

# Udvikling af Mekanistiske Modeller

## Satellitbaseret bathymetri i Danmark



Miljø- og Fødevareministeriet  
Miljøstyrelsen

Teknisk note  
December 2018



# Udvikling af Mekanistiske Modeller

## Satellitbaseret bathymetri i Danmark

Udarbejdet for Miljøstyrelsen, Fyn  
Repræsenteret af Harley Bundgaard Madsen, Kontorchef



*Ålegræs i Kertinge Nor  
Foto: Peter Bondo Christensen*

Project manager	Mikkel Lydholm Rasmussen
Quality supervisor	Lars Boye Hansen
Project number	11822245
Approval date	13-12-2018
Revision	Final 1.0
Classification	Open



## INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Introduktion .....	1
2	Projektleverance.....	2
3	Metode .....	5
4	Resultater.....	6
5	Beskrivende statistik for de danske vandområder .....	8
6	Perspektivering .....	13
7	Referenceliste.....	14

## FIGURER

Figur 2-1: Satellitbillede, 50 m bathymetri og 10 m bathymetri fra Lillestrand i det nordlige Fyn. Billedet til venstre viser det rene satellitbillede, billedet i midten viser vanddybder fra 50 m bathymetrien, mens billedet til højre viser den opdaterede 10 m bathymetri fra dette projekt. ....	2
Figur 2-2: De 60 vandområder, der er indeholdt i projektet, ses illustreret med grøn. ....	4
Figur 4-1: Indløbet til Skælskør set hhv. i satellitbilledet, 50 m bathymetri og 10 m bathymetri. Detaljegraden er markant bedre i 10m bathymetrien, hvor sejlrenden ses tydeligt illustreret.....	6
Figur 4-2: Scatterplot der viser sammenhængen mellem, den udledte 10m bathymetri på Y-aksen og dybdemålinger fra et udvalgt NOVANA-transekt nær Bågø Nor i Lillebælt på X-aksen.....	7
Figur 5-1: Alle de danske vandområder, som der indgår i vanddybdestatistikken vist i Tabel 5-1.....	8

## TABELLER

Tabel 2-1: De 60 vandområder, som i forbindelse med dette projekt, har fået opdateret data omkring vanddybder for hele vandområdet eller dele af vandområdet. ....	3
Tabel 5-1: Vanddybde statistik for alle danske vandområder (se Figur 5-1 for detaljer) .....	8





## 1 Introduktion

Vanddybden er, sammen med en række andre fysiske og kemiske forhold, en meget væsentlig faktor for økosystemet i et givent vandområde. Dermed er præcis viden om vanddybder helt central for den modeludvikling, som pågår som en del af forberedelserne frem mod vandområdeplanerne 2021-2027 (VOP3) foruden det arbejde som pågår med i projektet "Gennemgang af grundlaget for afgrænsning, karakterisering og typeinddeling af kystvande i vandområdeplanerne" (Erichsen & Timmermann 2019).

Traditionelt set er opmålinger af bathymetri omkostningskrævende, men med Sentinel-2 satellitterne er det nu muligt at producere bathymetri i en 10m opløsning i en lang række af de danske vandområder. De multispektrale Sentinel-2 data er netop egnede til formålet, da de har en høj optagefrekvens, hvilket øger sandsynligheden for adgang til data optaget under gode fysiske betingelser (skyfri forhold, minimal turbiditet, gode lysforhold og lav bølgeaktivitet).

Baseret på Sentinel-2 data fra perioden 2016 – 2018 er der i dette projekt produceret 10m bathymetri for en stor del af de vandområder, hvor der i dag mangler information. Udgangspunktet for analysen er de eksisterende 119 danske kystnære vandområder, og indledningsvist er disse vandområder analyseret i forhold til:

- Hvor er der stor sandsynlighed for at der kan udarbejdes en bathymetri for en signifikant andel af vandområdet?
- Hvilke områder mangler data i henhold til projekt om afgrænsning, karakterisering og typologi?
- Hvor vil den planlagte modeludvikling forventeligt kunne drage fordel af opdaterede bathymetridata?

Baseret på denne analyse er der udpeget i alt 60 ud af de 119 eksisterende vandområder som er vurderet relevante at inddrage i forhold til dette bathymetri-projekt. Projektet indeholder altså ikke en landsdækkende analyse, men med dette projekt vil en stor del af de områder, hvor der i dag mangler data blive dækket.

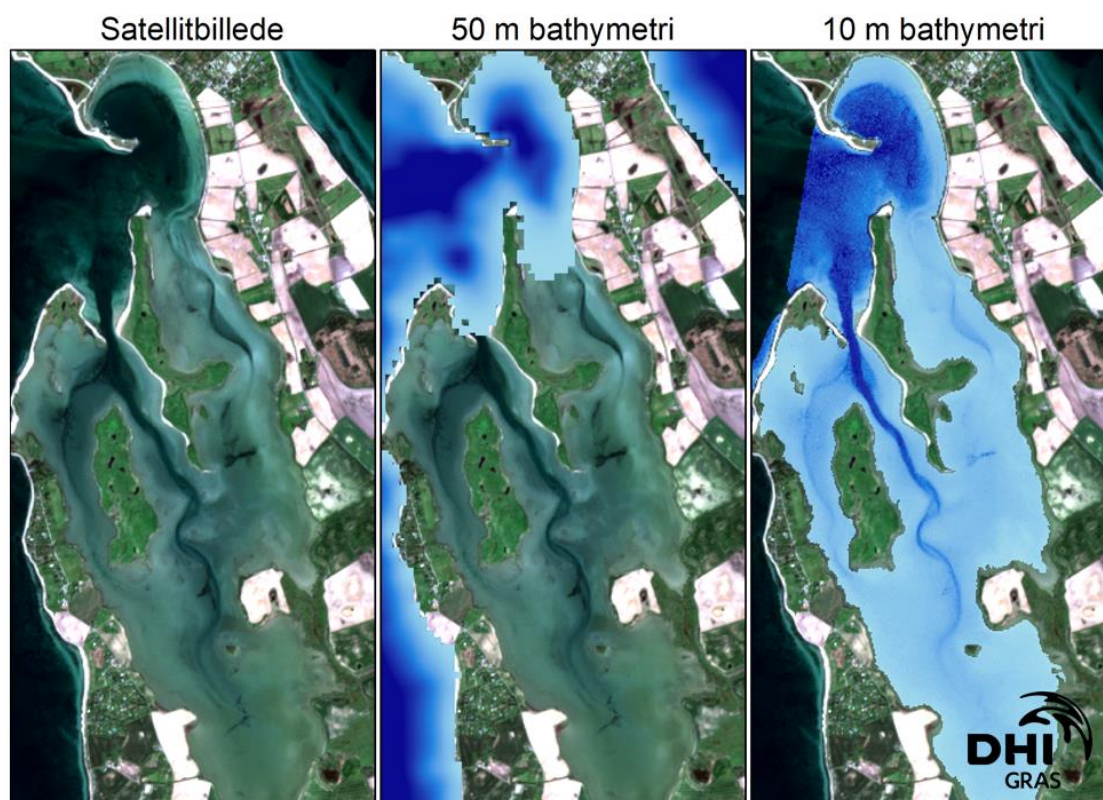
Der kan stadigvæk være vandområder, hvor Sentinel data vil kunne bidrage med værdifuld information set i forhold til Miljøstyrelsens (MST) løbende arbejde med overvågning og vurdering af miljøtilstand, herunder eksempelvis de lavvandede områder syd for Læsø, Hevring Bugt og områderne vest for Endelave, men som en del af modeludviklingsprojektet frem mod VOP3 har vi begrænset analysen til de nævnte 60 vandområder.

## 2 Projektleverance

Udgangspunktet for projektet er at få produceret en 10m bathymetri i de vandområder, som indledningsvist er blevet identificeret som relevante i forhold til modeludviklingen frem mod VOP3. Bathymetrien indgår herefter både i udviklingen af de mekanistiske modeller frem mod VOP3, i projektet omkring "Gennemgang af grundlaget for afgrænsning, karakterisering og typeinddeling af kystvande i vandområdeplanerne" (Erichsen & Timmermann 2019) foruden MSTs løbende arbejder med overvågning og administration af det danske havmiljø.

Den udarbejdede bathymetri processeres som et samlet fladekort, og slutproduktet eksporteres efter den endelige kvalitetskontrol som en punktfil med tilhørende metadata. Denne punktfil kan efterfølgende benyttes til bestemmelse af middeldybder, fraktiler mm., og er direkte anvendelig i den mesh-generator der benyttes til at udarbejde model-bathymetrier for den planlagt VOP3 modeludvikling. Data leveres udover som punktdata og i et relevant GIS-klart format efter nærmere aftale. Med dybdeværdierne (Z) leveres desuden den beregnede maksimale usikkerhed på dybdeværdien (U).

Slutproduktet af dette projekt udgør derfor en kort note, der beskriver arbejdsproces og metode, og et GIS-lag med resultaterne af analysen. Denne note akkompagnerer altså den satellitbaserede bathymetri (SDB) som DHI GRAS har produceret for Miljøstyrelsen som hovedleverancen af dette projekt.



Figur 2-1: Satellitbillede, 50 m bathymetri og 10 m bathymetri fra Lillestrand i det nordlige Fyn. Billedet til venstre viser det rene satellitbillede, billedet i midten viser vanddybder fra 50 m bathymetrien, mens billedet til højre viser den opdaterede 10 m bathymetri fra dette projekt. Bathymetri illustrationerne er vist med en farveskala gående fra 0m (lyseblå) til -7m (mørkeblå)

Denne SDB er altså primært produceret for at udfylde de huller (eller interpolerede værdier), der findes i Geodatastyrelsens bathymetri model i 50 m opløsning. Disse huller findes i de kystnære områder, især i små fjorde og nor. Et eksempel på et vandområde der mangler i 50 m



datasættet kan ses i den nedenstående figur, der viser vandområdet omkring Lillestrand i det nordlige Fyn.

Af Figur 2-1 fremgår det tydeligt at den eksisterende 50 m bathymetri ikke indeholder information om dybdeforholdene i dette vandområde. Tilsvarende er tilfældet for en række andre vandområder, hvorfor DHI GRAS har produceret et nyt bathymetri datasæt baseret på Sentinel-2 satellitbilleder i 60 ud af de 119 eksisterende vandområder. Disse 60 vandområder er inkluderet i Tabel 2-1, mens den geografiske fordeling af områderne er vist på Figur 2-2.

Tabel 2-1: De 60 vandområder, som i forbindelse med dette projekt, har fået opdateret data omkring vanddybder for hele vandområdet eller dele af vandområdet.

Vandområde	Størrelse (km <sup>2</sup> )	Vandområde	Størrelse (km <sup>2</sup> )	Vandområde	Størrelse (km <sup>2</sup> )
Als Sund	5,5	Horsens Fjord, indre	46,2	Norsminde Fjord	1,8
Augustenborg Fjord	15,1	Horsens Fjord, ydre	32,7	Nærå Strand	4,8
Avnø Fjord	40,9	Isefjord, ydre	253,3	Nybøl Nor	8,0
Avnø Vig	0,4	Kalundborg Fjord	57,2	Nyborg Fjord	8,1
Basnæs Nor	9,5	Karrebæk Fjord	15,5	Odense Fjord, Seden Strand	15,4
Lillebælt, Bredningen	0,3	Kerteminde Fjord	3,4	Odense Fjord, ydre	46,1
Bågø Nor	0,3	Kertinge Nor	5,4	Præstø Fjord	21,9
Dalby bugt	2,6	Kløven	10,1	Randers Fjord, ydre	18,2
Det sydfynske Øhav, åbne del	572,8	Knebel Vig	7,3	Ringkøbing Fjord	285,1
Dybsø Fjord	17,1	Korsør Nor	7,8	Roskilde Fjord, ydre	71,9
Ebeltoft Vig	84,7	Køge Bugt	603,9	Rødsand	211,3
Emtekær Nor	0,8	Lillestrand	6,1	Skælskør Fjord og Nor	5,2
Fakse Bugt	555,4	Lindelse Nor	6,9	Skårupøre Sund	2,8
Gamborg Fjord	10,3	Lunkebugten	10,7	Smålandsfarvandet, syd	250,1
Genner Bugt	5,0	Mariager Fjord, ydre	28,3	Stavns Fjord	15,8
Grønsund	100,9	Nakkebølle Fjord	6,7	Stege Bugt	132,9
Guldborgsund	82,0	Nakskov Fjord	50,5	Stege Nor	5,2
Hejlsminde Nor	1,9	Nissum Fjord, Felsted Kog	10,6	Thurø Bund	1,2
Helnæs Bugt	66,9	Nissum Fjord, mellem	20,5	Torø Vig og Torø Nor	2,0
Holsteinborg Nor	6,5	Nissum Fjord, ydre	33,4	Vejlen	0,2



Figur 2-2: De 60 vandområder, der er indeholdt i projektet, ses illustreret med grøn.

### 3 Metode

Modellen der anvendes til at lave SDB i dette studie er en fysisk baseret 'radiative transfer' metode, der minimerer forskellen mellem et observeret satellitbillede og et modelleret satellitbillede. Det modellerede satellitbillede er skabt som en funktion af seks parametre – dybde, bundtypens albedo, 'backscattering', klorofyl-a, gulstof og hældningen af 'backscattering' funktionen, med bundtypen yderligere splittet ind i en funktion af to forskellige bundtyper – specifikt sand og vegetation. Ved at minimere forskellen mellem det observerede og det modellerede satellitbillede kan præcise vanddybder bestemmes i optisk lavvandede områder, altså, områder hvor sollys, der reflekteres fra havbunden, kan ses.

Beregningsmetoden kan overordnet reduceres til følgende serie af 'pseudo' ligninger:

$$rrs_{modelleret} = f(klorofyl, gulstof, b_b, b_x, \rho, H)$$

Hvor  $rrs_{modelleret}$  er det modellerede satellitbillede,  $b_b$  er 'backscattering',  $b_x$  er hældningen af 'backscattering' funktionen,  $\rho$  er den opsummerede reflektans fra havbunden, og  $H$  er dybden.

Det næste trin i modellen er at minimere forskellen mellem det observerede og det modellerede satellitbillede:

$$\chi^2 = \frac{1}{N} \left[ \sum (rrs_{observeret} - rrs_{modelleret}) \right]$$

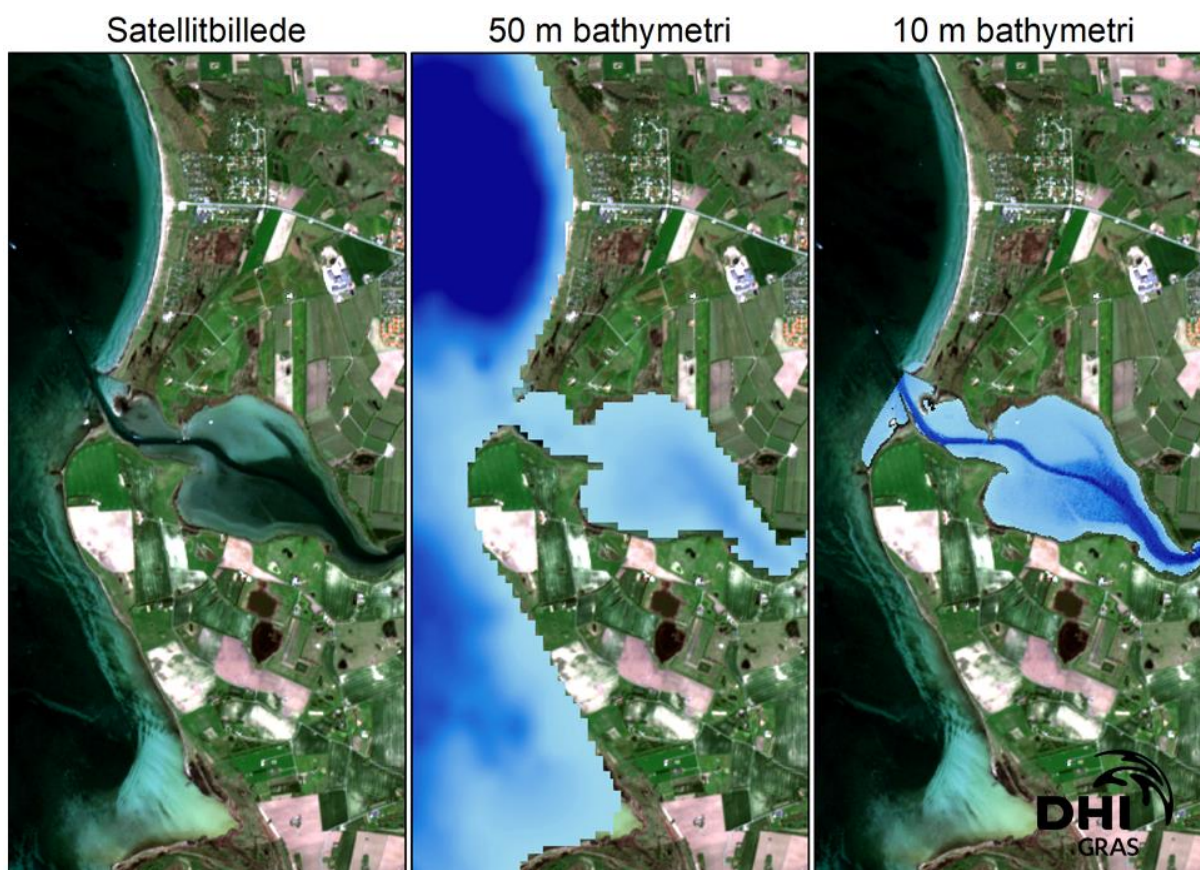
Hvor  $N$  er antallet af spektrale bånd hvor satellitbilledet giver information, og  $rrs_{observeret}$  er det anvendte satellitbillede.

Gennem disse to 'pseudo' ligninger, og de ligninger der definerer forholdene mellem parametrene i den første ligning, kan dybder blive udledt hurtigt og pålideligt.

For at lave bathymetri for de 60 vandområder er satellitbilleder fra 2016-05-05, 2016-05-08, 2016-09-05 og 2017-05-27 blevet anvendt.

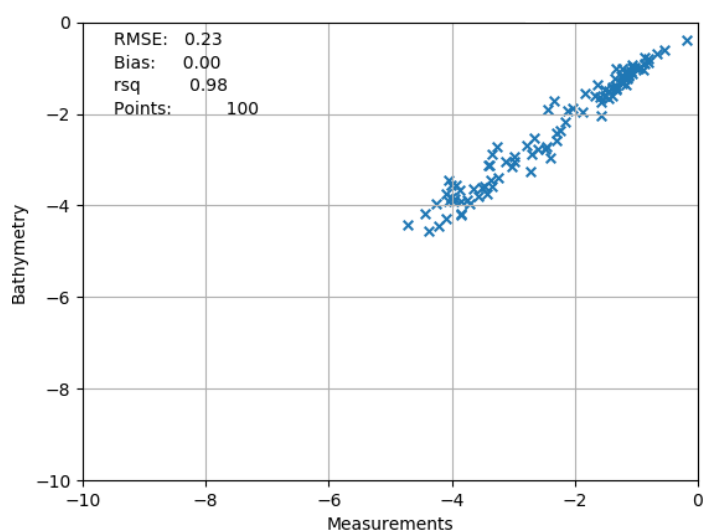
## 4 Resultater

Udover at oparbejde nye data i områder, der ikke er indeholdt i 50 m datasættet (se Figur 2-1), er der også tilføjet opdateringer i områder som er dækket af den eksisterende 50 m bathymetri (se Figur 2-2). 50 m datasættet bærer mange steder stort præg af interpolation, og en rumlig opløsning, der er betydeligt dårligere end 50 m. Et eksempel på dette kan ses på nedenstående illustration (Figur 2-2), der viser indløbet til Skælskør Fjord og Nor. I 50 m datasættet findes sejlrenden slet ikke, mens den i det nye 10m datasæt fremstår meget tydeligt.



Figur 4-1: Indløbet til Skælskør set hhv. i satellitbilledet, 50 m bathymetri og 10 m bathymetri. Detaljegraden er markant bedre i 10m bathymetrien, hvor sejlrenden ses tydeligt illustreret. Bathymetri illustrationerne er vist med en farveskala gående fra 0m (lyseblå) til -7m (mørkeblå)

Et scatterplot, der sammenligner den udledte 10m bathymetri med transekter fra NOVANA-programmet, kan ses på Figur 4-2.



Figur 4-2: Scatterplot der viser sammenhængen mellem, den udledte 10m bathymetri på Y-aksen og dybdemålinger fra et udvalgt NOVANA-transekt nær Bågø Nor i Lillebælt på X-aksen.

Generelt er transekterne fra NOVANA-programmet anvendt til at evaluere de beregnede dybder, for at sikre at de to datakilder korrelerer, samtidigt med at der er blevet taget højde for de usikkerheder der findes i NOVANA laget. Ligeledes er de satellitbaserede dybder blevet sammenholdt med data fra den eksisterende 50 m bathymetri for at identificere, analysere og potentielt korrigere outliers i modellen.



## 5 Beskrivende statistik for de danske vandområder

Udover at producere bathymetri i 10 m opløsning er der blevet efterspurgt beskrivende statistik for det kombinerede 10 m og 50 m datasæt, for alle de danske vandområder, kystnære som åbentvandsområder, se Figur 5-1.



Figur 5-1: Alle de danske vandområder, som der indgår i vanddybdestatistikken vist i Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Vanddybde statistik for alle danske vandområder (se Figur 5-1 for detaljer). I tabellen er inkluderet gennemsnitlige vanddybde og percentiler (20, 50 og 80) for det enkelte vandområde. Vanddybdestatistikken er baseret på den datadækning der er tilgængelig ved brug af Geodatastyrelsens 50 m bathymetri kombineret med SDB data. Den samlede dækning er beskrevet i tabellen foruden den andel af det samlede vandområdeareal, der er opdateret ved brug af SDB-data.

ID	Vandomr. Navn	Gennemsnit	Percentil	Percentil	Percentil	Kombineret dækning	SDB
			- 20	- 50	- 80		dækning
1	Roskilde Fjord, ydre	-2,9	-4,9	-2,8	-0,4	97	31
2	Roskilde Fjord, indre	-3,1	-4,4	-3,5	-1,4	97	
6	Nordlige Øresund	-7,5	-11,8	-6,9	-3,7	99	
9	København Havn	-3,7	-5,9	-3,1	-0,5	37	
11	Øresund, 12 sm	-13,5	-17,2	-13,3	-9,7	97	
16	Korsør Nor	-1,7	-2,5	-1,9	-0,5	99	96

ID	Vandomr. Navn	Gennemsnit	Percentil - 20	Percentil - 50	Percentil - 80	Kombineret dækning	SDB dækning
17	Basnæs Nor	-0,7	-1,1	-0,4	-0,2	89	88
18	Holsteinborg Nor	-0,5	-0,9	-0,3	-0,1	84	83
24	Isefjord, ydre	-6,9	-9,4	-8,4	-3,8	100	25
25	Skælskør Fjord og Nor	-1,5	-2,6	-0,9	-0,3	61	57
26	Musholm Bugt, indre	-8,0	-10,9	-8,7	-5,0	99	
28	Sejerøbugt	-12,2	-17,1	-12,3	-7,5	100	
29	Kalundborg Fjord	-11,5	-15,4	-13,5	-5,4	100	23
34	Smålandsfarvandet, syd	-4,1	-6,5	-3,9	-1,4	99	70
35	Karrebæk Fjord	-1,1	-1,7	-0,7	-0,2	21	21
36	Dybsø Fjord	-1,4	-3,0	-0,7	-0,3	96	95
37	Avnø Fjord	-3,3	-5,9	-2,8	-0,6	99	46
38	Guldborgsund	-2,8	-4,7	-2,6	-0,6	98	61
41	Langelandsbælt, øst	-4,1	-5,9	-4,1	-2,1	99	
44	Østersøen	-11,2	-17,8	-9,7	-6,4	100	
45	Grønsund	-5,9	-10,4	-3,4	-1,6	98	64
46	Fakse Bugt	-10,3	-15,5	-10,8	-4,0	100	31
47	Præstø Fjord	-2,4	-4,0	-2,6	-0,6	97	51
48	Stege Bugt	-2,6	-4,2	-2,3	-0,6	99	76
49	Stege Nor	-1,6	-2,3	-1,3	-0,9	71	71
56	Østersøen, Bornholm	-18,2	-27,6	-14,9	-8,4	99	
57	Østersøen, Christiansø	-63,9	-85,3	-67,9	-41,7	99	
58	Bornholm, 12 sm	-54,8	-74,4	-59,3	-37,9	99	
59	Næstå Strand	-0,5	-0,8	-0,4	-0,1	70	70
61	Dalby bugt	-4,6	-7,4	-4,6	-1,2	99	64
62	Lillestrand	-0,9	-1,2	-0,5	-0,2	92	90
63	Nakkebølle Fjord	-3,2	-4,6	-3,3	-1,1	99	80
64	Skårupøre Sund	-1,1	-1,7	-0,8	-0,5	98	79
65	Thurø Bund	-3,1	-4,6	-3,3	-1,2	98	76
68	Lindelse Nor	-2,6	-4,8	-2,2	-0,6	95	95
69	Vejlen	-0,5	-0,7	-0,6	-0,5	81	0
70	Salme Nor	nan	nan	nan	nan	0	
71	Tryggelev Nor	-0,2	-0,2	-0,2	-0,1	1	
72	Kløven	-2,8	-5,1	-2,2	-0,7	98	96
74	Bredningen	-0,1	-0,2	0,0	0,1	57	0
75	Emtekær Nor	-0,4	-0,6	-0,3	-0,1	86	25
76	Orestrand	nan	nan	nan	nan	0	
78	Gamborg Nor	nan	nan	nan	nan	0	
80	Gamborg Fjord	-4,4	-7,4	-3,6	-1,1	97	34
81	Bågø Nor	-0,4	-0,6	-0,3	-0,2	51	0
82	Aborg Minde Nor	nan	nan	nan	nan	0	
83	Holckenhavn Fjord	-0,3	0,0	0,0	0,0	1	
84	Kerteminde Fjord	-1,2	-1,9	-0,7	-0,3	46	46

ID	Vandomr. Navn	Gennemsnit	Percentil - 20	Percentil - 50	Percentil - 80	Kombineret dækning	SDB dækning
85	Kertinge Nor	-0,8	-1,3	-0,6	-0,2	33	32
86	Nyborg Fjord	-5,3	-8,7	-4,3	-2,7	98	58
87	Helnæs Bugt	-5,7	-9,2	-5,2	-2,1	99	42
89	Lunkebugten	-3,8	-6,7	-3,6	-1,1	99	75
90	Langelandssund	-9,1	-12,5	-9,6	-5,2	100	
92	Odense Fjord, ydre	-2,4	-4,1	-2,0	-0,5	99	71
93	Odense Fjord, Seden Strand	-0,7	-1,1	-0,3	0,0	72	45
95	Storebælt, SV	-11,5	-16,2	-11,7	-5,5	99	
96	Storebælt, NV	-8,6	-12,9	-8,3	-4,5	99	
100	Lillebælt, syd 12 sm	-20,1	-23,7	-20,0	-17,0	100	
101	Genner Bugt	-12,2	-18,2	-13,9	-5,2	94	9
102	Åbenrå Fjord	-19,7	-30,9	-22,1	-7,2	99	
103	Als Fjord	-14,4	-22,0	-14,3	-4,8	98	
104	Als Sund	-6,6	-11,0	-6,0	-3,1	98	45
105	Augustenborg Fjord	-5,0	-9,0	-4,0	-1,7	98	35
106	Haderslev Fjord	-1,3	-1,9	-1,1	-0,5	91	
107	Juvre Dyb, tidevandsområde	-0,8	-0,9	-0,3	-0,1	98	
108	Avnø Vig	-1,1	-1,6	-1,1	-0,5	89	46
109	Hejlsminde Nor	-1,1	-1,4	-1,2	-0,6	97	27
110	Nybøl Nor	-3,5	-4,5	-3,9	-2,4	98	26
111	Lister Dyb	-2,5	-2,6	-1,2	-0,4	99	
113	Flensborg Fjord, indre	-10,3	-14,8	-11,0	-5,3	94	
114	Flensborg Fjord, ydre	-15,6	-26,3	-15,0	-5,6	99	
116	Lillebælt, Als-Ærø 12 sm	-22,2	-27,2	-25,1	-14,1	99	
119	Vesterhavet, syd	-6,1	-9,2	-5,4	-2,8	100	
120	Knudedyb, tidevandsområde	-1,4	-2,0	-1,0	-0,4	98	
121	Grådyb, tidevandsområde	-1,0	-1,0	-0,6	-0,3	98	
122	Vejle Fjord, ydre	-11,0	-13,9	-12,9	-7,8	100	
123	Vejle Fjord, indre	-5,2	-7,8	-5,6	-2,5	98	
124	Kolding Fjord, indre	-2,7	-3,8	-2,6	-1,4	95	
125	Kolding Fjord, ydre	-4,7	-7,4	-4,1	-1,0	86	
127	Horsens Fjord, ydre	-3,5	-4,2	-3,3	-0,8	99	81
128	Horsens Fjord, indre	-3,1	-5,0	-3,1	-0,8	98	37
129	Nissum Fjord, ydre	-0,9	-1,5	-0,7	-0,5	95	95
130	Nissum Fjord, mellem	-1,1	-1,6	-0,9	-0,6	93	94
131	Nissum Fjord, Felsted Kog	-1,0	-1,2	-1,0	-0,7	96	96
132	Ringkøbing Fjord	-1,9	-3,2	-1,4	-0,7	98	49
133	Vesterhavet, nord	-8,3	-11,8	-8,1	-4,6	98	
135	Randers Fjord, Grund Fjord	-0,5	-0,9	-0,4	-0,1	28	

ID	Vandomr. Navn	Gennemsnit	Percentil - 20	Percentil - 50	Percentil - 80	Kombineret dækning	SDB dækning
136	Randers Fjord, Randers-Møllerup	-0,8	-1,2	-0,8	-0,2	51	
137	Randers Fjord, ydre	-1,0	-1,5	-0,5	-0,1	96	60
138	Hevring Bugt	-7,5	-9,2	-7,5	-5,6	100	
139	Anholt	-8,2	-11,6	-6,2	-3,8	100	
140	Djursland Øst	-14,7	-23,6	-12,6	-6,8	100	
141	Ebeltoft Vig	-9,7	-14,0	-11,2	-4,9	100	27
142	Stavns Fjord	-1,1	-1,9	-0,6	-0,2	97	92
144	Knebel Vig	-6,5	-11,1	-6,5	-1,7	99	28
145	Kalø Vig, indre	-7,4	-10,0	-9,5	-3,1	99	
146	Norsminde Fjord	-0,4	-0,6	-0,3	-0,1	92	59
147	Århus Bugt, Kalø og Begtrup Vig	-13,1	-16,9	-14,1	-7,8	99	
148	Anholt, 12 sm	-22,8	-31,4	-19,7	-14,4	100	
154	Kattegat, Læsø	-3,7	-5,7	-3,9	-1,8	95	
156	Nissum, Thisted, Kås, Løgstør, Nibe, Langerak	-5,0	-7,5	-5,3	-1,7	97	
157	Lovns, Skive, Riisgårde, Bjørnholms bugt	-6,0	-9,7	-5,8	-2,6	99	
158	Hjarbæk Fjord	-1,8	-2,9	-1,7	-0,5	93	
159	Mariager Fjord, indre	-10,0	-16,4	-8,0	-3,7	98	
160	Mariager Fjord, ydre	-1,5	-2,7	-0,9	-0,3	95	50
163	Nordlige Kattegat, 12 sm	-23,1	-33,6	-20,7	-9,5	100	
165	Isefjord, indre	-4,0	-7,0	-3,8	-0,9	95	
200	Kattegat, Nordsjælland	-13,1	-17,4	-13,9	-8,8	100	
201	Køge Bugt	-9,8	-13,1	-10,2	-6,0	99	25
202	Kattegat, SØ 12 sm	-23,1	-27,0	-22,9	-19,7	100	
203	Storebælt, nord 12 sm	-21,5	-26,6	-21,4	-15,9	100	
204	Jammerland Bugt	-10,6	-14,1	-10,9	-6,7	100	
205	Kattegat, Nordsjælland >20 m	-21,5	-22,8	-21,4	-20,2	100	
206	Smålandsfarvandet, åbne del	-9,9	-12,9	-9,7	-5,4	100	
207	Nakskov Fjord	-1,8	-2,8	-1,5	-0,7	99	86
208	Femerbælt	-5,5	-6,8	-5,5	-4,2	100	
209	Rødsand	-3,1	-5,4	-2,6	-1,1	99	66
210	Femerbælt, 12 sm	-12,2	-16,4	-11,6	-8,1	100	
211	Østersøen, 12 sm	-20,4	-24,2	-20,0	-16,7	100	
212	Faaborg Fjord	-5,0	-7,5	-5,3	-2,0	96	
213	Torø Vig og Torø Nor	-3,5	-5,3	-3,9	-1,2	89	62
214	Det sydfynske Øhav, åbne del	-9,5	-16,3	-6,7	-2,6	100	43
215	Storebælt, syd 12 sm	-17,9	-23,4	-16,8	-11,6	100	
216	Lillebælt, syd	-21,7	-31,4	-22,6	-11,8	100	
217	Lillebælt, Bredningen	-10,1	-15,8	-9,3	-4,0	99	

ID	Vandomr. Navn	Gennemsnit	Percentil			Kombineret dækning	SDB dækning
			- 20	- 50	- 80		
218	Vesterhavet, 12 sm	-19,2	-25,5	-18,8	-14,2	100	
219	Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav	-13,8	-20,3	-13,4	-6,3	100	
220	Kattegat, SV 12 sm	-16,9	-21,1	-17,6	-11,8	100	
221	Skagerrak	-9,9	-12,7	-10,3	-6,5	100	
222	Kattegat, Aalborg Bugt	-7,4	-10,1	-7,6	-4,9	100	
223	Skagerrak, 12 sm	-38,1	-59,8	-25,3	-19,4	100	
224	Nordlige Lillebælt	-12,4	-16,7	-13,3	-6,6	99	
225	Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt	-10,9	-17,2	-9,7	-5,2	99	



## 6 Perspektivering

I dette projekt er der udvalgt 60 specifikke vandområder, hvor bathymetrien er helt eller delvist opdateret i forhold til den tidligere 50 m bathymetri fra Kystdirektoratet. De 60 udvalgte områder er udvalgt ud fra en vurdering af:

- i) hvor er der stor sandsynlighed for at der kan udarbejdes en bathymetri for en signifikant andel af vandområdet<sup>1</sup>,
- ii) hvilke områder mangler data i henhold til projekt om afgrænsning, karakterisering og typologi, samt
- iii) hvor vil den løbende udvikling af mekanistiske modeller forventeligt kunne drage fordel af opdaterede bathymetridata

For flere af de 60 identificerede områder er der således nu for første gang detaljeret information om dybdeforhold, og for andre vandområder er dele af områderne nu opløst i en betydelig højere detaljeringsgrad end tidligere, som fx illustreret i Figur 4-1 med sejlrenden ind til Skælskør Fjord og Nor.

For de resterende kystnære vandområder vil man med satellitbaseret bathymetri også kunne forbedre det bathymetriske datagrundlæg. 50 m datasættet er som tidligere nævnt præget af interpolation i de områder hvor man ikke har haft adgang til data fra ekkolod, hvilket i praksis vil sige samtlige mere lavvandede områder i Danmark. Dernæst er 50 m modellen, så vidt vi er orienteret, baseret på data indsamlet 'tidligere end 2006'. I betragtning af kystzonens dynamiske natur, vil man kunne forvente at en opdateret satellitbaseret dækning af de lavvandede områder, som jo netop er de mest dynamiske områder, vil være relevant for den løbende administration af de kystnære vandområder, også i områder, der ikke er opdateret som en del af dette projekt.

---

<sup>1</sup> I vandområder med store vanddybder eller uklart vand vil den andel, der kan dækkes af satellitdata, falde.

## 7 Referenceliste

Erichsen & Timmermann (2019). Gennemgang af grundlaget for afgrænsning, karakterisering og typeinddeling af kystvande i vandområdeplanerne. Under udarbejdelse.