Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Geologisk kortlægning af Odder-området September 2023 Revideret udgave

Grundvand og drikke-vand nr. 7

Februar 2024

Udgiver: Miljøstyrelsen

ISBN: 978-87-7038-584-8

Rettelse fra ”Grundvand og drikkevand nr. 6” til ”Grundvand og drikke-vand nr. 7”. Denne rettelse findes på forsiden.

Miljøstyrelsen offentliggør rapporter og indlæg vedrørende forsknings- og udviklingsprojekter inden for miljøsektoren, som er finansieret af Miljøstyrelsen. Det skal bemærkes, at en sådan offentliggørelse ikke nødvendigvis betyder, at det pågældende indlæg giver udtryk for Miljøstyrelsens synspunkter. Offentliggørelsen betyder imidlertid, at Miljøstyrelsen finder, at indholdet udgør et væsentligt indlæg i debatten omkring den danske miljøpolitik.

Må citeres med kildeangivelse

Indhold

1.	**Indledning**	**4**
2.	**Datagrundlag**	**6**
2.1	Boringer	6
2.2	Jordartskort	8
2.3	Geofysiske data	9
2.4	Eksisterende modeller	12
2.4.1	FOHM	12
2.4.2	Miocæn3D-modellen	14
3.	**Geologisk forståelsesmodel**	**15**
3.1	Topografi	15
3.2	Jordartskort	15
3.3	Landskab	17
3.4	Kortlagte begravede dale	22
3.5	Nytolkede begravede dale	24
3.6	Kvartære aflejringer	25
3.7	Prækvartære aflejringer	26
4.	**Hydrostratigrafisk model**	**28**
4.1	Modelopsætning	28
4.2	Interpolation og gridjustering	28
4.3	Tolkningsprocedure	28
5.	**Hydrostratigrafiske enheder**	**31**
5.1	Kvartære enheder	31
5.1.1	Terrænnære enheder	31
5.1.2	Plateauenheder	31
5.1.3	Dalfyldsenheder	32
5.2	Miocæne enheder	32
6.	**Grundvandsmagasiner**	**34**
7.	**Modelusikkerheder**	**38**
7.1	Magasinspecifikke usikkerheder	38
7.2	Vurdering af overordnede modelusikkerheder	44
Litteraturliste		**48**
Liste over bilag		**49**

1. Indledning

Miljøstyrelsen har bedt NIRAS opstille en ny geologisk/hydrostratigrafisk model for Odder. Modellen vil dække Odder Kommune samt små dele af Horsens, Skanderborg og Århus Kommuner svarende til 565 km^2, og skal indgå i opstillingen af en digital strømningsmodel. Modellen skal danne grundlag for Miljøstyrelsens kortlægning og afgrænsning af indvindingsoplande til almene vandforsyningsanlæg og BNBO samt justering af eksisterende NFI og IO. Modellen opstilles i modelværktøjet GeoScene3D.

Odder Kommune har på grund af ændringer i indvindingsstrukturen indmeldt et kortlægningsbehov, hvor der skal genberegnes indvindingsoplande og BNBO for en række vandværker. De pågældende vandværker fremgår af TABEL 1, mens et oversigtskort over området er givet på FIGUR 1.

FIGUR 1. Oversigtskort over Odder-området med modelafgrænsning (markeret med rød). Området ligger sydøst for Horsens og sydøst for Skanderborg.

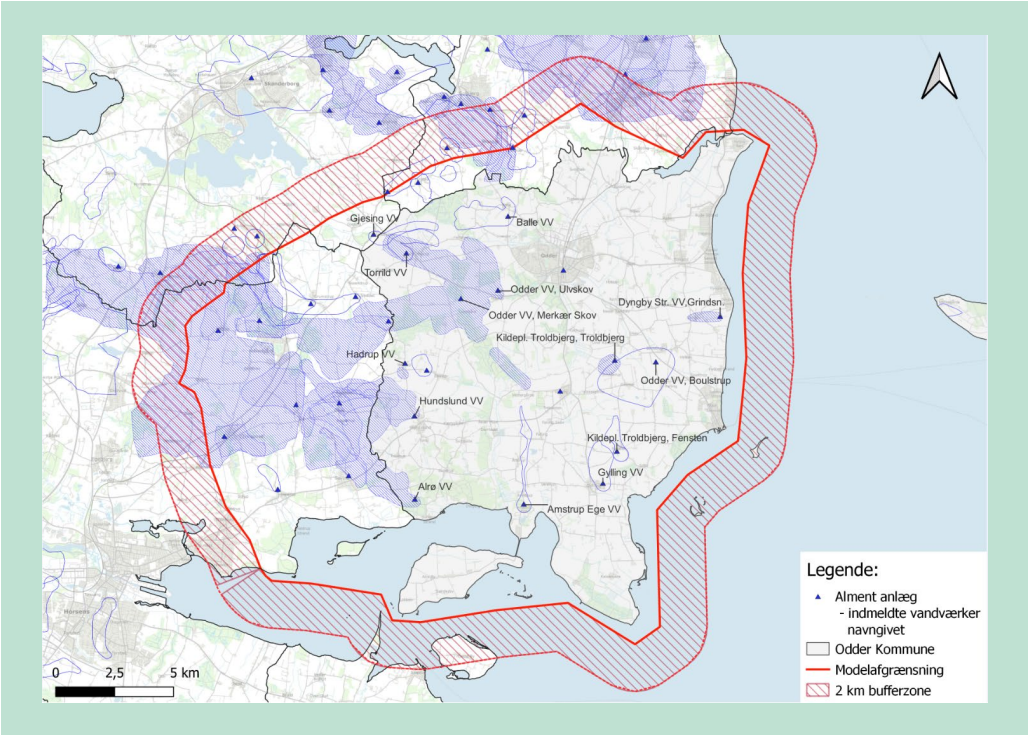
I 2021 blev den indledende fase, "Opstart", af den nye grundvandskortlægning udført. I denne fase blev der udarbejdet en analyse af eksisterende data og en opsummering af tidligere kortlægningsopgaver, og dette er afrapporteret i opstartsrapporten for Odder /1/. Som konklusion på denne "Opstart" blev det anbefalet, at der skulle indsamles nye geofysiske data for den sydlige del af Odder Kommune og på baggrund heraf opdatere FOHM og samtidig retolke FOHM i den vestlige del af området, således at den følger den gældende FOHM struktur.

Projektområdet for opdatering af FOHM er tilrettet således, at det omfatter de tidligere beregnede IOL og at modelranden til den kommende hydrologiske model i videst udstrækning kan

lægges i vandskel med en "no-flow" randbetingelse. På FIGUR 2 ses de tidligere beregnede IOL samt modelrand med tilhørende bufferzone på 2 km, som afgrænser tolkningsområdet.

TABEL 1. Indmeldte vandværker. *Nyanlagt kildeplads.

Anlæg navn	Anlæg ID
Alrø Vandværk	79209
Amstrup Ege Vandværk	79204
Balle Vandværk	79207
Dyngby Str. Vandværk, Grindsn.	79184
Gjesing Vandværk	80208
Gylling Vandværk	79203
Hadrup Vandværk	79191
Kildepladsen Troldbjerg, Fensten	79202
Kildepladsen Troldbjerg, Troldbjerg	185400
Torrild Vandværk	79181
Hundslund Vandværk	79197
Odder Vandværk, Boulstrup	79214
Odder Vandværk, Ulvskov	183541
Oldrup Vandværk	79192
Vandværket Skovkilde	79193
Odder Vandværk, Merkær Skov*	

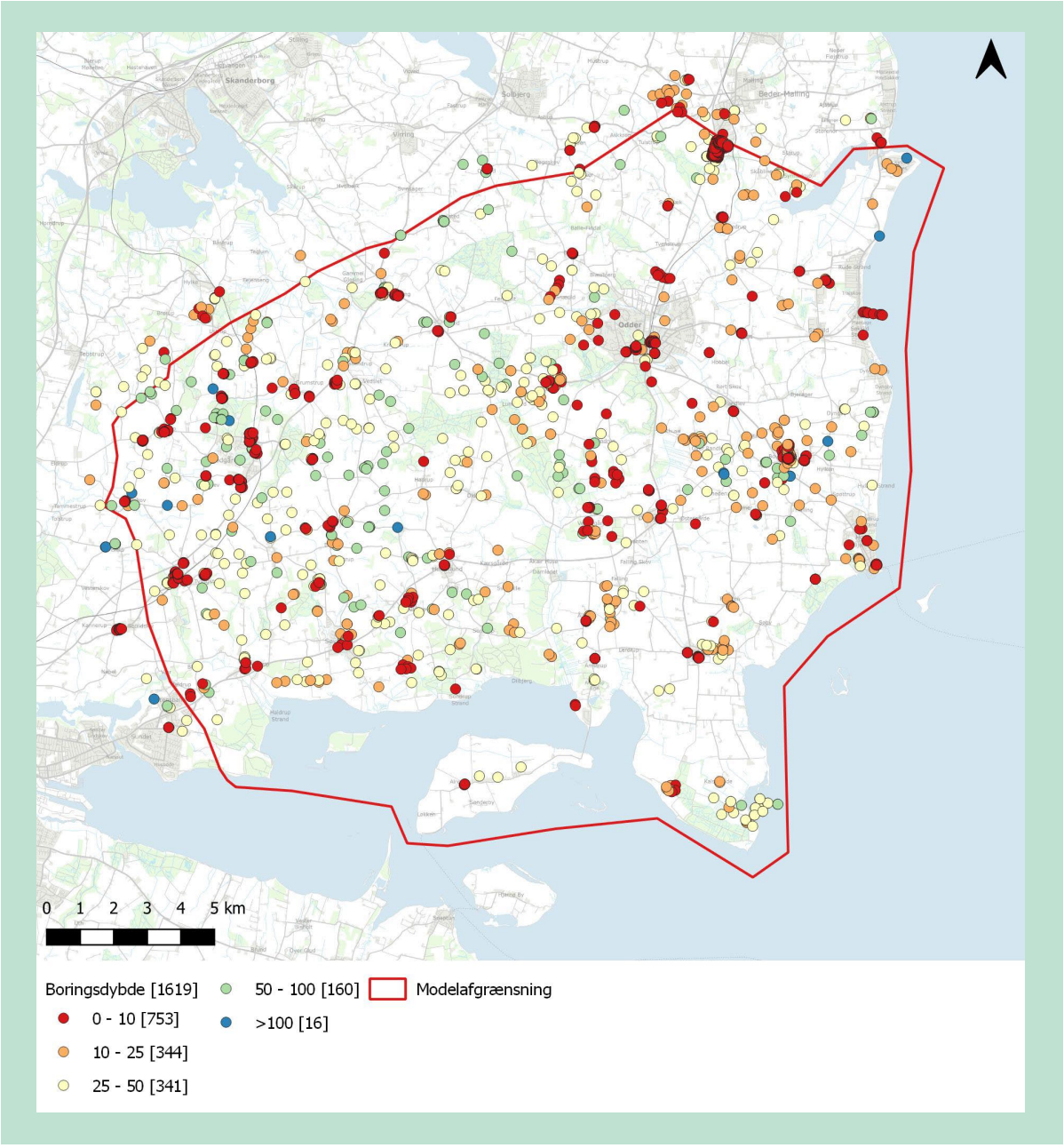


FIGUR 2. Området omkring Odder kommune med modelafgrænsning og 2 km buffer. Tidligere beregnede IOL vises i blå polygoner - dem indenfor OSD er skraveret med blåt. Endvidere vises almene anlæg, med de indmeldte vandværker navngivet.

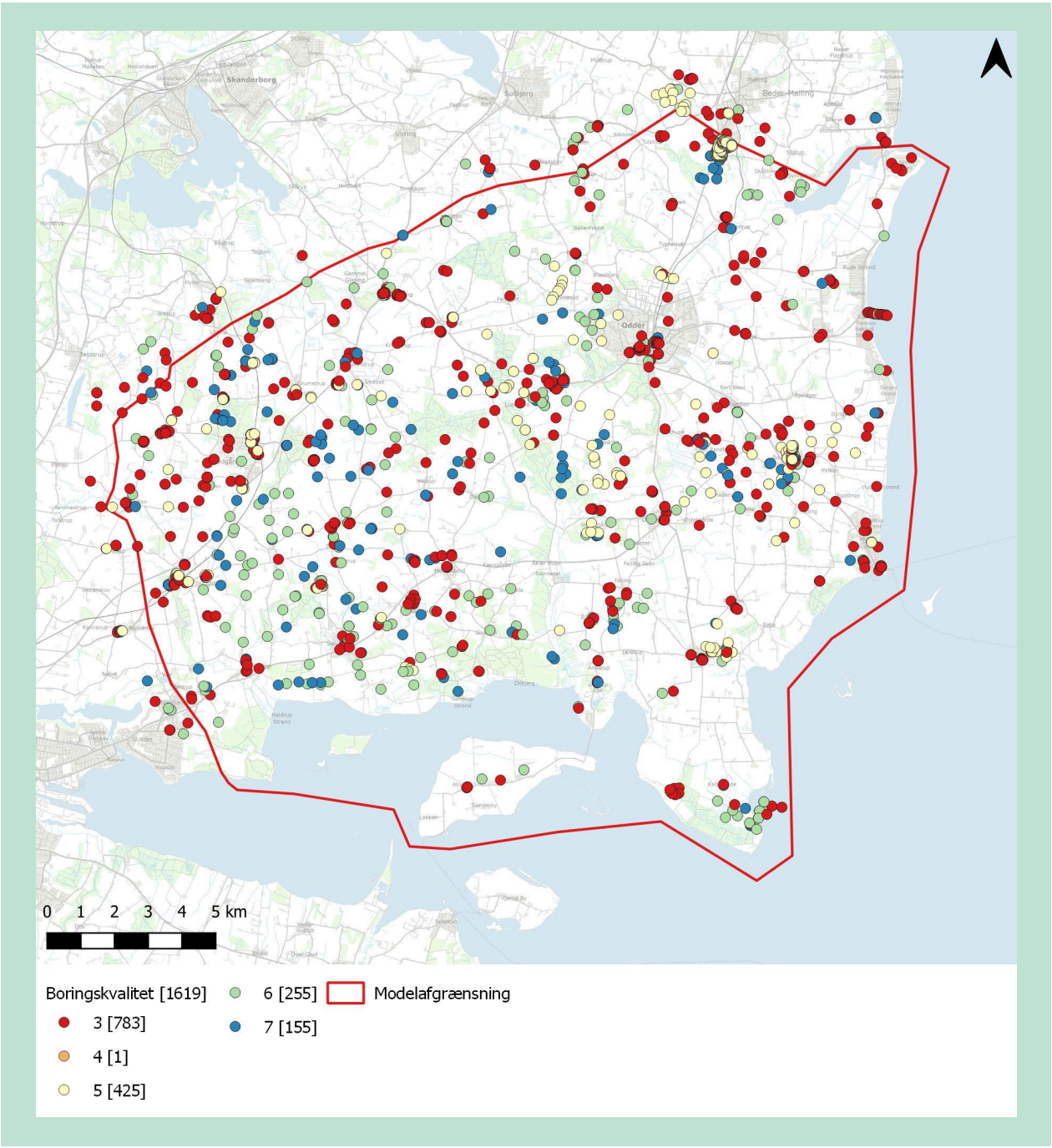
2. Datagrundlag

2.1 Boringer

Der er anvendt et boringsudtræk fra GEUS' Jupiter database fra den 30. juni 2022. Miljøstyrelsen har efterfølgende foretaget en kvalitetsvurdering af boringerne jf. kriterierne beskrevet i /9/. På FIGUR 3 og FIGUR 4 ses boringer tematiseret efter henholdsvis dybde og boringskvalitet. Der er på figurerne kun vist boringer, der forventes at indgå i den geologiske model, dvs. boringer uden lithologisk beskrivelse i Jupiter samt DAPCO-boringer er ikke medtaget.



FIGUR 3. Boringer med lithologisk beskrivelse tematiseret efter dybde (GEUS' Jupiter database fra den 30. juni 2022)

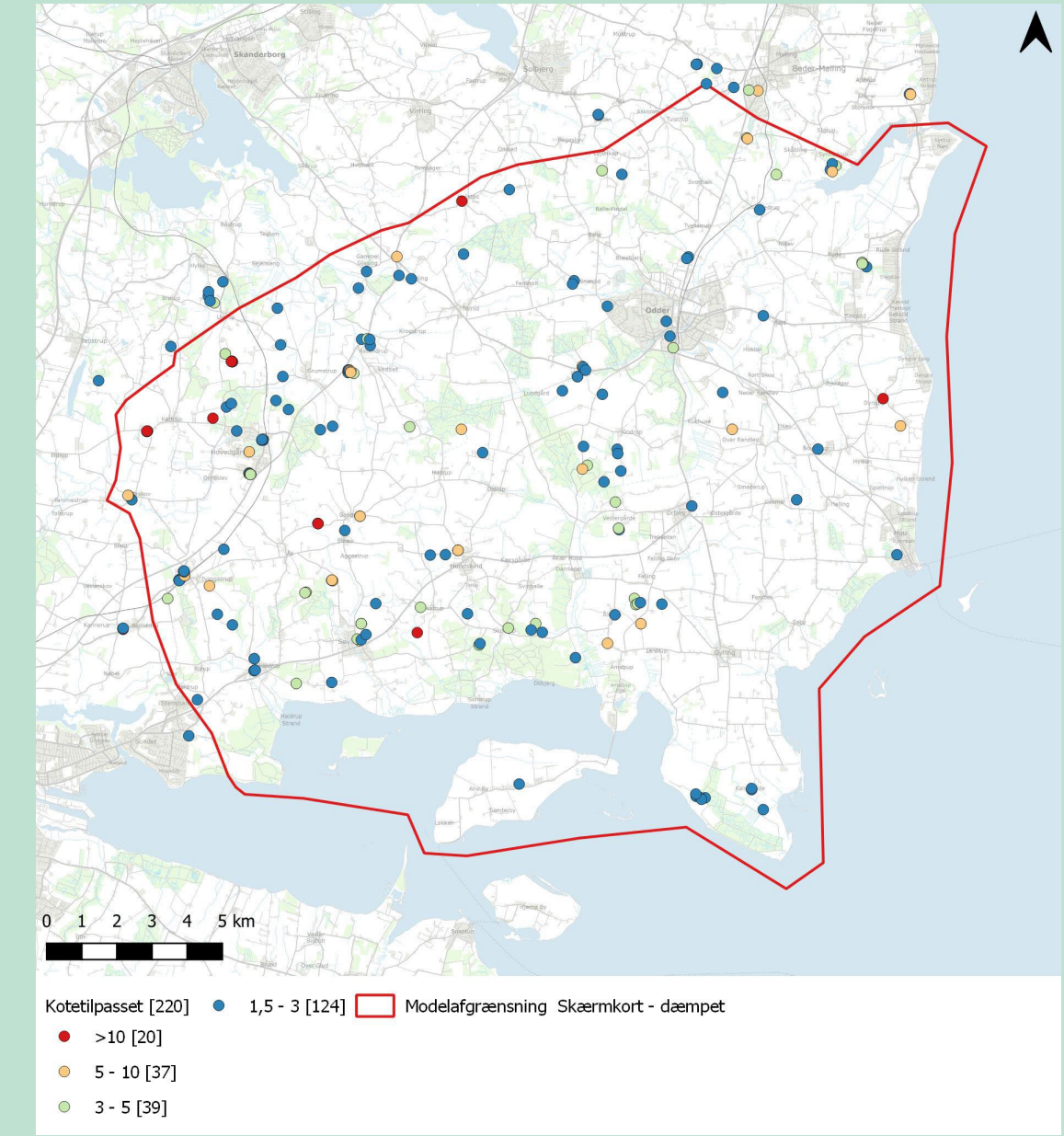


FIGUR 4. Boringer med lithologisk beskrivelse tematiseret efter kvalitet. Boringskvalitet 7 er bedst, mens boringer af kvalitet 3 kun indeholder brøndborerbeskrivelse.

Der er i alt 1.619 boringer med lithologisk beskrivelse (eksklusiv DAPCO-boringer), som forventes at kunne indgå i den geologiske modellering (FIGUR 3). 861 af disse er mere end 10 m dybe. Af de boringer, som er mere end 10 m dybe, er hovedparten af god eller rimelig god kvalitet (geologbedømte, kvalitet 5-7), mens der for de resterende blot foreligger en brøndborerbeskrivelse (kvalitet 3), se FIGUR 4.

Den registrerede terrænkote i Jupiter er sammenlignet med Geodatastyrelsens højdemodel (0,4 m). Ud af de i alt 1.619 boringer med lithologisk beskrivelse (ekskl. DAPCO-boringer) ligger boringskoten inden for 1,5 m ift. terrænmodellen for 1.399 boringer, 124 boringer afviger med 1,5–3 m fra terrænmodellen, 39 boringer afviger med 3–5 m fra terrænmodellen, mens 57 boringer afviger med mere end 5 m fra terrænmodellen.

For hovedparten af boringerne må man forvente, at terrænkoten ikke har ændret sig væsentligt siden etableringen af boringen. Derfor er det valgt at anvende koten for højdemodellen for de boringer, der afviger med mere end 1,5 m fra højdemodellen. Dette gælder dog ikke for råstofboringer og geotekniske boringer, hvor den oprindelige boringskote i Jupiter er fastholdt.



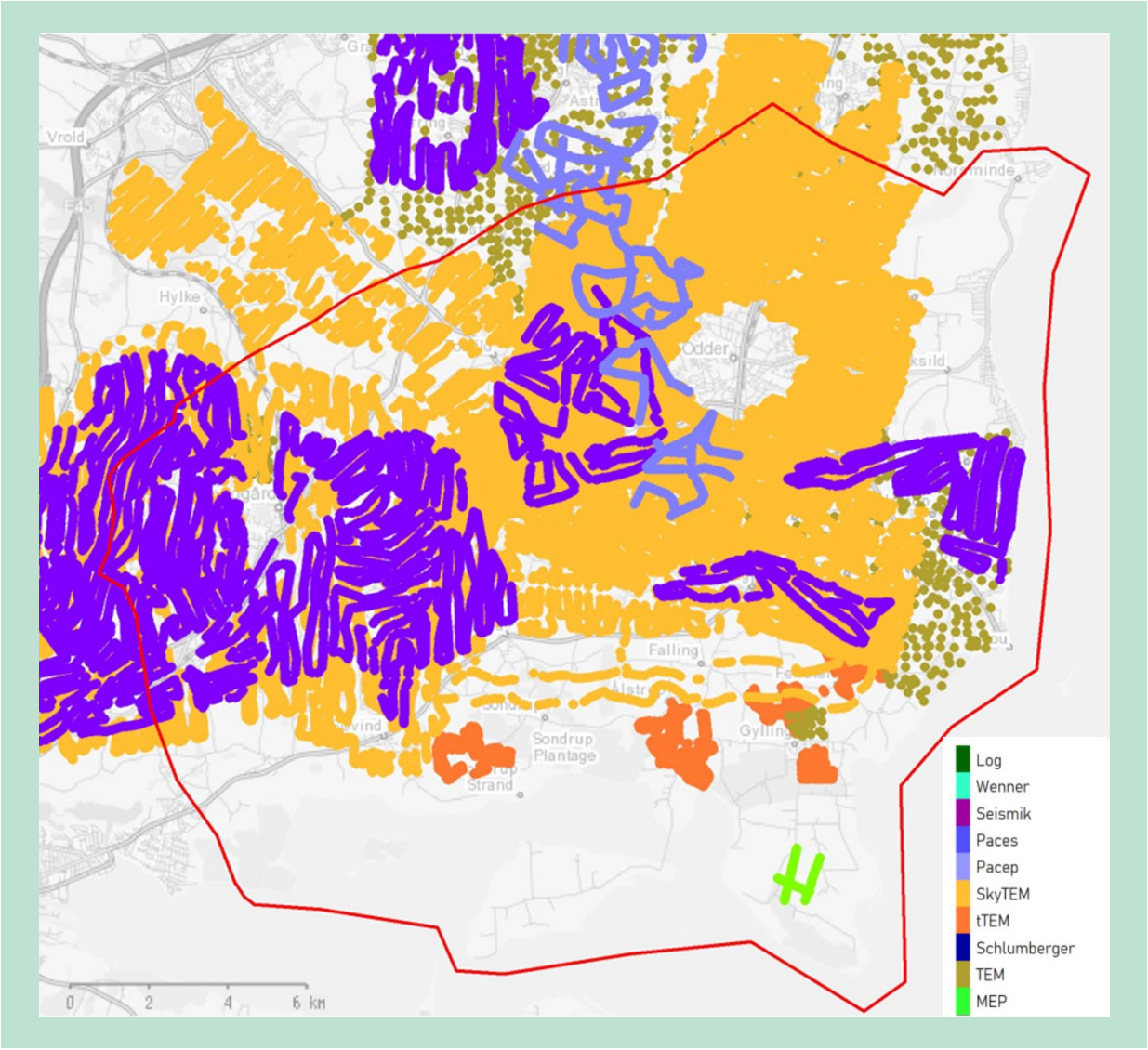
FIGUR 5. Sammenligning af boringskoter i Jupiter med terrænmodellen (0,4 m). Kun boringer, der afgiver med mere end 1,5 m fra højdemodellen er vist.

2.2 Jordartskort

Jordartskortet 1:200.000 /3/ er indlæst i 2D vinduet i GeoScene3D samt lagt ind som "attribute grid" på terrænfladen i profilvinduerne. Jordartskortet fremgår af FIGUR 10 i afsnit 3. Der er valgt at anvende 1:200.000 kortet fremfor Danmarks Digitale Jordartskort 1:25.000, da sidstnævnte ikke dækker hele modelområdet.

2.3 Geofysiske data

Der er foretaget et udtræk af geofysiske data fra GEUS' database GERDA /10/ den 30. juni 2022. Placeringen af de geofysiske data i området fremgår af FIGUR 6, og kortlægningerne er oplistet i TABEL 2.



FIGUR 6. Geofysiske kortlægninger i modelområde med de nye t-TEM områder.

TABEL 2. Geofysiske kortlægninger i modelområdet

Navn og (år)	Metode, (GERDA project id) og link	Kommentarer
Odder vest (1981)	Wenner (4) Rapportdatabasen (geus.dk)	Dækker ca. 1.5 km^2. Udført i forbindelse med råstofkortlæg-ning.
Ørting (1982)	Wenner (3) Rapportdatabasen (geus.dk)	Dækker ca. 1.75 km^2. Råstofkortlægning.

Boulstrup (1996,1999,2000, 2010)	Paces & Pacep (821 & 1744) Rapportdatabasen (geus.dk)	Ca. 10 km^2 dækket. Kortlægning af de øverste ca. 30 m. Indsamlede data er beskrevet som værende af høj kvalitet.
Hundslund (2005)	Paces (951) Rapportdatabasen (geus.dk)	26.3 km indsamlet PACES dækkende et areal på ca. 7 km^2. Der er god overensstemmelse mellem tolkninger og boringer i området. Data er vurderet af god kvalitet af Rambøll.
Søvind, Egebjerg (2009)	Paces (1545) Rapportdatabasen (geus.dk)	290 km linjer indsamlet. Dækker området omkring Hovedgård.
Stilling/Solbjerg (2003)	Paces (607) Rapportdatabasen (geus.dk)	Undersøgelse af de 30 øverste meter. 55.6 km PACES linjer indsamlet. Generelt god overensstemmelse mellem indsamlet data og boringer.
Fillerup (1984)	Pacep (851) Rapportdatabasen (geus.dk)	
Norsminde (2011)	SkyTEM (1813) Rapportdatabasen (geus.dk) http://nitrat.dk/about_us/skytem_juni_2011/index.html	2007 km linjer med ≈ 100 m penetrationsdybde. Data af høj kvalitet jf. indsamler.
Hundslund (2003)	SkyTEM (593) Rapportdatabasen (geus.dk)	Ca. 45 km^2. Data viser udsnit af helt eller delvist begravet dal der forløber nord om Hundslund, over Boulstrup og mod øst til kysten. Dalen er 2 km bred på sit bredeste sted og den gode leder ligger i ca. – 100 m (ALECTIA, 2008).
Hylke (2006)	SkyTEM (1169) Rapportdatabasen (geus.dk)	Indsamlet 175,4 km produktionsdata. Ca. 1/3 frasorteret pga. koblinger og geologisk støj. Billedet af den gode leder viser et sydøst-nordvest orienteret dalsystem ca. 3,5 km langt og 1 km dybt. Der findes glimmerholdige aflejringer i området hvilket kan

		besværliggøre tolkningen (ALECTIA, 2008).
Hovedgård/Egebjerg (2008)	SkyTEM (1398) Rapportdatabasen (geus.dk)	145 km^2 indsamlet data beliggende i den vestlige del af projektområdet.
Fillerup/Hundslund (2006)	SkyTEM (992)	Forlængelse af skyTEM fra Hundslund 2003. Indsamling af 30,7 km^2 data. Indikere en vestlig forlængelse af dalstrukturen fundet i Hundslund kortlægningen (ALECTIA, 2008).
Boulstrup (1997)	TEM (511) Rapportdatabasen (geus.dk)	TEM indsamlet svarende til et område på 30 km2. Data er efterfølgende i 2003 re-tolket af Rambøll. Tolkningen viser en begravet dal struktur i en øst-vest retning. I dalstrukturen findes den gode leder i kote -40 m og nedefter, udenom findes den ca. i kote -20 og opefter (ALECTIA, 2008).
Hovedgård (1998)	TEM (685) Rapportdatabasen (geus.dk)	
Hovedgård (2002)	TEM (432) Rapportdatabasen (geus.dk)	
Århus (1998-1999)	TEM (189)	Data er beskrevet som værende af god til middel kvalitet. De sydlige indsamlede data viser en begravet dal i området mellem Hundslund og Boulstrup (ALECTIA, 2008).
Vest for Odder	Paces (1784)	Afrapportering ej fundet.
Mellem Odder og Solbjerg	Pacep (451)	Afrapportering ej fundet.
Fillerup	tTEM (2452)	Afrapportering ej fundet.
Gyllingnæs halvø	MEP (2337)	Afrapportering ej fundet.
Gylling	TEM (341)	Afrapportering ej fundet.

Sydlige Odder Kommune (2022)	tTEM (95989) Rapportdatabasen (geus.dk)	I områderne Haldrup, Amstrup Ege, Alrø, Gylling og Fensten, er der målt tTEM data på et i alt ca. 675 ha stort areal (NIRAS, 2022).

2.4 Eksisterende modeller

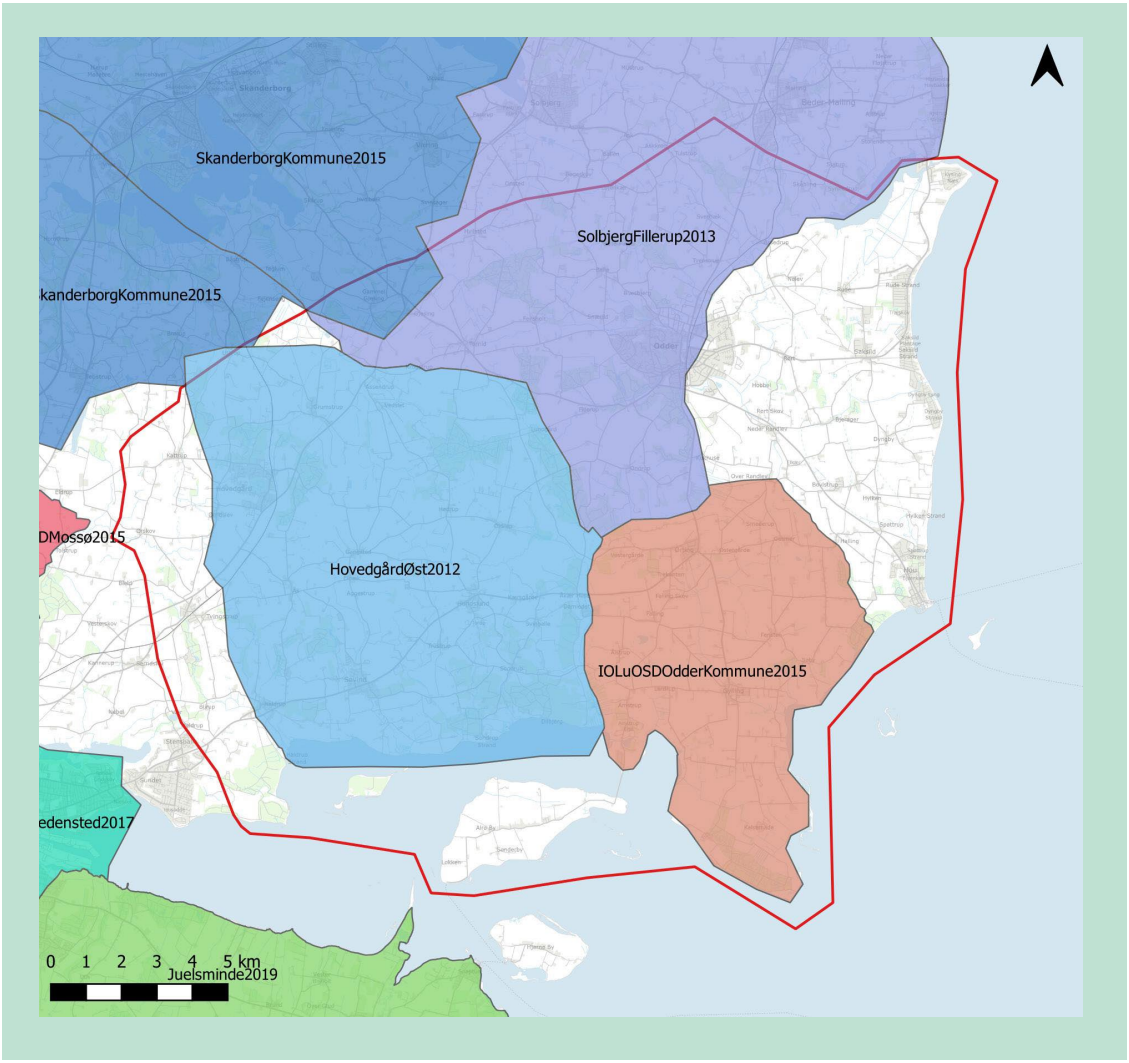
2.4.1 FOHM

Den hydrostratigrafiske model tager udgangspunkt i FOHM, der blev opsat i 2018- 2019. I opstartsrapporten er der en nærmere gennemgang af, hvilke tidligere modeller, der ligger til grund for FOHM inden for modelområdet /1/. Som udgangspunkt indlæses de tidligere modeller ikke i GeoScene3D-projektet.

Solbjerg-Fillerupmodellen er efterfølgende opdateret i 2021. Opdateringen er overført til FOHM.

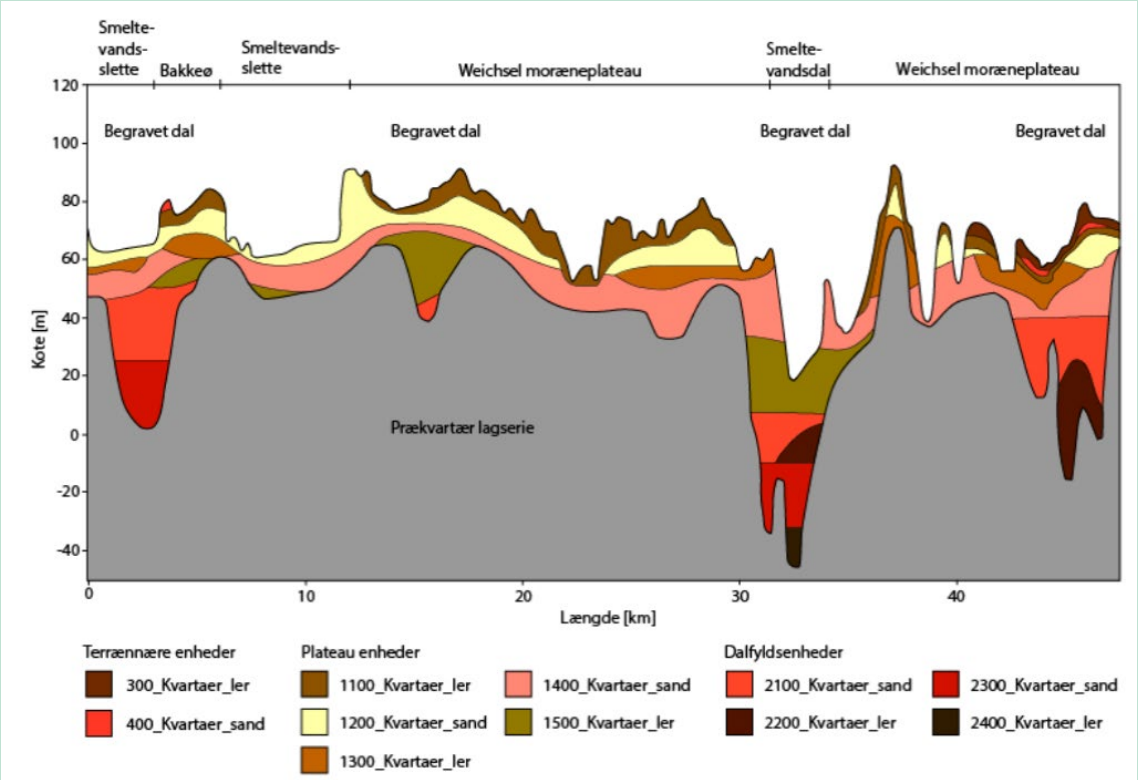
Der har i forbindelse med nærværende retolkning været særlig opmærksomhed på overgangene mellem de oprindelige modeller, samt at kvartæret tolkes med de korrekte lag fra FOHM maksimalstratigrafien. Derudover skal det sikres, at filtre fra vandindvindingsboringer placeres i de korrekte magasinenheder.

På FIGUR 7 ses, hvilke modeller, der danner grundlag for FOHM og de interne modelgrænser, som der skal være særlig opmærksomhed på.



FIGUR 7. Inputmodeller til FOHM.

På FIGUR 8 ses en principskitse over opbygningen af den kvartære lagserie i FOHM. De kvartære lag er inddelt i tre grupper for henholdsvis terrænnære enheder (lag 100 – 400), plateauenheder (lag 1100 – 1500) og dalfyldsenheder (lag 2100 – 2400). For alle lag gælder, at der er tolket bund af lag, på nær det nederste lag, lag 9500_Stensalt_Top, som kun er tolket under saltstrukturerne i området.



FIGUR 8. Principskitse, der viser opbygningen af den kvartære lagserie i FOHM /11/.

2.4.2 Miocæn3D-modellen

Miocæn 3D modellen /12/ er anvendt til støtte til tolkning af den miocæne lagserie. Miocæn3D-modellen er en rumlig geologisk model (efter den tidligere definition, så den er ikke udbredt i hele modelrummet) tolket på baggrund af nøgleboringer, korrelationsprofiler og seismiske linjer. Modellen består af en række punkttolkninger baseret på boringer (lithologi og biostratigrafi), seismiske data og gammalogs. Der er i modsætning til FOHM tolket top af lag og ikke bund af lag.

Modellen er tolket sekvensstratigrafisk, og de miocæne aflejringer er inddelt i en lang række stratigrafiske enheder. De overordnede flader i den miocæne stratigrafi er i næsten hele modelområdet tolket som gennemgående flader. Det drejer sig dels om Top Miocæn og Bund Miocæn, der udgør henholdsvis toppen og bunden af modellen, og dels om de sekvensstratigrafisk definerede maksimale regressive flader (MRS), som udgør toppen af henholdsvis Billund, Bastrup og Odderup Formationen.

Inden for modelområdet er der alene beskrevet 3 boringer i Miocæn3D-projektet: DGU nr. 98.1315, DGU nr. 98.1319 og DGU nr. 108.148.

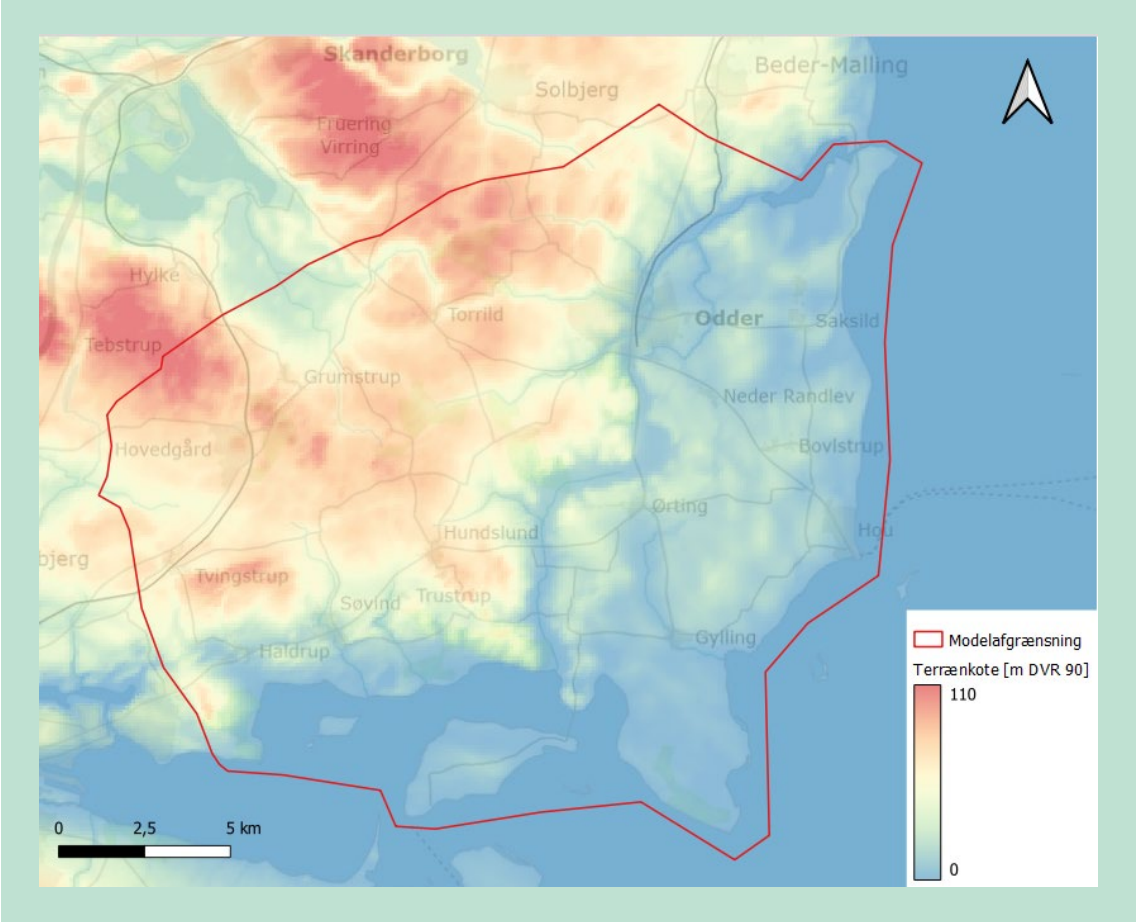
I FOHM er de miocæne lag navngivet, så de kan refereres til de tolkede sekvenser i Miocæn3D modellen (fx 5800_Bastrup_BADSF5).

3. Geologisk forståelsesmodel

Der er forud for selve modelleringsarbejdet i Geoscene3D udarbejdet en geologisk forståelsesmodel for området. Hensigten med forståelsesmodellen er indledende at identificere problemstillinger og forhold som har betydning for modellering af geologien.

3.1 Topografi

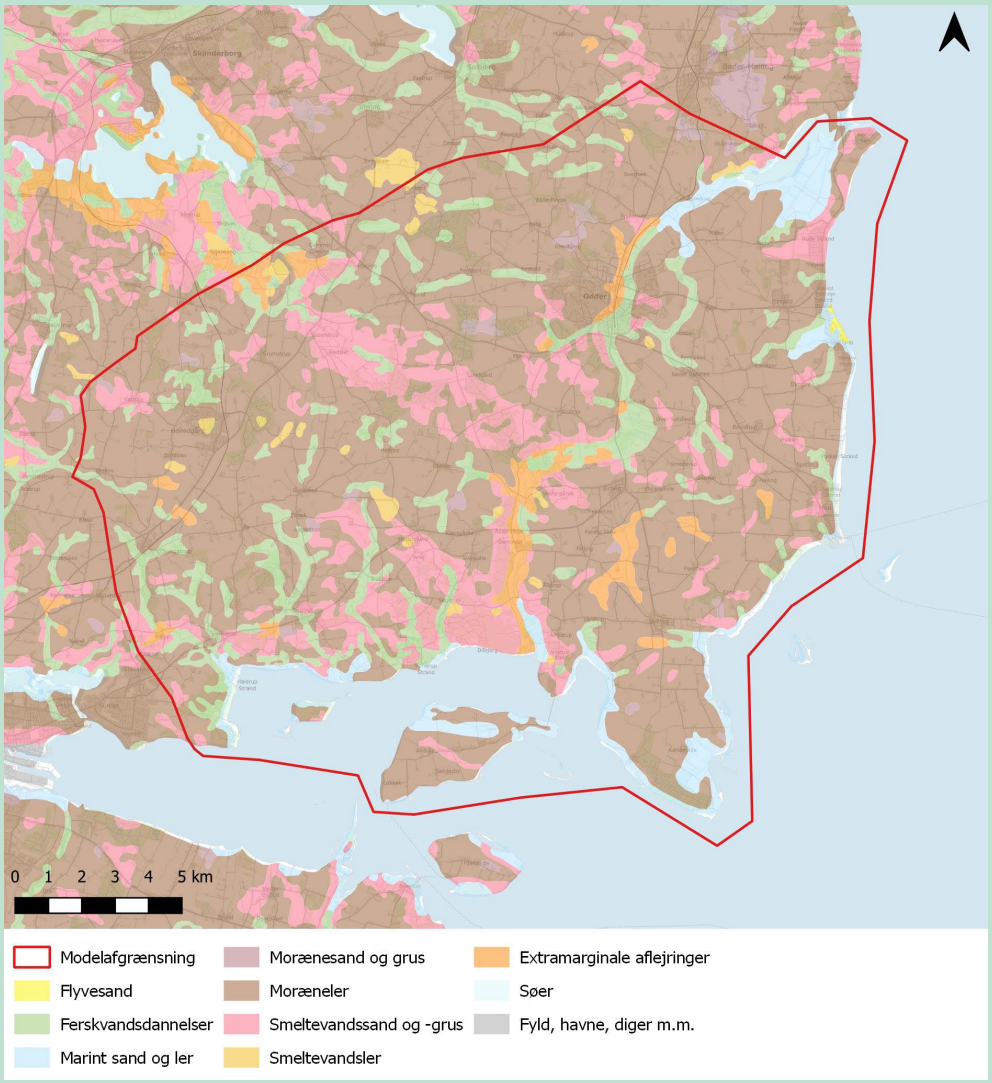
Der er indenfor modelområdet ret store terrænforskelle. Terrænet fra omkring kote +130 m ved Skanderborg/Hovedgård i den nordvestlige del af modelområdet til under kote +10 i Revsådalen og Odder-dalen. Sydøst for dette dalstrøg er terrænet forholdsvist jævnt omkring kote +20 m. Dog ligger Gylling Næs noget lavere omkring kote +10 m.



FIGUR 9. Kort over terrænkoten.

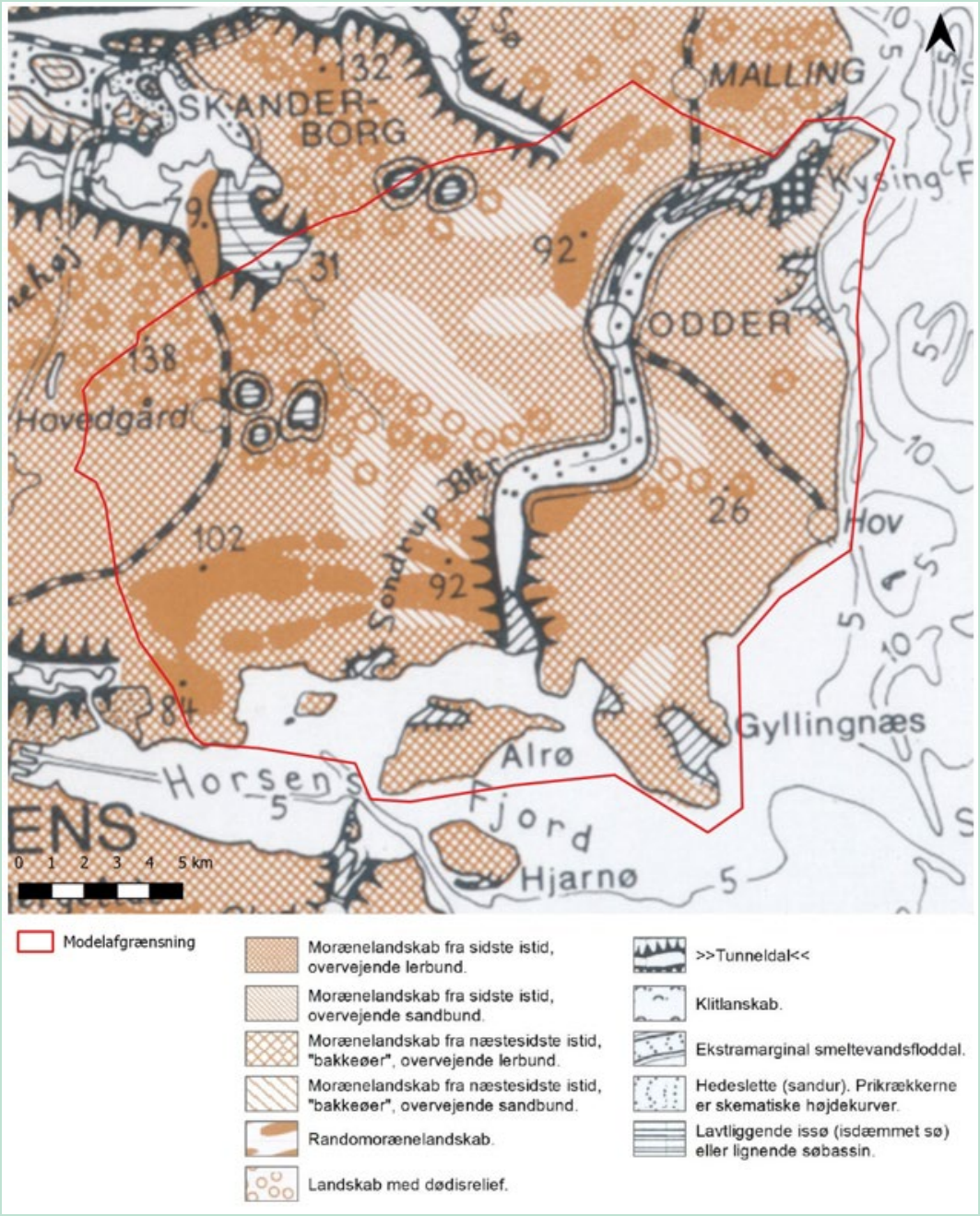
3.2 Jordartskort

På jordartskortet FIGUR 10 ses at området overvejende er præget af moræneler. Dog er jordbunden i området ned mod Horsens Fjord præget af smeltevandsaflejringer og der ses ligeledes et bredt bælte med smeltevandssand, som strækker sig fra Ørting mod nordvest til Skanderborg Sø. Revsådalen, som løber syd for Odder mod fjorden er ligeledes præget af sandet jordbund.



FIGUR 10. Jordartskort 1:200.000 /3/.

3.3 Landskab



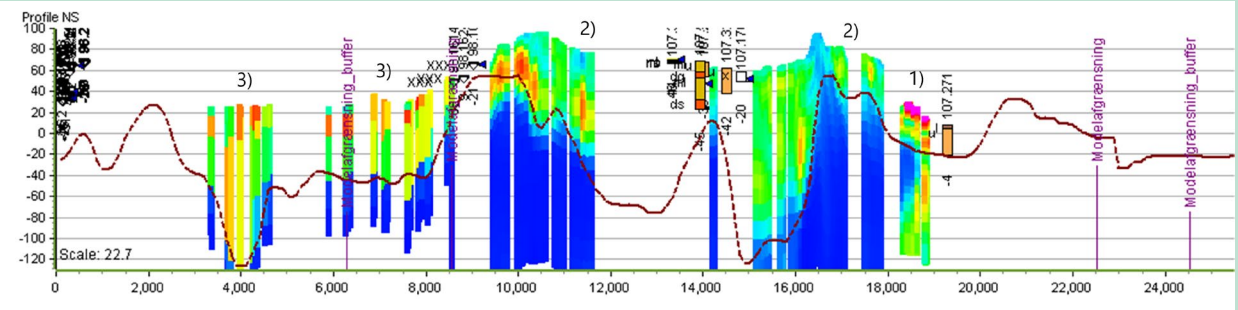
FIGUR 11. Landskabet i projektområdet, som det er tolket af Per Smed /2/.

Projektområdet ligger øst for Hovedopholdslinjen, der repræsenterer hovedudbredelsen af Nordøst-fremstødet i Sen Weichsel. Tilbagetrækningen af NØ-isen foregik gradvist med en række ophold og genfremstød, som har skabt flere rækker af randmorænestrøg /8/. Disse ses som langstrakte NV-SØ-gående bakker i udkanten af projektområdet NV for Hovedgård (ikke vist på FIGUR 11).

På en strækning mellem Tyrmose Storskov og Hovedgård ses et dødislandskab med småsøer og issøbakker. Odder-Elbodalen (Åkær Å, Bilsbæk, Rævså, Odder Å), som løber bag de kystnære israndsområder udgør en yngre smeltevandsdal /8/. Bag denne mod øst ses skurestriber

og drumlinbakker afsat i den lavtliggende bundmoræne parallelt med isens bevægelsesretning /8/.

Efter tilbagetrækningen af NØ-isen trængte det østjyske isfremstød ind fra sydøst over det østlige Jylland. Det østjyske isfremstød dækker hele projektområdet bortset fra ovennævnte område NV for Hovedgård. SV-NØ gående randmoræner fra yngre israndsstadier ses ved Hundslund og på strækningen mellem Søvind og Tvingstrup samt nordvest for Odder. I randmorænerne forekommer der glacialtektoniske forskydninger som følge at de højtliggende lerede prækvartære aflejringer /8/, som forårsager oppresning af den palæogene ler. Dette ses tydeligt f.eks. i et nord-sydgående profil øst for Tvingstrup, som vist på FIGUR 12.



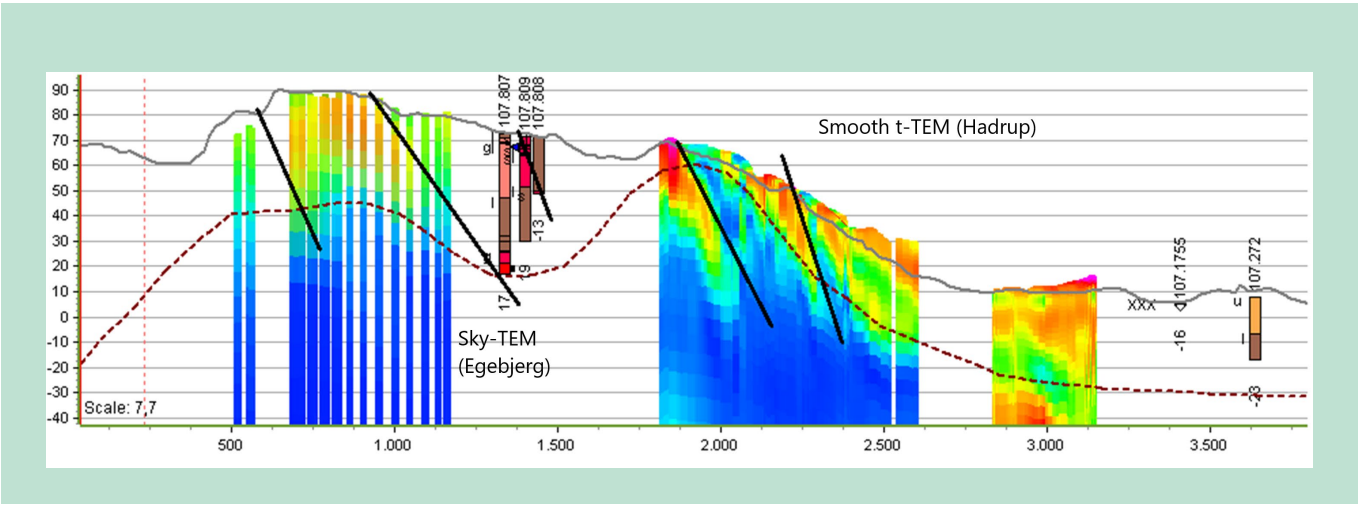
FIGUR 12. Nord-syd profil øst for Tvingstrup, med den tolkede prækvartæroverflade fra modellen markeret med en stiplet linje. Geofysikken viser 1) smooth t-TEM (Hadrup), 2) Sky-TEM (Egebjerg) og 3) Sky-TEM (Hylke). Det palæogene ler er presset op fra sydøst mellem km 16 til 18. Profilet vises som profil 1 på oversigtskortet på **FIGUR 13**.

I de store randmorænekomplekser i området har det nordøstlige isfremstød skubbet flager af fed paleogæn ler og glimmerler opad og dislokeret de kvartære lag. Dette ses primært ud fra geofysikken, hvor lav-resistive flager er skubbet op i højresistive (kvartære) lag, som ses på FIGUR 14 og FIGUR 15. Ved Tvingstrup randmorænekompleks kan dislokationerne også ses på jordartskortet, som vist på FIGUR 16. Disse flager kan virke som hydrauliske barrierer, dvs. grundvandet trænger meget langsomt igennem, eller søger udenom. Hvis lerflager er skubbet op til toppen af et gennemgående sandmagasin kan barrieren bevirke, at sandenhederne på den ene og anden side af barrieren mister den hydrauliske kontakt til hinanden, og derved forkorter det mulige indvindingsopland (IOL) fra denne vinkel. Tolkningen af en lerbarriere vil også ændre formen på hele indvindingsoplandet, da vandet i stedet for at komme fra den afskårne del af magasinet, skal komme andetsteds fra.

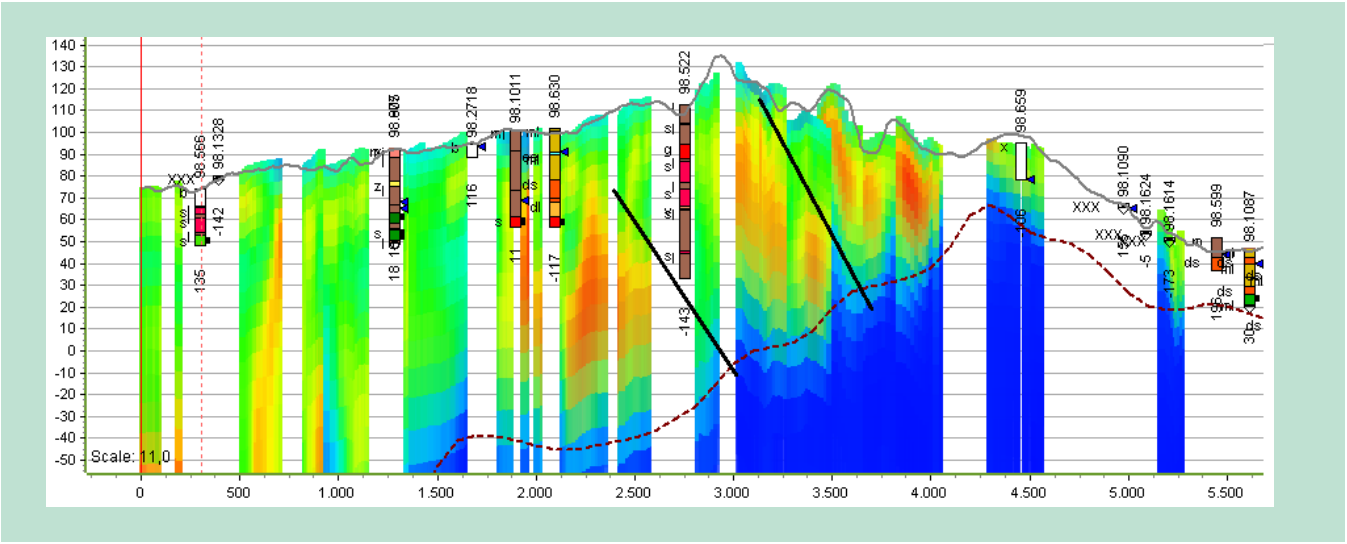
Tolkningen af opskudte lerflager har derfor en stor betydning for beregningerne af IOL. Geologien omkring de dislokerede flager er meget kompliceret, og det kan derfor ikke udelukkes, at der enkelte steder kan strømme lidt grundvand igennem. For at simplificere geologien, samt være på den sikre side ift. beregningerne af IOL, er områder med tolkede opskudte lerflager i højresistive lag (sandlag) udelukkende tolket som ler.

Fokus på dislokerede lerflager er et nyt element i den geologiske tolkningsmetode, og har kunnet lade sig gøre på baggrund af et bedre datagrundlag end før, som giver mulighed for at tolke større og vigtige detaljer. Dette har resultereret i et kvalitetsløft af den nye kortlægning ift. tidligere kortlægninger.

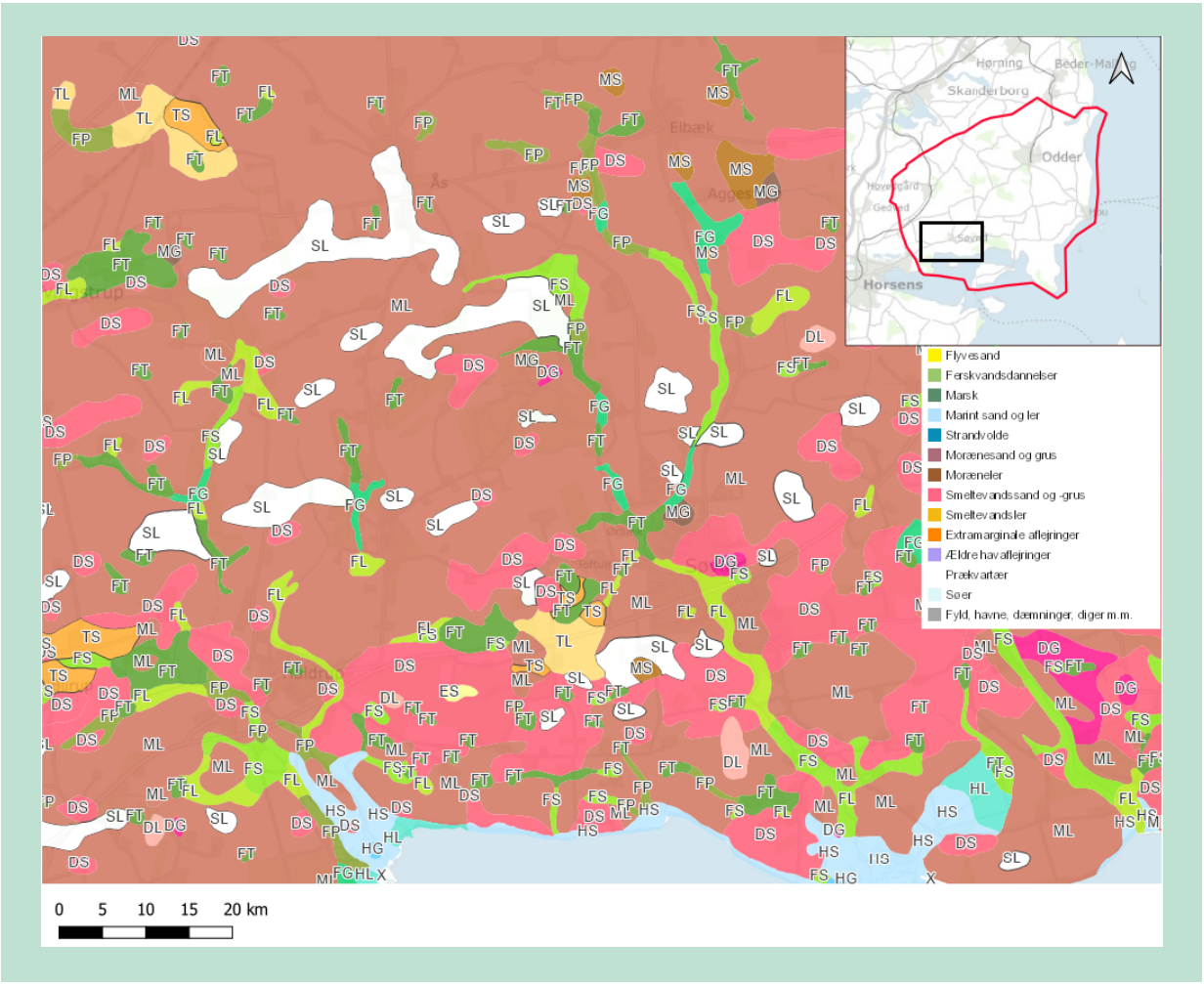
FIGUR 13. Oversigtskort med DHM over den vestlige del af modelområdet med profilerne fra figur 12, 14 og 15. På profilet vises også områder, hvor der tolkes opskudte lerflager.



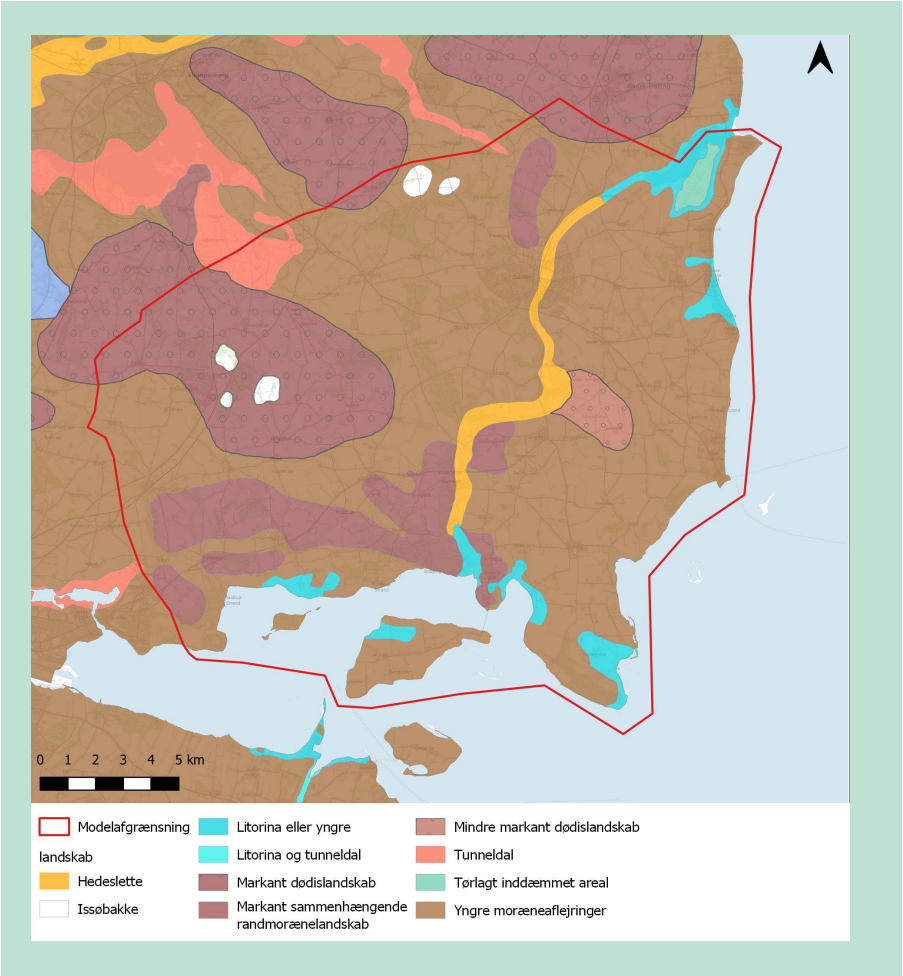
FIGUR 14. Profil vinkelret på Tvingstrup Ås. Geofysikken, bestående af SkyTEM og smooth t-TEM, viser adskillige opskudte flager af palæogen ler (indikeret af de rette linjer), nogle steder op til terrænniveau. Den tolkede prækvartæroverflade fra modellen er markeret med stiplet linje. Profilet vises som profil 2 på oversigtskortet på **FIGUR 13**.



FIGUR 15. SV-NØ profil i randmorænelandskabet ved Hovedgård i den nordvestlige del af modelområdet. Den tolkede prækvartæroverflade fra modellen er markeret med stiplet linje. Geofysikken, bestående af SkyTEM (Ejebjerg), indikerer opskudte lerflager i højresistente, kvartære lag (indikeret af de rette linjer). Profilet vises som profil 3 på oversigtskortet på **FIGUR 13**.



FIGUR 16. Jordartskort for området omkring Tvingstrup Ås. Blandt de kvartære aflejringer, kan der ses pletter af fed paleogæn ler (SL = søvindmergel), der viser hvor opskudte flager med fed ler når terræn.



FIGUR 17. Landskabselementkort /4/.

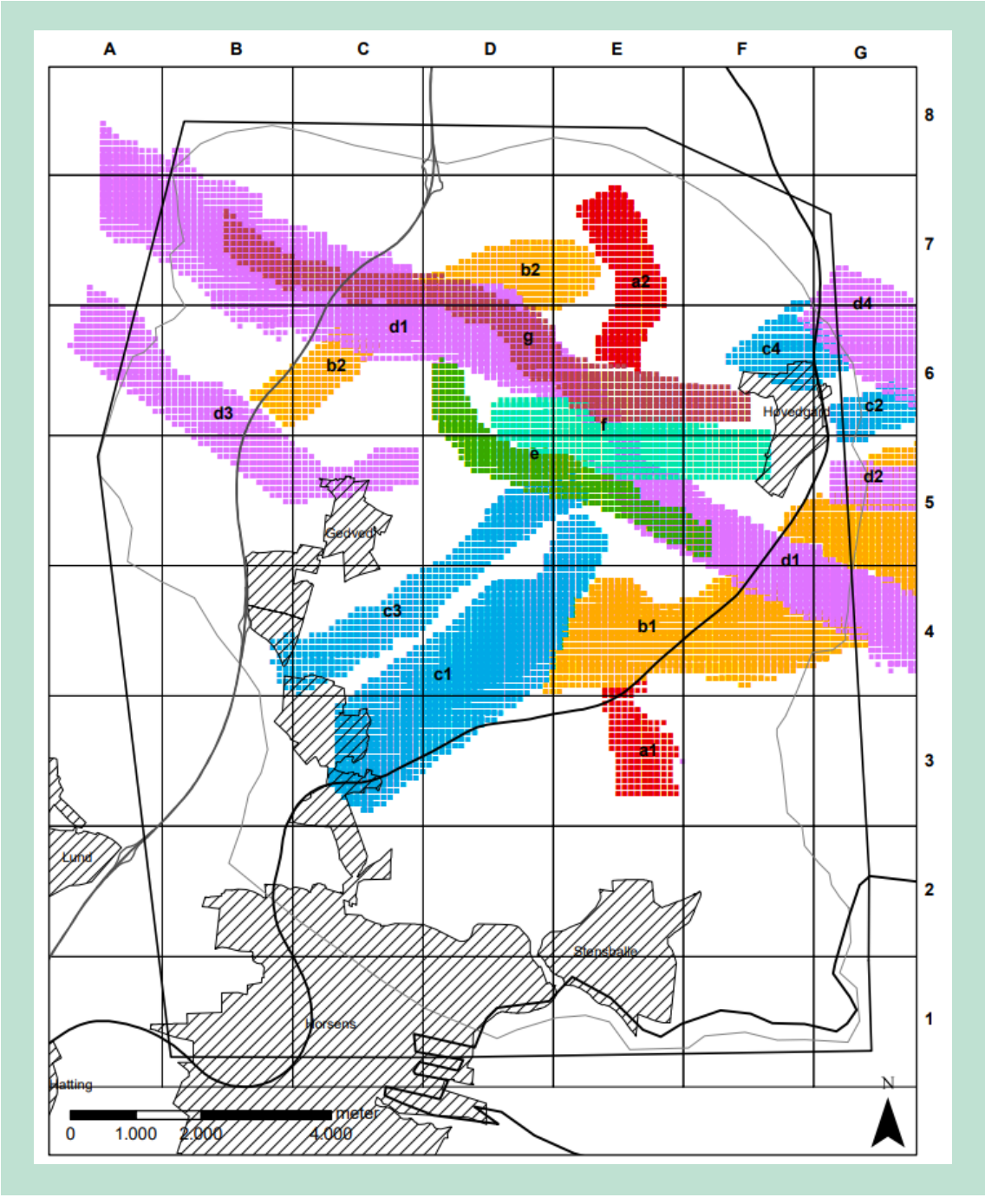
3.4 Kortlagte begravede dale

I kortlægningsområdet findes flere mere eller mindre veldokumenterede begravede dalsystemer. De begravede dale er dannet ud fra smeltevandserosion under istiden, hvor dalen efterfølgende typisk er fyldt op af smeltevandsaflejringer. Gennemgående lag af smeltevandssand og -grus fungerer i dag generelt som højkvalitative, beskyttede grundvandsmagasiner pga. dybden til dem og derfor mængden af akkumuleret ler ovenover. I Odder-området bliver der fra flere kildepladser for Odder Vandværk samt Amstrup Ege VV indvundet fra magasiner i begravede dale. Kortlægningen af dalene er derfor essentiel at have med i tolkningen, da denne i høj grad bestemmer afgrænsningen af potentielle grundvandsmagasiner, og har indflydelse på oplandsberegninger for indvinding i de tolkede begravede dale senere hen.

En vurdering af generationerne af de begravede dale er også brugbar i tolkningen af de geologiske forhold i de begravede dale. En nyere begravet dal har f.eks. kunne nederodere i en ældre begravet dal, og derfor potentielt afgrænse et aflejret smeltevandssandlag. Hvis der ud fra andet data kan tolkes en afgrænsning af et dybereliggende grundvandsmagasin ved skæringen mellem to kortlagte begravede dale, kan aldersdateringen bruges som støtte til denne tolkning. Der er foretaget en vurdering af generationerne af de begravede dale for den vestlige del af modelområdet i GEUS' Egebjerg model /15/, og kan ses på FIGUR 18.

Området er også beskrevet i GEUS' begravede dale projekt /6/. Dalene er generelt opfyldt med lerede aflejringer bestående af moræneler og smeltevandsler, men der ses også stedvis højmodstandslag, som formentlig repræsenterer smeltevandssand. Flager af Lillebælt ler i

nogle af dalstrukturerne indikerer at området, hvor dalene ligger, har været udsat for glacialtektonisk deformation før og efter dannelse af dalene. Den glacialtektonisk deformation har resulteret i en generel fordybning i den palæogene ler i midten af området, mens den palæogene ler ligger højt både syd og nord for området /6/. Dette betyder, at de kortlagte begravede dalstrukturer i området er delvis nederoderet i det palæogene ler, men også i tidligere aflejringer af moræneler.

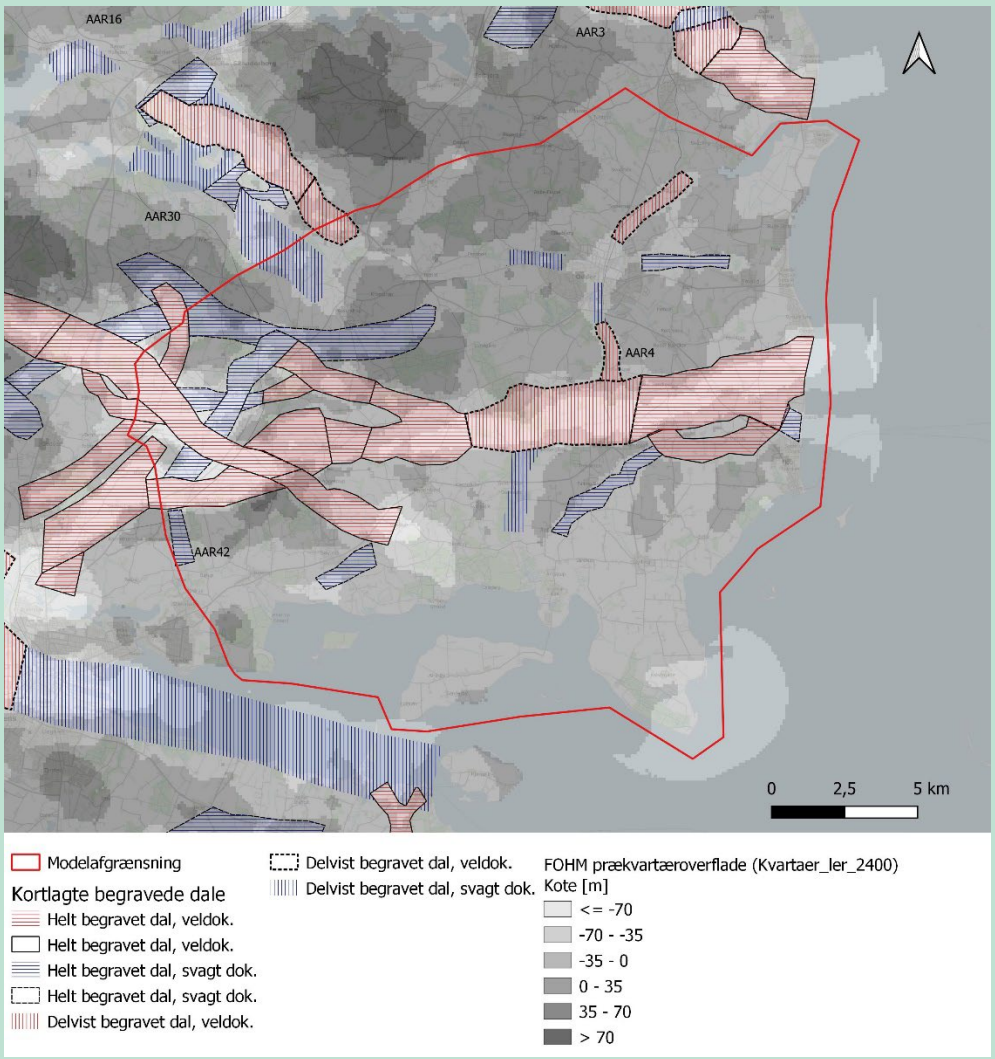


FIGUR 18. Begravede dale fra Egebjerg modellen i den vestlige modelområdet, inddelt i generationer /15/.

På FIGUR 19 ses de begravede dale, der er kortlagt i hele området /6/, vist sammen med koten for prækvartæroverfladen, som tolket i FOHM. Kortet fra /6/ er ikke komplet, da kortlægningen primært har været begrænset til områder med sammenhængende fladedækkende geofysiske kortlægninger (TEM og SkyTEM).

Den mest markante begravede dal i den østlige del af projektområdet er den v-ø gående Boulstrup-dal, som går ud til kysten og længere mod vest kaldes Hansted-Gangsted dalen. Dybe boringer i dalen viser, at fyldet domineres af sandede aflejringer. Dalen benævnes AAR4, /6/.

For en mere dybdegående gennemgang af alle tolkede begravede dale i området i /6/, kan refereres til bilag 2.



FIGUR 19. Kortlagte begravede dale /6/ vist sammen med den tolkede prækvartæroverflade fra FOHM (2400_Kvartaer_ler).

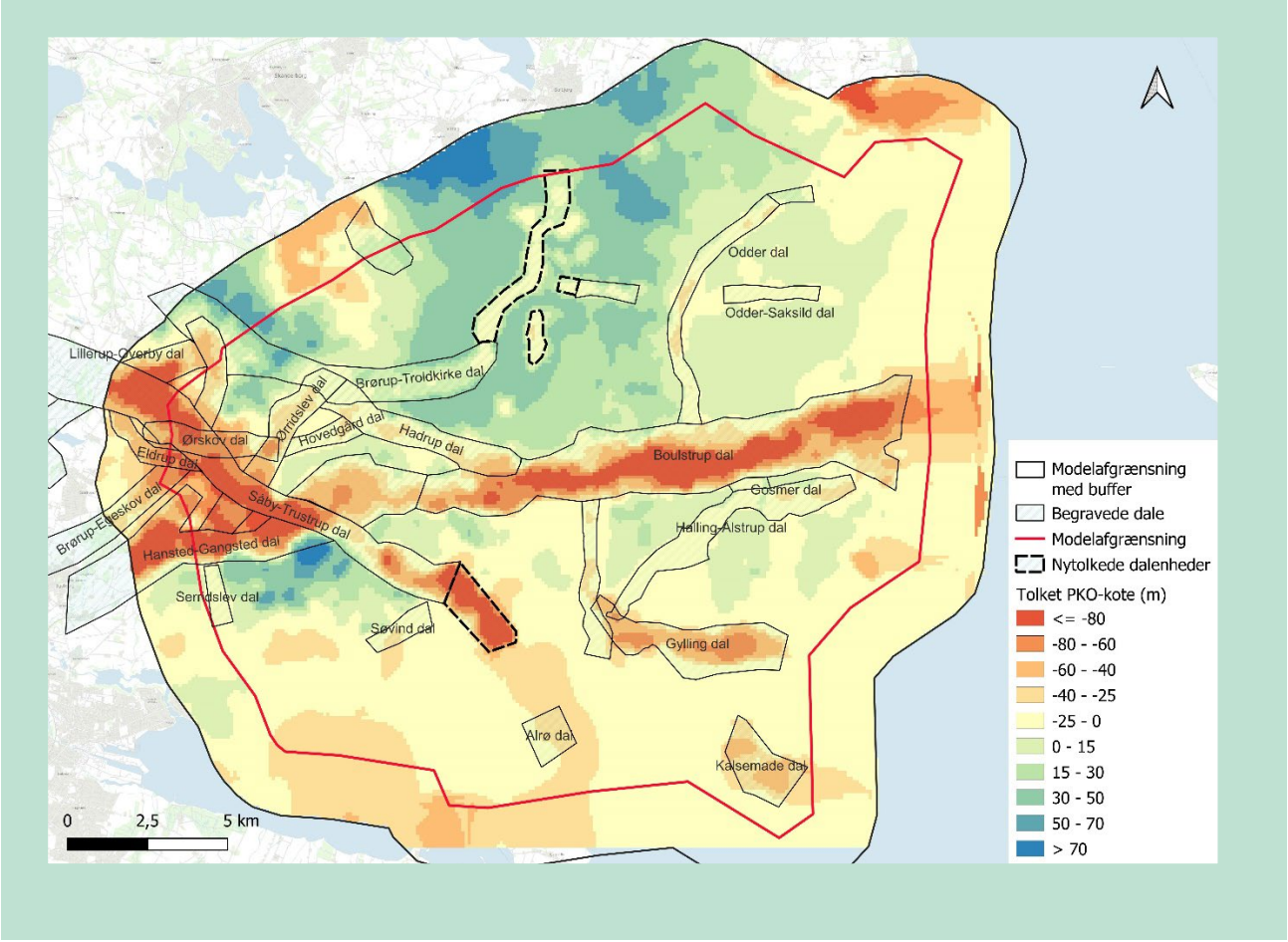
3.5 Nytolkede begravede dale

I løbet af tolkningen er der ud fra geofysikken, samt enkelte boringer, foreslået forlængelser til nogle af de begravede dale; dette gælder en forlængelse af Brørup-Troldkilde dalen mod NØ, en forlængelse af Odder-Saksild dalen mod vest samt en forlængelse af Såby-Trustrup dalen mod SØ. De to førstnævnte er fundet ud fra SkyTEM, mens sidstnævnte er tolket ud fra det

nye tTEM-data i området. Overvejelserne til tolkningen af Brørup-Troldkilde dalforlængelsen er beskrevet i logbogen for KS-ændringerne, bilag 3.

Derudover er der tolket en ny dal SØ for Brørup-Troldkilde dalforlængelsen, som er vurderet til ikke at være i kontakt med nogle af de i forvejen tolkede dalenheder. Denne dal er ikke navngivet.

De nytolkede dale kan ses på FIGUR 20, hvor også alle begravede dale samt koten af den tolkede prækvartæroverflade (PKO) er vist.



FIGUR 20. Nytolkede dalen i stiplede, fede linjer, med koten til den tolkede prækvartæroverflade (PKO) fra modellen, 2400_Kvartaer_ler.

3.6 Kvartære aflejringer

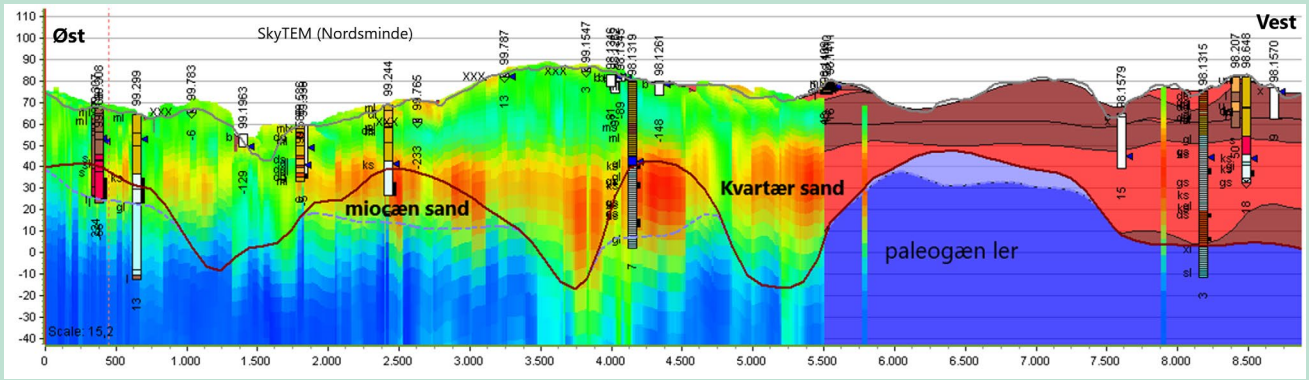
De kvartære aflejringer består primært af glacialt aflejret moræneler og -sand samt smeltevandsaflejringer (sand, grus og ler). Derudover findes post- og interglaciale ferskvandsaflejringer og saltvandsaflejringer.

Smeltevandsaflejringerne er aflejret i forbindelse med afsmeltning af gletsjerne og findes i området primært som fyld til de begravede dale. Aflejringerne er typisk sket efter den primære afsmeltning af en gletsjer, hvor vandtrykket fra smeltevandet er faldet nok til, at aflejringen overstiger erosionen af dalbunden. I Odder-området ses ud fra boringerne også, at dalfyldet primært består af smeltevandsler, -silt og -sand. Der findes dog også boringer med moræneaflejringer, som typisk er sket ved at gletsjere har rykket ind over en eksisterende dal og skabt et lag af bundmoræne.

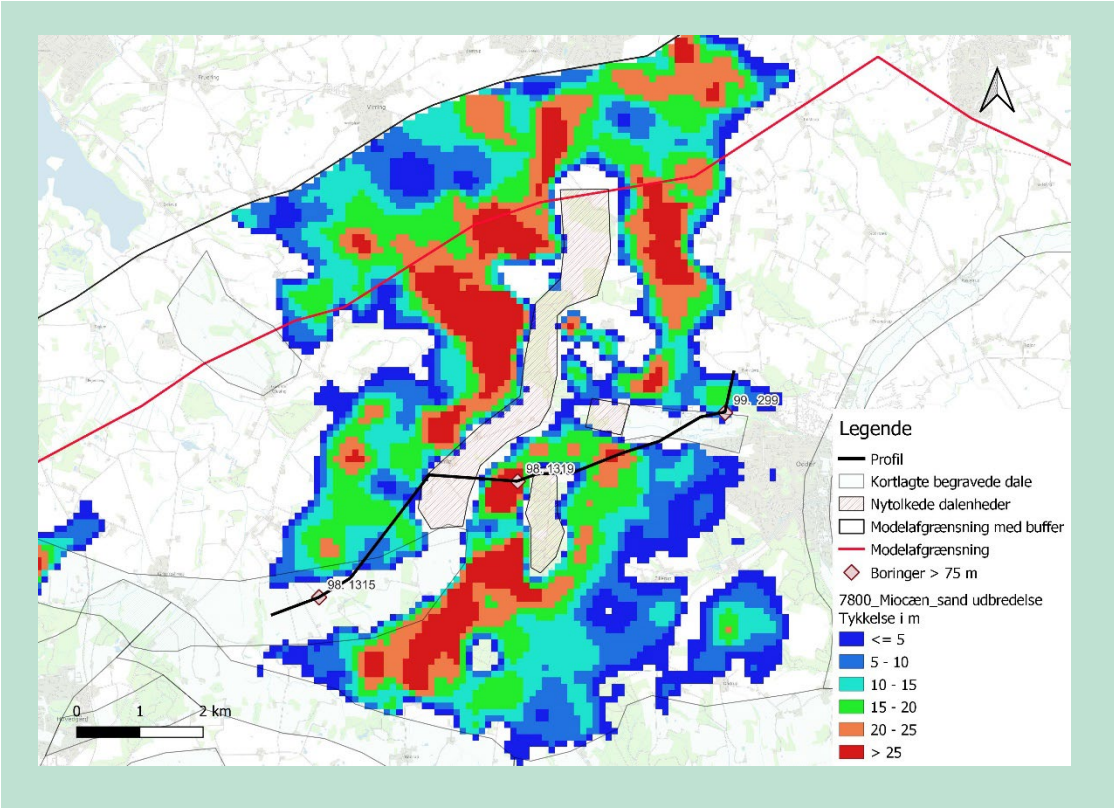
Udover enkeltvise fund i de begravede dale, findes moræneaflejringerne primært på plateauerne imellem de begravede dale, samt på randmoræenerne. Plateauerne er Weichsel bundmorænelandskaber, hvor gletsjere ved friktion har gledet over den daværende bund og blandet sedimenter sammen. Randmoræneaflejringerne består også af blandede sedimenter og tidligere aflejringer, som gletsjeren har taget med sig og aflejret foran sig. Disse aflejringer består mest af tidlige kvartære aflejringer, men kan også bestå af prækvartære aflejringer, såsom Miocæn glimmersand og -ler. I nogle tilfælde har gletsjeren skubbet det plastiske paleogæne ler op, som beskrevet i afsnit 3.3. Moræneaflejringerne er tykkest i områder med højtliggende moræneplateauer, hvilket er i de vestlige og nordlige dele af modelområdet.

3.7 Prækvartære aflejringer

Prækvartæroverfladen udgøres af plastisk palæogen ler, på nær området vest for Odder by består, samt i det sydvestligste del af modellen i bufferzonen. hvor overfladen består af kvartssand, glimmersand og -ler fra Nedre Miocæn. De miocæne sandaflejringer har den største udbredelse i det nordlige modelområde vest for Odder By, hvor bundmoræneladskabet står højt i terræn. Sandlagene ligger typisk som et dække på bundmoræneladskabet mellem de begravede dale. Boringerne i området indikerer at disse miocæne sandaflejringer er delvist glacialt omlejret. Dette ses tydeligt i Miocæn 3D boringen DGU nr. 98. 1315 i Brørup-Troldkilde dalen, hvor der ses omlejret glimmersand over kvartære smeltevandsaflejringer, se tværsnit på FIGUR 21. På FIGUR 22 er vist placering af tværsnittet.



FIGUR 21. Tværsnit vest for Odder by, der inkluderer boringerne de to Miocæn 3D boringer med DGU nr. 98.1315 og 98.1319, samt SkyTEM. Bund af miocæn sand indikeres af den stiplede, lilla linje, mens PKO ses som den nederste, tykke brune linje. Det højereliggende bundmoræneladskab består af omlejret miocæn glimmersand og -ler, samt kvartære sandaflejringer. Landskabet er forstyrret af begravede dale, indikeret af geofysikken. Placering af tværsnit ses på FIGUR 22.



FIGUR 22. Placeringen af profilet fra FIGUR 21 samt tykkelseskort over modellag 7800_Billund_BDS0, som er det mest udbredte af de miocæne lag (kaldt 7800_Miocæn_sand på figuren). Boringer med en dybde over 75 m, der går gennem tværsnittet, er også vist. Tykkelseskort for alle modellag ses i bilagene, præsenteret i afsnit 5.

4. Hydrostratigrafisk model

4.1 Modelopsætning

Den hydrostratigrafiske model er opstillet i GeoScene3D. Softwaret blev løbende opdateret i tolkningsperioden. Modellen er afsluttet i GeoScene3D version 12.0.0.702.

Der er anvendt koordinatsystemet EUREF89 (UTM-zone 32N) og kote systemet DVR90.

Scene Extent er defineret af hjørnekoordinaterne Xmin=553.500, Xmax=582.000, Ymin=6.187.500 og Ymax=6.213.000. Scene Extent dækker et areal på 726,75 km^2.

Scene Extent omslutter alle indmeldte vandværker og modelområdet. Det benyttes til afskæring af alle data indlæst i GeoScene3D fra Jupiter og Gerda databaserne.

4.2 Interpolation og gridjustering

Tolkningspunkterne er interpoleret i GeoScene3D i overensstemmelse med den gældende FOHM-opsætning /16/. Interpolations-algoritmen Inverse Distance Weighting er sat med en Exponent på 4, en Smooth Factor på 200 og en Quadrant Count på 3. Cellestørrelsen er 100x100 m. I interpolationen af de enkelte lagflader er der anvendt forskellige søgeradier. Til de kvartære lagflader er der anvendt en lille søgeradius (2500 m), da datatætheden for disse lag er høj. Modsat er søgeradius for de prækvartære lagflader dobbelt så stor (5000 m), idet datatætheden her er noget lavere.

Efter interpolationen er der foretaget en justering af lagfladerne ved brugen af værktøjet 'Grid Adjustment and Evaluation' i GeoScene3D. I justeringsrutinen er terrænoverfladen fastlåst (dvs. fladen vil forblive uændret), men det er også valgt at fastlåse prækvartæroverfladen (2400_Kvartaer_ler), da denne flade er velbestemt. PKO bliver kun justeret i forhold til terrænoverfladen i situationer, hvor de to flader krydser hinanden. Her vil PKO blive tilpasset terrænoverfladen, så den følger terrænoverfladen. Dette vil kun være aktuelt i situationer, hvor de prækvartære aflejringer ses ved terræn, hvilket er sjældent i området.

I gridjusteringen justeres alle ikke-låste flader først "oppe fra og ned" i forhold til de låste flader og efterfølgende "nedefra og op". Herved opnås, at alle de interpolerede flader – i første omgang – "skubbes" nedad – og dermed under terræn og under de lagflader, som ligger stratigrafisk højere. Da prækvartæroverfladen imidlertid er fastlåst, kan det forekomme, at en eller flere af de kvartære flader (pga. interpolation eller justering) "skubbes" ned under PKO, hvilket vil medføre krydsende laggrænser. For at undgå dette udfører justeringsrutinen derfor en afsluttende "nedefra og op"-justering. Denne har i praksis kun virkning på den kvartære del af modellagene, hvor justeringen sørger for, at alle de kvartære lagflader skubbes op over (eller sammenfaldende med) PKO. Samlet set sikrer justeringsrutinen således, at der i modellen ikke forekommer krydsende laggrænser, og at alle kvartære lag-grænser i modellen indplaceres imellem terræn og prækvartæroverfladen.

Der er ikke i justeringsrutinen indarbejdet en minimumstykkelse af lagene.

4.3 Tolkningsprocedure

Tolkningen har bestået af en delvis opdatering af eksisterende tolkninger samt en delvis nytolkning, dog udelukkende en nytolkning i den vestlige del af området, hvor den nye FOHM-struktur ikke er fulgt. Generelt var hele modelområdet før re-/nytolkningen kraftigt præget af mange tolkningspunkter, nogle af dem nultolkningspunkter (dvs. tolkningspunkter sat ved bund

af overliggende lag i områder, hvor det aktuelle lag ikke findes). I mange tilfælde vurderes det, at nultolkningspunkterne ikke var sat korrekt, hvilket resulterede i at det pågældende lag fik en tykkelse hvor det ikke burde have eksisteret. Dette resulterede blandt andet de såkaldte 'rutsjebanestrukturer' ved især flankerne af de begravede dale. Derfor vurderes det nemmere og mere overskueligt at slette alle tolkningspunkter i områder, i stedet for at foretage en lappeløsning.

Derfor er tolkningen primært en nytolkning af tilstedeværende data i området, hvor der især har været fokus på at den nytolkede stratigrafi passer med FOHM's maksimalstratigrafi, hvor der er taget udgangspunkt i principskitsen på FIGUR 8. Desuden har der også været særligt stor fokus på tolkningen af de primære indvindingsmagasiner 1400_Kvartaer_sand og 2100_Kvartaer_sand, samt afgrænsningerne af disse, især i områder svært præget af glacialtektonik, hvor opskudte lerflager kan virke som hydrauliske barrierer. Dette er særligt tilfældet i den vestlige del af modelområdet. Ydermere har der været et særligt fokus på detaljegraden generelt ved vandværker med nye indmeldinger.

Ved tolkningen af prækvartæroverfladen (PKO) har der været særligt fokus på at få dalflankerne korrekt tilpasset, så det passer med geofysikken samtidig med at toppen af dalflanken passer med afgrænsningen af de kortlagte begravede dale, som beskrevet i afsnit 3.4. Pga. interpoleringsmetoden kan det være vanskeligt at få hele det stejle forløb på en dalflanke op til randen til moræneplateauet korrekt tolket ved interpoleringen af lagfladen. Dette er løst ved at sætte tolkningspunkter for plateauranden højere end geofysikken indikerer, hvilket bevirker at lagfladen efter interpolering bliver 'tvunget op', så den nu passer bedre med geofysikken og derved tolkningen af forløbet for dalflanken.

Én af de store problemstillinger i tolkningen af de kvartære sandmagasiner er vurderingen af, hvor udbredt og gennemgående et bestemt sandlaget skal tolkes. Hertil er der primært kigget på geofysikken (især Sky-TEM og tTEM), understøttet af den geologiske beskrivelse i boringerne. I tilfælde af mangel på geofysik samt kun få boringer i området, er sandlag som udgangspunkt tolkes som linser eller lokale enheder. Grunden dertil findes i, at indvindingsoplandene, der beregnes pba. den geologiske model, til dels bestemmes ud fra i hvor høj grad de nærmeste sandlag i kontakt med filteret til indvindingsboringen er gennemgående i området. Hvis det vælges at tolke sandlagene mere gennemgående end der er databelæg til, er risikoen at beregne forkerte indvindingsoplande. Nærværende tolkning tager udgangspunkt i et mere konservativt bud på de beregnede IOL, der eliminerer de største usikkerheder. Der kan dog være undtagelser, hvis to forholdsvis nærliggende boringer viser omtrent samme vandspejlskote, eller hvis der er tale om en boring, hvor der er indvundet en betydelig mængde vand fra. I disse to tilfælde vil det pågældende sandlag gøres større, så det passer med det tilgængelige data.

Modelområdet er i første omgang tolket ud fra et dynamisk NS- og VØ-profil, der gennemskærer hele tolkningsområdet og dokumenteret i en logbog, som fremgår af bilag 1. Efter ekstern KS er området tolket ud fra en række lokale, stationære profiler, placeret primært i områder med glacialtektonik, som de to lange profiler ikke kan opløse i samme grad. Disse profiler kan ses i KS-notatet i bilag 2. Efterfølgende er lokale, dynamiske profiler kørt gennem delområderne for at sikre, at alt data inddrages ift. opdateringerne, samt at der ikke forekom abrupte skift i laggrænserne mellem de låste tolkningsprofiler. I løbet af denne gennemgang blev der observeret mindre uoverensstemmelser mellem de faste profiler, hvortil der er lavet en vurderingen af, hvilken tolkning der benyttes. Disse tilfælde er også formuleret i logbogen til udførslen af KS-rettelserne, som kan ses i bilag 3.

Efter anden tolkningsgennemgang er der foretaget en afsluttende kvalitetssikring, hvor det blandt andet er sikret, at der ikke er tolket ler indenfor filterintervallet for en større indvindings-

boring, samt udarbejdet magasinspecifikke potentialekort for hver tolket, vandførende sandenhed, for at tjekke om der er 'outliers' tilstede som kunne indikere, at boringens filter er tolket i det forkerte magasin. Denne procedure er gennemgået i afsnit 6.

5. Hydrostratigrafiske enheder

Dette afsnit beskriver udbredelsen af de hydrostratigrafiske enheder i form af tykkelseskort for hvert modellag, som er vist i bilag 4 – 17.

5.1 Kvartære enheder

5.1.1 Terrænnære enheder

Tykkelsen og udbredelsen af lag 300_Kvartaer_ler og 400_Kvartaer_sand er vist på hhv. bilag 4 og 5. Disse enheder er kun tolket terrænnært for lag, der vurderes til kun at have en begrænset udbredelse. Da der typisk tolket nedefra og op, kan disse enheder typisk betegnes som 'ekstra lag', hvor 1100_Kvartaer_ler og 1200_Kvartaer_sand lagene ikke tolkes helt op til terræn.

400_Kvartaer_sand er tykkest, hvor laget er ført ned for at komme i kontakt med det underliggende sandmagasin (typisk 1200_Kvartaer_sand), eller hvor der grundet glacialtektonik er lerbarrierer til stede der bevirker, at der er brug for mange hydrostratigrafiske enheder.

5.1.2 Plateauenheder

Udbredelsen og tykkelsen af plateauenhederne 1100_Kvartaer_ler, 1200_Kvartaer_sand, 1300_Kvartaer_ler, 1400_Kvartaer_sand og 1500_Kvartaer_ler ses i henholdsvis bilag 6, bilag 7, bilag 8, bilag 9 og bilag 10.

1100_Kvartaer_ler er tolket på moræneplateauerne, der præger det meste af modelområdet. Enheden består af moræneaflejringer, primært moræneler, og udgør det terrænnære lag på moræneplateauerne, undtagen i de områder hvor 300_Kvartaer_ler og 400_Kvartaer_sand er tolket.. Laget er typisk her mellem 5-20 meter, men kan opnå en tykkelse på over 40 meter enkelte steder.

1200_Kvartaer_sand er ligeledes tolkes på moræneplateauerne. Enheden består af smeltevandssand og -grus. Tykkelsen af enheden varierer generelt mellem 5-15 m, men få steder opnår den en tykkelse på over 20 m. Ligesom for 400_Kvartaer_sand er der kun tolket 1200_Kvartaer_sand for enheder, som har en begrænset, lokal udbredelse. Laget er mest udbredt langs Boulstrup-dalen i det østlige område, hvor sandenheden typisk ligger lige ovenpå indvindingsmagasinet 1400_Kvartaer_sand.

1300_Kvartaer_ler er det mest udbredte lag i modelområdet, og adskiller indvindingsmagasinerne (1400_Kvartaer_sand og 2100_Kvartaer_sand) fra de lokale, terrænnære magasiner (400_Kvartaer_sand og 1200_Kvartaer_sand). Enheden ses primært beliggende på moræneplateauerne, og ligesom 1100_Kvartaer_ler tykkest i områder med højtliggende moræneplateauer. Enheden udgøres overvejende af moræneler, men omfatter også smeltevandssilt og -ler. Enheden har generelt en mægtighed på 15-40 m i de højtliggende moræneplateauer, samt 5-15 meter i resten af området.

1400_Kvartaer_sand er tolket som det nederste sandmagasin på moræneplateauerne, samt som den gennemgående sand-enhed i nogle af de mindre dybe begravede dale, såsom Brørup-Troldkilde dalen, Haldrup dalen og den nordlige del af Brørup-Egeskov dalen (se FIGUR

20). Dette er gjort for at holde koten på top og bund af enhederne på omtrent samme niveau, for at undgå 'rutsjebaneturer'.

1500_Kvartaer_ler adskiller sandenheder på plateauerne fra sandenhederne i de begravede dale. Laget er derfor dybest i det vestlige modelområde, som er domineret af mange, dybe begravede dale (FIGUR 20). I Boulstrup-dalen er 1500_Kvartaer_ler typisk tyndt eller helt fraværende, da der ikke er meget ler tilstede i den øverste del af denne begravede dal.

5.1.3 Dalfyldsenheder

Udbredelsen og tykkelsen af dalfyldsenhederne 2100_Kvartaer_sand, 2200_Kvartaer_ler, 2300_Kvartaer_sand og 2400_Kvartaer_ler fremgår af henholdsvis bilag 11, bilag 12, bilag 13 og bilag 14.

2100_Kvartaer_sand ses i de dybereliggende begravede dalstrukturer såsom Boulstrup dalen og dalene i det vestlige modelområde, hvor den typisk har en stor tykkelse på 30-70 meter, dog nogle steder mindre. Enheden består af smeltevandssand og -grus.

2200_Kvartaer_ler ses ligeledes i de dybereliggende begravede dalstrukturer. I den nordvestlige del af modelområdet samt inde i bufferzonen, er laget tolket udenfor en begravet dalenhed, nogle steder med et lag 2100_Kvartaer_sand ovenpå (bilag 12). Dette er gjort ud fra samme årsag som for 1400_Kvartaer_sand – dette område ligger lavt i terrænet ift. den højtliggende bundmoræne syd herfra. Enheden består overvejende af smeltevandsler og -silt, men kan også omfatte lerede moræneaflejringer. Laget har en typisk mægtighed på 30-70 meter.

2300_Kvartaer_sand ses kun i de allerdybeste dele af de begravede dale, hvor sand er til stede. I Boulstrup dalen er laget udelukkende tolket ud fra dybe boringer, da geofysikkens opløsningsevne i denne dybde ikke er tilstrækkelig. Dette bevirker dog, at udbredelsen af dette lag her generelt er meget usikker, da der kun er meget få boringer i denne dybde af tolke ud fra. Hvor laget er tilstede, kan den have en mægtighed på mellem 20 – 120 meter.

2400_Kvartaer_ler findes ligeledes kun i de allerdybeste dele af de begravede dale. Enheden består både af smeltevandsler og moræneler. De steder hvor laget er tolket har den en generel mægtighed på ca. 20 - 100 m.

5.2 Miocæne enheder

Udbredelsen og tykkelsen af de miocæne enheder 7600_Billund_BDS1, 7700_Vejle_Fjord_VFL1 og 7800_Billund_BDS0 fremgår af henholdsvis bilag 15, bilag 16 og bilag 17.

7600_Billund_BDS1 og 7700_Vejle_Fjord_VFL1 er kun tolket, hvor der er fundet et ekstra miocænt sandlag, udover 7800_Billund_BDS0, under et miocænt lerlag. Dette er kun tilfældet omkring randen og i bufferzonen, i to områder i sydvest og i nord (bilag 15 og 16). I tilfælde af, at der kun er fundet miocænt ler under miocænt sand eller en kvartær enhed, er dette ler tolket som 8000_Palæogen_ler. Dette ses blandt andet i Hylke SkyTEM-området, hvor det er tolket, at omlejret miocænt kvartssand går over i miocænt glimmerler mod nordvest. 7600_Billund_BDS1 består af miocæn kvartssand, mens 7700_Vejle_Fjord_VFL1 består af glimmerler og -silt.

7800_Billund_BDS0 er brugt som det primære miocæne sandlag i modelområdet, og består af miocæn kvartssand og glimmersand. Den er til stede i det nordlige modelområde vest for Odder by, hvor miocæne sandaflejringer formentlig er blevet glacialt omlejret og skubbet op af en fremadrykkende gletsjer. Dette har resulteret i et forholdsvis tykt miocæn sandlag, typisk mel-

lem 10 og 30 meter, hvor der ind imellem i boringerne findes flager af kvartær smeltevands-sand som en indikation på glacialpåvirkning. Magasinet er eroderet af efterfølgende isfremstød som har fjernet dele af det miocæne sand og skabt de begravede dalenheder, som er tolket i området (FIGUR 21).

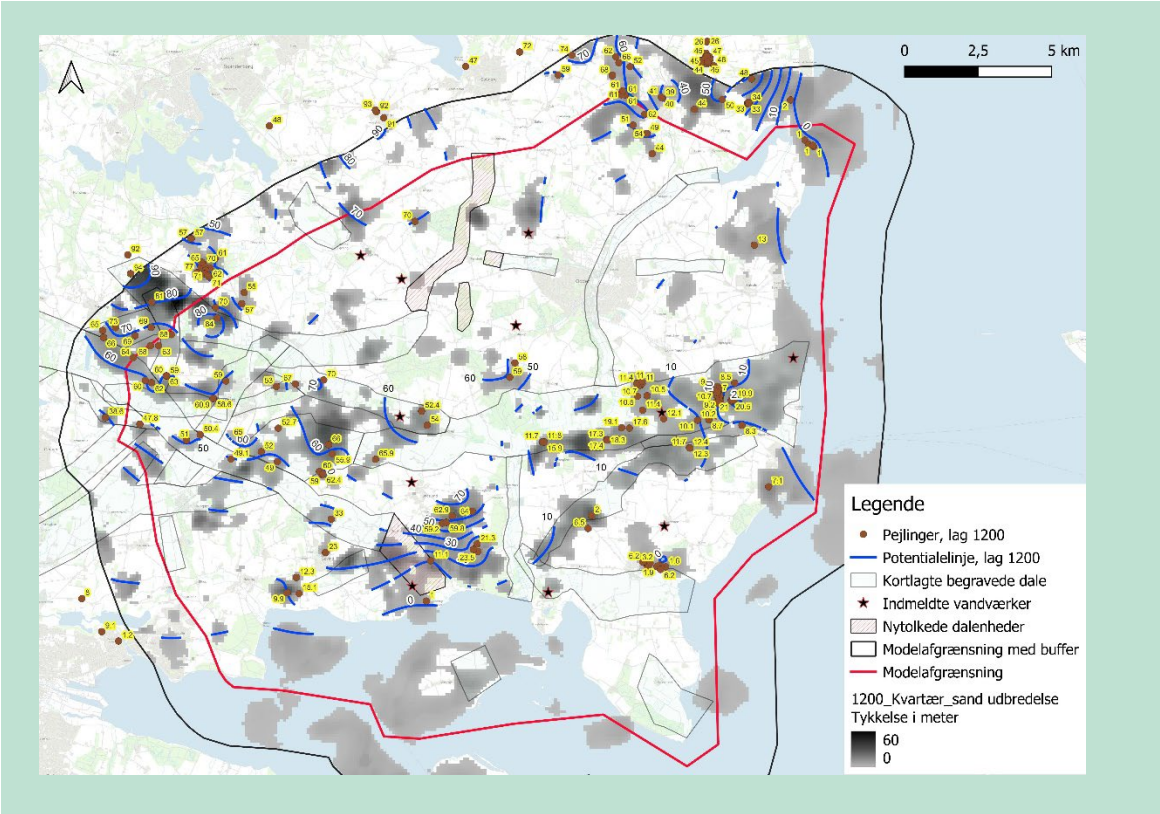
6. Grundvandsmagasiner

Under modelleringsarbejdet er tolkningerne løbende blevet sammenstillet med hydrologiske data bestående af prøvepumpnings-, pejle- og grundvandskemisk data. Disse data er inddraget med henblik på at vurdere den hydrauliske sammenhæng mellem sandmagasinerne - med det formål at identificere større hydrauliske lerbarrierer.

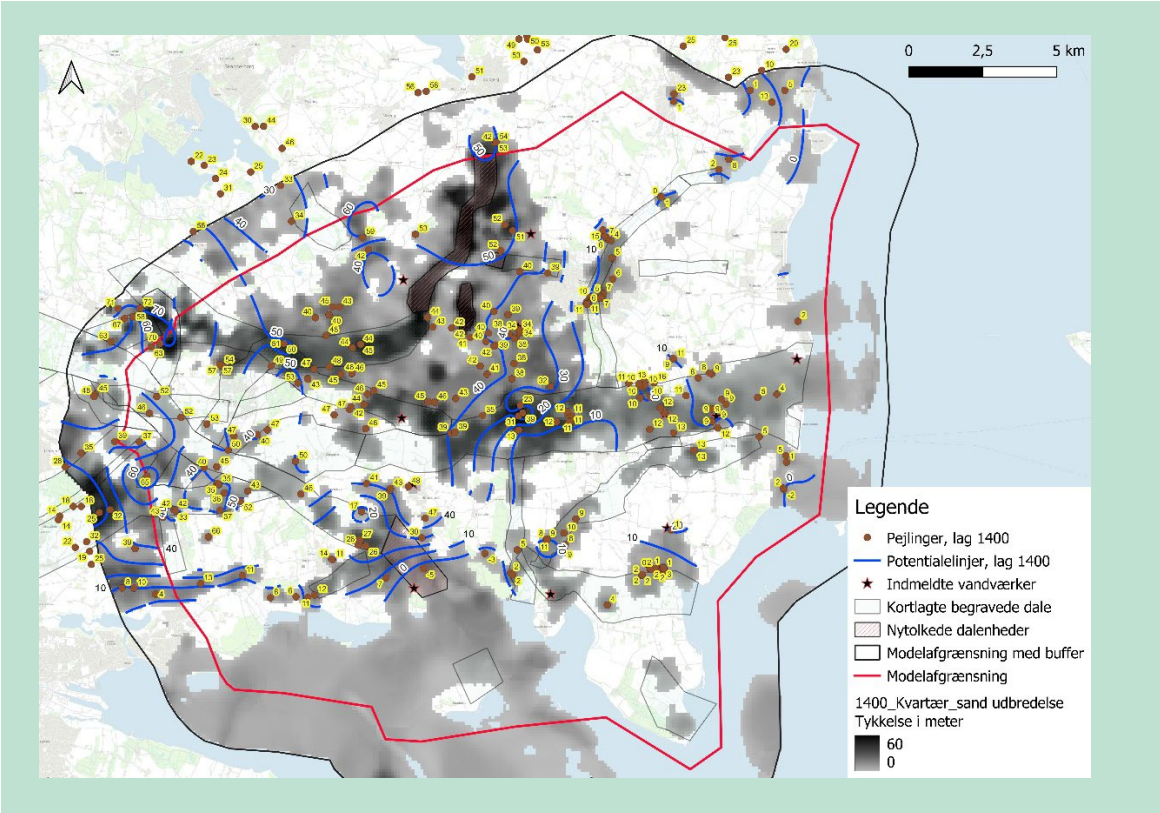
Pejledata er bl.a. benyttet til at søge efter trykniveauforskelle, som kan indikere en adskillelse af sandmagasinerne og dermed tilstedeværelsen af lerbarrierer. Efter tolkningsgennemgangen er pejledata efterfølgende brugt som en kvalitetssikring, hvor data er udtrukket for de enkelte vandførende enheder (1200, 1400, 2100 og 2300_Kvartaer_sand samt 7800_Billund_BDS0). Derved kan der for hver af disse magasiner tjekkes for 'outliers', som kan skyldes en fejltolkning, hvor den respektive borings filter sidder i et forkert tolket sandlag. For hver af disse udtræk er der udarbejdet magasinspecifikke potentialekort.

Pejledata er udtrukket fra Jupiterdatabasen, hvor der for hvert indtag er beregnet middelværdi og standardafvigelse. Hvis standardafvigelsen er større end 1, frasorteres datapunktet. Desuden fjernes åbenlyse fejlregistreringer, som f.eks. ekstreme værdier. Pejlingerne magasintildeles på baggrund af resultatfilen fra GeoScene3D's Analyse Screen Wizard. Data er interpoleret i et 100 x 100 m grid i Surfer med funktionen Minimum Curvature. Efterfølgende er der foretaget endnu en manuel kontrol af anomalier i potentialet, hvorefter enkelte datapunkter er kasseret og interpoleringen er gentaget.

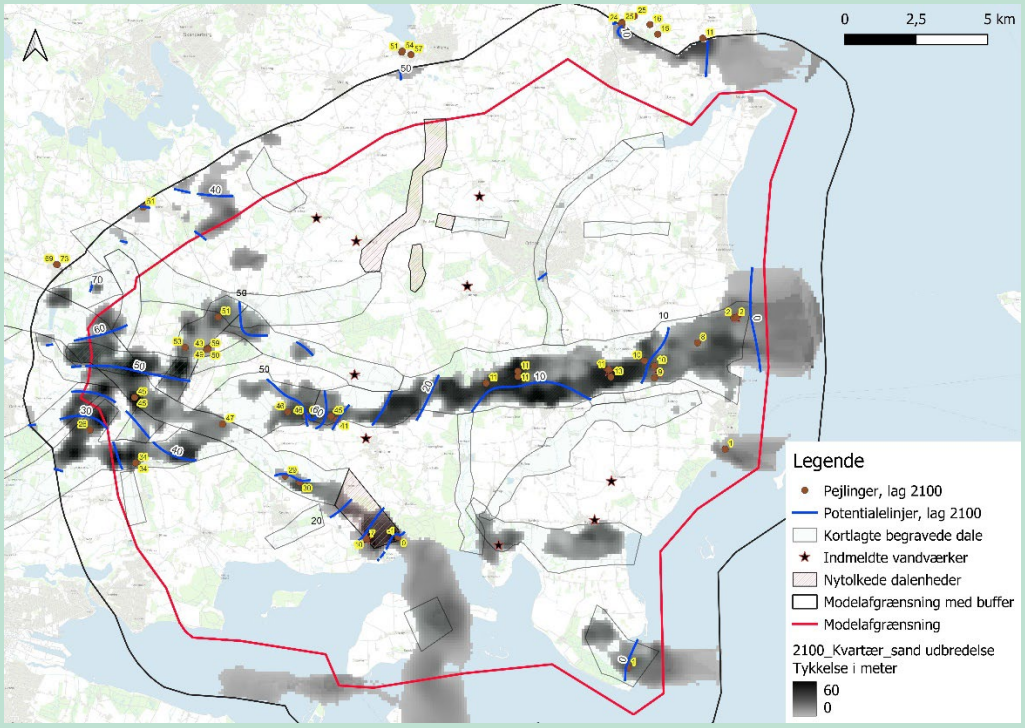
I nedenstående er potentialekorterene og de bearbejdede pejledatasæt præsenteret. Der er ud fra denne gennemgang ikke fundet nogle mærkbare 'outliers', som har givet anledning til tolkningsændringer.



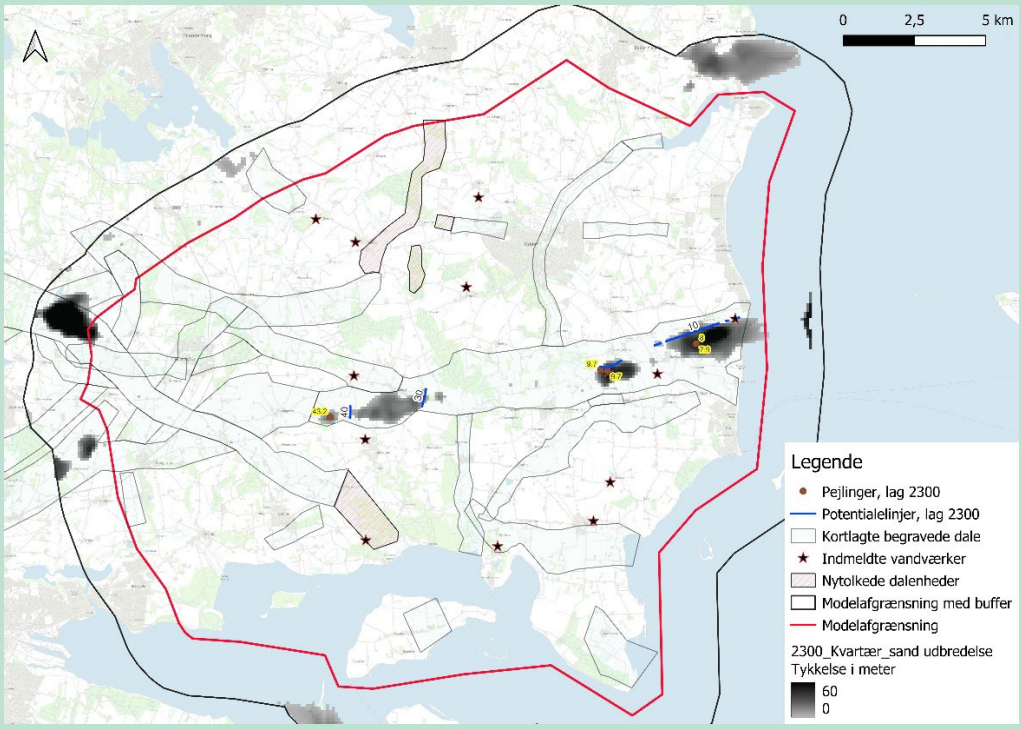
FIGUR 23. Pejlinger og potentialekort for 1200_Kvartaer_sand. Potentialelinjer er kun vist, hvor laget er tolket til at være til stede i modellen.



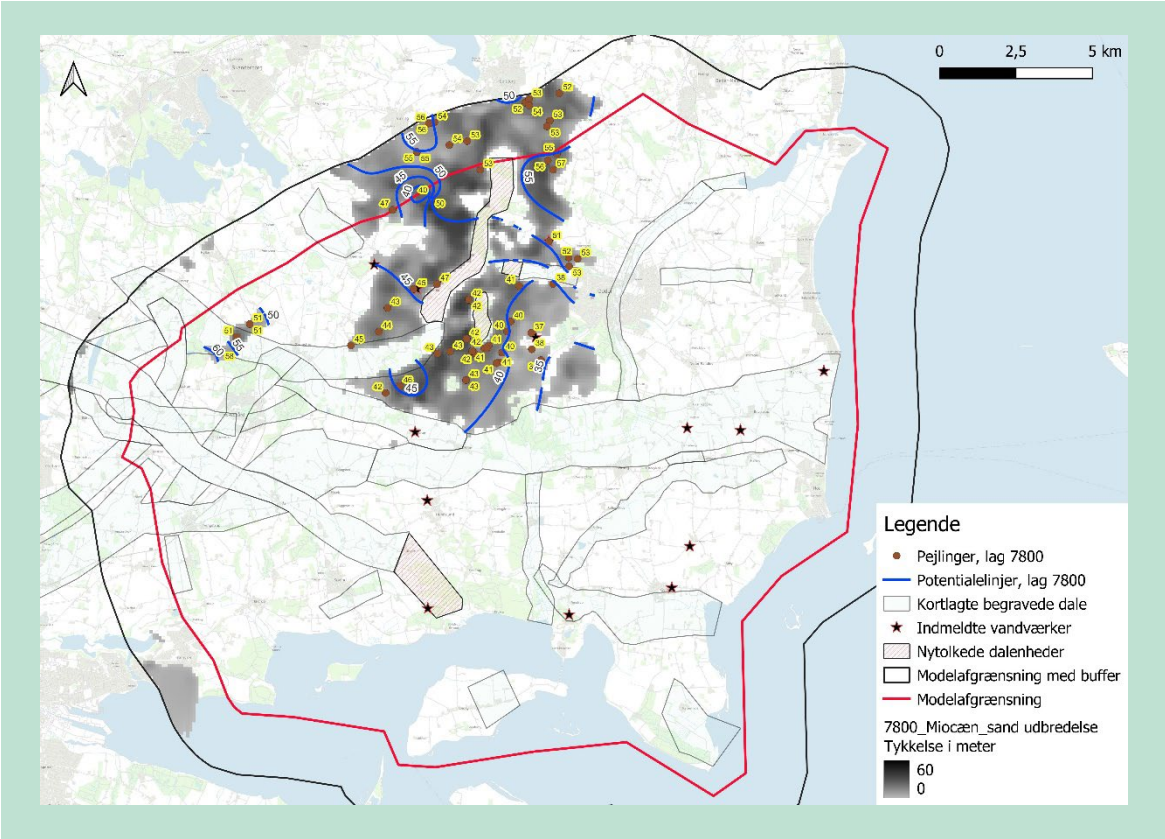
FIGUR 24. Pejlinger og potentialekort for 1400_Kvartaer_sand. Potentialelinjer er kun vist, hvor laget er tolket til at være til stede i modellen.



FIGUR 25. Pejlinger og potentialekort for 2100_Kvartaer_sand. Potentialelinjer er kun vist, hvor laget er tolket til at være til stede i modellen.



FIGUR 26. Pejlinger og potentialekort for 2300_Kvartaer_sand. Potentialelinjer er kun vist, hvor laget er tolket til at være til stede i modellen.



FIGUR 27. Pejlinger og potentialekort for 7800_Billund_BDS0 (på figuren kaldt 7800_Miocæn_sand). Potentialelinjer er kun vist, hvor laget er tolket at være til stede i modellen.

7. Modelusikkerheder

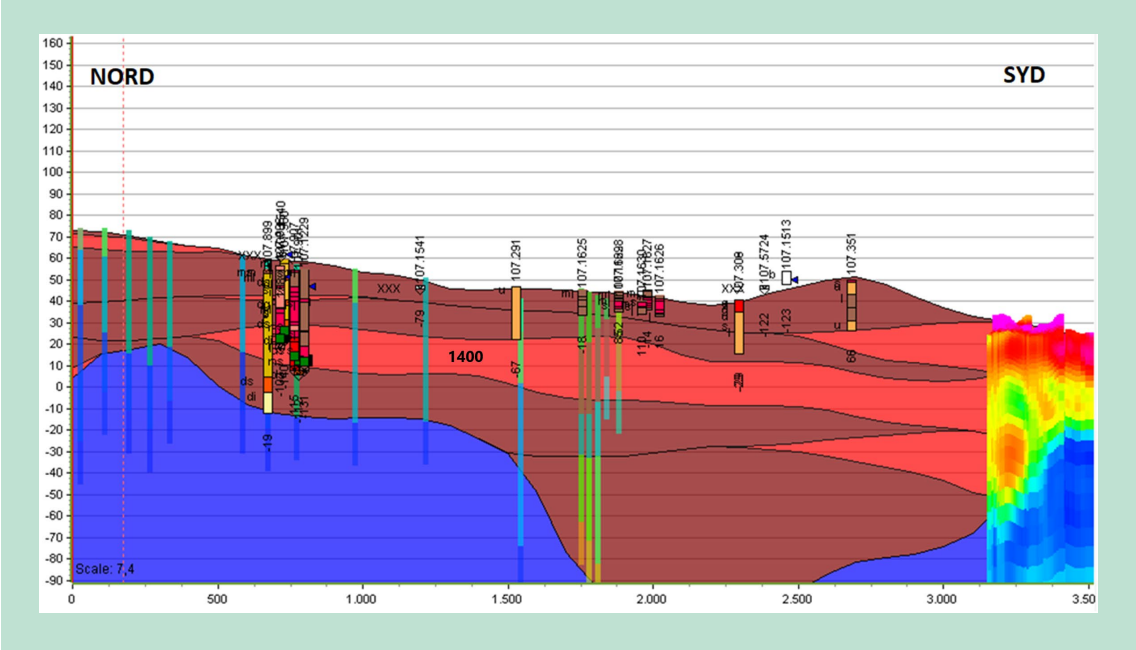
En beskrivelse af modelusikkerheder er vigtig i forhold til vurderingen af en models anvendelighed. I nedenstående er i første afsnit beskrevet usikkerheder omkring specifikke indvindingsmagasiner, mens der i andet afsnit er lavet en subjektiv vurdering af overordnede tolkningsusikkerheder i hele modellens udstrækning.

7.1 Magasinspecifikke usikkerheder

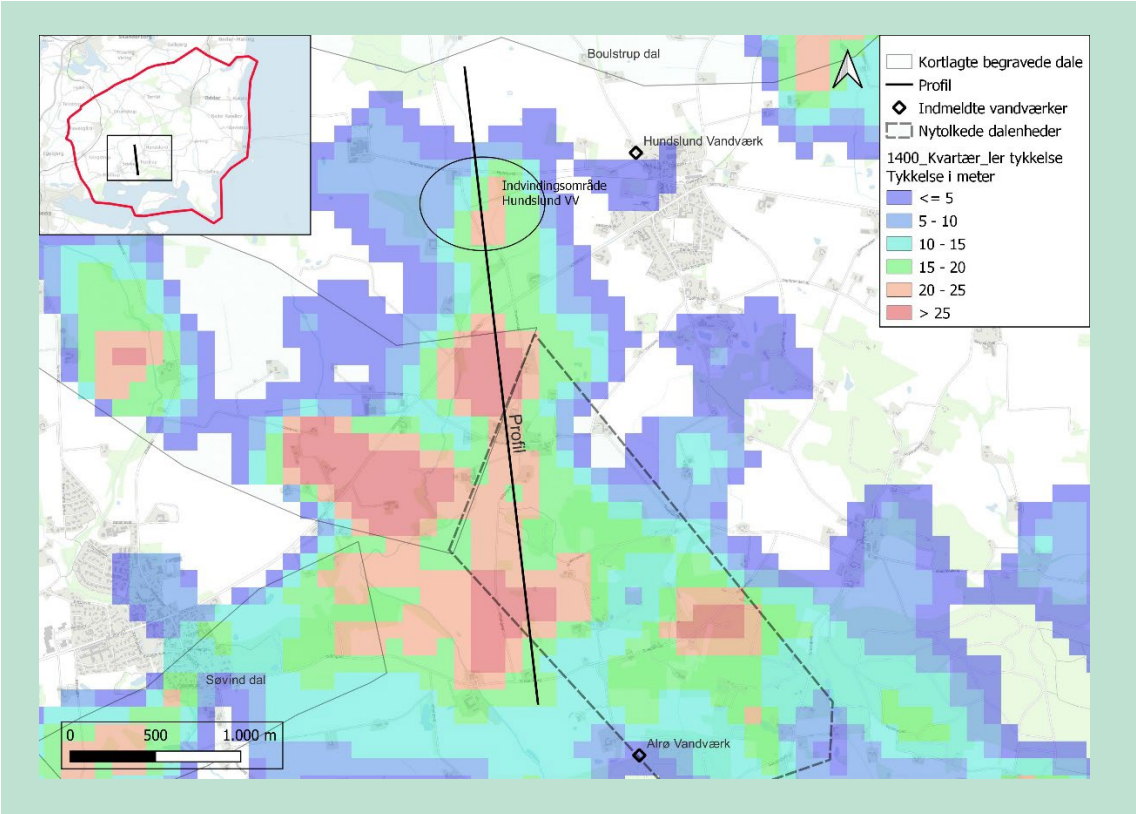
I visse områder er der tolket et mere eller mindre gennemgående sandmagasin, selvom der ikke er et klart geologisk (boringsdata) og geofysisk databelæg for det. I disse specielle tilfælde er denne tolkning foretaget, fordi et vandværk i nærområdet indvinder et betydelig mængde vand, der kræver et indvindingsmagasin med en vis udbredelse og mægtighed.

For det indmeldte vandværk Hundslund Vandværk, som indvinder omtrent 50.000 m^3/år /13/, er der tolket et gennemgående lag 1400_Kvartaer_sand syd for vandværkets indvindingsboringer, selvom tolkningen er usikker (FIGUR 28). Mod nord og øst er magasinet vurderet at være afskåret af lerbarrierer grundet glacialtektonik, mens SkyTEM-data mod vest viser vedvarende lave resistiviteter. Som det ses på profilet, er tolkningen af sand især usikker mellem km 1.000 og 1.500, samt mellem km 2.000 og 3.000. Sandlaget er tolket til at føre ned til Alrø-tTEM-området, hvor der primært er tolket sand.

FIGUR 29 viser placeringen af profilet, samt tolkede 1400_Kvartaer_sand tykkelser i området.



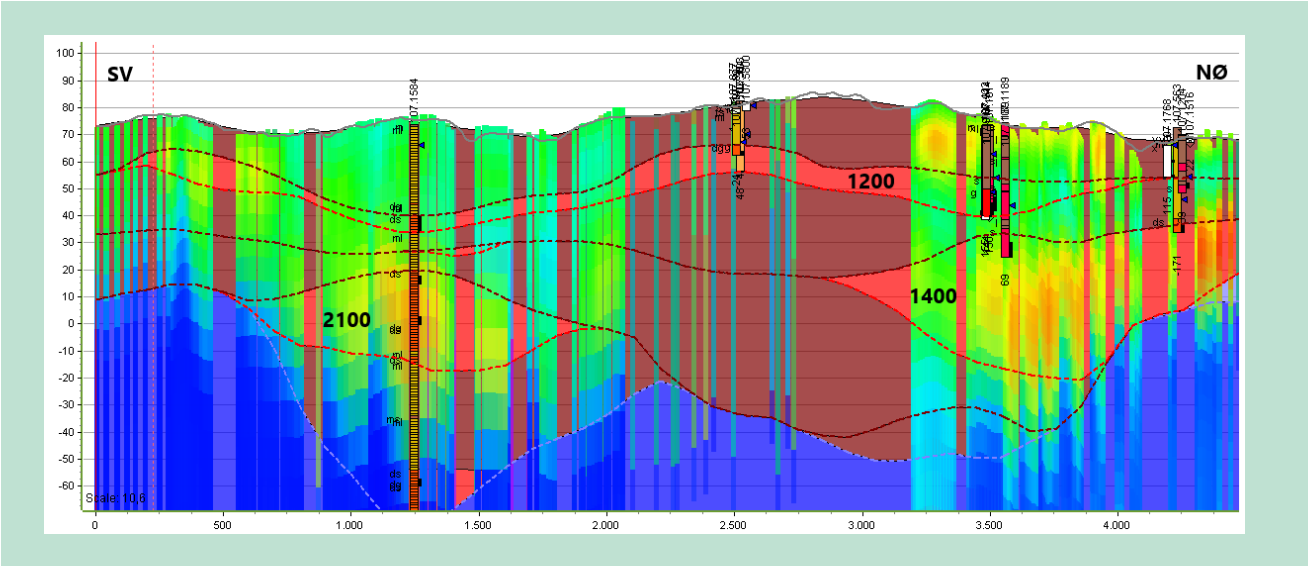
FIGUR 28. Profilsnit fra Hundslund Vandværks 3 aktive indvindingsboringer. Alrø t-TEM vises i den sydligste del af profilet.



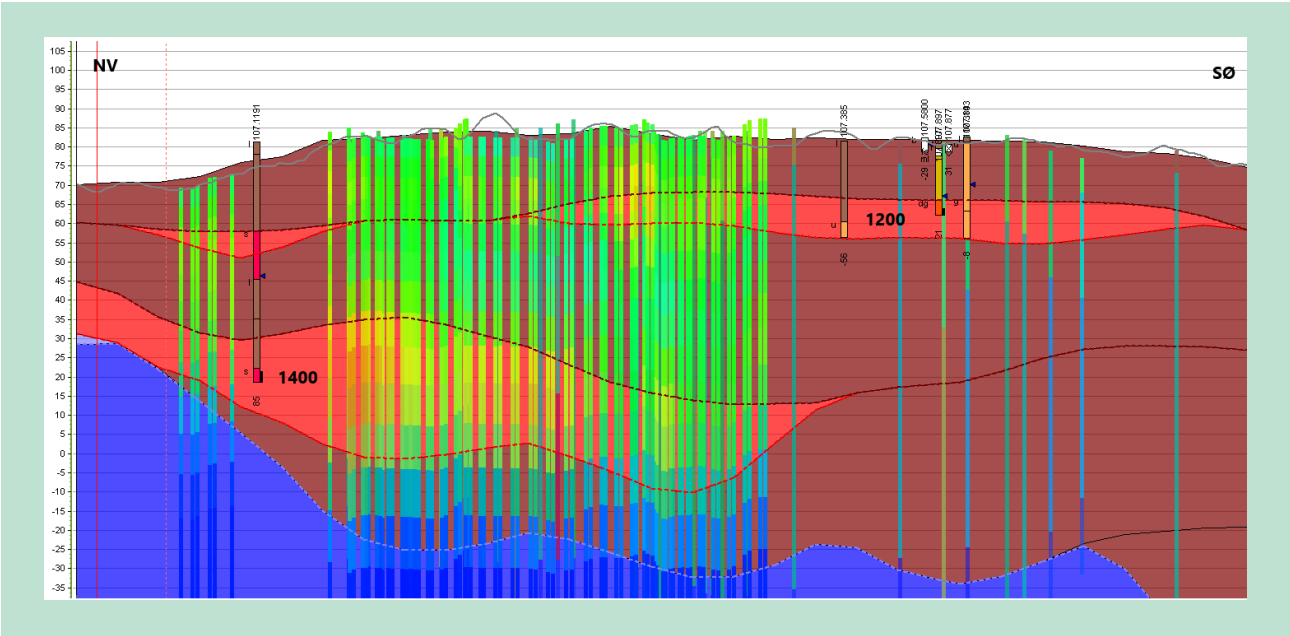
FIGUR 29. Placering af profilet på FIGUR 28 og lokale tykkelser af 1400_Kvartaer_sand.

Ligeledes er der ved det indmeldte vandværk Hadrup Vandværk, der indvinder ca. 6000 m^3/år /13/ med en tilladelse på 12.600 m3/år, usikkerheder på tolkningen af udbredelsen af indvindingsmagasinet, som her er 1200_Kvartaer_sand. I nærområdet viser geofysikken næsten udelukkende lave resistiviteter, mens boringerne hovedsageligt viser ler. For at forklare den store indvindingsmængde, er sandlaget gjort gennemgående som vist på FIGUR 30 og FIGUR 31, hvor det primært er forlænget mod SV og NØ for indvindingsboring 107.897, hvor der er fundet sand i omtrent samme kote-interval. Som det ses på FIGUR 30 passer pejlingerne også udmærket med hinanden.

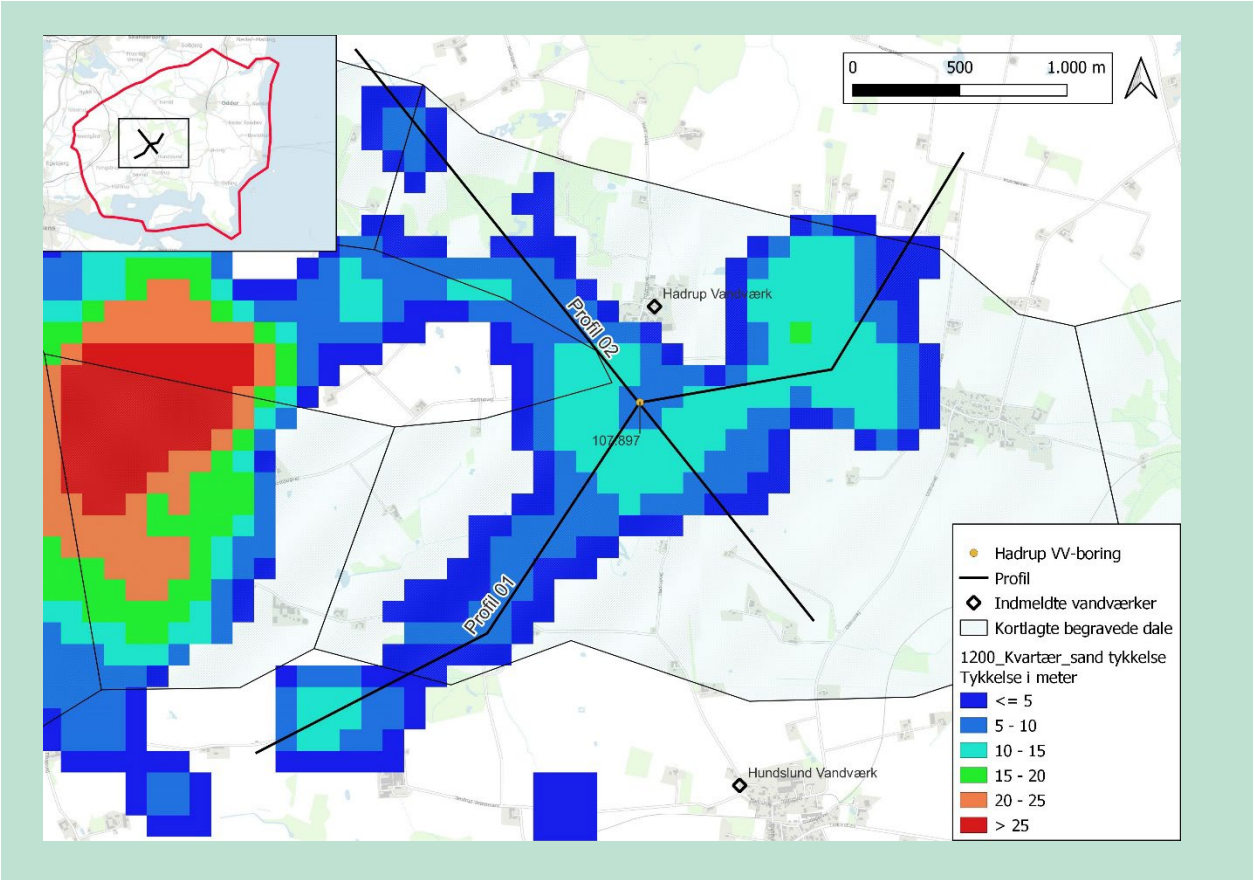
1200_Kvartaer_sand har i området ikke kontakt til 1400_Kvartaer sand. FIGUR 32 viser placeringen af de to profiler ift. modelområdet, samt tykkelsen af 1200_Kvartaer_sand.



FIGUR 30. Profil 1 ved Hadrup Vandværk, retning SV – NØ med SkyTEM. Pejleværdier i kote (m) er vist som blå trekanter.



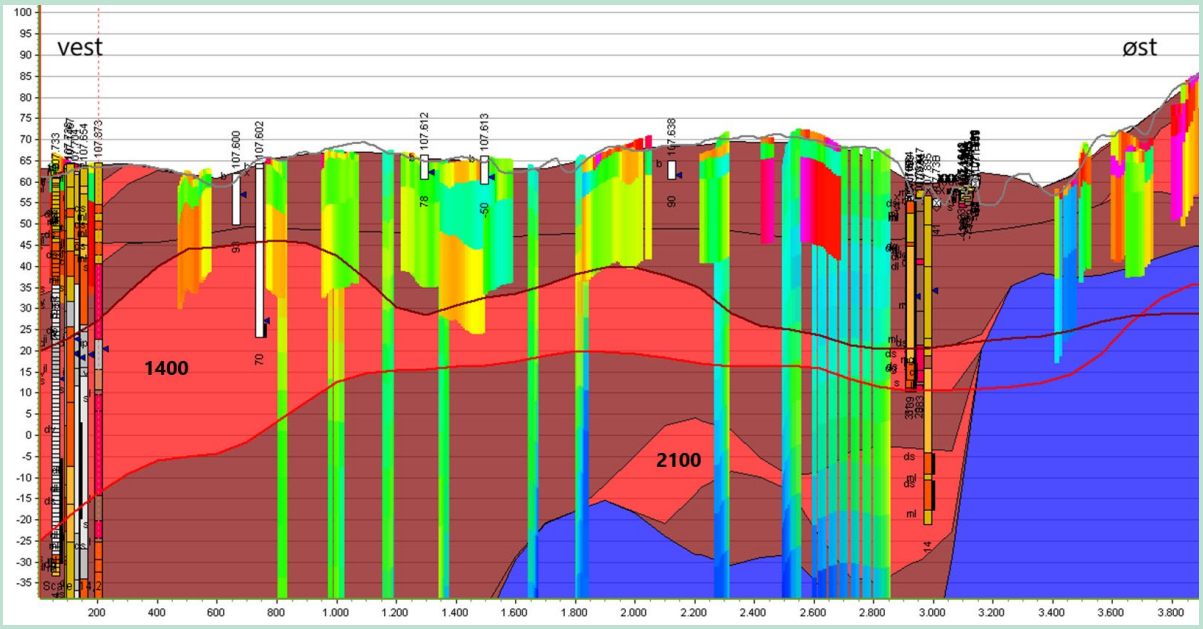
FIGUR 31. Profil 2 ved Hadrup Vandværk, retning NV – SØ, med Sky-TEM.



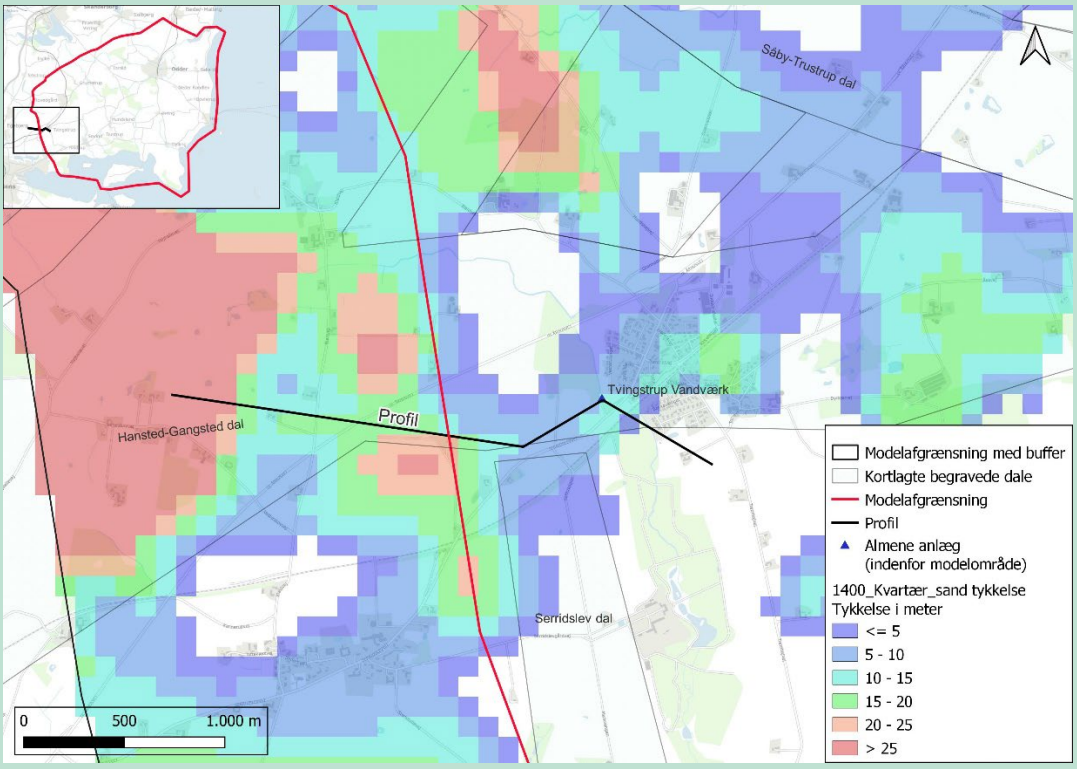
FIGUR 32. Placering af profil 1 og 2 på hhv. FIGUR 30 og FIGUR 31, samt lokale tykkelser af 1200_Kvartaer_sand.

Ud fra samme problematik er der ved to andre, ikke-indmeldte vandværker, også gjort det pågældende indvindingsmagasin mere gennemgående end data indikerer.

Det første område er ved Tvingstrup Vandværk i den helt vestlige del af modelområdet, hvor 1400_Kvartaer_sand er gjort gennemgående mod vest. Vandværket har indvindingsboringer i dette sandmagasin, og det er vurderet ud fra boringerne i området, at der ikke er forbindelse til det underliggende lag 2100_Kvartaer_sand. Tolkningen er usikker, da geofysikken viser meget lave resistiviteter tæt på indvindingsboringerne. Mod syd og øst er sandmagasinerne afskåret af flanken af Hansted-Gangsted dalen. Vandværket indvinder ca. 30.000 m^3/år, og to af de tre indvindingsboringer er placeret i 1400_Kvartaer_sandlaget /13/. Et profilsnit for området er vist på FIGUR 33, mens placeringen samt tykkelser på sandlaget, kan ses på FIGUR 34.



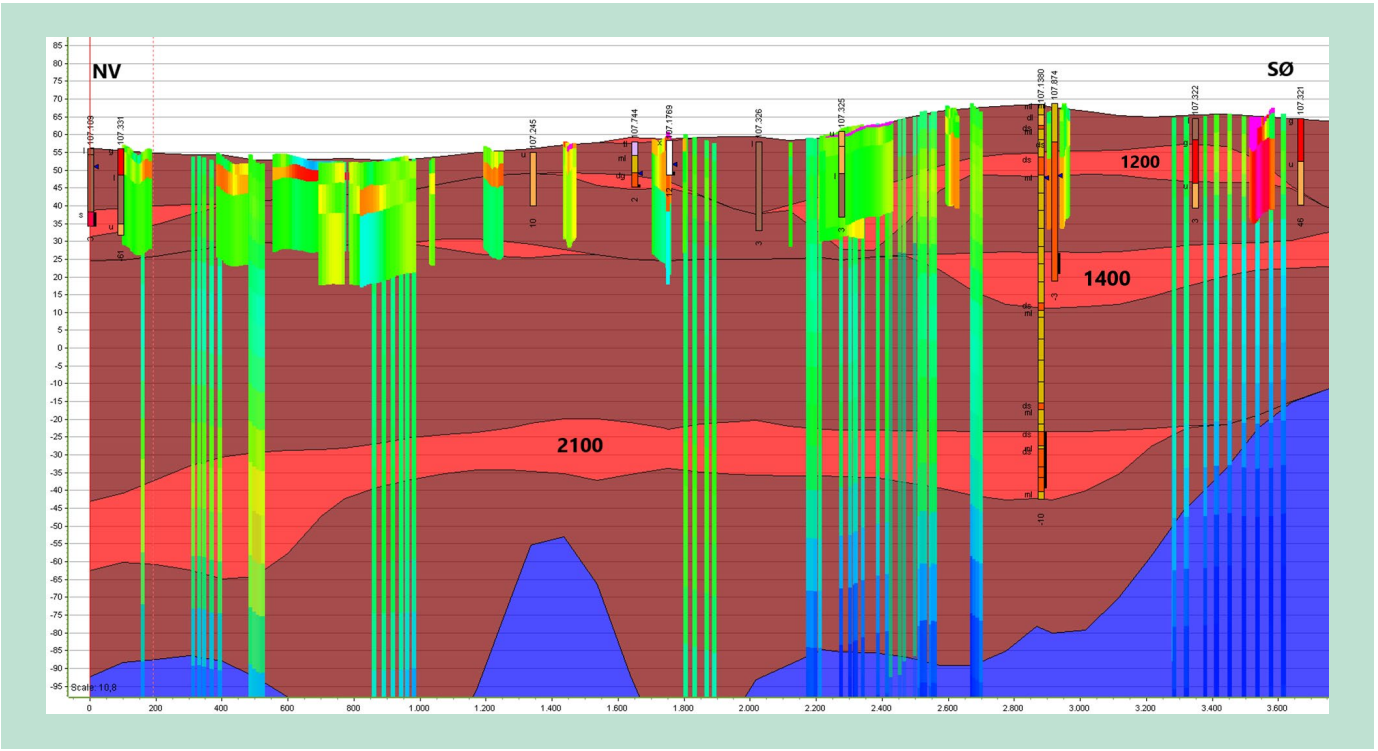
FIGUR 33. Profil med Tvingstrup vandværksboringer i øst, boringer fra Højballegårdsværket (uden for modelområdet) i øst. Laget er placeret i Hansted-Gangsted dalen. På profilet er vist SkyTEM samt PACES.



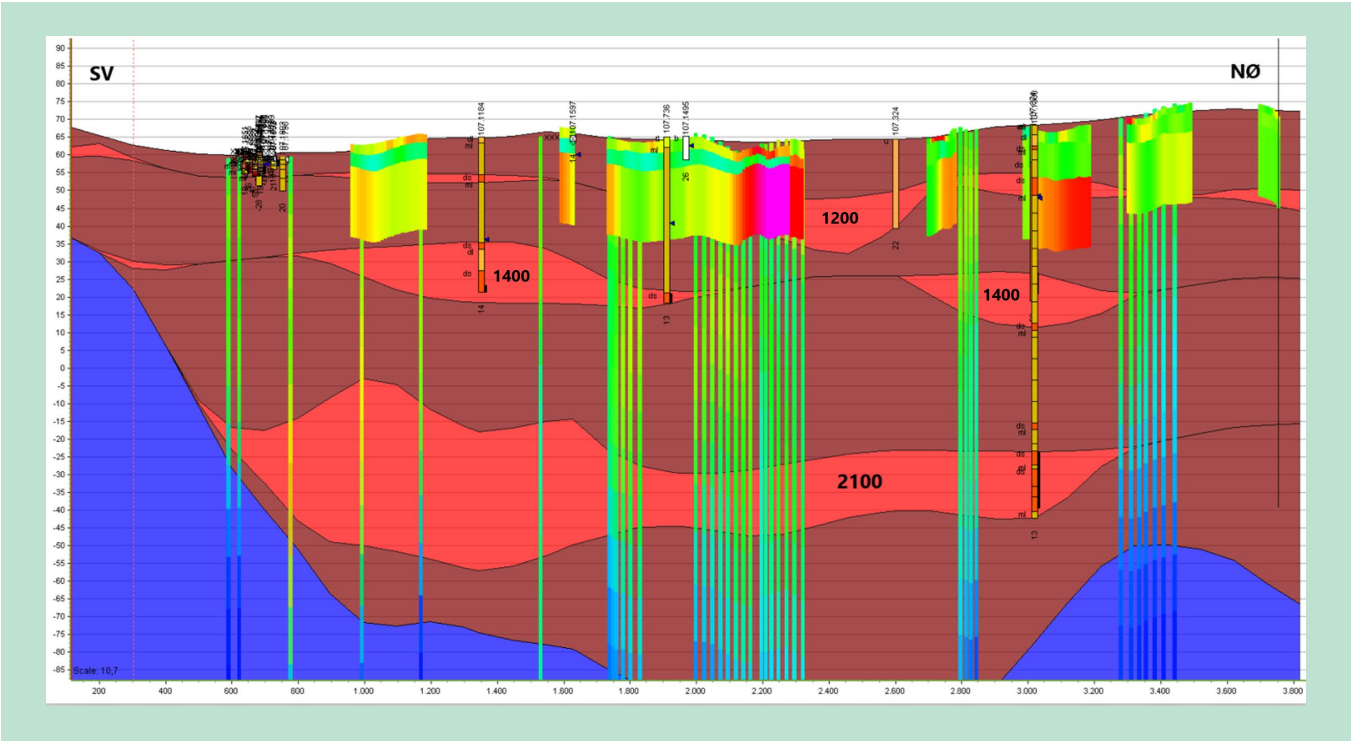
FIGUR 34. Placering af profilet som vist på FIGUR 33, samt tykkelser af 1400_Kvartaer_sand.

Det andet område er ved Åes Vandværk, som indvinder ca. 30.000 m^3/år. Vandværket indvinder fra en dalfyldsenhed (2100_Kvartaer_sand), hvor Såby-Trustrup dalen skærer Hansted-Gangsted dalen. I området omkring indvindingsboringen (DGU 107. 1380) viser geofysikken

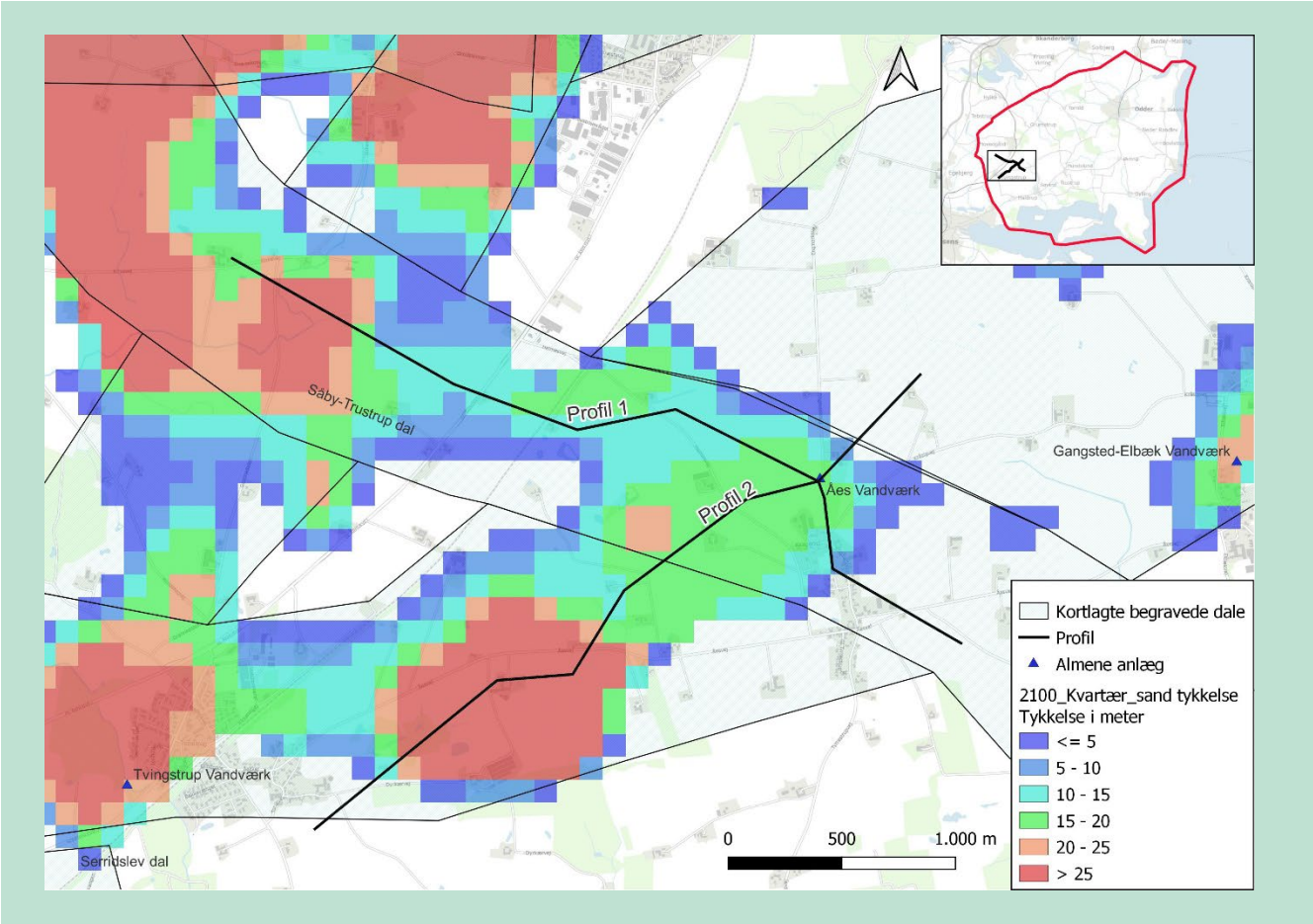
meget lave resistiviteter, og der er ikke andre dybe boringer i nærområdet, der indikerer et gennemgående sandmagasin. Som vist på FIGUR 35 og FIGUR 36 er sandmagasinet trods lave resistiviteter gjort gennemgående mod SV og NV langs de to begravede dale.



FIGUR 35. Profil 1 ved Åes VV – retning NV til SØ, med PACES og SkyTEM.



FIGUR 36. Profil 2 ved Åes VV – retning SV til NØ, med PACES og SkyTEM.



FIGUR 37. Placering af profil 1 og 2, samt tykkelser af 2100_Kvartaer_sand.

7.2 Vurdering af overordnede modelusikkerheder

Overordnet omfatter vurderingen af en geologisk models usikkerhed en vurdering af usikkerheden af de enkelte datasæt og en vurdering af de tolkninger, der er foretaget på baggrund af en kombination af flere datasæt. Sammentolkningen af de forskellige datasæt kan medføre en bedre forståelse for den geologiske opbygning end det enkelte datasæt kan tilvejebringe. En vurdering af usikkerheden på den rumlige geologiske model indikerer, hvor sikkert modelløren vurderer, at den geologiske tolkning repræsenterer de geologiske lag og strukturer. Usikkerhedsvurderingen er en (subjektiv) vurdering af, hvor godt modellen opløser lagserien - "hvor meget tror man på tolkningen/modellen". Det nærværende følger Geovejledningens metode for usikkerhedsvurdering af en geologisk model /14/.

Usikkerheden på modellen er mindre i de områder af modelrummet (x,y,z), hvor tolkningen bygger på flere datatyper, end i områder hvor tolkningen bygger på færre datatyper. Det skyldes, at datatyperne beskriver forskellige egenskaber ved de hydrogeologiske forhold. PACES, PACEP og MEP giver oplysninger om de overfladenære strukturer via jordens elektriske modstand, mens SkyTEM, TEM og tTEM giver oplysninger om de dybereliggende strukturer via jordens elektriske modstand. I områder, hvor tolkningen bygger på PACES, PACEP og MEP vil tolkningen således have en bedre opløsning af de overfladenære strukturer, end i områder, hvor tolkningen udelukkende bygger på de nogle af de tre overnævnte TEM-metoder

For at kunne anvende geofysiske data korrekt i tolkningen er det nødvendigt at sammentolke dem med boringsoplysninger. Det skyldes bl.a., at der ikke er en entydig sammenhæng mellem resistivitet og lithologi eller hydraulisk ledningsevne. Højmodstandslag kan således svare

til silt, sand, grus eller sten, der dækker et bredt spænd af hydrauliske ledningsevner. Silt tolkes hydrostratigrafisk som en akvitard, mens sand, grus og sten tolkes som akviferer. Herudover er det konkret observeret for enkelte af de dybe boringer i de begravede dalstrukturer, at TEM ikke opløser relativt tynde sandlag i bunden af disse boringer. Der er fx typisk brugt SkyTEM til at tolke om dalfyldet er sand eller ler, da der generelt er få dybe boringer til rådighed. I disse dele af modelrummet bygger tolkningen således kun på én datatype, hvilket alt andet lige gør tolkningen mere usikker end i områderne af modelrummet, hvor tolkningen bygger på sammentolkninger af boringsoplysninger og geofysiske data.

Modelusikkerheden kan reduceres ved at adressere ovenstående usikkerhedsmomenter. På baggrund af ovenstående noget generelle beskrivelser af usikkerheder kortlægningen er der foretaget en konkret vurdering af usikkerheden i forskellige områder inden for modelområdet. Usikkerheden er vurderet med 3 usikkerhedsniveauer, og kriterierne for vurderingen er beskrevet kort nedenfor.

Lav usikkerhed
Geologien opløses af data og data kan stå alene. Korrelation af lagene i modellen er entydig, og tolkningen er således ikke afhængig af den enkelte modellørs erfaring. Dybe boringer er godt beskrevet og understøttes af de geofysiske data.

Moderat usikkerhed
Geologien opløses delvist af data. Tolkningen er kompliceret og afhængig af information fra tilstødende områder uden for profilet eller indirekte data som f.eks. topografi. Der kan enten være få data eller data af dårligere kvalitet f.eks. relativt korte boringer, der ikke opløser lagserien i dybden, men geofysikken viser, at geologien er relativt ensartet.

Høj usikkerhed
Geologien er for kompliceret til at kunne opløses af data. Eller der findes ingen eller kun få boringer og/eller geofysik af dårlig datakvalitet. Boringer er typisk korte og opløser ikke geologien i dybden. Tolkningen er derfor overvejende baseret på information/ekstrapolation fra tilstødende områder.

Vurdering af usikkerhed i Odder-modellen
Udover usikkerheder i det horisontale plan, som overstående retter sig mod, varierer usikkerheden i Odder-området tilmed meget i det vertikale plan. Overfladen til det palæogene ler (som typisk er overfladen til prækvartæren) er rigtig godt beskrevet i området pga. denne enheds meget lave resistivitet, der adskiller den fra kvartære formationer – og at SkyTEM, komplimenteret af tTEM og TEM, er til rådighed i næsten alle dele af modelområdet. Den store mængde af begravede dale gør dog, at de kvartære enheder, som er meget sværere at opløse, typisk når dybt ned. Dette gør, at TEM-metoderne typisk står alene ved tolkningen af disse, da densiteten af dybe, velbeskrevne boringer i området er forholdsvis lille. Terrænnært er modellen typisk godt beskrevet, da der i området findes mange korte boringer, samt mange områder med PACES/PACEP-data.

Derfor er usikkerheden typisk lav for tolkningen af PKO og den terrænnære geologi, og høj for dybereliggende kvartære lag. Dette gør at det typisk er sidstnævnte, som er udslagsgivende for hvilken af de tre overstående usikkerheder, som er vurderet til det givne område.

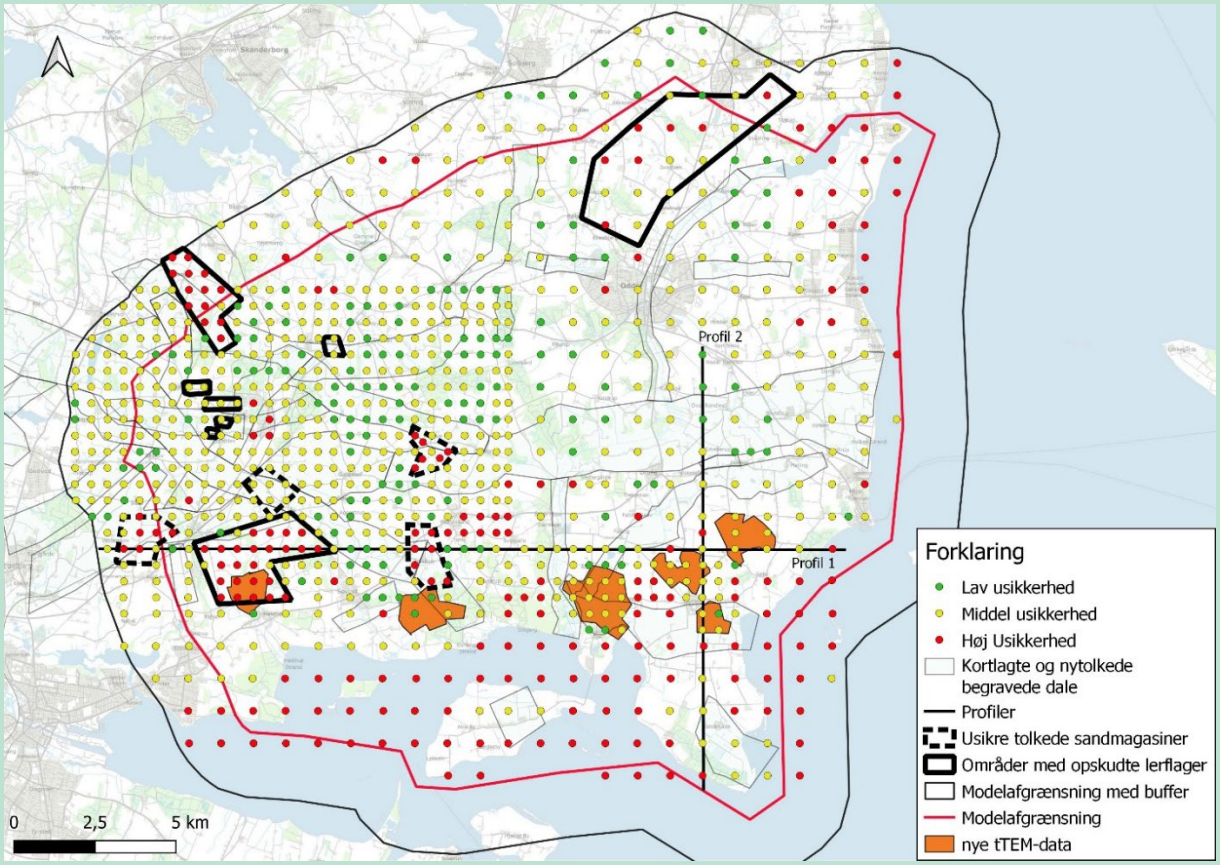
Som udgangspunkt er der tolket med en skala på 1,000 m, som afspejler den gennemsnitlige boringsafstand. I venstre halvdel af modellen er den dog sat ned til 500 meter, da boringstætheden er større (FIGUR 3) og fordi densiteten af begravede dale er større (nogle af de begravede dale er under 1 km i bredden, og ønskes opløst). Små tTEM-områder, områder med mange opskudte lerflager, og områder med magasinspecifikke usikkerheder er typisk også tolket på en 500 meter skala for opløselighedens skyld.

Baseret på de overvejelser, som er beskrevet ovenfor, er usikkerhedsvurderingen for tolkningen indlagt i modellen som en separat højdemodel med afsætning af usikkerheder i form af tolkningspunkter i et dynamisk øst – vest profil, der forskydes fra syd mod nord med en afstand på 1000 eller 500 m mellem hver profiltolkning.

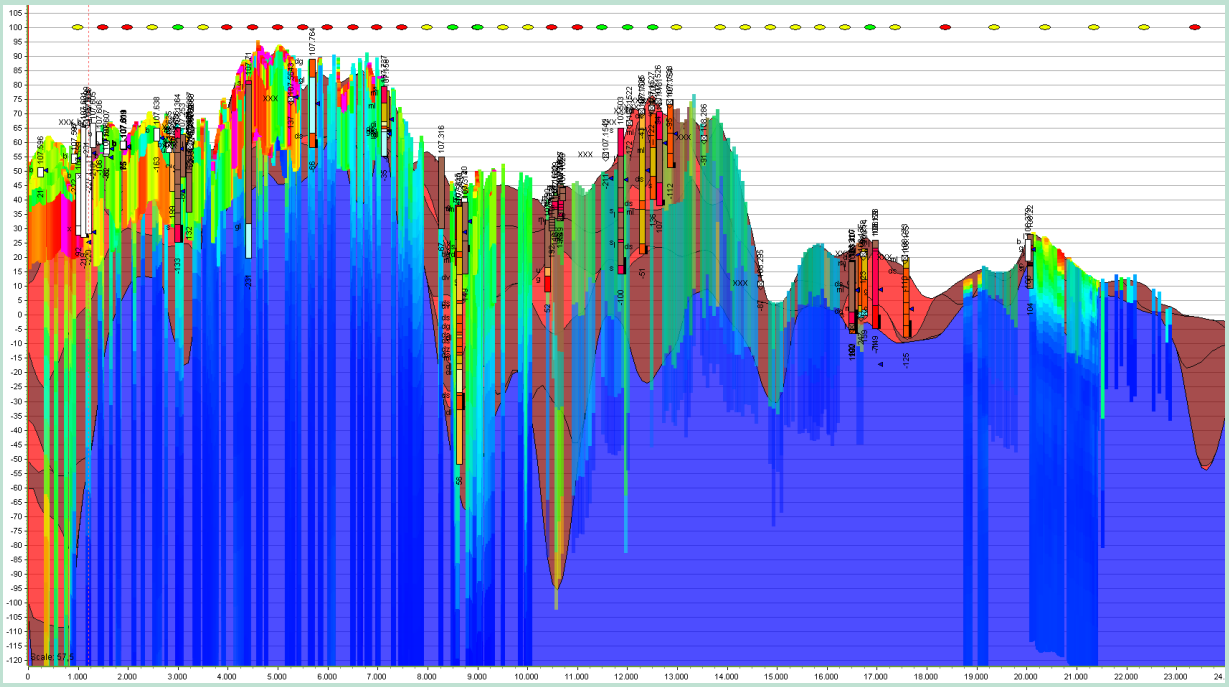
Et eksempel på denne vurdering er vist Ø-V og N-S gående retning, på hhv. FIGUR 39 og FIGUR 40. Resultatet af vurderingen for hele Odder-modellen er vist i FIGUR 38. For en sammenligning med, hvor de dybe boringer og de forskellige geofysiske datasæt er til stede, henvises til afsnit 2.

Generelt for denne usikkerhedstolkning kan det siges, at der typisk er givet en høj usikkerhed til områder med stor glacial påvirkning, med opskudte lerflager indikeret ud fra geofysikken. Her er geologien for kompleks til at kunne opløses med det data der er til rådighed, selv i områder med mange boringer og flere forskellige geofysiske dataset.

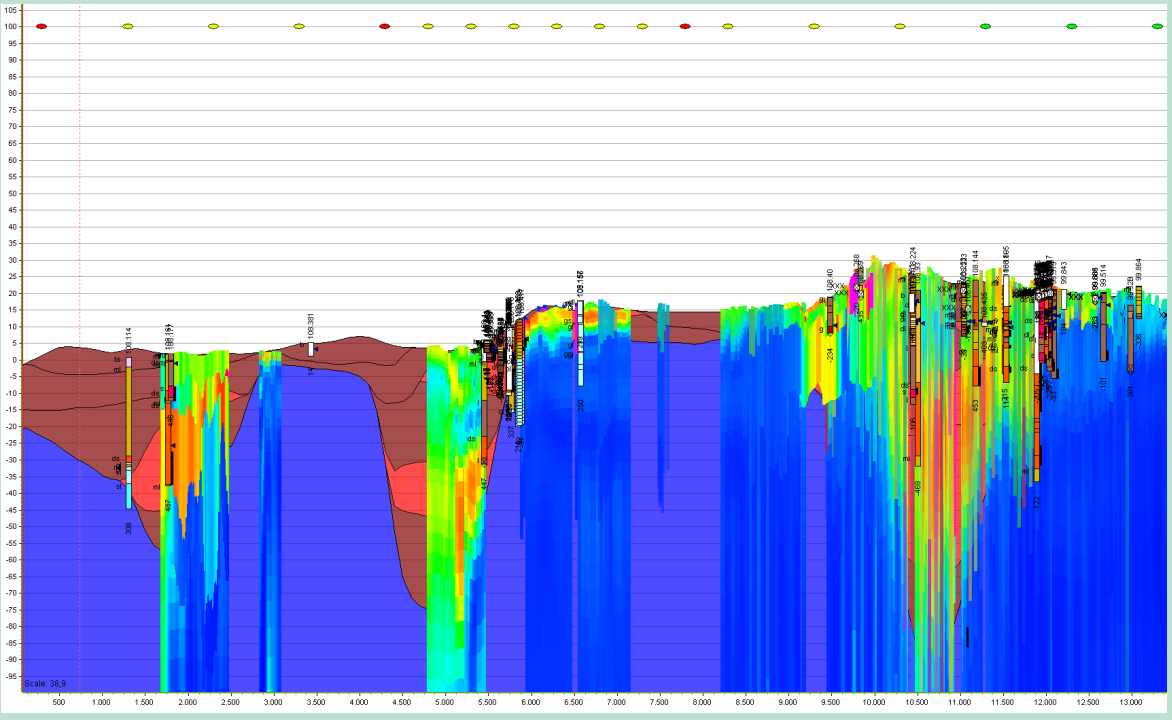
Områder med middel usikkerhed dominerer de fleste områder af modellen. Dette er fordi, at denne usikkerhed er tillagt områder, hvor dybdegående, geofysisk data er tilstede, men hvor der kun findes korte boringer, der typisk ikke når særligt langt ned i de begravede dale, som dominerer området. Da dybdegående, geofysiske data er til stede i det meste af modellen, er dette et scenarie der har gentaget sig meget i løbet af denne tolkningsgennemgang. Derfor er det også typisk de dybe, velbeskrevne boringer som er udslagsgivende for, hvor der vurderes at være en lav usikkerhed i de begravede dale.



FIGUR 38. Usikkerhedsvurdering for Odder modellen er vist som punkter, der afgrænser områder, hvor usikkerheden er vurderet at være lav (grøn), moderat (gul) eller høj (rød). Placering af profil 1 og 2, som ses på nedenstående figurer, er også vist.



FIGUR 39. Profil 1, retning V – Ø. Profilet viser de afsatte tolkningspunkter langs profilet, samt al geofysik og boringsdata til rådighed med en 250 m buffer. Til selve usikkerhedstolkningen er der brugt kortere profiler, for at kunne opløse de store mængder af data.



FIGUR 40. Profil 2, retning S – N. Profilet viser de afsatte tolkningspunkter langs profilet, samt al geofysik og boringsdata til rådighed med en 500 m buffer.

Litteraturliste

1. Odder kortlægning. Opstartsrapport. Miljøstyrelsen, 2021
2. Smed, P. (1981): Landskabskort over Danmark. Blad 2, Midtjylland. Geografforlaget.
3. Jordartskort 1:200.000. Geus, 2011
4. DCA Nationalt center for Fødevarer og Jordbrug: Landskabselementkort. Udarbejdet af Institut for Agrohydro-logi, Aarhus Universitet i 1980'erne. https://dca.au.dk/forskning/den-danske-jordklassificering/
5. Larsen, G. og Kronborg, C. (1994): Geologisk set. Det mellemste Jylland. Geografforlaget.
6. Sandersen, P. og Jørgensen, F. (2015): Kortlægning af begravede dale i Danmark. Opdatering 2021. GEUS. www.begravededale.dk
7. Varv, 1992: Danmarks Undergrund
8. Michael Houmark-Nielsen (2021). Istiden i det danske landskab.
9. Miljøstyrelsen. Lithologisk kvalitetsvurdering af boringer.
10. GEUS geofysikdatabase GERDA: https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-geofysisk-database-gerda
11. Rambøll (2021): Nr. Felding Hydrostratigrafisk model.
12. Kristensen, M. Vangkilde-Pedersen, T., Rasmussen, E.S., Dybkjær, K, Møller, I. og Andersen, L.T.: (2015): Miocæn 3D, opdateret 2015. Den rumlige geologiske model.
13. GEUS Jupiter Database: https://www.geus.dk/produkter-ydelser-og-faciliteter/data-og-kort/national-boringsdatabase-jupiter/
14. Geo-vejledning 2018/1. Opstilling af geologiske modeller til grundvandsmodellering.
15. Jørgensen, F. og Møller, R (2011): 3D-geologisk model for Egebjerg. GEUS.
16. Samling af Geologiske Modeller i Jylland. Miljøstyrelsen, 2020.

Liste over bilag

1. Logbog - Geologisk model for Odder. NIRAS.
2. KS-notat - Geologisk model for Odder. Miljøstyrelsen.
3. Logbog – Rettelser og kommentarer til Miljøstyrelsens KS-notat. NIRAS.
4. Tykkelseskort: 300_Kvartaer_ler
5. Tykkelseskort: 400_Kvartaer_sand
6. Tykkelseskort: 1100_Kvartaer_ler
7. Tykkelseskort: 1200_Kvartaer_sand
8. Tykkelseskort: 1300_Kvartaer_ler
9. Tykkelseskort: 1400_Kvartaer_sand
10. Tykkelseskort: 1500_Kvartaer_ler
11. Tykkelseskort: 2100_Kvartaer_sand
12. Tykkelseskort: 2200_Kvartaer_ler
13. Tykkelseskort: 2300_Kvartaer_sand
14. Tykkelseskort: 2400_Kvartaer_ler
15. Tykkelseskort: 7600_Billund_BDS1
16. Tykkelseskort: 7700_Vejle_Fjord_VFL1
17. Tykkelseskort: 7800_Billund_BDS0

1. Logbog - Geologisk model for Odder. NIRAS.

Logbog – Hydrostratigrafisk model for Odder

Sag nr.:	10411024	**Sag navn:**	Grundvandskortlægning – delkontrakt 1
Kunde:	Miljøstyrelsen	**Aktivitet nr.**	011 Geologisk model for Odder
Modelnavn:	Odder	**Modellør:**	Jan Wodschow (JWL) Bastian Nikolaj Saniel Thomsen (BATH)
Intern KS (dato/initialer):	/ ANDK	**Ekstern KS (dato/initialer)::**	

Indlæste data

Initialer/dato:	Data (udtræksdato, evt. bemærkninger – for referencer se datarapport)	Evt. KS-kommentar
JWL/070722	Projekt opsat i FOHM-struktur i basis LARCOS-projekt (version dateret 10/6-21) inkl.: • Interpolerede flader (dateret 30/6-21) • Højdemodel med bathymetri 100 x 100 m • Terrænmodel 15 x 15 m (fra GeoCloud) - OBS kan kun aktiveres i mindre scene-extents • Jupiterboringer (fra GeoCloud) • Begravede dale (fra begravededale.dk) • Per Smed kort • Kort over prækvartæroverfladens højdeforhold • Jordartskort 1:200.000 • Miocæn3D-model fra Modeldatabasen Tolkningsdatabase fra LARCOS kan ikke udtrækkes idet Aarhus V-Silkeborg N ikke er tjekket ind.	

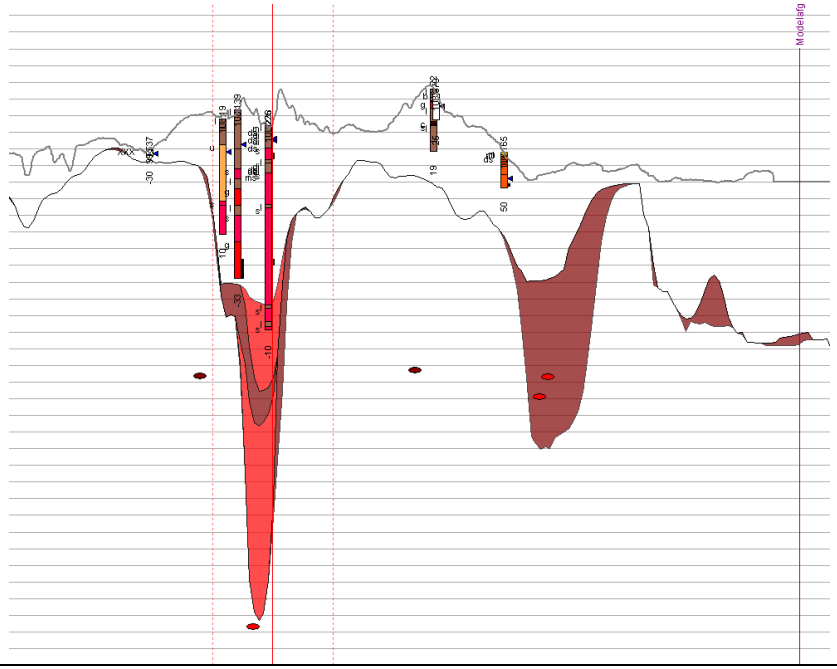
JWL/010722	Jupiterdatabase (afvigende boringer korrigeret efter 0,4 m højdemodel), udtræksdato 30/6-2022	
JWL/070722	Geofysiske data fra GERDA, udtræksdato 30/6-2022	
BATH/2007022	Nye TTEM-målinger fra 2022, smooth og layered versioner.	
JWL/110822	Udtrukket og indlæst tolkningspunkter fra LARCOS med polygonen ”Modelafgrænsning_buffer_beskåret.KML”, idet SilkeborgN-AarhusV endnu ikke er tjekket ind. Når SilkeborgN-AarhusV bliver tjekket ind, tjekker vi også ”Odder” ind. Tillie godkender med det samme, og vi tjekker ”Odder ud med polygonen ”Modelafgrænsning_buffer.KML” Tolkningsdatabase ligger i mappen ..Data\03_Tolkningspunkter\Tolkningspunkter_FOHM.mdb	
JWL/110822	Referencer til ”C:\...” i Data Source Manager er slettet og nye referencer til korrekte filplaceringer er lagt ind.	
JWL/110822	Backup af oprindelige FOHM-flader er lagt i mappen ”...\04Grids\FOHM – Jylland_Grids”	

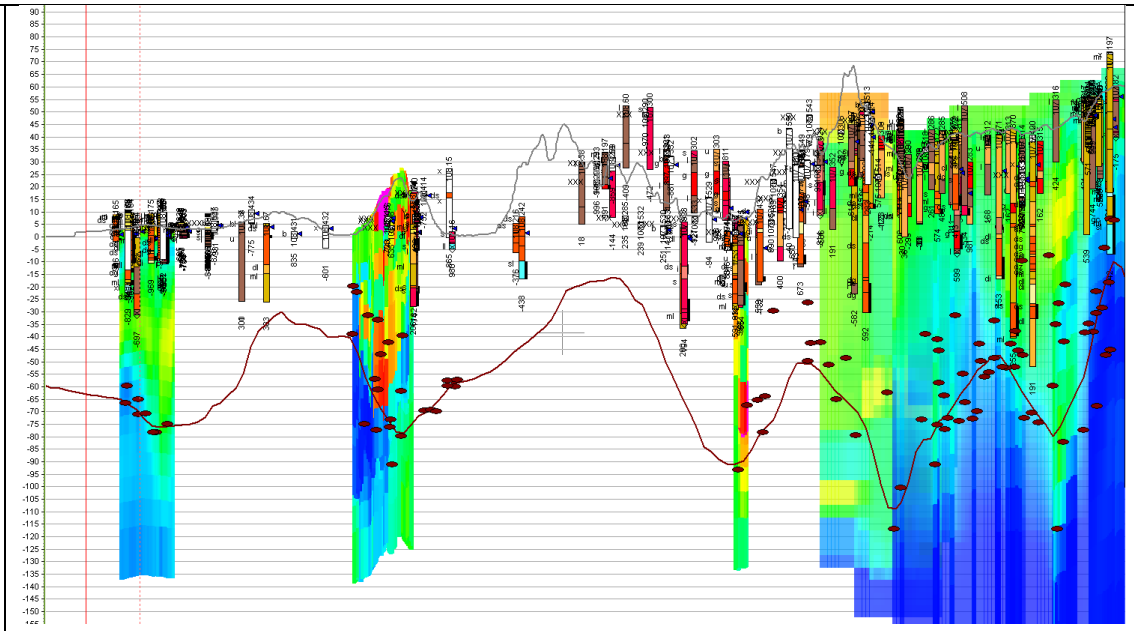
Initialer/dato:	**Generelle bemærkninger**	**Evt. KS-kommentar**
JWL/070722	Alle nye tolkningspunkter får Type=5 (findes ikke i området i forvejen)	

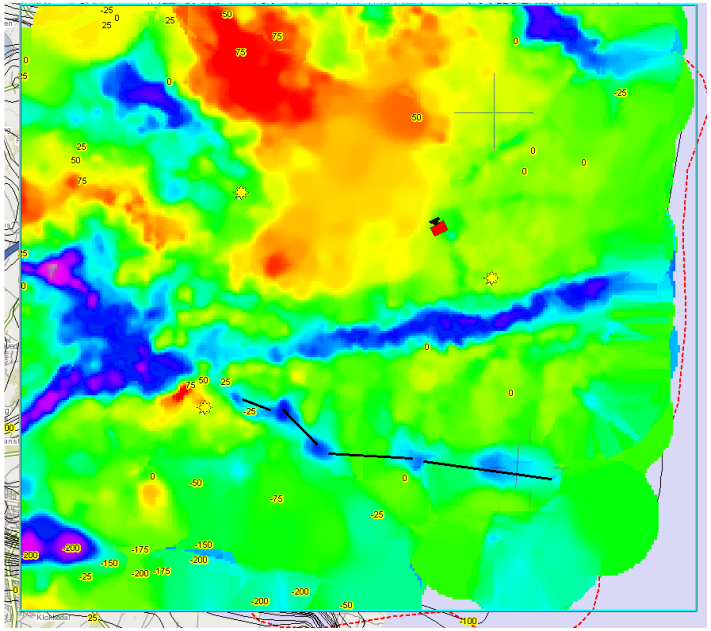
Initialer/dato:	**Særlige tolkningsspecifikke bemærkninger**	**Evt. KS-kommentar**

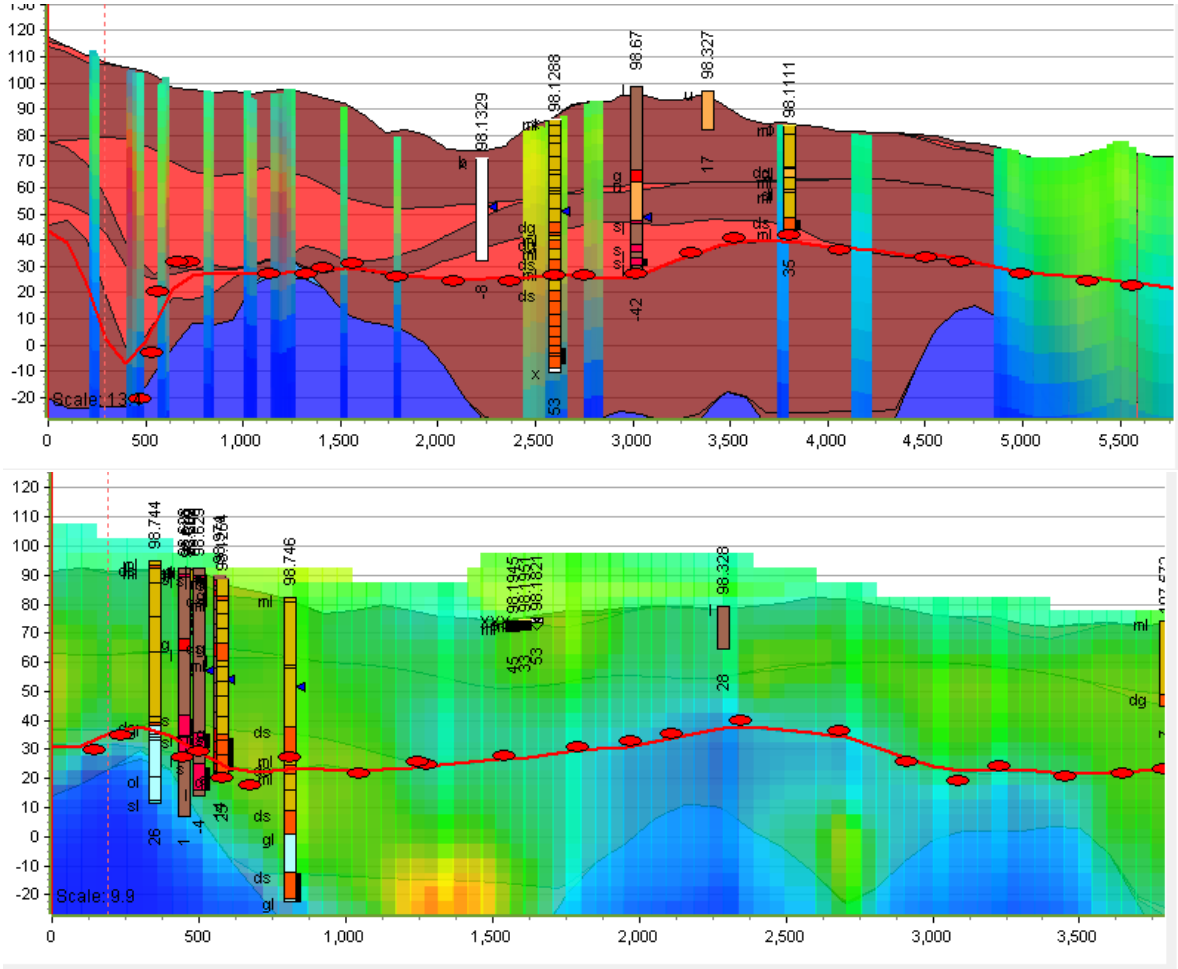
BATH/15082022	Ny dalstruktur tolket fra NS-profil sydøst for Gedved, ved 16km mærket.	
BATH/15082022	Dalstruktur gjort dybere øst for Egebjerg fra NS-profil ved 17,5km mærket.	
BATH/15082022	Boring med eocæn ler tolket langt over den tolkede prekvartær flade ignoreret. Nordøst for Gedved, NS-profil 13km mærket.	
BATH/15082022	NS-profil v. Eldrup 11.2km mærket: Begravet dal gjort væsentligt dybere.	
JWL/15082022	Miocæn3D-boringerne 98.1315 og 98.1319 er ikke tolket ind som beskrevet i Miocæn3D. Overvej nærmere…	
JWL/15082022	Miocæn3D-boringen 108.148 er ikke og skal ikke tolkes ind som beskrevet i Miocæn3D. Der er tydeligvis tale om omlejring.	
BATH/16082022	Ny dalstruktur tolket fra NS-profil vest for Kattrup ved 12km mærket.	
BATH/29082022	Ud fra de nye Ttem-målinger ved Gylling og Ålstrup er der tolket to nye dalstrukturer.	
BATH/29082022	Omkring Torrild og ca. ved 4 -12 km mærket på NS profilet er der mere konsekvent tolket pre-kvartært sand, typisk miocæn kvartssand, som ifølge boringerne er til stede i et større område ovenpå den plastiske ler, formentlig omlejret. I dette område er pre-kvartær overfladen i tidligere tolkninger skiftevist tolket ved grænsen til det paleocæne ler og højere oppe, ved grænsen miocæn kvartssand og kvartære aflejringer hvilket medfører, at PKO er meget svingende. Disse punkter er nu fjernet, således at PKO kommer til at ligge konsistent i samme niveau – beskrivelser fra de to boringer 98.1315 og 98.1319 fra Miocæn 3D er brugt til bestemmelse, om PKO er sat til over paleocæn ler eller det omlejrede kvartssand. Ved 98. 1315 er der påvist kvartære aflejringer mellem paleocæn ler og omlejringerne, og PKO er derfor sat til toppen af leren. I 98.1319 er der ikke kvartære aflejringer under omlejringerne. Andre mindre dybe boringer i området indikerer, at det tykke sandlag som kan tolkes ud fra SkyTEM, er udelukkende omlejret miocæn sand. I dette område er PKO derfor sat til top af omlejringerne.	

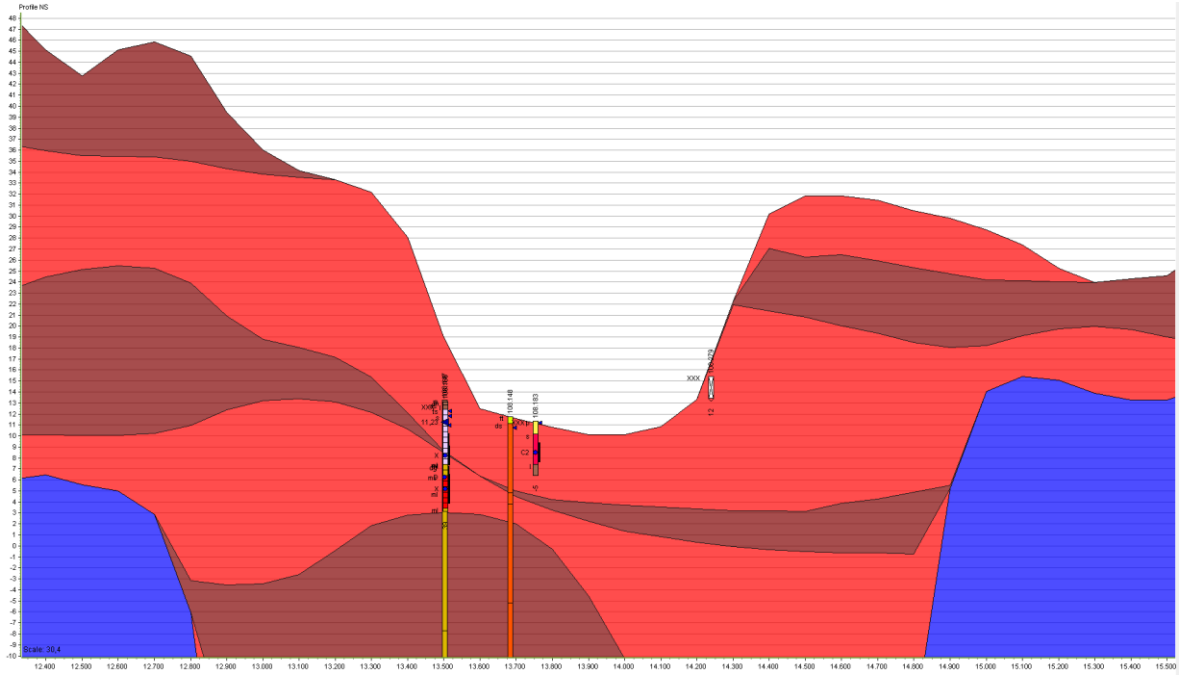
	[FIGUR MANGLER]	
BATH/29082022	SØ for Torrild ved NS-profil 10,5 km mærket: To modstridende boring ift. dybden til prekvartære overflade. Den boring, hvor pre-kvartær overfladen er tolket tættere på terræn er valgt til tolkning, da der er udtaget prøver fra borekernen og derfor må være mere præcist vurderet.	
BATH/29082022	NS-profil øst for Odder by: Der er for randmorænen i venstre del af profilen en del opsprækket ler, og i områder hvor boringer viser kvartært sand imellem prekvartært ler er overfladen tolket til den nedre grænse for de kvartære sand. I det nærliggende område (ca. 5 profiler radius) er der så ikke tolket på pre-kvartært overfladen vha. geofysikken – dette fordi lav-resistivitet søjlerne går højere oppe end den tolkede overflade, hvilket bevidner meget opsprækket plastisk ler. Denne del vil senere blive tolket til moræneler.	
BATH/29082022	I tilfælde af meget lav resistivitet helt til terrænniveau er PKO tolket cirka 5-10 m under terræn, da det ikke er sandsynligt at der er prekvartære aflejringer helt til terræn og at store usikkerheder på især Sky-TEM målinger i de første ca. 5 m.u.t. – der er i nogle profiler vist sand tæt på terræn selvom TEM viser lav resistivitet.	
BATH/15092022	For tolkningen af dalstrukturerne er der først og fremmest foretaget en stor oprydning fra tidligere tolkningspunkter for bundfladerne for lag 2300, 2200, 2100 og 1500 der beskriver de tolkede dalstrukturer. De fleste gamle tolkninger er slettet. I tidligere tolkninger for disse lagflader er der typisk sat nogle tolkningspunkter tæt på kanten af PKO, typisk også over niveau for de begravede dale, hvilket bevirker at der bliver dannet nogle tynde striber, eller rutsjebanestrukturer – se eksempel herunder. For at undgå dette er disse punkter fjernet, herefter sat nye punkter der passer bedre med principskitsen for den stratigrafiske udbredelse af kvartærlagene. Lagene får herefter en mere horisontal afgrænsning, hvor PKO (ler 2400 bund) skærer dal-lagene i en mere konsekvent grad.	

		
BATH/20102022	Det nye Ttem-data syd for Gylling, ved Ålstrup og Sondrup (3 separate tTem-undersøgelser) viser en mulig forlængelse af den påviste dal der går igennem interesseområdet fra nordvest til sydøst, se figur herunder. Imellem disse tre områder, som er afdækket af geofysik, er der dog ingen dybe boringer der kan dokumentere, at PKO fortsætter kontinuerligt i niveauet indikeret fra geofysikken. 11/11-2022: der er aftalt med MST at fritolke dalstrukturen, så den kommer til blive tolket som en (kontinuerlig) begravet dal i modellen. Figurerne herunder viser tolkningen udelukkende ud fra tTEM, før den begravede dal blev fritolket.	

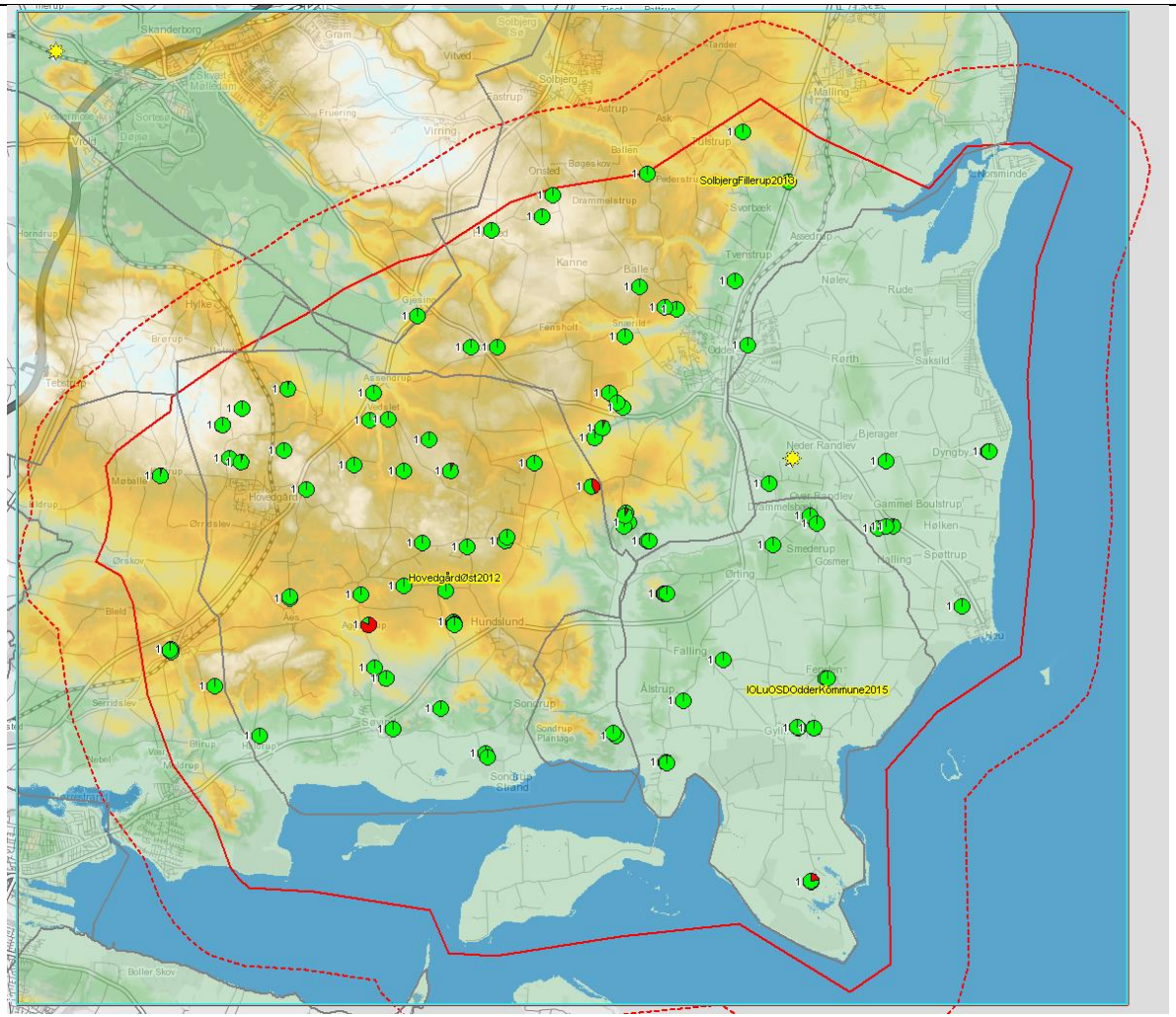


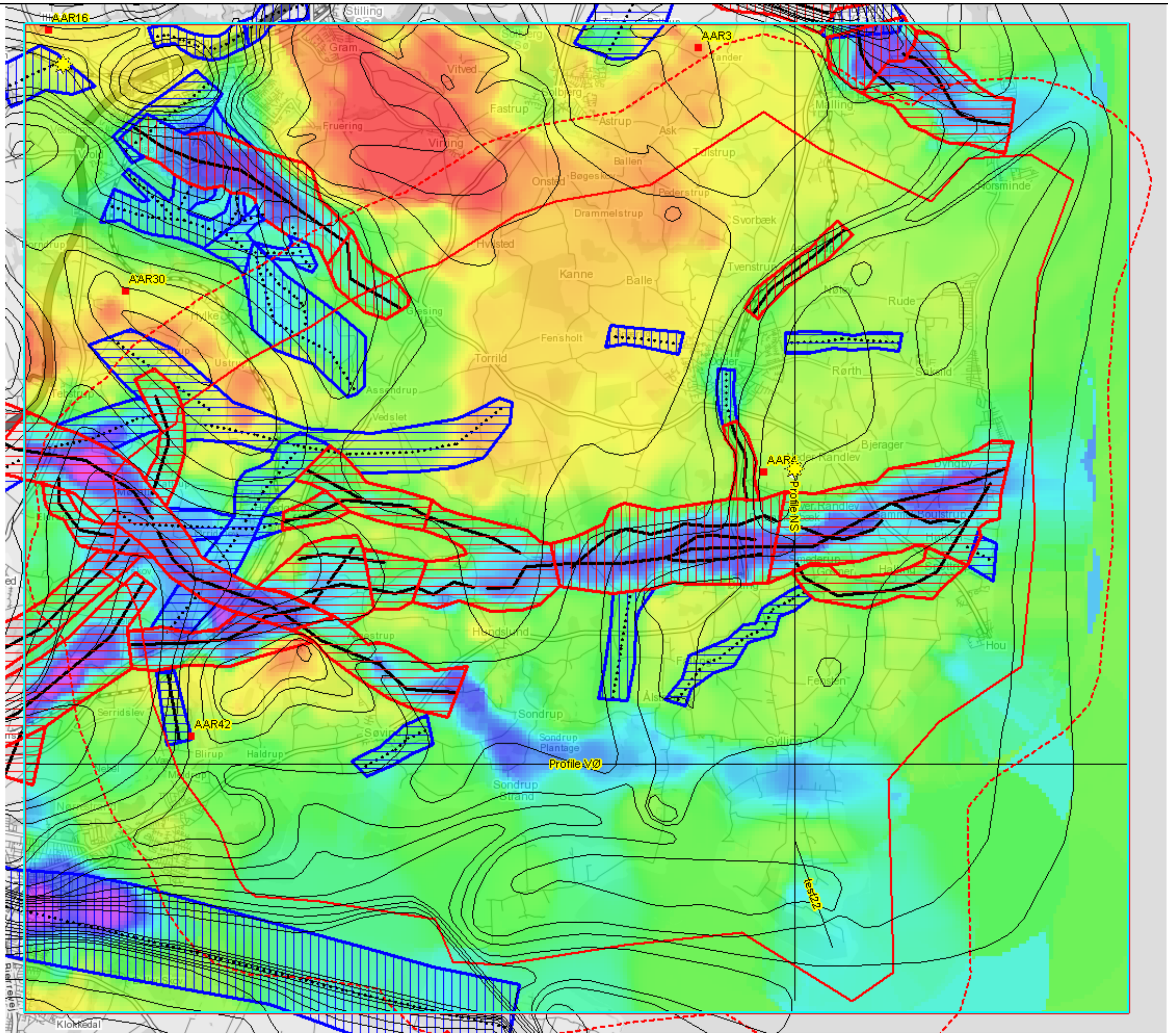
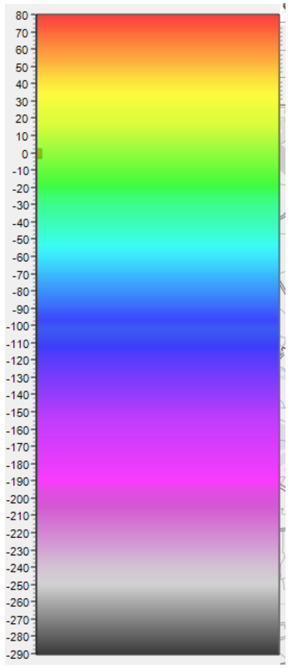


JWL/31102022	I den sydlige del af Hovedgård-Øst-modellen er der en ekstrem stor tæthed af tolkningspunkter til Sand1400. De fleste af disse er sat på baggrund af SkyTEM, som har meget svært ved at opløse sandlagene over den paleogene ler. Åbenlyse unødvendige tolkningspunkter er slettet. 	
BATH/15122022	Vandtyper lagt ind i modellen for boringer i modelområdet, bufferzonen inkluderet. Vandværker, der skal have beregnet nye BNBO og IOL, er lagt ind i punktform.	

	Pejlinger fra Odder boringslokaliseringsrunden i år er også lagt ind.	
BATH/22122022	Sandmagasinerne, med størst fokus på sand 1200 og 1400, er justeret i forhold til vandtyperne, sådan så hvis et sandlag går gennem et filter med type C eller D er laget tolket som godt beskyttet og der er sikret, at der forekommer et lerlag ovenover dette sandlag af signifikant tykkelse. Ligeledes er sandlag der går gennem filtre med vandtype A og B tolket som mindre godt beskyttet og påvirket af terrænforholdene; derfor er for disse sikret, at dette sandlag har kontakt til terrænniveau tæt på boringen med den gældende vandtype i filterniveauet. Generelt passede vandtypen med de forhenværende tolkningen, men der er lavet justeringer. Et par steder er vandtype C tolket meget tæt på terræn uden et lerlag af betydning ovenover filtret – her er vandtypen ignoreret da boringsbeskrivelsen er tillagt førsteprioritet i tolkningen. Se eksempel herunder ved x= 570800,000 på NS-profilet.  	
BATH/22122022	Sand-1200 og sand-1400 er rettet til i hele modellen, sådan så de generelt er mere gennemgående. Dette har medført, at der er blevet indgået kompromiser med visse dybere, godt-beskrevne boringer der hovedsageligt viser moræneler. Dette gør sig især gældende i den vestlige del af modellen hvor	

	randmoræner er mere til stede. Herunder er DGU numre for de godt-beskrevne boringer som er blevet set mere eller mindre bort fra i tolkninger. 107. 88 X= 565300 107. 899 X = 564600 107. 871 X= 563200 107. 925 X= 562200 98. 738 X= 562000 plus naboboringerne på NS-profilet. 107. 830 x= 560200 98. 538 x= 559900 107.111 og 107. 839 x= 558600 på NS-profilet. Under denne vurdering gennem hele modellen er pejlinger og vandtyper også brugt til at tolke hvorvidt sandmagasinet kunne være gennemgående. Disse to datatyper er også brugt til at skelne sand 1200 og 1400 fra hinanden.	
BATH/22122022	Det er sikret, at indvindingsmagasinet ved de indmeldte vandværker er store og gennemgående nok til ikke at påvirke vandværkets evne til at pumpe vandet op, og at sandmagasinet derfor ikke vil gå tør i en hydrologisk model. Hertil er der lavet en hurtig overslagsberegning til at vurdere, om sandmagasinet kan rumme indvindingsvolumet – der blev lavet to tværsnit på kryds af hinanden med center i vandværket og for at få en vurdering af magasinet areal. Herefter er arealet ganget med en infiltration på 100 mm/år for udregne en værdi for nedsivningen til grundvandsmagasinet. Det er sikret, at denne værdi er mindst 5 gange så stor som indvindingsvolumet.	
BATH/23122022	Screen analysis er kørt for at sikre, at filtre for indvindingsboringer i modelområdet ikke er placeret i ler. Se figur nedenunder. Få af cirklerne af stadig delvis røde, som indikerer procentdelen af filtret der er placeret i ler – disse er der ikke ændret på, da filteret delvist ligger i ler ifølge boringsbeskrivelsen. Screen analysis er ikke kørt for bufferzonen.	

		
BATH/23122022	Efter tilretningen i december ser PKO nu sådan ud, hvor den tolkede forlængelse af den begravede dal i NV – SØ retningen tydeligt kan ses.	

	 AAR16 AAR3 AAR30 AAR42 Profile NS Profile VØ	 80 70 60 50 40 30 20 10 0 -10 -20 -30 -40 -50 -60 -70 -80 -90 -100 -110 -120 -130 -140 -150 -160 -170 -180 -190 -200 -210 -220 -230 -240 -250 -260 -270 -280 -290

2. KS-notat - Geologisk model for Odder. Miljøstyrelsen.

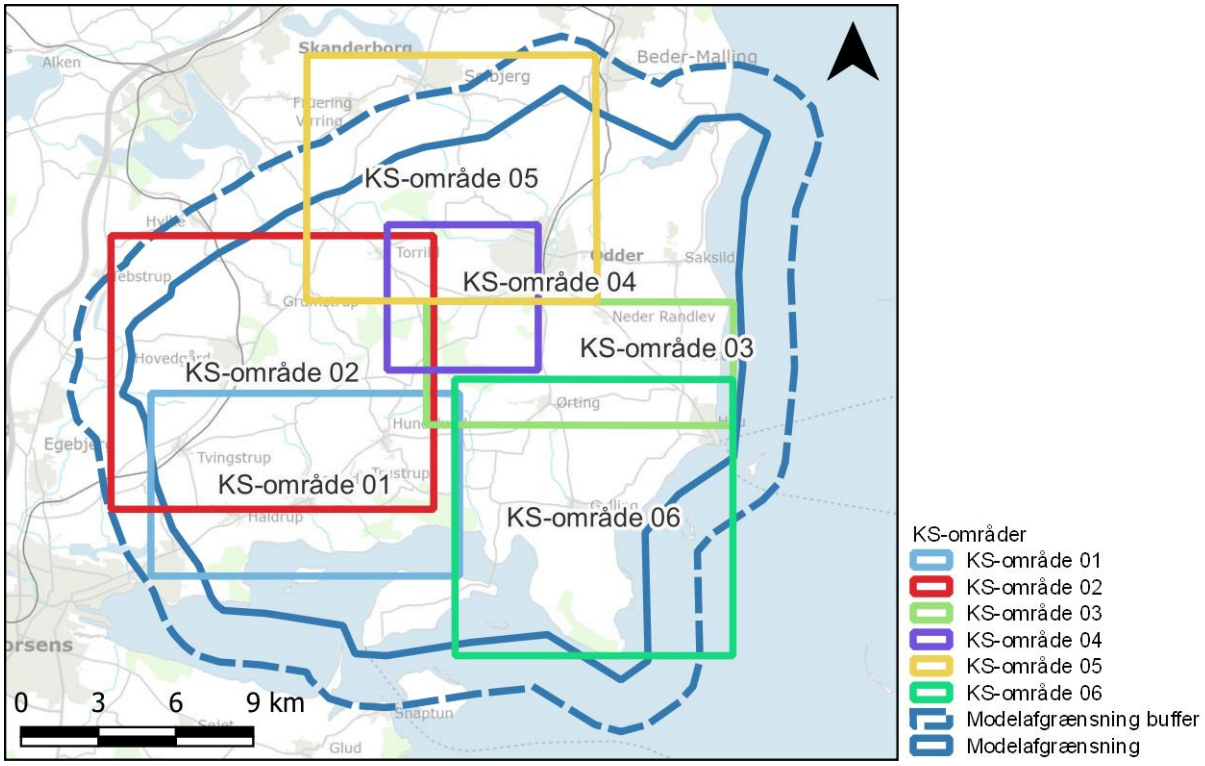
Indhold

1.	**Indledning**	**6**
1.1	Baggrund	6
1.2	Pejledata	6
2.	**KS-områder**	**8**
2.1	KS-område 01	8
2.1.1	Tvingstrup-Ås randmoræne	10
2.1.2	Stensballe randmoræne	13
2.1.3	Gangsted bakke	13
2.1.4	Hundslund randmoræne	14
2.2	KS-område 02	15
2.2.1	Serridslev dal (a1)	17
2.2.2	Hansted-Gangsted dal (b1)	18
2.2.3	Såby-Trustrup dal (d1)	22
2.2.4	Brørup-Troldkirke dal	23
2.2.5	Brørup-Egeskov dal (a2)	20
2.2.6	Hadrup dal (d4)	18
2.2.7	Hovedgård dal (c2)	19
2.2.8	Ørridslev dal (c4)	20
2.2.9	Ørskov dal (f)	22
2.2.10	Eldrup dal (e)	22
2.3	KS-område 03	25
2.4	KS-område 04	25
3.	**Reference**	**31**
Bilag 1.	**[Bilag overskrift 1]**	**32**
Bilag 1.1	[Bilag overskrift 2]	32

1. Indledning

1.1 Baggrund

NIRAS har i 2021 udført en opdateringen af de eksisterende tolkninger i FOHM-modellen i området ved Hoved-gård og Odder. Miljøstyrelsen har udført en kvalitetssikring af de opdaterede tolkninger. Kvalitetssikringen udføres ved at inddele Odder modelområde i mindre KS-områder, som gennemgås og afrapporteres i nærværende rap-port. Odder modelområdet er inddelt i 6 KS-områder, hvis geografisk placeringen fremgår af Figur 1.1.



Figur 1.1. KS-områder.

Til kvalitetssikringen er der anvendt følgende data:

- Pejlingsdata (se nærmere beskrivelse i afsnit 1.2).
- Digital terrænmodel suppleret med højdekurver, der har en ækvidistance på henholdsvis 1 og 2,5 m
- Per Smed kort
- Miocæne nøgleboringer /ref/
- Egebjerg Voxel model /ref/
- Begravede dale /ref/

1.2 Pejledata

Pejledata er inddraget i kvalitetssikringen for at tjekke:

- Om der er trykniveau-forskelle i pejledata, der indikerer større hydrauliske barrierer, og om disse barrie-rer fremgår i de opdaterede tolkninger.
- Om FOHM-lagene er anvendt korrekt. For eksempel Sand400 anvendes primært til tolkning af mindre, terrænnære, sekundære grundvandsmagasiner. Sand1200 kan anvendes til tolkning af sekundære grundvandsmagasiner, men kan også anvendes til tolkning af det regionale grundvandsmagasin. Sand1400 anvendes kun til tolkningen af det regionale grundvandsmagasin.

Pejledata er downloadet d. 23-02-2022 i form af et excel-ark fra GEUS's "kort over kemiske grundvandsanalyser" /ref/. Excel-arket indeholder bl.a. information om DGU nr., indtag, dato for seneste pejling, kote på seneste pejling, samt dybden til top og bund af indtag. Pejlinger ældre end 1990 er frasorteret, da disse pejlinger normalt ikke benyttes i grundvandsmodellen. I grundvandsmodellen anvendes pejlinger inden for en så kort tidsperiode som muligt for at undgå en øget usikkerhed relateret til tidslige variationer.

Data er overført til en Access database, og i databasen oprettes der en kolonne, der indeholder en kategorisering af pejledata, som løbende bliver udfyldt under kvalitetssikringen. Pejledata kategoriseres i følgende kategorier:

1. Regionalt grundvandsmagasin (Kat. 1)
2. Sekundært, terrænnært grundvandsmagasin (Kat. 2)
3. Dybtliggende grundvandsmagasin i begravet dal (Kat. 3)
4. Ler (Kat. 4)
5. Ved ikke/Ukendt (Kat. 5)
6. Odderup grundvandsmagasin (Kat. 6)
7. Bastrup grundvandsmagasin (Kat. 7)
8. Billund grundvandsmagasin (Kat. 8)
9. Kalk (Kat. 9)

Databasen indlæses og plottes i GeoScene3D som punkter, der er vist på de geologiske tværsnit ovenover boringerne. De tematiserede punkter ses også på 2D kortet i GS3D. Punkterne farvetematiseret i henhold til deres kategori.

2. KS-områder

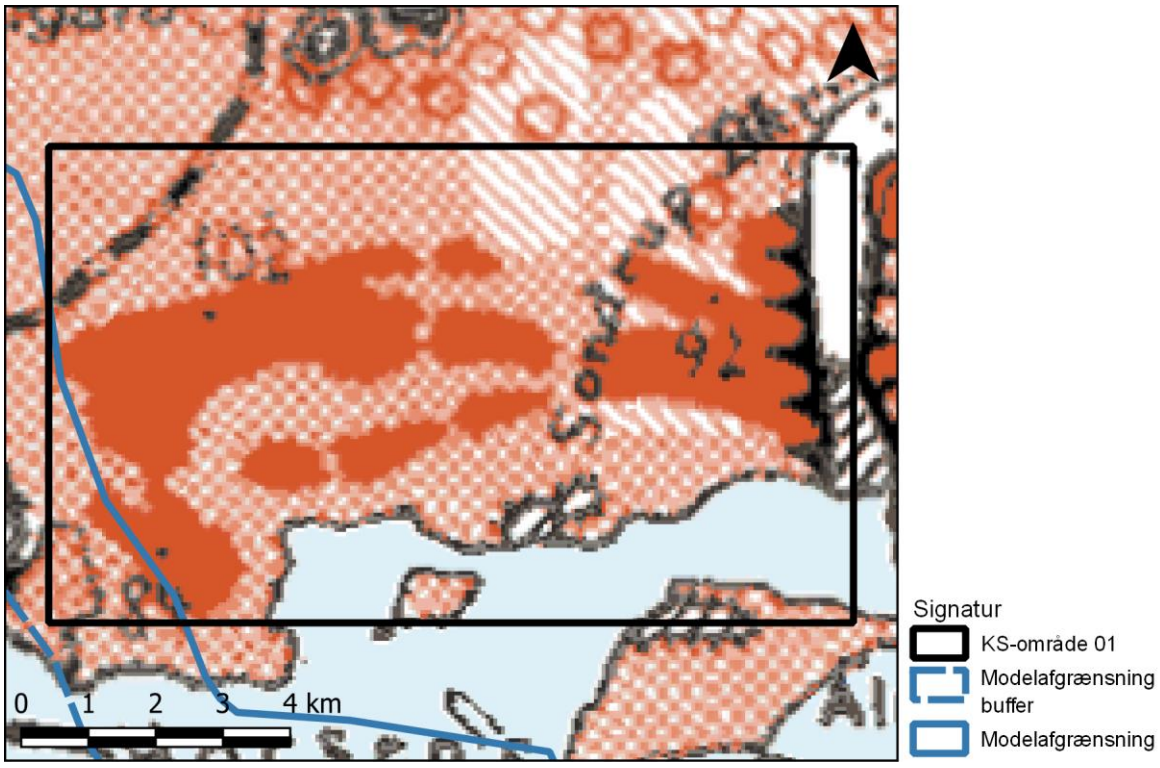
Kvalitetssikringen af de opdaterede tolkninger i FOHM-modellen er udført ved at opdele Odder modelområde i mindre KS-områder. I de følgende afsnit er de enkelte KS-områder beskrevet herunder anbefalinger til ændringer i tolkningerne. Der er på baggrund af kvalitetssikringen af tolkningerne observeret nogle problemstillinger, som generel præger de opdaterede tolkninger, og som bør tilrettes for at opnå en bedre tilpasning til datagrundlaget og den eksisterende viden om de geologiske forhold:

- Sandlagene er generelt tolket alt for gennemgående i området. De er også flere steder tolket alt for tykke i forhold til både geofysik og boringsdata.
- I tolkningerne har der ikke været nok fokus på at sikre en skarp definition af landskabselementerne såsom begravede dalstrukturer og randmoræner, og dette ses tydeligt i tolkningerne ved at der tolket gennemgående sandlag på tværs af strukturerne.

Tolkningerne opdateres i forhold til de anbefalede ændringer, som er beskrevet i nærværende rapport. Det er vigtigt, at opdateringen tager udgangspunkt i tolkningerne vist langs tværsnit, som er vedlagt i Bilag 01-19. I GeoScene3D opdateres tolkningerne langs de faste tværsnit, der er vist i bilagene (profilerne leveres digitalt til modellør), hvorefter der benyttes mobile profiler til at sikre at rettelserne bredes ud, så alt data inddrages i forhold til opdateringerne. Det anbefales at anvende mobile tværsnit med en bufferzone på maks. 50 m samt fremad-bagud bevægelse på profilerne på 50 m.

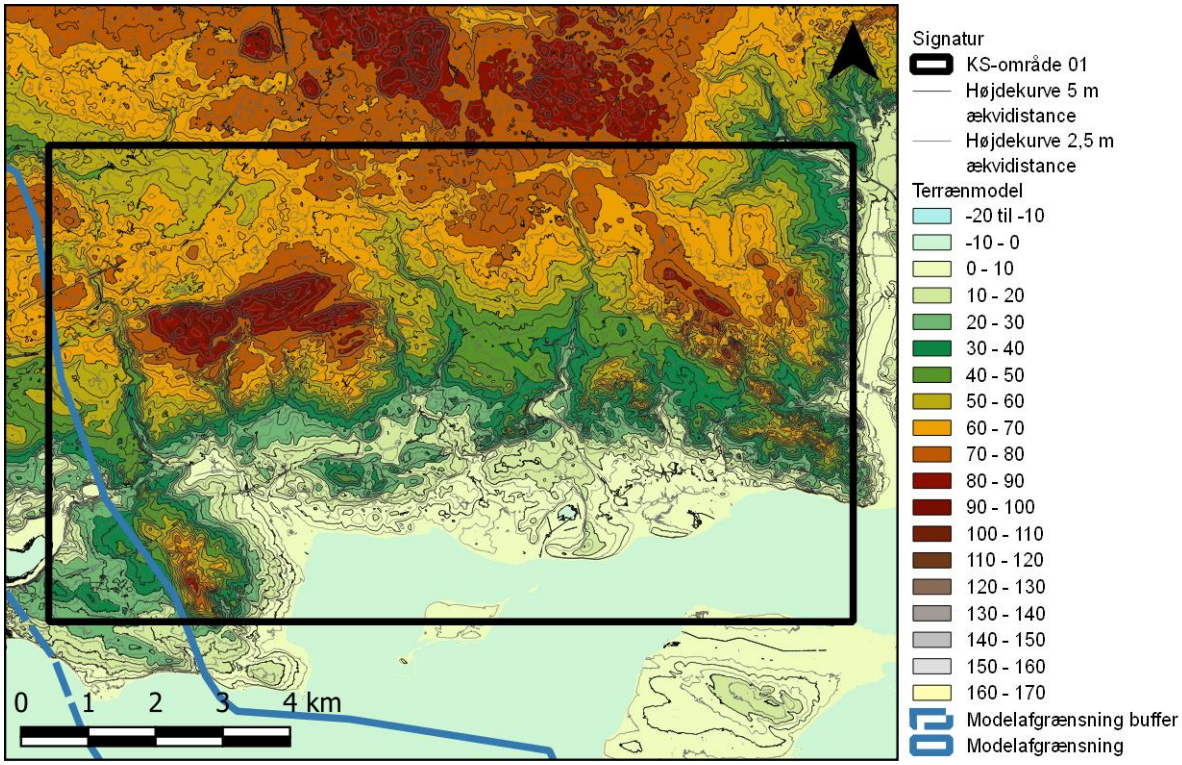
2.1 KS-område 01

KS-område 01 dækker den sydvestlige del af Odder Modelområde. I KS-område 01 ses, som det fremgår af Figur 2.1, et Weichsel bundmoræneslandskab, der er domineret af flere randmoræne-komplekser. Randmoræne-komplekserne vurderes at være dannet som følge af glacialtektonisk deformation under det Østjykske Isfremstød i Sen Weichsel (16.000-19.000 år siden) /1/.



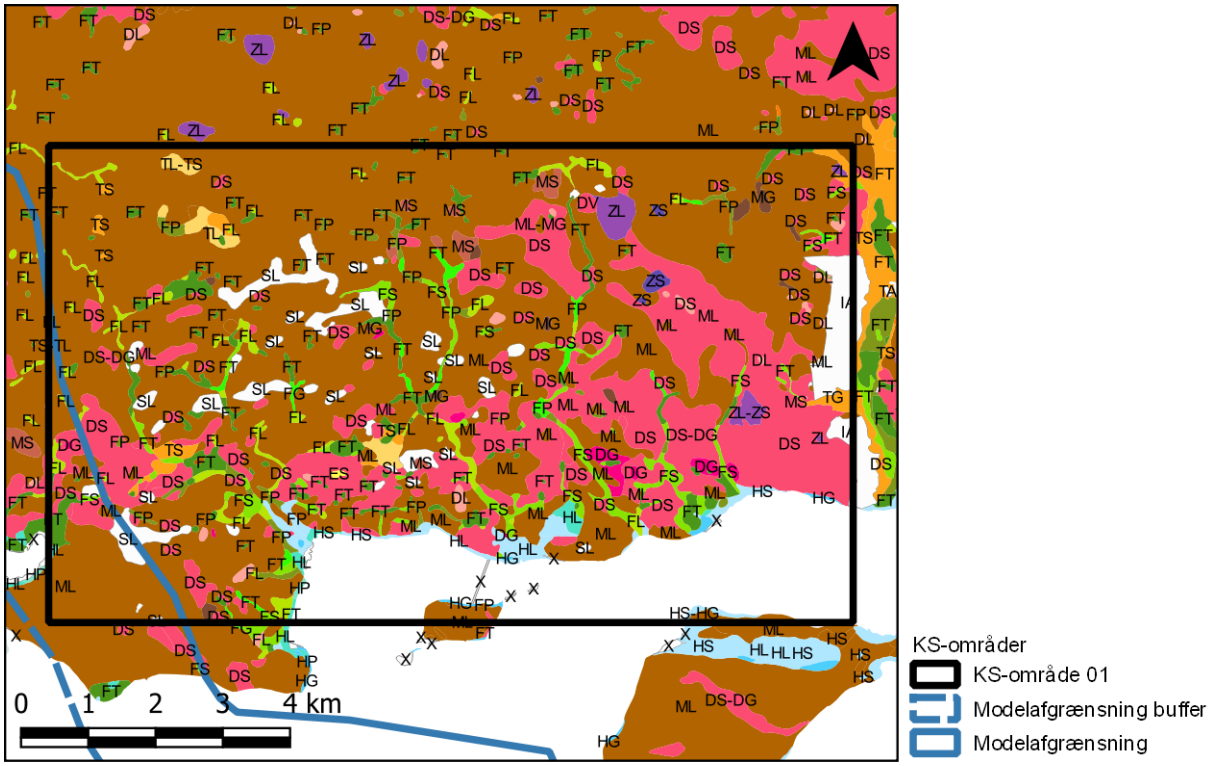
Figur 2.1. Per Smed landskabskort.

Randmorænerne ses i landskabet som en række aflange bakkedrag (Figur 2.2).



Figur 2.2. Digital terrænmodel.

Randmorænerne er dannet ved glacialtektonisk deformation. Her er sedimentflager skubbet op og stablet oven på hinanden foran af den fremrykkende gletsjer. I området har det generelt været sedimentflager bestående af fed palæogent ler og glimmerler, som blev presset op foran isen. Beliggenheden af disse flager kan delvis ses ud fra jordartskortet i Figur 2.3, idet der flere steder blandt de kvartære aflejringer ses "pletter" af fed palæogent ler (SL) ved terræn.



Figur 2.3. Jordartskort.

Ud fra eksisterende geofysisk data og den digitale terrænmodel er det forsøgt at identificere beliggenheden af de dislokerede flager i de forskellige randmoræne-komplekser. Det er gjort, fordi de dislokerede flager ofte udgøre større hydrauliske barrierer, og derfor er det vigtigt, at sandlagene i disse områder bliver tolket som sandlinser og ikke som gennemgående sandlag.

2.1.1 Tvingstrup-Ås randmoræne

Det større glacialtektonisk kompleks (randmoræne) i KS-område 01 er tidligere beskrevet i afrapporteringen af Egebjerg model /2/. Komplekset ses tydeligt i topografien, hvor rækker af aflange, svagt buede rygge angiver flager med sedimenter, som er skudt op over hinanden. Sedimentflagerne udgøres af Søvind Mergel og andre yngre tertiære sedimenter /2/. Flagerne udgøres overvejende af fed ler, og disse flager ses derfor i SkyTEM-data som skråtliggende lag med modstande under XX ohmm.

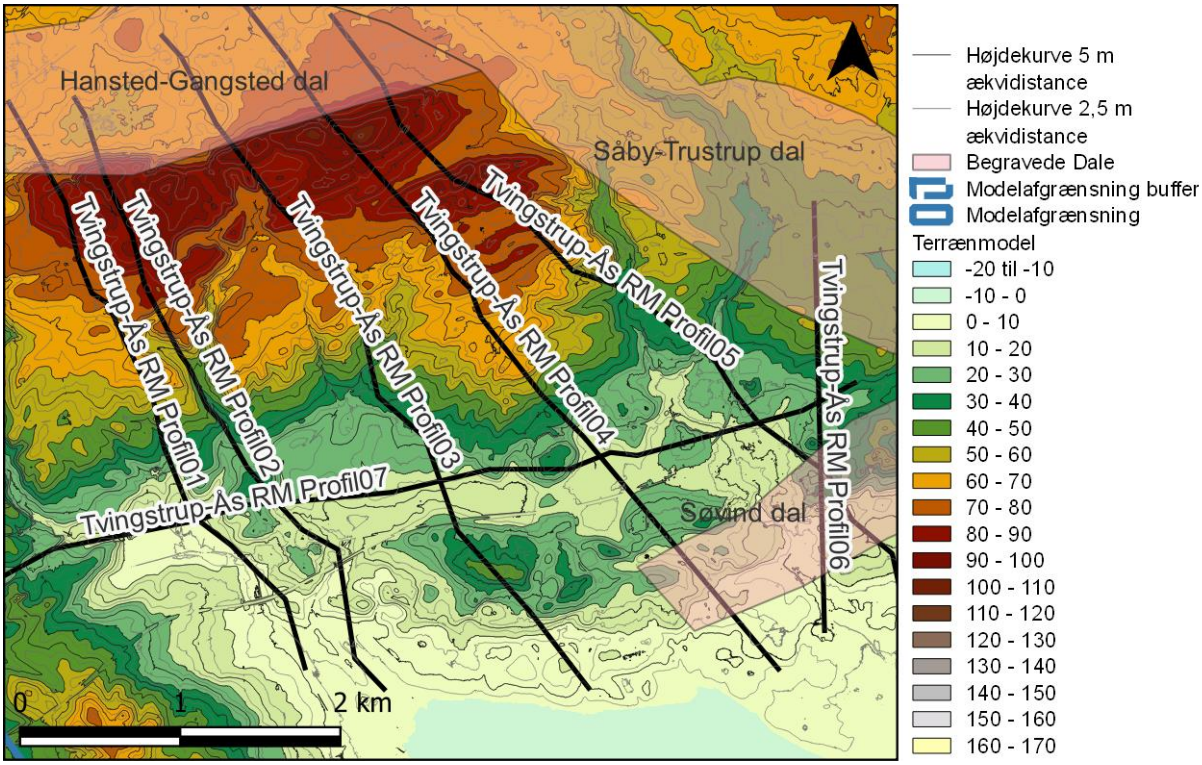
SkyTEM-data indikerer, at flagerne af tertiært ler er skubbet ud over de begravede dale, der ligger foran det glacialtektonisk kompleks /2/. Dette er illustreret i Figur 2.5 /2/. De foranliggende begravede dale er derfor dannet før det Østjyske Isfremstød i Sen Weichsel.

Der er optegnet en række tværsnit gennem Tvingstrup-Ås randmoræne-kompleks, vist i Bilag 01, hvorpå der er angivet forslag til en ændring af tolkningerne.

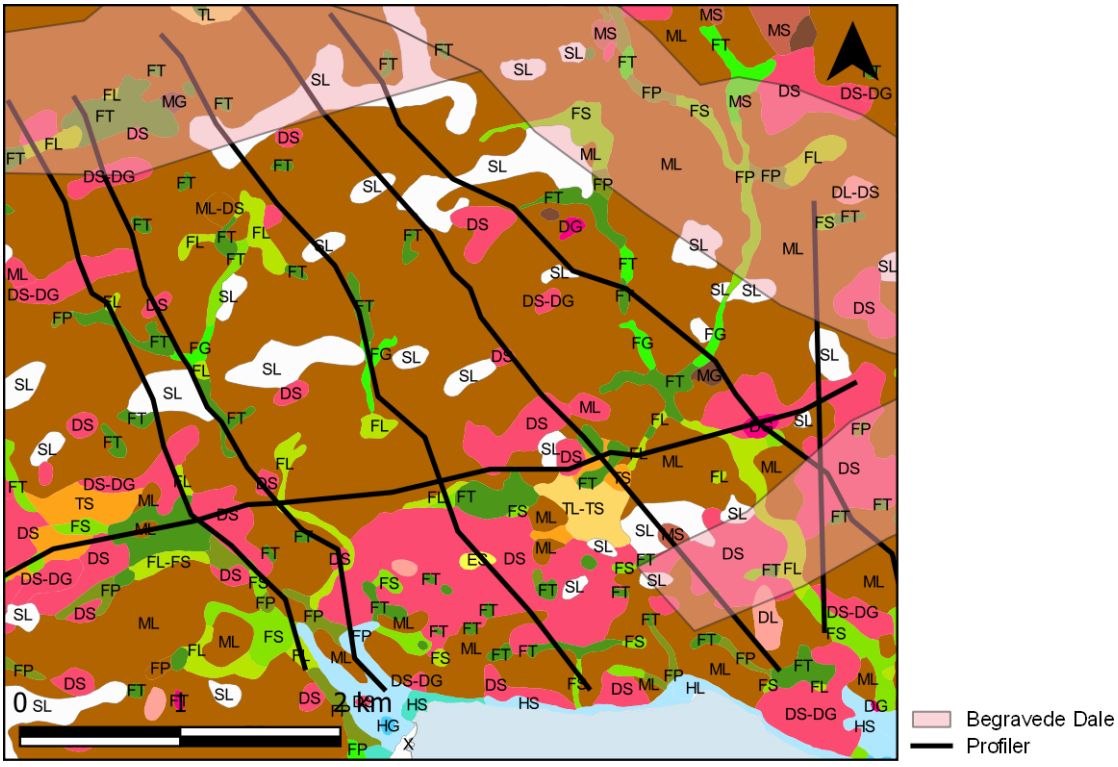
Det anbefales:

- At der primært tolkes lerede aflejringer ved at bruge lagene Ler1100, Ler1300 og Ler1500. Eventuelle sandlinser tolkes ved at bruge Sand400 og Sand1200. Prøv at undgå at bruge sand1400.
- At tage udgangspunkt i tolkningerne vist på tværsnittene i Bilag 01.

A)

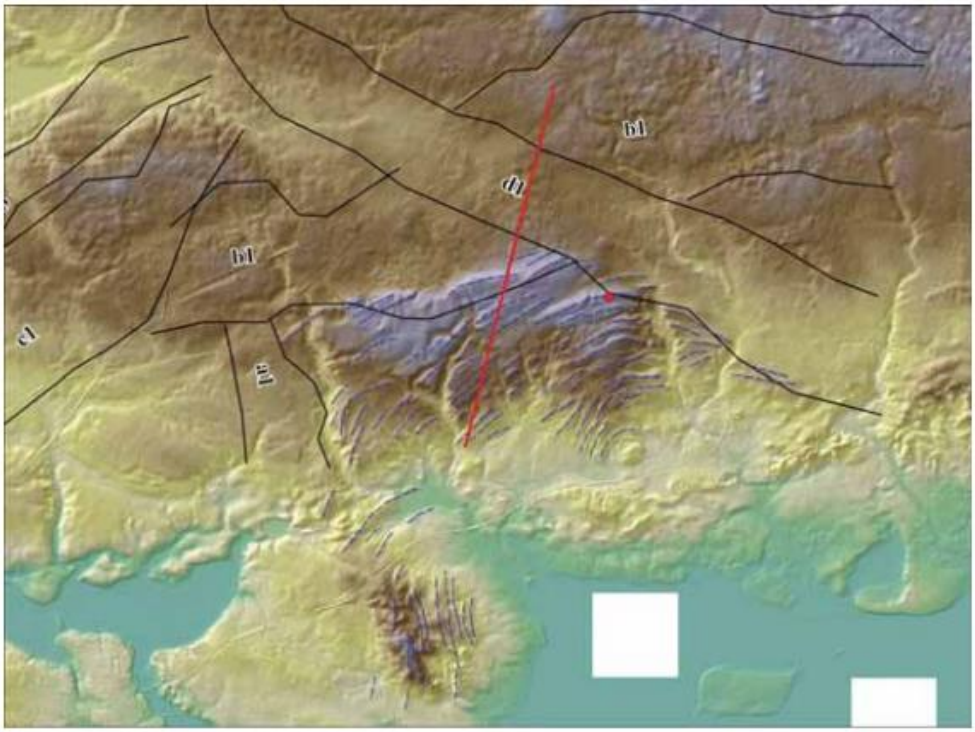


B)

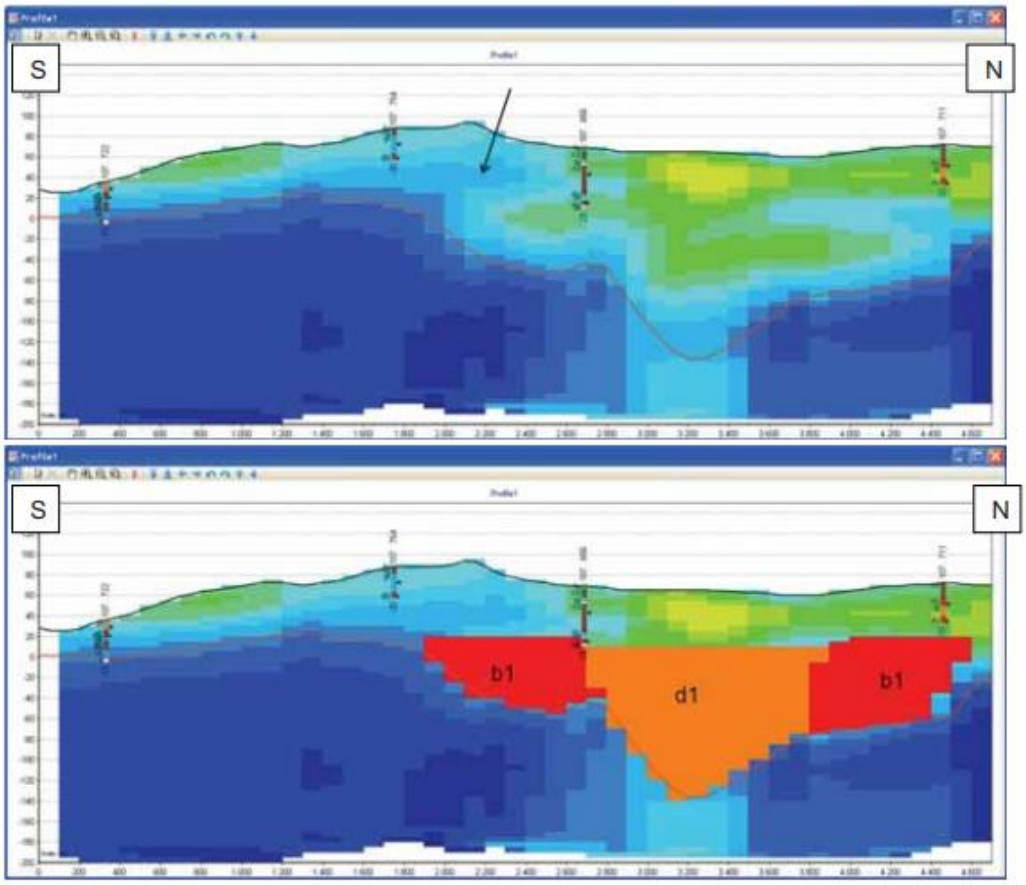


Figur 2.4. A) Digital terrænmodel og B) jordartskort. På kortene ses placeringen af tværsnittene vist i Bilag 01.

A)



B)

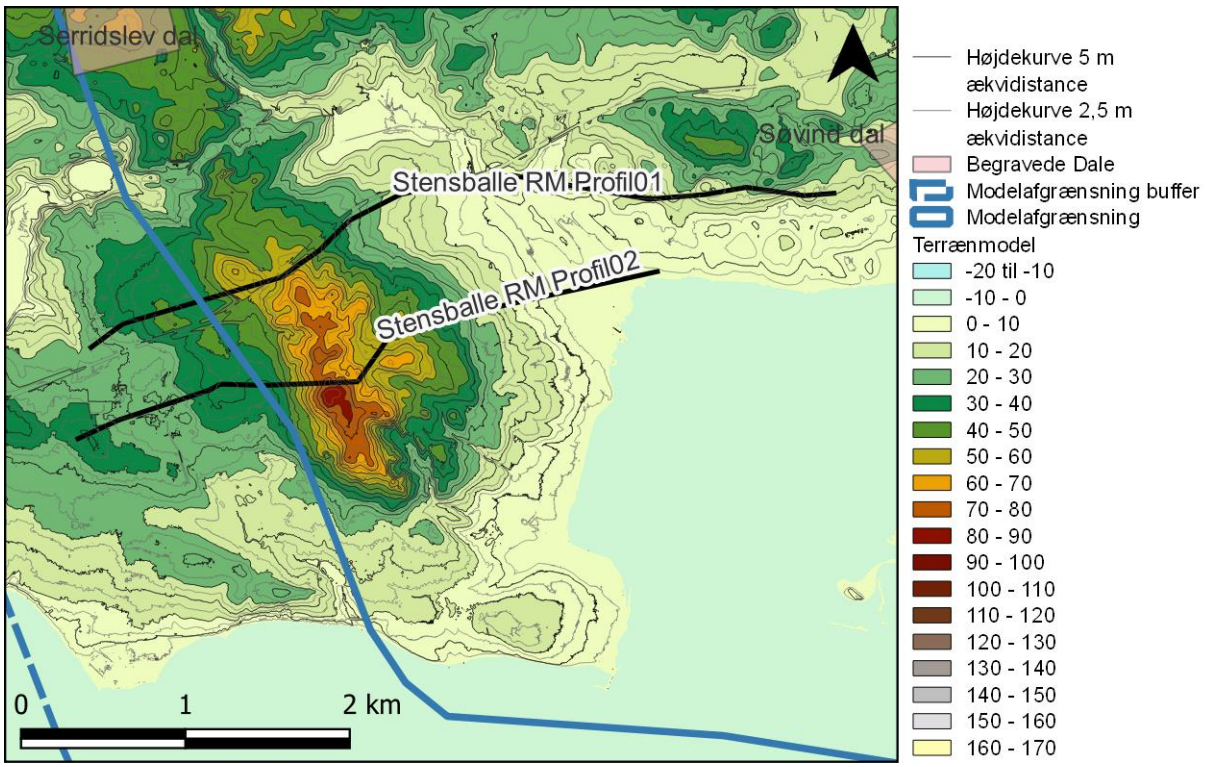


Figur 2.5. A) terrænmodel der viser det glacialtektonisk kompleks. Den røde linje viser placeringen af tværsnittet vist i B) /2/.

2.1.2 Stensballe randmoræne

Stensballe randmoræne er dannet af et istryk fra nordøst forårsaget af det Østjyske isfremstød i Sen Weichsel. Der er kun boringer og ingen geofysisk data til at give information om opbygningen af randmorænen. Der er optegnet to tværsnit vinkelret på randmorænen, som er vist i Bilag 02.

Det vurderes ud fra boringsdata, at randmorænen er opbygget af en eller flere sedimentflager bestående moræneler, glimmerler/glimmersand og fed palæogent ler.



Figur 2.6. Digital terrænmodel og placeringen af de to tværsnit vist i Bilag 02.

Det anbefales:

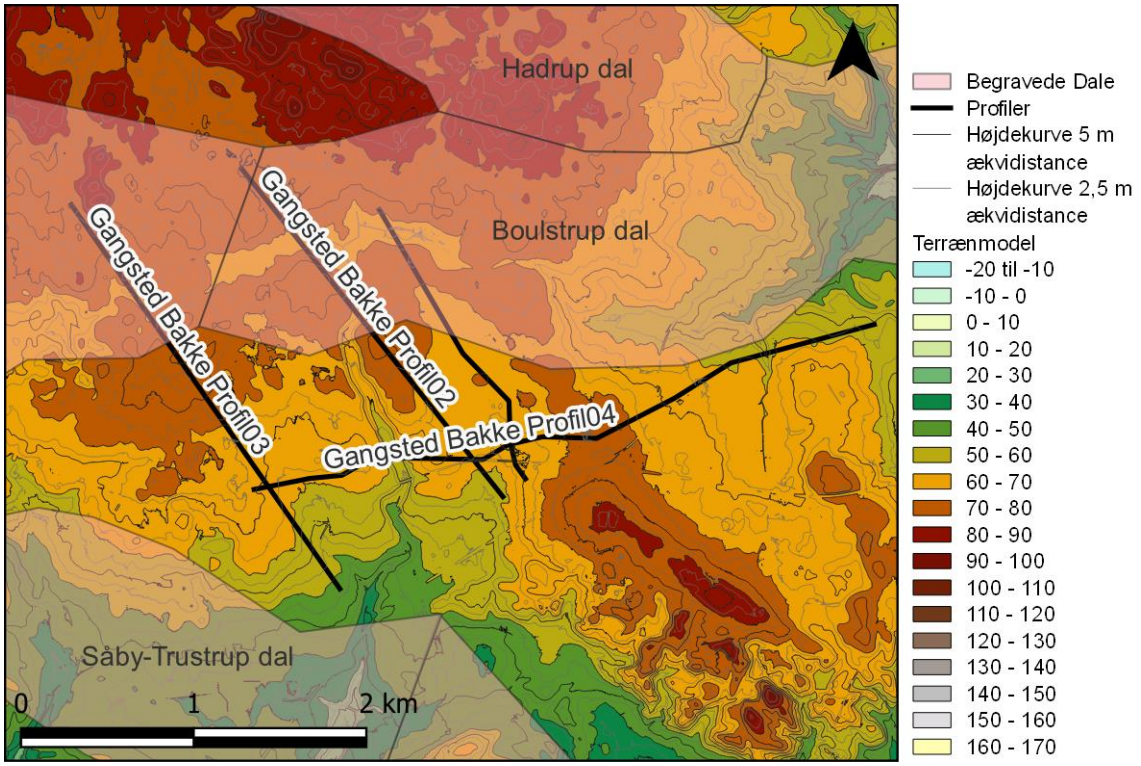
- At tolkningerne af Sand1400 ved Stensballe randmoræne fjernes helt, så Sand1400 slet ikke er tilstede.
- At kun Sand1200 bruges til at tolke små, aflukket sandlinser, som vist i de to tværsnit i Bilag 02.
- At det er primært lagene Ler1100, Ler1300 og Ler1500, som bruges (som anvist i Bilag 02) til at tolke "kernen" i Stensballe randmorænen. Det er vigtigt, at randmorænen tolkes primært, så bakken udgør en lokal hydraulisk barrierer.

2.1.3 Gangsted bakke

Gangsted bakke ligger delvist oven på den begravet dalstruktur Hansted-Gangsted dal/Boulstrup dal, som det ses i Figur 2.7. Det er uvist, om Gangsted bakke er delvist dannet som følge af glacialtektonisk deformation. Der kunne være indikation på glacialtektonisk deformation i SkyTEM-sonderingerne, men det er meget usikkert. Boringsdata og geofysikken indikerer, at bakken er primært opbygget af lerede aflejringer.

Det anbefales:

- At tolkningen af en prækvartæroverfladen (Ler2400) opdateres langs dalflanken til Hansted-Gangsted dalen/Boulstrup dalen, så der opnås en bedre tilpasning til det geofysiske data (Gangsted bakke Profil 02 i Bilag 03).
- Fjern tolkningerne af miocænt sand i området.
- At tolke sandlag mindre gennemgående som vist i Bilag 03. Der skal primært tolkes ler i området. Det vurderes, at der er stor sandsynlighed for at sandlagene i dalen ikke er i hydraulisk kontakt med sandlagene på plateauet.



Figur 2.7. Digital terrænmodel og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 03.

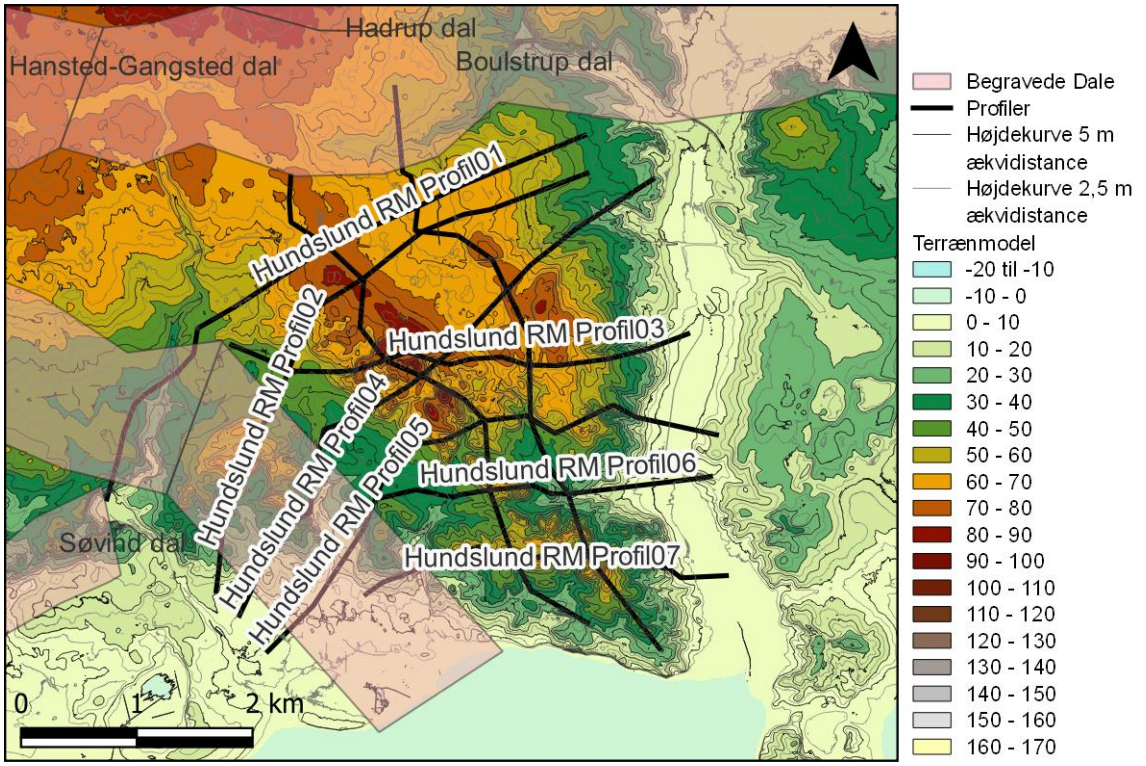
2.1.4 Hundslund randmoræne

I den østlige del af KS-område 01 ses to små aflange bakkedrag, der tolkes som randmoræner. Der er ikke mange boringer eller geofysiske data til at opløse randmorænernes interne struktur. Der er optegnet flere tværsnit på tværs af randmorænerne, samt to tværsnit der så vidt muligt ligger på langs af randmorænerne. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.8. Tværsnittene ses i Bilag 04.

Randmorænerne er ifølge /1/ dannet af det Østjyske Isfremstød i Sen Weichsel. Den vestlige randmoræne er dannet af et istryk fra SV, mens den østlige randmoræne er dannet af et istryk fra Ø. Det vurderes, at randmorænerne vil lokal udgøre hydrauliske barrierer, idet flager af ler er skudt, så eventuelle sandlag afbrydes og forskydes i forhold til hinanden.

Det anbefales:

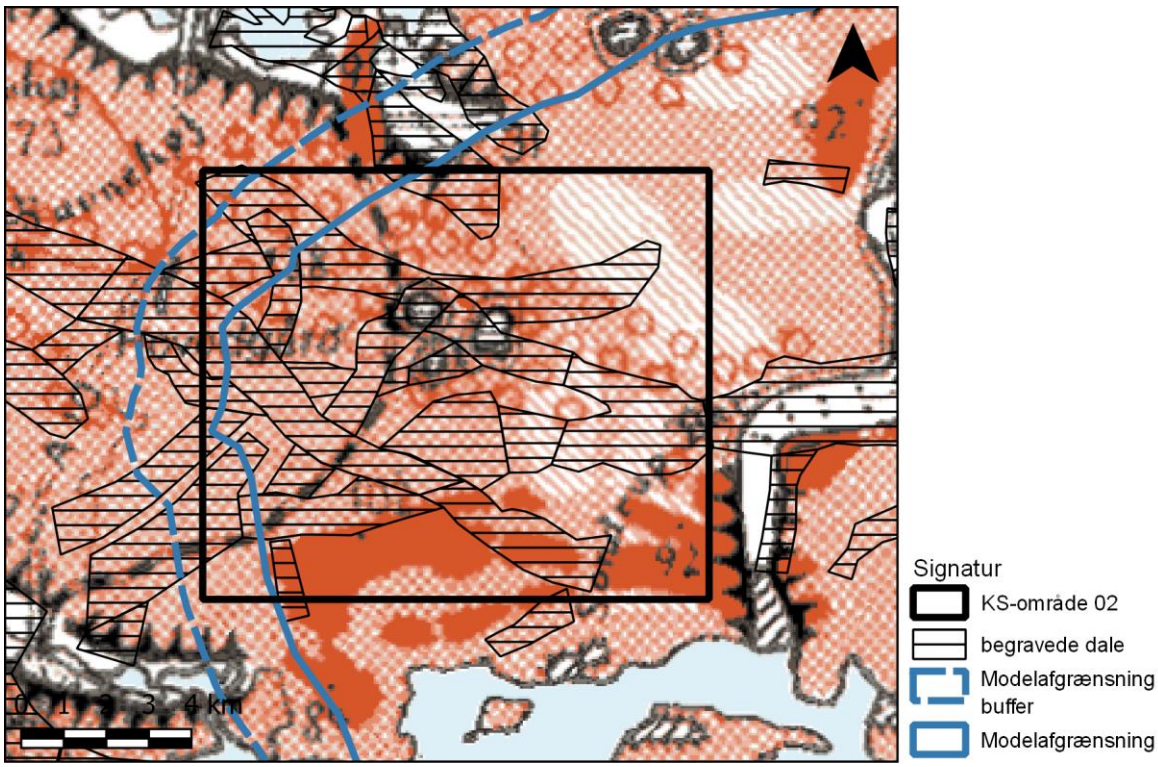
- At randmorænerne tolkes til primært at bestå af lerede aflejringer. Eventuelle sandlag tolkes primært som sandlinser. Tag udgangspunkt i tolkningerne vist på tværsnittene i Bilag 04. Det er vigtigt, at randmorænen tolkes primært, så bakken udgør en lokal hydraulisk barrierer.
- At prækvartæroverfladen hæves til at ligge omkring kote -10 m i den sydlige del af området (se Bilag 04 Profil 07-09). Her er der en kort boring (DGU 108.242), hvori der er truffet Eocæn Søvind Mergel omkring kote -10 m. I den sydlige del er der tolket en V-Ø gående begravet dalstruktur, der forbinder Såby-Trustrup med dalstrukturen Amstrup. Så vidt jeg kan se, er der ingen datagrundlag for denne forbindelse, og derfor anbefales det at fjerne tolkningen af dalstrukturen.



Figur 2.8. Digital terrænmodel og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 04.

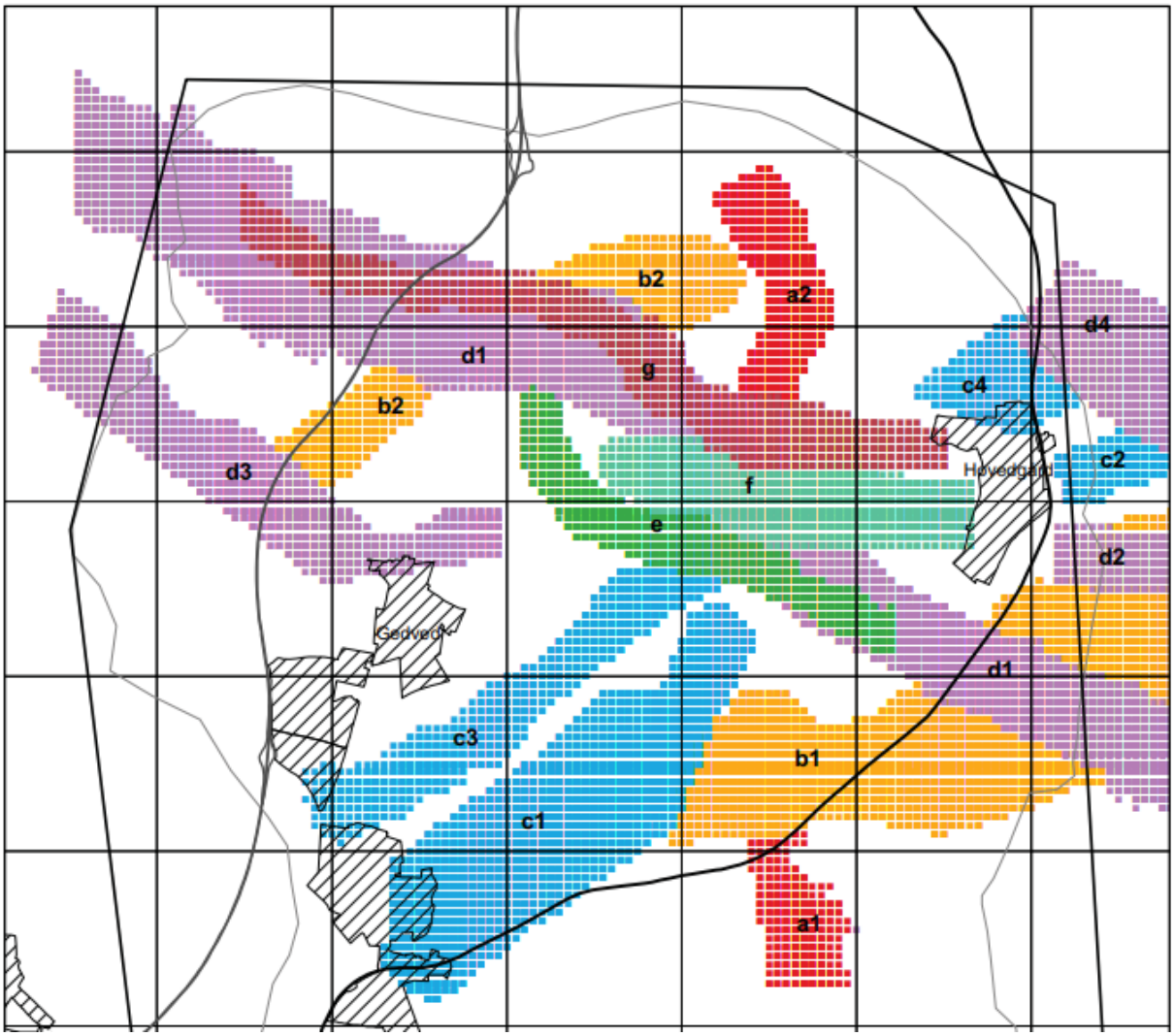
2.2 KS-område 02

KS-område 02 dækker den vestlige del af Odder Modelområde. Som det fremgår af Figur 2.9, er der i området kortlagt flere begravede dalstrukturer, som gennemskærer hinanden på kryds og tværs.

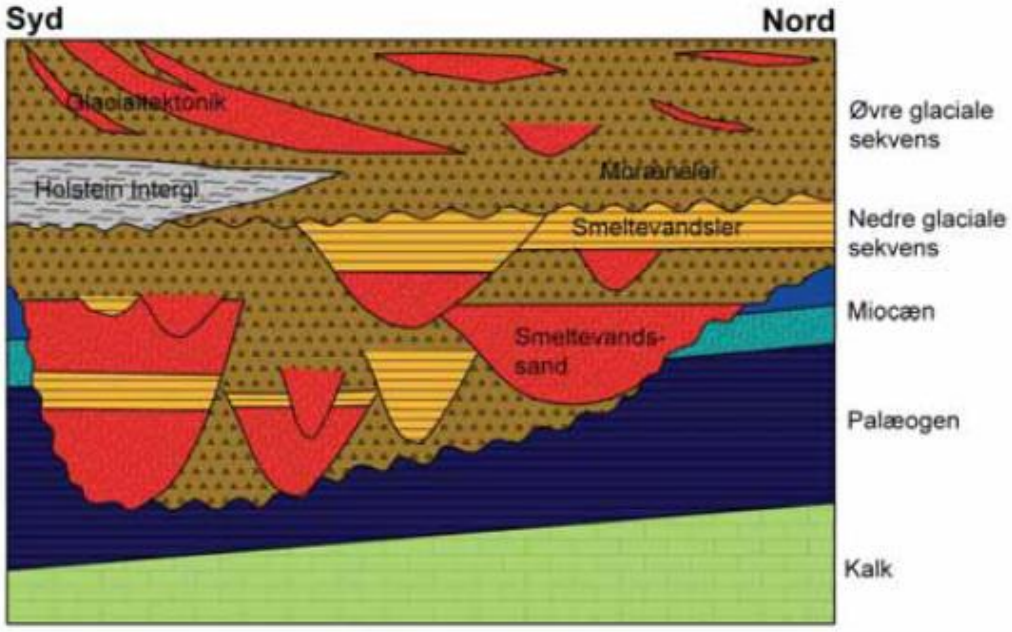


Figur 2.9. Per Smed landskabskort og kortlagt begravede dale /3/.

Dalene er beskrevet i Egebjerg modellen, hvor der er foretaget en relativ aldersdatering af dalene i henhold til hinanden (se Figur 2.10). Dalene er også beskrevet i /3/ under AAR42. De kortlagte dale i området er nederoderet i den gode leder (palæogent ler) /3/. Dalene er generelt opfyldt med lerede aflejringer bestående af moræneler og smeltevandsler, men der ses også stedvis højmodstandslag, som formentlig repræsenterer smeltevandssand. Flager af Lillebælt ler i nogle af dalstrukturerne indikerer at området, hvor dalene ligger, har været udsat for glacialtektonisk deformation før og efter dannelse af dalene. Den glacialtektonisk deformation har resulteret i en generel fordybning i den palæogene ler i midten af området, mens den palæogene ler ligger højt både syd og nord for området /3/. Dette betyder, at de kortlagte begravede dalstrukturer kortlagt i området er delvis nederoderet i det palæogene ler men også i tidligere aflejringer af moræneler. De begravede dale kortlagt i SkyTEM-data repræsenter afgrænset aflejringer af smeltevandsaflejringer som illustreret i Figur 2.11.



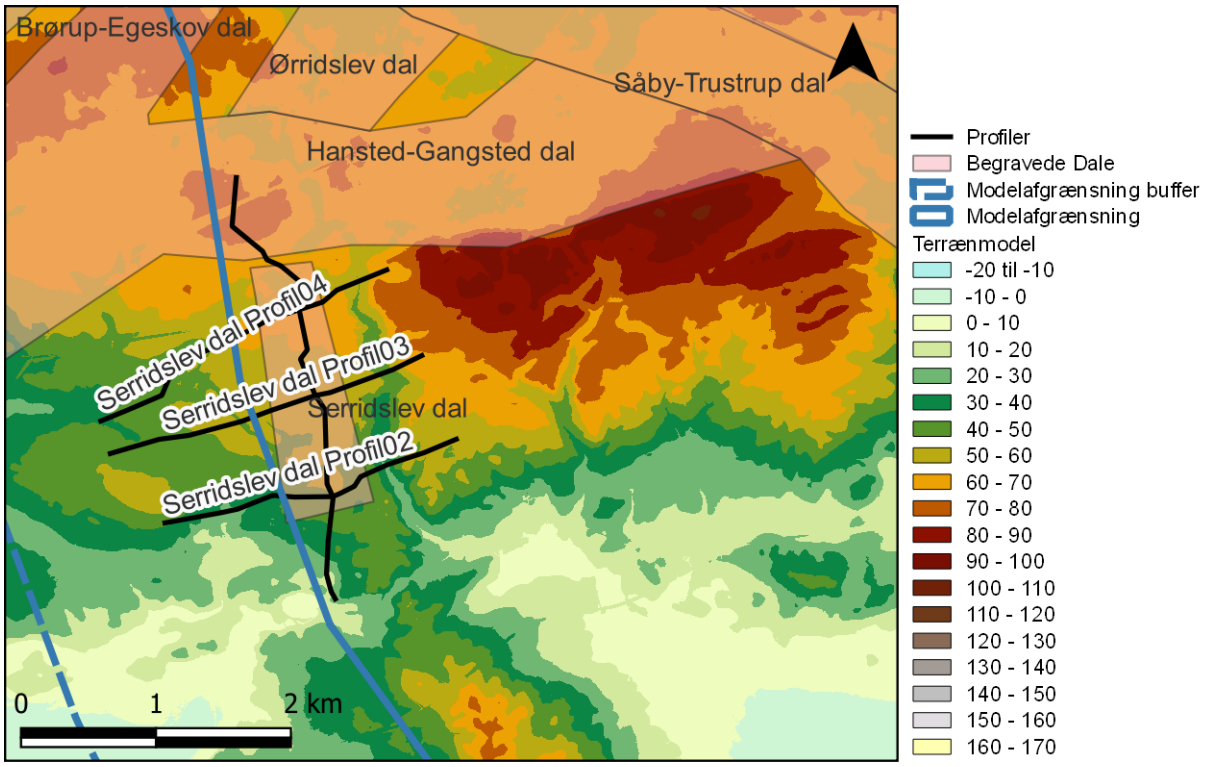
Figur 2.10. Begravede dale kortlagt i forbindelse med opstilling af Egebjerg modellen (se bilag 12 i /2/).



Figur 2.11. Principskitse af den geologiske lagserie /3/.

2.2.1 Serridslev dal (a1)

Serridslev dalen er en nord-syd gående begravet dal, der ligger øst for Serridslev (dal a1 i /2/). Dalen ligger på den vestlige rand af det glacialtektonisk kompleks beskrevet i afsnit 2.1 (KS-område 1). Dalbunden ligger ca. i kote -20 m til -30 m. SkyTEM-data indikerer, at dalen er primært opfyldt med lerede aflejringer (modstande < 30 ohmm). Der er optegnet 4 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 05. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.12.



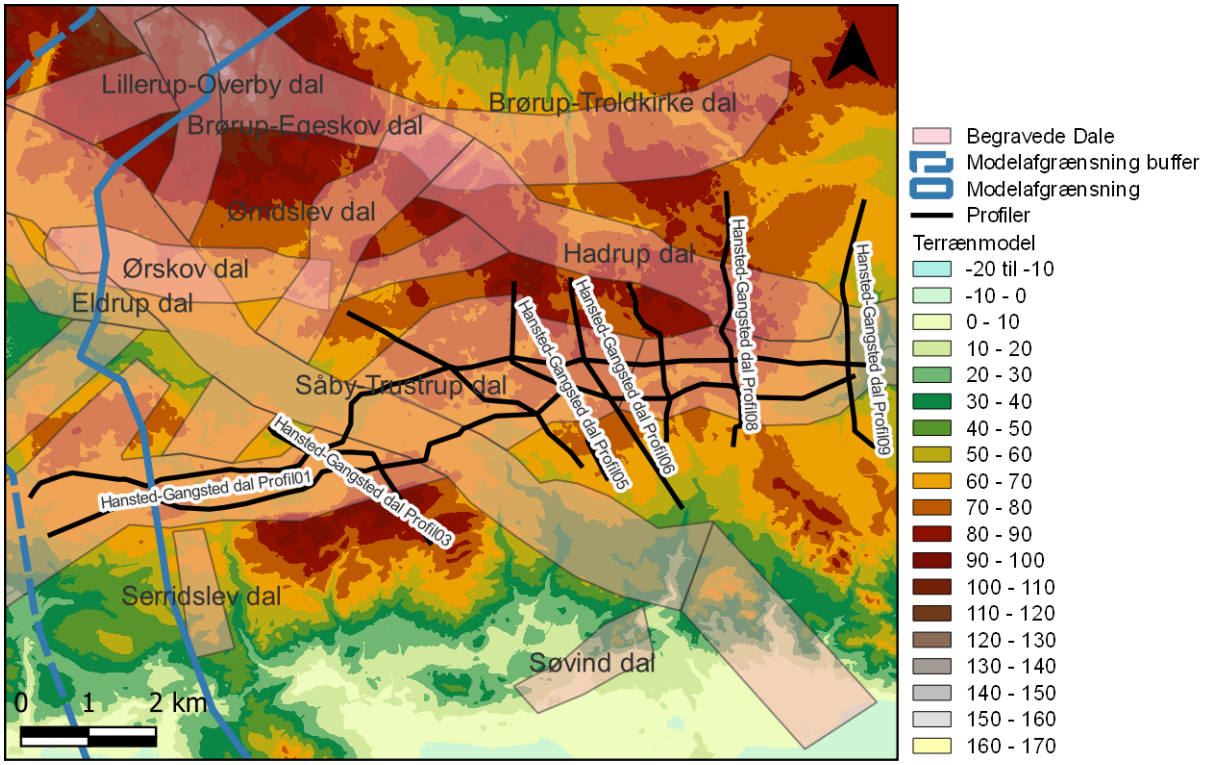
Figur 2.12. Serridslev dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 05.

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne af Ler2400 (prækvartæroverfladen), så dalstrukturen fremgår tydeligere i tolkningerne (se rettelser i Bilag 05).
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 05, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.

2.2.2 Hansted-Gangsted dal (b1)

Hansted-Gangsted dalen er en V-Ø gående begravet dalstruktur. Mod øst er dalen forbundet med Boulstrup dalen (afsnit 2.3). Den øvre del af dalfyldet er påvirket af glacialtektonisk deformation ved Tvingstrup-Ås randmoræne (afsnit 2.1.1) og muligvis også ved Gangsted bakke (afsnit 2.1.3). Der er optegnet på langs og tværs af dalstruturen, som er vist i Bilag 06. Tværsnittenes placering fremgår af Figur 2.13.



Figur 2.13. Hansted-Gangsted dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 06.

Det anbefales:

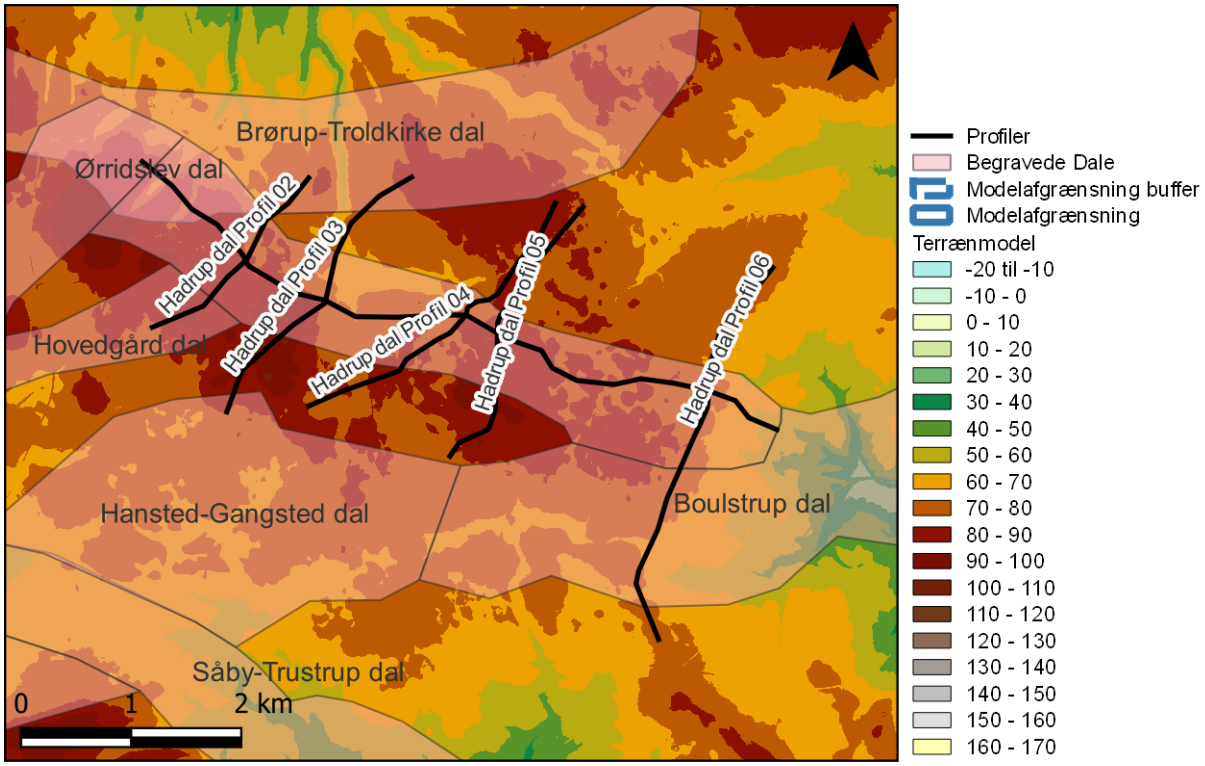
- At tilrette tolkningerne med udgangspunkt i forslåede tolkningerne vist på tværsnittene i Bilag 06. Det er vigtigt, at sandlagene tolkes mindre gennemgående og en tykkelse på maks. 10 m (medmindre boringerne angiver noget andet), hvor geofysikken viser primære lave modstande.

2.2.3 Hadrup dal (d4)

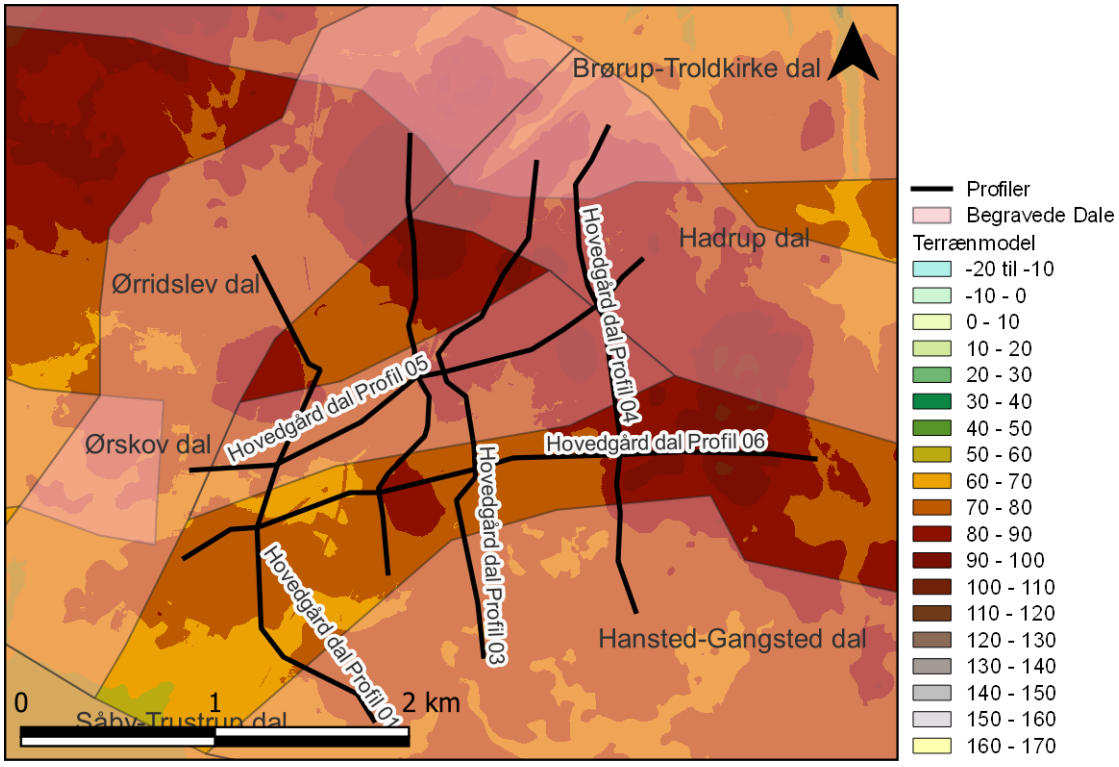
Hadrup dalen er en NV-SØ gående dal, der er svagt nederoderet i den gode leder (det palæogene ler). I dalen er der kortlagt et lavmodstandslag (15-30 ohm) fra kote +50 m og ned til kote +10 m. Det vurderes ud fra modstandene og boringernes prøvebeskrivelser (fx DGU 107.742, 98.738 – svagt gruset, lagdelt, fedt ler), at laget formentlig repræsenterer et lerede issø-aflejringer. Der er optegnet 6 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 07. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.14.

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne af Ler2400 (prækvartæroverfladen), så dalstrukturen fremgår tydeligere i tolkningerne (se rettelser i Bilag 07).
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 07, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.
- At kun benytte Sand7800 (BDS0) til at tolke de miocæne sandaflejringer i området, som illustreret på profilerne i Bilag 07. Jeg ser ikke nogle gode grunde (fx større gennemgående lerlag i det miocænt sand), der gør, at det er nødvendigt at opdele de miocæne sandaflejringer i to sandenheder.



Figur 2.14. Hadrup dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 07.



Figur 2.15. Hovedgård dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 08.

2.2.4 Hovedgård dal (c2)

Hovedgård dalen er en NØ-SV gående dal, der er svagt nederoderet i den gode leder (det palæogene ler). Sky-TEM-data viser udelukkende lavmodstandslag, som indikerer, at dalfyldet primært består af lerede aflejringer. Boringerne DGU 98.755 og 98.1111 viser, at der kan være sandlag, men disse lag vil være meget små (<5 m) og vil

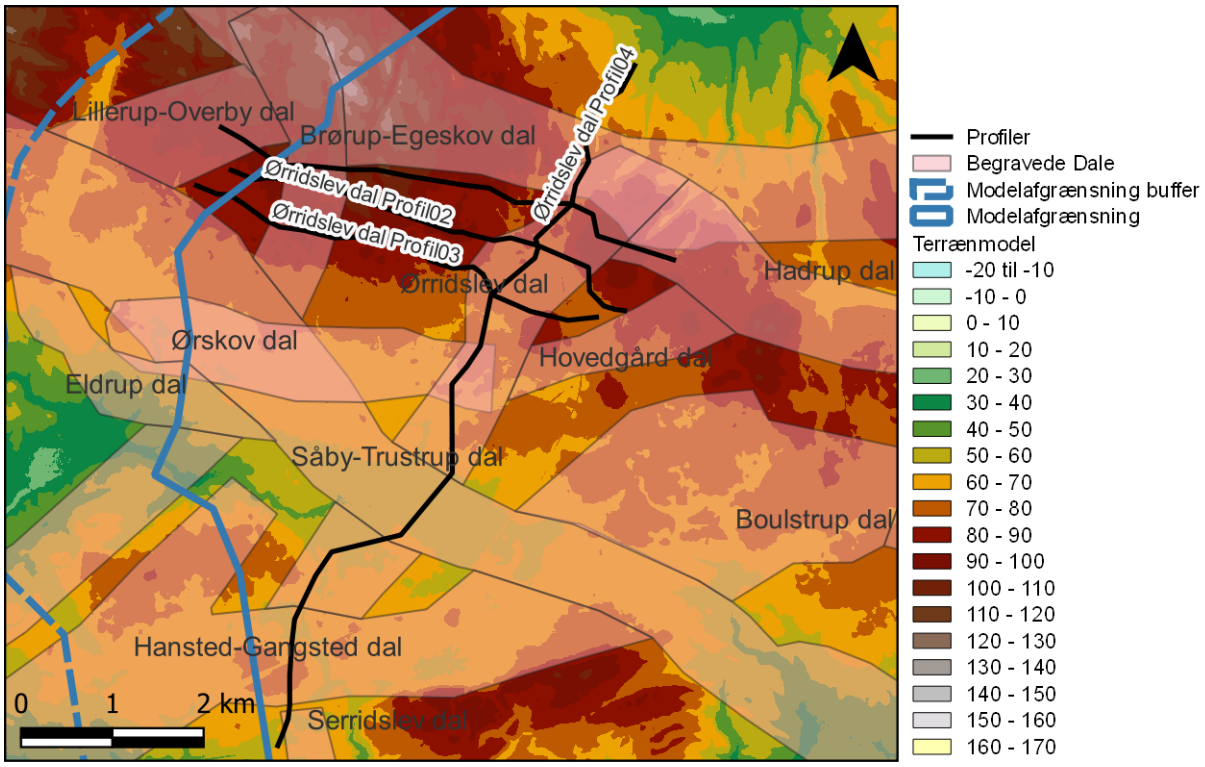
sikret også have en begrænset udbredelse i dalen. Der er optegnet 6 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 08. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.15 (på s. 19).

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne af Ler2400 (prækvartæroverfladen), så dalstrukturen fremgår tydeligere i tolkningerne (se rettelser i Bilag 08).
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 08, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.

2.2.5 Ørridslev dal (c4)

Ørridslev dal er en N-S gående dal, der er gennemskåret af Brørup-Toldkirke dalen, Ørskov dalen, Såby-Trustrup dalen og Hansted-Gangsted dalen. Dalen er dybest mod syd, hvor dalbunden er omkring kote -70 m, mens dalbunden er omkring kote -30 m. Dalfyldet udgøres overvejende af lerede aflejringer. Der er optegnet 4 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 09. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.16.



Figur 2.16. Ørridslev dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 09.

Det anbefales:

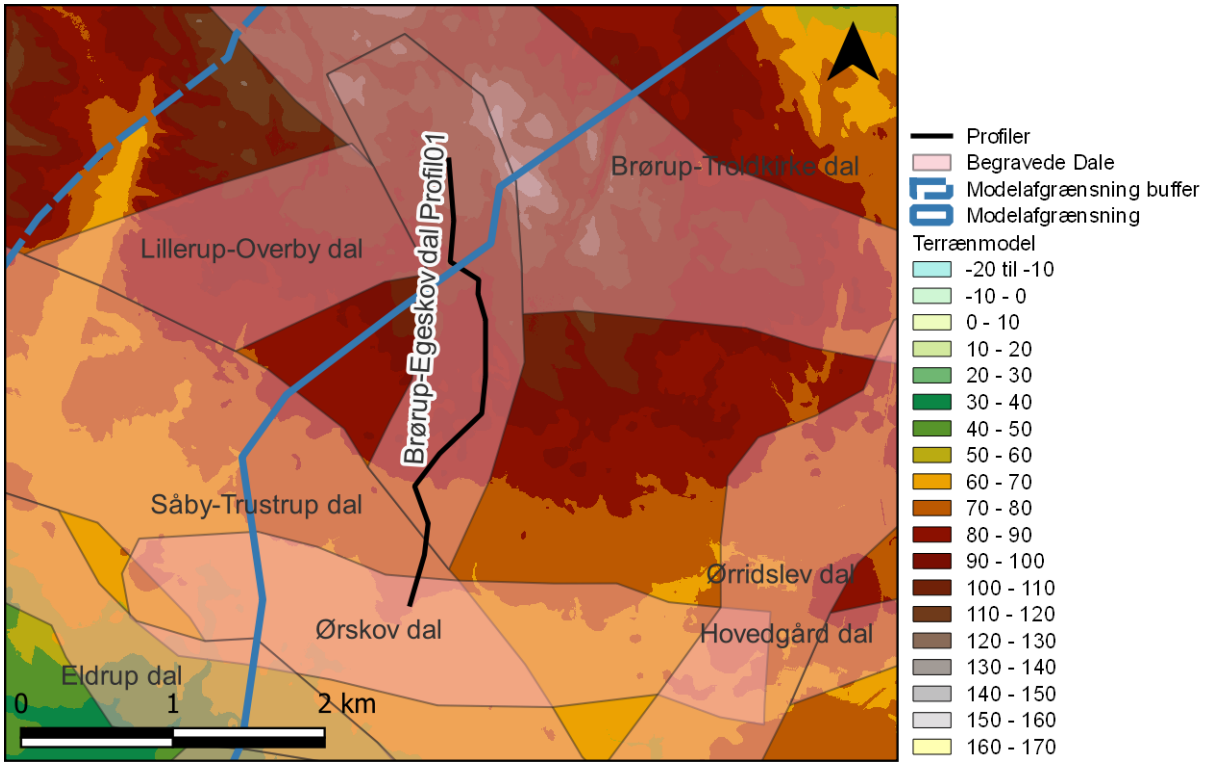
- At hæve Ler2400 (prækvartæroverfladen) på plateauet mellem Brørup-Egeskov dal og Ørridselv dal som vist på Ørridslev dal Profil 02 i Bilag 09.
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 09, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.

2.2.6 Brørup-Egeskov dal (a2)

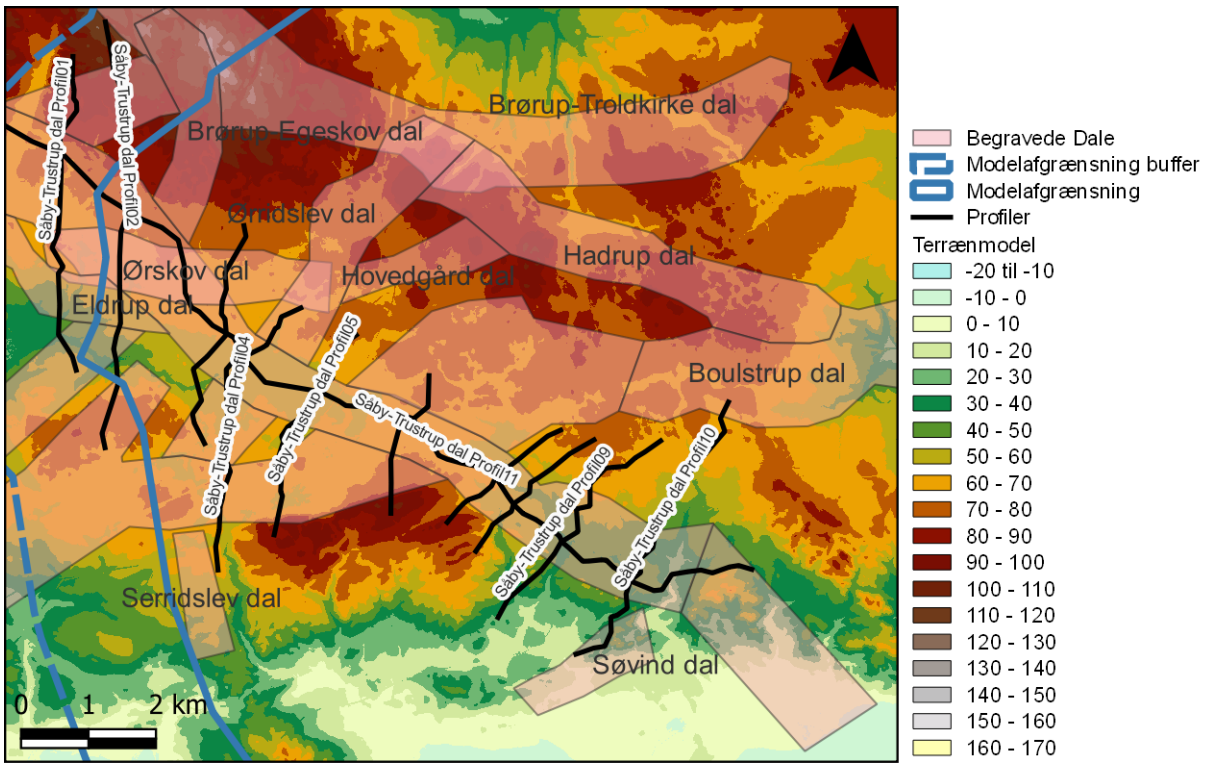
Den nordlige del af Brørup-Egeskov (dal a2 i /2/) krydser den vestlige del af Brørup-Troldkirke dal. Dalen ses fra omkring kote +10 m og ned til omkring kote -60 m /2/. I SkyTEM-data ses dalen nederoderet i den gode leder. Dalfyldet i den nedre del af dalen udgøres af et højmodstandslag, som formentlig repræsenterer smeltevandssand. Højmodstandslaget er dækket af et lag med moderate modstande, som udgøres af moræneler og smeltevandsler /2/. Der er optegnet et tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 10. Placeringen af tværsnittet fremgår af Figur 2.17.

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne som anvist i Bilag 10, så der opnås en bedre tilpasning til geofysisk data.



Figur 2.17. Brørup-Egeskov dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 10.



Figur 2.18. Såby-Trustrup dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 11.

2.2.7 Såby-Trustrup dal (d1)

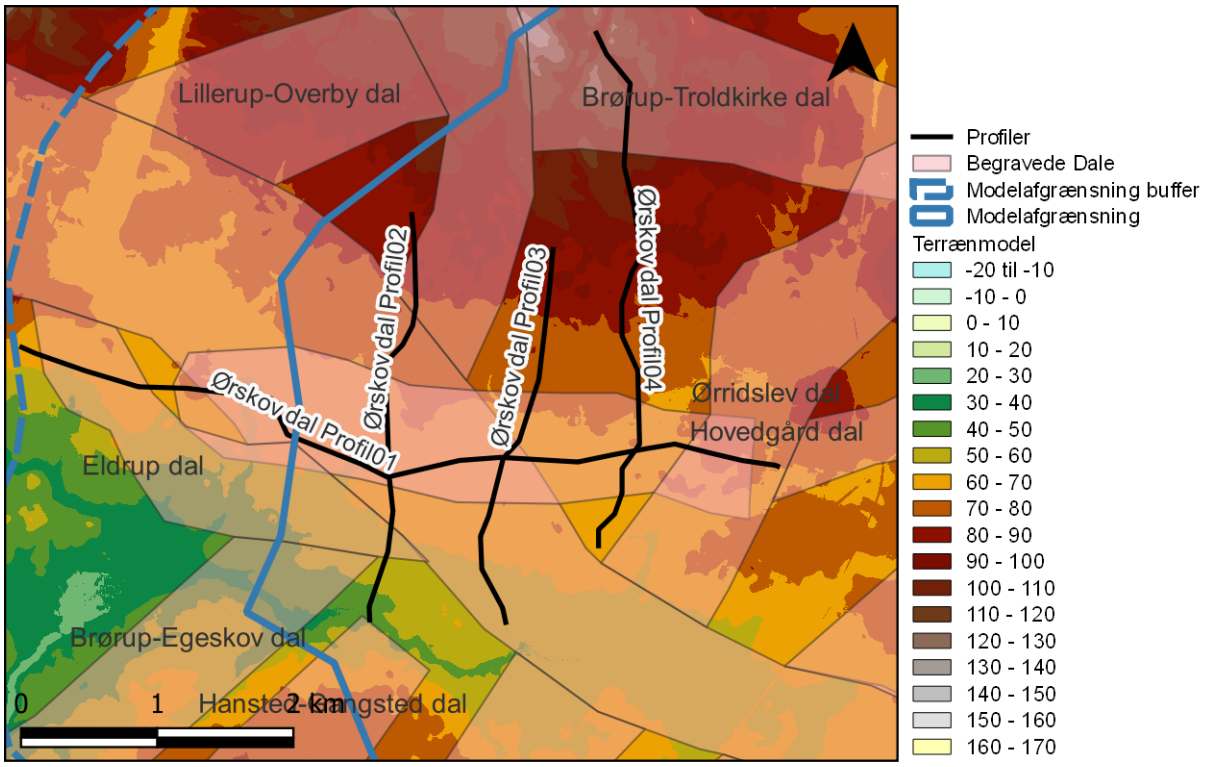
Såby-Trustrup dalen udgør den længste dal i området. Dalen er flere steder meget dyb, hvor bunden lokalt ligger omkring kote -140 m /3/. Hvor dalen er dybest, er det palæogent ler borteroderet, så de kvartære aflejringer i dalen er i kontakt med kalkmagasinet. Såby-Trustrup dalen er gennemskåret af Ørskov dalen. Der er optegnet 11 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 11. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.18 (på s. 21).

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne af Ler2400 (prækvartæroverfladen) nogle steder langs dalflanken (se rettelser i Bilag 11).
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 11, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.

2.2.8 Ørskov dal (f)

Ørskov dalen er en V-Ø gående dal, der krydser Såby-Trustrup dalen. Dalen fremtræder i SkyTEM som et højmodstandsstruktur med modstande på 50-150 ohmm. I den østlige del af dalstrukturen er der en tendens til at det palæogene ler ligger lokalt højt, både i dalen og uden for dalen. Disse lokale forhøjninger i det palæogene ler ligger kan muligvis være gamle flager af palæogent ler, som er er forskudt (polygoner leveres digitalt). Der er optegnet 4 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 12. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.19.



Figur 2.19. Ørskov dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 12.

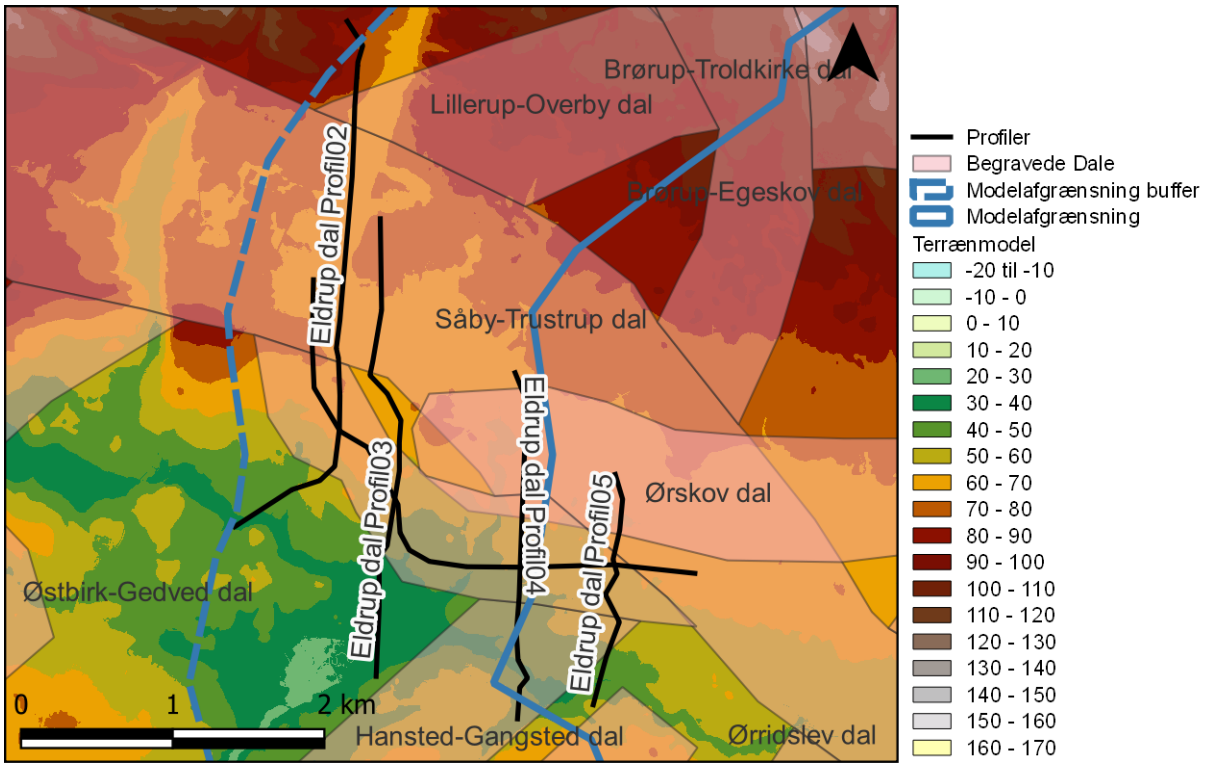
Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne af Ler2400 (prækvartæroverfladen) så fladen er bedre tilpasset geofysisk data (se rettelser i Bilag 12). Der er nogle forhøjninger i det palæogent ler, som ikke er modelleret.
- At ændre tolkningerne som illustreret i Bilag 12, så tolkningerne af de gennemgående sandlag fjernes.

2.2.9 Eldrup dal (e)

Eldrup dalen er en V-Ø gående sidedal til Såby-Trustrup dal. SkyTEM-data viser, at dalfyldet består overvejende af lavmodstandslag (10-30 ohmm), men der ses og nogle steder med moderate modstande, som kunne indikere et mindre sandlag (10-20 m tyk) i bunden af dalen. I dalen er der nogle enkelte boringer (DGU 107.117 og 98.1071), hvori der er truffet et mindre sandlag mellem kote +20 m og kote 0 m. Dette sandlag ses ikke rigtigt i SkyTEM-data, der er derfor tilknyttet en stor usikkerhed på sandlagets udbredelse i dalen og dens forbindelse

med sandlag uden for dalen (DGU 107.438). Der er optegnet 5 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 13. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.20.



Figur 2.20. Eldrup dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 13.

Det anbefales:

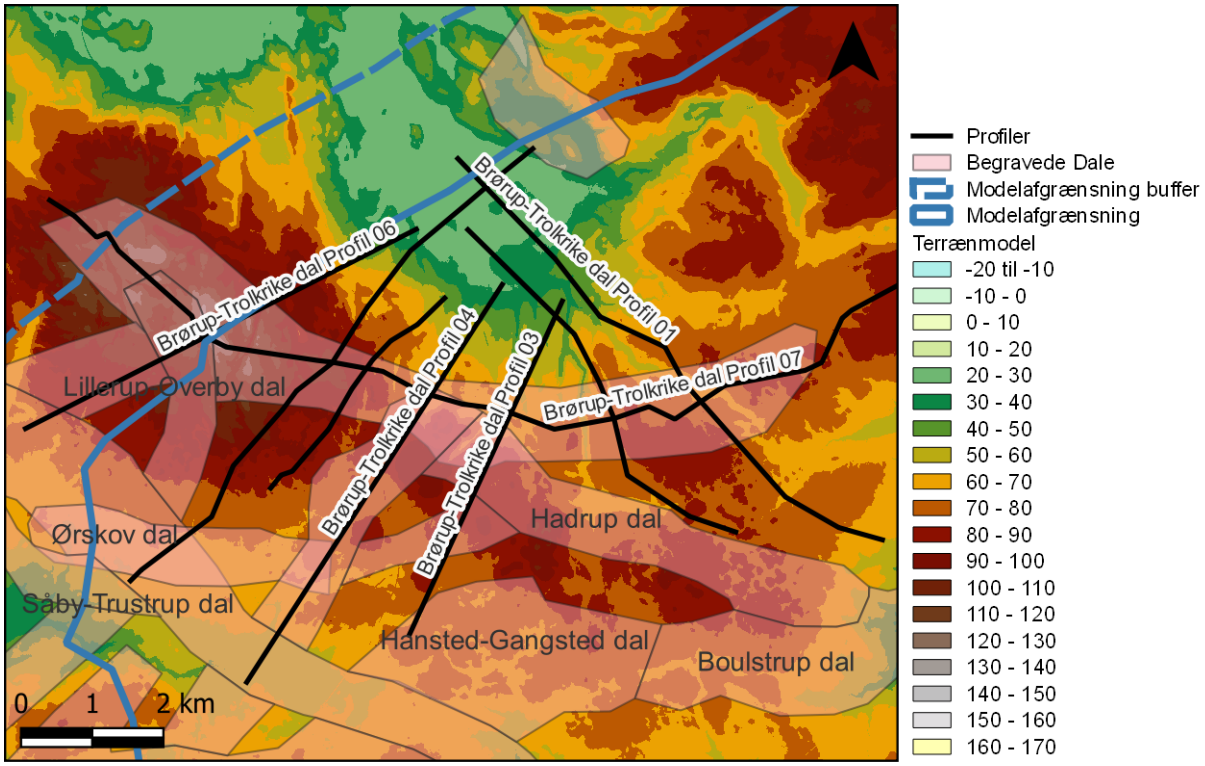
- At lavmodstandslaget (<20 ohmm), der formentlig repræsenterer smeltevandsler, mellem kote +30 m og kote -30 m tolkes som Ler1500. Dette vil betyde, at det mindre sandlag, der ses i boringerne DGU 107.117 og 98.1071, udgør Sand1400.
- At tykkelsen og udbredelsen af Sand1400 gøres mindre end der er tolket i FOHM-opdateringen. Med den nuværende tolket tykkelse i FOHM, så vil det forventes, at sandlagets tilstedeværelse vil kunne ses i SkyTEM-data. Sandlaget bør ikke have en tykkelse større end 10 m.

2.2.10 Brørup-Troldkirke dal

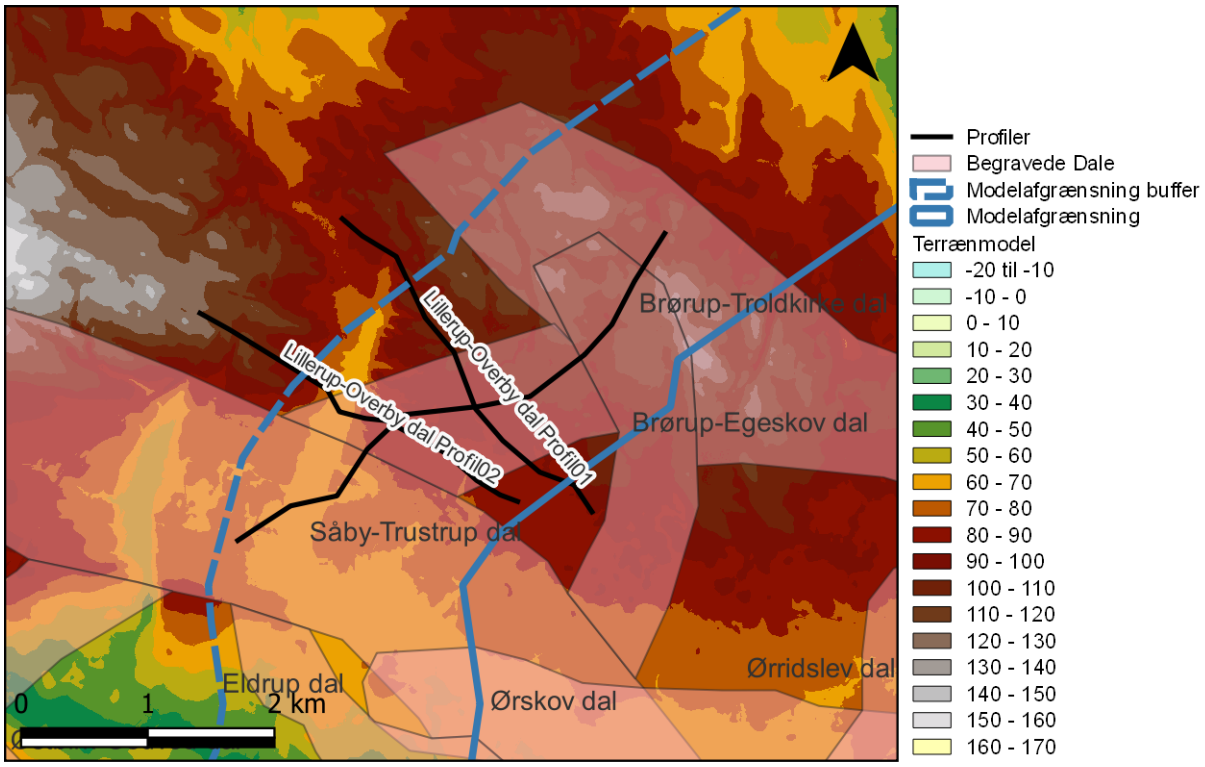
Brørup-Troldkirke dalen fremgår i SkyTEM-data som en aflang højmodstandsstruktur (over 100 ohmm) /3/. Højmodstandsstrukturen er ikke nederoderet i den gode leder (palæogent ler), men ligger relativt højt i lagserien. Dalen beskrives til at indeholde miocænt sand, men som tolkes at være omlejret /3/. Som det fremgår af Figur 2.21, dalen under et større bakkedrag ved Brørup. Ifølge /1/ udgør bakkedraget en randmoræne, der er dannet af NØ-isen i Sen Weichsel. Det vurderes, at de miocæne aflejringer, som ses i dalstrukturen, skyldes formentlig glacialtektonisk deformation i forbindelse med randmoræne-komplekset. Der er optegnet 8 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 14. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.21.

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne som vist i Bilag 14.
- At forlænge dalen mod nord som anbefalet i KS-område 04 (afsnit 2.4)



Figur 2.21. Brørup-Troldkirke dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 14.



Figur 2.22. Lillerup-Overby dal og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 15.

2.2.11 Lillerup-Overby dal

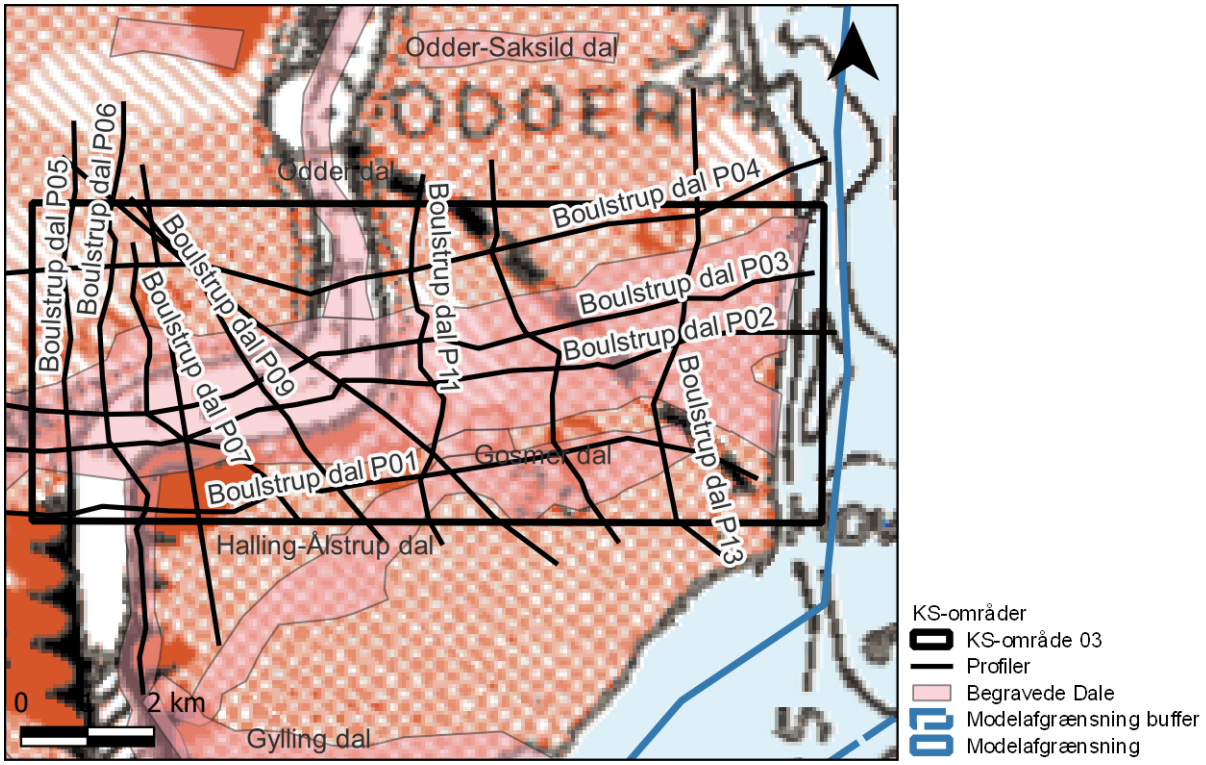
Lillerup-Overby dalen er en lille NØ-SV gående dal, der ligger i modelområdets bufferzone. Der er optegnet 3 tværsnit gennem dalstrukturen, som ses i Bilag 15. Placeringen af tværsnittene fremgår af Figur 2.22.

Det anbefales:

- At tilrette tolkningerne som vist i Bilag 15.

2.3 KS-område 03

KS-område 03 omfatter den begravet dalstruktur kaldt Boulstrup dal (AAR4 i /3/), som ligger i den vestlige af modelområdet. Som det fremgår af Figur 2.23, ligger KS-området i et morænelandskab dannet i Weichsel Istid. Boulstrup dalen er en v-ø gående dalstruktur, som er helt begravet dal (ses ikke i det nuværende terræn). Dalen fortsætter længere mod vest, hvor denne del af dalen er kaldt for Hansted-Gangsted dalen (se afsnit 2.2.2). Den vestlige del af Boulstrup dalen er gennemskåret af Odder dalen. Odder dalen er en smeltevandsdal, som blev dannet under afsmeltningen af det Østjyske Isfremstød /1/.



Figur 2.23. Per Smed landskabskort og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 16.

Der er optegnet tværsnit på langs og tværs af dalstruturen, som er vist i Bilag 16. Tværsnittenes placering fremgår af Figur 2.23.

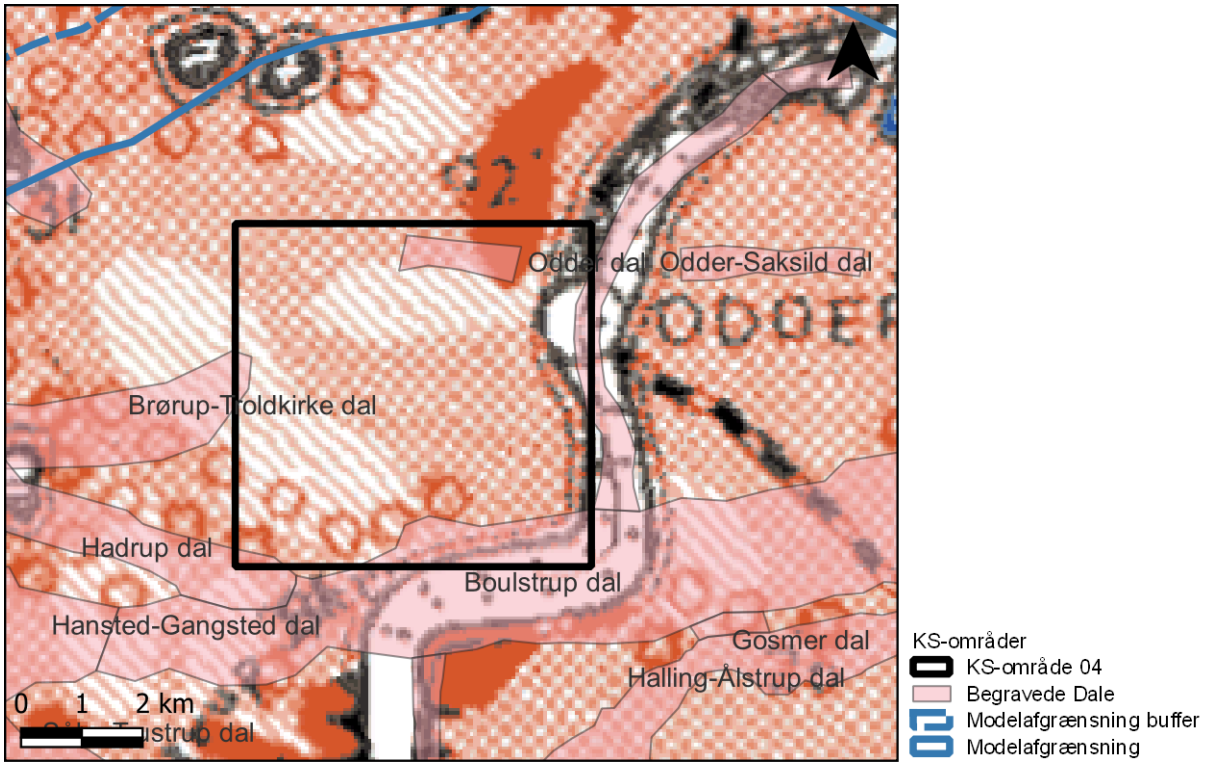
Det anbefales:

- At der foretages en delvis retolkning af dalfyldet i Boulstrup dalen. Der er tolket en del sand i forhold til at der er en del geofysik, som har modstande, der indikerer lerede aflejringer. I retolkningen skal der tages udgangspunkt i tolkningerne vist i Bilag 16.
- At være ekstra opmærksom på om geofysikken indikerer om sand på plateauerne er i hydraulisk kontakt med sandet i dalen. Hvis der er indikation på at der ikke er hydraulisk kontakt, er det vigtigt at man får modelleret lerbarriererne mellem sandet på plateauet og sandet i dalen.

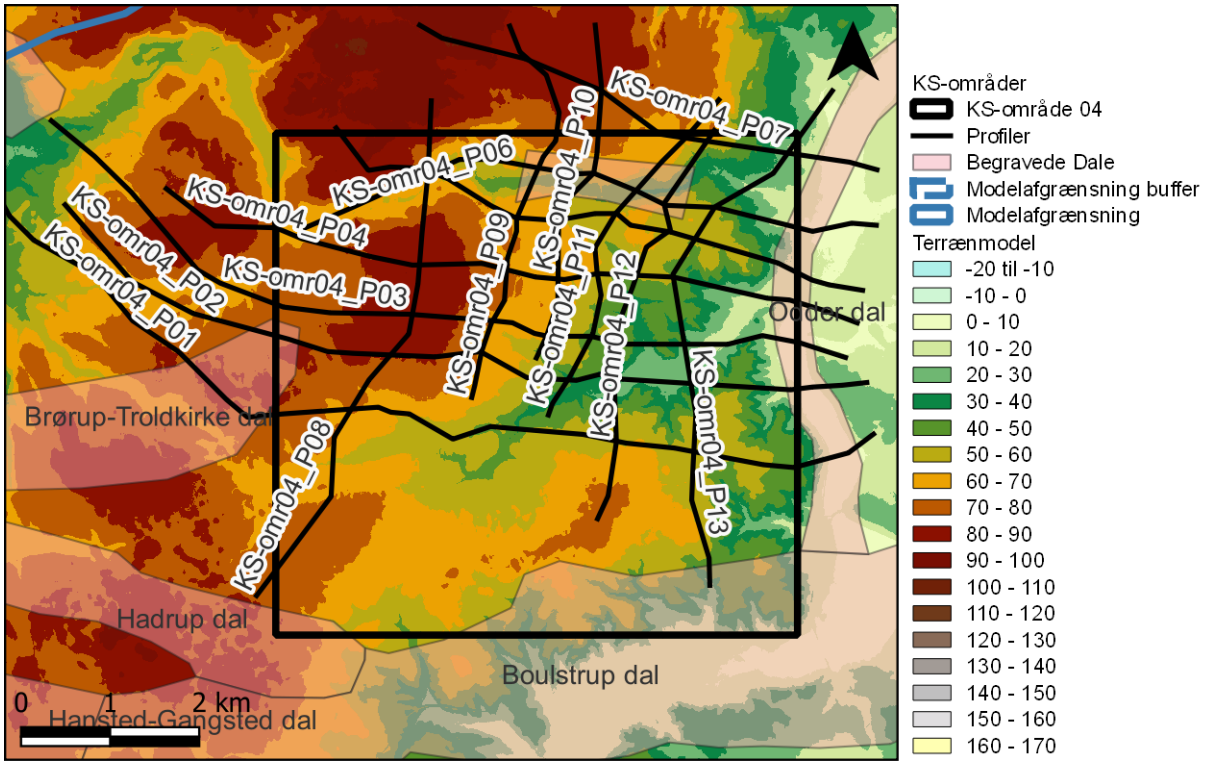
2.4 KS-område 04

KS-område 04 ligger i den centrale del af modelområdet. Som det fremgår af Figur 2.24, er området præget af et Weichsel bundmorænelandskab. I KS-området ligger den vestlige halvdel af Odder-Saksild dalen (AAR4 i /3/). Der er optegnet 13 tværsnit gennem KS-område 04, som er vist i Bilag 17. Tværsnittenes placering fremgår af Figur 2.25.

Det største problemstilling i området er at definere grænsen mellem de kvartære aflejringer og de miocæne aflejringer.



Figur 2.24. Per Smed landskabskort.



Figur 2.25. KS-område og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 17.

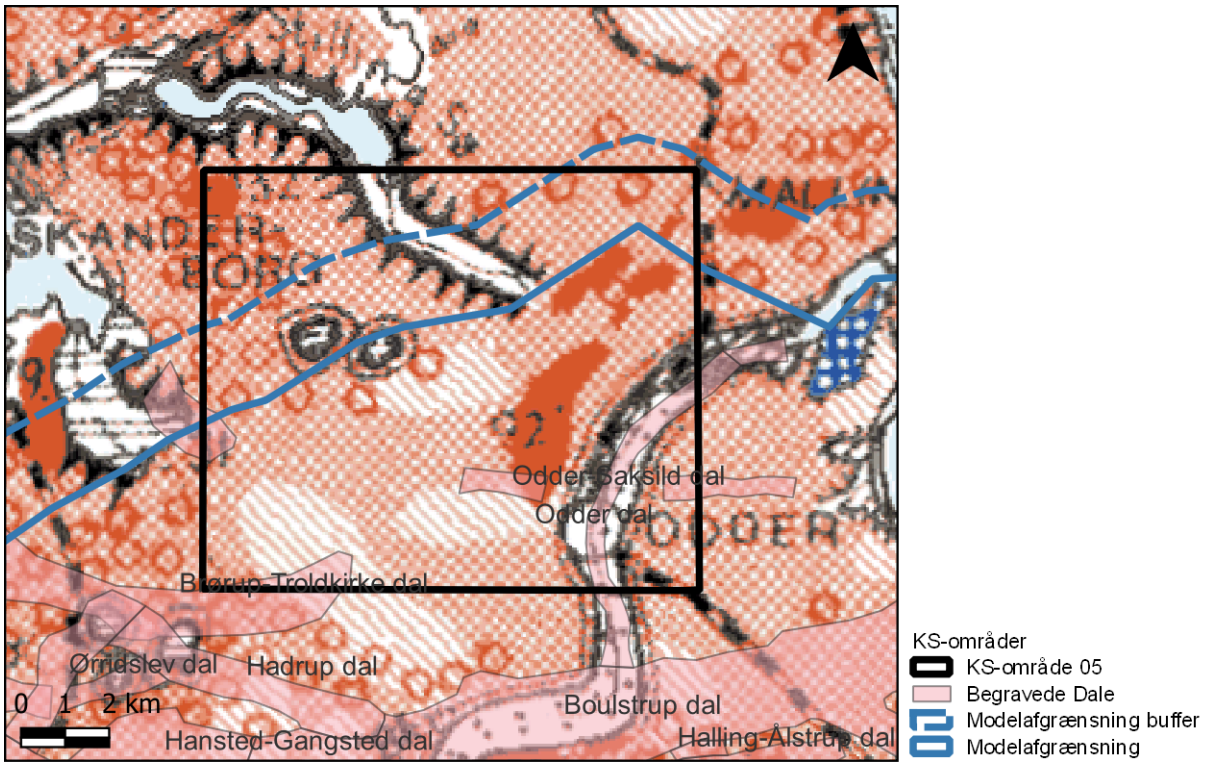
Det anbefales:

- At foretage en tolkning af Odder-Saksild dalen, da denne dal ikke er tolket i nuværende FOHM-opdatering.
- At tilrette tolkningerne i henhold til de tolkninger vist på tværsnittene i Bilag 17.

- At gennemgå tolkningen af prækvartæroverfladen (Ler2400) i forhold til Odder dalen. Odder dalen er generelt ikke særlig dyb eller bred, men den er tolket både dyb og bred ved KS-område 04. Der ses dog ikke noget i datagrundlaget til at understøtte denne tolkning. Tilret tolkningen af Odder dalen ved at tage udgangspunkt i KS-område04 Profil 01-07 i Bilag 17. Vær opmærksom på at dybden på Odder dalen, som er tegnet på tværsnittene, ikke er nødvendigvis den korrekte dybde. Jeg har ikke foretage denne vurdering. Jeg har kun illustreret på tværsnittene, at dalen bør tolkes smallere og ikke så dyb.
- At de miocæne aflejringer tolkes ved kun at benytte Sand7800 (BDS0). Der er ikke noget i pejledata eller boringsdata, der indikerer, at der er behov for tolkningen af et miocænt lerlag.
- Jeg har ikke det fulde overblik, men det geofysiske data indikerer, at Brørup-Toldkirke formentlig fortsætter længere mod nord end det, der er vist i Figur 2.25. Opdaterer tolkningerne ud fra det, der er vist på tværsnittene i Bilag 17, og se om der ikke skabes en fordybning i prækvartæroverfladen, der kan forbindes med Brørup-Toldkirke dalen.

2.5 KS-område 05

KS-område 05 dækker den nordlige del af Odder Modelområde. I KS-område 05 ses, som det fremgår af Figur 2.26, et Weichsel bundmoræneslandskab, der er domineret af flere randmoræne-komplekser. Randmoræne-komplekserne vurderes at være dannet som følge af glacialtektonisk deformation under det Østjykske Isfremstød i Sen Weichsel (16.000-19.000 år siden) /1/.

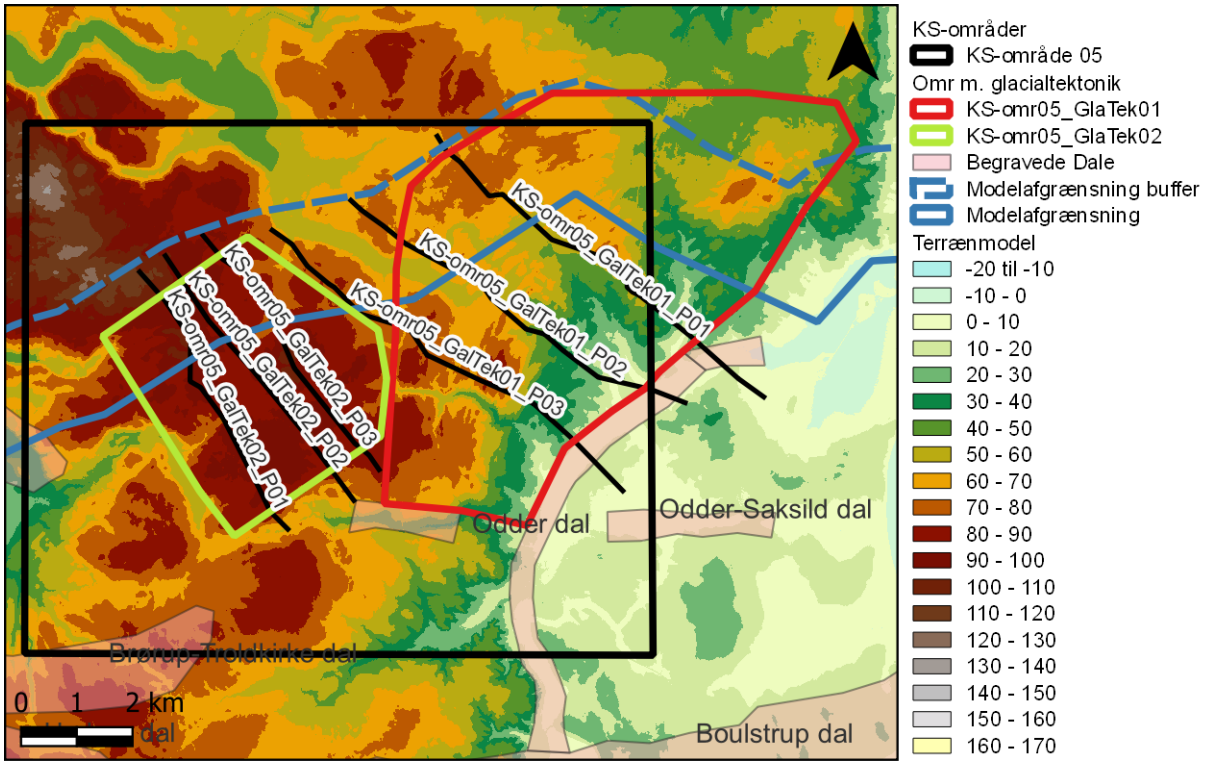


Figur 2.26. Per Smed landskabskort.

Randmoræenerne er dannet ved glacialtektonisk deformation. Her er sedimentflager skubbet op og stablet oven på hinanden foran af den fremrykkende gletsjer. I området har det generelt været sedimentflager bestående af fed palæogent ler og glimmerler, som blev presset op foran isen. De opskudte sedimentflager ses i terrænet som langstrakte bakkerygge. I **Error! Reference source not found.** er der markeret et område (KS-omr05_GlaTek01), hvor der ses flere langstrakte, parallelle, bueformede bakkerygge.

Inden for det markeret område kaldt KS-omr05_GlaTek01 er sedimenterne kraftigt påvirket af glacialtektonisk deformation. Flager af palæogent ler og miocænt glimmerler er presset op og stablet oven på hinanden. Som følge heraf udgør området en større hydraulisk barriere og eventuelle sandaflejringer i dette område ligger som sandlinser. Sedimenterne er deformeret af et det Østjykske Isfremstød med et istryk fra sydøst.

I området kaldt KS-omr05_GlaTek02 vurderes det, at de miocæne aflejringer kan være udsat for mindre deformation. I terrænet kan der svagt observeres langstrakte, parallelle bakkerygge. I SkyTEM-data ses en højmodstandslag (glimmersand) være stedvis afbrudt af mindre områder med lave modstande, som muligvis kunne repræsenterer af flager af det underliggende glimmerler. Hvis sedimenterne har været udsat for glacialtektonik, menes sedimenterne at være deformeret af et istryk fra syd-sydøst. Det er uvist hvilket isfremstød, der forårsaget deformationen.



Figur 2.27. KS-område 05, de to områder hvor det vurderes at der er glacialtektonisk deformation og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 18.

Der er optegnet tværsnit på tværs af de to glacialtektoniske komplekser (KS-omr05_GlaTek01 og KS-omr05_GlaTek02), som er vist i Bilag 18. Tværsnittenes placering fremgår af Figur 2.27. Anbefalinger til ændringer i tolkningerne er listet nedenunder.

KS-omr05_GlaTek01:

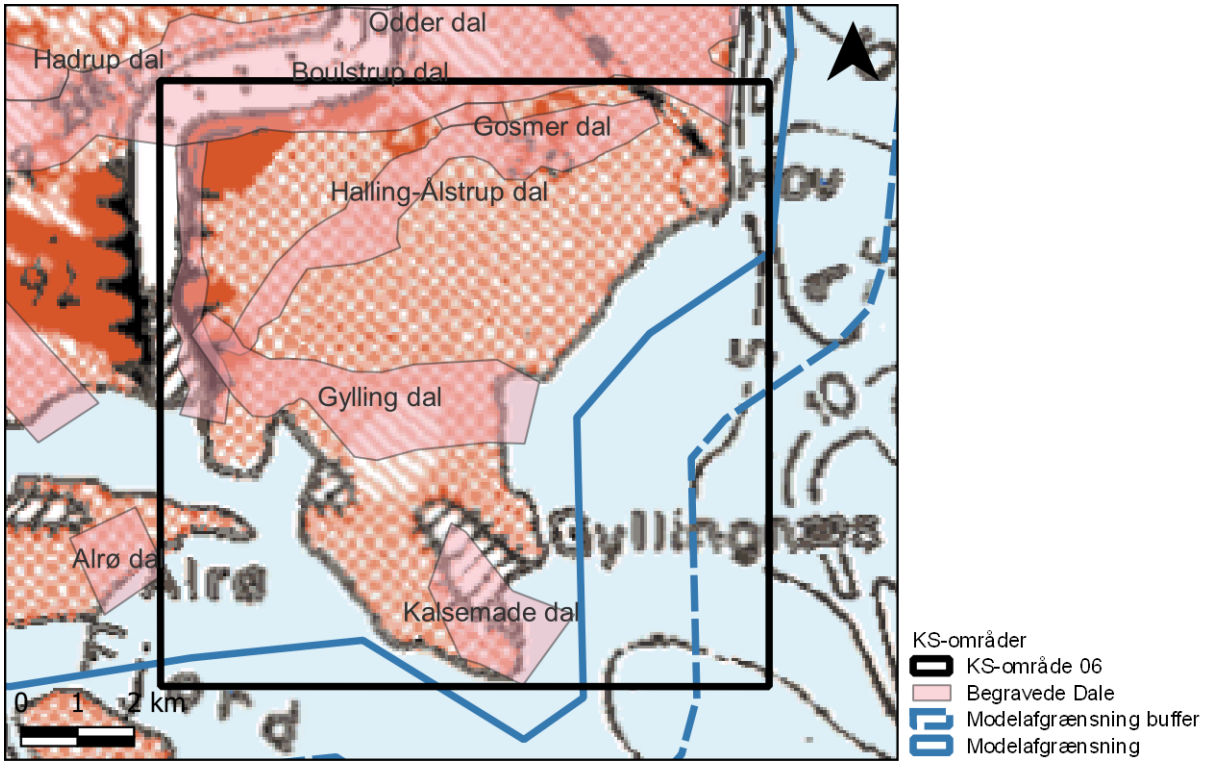
- I området er der stedvis tolket et større gennemgående sandlag (Sand1400) i området på baggrund af boringsdata. Det anbefales at sandlaget tolkes som mindre sandlinser, da sandlagene er afgrænset pga. opskudt flager af palægent ler. Lige nu er sandlagene tolket som Sand1400, men det anbefales at tolke sandlinser ved at anvende Sand400 og Sand1200, da disse lag benyttes til at modellere sekundære grundvandsmagasiner (se Bilag 18). Hvis dette ikke er muligt, så benyttes Sand1400, men det er vigtigt, at sandet tolkes som sandlinser og ikke et gennemgående sandlag.
- Hvor der ikke er boringer, der angiver sandlag, anbefales det, at primært tolke ler, selvom geofysikken viser mindre højmodstandslag (sandlinser). Dette skyldes, at glacialtektoniske deformation er vanskeligt at modellere i lagmodeller. Hvis man ikke får afgrænset sandlinserne godt nok, kan det resultere i, at der skabes forbindelse mellem sandlinserne, og der dermed skabes en hydraulisk forbindelse, som ikke er til stede.

KS-omr05_GlaTek02:

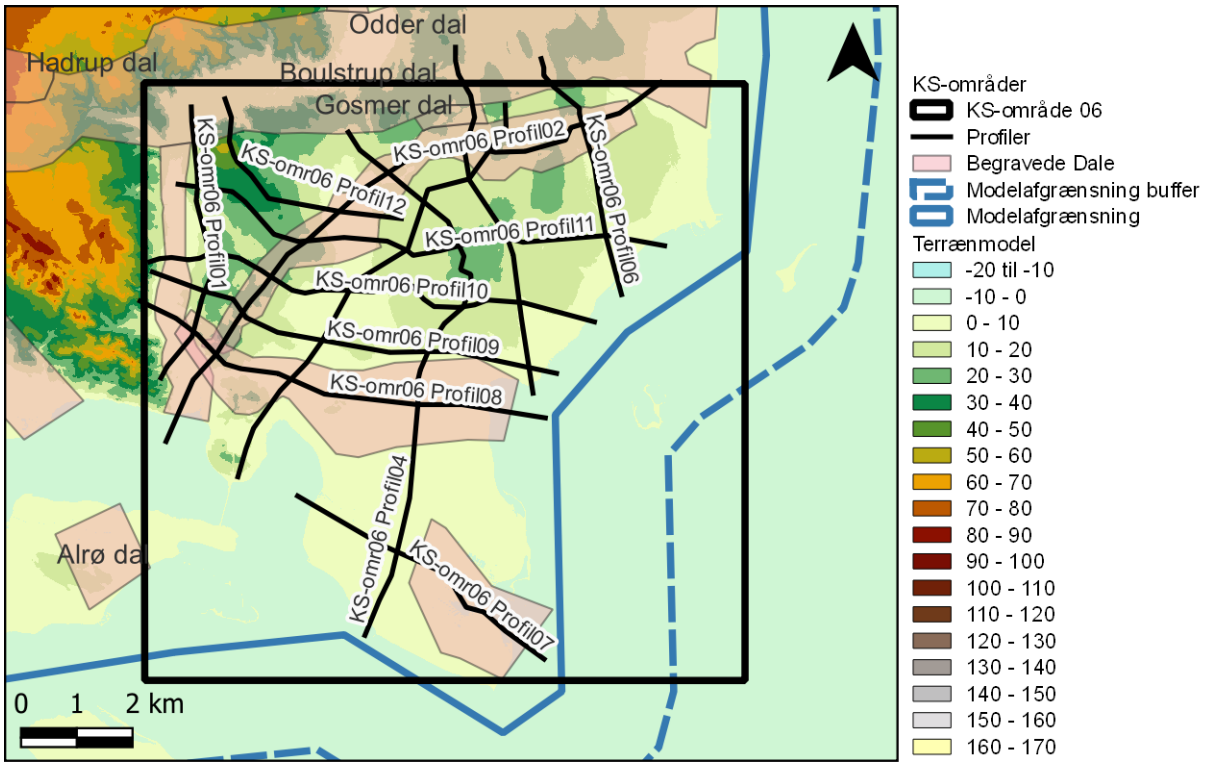
- Det anbefales, at der hvor der ses en fordybning i prækvartæroverfladen, at geologien her tolkes med kvartære lag (i stedet for miocæne lag) som vist på tværsnittene KS-område05 GalTek02 Profil 01-03 i Bilag 18.

2.6 KS-område 06

KS-område 06 ligger i den sydøstlige del af modelområdet. Som det fremgår af Figur 2.28, er området karakteriseret af et Weichsel bundmorænelandskab. Der er på baggrund af geofysisk data og boringsdata kortlagt en række begravede dale, som er nederoderet i en prækvartær lagserie bestående overvejende af palæogent ler.



Figur 2.28. Per Smed landskabskort.



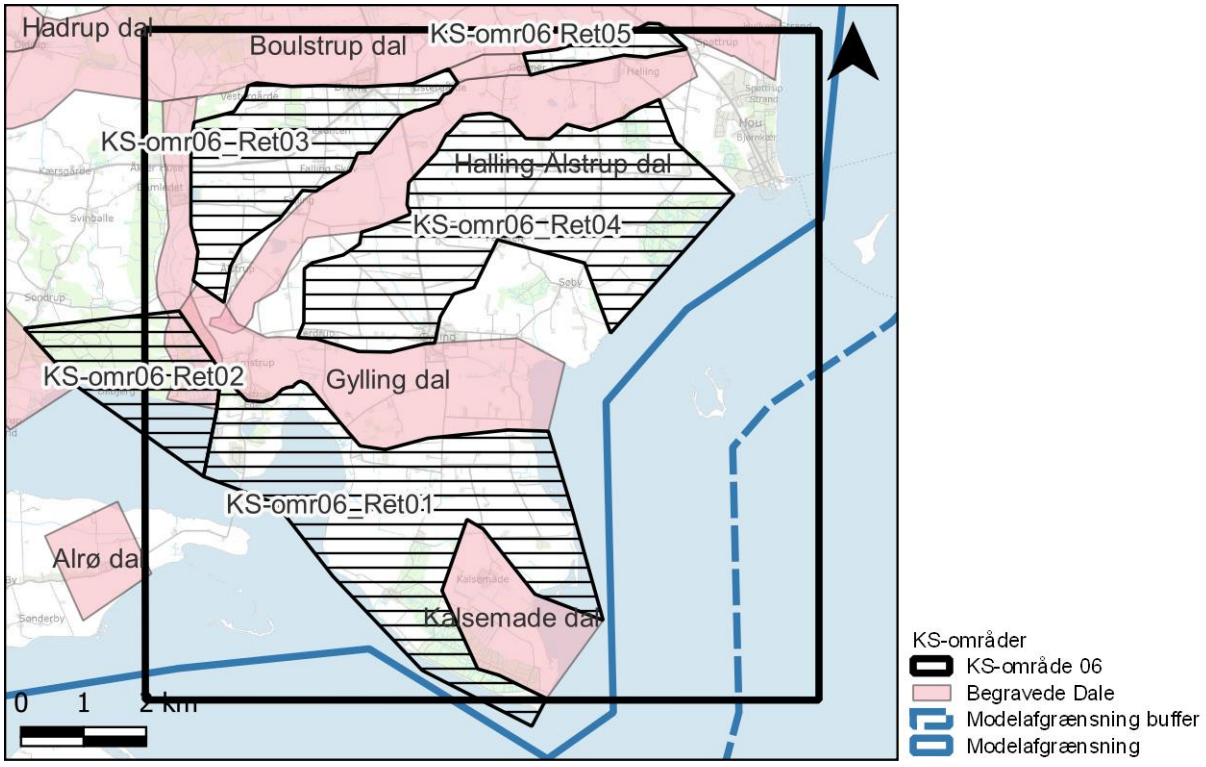
Figur 2.29. KS-område 06 og placeringen af tværsnittene vist i Bilag 19.

Der er optegnet 12 tværsnit gennem KS-område 06, som er vist i Bilag 19. Tværsnittenes placering fremgår af Figur 2.29.

For at opnå en mere præcis tolkning af geologien i området anbefales det, at der foretages en bedre afgrænsning og definition af de begravede dale samt at der tolkes færre sandlag i plateauområderne. Forslag til ændringer i tolkningerne er listet nedenunder. Forslagene er opdelt i områderne vist i Figur 2.30.

Det anbefales:

- At der primært tolkes ler i områderne KS-omr06_Ret01, KS-omr06_Ret03, KS-omr06_Ret04 og KS-omr06_Ret05. Hvis der er geofysik eller boringer der indikerer sandlag, tolkes disse sandlag som sandlinser. Sandaflejringerne i KS-område 06 findes i de begravede dalstrukturer og områderne ikke markeret med et skraveret polygon i Figur 2.30
- At prækvartæroverfladen hæves i KS-omr06_Ret05, så der opnås en bedre tilpasning til det geofysisk data. Den modellerede prækvartæroverflade (Ler2400) ligger lavere end de afsat tolkningspunkter. Dette skyldes, at der er sat tolkningspunkter langs dalflanken. Hvis disse punkter fjernes, så er der en mulighed for, at den modellerede flade flyttes op til tolkningspunkterne på plateauet.
- At tilrette prækvartæroverfladen i KS-område 06, så de tilpasser de begravede dalstruktur, som er defineret i Figur 2.30.
- At hæve prækvartæroverfladen i KS-omr_6_ret02, så dalforbindelsen mellem Såby-Trustrup dalen med Gylling dalen forsvinder.
- At tilrette tolkningerne efter tværsnittene vist i Bilag 19.



Figur 2.30. Polygonerne markerer områder med forslag til ændringer i tolkningerne.

3. Reference

/1/ Houmark-Nielsen, M. (2021). Istiden i det danske landskab. Lindhardt og Ringhof Forlag A/S.

/2/ Egebjerg model

/3/ Sandersen, P.B.E. og Jørgensen, F., 2016. Kortlægning af begravede dale i Danmark – opdatering 2010-2015. Bind 2: Lokalitetsbeskrivelser. GEUS, november, 2016.

/4/

3. Logbog – Rettelser og kommentarer til Miljøstyrelsens KS-notat. NIRAS.

KS-rettelser logbog

Generelt:

Retolkningen er først foretaget gennem anbefalingerne på KS-profilerne, hvor tolkningspunkter er tilpasset. Derefter er et rullende/dynamisk profil kørt gennem det respektive område. Hvis der i løbet af tolkningen opstod en uoverensstemmelse mellem retolkningen og KS-anbefalingerne, er det noteret i nedenstående.

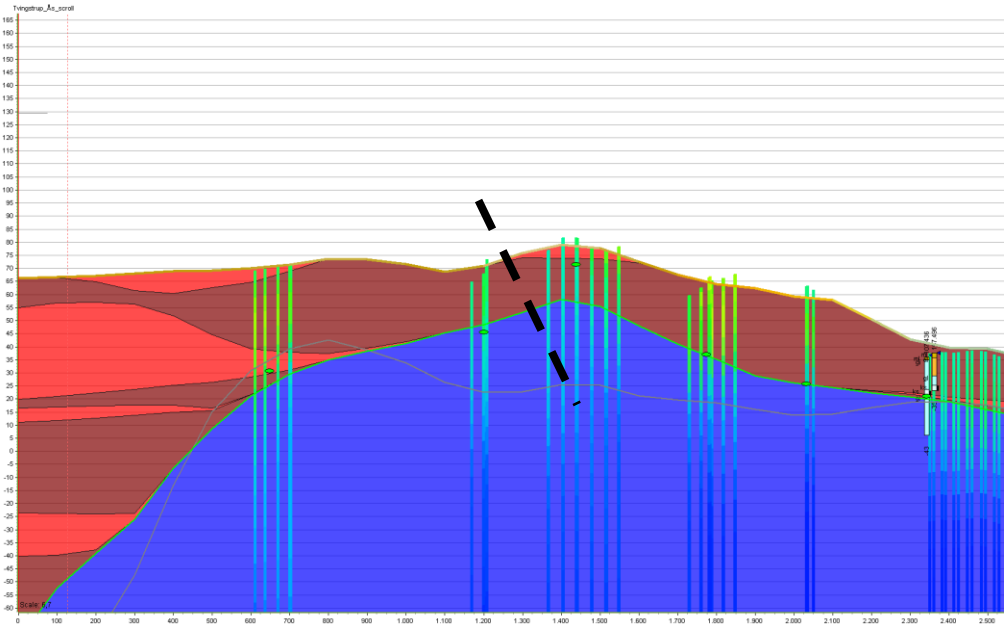
Generelt om tolkningen af miocæne aflejringer i modelområdet:

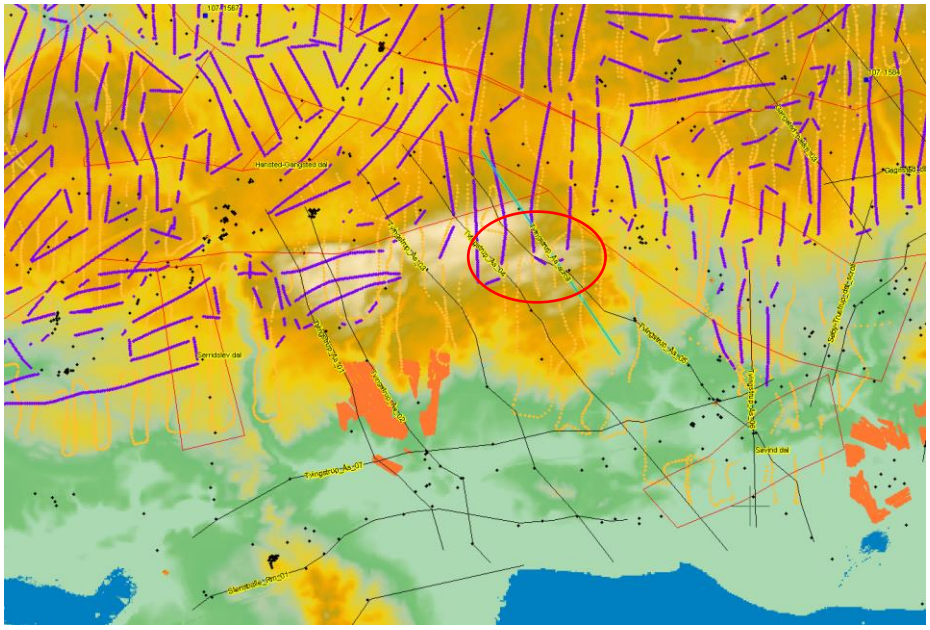
- Der er næsten udelukkende kun tolket sand 7800 i modelområdet. Ler 7700 eksisterer

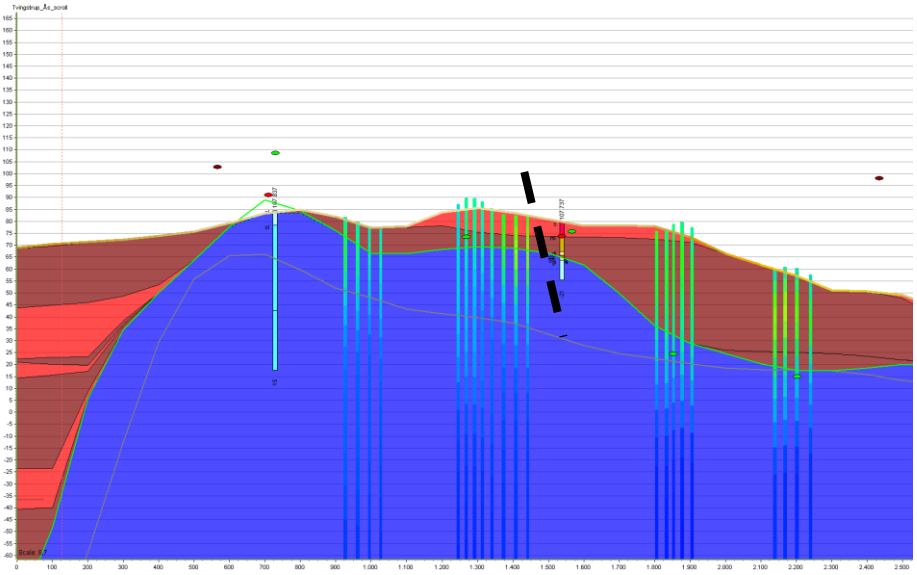
KS-OMRÅDE 1

PKO

- Der er ud fra randmorænekomplekset Tvingstråp Ås tolket en ekstra ~~diskoleret~~ dislokeret flage i den sydøstlige del af komplekset udover dem, der allerede var tolket under KS. Flagen er tolket ud fra skyTEM og to relativt korte boringer, der viser glimmerler. Se nedenfor. Profilerne er få 100 m fra hinanden i et rullende profil.





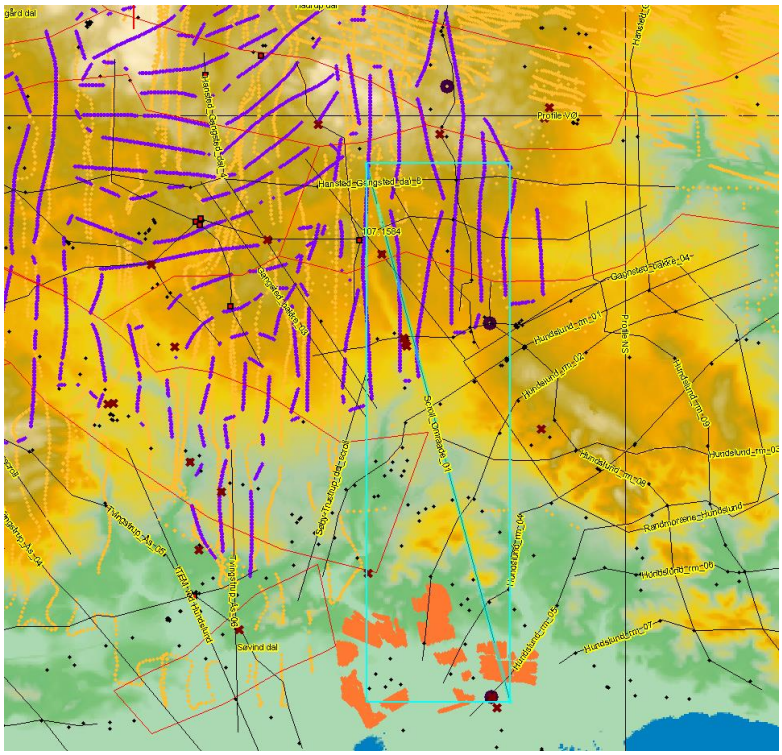


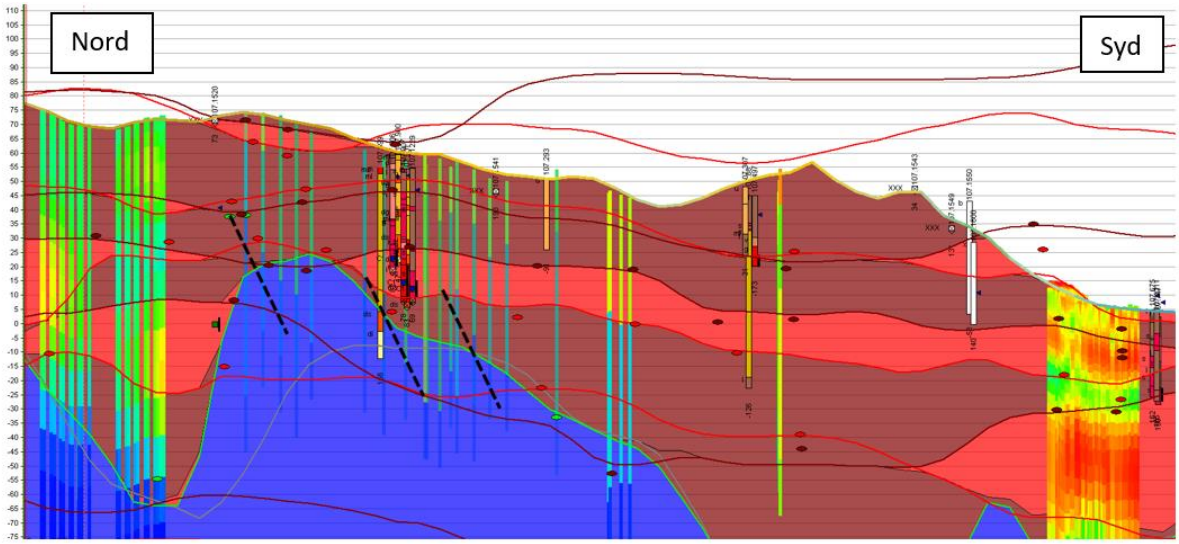
- Dalflankerne for Hansted-Gangsted dalen og Såby-Trustrup dalen er nu blevet tolket mere præcist ind så det passer med geofysikken. For sidstnævnte dal har det resulteret i at siderne i dalen er blevet stejlerne, og flanken er blevet løftet cirka 5-10 meter.
- PKO er hævet til kote -10 m i den sydlige del af Hundslund randmoræne som var anbefalet, og er forsat østpå indtil dette plateau støder på Gylling dalen, hvor en dalflanke er tolket ind.
- Der er tolket en forlængelse til Såby-Trustrup dalen, kaldet 'dalforlængelse_Såby-Trustrup_dal' samt en lille dalenhed syd for ~~Tvingstråp~~ Tvingstrup Ås, kaldet 'ny_tolket_dal_01'.

- PKO er tolket under leren i stedet for over i boring 107.282 på profil Tvingstråp Ås 06, da der i nærheden er boringer med beskrivelser af moræneler til samme dybde

Kvartære lag

- Da Gangsted profil 01 er ret kort, har det ikke været muligt at tolke den mulige dislokerede flage ind.
- På Gangsted profil 01 og 04 er det besluttet ikke at tolke sand 1400 gennemgående over bakketoppen ved boring 107.898, grundet at bakken tolkes som en randmoræne med formodede lerbarrierer. Hundslund VV indvinder 50k m3/år i tre boringer syd for denne randmoræne, og for at gøre sandmagasinet stort nok til denne mængde indvinding, er sand-1400 laget tolket gennemgående mod syd ned til Alrø-tTEM området med en bredde på cirka 1000 m. På figuren nedenunder kan ses, at data indikerer at bakken formentlig er en randmoræne med dislokerede flager. Der ses desuden, at den gennemgående lagtolkning er usikker, da det er knapt med data til rådighed mellem Ålrø-tTEM området og Gangsted bakken, og disse støtter ikke alle op om en tolkning af sand. Det usikre tolkningsområde er givet navnet 'usikker sandlag 01'.





- På Hundslund rm profil 07 i Såby-Trustrup-dalen er der tolket et 2100-sandlag, som er en forlængelse af tolkningen ud fra tTEM i profil 05 i samme område.
- På randmorænestykket på Tvingstråp Ås profil 01-02 hvor der generelt er høje modstande, er der tolket ler ud fra formodningen om, at de dislokerede flager udgør hydrauliske barrierer. Ved boring 107.807 midt i profil 01 er tolket sand 1400 i stedet for sand1200, da sidstnævnte lag ikke kan ligge under ler 1300 (menes der sand 1400 her?).

Rettelser ud fra rullende profil:

- Alrø tTEM området (_Alr) er tolket detaljeret ud fra et rullende profil gennem området. Især i den østlige del er der tegn på delvist glacialtektonisk deformation, med store forskelle i resistiviteten langs det horisontale plan, som ikke har været mulige at opløse i tolkningen. Der er dog valgt at tolke et gennemgående sand-1400 lag gennem området. I den vestlige del er der kontakt til det overliggende sand-1200 lag, mens der i den østlige del er lagt et lerlag ind imellem, selvom det ikke er helt tydeligt ud fra de skiftende vertikale resistiviteter.

KS-OMRÅDE 2

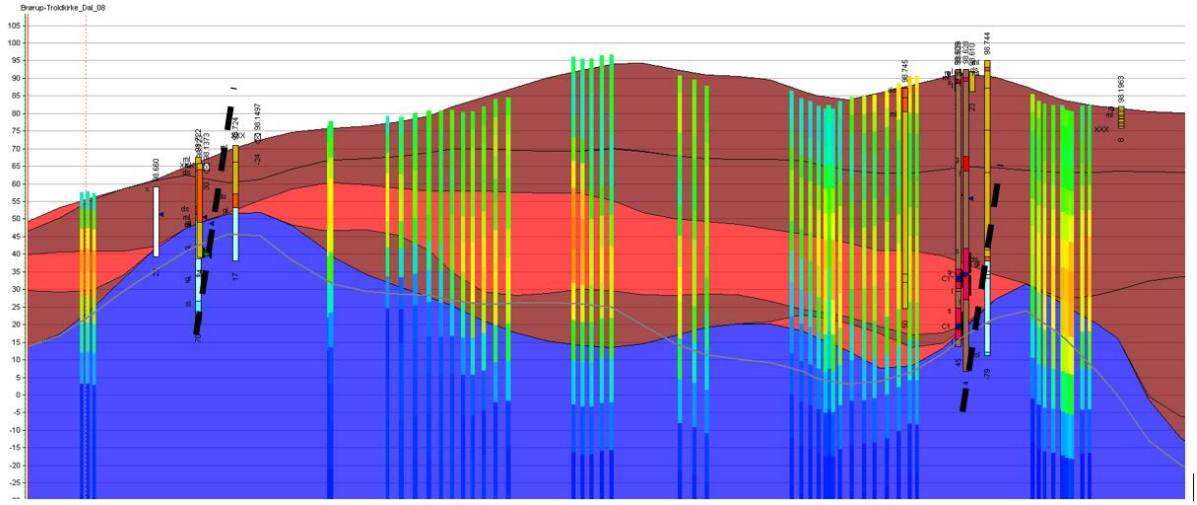
PKO:

- På Hadrup dal profil 06 er PKO ladet være liggende i samme kote i den østlige del af profilet, hvor glimmersand er til stede, grundet at det er svært at opløse variationen i koten på PKO som ønsket, på så korte afstande. Det samme er gældende for optegningen af PKO i højre side af Hansted Gangsted dalen på profilet.
- På Brørup-Troldkilde dal profil 02 er PKO trukket op til kote +30-35 så det passer med hvordan PKO er tolket på Haldrup dal profiler 04 og 05, og samtidig ladet falde i højre/østlige side af profil, så det passer med tolkningen for Hansted Gangsted dal profil 08.

Kvartære lag:

- På Hovedgård Dal profil 01 er sand1200 laget lavet gennemgående mod syd, så det passer med Hansted Gangsted dal 02 profilet. Pejleværdierne i boring 107.211 og 107.215 er cirka den samme, så laget er nok gennemgående på tværs af disse 2 profiler.
- Sandlag 2100 på Hovedgård dal profil 03 og 05 er tolket lidt større end anbefalet, så det passer med tolkningen for sand 2100 på Hadrup dal profil 01.

- Det lille lag 1200 sand i venstre side af Hovedgård profil 02 er fjernet så det passer med tolkningen på Ørridslev dal profil 01.
- Der er skabt kontakt mellem Sand 2100 og sand 1400 i højre side af Ørridslev dal profil 01 så det passer med tolkningen for Hovedgård dal profil 02 og 03. Boring 98.67 understøtter dette (næsten samme vandspejlskote som for 98. 1288).
- Ørridslev dal profil 04 går igennem en del allerede tolkede profiler, og der er derfor lavet nogle kompromiser, nævneværdigt på Hansted-Gangsted dal profil 01, hvor sandlag 1400 er gjort mindre gennemgående og ikke i kontakt med sand 2100 i venstre side af profilet.
- På Såby-Trustrup dal profil 03 er sand 2300 og ler 2400 bibeholdt i det dybeste stykke af dalen.
- Ved Søvind VV indvindingsboring 107. 5640 er der valgt ikke at tolke ét sammensat sandlag, men i stedet et lag sand 2100 og et lag sand 1400 adskilt af et lerlag, som boringen og geofysikken i området også indikerer. Dette ses på Såby-Trustrup profil 09. Denne tolkning passer også med Tvingstråp Ås profil 09 og den nærliggende boring 107. 870. Mod sydøst bredder sand 2100 magasinet ud og har også kontakt til sand 1400 magasinet (Såby-Trustrup profil 11), så det vurderes at sandmagasinets volumen er stort nok til at klare indvindingsmængden.
- Der er nogle få uoverensstemmelser i tolkningen mellem Såby Trustrups profil 11 (langs dalen) og profiler 01-10, som gennemskærer dalen. Her er tolkningerne på profil 01-10 prioriteret, da de er tolket ud fra en større opløselighed en det lange profil 11. Helt til venstre i profil 11 er der ikke tolket, da området er uden for bufferzonen.
- På højre side af Ørskov dal profil 01 er PKO øst for Ørridslev dal trukket op til kote -20 m så det passer med PKO i Hovedgård dalen tolket på Hovedgård dal profil 05. Der er ikke god datadækning i den vestlige del af Hovedgård dalen der grænser op til Ørridslev dalen, så det er uvist hvor langt det begravede sandlag i Hovedgård dalen breder sig ud mod øst.
- Tolkningerne for boringerne 107. 219 og 207. 1217 som kan ses på hhv. Eldrup Dal 05 og Ørskov dal 02 stemmer ikke overens – sand 1400 tolkningen på Eldrup dal profilet og sand 2100 tolkningen på Ørskov dal profilet er nok samme sandlag, da boringerne ligger meget tæt. Det er valgt at tolke ét stort sand 2100 lag på Eldrup dal profilet ud fra 107.219, da der er forholdsvis meget sand i boringen (som dog er leret). Alternativt kan det tykke sandlag tolket på Ørskov dal 02 i stedet tolket som 1400 sand, eller delvist 1400 sand, og derved have kontakt til det tolkede 1400 sandlag på Eldrup dal profilet.
- Brørup-Troldkilde dalen er tolket ind på Brørup-Troldkilde dal profil 02 mellem de to boringer, der indikerer flankerne på dalen.
- Brørup Troldkilde dal profil 08: For at klare indvindingsmængden fra indvindingsboringerne tilhørende Hovedgård VV, er der tolket et større lag sand 1400 på profilet, og i området omkring det.



- Lillerup-Overby dal profiler: Der er ikke tolket på den del af profilerne, som ligger udenfor modelområdet (og bufferzonen).

Rettelser ud fra rullende profil:

- For at klare indvindingsmængden ved Tvingstrup VV er sand 1400 her gjort gennemgående mod vest, så det har forbindelse til det tykke sandlag ved Højballegårdsværket. Der er hertil optegnet en polygon ved navn 'usikker sandlag 02'.
- Ved randmorænekomplekset i den nordvestlige del af Brørup-Troldkilde dalen er PKO tolket over de omlejrede miocæne aflejringer, hvilket især ses i boring 98. 721, som Brørup_Troldkilde dal profil 05 også går igennem. Syd for dette område er det tydeligt, at isen fra NØ har forsaget opskudte, dislokerede lerflager. I dette område er derfor tolket en lerbarriere ind, 'lerbarriere_Brørup_Troldkilde_dal_02'. To andre områder, hvor der vurderes at være lerbarrierer i dette randmorænekompleks er givet navnet 'lerbarriere_Brørup_Troldkilde_dal_01' og '-03'. Det er valgt at tolke PKO over sidste fund af miocæne aflejringer i boring 98.721, selvom boringen ligger i den tolkede Brørup-Troldkilde dal, da der i boringen udelukkende er miocæne aflejringer ned til det plastiske ler.
- Hadrup VV (med ny indmelding): udbredelse af indvindingsmagasin usikkert, da der ikke kan tolkes sand ud fra data i nærområdet. Et par nærliggende boringer med en beskrivelse af 'vekslende lag' er her tolket som en del af magasinet. Der er pejlet samme vandspejl i indtag 4 i den dybe undersøgelsesboring 107. 1584 som i Hadrup VV boringen, så derfor er magasinet (sand 1200) tolket gennemgående mellem disse to boringer (distance 1,5 km).
- For at klare indvindingsmængden fra boring 107.1380 (Åes Vandværk) i Såby-Trustrup dalen, er 2100 sand gjort bredere end geofysikken indikerer i området. Dette område er optegnet og giver navnet 'usikker sandlag 03'.

KS-område 3:

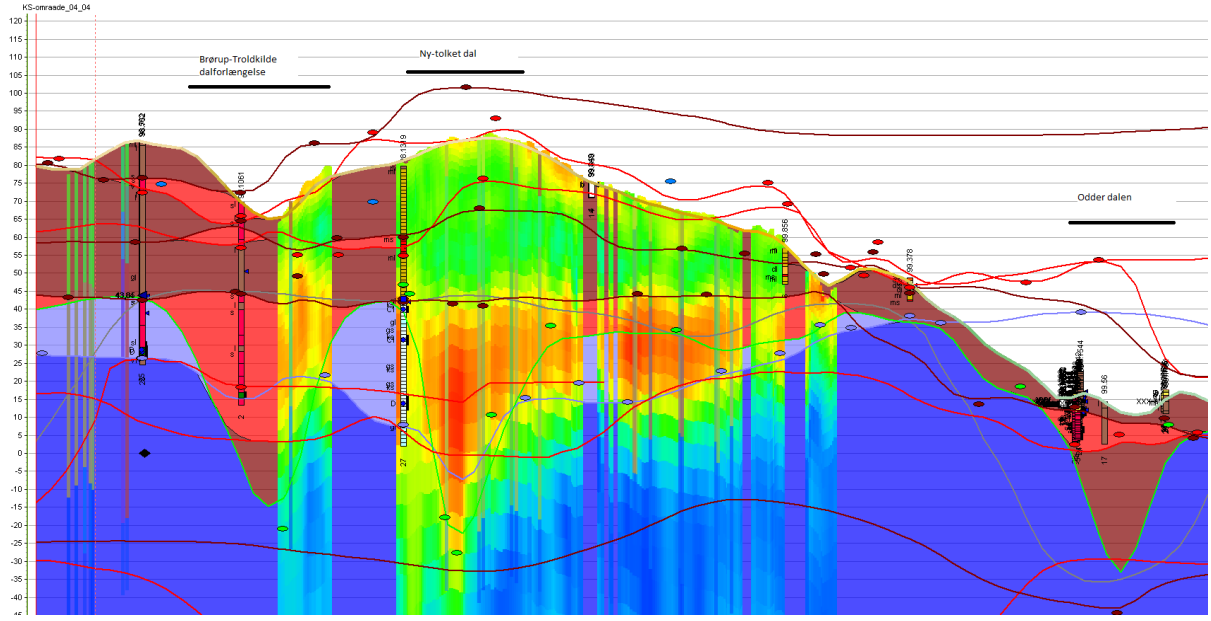
- Boulstrup dalen er kørt igennem med et rullende profil, hvor fokus har været på udbredelsen og kontakten mellem de forskellige sandlag.
- På Boulstrup dal profil 03 er der skabt kontakt mellem sand 1400 og 2100 i den vestlige del af dalen, øst for boring 108.209 og 108. 424 ud fra en vurdering af geofysikken i området.

KS-område 4:

- Der er ud fra geofysikken tolket en forlængelse af Brørup-Troldkilde dalen mod nord, kaldet 'dalforlængelse_Brørup_Trolkilde_dalen'. Fordybningen i det plastiske ler ud fra geofysikken

er mest synlig i det nordligste tolkede område, men det er vurderet at Brørup-Troldkilde dalen kan tolkes hertil. I den nordligste del af den forlængede dal er afgrænsningen af tolkningen af dalen mere usikker, da der (ud fra geofysikken) er flere små fordybninger i det plastiske ler, som både kunne tolkes som én samlet eller flere separate begravede dale. –

- Der er tolket en anden begravet dal lige øst for Brørup-Troldkilde dalen, som er givet navnet 'ny_dal_tolkning_02'.
- Der er foreslået en forlængelse af Odder-Saksild dalen mod vest ud fra geofysikken, kaldet 'dalforlængelse_Odder-Saksild_dal'. Det er undersøgt, at denne dal ikke har forbindelse til den nytolkede dal, samt Brørup-Troldkilde dalforlængelsen mod vest.
- Odder dalen er tolket ind. Der er ud fra geofysikken i den nordlige og sydlige del af dalen tolket en daldybde på cirka kote -15 til 20 m. I det midterste område er dalens bredde usikker, da der kun er få boringer at gøre godt med. Boring 99. 300 indikerer dog en dybde på mindst kote -35 m, så dalens dybde er i det område fastholdt på kote -30 til -35 på det dybeste sted. Oppe i det helt nordlige område kan dalen tolkes dybere end den er gjort; der forekommer resistiviteter på ca. 20 ohm m ned til en dybde på 50 m, dog med meget lave resistiviteter ovenover, som bør tolkes som plastisk ler. Dalens nedre grænse er tolket ved toppen af det øverste plastiske ler, hvilket passer med koten for dalbunden i nærområdet.
- Eksempel på tolkning i området: KS-område 04, profil 04:



KS-område 5:

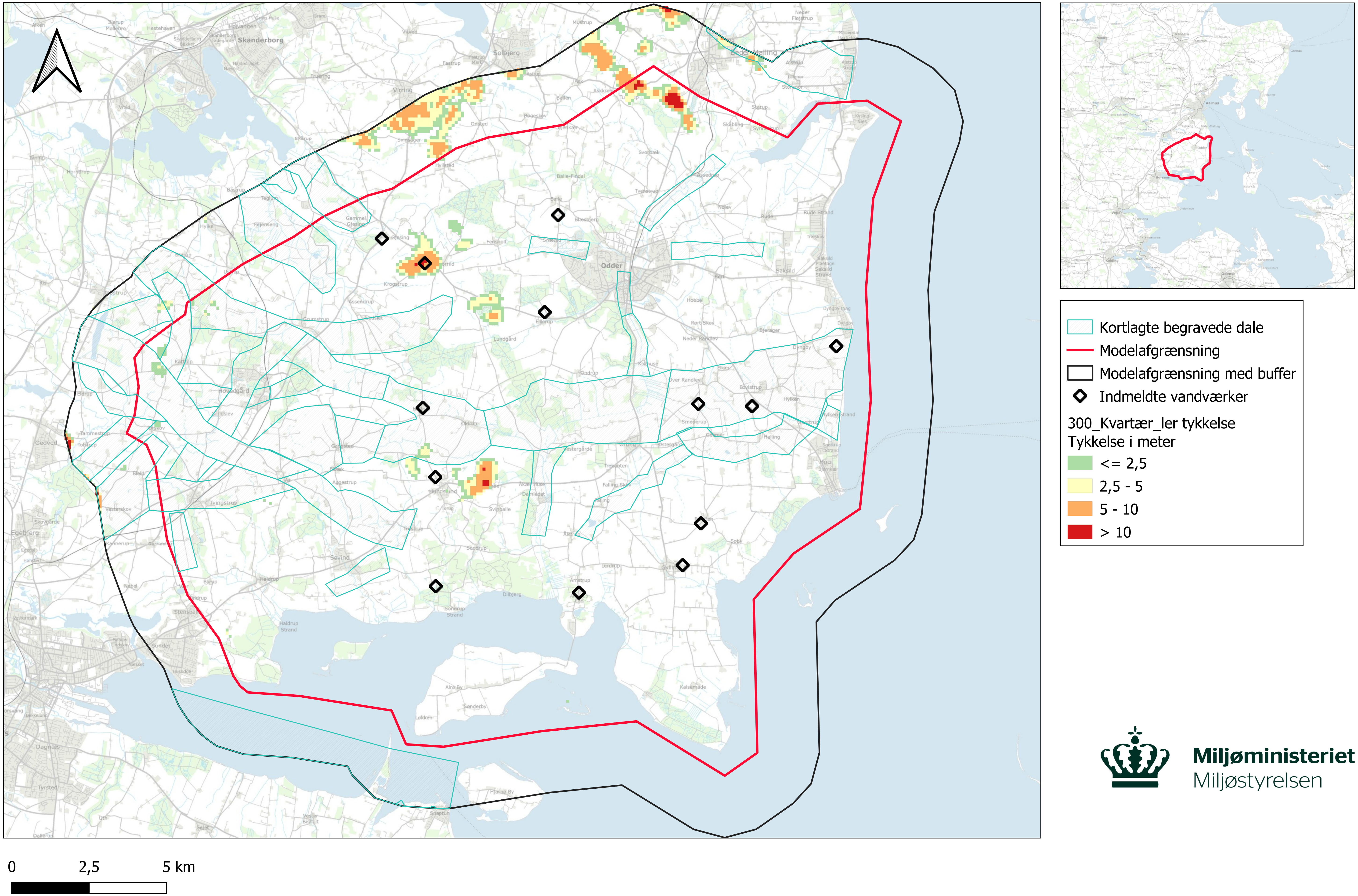
- Ingen yderligere kommentarer udover at der er lavet to zoner indenfor det definerede område GlaTek01, kaldet 'dislokerede_flager_zone01_omr05' og ' dislokerede_flager_zone02_omr05', hvor der tolkes dislokerede lerflager. I disse zoner er der (næsten) udelukkende tolket ler.

KS-område 6:

- Der er sørget for de ønskede tilretninger i de respektive 5 områder.
- PKO er tilrettet til de begravede dalstrukturer.
- Et dynamisk profil er kørt igennem området, samt et specifikt profil for Amstrup tTEM området, for at få opløst indvindingsmagasinet (sand 2100) for Amstrup Ege VV.

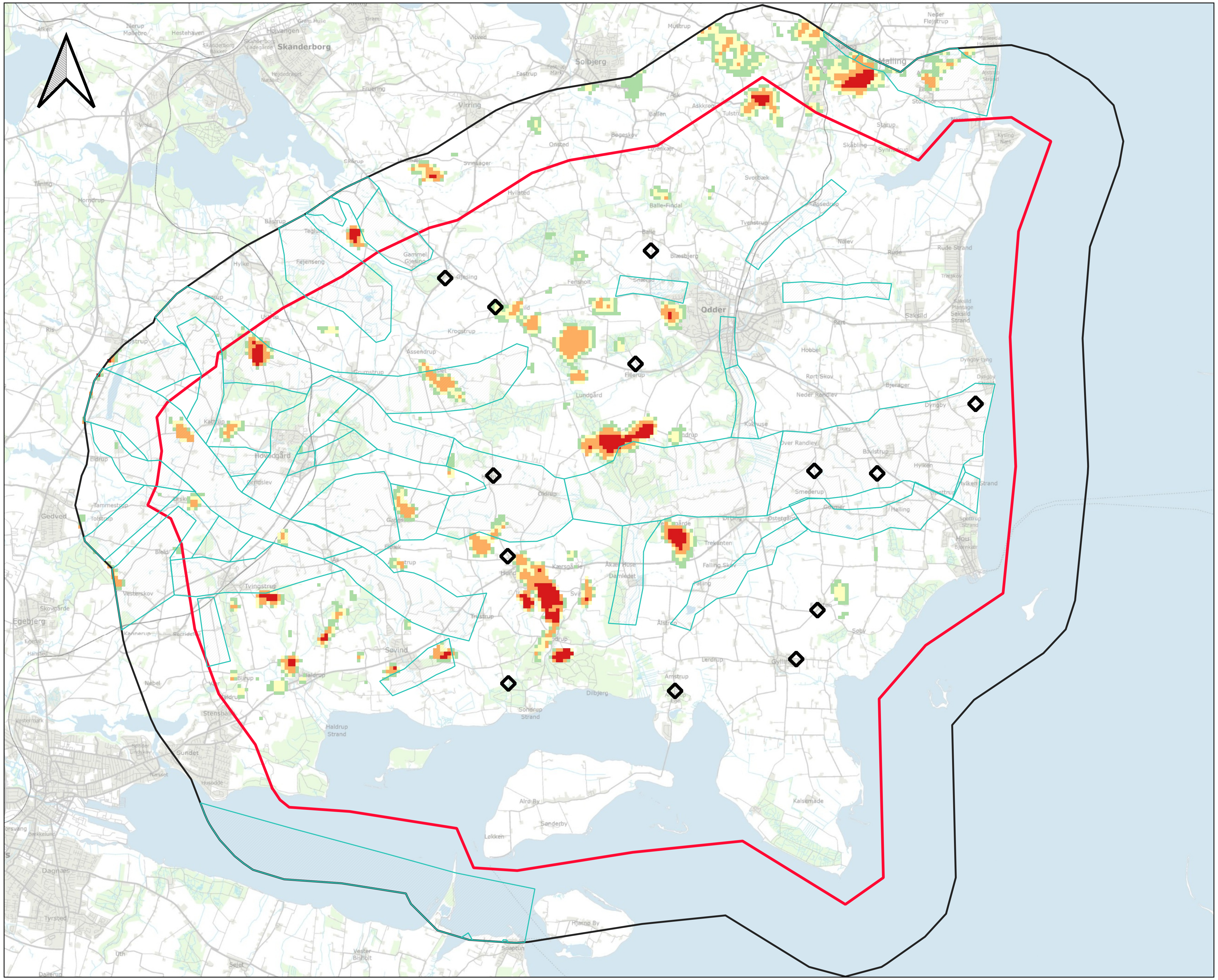
- Indvindingsmagasinet (sand2100) for Amstrup Ege VV's to indvindingsboringer er forlænget lidt syd for Amstrup tTEM området, for at sikre et stort nok magasin til indvindingsmængden. Ud fra især tTEM'en i området, ser det ud til at sand2100 er afgrænset i mod nord, vest og øst, og ikke har forbindelse til sand 1400.
- KS-anbefalingerne på område 06-profilerne lige syd for Boulstrup dalen er ikke brugt til tilretning, da de allerede er tilrettet ud fra profiler fra KS-område 3 samt et dynamisk profil gennem denne dal.
- Det sydligste af Amstrup tTEM område indikerer, at Gylling dalen skal forlænges en smule mod syd i forhold til den tidligere tolkning for dalens udbredelsen. Samtidig indikerer tTEM også, at dalens øvre sandlag fortsætter syd for grænsen for KS-omr06_Ret01.
- Indvindingsmagasinet sand 1400 for Troldbjerg Kildeplads, Fensten samt Gylling VV er gjort lidt større end anbefalet på profil 04, for at sikre et stort nok magasin til indvindingsmængden.

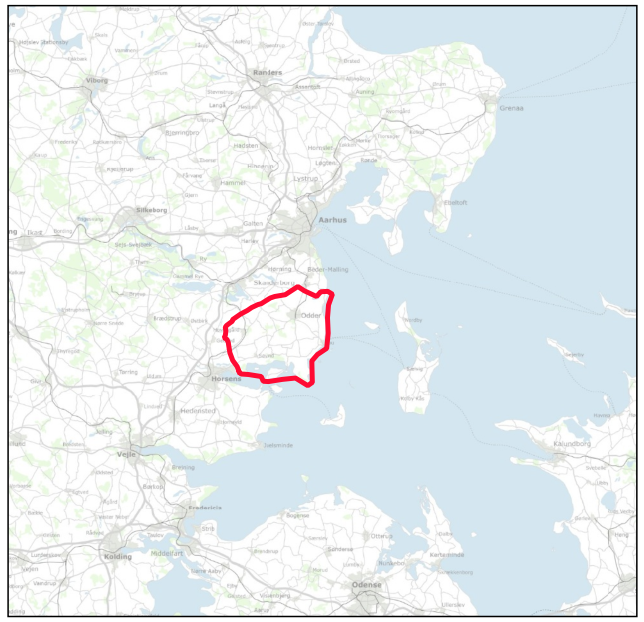
Bilag 4: Odder 300_kvartær_ler tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 5: Odder 400_kvartær_sand tykkelse



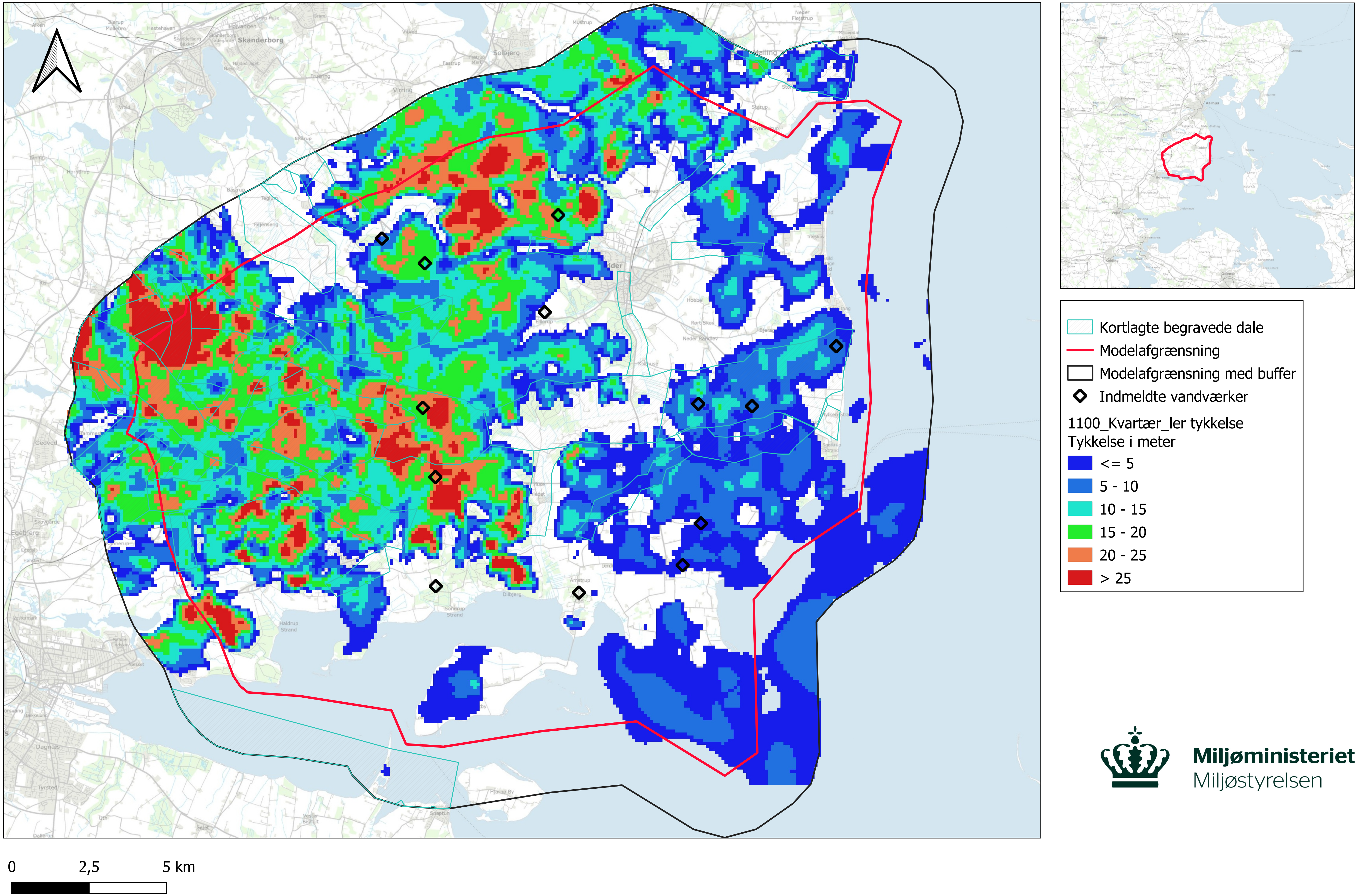


Kortlagte begravede dale
Modelafgrænsning
Modelafgrænsning med buffer
Indmeldte vandværker
400_Kvartær_sand tykkelse
Tykkelse i meter
<= 2,5
2,5 - 5
5 - 10
> 10

0 2,5 5 km

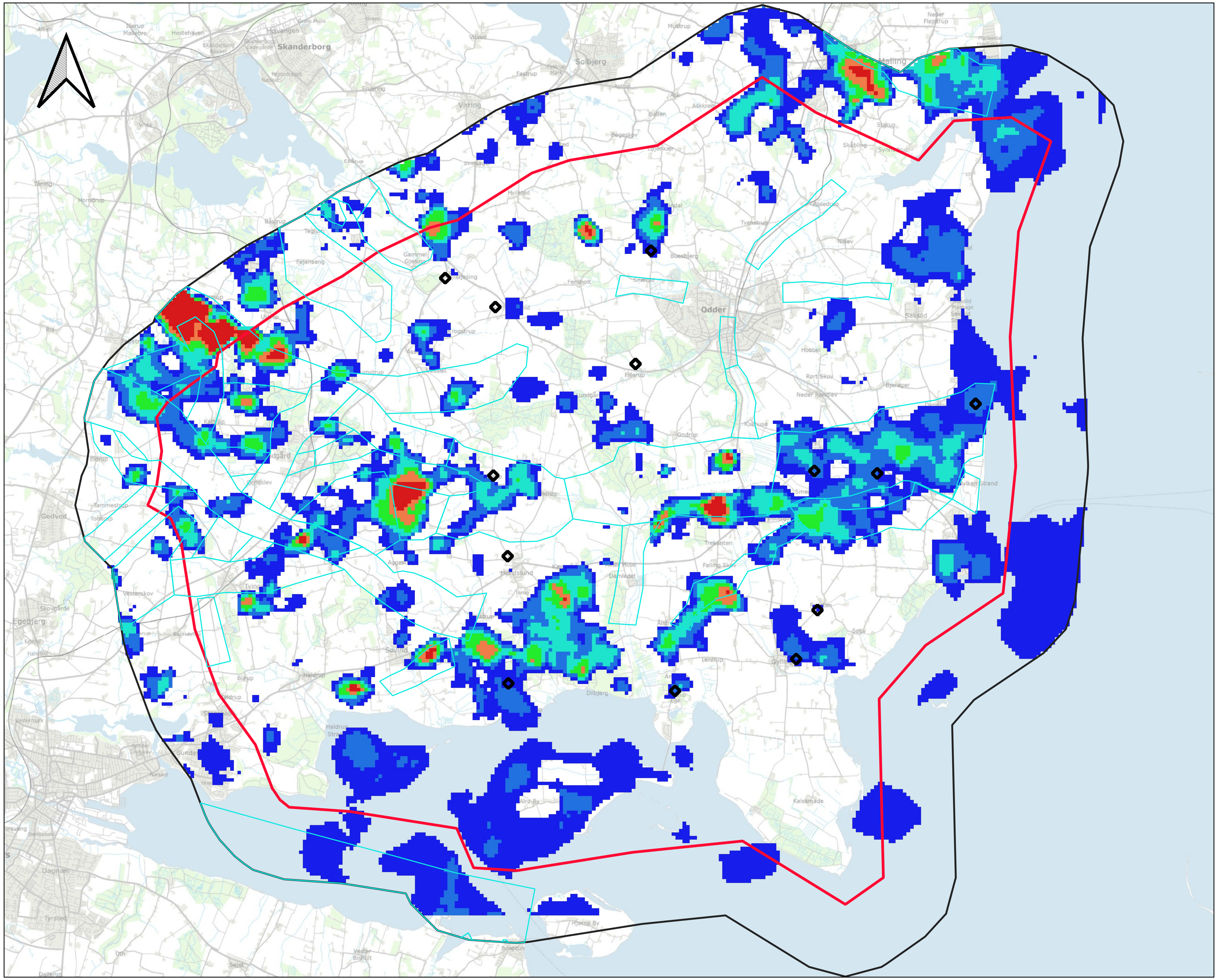
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

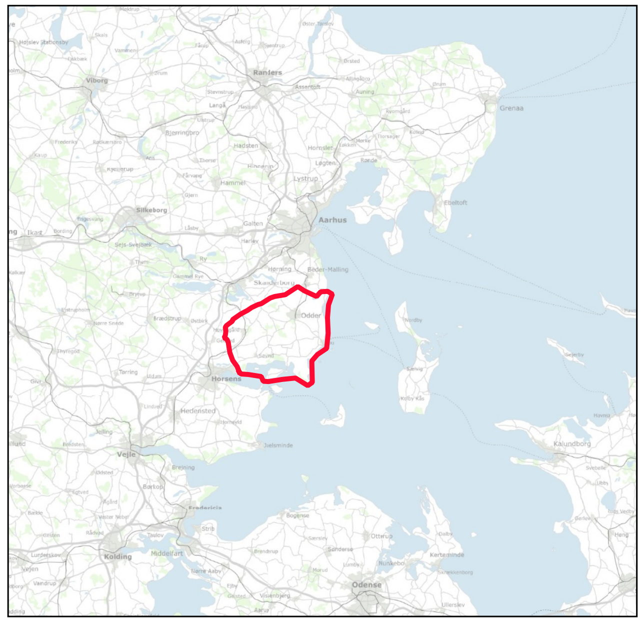
Bilag 6: Odder 1100_kvartær_ler tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 7: Odder 1200_kvartær_sand tykkelse





- Indmeldte vandværker
- Kortlagte begravede dale
- Modelafgrænsning med buffer
- Modelafgrænsning

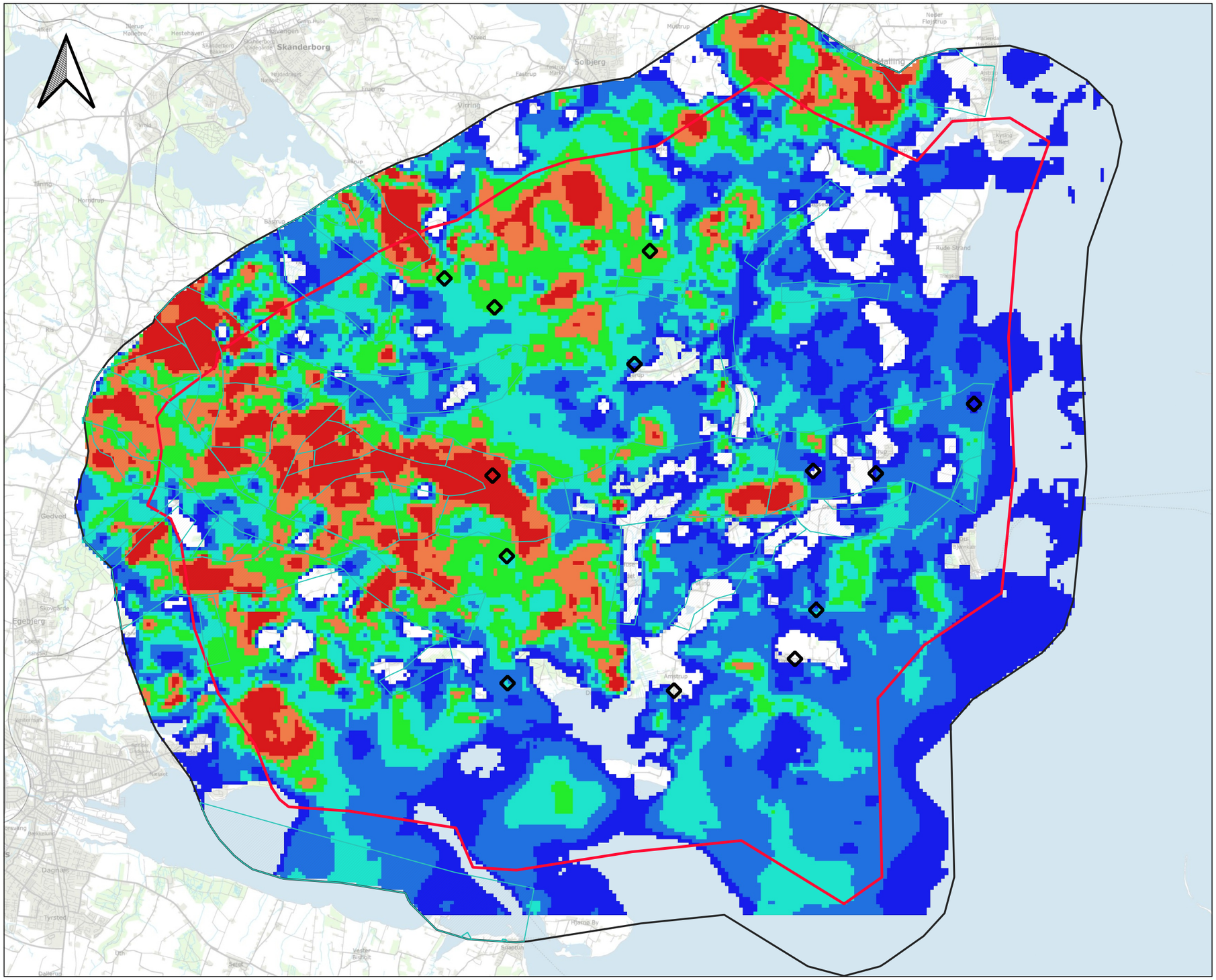
1200_Kvartær_sand tykkelse
Tykkelse i meter

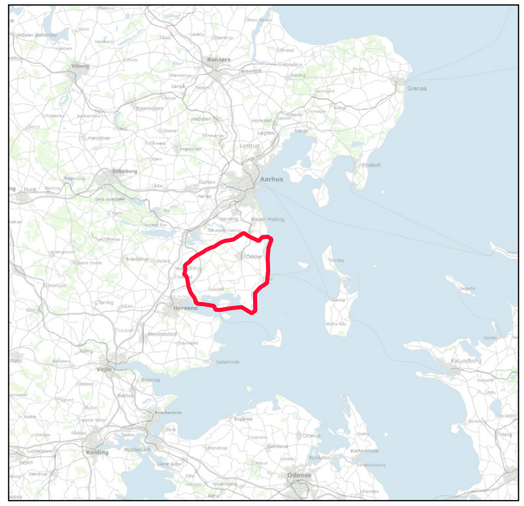
- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- > 25

0 2,5 5 km

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 8: Odder 1300_kvartær_ler tykkelse





- Kortlagte begravede dale
- Modelafgrænsning
- Modelafgrænsning med buffer
- Indmeldte vandværker

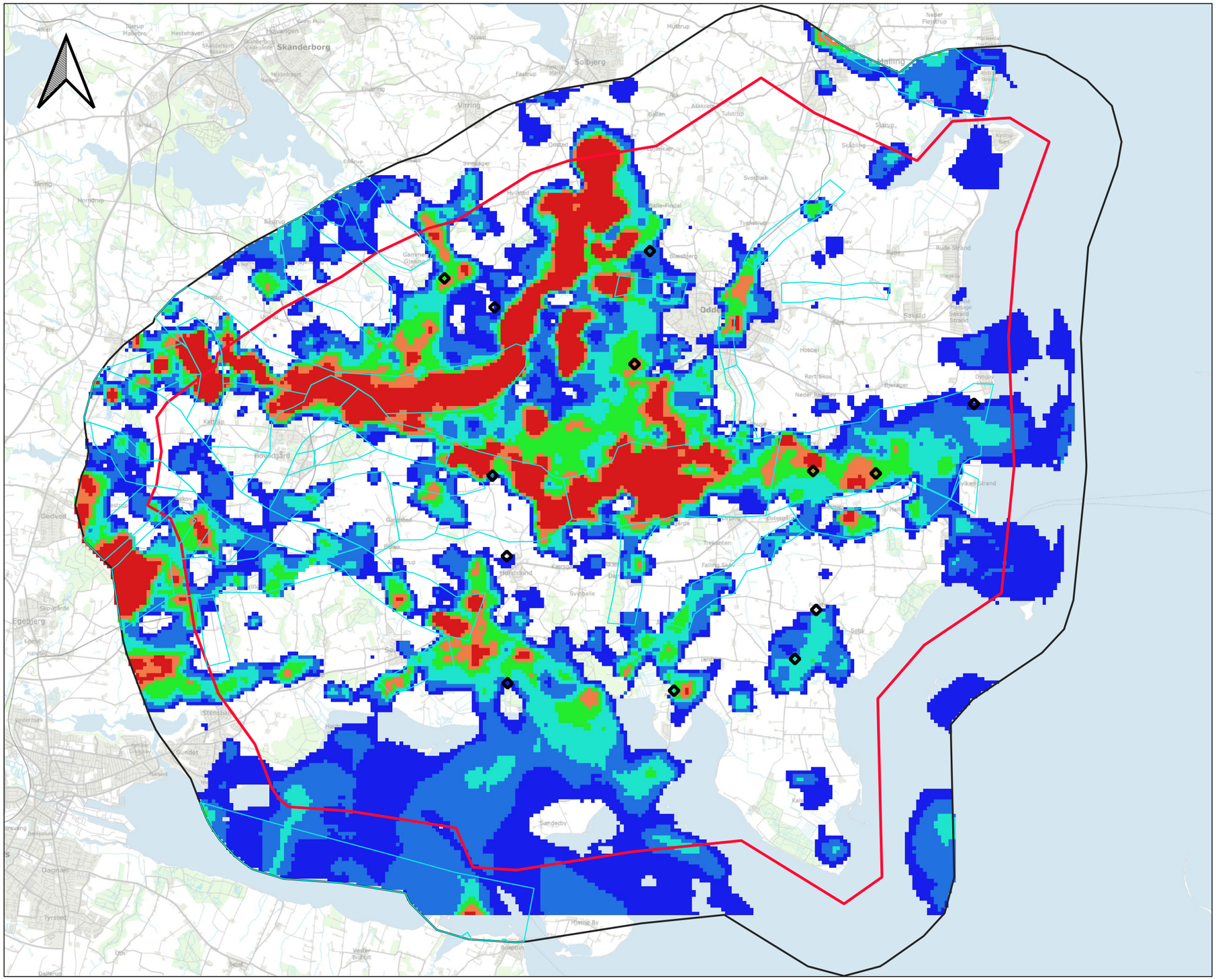
1300_Kvartær_ler tykkelse
Tykkelse i meter

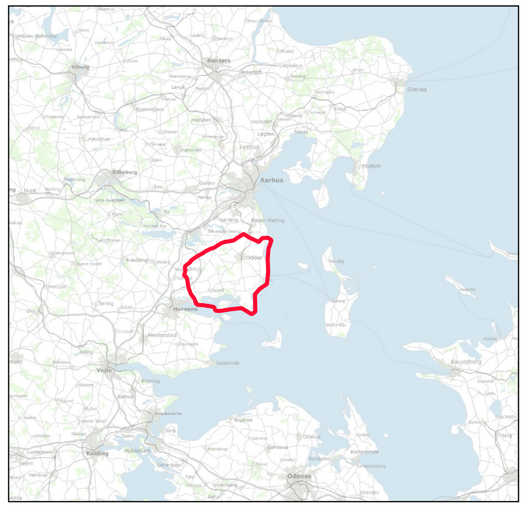
- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- > 25

0 2,5 5 km

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 9: Odder 1400_kvartær_sand tykkelse





- Indmeldte vandværker
- Kortlagte begravede dale
- Modelafgrænsning med buffer
- Modelafgrænsning

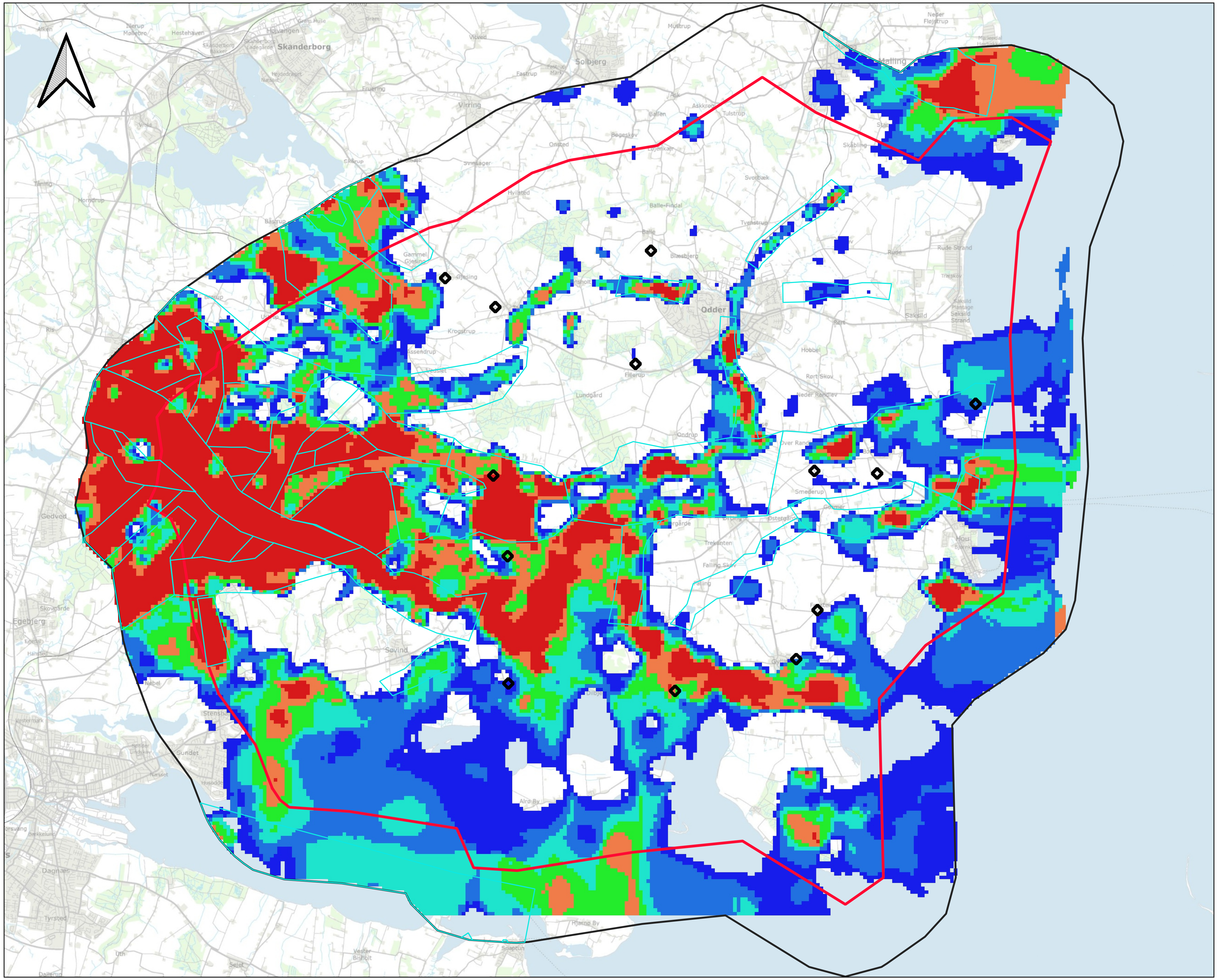
1400_Kvartær_sand tykkelse
Tykkelse i meter

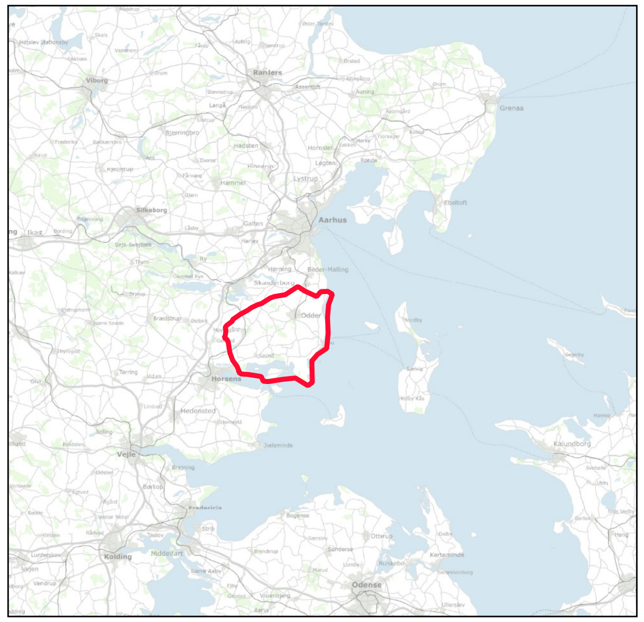
- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- > 25

0 2,5 5 km

Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 10: Odder 1500_kvartær_ler tykkelse





- Indmeldte vandværker
- Kortlagte begravede dale
- Modelafgrænsning med buffer
- Modelafgrænsning

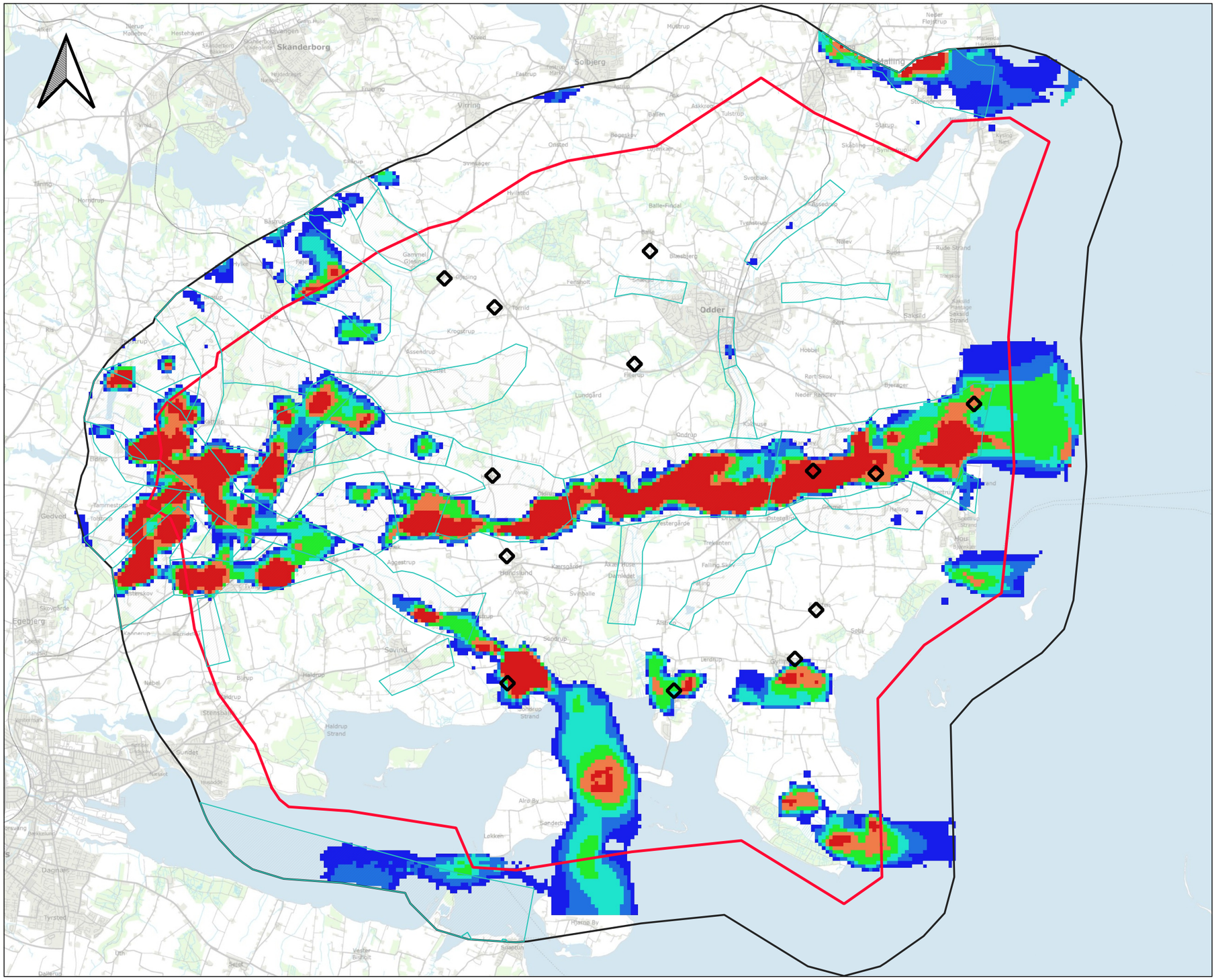
1500_Kvartær_ler tykkelse
Tykkelse i meter

- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- > 25

0 2,5 5 km

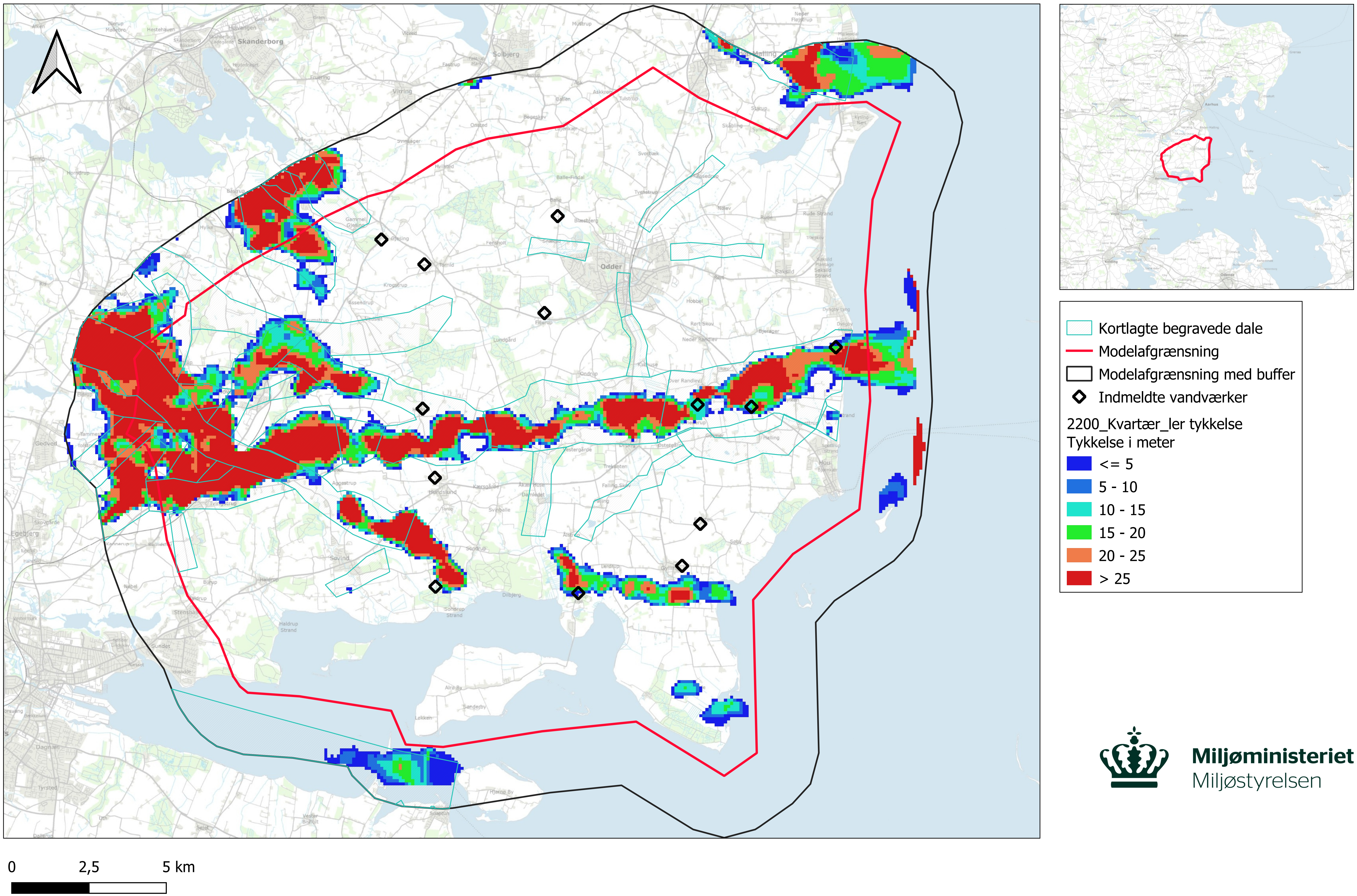
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 11: Odder 2100_kvartær_sand tykkelse



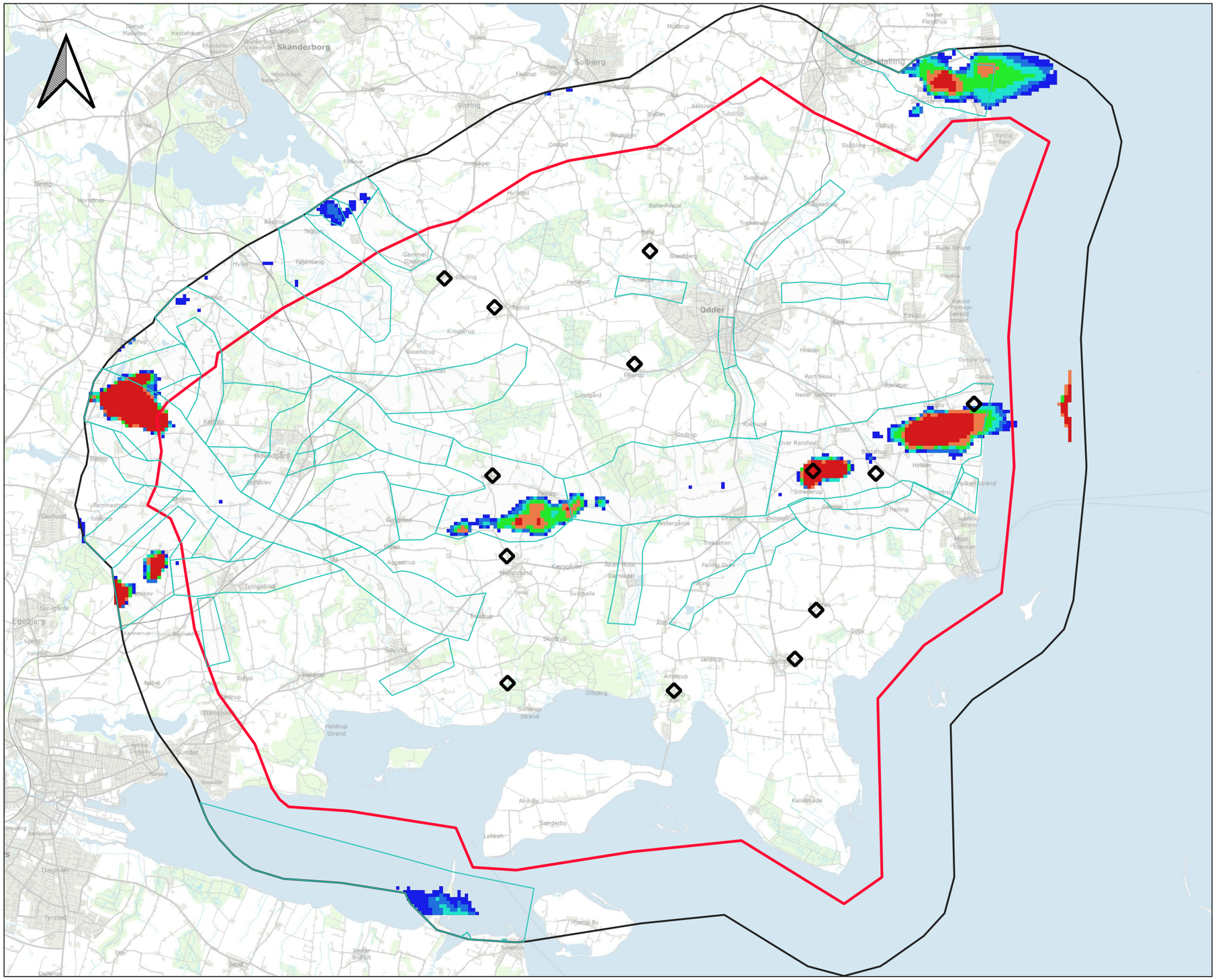
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

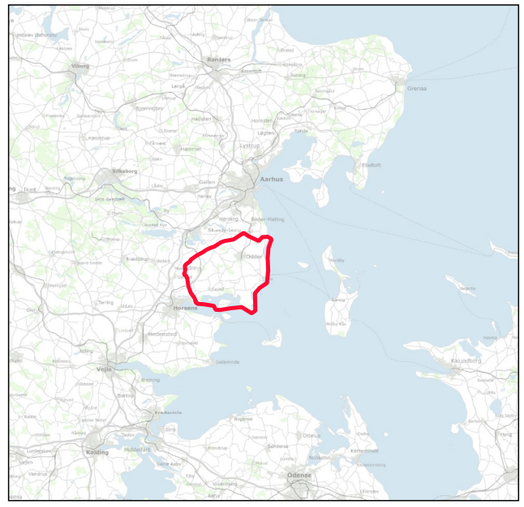
Bilag 12: Odder 2200_kvartær_ler tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 13: Odder 2300_kvartær_sand tykkelse





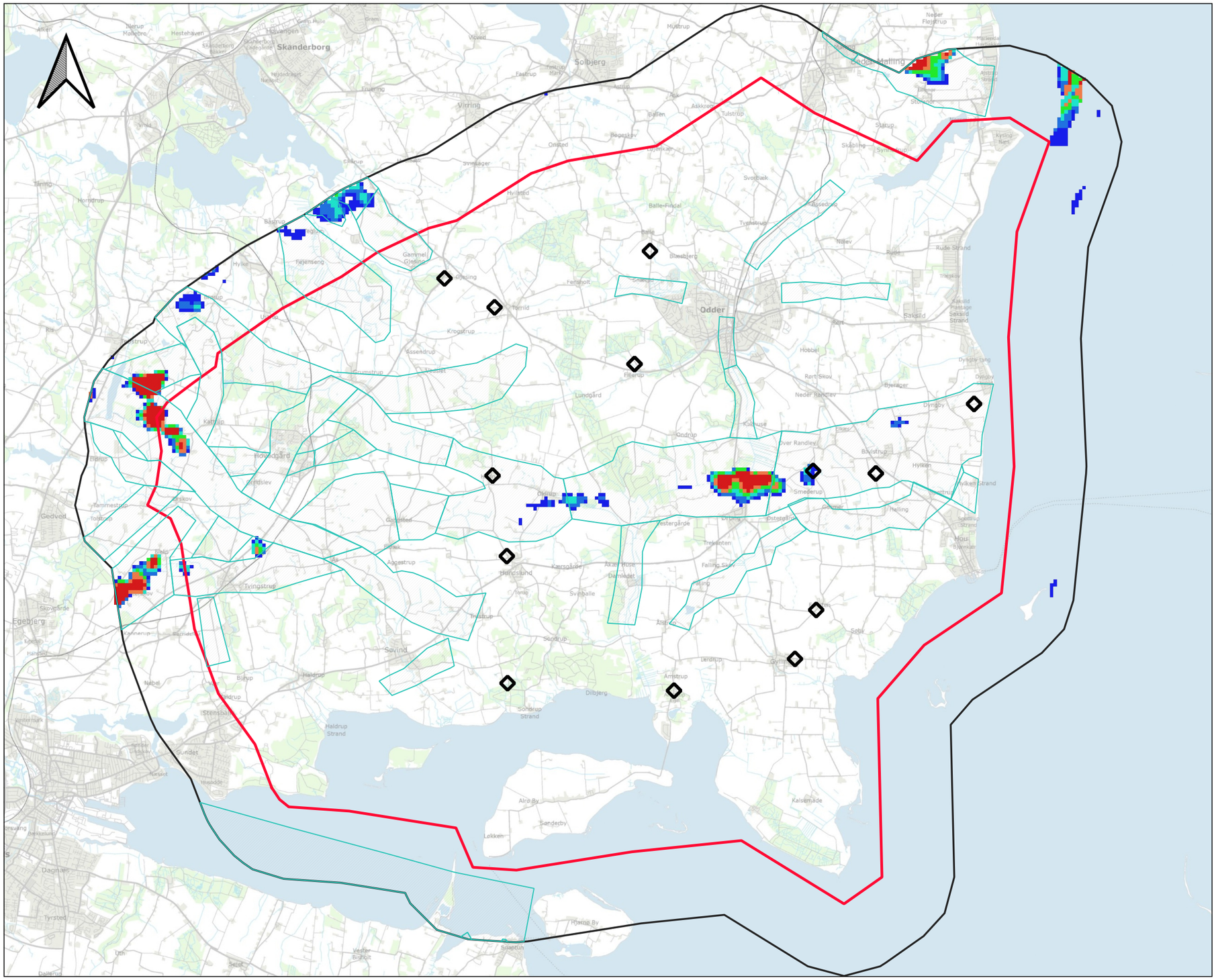
Kortlagte begravede dale
Modelafgrænsning
Modelafgrænsning med buffer
Indmeldte vandværker

2300_Kvartær_sand tykkelse
Tykkelse i meter
- <= 5
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- 20 - 25
- > 25

0 2,5 5 km

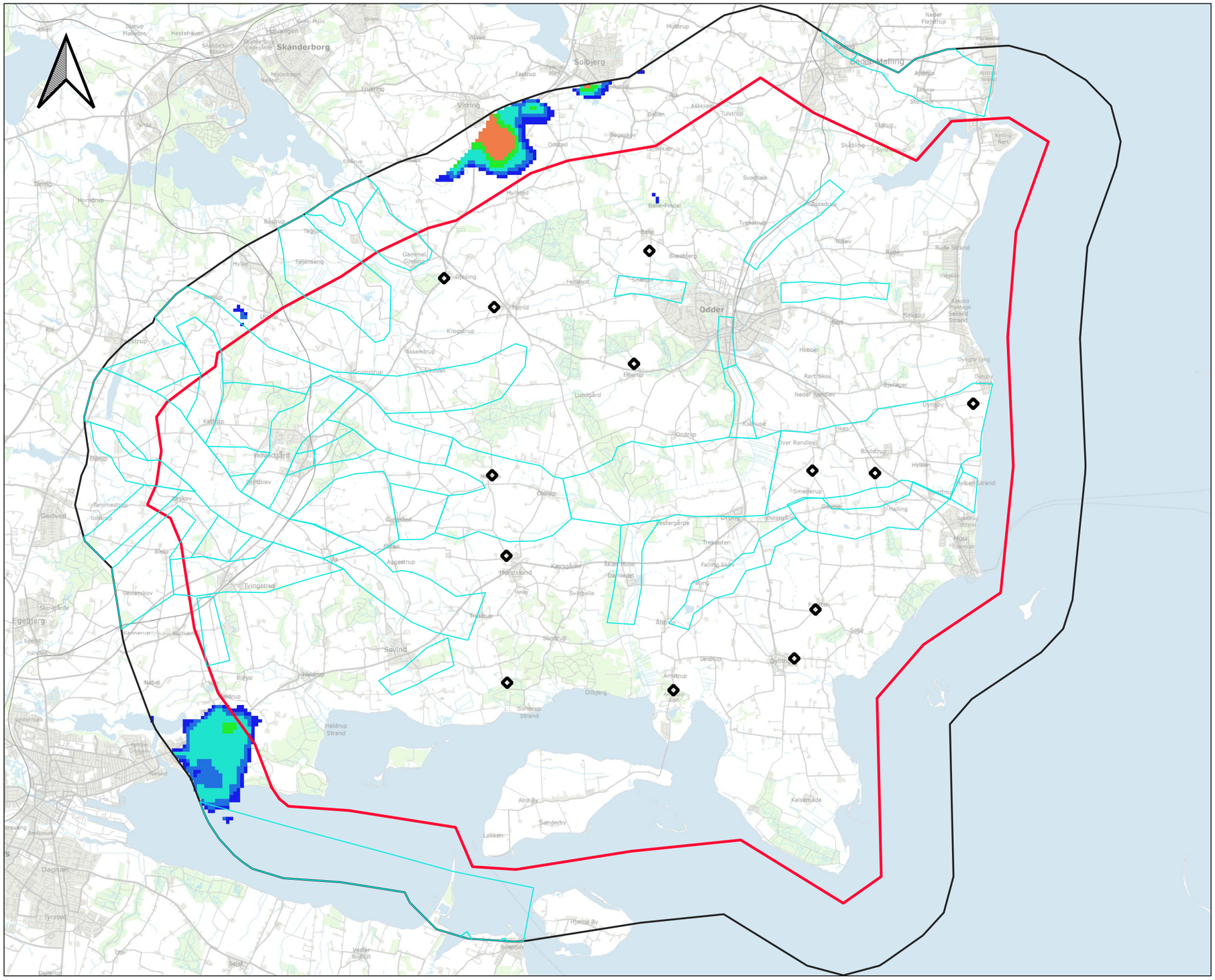
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

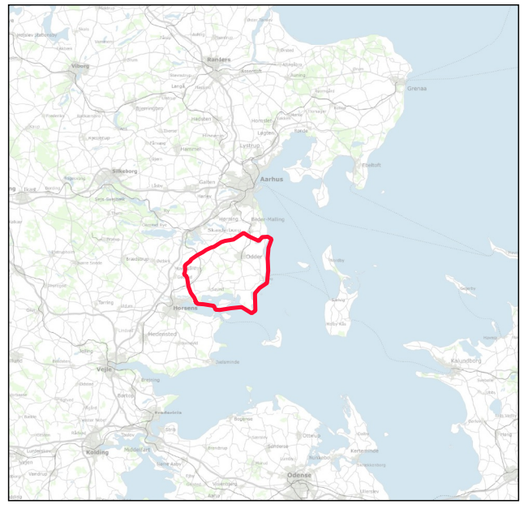
Bilag 14: Odder 2400_kvartær_ler tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

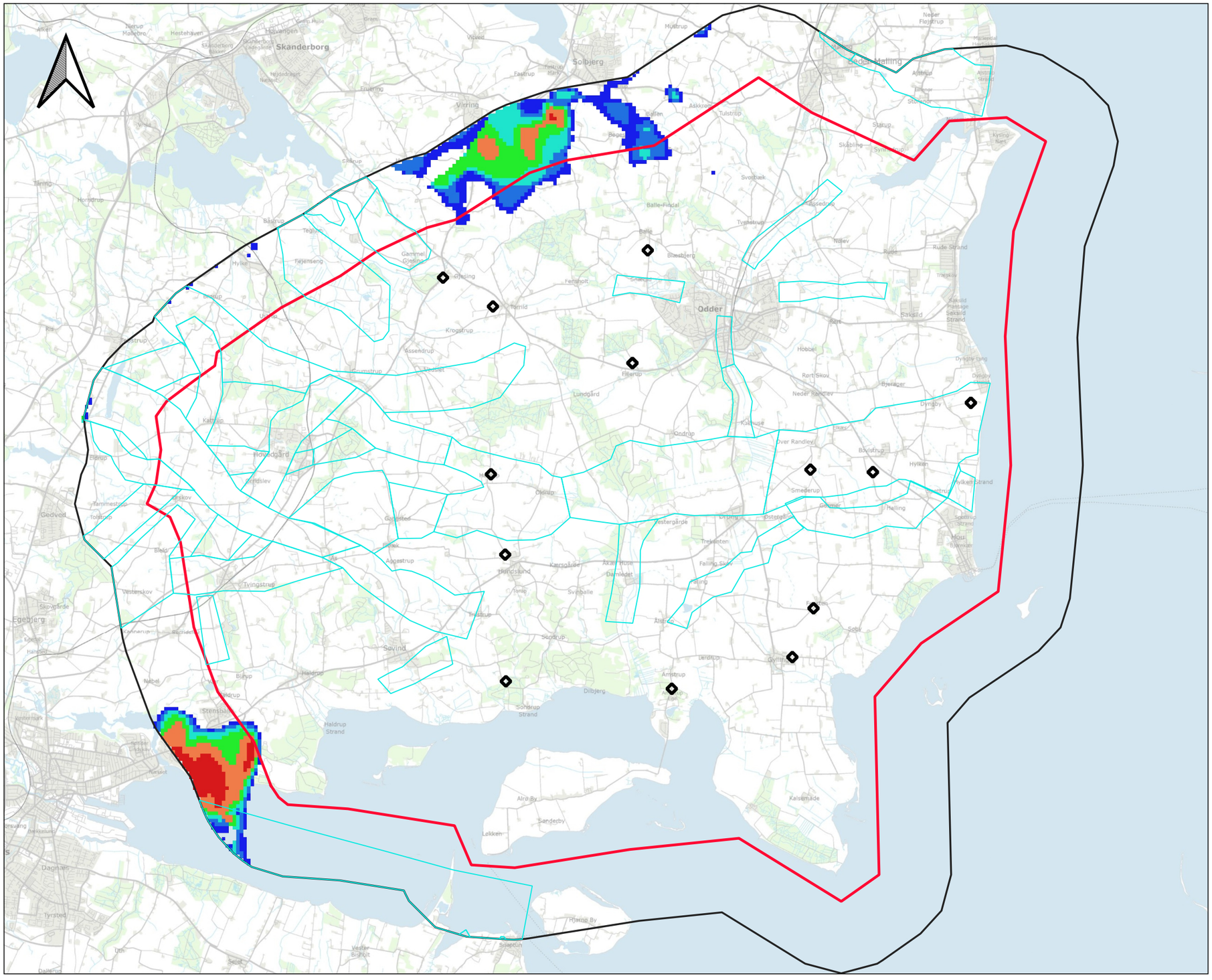
Bilag 15: Odder 7600_Billund_BDS1 tykkelse





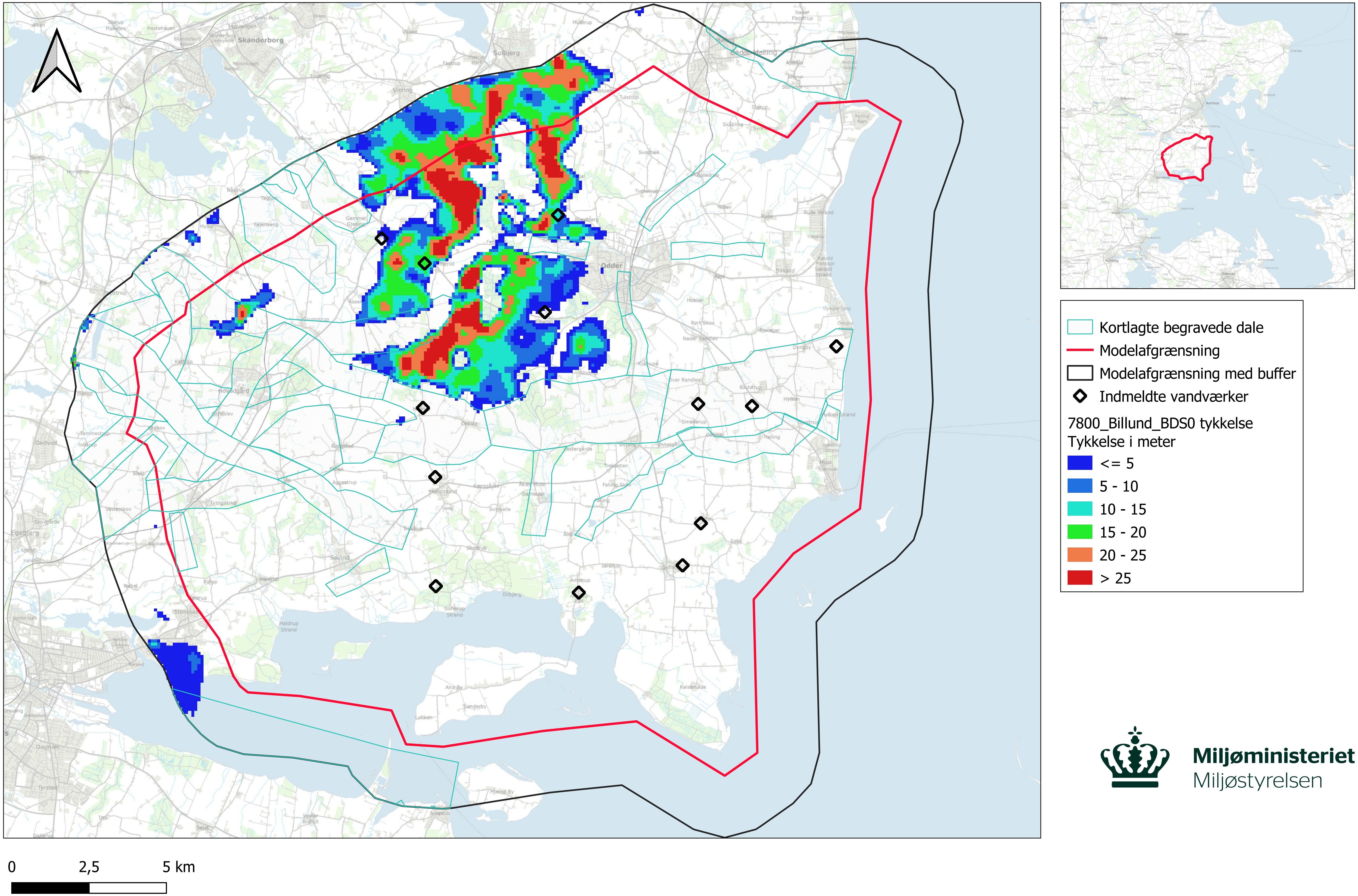
Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 16: Odder 7700_Vejle_Fjord_ler tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Bilag 17: Odder 7800_Billund_BDS0 tykkelse



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Geologisk kortlægning af Odder-området september 2023
Grundvandskortlægningen i Miljøstyrelsen har lavet ny hydrostratigrafisk kortlægning i et område, der dækker Odder Kommune samt mindre dele af Horsens Kommune. Kortlægningen vil indgå i en opdatering af grundvandsmodellen for området, og i grundvandsmodellen vil der blive beregnet nye indvindingsoplande for en række vandværker som Odder Kommune har indmeldt til Miljøstyrelsen.

Miljøstyrelsen
Tolderlundsvej 5
5000 Odense C

www.mst.dk