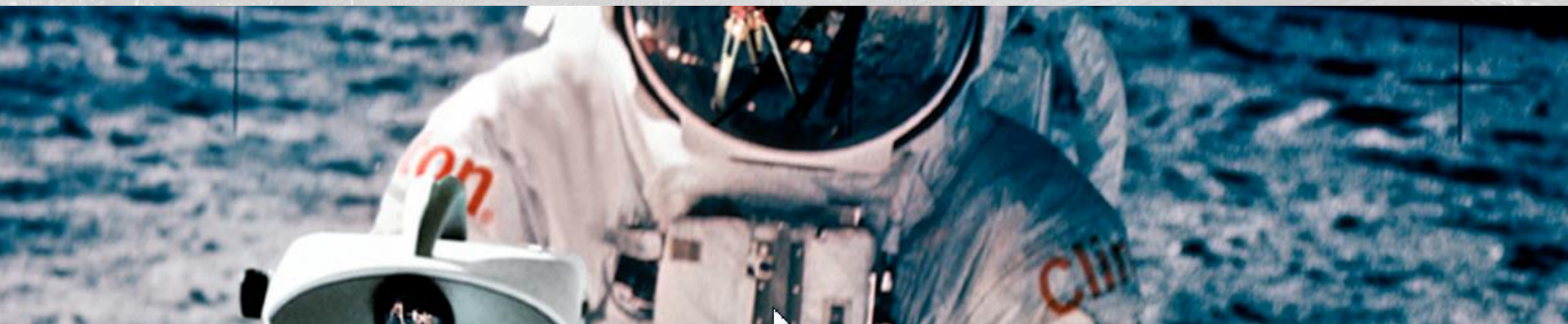


## Clinton Marine Survey

Utrustning för undervattensmätning – en säker och effektiv metod att inspektera en avbördningstunnel

Trolle Carlsson

SwedCOLD 2019-10-22



## Mål för Presentationen

- Clinton Marine Survey – vilka är vi?
- Exempel från scanning av en avbördningstunnel
- Potential och utmaningar med metoden
- Sammanfattning



## Vilka är Clinton?

- Sjömätning
- Geofysiska undersökningar
  - Maringeologi
  - Sedimentprovtagning
  - Bottenpenetrerande ekolod
  - UXO
  - Kartera ledningar/kablar
- Biologi
- Undervattensinspektioner







### Fartyg:

- MV Northern Wind
- MV Lode
- MV Nils
- MV Stenkoll
- MV Northern Star
- MV Northern Light

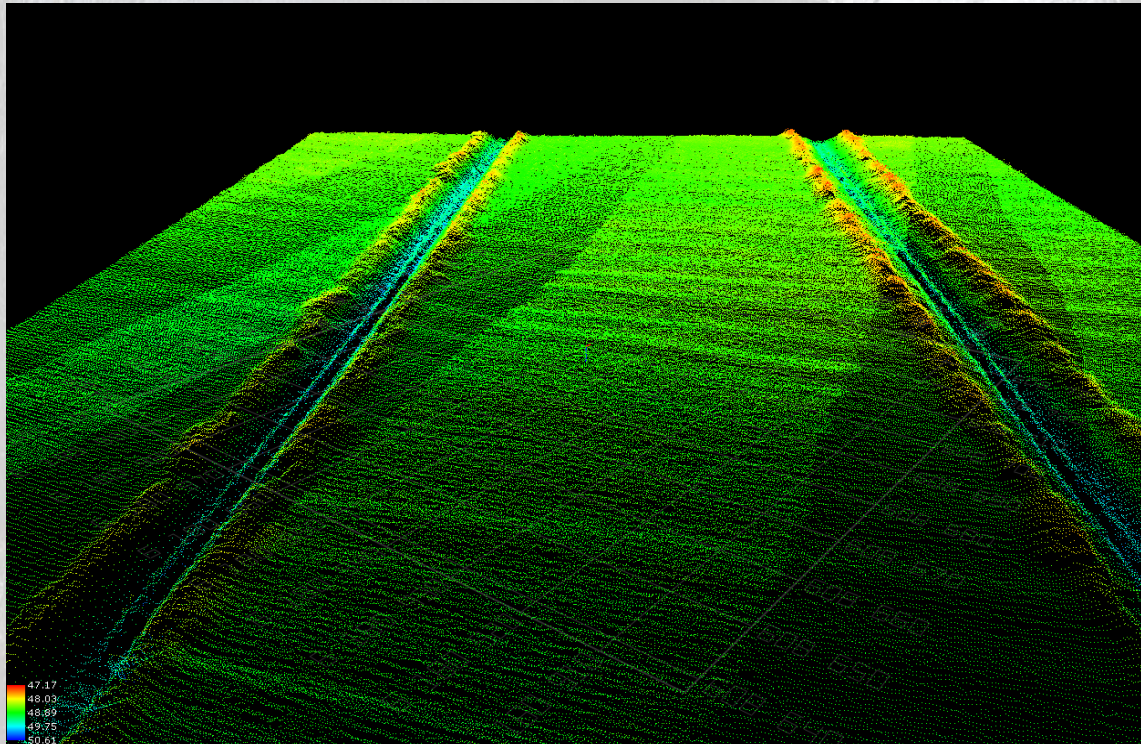


## Ekolod

- Vi utnyttjar ljud för att mäta avstånd (djup), identifiera och karaktärisera objekt
  - Flerstråligt ekolod / Multibeam (MBES)
  - Sidotittande sonar / Sidescan sonar (SSS)
  - Roterande sonar / Profiling sonars
  - Sub Bottom Profiler (SBP)



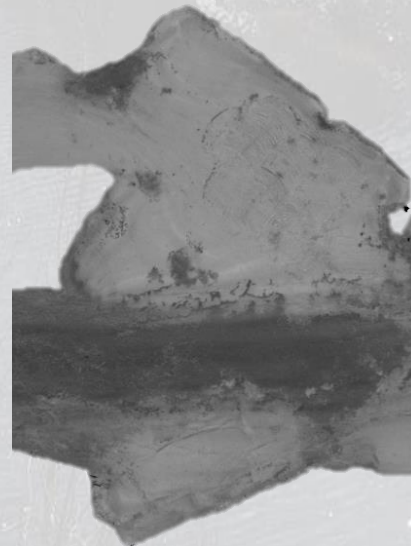
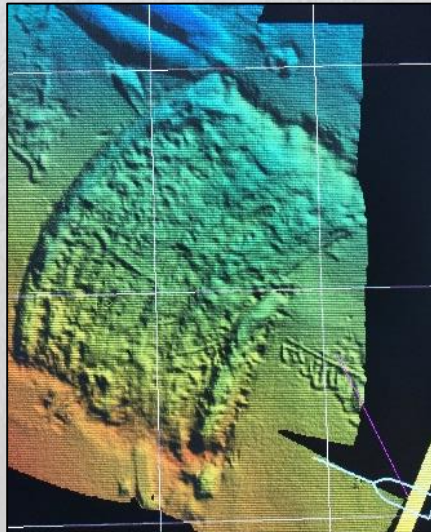
## Djupdata (batymetri) insamlad med flerstråligt ekolod (MBES)



Exempel på punktmoln som visar ledningar i sediment

## Backscatter (BCS)

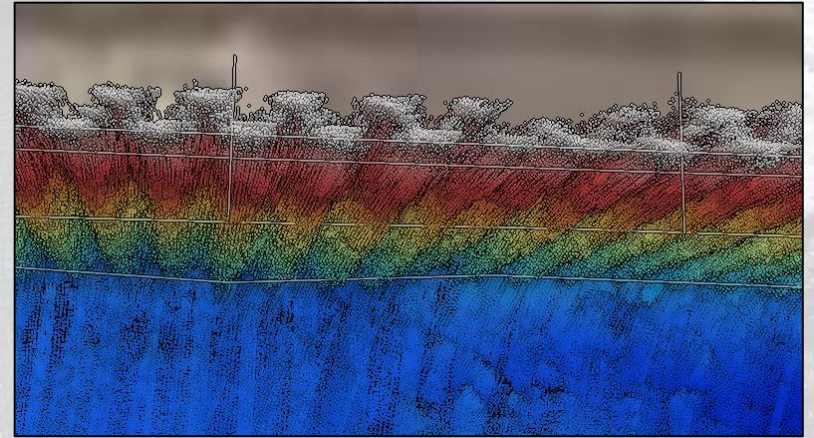
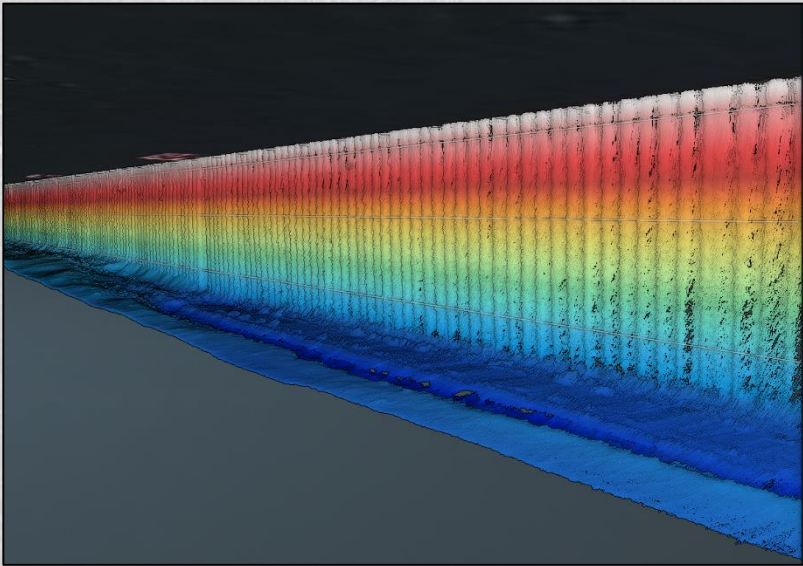
Reflekerat eko = relativ hårdhet



Vid insamling loggas även intensiteten på det reflekterade ekot. Hårdare botten reflekterar mer av ljudpulsen än mjukare botten. Kan bland annat användas för att tolka ytgeologi



## Vinklat ekolod

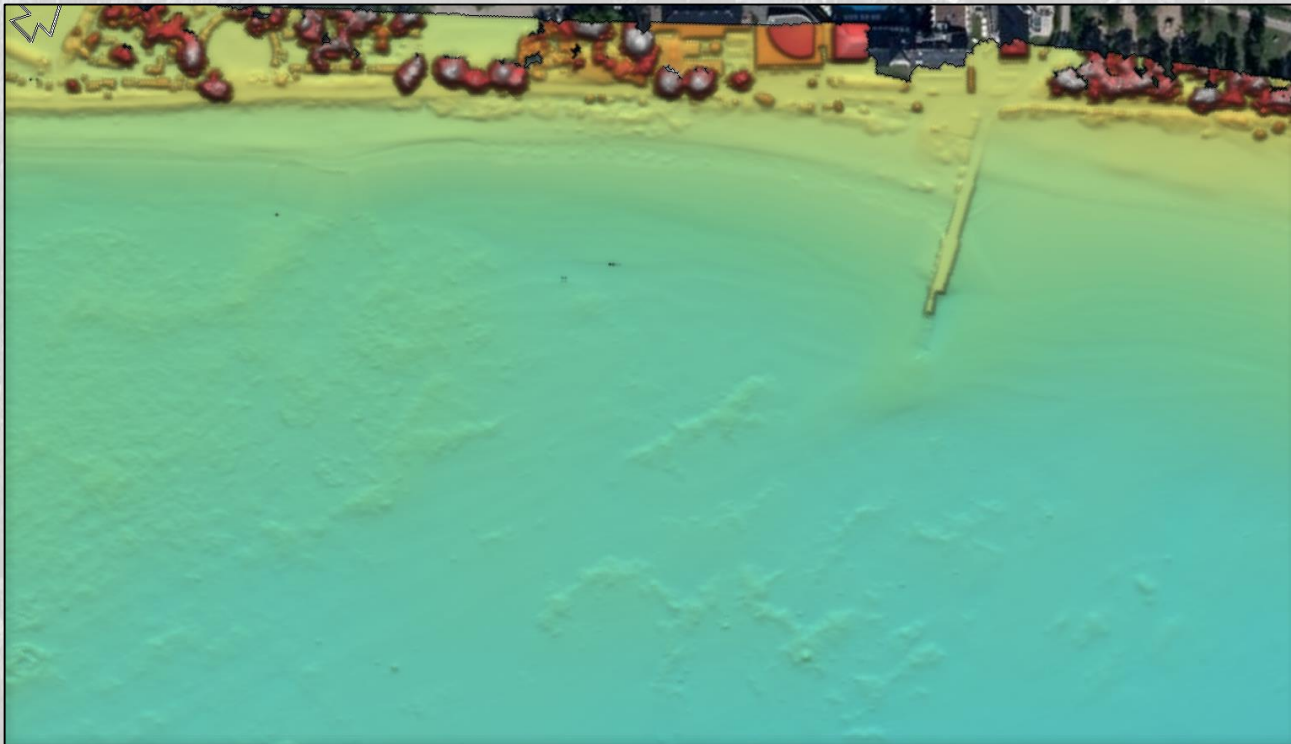




## Fotogrammetri



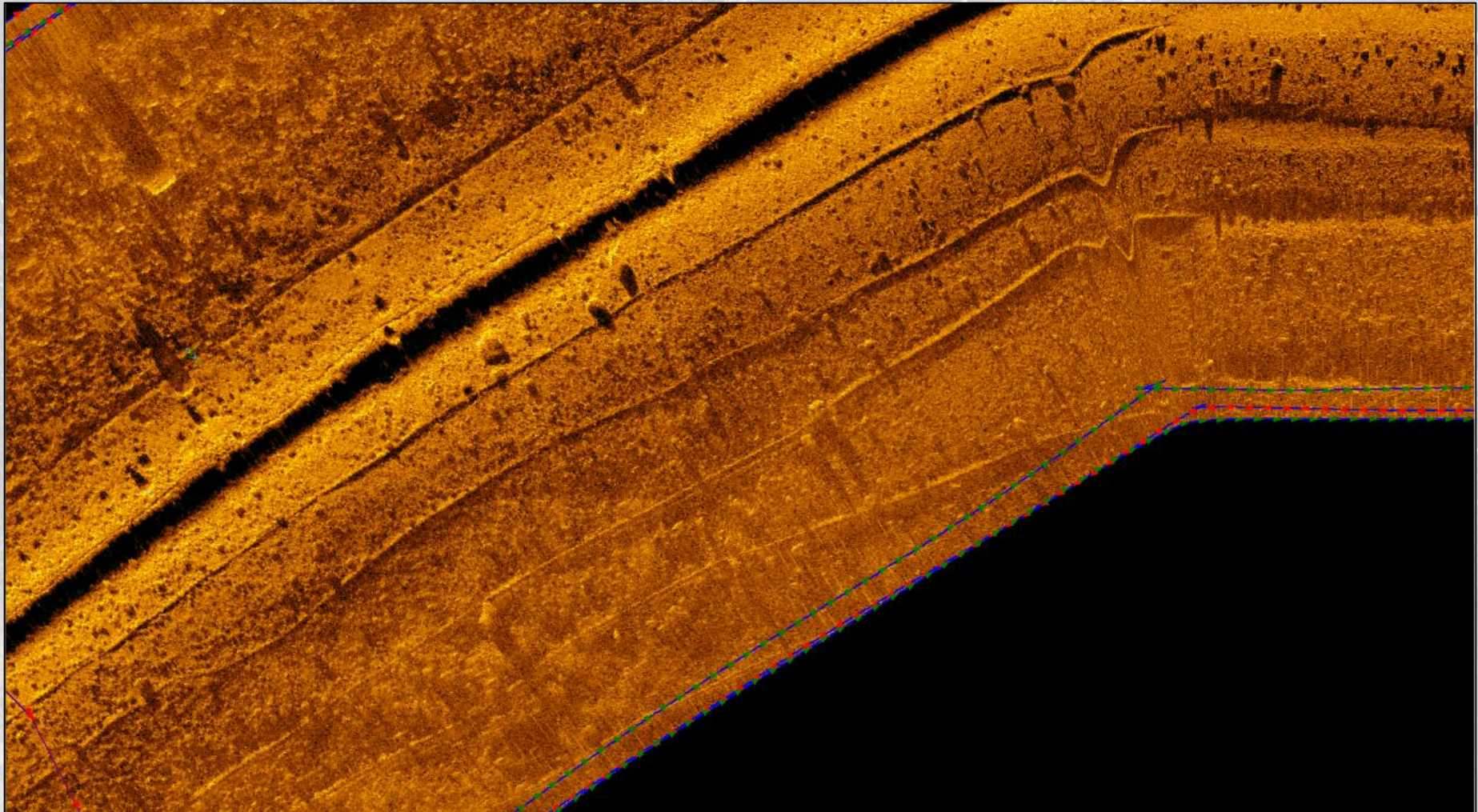
### UAS (drönare) och batymetri



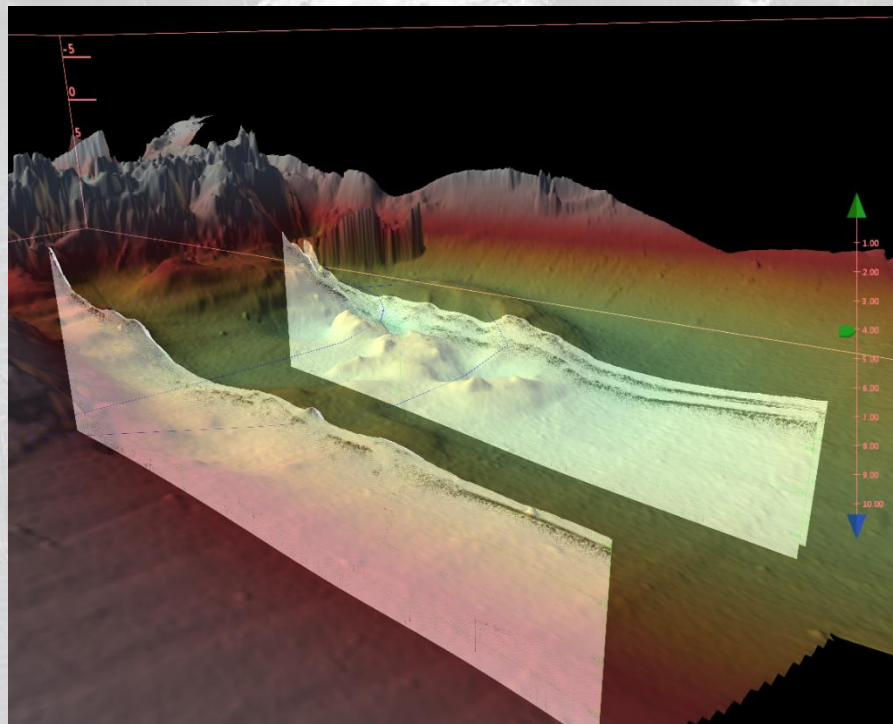
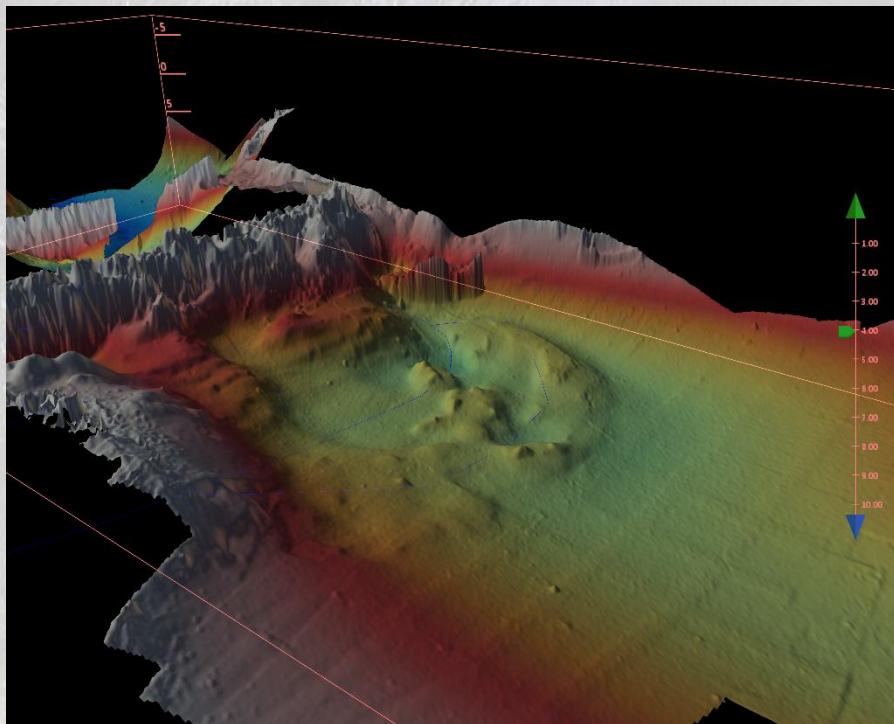
Höjddata från fotogrammetri sammanfogad med batymetri för att skapa en sömlös modell mellan land och hav.



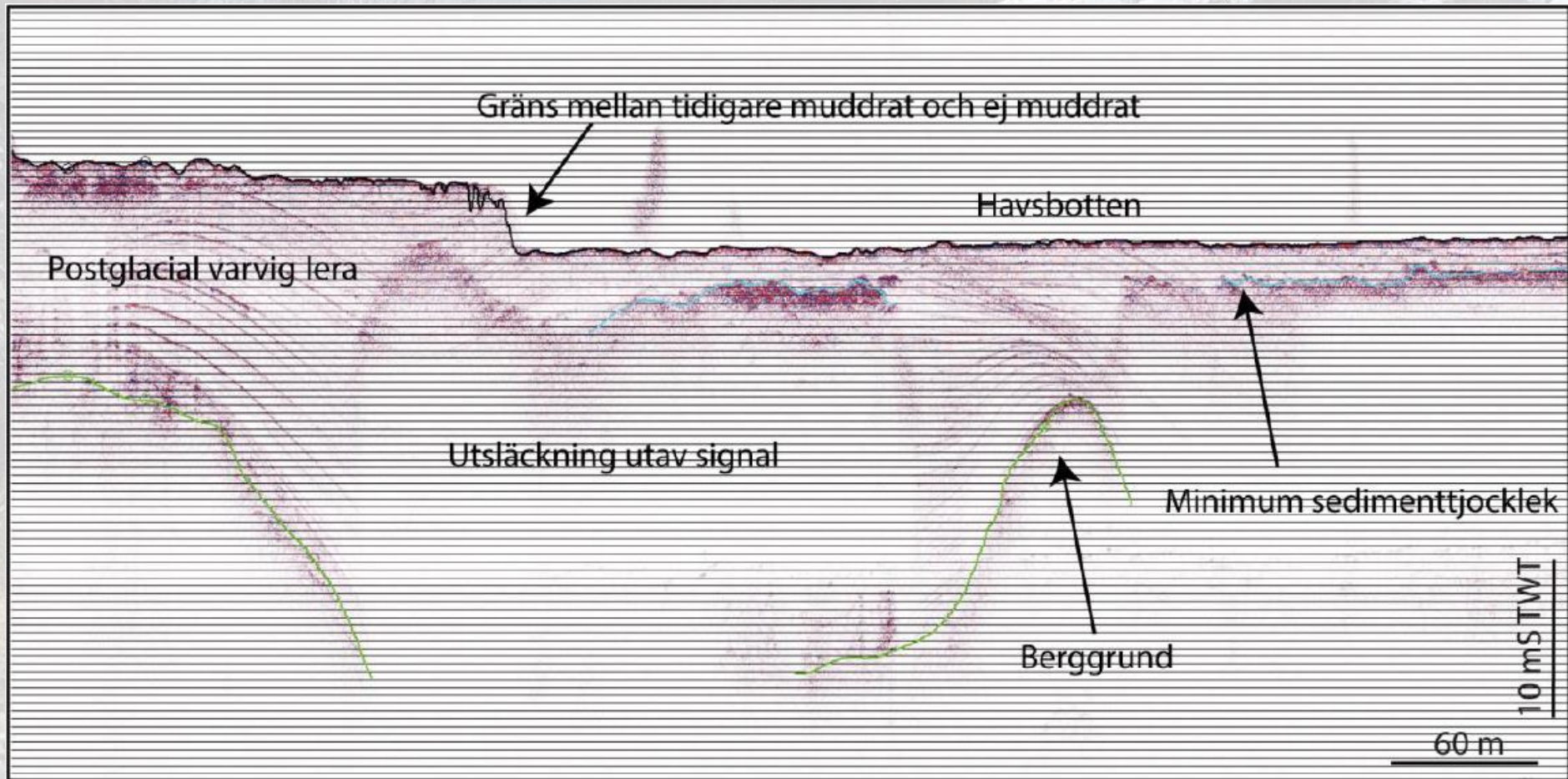
## Sidescan Sonar 900kHz



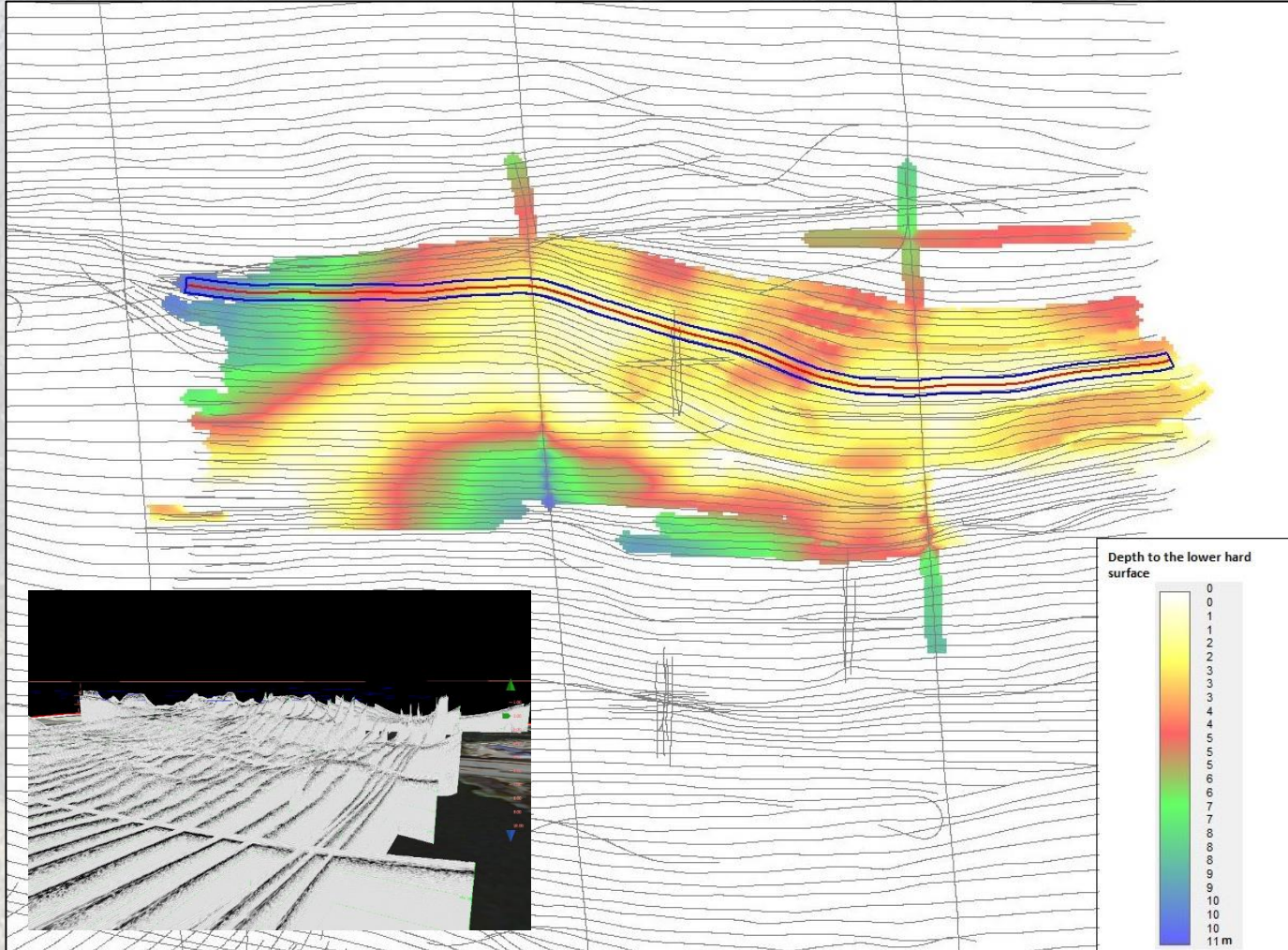
## Sub Bottom Profiler – Innomar SES 2000



## Sub Bottom Profiler – Innomar SES 2000



## Sub Bottom Profiler – Innomar SES 2000



## Remotely Operated Vehicle (ROV)

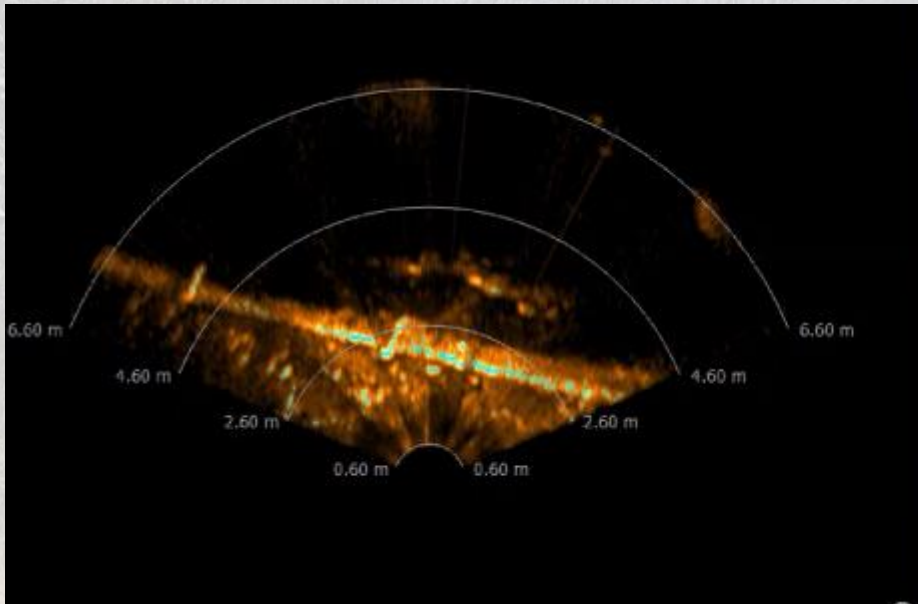
- Kamera för visuell orientering och överlagrad information
- FLS (Forward Looking Sonar) Teledyne Blueview
- Högupplöst kamera för inspektion/dokumentation
- Manipulatorarm
- Lasermätare
- Roterande scanner

**VideoRay Pro 4**



## Remotely Operated Vehicle (ROV)

Sonar bild från Blueview



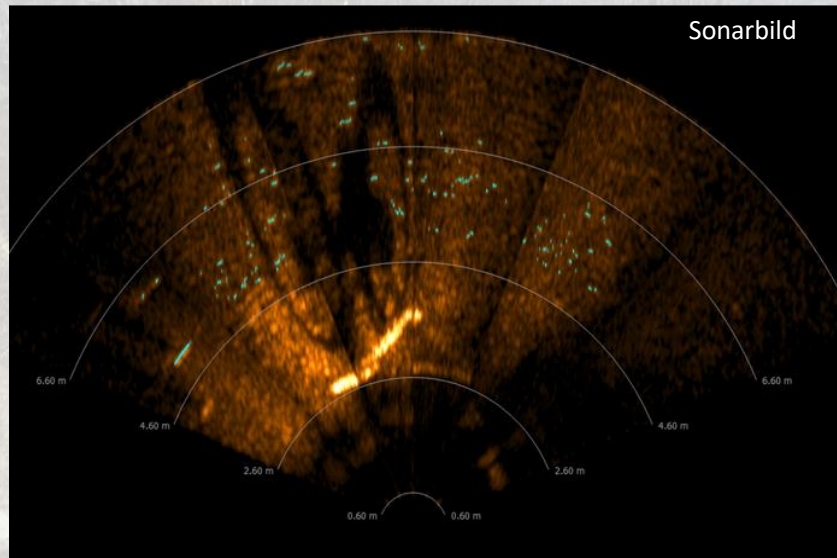
Videobilder från kamera





## Remotely Operated Vehicle (ROV)

VideoRay Pro 4



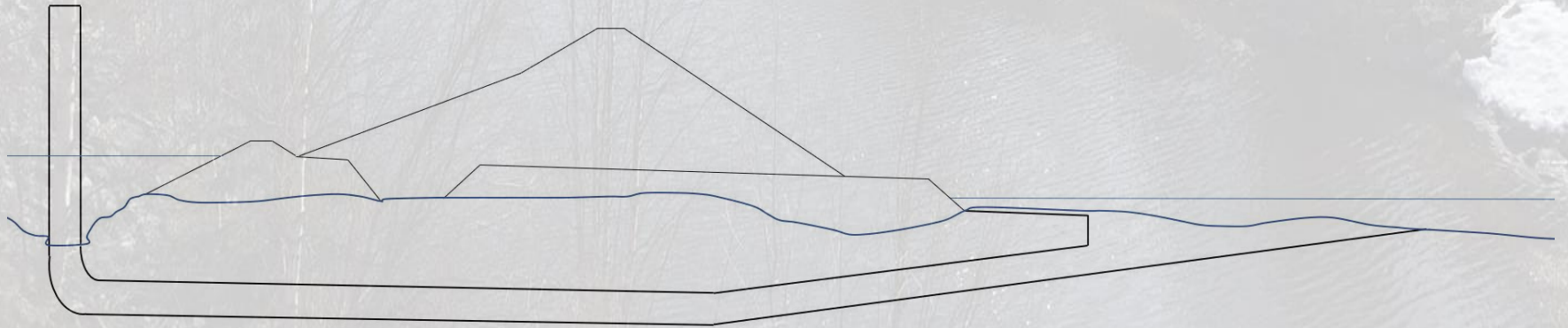
## Kombinera DTM med videodata



The screenshot displays the EIVA software interface. At the top, a toolbar contains various navigation and editing tools. The main view shows a 3D Digital Terrain Model (DTM) of a field with a yellow tractor icon and a timestamp of 2017-03-02 12:04:47. Below the DTM, a video window is open, showing a first-person view from the tractor. The video window title is "Video Window - Paused Speed: 100%" and it includes a close button labeled "AUX". In the bottom right corner of the video window, the following data is displayed:

- H: 022.2 °
- D: 7.91 m
- Temp: 6.9 °C

## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige



## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

### Uppdraget:

- Inspektera en ca 200m lång avbördningstunnel
- Visuell inspektion av tunnelns tak, golv och väggar
- Skanning att bygga modell utifrån
- Dokumentera eventuella skador/objekt
- Målet var att kombinera data insamlat med ROV och roterande sonar för en mer komplett förståelse för tunnelns strukturella integritet



## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

### Produkter:

- Leverans av punktdata (XYZ)
- 3D modell i DWG format
- Videodata
- Sonardata från Blueview (mätta objekt)
- Modell av tunneln i NaviModel Viewer



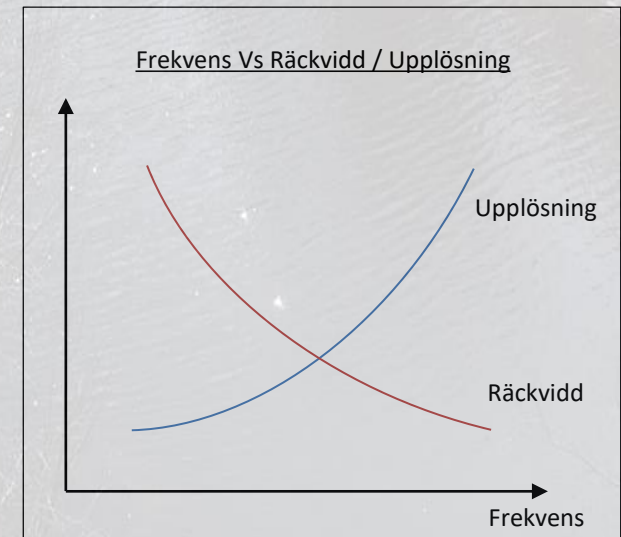
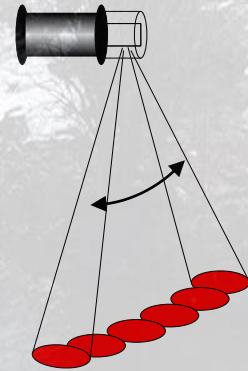
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

- En roterande skanner används vanligen för att ta fram tvärsnittsprofiler av rör, sjömätning av sprickor på havsbotten eller undervattenstunnlar
- Sonarens svängare sitter monterad på en roterande motor som flyttar sig stegvis i en kontinuerlig rotation om 360 grader
- Resulterar kan användas för att analysera tunnelns allmän status, strukturella avvikelser eller främmande objekt



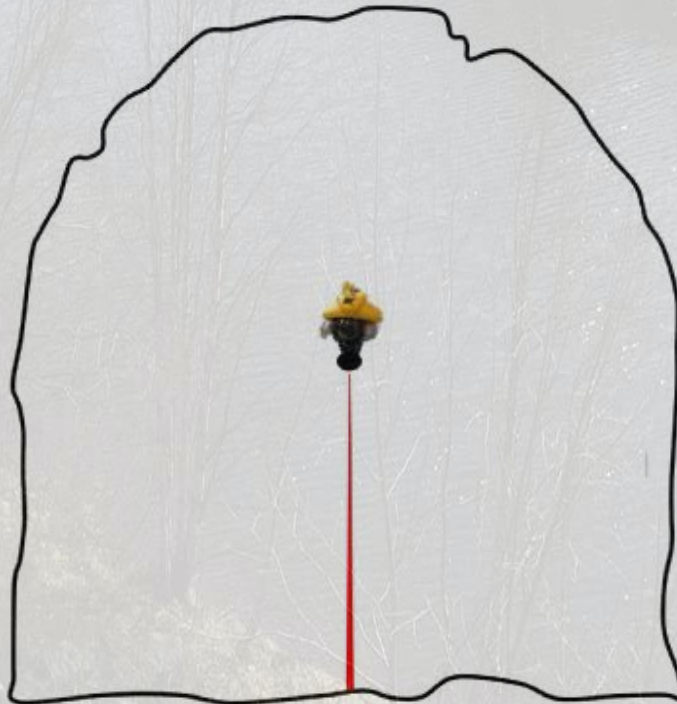
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

- Mellan varje position då svängaren skickar ut en signal rör sig den roterande motorn med en fast vinkel som kan justeras något beroende på omständigheter och syfte
- Liten vinkel ökar upplösningen men även tiden med vilken det tar att skanna ett helt varv
- Avvägning mellan hög upplösning och räckvidd



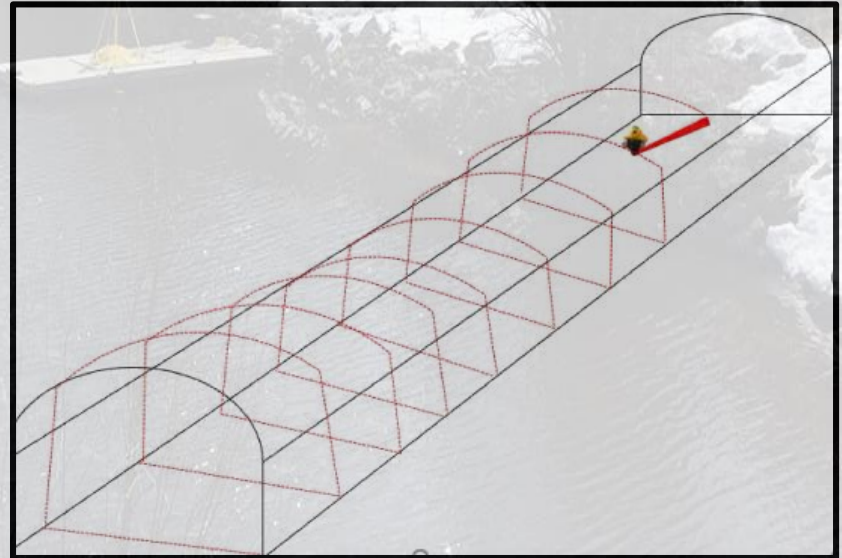
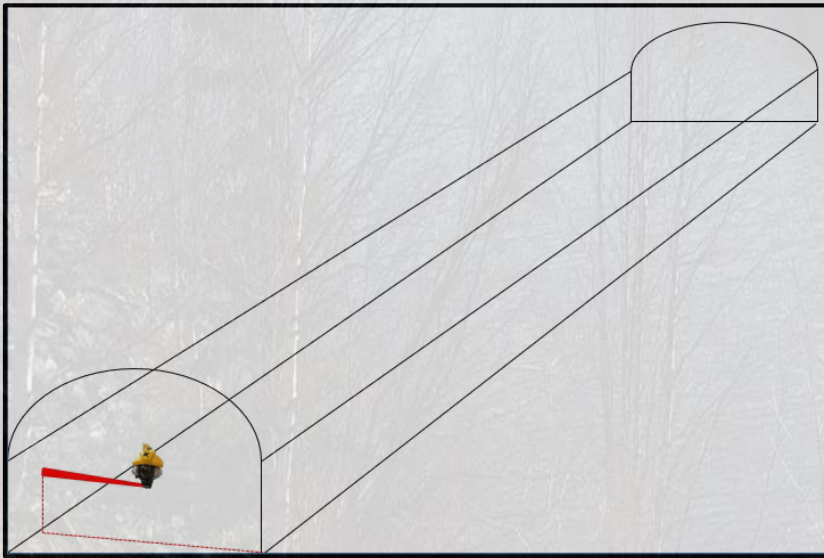
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

- Ett varv tar 4.2s att skanna vid 1.8 grader mellan punkterna
- Kör man 0.5 knop erhåller man 1 varv/meter i längs led (teoretisk upplösning)





## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

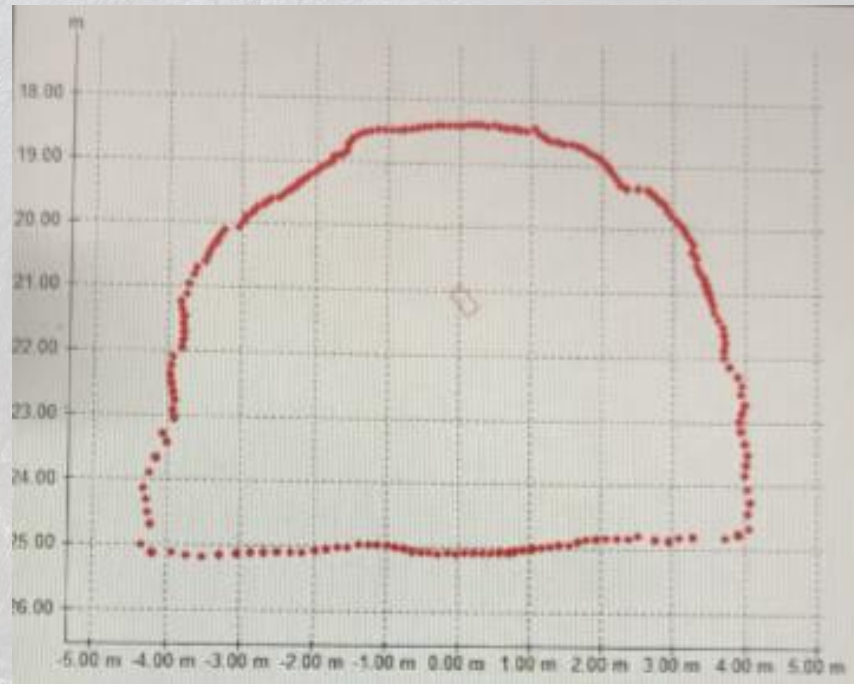


Insamlade datapunkter från skanningen bildar sammanhängande tvärsnittsektioner och därmed en avbild av tunnelprofilen



## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

- Skannern framförs centralt i tunneln så långsamt som möjligt för att erhålla högsta möjliga upplösning
- Position och hastighet justeras kontinuerligt genom hela tunneln



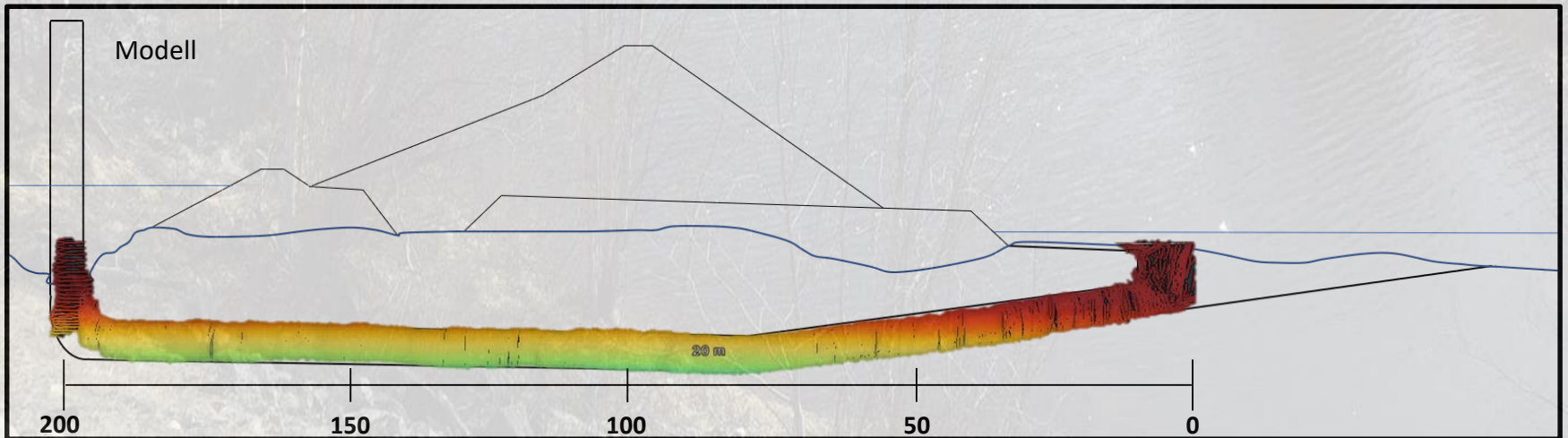
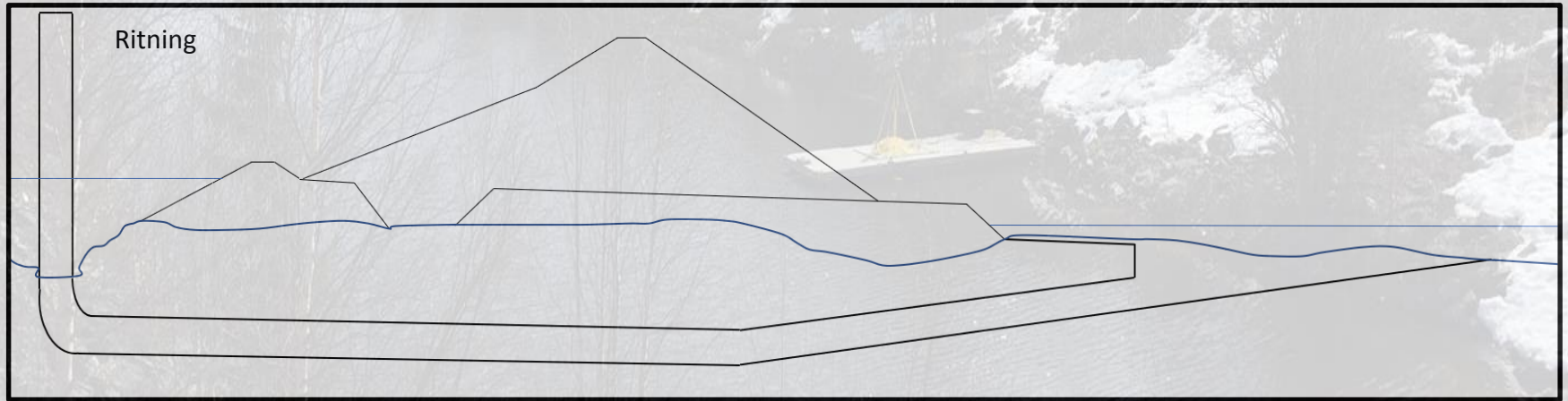
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

### Övergripande beskrivning av metoden:

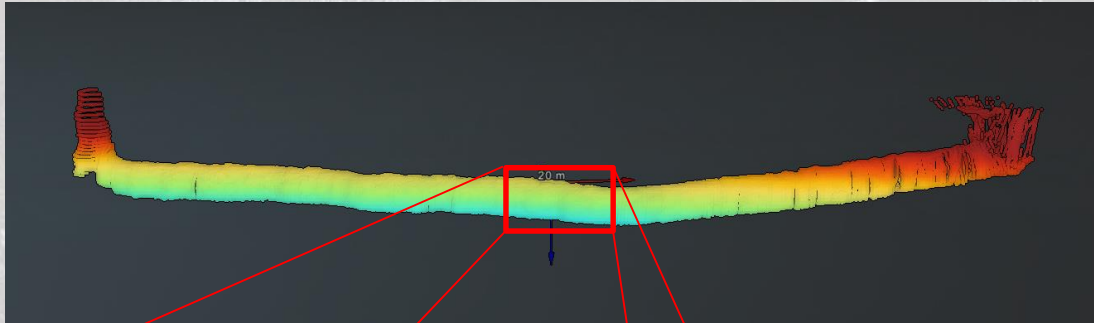
1. Kända positioner etableras, i detta fallet vid tornets centrum och strax nedströms tunnelmynningen
2. Nivå på vattenyta mäts in som höjdreferens
3. Position i längdled räknas ut genom att utgå från känd position, kabellängd samt kompasskurs/gyro
4. ROV använder noggrann trycksensor för att definiera förhållande till vattenyta och därmed önskad höjdreferens
5. Sonarskanning
6. Dykningar sker med fördel från båda håll för att minimera fel och jämföra position vid överlapp
7. Eventuella avvikelser dokumenteras med video/blueview, om siktförhållanden tillåter även fotogrammetri



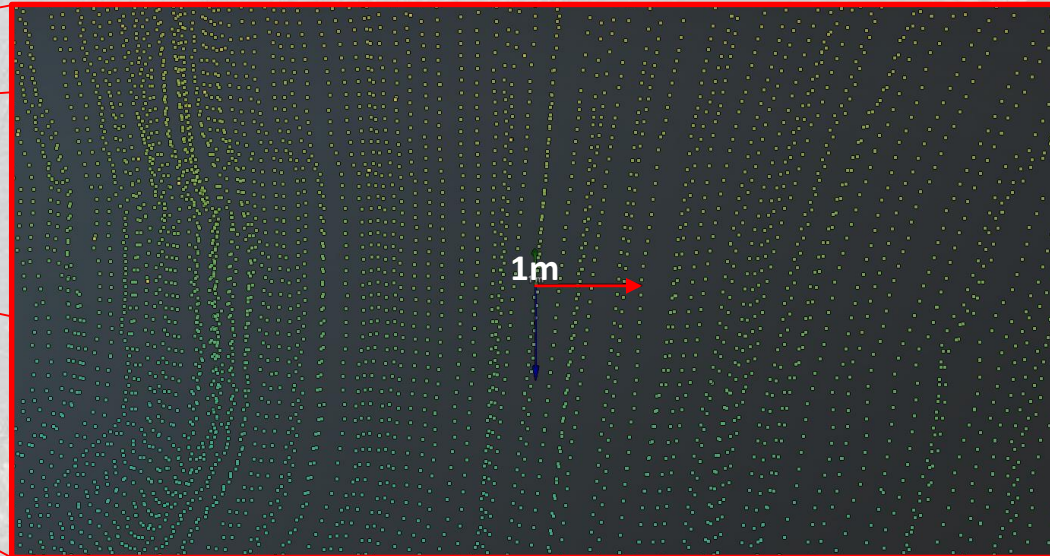
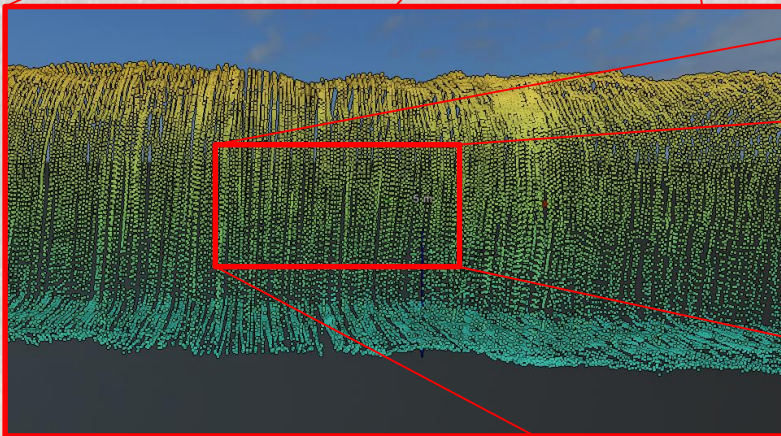
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige



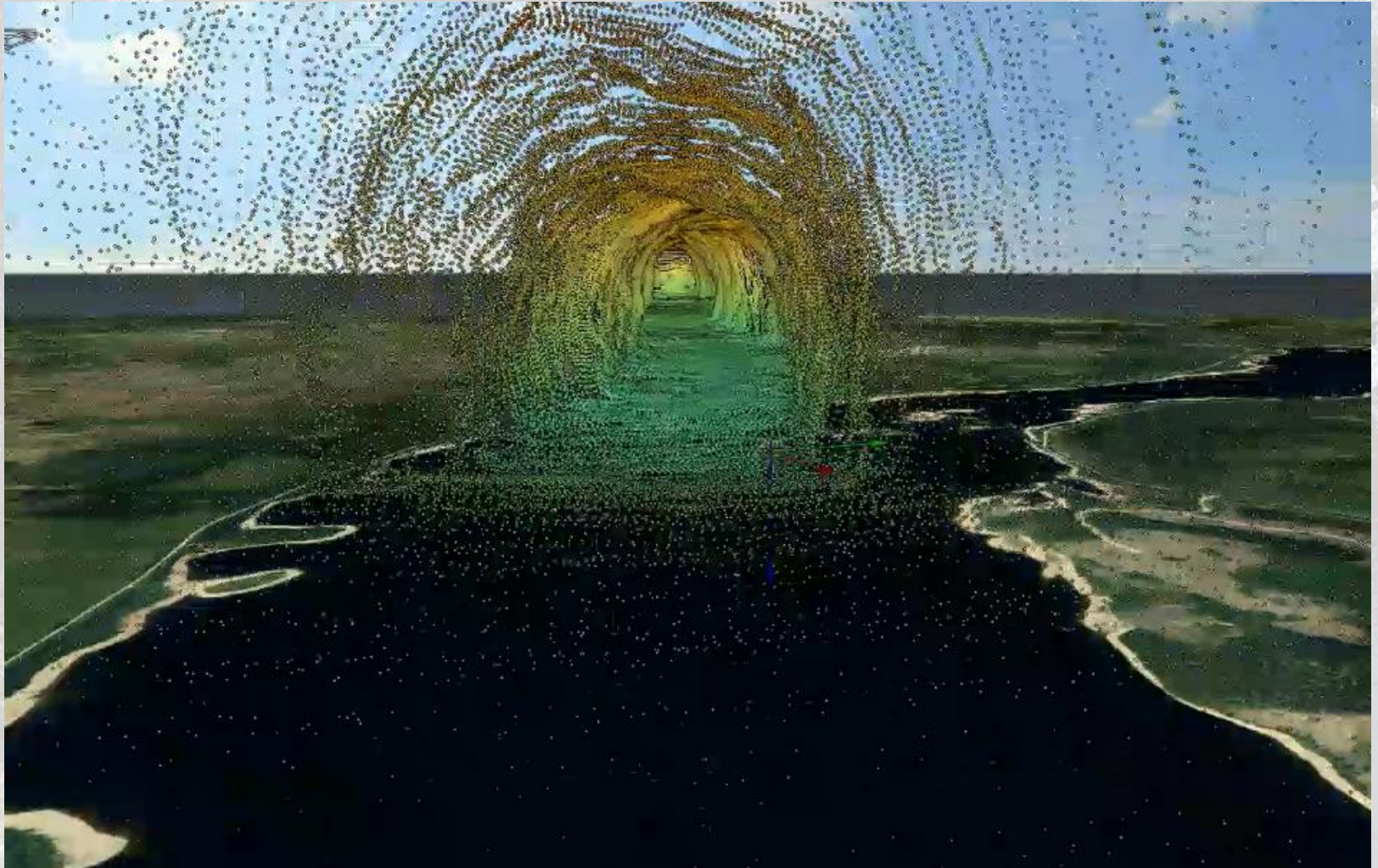
## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige



Erhållen upplösning



# Clinton®



▶  Maps  
▶  Runlines

▶ Palettes  
▶ Color modes  
▶ Views  
    Map View

Recording

Recording

Recording Frame

Full NavModel Window  
 Only 3D Window

Add mouse cursor  
 Force 30 fps

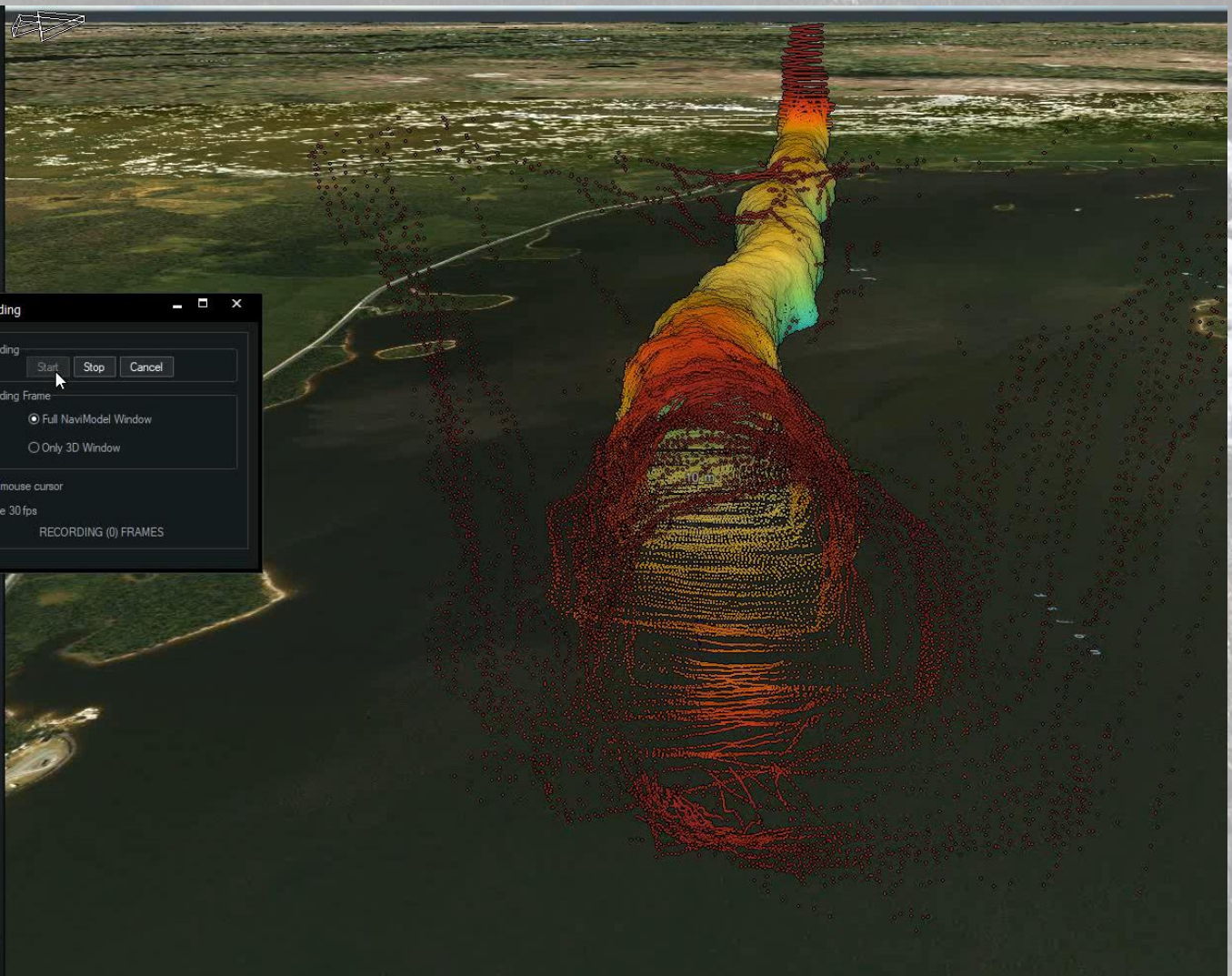
RECORDING (0) FRAMES

Properties

General

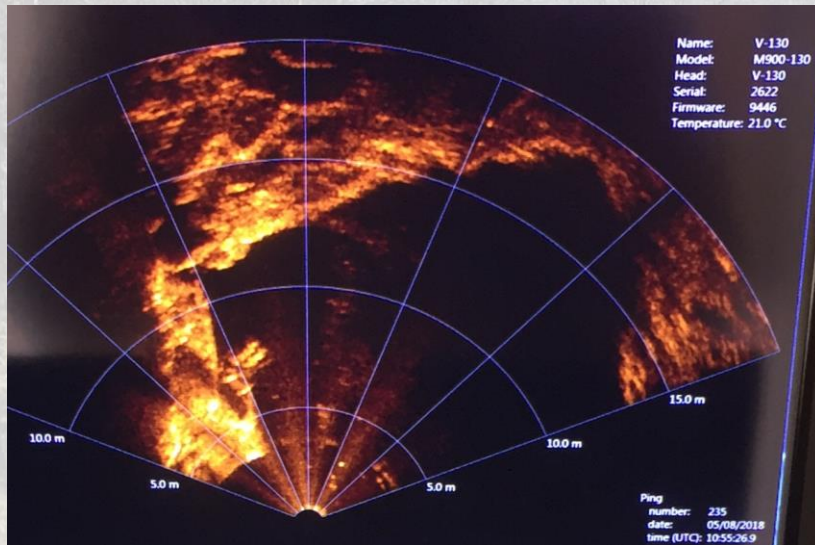
Visible  True  
Name Maps

Name  
Name of this object



## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige

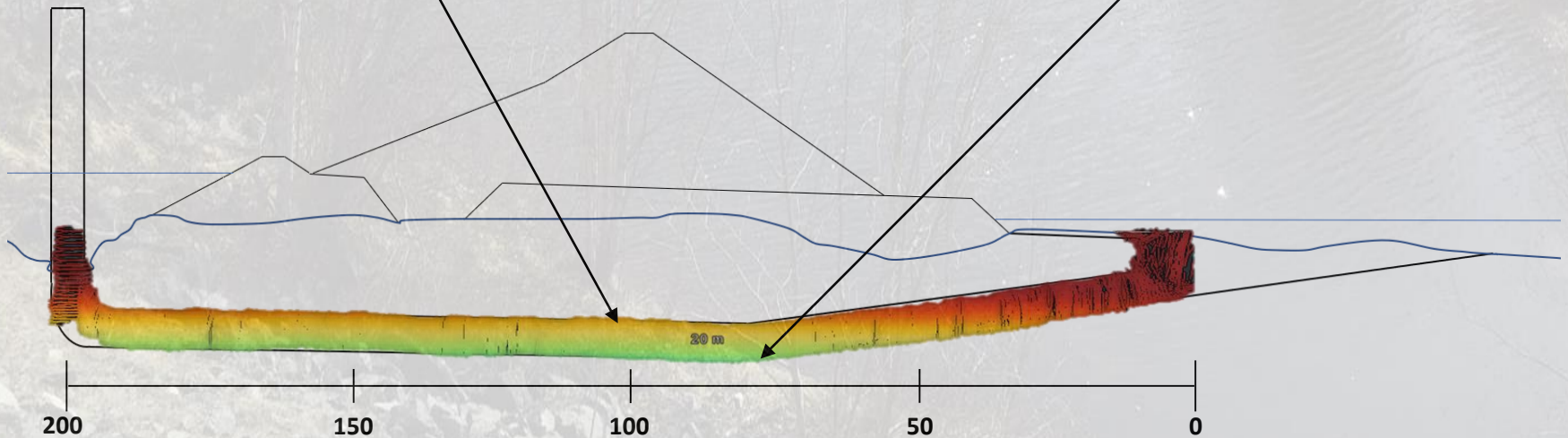
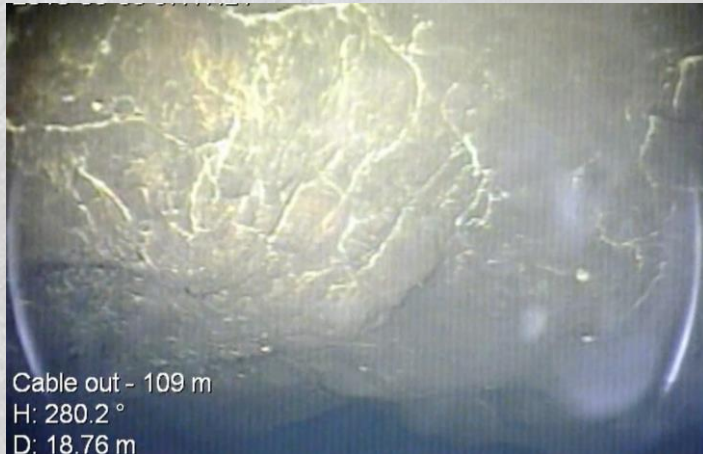
- Inspektion av tunnelns golv, tak och väggar
- Söker efter karaktärer, objekt eller annan relevant information



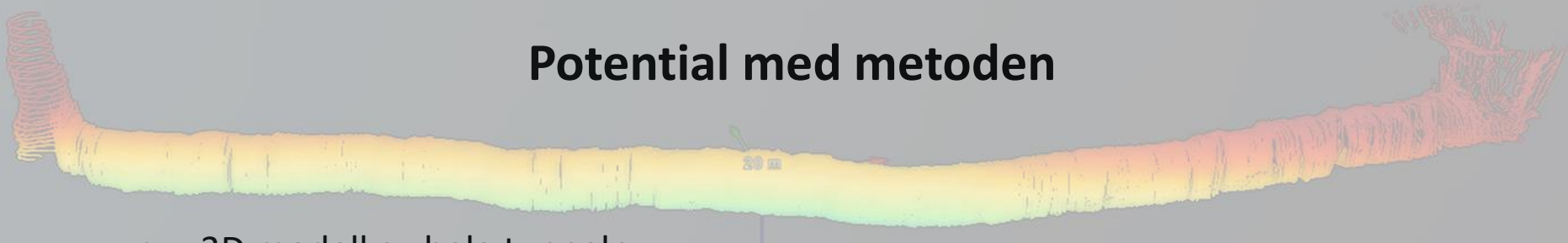


## Tunnelinspektion – exempel från fyllnadsdamm i norra Sverige


Ritning → Modell → Positionerad video



## Potential med metoden

- 
- 3D modell av hela tunneln
  - Resultatet från en skanning är oberoende av sikt i tunneln
  - Minimerar antal passager som behöver göras (kostnad för ev. avstängning)
  - Ger en heltäckande bild som sedan kan användas för vidare analys i verktyg som stöder 3D-modeller (beräkning av bl.a. volymer kontra flödesanalys)
  - Modellen kan användas för att ta fram specifika områden av särskilt intressen där en mer detaljerad undersökning är motiverad
  - En detaljerad studie kan innefatta video samt fotogrammetri där man bygger upp en fotorealistic modell med hjälp av bilder
  - Clinton har möjlighet att genomföra tunnelinspektioner upp till 1.5km från dykplats

## Utmaningar med metoden

- 
- Telemetri – begränsning i mängd datatrafik som kan överföras i realtid
    - Lagra data på plattformen
  - Objekt eller andra hinder i tunnlarna – ingen tidigare inspektion
  - Kostnader – ökar dramatiskt med längden på tunneln och konstruktionens komplexitet (raka, svängda, varierad dimension, höjdskillnader etc.)
  - Tungt att släpa långa kablar
  - En begränsad sikt ger ett snävt synfält vilket innebär att en visuell inspektion av tunneln riskerar att ta lång tid (ökad totalkostnad för inspektionen)
  - Etablering – stora vattenflöden vid tunnelmynningar?

## Sammanfattning

- Finns ett behov av att inspektera undervattenstunnlar
- Relativt billig och framför allt säker metod
- Kombinationen av insamlade dataset ger en god uppfattning om tunnelns skick och kan vara en värdefull referens inför framtiden att jämföra mot
- Koppling mellan tunnarnas längd och ökar kostnad för inspektion med ROV och sonar
- Finns alternativa plattformar och sensorer som klarar att inspektera tunnlar som är flera kilometer långa



## Gothenburg

Clinton  
Bror Nilssons Gata 5  
417 55 Gothenburg  
SWEDEN

**Phone:** +46 (0)31 757 47 00  
**Fax:** +46 (0)31 757 47 05  
**Email:** goteborg@clinton.se

[Get Here](#)

## Stockholm

Clinton  
Skolvägen 4  
121 32 Stockholm  
SWEDEN

**Phone:** +46 (0)8 549 00 860  
**Fax:** +46 (0)8 549 00 865  
**Email:** stockholm@clinton.se

[Get Here](#)

## Malmö

Clinton  
Stenåldersvägen 2B  
213 76 Malmö  
SWEDEN

**Phone:** +46 (0)40 128 240  
**Fax:** +46 (0)40 128 245  
**Email:** malmo@clinton.se

[Get Here](#)

**Tack för uppmärksamheten!**