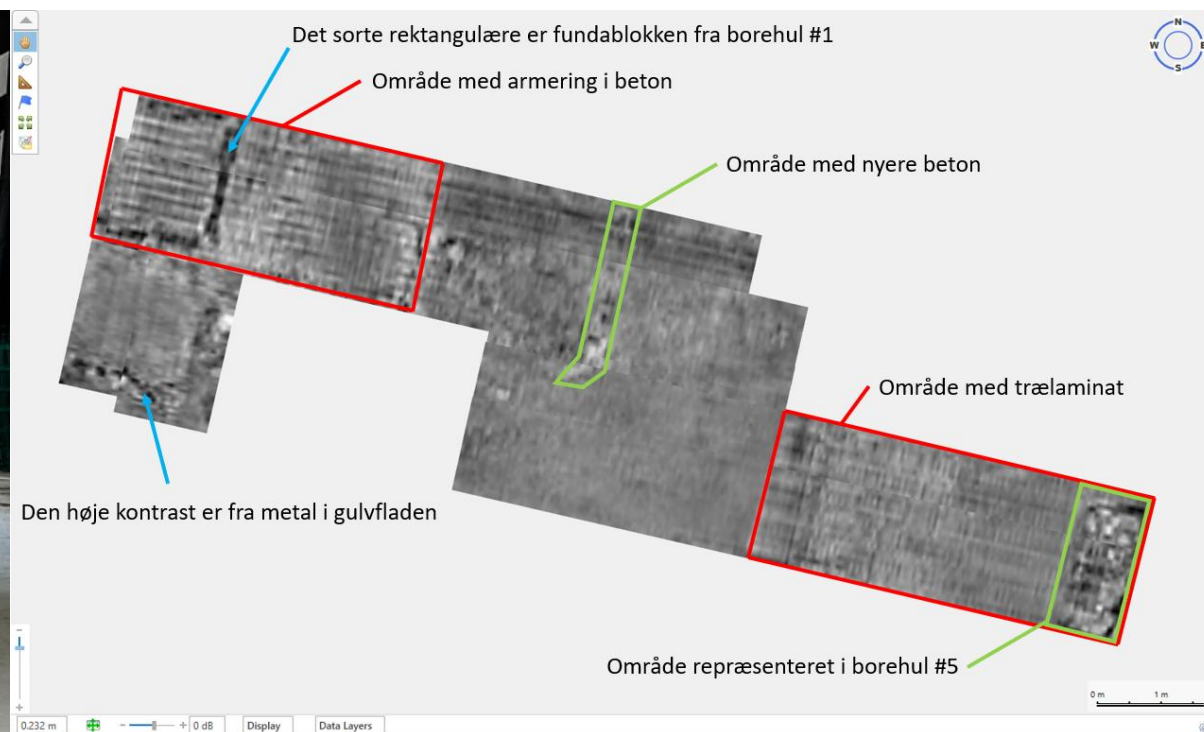


Georadar

Et værktøj til kortlægning af gulvkonstruktioner ved indeluftundersøgelser på forurenede grunde



Et udviklingsprojekt mellem Rambøll og Region Hovedstaden

- Carsten Albrechtsen, Geofysik
- Jørgen Ringgaard, Geofysik
- Iben Langballe, Forurennet Jord og Grundvand

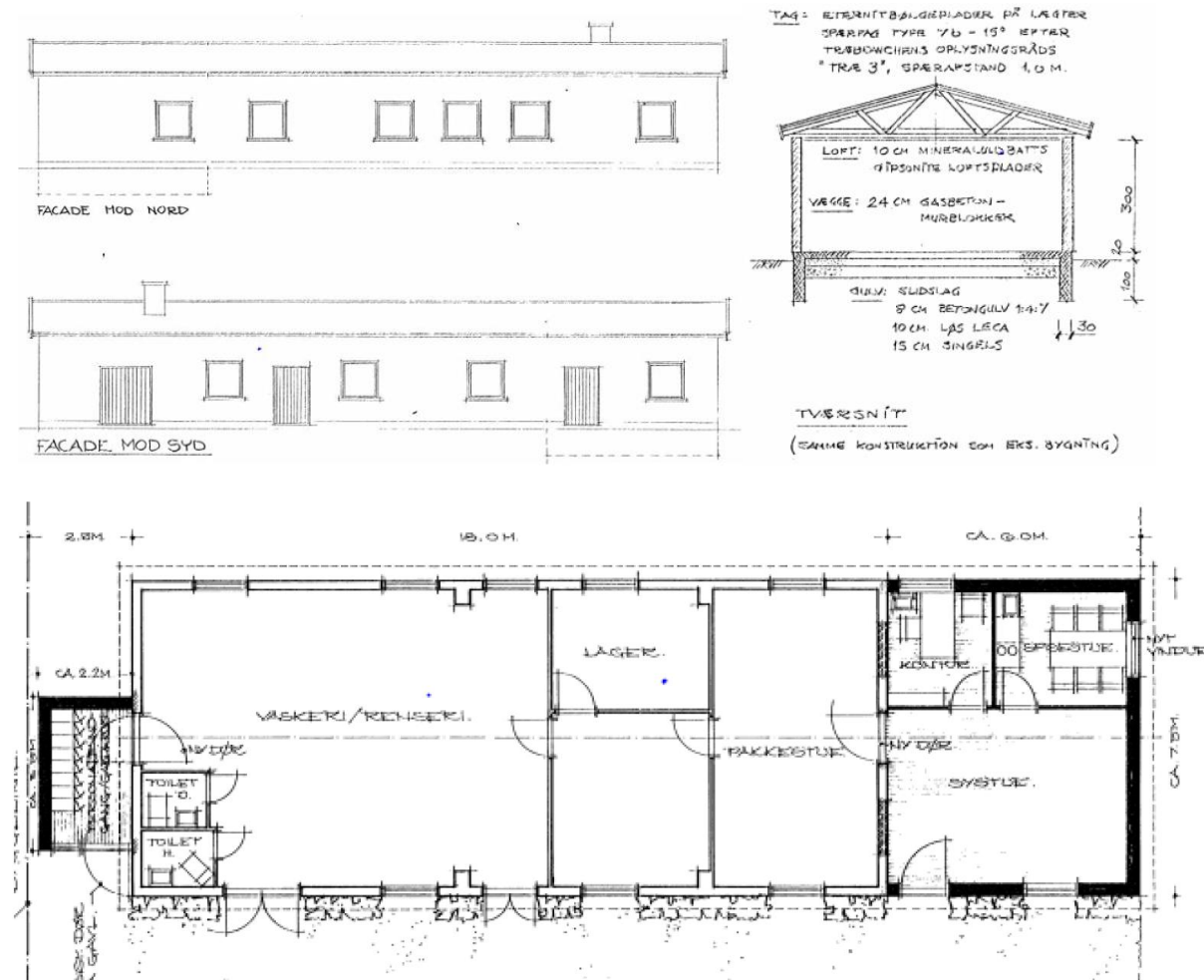


- Mads Georg Møller
- Maria Hag
- Center for Regional Udvikling, Miljø og Ressourcer



Hvorfor er det vigtigt?

- Muligheder og begrænsninger ved metoden?
- I forbindelse med afværgeforanstaltninger er det rigtig brugbart at kende til gulvkonstruktionen
- Er der ventilationslag, isolering og beton? Hvor tykke er enhederne? Er der armering i betonen? Er der ledninger? Er der andet man bør kende til?
- Tekniske tegninger verificeres med borehuller
- Georadaren er ikke-invasiv og har mulighed for fuld fladedækning



Hvad er en georadar?



3D-Georadar

Kontur DX, 200-3000 MHz (luftkoblet)

Kontur DXG, 200-3000 MHz (jordkoblet)

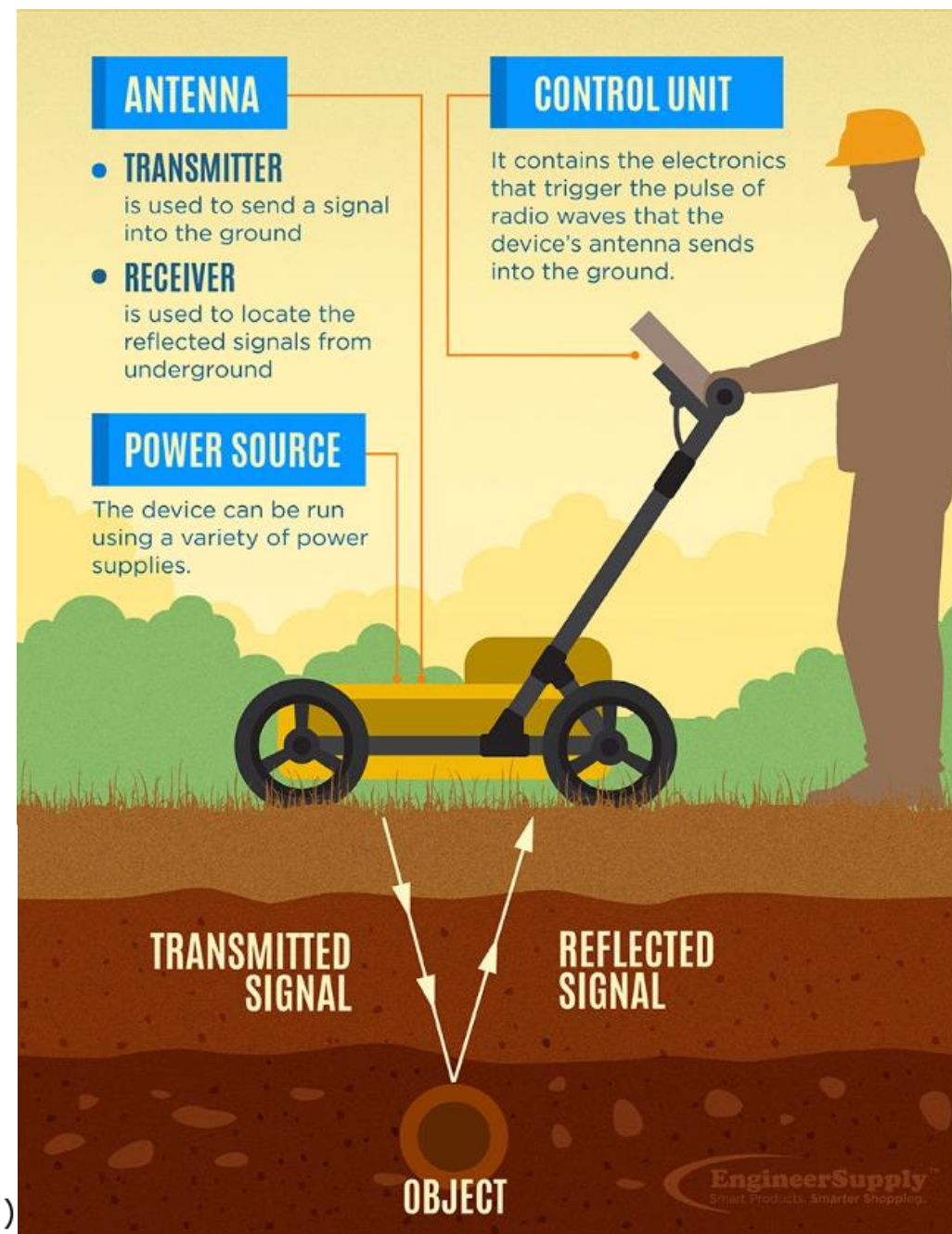
2D-Georadar

ImpulseRadar CO1760, 170 MHz og 600 MHz

GSSI Shielded Antenna, 900 MHz

GSSI StructureScan Mini, 2700 MHz

ScreeningEagle GS8000, 40-3440 MHz (fremvist af producent ved Innovationsgaragen)



Georadarens anvendelsesmuligheder



Undersøgte lokaliteter

Skovlunde – Innovationsgaragen



Køge – Tujavej 11



Undersøgte lokaliteter

Tujavej 11



Innovationsgaragen

Ortofotos af grundplan gennem SfM

3D-model fra mere end hundrede billeder

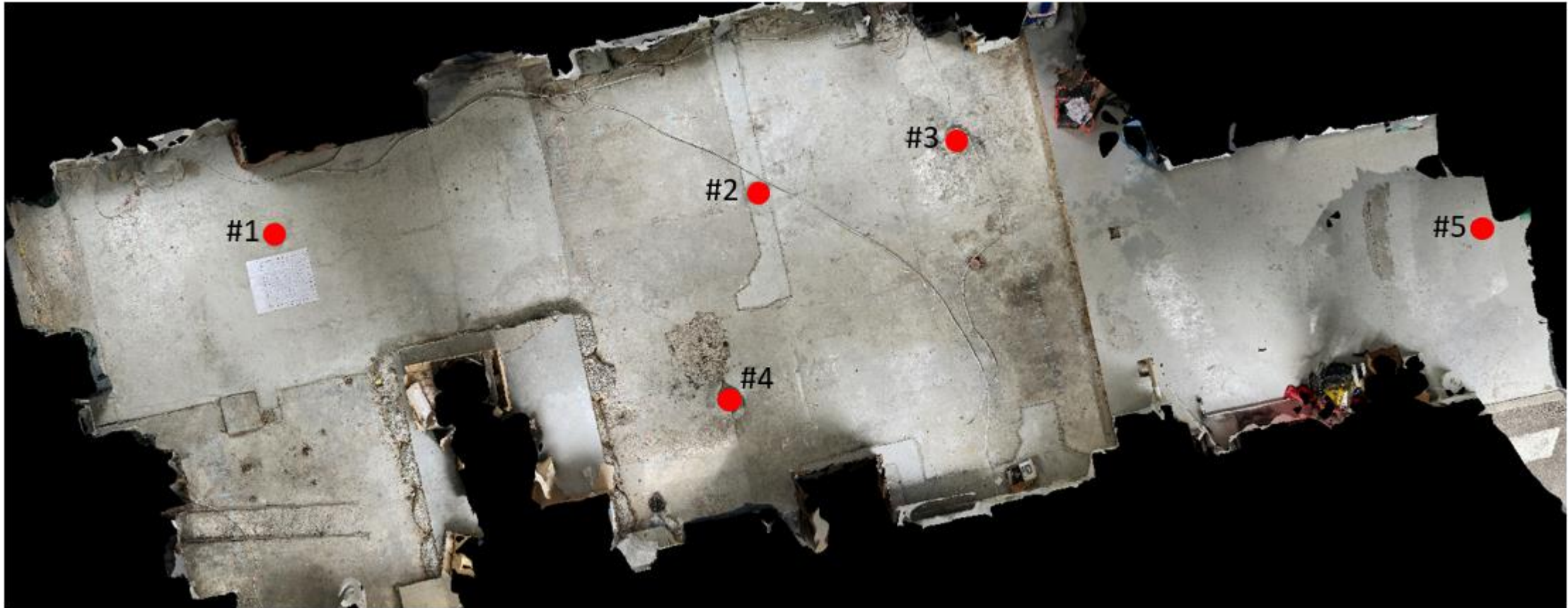
Værdifuldt overblik

Eksempel med simpel laserscan

3D-model fra kælder under Helligåndskirken

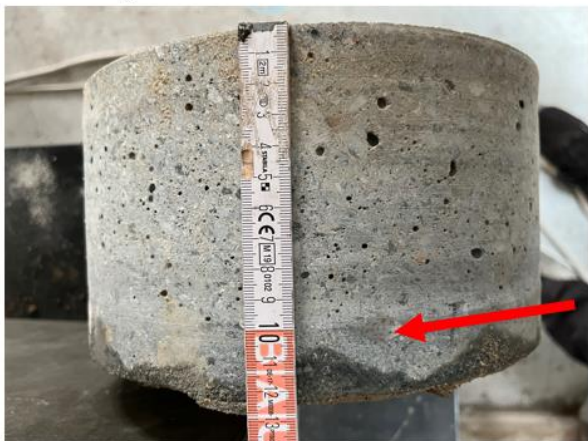


Innovationsgaragen – fem borehuller (ø250 mm)



Innovationsgaragen – resultat fra borehuller

130 mm beton
60-75 mm grus over fundablok
>200 mm grus under fundablok



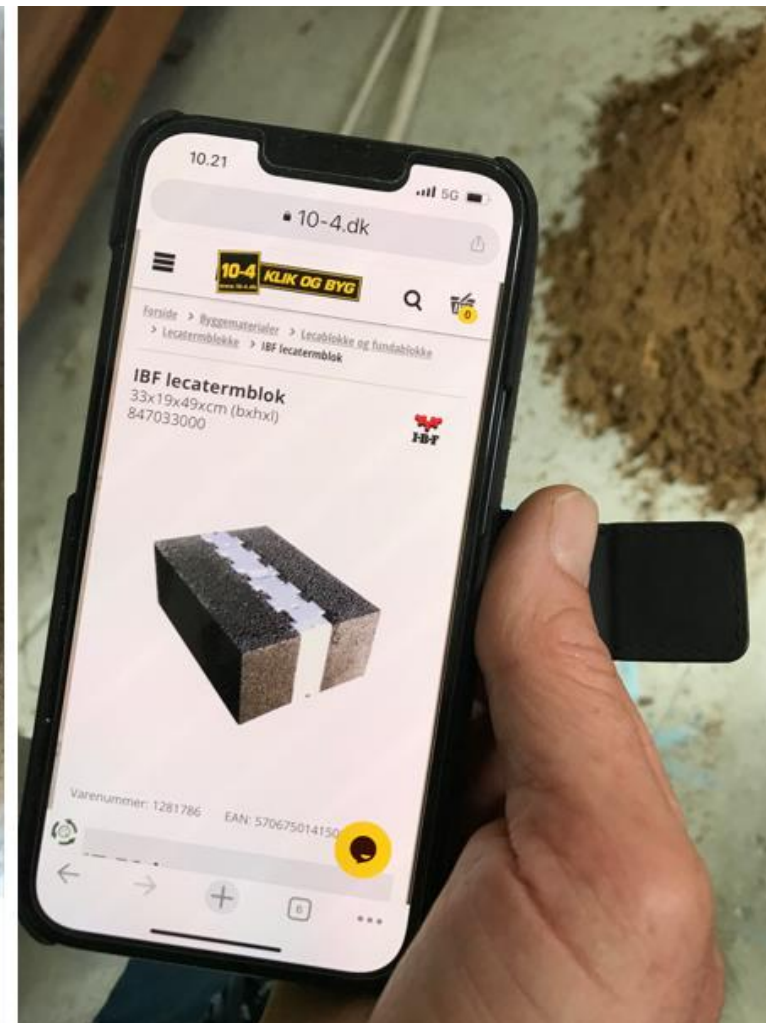
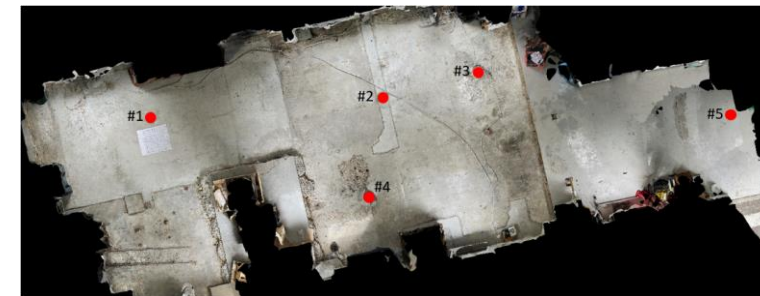
130 mm beton
150 mm slaggr
>400 mm ler/sand



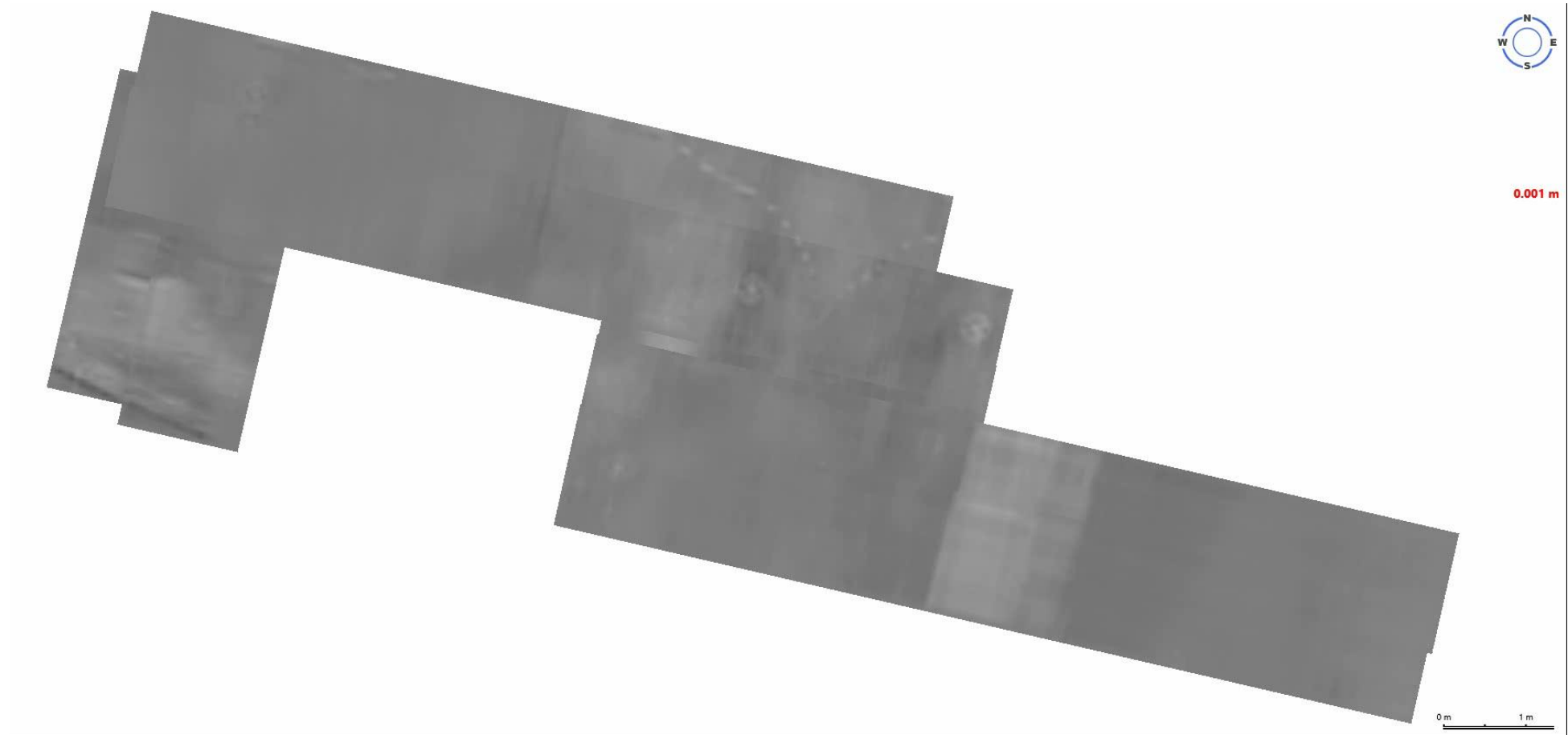
30 mm beton
85 mm grov beton
180 mm slaggr
> 400 mm ler/sand



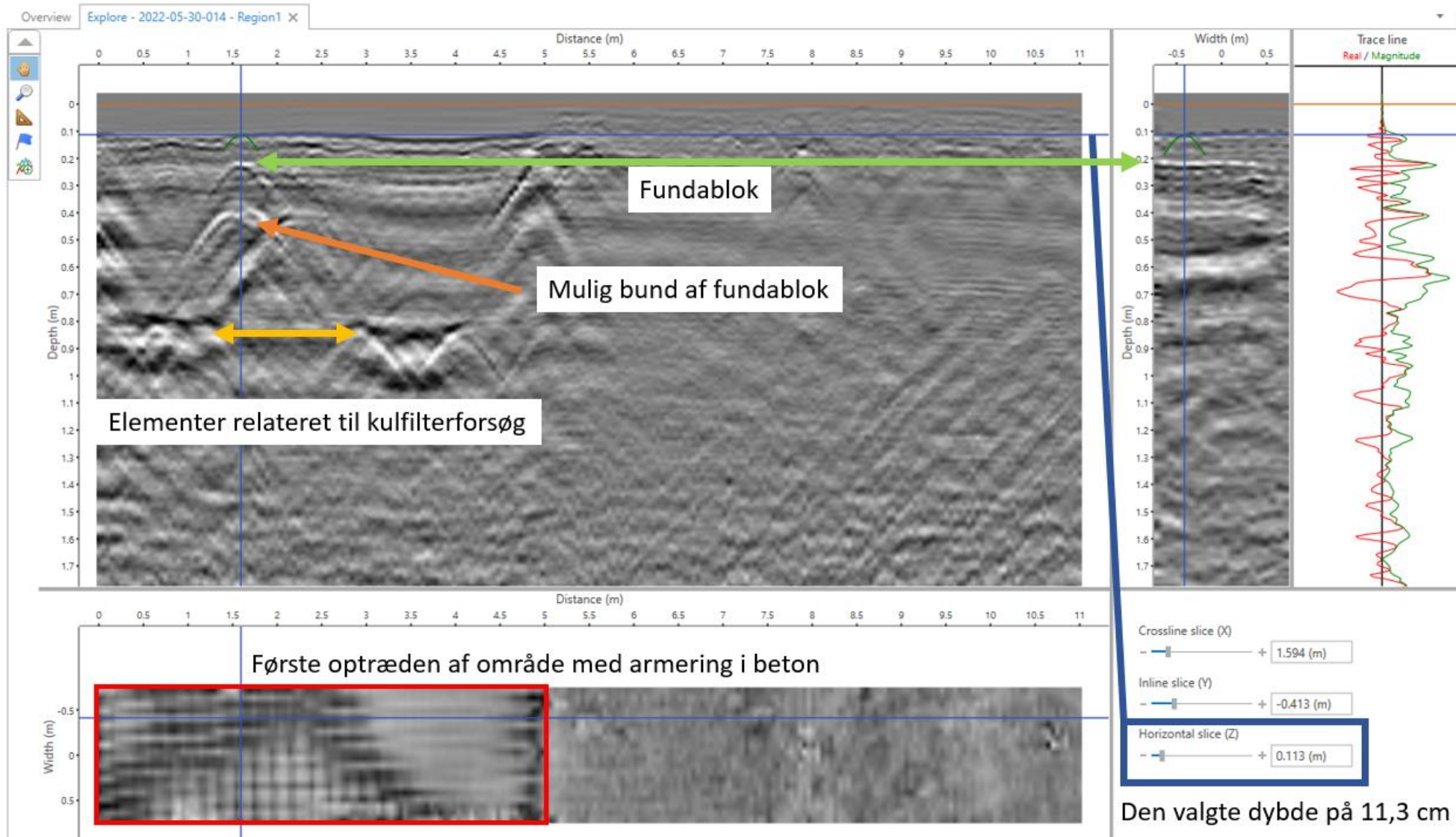
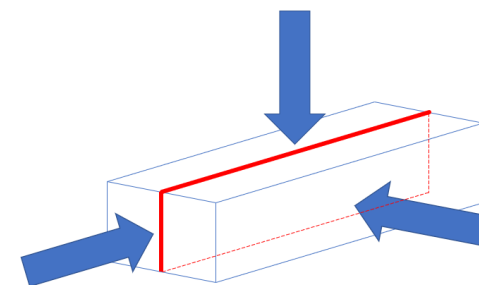
25 mm beton
80 mm grov beton
150 mm slaggr
> 400 mm ler/sand



Innovationsgaragen – 3D-georadar

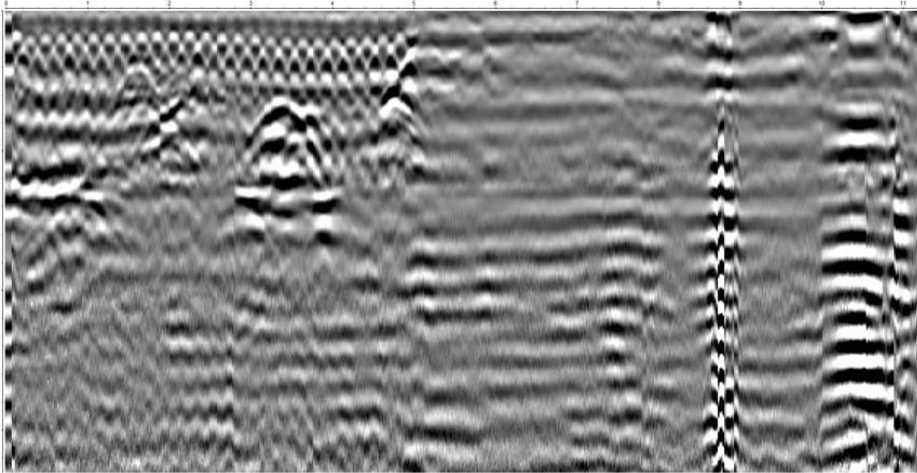
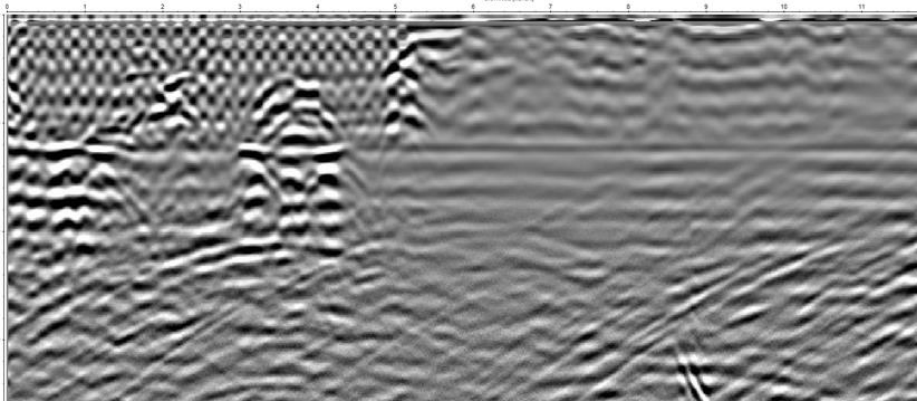


Innovationsgaragen – 3D-georadar



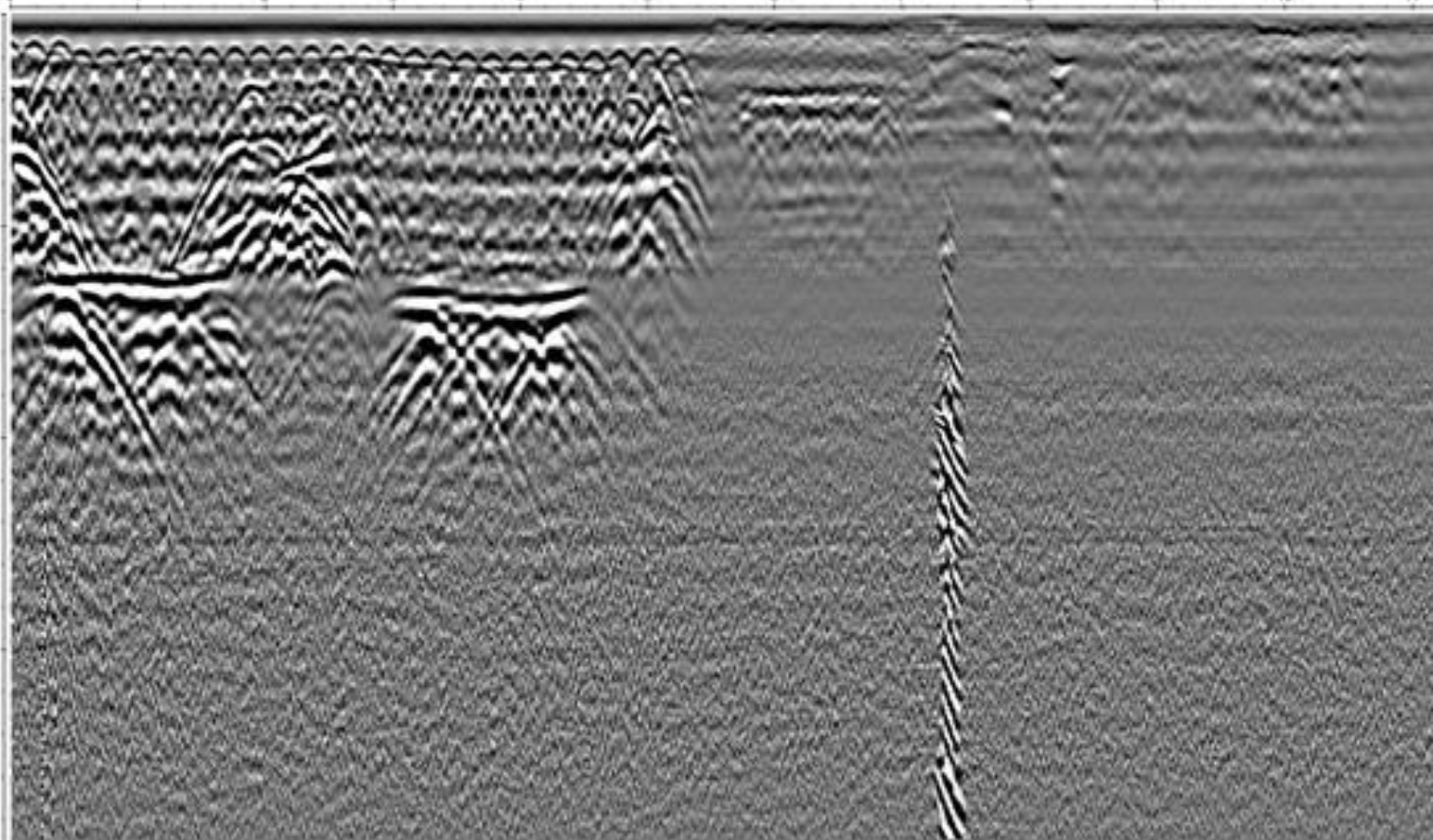
Innovationsgaragen – 2D-georadar

600 MHz



900 MHz

Højfrekvent output fra 40-3440 MHz



Det sorte rektangulære er fundablokken fra borehul #1

Område med armering i beton

Område med nyere beton

Område med trælaminat

Den høje kontrast er fra metal i gulvfladen

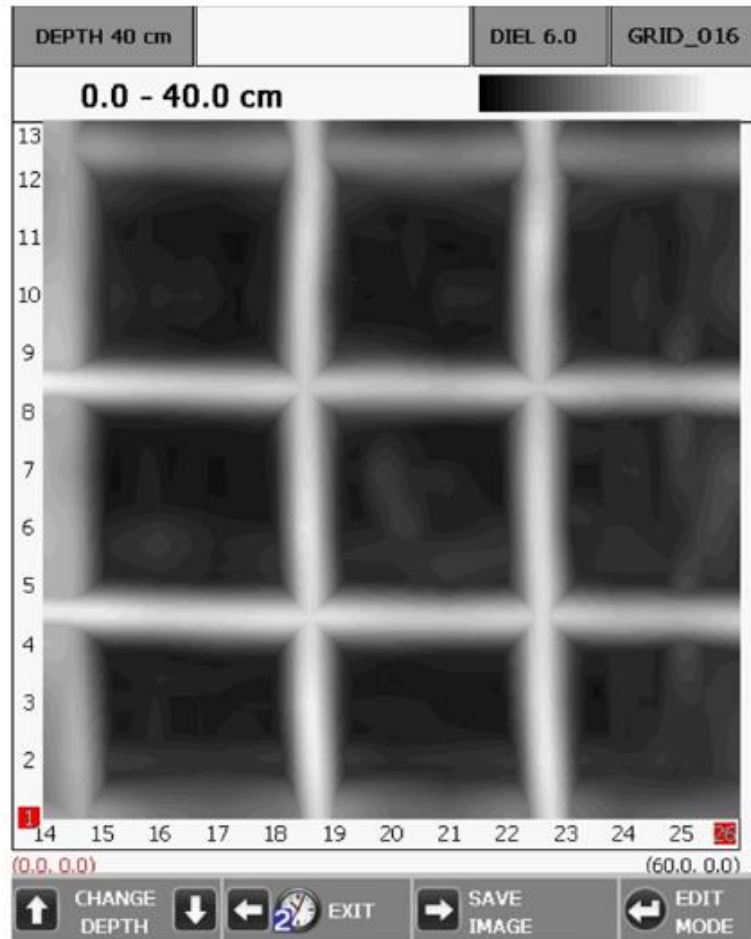
Område repræsenteret i borehul #5

0 m 1 m

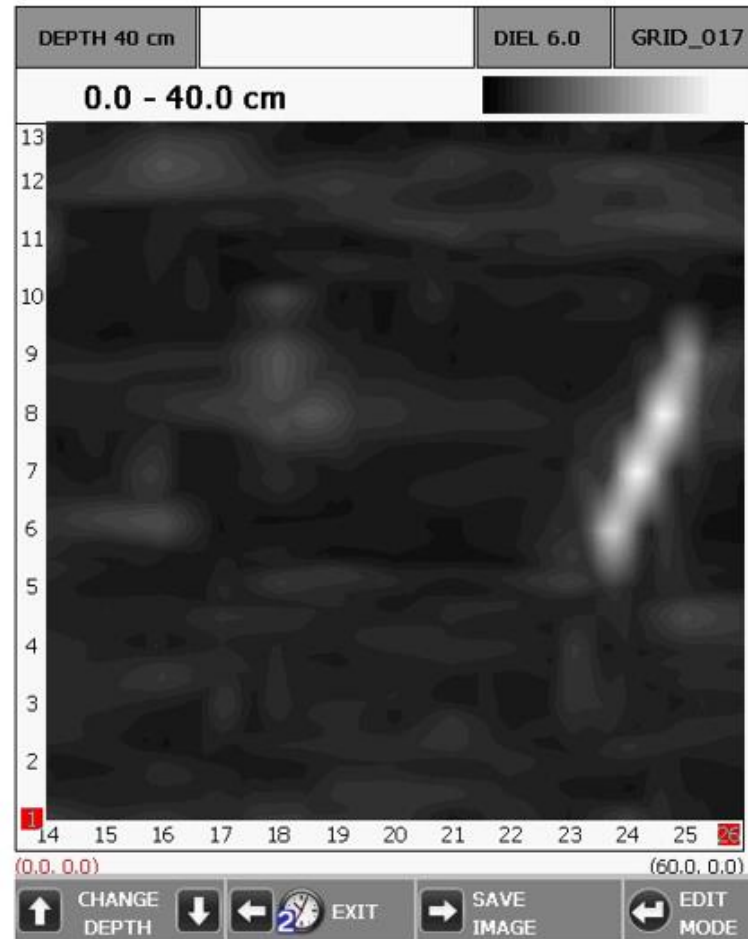
0.232 m 0 dB Display Data Layers



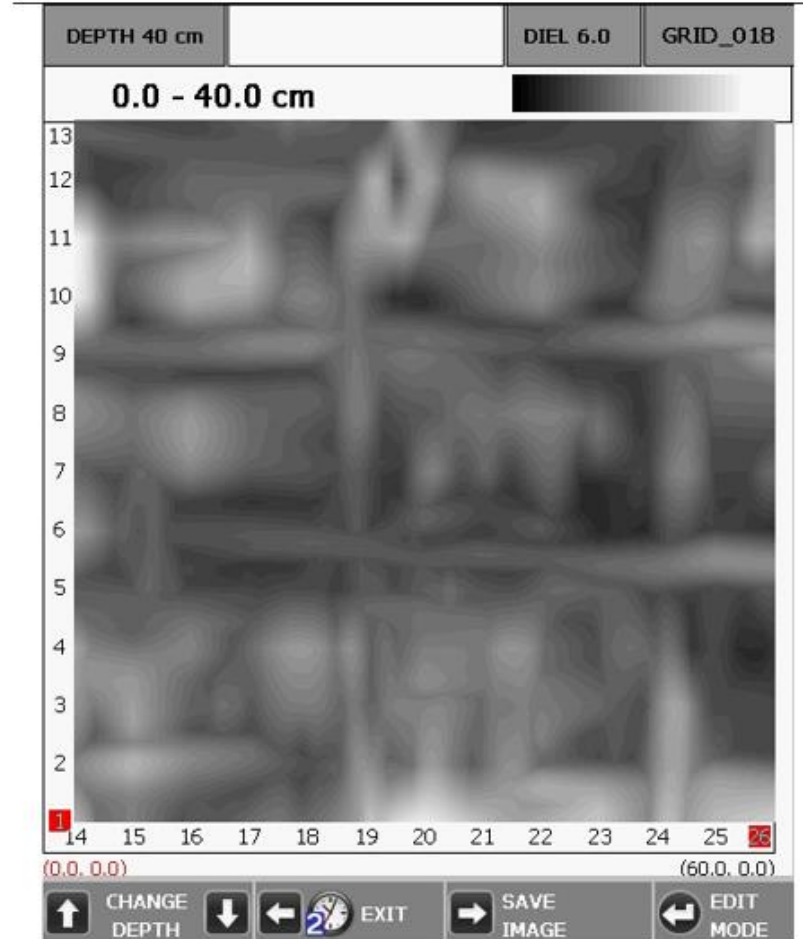
Betonens bæreevne med kendskab til armeringens maskestørrelse



Ved boring #1



Ved boring #3



Ved boring #5

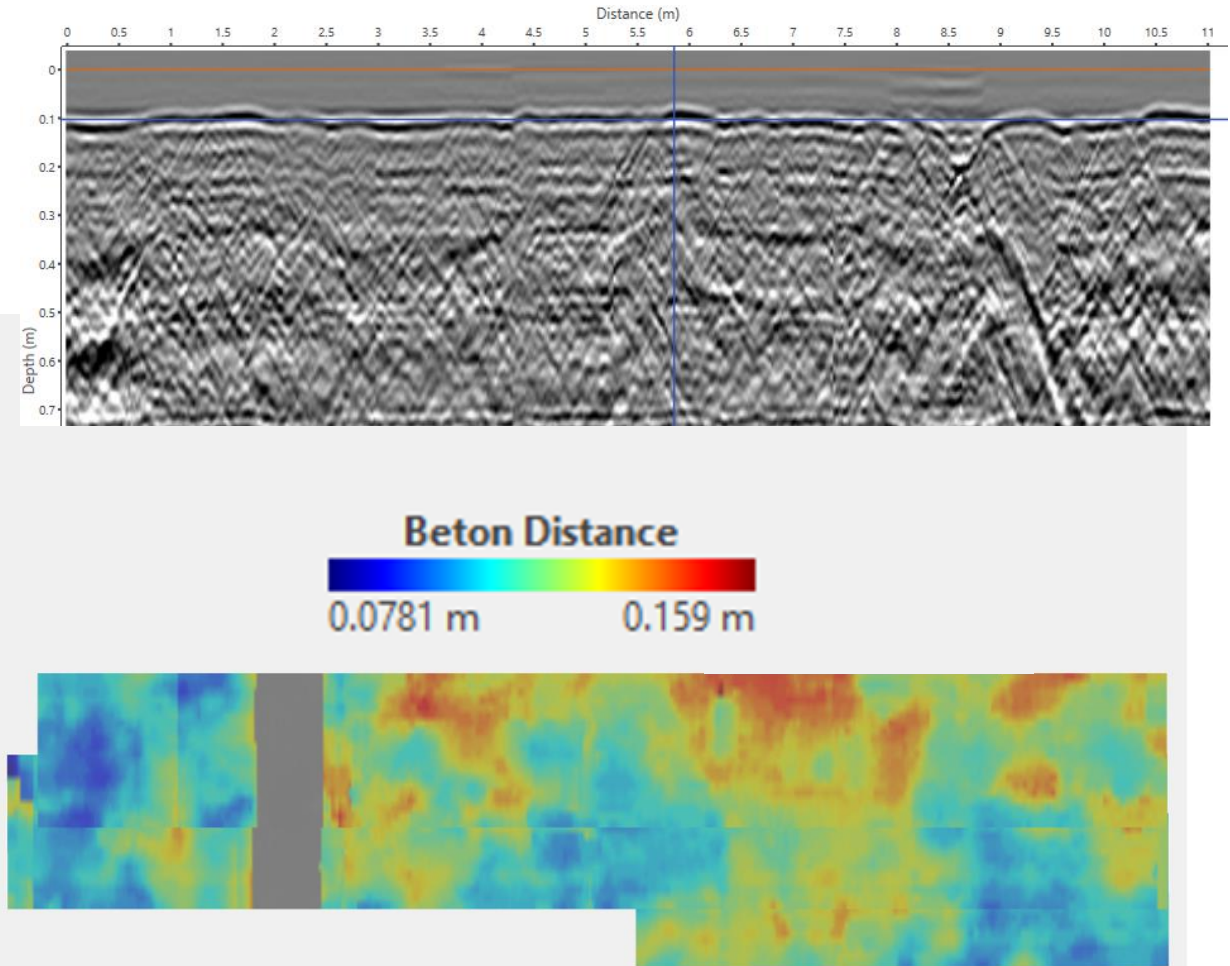
Kortlægning af betontykkelse med 3D-georadar – Tujavej



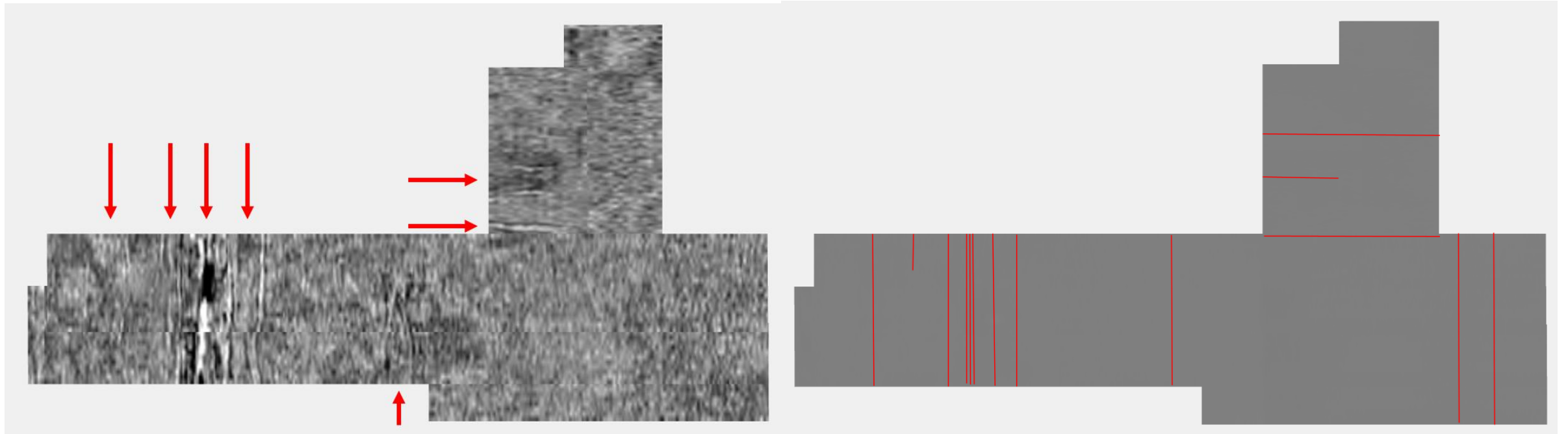
10 cm beton
5 cm rockwool
30 cm singles
Ukendt sand/grus/ler



Kortlægning af betontykkelse med 3D-georadar

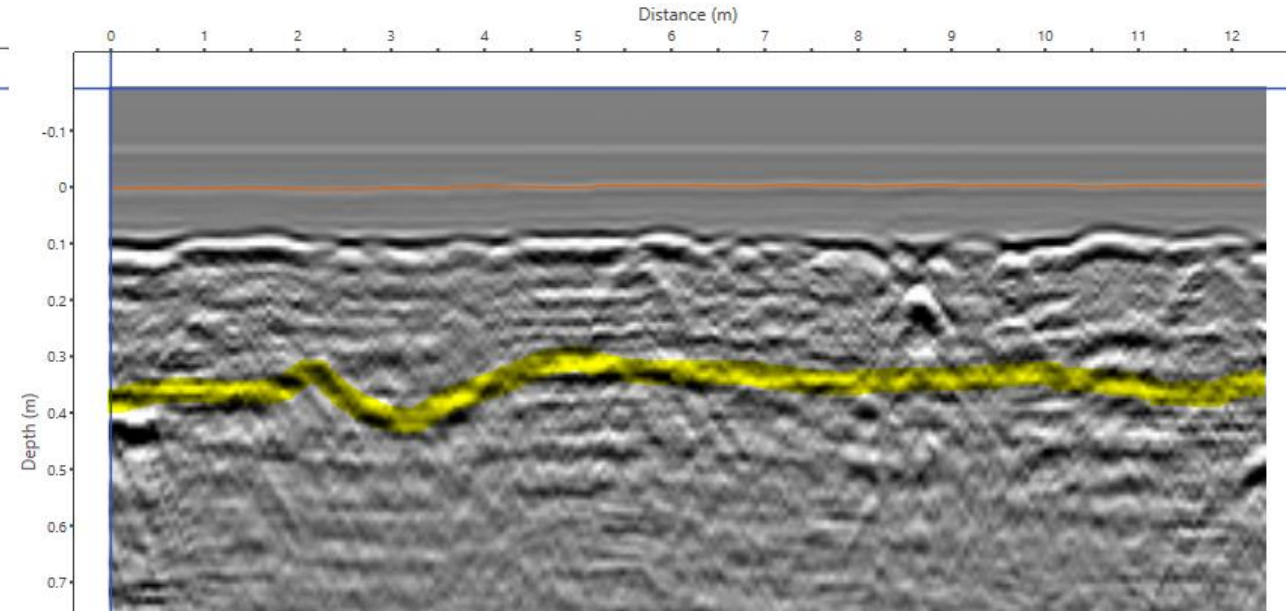
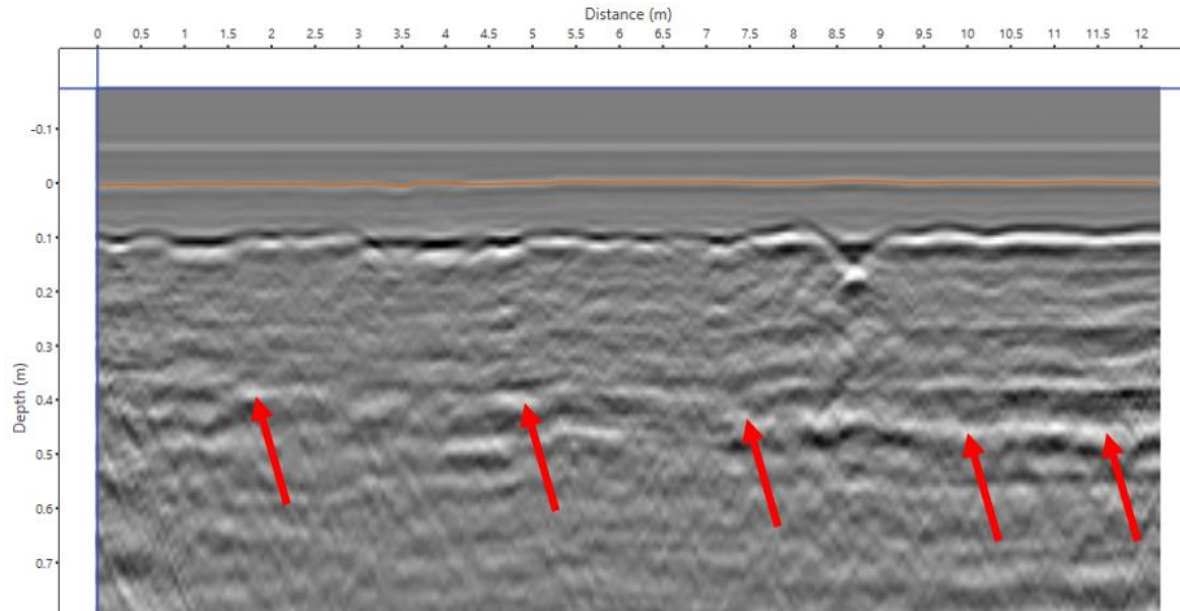


Kortlægning af ledninger med 3D-georadar - Tujavej



Kortlægning af drænrør viste sig dog at være svært, da de luftfyldte rør var placeret i ventilationslaget, hvis matrix er luftfyldt

Kortlægning af laggrænser med 3D-georadar - Tujavej



Overordnede fordele og ulemper ved georadarmetoden

Fordele

- Ikke-invasiv metode
- Fladedækkende kortlægning og tolkning
- Bedre placering af eventuelle borehuller
- Præcise dybdeangivelser ved god hastighedsmodel

Ulemper

- Dyrere end udførsel af borehuller
- Svært at love, hvad der kan opnås på forhånd
- Mulighederne er utroligt materialeafhængige!
- Traditionelle fjender: lerminerale, metal i gulvfladen, saltvand og overfladevand
- Signalet udfordres af:
 - Scattering: grov beton og singleslag
 - Dæmpning: ler/sand-kombi
 - Reflektion: isolering

Muligheder og udfordringer ved 3D-georadar

Muligheder

- Godt frekvensspektrum – SFCW-signal
- Fladedækning – interpoleret datakube
- Høj densitet af data – antennenpar for hver 7,5 cm
- Afgrænsning af ensartede områder

- Kortlægning af betontykkelse
- Kortlægning af armering
- Kortlægning af ledninger
- Kortlægning af fundamenter og faste installationer
- Kortlægning af laggrænser
- Kortlægning af luftfyldte lag - isolering og hulrum

Udfordringer

- Energi spredes ud over hele spektret
- Svært at dække hele gulvfladen

- Udfordres af grov beton og armering
- Armering ses bedst ved fin beton
- Ikke alle ledninger kan nødvendigvis kortlægges
- Der kræves en magnetiserbar kontrast
- Udfordrende! Materialeafhængigt, DX vs. DXG
- Tykkelse er svær at estimere og meget energi reflekteres

Muligheder og udfordringer ved 2D-georadar (GS8000)

Muligheder

- Godt frekvensspektrum – SFCW-signal
- 2D-profiler er virkelig højobløste!
- Datadækning af hele gulvfladen
- Mulighed for at interpolere mellem linjer - datakub
- Densitet af data afhænger af brugeren
- Afgrænsning af ensartede områder

- Kortlægning af betontykkelse
- Kortlægning af armering
- Kortlægning af ledninger
- Kortlægning af fundamenter og faste installationer
- Kortlægning af laggrænser
- Kortlægning af luftfyldte lag - isolering og hulrum

Udfordringer

- Energi spredes ud over hele spektret

- Tidskrævende
- Tidskrævende
- Afhænger af datadensitet

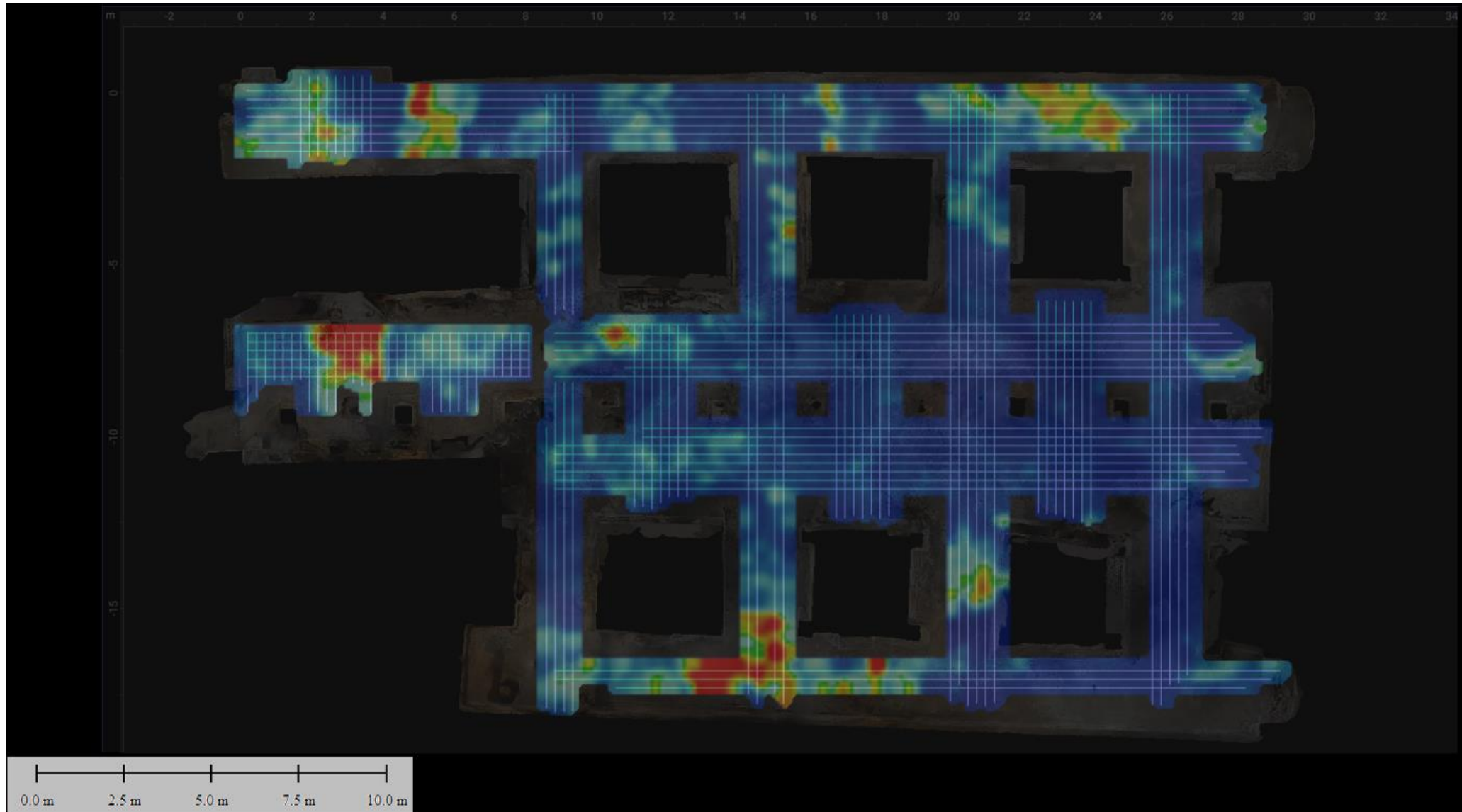
- Udfordres af grov beton og armering
- Armering ses bedst ved fin beton
- Ikke alle ledninger kan nødvendigvis kortlægges
- Der kræves en magnetiserbar kontrast
- Udfordrende! Materialeafhængigt
- Tykkelse er svært at estimere og meget energi reflekteres

Fremtidigt arbejde

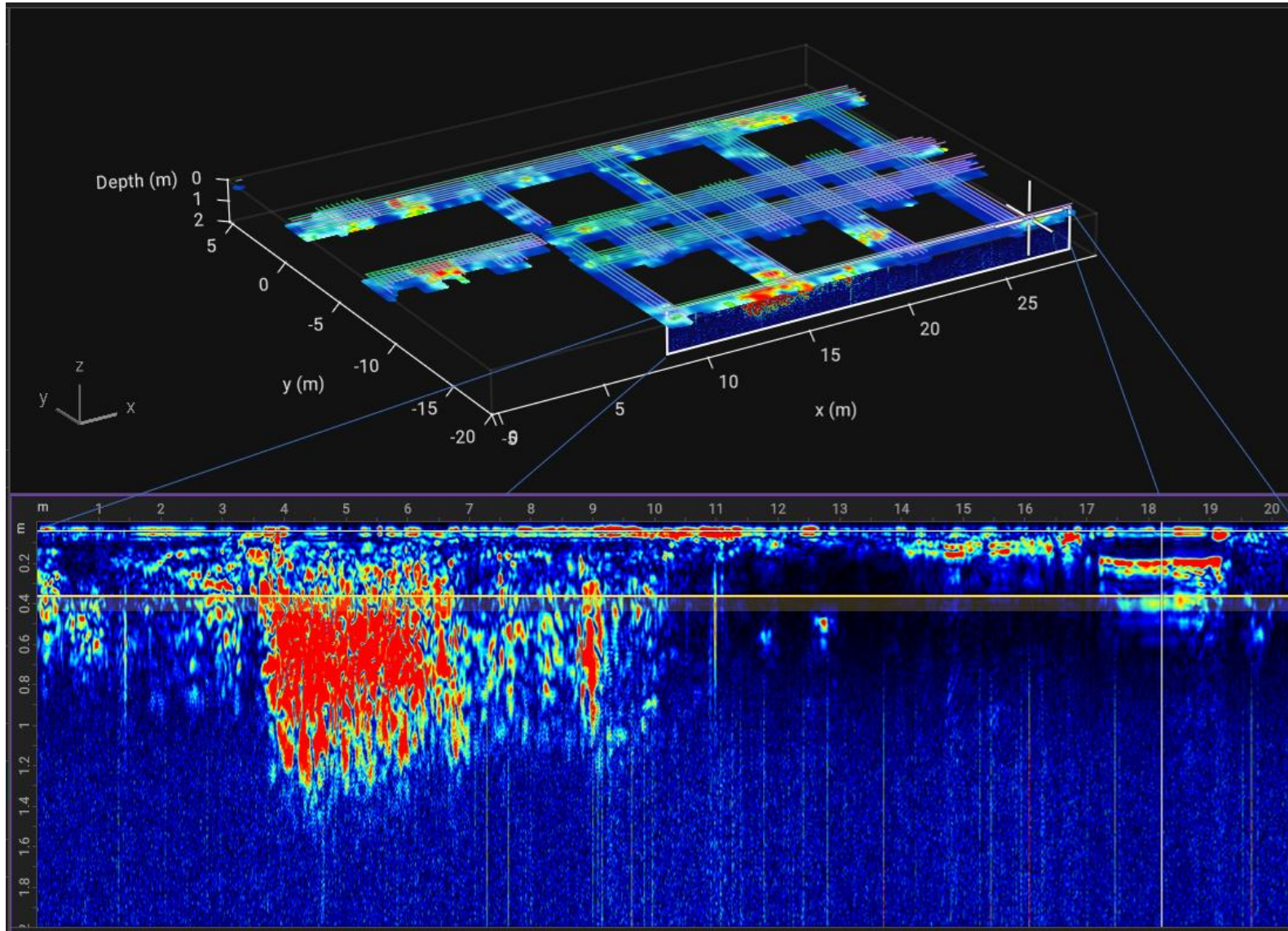
- Kan “dårligt” data være godt?
- Koordinatsatte indendørsdata
- Bliv klogere
- Teste nyindkøbt 2D-georadar ved Innovationsgaragen og Tujavej 11
- Effektivisere – nedbringe prisen



Eksempel på fladedækning med nyindkøbt 2D-georadar



Eksempel på fladedækning med nyindkøbt 2D-georadar



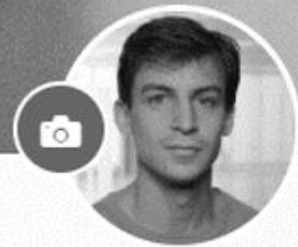


Jørgen Ringgaard

Senior Geophysicist
Copenhagen

 JRI@ramboll.dk

 +45 51 61 68 07



Carsten Albrechtsen

Geologist
Copenhagen

 CRTA@ramboll.dk

 +45 51 61 43 54