

Storskala hydrologisk model for Jylland

Kan man bruge regionale
modeller i lokal sammenhæng

November 2025

Stor skala model og Grøn Trepert

Disposition

- Grøn Trepert – udpegning af arealer og supplerende data fra grundvandsmodeller.
 - Hydrologisk model for *hele* Jylland.
 - Eksempler på, hvordan resultater fra modellen er benyttet i udpegning af areal i Grøn Trepert.
 - Erfaringer med arbejde med en storskala model.
-
- Tak til kollegaer i NIRAS som har været med til diskutere og udvikle dette modelkoncept! Her specielt Tina Moeslund og Charlotte Halkier.

Baggrund

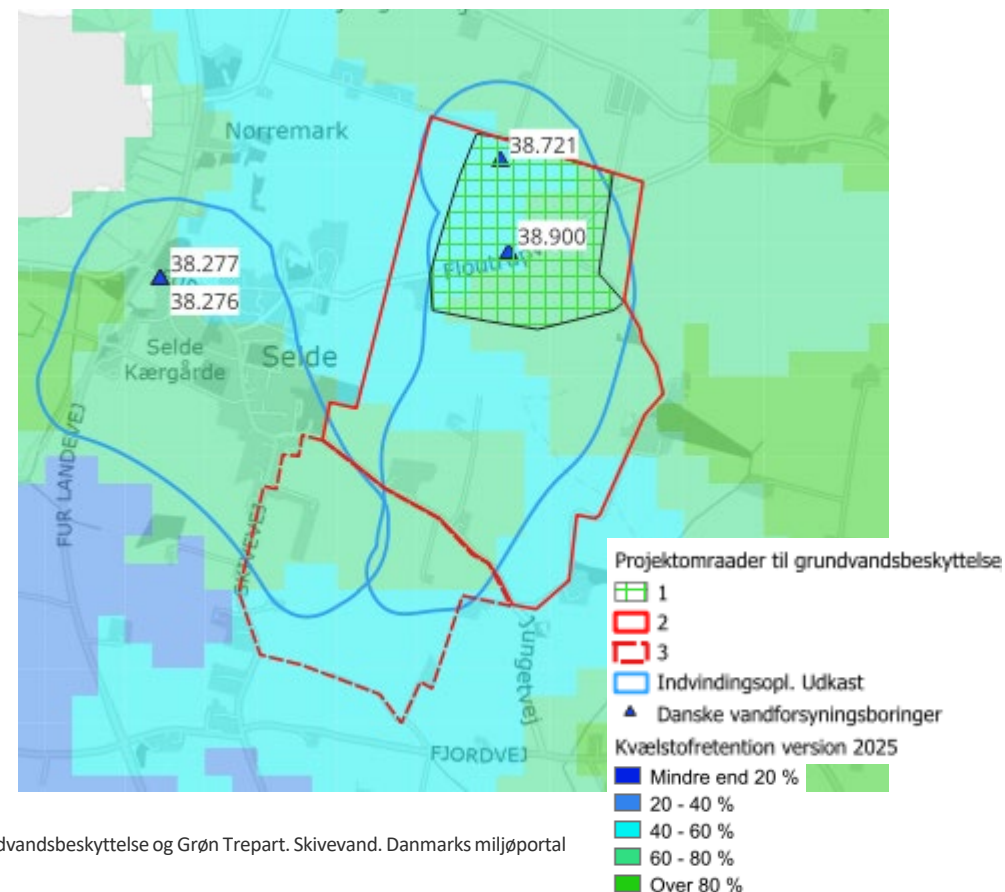
Motivation

Udpegningen af arealer er baseret på en stor mængde data fra staten.

Ofte supplerede dette med data, som kræver analyser fra eksisterende grundvandsmodeller.

Dette arbejde omhandler:

- 1) Udtræk fra data fra en model og
 - 2) Klargøring af data (i GIS) i en standard form til sagsbehandler.
- Når man som grundvandsmodellør skal arbejde med et nyt område, står man ofte med flere modeller og skal vælge den bedste. Ikke alle modeller er detaljerede nok, og ikke alle modeller er egnede til ensartet output.
 - Men hvad er kriterierne for den bedste model?
 - Ofte har en model indbygget lokal specialviden, som er gået tabt ved en ny model.
 - Ofte vælger kunden at starte forfra med ny model.



Data: Grundvandsbeskyttelse og Grøn Trepert. Skivevand. Danmarks miljøportal

Grøn trepart

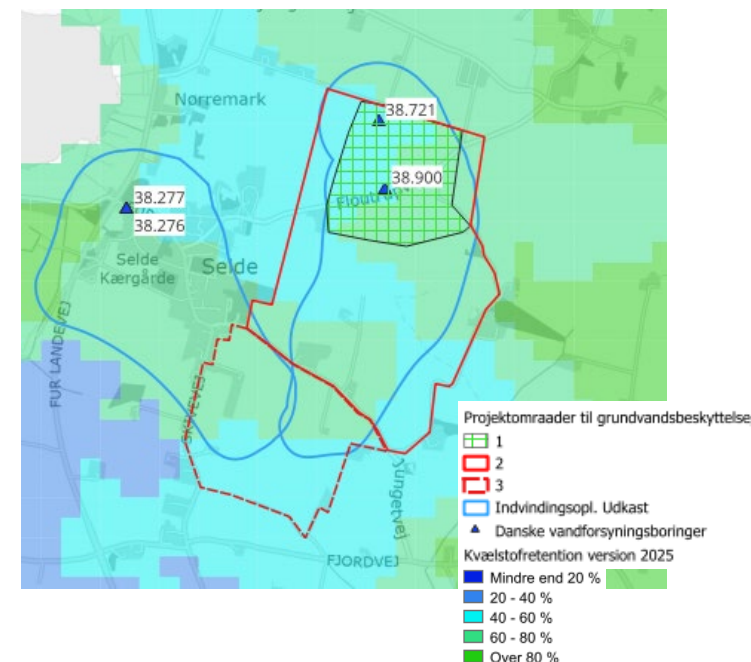
Eksempel - Baggrund

Med i Grøn Trepert kan man medtage større områder og koble beskyttelsen af arealer med beskyttelsen af grundvandsmagasiner.

Retningslinjer brugt i eksemplet i forhold til prioritering og udpegning af projektområder:

- Områder indenfor indvindingsopland, hvor der sker stor grundvandsdannelse
 - Områder hvor transporttiden er <50 år
 - Områder hvor der på baggrund af lerdæklagene vurderes stor eller nogen sårbarhed
 - Områder omkring kildepladser der vurderes væsentlige i forhold til den fremtidige forsyning
 - Områder hvor grundvandsbeskyttelse vurderes proportionalt i forhold til forureningstrusler på kildepladsen
- Ud over ovenstående retningslinjer, prioriteres det derudover, at **skabe større sammenhængende arealer til natur og skovrejsning** i tråd med de nationale målsætninger i aftalen om Grøn Trepert.
 - De steder hvor det vurderes hensigtsmæssigt, **kan** der derfor medtages arealer der tilgodeser udpegninger i forhold til bl.a. kvælstofretention, natur, biodiversitet og skovrejsning.

Prioritet	Beskrivelse
1	Væsentligt område til grundvandsbeskyttelse som bør realiseres først. Sikkert udpegningsgrundlag.
2	Vigtigt område til grundvandsbeskyttelse der bør realiseres for at fremtidssikre kildepladsen. Sikkert udpegnings grundlag.
3	Relevant område at foretage grundvandsbeskyttelse i, på baggrund af vandkemi, geologi samt kildepladsens vigtighed. Den konkrete udpegning kan dog være behæftet med usikkerhed.



Data: Grundvandsbeskyttelse og Grøn trepart. Skivevand. Danmarks miljøportal

Jyllandsmodellen - Opsætning

Trivia

Modellen er udelukke opbygget på frit tilgængeligt data.

FOHM data ()

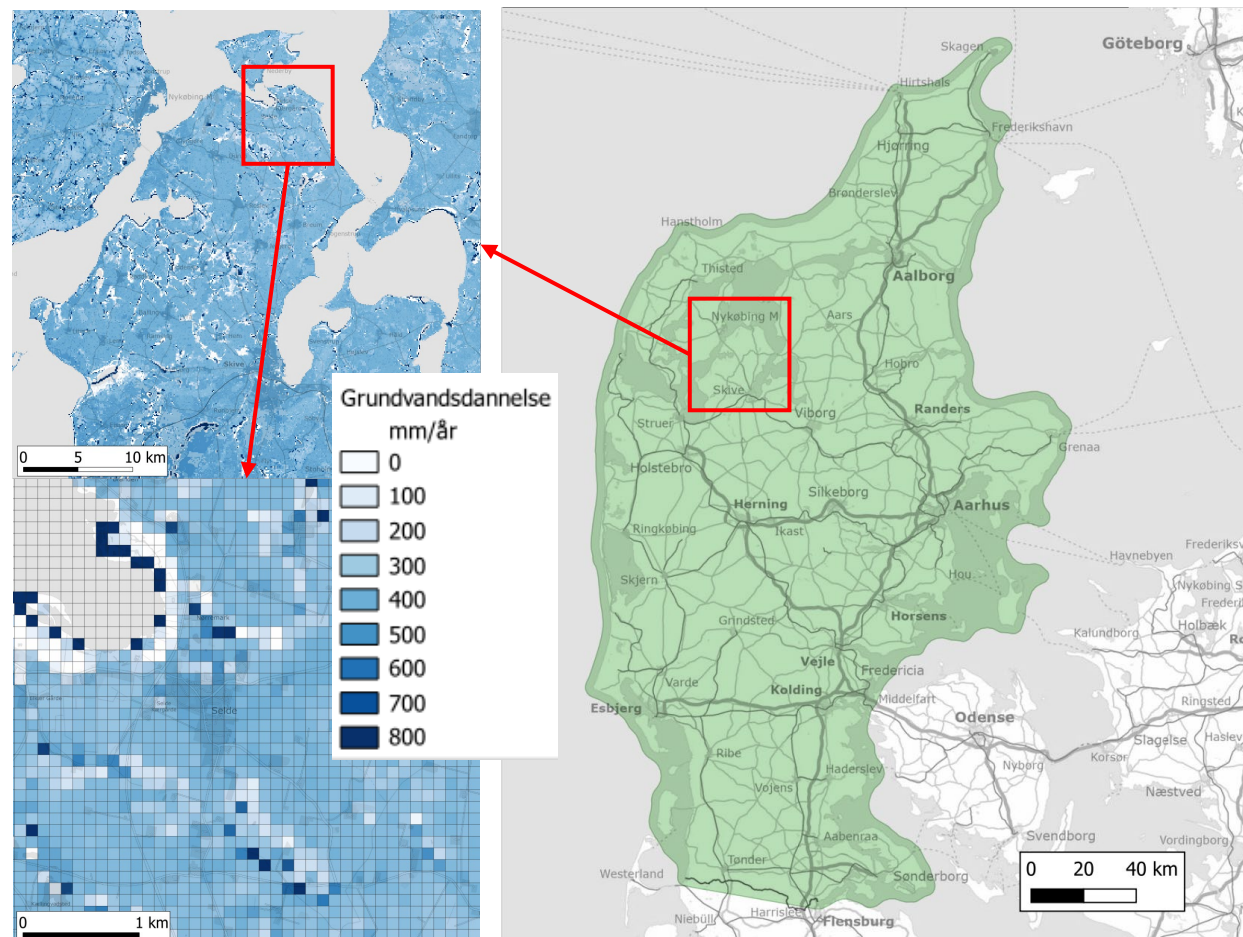
- 100 m modelceller (7,8 millioner celler pr. lag)
- 71 FOHM lag
- <https://mst.dk/erhverv/rent-miljoe-og-sikker-forsyning/drikkevand-og-grundvand/grundvandskortlaegning/fohm-faelles-offentlig-hydrologisk-model>

HIP data

- Middel infiltration 1991-2020
- Infiltration for *far future* scenariet (IPCC RCP8.5)
- <https://hip.dataforsyningen.dk/>

Jupiter data

- Tilladt indvinding
- Middelindvinding [1991 – 2020] (inkl. nu sløjfede borer)
- <https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter/>



Jyllandsmodellen - Opsætning

Zonering og opdatering af modellen

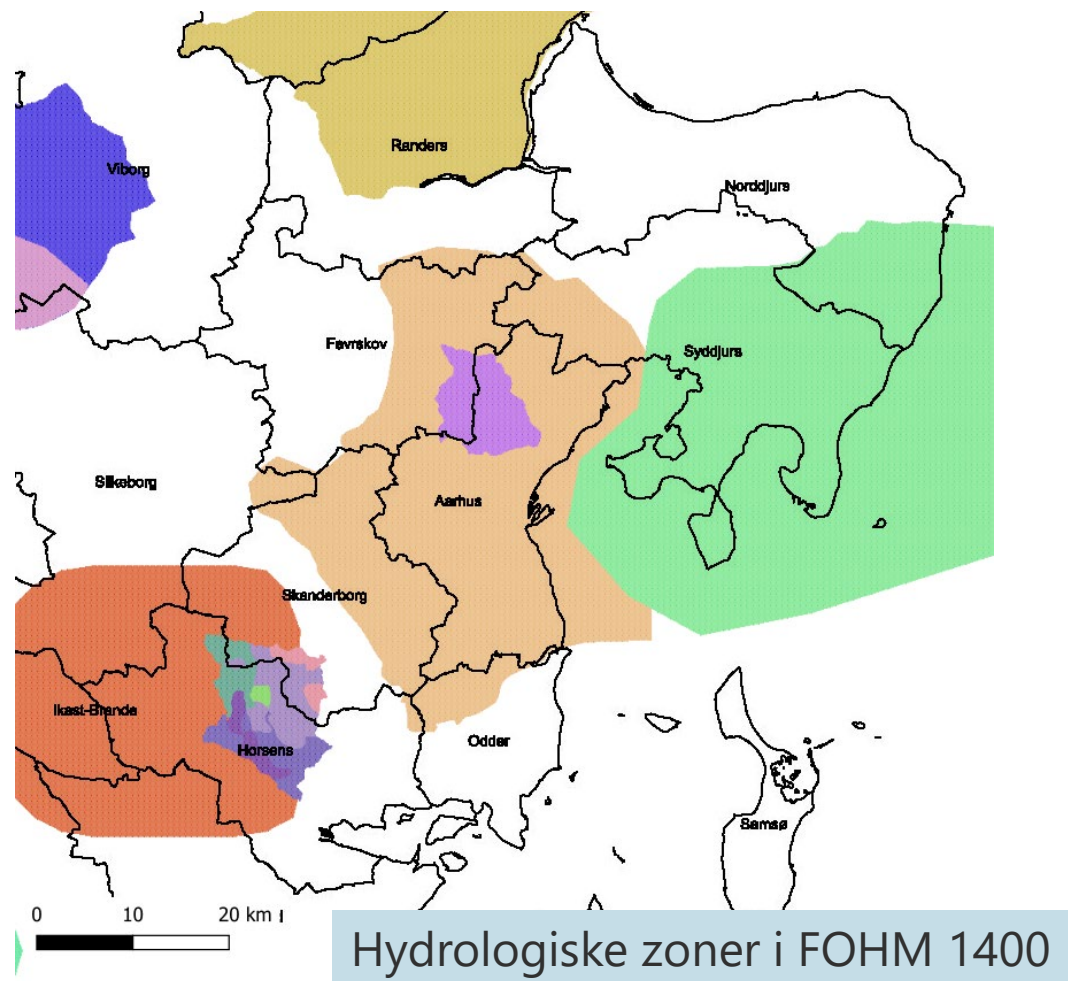
Vi har udarbejdet modellen for at have et fælles og ensartet værktøj til at assistere i beslutninger.

Indlægning af parametrisering af eksisterende modeller

- GEUS DK / HIP modellerne
- MST kortlægningsmodeller
- Lokale modeller

Ved udtræk af lokalmodel foretages eventuelt en lokal kalibrering.

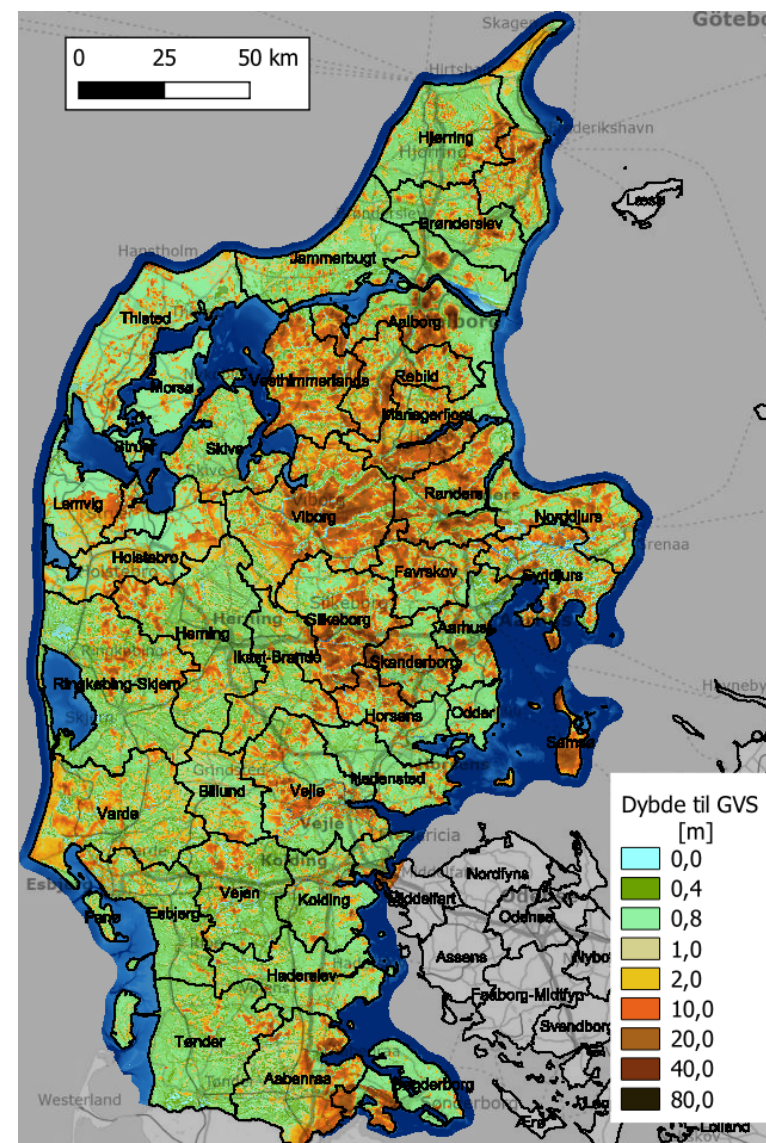
De kalibrerede parametre lægges tilbage i hovedmodellen, hvorved man *til stadighed* får en opdateret og forbedret model.



Jyllandsmodellen - Opsætning

Trivia

- Scenarier:
 - Ingen indvinding, Nutidigt klima
 - Tilladt indvinding, Nutidigt klima
 - Tilladt indvinding, Fremtidigt klima (Grundvandsdannelse, havniveau og dræning)
 - Tilladt indvinding, Fremtidigt klima + sløjfning af indvundet land (Grundvandsdannelse, havniveau og dræning + indvundet land)
- Ingen brugerflade (for meget data). Men der benyttes GIS filer via QGIS til håndtering af data
- Når modellen kører allokerer den 45 GB ram
- Resultatfilerne fylder ca. 200 GB
- Modellen tager 20-180 minutter om at finde en løsning.



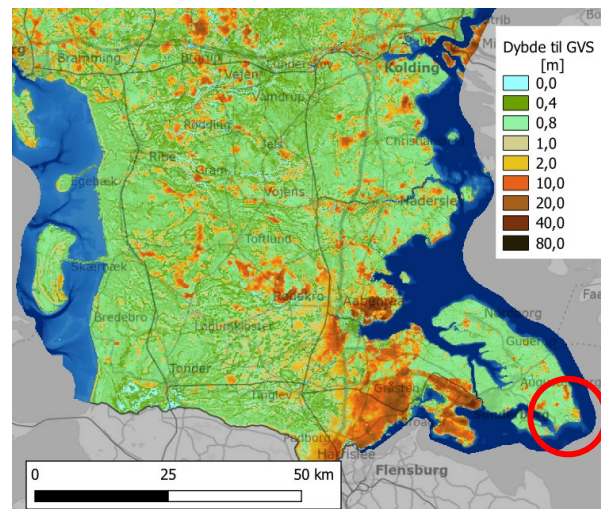
Jyllandsmodellen – Eksempel på resultater

Applikationer

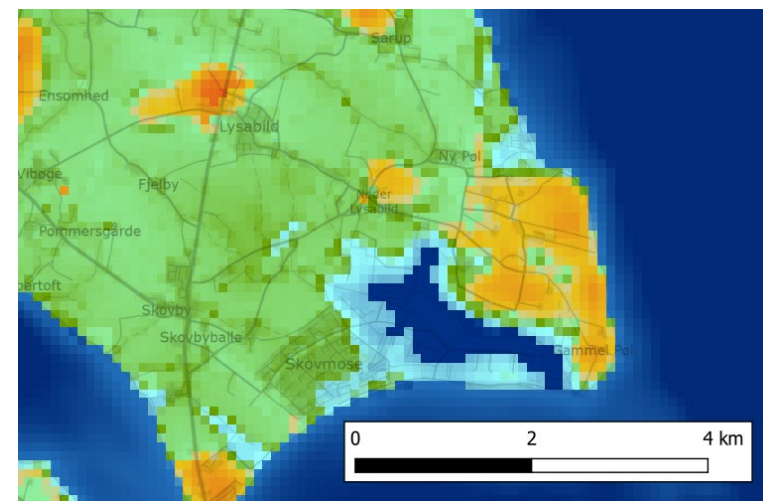
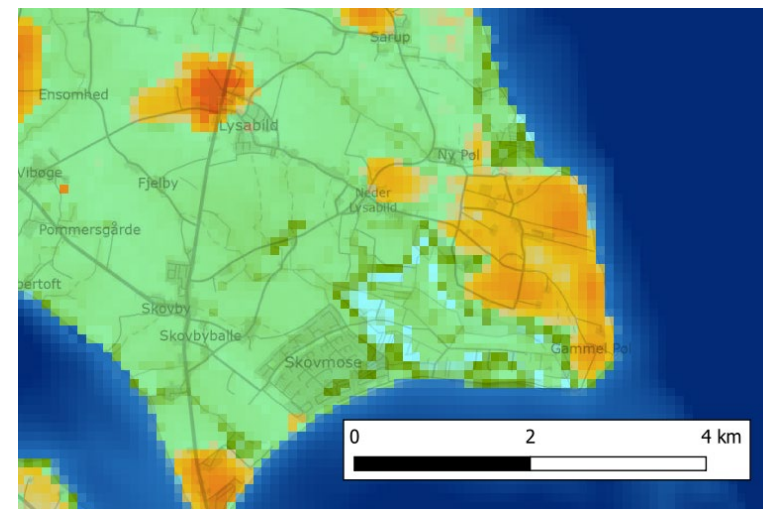
Der er mange applikationer. Modellen er testet i forbindelse med følgende opgaver:

- Kommunalskala model ifm. Miljøkonsekvensvurdering
- Lokalmode ved råstofgrave
- Lokalmode ved håndtering af terrænnært vand
- Lokalmode ifm. Beskyttelse af grundvandet under Grøn trepart

Målet er at *in house* sagsbehandlere som IKKE er specialister i grundvandsmodeller kan benytte resultaterne i deres beslutninger.



Til højre ses eksempel på arealer, som i dag er drænene og tørre, men i fremtiden kommer til at stå under vand.

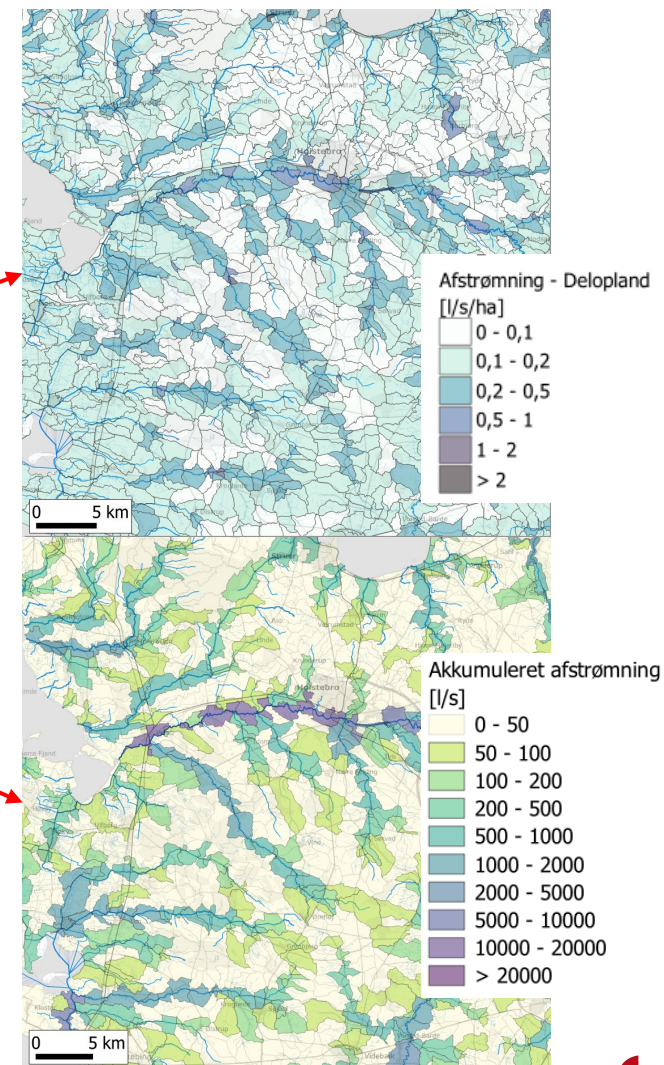
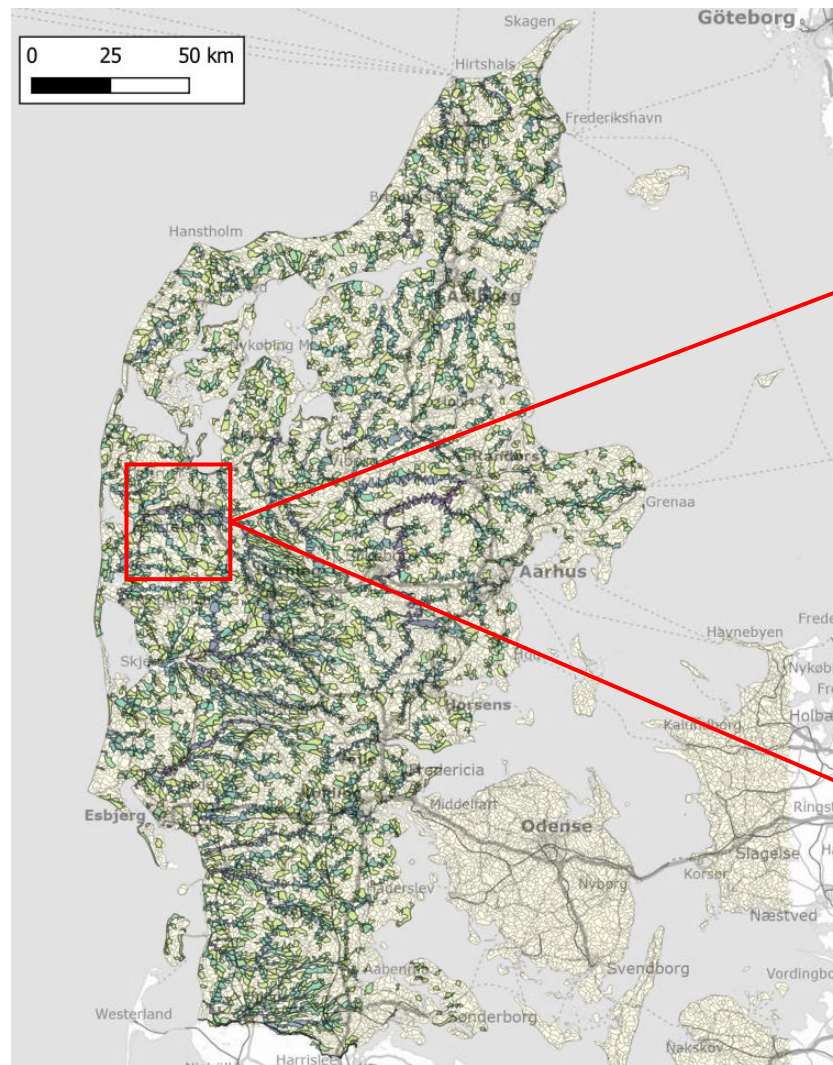
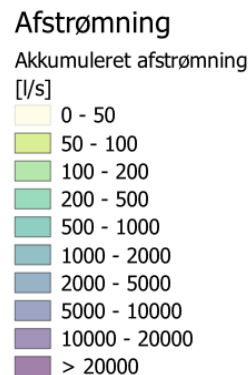


Jyllandsmodellen – Eksempel på resultater

Vandløbsafstrømning

Vandløbsafstrømningen er beregnet som summen af den dræning som sker i oplande på 2 ha.

Ofte er det de små tilløb, som er vigtige i forbindelse med miljøvurdering af vandløbspåvirkning ved ændret indvinding.

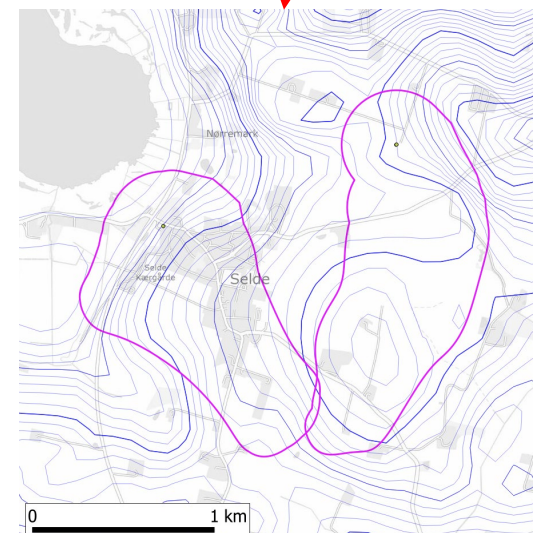
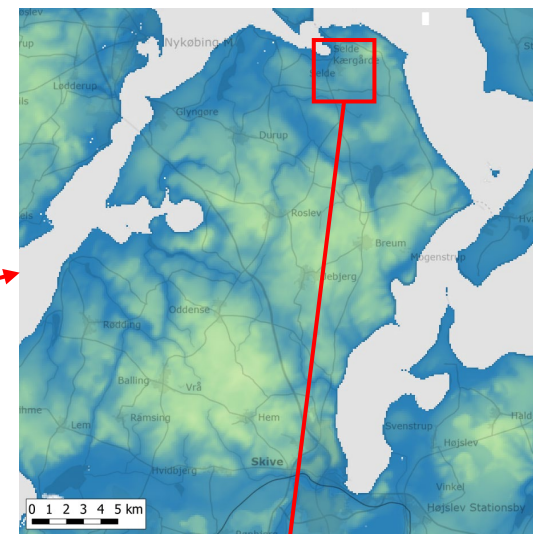
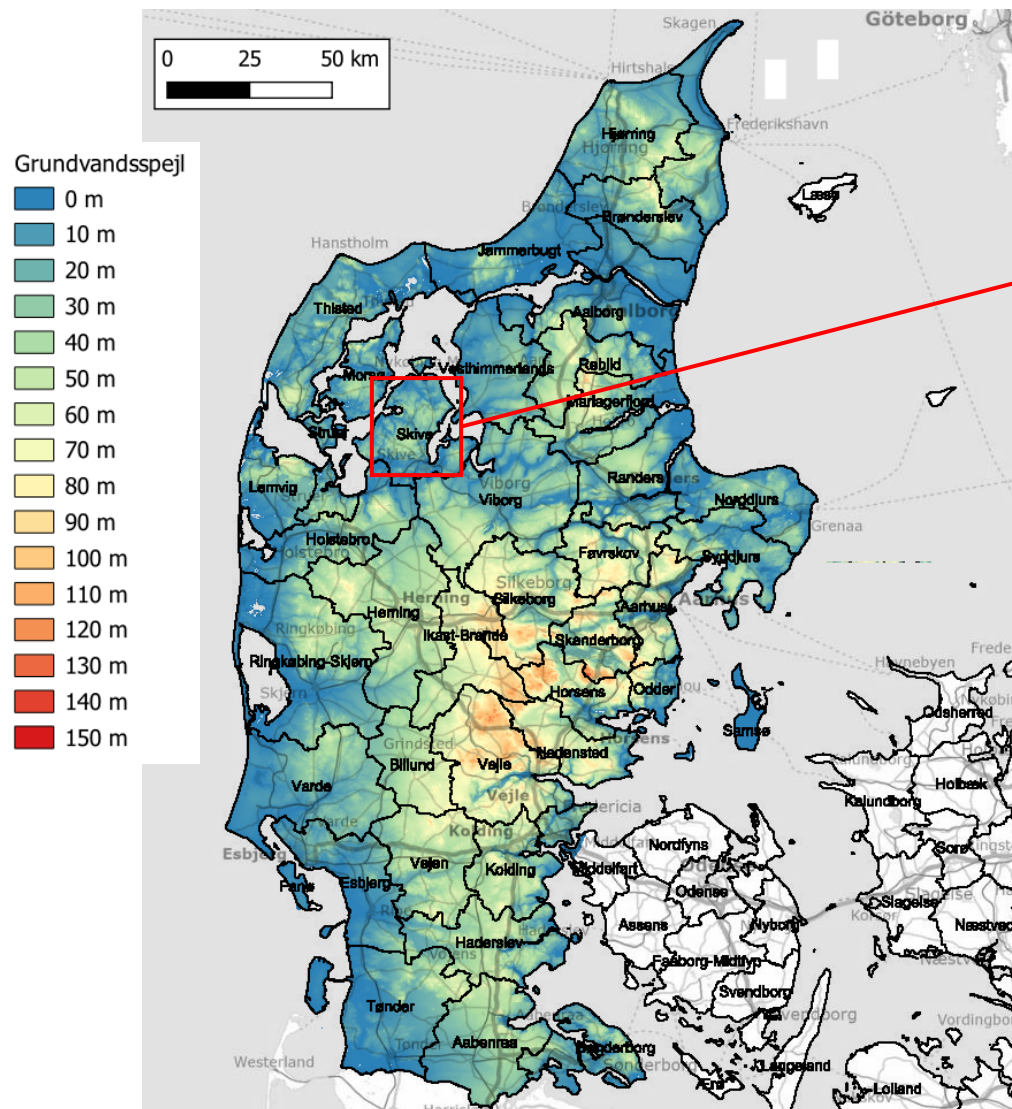


Jyllandsmodellen – Eksempel på resultater

Grundvandsspejl

Modelberegnet grundvandsspejl for hele Jylland

Ud over grundvandsspejl er der også beregnet FOHM-specifikke potentialekort for hvert FOHM-lag



Jyllandsmodellen – Eksempel på resultater

Grundvandsdannende områder til indvinding

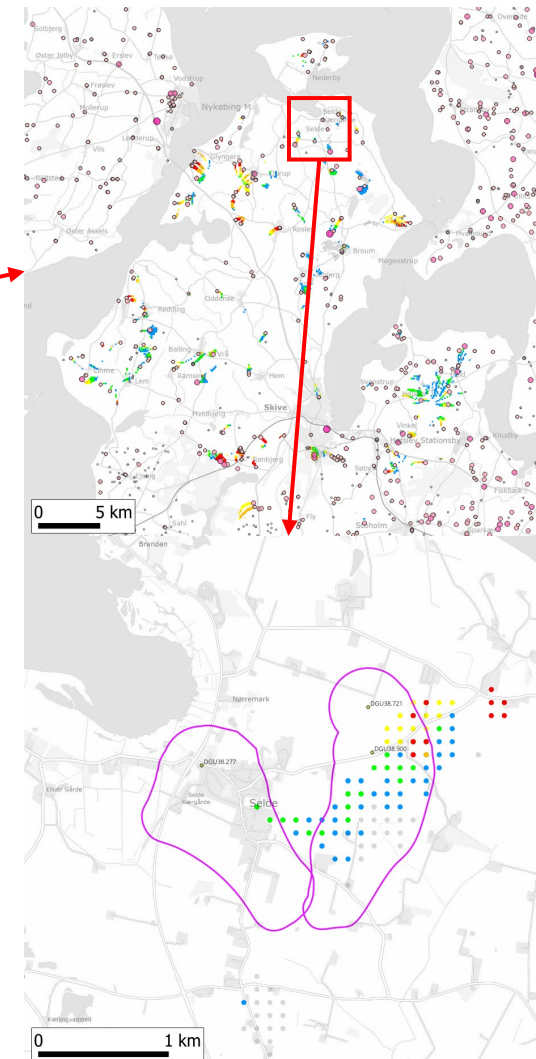
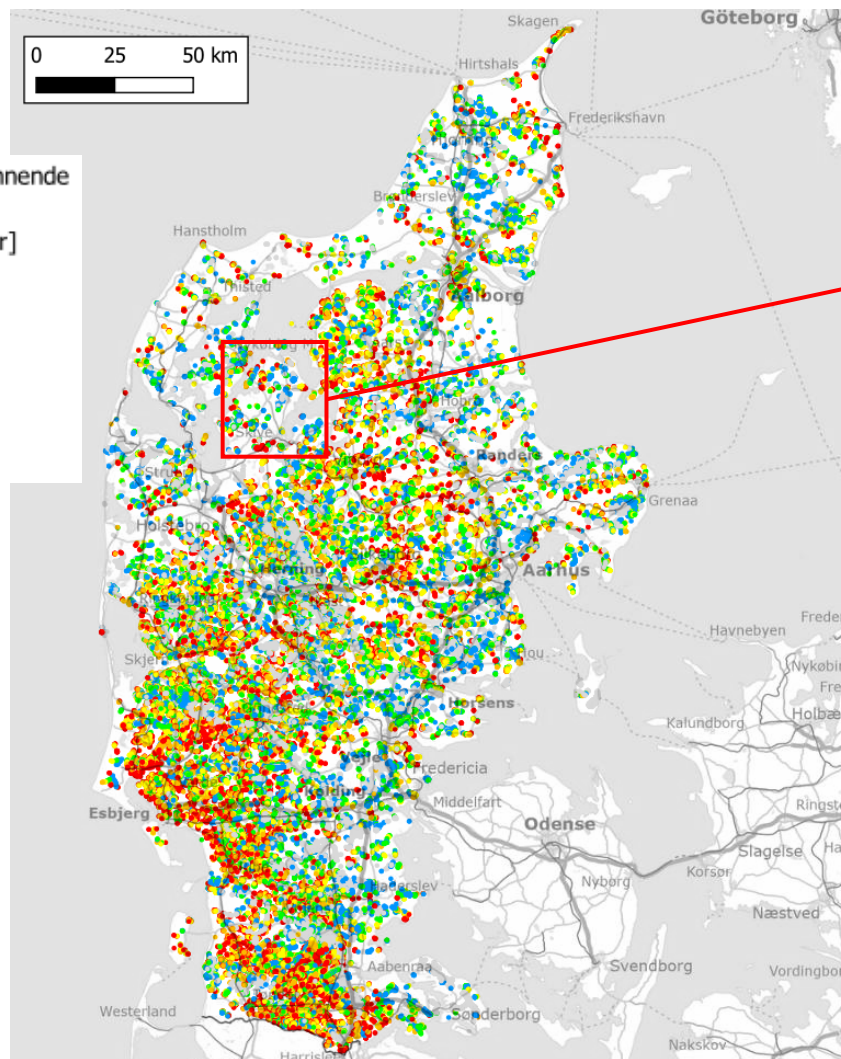
Kortet viser grundvandsdannende områder for alle indvindingstilladelser i Jylland.

Beregnet med forward partikelbaner i en opløsning med 1 partikel / 100 m².

Partiklerne er tematiseret efter transporttid fra grundvandsspejl til indvindingsboring.

Grundvandsdannende partikler
Transporttid [år]

- 0 - 10
- 10 - 25
- 25 - 50
- 50 - 100
- 100 - 200
- > 500



Udpegning af arealer til grundvandsbeskyttelse

GIS data fra kortlægningen

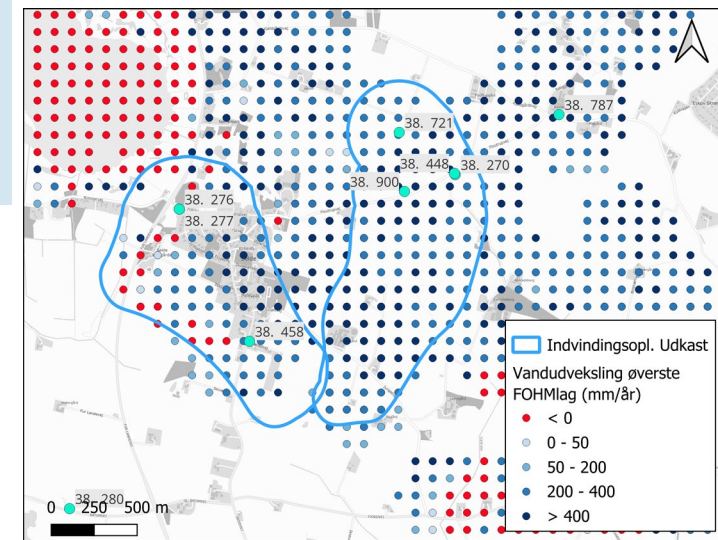
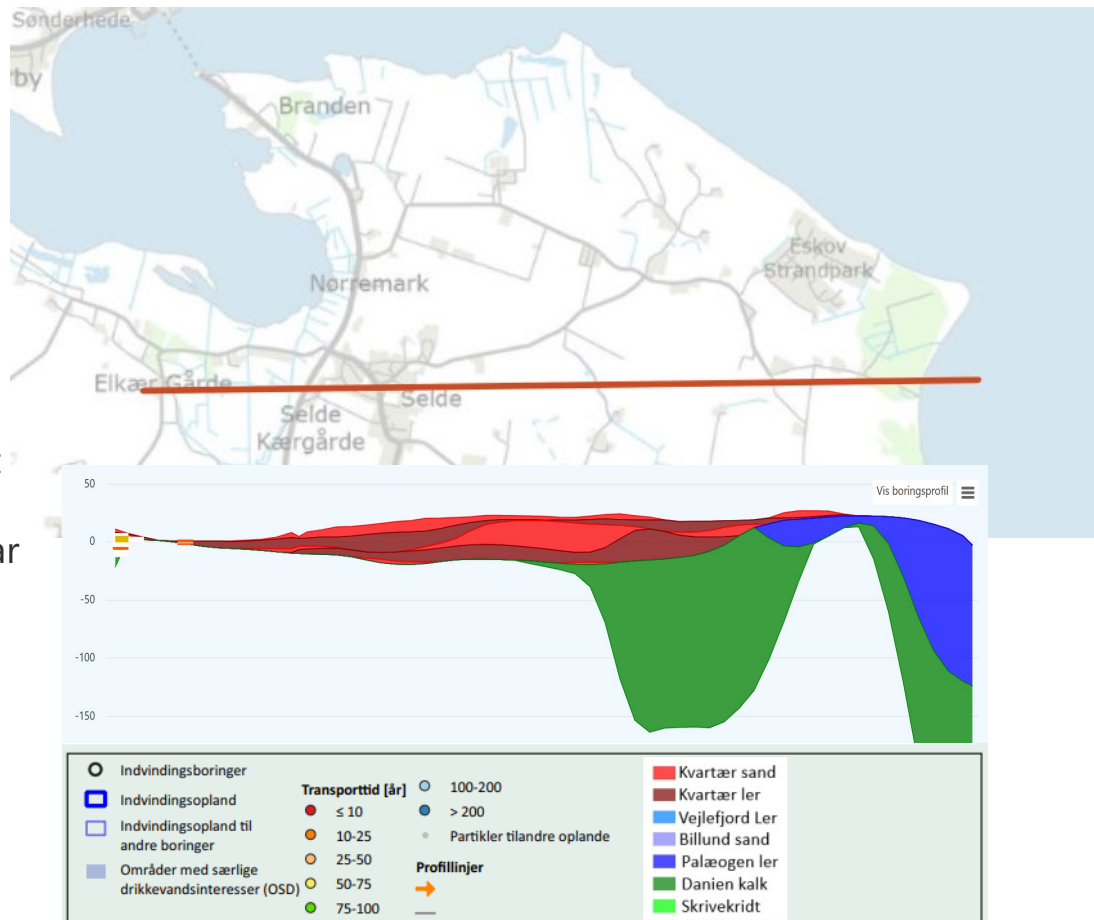
Eksempel fra vandforsyning:

Boringerne indvinder fra skrivekridt.

Lerdæklag over kalken yder nogen beskyttelse (mellem 10 og 15 m mættet ler).

Stor grundvandsdannelse i det meste af indvindingsoplandet, og størstedelen af oplandet har en transporttid under 50 år.

Disse data suppleres med resultater fra Jyllandsmodellen



Data: FOHM model og statens grundvandskortlægning

Resultater fra Jyllandsmodellen

Grundvandspotentiale i FOHM 1400 (Typisk magasin i kvartært sand)

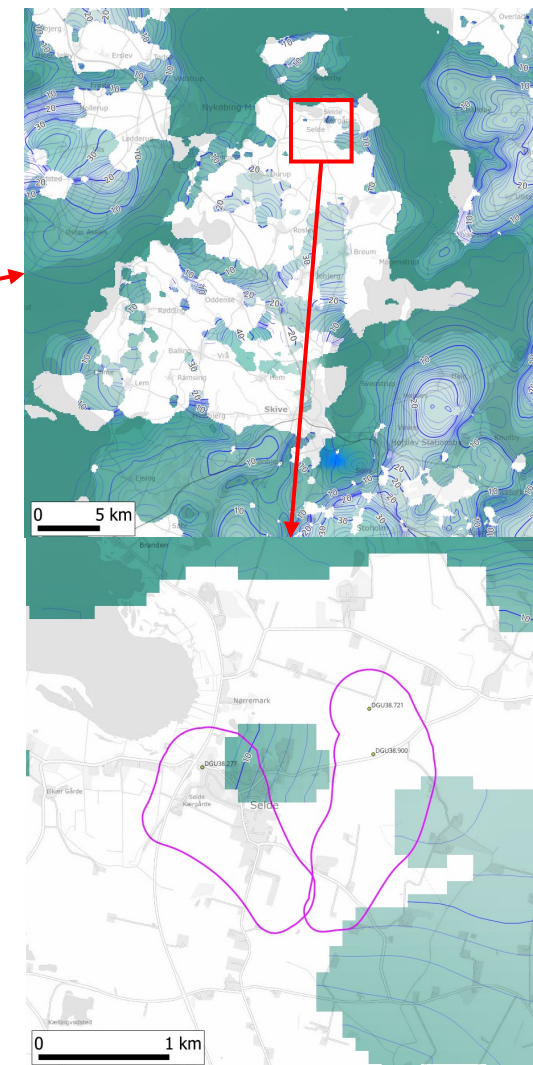
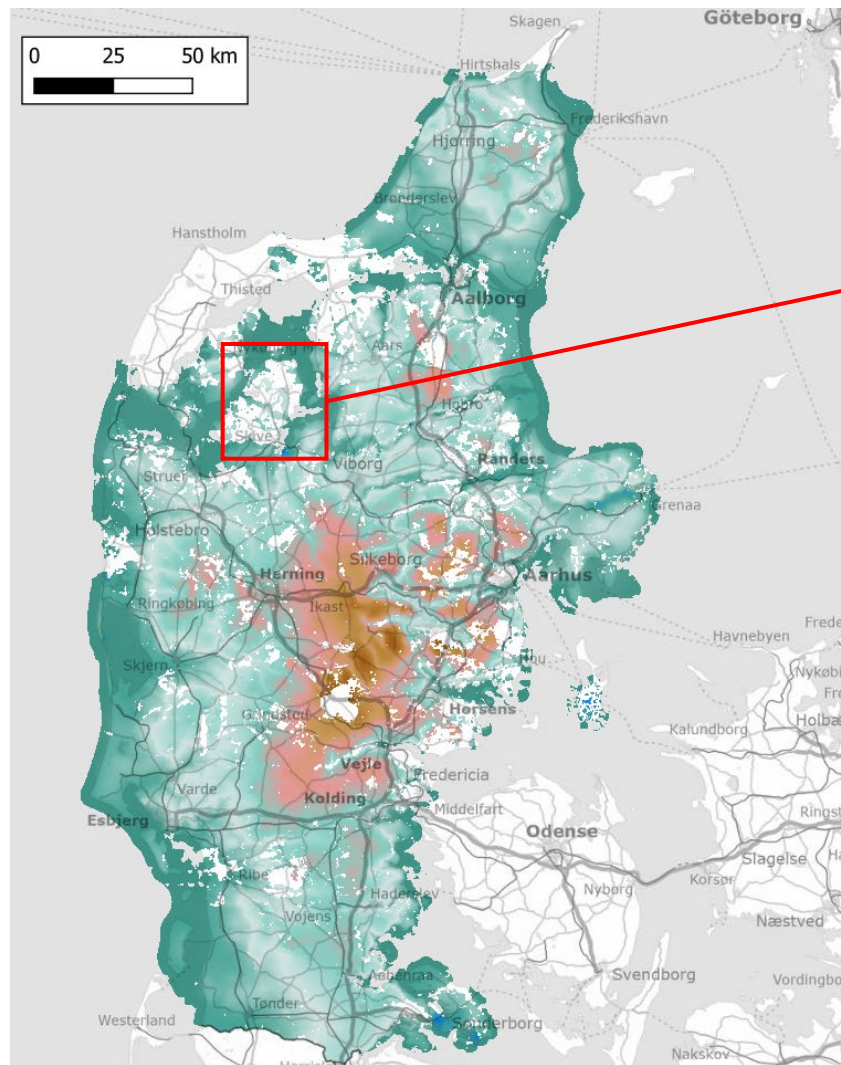
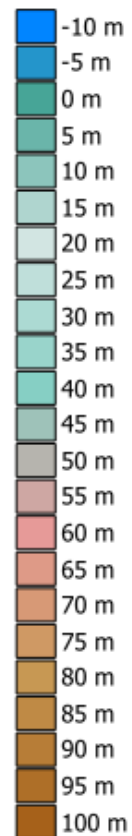
FOHM 1400 er mange steder et vigtigt grundvandsmagasin til drikkevand.

I de hvide områder er laget ikke defineret.

Scenarie S1
(Tilladt indvinding)

Grundvandspotentiale

— 10 meter
— 5 meter
— 1 meter



Resultater fra Jyllandsmodellen

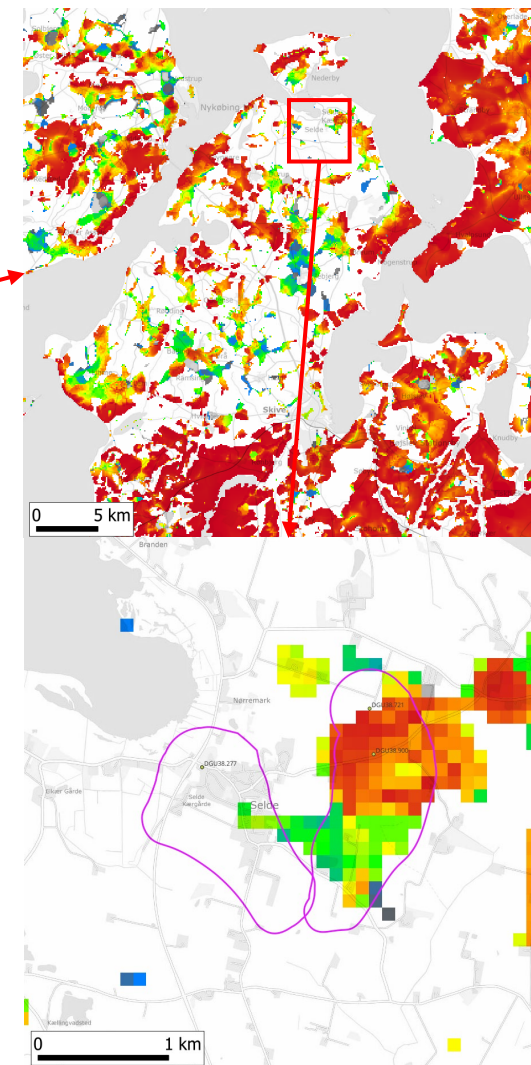
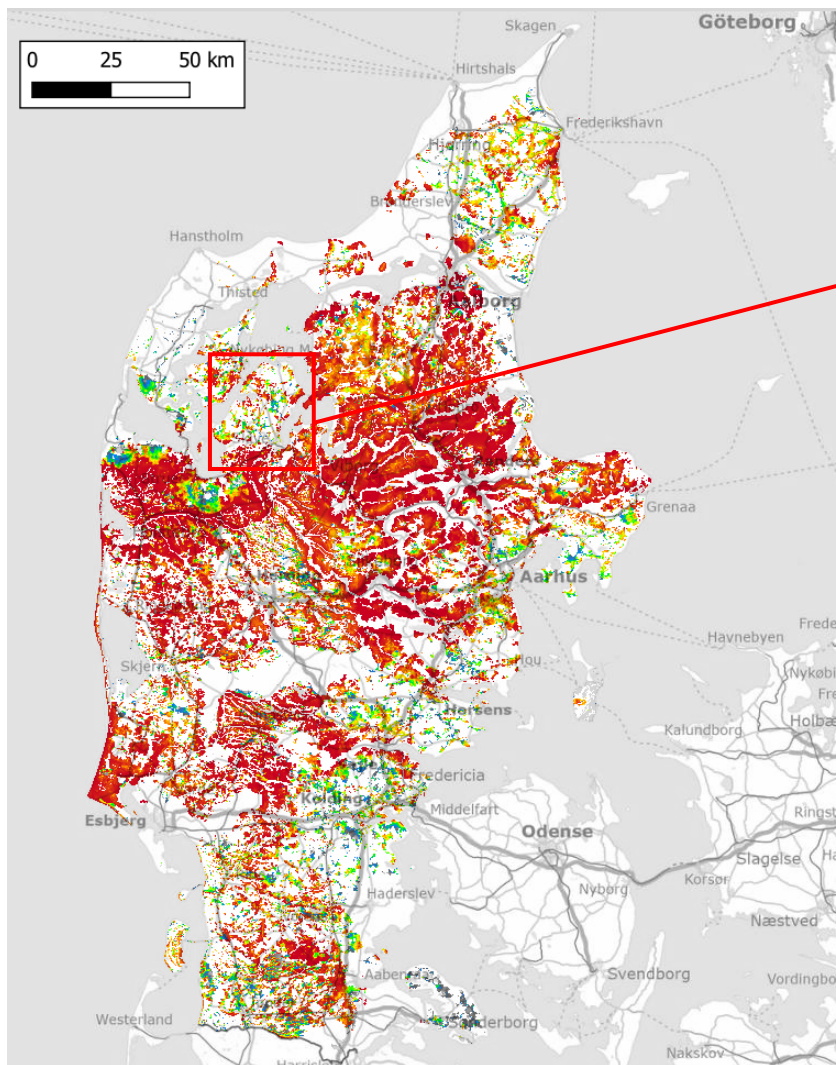
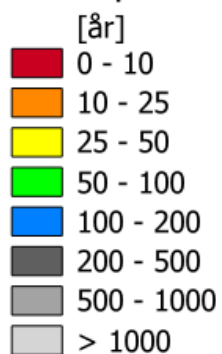
Transporttid til FOHM lag (Toppen af FOHM1200)

FOHM 1200 er (ofte) et øvre sekundært magasin.

Transporttiden er beregnet vha. partikler fra grundvandsspejl til toppen af FOHM laget.

Kortet viser hvor på terræn grundvandsdannelsen til FOHM laget foregår.

Transporttid



Resultater fra Screeningsmodellen

Grundvandsdannelse til kalken

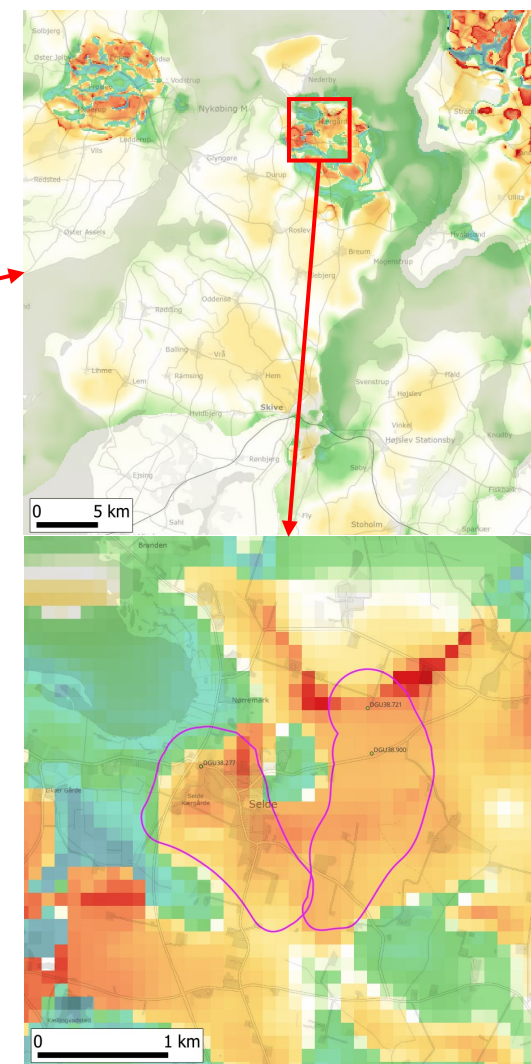
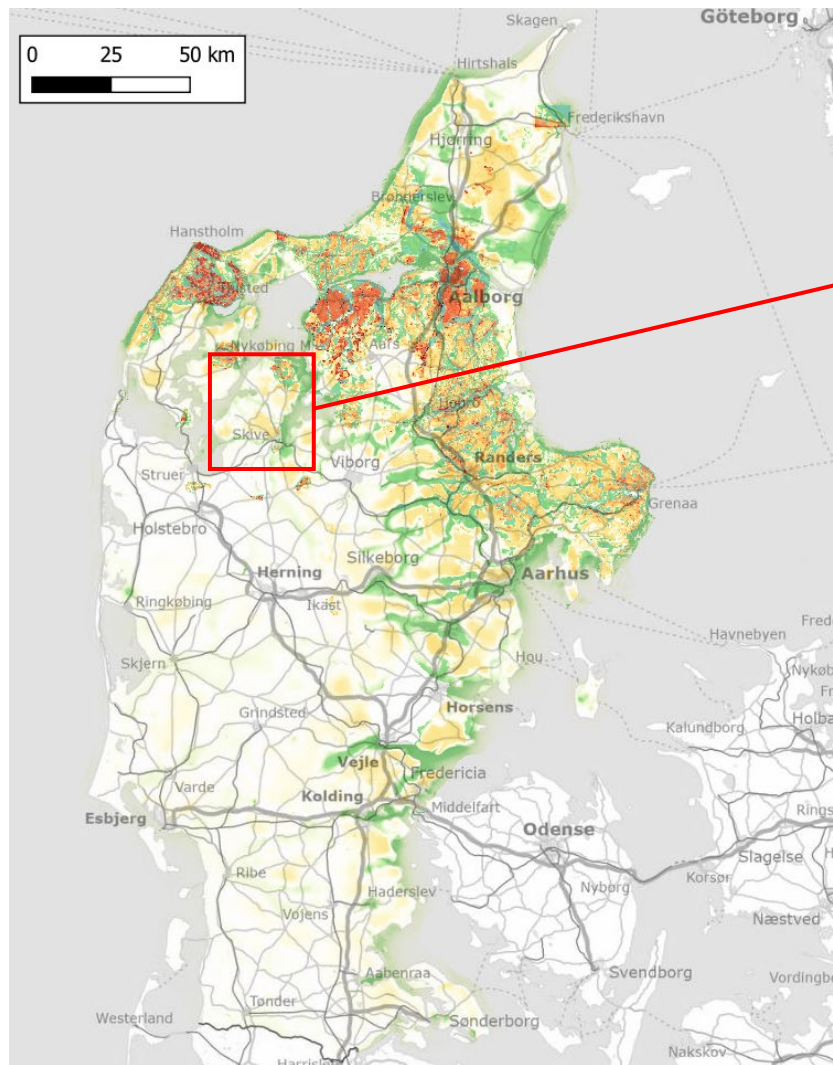
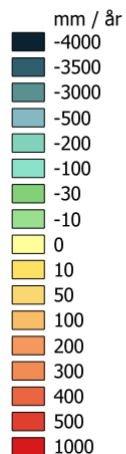
I Jyllandsmodellen er kalken defineret som to lag af hhv. 20 m og 30 m.

Figuren viser grundvandsdannelse til toppen af kalkoverfladen.

Gule til rødlige farver viser nedadrettet strømning (grundvanddannelse).

Grønne til blålige farver viser opadrettet strømning.

Grundvandsdannelse



Resultater fra Jyllandsmodellen

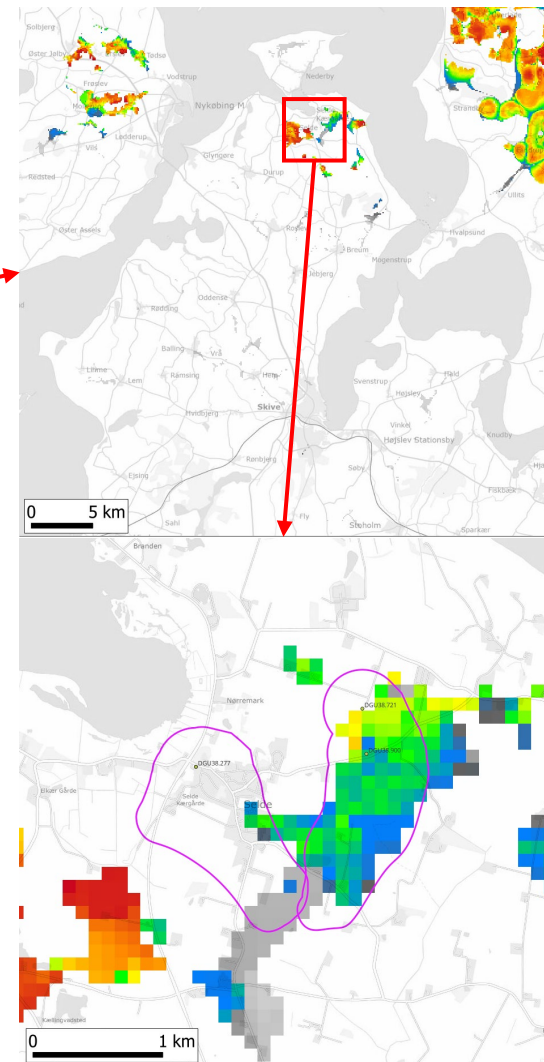
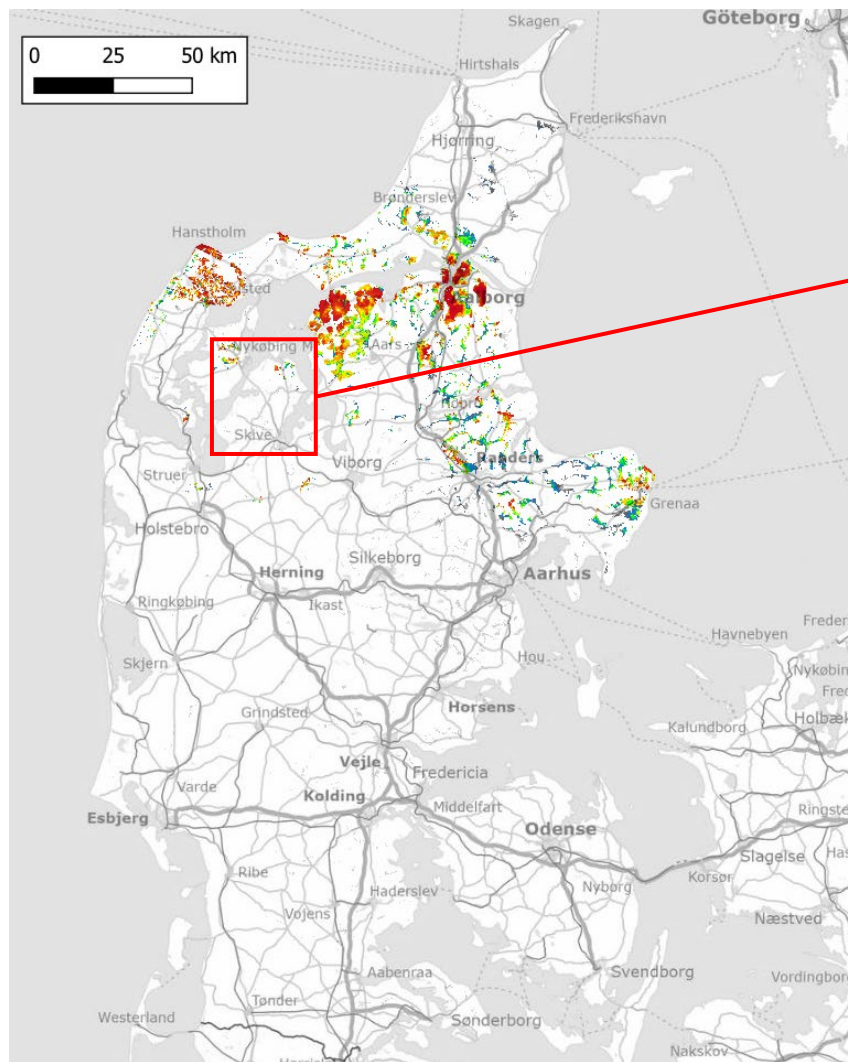
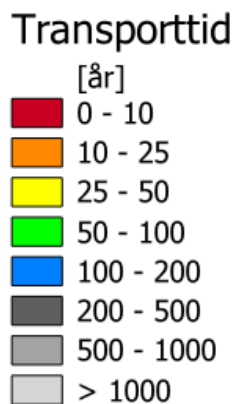
Transporttid til FOHM lag (toppen af kalken)

Transporttiden er beregnet vha. partikler fra grundvandsspejl til toppen af FOHM laget.

Kortet viser hvor på terræn grundvandsdannelsen til FOHM laget foregår.

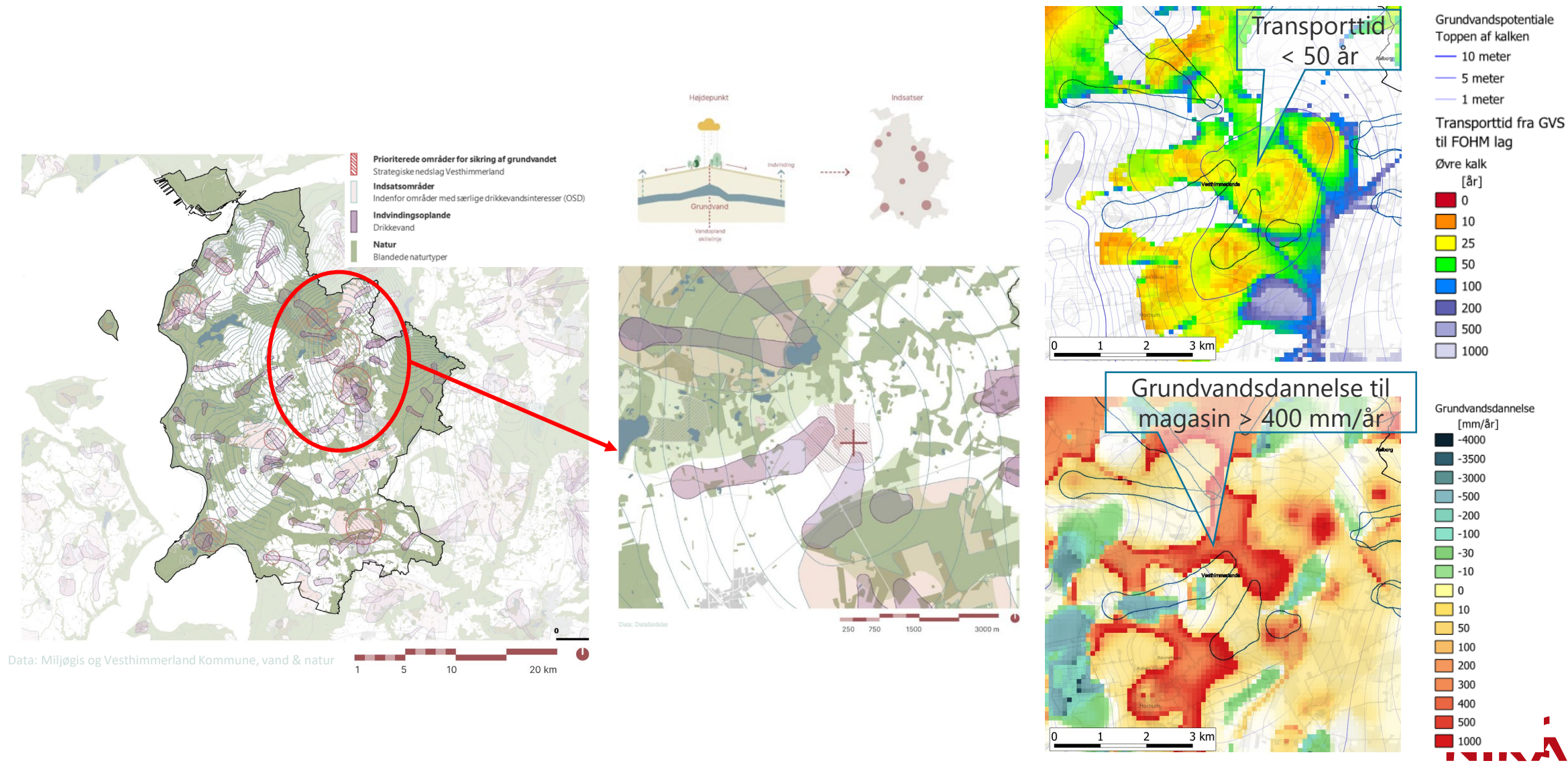
Røde farver er kort transporttid.

Kortet viser kun arealer der bidrager med grundvandsdannelse til kalken.



Beskyttelse af grundvandet

Beskyttelse af grundvandet er nødvendig for at sikre drikkevandet for kommunens borgere i fremtiden.



Erfaringer

Erfaringer med Jyllandsmodellen ift. Grøn trepart

En stor regional model med ensartet GIS lag giver *sagsbehandler* nemmere tilgang til data i forbindelse med udpegning af arealer til beskyttelse af grundvandet.

De supplerende temaer (magasinspecifik grundvandsdannelse og transporttid fra GVS til magasin) har været brugbare ift. udpegning af beskyttelse - ikke kun indvinding - med også *grundvandsmagasiner*.

Man kan godt bruge eksempelvis MST modeller, men de enkelte modeller er ikke opstillet ens og ofte kræver det relativ tung databehandling.

Udarbejdelse af kort med grundvands / natur synergier

- Arealer med stor grundvandsdannelse og ungt vand (< 50-100 år) til magasin
- Sammenhold med kort over eksisterende skov
- Sammenhold med KU kort over potentialet for sammenhængende natur

Erfaringer med Jyllandsmodellen - generelt

Det kræver en større databehandling at arbejde med denne størrelsesmodeller, men:

- Der er kun en model at forholde sig til. Løbende opdateres
- Standardiseret input og resultater i GIS
- Opdatering af hele modellen kan ske henover en weekend.

Jyllandsmodellen er ikke en erstatning af Danmarksmodellerne eller MST kortlægningsmodeller, men et supplement til disse.

Fremtidsplaner med modellen

- Løbende udbygning af model.
- Model i transient regi.
- Udbygning med Fyn, Sjællands og Øerne.