



IDENTIFIKATION AF MULIGE BESKYTTEDE HAVOMRÅDER I NORDSØEN, SKAGERRAK OG ØSTERSØEN OMKRING BORNHOLM

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 362

2019



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI



[Tom side]

IDENTIFIKATION AF MULIGE BESKYTTEDE HAVOMRÅDER I NORDSØEN, SKAGERRAK OG ØSTERSØEN OMKRING BORNHOLM

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 362

2019

Cordula Göke¹
Asbjørn Christensen²
Denise Tonetta¹
Ib Krag Petersen¹
Jeppe Olsen²
Karsten Dahl¹
Signe Sveegaard¹

¹ Aarhus Universitet, Institut for Bioscience

² DTU Aqua



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 362
Titel:	Identifikation af mulige beskyttede havområder i Nordsøen, Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm
Forfattere:	Cordula Göke ¹ , Asbjørn Christensen ² , Denise Tonetta ¹ , Ib Krag Petersen ¹ , Jeppe Olsen ² , Karsten Dahl ¹ og Signe Sveegaard ¹
Institutioner:	¹ Aarhus Universitet, Institut for Bioscience og ² DTU Aqua
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	December 2019
Redaktion afsluttet:	December 2019
Faglig kommentering:	Bo Riemann
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen
Sproglig kvalitetssikring:	Charlotte Hviid
Finansiel støtte:	Miljø- og Fødevareministeriet
Bedes citeret:	Göke, C., Christensen, A., Tonetta, D., Petersen, I.K., Olsen, O., Dahl, K. og Sveegaard, S. 2019. Identifikation af mulige beskyttede havområder i Nordsøen, Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 78 s. - Videnskabelig rapport nr. 362. http://dce2.au.dk/pub/SR362.pdf
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Rapporten omfatter analyser der identificere potentielle beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak og farvandet omkring Bornholm. Arbejdet har lagt vægt på at de foreslåede områder bedst muligt indgår i et nationalt og internationalt sammenhængende netværk af beskyttede naturtyper men også med fokus på bla. rødlistede arter.
Emneord:	Marine beskyttede områder, internationalt sammenhængende netværk, Nordsøen, Skagerrak, Østersøen
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	© OCEANA / Juan Cuetos
ISBN:	978-87-7156- 462-4
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	78
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR362.pdf
Supplerende oplysninger:	Miljø- og Fødevareministeriet har været inddraget undervejs i projektarbejdet og truffet beslutninger omkring eksklusioner af arealer/naturtyper i analyseforløbet.
Revideret:	20.5.2021: Tabel 4.1: overskrifter flyttet 1 kolonne til højre, figur 4.2 og 6.3 områdenummerering fremhævet.

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	7
Summary	8
1 Baggrund	9
1.1 Arealmæssige målsætninger	9
1.2 Liste over habitater og arter for Nordsøen og Skagerrak	10
1.3 Liste over habitater og arter for Østersøen omkring Bornholm	10
2 Metode	11
2.1 Konnektivitet	12
2.2 Marxan	16
2.3 Inddragelse af øvrige Naturværdier	18
2.4 Inddragelse af ekspertviden	18
3 Datagrundlag for Nordsøen og Skagerrak	19
3.1 Pelagiske habitater, særligt fronter og upwellingszoner	19
3.2 Bentiske naturtyper	21
3.3 Havpattedyr	23
3.4 Bundfauna arter	26
3.5 Fiskearter	28
3.6 Fuglearter	29
4 Resultater for Nordsøen og Skagerrak	36
5 Datagrundlag for Østersøen omkring Bornholm	41
5.1 Pelagiske habitater, særligt fronter og upwellingszoner	41
5.2 Bentiske naturtyper	42
5.3 Havpattedyr	44
5.4 Bundfauna arter	45
5.5 Ålegræsenge	49
5.6 Afotisk pelagisk habitat under springlaget	49
5.7 Havfugle	49
5.8 Fisk	52
6 Resultater for Østersøen omkring Bornholm	53
7 Diskussion	58
8 Konklusion	62
9 Referencer	64
Taksigelse	70

Bilag	71
Bilag 1 Metode til vurdering af marin konnektivitet ud fra data om havstrømme	71
Bilag 2. Artsbeskrivelser	74
Bilag 3. Liste med olie- gas installationer	77

Forord

Miljø- og Fødevareministeriet har udbudt en opgave med fokus på at identificere potentielle beskyttede områder i to danske farvandsafsnit, Nordsøen-Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm. Identifikationen skal indgå som fagligt grundlag for en beslutning om, hvordan kravene i Havstrategidirektivet om geografiske beskyttelsesforanstaltninger kan implementeres i Nordsøen, Skagerrak og den centrale Østersø.

EU's vision med beskyttelse af Europas natur er at etablere et sammenhængende netværk af beskyttede benthiske naturtyper. Indtil videre har udpegningen af de mange områder i Europa langt hen af vejen været et nationalt anlæg med kun begrænset inddragelse af den internationale dimension.

Kendetegnene for begge de danske farvandsområder er, at datagrundlaget for centrale parametre, som fx rødliste arter¹, er sporadiske. Der foreligger kun i få delområder modeller, der kan estimere den arealmæssige udbredelse af havfugle. Tilsvarende findes der kun modelleret udbredelse af bundfauna² baseret på nyere data i Østersøområdet.

Mange områder, særligt i Nordsøen, er intensivt befisket med forskellige typer redskaber, hvoraf nogle har betydelig større effekter på de benthiske³ samfund end andre. Derudover er der påvirkninger i form af indvinding af sand, ral, olie og gas samt gradienter af eutrofiering, og i Østersøen er der store områder, der er ramt af iltsvind

Det biologiske potentiale, fx biomasser og individtæthed af bundfaunaen i mange områder i Nordsøen, Skagerrak og området omkring Bornholm er således påvirket af menneskelige aktiviteter. Samtidig er der stort set ingen viden om hvordan det biologiske potentiale ville være i upåvirket tilstand. Rapportens arbejde med at identificere potentielle nye beskyttede områder, har derfor taget udgangspunkt i analyser, der kan bidrage til forslag, der kan indgå i et netværk af marine beskyttede arealer med en international forankring og en høj "sammenhængskraft" (coherence). Det betyder, at der i forslaget er lagt vægt på, at de nye potentielle beskyttede områder er repræsentative, med det vidensniveau man har i dag, at hver af de beskyttede forekomster af et habitat eller af en art har en vis størrelse, at de er replikerede (flere områder af samme type) og endelig, at der er en høj grad af udveksling af æg, larver og andre spredningsorganismer, der bevæger sig passivt med vandstrømme (konnektivitet), som er grundlaget for at organismer som spredt sig gennem denne transportvej, har en sandsynlighed for at reproducere med succes.

Ud over "coherenceanalysen" er det undersøgt, i hvilken grad de foreslåede områder tilgodeser tilstedeværelse af fx rødlistearter og andre økosystemkomponenter, som på forhånd er defineret af Miljø- og Fødevareministeriet.

¹ HELCOM rødliste indeholder arter som er truede. (HELCOM 2013). OSPAR rødliste indeholder arter der er truede eller i tilbagegang (Anon 2014)

² Bundlevende dyr

³ Bundlevende (på eller i bunden)

De foreslåede potentielle områder for fremtidige beskyttede områder, omfatter en samlet afvejning af de tilgængelige data.

Opgaven er løst i et samarbejde med Miljø- og Fødevareministeriet, der har deltaget i statusmøder undervejs i projektforløbet.

Undervejs i analyseprocessen har det været nødvendigt for processen, at Miljø- og Fødevareministeriet har truffet beslutninger på baggrund af tilgængelig data, faglig sparring med DCE og forsigtighedshensyn, som grundlag for næste analysetrin. Disse beslutninger fremgår nedenfor:

- 1) Analyserne for potentielle beskyttede områder skal ekskludere en afstandszone på 5 km omkring eksisterende olie og gasindvindingsanlæg,
- 2) den dybe mudderbund, der oftest er ramt af iltsvind øst for Bornholm, skal så vidt muligt ikke indgå som forslag til et beskyttet område,
- 3) det "afotisk pelagiske habitat under springlaget" skal ikke prioriteres som en beskyttet naturtype i analysen for farvandet omkring Bornholm.

Endeligt har Miljø- og Fødevareministeriet ønsket at forslag til større sammenhængende beskyttede områder, brydes ned i delområder for hvilke naturtype indholdet og de biologiske elementer beskrives.

Sammenfatning

Projektet har identificeret potentielle beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak og i Østersøen omkring Bornholm for Miljø- og Fødevareministeriet. Identifikationen skal indgå som fagligt grundlag i en beslutningsproces for implementeringen af Havstrategidirektivets krav om geografiske beskyttelsesforanstaltninger. Arbejdet blev igangsat som en videreførelse og udbygning af et tidligere analysearbejde (Edelvang et al, 2017a og b).

I Miljø- og Fødevareministeriets opgavebeskrivelse var det specificeret, at arbejdet skulle tage udgangspunkt i en række bentiske naturtyper og arter, hvoraf mange indgår på OSPARs og HELCOMs rødlistes. Der var ligeledes et ønske om at få et forslag, som dækker op til 40% af den arealmæssige udstrækning og beskytter mindst 40% af de pågældende habitater og arter i hvert af de to undersøgelsesområder i Nordsøen og Skagerrak samt Østersøen omkring Bornholm.

Vidensgrundlaget om fordelingen af de bentiske samfund og en lang række rødlistearter er sporadisk for den danske del af Nordøen, Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm. Viden om hvordan de eksisterende samfund kan udvikle sig under beskyttede forhold, er tilsvarende mangelfuld, og endelig må der forventes klimarelaterede ændringer i fremtiden i takt med øget vandtemperatur og vandstandsstigninger.

Der blev lagt vægt på, at identificere mulige fremtidige beskyttede områder med udgangspunkt i, at de skal kunne bidrage til og indgå i et netværk med en international forankring og en høj ”sammenhængskraft” (coherence) i tråd med EU’s overordnede målsætning for beskyttelse af marine områder. Det betyder, at 1) de nye potentielle beskyttede områder skal være repræsentative ud fra det vidensniveau, der eksisterer i dag, 2) de beskyttede forekomster af et habitat eller en art skal have en vis størrelse (tilstrækkelige), 3) der skal være en stor udveksling af spredningsorganismer, der bevæger sig passivt med vandstrømme mellem de foreslåede områder (konnektivitet). Endvidere anbefales det, at der ved den endelige udvælgelse af de fremtidige beskyttede områder tages højde for, at de beskyttede forekomster af et habitat eller en art er replikerede.

Områderne blev indledningsvis identificeret med programmet Marxan. Det har ført til identifikation af 14 områder i Nordsøen og 12 i Østersøen omkring Bornholm. De større områder blev opdelt i mindre delområder. En efterfølgende evaluering af tilgængelige data for de specificerede arter og habitater, der ikke kunne indgå i Marxan analysen men er tilstrækkelige for at gennemføre en ekspertvurdering, medførte forslag om yderligere et mindre område i den sydøstlige Nordsø for at omfatte en større del af bestanden af rødstrubet lom. I Østersøen er to områder ligeledes tilføjet. Det ene område for at øge arealet hvor havlit forekommer, og det andet område for at omfatte lavvandede sandområder hvor ålegræs forekommer eller kan forekomme.

Analysen er gennemført på eksisterende og tilgængelige data for økosystemkomponenterne. Der er kun anvendt et års data til konnektivitetsberegninger.

Summary

The project has identified potential marine protected areas (MPAs) in the North Sea, Skagerrak and the sea around Bornholm in the Baltic. The work is commissioned by the Ministry of Environment and Food in Denmark. The outcome is expected to form the scientific background for a decision to designate MPAs as part of the implementation of the Marine strategy Framework Directive. The work builds on a previous study published by Edelvang et al. (2017a and b).

In the task description prepared by the Ministry of Environment and Food, the analyses should be based on selected EUNIS broad scale habitat types and include a number of specified species of which some are on the OSPAR and HELCOM red lists. The suggestions for MPAs should not exceed 40% of the area and protect at least 40% of the habitats and species in the two analysis areas North Sea together with Skagerrak area and in the Baltic Sea around Bornholm.

The knowledge about the distribution of benthic communities and about a number of the redlisted species is poor for the Danish areas in the North Sea, Skagerrak and the Baltic Sea around Bornholm. Knowledge of how existing communities can develop under protected conditions is similarly lacking. Finally, climate change impact is expected in the future due to increasing temperature and raising sea level.

Having the rather poor data situation in mind especially for invertebrates, a major focus in this project has been to identify potential MPAs that are part of an international network with high coherence. This is to promote the overall objective of the European Union to create a coherent network of marine protected areas. This means that the proposal emphasises 1) representativeness of protected features based on the level of knowledge that exists today, 2) the protected elements have a certain size (sufficiency), 3) a high degree of exchange of organisms that passively move with water currents between the suggested areas (connectivity). Furthermore, it is recommended that replicability is considered when the final selection of protected areas is carried out by the government.

The major part of the proposed areas are identified using the Marxan program. In total 14 areas in the North Sea-Skagerrak were identified and 12 in the Baltic Sea around Bornholm. The larger proposed areas were subdivided into smaller units. An evaluation of the Marxan proposal including additional data resulted in suggestion of an additional area in the South-Eastern part of the North Sea to include an important area for red-throated divers. In the Baltic, two areas were included, one covering long-tailed ducks and another one covering shallow sandy seabed's south of Bornholm where eelgrass is present or can occur.

The analysis is based on available data and only one-year's data have been used for connectivity analysis

1 Baggrund

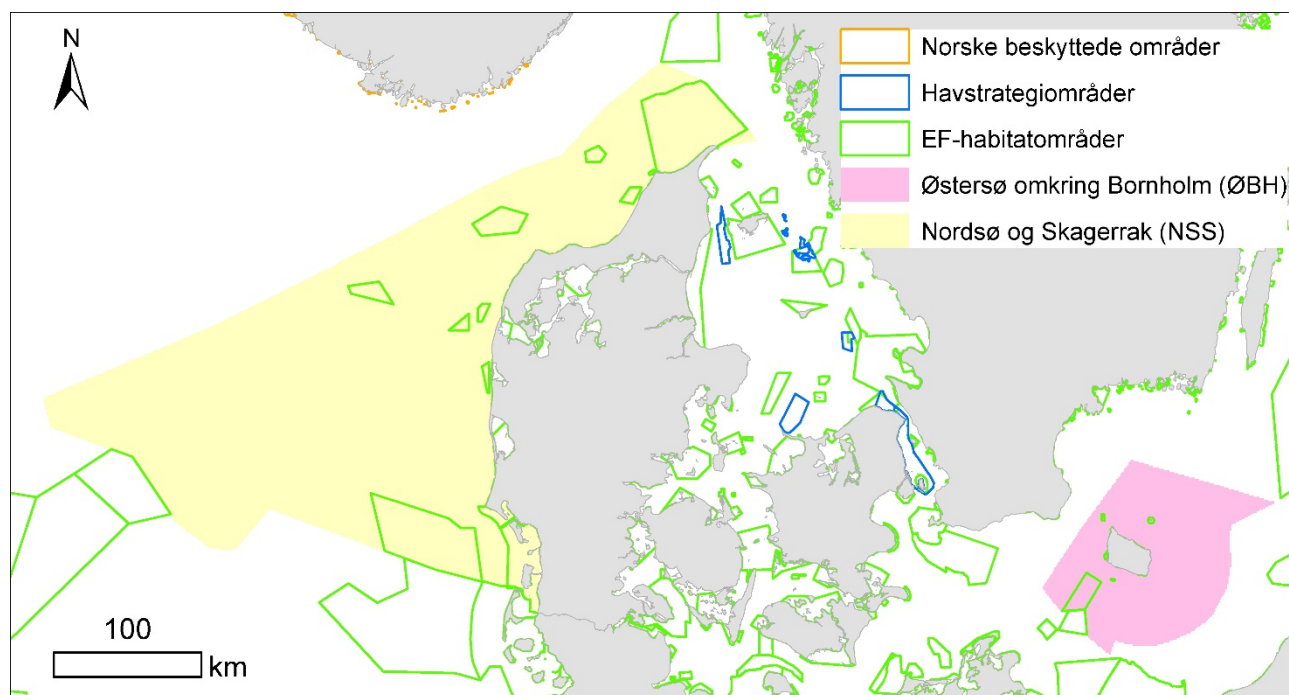
Formålet med projektet er, at identificere potentielle beskyttede områder i to undersøgelsesområder for Miljø- og Fødevarerministeriet. Et undersøgelsesområde i Nordsøen og Skagerrak og et andet i Østersøen omkring Bornholm. (figur 1.1). Identifikationen skal indgå som fagligt grundlag i en beslutningsproces for implementeringen af Havstrategidirektivets krav om geografiske beskyttelsesforanstaltninger i Nordsøen, Skagerrak og den centrale Østersø.

Arbejdet er igangsat som en videreførelse og udbygning af et tidligere analysearbejde (Edelvang et al, 2017a og b). Analysearbejdet i denne undersøgelse er afstemt med bundtypeklassifikation, der er anvendt i Havstrategisammenhæng.

I udbudsmaterialet er det fremført, at analysen skal identificere biologiske hotspots ud fra fastlagte kriterier ved hjælp af værktøjet Marxan. Der er opstillet en række arealkrav (se afsnit 1.1) og krav til, hvilke habitater og arter der bør indgå i analysearbejder for henholdsvis Nordsøen, Skagerrak (afsnit 1.2) og for farvandet omkring Bornholm (afsnit 1.3),

1.1 Arealmæssige målsætninger

Analysen har som mål, at de identificerede områder, i videst muligt omfang, omfatter 40% af de ønskede naturværdier og at de identificerede områder ikke udgør mere end 40% af det samlede areal af hvert af de to undersøgelsesområder.



Figur 1.1. Oversigt over undersøgelsesområderne i Nordsøen og Skagerrak samt Østersøen omkring Bornholm med eksisterende beskyttede områder. I udlandet er det kun Natura 2000 områder i henhold til Habitatdirektivet der er medtaget og i Norge er det deres marine beskyttede områder som svarer til International Union for Conservation of Nature (IUNC) klasserne Ia og IV⁴, der er medtaget.

⁴ Ia: Strikt beskyttelse, IV: habitat eller art beskyttelse
(<https://www.iucn.org/theme/protected-areas/about/protected-area-categories>)

1.2 Liste over habitater og arter for Nordsøen og Skagerrak⁵

- Benthiske naturtyper med sandede eller mudrede sedimenter (klassificeret efter EUNIS systemet)
 - Circalittoral mudder (mud)
 - Offshore circalittoral groft (coarse) sediment
 - Offshore circalittoral mudder (mud)
 - Offshore circalittoral sand
 - Øvre bathyal sediment
- Pelagiske⁶ habitater, særligt fronter og upwellingszoner⁷
- Dybe sandbanker
- OSPAR rødlistede arter / habitater:
 - Molboøsters (Arctica Islandica)
 - Søfjer og gravende megafauna
 - Sabellaria spinulosa rev
 - Rev af blåmusling
 - Rev af hestemusling
 - Marsvin
 - Ride
 - En række rokker og hajer så som sildehaj, pighaj, brugde, haven-gel, skade og sømrokke
- Fuglearter: alk, lomvie, havlit, mallemuk, storkjove, rødstrubet lom, krik-and, trolldand, toppet lappe- dykker.
- Delfinen hvidnæse og vågehal.

1.3 Liste over habitater og arter for Østersøen omkring Bornholm⁵

- Benthiske naturtyper (klassificeret efter EUNIS systemet):
 - Infralittoral sten og biogene rev
 - Infralittoral sand
 - Circalittoral mudder
 - Offshore circalittoral blandet sediment
 - Offshore circalittoral mudder
 - Offshore circalittoral sand
- Pelagiske habitater herunder fronter og upwellingszoner
- Sandbanker
- HELCOM rødlistede arter / habitater:
 - Stor østersømusling
 - Afotisk mudderbund domineret af astarte
 - Afotisk pelagisk habitat under springlaget
 - Marsvin
 - Havlit, gråstrubet lappedykker, ride og fløjlsand
 - Torsk
- Ålegræsområder.

⁵Listerne er overtaget fra Miljø- og Fødevareministeriets (MFVM) udbudsmateriale. MFVM oplyser, at listerne er baseret på Edelvang et al 2017, relevante arter og habitatter fra rødlistene i hhv. OSPAR og HELCOM, samt en analyse af hvilke af havstrategi-direktivets overordnede habitatyper, som ikke er omfattet af habitatdirektivet.

⁶i vandsøjlen

⁷zonen hvor typisk næringsrigt bundvand bevæger sig opad og blandes med overfladevand.

2 Metode

Den mest almindelige tilgang til udpegning af beskyttede områder er, at tage udgangspunkt i viden om det biologiske indhold i specifikke områder som synes værdifulde. Ofte sker det imidlertid uden viden om den fulde udbredelse af det biologiske indhold, af det man vil beskytte og uden viden om det biologiske potentiale, der kan opnås ved en beskyttelse, da kendte referenceområder er sjældne eller manglende.

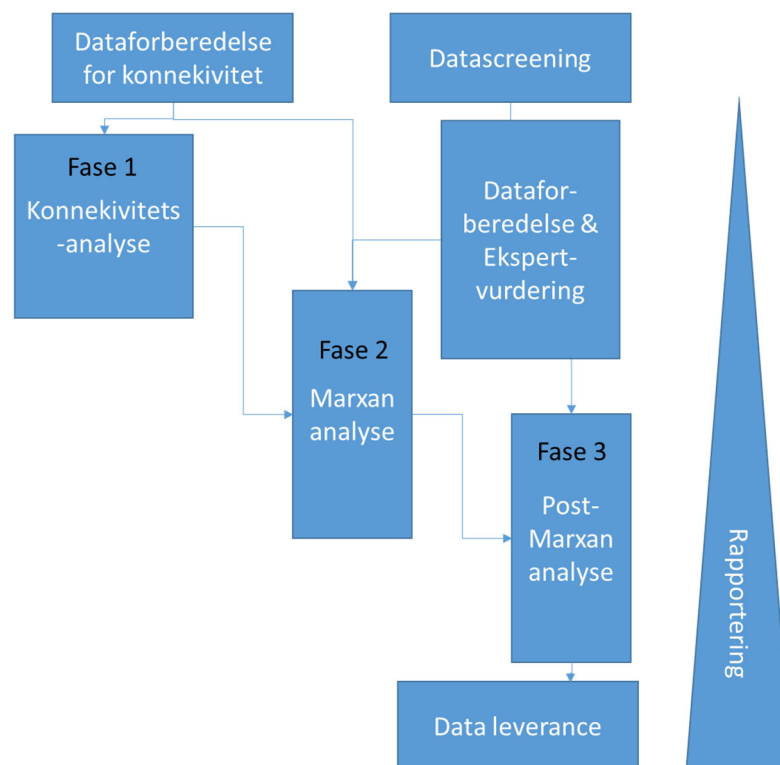
Kendetegnene for Nordsøen, Skagerrak og farvandet omkring Bornholm er, at datagrundlaget for centrale parametre, som fx den rødlistede invertebratfauna og fiskearter mangler. Der findes kun modelleret udbredelse af bundfauna, baseret på nyere data i Østersøområdet. Den arealmæssige udbredelse af havfugle er tilsvarende kun estimeret i delområder ved hjælp af modeller. Andre økologisksystemkomponenter, som frontområder og udbredelse af marssvin og andre store pattedyr, findes derimod modelleret med fladedækkende udbredelse for begge farvandsområder. En klassifikation af havbundens overflade sediment, der er en nøgleparameter for samfund af bundlevende organismer, foreligger ligeledes som fladedækkende kort. Disse kort er blevet til på baggrund af modeller, akustisk kortlægning og prøvetagninger med forskellig grad af detaljeringsrigdom og konfidens fra delområder. Konfidens afhænger af kortlægningens intensitet, fx tætheden mellem akustiske opmålingslinjer, og behovet for ekstrapolation i ikke kortlagte områder. I kapitel 4 og 6 kan man se en beskrivelse af data fra Nordsøen-Skagerrak samt farvandet omkring Bornholm.

Vidensgrundlaget om bentiske samfund og en lang række rødlistearter er sporadisk. Viden om hvordan de kan udvikle sig under beskyttede forhold, er tilsvarende mangelfuld. Endelig må vi forvente klima relaterede ændringer i fremtiden i takt med øget vandtemperatur og vandstandsstigninger. I denne rapports analysearbejde er der derfor lagt vægt på, at identificere mulige fremtidige beskyttede områder med udgangspunkt i at de skal kunne bidrage til og indgå i et netværk med en international forankring og en høj "sammenhængskraft" (coherence) (Wolters, 2015). Det betyder, at der i forslaget er lagt vægt på, at 1) de nye potentielle beskyttede områder er repræsentative ud fra det vidensniveau der eksisterer i dag, 2) de beskyttede lokale forekomster af et habitat eller en art har en vis størrelse (tilstrækkelige), 3) der er en høj grad af udveksling af æg, larver og andre spredningsorganismer der bevæger sig passivt med vandstrømme (konnektivitet). Endvidere anbefales det, at der ved den endelige udvælgelse af de fremtidige beskyttede områder tages højde for at de beskyttede forekomster af et habitat eller en art er replikerede, dvs. at der findes flere adskilte områder med samme beskyttede habitat eller en art.

Den overordnede arbejdsgang i analysearbejdet er skitseret i figur 2.1. Indledningsvis er der gennemført en datascreening som supplement til den, der allerede er angivet i udbudsmaterialet. Derefter er der gennemført en modellering af konnektivitet (se afsnit 2.1 for uddybet forklaring). Konnektivitetsresultaterne er, sammen med de fladedækkende data, anvendt i en Marxananalyse (se afsnit 2.2), der resulterede i et indledende forslag til potentielle nye beskyttede områder. Dette forslag blev i den næste fase evalueret i en analyse med geografiske informationssystemer (GIS-analyse) og efterfølgende manuelt justeret for at tilgodese tilstedeværelse af fx rødlistearter og andre af de

økosystemkomponenter⁸, hvor data ikke var fladedækkende. Ved denne metode kunne der tages højde for de økosystemkomponenter, der ikke kunne indgå i Marxan analysen, men som indgår i listerne i kapitel 1.2 og 1.3.

Figur 2.1. Arbejdsgangen i analyse-arbejdet med at finde mulige beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak og farvandet omkring Bornholm



2.1 Konnektivitet

Rigtig mange pelagiske og bentiske fisk, bundlevende invertebrater⁹ og makroalger benytter sig af æg, sporer, larvestadier eller frø, som spredes med havstrømme. Denne spredningsmekanisme er vigtig for rigtig mange marine økosystemer, da den sikrer en løbende kolonisering og foryngelse af et områdes flora og fauna samt udveksling af gener, også over større afstande. At identificere områder som maksimerer konnektivitet vha. havstrømme mellem beskyttede områder i en international og national kontekst, øger sandsynligheden for at organismerne kan reproducere med succes. At inkludere konnektivitet i analysen er derfor essentielt for etablering af et relevant netværk af beskyttede områder.

For at knytte de potentielle beskyttede områder til det eksisterende nationale og internationale netværk af marine beskyttede områder, er eksisterende marine beskyttede områder inddraget som både kilde og aftager af spredningsorganismer. For EU-lande gælder det områder udpeget i henhold til Habitatdirektivet. I indre danske farvande omfatter det yderlige havstrategi-områderne. For norske farvande er det områder udpeget i henhold til International Union for Conservation of Nature (IUNC) klasser Ia og IV.

Vi ved ikke hvordan forvaltning af vore nabolandes beskyttede områder bliver praktiseret, eller vil blive praktiseret, når internationale aftaler fx omkring

⁸ Delelement af økosystemet

⁹ hvirvelløse dyr

fiskeri falder på plads. I vores modellering har vi derfor antaget, at der vil foreligge en reel beskyttelse for alle bentiske naturtyper inden for de udpegede områder.

I projektet er marin konnektivitet vurderet ved at simulere spredningspotentialet mellem bentiske habitater, der har den samme bentiske naturtype og dybe sandbanker (jævnfør afsnit 1.2 for Nordsøen og Skagerrak og 1.3 for farvandet omkring Bornholm). Konnektivitet for naturtypen infralittoral sten og biogene rev er dog ikke modelleret, da den bagvedliggende model ikke i tilstrækkeligt omfang dækker kystzonen.

Konnektivitetsmodellen kan ikke håndtere polygoner, og derfor er alle data for bentiske naturtyper blevet konverteret til geografiske rektangler. Det gælder både for undersøgelsesområderne Nordsø, Skagerrak samt farvandet omkring Bornholm og for bentiske naturtyper inden for de udvalgte eksisterende marine beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Bælterne samt den centrale Østersø. Rektanglernes størrelse blev valgt, så rektanglerne repræsenterer den bentiske naturtypens areal inden for én gridcelle i konnektivitetsmodellen. Herved er Nordsø, Skagerrak delen af undersøgelsesområderne repræsenteret med 5376 geografiske rektangler, farvandet omkring Bornholm med 1097 geografiske rektangler, samt de eksisterende marine beskyttede områder med 13241 geografiske rektangler.

Formålet med konnektivitetsanalysen er, at bidrage med et datasæt, der ikke kun har fokus på potentielle områder inden for undersøgelsesområderne, men som også bidrager med data som forbinder de mulige områder med eksisterende marine beskyttede områder i danske og udenlandske farvande. For at tilgodese begge disse forhold er der gennemført to separate konnektivitetsanalyser, som i begge tilfælde ser på spredning mellem områder med samme bundnaturtype:

1. Spredning mellem undersøgelsesområderne og eksisterende marine beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, Bælterne samt den centrale Østersø (undersøgelseslinje 1). Denne analyse har til formål, at bidrage med data, der kan knytte nye potentielle områder til de eksisterende.
2. Spredning inden for undersøgelsesområderne (undersøgelseslinje 2). Denne analyse har fokus på at identificere potentielle områder inden for undersøgelsesområderne.

Simulering af marin konnektivitet følger samme skabelon som anvendt og beskrevet i et tidligere projekt "Analyse af beskyttede områder i Nordsøen og den Centrale Østersø" (Edelvang et al. 2017a og b), i hvilken de ovenfor beskrevne rektangler blev indlæst. Herved kan en relativt stor mængde beregninger gennemføres inden for projektets økonomiske ramme. Metode, software og hydrografiske data anvendt til delundersøgelsen er beskrevet i bilag 1. Kort fortalt "frigives" repræsentative individer fra hvert geografisk rektangel for hver sedimenttype, som så følger de modellerede havstrømme (pelagisk fase). Disse individer repræsenterer den pelagiske fase af tidlige livsstadier som fx æg, larver eller andre spredningsstadier. De repræsentative individer følger havstrømmene i nogle givne perioder, der svarer til typisk forekomne pelagiske faser. Ved den pelagiske fases ophør undersøges, hvilke geografiske rektangler de repræsentative individer er havnet i. Dermed opnås det centrale output, nemlig konnektivitetsmatricen, der beskriver transporten

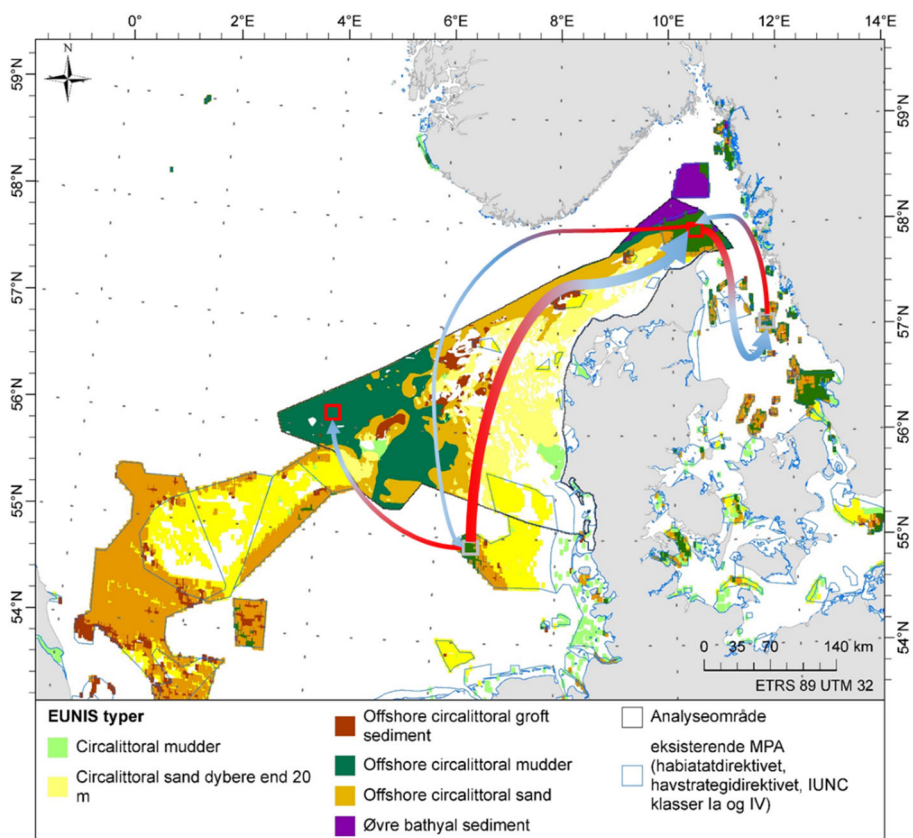
mellem geografiske rektangler, der fungerer som kilder henholdsvis endestation for transporten.

Konnektivitetsmatricer er en bilateral datatype (afhænger af et kildepunkt og et slutpunkt), mens Marxan kun kan håndtere unilaterale datatyper (afhænger kun af et geografisk punkt). Den enkleste og mest anvendte procedure for at lave konnektivitetsmatricer om til data der kan anvendes i Marxan er, at beregne "sourciness", "sinkiness" og retention for konnektivitetsmatricerne (Magris et al. 2015).

"Sourciness" beskriver, i hvor høj grad en given geografisk rektangel bidrager som kilde med repræsentative individer til andre geografiske rektangler. "Sinkiness" beskriver, i hvor høj grad en given geografisk rektangel modtager individer fra andre geografiske rektangler. "Retention" beskriver, i hvor høj grad en given geografisk rektangel bidrager med individer til sig selv. "Sourciness" er relativt uafhængig af arealet (ved begrænsede variationer), fordi det siger noget om at bosætte sig et eller andet sted (givet startsted), mens sinkiness og retention som udgangspunkt er proportionale med arealet (ved begrænsede variationer), fordi sandsynligheden for at bosætte sig et sted stiger med størrelsen af det undersøgte areal.

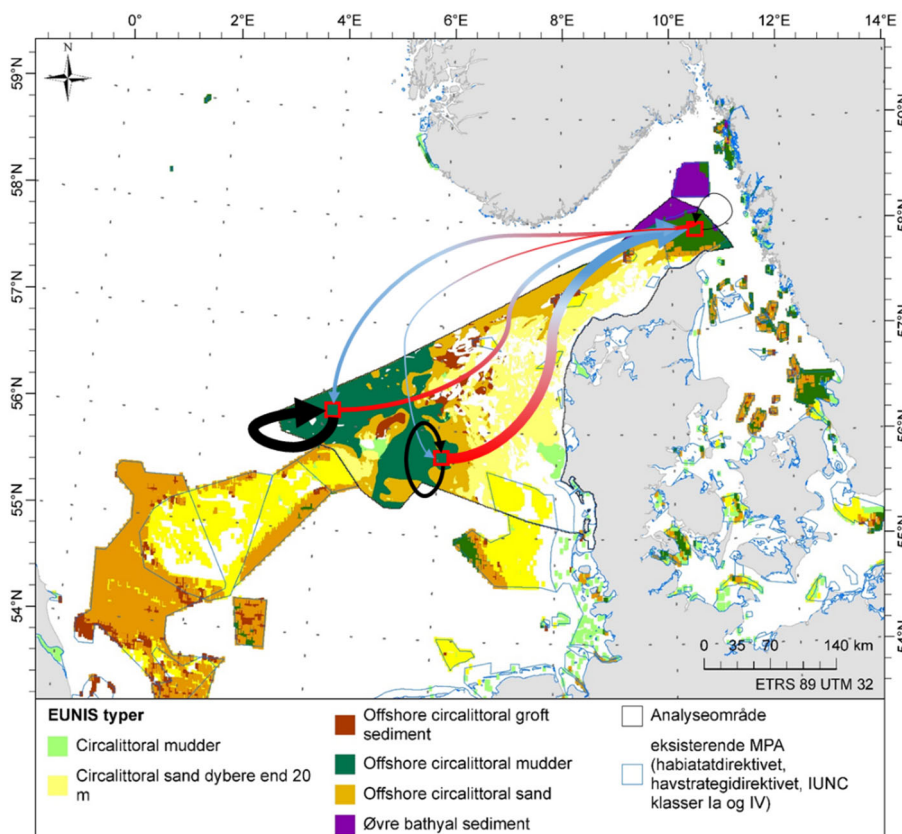
Figur 2.2 illustrerer beregninger af konnektivitet mellem de eksisterende marine beskyttede områder (marine beskyttede områder) og undersøgelsesområdet i Nordsøen og Skagerrak for udvalgte områder med bundtypen "off-shore cirkalittoral mudder". Beregningen for Østersøen omkring Bornholm følger samme principper.

Figur 2.2. Illustration af konnektivitet mellem undersøgelsesområdet i Nordsøen og Skagerrak og marine beskyttede områder uden for. Den røde del af pilene repræsenterer "sourciness" altså en opgørelse over et områdes vigtighed som kilde for et andet område med samme bundtype. Den blå del af pilen repræsenterer hvad der bliver "sinkiness", altså hvor stort et bidrag der modtages fra tilsvarende bundtyper et givet sted.



Figur 2.3 illustrerer det andet sæt beregninger inden for undersøgelsesområdet, igen med et eksempel for konnektivitet mellem tre udvalgte områder med samme bundtype. Her er medtaget en ekstra kilde i form af retention dvs. hvor meget bidrager en gridcelle til sig selv. Denne kilde er kun relevant inden for undersøgelsesområdet.

Figur 2.3. Illustration af konnektivitet inden for undersøgelsesområdet i Nordsøen og Skagerrak. Den røde del af pilene repræsenterer "sourciness", altså en opgørelse over et områdes vigtighed som kilde for et andet område med samme bundtype. Den blå del af pilen repræsenterer hvad der bliver "sinkiness", altså hvor stort et bidrag der modtages fra tilsvarende bundtyper et givet sted. Den sorte pil repræsenterer retention, altså hvor mange spredningsenheder, som bliver i samme område, hvor det kommer fra.



Ved spredningsberegninger varieres typisk disse tre præmisser:

- Længde (og evt. dynamik) af den pelagiske fase.
- Frigivelsestidspunktet (evt. fordeling og dynamik) for repræsentative individer.
- Egenadfærd af repræsentative individer (oftest primært vertikalbevægelse, der kobler til den varierende vertikale vandstrømsprofil). Den simpleste model for egenadfærd er passiv opførsel, dvs., at man bare følger vandstrømmen.

I modelleringsarbejdet i forbindelse med dette projekt er der anvendt passive individer, da egenadfærd kan være meget kompleks, og analyse af betydningen af egenadfærd for konnektivitet vil udgøre et større forskningsstudium. Ligesom det var tilfældet i Edelvang et al, 2017, er modellen sat op til at beskrive vandbevægelser og konnektivitet i 2012, der ikke har udvist ekstreme hydrografiske tendenser. En mere omfattende undersøgelse vil også omfatte år-til-år variationer af konnektivitet. Nedenfor i tabel 2.1 er angivet en oversigt over de i projektet udførte konnektivitetssimuleringer. Mange arters pelagiske spredningsstadier varierer mellem 7 og 30 dage og der er valgt to starttidspunkter som dækker den mest produktive del af årscyklussen.

Tabel 2.1. Forskellige længder på og frigivelsestidspunkter på spredningsorganismer anvendt i undersøgelses linje 1 (mellem undersøgelsesområde og beskyttede områder) og undersøgelseslinje 2 (inden for undersøgelsesområde)

Undersøgelseslinje	Pelagisk fase (dage)	Frigivelsesdato
2 (Inden for undersøgelsesområde)	7	15/3
2 (Inden for undersøgelsesområde)	7	15/6
2 (Inden for undersøgelsesområde)	30	15/3
2 (Inden for undersøgelsesområde)	30	15/6
1 (Mellem undersøgelsesområde og beskyttede områder)	7	15/3
1 (Mellem undersøgelsesområde og beskyttede områder)	30	15/3

Undersøgelseslinjerne omfatter i alt 82 separate konnektivitetssimuleringer. For alle undersøgelseslinjer er der beregnet "sourciness", "sinkiness" og retention. Fra undersøgelseslinje 1 (mellem undersøgelsesområde og marine beskyttede områder (jævnfør figur 2.2 for illustration for Nordsø-Skagerrak området), er der af tekniske årsager kun anvendt sinkiness af alle eksisterende marine beskyttede områder i forhold til undersøgelsesområdet og sourciness fra et kombineret lag af undersøgelsesområdet og marine beskyttede områder ved Marxan kørsler.

For at forøge den statistiske opløsning af transportintensitet mellem geografiske rektangler, er der for undersøgelses linje 2 (inden for dansk område,) lavet to separate undersøgelser: En for Nordsø og Skagerrak (jævnfør figur 2.3 for illustration) og en for farvandet omkring Bornholm, da de to undersøgelsesområder ikke udveksler genetisk materiale i målelig grad ved havstrømstransport. Der er anvendt 1000 individer pr. kilde i undersøgelseslinje 2, mens der er anvendt 500 individer pr. kilde i undersøgelse 1. Antallet af individer blev sat højest muligt ud fra computernes beregningskapacitet, og disse antal giver en rimelig præcision til analysens formål.

2.2 Marxan

Marxan er en open source-software designet til systematisk at identificere et sammenhængende netværk af beskyttede områder. Iterationsalgoritmen i Marxan er beregnet til at optimere et netværk af marine beskyttede områder, baseret på økologiske og socioøkonomisk rumlige data og brugerdefinerede kriterier. Marxan er baseret på en beregningsalgoritme, hvis vigtigste mål er at opnå en repræsentation af biodiversitetsmål, mens den minimerer konflikter med økonomiske interesser eller andre presfaktorer (Ball et al. 2009, Possingham et al. 2000, Watts et al. 2009).

Marxan arbejder målbaseret og leverer flere løsninger pr. scenarie ud fra den antagelse, at der ikke nødvendigvis kun findes en rumlig løsning i et planlægningsområde for at opfylde de definerede mål (se kapitel 1.1). Marxan kører derfor flere gange (i dette projekt 100 gange) pr. overordnede scenarie. Hver kørsel resulterer i en løsning, som kan vælges for sig selv. Den matematiske forskel mellem "bedste løsning" og de andre løsninger er oftest marginal, men

den rumlige placering kan variere betydeligt fra kørsel til kørsel. For at tilknytte de yderligere naturværdier, som ikke kunne håndteres i Marxan i en efterfølgende GIS-analyse, er det nødvendigt at vælge én kørsel.

For hver enkelt kørsel giver Marxan en opsummering af størrelsen af det valgte område, i hvilket omfang målene for datalagene¹⁰ er nået og hvor meget af et datalag, der er dækket af den valgte løsning. Eftersom konflikter og omkostninger ikke indgår i dette arbejde, anvendes der en konstant værdi for omkostningerne, da det er et teknisk krav i Marxan. Omkostningen får ingen betydning for resultatet.

For begge undersøgelsesområder blev en del af området udelukket som mulighed for fremtidige potentielle beskyttede områder. For Nordsøen og Skagerrak er det en zone med 5 km afstand fra olie- og gasinstallationer. Valget blev truffet af Miljø- og Fødevarerministeriet ud fra et forsigtighedsprincip, for at undgå forslag til marine beskyttede i områder med en miljøpåvirkning på de benthiske samfund fra indvindingerne af olie- og gas. For Østersøen omkring Bornholm blev der trinvist udelukket et større område, hvor de modellerede benthiske samfund viste en kraftig påvirkning af meget lave iltforhold. Her blev der forsøgsvist anvendt en omkostningsfaktor. Som repræsentativt lag for meget ringe iltforhold blev der anvendt det biomassebaserede samfund med opportunistiske arter fra Gogina et al. (2016).

For alle datalag som repræsenterer habitater og arter nævnt i tabel 1.2 og 1.3 og som kunne indgå i Marxananalysen blev målene sat til 40%. Marxan blev kalibreret på den måde, at den opfylder målene i videst muligt omfang. Først blev en aggregeringsfaktor kalibreret, således at Marxan udvælger sammenhængende områder og ikke enkelte gridceller. Bagefter blev en "penalty factor" justeret, således at 50-100% af kørslerne nåede målene for alle økosystemkomponenter. Hvor det var nødvendigt, blev antallet af iterationer øget for at garantere stabile resultater. Det er typisk nødvendigt, når der foreligger mange muligheder for at opnå målene.

Datalagene som repræsenterer økosystemkomponenterne har ikke sammenlignelige enheder. Derfor blev alle datalag som indgår i Marxananalysen normaliseret sådan, at datalaget inden vægtning summerer op til en million for hele området. Det er vigtigt, at det er samme værdi for alle datalag, ellers er værdien valgt arbitrært. At normalisere datalagene, som har mange forskellige enheder, til en opsummeret værdi i stedet for en maksimalværdi per gridcelle har den fordel, at økosystemkomponenter med meget begrænset udbredelse får en høj prioritet i starten af udvalgsprocessen. Datalagene er vægtet, når der forekommer flere lag, som repræsenterer samme økosystemkomponent. Som beskrevet i metoden for konnektivitetsberegning, blev der brugt forskellige traits (dvs. kombinationer af konnektivitetsparametre for de benthiske naturtyper og sandbanker). Hver benthisk naturtype med tilhørende underliggende konnektivitetstag fra undersøgelseslinje 1 og 2 vægtes samlet som 1. Økosystemkomponenten marsvin i Østersøen rummer data for sommer og vinter. De vægtes samlet til 1. De 4 pelagiske datalag i Nordsøen og Skagerrak og de to i Østersøen omkring Bornholm vægtes samlet til 1. De øvrige arter vægtes til 1.

¹⁰ De enkelte lag som repræsenterer økosystemkomponenterne. Der kan være et eller flere datalag som repræsenterer en økosystemkomponent

2.3 Inddragelse af øvrige Naturværdier

I denne fase indarbejdes viden om biologiske data, som ikke har den passende kvalitet for Marxananalysen. Hovedparten foreligger som transekter, punkter eller delvist fladedækkende oplysninger. Data blev behandlet og tilført resultaterne fra Marxananalysen med en mere almen GIS-analyse. Analysen munder ud i begrundede forslag til konkrete mulige marine beskyttede områder, der tilgodeser udbudsmaterialets ønske om så vidt muligt, maksimalt at udvælge 40% af undersøgelsesarealet og så vidt muligt inkludere mindst 40% af de identificerede forekomster af de ønskede features. At tilgodeset det sidste ønske er dog forbundet med en usikkerhed for flere økosystemkomponenters vedkommende og vurderes ikke mulig for andre.

For hvert enkelt forslag til potentielle beskyttede delområder er indholdet af naturværdier, der ikke er indgået i Marxananalyserne, præsenteret enten for hele området eller for delområder, hvis en opdeling er gennemført.

2.4 Inddragelse af ekspertviden

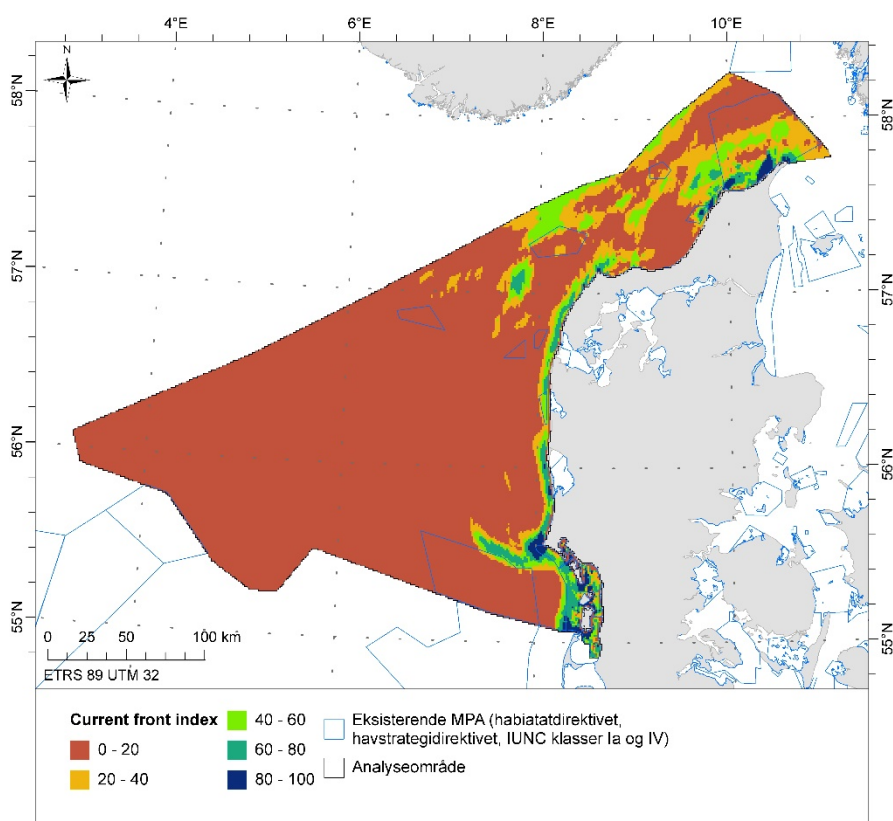
Som beskrevet i metodeafsnittet, anvendes 100 Marxankørsler pr. scenarie. Ud af de 100 selvstændige løsninger er der valgt én kørsel til det videre arbejde. Udvalgsprocessen er sket med almindelige GIS-metoder og ekspertviden, således at den udvalgte løsning bedst mulig repræsenterede udbredelse af habitater og arter som ikke indgik i Marxananalysen. Til slut er yderligere få mindre områder tilføjet forslaget til potentielle beskyttede områder. Det er sket hvor der ikke var en Marxanløsning som dækker de områder, som yderligere data og eksperter vurderer at være relevante.

3 Datagrundlag for Nordsøen og Skagerrak

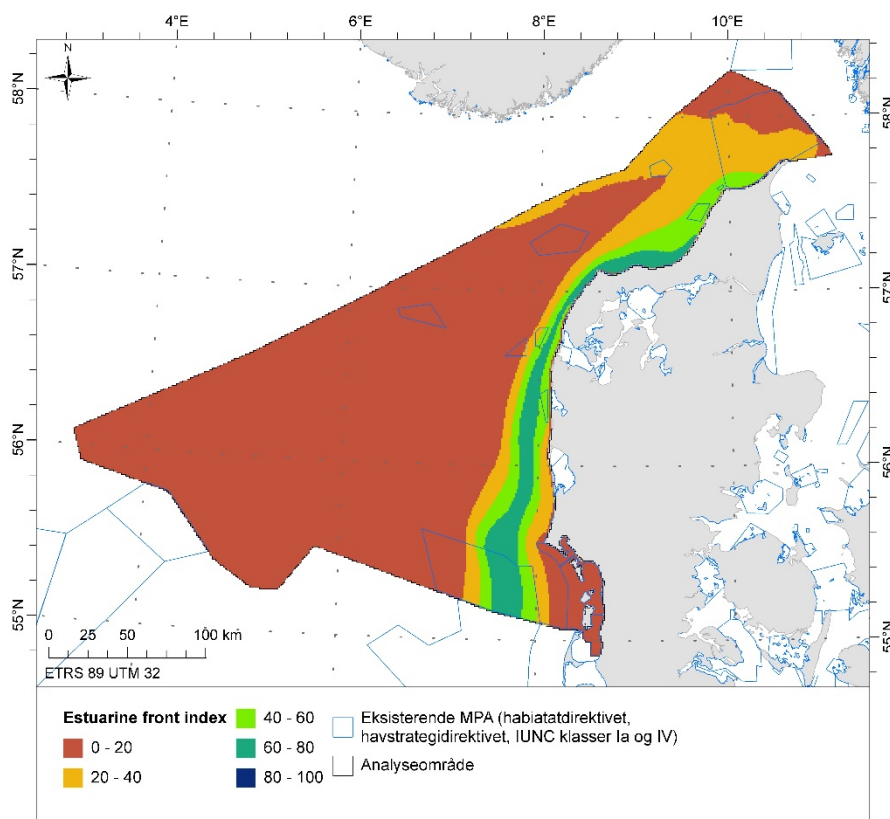
3.1 Pelagiske habitater, særligt fronter og opwellingszoner

Oplysninger vedr. pelagiske habitater tager udgangspunkt i datagrundlag vedrørende fronter (figur 3.1-3.3) og primærproduktion (figur 3.4) publiceret i Edelvang et al. (2017a), hvor der også kan hentes yderligere information om de pågældende datalag.

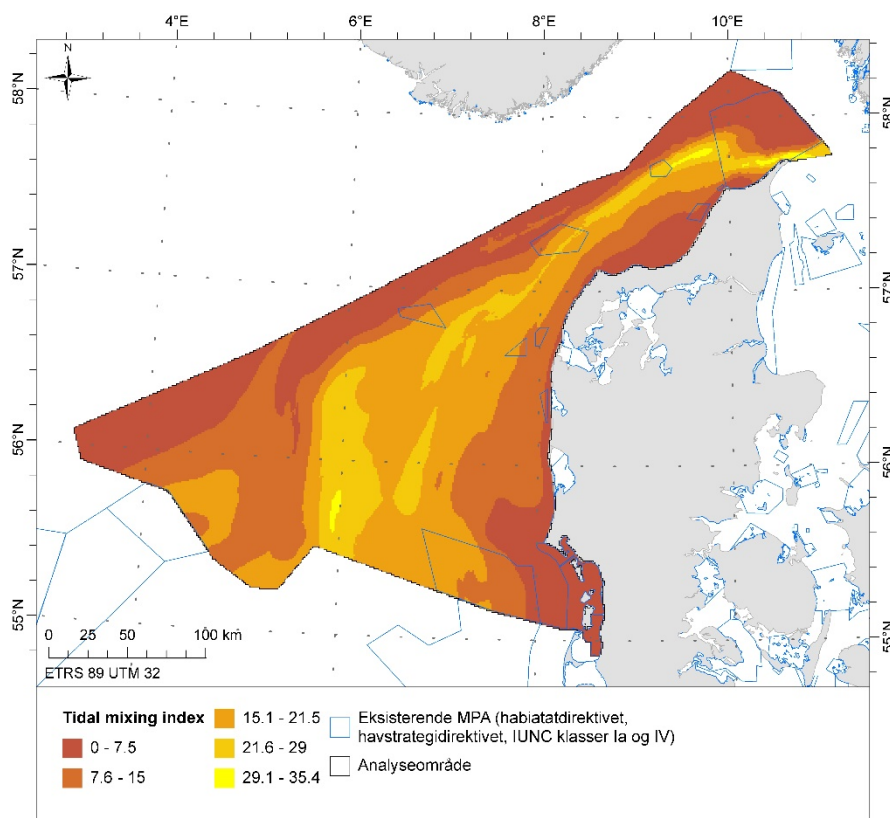
Figur 3.1. Skagerrak front og andre front regioner baseret på strøm gradient og vorticitet, midelværdi for 2011-2016. (Se Edelvang et al., 2017a for en specifik definition)



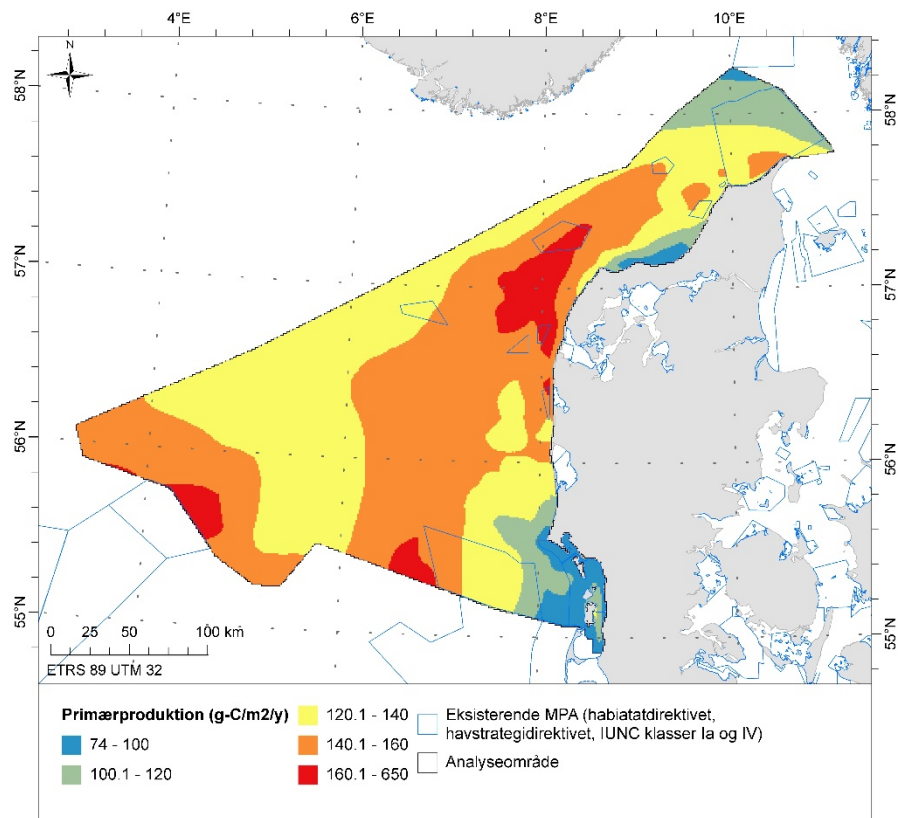
Figur 3.2. Salinitetsfront, middel-værdi for 2011-2016. (Se Edelvang et al., 2017a for en specifik definition)



Figur 3.3. Tidevandsfront, mid-delværdi for 2011-2016. (Se Edelvang et al., 2017a for en specifik definition)



Figur 3.4. d: Primærproduktion, middelværdi for 2009-2013 (g-C/m²/y) (Maar et al. 2016 fra Edelvang et al 2017a)



3.2 Benthiske naturtyper

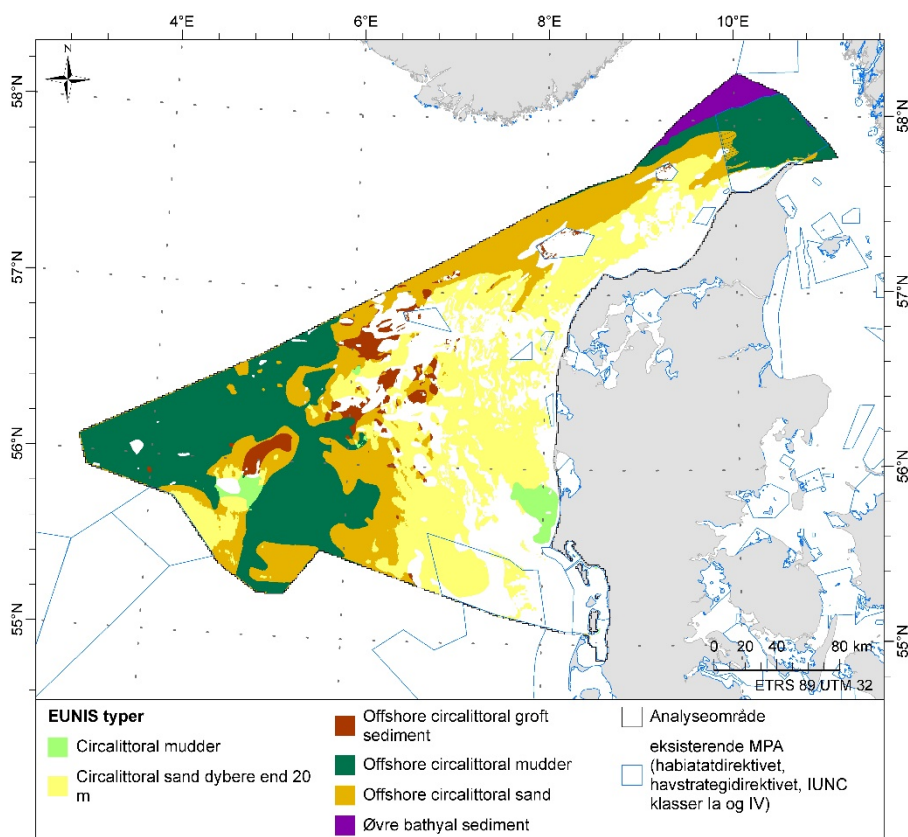
Havbunden i Nordsøen og Skagerrak er klassificeret i henhold til EUNIS 2007-11 klassifikationssystemet og data kan hentes via EU SEAMAP (Populus et al. 2017). Den danske del af EU SEAMAP er opdateret i forbindelse med denne analyse med nye kortlægningsdata indhentet i Natura 2000 områder på basis af to havbundskortlægninger gennemført i 2015 og 2017 (Al-Hamdan et al, 2015, 2018).

De benthiske naturtyper denne analyse fokuserer på er circalittoral mudder (mud), offshore circalittoral groft (coarse) sediment, offshore circalittoral mudder (mud), offshore circalittoral sand og øvre bathyal sediment.

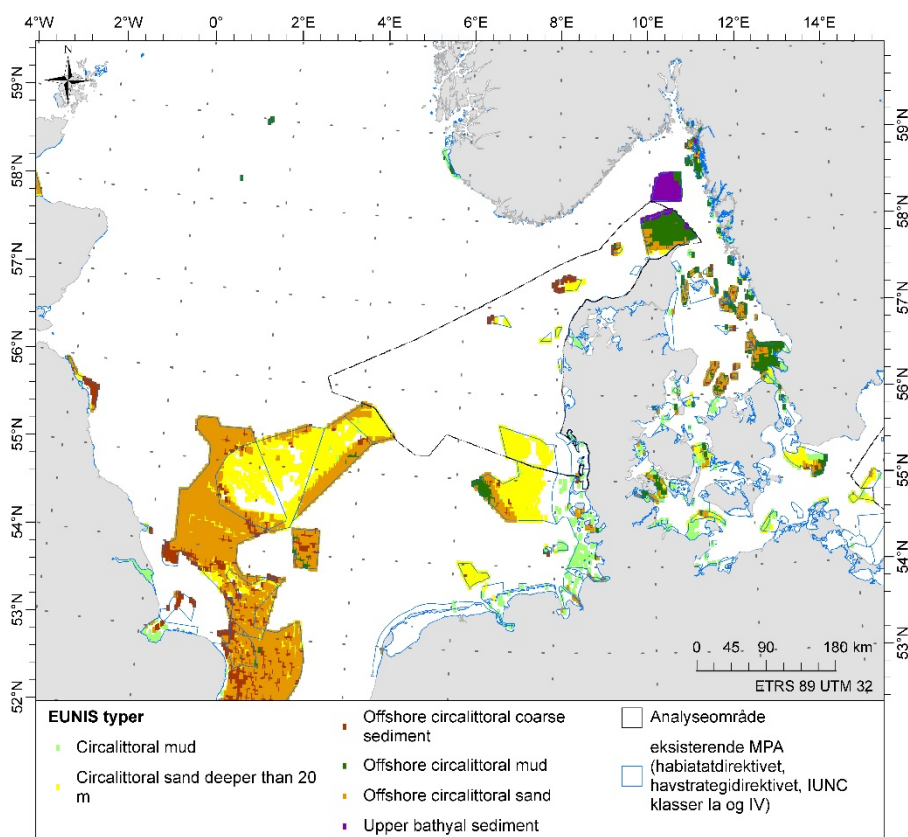
Som benthisk habitat skal dybe (< 20m) sandbanker være repræsenteret i de identificerede marine beskyttede områder. Sandbanker er imidlertid ikke kortlagte. Som estimat på mulig tilstedeværelse af dybe sandbanker er substrattypen "sand" på vanddybder over 20m identificeret og herefter navngivet "sand dybere end 20m" som bedst tilgængelige proxy for naturtypen "dybe sandbanker". For at undgå at de benthiske naturtyper som indeholder sand bliver talt dobbelt, er det kun circalittoral sand, som blev valgt til dette formål.

Figur 3.5 viser fordelingen af de pågældende benthiske naturtyper inden for den danske del af Nordsøen og Skagerrak. Figur 3.6 viser de samme benthiske naturtyper med fokus på eksisterende beskyttede områder i både de danske og udenlandske dele af Nordsøen, Skagerrak og Kattegat, som er aktuelt i relation til konnektivitetsanalysen.

Figur 3.5. Benthiske naturtyper og dybe sandbanker i den danske del af Nordsøen og Skagerrak



Figur 3.6. Benthiske naturtyper og dybe sandbanker i eksisterende marine beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak, Kattegat og Bælthavet.

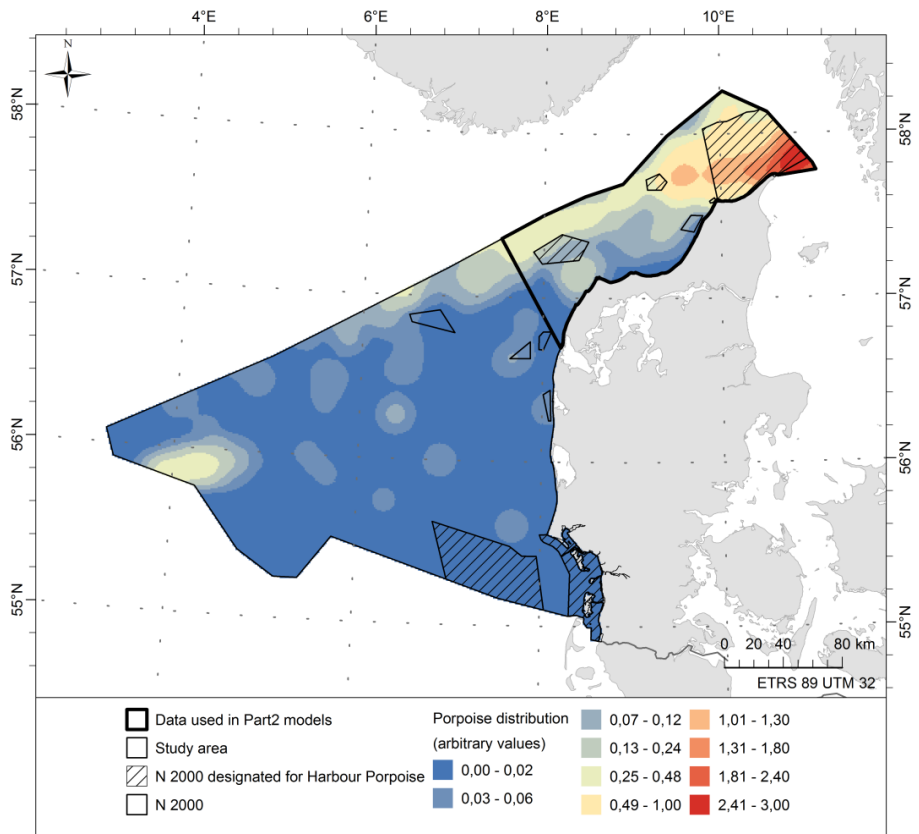


3.3 Havpattedyr

3.3.1 Marsvin

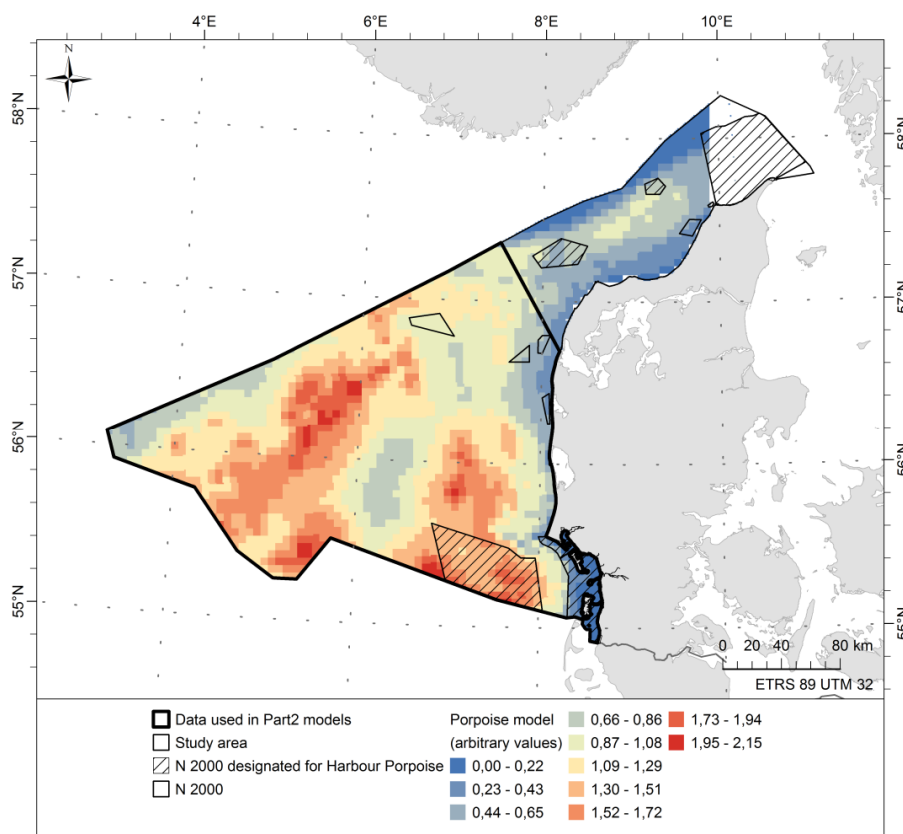
I analysen anvendes de samme datasæt, som er beskrevet i Edelvang et al, 2017, idet nye data i form af SCANS-III fra 2016 tidligst forventes udgivet i midten af 2020. Datasættene er samlet fra to forskellige undersøgelsestyper, nemlig satellitmærkningsdata (figur 3.7) og flyoptællinger (figur 3.8) (jævnfør i øvrigt Sveegaard et al., 2015; Hammond et al., 2017). Datasættene er kun repræsentative for delområder. For figur 3.7 er det Skagerrak og for figur 3.8 er det Nordsøen. De repræsentative områder er indtegnet i figurene.

Figur 3.7. Marsvinefordeling i Skagerrak baseret på satellitspøringsdata fra marsvin mærket i danske farvande 1997-2016. Tæthed er beregnet som Kernel tæthedsestimat¹¹, der viser områder med størst tæthed af positioner i rød og laveste i blå. Fordelingen er normaliseret som beskrevet i metoden for Marxan. (Edelvang et al. 2017).



¹¹ Kernel Density Estimation er en ikke-parametrisk metode til at estimere og illustrere tætheden af positioner. Se mere her: <http://www.spatial ecology.com/gme/kde.htm> og Sveegaard et al. 2011.

Figur 3.8. Habitatbaseret tæthedsmodel over fordeling af marsvin i Nordsøen baseret på data fra flysurvey i Nordsøen (Gilles et al. 2016). Områder med høj tæthed af marsvin er vist i rød og lav tæthed i blå. Fordelingen er normaliseret som beskrevet i metoden for Marxan. (Edelvang et al. 2017).



3.3.2 Hvidnæse og vågehval

Her foreligger modellerede sandsynligheder for forekomst af hhv. hvidnæser (figur 3.9) og vågehval (figur 3.10) baseret på SCANS surveys i 1994 og 2005 (Hammond et al. 2013). Modellerede data fra SCANS-III forventes tidligst udgivet i midten af 2020 og er derfor ikke inkluderet her.

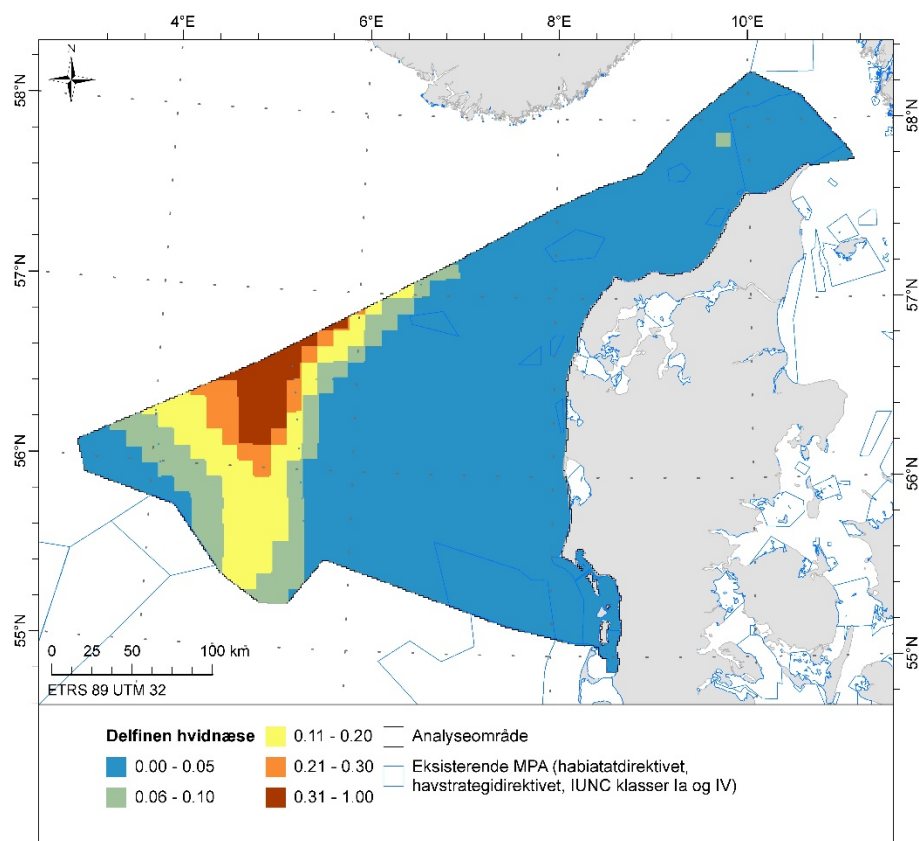
3.3.3 Sæler

Gråsæl og spættet sæl er ikke omfattet af prioriteringslisten i udbuddet, men indgår på Habitatdirektivets bilag 2 og er en del af udpegningsgrundlaget i Natura 2000 områderne "Sydlig Nordsø" og "Vadehavet med Ribe Å, Tved Å og Varde Å vest for Varde, Brede Å, Vidå med tilløb, Rudbøl Sø og Magisterkøgen i den sydlige Nordsø". Begge arter forekommer i stort set hele den danske Nordsø og Skagerrak, men især for spættet sæl vil tætheden være højest nær liggepladserne i Vadehavet.

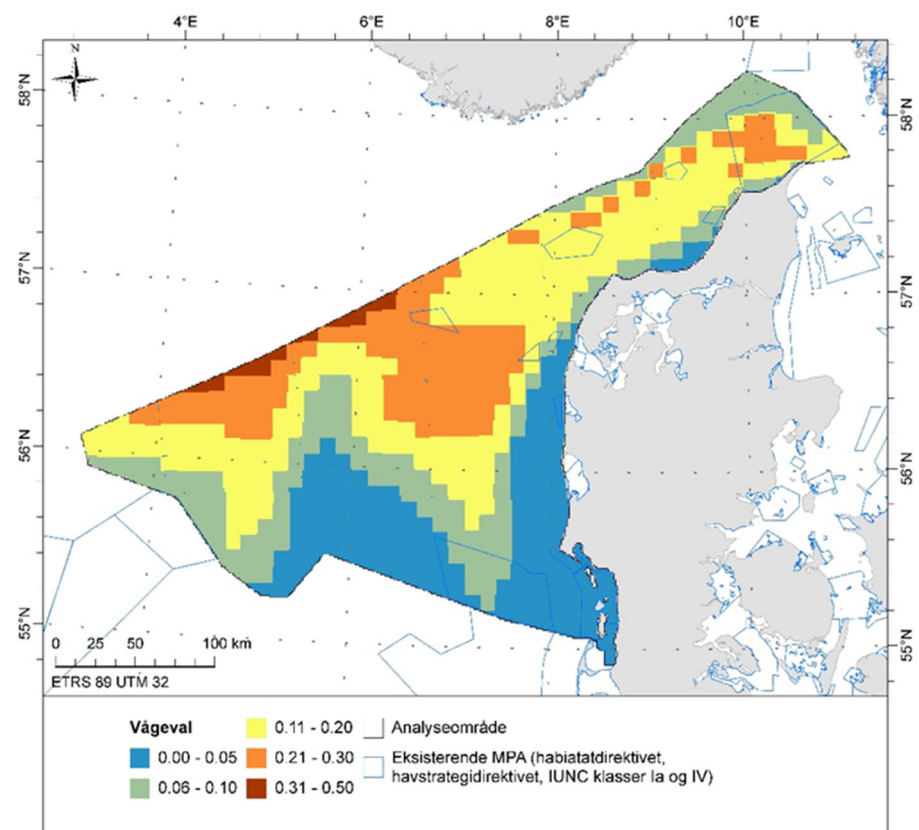
Igangværende undersøgelser i Limfjorden, hvor satellitsendere er påmonteret sæler, viser, at denne bestand, der som den eneste i Danmark er stagneret i antal i de senere år, også udnytter Nordsøen som fourageringsområde.

Oplysninger om sælforekomster er ikke indgået i selve analyserne og sammenstilling af data, men vil kort blive inddraget under diskussionen.

Figur 3.9. Sandsynlighed for forekomst af hvidnæse delfin modelleret med brug af “Multivariate additive regression splines” (MARS) baseret på observationer fra fly (SCANS i 1994 og SCANS-II i 2005, begge surveys sammenlagt) og miljøvariable. Modellen er udført og leveret under HARMONY projektet. Fordelinger er normaliseret. (Edelvang et al. 2017).



Figur 3.10. Sandsynlighed for forekomst af vågehval modelleret med brug af “Multivariate additive regression splines” (MARS) baseret på observationer fra fly (SCANS i 1994 og SCANS-II i 2005, begge surveys sammenlagt) og miljøvariable. Modellen er udført og leveret under HARMONY projektet. Fordelinger er normaliseret. (Edelvang et al. 2017).



3.4 Bundfauna arter

Bundfauna data fra den danske del af Nordsøen og Skagerrak kommer fra tre kilder: NOVANA databasen, NGO organisationen OCEANA's database og Olie-gas industriens overvågningsdata, der er knyttet til de enkelte olieplatforme. Bundfaunaprøver i Vadehavet er udeladt, da naturtyper fra Vadehavet ikke indgår i udbudsmaterialet.

NOVANA's undersøgelser af bundfaunaen omfatter indsamlede data fra år 2014 til 2017 i Nordsøen og Skagerrak. De fleste data dækker kun to års dataindsamling pr. lokalitet, om end de er fordelt over en 4-års periode. Dertil kommer, at koblingen mellem de enkelte prøver og de bundtyper, der skal arbejdes med i denne analyse, ikke er fastlagt.

OCEANA's data er indsamlet med forskellige metoder (grab, ROV, scuba). Prøverne er taget langs sejlruiter udlagt for årene 2016 og 2017.

Olie-gas industrien har det største datasæt. I alt blev der indsamlet prøver fra 327 stationer med haps-metoden fra år 1989 til 2018. Prøverne blev taget i forbindelse med miljøvurdering af olie og gasindvindingen. Prøverne blev indsamlet i et net udlagt med stigende afstand til det enkelte indvindingsområde med en reference station på 10 km's afstand fra nærmeste indvindingsområde. Prøverne blev aggregeret ved oparbejdning. Da Miljø- og Fødevarerministeriet har valgt, at analyserne skal gennemføres med en zone rundt om platformene, blev data med 5 og 10 km's afstand fra platforme medtaget i tabel 3.1 og de øvrige udelukket.

Der findes ældre sparsomme data fra 80'erne. Disse vurderes ikke at være velegnet til analyserne, jævnfør Edelvang et al. 2017a.

I udbudsmaterialet (som oplistet i afsnit 1.2 og 1.3) var der lagt vægt på, at en vurdering skulle omfatte følgende arter nævnt i OSPAR's rødliste; Molboøsters (*Arctica Islandica*), Søfjer og gravende megafauna, *Sabellaria spinulosa* rev, rev af blåmusling *Mytilus edulis* og rev af hestemusling *Modiolus modiolus*. Gravende megafauna er ikke veldefineret, men i denne sammenhæng blev en række arter udvalgt, som dels er forholdsvis store (mega fauna) og dels har en gravende levevis og på den måde har en større effekt på omsætning og iltning af organisk materiale, der tilføres havbunden. Listen over udvalgte arter fremgår af tabel 3.1.

Definitionen på rev af blåmuslinger og hestemuslinger er givet i Dahl og Petersen (2018). I begge tilfælde er der krav om en vis dækning af muslinger, hvilket ikke er en parameter, der indsamles i et traditionelt bundfauna program med haps- eller grabprøver. Begge arter, men særligt hestemuslinger, må forventes underestimeret med prøver taget med både grab og haps. Muslingerne kan være meget store og, de er oftest særdeles godt forankret til småsten og skaller nede i sedimentet. Derudover er begge arter typisk omgivet af døde skaller. Sandsynligheden for at få en succesfuld haps- eller grabprøve med muslinger er derfor ikke stor. Der foreligger ikke en definition på *Sabellaria spinulosa* rev. Både heste- og blåmuslinger samt *Sabellaria* lever helt - eller for hestemuslingers vedkommende delvist - over bundsedimentet og er derfor sårbare over for slæbende redskaber.

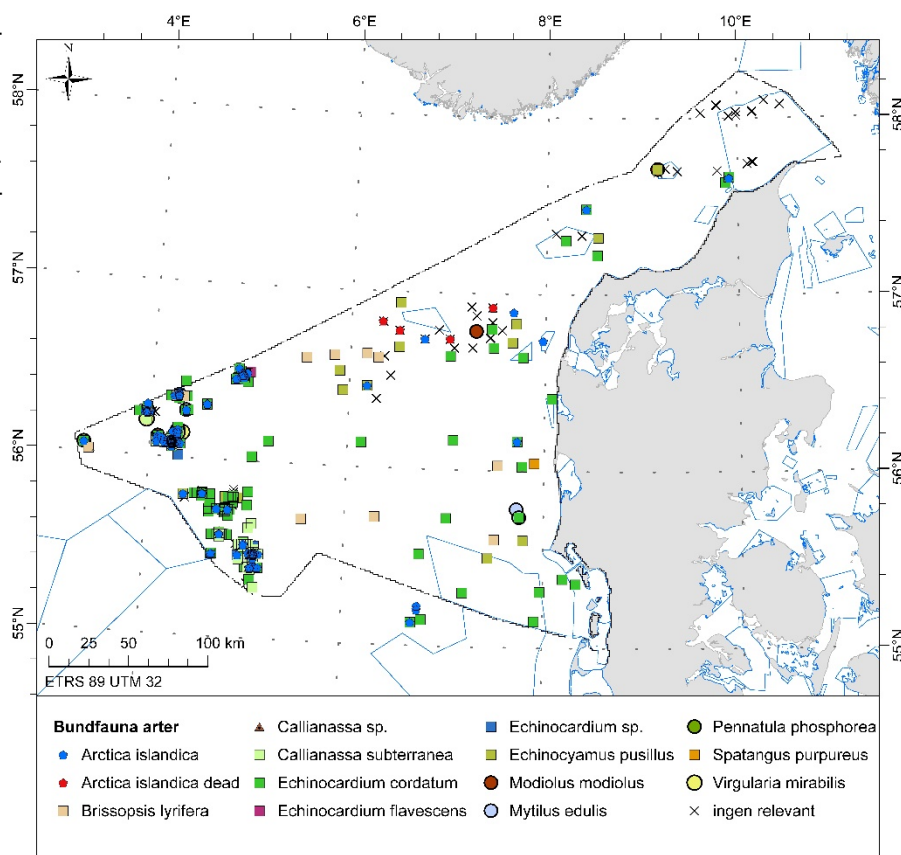
Antal observationer af de forskellige organismer i de tre datasæt er vist i tabel 3.1. Tabellen beskriver også det dybdeinterval, som arterne er fundet i. Jomfruhummer og Sabellarie blev ikke registreret. Modiolus og blåmuslinger blev registreret i 4 henholdsvis 5 tilfælde. Molboøsters blev registreret på 40 stationer. Fauna arter klassificeret under gruppen ”gravende megafauna” var helt domineret af alm. sømus og dværgsømus, som blev observeret på henholdsvis 299 og 170 stationer.

Tabel 3.1. Udvalgte arter og de dybdeintervaller de er fundet i samt sedimentbeskrivelser for de fund der stammer fra monitoringen omkring olie- og gasindvindingsområderne. Antal stationer er givet i sidste kolonne. For NOVANA data dækker antal fund også replikater hvorimod replikater er slået sammen for prøver taget ved olie-gas overvågningsstationerne under oparbejdning. Kun data med en afstand fra 5 km fra nærmeste platform er anvendt.

Gruppe	Art (latin)	Dansk navn	Dybde		Habitat type	Ave. Korn- størrelse (mm)	Antal sta- tioner
			min.	maks			
					soft bottom, hard bot- tom,		
	<i>Arctica islandica</i>	Molboøsters	19	84,6	sand+gravel+stones	0,174	40
	<i>Arctica islandica</i> dead		27	53,4	sand, sand+stones		8
	<i>Modiolus modiolus</i>	Hestemusling	35	62	soft bottom, hard bottom	0,155	4
	<i>Mytilus edulis</i>	Blåmusling	17	71	no description	0,162	5
	<i>Sabellaria spinulosa</i>	Sabellaria					0
Søfjer	<i>Pennatula phosphorea</i>	Rød søfjer	71	71	no description		1
	<i>Funiculina quadrangularis</i>	Søfjer					0
	<i>Virgularia mirabilis</i>	Søstrå	72	71,5	no description	0,165	1
Gravende							
Megafauna	<i>Nephrops norvegicus</i>	Jomfruhummer					0
	<i>Echinocardium cordatum</i>	Alm Sømus	9	84,6	soft bottom, hard bottom	0,173	299
	<i>Echinocardium flavescens</i>	Gul sømus	39	71	no description	0,161	11
	<i>Echinocyamus pusillus</i>	Dværgsømus	20	84,6	soft bottom, hard bottom	0,17	170
	<i>Echinocardium</i> sp.	Sømus Sp.	36	71	no description	0,168	26
	<i>Brissopsis lyrifera</i>	Stor sømus	44	56,6	soft bottom		16
	<i>Spatangus purpureus</i>	Purpursømus	23	23,3	muddy sand+gravel		1
	<i>Callianassa subterranea</i>		39	71,5	no description	0,16	7
	<i>Calocaris macandreae</i>	Dværghummer					0

Den rumlige fordeling af bundfauna fund i Nordsøen og Skagerrak ses i figur 3.11. Mange af de rødlistede arter blev ikke fundet i Skagerrak. Arter til gruppen ”gravende megafauna” findes mere jævnt fordelt over Nordsøen.

Figure 3.11. Kort med bundfauna observationer af udvalgte arter/artsgrupper fra NOVANA overvågningen, OCEANA togterne og overvågningen tilknyttet olie og gasudvindingen. NOVANA stationer uden forekomst af relevante arter fra Vadehavet er udeladt.

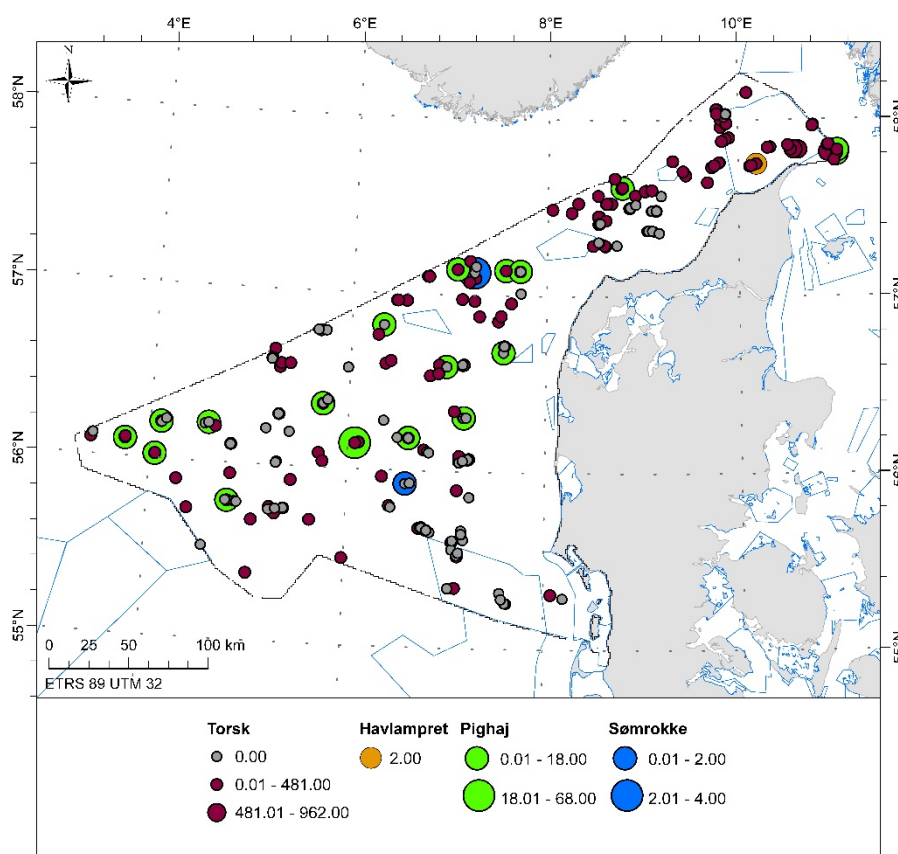


3.5 Fiskearter

En del af fiskearterne på OSPARS rødliste er relevant for den danske del af Nordsøen og Skagerrak og er specifikt nævnt i udbuddet. Det omfatter en række haj- og rokkearter såsom sildehaj, pighaj, brugde, havengel, skade og sømrokke. Det har ikke været muligt for projektet at få adgang til ICES bifangstdata og tilsvarende har det ikke været muligt at inddrage DTU's data for discard (udsmid), bifangst og observatør observationer pga. GDPR regler.

De arter der her bliver præsenteret, stammer fra data fra de trawlsurveys som DTU selv har gennemført i Nordsøen (IBTS (International Bottom Trawl Survey) som dækker Nordsøen, Skagerrak og Kattegat). Data dækker perioden 15.1.2016 – 22.11.2018. Der er kun data for to arter af bruskfisk, pighaj (*Squalus acanthias*) og sømrokke (*Raja clavata*). Derudover er også medtaget havlambret (*Petromyzon marius*) og torsk (*Gadus morhua*) som begge ligeledes er på OSPARS rødliste. I bilag 2 findes en kort beskrivelse af de fire arter. Fordelingen af hvor mange af en given art der er fanget pr. time ses i figur 3.12.

Figur 3.12. Geografisk lokaliser-
ring af fangster af torsk (*Gadus
morhua*), pighaj (*Squalus acan-
this*), sømrokke (*Raja clavata*) og
havlambret (*Petromyzon mari-
nus*) i DTUs trawlsurveys i Nord-
søen og Skagerrak som fangst
per time.



3.6 Fuglearter

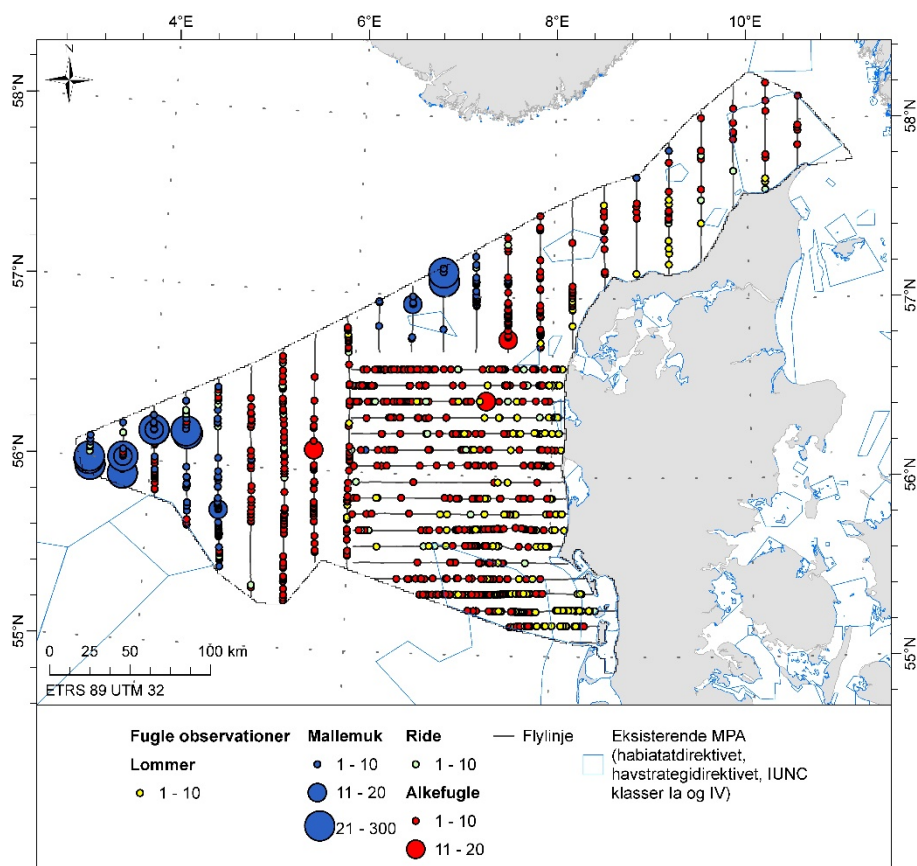
I udbudsteksten er det specificeret, at en vurdering af følgende arter bør indgå i analysen. Ride, der er rødlistet under OSPAR konventionen, samt arterne alk, lomvie, havlit, malleuk, storkjove, rødstrubet lom, krikand, troldand og toppet lappedykker.

Der er i april og maj 2019 gennemført den første optælling af havfugle, der dækker hele den danske del af Nordsøen og Skagerrak (figur 3.13). Data er endnu ikke bearbejdet til fladedækkende kort, men kan inddrages som beskrivelser af antal og fordeling af de observerede individer i forhold til længden af den overfløjede transektlinje i fase 3.

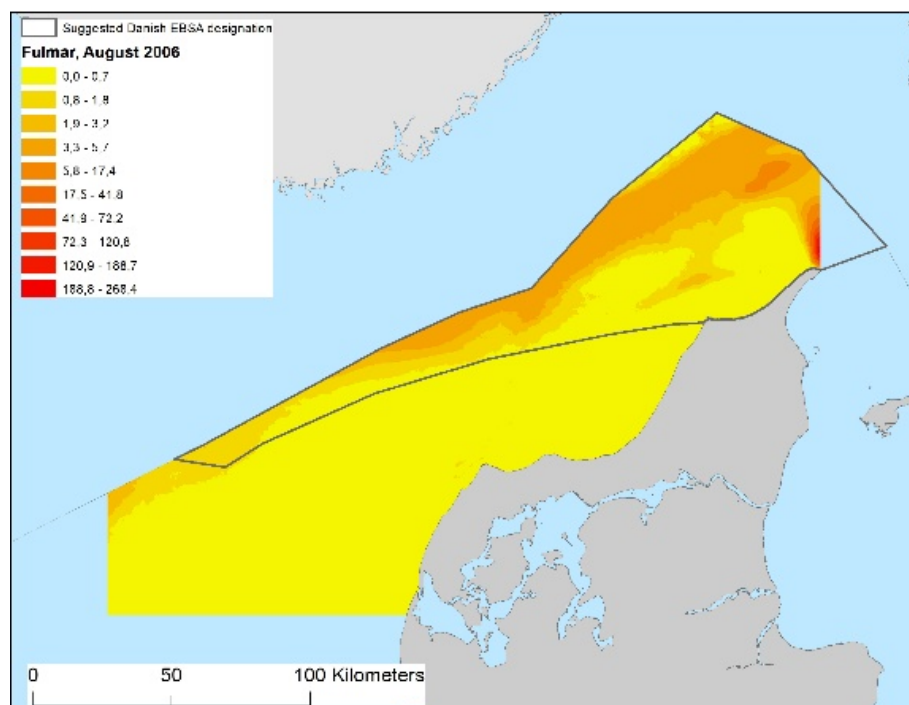
Ud over forårsoptællingen blev der gennemført flere kystnære optællinger af havfugle i Nordsøen og optællinger i Skagerrak i sensommeren og i det tidlige efterår.

Området nord for Skagen langs den sydlige kant af Norske Rende er et særdeles vigtigt fugleområde, der huser et antal individer af international betydning for malleuk (figur 3.14 og 3.15) og storkjove (figur 3.16), i særdeleshed i sensommeren fra juli til primo september. Desuden forekommer et stort antal lomvier både i sensommer og vinter og et stort antal alke primært om vinteren (figur 3.17-3.19).

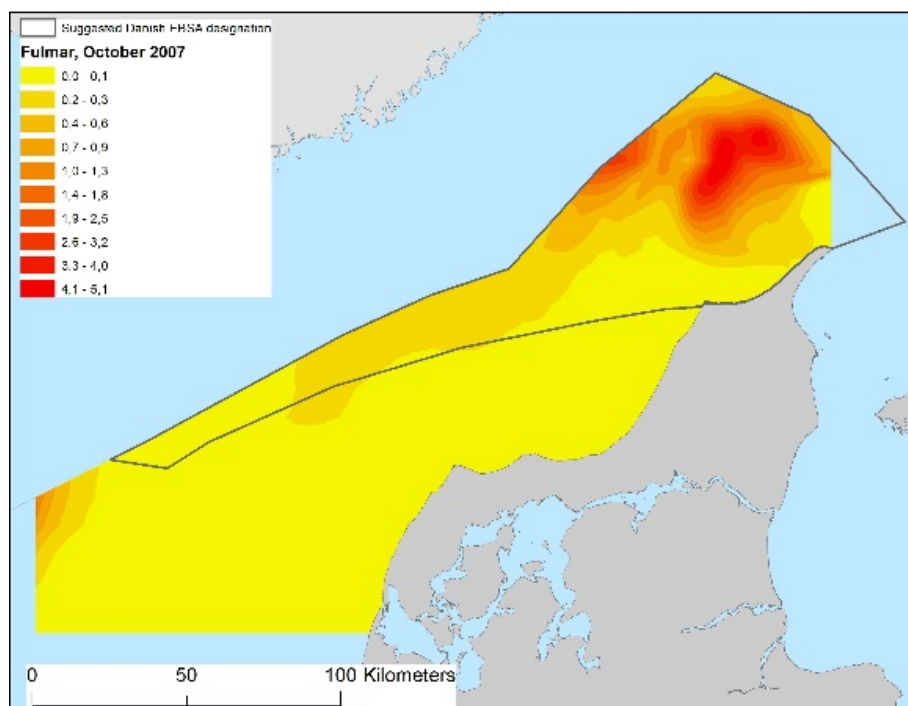
Figur 3.13. Rumlig fordeling af lommer, malle-mukker, ride og al-kefugle ved tællingen i april og maj 2019 (Petersen, I. K. in prep)



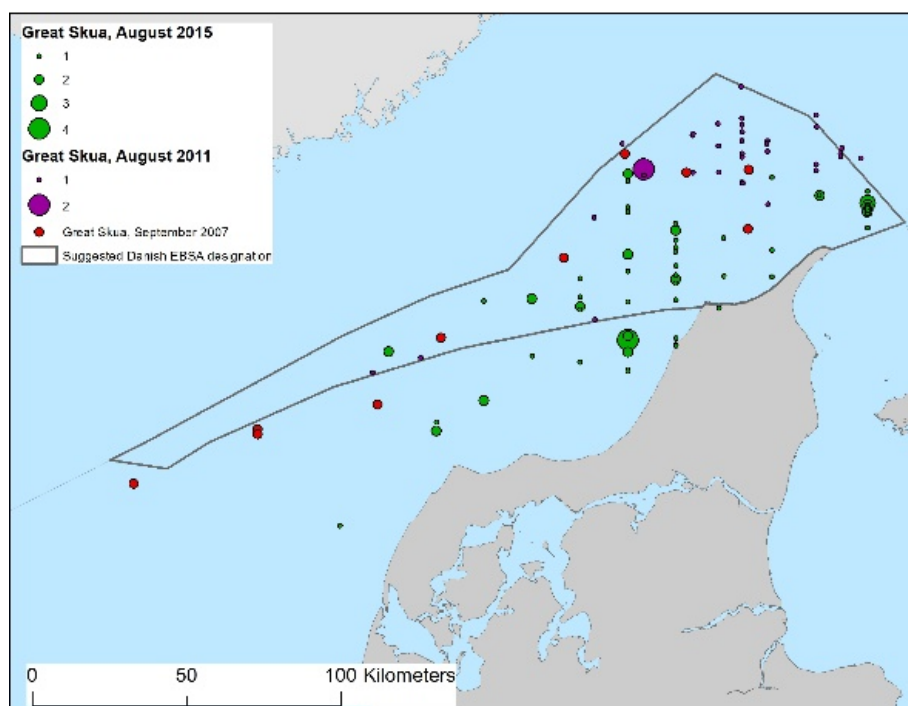
Figur 3.14. Fordeling af malle-mukker i august 2006. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret.



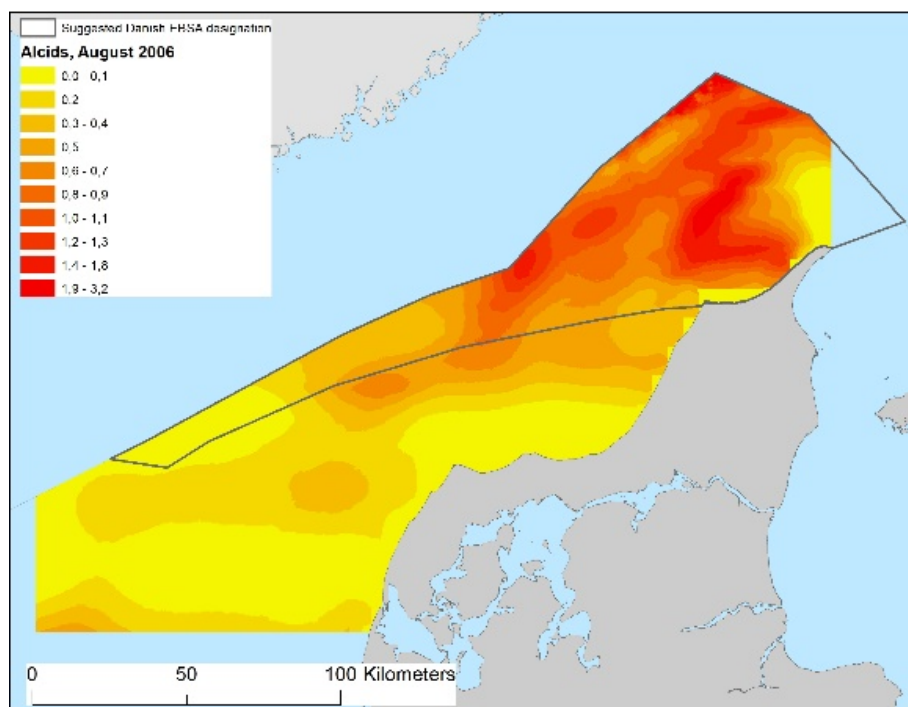
Figur 3.15. Fordeling af malle-mukker i oktober 2007. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret.



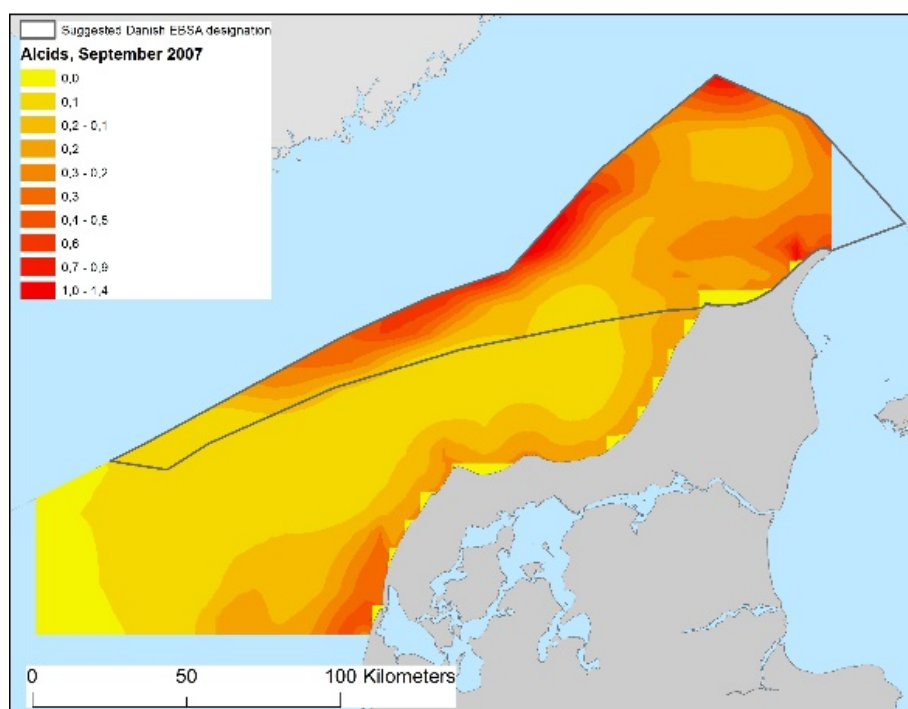
Figur 3.16. Storkjoves rumlige fordeling ved tre tællinger i sensommeren 2007, 2011 og 2015. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret



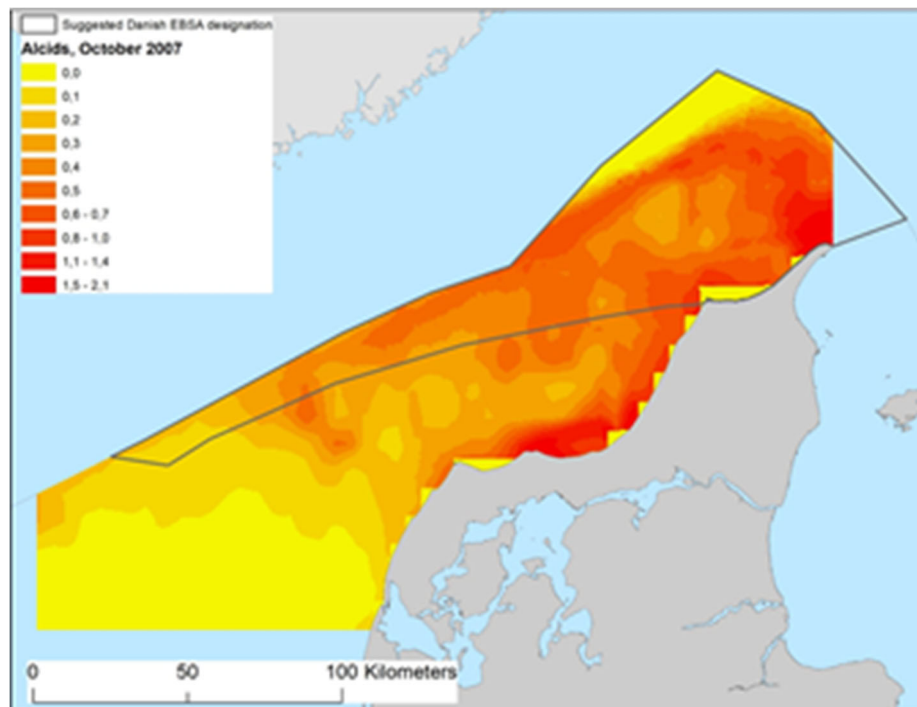
Figur 3.17. Fordeling af alkefugle (alk og lomvig samlet, da de dårligt kan skelnes under flytællinger) i den danske del af Skagerrak og nordøstligste Nordsø i august 2008. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret



Figur 3.18. Fordeling af alkefugle (alk og lomvig samlet, da de dårligt kan skelnes under flytællinger) i den danske del af Skagerrak og nordøstligste Nordsø i september 2007. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret



Figur 3.19. Fordeling af alkefugle (alk og lomvig samlet, da de dårligt kan skelnes under flytællinger) i den danske del af Skagerrak og nordøstligste Nordsø i oktober 2007. Kort udarbejdet på EBSA workshop d. 23-28 september i Stockholm baseret på data fra Petersen, I.K. ikke publiceret



Mallemukkerne er "surface feeders¹²", der anvender området pga. upwelling zonen på den sydlige kant af Norske Rende. De andre arter er primært "pelagic feeders¹³" på mindre fiskearter. Området er desuden funktionelt vigtigt for lomvier om sommeren. De voksne lomvier forlader yngleklipperne længe før ungerne kan flyve, og gennemfører et svømmetræk over Nordsøen fra Skotland. Under trækket opfostrer de voksne fugle ungerne. Derfor er området i den periode vigtig for arten.

Forårstællingen peger på, at den vestlige del af den danske Nordsø er særlig vigtig for mallemukker på det tidspunkt.

Hvad angår fordelingen af rider i den danske del af Nordsøen, så er der en begrænset mængde data. Ride er en "surface feeder", og dens fordeling kan veksle meget i forhold til hydrografiske forhold. Riden er rødlistet for OSPAR-området, og dens bestandsudvikling følges med øget opmærksomhed. Vigende forekomster af tobis betragtes som en mulig forklaring på artens vigende reproduktionsrate (Hughes et al. 2015).

I den sydøstlige del af Nordsøen er Horns Rev og dets omgivelser af stor betydning for overvintrende og trækkende sort- og rødstrubet lom (figur 3.20). Lommerne findes over et større dybdeinterval, og lever primært af mindre fiskearter.

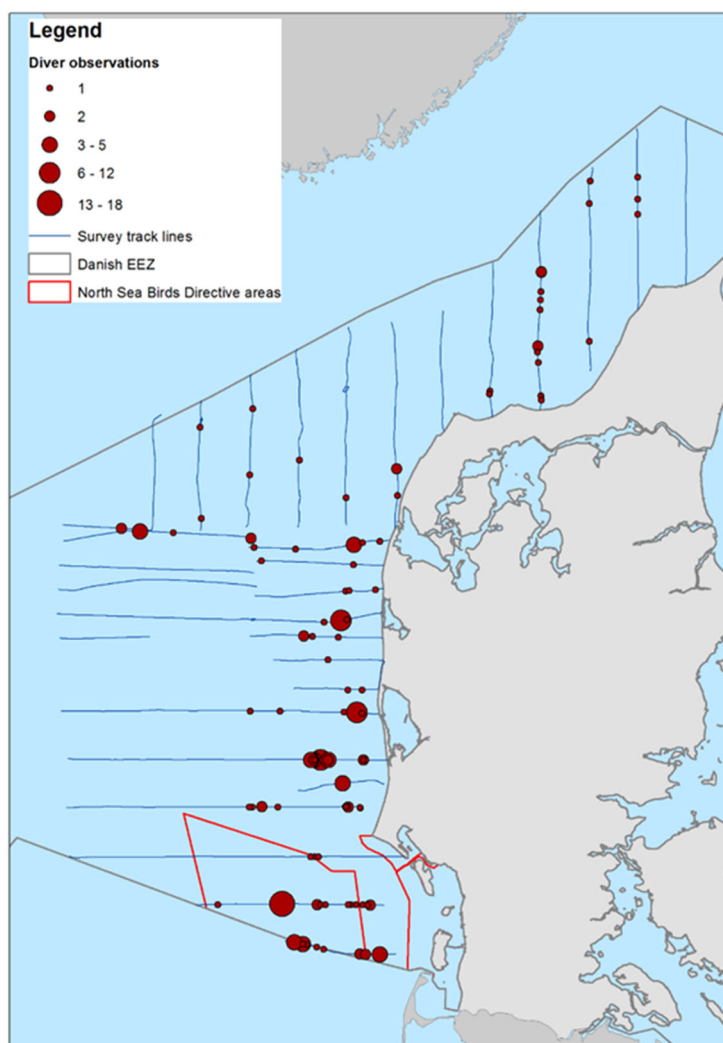
Sortanden lever på Horns Rev på vanddybder fra ca. 2 til 20 meter og lever primært af amerikansk knivmusling. Både forekomsten af sortand og rødstrubet lom fortsætter fra Horns Rev mod syd. For sortændernes vedkommende

¹² fuglearter der samler deres føde op fra havoverfladen, uden at dykke ned efter noget.

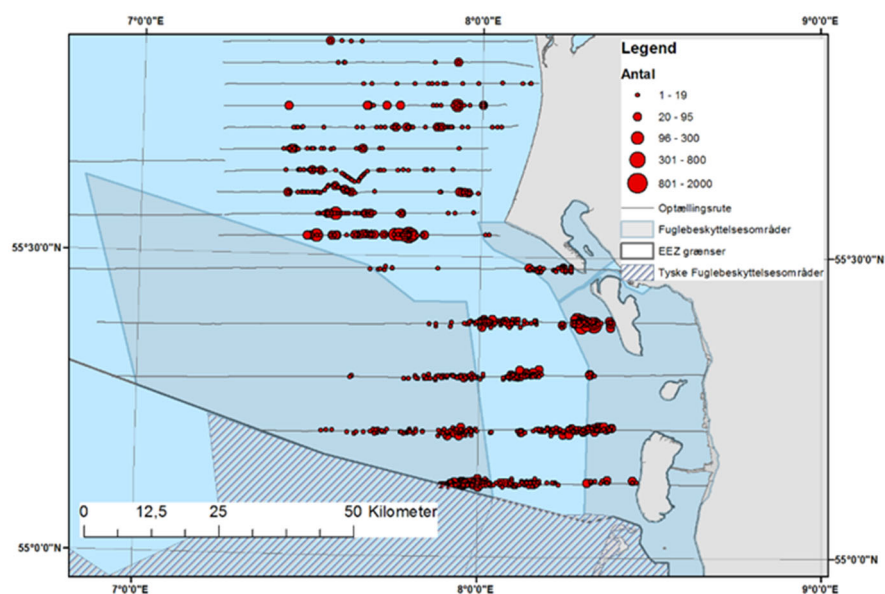
¹³ fuglearter der finder deres føde i vandsøjlen. Det kan både være fisk og plankton.

forekommer de overvejende inden for grænsen af det eksisterende Fuglebeskyttelsesområde nr. 57 og, Vadehavet (figur 3.21). Lommerne findes længere mod vest, og inkluderende farvandet imellem Fuglebeskyttelsesområderne nr. 57, Vadehavet og nr. 113, Sydlige Nordsø.

Figur 3.20. Rumlig fordeling af 171 rød- og sortstrubede lommer registreret ved flytælling i den østlige del af Nordsøen i april/maj 2016.



Figur 3.21. Rumlig fordeling af 14.354 sorttænder observeret i den sydlige Nordsø under flytælling i 2013. Flyrute og fuglebeskyttelsesområde er indikeret både på dansk og tysk side.



De sidste fire arter der var ønsket inddraget i analysen er havlit, krikand, troldand og toppet lappedykker. De nævnte arter forekommer imidlertid ikke eller kun i meget sporadisk antal i Nordsøen og Skagerrak. Der er derfor ikke et tilstrækkeligt datagrundlag til stede til en vurdering af disse arters forekomst.

4 Resultater for Nordsøen og Skagerrak

For undersøgelsesområdet Nordsøen og Skagerrak blev det besluttet, at olie- og gasplatforme med en zone på 5 km ud fra et forsigtighedsprincip blev ekskluderet fra at blive udvalgt som potentielt beskyttet område, for at undgå områder hvor der kan være miljøpåvirkninger på den benthiske fauna. Derfor blev alle installationer brugt. Deres positioner fremgår af bilag 3. Modellen blev kalibreret sådan at 58 kørsler ud af de kørte 100 beskytter alle økosystemkomponenter og at aggregeringsniveauet er højt nok til at undgå enkelte usammenhængende gridceller.

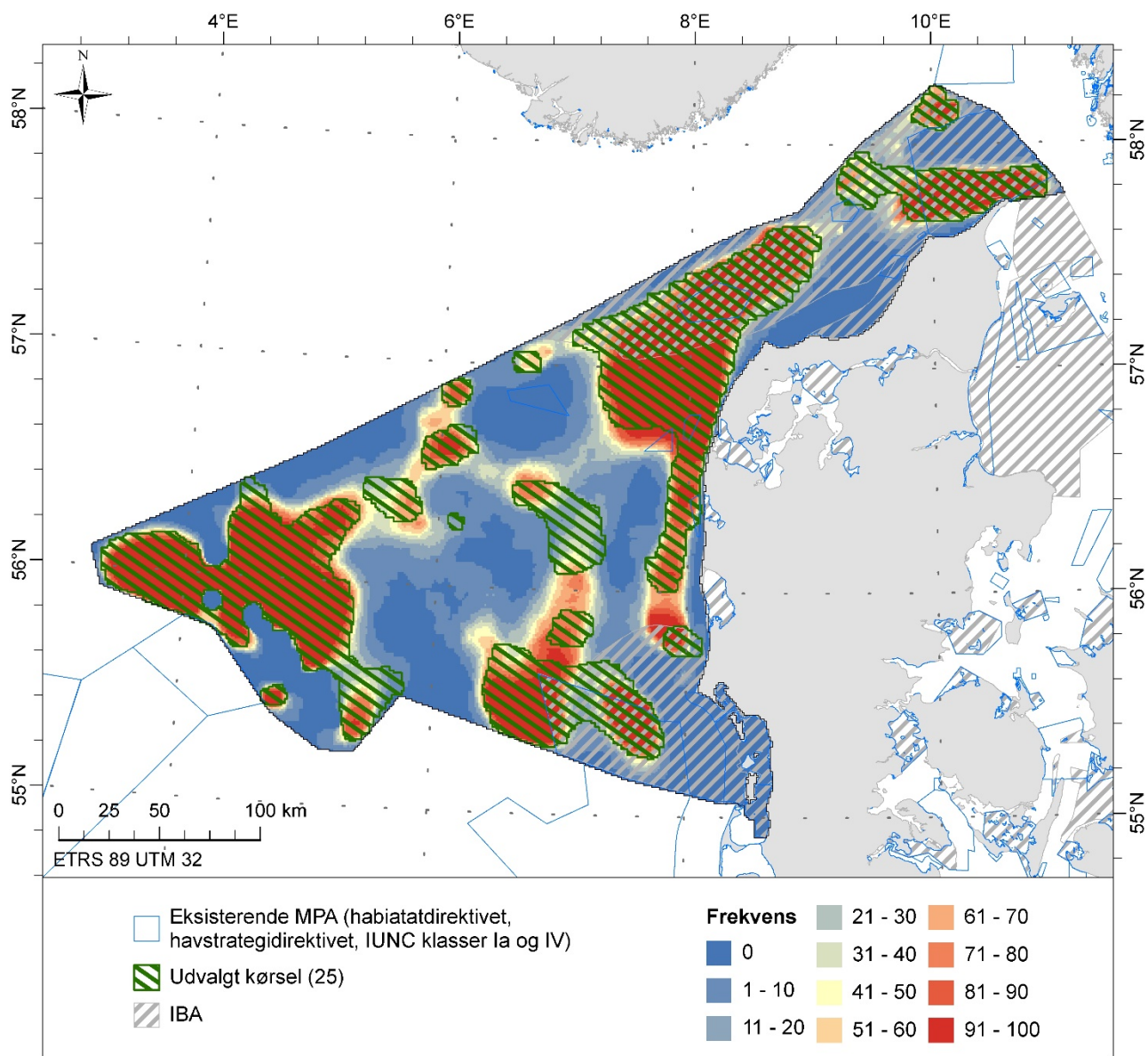
Det samlede identificerede areal for potentielle beskyttede områder fundet ved Marxanmodellering varierede mellem 37,91 og 38,15 % for de 100 kørsler. Figur 4.1 viser et frekvensplot over Marxans gridceller, der blev udvalgt med de 100 kørsler.

Der er områder, som rummer havfugle af international betydning og som der ikke peges på i Marxananalysen. Fugleforekomster er som tidligere nævnt ikke indgået som datalag i Marxananalysen. I Skagerrak forekommer der et antal af mallebukker og storkjører af international betydning, og området huser både sommer- og vinterkoncentrationer af lomvie samt om vinteren også alk. Disse forekomster omfattes af de af BirdLife Danmark udpegede IBA'er (Important Bird Areas). IBA'er fremgår også af figur 4.1. I den sydøstlige del af den danske Nordsø er der forekomster af international betydning af arterne rødstrubet lom og sortand, som også ligger uden for det af Marxananalysen identificerede område.

For også at tilgodese fugleforekomster bedst muligt i de arealforslag, der er fremkommet med Marxankørslerne, er der blandt de 100 kørsler valgt en specifik løsning (kørsel 25), som i videst mulig omfang tilgodeser fugleforekomster (figur 4.1). Teknisk blev løsningen fundet ved at finde den kørsel, som overlapper mest med IBAområderne. Denne løsning bruger 38% af arealet og dækker samtidig 42 % af IBAområdet. Inddragelse af 2% af det samlede areal til forslaget til potentielle beskyttede områder, ud over dem som er identificeret ud fra Marxananalysen, kan således ske inden for råderummet op til de maksimale 40%.

Den udvalgte kørsel nr. 25 beskytter ikke fuldt ud følgende parametre for konnektivitet for "sourciness" for:

- bundtypen circalittoral mudder med 7 dages spredningsfase fra marts mellem eksisterende beskyttede områder' og undersøgelsesområdet.
- bundtypen offshore circalittoral groft sediment med 7 dages spredningsfase fra marts mellem eksisterende beskyttede områder og undersøgelsesområdet.

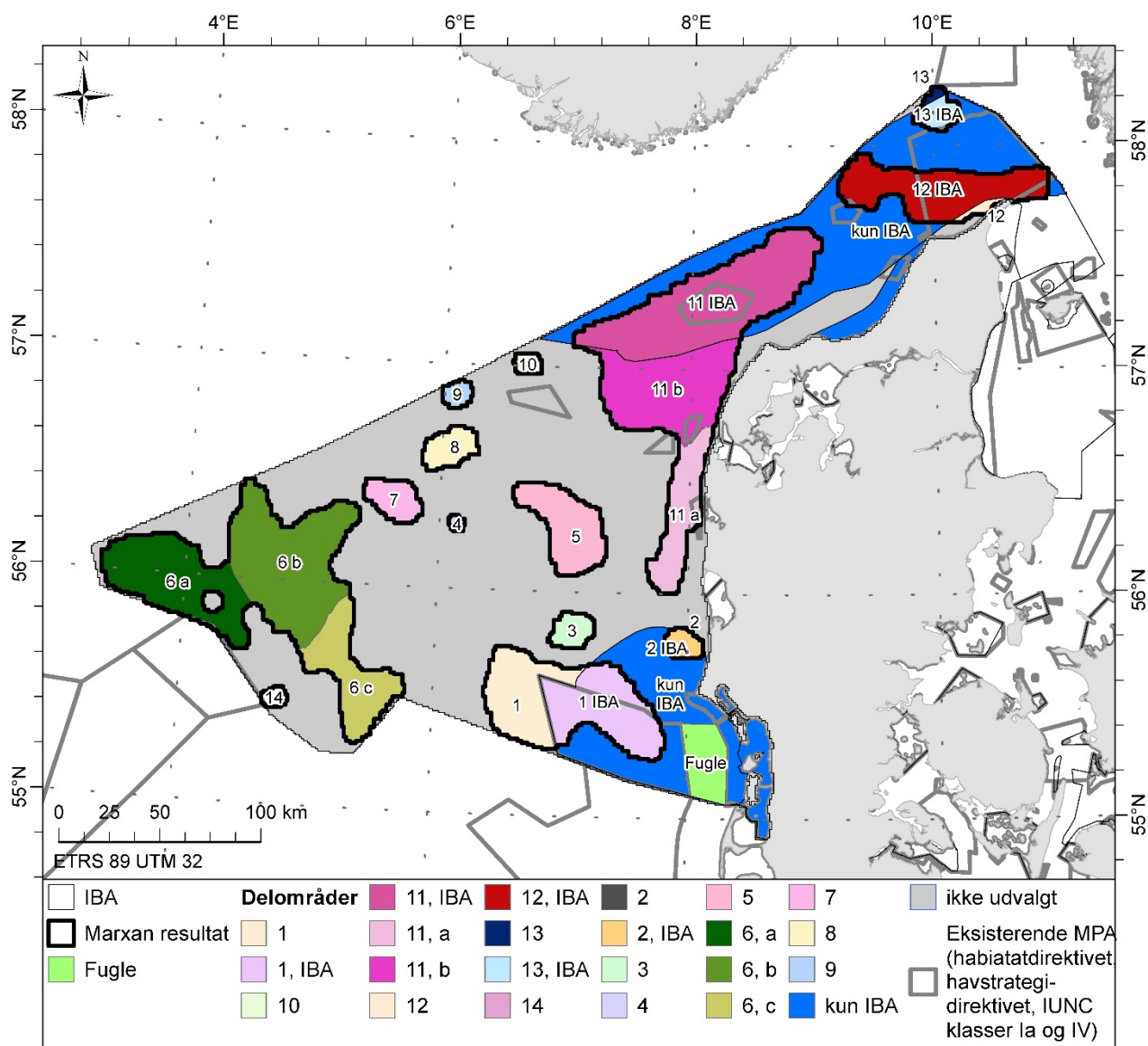


Figur 4.1. Figuren viser udvalgsfrekvens over Marxans gridceller, der blev udvalgt med 100 kørsler. De mørkeblå områder er slet ikke valgt og de mørkerøde bliver valgt i mindst 90 ud af 100 kørsler. Kørsel 25 er udvalgt blandt de 100, som det areal forslag der bedst imødekommer de biologiske komponenter som ikke kunne inddrages i Marxananalysen.

Forekomsterne af sortand er relativt kystnære, undtaget på Horns Rev, hvor der er vanddybder på mindre end 20 meter langt vest for Blåvands Huk. Denne art forekommer kun meget begrænset inden for det af Marxan identificerede område, mens forekomsten for den rødstrubede lom er på lidt over 30 %.

En inddragelse af området for BirdLife Danmarks IBA-område i denne sektor af Nordsøen (figur 4.1) ville inkludere vigtige områder for både sortand og rødstrubet lom. Idet sortand ikke er omfattet af de arter, der specifikt er nævnt i udbudsbeskrivelsen, foreslås derfor et specifikt område tilføjet de områder, der er peget på ved Marxananalysen mellem de to eksisterende Natura 2000 områder af hensyn til rødstrubet lom. Den er vist i figur 4.2 som området benævnt "fugle". Den udgør 1,2 % af det samlede areal.

Forslaget til mulige beskyttede områder kan ses i figur 4.2, hvor de største områder samtidig er blevet delt i underområder uden nærmere skelen til indhold andet end arealets størrelse og udformning. I tilgift til områderne identificeret med Marxan er anført to større områder (et i nord og et i syd navngivet "kun IBA").



Figur 4.2. Inddeling af delområder ud fra den valgte Marxankørsel. Der er efterfølgende tilføjet et område af hensyn til havfugle (fugle) i den Sydøstlige del af Nordsøen. BirdLife Danmarks vigtige fugleområder (IBA) er ligeledes vist.

De foreslåede potentielle områders økosystemkomponenter er sammenstillet i tabellerne 4.1. og 4.2. Den udvalgte kørsel førte til 14 delområder. Nogle delområder blev delt med grænsen af IBA-området. Som supplement er også angivet naturværdierne i de dele af de to IBA-områder, som ikke overlapper med Marxanresultatet angivet som "Kun IBA". To store delområder blev underinddelt manuelt (figur 4.2). I dataleverancen bliver delområderne yderligere inddelt i benthiske naturtyper. For fugle er den overfløjede længde oplyst. Økosystemkomponenter der ikke er omfattet af de potentielle områder er samlet i kolonnen "ikke udvalgt" i tabel 4.2. Økosystemkomponenter der er indgået i Marxananalysen er i procent, for de andre er enheden oplyst. De data som ikke er indgået i Marxan er ikke omregnet i procent, da de ikke foreligger som fladedækkende eller er påvirket.

Som eksempel kan område 12 gennemgås: Arealet udgør ca 4% af Nordsøen og Skagerrak. Den benthiske bundtype "Circalittoral sand deeper than 20m" er helt dominerende og arealet udgør 9,4% af denne bundtype i den danske del af Nordsøen og Skagerrak. De øvrige bundtyper udgør <1% eller eksisterer ikke. Alkefugle, rødstrubet lom og lomviger forekommer forholdsvis hyppigt i dette område sammenlignet med de øvrige dele af Nordsøen-Skagerrak. Der er

observeret molboøsters inden for området og også enkelte arter af gravende megafauna. Området er vigtigt for både marsvin og vågeval med henholdsvis 3,08 og 4,8% af den estimerede bestand inden for området ved tællingerne. Området er også kendetegnet ved at være et vigtigt pelagisk habitat.

Tabel 4.1. Naturværdierne aggregeret pr. delområde for områderne 1 til 14. De økosystemkomponenter der er indgået i Marxan-analysen er oplyst i %

	1	1 IBA	10	11 IBA	11a	11b	12	12 IBA	13	13 IBA	14
Areal	2.37%	2.92%	0.21%	5.98%	2.00%	4.05%	0.18%	3.29%	0.09%	0.46%	0.18%
Bentiske naturtyper (km²):											
Circalittoral mud	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	0.51%	0.47%	0.00%	0.00%	0.00%
Circalittoral sand deeper than 20 m	6.28%	6.17%	0.00%	6.61%	4.47%	9.40%	0.03%	0.74%	0.00%	0.00%	0.09%
Offshore circalittoral coarse sediment	0.68%	0.00%	1.48%	3.18%	0.00%	0.26%	0.00%	0.30%	0.00%	0.00%	0.00%
Offshore circalittoral mud	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.14%	7.59%	0.00%	0.05%	0.00%
Offshore circalittoral sand	2.39%	0.00%	0.95%	16.77%	0.00%	0.99%	0.04%	5.87%	0.00%	0.00%	0.80%
Upper bathyal sediment	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	5.88%	5.86%	28.98%	0.00%
Fugle som antal observerede fugle og flytransektlængde (april og maj 2019):											
Flytransekter (km)	136	170	2	180	110	117	5	83	0	15	9
Lom sp.	7	48	0	1	13	5	0	0	0	0	0
Rødstrubet Lom	0	0	0	0	25	21	2	0	0	0	0
Mallemuk	0	0	0	5	0	8	0	0	0	0	6
Ride	1	5	0	1	5	0	0	2	0	0	2
Alkefugle	40	111	0	50	38	121	0	8	0	1	0
Lomvie	1	0	0	11	0	8	0	0	0	0	0
Bundfauna (antal observationer):											
Molboøsters	0	0	0	1	0	2	0	1	0	0	2
Molboøsters (skal)	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0
Stor sømus	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Callianassa sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Callianassa subterranea</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alm. sømus	1	0	0	12	7	1	0	1	0	0	6
Gul sømus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Echinocardium sp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Dværgsømus	0	1	0	30	0	2	0	1	0	0	3
Hestemusling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Blåmusling	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Rød søfjer	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Purpursømus	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Søstrå	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fisk (fangst per time):											
Torsk	16	4	0	732	0	48	0	3754	0	8	0
Havlampret	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
Sømrøkke	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0
Pighaj	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0
Hvaler:											
Vågeval	0.60%	1.33%	0.40%	8.20%	0.33%	4.80%	0.17%	4.81%	0.05%	0.25%	0.13%
Hvidnæse	0.72%	0.28%	0.28%	2.15%	0.00%	0.55%	0.00%	0.44%	0.00%	0.00%	0.41%
Marsvin	3.07%	4.13%	0.26%	4.29%	1.25%	3.08%	0.16%	2.79%	0.02%	0.14%	0.24%
Pelagisk:											
Skagerrak front	0.25%	3.11%	0.15%	12.03%	3.53%	6.51%	1.30%	10.51%	0.20%	0.67%	0.01%
Tidevandsfront	3.49%	3.31%	0.06%	6.61%	1.85%	5.66%	0.32%	4.17%	0.01%	0.04%	0.21%
Salinitetsfront	0.23%	8.11%	0.13%	7.35%	8.98%	5.69%	0.45%	6.33%	0.11%	0.61%	0.00%
Primærproduktion	2.71%	2.92%	0.20%	6.59%	2.14%	4.73%	0.19%	3.13%	0.06%	0.34%	0.20%

Tabel 4.2. Naturværdierne aggregeret pr. delområde for områderne 2 til 9, IBA området og området uden for det valgte kørsel. De økosystemkomponenter der er indgået i Marxananalysen er oplyst i %. Kolonnen "ikke udvalgte" omfatter de øvrige områder i Nordsøen og Skagerrak inkl. områder helt tæt på olie-gas indvindingsområder.

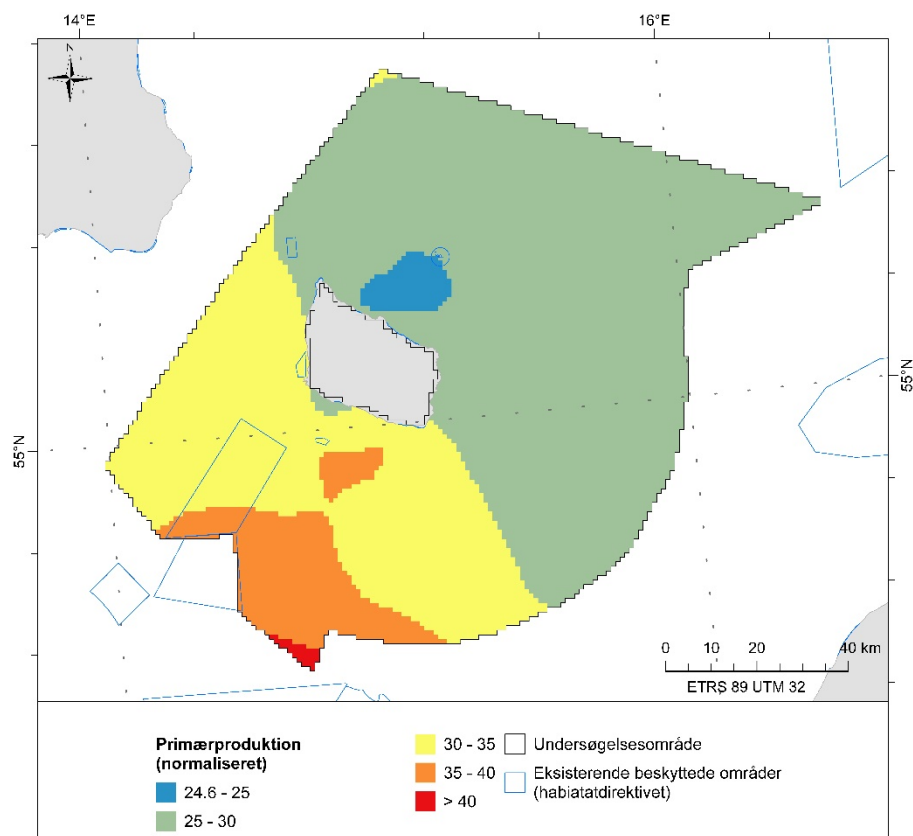
	2	2 IBA	3	4	5	6a	6b	6c	7	8	9	kun IBA	"Ikke ud- valgt"
Areal	0.01%	0.38%	0.53%	0.08%	2.05%	3.70%	5.27%	2.45%	0.78%	0.73%	0.28%	17.83%	44.18%
Bentiske naturtyper:													
Circalittoral mud	0.65%	23.15%	0.00%	0.00%	0.00%	0.06%	26.34%	0.51%	0.16%	0.95%	0.00%	22.45%	24.70%
Circalittoral sand deeper than 20 m	0.00%	0.00%	1.74%	0.00%	4.93%	0.91%	1.36%	0.01%	0.28%	0.13%	0.00%	9.96%	46.91%
Offshore circalittoral coarse sediment	0.00%	0.00%	0.00%	1.23%	6.83%	0.53%	12.95%	0.00%	1.23%	11.53%	0.33%	1.01%	58.45%
Offshore circalittoral mud	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	12.28%	12.68%	6.27%	0.98%	0.01%	0.00%	11.99%	48.00%
Offshore circalittoral sand	0.00%	0.00%	0.00%	0.20%	0.90%	1.15%	3.93%	4.31%	2.23%	2.06%	1.48%	13.90%	42.03%
Upper bathyal sediment	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	48.37%	10.91%
Fugle som antal observerede fugle og flytransektlængde (april og maj 2019):													
Flykilometer (km)	1	18	39	8	113	132	154	85	19	34	4	702	1844
Lom sp.	2	10	6	0	4	0	0	0	0	0	0	274	37
Rødstrubet Lom	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	5	50
Mallemuk	0	0	0	0	0	1273	314	0	0	0	0	183	666
Ride	0	0	0	0	4	29	6	0	0	1	0	7	52
Alkefugle	0	1	9	1	29	13	51	43	1	8	0	180	536
Lomvie	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	2	38
Bundfauna (antal observationer):													
Molboøsters	0	0	0	0	0	6	5	0	0	0	0	0	170
Molboøsters (skal)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
Stor sømus	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	0	14
<i>Callianassa sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<i>Callianassa subterranea</i>	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	39
Alm. sømus	0	0	0	0	9	17	15	2	0	4	0	54	374
Gul sømus	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	59
Echinocardium sp.	0	0	0	0	0	1	4	0	0	0	0	0	113
Dværgsømus	0	0	0	0	1	2	11	0	0	2	0	26	184
Hestemusling	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1
Blåmusling	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	4	7
Rød søfjer	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
Purpursømus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Søstrå	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
Fisk (fangst per time):													
Torsk	0	0	10	0	6	34	16	22	32	0	0	2257	508
Havlampret	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sømrøkke	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
Pighaj	0	0	0	0	8	4	8	0	2	0	0	18	97
Hvaler:													
Vågeval	0.00%	0.02%	0.45%	0.10%	3.96%	3.19%	7.63%	1.25%	0.56%	1.06%	0.74%	11.20%	48.78%
Hvidnæse	0.00%	0.00%	0.12%	0.03%	0.58%	3.57%	23.05%	5.52%	1.19%	0.66%	0.81%	1.53%	58.11%
Marsvin	0.01%	0.34%	0.86%	0.10%	2.28%	3.87%	6.69%	3.76%	1.35%	0.94%	0.37%	12.26%	47.74%
Pelagisk:													
Skagerrak front	0.02%	0.53%	0.07%	0.00%	0.09%	0.11%	0.34%	0.55%	0.06%	0.10%	0.01%	42.92%	16.92%
Tidevandsfront	0.01%	0.21%	0.62%	0.15%	3.14%	2.19%	4.12%	2.51%	0.76%	0.84%	0.08%	9.40%	50.24%
Salinitetsfront	0.04%	1.39%	0.13%	0.01%	0.26%	0.00%	0.01%	0.00%	0.03%	0.08%	0.07%	36.88%	23.12%
Primærproduktion	0.01%	0.35%	0.56%	0.09%	2.21%	4.12%	5.30%	2.46%	0.73%	0.70%	0.26%	15.47%	44.53%

5 Datagrundlag for Østersøen omkring Bornholm

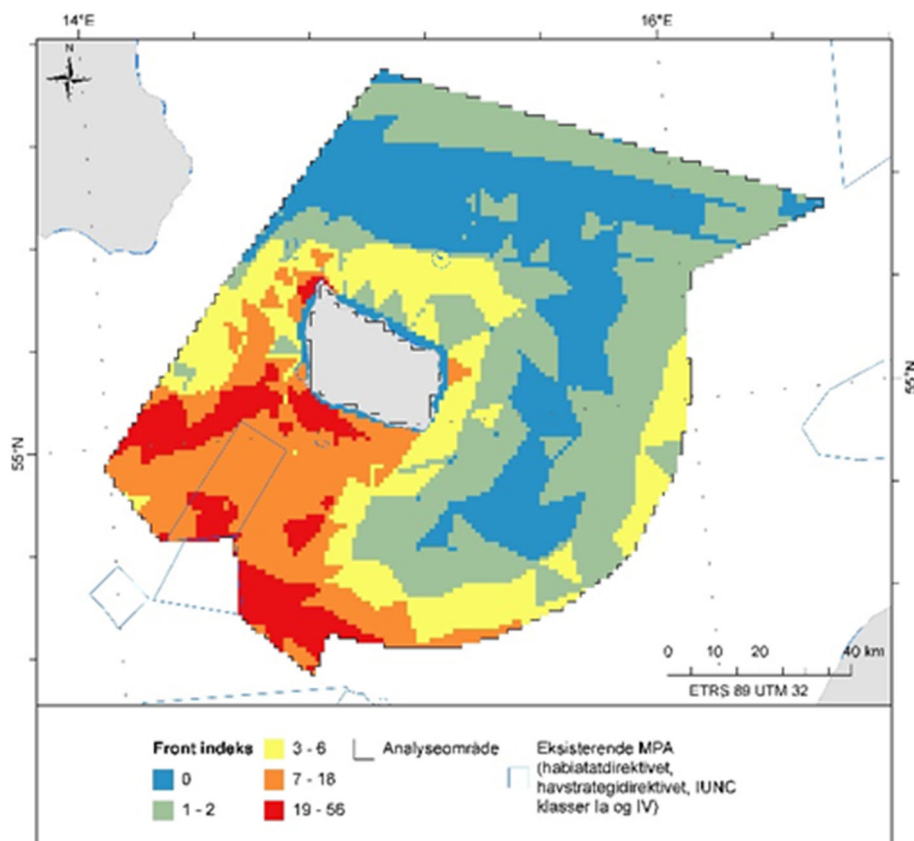
5.1 Pelagiske habitater, særligt fronter og upwellingszoner

Oplysninger vedr. pelagiske habitater tager udgangspunkt i datagrundlag publiceret i Edelvang et al. (2017a) mht. fronter og primærproduktion (figur 5.1 og 5.2).

Figur 5.1. Modelleret gennemsnitlig primærproduktion for perioden 2009-2013. Værdierne er normaliseret som beskrevet i kapitel 2.2 (fra Maar et al. 2016, Edelvang et al. 2017a)



Figur 5.2. Frontområderne baseret på strømgradient og hastighed. Fronter er defineret som høj frekvens af strømgradienter og hastigheder som overskrider henholdsvis 0.000015 og 0.00001 kombineret for hvert tidsstep ved 20 dybder. Figuren viser en gennemsnitssituation for perioden 2002-2007 (Edelvang et al. 2017a).



5.2 Benthiske naturtyper

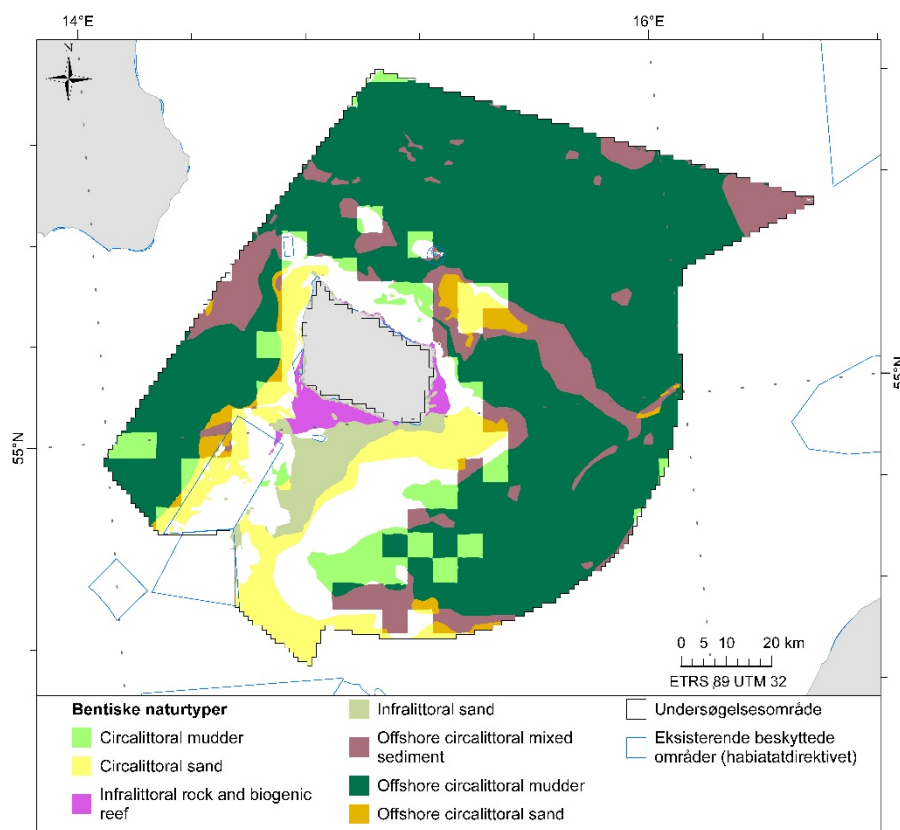
Havbunden i Østersøen er klassificeret i henhold til EUNIS 2007-11 klassifikationssystemet og data kan hentes via EU SEAMAP (Populus et al. 2017).

De benthiske naturtyper der skal fokuseres på i Østersøen omkring Bornholm er infralittoral sand, infralittoral sten og biogene rev, circalittoral mudder (mud), offshore circalittoral blandet sediment, offshore circalittoral mudder (mud), offshore circalittoral sand.

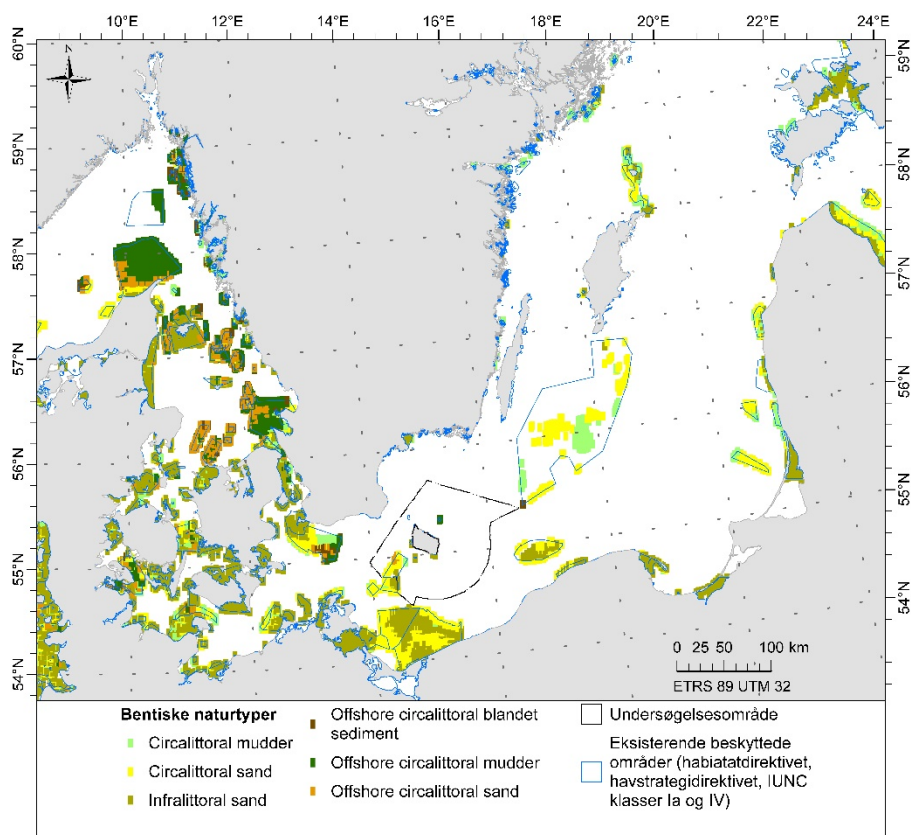
Som benthisk habitat skal sandbanker være repræsenteret i de identificerede marine beskyttede områder. Sandbanker er imidlertid ikke kortlagte. Som estimat på mulig tilstedeværelse af sandbanker er den benthiske naturtype circalittoral sand den bedst tilgængelige proxy for naturtypen "sandbanker". For at undgå at de benthiske naturtyper som indeholder sand bliver talt dobbelt, er det kun circalittoral sand, som blev valgt til dette formål.

Figur 5.3 viser fordelingen af de pågældende benthiske naturtyper inden for den danske del af Østersøen omkring Bornholm. Figur 5.4 viser de samme benthiske naturtyper med fokus på eksisterende marine beskyttede områder i både de danske og udenlandske dele af Østersøen, som er aktuelle i relation til konnektivitetsanalysen.

Figur 5.3. Fordelingen af de bentiske naturtyper inden for den danske del af Østersøen omkring Bornholm.



Figur 5.4. Viser fordelingen af de bentiske naturtyper inden for de eksisterende beskyttede områder i Kattegat, Bælterne og den centrale del af Østersøen.

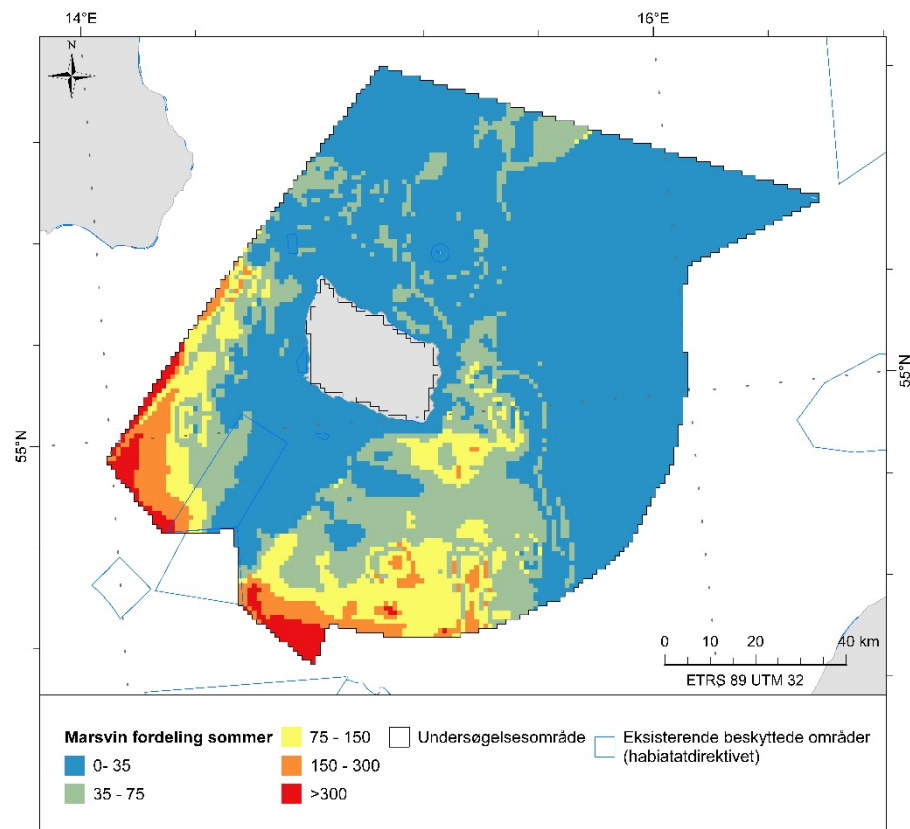


5.3 Havpattedyr

5.3.1 Marsvin

Marsvin er omfattet af HELCOM's rødliste og bestanden i Østersøen er kategoriseret som "kritisk truet" af IUCN. I analysen blev det samme datasæt anvendt, som beskrevet i Edelvang et al. (2017). Data stammer fra SAMBAH projektet med indsamling af data for marsvineforekomst ved brug af passiv akustisk monitoring fra 2011 – 2013 og herefter en rumlig modellering (Amundin 2016, Carlén et al. 2018). (figur 5.5 og 5.6).

Figur 5.5. Den relative fordeling af marsvin beskrevet med en rumlig tæthedsmodel baseret på to års indsamling (2011-2013) af akustiske data i Østersøen (300 CPODs) ligelig fordelt på et net af stationer (Amundin 2016) for sommeren. Den gennemsnitlige rasterværdi pr. gridcelle er beregnet og efterfølgende normaliseret som beskrevet i kapitel 2.2. Høje værdier betyder forekomst af mange marsvin i forhold til lavere værdier. (fra Edelvang 1997a).

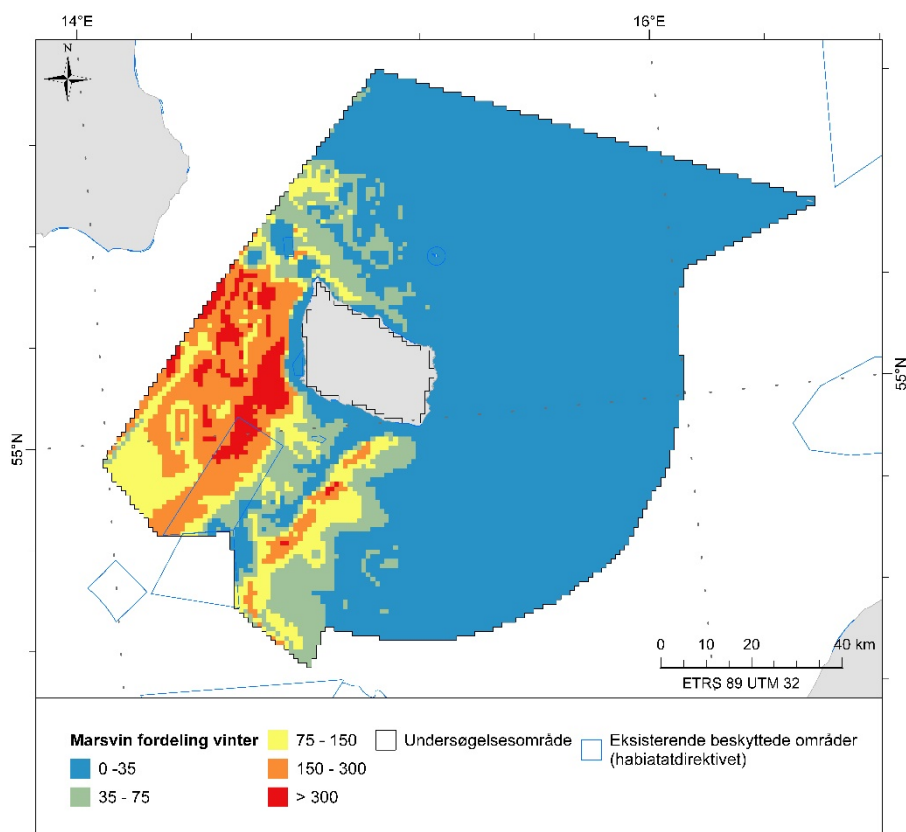


5.3.1 Gråsæl

Sæler er ikke omfattet af udbuddets prioriteringsliste, men indgår på Habitatdirektivets bilag 2 og gråsæl er en del af udpegningsgrundlaget i Natura 2000 området Ertholmene ved Christiansø øst for Bornholm. Der forekommer kun sjældent spættede sæler i den danske Østersø i farvandet omkring Bornholm og den nærmeste hvileplads er ved Falsterbo på Sveriges sydspids.

Antallet af gråsæler på Ertholmene er steget siden 2010 og toppede i 2015 med 850 sæler. Antallet er siden da faldet til 5-600 gråsæler. Gråsæler kan således forekomme i hele det danske farvand omkring Bornholm, og ved brug af satellitmærkninger er der etableret et rimeligt billede af deres udbredelse. Oplysninger om sæler har ikke været medtaget i analyserne.

Figur 5.6. Den relative fordeling af marsvin beskrevet med en rumlig tætheds model baseret på to års indsamling (2011-2013) af akustiske data i Østersøen (300 CPODs) ligelig fordelt på et net af stationer (Amundin 2016) for vinteren. Den gennemsnitlige raster-værdi pr. gridcelle er beregnet og efterfølgende normaliseret som beskrevet i kapitel 2.2. Høje værdier betyder forekomst af mange marsvin i forhold til lavere værdier. (fra Edelvang 1997a).



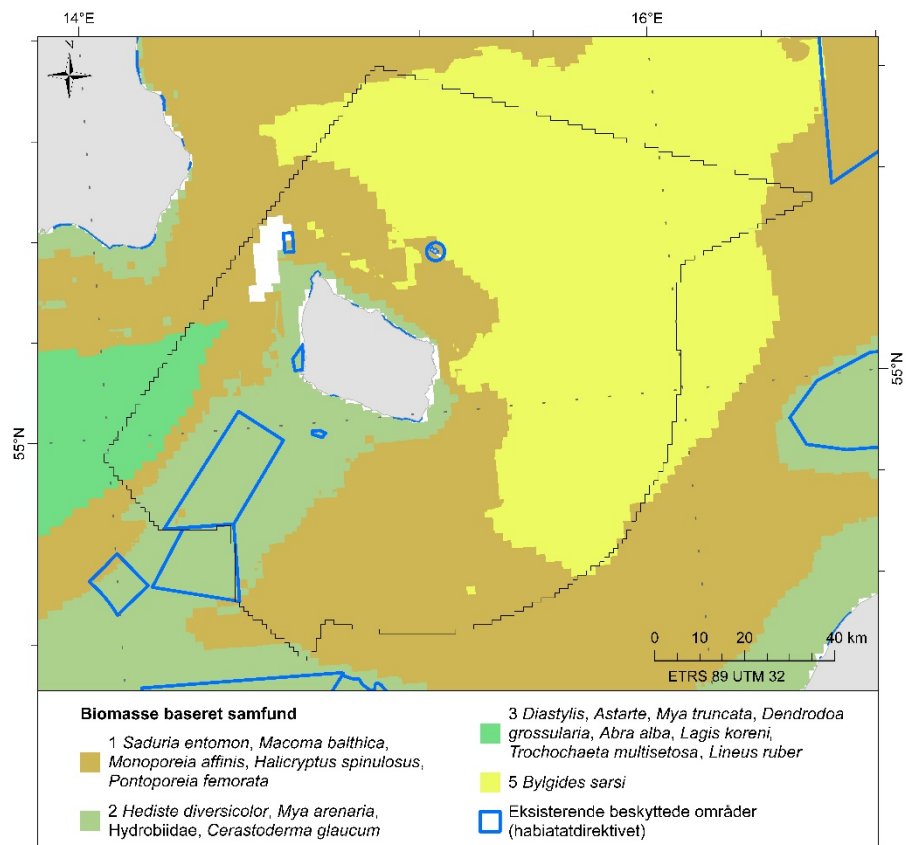
5.4 Bundfauna arter

I udbudsbeskrivelsen var der lagt vægt på, at en vurdering skulle omfatte følgende i HELCOM's rødliste; stor østersømusling og to bundfaunasamfund afotisk mudderbund domineret af astarte og afotisk sandbund domineret af molbøsters.

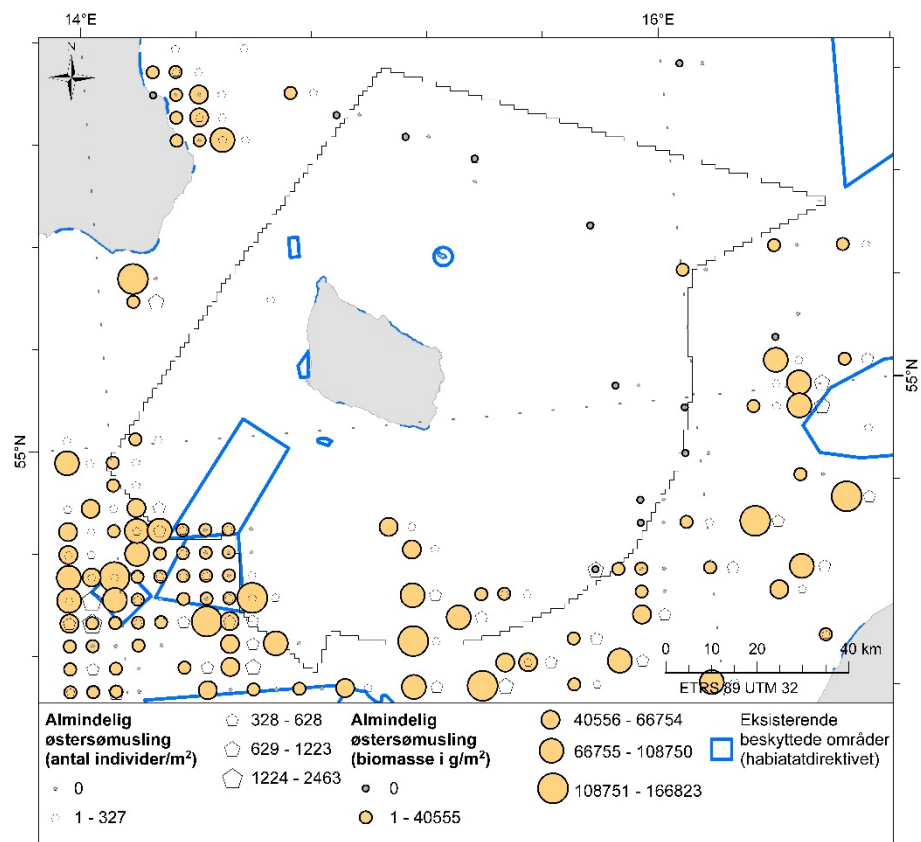
Danske bundfauna data er særdeles sparsomme i Østersøen omkring Bornholm. Der findes imidlertid modellerede samfund baseret på mange omkringliggende bundprøver fra nabolande der er koblet med en grov kortlægning af bundsedimenter. Modelleringen blev gennemført for hele Østersøen og har pga. skalaen og det begrænsede datainput, ikke kunnet udpege samfund som indeholder molbøsters (*Actica islandica*) i Østersøen omkring Bornholm (Gogina et al. 2016). Samfund 5 defineret i Gogina som *Bylgides sarsi* (Sars' skælryk) blev brugt som indikator for sandsynlig iltvindsubbredelse. (Figur 5.7).

I figur 5.8- 5.12 vises arterne som antal individer og biomasse på det stationsnet som blev brugt i Gogina et al. (2016). Almindelig østersømusling (*Macoma baltica*) er blevet observeret i undersøgelsesområdet og i nabolandene, mens der kun er få observationer af Astartemuslinger, Molbøsters (*Arctica islandica*) og blåmuslinger. For Stor østersømusling (*Macoma calcarea*) foreligger der i kortudsnittet kun en enkelt observation i udlandet.

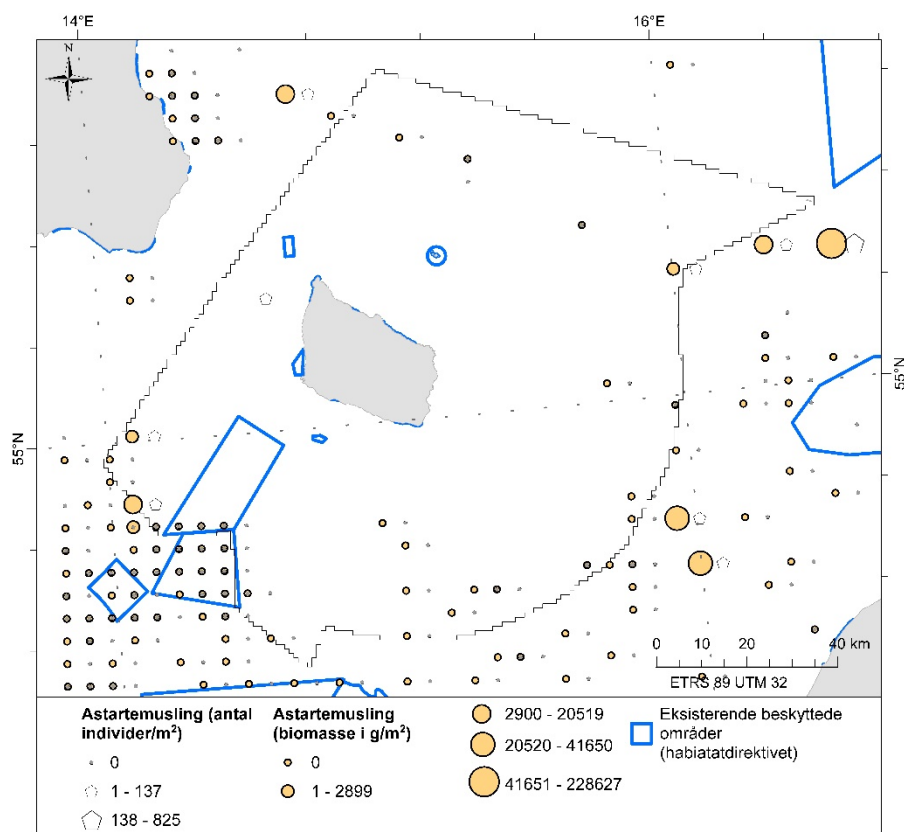
Figur 5.7. Modelleret bundfauna samfund baseret på biomasse (Gogina et al. 2016)



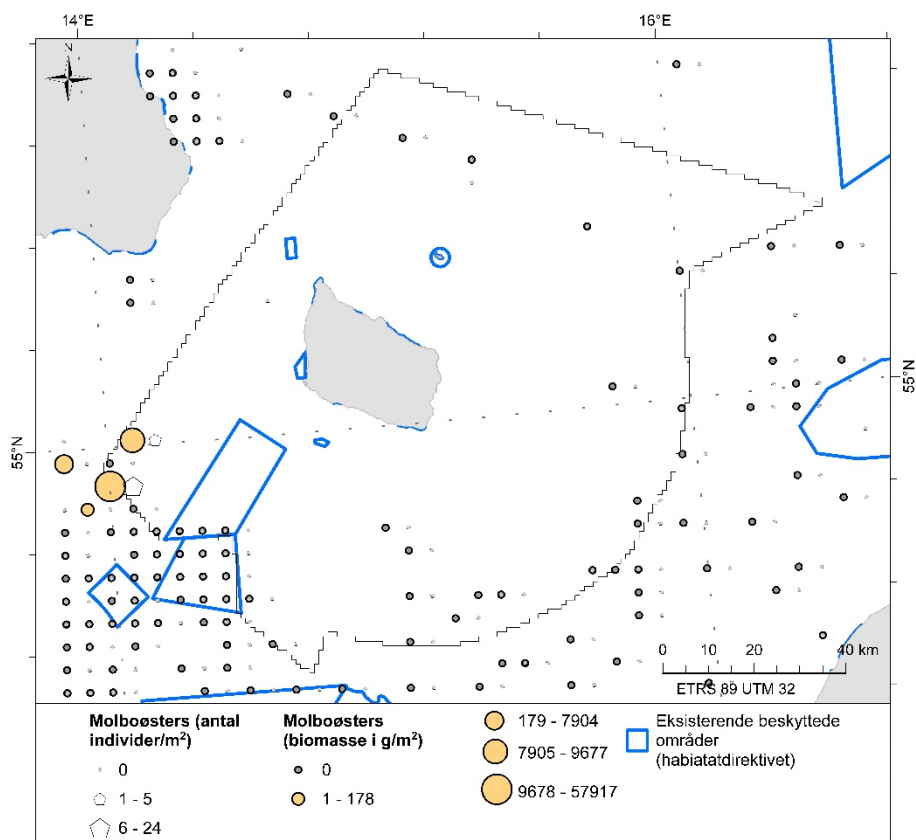
Figur 5.8. Fordeling af antal individer/m² og biomasse i g/m² for almindelig østersømusling (*Macoma balthica*) (Gogina et al. 2016)



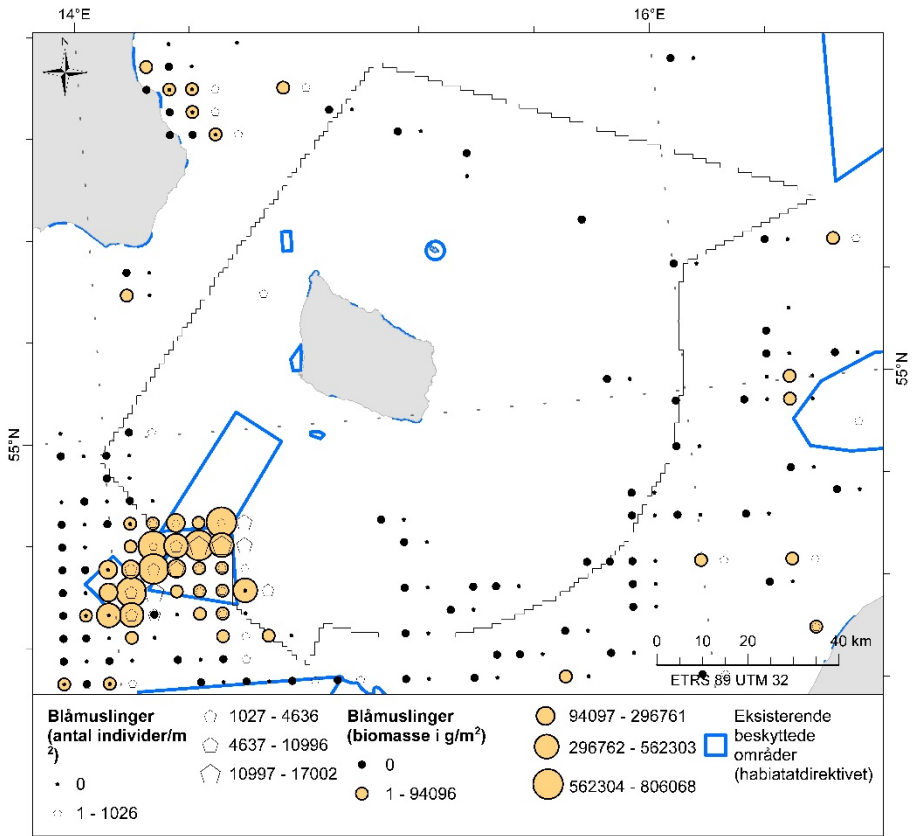
Figur 5.9. Fordeling af antal individer/m² og biomasse i g/m² for Astartemuslinger (Gogina et al. 2016)



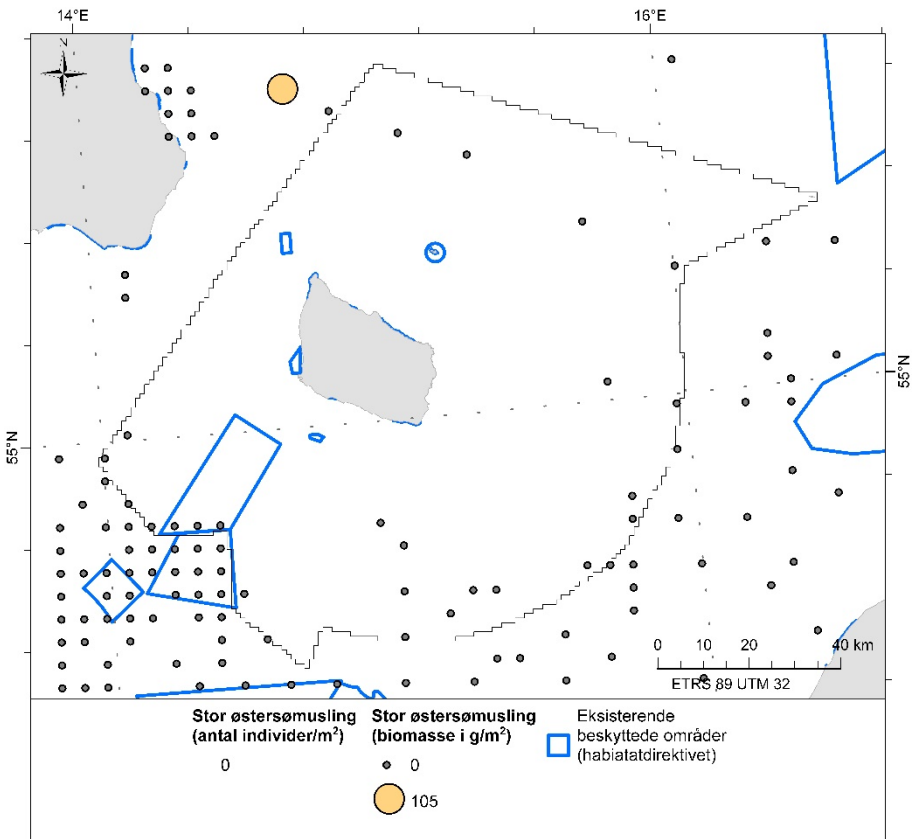
Figur 5.10. Fordeling af antal individer/m² og biomasse i g/m² for molbøsters (*Arctica islandica*) (Gogina et al. 2016)



Figur 5.11. Fordeling af antal individer/m² og biomasse i g/m² for blåmuslinger (Gogina et al. 2016)



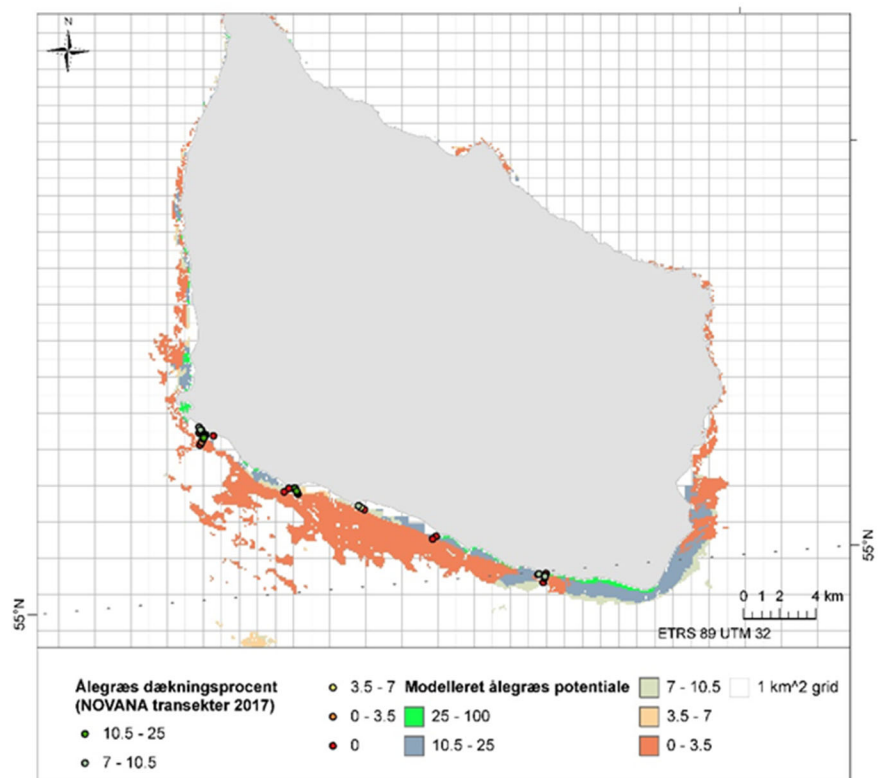
Figur 5.12. Fordeling af antal individer/m² og biomasse i g/m² for stor østersømusling (*Macoma calcarea*) (Gogina et al. 2016)



5.5 Ålegræsenge

Ålegræs bliver registreret på transekter som led i det nationale overvågningsprogram NOVANA (figur 5.13). Ålegræssets arealmæssige udbredelse er imidlertid ikke kortlagt. Stæhr et al. (2019) har udviklet en model, der beskriver ålegræssets potentielle udbredelse. Den potentielle udbredelse er ligeledes vist på figur 5.13, men modellen er indtil nu kun kalibreret på nationalt plan og ikke på mindre farvandsområder. Resultaterne fra modellen for Bornholm skal derfor tages med forbehold og er af samme grund ikke inkluderet i Marxananalysen.

Figur 5.13. Ålegræs registreret i 2017 langs transekter som led i NOVANA overvågningsprogrammet og modellering af den potentielle udbredelse af ålegræs. Sidstnævnte er fra Stæhr et al. (2019).



5.6 Afotisk pelagisk habitat under springlaget

Naturtypen var specificeret i udbudsteksten, som en naturtype der skulle medtages i analysen, da den er omfattet af HELCOMs rødliste. Efter en faglig diskussion undervejs i analysearbejdet mellem AU og Miljø- og Fødevareministeriet blev det besluttet at udelade den pågældende habitat i analysearbejdet pga. sandsynlige problemer med iltvind for den pågældende habitat i farvandet omkring Bornholm. Udpegning af beskyttede områder på et areal påvirket af lave iltniveauer vil ikke komme den benthiske fauna til gode. Her skal andre forvaltningsmæssige tiltag til omkring begrænsning af næringsssalteudledninger.

5.7 Havfugle

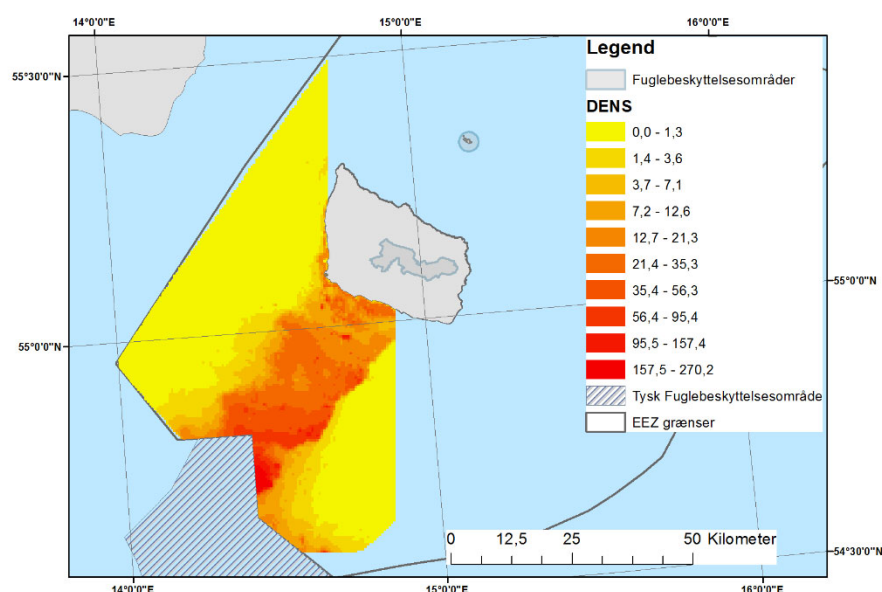
I udbudsteksten er det specificeret at en vurdering af følgende arter bør indgå i analysen; havlit, gråstrubet lappedykker, ride og fløjlsand. De fire pågældende arter indgår i HELCOM's rødliste.

Østersø undersøgelsesområdet dækkes i nogen udstrækning af det danske NOVANA fugleovervågningsprogram. Området vest for Bornholm er optalt hver tredje vinter siden NOVANA-programmets start i 2004. Disse optællinger er gennemført som linjetransektoptællinger.

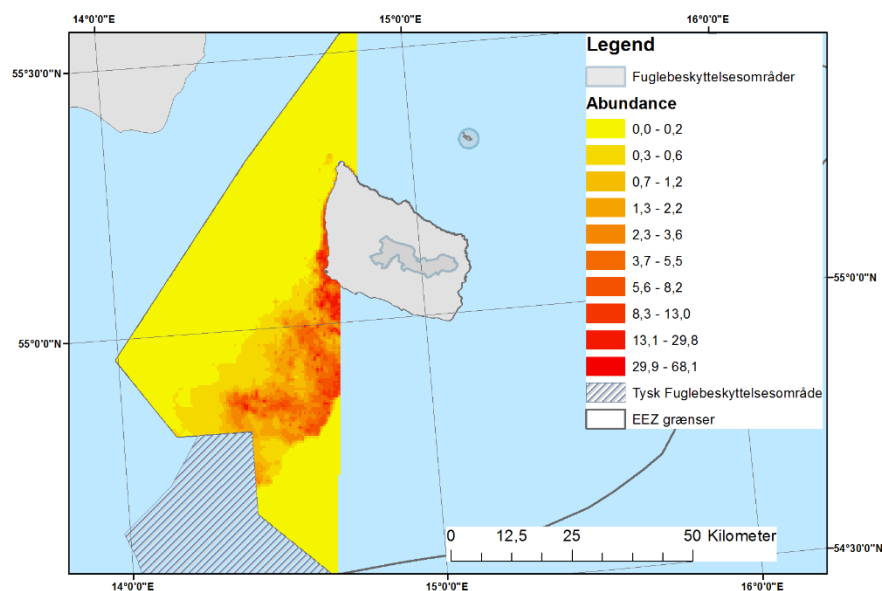
Fløjsand er en art der er let at registrere ved optællinger fra fly. Arten forekommer fåtalligt på Rønne Banke, målt i forbindelse med Aarhus Universitets flytællinger, og det samme gør sig gældende i de andre områder omkring Bornholm. Derimod kan der forekomme store antal og koncentrationer af fløjsand i Pommernbugten, på den tyske side. Ride er en Nordsø måge-art. Den har ikke, og har aldrig haft, betydende forekomst i farvandet omkring Bornholm. Gråstrubet lappedykker er spredt forekommende. Den er grundet sin størrelse og farve vanskelig at optælle vha. flytællinger. Det er AU's faglige skøn, at Gråstrubet Lappedykker ikke forekommer i stort antal i området omkring Bornholm. Der kan forekomme mange i Pommernbugten, og i danske farvande er Smålandsfarvandet og Sejerøbugten hotspots for arten uden for yngletiden.

Den hyppigst forekommende fugleart i området er havlit (*Clangula hyemalis*). Havlit forekommer i området primært på Rønne Banke og Adler Grund (figur 5.14-5.17), og anvender overvejende området som overvintringsområde, i mindre grad som rasteområde på træk. Havlitter fouragerer primært på bundlevende muslinger og snegle samt krebsdyr (Petersen et al. 2019). I 2004 blev der estimeret 47.300 havlitter i de indre danske farvande. Af disse blev 27.300 individer estimeret på Rønne Banke og Adler Grund (figur 5.14). Dette område er således det vigtigste område for overvintrende havlitter i danske farvande (Laursen et al. 1997; Petersen et al. 2006, 2010; Petersen & Nielsen, 2011). Der er beskrevet et dramatisk fald i den overvintrende bestand af havlit i Østersøen (Skov et al. 2011). Under optællinger af vandfugle i vinteren 2008 blev der estimeret 8.776 havlitter på Rønne Banke og Adler Grund (figur 5.15). Tætheden af havlitter i området var i vinteren 2008 langt lavere end i vinteren 2004, men det skal samtidig noteres, at det modellerede område er betydeligt mindre end det modellerede område i 2004. Og det ses af fordelingen, at fordelingen af fuglene er i overensstemmelse med fordelingen fundet i 2004. Det samme gælder fordelingen af observerede havlitter i vintrene 2013 (Figur 5.16) og 2016 (Figur 5.17), der langt overvejende befandt sig på relativt lave vanddybder på selve Rønne Banke. Der foreligger ikke modellerede antal for vintrene 2013 og 2016 - skønnet til, ud fra antallet af observerede individer, at være omkring 17.000 og 22.000 individer for hver af de to vintre.

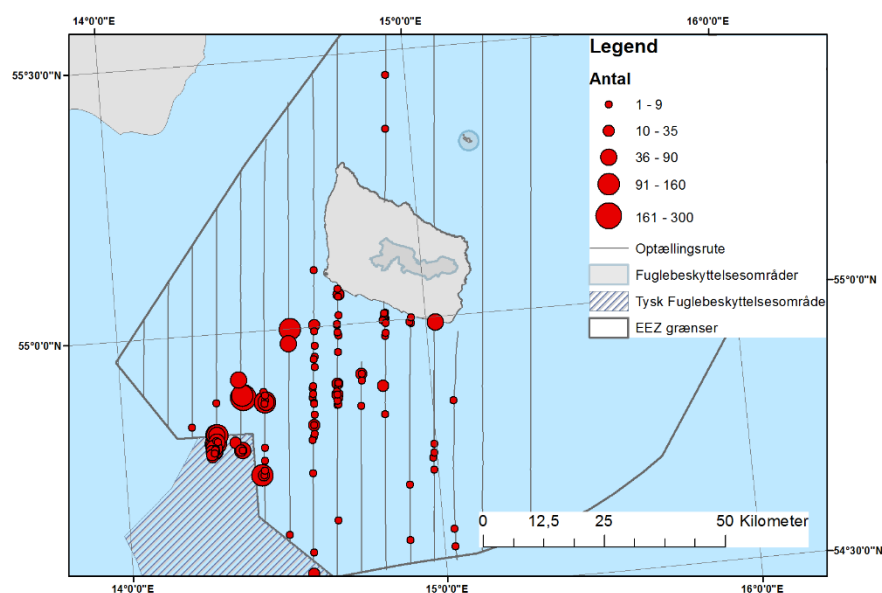
Figur 5.14. Den modellerede fordeling af havlitter i farvandet sydvest for Bornholm, på Rønne Banke og Adler Grund ved optællinger af vandfugle i vinteren 2004 (Efter Petersen & Nielsen 2011).



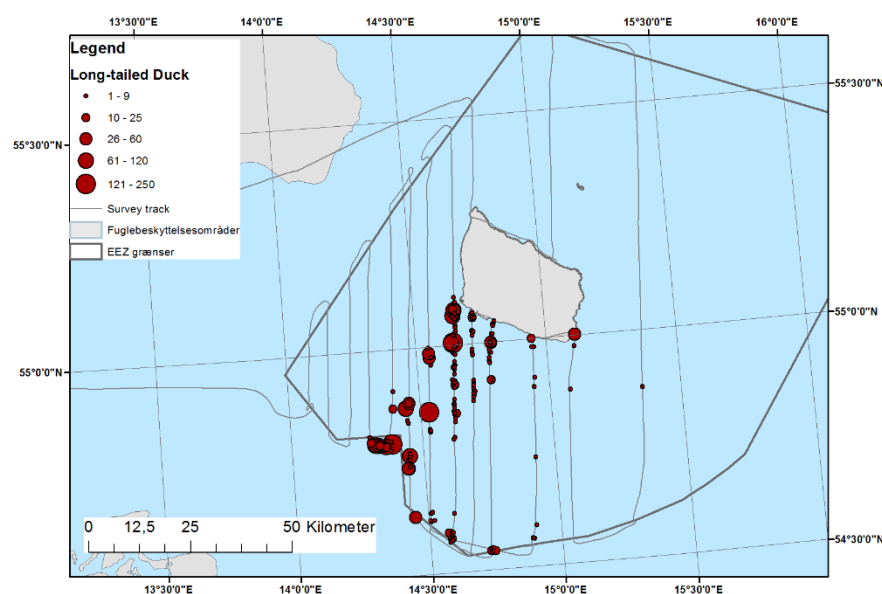
Figur 5.15. Den modellerede fordeling af havlitter i farvandet sydvest for Bornholm, på Rønne Banke og Adler Grund ved optællinger af vandfugle i vinteren 2008 (Efter Petersen & Nielsen 2011).



Figur 5.16. Linjetransekt observationer af havlitter i farvandet sydvest for Bornholm, på Rønne Banke og Adler Grund vinter 2013 (Edelvang et al. 2017a)



Figur 5.17. Linjetransekt observationer af havlitter i farvandet sydvest for Bornholm, på Rønne Banke og Adler vinter 2016 (Edelvang et al. 2017a)

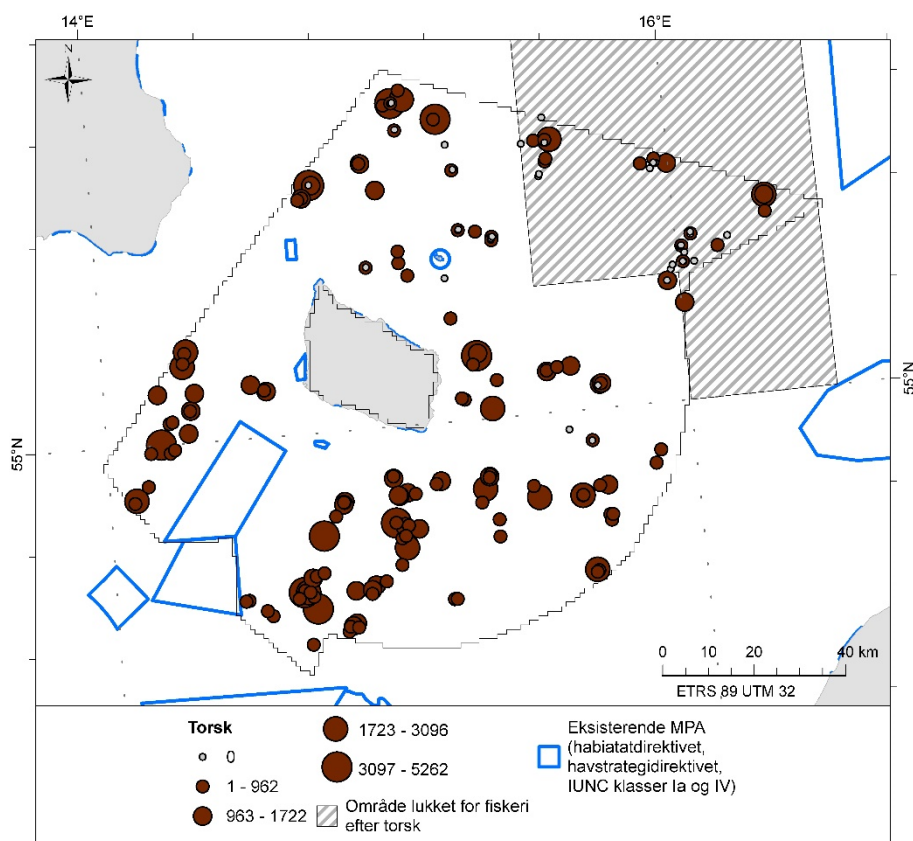


5.8 Fisk

I Østersøen omkring Bornholm er kun torsk på HELCOM's rødliste. Datatæthed er identisk med datasættet brugt til analysen i Edelvang (2007a og b). Torsk gyder i Bornholmerdybet gennem sommeren og efteråret. For at beskytte aggregeringen af gydemodne torsk er der lukket et område for fiskeri fra maj til oktober (figur 5.18). En analyse af overlevende torsk fra år 2000 indikerer, at de fleste torskelarver kommer fra fisk, der gyder uden for området (Huwer et al. 2014) og efterfølgende analyser har vist, at relationen mellem gydeområder og overlevelse af larver varierer (Edelvang 2017a)

De arter der er præsenteret i figur 5.18 er data fra trawlsurveys som DTU har gennemført i Østersøen (Baltic International Trawl Surveys (BITS)). Data dækker perioden 15.1.2016 – 22.11.2018.

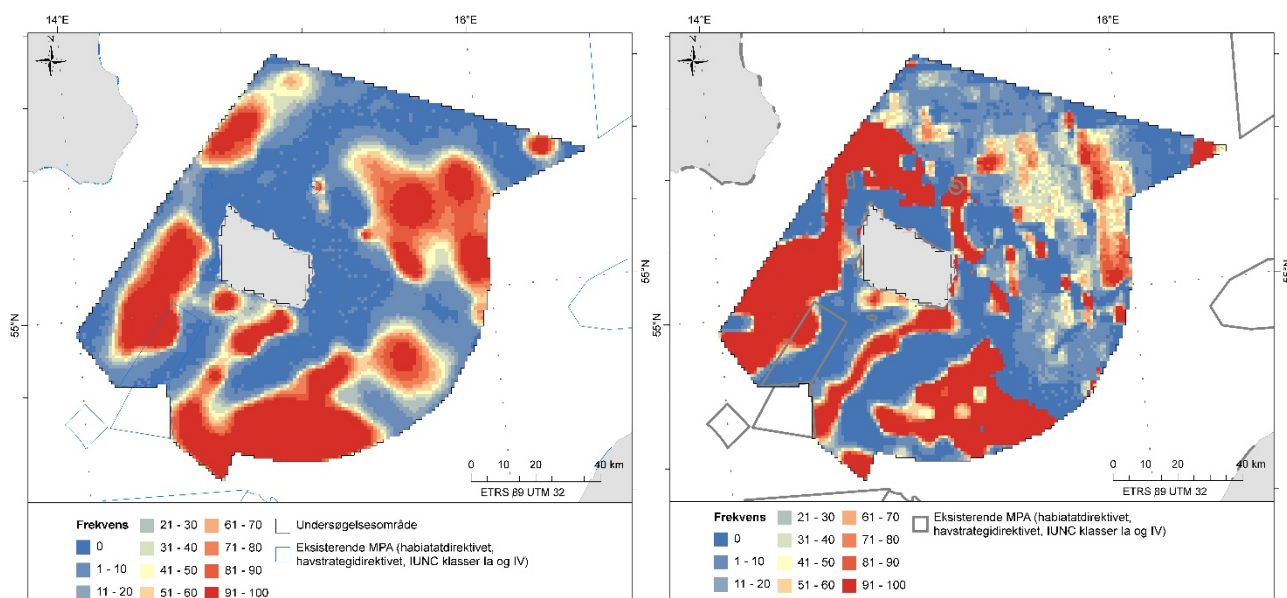
Figur 5.18. Geografisk lokalisering af fangster af torsk (*Gadus morhua*) som fangst per time.



6 Resultater for Østersøen omkring Bornholm

Modelarbejdet publiceret i Gogina (2016) har påvist at et større område øst for Bornholm kun indeholder små biomasser med tolerante bundfaunaarter for lav iltniveau. Dette område er efter aftale med Miljø- og Fødevareministeriet på forhånd udelukket som muligt beskyttet område. Marxan blev kalibreret med samme opsætning uden at udelukke det kraftigt påvirkede område, sådan at den når målene for >50% af kørslerne og udvælger sammenhængende områder og ikke enkelte gridceller (figur 6.1).

Som første forsøg på at undgå at Marxan valgte et stort areal i området med samfund påvirket af iltsvind, blev der anvendt en omkostningsfaktor 10 gange højere end den der blev anvendt i de øvrige gridceller (hvor der af tekniske grunde er sat en konstant omkostningsværdi). Med denne opsætning kunne Marxan ikke håndtere situationen i iltsvindsområdet og mange små områder blev udvalgt i iltsvindszonen i stedet for større samlede arealer (figur 6.1).

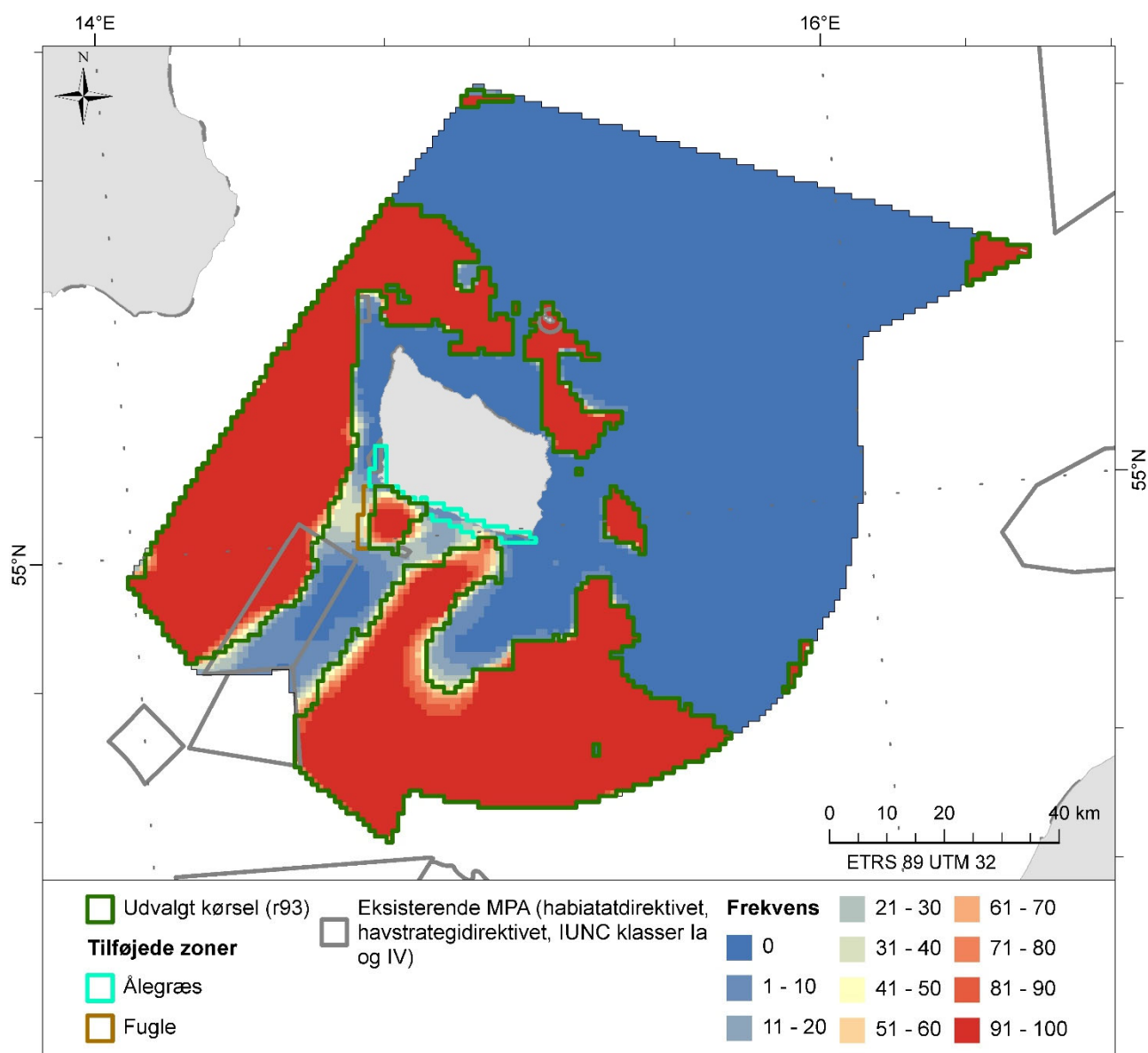


Figur 6.1. Marxankørsel uden at udelukke iltsvindszonen (tv) og med øget omkostningsfaktor i iltsvindszonen. Figuren viser udvalgsfrekvens over Marxans gridceller, der blev udvalgt med 100 kørsler når iltsvindspåvirkede områder på forhånd er ekskluderet. De mørkeblå områder er slet ikke valgt og de mørkerøde bliver valgt i mindst 90 ud af 100 kørsler.

Derfor blev det besluttet at udelukke zonen helt (figur 6.2). I det endelige scenarie nåede Marxan frem til, at det udvalgte areal i de 100 kørsler varierede mellem 36.6 og 36.7% af det samlede undersøgelsesområde. Det lykkedes ikke for nogen kørsel at opnå alle mål. Den sandsynlige årsag er at det store område med iltsvind blev udelukket. Figur 6.2 viser et frekvensplot over Marxan-analysens løsningsforslag, der blev udvalgt på baggrund af de 100 kørsler. Den rumlige fordeling af de enkelte kørsler varierer mindre end uden at udelukke det iltsvindspåvirkede område. Især i nærheden af iltsvindsområdet er udvalgsfrekvensen meget høj.

Fra artslisten, som skal inkluderes, har ålegræs og havlit en klar rumlig fordeling i farvandet. På den baggrund blev der udvalgt den af de 100 kørsler som bedst tog højde for de to arter (nr. 93). For havlit foreligger der 4 datalag. Det mest dækkende af de to modellerede datasæt blev inkluderet i Marxan.

Linjetransekt fugletællingsdata blev efterfølgende inkluderet i evaluering af Marxanresultatet. Det mindst dækkende datalag blev ikke brugt.



Figur 6.2. Figuren viser udvalgsfrekvens over Marxans gridceller, der blev udvalgt med 100 kørsler når iltsvindspåvirkede områder på forhånd er ekskluderet. De mørkeblå områder er slet ikke valgt og de mørkerøde bliver valgt i mindst 90 ud af 100 kørsler. Kørsel 93 er udvalgt blandt de 100 som det arealforslag der bedst imødekommer de biologiske komponenter som ikke kunne inddrages i Marxananalysen.

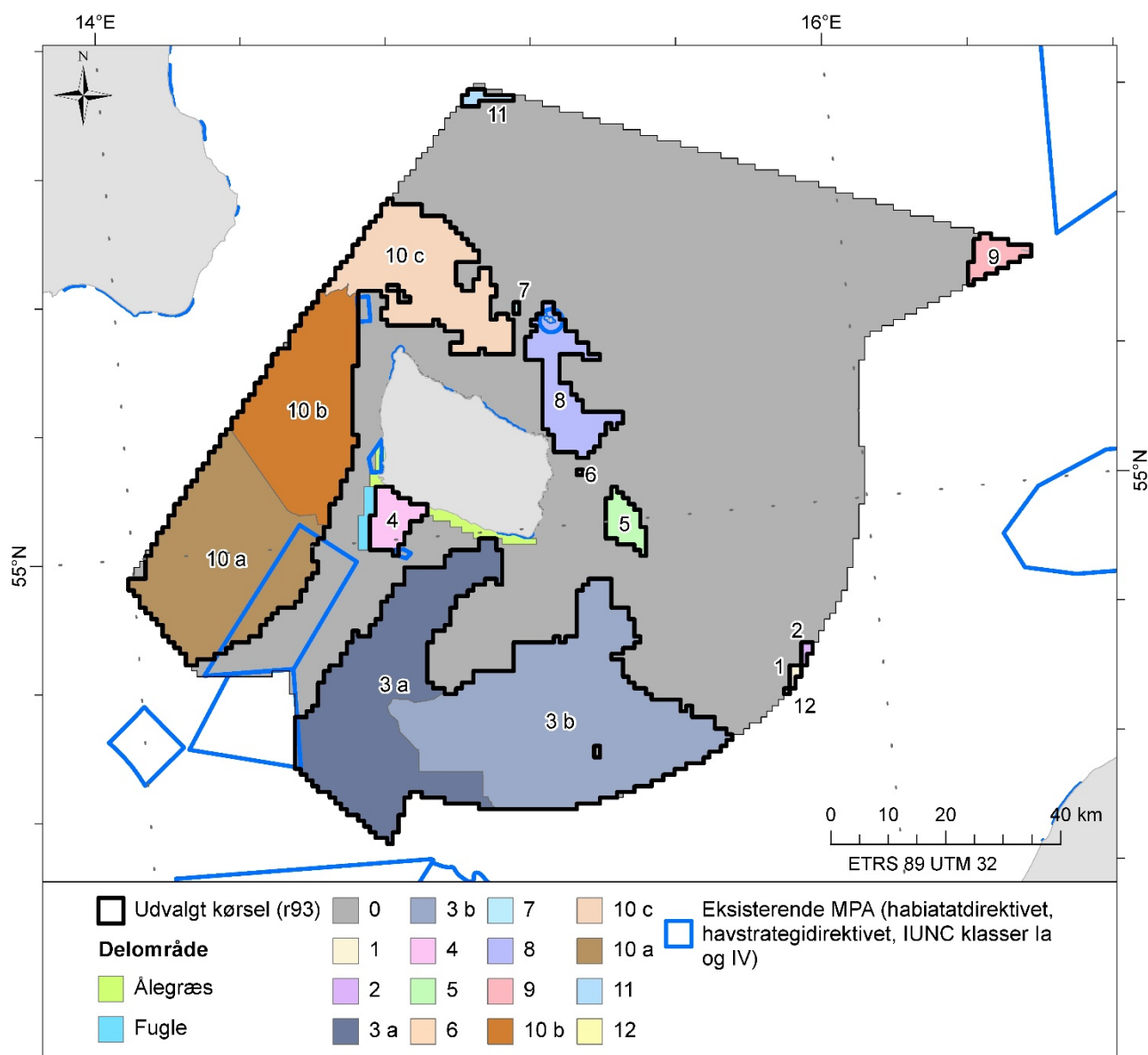
I den udvalgte kørsel nr. 93 kunne målet for bundtype "offshore circalittoral blandet sediment" ikke nås. Kun 28% af arealet blev inkluderet. For bundtypen "offshore circalittoral mudder" kunne målene ikke nås for 3 konnektivitetsslag, men overordnet blev 40% af arealet for offshore circalittoral mudder inkluderet.

Forslaget til mulige beskyttede områder kan ses i figur 6.3. Ud over forslaget fremkommet ved kørsel nr. 93 i Marxananalysen blev der i den efterfølgende analyse lavet følgende tilføjelser:

- et ekstra kystnært område for ålegræs langs Bornholms sydkyst
- delområde 4 er udvidet 2 km mod vest for at inkludere et område, som har vist høje koncentrationer af havlit ved flyundersøgelser.

Den udvalgte kørsel udgør 36.7% af arealet for farvandet omkring Bornholm. Der blev tilføjet et kystnært område på 0,6% for ålegræs og 0,2 % for fugle, så det samlede areal blev 37,5%.

De foreslåede potentielle områders økosystemkomponenter er sammenstillet i tabellerne 6.1 og 6.2. To store delområder blev underinddelt manuelt (figur 6.3). I de underliggende datalag blev delområderne yderligere inddelt i benthiske naturtyper. Områdearealet og økosystemkomponenter der ikke er omfattet af de potentielle områder, blev samlet i kolonnen "Ikke udvalgt" i tabel 6.2. Et eksempel på læsning af tabellerne er givet i afsnittet for Nordsøen og Skagerrak.



Figur 6.3. Forslag til potentielle beskyttede områder i farvandet omkring Bornholm. Områderne 1-12 er fundet ved Marxan-analysen og efterfølgende opdelt i delområder. Derudover er der efterfølgende tilføjet to områder, "Ålegræs" og "Fugle".

Tabel 6.1. Naturværdierne aggregeret pr. delområde for områderne 1 til 9. De fladedækkende datalag som er indgået i Marxanmodellering er oplyst som andel i %.

	1	2	3a	3b	4	5	6	7	8	9
Areal	0.05%	0.05%	7.34%	10.25%	0.64%	0.47%	0.01%	0.02%	1.65%	0.46%
Pelagiske habitater										
Primærproduktion	0.05%	0.05%	8.87%	11.12%	0.67%	0.43%	0.01%	0.02%	1.40%	0.45%
Front indeks	0.02%	0.02%	29.19%	6.04%	3.81%	0.11%	0.01%	0.00%	0.84%	0.04%
Marsvin										
Marsvin sommer	0.00%	0.00%	13.39%	2.40%	0.68%	0.02%	0.00%	0.01%	0.23%	0.01%
Marsvin vinter	0.01%	0.01%	20.93%	19.83%	0.06%	0.63%	0.01%	0.01%	0.86%	0.07%
Areal	0.05%	0.05%	7.34%	10.25%	0.64%	0.47%	0.01%	0.02%	1.65%	0.46%
Bentiske naturtyper										
Circalittoral mudder	0.00%	0.44%	0.40%	40.58%	0.00%	0.13%	0.06%	0.26%	1.16%	0.00%
Circalittoral sand	0.00%	0.00%	38.74%	2.28%	0.01%	0.31%	0.00%	0.00%	0.77%	0.00%
Infralittoral sten og biogene rev	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	40.08%	0.00%	0.00%	0.00%	0.04%	0.00%
Infralittoral sand	0.00%	0.00%	42.99%	0.00%	0.93%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Offshore circalittoral mudder	0.04%	0.02%	0.00%	9.44%	0.00%	0.19%	0.01%	0.01%	0.61%	0.00%
Offshore circalittoral blandet sediment	0.30%	0.01%	0.67%	16.86%	0.00%	1.78%	0.00%	0.00%	7.82%	4.45%
Offshore circalittoral sand	0.00%	0.00%	0.41%	15.05%	0.00%	5.42%	0.00%	0.00%	9.03%	0.00%
Fugle										
Modelleret havlit	0.02%	0.02%	36.18%	3.58%	3.73%	0.06%	0.00%	0.00%	0.18%	0.43%
Flytransekt (km)			18256	25843	18539	6996			718	
Havlit (antal observerede fugle)			611	13	105					
Fisk (fangst per time)										
Torsk			46766	15698		2110			6084	
Bundfauna individtæthed/m²										
Molbøsters			0	0						
Blåmusliner			2566	0						
Astartemuslinger			0	0						
Almindelige østersømusling			687	1728						
Stor østersømusling			0	0						
Bundfauna biomasse/m²										
Arctica islandica			0	0						
Mytilus			350856	0						
Astarte			0	0						
Macoma baltica			141360	379408						
Macoma calcarea			0	0						

Tabel 6.2. Naturværdierne aggregeret pr. delområde for områderne 10a til 12, de manuelt tilføjede områder og områder udenfor den valgte kørsel (nr. 93). De fladedækkende datalag som er indgået i Marxanmodellering er som andel i %.

	10a	10b	10c	11	12	Ålegræs	Fugle	Ikke udvalgt
Areal	6.77%	5.06%	3.97%	0.13%	0.01%	0.44%	0.20%	62.48%
Pelagiske habitater								
Primærproduktion	7.60%	5.58%	3.62%	0.13%	0.01%	0.61%	0.21%	59.17%
Front indeks	20.71%	7.70%	1.09%	0.01%	0.00%	0.63%	0.70%	29.07%
Marsvin								
Marsvin sommer	28.37%	27.04%	4.37%	0.06%	0.00%	0.03%	0.63%	22.75%
Marsvin vinter	21.85%	6.26%	2.49%	0.04%	0.00%	0.01%	0.04%	26.91%
Areal	6.77%	5.06%	3.97%	0.13%	0.01%	0.44%	0.20%	62.48%
Bentiske naturtyper								
Circolittoral mudder	11.46%	5.59%	1.83%	1.44%	0.00%	0.00%	0.00%	36.66%
Circolittoral sand	12.96%	1.86%	0.00%	0.00%	0.00%	0.07%	0.37%	42.62%
Infralittoral sten og biogene rev	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	14.42%	4.17%	41.29%
Infralittoral sand	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	6.92%	1.47%	47.70%
Offshore circolittoral mudder	7.30%	4.58%	5.24%	0.07%	0.00%	0.00%	0.00%	72.49%
Offshore circolittoral blandet sediment	1.46%	16.60%	7.24%	0.00%	0.08%	0.00%	0.00%	42.73%
Offshore circolittoral sand	23.74%	9.13%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	37.21%
Fugle								
Modelleret havlit	3.41%	0.72%	0.06%	0.01%	0.00%	3.23%	0.76%	47.59%
Flytransekt (km)	26027	19214	12459	3327		23613	7467	2751
Havlit (antal observerede fugle)	74		5			84	556	2009
Fisk								
Torsk	29353	10629	22460					68738
Bundfauna individtæthed/m²								
Molbøsters	29	0						0
Blåmuslinger	0	1						23571
Astartemuslinger	19	3						0
Almindelige østersømusling	572	1						2216
Stor østersømusling	0	0						0
Bundfauna biomasse/m²								
Arctica islandica	9677							0
Mytilus	0							1008896
Astarte	338							4
Macoma baltica	39118							172086
Macoma calcarea	0							0

7 Diskussion

Projektets resultater, i form af forslag til mulige nye beskyttede marine områder, skal indgå som fagligt grundlag i en beslutning om, hvordan kravene i Havstrategidirektivet om geografiske beskyttelsesforanstaltninger kan implementeres i Nordsøen, Skagerrak og den centrale Østersø.

Et særligt omdrejningspunkt i den gennemførte analyse er at sikre, at forslagene til potentielle nye beskyttede områder vil kunne indgå som integrerede elementer i et nationalt og internationalt sammenhængende netværk. Indtil videre har nationale udpegninger af marine beskyttede områder i Europa ofte kun i begrænset omfang taget hensyn til den internationale dimension. (Frascetti et al, 2018).

Udpegninger af de hidtidige nationale marine beskyttede områder har i mange tilfælde været drevet af viden om områder med høje fugleforekomster, fine stenrev, boblerev eller mudderflader som fx i Vadehavet. I relation til de dybe åbne farvande står man over for en helt anden problematik. Vidensgrundlaget om det biologiske indhold under havets overflade er sporadisk. Samtidig er havbunden mange steder udsat for en intensiv påvirkning af fiskeredskeer, og for Østersøens vedkommende af iltvind i store områder. De biologiske prøver, der trods alt findes, beskriver derfor ikke referencetilstanden (det fulde biologiske potentiale), som beskyttede områder kan opnå med den rette forvaltning af påvirkninger.

I dette analysearbejde er der derfor lagt vægt på, at identificere mulige fremtidige beskyttede områder med udgangspunkt i, at de skal kunne bidrage til, og indgå i, et netværk med en international forankring og en høj ”sammenhængskraft” (coherence). Derfor er der i analysen taget højde for repræsentativitet med hensyn til bentiske naturtyper, tilstrækkelighed med forsøg på at identificere et større areal og konnektivitet. I arbejdet blev der også fundet forslag til adskillige områder, der ved omtanke kan munde ud i, at det endelige forslag rummer replikater af de enkelte bentiske naturtyper. Disse tanker er i overensstemmelse med Convention of Biodiversity’s retningslinjer (Anon 2012). Det ligger uden for denne rapports opdrag, at give et bud på hvor mange replikater og hvor store arealer der i sidste ende bør udpeges. Ud fra en teoretisk synsvinkel vil replikater af den enkelte naturtype fremme robustheden i beskyttelsen, hvis de har en rimelig størrelse. Behovet for størrelsen af beskyttede arealer af den enkelte naturtype afhænger af de arter, det er udpeget for. Det afhænger i høj grad også af det overordnede pres, der er på den enkelte naturtypes biologiske komponenter generelt. Er presset stort, er det en rimelig antagelse, at der er behov for betydeligt større velfungerende beskyttede donorområder end hvis presset er lille, for at sikre en løbende kompensation for de skader naturtypen påføres uden for beskyttede områder.

Arbejdet med at identificere egnede områder blev foretaget med programmet Marxan. Hjørnestenen i analysen har været fordeling af bentiske naturtyper og identifikation af områder, der optimerer konnektiviteten via havstrømme. Derudover har fordeling af marsvin, hvidnæse, vågeval og oplysninger om fronter og primærproduktion indgået. Desværre var det ikke muligt at indarbejde nye data over den geografiske fordeling af havpattedyr i Nordsøen, i forhold til det, der blev anvendt i den forrige analyse (Edelvang et al, 2017a og b). Resultaterne af SCANS-III tællingerne, som blev gennemført i 2016, vil

først foreligge i 2020. Ny viden om Limfjordssælpopulationens brug af Nordsøen som spisekammer er først nu ved at blive undersøgt. De første resultater peger dog på, at der faktisk foregår en vandring af spættet sæl fra Limfjorden og ud i Nordsøen (Jonas Teilmann, pers. med). Kommer område 11 på tale som et fremtidigt beskyttet område i Nordsøen kan det være til gavn for Limfjordens bestand af spættet sæl, hvis forvaltningen tilgodeser denne arts fødebehov. Det samme kan siges om områderne 1-3 og det ekstra område ”fugle” ud for Vadehavet hvor der også er en stor bestand af spættet sæl. I Østersøen vurderes de potentielle områder 5, 6, 7, 8 og 10C at være vigtige for gråsæl.

I forhold til resultaterne over potentielle beskyttede områder identificeret i Edelvang 2017b, var områderne i denne analyse fordelt helt anderledes særligt i Nordsøen og Skagerrak. Dels er det begrundet i, hvilke økosystemkomponenter der er taget med i Marxananalysen. Dels har det forbedrede datagrundlag, om konnektivitet med inddragelse af eksisterende nationale og internationale beskyttede områder, betydet en god geografisk fordeling af de potentielle områder.

Konnektivitetsmodelleringen burde optimalt være gennemført over en årække, for at udjævne år-til-år variationerne. I denne analyse er data begrænset til et enkelt år. På grund af projektets omfang, blev samme skabelon og den samme opsætning anvendt som i Edelvang et al. (2017). Denne opsætning dækker ikke de infralittorale benthiske naturtyper optimalt.

Konnektivitetsmodelleringen blev reduceret til nogle repræsentative frigivelsestidspunkter og opholdstider for at dække de relevante traits inden for projektets ramme. Rumligt blev modelleringen baseret på konnektivitet mellem samme sedimenttype fra eksisterende marine beskyttede og inden for undersøgelsesområdet. Denne antagelse kan være kritisk, hvis denne benthiske naturtype ikke er beskyttet i det pågældende beskyttede område. Desuden vil den være afhængig af korrekt kortlægning af de benthiske naturtyper. Omvendt kan konnektiviteten være undervurderet for arter, som kan leve på forskellige benthiske naturtyper. Det var ikke muligt i dette projekts ramme efter Marxananalysen at undersøge konnektiviteten fra de enkelte udvalgte delområder med hinanden, men det anbefales i den endelige udvalgsproces.

Både i undersøgelsesområder Nordsøen-Skagerrak og farvandet omkring Bornholm var det muligt for Marxananalysen at komme med forslag til potentielle områder, som ikke overskred kriteriet på 40% af undersøgelsesområdernes arealer. Samtidig blev hovedparten af alle kriterier for de enkelte bundtyper og deres forskellige konnektivitetsslag opfyldt. Den største afvigelse var bundtypen ”offshore circalittoral blandet sediment”, hvor analysen kun kunne pege på 28% af arealet.

Med hensyn til de benthiske naturtyper skal man dog tage i betragtning, at kortlægningen af de benthiske bundtyper varierer betydeligt i datakvalitet inden for de to undersøgelsesområder. De bedste data findes i de eksisterende Natura-2000 områder og mulige råstofområder, mens andre dele af områderne er baseret på interpolering mellem mere sparsomme punktdata og akustiske opmålinger foretaget med større indbyrdes afstand.

I udbudsmaterialet var der fokus på at få data indarbejdet for en række rødlistede invertebratarter og fisk samt forskellige havfugle. De ønskede invertebratarter er stort set ikke indsamlet i farvandet omkring Bornholm. Det bedste

grundlag for at vurdere samfund, og dermed også evt. tilstedeværelse af invertebratarter, er arbejdet præsenteret af Gogina et al. (2016). Dette arbejde, der også indgik i Edelvang et al. (2017a og b) har ekstrapoleret biomasser og individantal af samfund ind i det danske område på baggrund af abiotiske faktorer. De biologiske prøver var næsten alle fra andre dele af Østersøen end den danske. Resultaterne fra Gogina et al. (2016) blev brugt til at udelukke et større havområde i Marxananalysen. Det er sket ud fra en erkendelse af, at havbund, der i dag er iltsvindsramt, skal bringes i bedre tilstand med velfungerende samfund ved en generel forvaltning af havmiljøet og ikke ved en arealbeskyttelse.

For Nordsøen blev bundfauna analyseret på baggrund af en kombination af data fra NOVANA, overvågning knyttet til olie- og gasplatforme og fra OCEANA. Data var generelt ujævnt fordelt, og der er rødlistearter, som kun optræder sjældent i hele området, og derfor også i de foreslåede potentielle beskyttede områder. En art som jomfruhummer er slet ikke fundet, hvilket sandsynligvis kan tilskrives, at sandsynligheden for at observere den med de anvendte redskaber til indsamling er lille. Det er også usikkert, i hvor høj grad de indsamlede prøver er påvirket af menneskelige aktiviteter. Det er derfor rimeligt at antage, at de nøglearter og samfund, der blev observeret, ikke er dem, der kan forventes i fremtidige marine områder.

GEUS har i forbindelse med kortlægning af det sydlige natura-2000 område i Nordsøen observeret rør i havbunden fra havbørsteormen *Lanice Conchilega*. Der synes at være et delvist overløb med det foreslåede område 1-IBA i den østligste del. Tilstedeværelse af havbørsteormerør kan være en indikator på at området ikke er så kraftigt påvirket.

Hajer og rokker (*Chondrichthyes*) er blandt de mest truede marine fisk i Europa og flere optræder på OSPAR's rødliste for Nordsøen. Arterne synes truet af højt utilsigtet fiskeripres (Nieto et al. 2015). Desværre var det ikke muligt at inddrage bifangsdata i projektarbejdet. Det havde været hensigtsmæssigt at se, om de her foreslåede potentielle områder var sammenfaldende med tilstedeværelse af de rødlistede bruskfisk. De anvendte data fra BITS/IBTS togter har som alle empiriske datakilder skævheder. Fiskerirelateret data vil ikke afspejle juvenile undermålstorsk, dog er de bedre repræsenteret af BITS/IBTS data. Fiskerirelateret data inkl. IBTS/BITS data vil desuden ikke repræsentere vanskeligt fiskbare habitater, som fx vrage og stenrev.

Der er flere tilgængelige informationer om havfugle, som også ønskes inddraget. I Nordsøen-Skagerrak kunne havfugle ikke indgå i Marxananalysen pga. den begrænsede dækning af optællingsdata. Analysens foreslåede mulige områder viste sig alligevel at omfatte vigtige fugleområder. Der var ca. 42% arealmæssig overlap med vigtige fugleområder foreslået af BirdLife Denmark (såkaldte IBAområder), og i Skagerrak er der et større sammenfald med et forslag til et såkaldt EPSAområde, foreslået på en workshop d. 23-28 september i Stockholm. En evaluering viste, at sortænder i Nordsøen, og i et vist omfang rødstrubet lom, ikke var tilfredsstillende omfattet af Marxankørslernes forslag. En supplerende udpegning mellem de to eksisterende Natura 2000 områder ud for Vadehavet tilgodeser rødstrubet lom og bringe den nær 40% kriteriet. Sortænder findes i særligt højt antal omkring Horns Rev, men arten indgår ikke som en specifik art, der skal behandles jævnt før udbudsmaterialet. Havområdet vest for Bornholm er et særligt vigtigt område for havlit. En mindre udvidelse af Marxan's ene foreslåede område øger arealet, hvor tætte forekomster af havlit tidligere er observeret.

Ikke alle relevante biologiske forhold er lige godt funderet i forslaget om mulige beskyttede områder. Forslaget omfatter ikke det såkaldte ”fucus bælte”, som udgør den lavvandede del af bundnaturtypen ”infralittoral sten og biogene rev” langs Bornholms kyst (Edelvang et al. 2017a). Der foreligger ikke en kortlægning af bundforhold langs kysten af Bornholm, som i høj grad vil omfatte infralittoral sten, og der mangler også en reel kortlægning af brunalgerne, der definerer ”fucus bæltet”. Fucus forventes dog at findes fra Rønne og nordover til østsiden af Bornholm, og sandsynligvis også ved det eksisterende Natura 2000 område ved Hammeren.

Ålegræs indgår i forslaget til et konkret beskyttet område syd for Bornholm. Forslaget er baseret på ålegræsforekomster lokaliseret langs 4 transekter, kombineret med en visuel gennemgang af ortofotos taget i sommeren 2012 af Geodatastyrelsen. Stæhr et al. (2019) har udviklet en model der beskriver ålegræssets potentielle udbredelse. Modellen er udviklet på national skala og begrænset af tilgængelighed af relevante data, fx som beskrevet for sedimentkortlægning. Modellen vurderes derfor ikke at være nøjagtig nok i farvandet omkring Bornholm. Da ålegræstætheder er dybdeafhængig, er det med de tilgængelige transektdata heller ikke muligt at estimere, hvor meget af ålegræsforekomsten, der ligger indenfor området.

Endelig henledes opmærksomheden på OCEANAS fund af en tangskov med brunalger på et rev i Nordsøen. Disse brunalger består sandsynligvis af arten palmetang (*Laminaria hyperborea*), der sammen med beslægtede og meget produktive arter går under den internationale betegnelse ”kelp”. Kelp vurderes netop nu i OSPAR regi med henblik på en eventuel rødlistning. Arten er kun registreret kystnært få steder i den danske del af Nordsøen og Skagerrak bl.a. i Natura 2000 området Lønstrup Rødgrund. En beskyttelse af den pågældende lokalitet med brunalger ude i den åbne del af Nordsøen vurderes at være værdifuld for sammenhængskraften af netop denne hårdbundshabitat, men er ikke en del af undersøgelsen.

8 Konklusion

Arbejdet med at identificere potentielle beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak og Østersøen omkring Bornholm er sket på baggrund af de bedst mulige datakilder, der kunne tilvejebringes inden for projektets ramme. Det var ikke muligt at inddrage alle data, som var specificeret i udbudsmaterialet, da disse ikke var offentligt tilgængelige. Informationer om fisk kunne kun fremskaffes i mere sporadisk form for Nordsø området. Oplysninger om fløjsand, ride og gråstrubet lappedykker var så sparsomme for området omkring Bornholm, at de ikke blev inddraget.

Det var muligt ved Marxankørslerne at opnå et forslag, der omfattede 38% af Nordsø-Skagerrak områdets areal og 37% af Østersøen omkring Bornholm.

Det var muligt omtrent at opnå målet, at udvælge mindst 40% for de enkelte datalag der indgik i Marxananalysen. Nogle af de benthiske naturtypernes mål for konnektivitet blev ikke fuldt ud indfriet, hverken i Nordsøen eller i Østersøen. En enkelt bundnaturtype, "offshore circalittoral blandet sediment", som overlapper meget med det udelukkede iltsvindspåvirkede område i Østersøen, nåede arealmæssigt kun 28%.

Der var vigtige økosystemkomponenter, som af datatekniske grunde ikke kunne inddrages i Marxananalyserne. Nogle af disse blev dog inddraget i den efterfølgende evaluering og justering af det endelige forslag. I Nordsøen og Skagerrak drejede det sig om havfugle. Her dækkede forslaget, leveret af Marxan, ca. 42% af arealet af Birdlife Danmarks forslag til IBA. For to vigtige fuglearter, som sorttænder og rødstrubet lom, blev det vurderet, at forslaget baseret på Marxan ikke vil dække 40% af de pågældende arters individ udbredelse. Sorttænder indgår imidlertid ikke i udbudsmaterialets kravspecifikation. Det tilføjede område mellem de to Natura 2000 områder tilgodeser primært rødstrubet lom og i mindre grad sorttænder. I Østersøen tilgodeser to mindre tilføjelser til Marxananalysens forslag formodede ålegræsområder syd for Bornholm og et ekstra område for havlit.

De foreslåede potentielle områder til marine beskyttede områder blev identificeret med fokus på at sikre et sammenhængende netværk af marine beskyttede benthiske naturtyper, både nationalt og internationalt. I det videre arbejde med at fastlægge hvilke der reelt skal udpeges, anbefales det at lægge vægt på at sikre repræsentativitet, replikabilitet og konnektivitet til allerede udpegede benthiske naturtyper.

Forslaget omfatter ikke det såkaldte "fucus bælte", som udgør den lavvandede del af bundnaturtypen "infralittoral sten" langs Bornholms kyst. Der foreligger ikke en kortlægning af bundforhold langs kysten, og der mangler også en reel kortlægning af brunalgerne, der definerer "fucus bæltet". Fucus forventes dog at findes fra Rønne og nordover til østsiden af Bornholm.

Ålegræs indgår i forslaget til et konkret beskyttet område syd for Bornholm. En kortlægning ud over de 4 transekter af de faktiske arealmæssige forekomster foreslås inden en evt. udpegning.

Endelig henledes opmærksomheden på OCEANAS fund af en tangskov med brunalger i Nordsøen. Disse brunalger, sandsynligvis arten palmetang (*Laminaria hyperborea*), går under den internationale betegnelse ”kelp” og vurderes i OSPAR regi med henblik på at blive rødlistet. Arten er kun registreret kystnært få steder i den danske del af Nordsøen og Skagerrak.

9 Referencer

Al-Hamdani, Z., Owen, M., Rödel, L.G., Witt, N., Nørgaard-Petersen, N., Bennike, O., Sabra, H., Eriksen, L.N., Kragh, S., Jensen, J.B., Nicolaisen, J., Schmedes, M.J., Nielsen, B., Kjellerup, S., Dons, S., Stæhr, M.W. og Frederik Gai, F. (2018) Kortlægning af Natura 2000-områder Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2017-2018. Miljøstyrelsen publikation ISBN 978-87-7038-027-0.

Al-Hamdani, Z., Skar, S., Jensen, J.B., Rödel, L.G., Pjetursson, B., Bennike, O., Jensen, G.C.O., Rasmussen, M.B., Dahl, K., Rømer J.K., Göke, C., Bruhn A., and Lundsteen S. 2015: Marin habitatkortlægning i Skagerrak og Nordsøen 2015. Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelser. Rapport 2015/91

Amundin, M., 2016, SAMBAH Final report LIFE08 NAT/S/000261: Kolmårdens Djurpark AB,

Anon 2012. Training Manual for the Description of Ecologically and Biologically Significant Areas (EBSAS) in Open-Ocean Waters and Deepsea Habitats. UNEP/CBD/SBSTTA/16/INF/9

Anon 2014. OSPAR List of Threatened and/or Declining Species and Habitats. <https://www.ospar.org/work-areas/bdc/species-habitats/list-of-threatened-declining-species-habitats>

Ball, I.R., H.P. Possingham, and M. Watts. 2009. Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritisation. Chapter 14: Pages 185-195 in Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools. Eds Moilanen, A., K.A. Wilson, and H.P. Possingham. Oxford University Press, Oxford, UK.

Berg, P. and Poulsen J. W. 2012. Implementation details for HBM. DMI technical report No 12-11

Bigelow, H.B. & Schroeder, W.C. 1948. Sharks. Memoir. Sears Foundation for Marine Research 1: 59-546.

Canuto, V.M., A. Howard, Y. Cheng, and M.S. Dubovikov, 2002. Ocean turbulence. Part II: Vertical diffusivities of momentum, heat, salt, mass, and passive scalars. J. Phys. Oceanogr., 32, 240-264,

Carlén I, Thomas L, Carlström J, Amundin M, Teilmann J, Tregenza N, Tougaard J, Koblitz JC, Sveegaard S, Wennerberg D, Loisa O, Dähne M, Brundiers K, Kosecka M, Kyhn LA, Ljungqvist CT, Pawliczka I, Koza R, Arciszewski B, Galatius A, Jabbusch M, Laaksonlaita J, Niemi J, Lyytinen S, Gallus A, Benke H, Blankett P, Skóra KE, Acevedo-Gutiérrez A. 2018. Basin-scale distribution of harbour porpoises in the Baltic Sea provides basis for effective conservation actions. Biological Conservation. 226:42-53. <https://doi.org/10.1016/j.bioccon.2018.06.031>

Christensen, A., Mariani, P. and Payne, M.R., 2018 A generic framework for individual-based modelling and physical-biological interaction PLoS ONE 13(1) 2018: e0189956.

Dahl, K. and Petersen, J.K. (2018). Definition af biogene rev. Miljøprojekt nr. 1992. Miljøstyrelsen <https://www2.mst.dk/Udgiv/publikationer/2018/03/978-87-93614-88-8.pdf>

Dick, S., Kleine, E., Müller-Navarra, S. H., Klein, H., and Komo, H. 2001: The operational circulation model of BSH (BSHcmod) – model description and validation. Berichte des BSH, 29, 49 pp.

Ebert, D.A. & Stehmann, M.F.W. 2013. Sharks, Batoids and Chimaeras of the North Atlantic. FAO Species Catalogue for Fishery Purposes No. 7. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome.

Edelvang, K., Gislason, H., Bastardie, F., Christensen, A., Egekvist, J., Dahl, K., Göke, C., Petersen, I.K., Sveegaard, S., Heinänen, S., Middelboe, A.L., Al-Hamdani, Z.K., Jensen, J.B. & Leth, J. 2017a, Analysis of marine protected areas – in the Danish part of the North Sea and the Central Baltic around Bornholm: Part 1: The coherence of the present network of MPAs. DTU Aqua Report, no. 325-2017, National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark.

Edelvang, K., Gislason, H., Bastardie, F., Christensen, A., Egekvist, J., Dahl, K., Göke, C., Petersen, I.K., Sveegaard, S., Heinänen, S., Middelboe, A.L., Al-Hamdani, Z.K., Jensen, J.B. & Leth, J. 2017b, Analysis of marine protected areas – in the Danish part of the North Sea and the Central Baltic around Bornholm: Part 2: Ecological and economic value, human pressures, and MPA selection. DTU Aqua Report, no. 325-2017, National Institute of Aquatic Resources, Technical University of Denmark.

Ellis, J.E., Heesen, H.J.L. & Philips, S.M. 2015. Skates (Rajidae). P. 96-124 in: Heessen, H.J.L, Daan, N. & Ellis, J.R. (eds.). Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea. Wageningen Academic Publishers.

Ellis, J.R. 2015. Dogfish (Squalidae). P. 84-86 in: Heesen, H.J.L, Daan, N. & Ellis, J.R. (eds.). Fish atlas of the Celtic Sea, North Sea, and Baltic Sea. Wageningen Academic Publishers.

Fraschetti, S., Pipitone, C., Mazaris, A. D., Rilov, G., Badalamenti, F., Bevilacqua, S., Claudet, J., Cariç, H., Dahl, K., DÇÖAnna, G., Daunys, D., Frost, M., Gissi, E., G+Åke, C., Goriup, P., Guarnieri, G., Holcer, D., Lazar, B., Mackelworth, P., Manzo, S., Martin, G., Palialexis, A., Panayotova, M., Petza, D., Rumes, B., Todorova, V. & Katsanevakis, S. 2018. Light and Shade in Marine Conservation Across European and Contiguous Seas. *Frontiers in Marine Science* 5, 420.

Gilles, A., Viquerat, S. E. A., B, Forney, KA, Geelhoed, SCV, Haelters, J, Nabe-Nielsen, J, Scheidat, M, Siebert, U, Sveegaard, S, van Beest, FM, van Bemmel, R & Aarts, G 2016, 'Seasonal habitat-based density models for a marine top predator, the harbor porpoise, in a dynamic environment', *Ecosphere* (Washington, D.C.), bind 7, nr. 6, s. e01367. <https://doi.org/10.1002/ecs2.1367>, <https://doi.org/10.1002/ecs2.1367>

Gogina, M., Nygård, H., Blomqvist, M., Daunys, D., Josefson, A. B., Kotta, J., Maximov, A., Warzocha, J., Yermakov, V., Gräwe, U., and Zettler, M. L. 2016. The Baltic Sea scale. inventory of benthic faunal communities. *ICES Journal of Marine Science*, 73(4):1196-1213. doi: 10.1093/icesjms/fsv265.

Hammond PS, Macleod K, Samarra F, Swift R, Berggren P, Borchers DL, Burt L, Paxton CGM, Cañadas A, Desportes G, Donovan GP, Gilles A, Lehnert K, Scheidat M, Siebert U, Gillespie D, Leaper R, Gordon J, Hiby L, Lovell P, Kuklik I, Leopold M, Øien N, Ridoux V, Rogan E, Sequeira M, Skov H, Tasker ML, Teilmann J, Van Canneyt O, Vázquez JA. 2013. Cetacean abundance and distribution in European Atlantic shelf waters to inform conservation and management. *Biological Conservation*. 164:107-122.
<https://doi.org/10.1016/j.biocon.2013.04.010>

Hammond PS, Lacey C, Gilles A, Viquerat S, Börjesson P, Herr H, Macleod K, Ridoux V, Santos MB, Scheidat M, Teilmann J, Vingada J, Øien N. 2017. Estimates of cetacean abundance in European Atlantic waters in summer 2016 from the SCANS-III aerial and shipboard surveys. Final report. 39 pp.

HELCOM, 2013. HELCOM Red List of Baltic Sea species in danger of becoming extinct. *Balt. Sea Environ. Proc. No. 140*. <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-species>

Holden, M.J., Rout, D.W. & Humphreys, C.N. 1971. The rate of egg laying by three species of ray. *Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 35: 189-193.

Huwer B, Hinrichsen HH, Bötcher U, Voss R, and Köster F (2014). Characteristics of juvenile survivors reveal spatio-temporal differences in early life stage survival of Baltic cod. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 511:165-180.

Jahnke, M., Christensen, A., Micu, D., Milchakova, N., Sezgin, M., Todorova, V., trugaru, S., Procaccini, G. 2016. Patterns and mechanisms of dispersal in a keystone seagrass species. *Marine Environmental Research*, Volume 117.

Kelly, F.L. & King, J.J. 2001. A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): A context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Proceedings of the Royal Irish Academy* 101B (3): 165-185.

Krøyer, H. 1852-1853. *Danmarks Fiske*. Tredje Bind, 2. del. S. Triers Officin, København.

Last, P.R., Séret, B., Stehmann, M.F.W. & Weigmann, S. 2017. Skates. Family Rajidae. P. 204-363 in: Last, P.R., White, W.T., Carvalho, M.R. de, Séret, B., Stehmann, M.F.W. & Naylor, G.J.P. (eds.) 2016. *Rays of the World*. CSIRO Publishing.

Laursen, K., Pihl, S., Durinck, J., Hansen, M., Skov, H., Frikke, J. & Danielsen, F. 1997. Numbers and distribution of waterbirds in Denmark 1987-1989. - *Danish Review of Game Biology* 14 (1): 1-184.

Hughes, N , Hughes, I , Smith, A , Dale, Taylor , Francis , MacDonald, Alan , Heath, Michael , Edwards, Martin , Furness, Robert , Pinnegar, John , Wanless, Sarah , Speirs, Douglas , Simon , S.P.R., Greenstreet. 2015. Climate--Driven Trophic Cascades Affecting Seabirds around the British Isles. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*. 53. 55-80. 10.1201/b18733-3.

Magris RA, Heron SF, Pressey RL. 2015. Conservation Planning for Coral Reefs Accounting for Climate Warming Disturbances. PLoS ONE 10(11):e0140828. doi:10.1371/journal.pone.0140828

Maitland, P.S. 2003. Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5. English Nature, Peterborough.

Muus, B.J. 1970. Fisk I+II. I: Hvass, H. (red.). Danmarks Dyreverden Bind 4+5. Rosenkilde og Bagger.

Maar, M., Markager, S.S., Madsen, K.S., Windolf, J., Lyngsgaard, M.M., Andersen, H.E., Møller, E.F., 2016. The importance of local versus external nutrient loads for Chl a and primary production in the Western Baltic Sea. Ecol Model, 320:258-272

Nieto, A., Ralph, G.M., Comeros-Raynal, M.T., Kemp, J., García Criado, M., Allen, D.J., Dulvy, N.K., Walls, R.H.L., Russell, B., Pollard, D., García, S., Craig, M., Collette, B.B., Pollom, R., Biscoito, M., Labbish Chao, N., Abella, A., Afonso, P., Álvarez, H., Carpenter, K.E., Clò, S., Cook, R., Costa, M.J., Delgado, J., Dureuil, M., Ellis, J.R., Farrell, E.D., Fernandes, P., Florin, A-B., Fordham, S., Fowler, S., Gil de Sola, L., Gil Herrera, J., Goodpaster, A., Harvey, M., Heessen, H., Herler, J., Jung, A., Karmovskaya, E., Keskin, C., Knudsen, S.W., Kobylansky, S., Kovačić, M., Lawson, J.M., Lorance, P., McCully Phillips, S., Munroe, T., Nedreaas, K., Nielsen, J., Papaconstantinou, C., Polidoro, B., Pollock, C.M., Rijnsdorp, A.D., Sayer, C., Scott, J., Serena, F., Smith-Vaniz, W.F., Soldo, A., Stump, E. and Williams, J.T. (2015) European Red List of marine fishes. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/RL-4-017.pdf>

Olesen, T.M., Carl, H. & Aarestrup K. 2009. Havlampret (*Petromyzon marinus* Linnaeus 1758) i danske vandløb 1869-2009. Flora og Fauna 115 (2-3): 45-60.

Petersen, C., Kmit, M., Woetmann Nielsen, N., Amstrup, B. and Huess, V. 2005. Performance of DMI-HIRLAM-T15 and DMI-HIRLAM-S05 and the storm surge model in winter storms. DMI Technical Report 05-13.

Petersen, I.K. unpublished. Antal og fordeling af vandfugle i den nordlige danske del af Nordsøen. Unpublished report requested by the By- og Landskabsstyrelsen.

Petersen, I.K., Sterup, J. & Nielsen, R.D. in prep. Optællinger af vandfugle i den danske Nordsø, april og maj 2019. Rapport fra DCE til MST.

Petersen, I.K. & Nielsen, R.D. 2011. Abundance and distribution of selected waterbird species in Danish marine areas. Report commissioned by Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute, Aarhus University, Denmark. 62 pp.

Petersen, I.K., Nielsen, R.D., Pihl, S., Clausen, P., Therkildsen, O., Christensen, T.K., Kahlert, J. & Hounisen, J.P. 2010. Landsdækkende optælling af vandfugle i Danmark, vinteren 2007/2008. - Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Arbejdsrapport fra DMU nr. 261. 78 s.

Petersen, I.K., Pihl, S., Hounisen, J.P., Holm, T.E., Therkildsen, O. & Christensen, T.K. 2006. Landsdækkende optællinger af vandfugle, januar og februar 2004. Danmarks Miljøundersøgelser.– Faglig rapport fra DMU nr. 606. <http://www.dmu.dk/Pub/FR606.pdf>. 76 s.

Petersen, I.K., Sørensen, I.H., Nielsen, R.D., Fox, T. & Christensen, T.K. 2019. Status for overvintrende fløjlsænder og havlitter i danske farvande. En analyse af bestandsudviklingen og årsager til forandringer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 52 s. - Videnskabelig rapport nr. 336 <http://dce2.au.dk/pub/SR336.pdf>

Pethon, P. 1985. Aschehougs store Fiskebok. Alle norske fisker i farger. Aschehoug.

Populus Jacques, Vasquez Mickael, Albrecht James, Manca Eleonora, Agnesi Sabrina, Al Hamdani Zyad, Andersen Jesper, Annunziatellis Aldo, Bekkby Trine, Bruschi Antonello, Doncheva Valentina, Drakopoulou Vivi, Duncan Graeme, Inghilesi Roberto, Kyriakidou Chara, Lalli Francesco, Lillis Helen, Mo Giulia, Muresan Mihaela, Salomidi Maria, Sakellariou Dimitris, Simboura Mika, Teaca Adrian, Tezcan Devrim, Todorova Valentina, Tunesi Leonardo (2017). EUSeaMap. A European broad-scale seabed habitat map. <https://doi.org/10.13155/49975>

Possingham H.P., Ball I., Andelman S. Mathematical methods for identifying representative reserve networks. In: Ferson S and Burgman M, editors. Quantitative methods for conservation biology. Springer-Verlag, New York, NY; 2000. pp. 291-306. Poulsen, Jacob Weismann and Per Berg 2012 More details on HBM - general modelling theory and survey of recent studies. DMI technical report No 12-16

Poulsen, Jacob Weismann and Per Berg. 2012. More details on HBM - general modelling theory and survey of recent studies. DMI technical report No 12-16

Purnell, G., Yates, A. & Dawn, C. 2004. Lystfiskerhåndbogen. Parragon.

Rodríguez-Muñoz, R., Nicieza, A.G. & Braña, F. 2001. Effects of temperature on developmental performance, survival and growth of sea lamprey embryos. *Journal of Fish Biology* 58: 475-486.

Schmith, Torben and Ulrich Borch. 2013 Horns Rev 3 Offshore Wind Farm - validation of DMI's model suite for the Horns Rev 3 area. Report for Energinet.dk by Orbicon and DMI, May 2013

She J., P. Berg, J. Larsen and J.W. Nielsen, 2007. Operational three dimensional ocean modelling for the Baltic Sea. *Environ. Res., Eng. and Management*, 2007, No.1(39), 3-7.

She, J., Berg, P. and Berg, J. (2007) Bathymetry impacts on water exchange modelling through the Danish Straits. *Journal of Marine Systems*, 65

Skov, H., Heinänen, S., Žydelis, R., Bellebaum, J., Bzoma, S., Dagys, M., Durinck, J., Garthe, S., Grishanov, G., Hario, M., Kieckbusch, J.J., Kube, J., Kuresoo, A., Larsson, K., Luigujoe, L., Meissner, W., Nehls, H.W., Nilsson, L., Petersen, I.K., Roos, M.M., Pihl, S., Sonntag, N., Stock, A., Stipniece, A. and

Wahl, J. 2011. Waterbird Populations and Pressures in the Baltic Sea. – Nordisk Ministerråd, TemaNord 2011:550.

Smagorinsky J. 1963. General circulation experiments with the primitive equations. I. The basic experiment. Mon. Weather Rev. 91, 99-164.

Stæhr PA, Göke C, Holbach AM, Krause-Jensen D, Timmermann K, Upadhyay S & Ørberg SB 2019. 'Habitat model of eelgrass in Danish coastal waters: Development, validation and management perspectives', *Frontiers Mar. Sci.* 6: 175.

Sveegaard, S, Teilmann, J, Tougaard, J, Dietz, R, Mouritsen, KN, Desportes, G & Siebert, U. 2011. 'High-density areas for harbor porpoises (*Phocoena phocoena*) identified by satellite tracking', *Marine Mammal Science*, bind 27, nr. 1, s. 230-246. <https://doi.org/10.1111/j.1748-7692.2010.00379.x>

Sveegaard, S., Galatius, A., Dietz, R., Kyhn, A., Koblitz, J.C., Amundin, M., Nabe-Nielsen, J., Sinding M.H., Andersen L.W., Teilmann, J. 2015. Defining management units for cetaceans by combining genetics, morphology, acoustics and satellite tracking. *Global Ecology and Conservation* 3: 839–850

Watts M.E., Ball I.R., Stewart R.S., Klein C.J., Wilson K., Steinback C., Lourival R., Kircher L., Possingham H.P. 2009. Marxan with Zones: Software for optimal conservation based land- and sea-use zoning. *Environmental Modelling and Software*. 24: 1513–1521.

Weigmann, S. 2016. Annotated checklist of the living sharks, batoids and chimaeras (Chondrichthyes) of the world, with a focus on biogeographical diversity. *Journal of Fish Biology* 88: 837-1037.

Wheeler, A. 1969. The Fishes of the British Isles and North-West Europe. MacMillan and Co Ltd., London.

Wolters HA, Galparso I, Castro R, Korpinen S, Nurmi M, Tsangaris C, Reizopoulou S, van der Meulen M, Schipper CA, Roeleveld G, Uriarte A and Uyarra MC, 2015. Proposal for an assessment method of the ecological coherence of networks of marine protected areas in Europe. Reference 1208917-000-ZKS-0018, 31 March 2015, final. 123pp.

Taksigelse

Tak til Matthieu Povidis-Delefosse fra Total for bidrag med bundfauna data fra opvågningsprogrammet tilknyttet olie og gasudvindingen i Nordsøen.

Tak til foreningen OCEANA for at dele fauna data og billeder fra to togter i Skagerrak og Nordsøen

Bilag

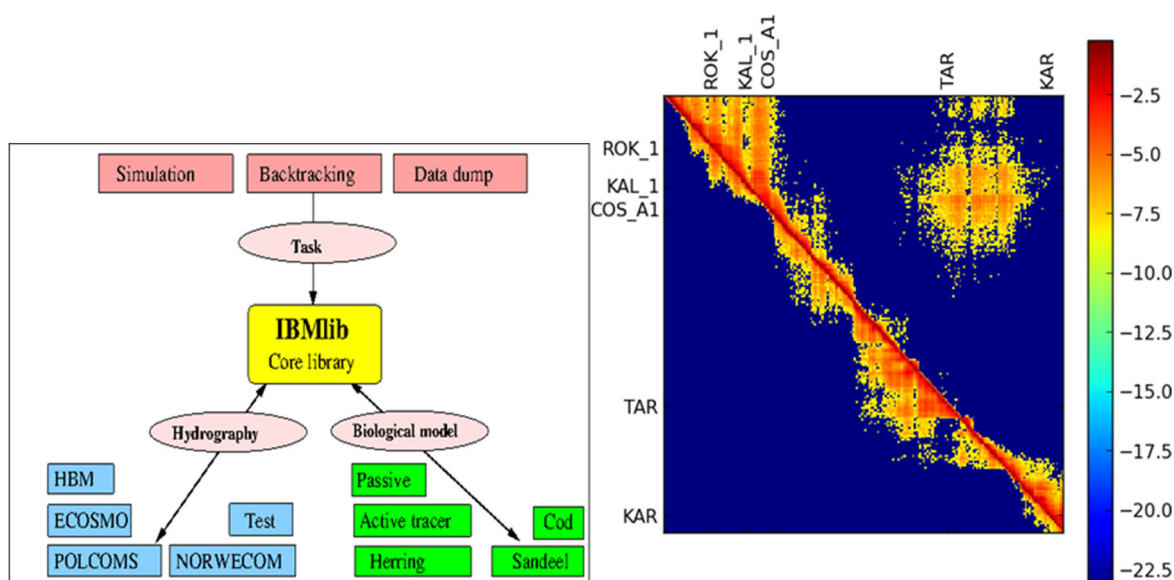
Bilag 1. Metode til vurdering af marin konnektivitet ud fra data om havstrømme

Marin konnektivitet blev vurderet ved hjælp af modelleringsrammen IBMlib (Christensen et al, 2018) til individuel-baserede simuleringer med realistiske hydrografiske data. Individuel-baserede simuleringer sporer et sæt repræsentative individer af en art i en periode af deres liv, og derved kan transportmønstre mellem specificerede levesteder kortlægges. Fremgangsmåden er den samme som anvendt i (Edelvang et al, 2018b).

IBMlib er designet og programmeret efter moderne objektorienterede principper. Dette indebærer, at IBMlib ikke kun er i stand til at repræsentere en art på et specifikt sted med et specifikt hydrografisk datasæt, men let kan udvides til at adressere nye arter, nye mekanismer koblet til et nyt hydrografisk datasæt. På denne måde er IBMlib blevet udviklet fra bunden af DTU i løbet af de sidste 10 år, hvilket viser, at det kan anvendes i meget forskellige sammenhænge. IBMlib er skrevet i fortran, som stadig er det programmeringssprog, der giver den bedste computerydelse. Den seneste tid tilføjes også grafiske grænseflader til IBMlib. IBMlib distribueres som open source, så alle frit kan udvikle eller verificere koden.

IBMlib-designprincippet er vist på figuren nedenfor. Kernetanken er, at biologi, hydrografi og videnskabelig opgave holdes strengt adskilt i henhold til en veldefineret protokol. Derved kan hver del erstattes af alternativer uden at skulle ændre resten, og hver del kan udvikles uafhængigt af resten. Organismerne i IBMlib er repræsenteret af et biologisk modul, der holder styr på vækst, adfærd, overlevelse og individuelle egenskaber. Det biologiske modul kan være enkelt, f.eks. en passiv partikel eller mere kompleks med mange stadier og vækst beskrevet af detaljerede bioenergetiske modeller. Ethvert hydrografisk datasæt kan vedhæftes IBMlib med bare en lille indsats. Til danske farvande anvender DTU Aqua ofte avanceret hydrografi og biogeokemi fra DMIs operationelle model HBM-ERGOM. Fra en individuel-baseret simulering kan IBMlib automatisk beregne en konnektivitetsmatrix mellem et sæt habitater. Højre side af figuren herunder viser et eksempel på kystlinjeforbindelse i Sortehavet for ålegræs.

De fysiske data for bl.a. havstrømme, der bruges i dette arbejde, er produceret ved hjælp af en Østersø-Nordsø-ismodel HBM (HIROMB-BOOS Model) i den operationelle opsætning af DMI (Dansk Meteorologisk Institut). Modellen er udviklet i fællesskab af HBM-konsortiet og brugt som en driftsmodel i Danmark, Estland, Finland og Tyskland. Et biogeokemisk modul (ERGOM) er dynamisk indlejret i HBM. Med tovejs dynamisk indlejring muliggør HBM høj opløsning i regionale have og meget høj opløsning i smalle stræder og kanaler. Med sin understøttelse af både distribueret og delt hukommelsesparallelisering er HBM modnet som en effektiv og bærbar havmodelkode af høj kvalitet.



Figur 10.1. Venstre: Modulopbygget designprincip for IBMlib med biologi, hydrografi og videnskabelig opgave holdes strengt adskilt i henhold til en veldefineret protokol. Højre: Eksempel på en konnektivitetsmatrix beregnet til ålegræs langs den kontinuerlige Sortehavskystlinje. Farveintensitet viser konnektiviteten mellem en initial placering (søjle) og terminalplacering (række) i det vestlige Sortehav (fra Jahnke et al. 2016).

HBM er en tredimensionel fri overflade, baroklinisk havcirkulation og havis, der løser de primitive (Navier-Stokes) ligninger for horisontalt momentum og masse, og budgetligninger for saltholdighed og varme på et sfærisk gitter, der samles med Jordens rotation. Den lodrette transport antager hydrostatisk balance og dekomprimering af havvand. Horisontal transport modelleres ved hjælp af Boussinesq-tilnærmelsen, hvor densitetsforskelle ignoreres i alle undtagen tyngdekraften. Højere ordrebidrag til dynamikken parametres efter Smagorinsky (1963) i vandret retning og en $k-\omega$ turbulenslukningsplan, som er blevet udvidet til opdrift påvirket geofysiske strømninger i lodret retning (Berg og Poulsen, 2012; Poulsen og Berg 2012). Turbulensmodellen inkluderer en parameterisering af brudende overflade og indre bølger. Stabilitetsfunktioner fra Canuto et al. (2002) for den vertikale turbulente diffusivitet for saltholdighed, temperatur og momentum er blevet anvendt. Modellen giver mulighed for fuldstændig tovejskobling af gitter med forskellige lodrette og vandrette opløsninger samt tidsopløsning. Den numeriske modelimplementering bruger et forskudt Arakawa C-net og z-niveau koordinater, et fluxkorrigeret horisontalt vejledningsskema og frit glideforhold langs kystlinjerne.

HBM-opsætningen for det nuværende hydrografiske datasæt har en vandret gitterafstand på 6 sømil (nm) i Nordsøen og i Østersøen og 1 nm i de indre danske farvande. I lodret har modellen op til 50 niveauer i Nordsøen og Østersøen og 52 niveauer i de indre danske farvande med en øverste lagtykkelse på 2 m. HBM er tvunget af DMI-HIRLAM med 10 m vindfelt, havniveautryk, 2 m temperatur og fugtighed og skydække. Ved åbne modelgrænser mellem Skotland og Norge og i Den Engelske Kanal anvendes tidevand sammensat af de 8 vigtigste bestanddele og forudberegnete bølger fra en barotropisk model fra Nordatlanten (Dick et al., 2001). Afstrømning af ferskvand fra de 79 største floder i regionen opnås fra en blanding af observationer, klimatologi (Nordsøfloder leveret af Federal Institute of Hydrology (BfG) i Tyskland) og hydrologiske modeller (Østersøen, leveret af det svenske Meteorologiske og Hydrologiske Institut (SMHI)).

På overfladen tvinges modellen med atmosfæriske data fra numerisk vejrforudsigelsesmodel HIRLAM (Petersen et al, 2005). HBM-opsætningsydelsen er valideret ved flere lejligheder, f.eks. Schmith og Borch 2013; Berg, 2012; She et al 2007a og She et al 2007b.

Bilag 2 Artsbeskrivelser

Torsk (*Gadus morhua*)

Reference: <https://www.fugleognatur.dk/artsbeskrivelse.asp?ArtsID=3355>

Levested: De kystnære torsk i Danmark lever på stenrevne. De er afhængige af mulighed for skjul og er glade for vegetation, hvor de oftest søger deres føde. Torskeungerne opholder sig i tangen på stenrevne. Torsk er dog ikke afhængig af brunalgerne som f. eks. vore læbefisk men kan også træffes i ålegræs. Der kan være en del på havnemoler, hvis disse består af opstablede sten, hvor fiskene kan finde skjul mellem stenene. De er dog ikke så afhængige af bund og skjul som mange andre af stenrevens fisk og kan træffes svømmende på bar sandbund. De forskellige torskestammer har forskellig biologi. Nogle er oceaniske vandrefisk, mens andre er kystformer. De torsk, som man træffer ved kysten, enten under dyk eller fordi man får dem på krogen, er kystnære fisk, som er tilknyttet bunden. Torskene yngler i vand, hvis temperatur er på 4 -6 grader, dvs. i januar til april afhængig af stammernes geografiske udbredelse. Æg og sæd gydes frit i vandet idet fiskene leger ved at svømme tæt bug mod bug. Æggene er fritflydende og er afhængige af koldt vand, da de ellers synker til bunds og forgår.

Havlampret (*Petromyzon marinus*)

Reference: https://fiskeatlas.ku.dk/nyheder/Havlampret_Fiskeatlas.pdf

Havlampretten er en såkaldt anadrom fisk, der yngler i ferskvand, men lever en del af sit liv i saltvand. I ferskvand træffes den normalt i floder og større åer, og i sjældne tilfælde også i søer. Dette gælder specielt i Nordamerika, hvor såkaldt "landspærrede" bestande har skiftet opholdet i havet ud med en sø. Lampretterne findes langt fra i alle udbredelsesområdets vandløb, men kun i vandløb, hvor egnede gydepladser ligger umiddelbart opstrøms gode opvækstområder for larverne.

Havlampretten findes herhjemme som de fleste andre steder i både fersk- og saltvand. Den følgende gennemgang omhandler dog kun udbredelsen i havet, da forekomsten i ferskvand er grundigt behandlet i Atlas over danske ferskvandsfisk.

Fangsterne af havlampretter i havet sker tilfældigt i forbindelse med især ålefiskeri i ruser og bundgarn, og dette er sandsynligvis forklaringen på overvægten af fangster fra de indre farvande, da der sjældent fiskes med egnede redskaber ved Vestkysten. En del observationer drejer sig også om lampretter, der har siddet på andre fisk eller har suget sig fast på både

Der er ingen sikker viden om, hvor de havlampretter, der registreres i havet herhjemme, yngler. Da en ret stor del af de registrerede fisk er fanget i den østlige del af Danmark langt fra de vestvendte jyske åer, hvor det formodes, at deres primære ynglepladser herhjemme findes (Olesen et al. 2009), er det mest sandsynligt, at det er fisk, der yngler i svenske åer

De nedgravede larver lever af dødt organisk materiale (detritus), kiselalger og forskellige mikroorganismer, som de filtrerer fra vandet ved hjælp af slim i svælget (Maitland 2003). Efter forvandlingen lever havlampretterne som parasitter på andre fisk.

Gydningen i Europa foregår de fleste steder fra april til juli. I Danmark er 97 % af al gydeaktivitet registreret i juni og juli (Olesen et al. 2009), hvilket også

stemmer godt overens med undersøgelser fra De Britiske Øer (Kelly & King 2001). Maitland (2003) skriver, at arten først gyder i de britiske vandløb, når vandtemperaturen overstiger 15 °C. Ifølge Rodríguez-Muñoz et al. (2001) kræves 11-25 °C for succesfuld klækning og larveoverlevelse.

Sømrøkke (*Raja clavata*)

Reference: https://fiskeatlas.ku.dk/nyheder/S_mrokkke_Fiskeatlas.pdf

Sømrøkken er almindelig omkring De Britiske Øer, og i Nordsøen er den mest talrig i den sydvestlige del og ret fåtallig i den sydøstlige (Ellis et al. 2015). Ved Skandinavien er det den mest almindelige røkkeart næst efter tærben. Tætheden aftager ind gennem Kattegat, Øresund og Bælterne, og i selve Østersøen findes den normalt ikke. Den kan dog forekomme som strejfer i den vestligste del.

Der er meget færre registreringer fra fiskeundersøgelser i Nordsøen og Skagerrak, men Fiskeatlassets oplysninger fra erhvervsfiskeriet viser, at den stadig er til stede i lavt antal. I Nordsøen gøres de fleste fangster et stykke fra land, men i Skagerrak fra Hirtshals og nordpå træffes sømrøkker noget mere kystnært, da det dybe vand går tættere på land her. I de dybere dele af Kattegat er arten til gengæld registreret utallige gange i forbindelse med Fiskeundersøgelser, og arten ser ud til at være mest almindelig i området mellem Læsø og Anholt. De fleste fangster drejer sig om et enkelt eller nogle få eksemplarer, men undertiden er der fundet store tætheder. Den største registrerede fangst blev gjort den 19. november 2016, hvor DTU Aqua højst usædvanligt fangede flere tusinde eksemplarer i et enkelt trawltræk syd for Læsø. At der vitterligt var tale om sømrøkker er dokumenteret i videooptagelser fra fangsten. Længere inde i vore farvande optræder sømrøkken kun sporadisk. Atlasdatabasen rummer oplysninger om flere fangster nær spidsen af Sjællands Odde, flere fangster fra området ved Romsø i Storebælt og en enkelt fra den danske del af Øresund, hvor en sømrøkke blev fanget et stykke øst for Taarbæk i juni 2016.

Sømrøkken er som de øvrige af familiens arter en udpræget bundfisk. Typisk findes den på dybder fra 10 til 300 m (Ebert & Stehmann 2013), men den kan findes både lavere og dybere. Ved De Britiske Øer kommer sømrøkkerne mange steder fx ind på helt lavt vand med tidevandet (Purnell et al. 2004), men i vore farvande gøres fangsterne normalt på mindst 20-30 meter. I ICES-regi er sømrøkken registreret ned til 620 meters dybde (Ellis et al. 2015), og Weigmann (2016) omtaler fangster ned til 1.020 meters dybde. Ungerne findes typisk på under 30 meters dybde (Ebert & Stehmann 2013), men ifølge Wheeler (1969) kan de træffes helt ind på kun ca. 2 meters dybde. Sømrøkken foretrækker ifølge de fleste forfattere områder med sandbund, grusbund og mudderbund, men den findes undertiden også på stenbund (Wheeler 1969). Arten tåler store udsving i saltholdigheden, og ved De Britiske Øer er den meget almindelig i deltaområderne (fx ved Themsens udløb). Der er dog tale om egentlige saltvandsfisk, hvilket også er tydeligt, når man ser på, hvordan antallet falder ind gennem vore farvande, i takt med at saltholdigheden bliver lavere.

Æggene lægges forholdsvis kystnært. Ifølge Muus (1970) sker det som regel på steder med stenbund og algevegetation, men om det også gør sig gældende i danske farvande, er uvist. Æggene klækker efter 4-5,5 måneder afhængig af temperaturen (Holden et al. 1971), og ungerne, der er færdigudviklede ved klækningen, måler 10-14 cm (Pethon 1985; Last et al. 2017).

Pighaj (*Squalus acanthias*)

Reference: https://fiskeatlas.ku.dk/nyheder/Pighaj_Fiskeatlas.pdf

Pighajen er den mest almindelige af Danmarks hajer, og oplysninger om dens forekomst herhjemme går langt tilbage i tiden. Krøyer (1852-53)

Først da Danmarks Fiskeriundersøgelser (nu DTU Aqua) og andre lignende institutioner i vore nabolande i 1960'erne og 1970'erne påbegyndte mere omfattende undersøgelser med trawl, steg antallet af registreringer. Dette bekræftede den eksisterende viden med en stor tæthed i Skagerrak og det nordlige Kattegat. I Nordsøen er pighajen fundet over store arealer, men fangsterne sker gradvist længere fra land, jo længere man kommer mod syd. I den sydlige del af Kattegat er de fleste registreringer sket i den dybe Østerrende og videre ned i det nordlige Øresund, hvor den senest er fanget i februar 2018. Den sydligste fangst fra Øresund er et eksemplar, der blev fanget mellem Kastrup Havn og Saltholm omkring 2010. I Storebælt og Lillebælt, hvor arten tidligere var mere almindelig, ses den nu kun meget sjældent. Siden årtusindeskiftet er der kendskab til to fangster fra det sydlige Storebælt (begge i 2011), men ellers er den ikke fundet i hverken Storebælt, Lillebælt eller længere inde i vore farvande. De fleste pighajer er registreret i åbent vand et stykke fra land, og i fjordene er det ikke en ret almindelig fangst, selvom den forekommer her sporadisk.

Der er ikke kendskab til fangster i farvandet ved Bornholm (heller ikke historiske), men da pighajer i enkelte tilfælde som nævnt er fanget længere inde i Østersøen, kan det ikke udelukkes, at de fra tid til anden vil være at træffe ved øen.

Pighajer lever i kolde og varmt tempererede havområder over kontinental-soklen og ved oceaniske øer. De foretrækker vandtemperaturer på mellem 7 og 15 °C (Bigelow & Schroeder 1948), men træffes også i koldere vand – noget som fangster fra fx Uummannaq ved Vestgrønland viser. Fiskene foretager vertikale døgnvandring, og i dagtimerne opholder hajerne sig som regel nær bunden (oftest mudderbund), mens de findes højere i vandsøjlen om natten. De kan dog også træffes højt i vandsøjlen om dagen – undertiden helt oppe ved overfladen. Den nedre dybdegrænse angives af de fleste til 200-600 m, men pighajer er truffet ned til hele 1.978 meters dybde (Weigmann 2016). Den største tæthed finder man dog ned til 200 meters dybde (Ellis 2015). Hajerne er marine, men de tåler forholdsvis lavt saltindhold, hvilket tilstedeværelsen i den vestlige del af Østersøen viser.

Der er stor forskel på forskellige forfatters angivelser af, hvornår på året ungerne bliver født. Pethon (1985) skriver, at de fødes fra november til januar. Pighajer er ungefødende (ovovivipare). Æggene udvikles uden tilslutning til en moderkage, og ungerne får næring fra en meget stor blommesæk.

Pighajer er opportunistiske rovfisk, hvis føde består af alle typer af fisk, der er mindre end dem selv. Især de mindre pighajer kan dog også angribe byttefisk, der er samme størrelse eller større end dem selv og bide stykker af dem. Ofte består føden i Nordsø-området af tobiser, torskefisk som sperling, blåhvilling og kuller, sildefisk som sild og brisling samt fx hornfisk og makreller.

Bilag 3. Liste med olie- gas installationer

Name	Latitude	Longitude
Dagmar	55.576474	4.618248
Dan A	55.468738	5.132611
Dan B	55.469040	5.133104
Dan C	55.469642	5.134314
Dan D	55.468737	5.133623
Dan E	55.480678	5.116252
Dan FA	55.479769	5.108403
Dan FB	55.478896	5.107311
Dan FC	55.478210	5.105770
Dan FD	55.479284	5.106076
Dan FE	55.480332	5.109197
Dan FF	55.477273	5.107440
Gorm A	55.579105	4.757856
Gorm B	55.578531	4.757625
Gorm C	55.579641	4.758695
Gorm D	55.579041	4.760050
Gorm E	55.580749	4.759857
Gorm F	55.578398	4.757050
Harald A	56.345239	4.272022
Harald B	56.344143	4.271920
Kraka	55.402045	5.078377
Roar	55.767485	4.648329
Rolf	55.605986	4.491481
Skjold A	55.530733	4.908350
Skjold B	55.531015	4.909014
Skjold C	55.531541	4.906784
Svend	56.178373	4.179324
Tyra EB	55.720071	4.799051
Tyra EC	55.719186	4.797949
Tyra ED	55.720459	4.802789
Tyra EE	55.720740	4.800584
Tyra EF	55.721198	4.800083
Tyra WA	55.716384	4.750089
Tyra WB	55.715680	4.748516
Tyra WC	55.714790	4.747415
Tyra WD	55.715629	4.751449
Tyra WE	55.715369	4.749044
Valdemar AA	55.834308	4.561462
Tyra EA	55.721288	4.801678
Regnar	55.385323	5.228464
Halfdan DA	55.530115	5.005754
Siri	56.482686	4.911144
Nini A	56.640805	5.321124
Cecilie	56.402115	4.759621
Stine SCB-1	56.505947	5.040943
Nini B	56.674771	5.412430
Syd Arne	56.078353	4.228869
Tyra SEA	55.639618	4.882641
Halfdan BA	55.537992	5.030886
Halfdan DB	55.530998	5.004326

Halfdan DC	55.531206	5.006258
Dan FG	55.476380	5.108697
Valdemar AB	55.833765	4.561945
Valdemar BA	55.804055	4.564279
Halfdan BB	55.538311	5.031615
Halfdan BC	55.538679	5.033282
Halfdan CA	55.557225	5.134502
Halfdan BD	55.537008	5.029737
Regnar - utility buoy	55.385363	5.230383
Siri - offloading facility	56.490971	4.939164
Stine SCB-2	56.515834	5.059241
Syd Arne - offloading facility	56.092465	4.256150
Syd Arne - wellhead platform N	56.095740	4.219251
Syd Arne - wellhead platform E	56.078228	4.230876
Tyra SEB	55.639799	4.883663
Hejre A	56.246780	3.958860
Ravn A	55.879917	4.233233

[Tom side]

IDENTIFIKATION AF MULIGE BESKYTTEDE HAVOMRÅDER I NORDSØEN, SKAGERRAK OG ØSTERSØEN OMKRING BORNHOLM

Rapporten omfatter analyser der identificere potentielle beskyttede områder i Nordsøen, Skagerrak og farvandet omkring Bornholm. Arbejdet har lagt vægt på at de foreslåede områder bedst muligt indgår i et nationalt og internationalt sammenhængende netværk af beskyttede naturtyper men også med fokus på bla. rødlistede arter.