



# C2C Coast to Coast Climate Challenge

Planlægningsværktøj til beskrivelse af  
det terrænnære grundvand -  
nd og brugererfaring

v. Helen Berger, COWI  
Partnerskabsmøde om  
Værktøjet for det terrænnære grundvand  
den 2. september 2020



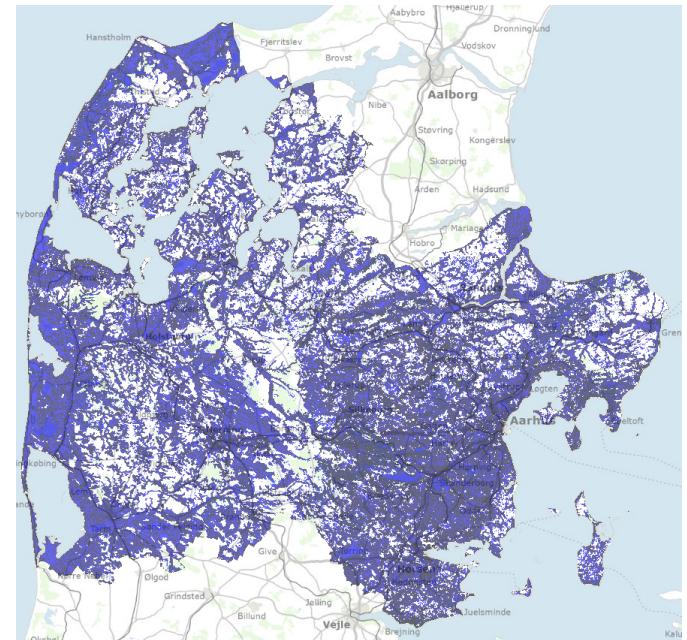
SCALGO



COWI

# Planlægningsværktøj til beskrivelse af det terrænnære grundvand

- Formål og baggrund
- Datagrundlag og dataanalyse
- Machine Learning
- Eksempler på anvendelse i praksis





# Formål

- Værktøj til **beskrivelse** og **registrering** af terrænnært grundvand
- Planlægning - kommuner / forsyninger
- Byplanlægning, anlægsarbejder, klimatilpasning
- Terrænnært grundvand inden for 1 m.u.t. (på et tidspunkt i løbet af et år, både i dag og i 2050)

9 INDUSTRY, INNOVATION  
AND INFRASTRUCTURE



11 SUSTAINABLE CITIES  
AND COMMUNITIES



13 CLIMATE  
ACTION



17 PARTNERSHIPS  
FOR THE GOALS



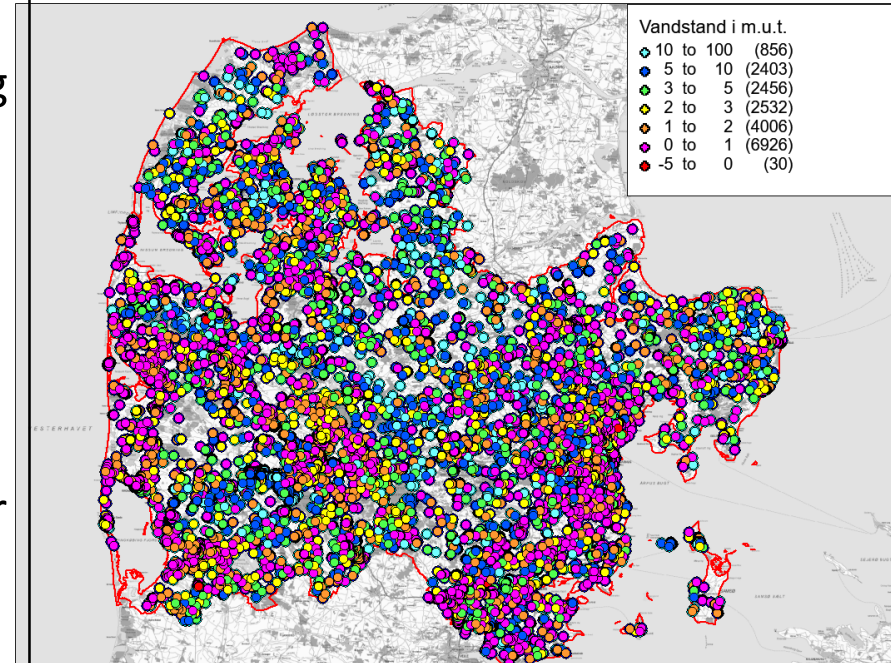


# Datakilder og statistik

- Dataindsamling ved kommuner og forsyninger
- Data fra Jupiterdatabasen
- Data fra Region Midtjyllands GeoGIS database
- Data fra COWIs egen GeoGIS database
- SQL-database med COWIs loggerdata (on-line data)
- Alle data integreret vha. COWI Connect og links til databaser
  
- Statistiske beregninger (mid, min, max, stdev)
- Periode: 1998 - 2017
- Vandstand målt i indtag ned til 10 m

# Kvalitetssikring og dataanalyse

- Datavask/frasortering
  - Pejlinger dybere end bund af indtag
  - Vandstand mere end 5 m.o.t.
  - Stdev. >3 (fejldata)
  - Pejlinger i drift
- Observationer 14.916 ( ca. 1 pkt. pr. km<sup>2</sup>)
- 392 pejletidsserier med 5 pejlinger eller mere
- 1.900 punkter i vandløb, sø og kyst: GVS=0 m.u.t
- Geofysik undersøgt



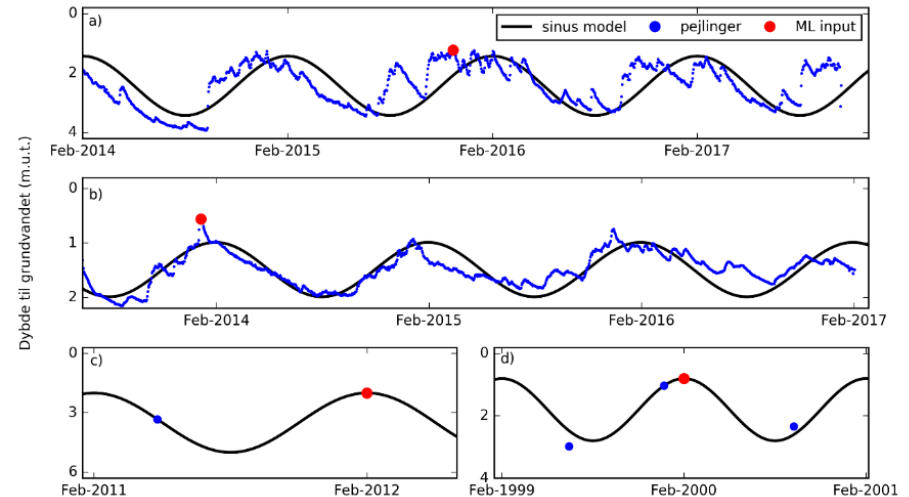


# Hydrogeologisk typologi og sæsonvariationer



- Tidsserier: Målt max. vandstand
- Enkeltpøjlinger: Sinuskurver med forskellige amplituder/årstidsvariationer
- Årstidsvariationer: +/- 0,5 m til +/- 1,5 m i middel for de enkelte grupper
- De største variationer ses i lavpermeable aflejringer og langt fra overfladevand
- Fremskrevet til 2050 for klimascenarier (våd, median og tør)

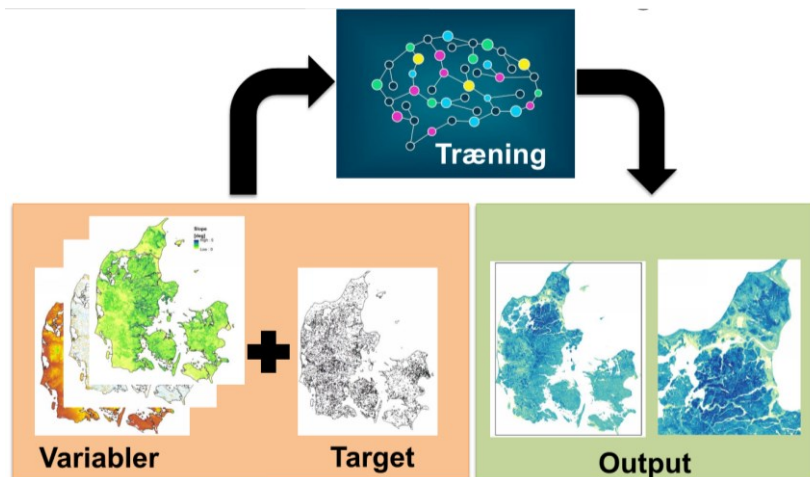
Kategori	Beskrivelse	Kode
Hydraulisk <u>permabilitet/</u> ledningsevne	Højpermeabel	H
	Lavpermeabel	L
	Ukendt	X
Magasinforhold	Frit	P
	Spændt/artesisk	A
	Ukendt	X
Nærhed til overfladevand	Kystnær	C
	Vandløbsnær	S
	Andet	O



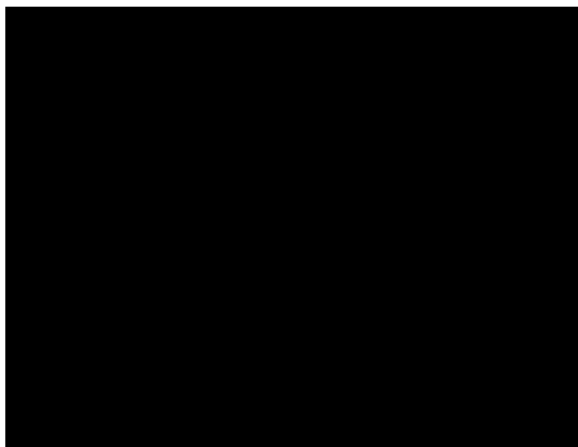




# Machine Learning



- 26 forklarende variable
- Algoritmen Random Forest (skov af beslutningstræer)
- Beregninger i 50x50 m grid



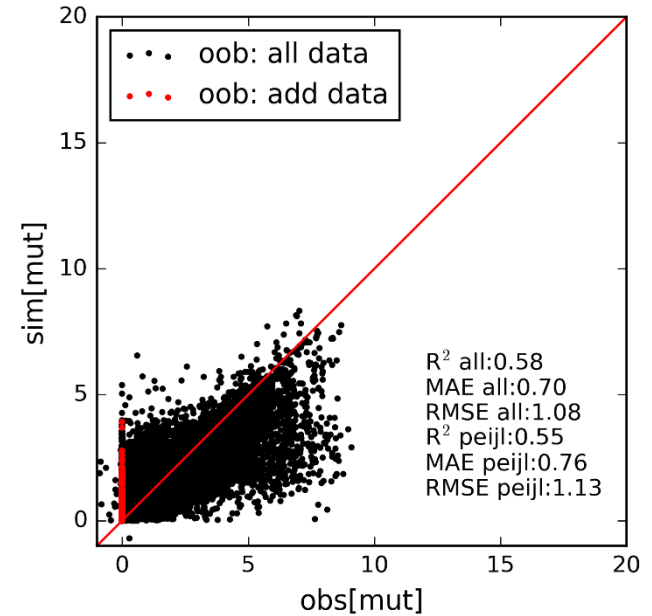
Variable	Gruppe	
Ler indhold - a horisont	Geologi	
Ler indhold - b horisont		
Ler indhold - c horisont		
Ler indhold - d horisont		
Kvartær lagtykkelse		
Top ler tykkelse		
Dræn sandsynlighed		
Dræn klasser		
Lavbund klassifikation		
Landskabstypologi		
Georegion		
Jordtype		
Højdemodel		Topografi
Højdemodel detrend		
Topographic Wetness Indeks		
Saga Wetness Indeks		
Opstrøms areal		
Hældning	Afstand til overfladevand	
vertikal afstand til vandløb		
vertikal afstand til vandløb		
horizontal afstand til vandløb	Nedbør	
sø, vandløb, kyst klassifikation		
Nedbør	Arealanvendelse	
Befæstelsesgrad		
Arealanvendelse	Koordinater	
Koordinater (utm <sub>x</sub> )		
Koordinater (utm <sub>y</sub> )		



# Resultater af machine learning

- Tilfredsstillende validering på 1/3 af træningsdata
- Middelfejl på 0,7 m for alle data (0,76 m uden støttepunkter)
- Følsomhedsanalyse → afgørende variabler
- Artikel i HESS:

<https://www.hydrol-earth-syst-sci.net/23/4603/2019/>



Hydrology and Earth System Sciences  
An interactive open-access journal of the European Geosciences Union

Articles | EGU Live | EGU Publications | EGU High-Impact Articles

Articles

Research article

Modelling of the shallow water table at high spatial resolution using random forests

Julian Koch<sup>1</sup>, Helle Berger<sup>1</sup>, Hans Jørgen Henriksen<sup>1</sup>, and Torben Obed Soresborg<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Department of Hydrology, Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), Copenhagen, 1350, Denmark  
Correspondence: Julian Koch (jul@geus.dk)

Received: 01 May 2019 - Discussion started: 10 May 2019 - Revised: 11 Sep 2019 - Accepted: 08 Oct 2019 - Published: 15 Nov 2019

Abstract

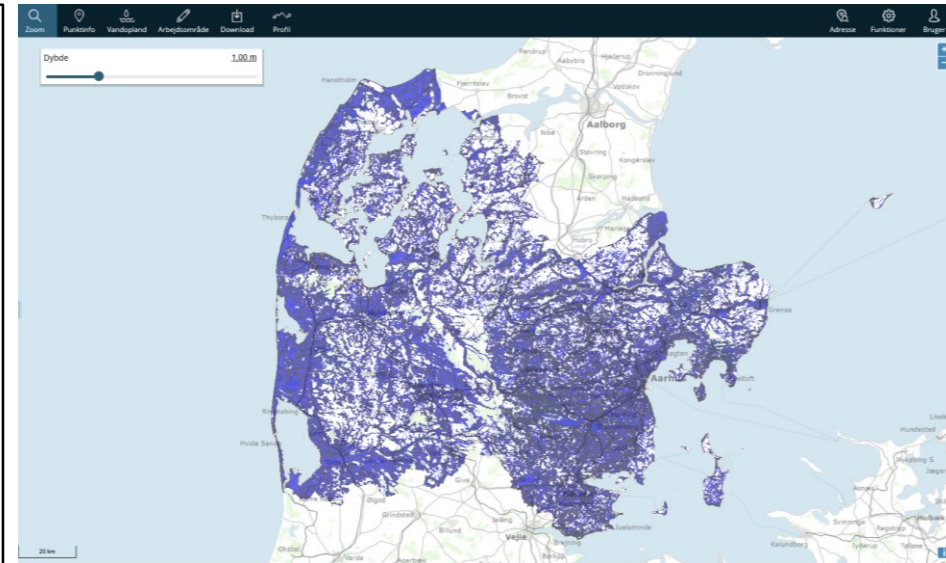
Machine learning provides great potential for modelling hydrological variables at a spatial resolution beyond the capabilities of physically based modelling. This study features an application of random forests (RF) to model the depth to the shallow water table, for a wintertime minimum event, at a 50 m resolution over a 15 000 km<sup>2</sup> domain in Denmark. In Denmark, the shallow groundwater poses severe risks with respect to groundwater-induced flood events, affecting both urban and agricultural areas. The risk is especially critical in winter time, when the shallow groundwater is close to terrain. In order to advance modelling capabilities of the shallow groundwater system and to provide estimates at the scales required for decision-making, this study introduces a simple method to unify RF and physically based modelling. Results from the national water resources model in Denmark (Dk-model) at a 500 m resolution are employed as covariates in the RF model. Thus, RF ensures physical consistency at a coarse scale and fully exhausts high-resolution information from readily available environmental variables. The vertical distance to the nearest water body was rated as the most important covariate in the trained RF model followed by the Dk-model. The evaluation test of the trained RF model was very satisfying with a mean absolute error of 76 cm and a coefficient of determination of 0.58. The resulting map underlines the severity of groundwater flooding risk in Denmark, as the average depth to the shallow groundwater is 1.9 m and approximately 29% of the area is characterized as having a depth of less than 1 m during a typical wintertime minimum event. This study brings forward a novel method for assessing the spatial patterns of covariate importance of the RF





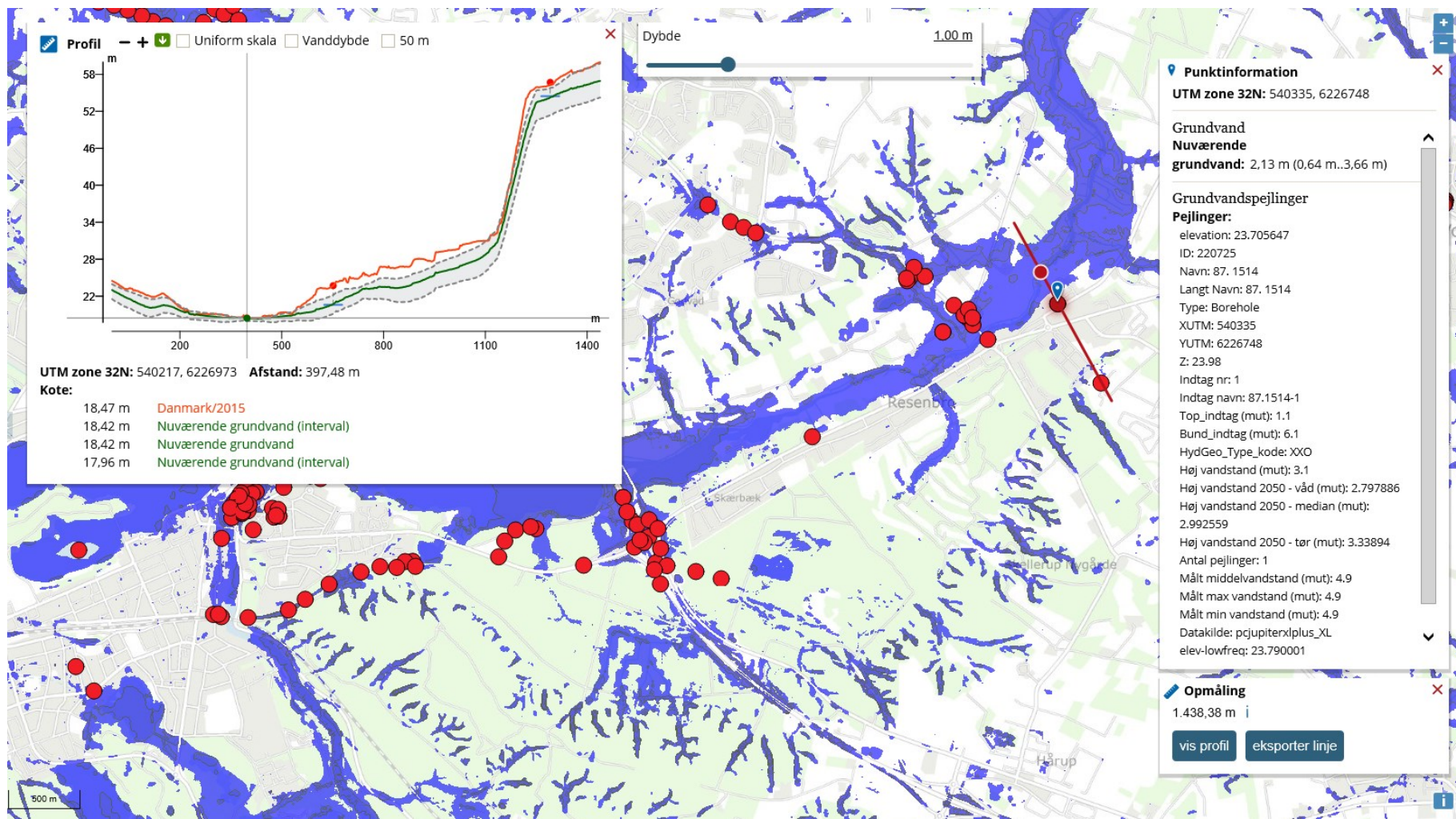
# Applikationen i SCALGO

- Høj terrænnær grundvandsstand, nu og i 2050
- Klimascenarier tør, median og våd for 2050 beregnet med DK-modellen
- Nedskalering fra 50x50 m til 40 x 40 cm for sammenligning med højtopløselig terrænmodel
- Nyudviklet metode til nedskalering, som inddrager højdemodellen
- Slider til visning af områder med dybde til grundvand f.eks. <1 m.u.t. eller <2 m.u.t.





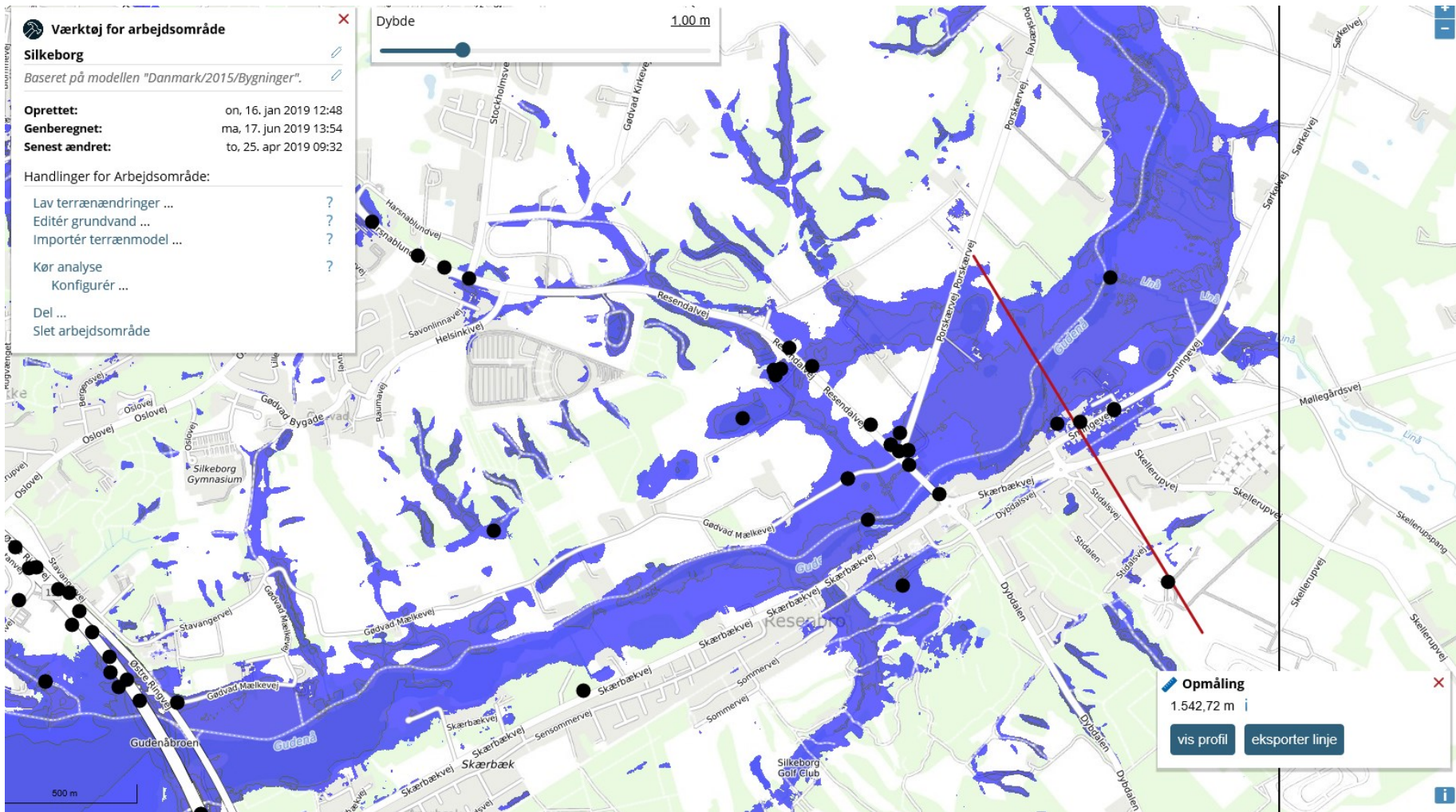
# Pejlepunkter og profiler







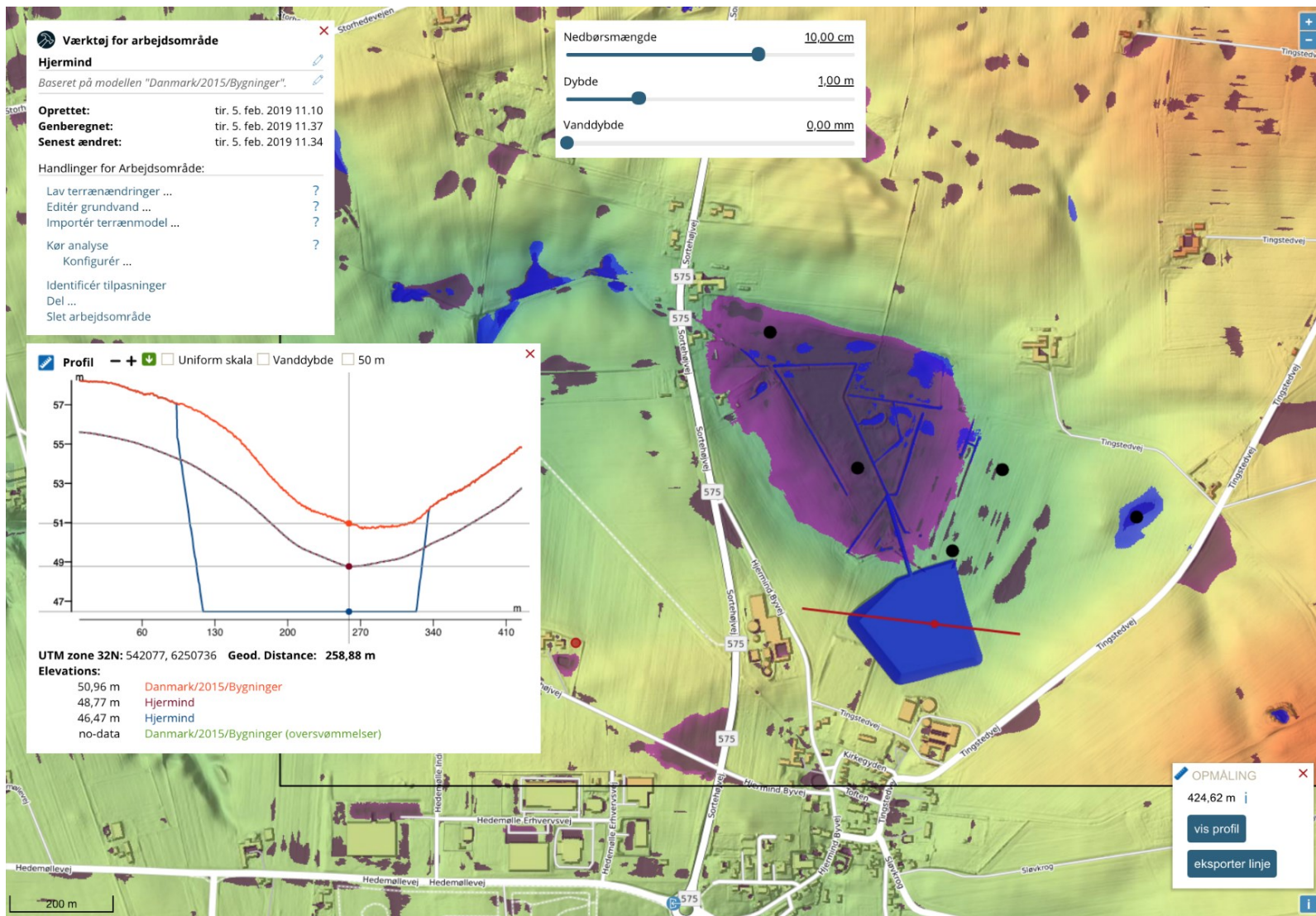
# Workspace og nye data







# Terrænændringer







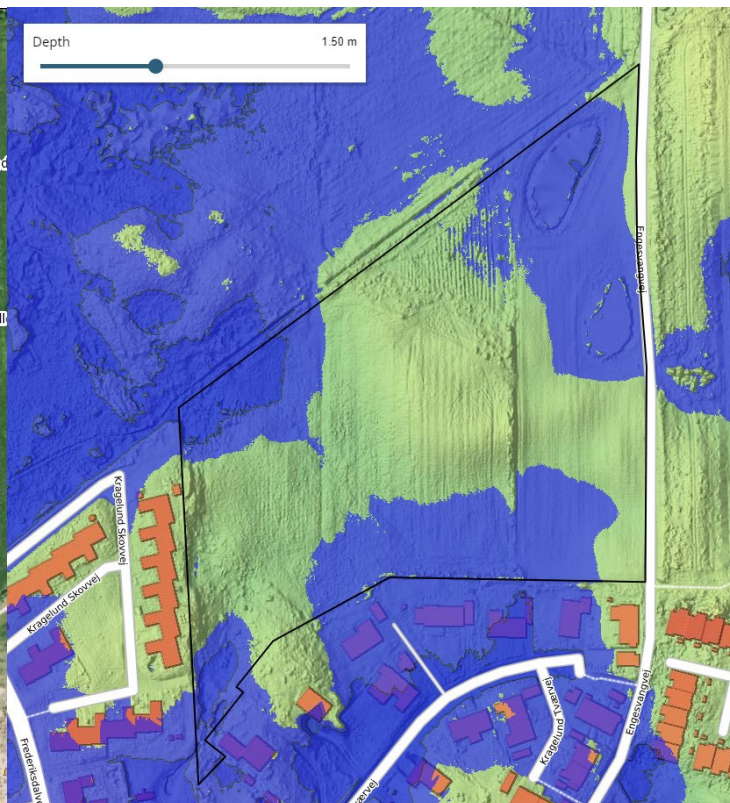
# Følsomhed







# BYUDVIKLING - EKSEMPEL







Allerede i lokalplaner kan nævnes behov for:

- › For dræning (afskærende dræn, netdræn, omfangsdræn)
- › Plan for håndtering af terrænnært grundvand
- › Verifikation af vandstands niveau og årstidsvariationer (etablering af pejleboringer og kontinuerte målinger af grundvandsspejl)
- › Eksempel:

[http://192.168.110.84/gwmpplot/cowigwm.php?username=GWM\\_Koege](http://192.168.110.84/gwmpplot/cowigwm.php?username=GWM_Koege)



# Konklusion og anbefaling

- Hurtigt overblik over risiko for høj terrænnær grundvandsstand
- Hurtigt overblik over data for terrænnær grundvandsstand
- Kvalitet og mængde af data er afgørende - flere pejlinger, digitale drændata
- Anbefaling: løbende opdatering af datagrundlag og beregninger





# C2C Coast to Coast Climate Challenge

Tak for opmærksomheden



SCALGO



COWI