

Geoprobe OIP-System

Muligheder og eksempler



Anders G. Christensen, Ekspertise Chef, NIRAS
ATV Vintermøde, 2021.

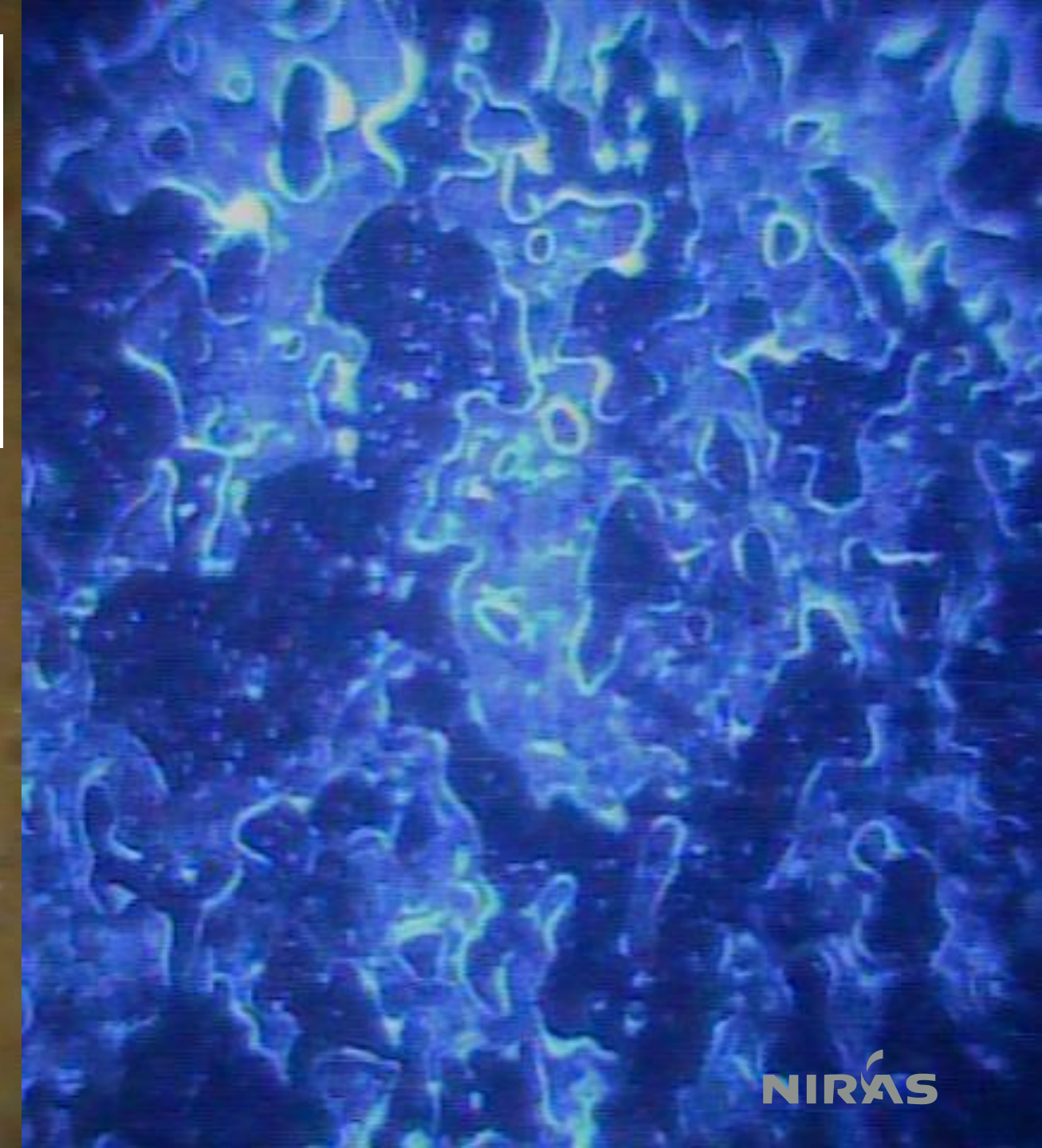
Tak til

Gro Lilbæk (DK)

Markus Reicher, NIRAS (DK)

Wesley McCall, Geoprobe (US)

Laura Stocco, NIRAS Intern (CH)



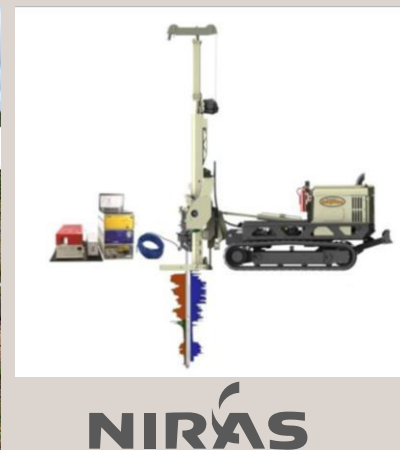
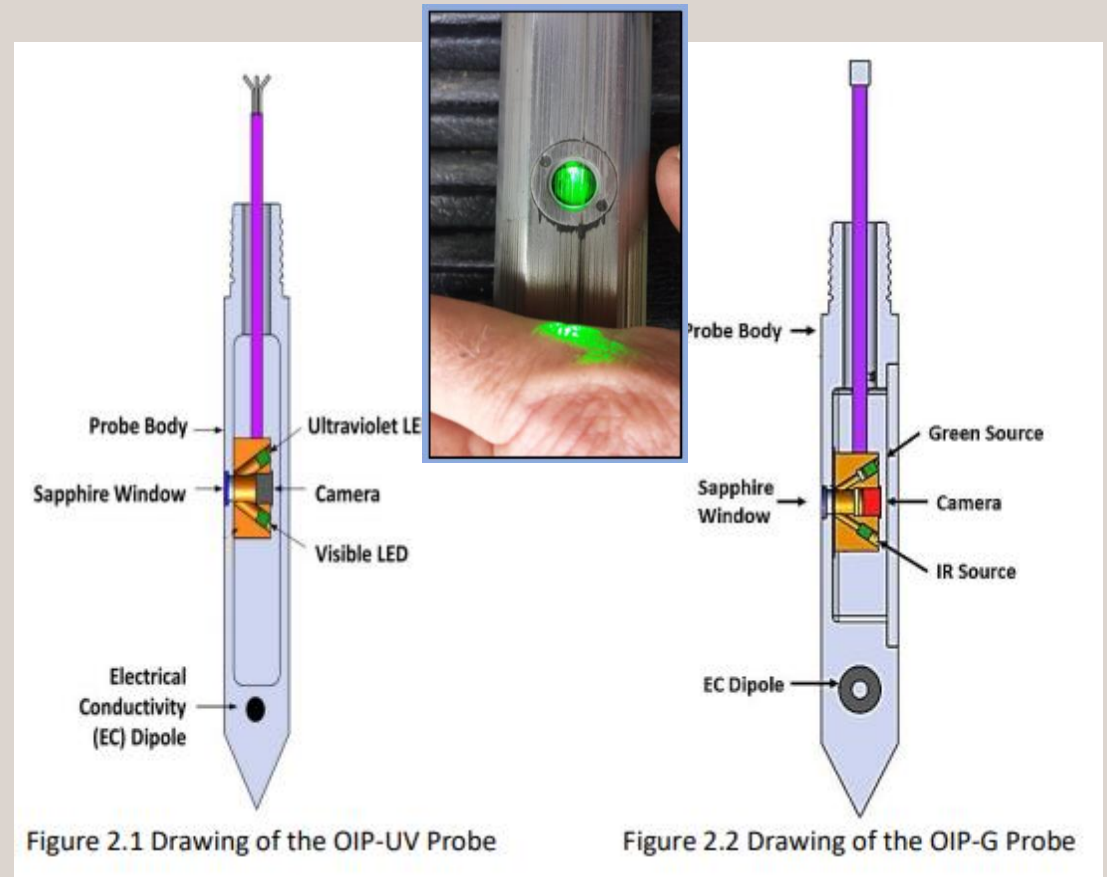
Disposition

- Introduktion – hvad er et OIP system og hvordan virker det
- Tolkning og fejlkilder
- Eksempler på brug af den optiske log med hvidt lys
 - Billede analyse af farver i jorden
 - Billede analyse af kornstruktur og afledte parametre
- Eksempler på brug af induceret fluorescens
 - Detektion af fluorescerende tracere til injektionsforsøg
 - Kvantificering af fluorescerende tracere i vandprøver
- Konklusion

OIP

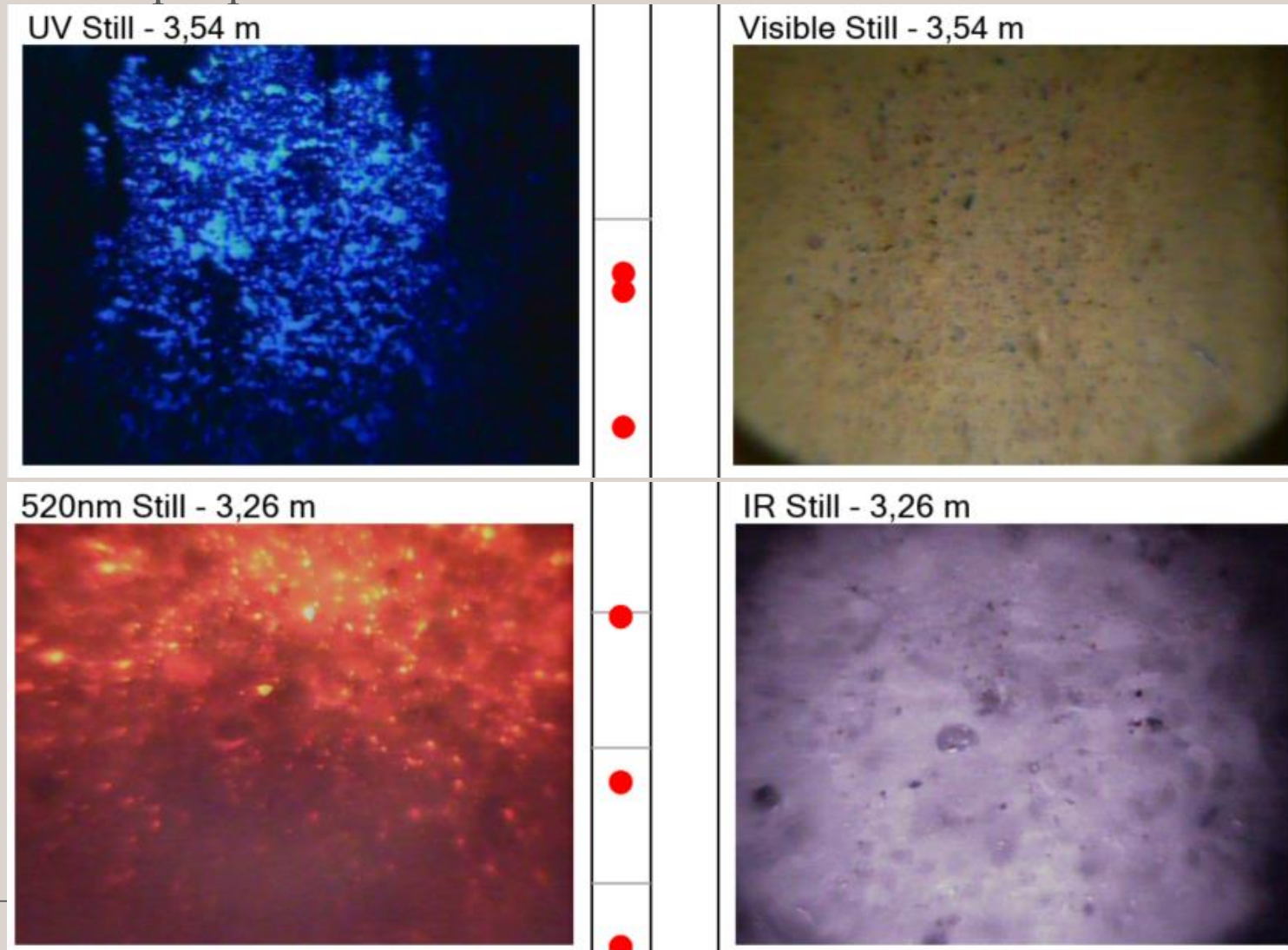
Optical Image Profiler

- Udnytter at PAH molekyler fluorescerer ved lys påvirkning
 - UV (275 nm)/VIS
→ fx benzin og de lette aromater
 - Green (520 nm)/IR
→ fx kreosot/tjære og tunge PAH'er
- Kamera: 30 billeder pr sekund!
 - Logger billeder pr 1,5 cm
 - Ved rør-forlængelse optages billeder med begge typer lys (dette kan også gøres manuelt i løbet af sonderingen)
- Både med og uden HPT-del og hedder så OIP eller OiHPT



OIHPT

Eksempel på billeder med UV/VIS hhv. Green/IR



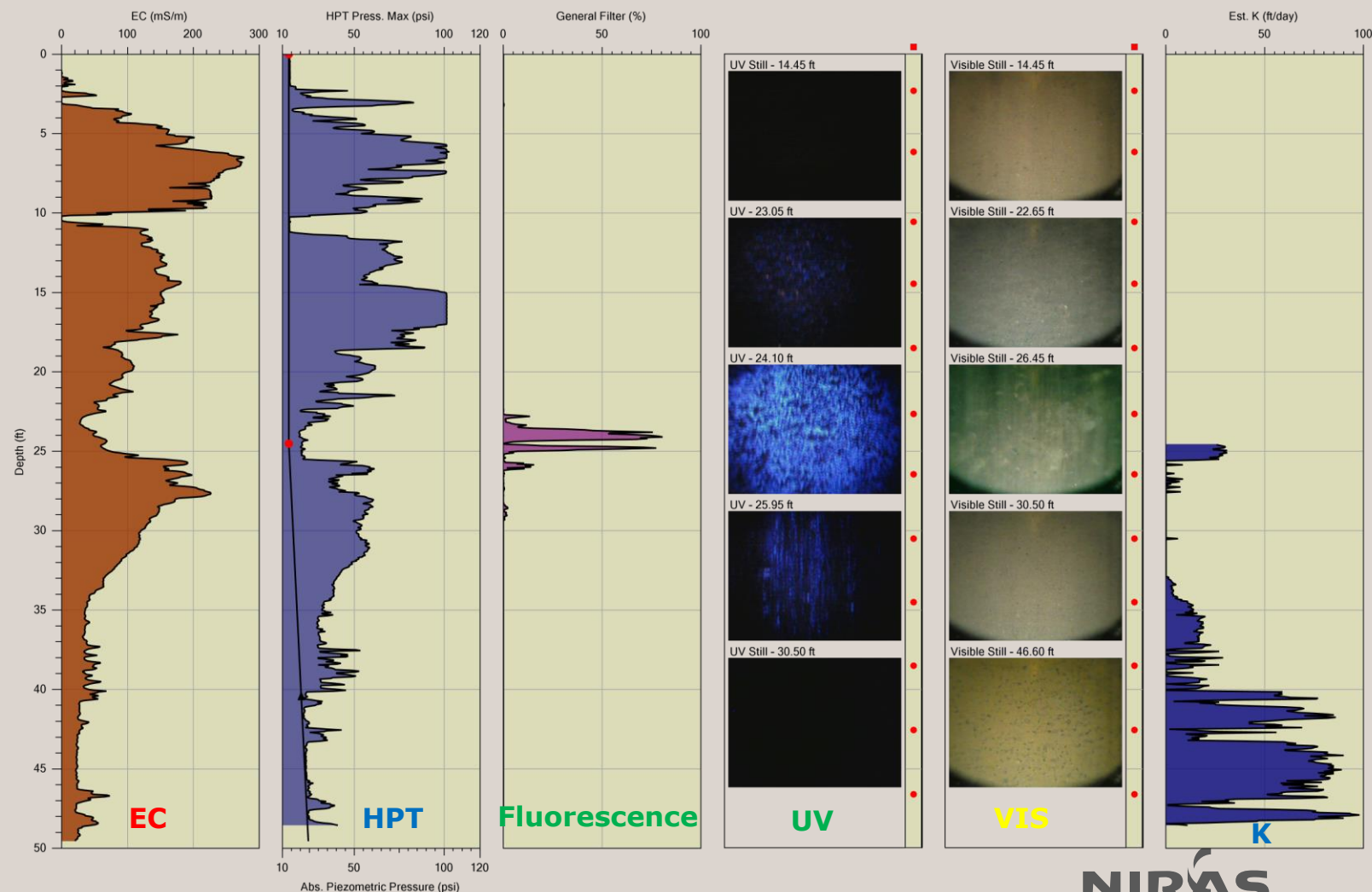
- UV (275 nm)/VIS
→ benzin, tracer
→ geologi
→ redox
→ vandmætning

- Green (520 nm)/IR
→ kreosot, tracer
→ geologi
→ vandmætning

Geoprobe OIP – Typisk profil (olie)

Parametre der måles med OIHPT systemet (kombination af både OIP UV/VIS og HPT)

- Effektivt værktøj til kortlægning af olie og tjære forureninger på baggrund af deres fluorescens respons
- HPT delen giver et klart billede af de hydrauliske egenskaber der reelt styrer spredningen af olie og vand
- Kombinationen af OIP og HPT giver samlet en væsentligt forbedret forståelse af processerne i jorden – og dermed en væsentlig bedre konceptuel model
- Se NIRAS andet foredrag i morgen om OIP kortlægning af en olieforurening der giver stof til eftertanke (Gry Janniche/NIRAS, Spor 4. kl 12)



Geoprobe OIP – Data evaluering

Respons ved fluorescens kan skyldes naturligt forekommende mineraler/materialer !

Positiv(olie)

Falsk positiv

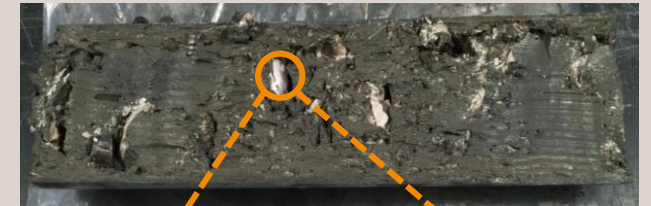
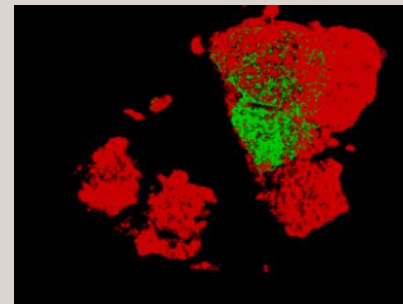
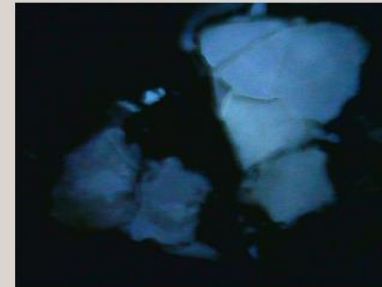
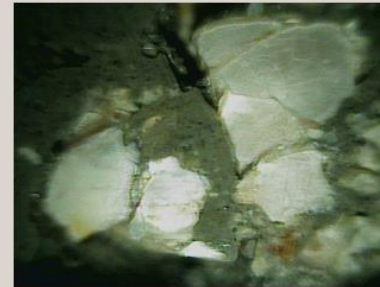
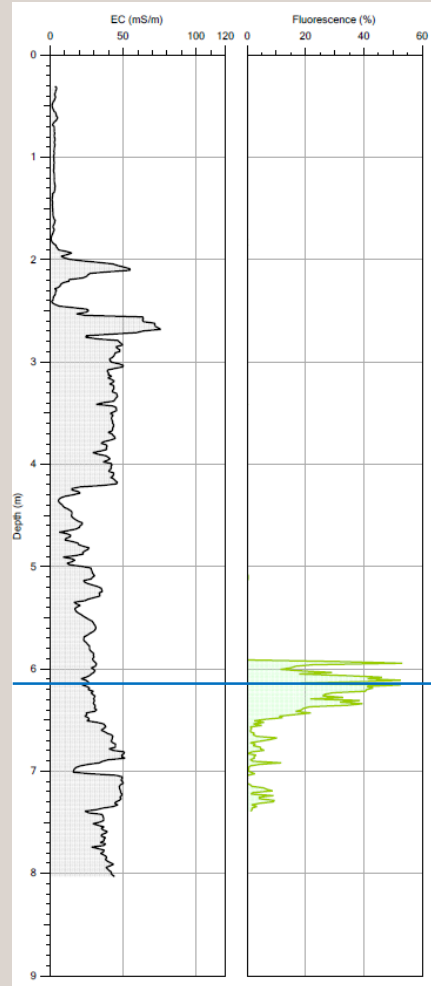
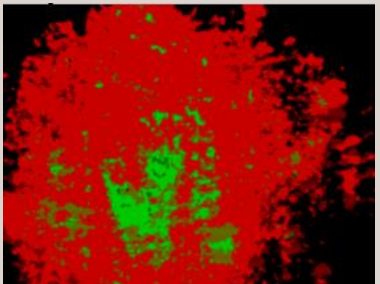
Visible light



UV light



Analysed



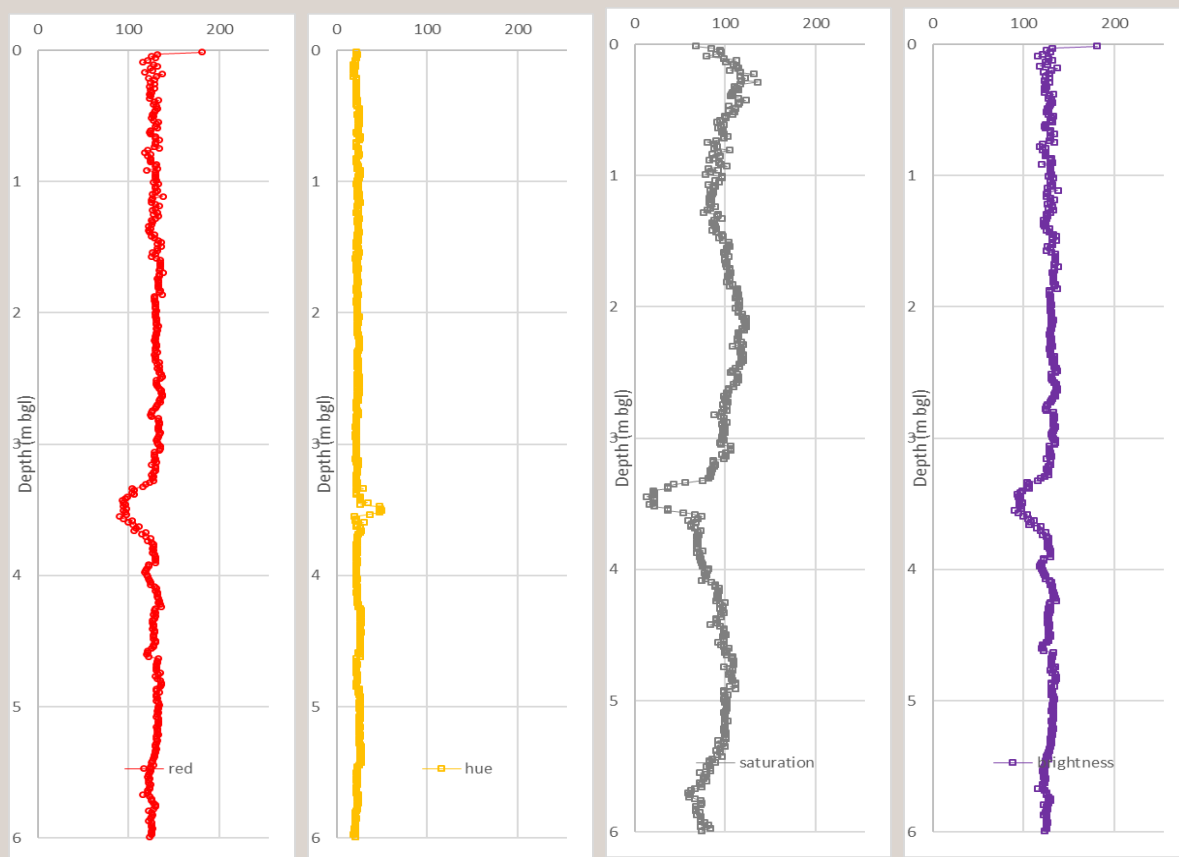
Astarte Elliptica

Skaller af calcit/kalk,
reflektioner fra metaller

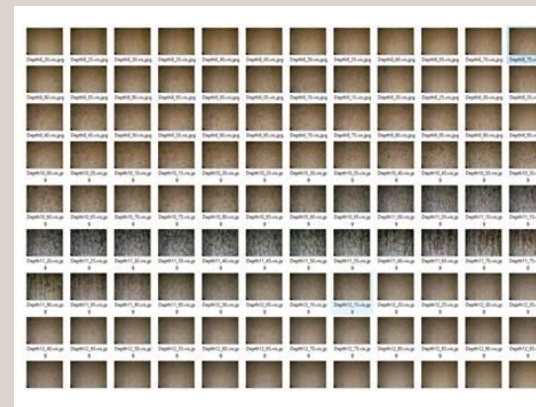
NIRAS

OIP–Analyse af billeder med hvidt lys

Farve analyse baseret på jpeg-billeder optaget pr. 1,5 cm

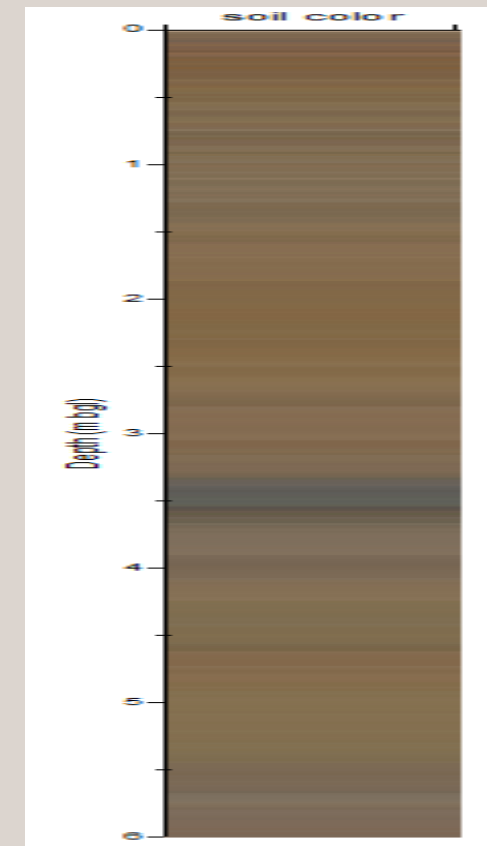


(Red/Hue-Saturation-Brightness)



Mosaic af .jpeg
billeder

- Tolkning af lag
- Arkæologi (fx kulstof)
- Redox zoner
- Sporstoffer



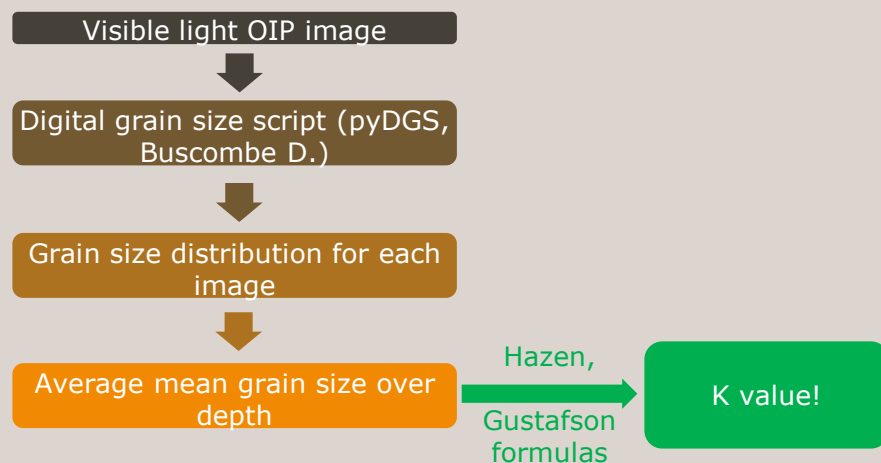
Farve log

NIRAS

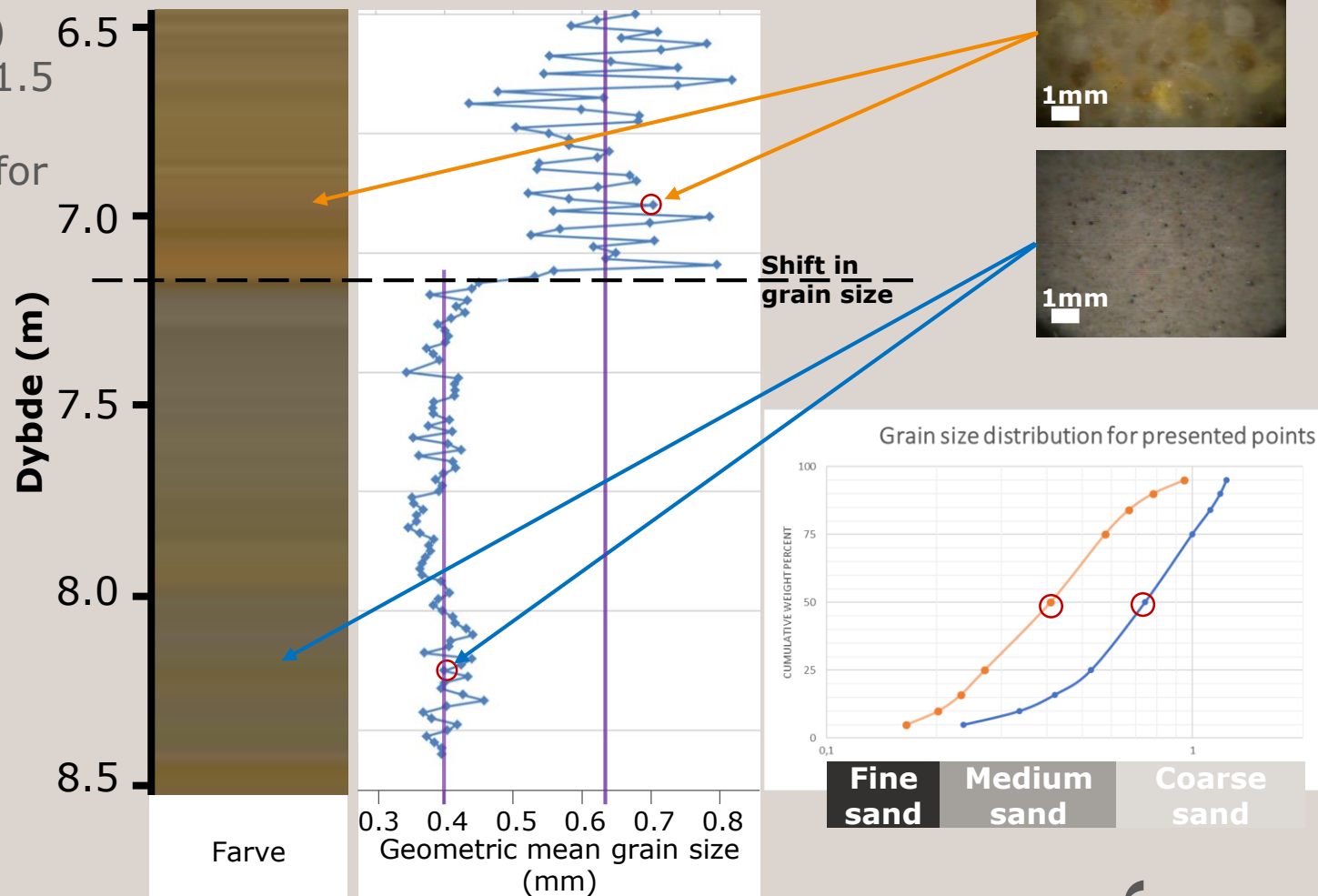
OIP-Estimation af hydrauliske parametre

Automatiseret billedanalyse

- OIP-systemet køres i VIS-mode (hvidt lys) og optager RGB jpeg billeder for hver ca. 1.5 cm
- Ved python script beregnes en kornkurve for hvert billede og herefter er dette input til beregning af en hydraulisk konduktivitet



- Kornstørrelsen der kan identificeres er afhængig af billede chippens opløsning og billedets generelle skarphed



Geoprobe injektion af reaktivt jern (mZVI)

Pilot forsøg med injektion af 50- μ m ZVI /guar og dokumentation af spredning med OiHPT

Kontrol
boks for
OiHPT
systemet



OIP-HPT-EC efter injection af mZVI

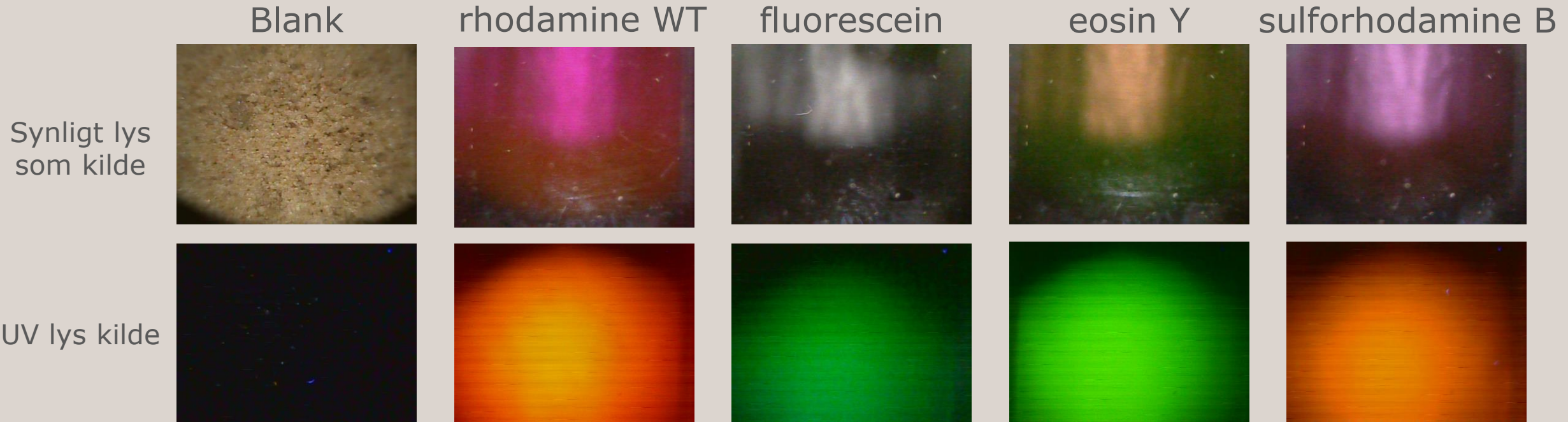
OIHPT – UV/VIS kørt med hvidt lys til detektion af injiceret jern/guar blanding



- Injektion fra 5 to 9 m u.t. "Bottom-up" metode med ½ m intervaller
- Co-injektion af mono- & di-kaliumfosfat for at øge den elektrisk ledningsevne (EC)
- Indikation på det injicerede materiale ses ved:
 - ændring i jordens farve
 - stigning i EC
 - reduction af den hydrauliske ledningsevne (stigende HPT tryk)

OIP respons på fluorescerende tracere

Image raw data, UV/VIS system



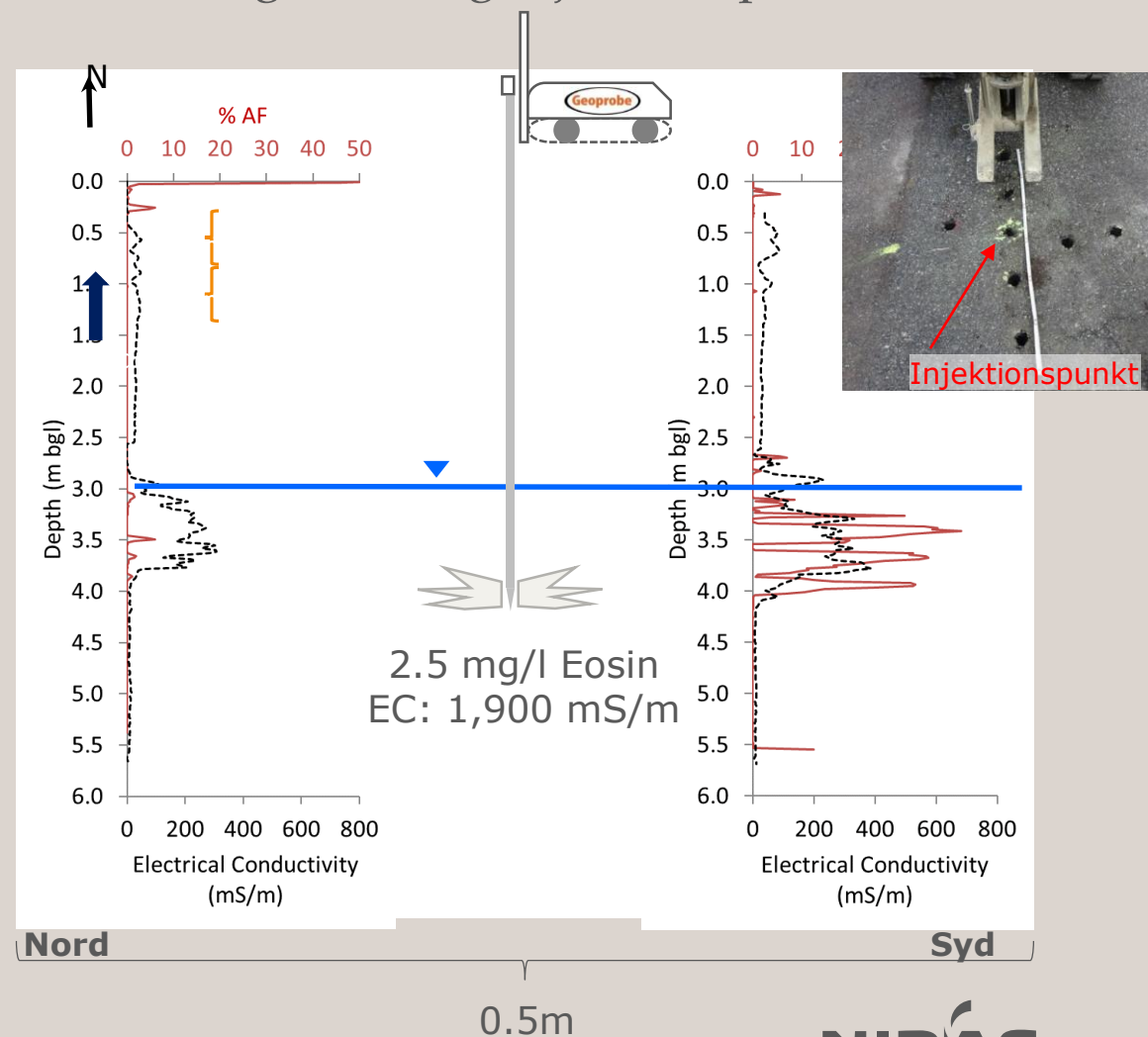
- Alle tracere er synlige under både UV og almindeligt hvidt lys og deres farve UV-respons falder i to grupper orange/grøn *)

**Picture courtesy of Markus Reicher, PhD student at NIRAS/ University of Copenhagen. Under publication*

Geoprobe injektion af tracer opløsning

OIP system med EC/Green/IR anvendt for detektion af fordeling omkring injektionspunkt

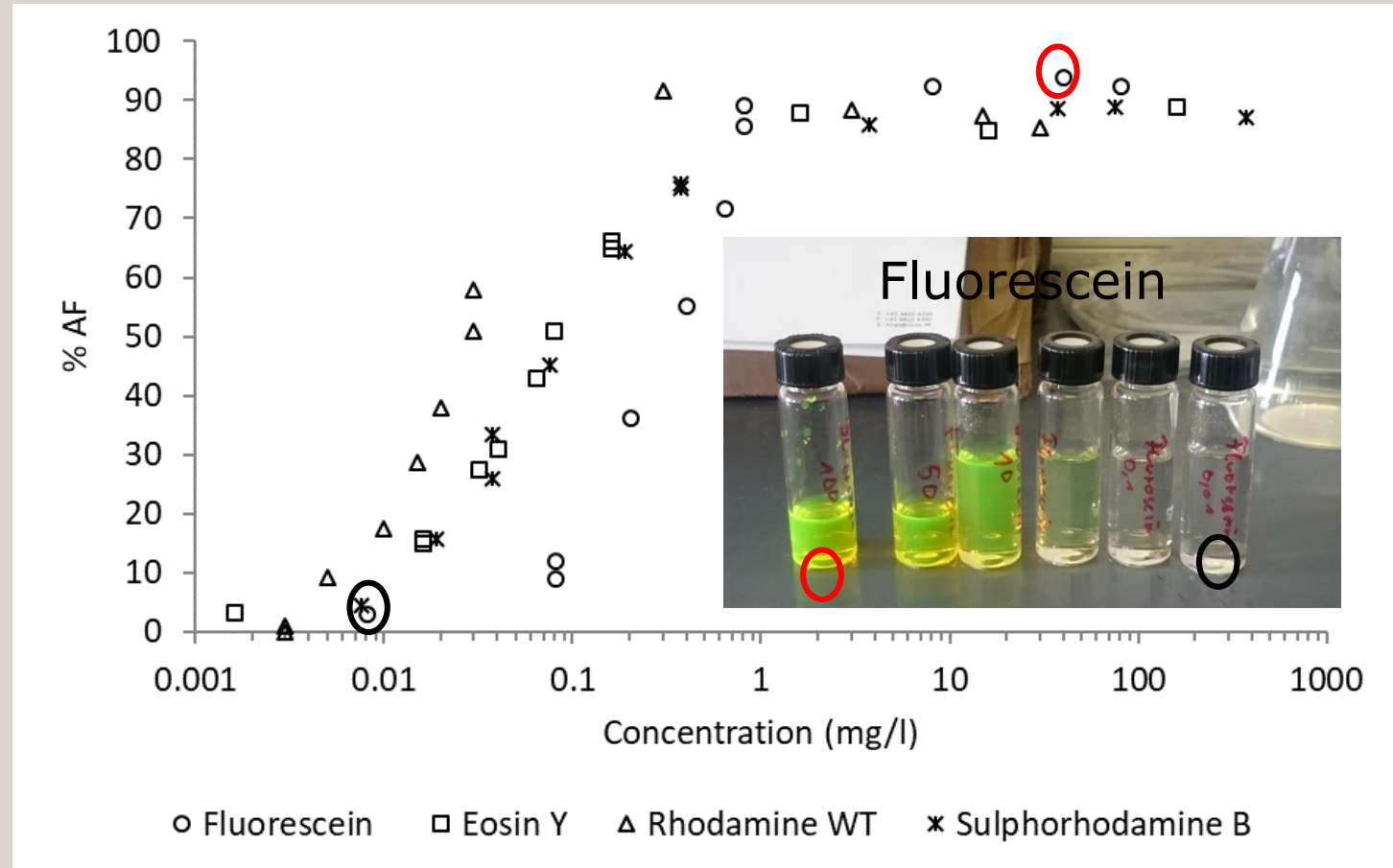
- "Dual tracer" test ved brug af **EC** og **OIP** til detektion af dikaliumfosfat (K_2HPO_4) og Eosine
- Injektion af $1m^3$ vandig opløsning i dybden 4 m u.t. Blandingen har en høj elektrisk ledningsevne (1900 mS/m) og Eosine (2,5 mg/l)
- OIP sonderinger udført i forskellige retninger og afstande fra injektionspunktet (0,5 m vist)
- Begge systemer indikere spredning af tracerne – men **OIP** viser en **finere vertikal opløsning**. Afspejler forskelle i sensor design (effektivt målevolumen)
- Denne brug af tracere muliggør en meget hurtig afklaring af om den ønskede **influens zone** er opnået forud for evt. fuldskala injektion
- Tracerne kan senere detekteres nedstrøms og bidrage med at beskrive den advective transport med grundvandet (hastighed/retning)



OIP-Green (525 nm) på opløste tracere

Måling på vandige opløsninger af standard "Fluorescent Dyes"

- Eosin og Rh-WT kan detekteres ned til 1-10 ppb
- Over ca. 1000-5000 ppb bliver detektoren mættet
- Det dynamiske måleområde er ca. 2-3 decader
- Kvantificering in-situ mulig



Konklusion

- Relativt simpelt og robust system. Produktion op ren OIP på op til 100 m/dag – lidt mindre for OiHPT systemet
- OIP er et hurtigt og kost-effektivt system til at afgrænse en bred vifte af forureninger som benzin, diesel og nogle DNAPLs som kreosot og tjære
- Ved brug af OIHPT systemet kan de jordegenskaber der kontrollere spredningen og fordelingen af NAPL bestemmes med en meget høj vertikal opløsning (1-2cm)
- Real-time resultater muliggør et meget dynamisk undersøgelses forløb, hvor behovet for og planlægningen af nye punkter kan identificeres på stedet.
- Stærkt værktøj til detektion af de fluorescerende tracere der typisk anvendes i hydrogeologiske studier og har vist sig effektive ved udførelse af in-situ injektionsforsøg
- Muligheden for at analysere billederne optaget med almindeligt lys åbner for en række muligheder for tolkning (geologi, redox, vandmætning) og beregning af parametre som kornkurver og hydraulisk ledningsevne – nu med en opløsning på 1-2 cm !

Spørgsmål ?

Anders G. Christensen

Specialist Manager

M.Sc., Environmental engineer

.....
NIRAS

Sortemosevej 19, DK-3450 Allerød, Denmark

www.niras.dk

Phone +45 4810 4200, Fax +45 4810 4300

Direct +45 4810 4405, Mobile +45 2141 8330

agc@niras.dk

