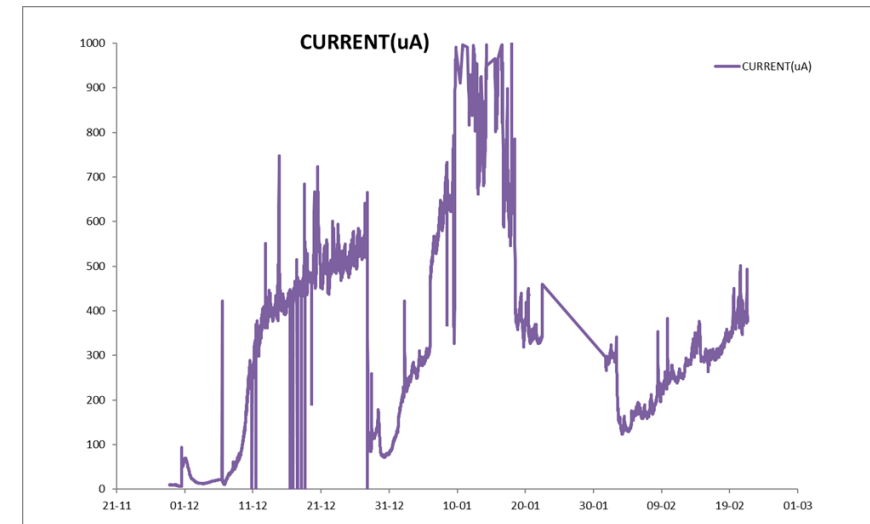
- Vandkemi
- Partikler



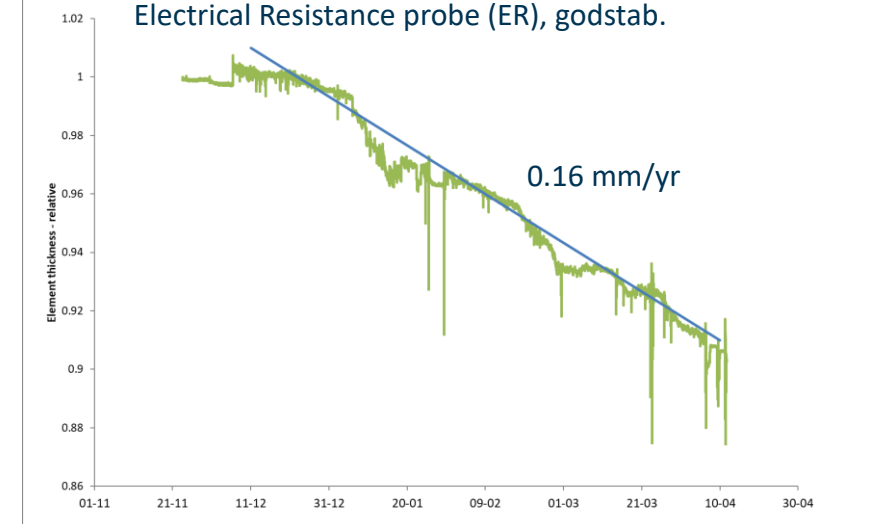
Indledende resultater indikerer iltindtrængning i en lokation



Galvanisk korrosions strøm - stål og messing



Electrical Resistance probe (ER), godstab.



Korrosionsmålinger, Sønderborg, 2017-2018

Korrosionsrater for væggtabskupper

Carbon stål

0,1-0,3 mm/år



Rustfrit stål 316L

2 µm/år (mikropitting)



De 2 målinger indikere
iltindtrængning.

Sulphide scale er
Iod-azide positive.

Parametriske test i autoklaver

- Effekten af ultra-lav iltindhold (ppb) på korrosion af stål i kunstige brine opløsninger

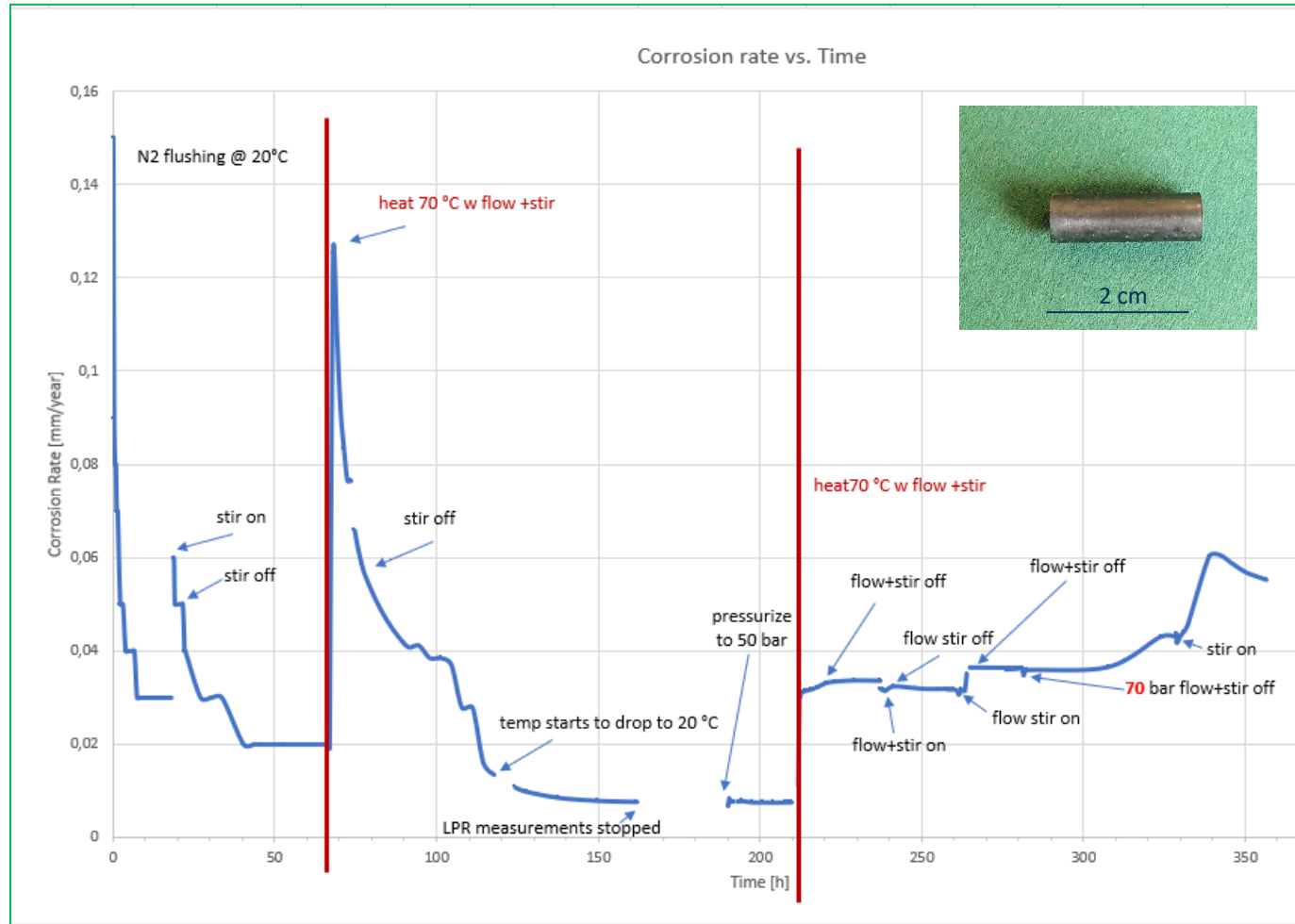
	% (w/w)
NaCl	13.4
CaCl ₂ -6H ₂ O	12.1
MgCl ₂ -7H ₂ O	2.6
K ₂ SO ₄	0.3

Temperatur 20-70 °C

Tryk 1-70 bar



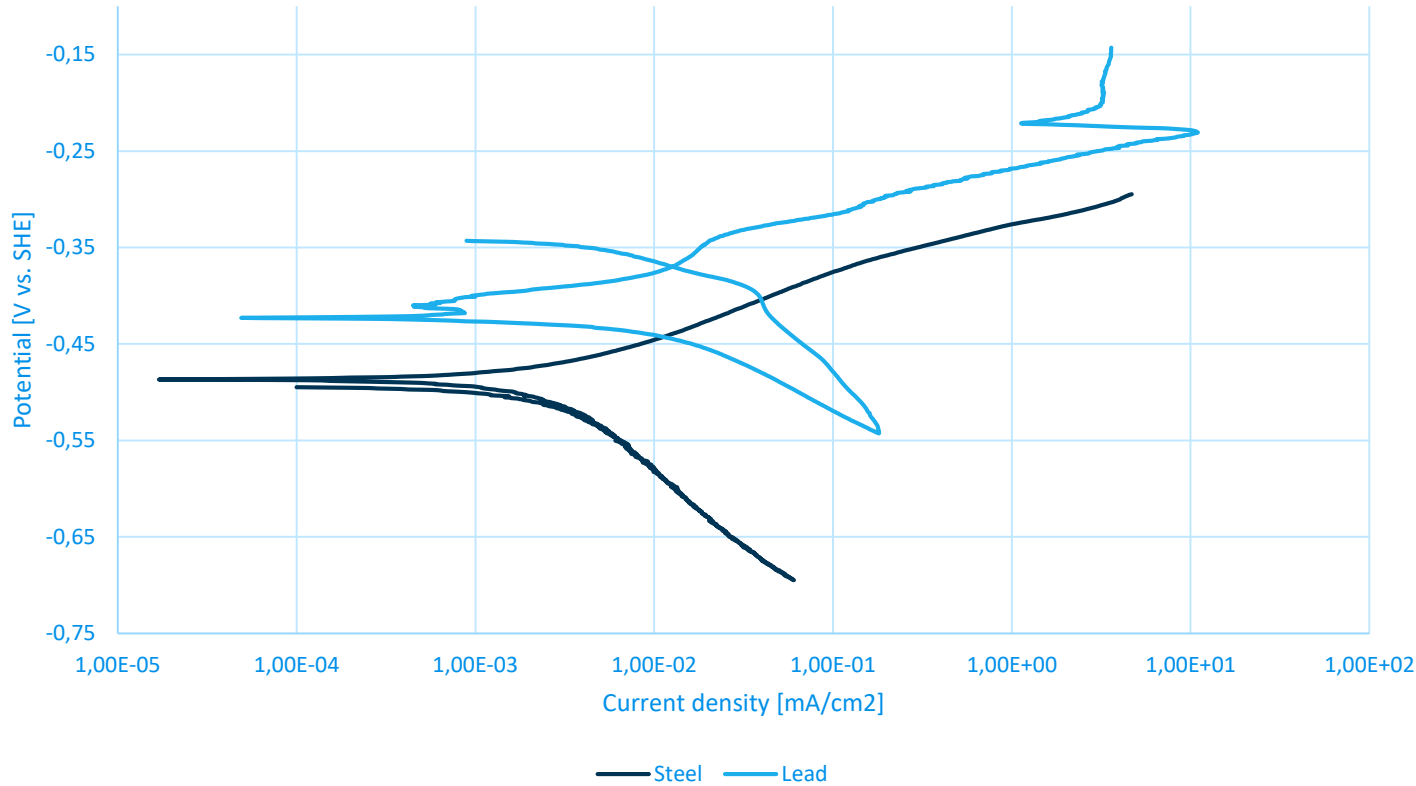
Korrosionsmålinger i simuleret brine – indledende resultater



Gas	Temp.	Pressure	Stir	Corrosion rate (mm/year)
Air	20 °C	1 bar	No	0.15
N2	20 °C	1 bar	No	0.01
N2	20 °C	50 bar	No	0.01
N2	70 °C	50 bar	No	0.03
N2	70 °C	70 bar	No	0.03
N2	70 °C	70 bar	Yes	0.06

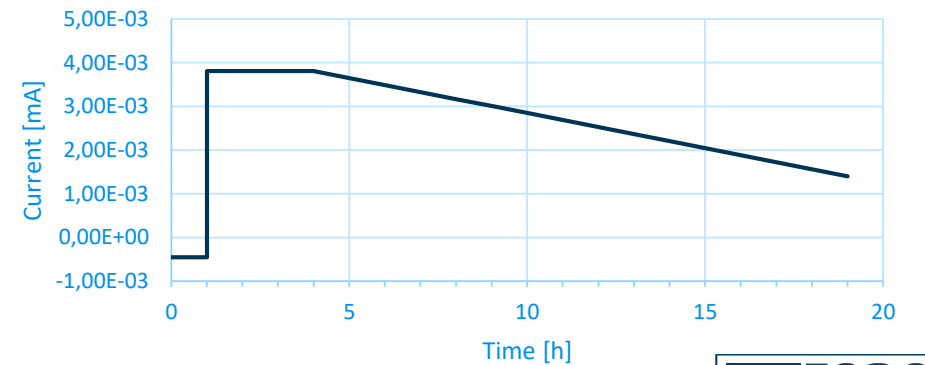
Korrosionsmålinger i simuleret brine

Cyclic polarization in simulated brine at 25 °C



Material	Temp.	Electrolyte	Gas purging (N2)	Stir	Corrosion rate (mm/year)
Steel	25 °C	Brine	Yes	Yes	0.023
Steel	70 °C	Brine	Yes	Yes	0.023
Lead	25 °C	Brine	Yes	Yes	0.088
Lead	70 °C	Brine	Yes	Yes	0.247
Steel	25 °C	Brine + 3.0 mg/l Pb	Yes	Yes	0.023
ZRA					
Steel-Steel	25 °C	Brine + 3.0 mg/l Pb	Yes	Yes	0.012

ZRA Steel-Steel (3.0 mg/l Pb)



Konklusioner

- Alle danske geotermiske anlæg bruger stål-tubings til brøndene
- Betydelig korrosion observeret i 2 af 3 anlæg
- Projektet forbedrer forståelsen af korrosionsmekanismerne mhb. at finde den optimale reduktion af korrosion

Mulige strategier

- Kontroller stålkorrosion
 - Skrappere krav til brøndrør
 - Forhindre iltindtrængning
 - Tag vandprøver og tilsæt inhibitor
- Brug kompositrør eller polymerlining i rør
- Brug rustfrit stål rør til brøndene

