



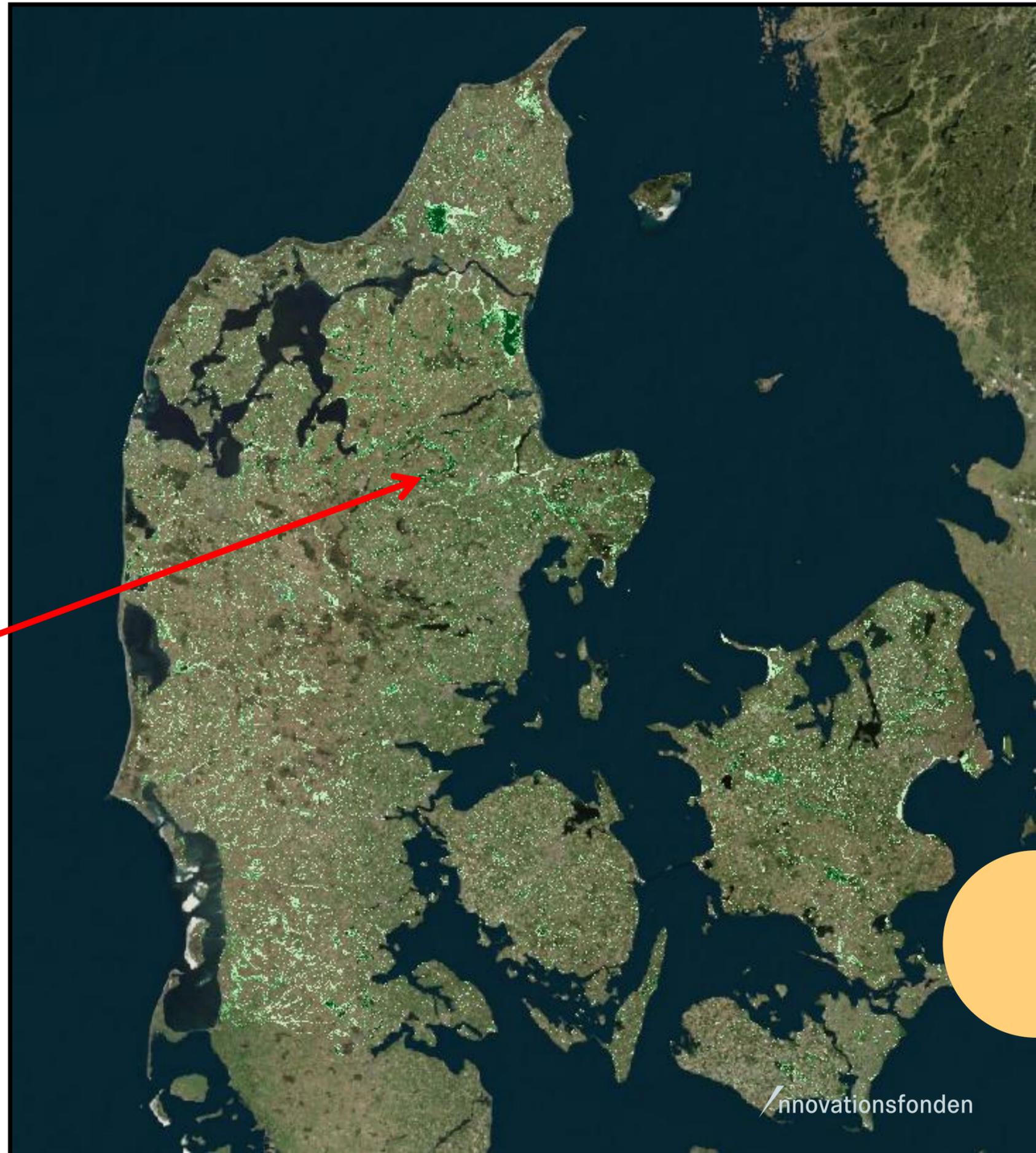
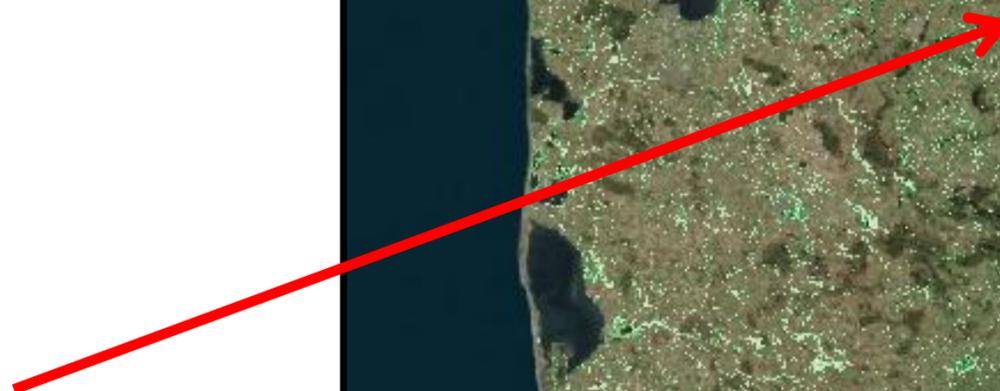
# Højopløselig kortlægning af lavbundsjord med nyudviklede metoder

WWW.REDOCO2.NET



# Agenda

- ReDoCO2
  - Problemstilling/Udfordringer
- Metode
- Resultater fra Øbakker, Viborg
- Fremtidsperspektiver



# ReDoCO2

Reduction and Documentation of CO2 emissions from Peatlands

Innovationsfondsprojekt

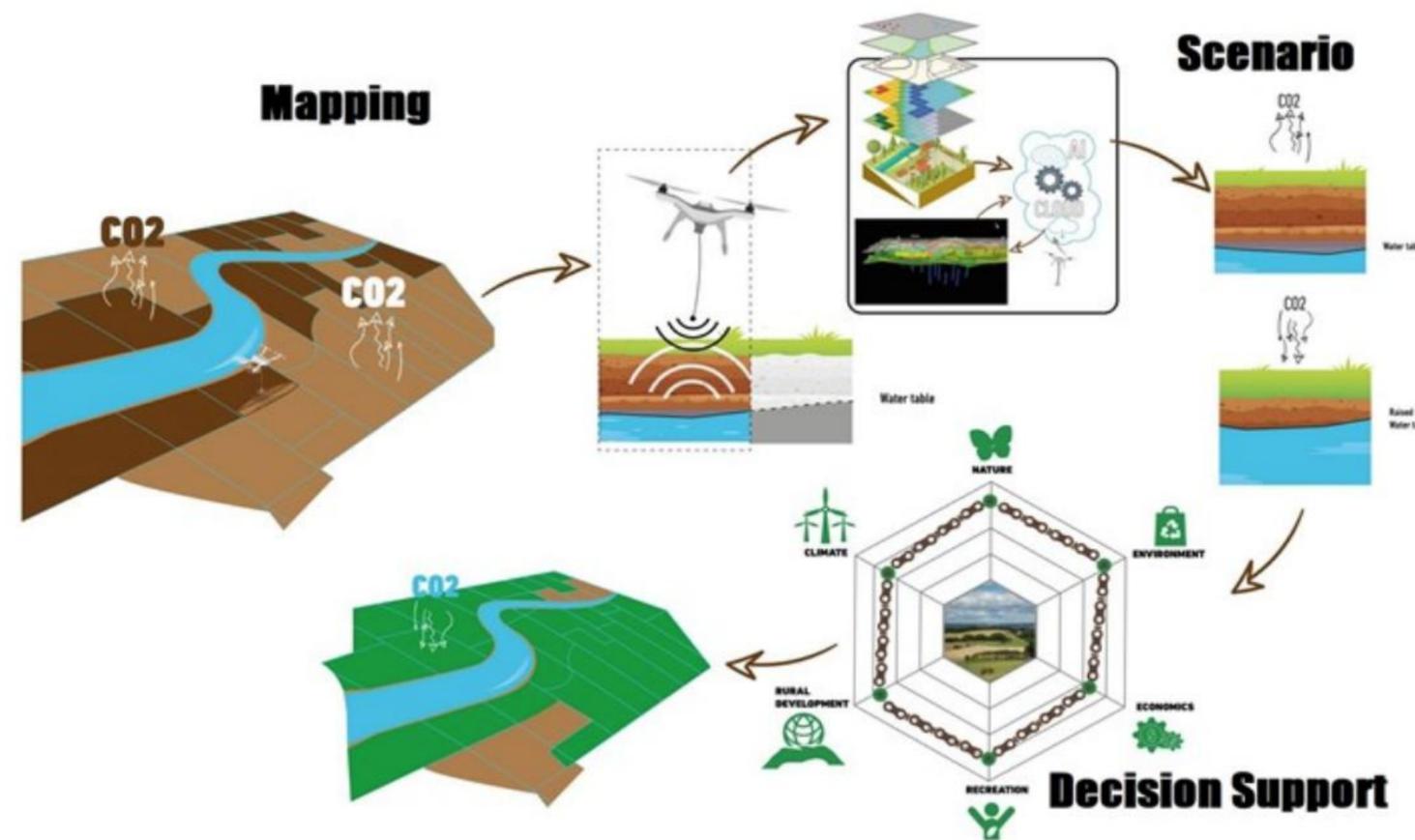
- Budget: DKK 32.3 millioner
  - DKK 24.3 millioner fra Innovationsfonden
- Projektperiode: Efterår 2022 til sommer 2025

Konsortium:

- Aarhus Universitet, Aalborg Universitet, Region Midtjylland, SkyTEM og I-GIS

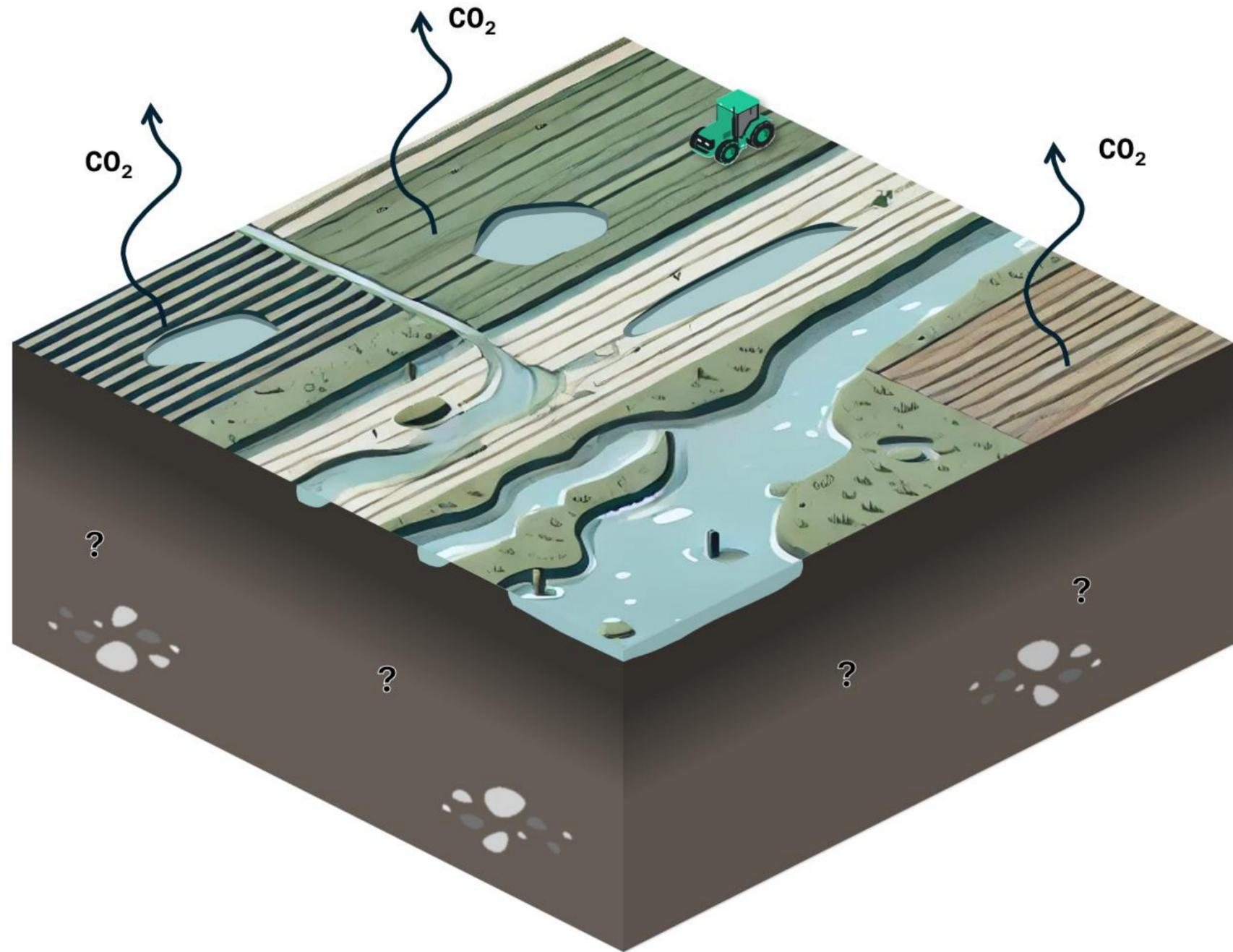
Vision:

- At bidrage til reduktionen af CO2-udledning, samt sikre den størst mulige effekt af udtagningen af de kulstofrige tørvejorder fra landbrugsmæssig drift.
- At sikre kvalitet og skalerbarhed af teknologien for at åbne op for markante økonomiske, sociale og miljømæssige indvirkninger, som understøtter Danmarks position som grøn frontløber, mens der samtidig er potentiale for nye job og eksportmuligheder for grøn dansk teknologi.



# Problemstilling

- Hvor er tørven?
- Hvor meget tørv er der?
- Hvad er karbon koncentrationen?
- Hvilken vinding er der ved vådlægning?
- Hvor bør/kan der udtages landbrugsjord?





## Udfordringer

- Kulstsof2022 kortet
- Punktmålinger
- Utilgængelige vådområder
- Grundvandsspejl i tørv
- Ofte ingen lokal geologisk model
- CO2 emission
- Geofysisk data opløsning

## Metode brugt 'før' ReDoCO2

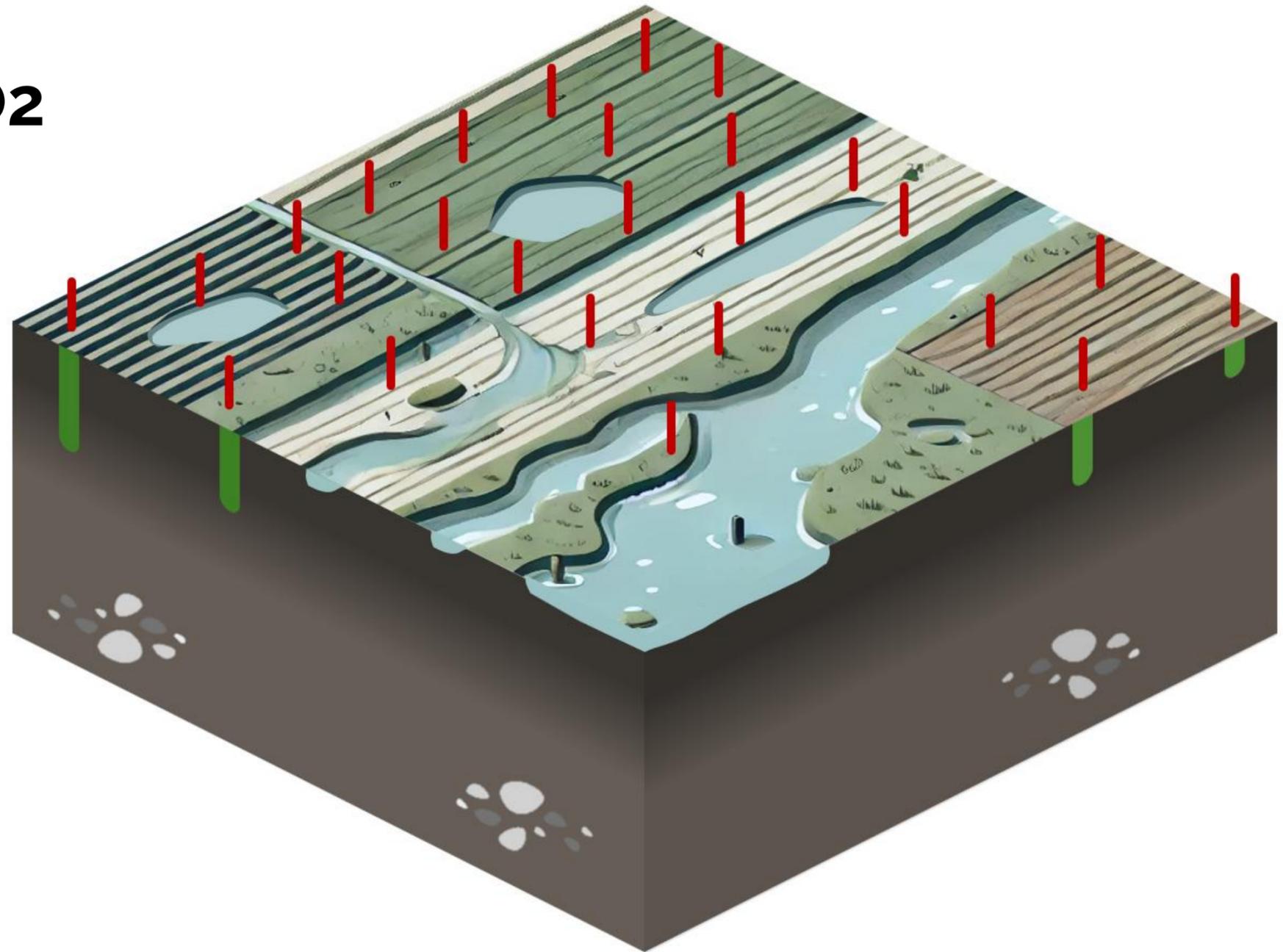
In-situ punktmålinger (øverste 0.3m)  
Typisk 1 pr. ha v. lokale projekter

Løser ikke:

- Hvor meget tørv er der?

Løser (?):

- Hvor er der tørv?
- Hvad er karbon koncentrationen?





# ReDoCO2 Metode

- Drone kortlægning
- Machine Learning 1
- In-situ punktmålinger
- Machine Learning 2
- Geologisk modellering
- Vandspejl metode
- Scenarie beregning



# Metode - Drone

## droneGamma

- Flyvehøjde: ca. 12m
- 1 liter krystal

## droneTEM

- Flyvehøjde ca. 32m, ramme i ca. 12m
- Inversion: 30-lag smooth model
- Høj opløsning i toppen
- Måler ned til ca. 160m dybde
- DOI, ca. mellem 100-160m dybde

Lag (Første 10)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tykkelse (m)	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9

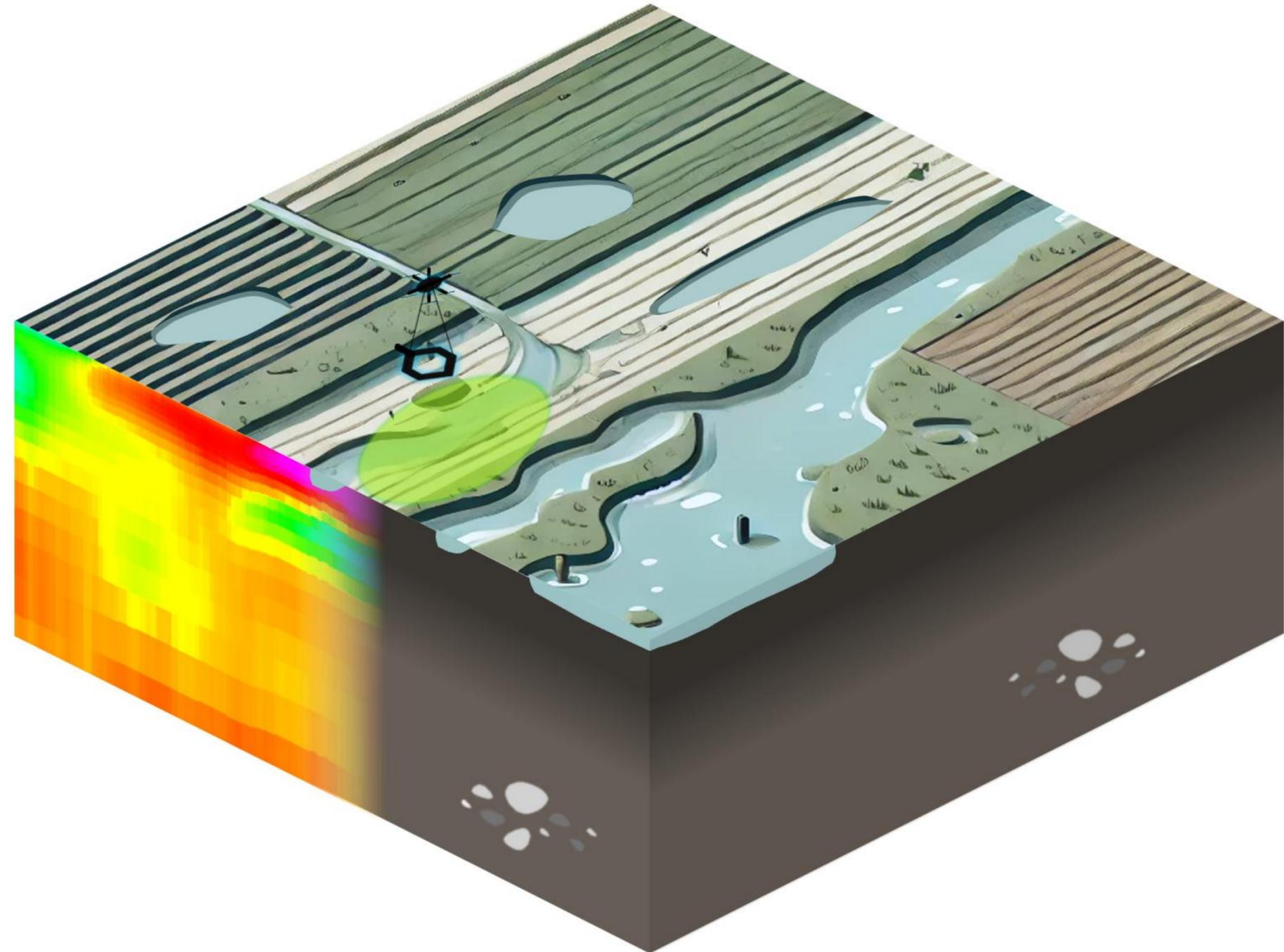


Source: Triven Koganti, Aarhus University

## Metode - Drone

Droner indsamler:

- TEM
- Gamma



# Metode - Machine Learning 1

- Kan vi optimere punktmålingens placeringen?
- Og derved reducere behovet?

## Machine Learning

- Usuperviseret læring

Opdeler 1D modellerne, baseret på resistivitetsmønstre, i et bruger defineret antal grupper

Grupperingen fortæller noget om de overordnede strukturelle opdelinger i data



# Metode - In-situ punktmålinger

Indsamling af få, men optimerede, in-situ punktmålinger

- Karbon koncentrationer
- Nedstik (Verificering af geofysikken)
- Vandspejl efter behov



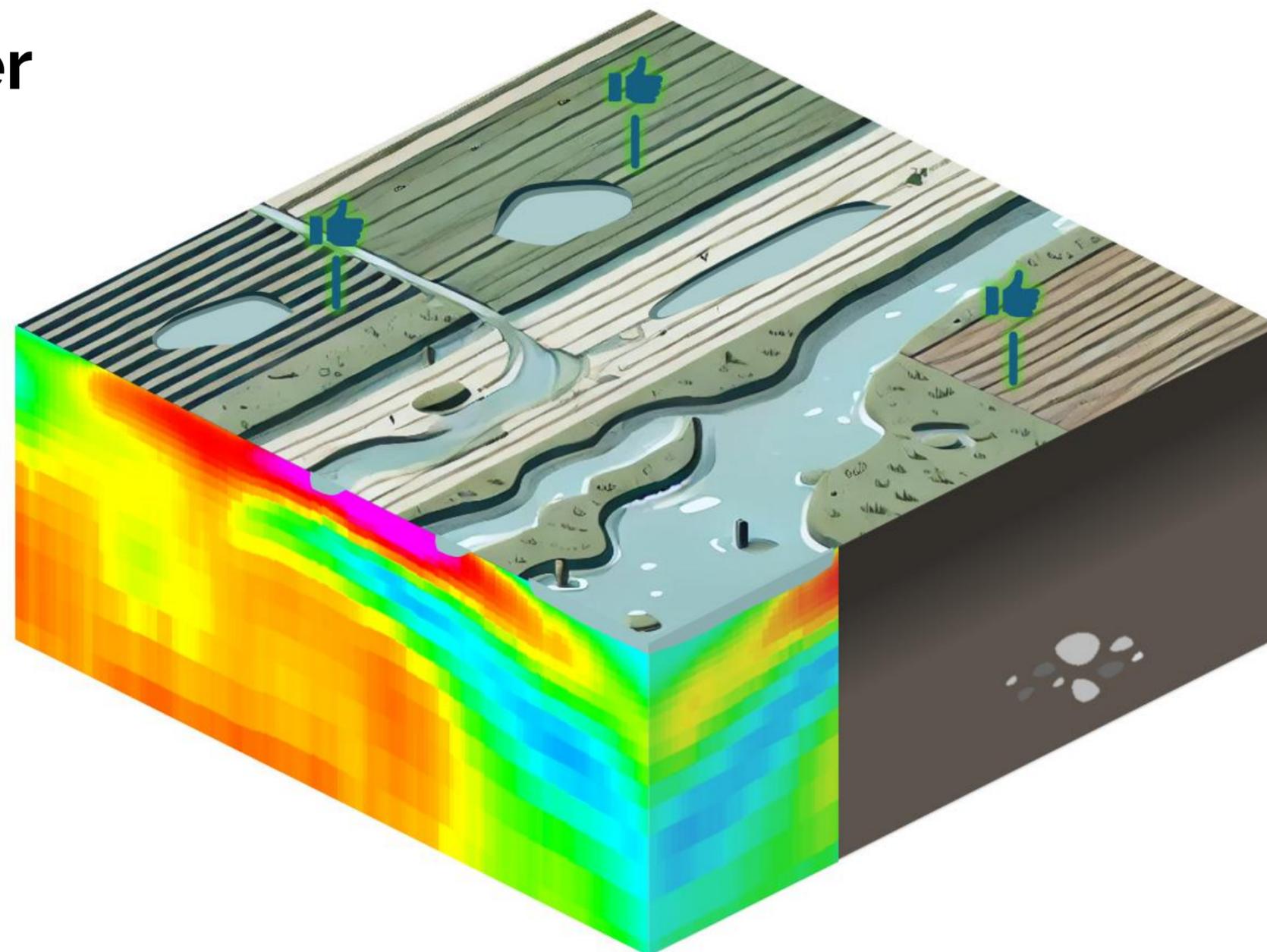
# Metode - In-situ punktmålinger

Optimeret placering og antal

- vha. Machine Learning 1

Forventningen er:

- Reduktion af behovet på op til 85-90%



## Metode - Machine Learning 2

Det nationale Kulstof2022 kortet nedskaleres

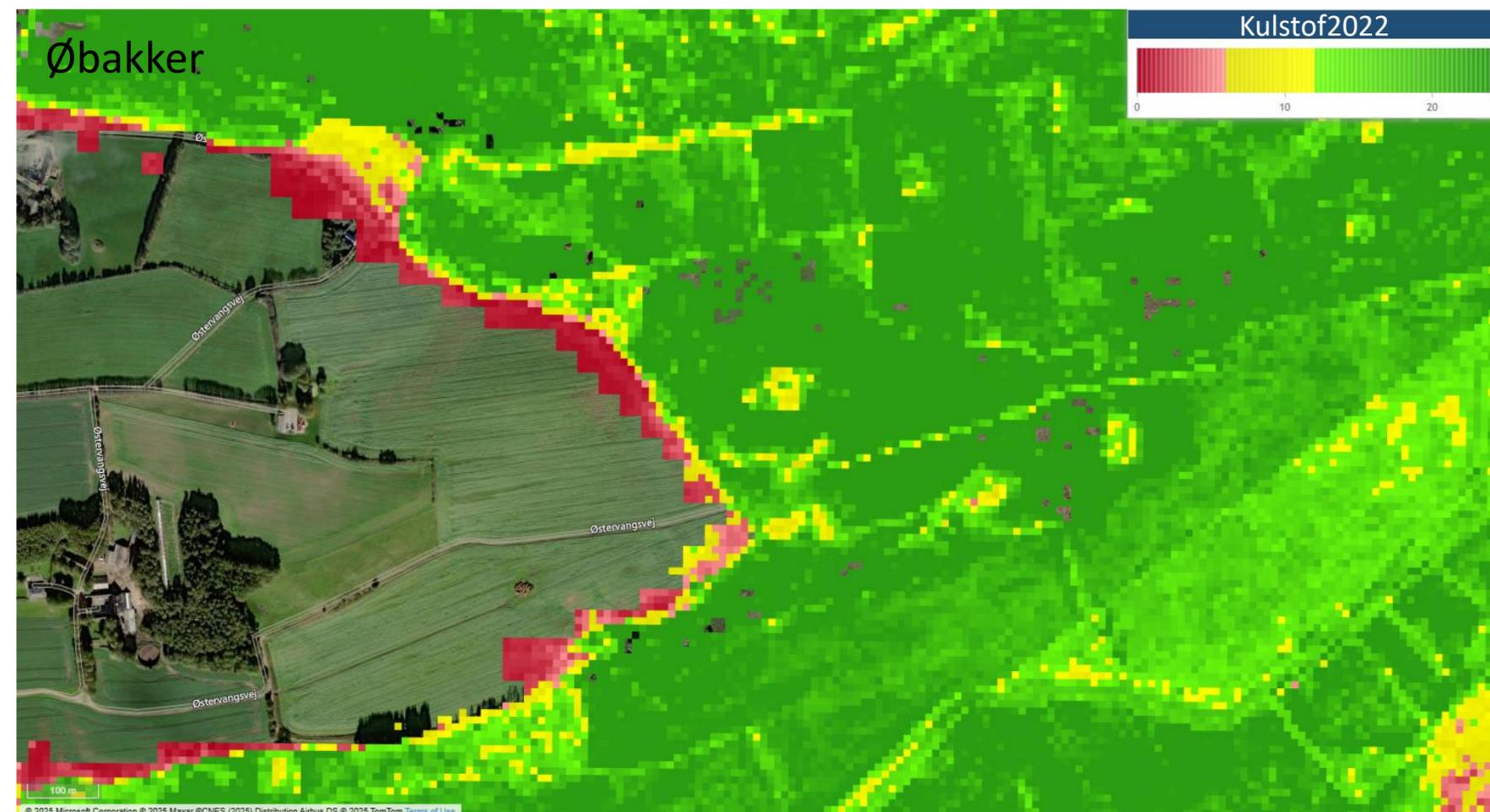
- Resultere i et lokalt kulstof kort

Machine learning 2, udviklet af Aarhus Universitet

- Lineær regressions baseret ML model

Fodres med lokale data

- Geofysik (Gamma+TEM)
- In-situ C% punktmålinger
- Terrænaflædte (covariater)



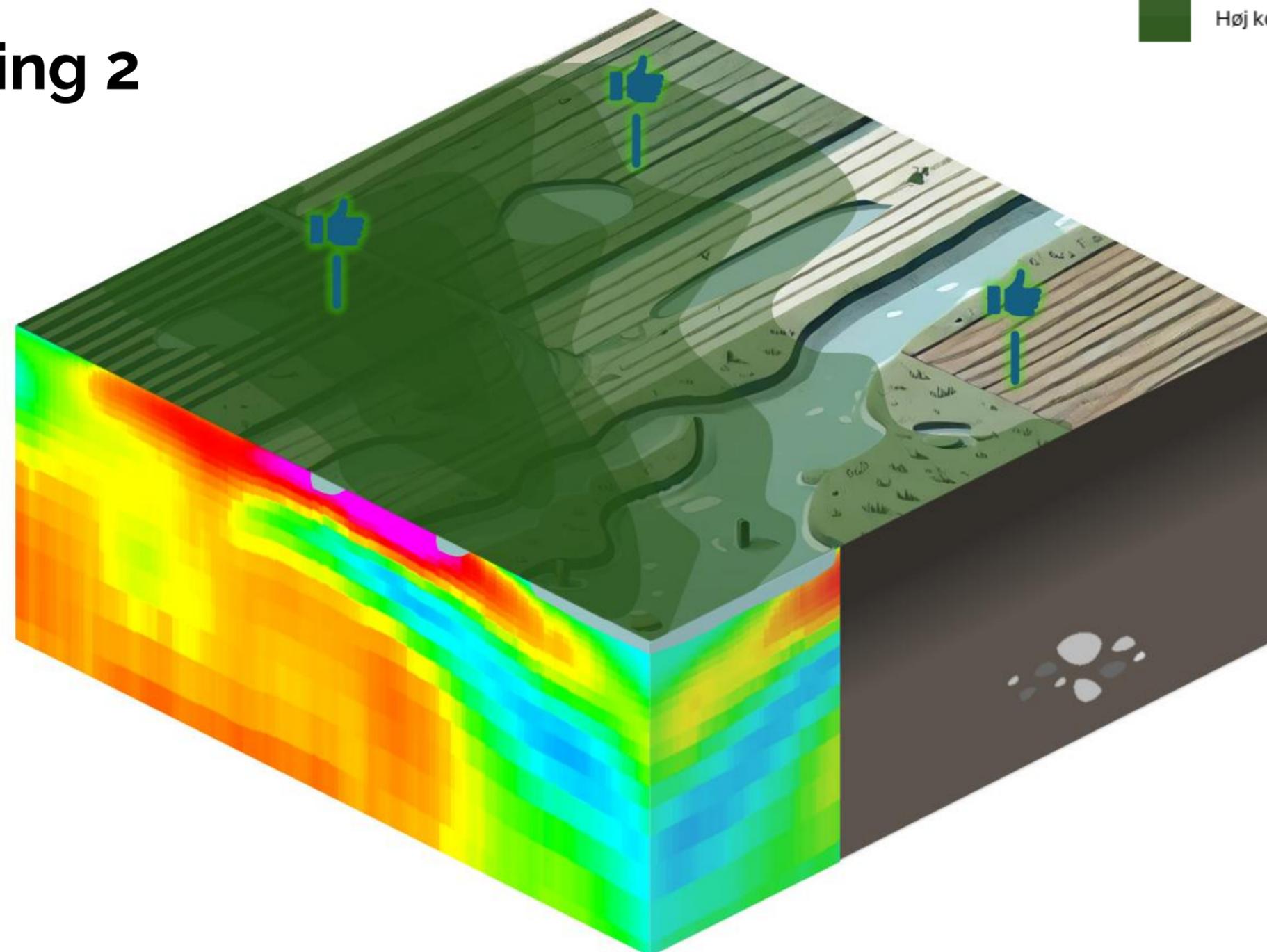
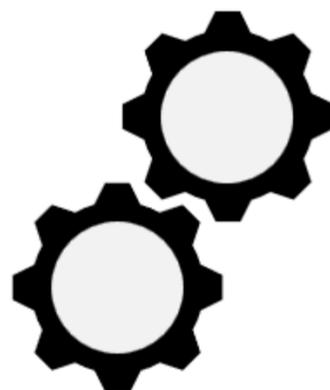
# Metode - Machine Learning 2

Input:

- Nationalt Kulstof2022 kort
- Lokale data

Resultat:

- Lokalt kulstof kort



# Metode - Geologisk modellering

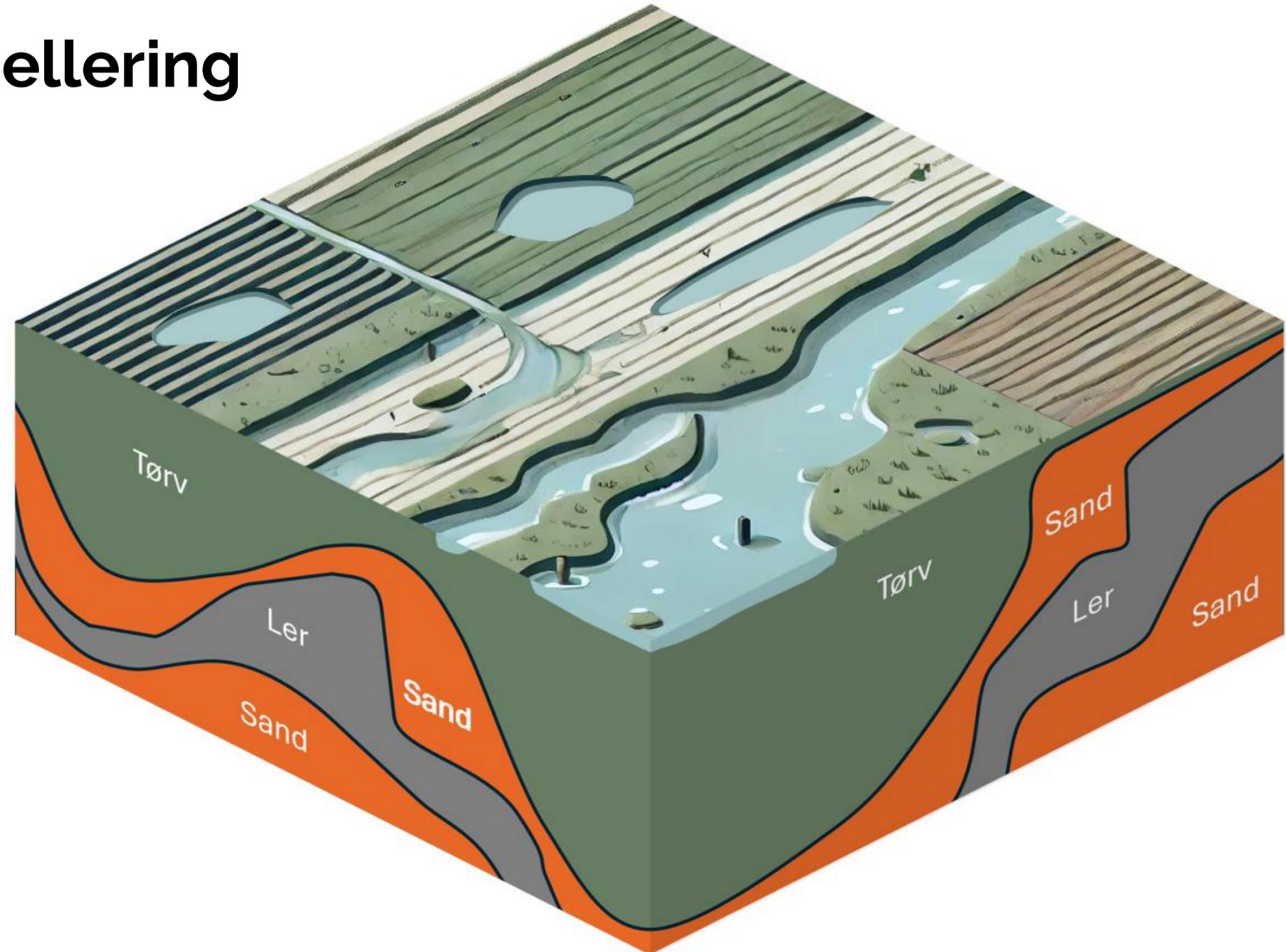
Data:

- DroneTEM
- Gamma
- Nedstik
- Karbon kort

Omsættes til en geologisk model

Resultat:

- Tørvetykkelse (Potentiale - CO<sub>2</sub> lager)
- Vigtig viden ifm. vådlægning



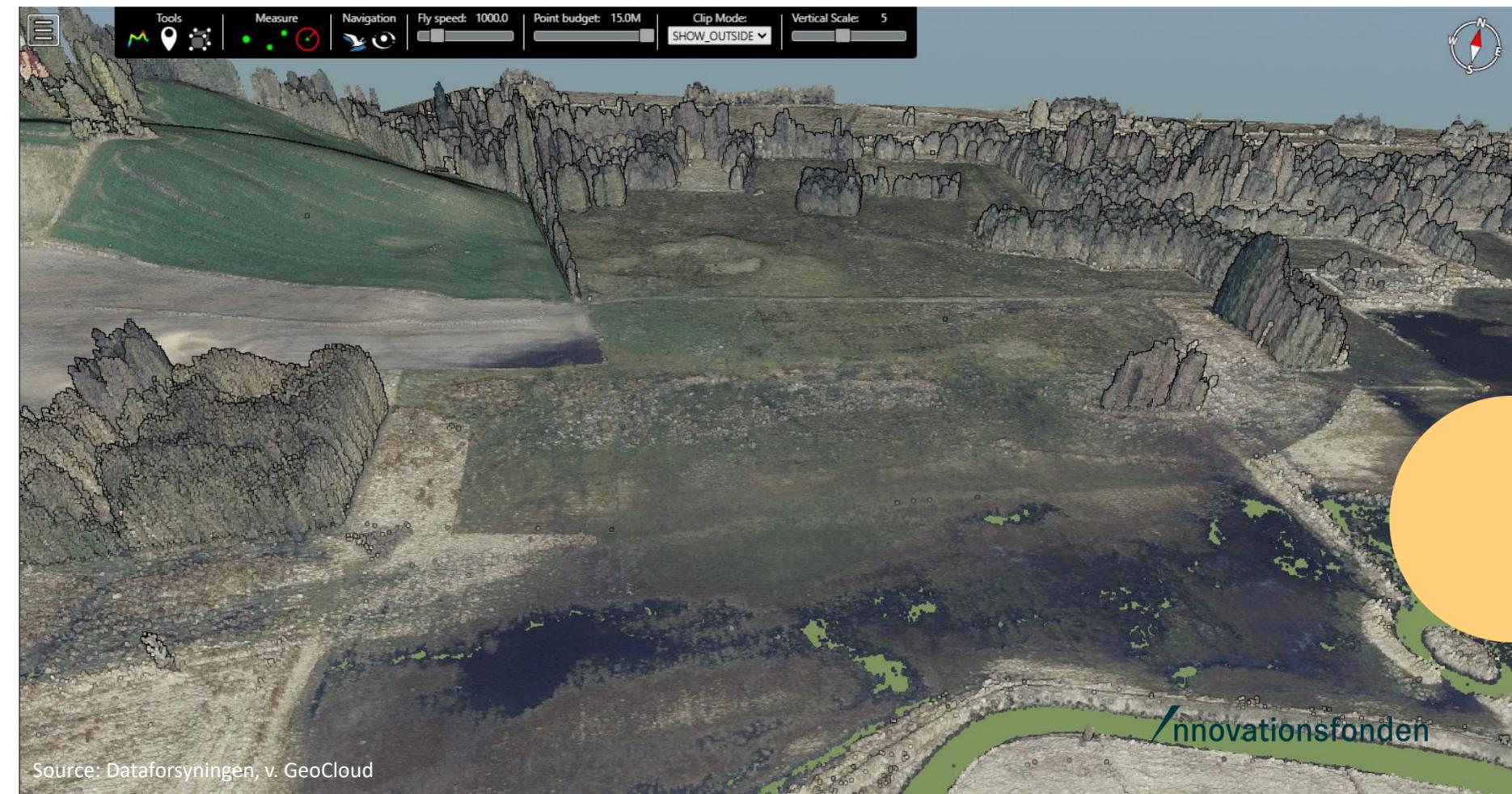
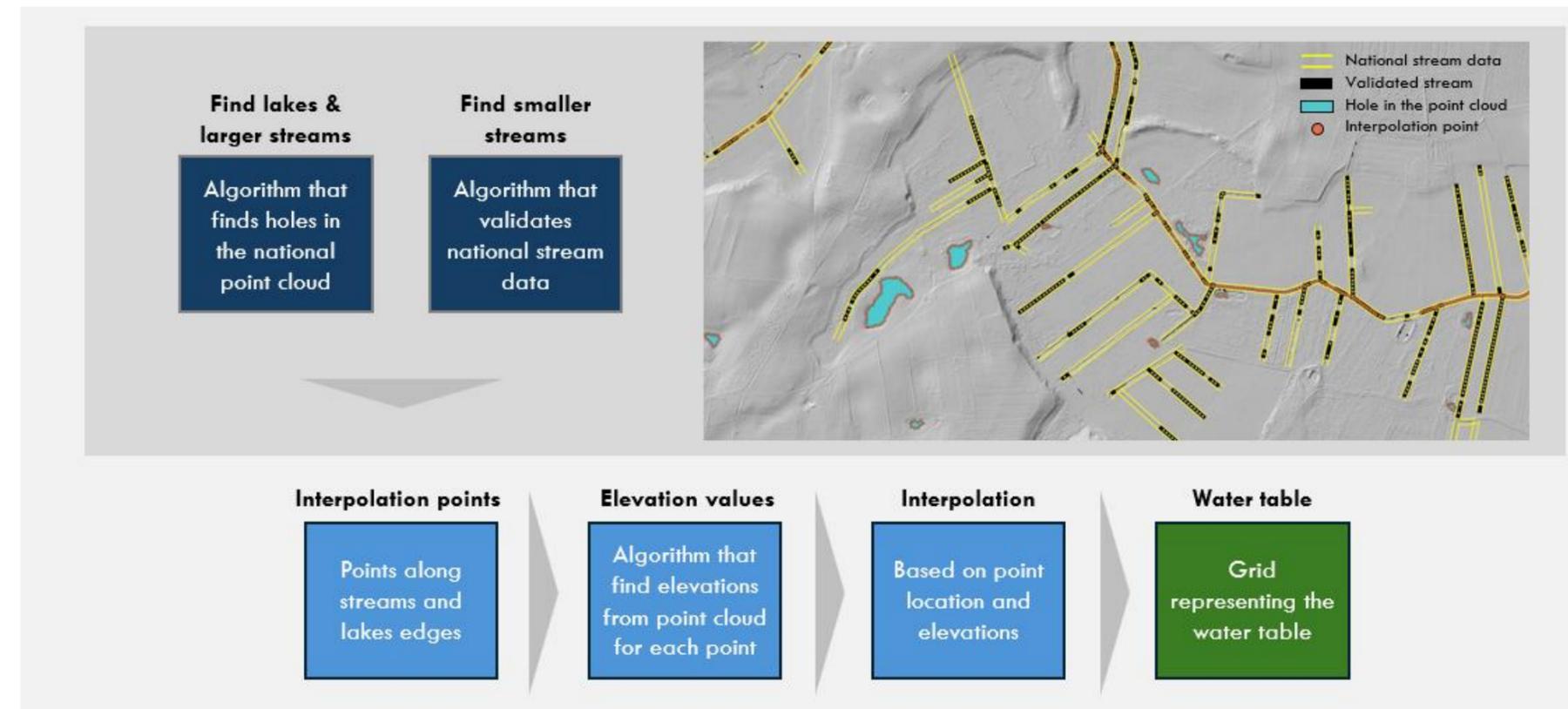
# Metode - Vandspejl

## Data

- Lidar data (Vertikal nøjagtighed 0.05m)
- Nationale vandløbs- og sø-data

## Antagelsen er:

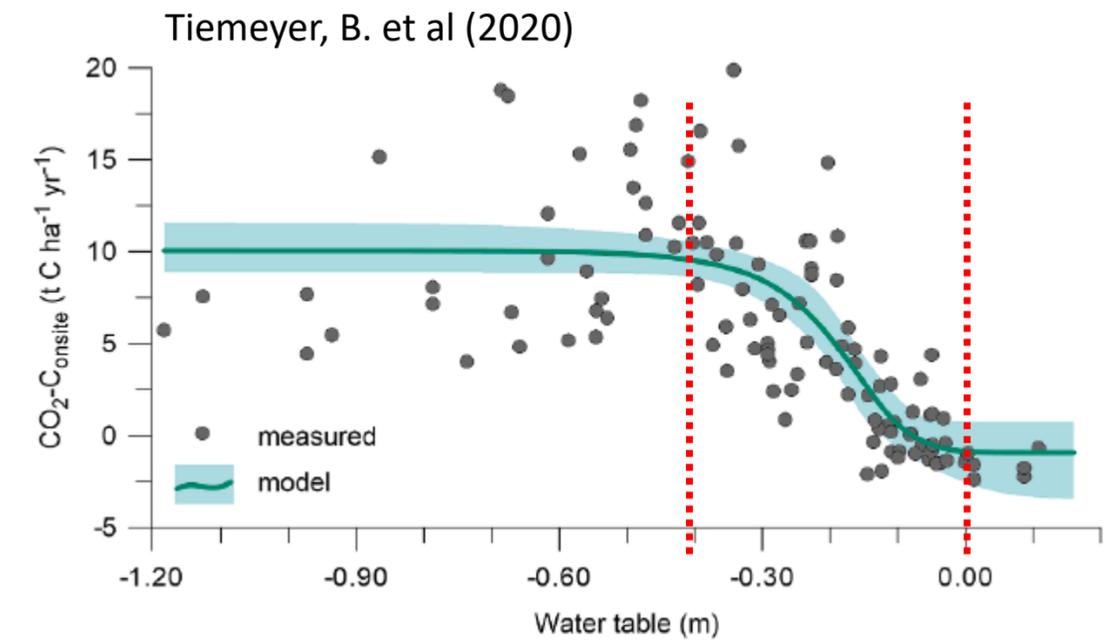
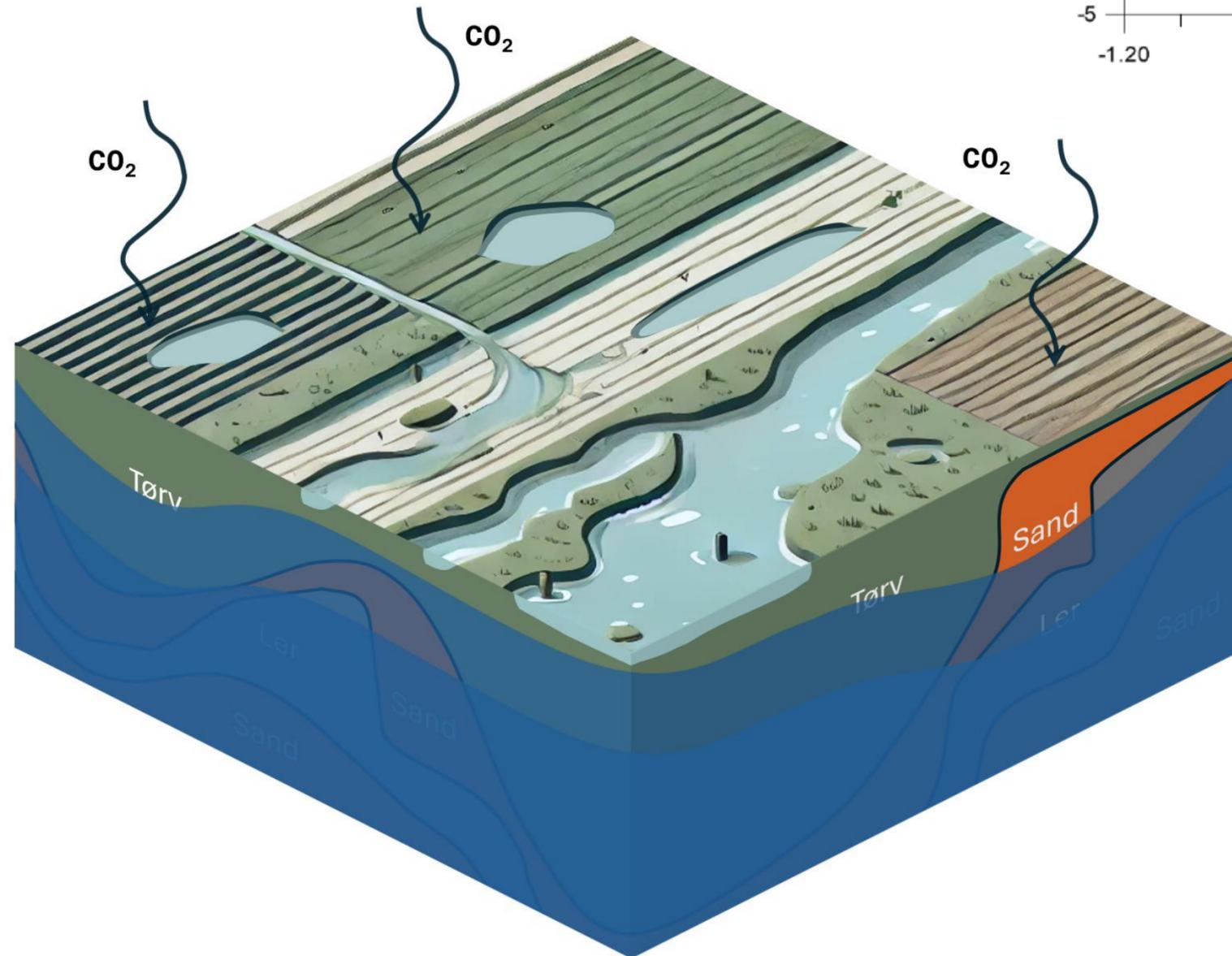
- At der er huller i lidar data, hvor der er vand
- Laveste punkt, omkring hullerne, svarer til vandspejlets niveau



# Metode - Vandspejl og scenarier

Scenarie beregning

- Estimat for CO2 udledning



# Kortlægning og Resultater

## Fra Øbakker, Viborg

# Kortlægning og Resultater

## Fra Øbakker, Viborg

Et område som vi kender rigtig godt

- Vi har rigtig meget data.

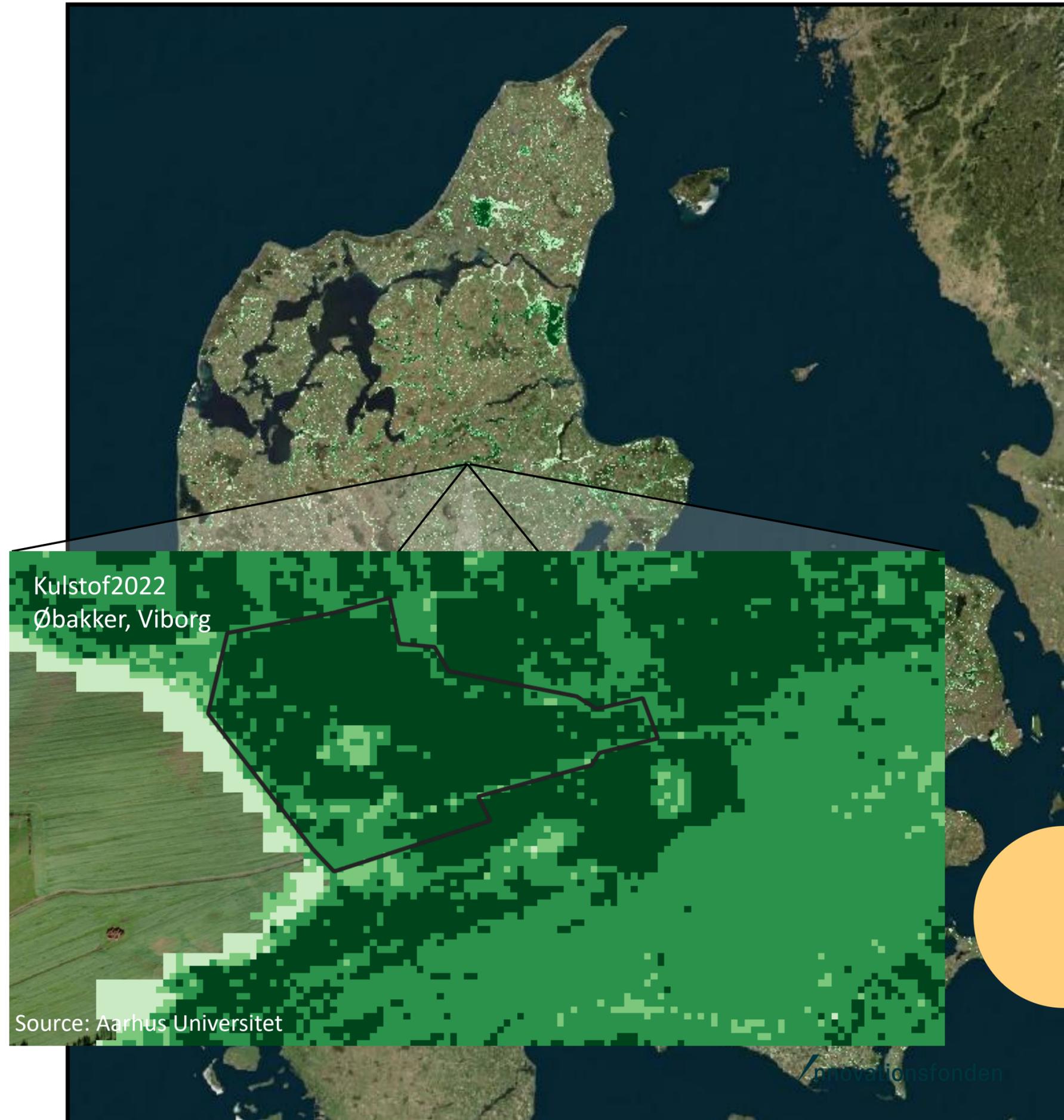
Hvad sker der når vi skærer data fra?

- og kun bruger data som indsamlet i ReDoCO2 metoden?

Workflow

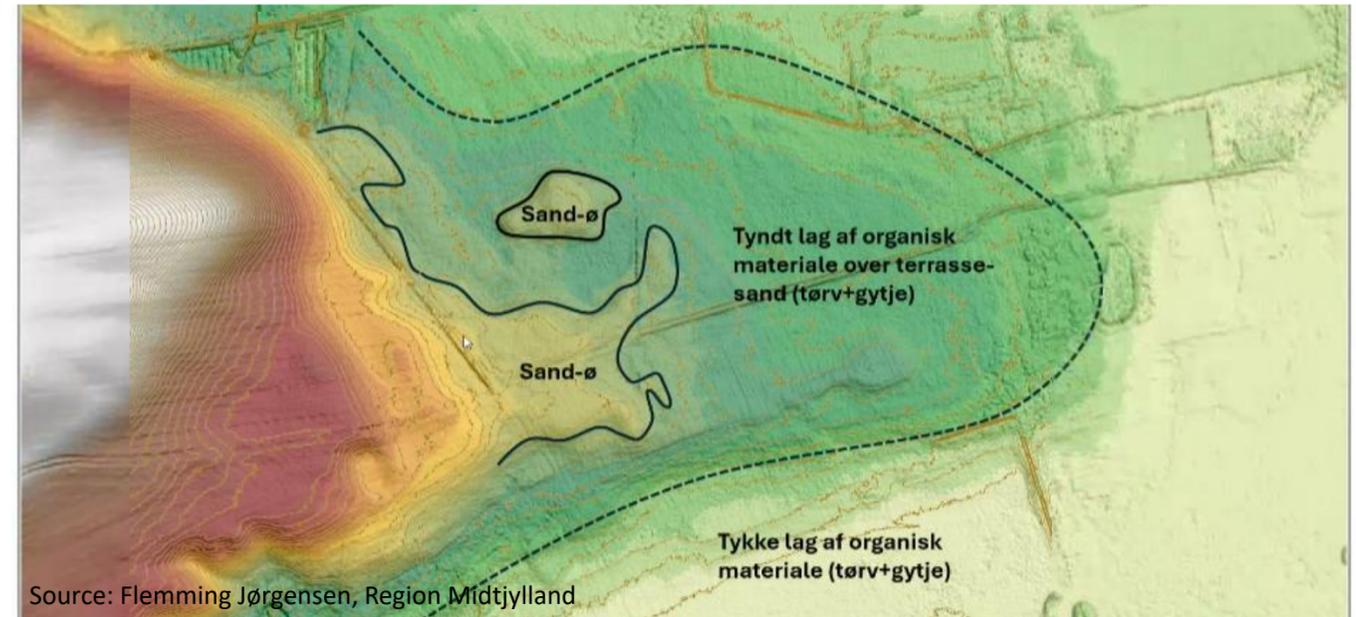
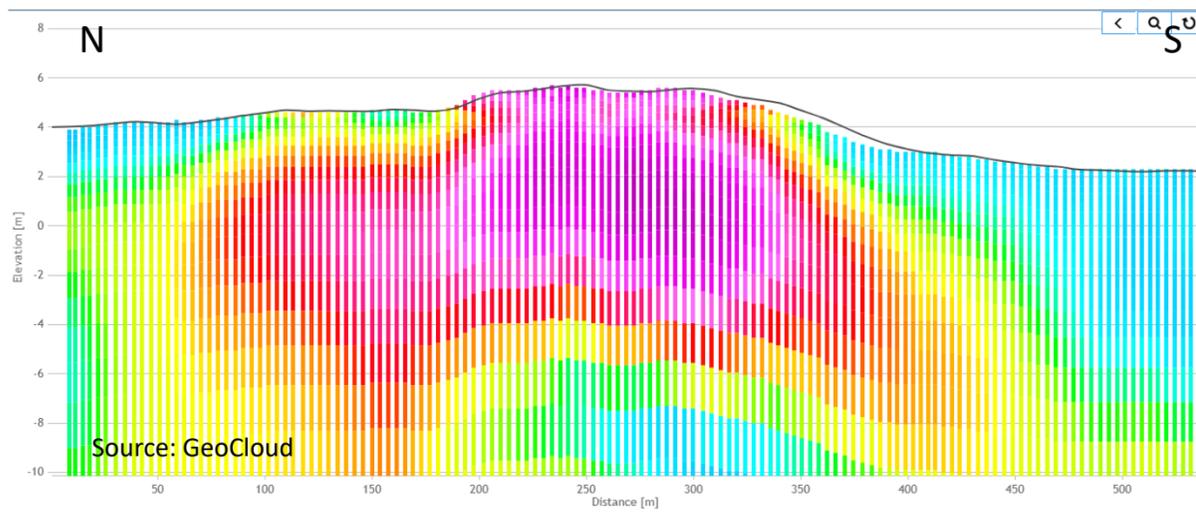
- Tre data faser
  - Baggrundsdata (div. GIS mm.)
  - Drone data
  - In-situ punktmåling

Resultater

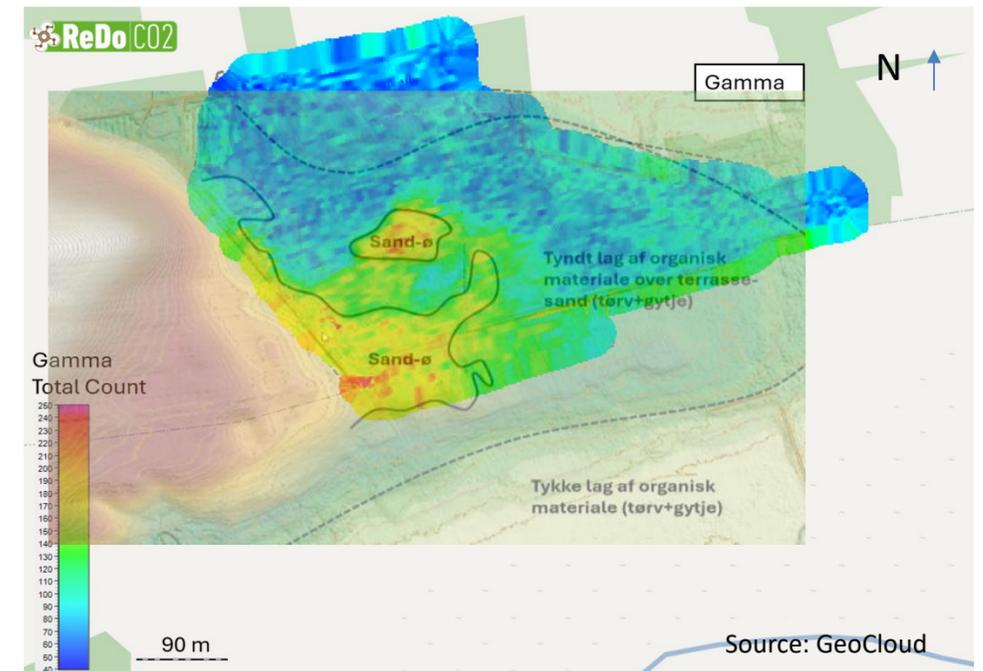
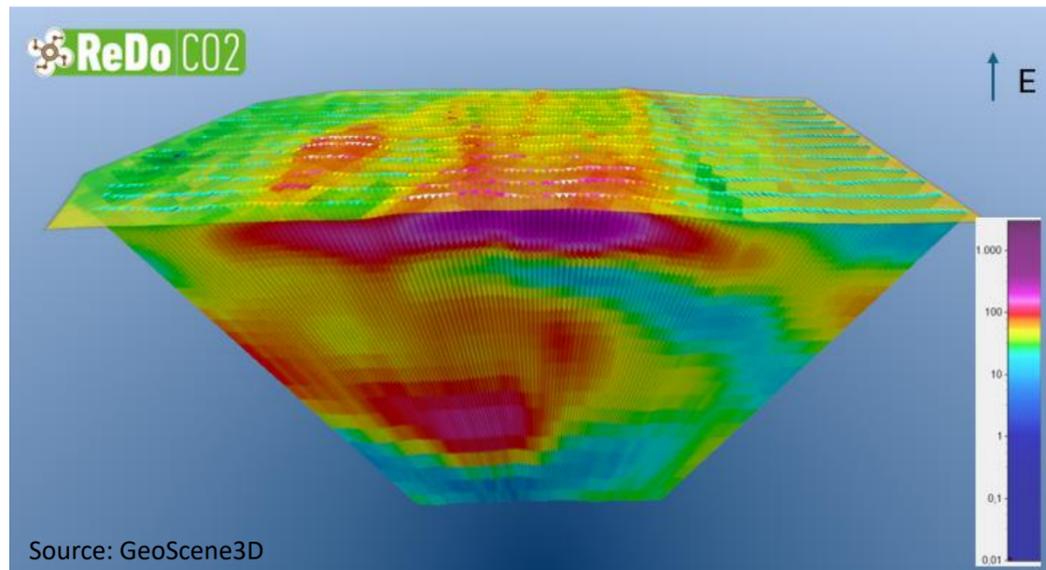


# Resultater fra Øbakker, Viborg

Fase 2: Drone - TEM + Gamma



Source: Flemming Jørgensen, Region Midtjylland



Source: GeoCloud

# Resultater fra Øbakker, Viborg

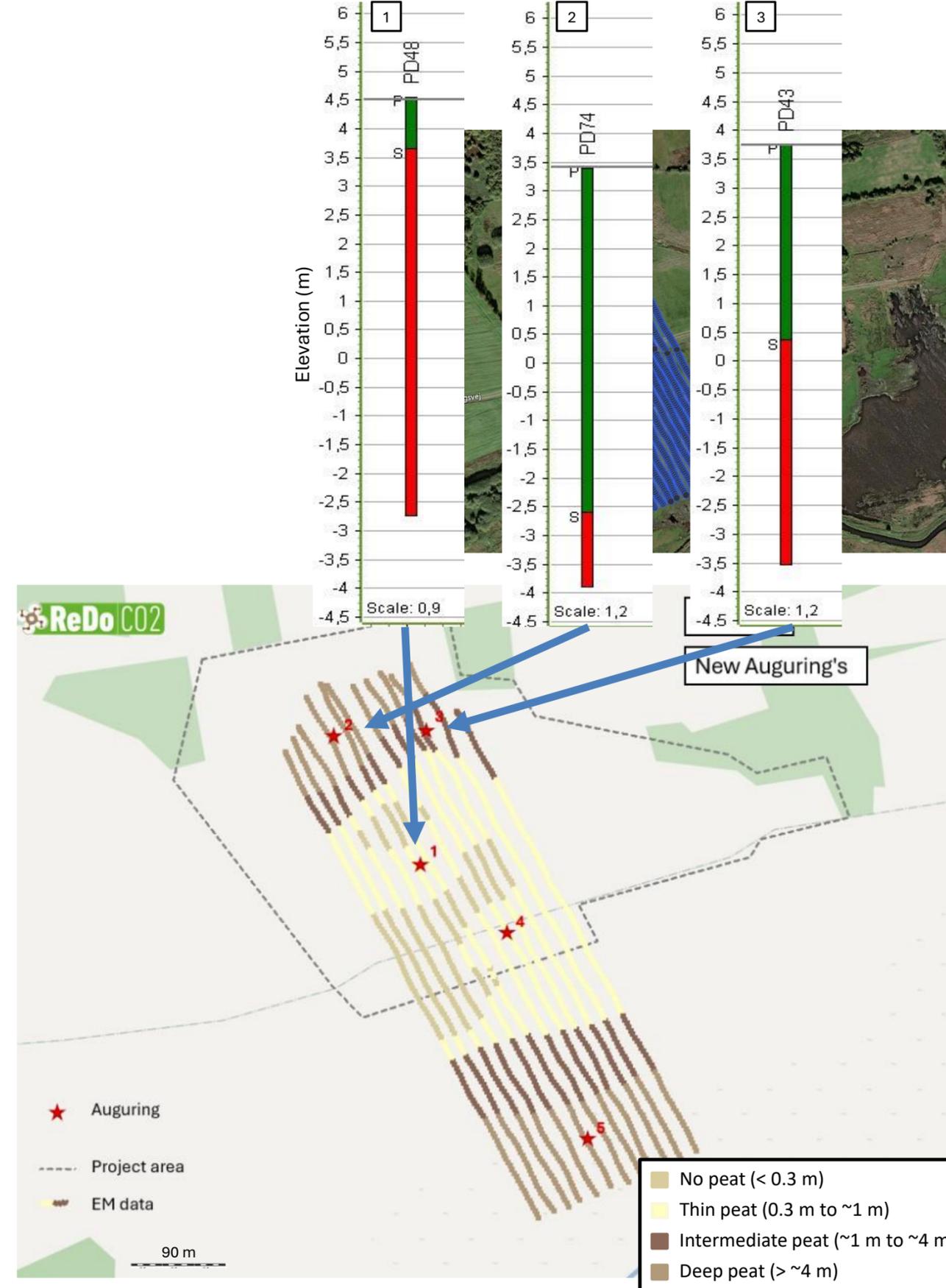
Fase 3: In-situ punktmålinger

Machine Learning 1  
(Usuperviseret læring)

Udfordring:  
Manuelt indsatte parametre

Formål:

- Få et strukturelt overblik
- Nedbringe antallet af nødvendige in-situ punktmålinger
- Find de bedste lokationer for placering af in-situ punktmålinger



# Resultater fra Øbakker, Viborg

Machine Learning 2 - C% indhold

- v. 3 in-situ målinger

Hvor effektiv er metoden?

Antal ha lavbundsjarde i DK:

Ca. 135t ha. (baseret på Kulstof2022)

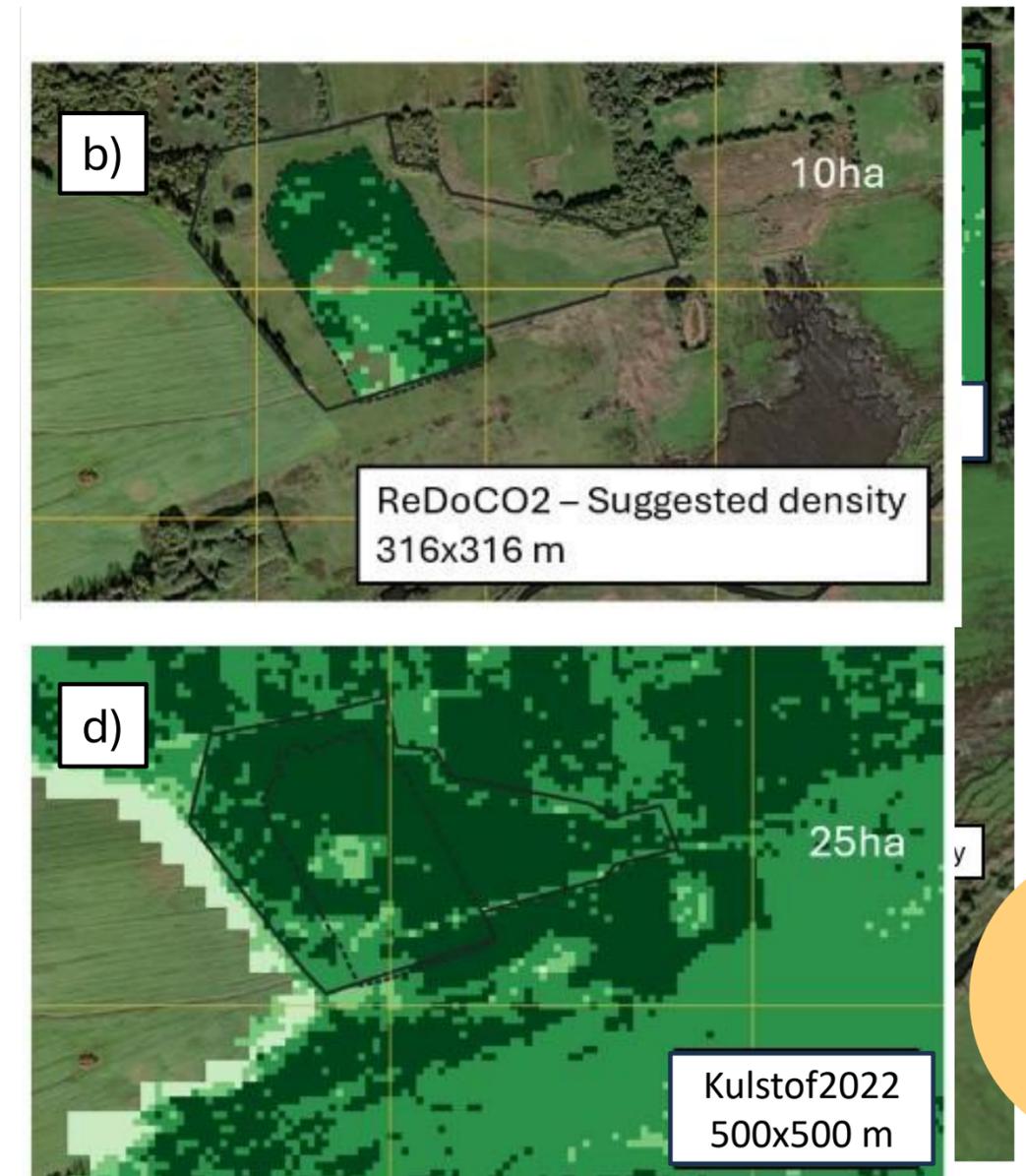
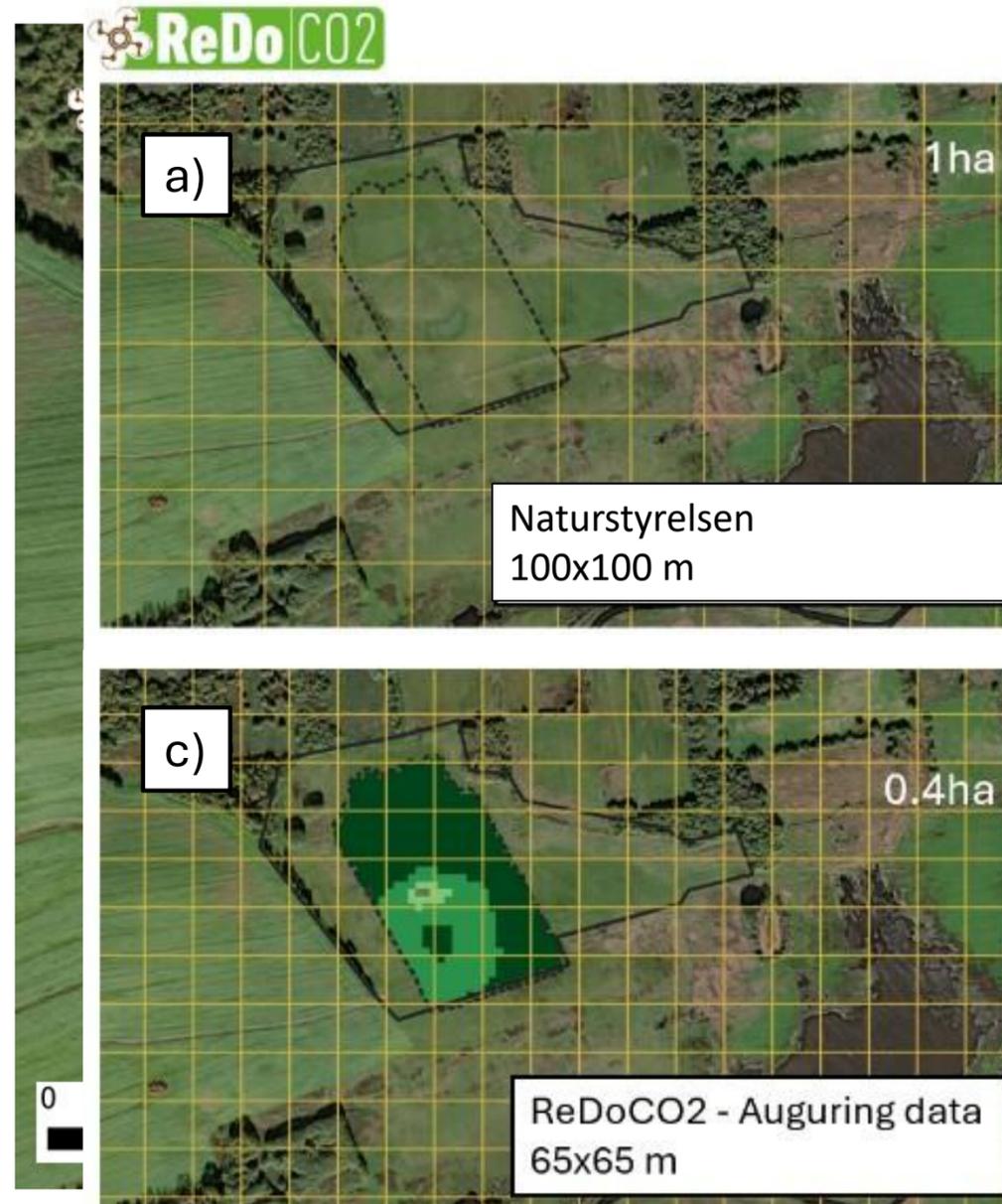
- Svarer til 135t punktmålinger nationalt

Én måling pr. 0.4ha,

- Svarer til 337,5t målinger nationalt

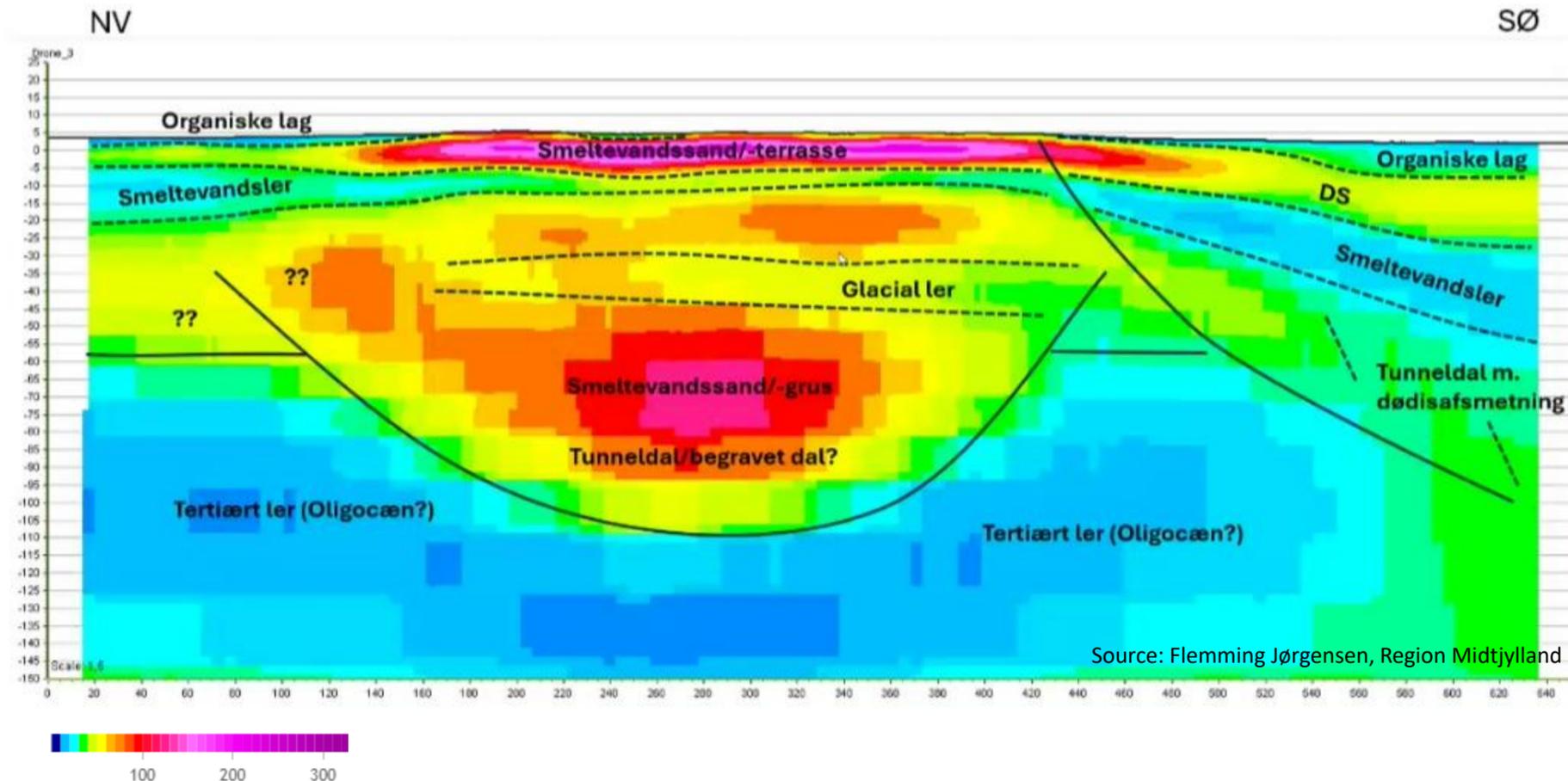
ReDoCO2 – 10-15%:

- Svarer til 13.5t - 20.25t punktmålinger nationalt



# Resultater fra Øbakker, Viborg

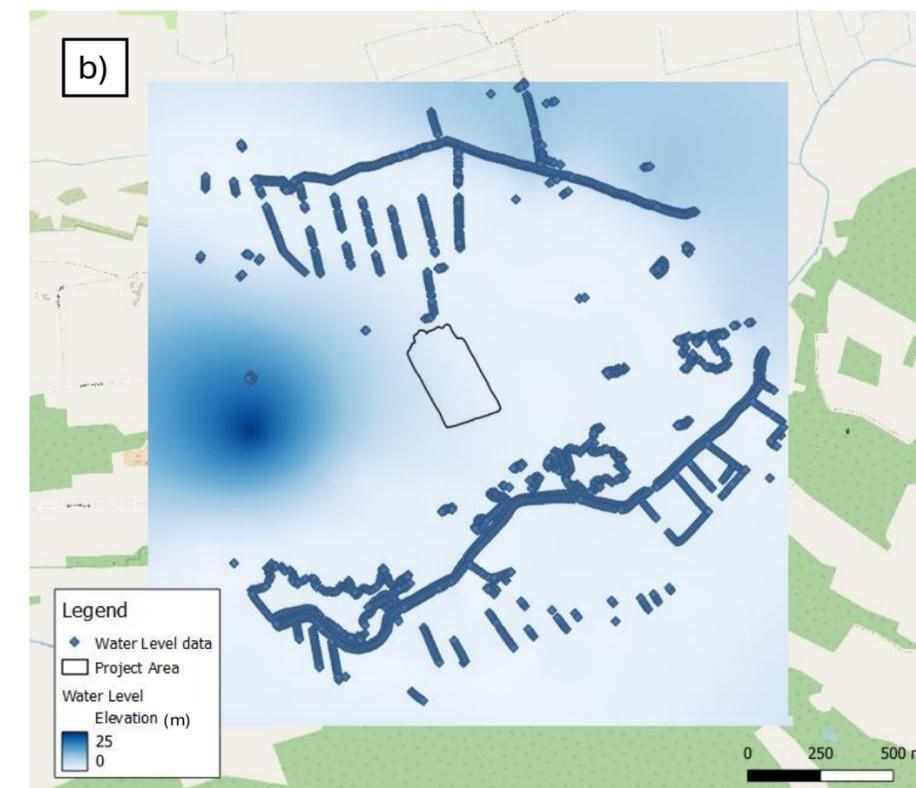
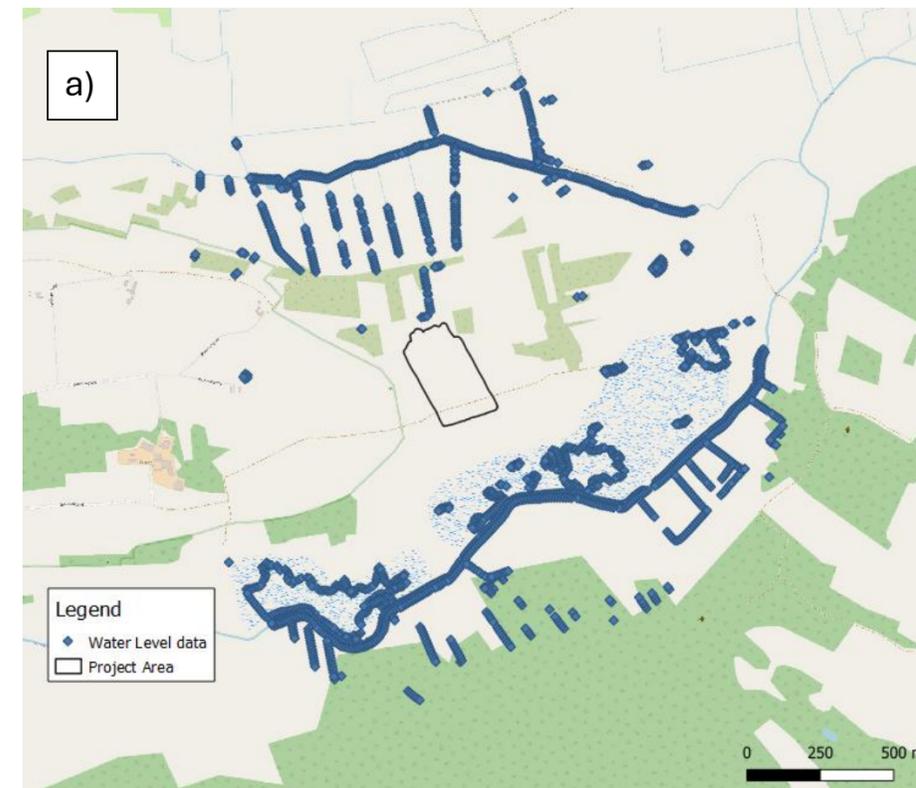
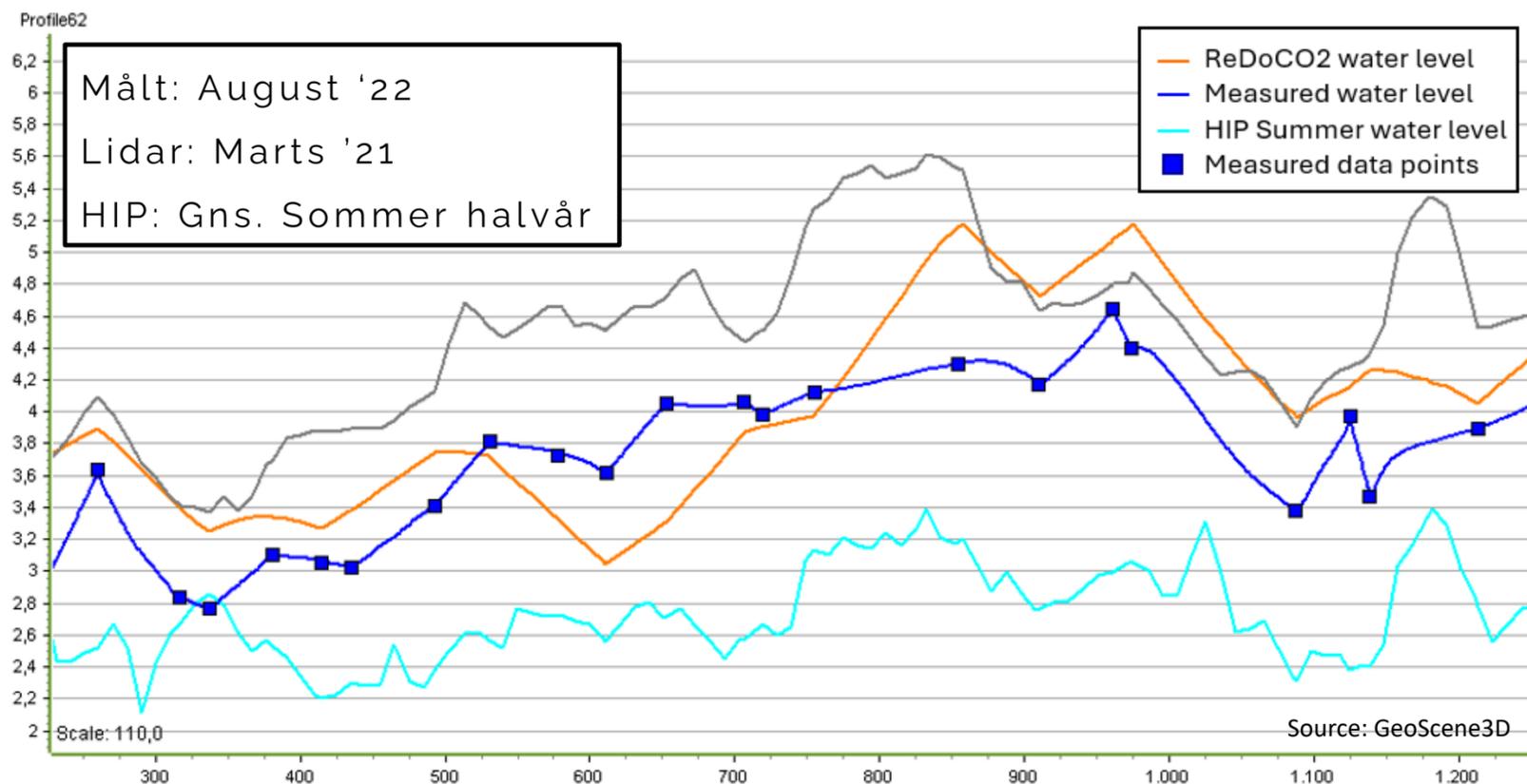
Geologisk model



# Resultater fra Øbakker, Viborg

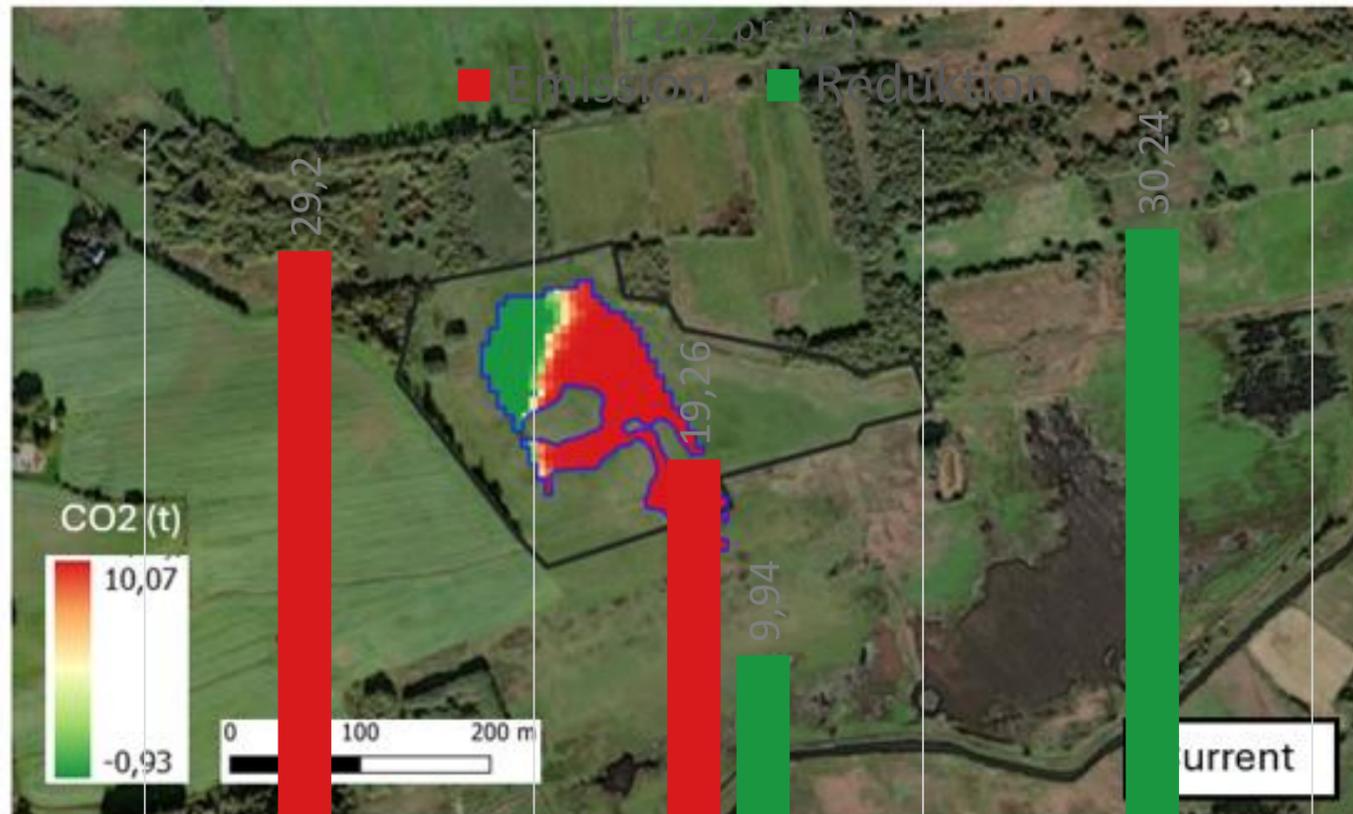
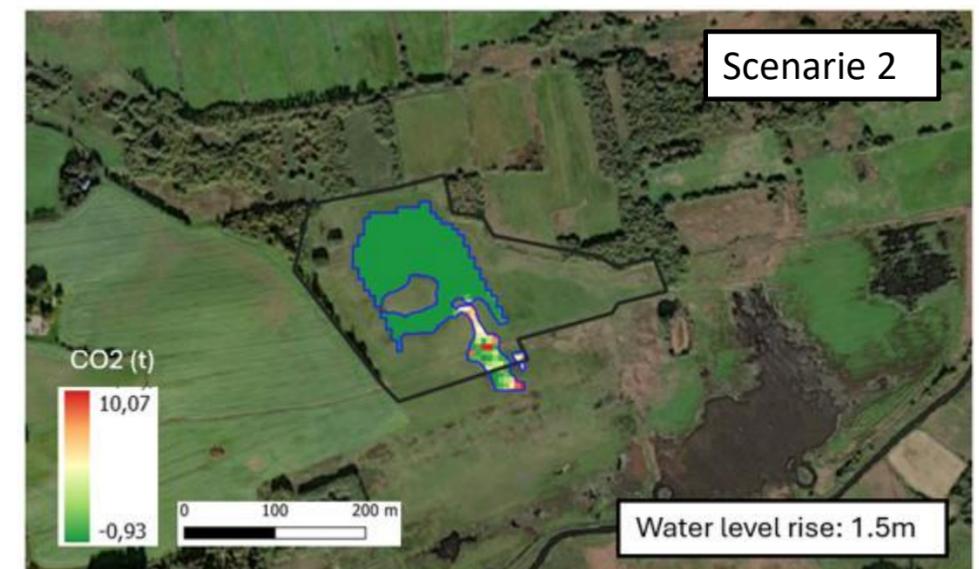
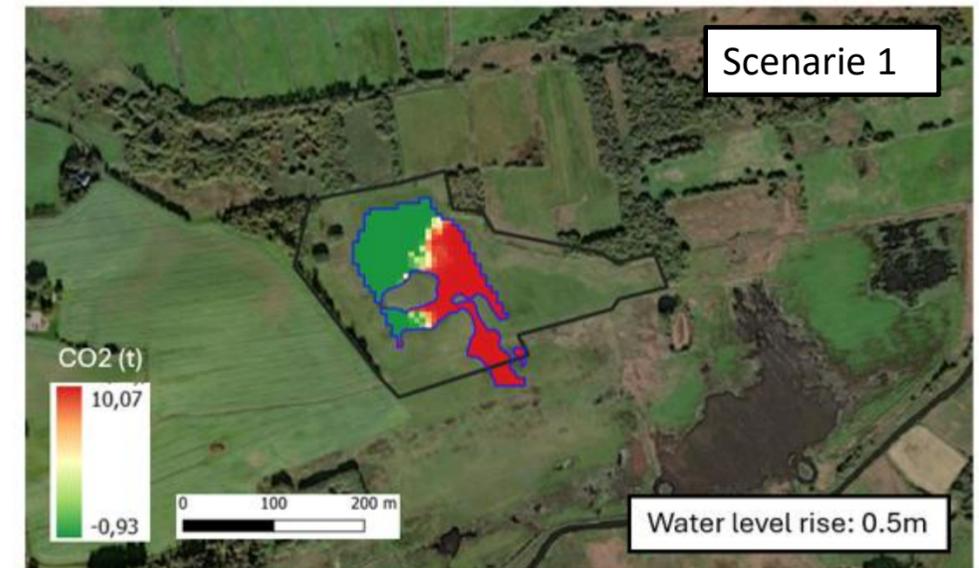
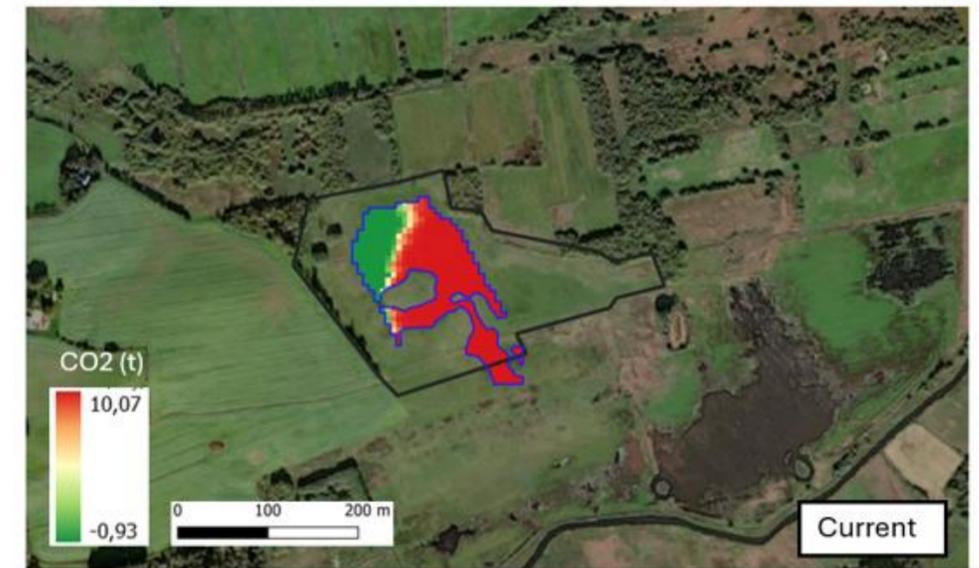
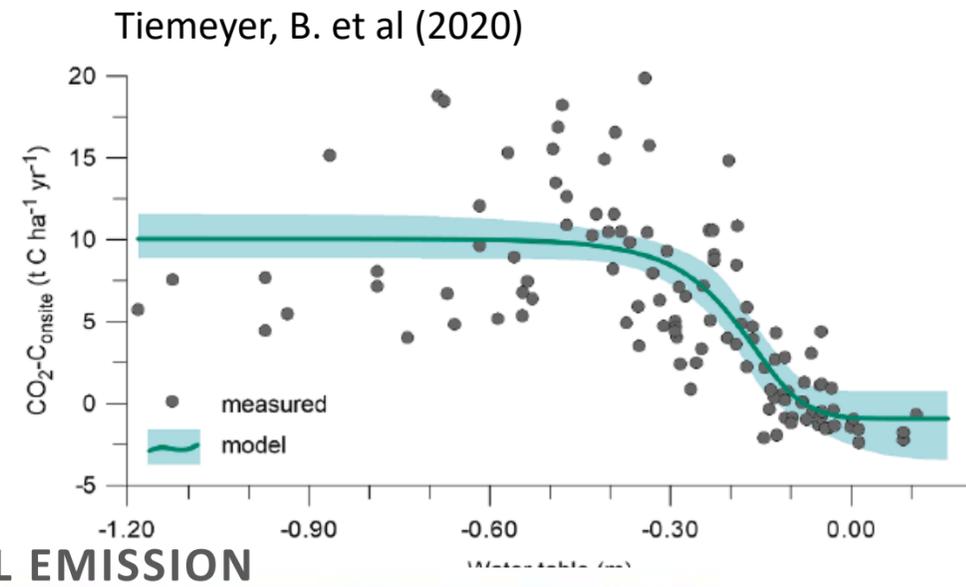
Vandspejl

Water level grid	Difference to measured (m)
ReDoCO2 method	0.39
HIP model	-0.76



# Resultater fra Øbakker, Viborg

Scenarier v. Tiemeyer



Parameter	Current	SCENARIE 1 0.5 m hævnig	SCENARIE 2 1.5 m hævnig
Current CO <sub>2</sub> Emission	29,2	19,26	1,04
Emission rate (t CO <sub>2</sub> pr. ha. pr. yr.)	6,99	4,58	0,70
Size (ha)	4,18	4,18	4,18
Total emission (t CO <sub>2</sub> pr. yr.)	29,20	19,26	1,04
Reduction	-	9,94	30,24

# Løser metoden behovet?

Problemer:

- Hvor er tørven?
- Hvor meget tørv er der?
- Hvad er karbon koncentrationen?
- Hvilken vinding er der ved vådlægning?
- Hvor bør/kan der udtages landbrugsjord?

Udfordringer:

- Kulstsof2022 kortet
- Punktmålinger
- Utilgængelige vådområder
- Grundvandsspejl i tørv
- Ofte ingen lokal geologisk model
- Geofysisk data opløsning
- CO2 emission



# Fremtidsperspektiver

- Videreudvikling af vandspejls-metoden
- C% koncentrationen kort udvikler sig med tiden – ML får mere og bedre data. Det nationale kort bliver bedre.
- Potentiale for at ML skaber den fulde geologiske model
  - Første skridt hvor den går ind og skaber et første bud
- Skaber et stærkt fundament for efterfølgende grundvandsmodellering i områderne
- Innovationsfondsprojekt Integrate: ProblInv
- Data skaber merværdi andre steder



Spørgsmål?





Thomas Bager Rasmussen  
[TBR@i-gis.dk](mailto:TBR@i-gis.dk)  
M.Sc. Geofysik  
Konsulent

**Tak for jeres tid**



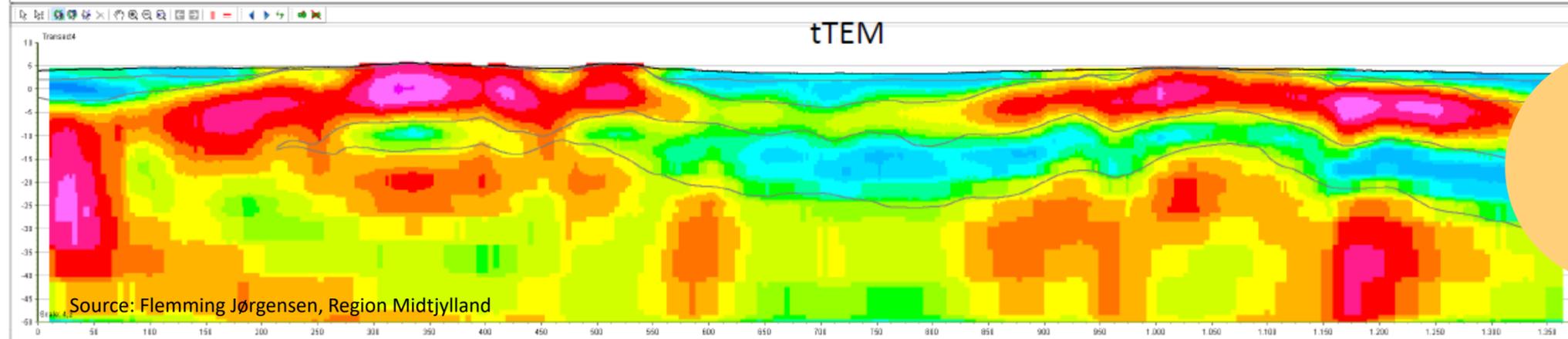
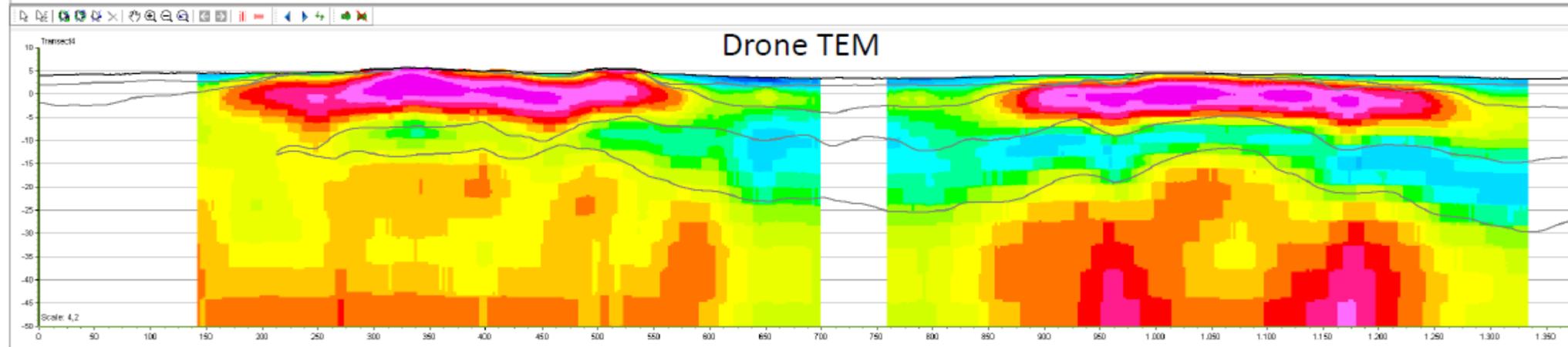
**I·GIS**



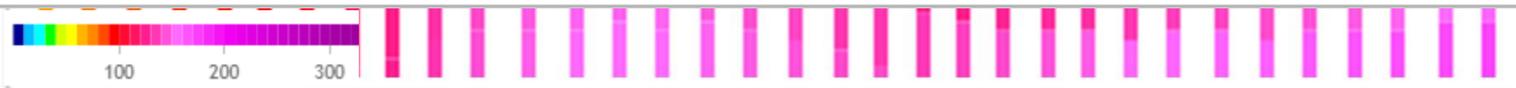
Source: Triven Koganti, Aarhus University

# Metode - Drone

Verificering

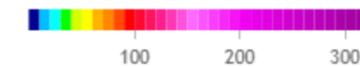


Source: Flemming Jørgensen, Region Midtjylland





# Metode - Drone



Øverste ca. 6m

