



FORSVARSMINISTERIET
EJENDOMSSTYRELSEN

Optical Image Profiling

*På vej mod den digitale
olieforureningsundersøgelse*

VINGSTEDCENTRET
VINTERMØDET 2019



NIRAS

Optical Image Profiling

Et nyt værktøj fra Geoprobe® til afgrænsning af olieforurening i jord

- **Optical Imaging Profiling** er en state-of-the-art direkte metode, der real-time kan registrere og gengive den relative oliemætning i sedimenter.
- OIP måler oliens fluorescens ved bestråling med UV lys.
- Metoden er særligt udviklet til undersøgelse af mobil og residual fri-fase olie forurening i jord.
- På en af Forsvarets lokaliteter er der konstateret forurening omkring en utæt olieudskiller. Forureningen er undersøgt med konventionelle boringer, og sonderinger med OIP.

Undersøgelseslokaliteten

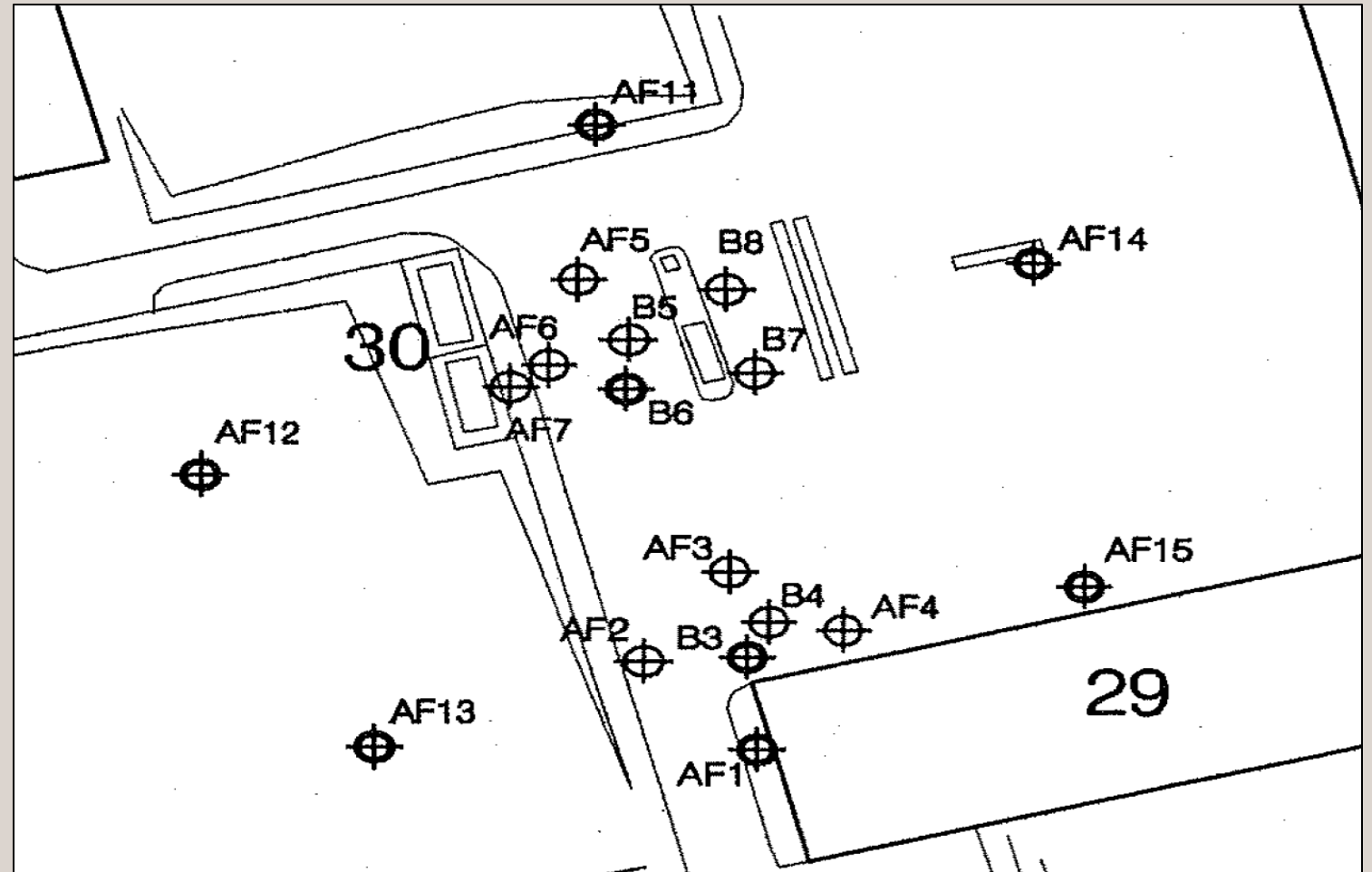
Etablissement 461 Søgårdlejren



Søgårdlejren

Tidligere forureningsundersøgelser ved tankanlæg

- B3-B8 udført 1997
- AF1-AF7 udført 1999
- AF11-AF15 udført 2001
- Begrænsede forureningsfund



Konstatering af olieforurening

Forureningsundersøgelse og tæthedsprøvning, efterår - vinter 2017

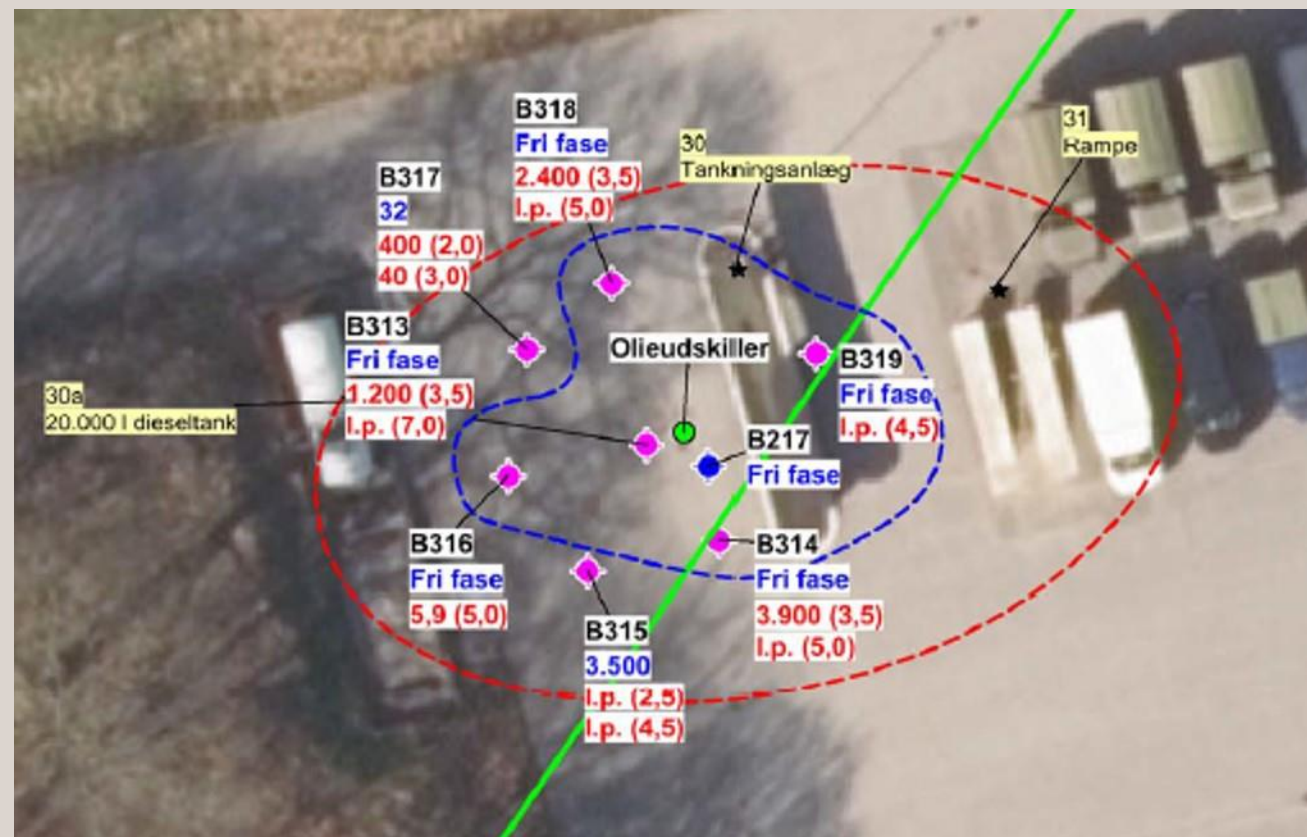
- Ved vandprøvetagning konstateres 2 m fri fase i monitoringsboring ved tankningsanlæg
- Der er ingen oplysninger om spilduheld
- Olieudskilleren konstateres utæt, men med tilløb af dieselolie
- Olien må komme fra oliemættede jordlag omkring udskilleren
- Tankanlæg tæthedsprøves, konstateres tæt og lukkes for brug



Traditionel undersøgelse 2017

Boreundersøgelse med 7 filterboringer omkring udskiller

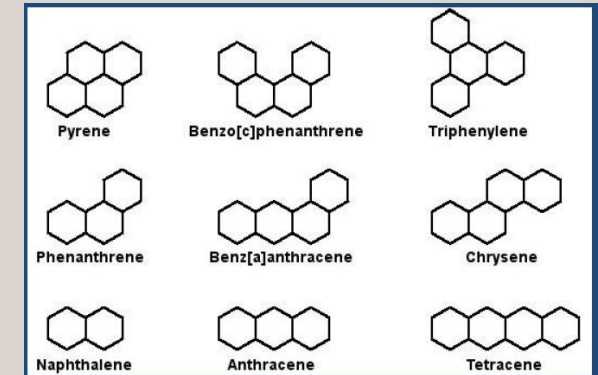
- Moræneler med sandslirer (randmoræne)
- Kun svage forureningstegn ved jordprøvetagning
- Frifase konstateres ved vandprøvetagning
- Forureningen bliver ikke afgrænset
- Alternative metoder?



Vi kigger i værktøjskassen

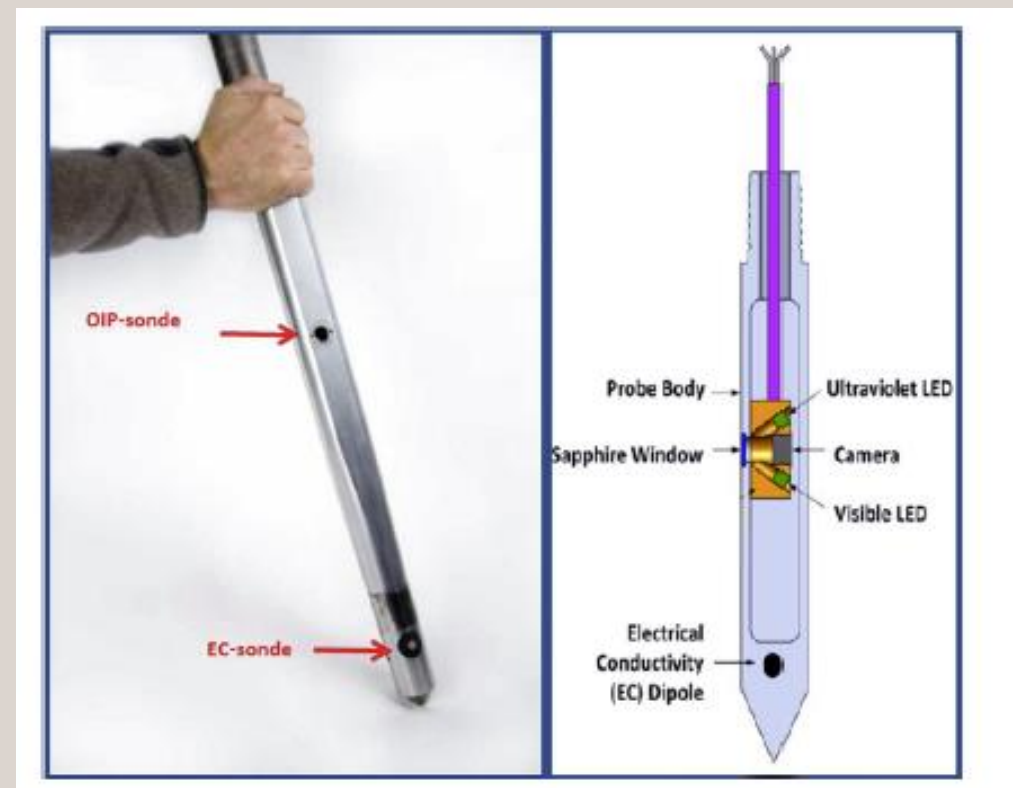
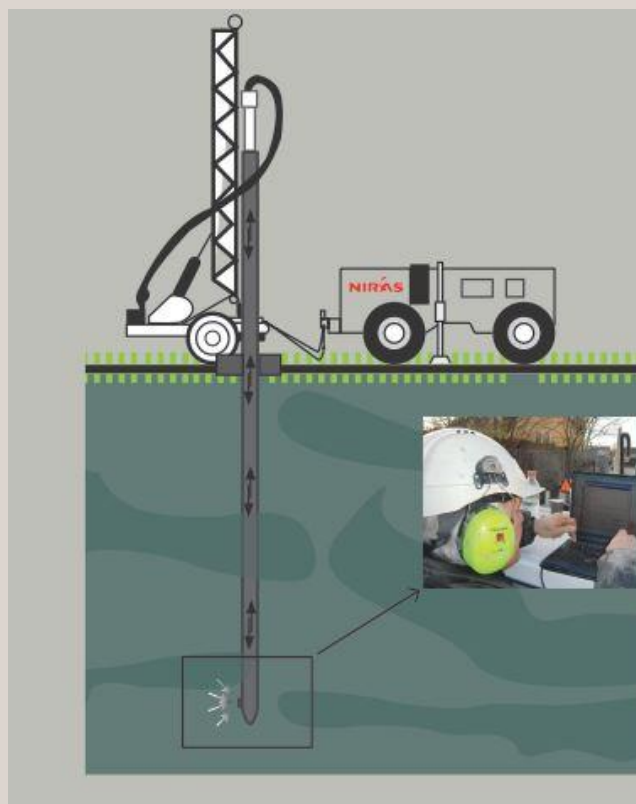
Optisk måling af olieindhold (NAPL) med nyudviklet OIP sonde

- Aromater fluorescerer ved belysning med UV lys
- Ingen UV signal fra alkaner i olieprodukt
- Signal kan opsamles og give et udtryk for oliemætning
- Udslag ved fri fase (NAPL) - både mobil og residual fri fase
- Registrerer ikke poregasser eller opløste forureningskomponenter
- Chlorerede og polære opløsningsmidler fluorescerer ikke



Geoprobe®

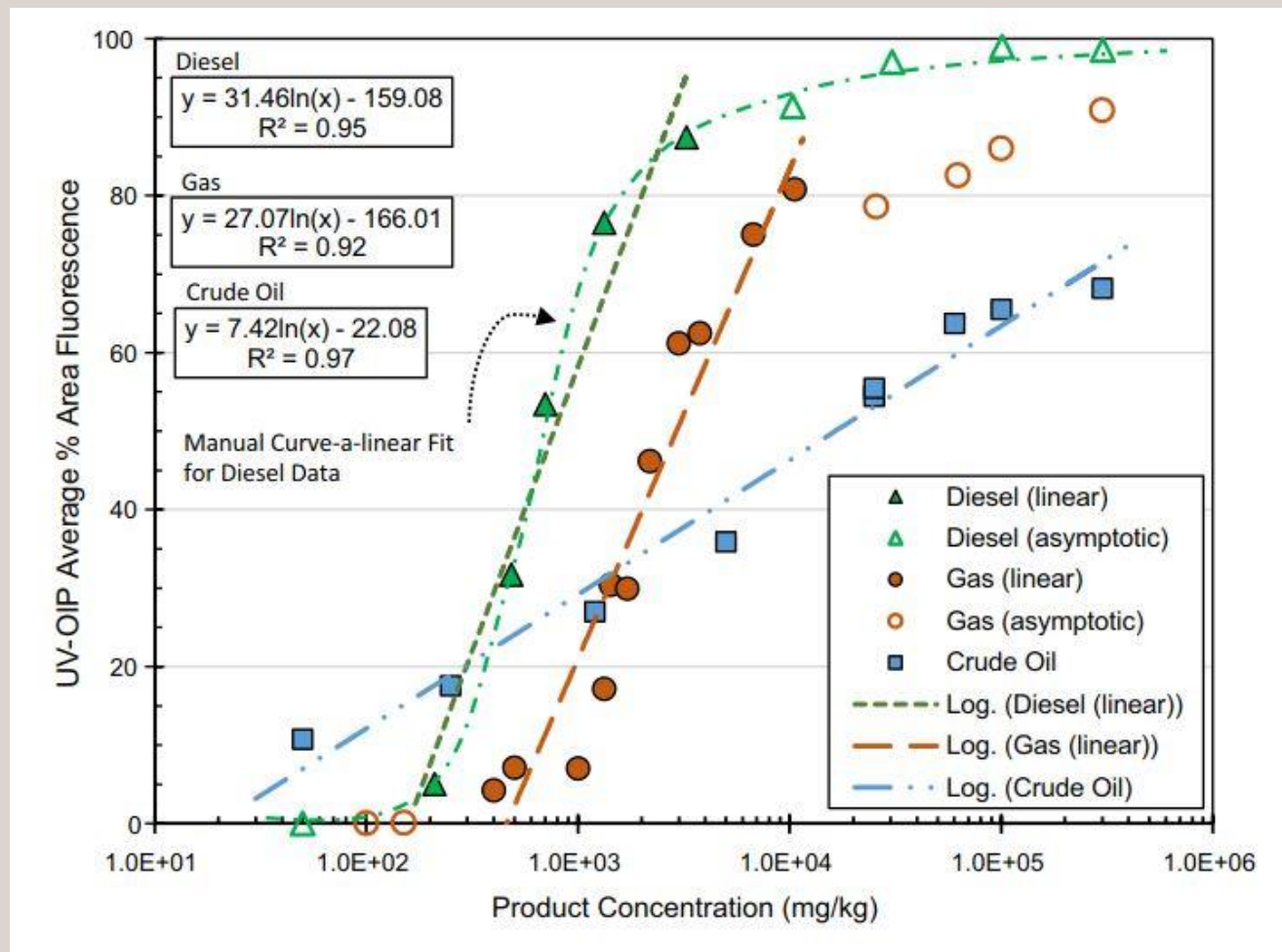
Med DI-UVOIP (Direct Imaging – UltraViolet Optical Image Profiler)



Oliekoncentration og fluorescens

Benchmarking af UV-OIP

- Jordprøver med kendt olieindhold er testet på sonden
- Sammenhængen er plottet og vist på figuren
- Registreret fluorescens fra ca. 100 mg/kg



Fra:
McCall et al

Evaluation and application of the optical image profiler (OIP) a direct push probe for photo-logging UV-induced fluorescence of petroleum hydrocarbons

Environmental Earth Sciences (2018) 77:374
<https://doi.org/10.1007/s12665-018-7442-2>

Forureningsundersøgelsen

Undersøgelsesaktiviteter 2018

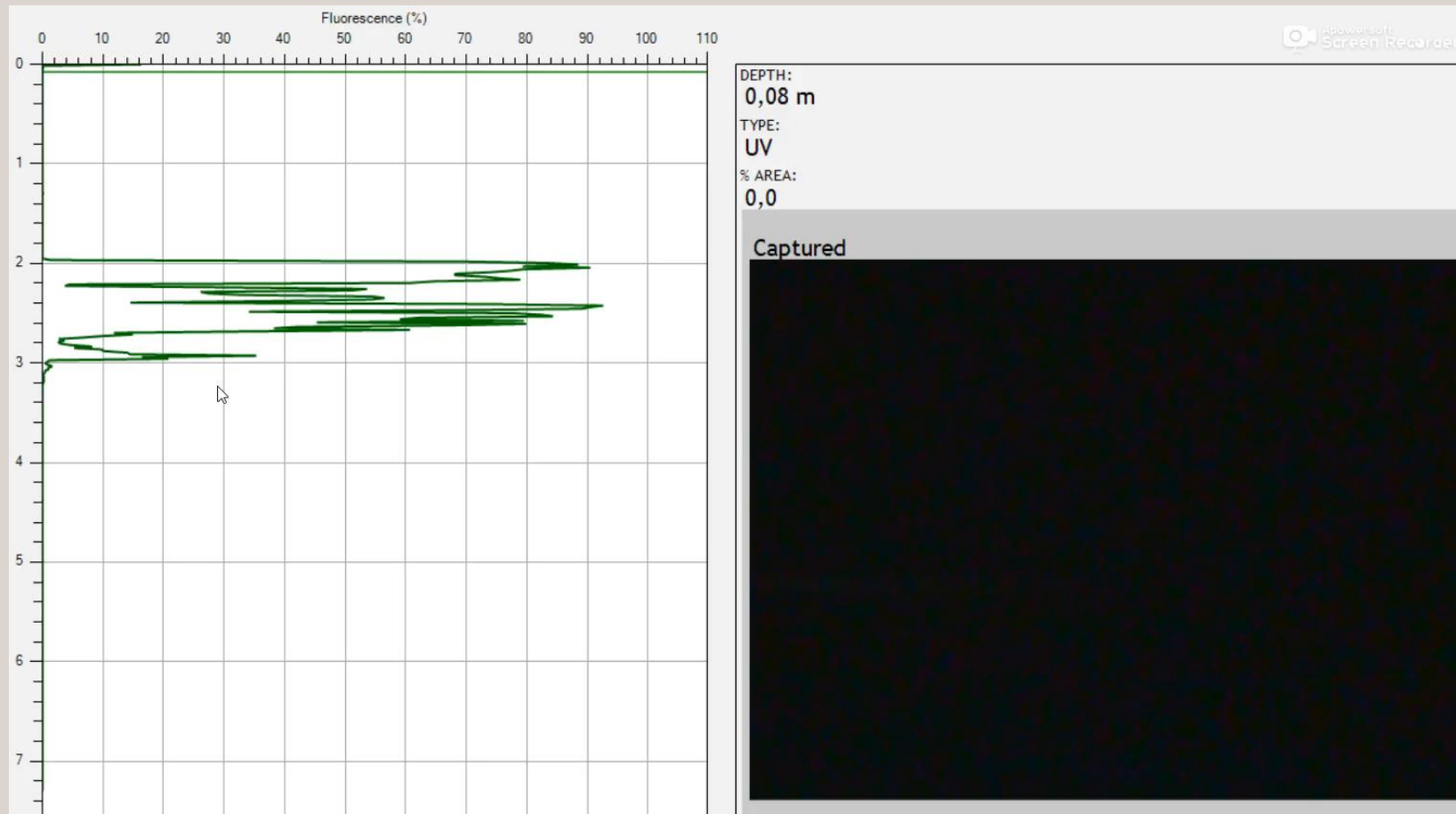
- 60 OIP sonderinger (ca. 450 m)
- 7 kerneboringer
- 10 vand/frifase prøver
- 75 jordprøver.

Der er i 2019 udført supplerende filtersatte boringer til afklaring af grundvandsrisiko



Dataindhentning

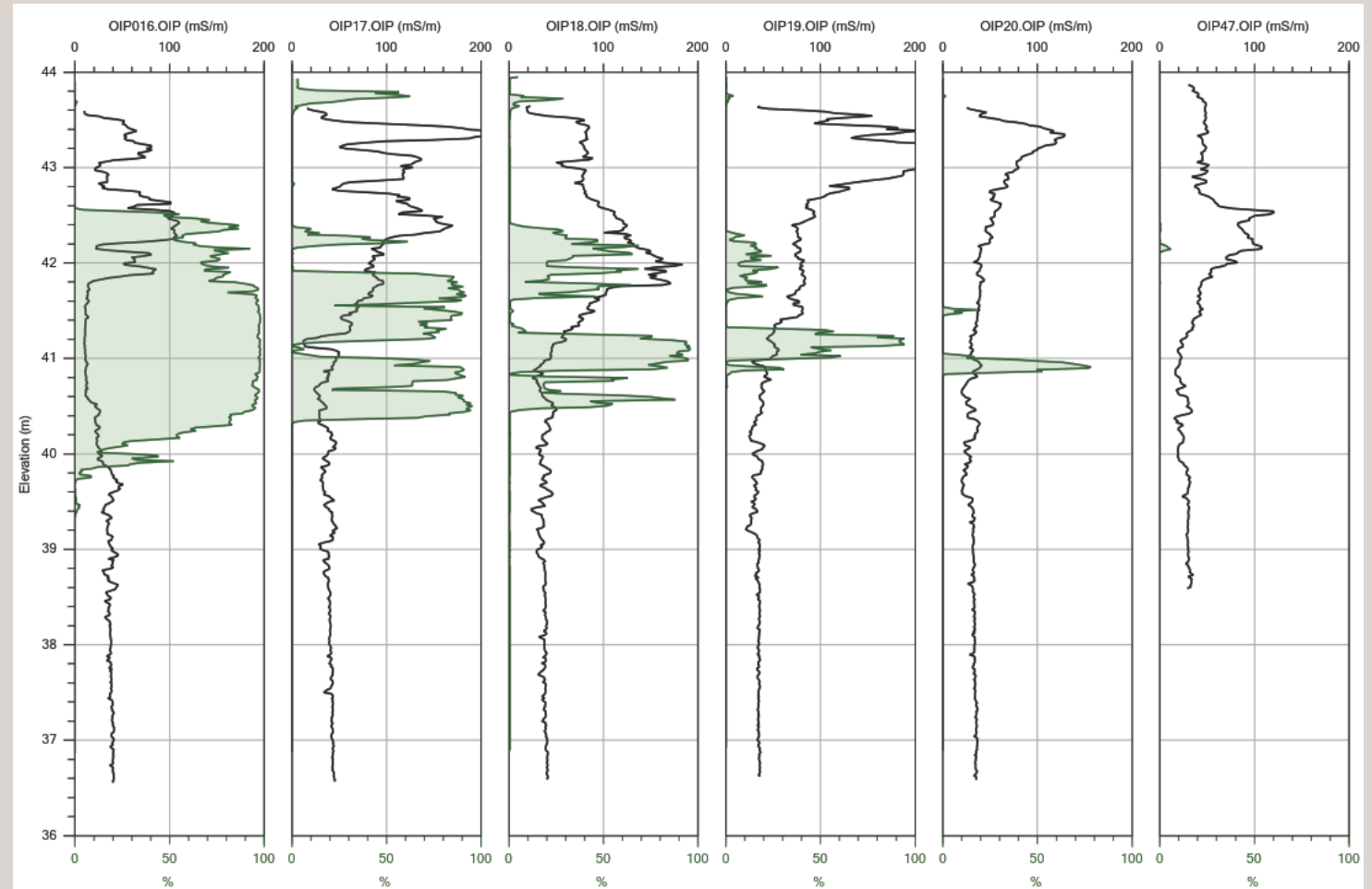
Videosekvens der viser udførelse af OIP70



Databehandling

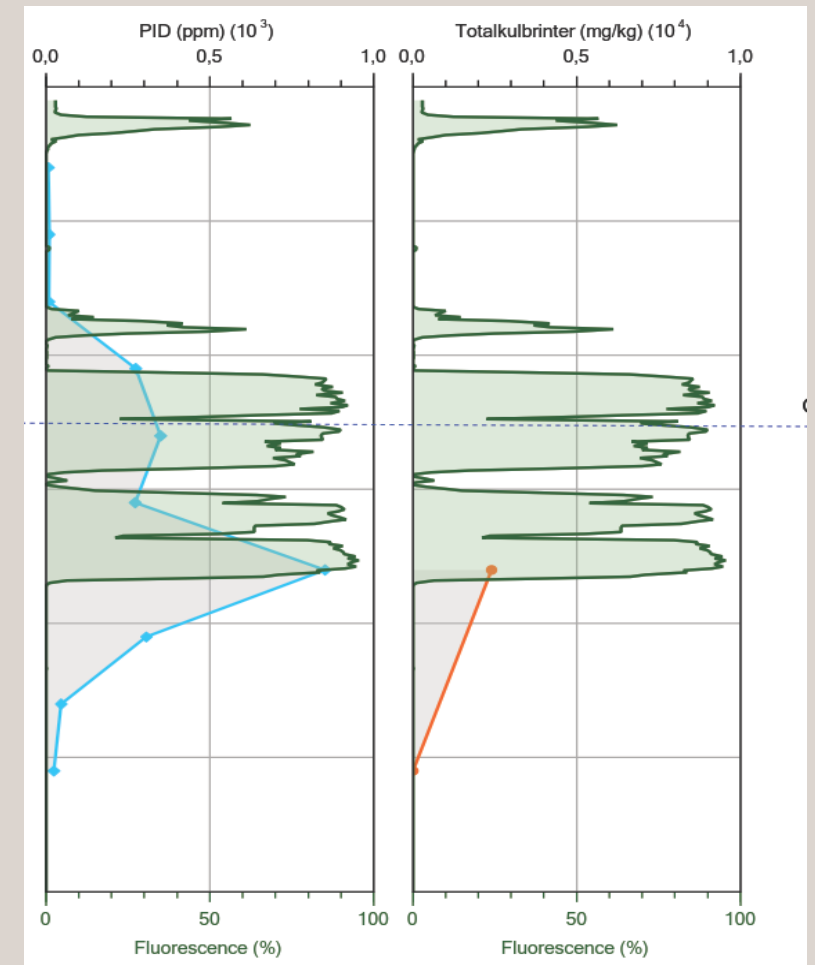
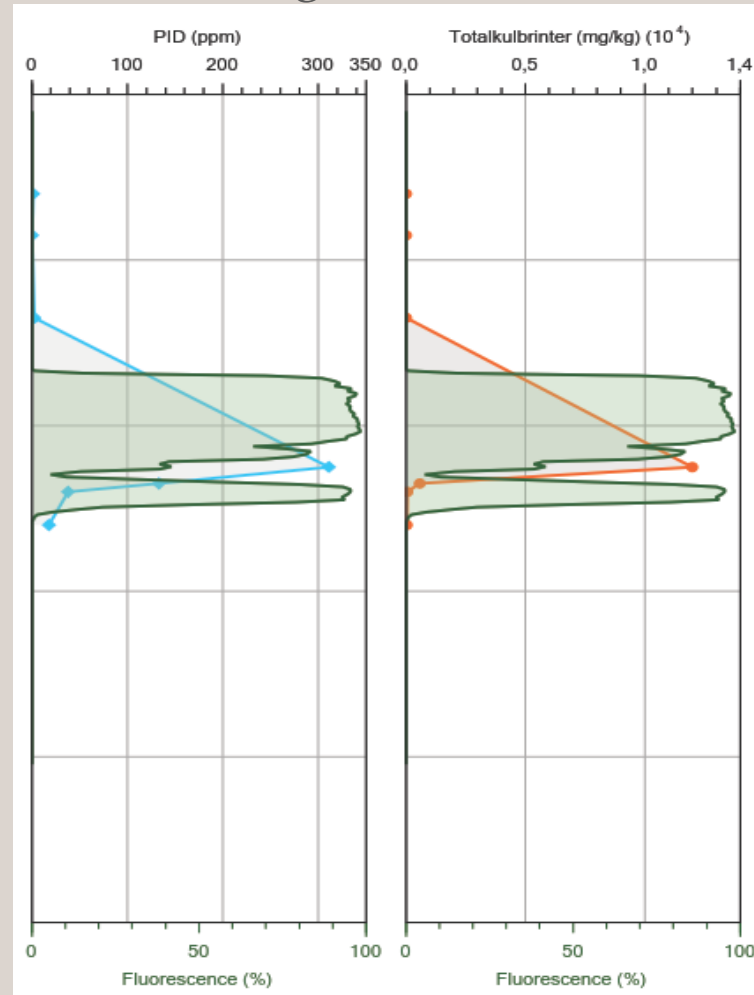
2D profilsnit

- udarbejdet med DI-Viewer fra Geoprobe



Databehandling

Samtolkning, Fluorescens, PID og jordanalyser

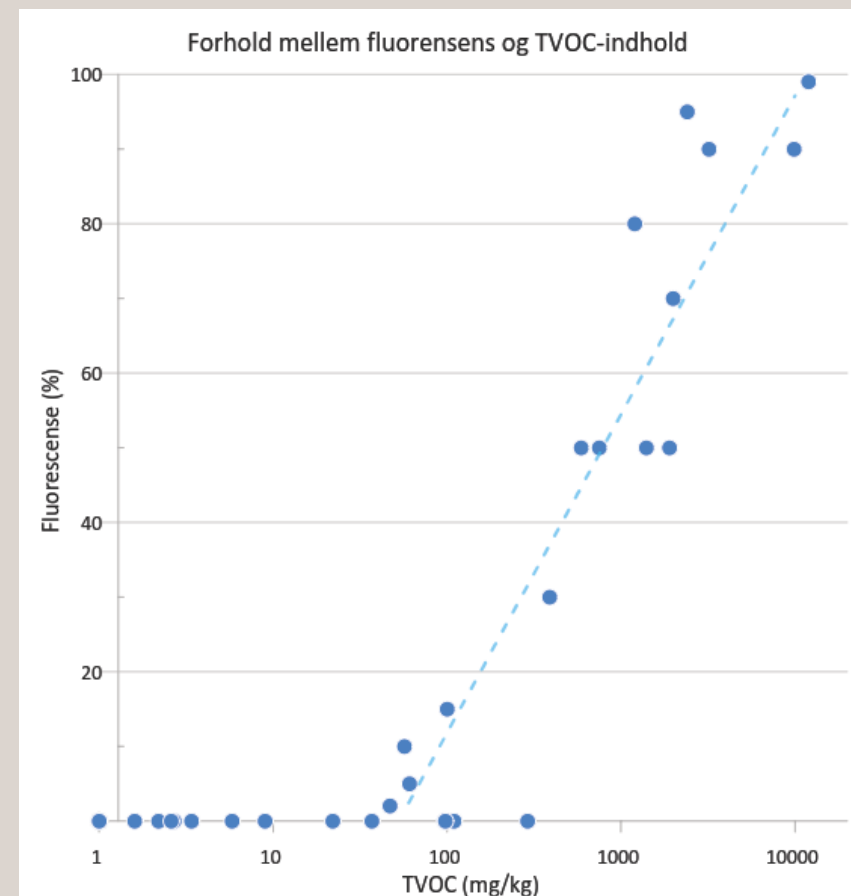




Oliekoncentration og fluorescens

Sammenligning med jordprøver

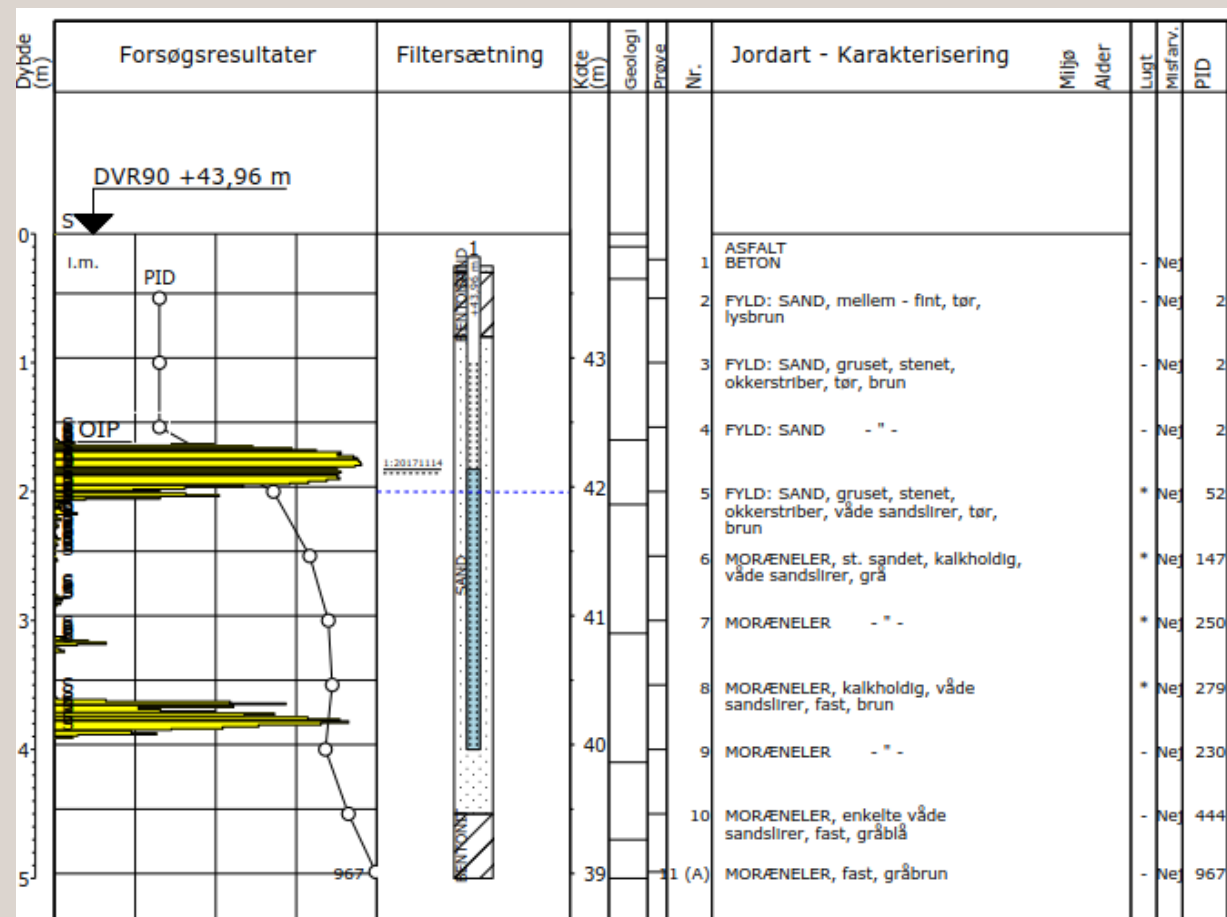
- Der blev udført 5 kerneboringer 0,5 m fra 5 OIP sonderinger.
- Sammenligning af jordanalyse fra kerneboringer og fluorescens
- Meget stor usikkerhed grundet udtagningsdybder
- Sammenhørende værdier er derfor tolkede værdier
- Der er dog alligevel en klar tendens



Databehandling

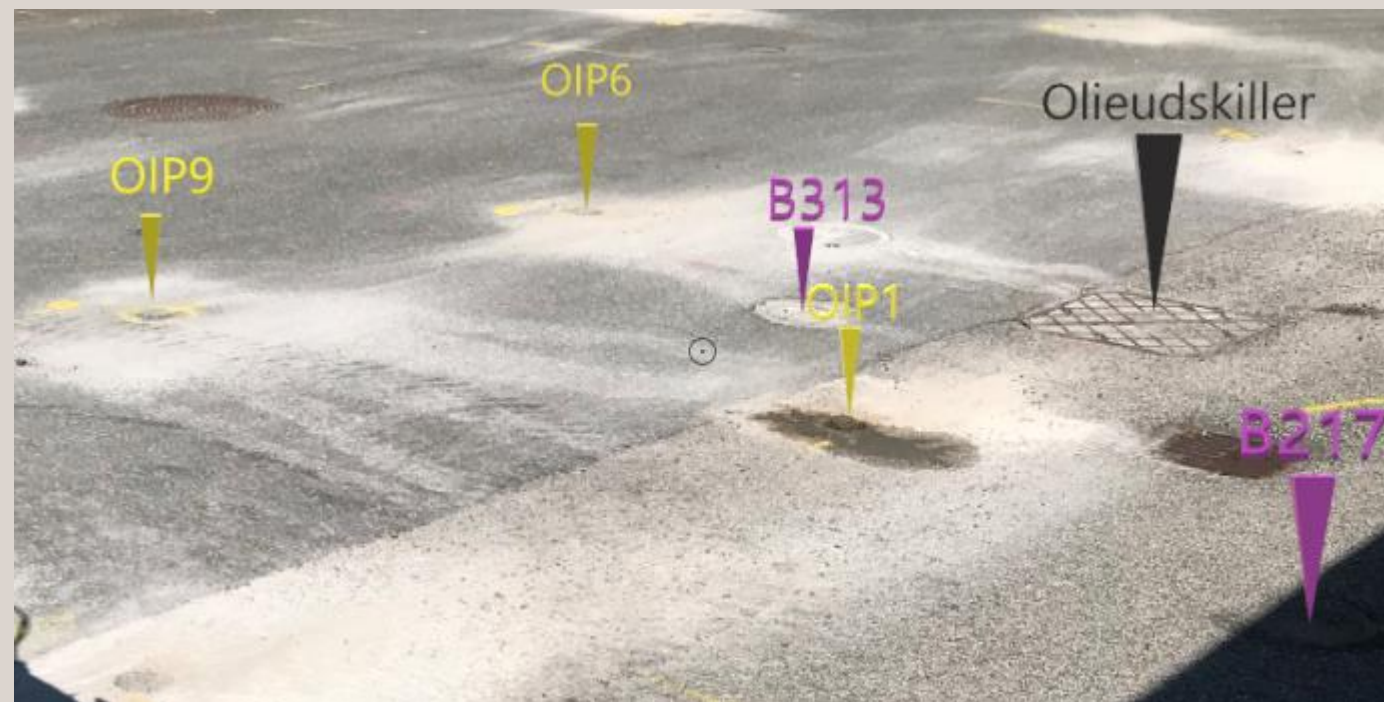
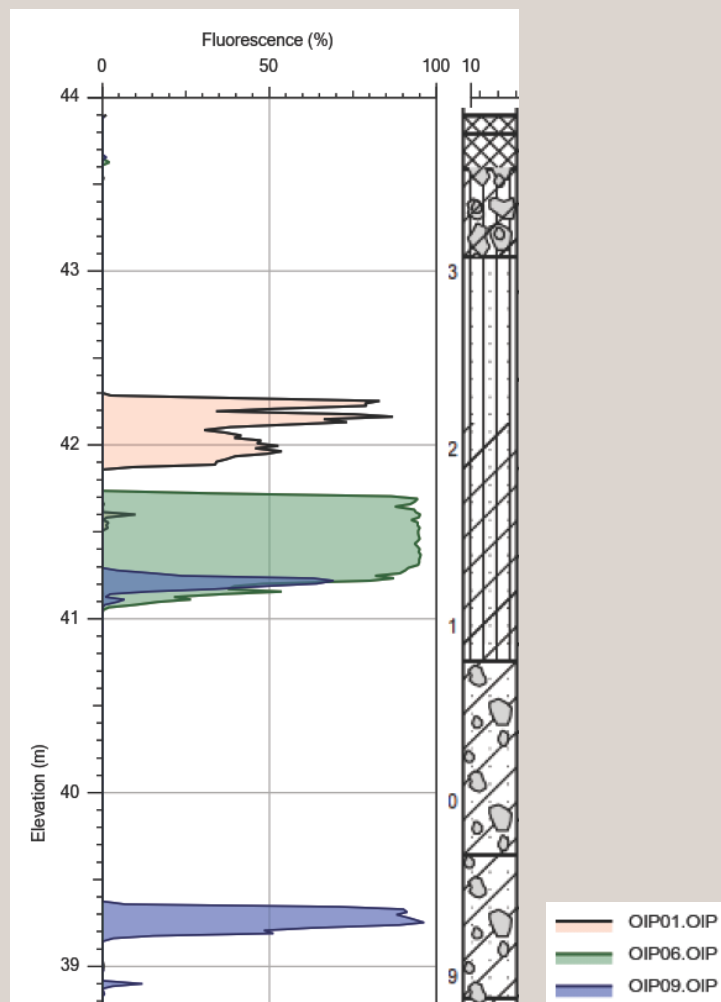
Geogis2020

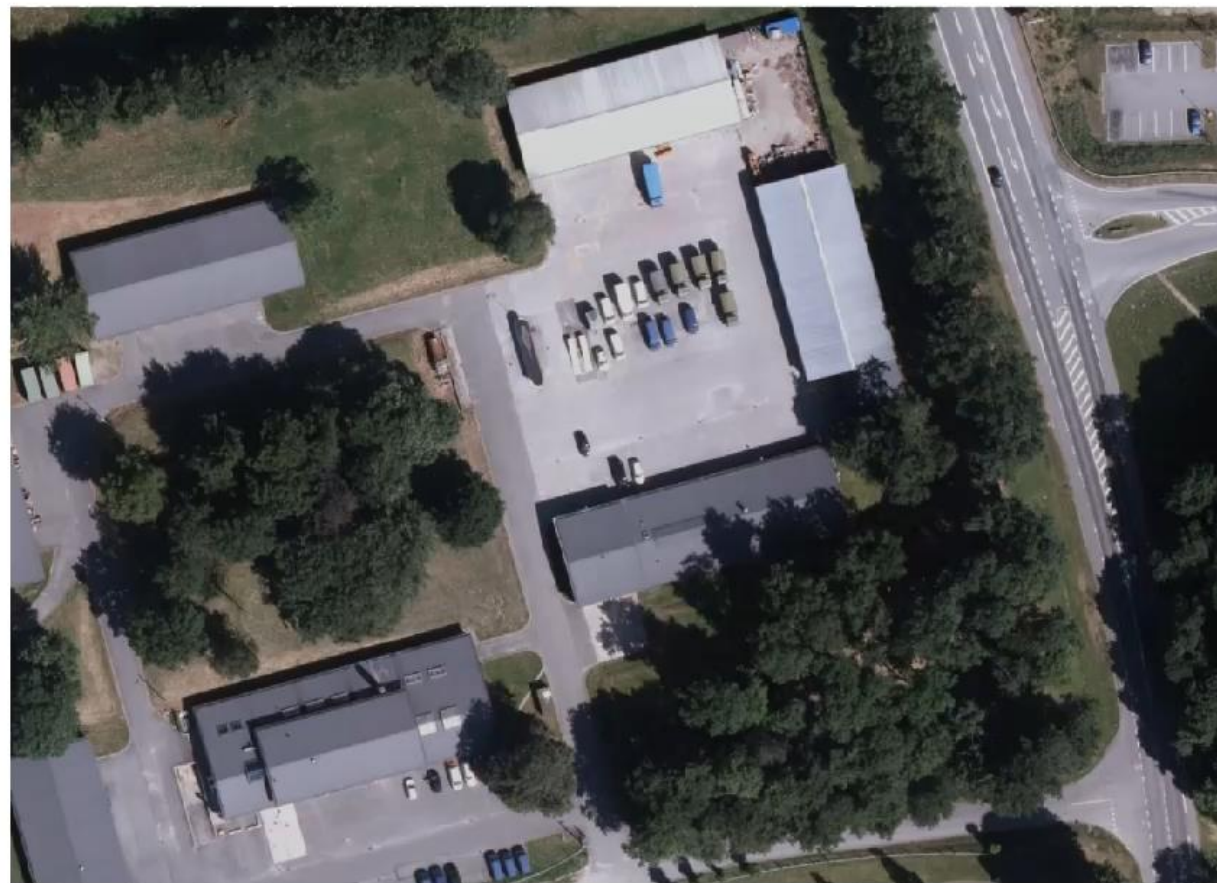
- Ved borearbejdet blev der kun iagttaget relativt svage forureningstegn
- Efterfølgende pejling viste ca. 20 cm fri fase olie på GVS
- OIP viser skarp forureningsafgrænsning
- Spredning i slirer



Databehandling

Der ses store variationer indenfor små afstande





Læringer/konklusioner

Brug af OIP ved forureningsundersøgelse

- OIP er interessant ved undersøgelse af fri fase olie forureninger og særligt i heterogene aflejringer, såsom i det almindeligt forekommende danske moræneler.
- Undersøgelsen har afdækket en kompliceret forureningsspredning på lokaliteten, og tilvejebragt en viden, som den konventionelle boreundersøgelse ikke har været i stand til.
- Undersøgelse af fri fase olie forurening med konventionelle metoder kan være vanskelig i glaciale aflejringer (leret till), hvor den primære spredning sker i sprækker/sandslirer.
- OIP metoden kan med centimeter præcision stedfæste forureningsudbredelse uden risiko for krydskontaminering, og er dermed et særligt stærkt værktøj ved vertikal forureningsafgrænsning.

Geoprobe®

Ultra Violet Optical Image Profiler

- + **Præcis afgrænsning**
- + **Real-time resultater**
- + **Datavisualisering**
- + **Ensartet procedure**
- + **Ingen krydskontaminering**
- + **Billig på større sager**
- + **Arbejdsmiljø**

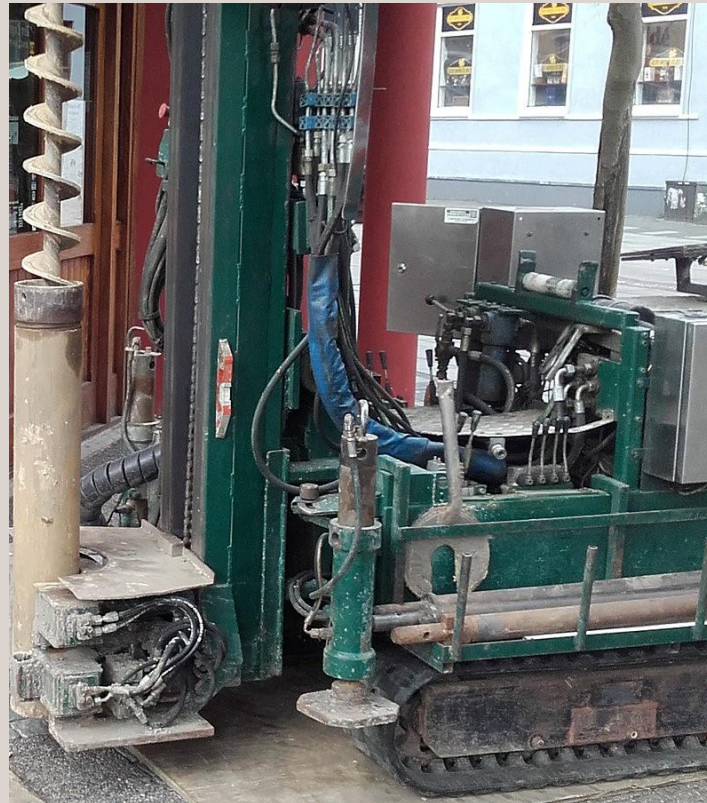


- ÷ **Litologi**
- ÷ **Dyr på mindre sager**
- ÷ **Forhold til grænseværdier**

Traditionelt boreværk

Foret tørrotationsboring med 6" snegl og filtersætning

- + **Jordprøver**
- + **Billigst på mindre sager**
- + **Gennemprøvet**
- + **Forhold til grænseværdier**

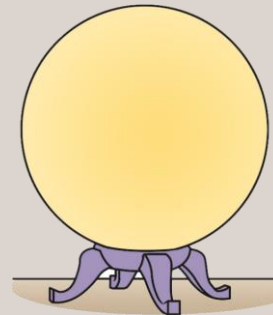


- ÷ Usikker afgrænsning
- ÷ Krydskontaminering
- ÷ Dyr på større sager
- ÷ Tidskrævende
- ÷ Arbejdsmiljø

Undersøgelse af olieforurening

Hvad bringer fremtiden?

- UV-OIP m. HPT sonde (Hydraulic Profiling Tool). Sammenhørende værdier af hydraulisk ledningsevne og fluorescens
- Filtersætning af sonderingerne i almindelig ø63 mm dimension
- Der arbejdes med udvikling af avancerede billedbehandlingsalgoritmer vil kunne fastslå sedimenternes porøsitet på baggrund af fotos.
- Videreudvikling af kameraet så BTEX'er også registreres



NIRAS' stand på Vingsted 2019

Demonstration af OIP udstyret

Ved Markus Reischer, Ph.D. studerende



- *Field site characterization and reactant injection for chlorinated solvent reduction with focus on using the Optical Imaging Profiler (OIP) for groundwater tracing (site characterization) and reactant tracing*

Tak for jeres opmærksomhed



FORSVARSMINISTERIET
EJENDOMSSTYRELSEN

Maren Kann Hostrup, civilingeniør

Forsvarsministeriet, Ejendomsstyrelsen
Miljøsektionen

Christian Oksen Jensen, geolog

Søren Rygaard Lenschow og Anders G. Christensen

NIRAS