Modtager: Naturstyrelsen

NOTAT 1.2

Karsten Dahl, Ditte Louise Jansen Petersen, Ib Krag Petersen, Per Dolmer, Thomas Kirk Sørensen og Lotte Worsøe Clausen

Dato: August 2012

Karakterisering af fremherskende og særlige habitattyper i havbund og vandsøjle i de danske farvande

Dette faglige baggrundsnotat skal, sammen med andre notater fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi samt notater og rapporter fra andre institutioner, udgøre det faglige grundlag for Naturstyrelsens udarbejdelse af den såkaldte basisanalyse i medfør af det europæiske havstrategidirektiv.

1. Habitater – et bredt begreb

Et habitat er et levested for organismer. En sandbund er således et habitat for ålegræs og sandorm, ligesom stenene på et rev er et habitat for de makroalger og de epifauna organismer, der sidder direkte på stenene. I disse tilfælde er det den geologiske bundtype, der udgør selve habitaten.

Et biologisk samfund bestående af fx en tangskov kan også i sig selv udgøre et habitat for de epifauna organismer og epifytiske algearter, som har brug for en plante at vokse på.

I nogle tilfælde er kravet om en vært meget specifik, og i de tilfælde vil det så være den enkelte organisme, som kan udgøre et habitat for et andet specifikt dyr. Et sådan eksempel er fx hydroiden pindsvinepolyp (*Hydractinea echinata*), der vokser på aflagte konksneglehuse beboet af eremitkrebs.

For andre organismer, som nogle fritlevende bunddyr og fisk, vil den mere komplekse kombination af den geogene bundform og biologiske komponenter udgøre habitatet. Den komplekse habitatstruktur anvendes som skjulested og/eller yngleplads, og den eller de biologiske komponenter bidrager med føde enten direkte eller via andre led i fødekæden.

Nogle arter, og det gælder i særlig grad for fisk og vandfugle, er ikke kun knyttet til en habitat, men kan flytte sig mellem forskellige habitater, når der søges føde eller de anvender forskellige habitater til forskellige formål, som fødesøgning, gydeområde og yngelopvækstområde.

DCE - Nationale Center for Miljø og Energi
Aarhus Universitet
Frederiksborgvej 399
Postboks 358
4000 Roskilde
Tlf.: 87 15 55 00
Fax: 87 15 89 01
E-mail: dce@dmu.dk
http://dce.au.dk

Men uanset om habitatbegrebet har en vid fortolkning, kan det relateres direkte til deskriptoren "havbundens integritet" i Havstrategidirektivet. Habitater har dog også relation til deskriptorerne "biodiversitet" og "fødekæde".

EF Habitatdirektivets naturtyper
Habitatdirektivet har defineret en række habitater, som i den danske version af Direktivet omtales som naturtyper. Disse naturtyper er ikke funderet i biologiske forhold, men er enten geomorfologisk funderet som *rev* (1170), *"boblerev"* (1180), *"sandbanker"* (1110), *"mudderflader"* (1140), *"havgrotter"* (8330) eller i tilfældene *"kystlaguner og strandsøer"* (1150), *"lavvandede bugte og vige"* (1160) og *"flodmundinger"* (1130) afgrænset på baggrund af kystmorfologi. Naturtypernes bevaringstilstand skal imidlertid vurderes på baggrund af deres struktur og funktion samt karakteristiske arter. Struktur og funktionselementet kan i høj grad tillægges en biologisk værdi, hvorimod direktivets eksempler på karakteristiske arter stort set ikke findes i de danske farvande.

For at kunne knytte et biologisk overvågningsprogram og lave en tilstandsvurdering for habitattypernes bevaringsstatus udarbejdede det tidligere Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) (Dahl et al, 2005) et forslag til underopdeling af nogle af naturtyperne efter ønske fra det daværende Skov- og Naturstyrelsen (tabel 1). Underopdelingen blev foreslået på baggrund af eksponering og lysniveau. Den bløde bund er ikke omfattet af Habitatdirektivets naturtyper.

Klassifikation af habitater
EUNIS-systemet er et hierarkisk opbygget værktøj, som kan bruges til at klassificere habitater med stigende detaljeringsgrad. Habitater i EUNIS-systemet er defineret som "et sted, hvor planter og dyr lever, karakteriseret primært ved deres fysiske forhold og sekundært af de arter af planter og dyr, der lever der" og "de fleste, hvis ikke alle EUNIS-habitater er i praksis biotoper, dvs. områder med særlige livsforhold, der er tilpas ensartede til at understøtte en karakteristisk samling af organismer" (Davies et al. 2004).

De fysiske forhold, der afgrænser de marine bentiske habitater i EUNIS systemet, er sedimentsammensætning (mobilitet), fysisk stress, lys og saltholdigheden. De pelagiske habitater opdeles på baggrund af opblanding, ferskvandsindflydelse, fronter og opholdstid.

Efter disse overordnede inddelinger er EUNIS systemet baseret på karakteristiske samfund, der er "meldt" ind fra de forskellige farvandsområder i Europa. For de EUNIS-habitater, som findes i klassifikationssystemet, er der lavet krydsreferencer til Habitatdirektivets syv marine naturtyper. I Danmark har

der ikke været arbejdet med klassifikation af samfund i henhold til EUNIS-systemet.

Tabel 1.1: *Underopdeling af habitatdirektivets naturtyper i undertyper med henblik på udvikling af biologisk overvågning og tilstandsvurdering af naturtyperne.*

Sandbanker (1110)	Ikke eksponerede sandbanker på lavt vand med undervandsvegetation.
	Eksponerede sandbanker på lavt vand uden undervandsvegetation
	Sandbanker på dybt vand uden undervandsvegetation
Kystlaguner og strandsøer (1150)	Kystlaguner
	Strandsøer
Rev (1170)	Stabile stenrev på dybt vand med strukturerende makroalgeforekomster
	Stabile stenrev på dybt vand med strukturerende makrofaunaforekomster
	Stabile stenrev på lavt vand med strukturerende makroalgeforekomster
	Stabile stenrev på lavt vand domineret af *Mytilus edulis*
	Ustabile stenrev på lavt vand
	Biogene rev på dybt vand
”Boblerev” (1180)	Formationer domineret af strukturerende makroalgeforekomster på lavt vand
	Formationer domineret af strukturerende makrofaunaforekomster på dybt vand

I HELCOM-regi har man arbejdet med biotoper og biotopkomplekser. Biotoperne er i store træk defineret på baggrund af sedimentklassifikation kombineret med to klasser for lys hhv. fotisk og afotisk og så tilstedeværelse af makrofytter eller ej.

OSPAR har også en liste, som reelt er en blanding af arter og habitater, som anses for truede (Anon 2008). Listen omfatter relativt få elementer. Bortset fra observationer af ålegræs i Limfjorden og vestjyske fjorde har Danmark ikke bidraget med oplysninger, så de oplysninger, der er tilgængelige via OSPAR, er ufuldstændige for vores farvande. Listen skal ses her: http://www.searchnbn.net/hosted/ospar/ospar.html.
En række EU-projekter har beskæftiget sig med en kombineret kortlægning og modellering med henblik på at beskrive ”marine landskaber” eller ”broad

scale habitats". Disse landskaber er defineret ved en kombination af geologiske og fysiske forhold, og i mange tilfælde når man et niveau, hvor forskellige samfund kan tilknyttes et givent farvand. Der er dog også tilfælde, hvor disse landskaber ikke når det nødvendige detaljeringsniveau, som skal til for at kunne give et bud på et samfund. Kortlægningen af marine bentiske landskaber benytter samme tilgang til klassifikation som EUNIS-systemet baseret på geologi og fysiske faktorer.

Notatets fokusering
I dette notat har vi valgt at beskæftige os med:

- Habitatdirektivets naturtyper begrundet i de internationale forpligtigelser i henhold til Habitatdirektivet
- Marine bentiske landskaber (broad-scale benthic habitats) begrundet i, at kortlægning af geo-fysiske habitater er nødvendig for at kunne beskrive biologiske samfund eller biologisk funderede habitater, der fungerer som levested for andre samfund
- Pelagiske habitater
- Udvalgte særligt betydningsfulde bentiske habitater

2. Datagrundlag

2.1 Habitatdirektivets naturtyper

Datagrundlaget for dette notat er dels Naturstyrelsens eget kortgrundlag over Natura-2000 områder. Der er også et kortgrundlag over nogle af naturtypernes forekomst inden for Natura-2000 områder. Styrelsen har forestået en kortlægning af "boblerev" i de fleste Natura-2000 områder, hvor naturtypen ligger til grund for udpegningen.

Der er tilsvarende foretaget en kortlægning i Nordsøen og Skagerrak af rev forekomster, og der er en igangværende rapportering i gang med rev i de indre danske farvande og Østersøen. I den sammenhæng er det konstateret, at der i Nordsøen findes mindre revområder i den fotiske zone i områder, som ikke er omfattet af udpegningen.

I tilgift til disse kortlægninger har Aarhus Universitet (tidligere DMU) sammen med De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland (GEUS) og Farvandsvæsenet (FRV) foretaget kortlægning af rev i et par udvalgte Natura-2000 områder (Dahl et al, 2007 og Dahl et al., in prep).

2.2 Marine bentiske landskaber

Datagrundlaget til dette afsnit beror primært på en kombineret kortlægning/modellering af forekomsten af marine bentiske landskaber i projektet EUSeaMap.

2.3 Marine pelagiske habitater

Her gives et par eksempler på pelagiske habitater. Det ene eksempel beskæftiger sig med et habitat, der er knyttet til torskeægs klægning i Østersøen kaldet "reproduktiv volumen for torsk i Østersøen". Habitatet skønnes at være helt essentielt for bestandens udvikling. Habitatet er kortlagt/modelleret af DTU-Aqua.

Et andet eksempel beskriver et habitat for trådformede og kolonidannende cyanobakterier (blågrønalger) med fokus på de to slægter *Nodularia* og *Aphanizomenon*.

2.4 Udvalgte særligt betydningsfulde bentiske habitater

Her skelnes mellem forskellige typer af habitater. Nogle er geologisk funderet, mens andre er biologisk funderede. Endelig er der nogle mere komplekse habitater, der er opbygget af en kombination af både geologi og biologiske elementer. Stenrev er et eksempel på sådan en kompleks habitat, som i tilgift oftets har en betydelig tre-dimensional komponent.

Biogene rev og andre biologiske funderede habitater

En række karakteristiske bentiske fauna habitater er identificeret i danske farvande. Fællestrækket er, at de karakteristiske faunaelementer indgår som habitatskabende element for andre arter i et mere eller mindre karakteristisk samfund.

Blandt de biogene revformende organismer kan nævnes blåmuslingebanker og hestemuslingerev.

Data vedr. blåmuslinger er primært indsamlet af DTU Aqua og i mindre omfang af DMU (nu Institut for Bioscience, Aarhus Universitet) som del af NOVANA-programmet. Data vedr. hestemuslinger er indsamlet som led i den nationale overvågning af stenrev og forskningsprojekter udført af DMU.

Ålegræsenge er et andet eksempel på en biologisk funderet habitat. Historiske forekomster fra forrige århundrede vil blive præsenteret og sammenlignet med nutidige udbredelser baseret på flyfoto og data fra det nationale overvågningsprogram.

Geologiske funderede bentiske habitater

Der findes mange arter og samfund, som er knyttet direkte til denne type habitater. Her vil et par arealmæssigt betydningsfulde eksempler blive trukket frem:

- Den bløde bund fungerer som habitat for haplops og amphioura samfund
- Den hårde bund fungerer som habitat for epifauna på stenrev i den afotiske zone og nedre fotiske zone

Datagrundlaget for haplops er baseret på prøver indsamlet som led i det nationale overvågningsprogram, prøver indsamlet af Universiteter i Øresundsregionen og historiske prøver indsamlet omkring forrige århundredeskifte.

Data vedr. amphiourasamfundet og samfund på den hårde bund er baseret på det nationale overvågningsprogram, og forskellige forskningsprojekter udført af DMU.

Mere komplekse habitater
Tangskove af makroalger rummer særskilte bundfaunasamfund, og samtidig tjener de som føde- og opvækstområde for en lang række fiskearter. DTU Aqua har gennemført projekter med fokus på at analysere tætheden af fisk på komplekse habitater på havbunden (rev, vrag m.m.). Man har i dette arbejde konkluderet, at bl.a. torsk generelt findes i større tætheder på disse lokaliteter end i omkring liggende områder (Wieland et al. 2009).

Rev habitatet er en kompleks habitat bestående af sten for makroalger, der vokser direkte på sten, og af både sten og makroalger for epifytiske alger, epibentiske invertebrater og en lang række fisk. Habitatet er yderligere kompleks som følge af, at lys og bølgestress bidrager til at strukturere indholdet.

Datagrundlaget er baseret på det nationale overvågningsprogram samt forsknings- og udviklingsprojekter udført af DMU.

Habitater for vandfugle
Bentiske habitater i danske farvande udgør særdeles vigtige fødeområder for meget store bestande af vandfugle.

2.5 Fiskehabitater
Amerikansk lovgivning (U.S. Magnuson-Stevens Act) og fiske- og fiskeriforvaltning baseres bl.a. på konceptet "*essential fish habitats*", dvs. specifikke habitater, som er essentielle for fisk set i forhold til alle stadier i en arts livscyklus. Her er der f.eks. tale om gyde- og opvækstområder, men begrebet dækker ligeledes over fisks habitater uden for disse perioder. I Danmark danner viden om fisks habitater baggrund for mange beslutninger i forbindelse med miljøkonsekvensvurderinger, rumlig forvaltning af fiskeri og redskaber for at undgå bifangst af juvenile fisk m.m. Viden om fiskearters habitater kan være særlig vigtig i forbindelse med udarbejdelse af regionale havstrategier, da forskellige arter lever forskellige steder i f.eks. Nordsøen i løbet af fiskens livscyklus, og fordi lokale ændringer i habitater kan få potentielt negative konsekvenser for arten på regionalt plan.

Notatet "1.3 Karakterisering af de biologiske forhold i de danske havområder" indeholder generelle informationer om habitater og udbredelse af en lang række almindelige (især kommercielle) arter i danske farvande.

I det følgende er givet to mere uddybende eksempler på de krav, fiskearter ofte har til habitater i forskellige perioder i deres livscyklus.

Det ene eksempel omfatter tobis og er baseret på arbejdet af Worsoe et al. 2002. Det andet eksempel omfatter fladfisk og er baseret på arbejde af Nielsen et al. 2008.

3. Metodebeskrivelse

De marine naturtyper omtalt i habitatdirektivet er udpeget på baggrund af viden om deres forekomst inden for de udpegede Natura-2000 områder, men en egentlig kortlægning er først igangsat i de senere år. Dette notet vil kort opsummere status og mangler mht. det eksisterende vidensgrundlag.

De marine landskaber er i stor udtrækning modelleret ud fra viden om sedimentprøver, lysdata og dybdemålinger i små prøvefelter og i mindre men grundigere kortlagte område. Resultaterne vil blive præsenteret, og den anvendte klassifikations anvendelighed for biologiske samfund vil kort blive evalueret.

Pelagiske habitater kan basalt set modelleres ud fra oplysninger om salinitet, strømforhold, lagdeling, identifikation af fronter, og temperatur. Hertil kan knyttes andre forhold som fx lysniveau, iltkoncentration, næringssalte mm., hvis emnet er fytoplankton habitater og kendskab til torskeægs massefylde, som det er tilfældet for det habitat, der karakteriserer torskens ægklægningsområder i Østersøen.

Udvalgte betydningsfulde bentiske habitater er enten beskrevet, eller hvis det er muligt, er deres geografiske udbredelse modelleret med forskellige metoder. I de tilfælde gamle udbredelseskort er tilgængelige, er disse anvendt til at anskueliggøre ændringer i udbredelsesmønstre.

Vandfugles habitater er baseret på tællinger af fuglenes forekomst på havoverfladen, og bentiske fiskehabitater er baseret på oplysninger om sedimentforhold og fangster for tobisers vedkommende og yngelundersøgelser (fangster) for fladfisks vedkommende.

4. Resultater

4.1 Naturtyper i Natura-2000 områder

"Boblerev": Naturtypen boblerev blev kortlagt i 2007. Der blev lokaliseret boblerev i Skagerrak, og forekomsten i de fleste allerede kendte områder blev

grundigt kortlagt. Boblerev i Natura-2000 området omkring Kim's Top i det centrale Kattegat blev dog ikke dokumenteret ved kortlægningen.

Efterfølgende er der fundet 3-4 boblerevsstrukturer ved Store Middelgrund langt sydligere i Kattegat end de øvrige fund.

Stenrev: Kortlægningen af stenrev i Natura-2000 områder er iværksat af Naturstyrelsen. Fem områder i Nordsøen og Kattegat er allerede kortlagt, og der er en forestående kortlægning af revområder i Kattegat, Bælthavet og den vestlige Østersø.

En grundig kortlægning af stenrevsområder er vanskelig, da rev kan omfatte relativt store mængder sand- eller grusbund mellem stenforekomster. Endelig kan revforekomster bestå af mindre områder i en mosaiklignende struktur. En definition på stenrev er givet i bilag 1 og findes også i en engelsk form i Dahl et al., 2005.

Arealopgørelsen er følsom på rev med mosaikstruktur og kræver et stort arbejde med afgrænsning af de enkelte områder. I de tilfælde vil en interpolation mellem ikke opmålte områder også føre til en meget usikker arealopgørelse. Figur 4.3 viser således et eksempel på forskellige metoder til opmåling af et revområde i og omkring Natura-2000 området Hatter Barn i Samsø Bælt. Forskellen i det estimerede areal med rev er betydelig mellem metoderne, som begge beror på en fuldstændig opmåling af området med to forskellige metoder.

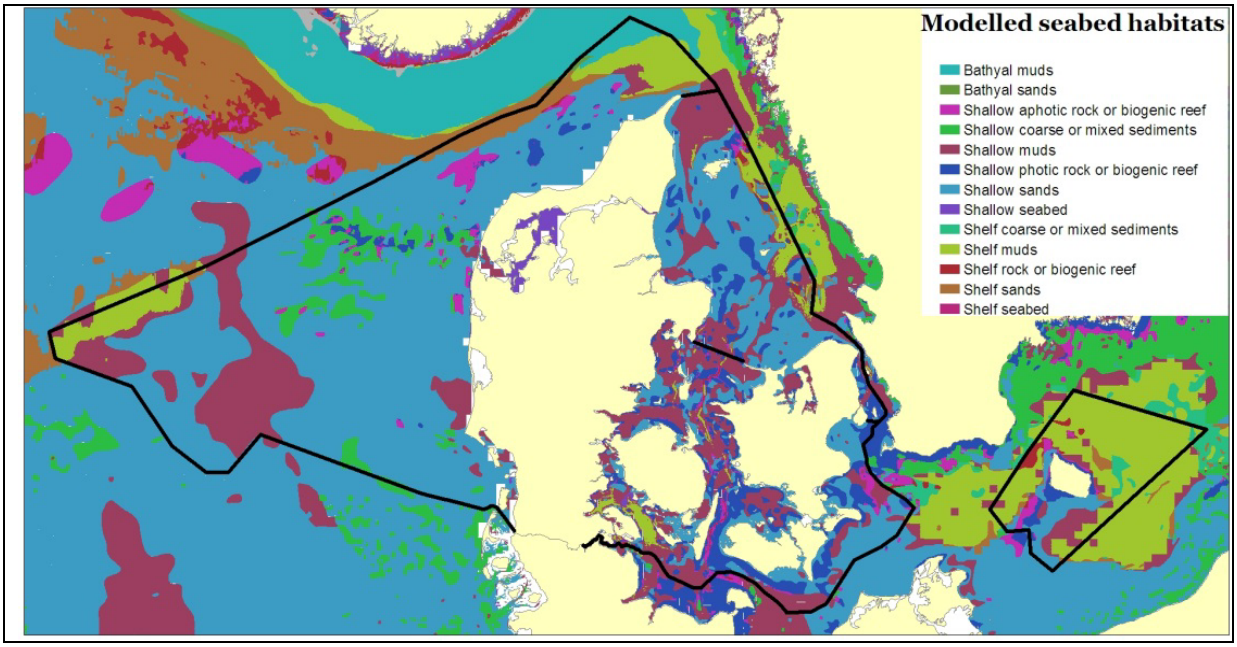
Biogene rev: Biogene rev omfatter biologiske elementer, som med deres tilstedeværelse danner en hårdbundshabitat for andre organismer. I danske farvande vil det omfatte hestemuslinger, blåmuslinger, østers og den kolonilevende rørbyggende bikageorm, Sabellaria *alveolata*. Disse arter omtales i afsnit 4.4.

Sandbanker: Et stort antal Natura-2000 områder er udpeget med naturtypen sandbanker som en del af udpegningsgrundlaget. En egentlig kortlægning af sandbankernes udbredelse og areal er foretaget i nogle områder i Skagerrak og Nordsøen. En kortlægning er igangsat i Natura-2000 områder og i potentielle råstofområder i indre danske farvande, men denne kortlægning er endnu ikke rapporteret. Sandbanker er fundet på et større område i Natura-2000 området Hatter Barn mellem stenforekomster (figur 4.3) (Dahl et al. in prep.).

4.2 Bentiske marine landskaber

Et udtræk af kortlagte landskaber med en såkaldt "simplified classification" giver i alt 13 forskellige marine landskaber i de danske farvande (figur 4.1). To

landskaber er henholdsvis dybtliggende sand og mudder (bathyal mud and sand). Der er identificeret meget store områder med stenbund og biogene rev i den fotiske zone og en del rev under den fotiske zone (shallow aphotic/photic rock and biogenic reef).

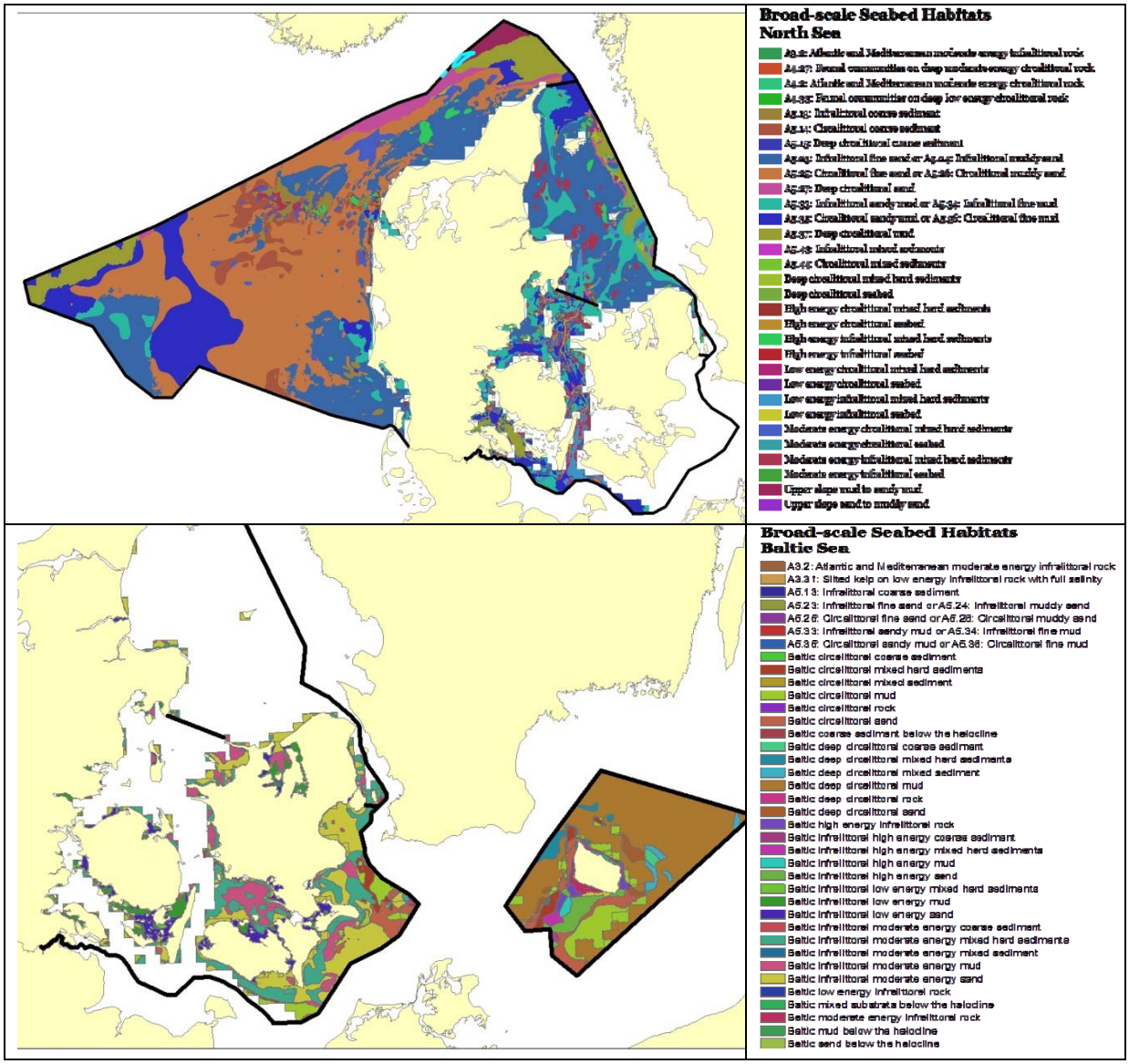


Figur 4.1: *Bentiske marine landskaber i danske farvande baseret på "simplified classification". Kilde: EUSeaMap[1] (Cameron & Askew, 2011).*

Betegnelsen "rock and biogenic reef" må desværre siges at være misvisende. I de første versioner af marin kortlægning blev der anvendt mere retvisende termer som "residual sedimenter på moræne". I BALANCE-projektet blev denne bundtype omdøbt til "hard bottom complex" på landskabskort, men i teksten blev det uddybet, at der var tale om en kompleks bundtype af sand, ler og sten.

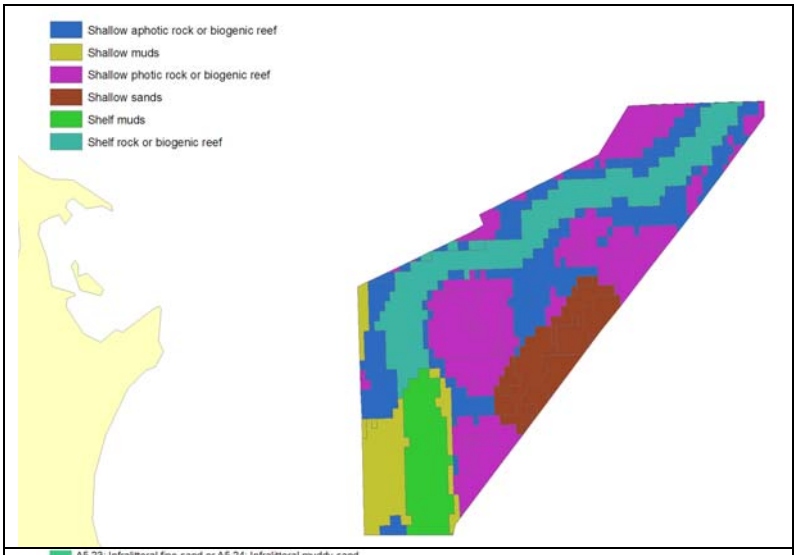
Et andet kortgrundlag i EUSeaMap opererer med en "detailed classificaton" for Nordsøen og Østersøen. I de tilfælde omtales de områder, der betegnes som "rock og biogenic reefs" i "simplified classification", som "mixed hard sediments" i figur teksten eller som "mixed hard/sediment substratum of glacial origin (till)" et enkelt sted i rapporten, men herefter som "mixed hard sediment". Figur 4.2 viser to landskabskort, hvor det ene har fokus på Nordsøen, Skagerrak, Kattegat og åbne dele af Bælthavet, og det andet har fokus på Østersøen og de kystnære områder omkring øerne og mindre kystnære områder omkring den jyske østkyst. Bemærk at landskabernes navngivning er forskellig. En foreløbig vurdering af "confidence"-niveauet for EMONET's overfladesediment-kortlægningen i de danske farvande er på blot 0,2 på en skala fra 0-1, hvor 1 er bedst (Cameron & Askew, 2011). Den faktiske forekomst

af hård bund er da også betydelig lavere, end det der indikeres af kortet fra EUSeaMap. Forskellen består først og fremmest i, at residualsediment fra moræneaflejringer ofte består af et overfladelag af sand og i få tilfælde ler. Sten udgør kun en mindre del, og af dem er ofte kun en delmængde samlet i revlignende strukturer. Figur 4.3 viser en række kort fra det samme område omkring Hatter Barn, hvor hårdbund er kortlagt på baggrund af forskellige klassifikationsmetoder.

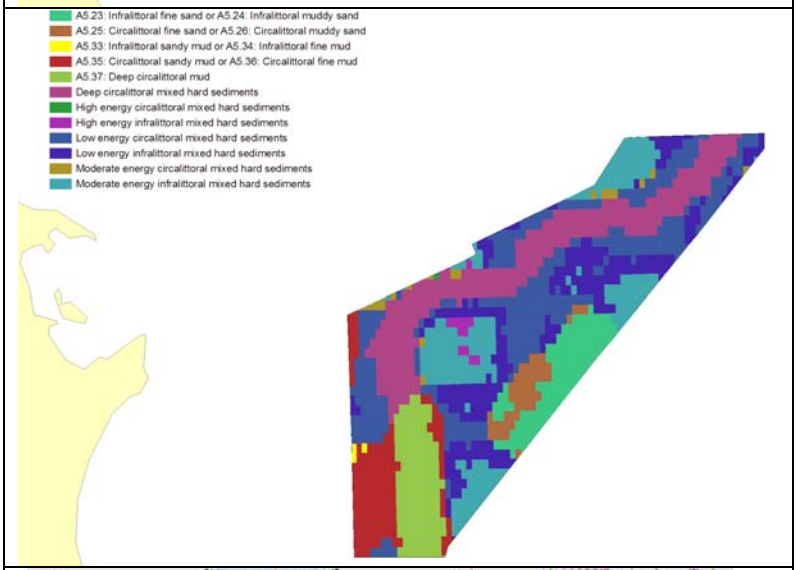


Figur 4.2: *Bentiske marine landskaber i dansk territorial farvand baseret på "detailed classification". Kilde: EUSeaMap[1] (Cameron & Askew, 2011). Øverst: Nordsøen-Skagerrak-Kattegat og åbne dele af Bælthavet. Nederst: Østersøen og kystnære områder omkring øerne.*

Figur 4.3:
A) Marine landskaber i området ved Hatter Barn: Simpel klassifikation. Kilde: EU-SeaMap (Cameron & Askew, 2011)

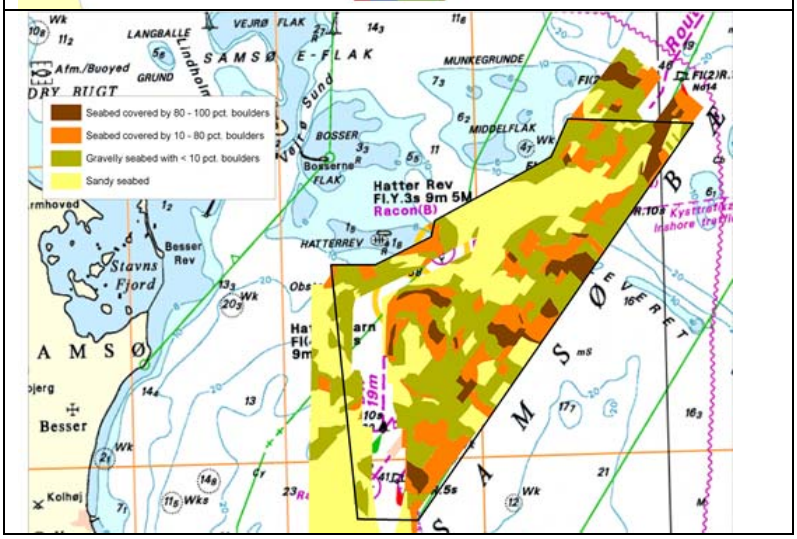


B) Marine landskaber i området ved Hatter Barn: Detaljeret klassifikation. Kilde: EU-SeaMap (Cameron & Askew, 2011).



C) Havbundsklassifikation baseret på sidescan data.

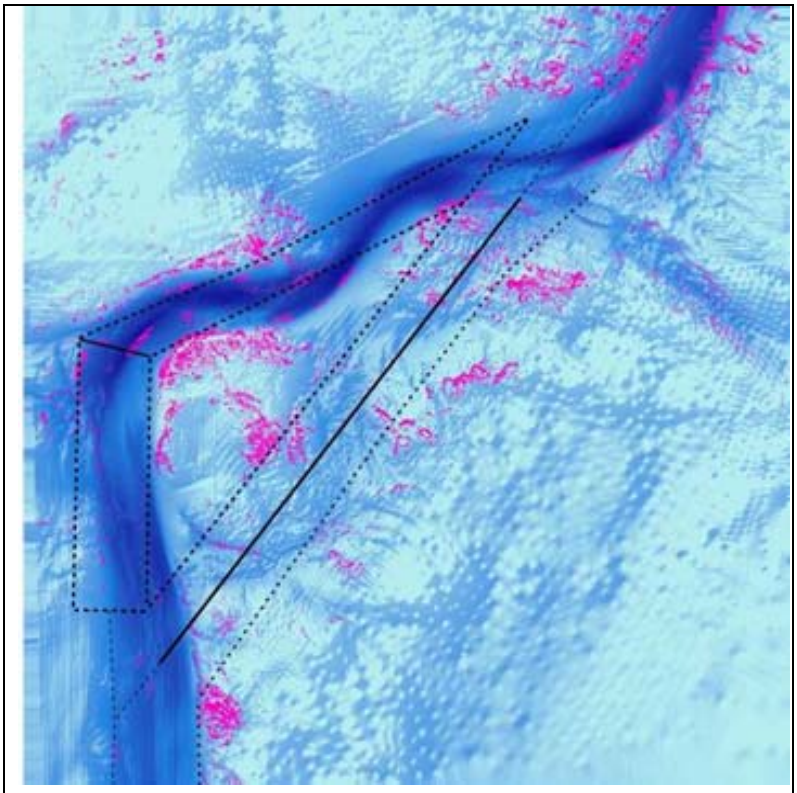
Kilde: Dahl et al. in prep.



Figur 4.3 fortsat:

D) Havbunds-klassifikation baseret på bathymetri-data og data til beregning af bundens rughed.

Kilde: Dahl et al. in prep.

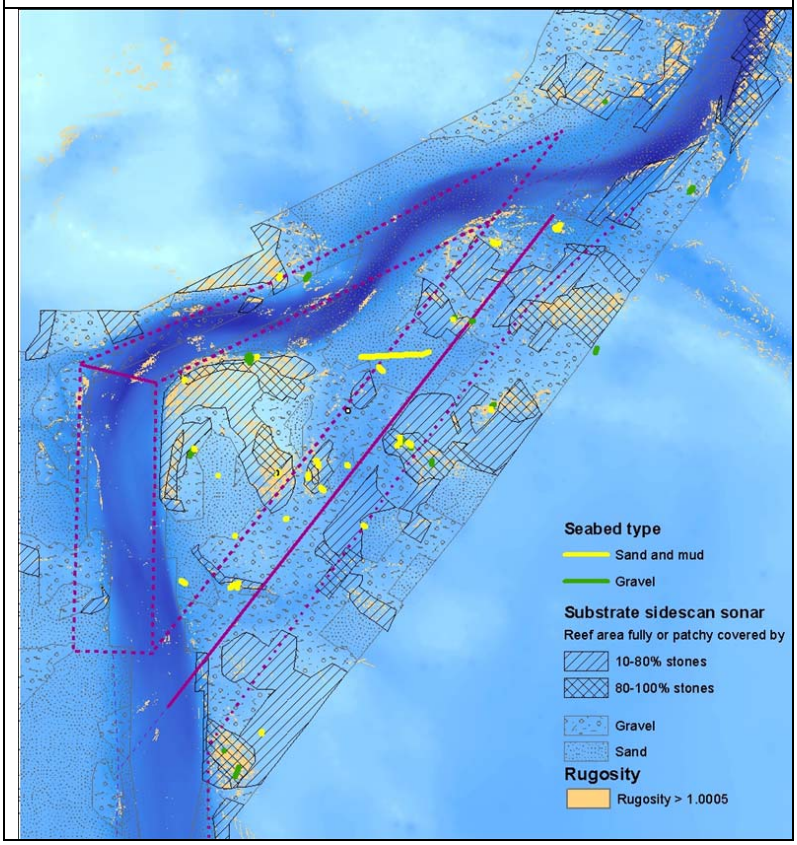


E) Et kort med en kombination af kortlagte bundforhold baseret på:
1) sidescan sonar

2) Bundens rughed (rugosity)

3) videotransekter

Kilde: Dahl et al., in prep.



4.3 Pelagiske habitater

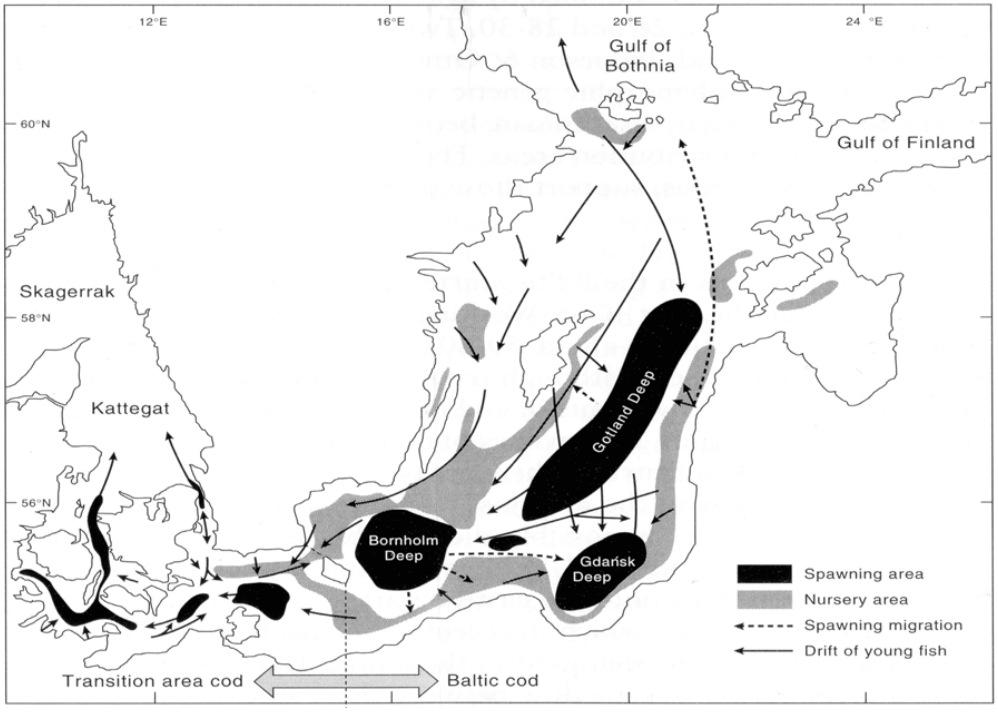
Habitater for plankton: Sammensætningen af fytoplanktonssamfundene i Østersøen og danske farvande er bl.a. bestemt af saliniteten i den fotiske zone i overfladevandet (Gasiunaite et al. 2005). Specielt de trådformede og kolonidannende cyanobakterier (blågrønalger) forekommer i store mængder i Østersøen og i gradvist aftagende mængder ud gennem Øresund og Bælthavet til Kattegat, hvor de kun sjældent forekommer i nævneværdige mængder. I danske farvande kan hovedsagligt de to slægter Nodularia og Aphanizomenon forekomme i store mængder i sommerperioden i den vestlige Østersø, Bælthavet og Øresund. Deres forekomst i nævneværdige mængder er i grove træk begrænset til forhold med saliniteter op til ca. 10 psu og temperaturer over 15 °C. Generaliseret vil man derfor kunne foreslå et pelagisk habitat for trådformede cyanobakterier i Østersøen og Bælthavet i månederne juni til og med september.

Silds opvækstområde: Skagerrak og til dels Kattegat er meget vigtige opvækstområder for sild (Johannesen & Moksness 1991). Både voksne og juvenile sild lever af zooplankton som fx copepoder, cladocerer. Voksne sild spiser større plankton end de juvenile.

De efterårs- og vintergydte sildelarver driver fra den engelske kyst med strømmen mod Skagerrak igennem deres første vinter (Knijn et al. 1993, Johannesen & Moksness 1991), dog kan nogle af larverne forblive i den vestlige Nordsø (Corten 1986).

De forårsgydte sildelarver i den Vestlige Østersø (Rügen) søger ligeledes mod nord og opholder sig i Skagerrak, indtil de opnår alderen og størrelsen til at indgå i den gydende population (Jensen 1949, Johannesen & Moksness 1991, Rosenberg & Palmén 1982). Sildelarver fra de mindre bestande i Kattegat indgår efterhånden, som de vokser i de meget større bestande fra Nordsøen og Rügen.

Reproduktiv volumen for torsk: Marine fisk i Østersøen befinder sig i yderområderne af deres udbredelse grundet fysiologiske faktorer relateret til især salinitet. Saliniteten påvirker både befrugtning af f.eks. torskens æg samt deres flydeevne, hvilket er en meget central faktor i Østersøen, som er præget af en permanent haloklin. Samtidig er Østersøens dybe bassiner (Bornholmsdybet, Gotlandsdybet og Gdanskdybet), som udgør torskens gydeområder, ofte præget af en tilstand med mere eller mindre permanent iltsvind (figur 4.4). Omfanget af iltsvind er afhængig af den mængde salint vand, som flyder ind fra Nordsøen via bælterne. I fravær af større inflows fra Nordsøen er det således kun Bornholmsdybet, som kan fungere som gydeområde for torsken.



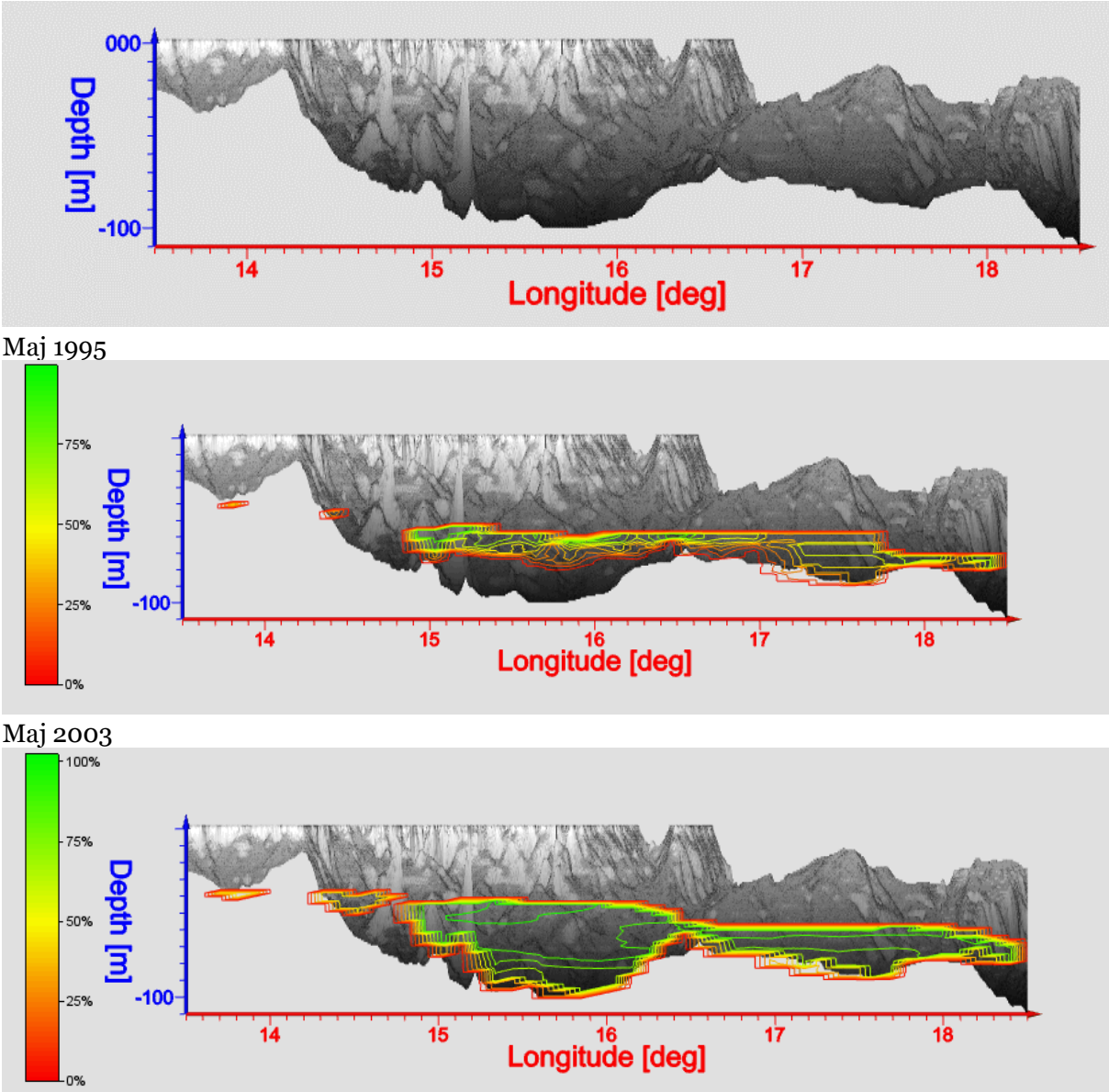
Figur 4.4: *Torskens potentielle gyde- og opvækstområder i Østersøen (modificeret fra Bagge et al. 1994).*

For at Østersøtorskens æg kan overleve, kræves temperaturer > 1.5° C, salinitet >11 PSU og iltforhold svarende til > 2 ml/l. Torskeægs overlevelse begrænses nedadtil af deres overlevelsesgrænse i relation til ilt. Den øvre dybdegrænse defineres af saliniteten og temperatur. Det vil sige den del af vandsøjlen, hvor saliniteten er gunstig for ægs flydeevne og overlevelse, skal samtidig ligge inden for en del af vandsøjlen, hvor iltforhold ikke truer æggenes overlevelse.

Den reproduktive volumen (RV) er et index for potentiel overlevelse af æg, dvs. den vandmængde som opfylder minimumkravene for udvikling af fiskeæg. Det er blevet påvist, at rekruttering af f.eks. torsk i Østersøen er positivt korreleret med den totale RV (Plikshs et al. 1993, MacKenzie et al. 2000). RV i Bornholmsdybet er ikke kun afhængig af størrelsen og frekvensen af inflow af salint vand fra Nordsøen, men er ligeledes afhængig af temperaturen på det vand, som flyder ind i Østersøen, da dette har indflydelse på iltforholdene (Köster et al. 2005b).

Den reproduktive volumen ændrer sig konstant efter de pågældende hydrografiske forhold. Modeller baseret på hydrografisk data (temperatur, salinitet og temperatur) indsamlet og rapporteret til ICES, gør det muligt at visualisere den rumlige fordeling af den reproduktive volumen (torskeægs pelagiske habitat), dvs. den del af vandsøjlen, hvor overlevelse er mulig, og derved hvor

gunstige de hydrografiske forhold er det pågældende år i forhold til rekrutteringen af torsk (figur 4.5).



Figur 4.5: *Øverst: Bornholmsdybet ses centralt i figuren. Midten: Reproduktiv volumen i maj 1995. Nederst: Reproduktiv volumen i maj 2003 efter større inflow af salint vand fra Nordsøen. Procent overlevende æg er indikeret til højre ud fra tærskelværdier: Temperatur > 1.5 °C, salinitet > 11 psu, ilt > 2 ml/l.*

4.4 Udvalgte særligt betydningsfulde bentiske habitater

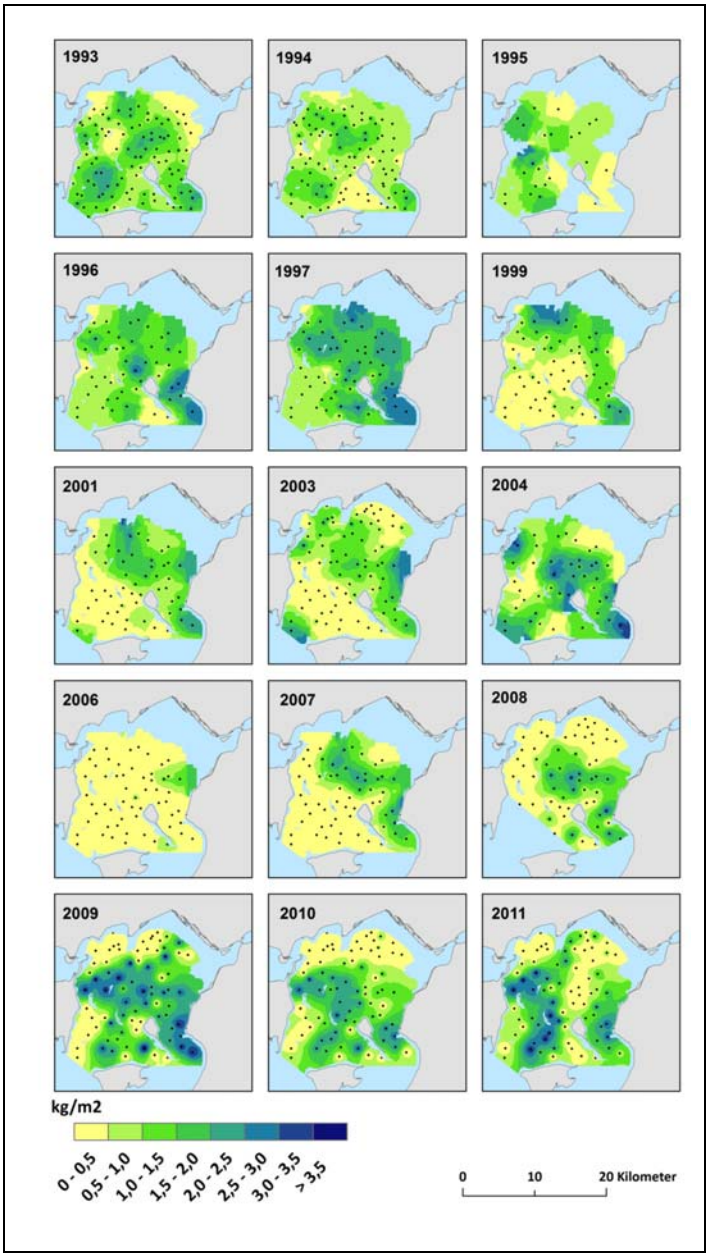
Biogene rev

Blåmuslingebanker i danske farvande: Blåmuslinger udgør et vigtigt økologisk element fra strandkanten og ud til 15-20 meters dybde. Blåmuslingen

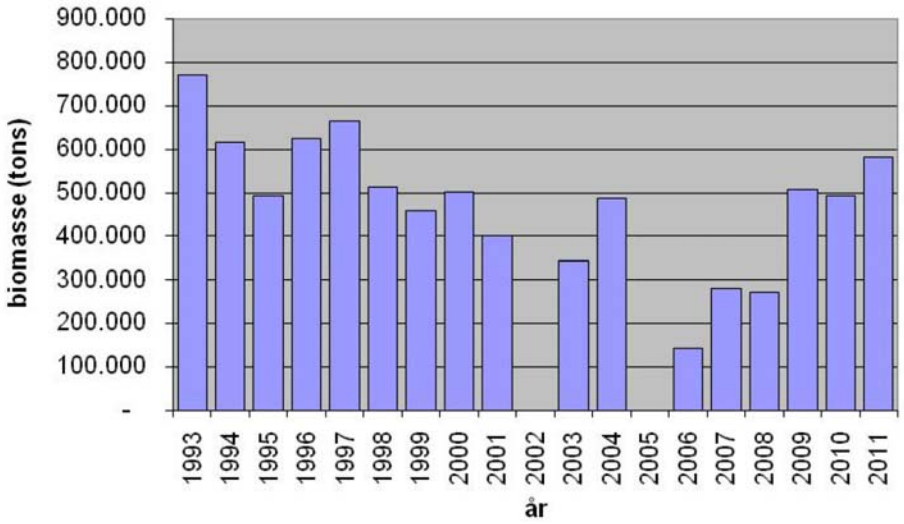
danner biogene rev i form af muslingebanker, der har en rig fauna og flora og dermed har betydning for biodiversiteten i et område. Blåmuslinger er filtratorer, der fjerne partikler i form af fytoplankton, zooplankton og dødt organisk materiale fra vandsøjlen. Blåmuslingerne har dermed stor betydning for sigtdybden i lavvandede områder og for transport af energi fra den pelagiske zone til bunden. I danske fjorde kan muslingebanker have en filtrationskapacitet, der svarer til, at vandsøjlen filtreres mange gange i løbet af et døgn. Muslingernes faktiske filtrationstryk på vandsøjlen er derfor afhængig af, at der sker en opblanding af vandsøjlen i form af strøm eller vindpåvirkning. Blåmuslinger udgør et vigtigt fødegrundlag for en række fuglearter som edderfugl, hvinand, strandskade samt for invertebrater som strandkrabbe og søstjerne.

DTU Aqua har i årene 1993-2011 gennemført kortlægninger af blåmuslinger i området fra Aggersund til overgangen ved Nissum Bredning. Kortlægningen er gennemført med forsøgsskrab, og bestandens biomasse og størrelsesstruktur er bestemt på 100-388 stationer. Bestanden er kun kortlagt på dybder større end 3 meter, og områder lukket for fiskeri er ikke medtaget eller kun medtaget de senere år. Bestanden viser store variationer i udbredelse og tæthed. Iltsvindshændelser og variation i rekruttering medfører store år til år variationer. Dette ses som eksempel i Løgstør Bredning i perioden 1993-2011 (figur 4.6).

Figur 4.6: Udbredelse af blåmuslinger i Løgstør Bredning 1993-2011.



Bestanden af blåmuslinger i Limfjorden viser stor variation og har fra 1993 og frem til 2006 været faldende (figur 4.7). De sidste seks år har bestanden været stigende og udgør i 2011 581.000 tons. Bestanden på vanddybde lavere end 3 meter skønnes at være 325.000 tons.



Figur 4.7: *Udviklingen i biomassen af blåmusling i Limfjorden 1993-2011.*

Ud over forekomsterne i Limfjorden findes der betydelige forekomster af blåmuslinger i Bælthavet/Lillebælt, Vadehavet og i Isefjorden. Bestandene af blåmuslinger i Bælthavet og i Lillebælt med tilstødende fjorde er prøvefisket af Danmarks Fiskeriundersøgelser (DFU) i årene 1994, 1995, 1996 og i 2002 (Kristensen 1995, 2001, 2002, 2003). Resultatet af undersøgelserne viser, at bestandene i området er af samme størrelsesorden som bestanden i Limfjorden, omkring 750.000 tons (tabel 4.1). Biomassen er sandsynligvis endnu større, idet hverken bestanden i Isefjorden eller hele bestanden i det nordlige Lillebælt er inkluderet. Undersøgelser af biomassen af blåmuslinger i 2008 og 2010 viser dog, at bestanden i dette område er betydeligt større end i den tidligere undersøgelse. I 2008 og 2010 findes der således bestandsstørrelser på henholdsvis 155.000 og 180.000 tons blåmuslinger.

DTU Aqua har gennemført undersøgelser i Vadehavet af blåmuslingebestanden i perioden 1994-2007. Bestanden omfatter både littorale og sublittorale forekomster og varierer fra 10.300 tons i 2007 til ca. 65.000 tons i 1998.

Der er ingen informationer om bestanden af blåmuslinger i området syd og øst for Fyn, omkring Sjælland, Kattegat, Skagerrak og Nordsøen. DMU har kun undtagelsesvis observeret blåmuslinger på stenrevene ned til det sydlige Bælthav som led i det nationale overvågningsprogram. I Smålandsfarvandet og især i den vestlige Østersø ved Stevns og Møns Klinter, er der store bestande af små muslinger på sten og i mindre omfang på kalkbund.

Tabel 4.1: *De beregnede biomasser af blåmuslinger i Bælthavet/Lillebælt med tilstødende fjorde. Den samlede biomasse skal kun betragtes som et skøn, idet data er samlet fra forskellige år (1994, 1995, 1996 og 2002).*

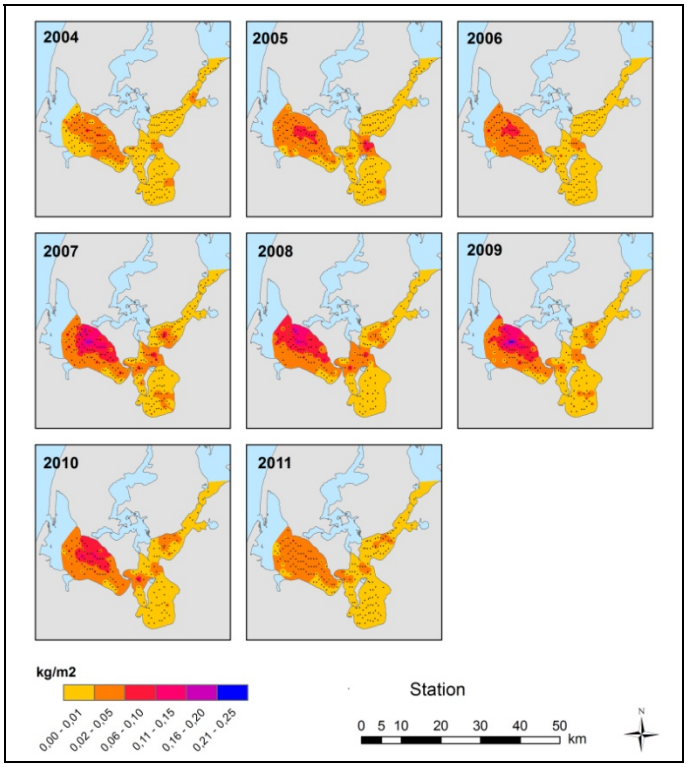
	Biomasse i tons
Århus Bugt	76.811
Farvandet vest for Tunø	95.128
Farvandet vest for Endelave	87.434
Horsens fjord	33.455
Farvandet nord for Fyn	184.945
Vejle fjord	69.813
Det nordlig Lillebælt	(6.903)
Kolding fjord	3.920
Lillebælt omkring Brandsø/Bogø/Årø	-
Lillebælt central	18.086
Genner Bugt	24.826
Åbenrå fjord	2.188
Alssund og Als fjord	49.697
Flensborg fjord	94.495
Total	747.701

Note: Det nordlige Lillebælt og Lillebælt omkring Brandsø, Bogø og Årø er ikke undersøgt fuldt ud.

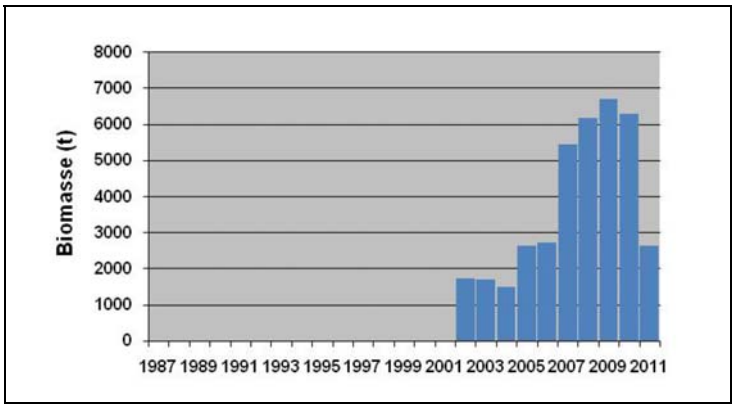
Østersbanker

DFU har i 2002 gennemført en undersøgelse af bestanden af østers (*Ostrea edulis*) i Limfjorden årligt fra 2002 til 2011. Kortlægningen gennemføres med forsøgsskrab, og biomasse og størrelsesstruktur bestemmes. Bestanden kortlægges kun på større dybde end 3 meter, Figur 4.8 viser fordelingen af østers i Limfjorden 2004-2011, og udviklingen i bestanden vises i figur 4.9. Det bemærkes, at der i 2011 er et fald i bestanden efter to kolde vinter med høj dødelighed af østers.

DTU-Aqua har gennemført begrænsede kortlægninger af hjertemusling, trugmusling og molboøsters.



Figur 4.8: *Udbredelsen af østers i Limfjorden 2004-2011.*



Figur 4.9: *Biomassen af østers på større dybde end 3 meter i Nissum Bredning 2002-2011.*

Biogene rev formet af hestemuslinger: Der er knyttet et særligt dyre- og planteliv til biogene rev af hestemuslinger. I Bælthavet findes algearten blodrød ribbeblad med en særlig stor dækning på de levende muslingers øverste skal (Dahl, pers. medd.). Epifauna-arter som stikkelsbærsøpunge, ruer og hydroider sidder på skallerne, og mellem de levende og døde skaller findes huleslangestjerne, sort slangestjerne og forskellige arter af søstjerner (figur 4.10).

Figur 4.10:
Hestemuslingerev ved Schultz's grund i Bælthavet.

Foto og copyright: Karsten Dahl.

Biogene rev bestående af hestemuslinger kendes fra skråningerne i den dybe rende gennem den nordlige del af Samsø Bælt og den sydligste del af Kattegat. Muslingerne findes her med en relativ stor eller meget stor tæthed på de undersøgte stationer på omkring 15-20 meters dybde. Tilsvarende findes der en tæt bestand af muslinger i den nordlige del af Øresund på ca. 30 meters dybde (Göransson et al. 2002, figur 4.14).

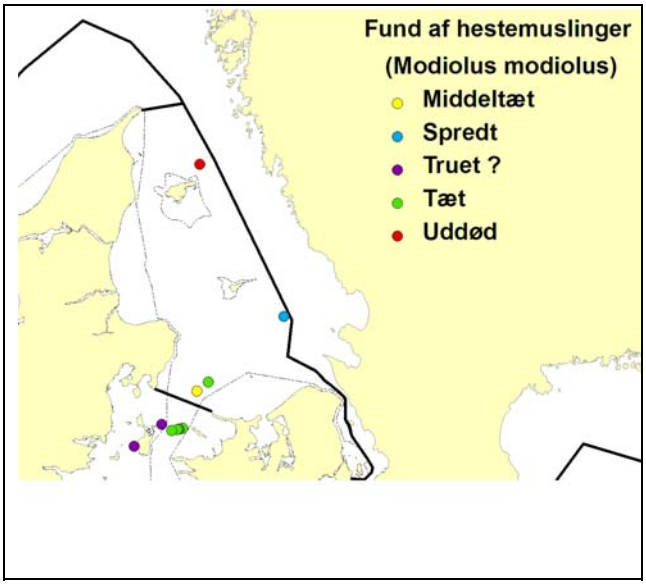
Spredte individer af muslingen er fundet på overvågningslokaliteter på de dybere danske dele af Store Middelgrund (21-23 m). Der blev også registreret hestemuslinger på overvågningsstationen på 18 meters dybde syd for den lavvandede del af Læsø Trindel i starten af 90'erne. Bestanden af hestemuslinger på stationen døde i midten af 90'erne muligvis som følge af iltsvind, der blev observeret i området. Levende hestemuslinger er ikke siden starten af 90'erne observeret ved Læsø Trindel.

En anden bestand, der synes at være trængt af iltsvind, er observeret i den dybe rende vest for Samsø. Her blev observeret masser af døde skaller ved foden af et stenrev i 2006, men enkelte muslinger havde overlevet på lavere vanddybde.

Svenskerne har rapporteret om fund af hestemuslinger i Kattegat til OSPAR.

Der er ikke gennemført en kortlægning af hestemuslingerevenes udstrækning i de danske farvande. men nye fund af hestemuslinger er gjort ved Hatter Barn i forbindelse med en kortlægning af stenrev (Dahl et al. in prep.).

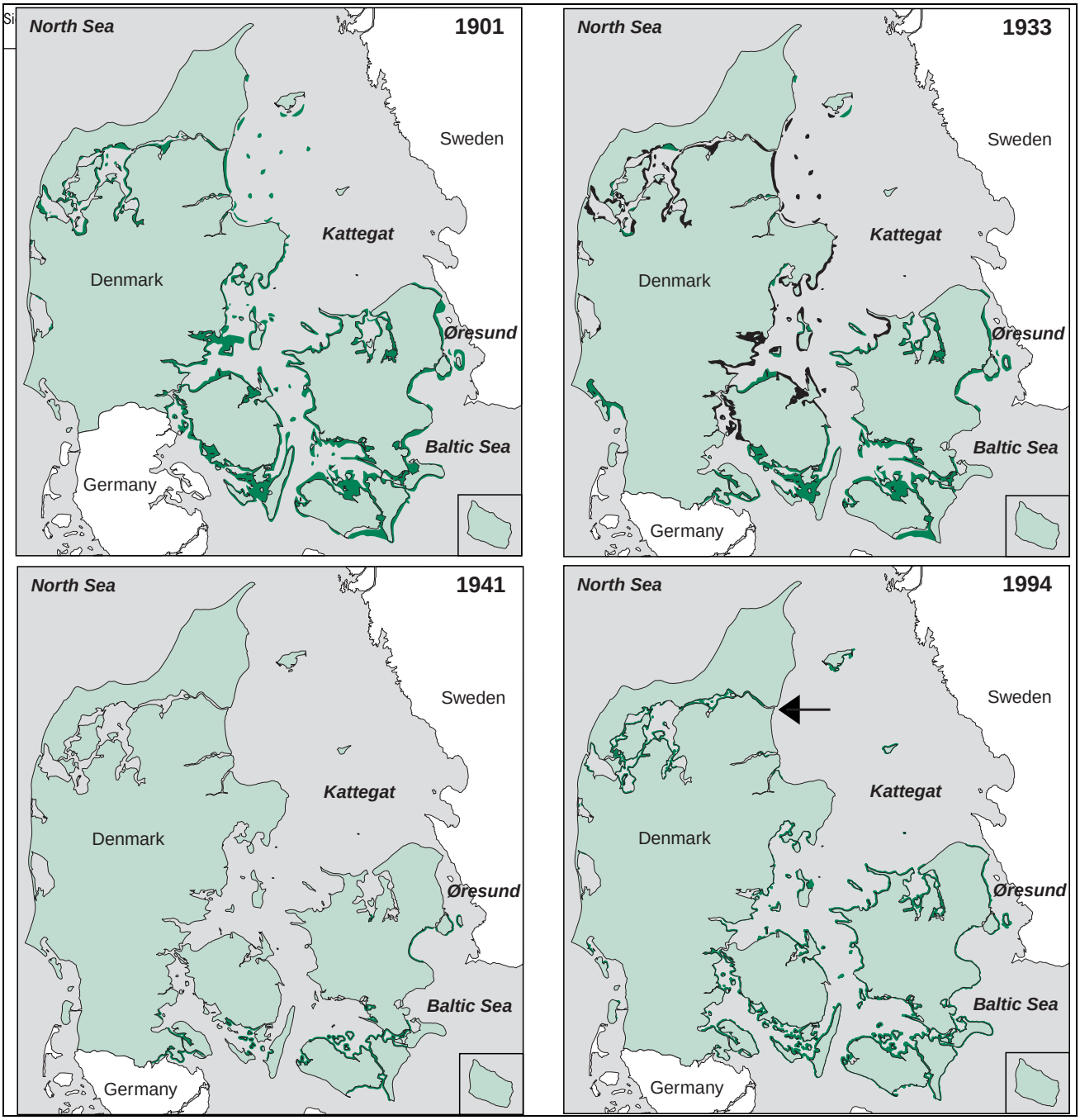
Figur 4.11 viser eksisterende og forsvundne forekomster af hestemuslinger registreret af DMU.



Figur 4.11: *Forekomst af hestemuslinger registreret af DMU. Data fra NOVANA- programmet og forskningsprojekter udført af DMU.*

Ålegræsenge: Ålegræs enge har ikke kun en vigtig rolle i økosystemet som producent af organisk stof for andre organismer, men tjener også som direkte substrat for fx søpunge og blåmuslinger. Undersøgelser har vist, at diversitet og tæthed af invertebrater er større i ålegræsbede end i omkringliggende områder (fx Thorp et al. 1997), og tilsvarende er fundet for fisk i Skagerrak (Pihl et al. 2006).

Ålegræsenge havde før 30'erne en stor udbredelse i alle fjorde, langs næsten alle kyster i indre danske farvande og endda i enkelte områder i det mere åbne Kattegat (figur 4.12). Ålegræsbedene forsvandt fra størstedelen af de danske farvande med ålegræssygen i 1930'erne. Men i det Sydfynske Øhav, Smålandsfarvandet, Køge Bugt, ved Amager og omkring Saltholm og Als blev der fortsat fundet bestande i 1941, om end de var reduceret i arealdækning. Et estimat på udbredelsen i 1994 viser, at ålegræsset igen findes i mange fjordområder og langs mere beskyttede østjyske kyststrækninger og i Øresund. Reduceret sigtbarhed og forhold som iltsvind i fjorde og ændret sedimentstruktur kan også have en indflydelse. Ålegræsengenes areal i Limfjorden og i Øresund vurderes i dag kun at udgøre 20-25 % af udbredelsen omkring 1900 med forbehold for de forskellige metoder, der er anvendt til arealopgørelse (Boström et al. 2003).



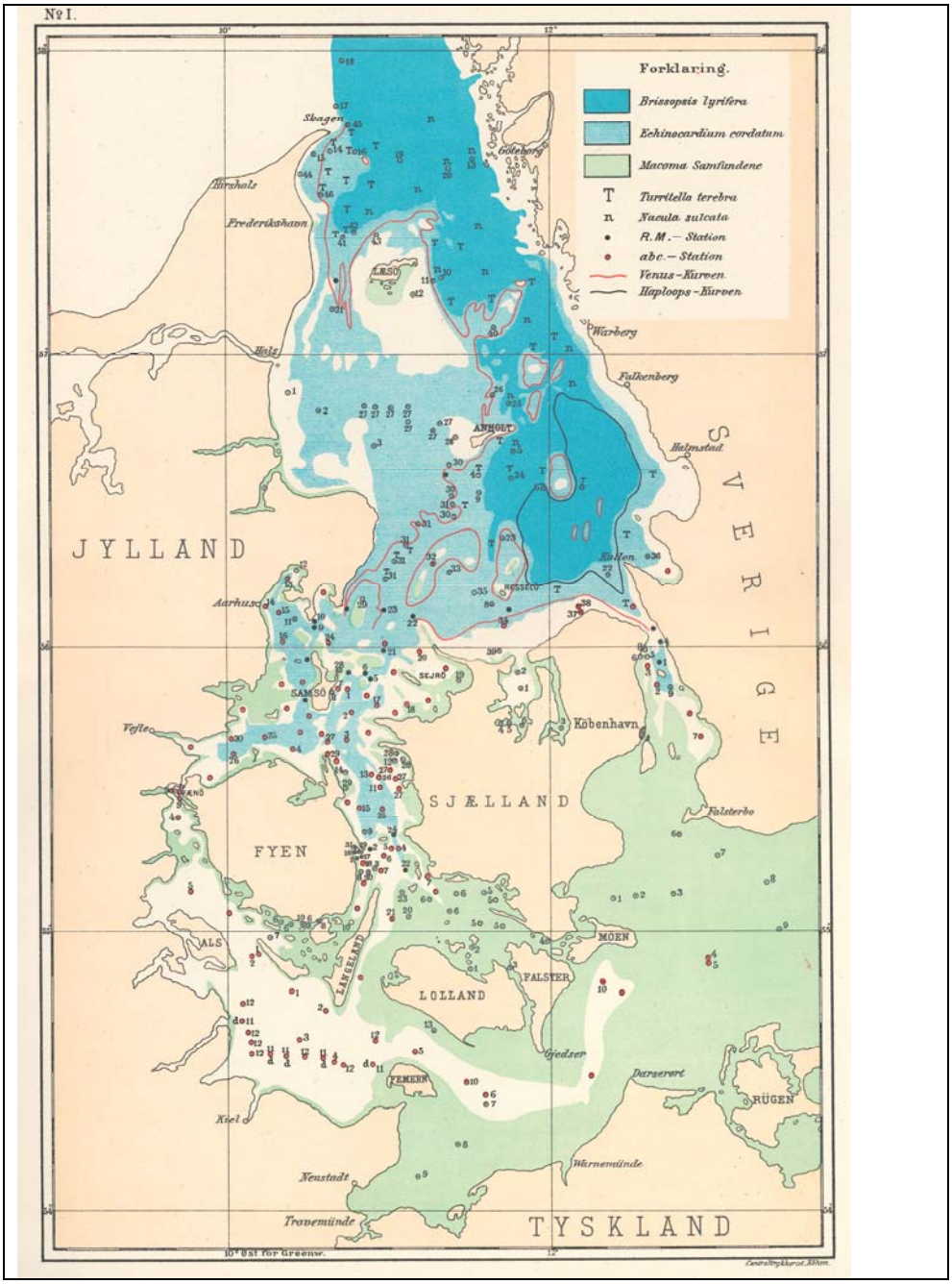
Figur 4.12: *De grønne områder indikerer sunde ålegræsområder, hvorimod de sorte områder på 1933 kortet indikerer områder med tilstedeværelse af ålegræs inficeret med "ålegræssygen". Forskellige kilder: 1901 gentegnet fra Petersen (1901), 1933 gentegnet fra Blegvad (1933), 1941 gentegnet fra Lund (1941) og 1994 et groft kort baseret på visuel vurdering af luftfotos og data fra det nationale overvågningsprogram udarbejdet af Jens Sund Laursen. Gengivet fra Boström et al. 2003.*

Den bløde mudderbund: Den bløde mudderbund rummer flere forskellige samfund, og elementer som saltholdighed, strømforhold og fysiske påvirkninger fx i form af fiskeri med slæbende redskaber opdeler den bløde bund i forskellige habitater.

Haplops-samfundet var tidligere udbredt fra den sydøstlige del af Kattegat og ned i den nordlige del af Øresund (figur 4.13). Samfundet er navngivet efter et helt dominerende lille rørboende krebsdyr, hvis rør står op over den omliggende havbund. Samfundet findes på dybt vand karakteriseret ved lav fysisk bølgeaktivitet, høj salinitet og en vis bundstrøm. I dag findes tætte bestande af haplops kun i Øresund nord for Hven (figur 4.14), et område der er omfattet af et forbud mod fiskeri med slæbende redskaber.

Det biologiske samfund på den bløde bund i størstedelen af de dybe dele af Kattegat er navngivet efter fin mudderslangestjerne (*Amphiura filiformis*). Det er et samfund, der omfatter mange arter, og som sandsynligvis har jomfruhummer som den biomasse-dominerende art (Hansen pers. Medd.). Et andet element i samfundet er søfjer. Den tidslige udvikling af bunddyrssamfund i de indre danske farvande er behandlet i notatet: "Karakterisering af de biologiske forhold i de danske havområder".

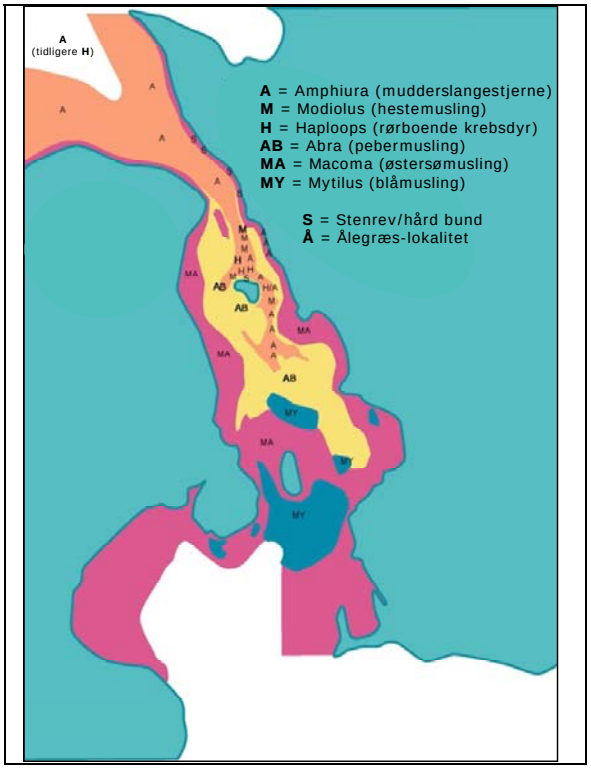
Sandbunden: Ud over at være habitat for ålegræs rummer sandbunden på mere beskyttede lokaliteter også invertebrat-samfund. I det åbne Kattegat er der indsamling på enkelte lokaliteter under NOVANA-programmet, der dækker mere sandede sedimenter. Typiske arter er muslinger som *Mya areanaria*, *Mya truncata* og *Spisula subtruncata*, polychaet-arterne *Ophelia borealis* og *Travisia forbesii* og det gravende søpindsvin *Echinocardium cordatum*. Petersens karakterisering af samfund for godt 100 år siden er vist i figur 4.13.



Figur 4.13: *Petersens karakterisering af bundsamfund i danske farvande (Petersen, 1913).*

I forbindelsen med råstof- og naturtypekortlægningen i Nordsøen (Nicolaisen et al. 2010) er epi- og infaunaen undersøgt på sandbund (sandbanker). Epifaunaen var artsfattig og domineret af eremitkrebs (*Pagursus bernhardus*), kamstjerner (*Astropecten irregularis*) og alm. søstjerne (*Asteriea rubens*). Derudover typisk mange krabber, primært maskekrabber (*Corystes*

cassivelaunus) og troldkrabber (*Lithodes maja*). Knivmusling (*Solenidae sp.*) ses ligeledes ofte på denne substrattype. Infauanen er derimod meget arts- og individrig med polychaeter, mollusca og crustacea som de dominerende dyregrupper på substrattypen.



Figur 4.14: *Haplopssamfundets nuværende udbredelse nord for Hven. Efter P. Göransson, Øresundsvandsamarbejdet.*

Epifauna på dybe stenrev og boblerev: Stenrev er ikke kun et habitat for makroalgesamfund. På større vanddybder, hvor lyset er svagt, overtager epifaunaorganismer gradvist pladsen på stenenes overflade. Som det var tilfældet med makroalgerne, varierer artssammensætningen og dominansforhold afhængig af salinitet, strømforhold og pladskonkurrence. På strømfyldte steder i Bælthavet omkring haloclinen kan svampesamfund eller samfund af søanemoner delvist udkonkurrere algesamfund, og søanemoner og hydroider dominerer også på boblerevs mere lodrette sider eller under udhæng. På dybere vand kan blødkorallen dødningehånd, forskellige hydroide arter eller bredt bladmosdyr dominere.

Tangskov på stenrev og opadvendte flader på boblerev: Tangskove af makroalger på stenrev er en anden produktiv og artsrig habitat. Tangplanterne bruger de hårde stabile overflader som substrat, eller de vokser som epifytter på andre algeplanter. En lang række invertebrater er tilknyttet tangskoven i danske farvande (Dahl et al. 2005 og 2009). Der findes tilsvarende en række

fiskearter fra fx læbefiskfamilien, som alene træffes på denne habitat, og som torsk de bruger tangskoven som opvækst- og fødesøgningsområde.

Tangskoven som habitat dækker over en meget stor variation i artssammensætning og dækning. Dybden har en stor indflydelse på, hvor tæt og flerlaget tangskoven er. På lavt vand er der meget lys men også et større fysisk stres fra bølgebevægelse. Her findes færre arter, men store hårdføre arter som blæretang og savtang og andre fucusarter. På dybere vand i mere saltholdige områder, og hvor det fysiske stres aftager, bliver vegetationen først flerlaget for derefter gradvist at blive reduceret til et enkelt lag og dybest ned til spredte planter pga. det aftagende lys.

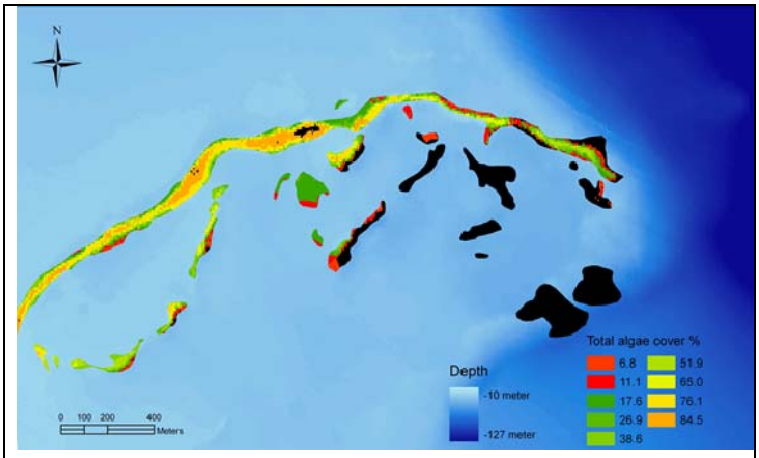
I lavsaline områder er algernes diversitet mindre. Her vil blåmuslinger også kunne påvirke kvaliteten af tangskoven. Muslinger kan være til stede enten i algevegetationen eller optage pladsen direkte på stenene. Skift i dominansforhold på den hårde bund opstår, fordi alm. søstjerne ikke længere kan trives og dermed kontrollere udbredelsen af muslingerne. Lyset, som kontrollerer makroalgernes vertikale udbredelse, er bl.a. afhængig af mængden af plankton i vandmassen, som igen er afhængig af tilførslen af næringssalte.

Udbredelse af tangskovet er kun kortlagt i to områder i dansk farvand. Det ene område er stenrevet ”Den Kinesiske Mur”, som udgør en del af revområderne i Natura-2000 området ”Kim’s Top” (figur 4.15). For nyligt er der gennemført en stor kortlægning i og omkring Natura-2000 området Hatter Barn i Bælthavet (figur 4.15 nederst). I begge tilfælde er kortlægningen baseret på en kombination af en detaljeret kortlægning af havbundens stenforekomster, en høj-opløselig opmåling af bathymetrien og en statistisk valideret model for vegetations dybdemæssige udbredelse. Den igangværende kortlægning af rev i Natura-2000 områder iværksat af Naturstyrelsen omfatter ikke højopløselige dybdedata og vil derfor ikke umiddelbart resultere i en tilsvarende kortlægning af tangskovens udbredelse.

Figur 4.15: *Modellering af tangsskovs habitater.*

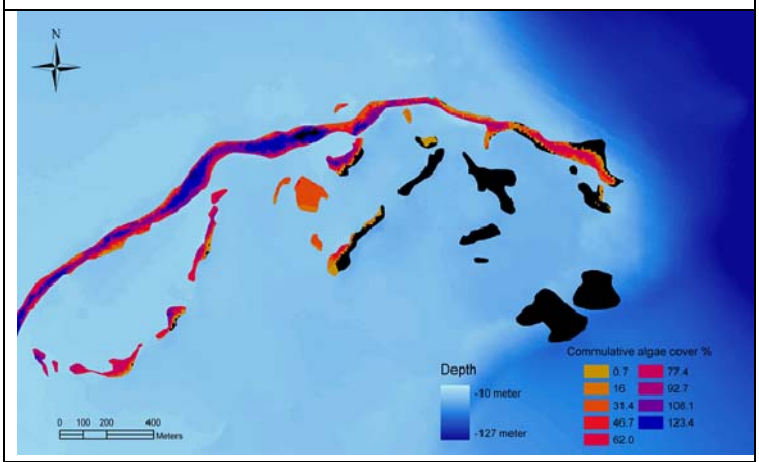
Top: Total dækning i % på stenrevet Kim's top.

Fra Dahl et al. 2007.



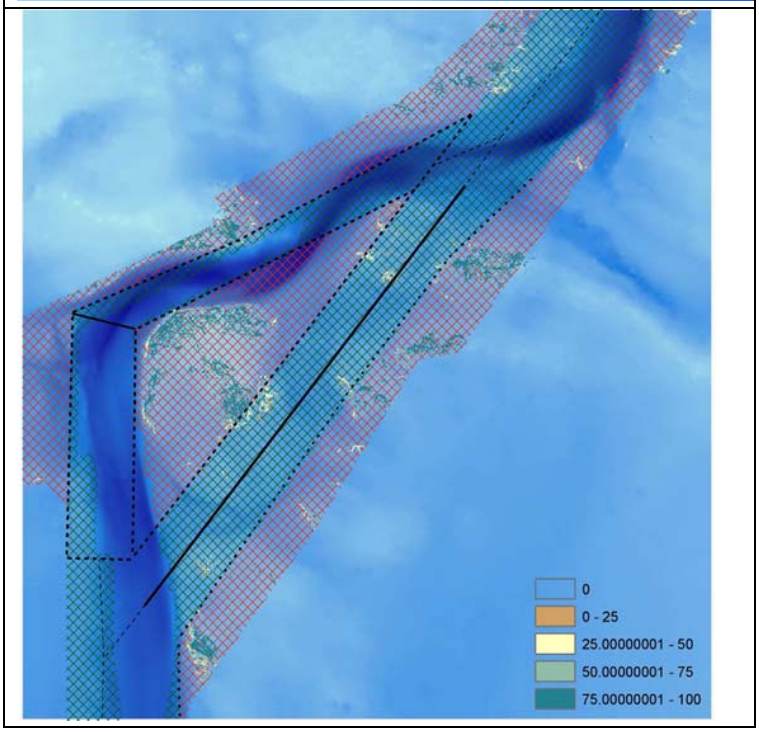
Midten: Samlet algedækning i % på stenrevet Kim's Top

Fra Dahl et al. 2007.



Nederst: Samlet algedækning i % på Hatter Barn og omkringliggende stenrev. Dækningerne er fordelt på fem klasser: 0, 0-25, 25-50, 50-75 og 75-100

Fra Dahl et al. in prep.



Vandfugle habitater: Danske farvande er meget vigtige fourageringsområder for en lang række vandfugle, som beskrevet i notatet: "1.3 Karakterisering af de biologiske forhold i de danske havområder". Fuglene udnytter, at områdernes er mindre forstyrrede, og at predationsrisikoen er mindre end i andre ferske og terrestriske områder.

Havdykænder udnytter områder, hvor vanddybden generelt er under 20 m for at få adgang til den primære føde i form af muslinger. Sortænder går primært efter muslinger som *Spisula*, mens edderfugle har blåmuslinger som en vigtig fødekilde. Blåmuslingebestanden i de åbne mere lavvandede dele af Kattegat bliver generelt kontrolleret af søstjerne, hvorimod predationspresset aftager i den sydlige del af Bælthavet pga. søstjernes krav til en vis saltholdighed. Havlitter forekommer især i den vestlige Østersø. Her er størrelsen på blåmuslinger, der er den primære føde for havlitter, mindre pga. den lave saltholdighed. Havlitterne har i modsætning til fx edderfugle en preference for mindre muslinger.

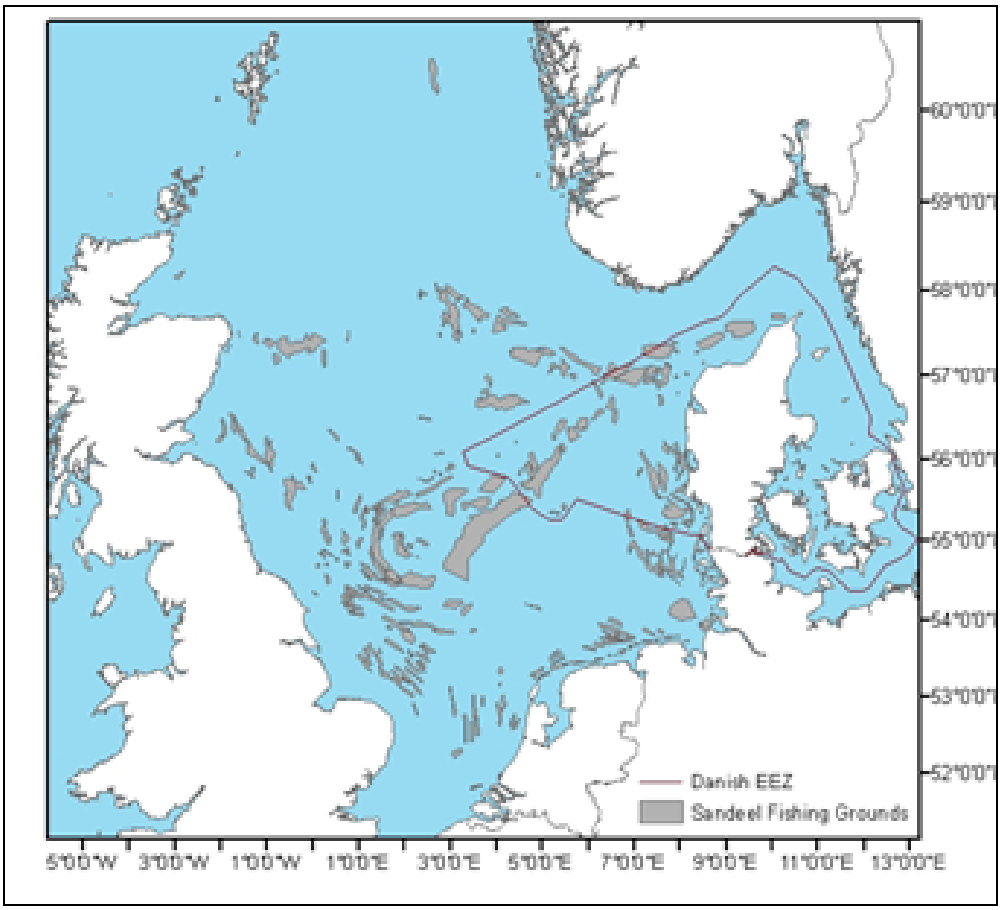
Skarver, Lommer og skallesluger er fortrinsvis fiskeædere, hvis primære bytte er af bentiske fiskearter. Vanddybderne er dermed en begrænsende faktor pga. søgetiden.

4.5 Bentiske Fiskehabitater

Tobis: Tobis er blandt de arter, der har meget specifikke habitatkrav. Der findes fem tobis arter i danske farvande, hvoraf havtobisen (Ammodtyes marinus) og kysttobisen (A. lancea) er dominerende arter. Kysttobis lever i Nordsøen, Skagerrak og de indre farvande (undtagen Østersøen), mens havtobis udelukkende findes i Nordsøen. Alle fem arter forekommer kun i meget veldefinerede områder, da de stiller specifikke krav til deres habitat. Tobis graver sig ned i sedimentet om natten og i de mørkeste vintermåneder, som det fremgår af figur 4.16. Deres benthiske habitater findes, hvor havbunden består af groft sand med et lavt indhold af dynd og ler (≤ 6%) (Holland et al. 2005).

Figur 4.16: *Tobis nedgravet i sand. Foto: Jane Behrens, DTU Aqua.*

Andre undersøgelser har fundet mindsket tæthed af tobis i områder, hvor dynd og ler udgjorde mellem 2-10 % (Wright et al. 2000). Herudover kræver tobis kraftig vandstrøm over havbunden, og dybder ≤ 80 meter, dvs. banker som f.eks. Fisker Banke og Dogger Banke i Nordsøen (Macer 1966, Jensen 2001, Wright et al. 2000). Kortet i figur 4.17 viser tobis levesteder i Nordsøen og Skagerrak. Der findes ligeledes vigtige habitatområder ved Skotlands østkyst, samt omkring Shetlandsøerne (Macer 1966, Gauld & Hutcheon 1990). Tobis er bundgydende, idet æggene lægges enkeltvis og klæber fast til sedimentet, hvor de senere klækker (Bowman 1914, Winslade 1971). Larverne er pelagiske og driver med strømmen (Proctor et al. 1998) indtil de ved en størrelse på ~2 cm udvikler finnestråler, og dermed bliver habile svømmere, der aktivt opsøger de voksne tobisers bentiske habitat (Jensen 2001).



Figur 4.17: *Kort over tobishabitater i Nordsøen og Skagerrak (Jensen et al. 2011).*

Fladfisk: Fladfisk gyder oftest på dybere vand i mere eller mindre afgrænsede områder. Eksempelvis gyder rødspætter i Nordsøen og Kattegat på dybder mellem 20 og 40 meter (Coombs et al. 1990, Nielsen et al. 2004). De fleste fladfiskearter gyder æg, der er planktoniske og driver rundt med havstrømme. Når larverne klækker, er de meget små og med begrænset mulighed for bevægelser. Efterhånden som de udvikler sig, bliver de dog i stand til at foretage vertikale bevægelser, og nogle arter, som skrubber og ising, har markante døgnrytmer, hvor de opholder sig nær på havbunden om dagen og tæt på havoverfladen om natten (Campos 1996 i Gibson 1997). Nogle arter benytter sig af selektiv tidevandstransport mod kysterne, men i områder, hvor tidevandsforskellene ikke er store, som f.eks. i Kattegat, er det overvejende lufttryk og vindforhold, der bestemmer vandstrømmene. Det er f.eks. vist, at transport af rødspætteyngel til kysterne i Ålborg Bugt er afhængig af vindens styrke og retning (Nielsen et al. 1998). Når fiskelarverne forvandler sig til juvenile, søger de ind mod lavere vand, hvor de slår sig ned på bunden. Vækst og overlevelse af juvenile fladfisk er afhængig af størrelsen og kvaliteten af deres levested (habitat). De faktorer, der har betydning for habitatets kvalitet og kvantitet omfatter føde og prædatorer samt temperatur, saltholdighed, iltforhold, dybde, habitatstruktur og hydrodynamiske faktorer (Gibson 1994).

Nogle fladfiskearter, som f.eks. skrubbe, pighvar og rødspætte, har meget snævre dybdeudbredelser og dermed meget veldefinerede opvækstområder, mens andre arter, såsom ising ikke har veldefinerede krav til deres opvækstområde (Gibson 1997). Pighvaryngel ved Nordsjællands kyst er dog observeret over et væsentligt bredere dybdeinterval, end pighvaryngel fanget ved Århus Bugt og Ålborg Bugt (Sparrevohn & Støttrup 2007), hvilket indikerer, at der er stedspecifikke forskelle inden for samme art, som kan skyldes f.eks. fødetilgængelighed. Fiskeyngel af skrubbe foretrækker vanddybder ≤1 meter som 0-gruppe fisk, og de større 1-gruppe skrubber findes udbredt fra helt ind mod kysten til lidt dybere vand end 0-gruppen (Muus 1967). Selv arter med meget snævre opvækstområder foretager små daglige migrationer mellem kysten og det dybere vand relateret til enten lys eller tidevand. Fladfisk bevæger sig endvidere langs kysten det første år inden for deres foretrukne dybdeinterval, indtil om efteråret. I løbet af efteråret forlader fladfiskeyngelen kysten og forbliver vinteren over i de dybere vandlag, hvor vandet er varmere, indtil det følgende forår, når vandet begynder at blive varmere, hvor de vandrer ind mod kysten for igen at spise og vokse sommeren igennem (Muus 1967, Gibson 1994).

5. Konklusioner

Marine habitater spænder bredt fra et levested for en enkelt organisme i en del af livscyklen til et sted, der huset er helt biologisk samfund. I dette notat er der primært fokuseret på habitater for større bentiske samfund, men pelagiske habitater og mere specialiserede habitater er også berørt.

Med den igangværende kortlægning af stenrev er det Naturstyrelsens plan, at kortlægge en stor del af habitatdirektivets naturtyper i de åbne farvande. Det er endnu usikkert, om kortlægningen resulterer i så tilpas detaljerede kort, at sandbanker og rev inden for områderne er godt lokaliseret og afgrænset. Et gennemført kortlægningsprojekt omkring Hatter Barn peger på problemer med definition og afgrænsning af rev i kortlægningssammenhæng.

En sammenligning af kort over EUSeaMap's "hårdbunds-landskaber" med den detaljerede kortlægning af Hatter Barn området og DCE's generelle kendskab til revforekomster i øvrigt i de danske farvande viser, at EUSeaMaps ikke bør anvendes til analyser eller vurderinger af hårdbundsarealer i de danske farvande. Kortene indikerer derimod, hvor udvidede undersøgelser er nødvendige. Usikkerheden forbundet med karakteriseringen af de marine landskaber er stor eller endog meget stor i mange områder, og forbehold bør derfor tages ved anvendelse af data.

Langt hovedparten af boblerevsstrukturer i Natura-2000 områder er kortlagt, men de præcise positioner på de enkelte strukturer er oftest ikke opgivet. Der findes i mange tilfælde kun angivelser af strukturer inden for et areal, hvilket gør det vanskeligt senere hen at overvåge, om der er sket skader uden en ny omfattende akustisk kortlægning.

Naturstyrelsen har for nyligt kortlagt betydelige områder med sandbanker i Nordsøen. Men sandbanker er ikke en del af udpegningsgrundlaget for de to Natura-2000 områder, der eksisterer i Nordsøen.

For de danske dele af Nordsøen og Skagerrak konkluderes:
De geologisk funderede habitater er modelleret på baggrund af et groft survey net i store områder og et mindre groft survey-net i andre som fx på Jyske Rev. Områder identificeret som hård bund må betragtes som meget usikre og overestimeret med undtagelse af arealer, der er grundigt kortlagt. Dele af de områder, der i EUSeaMap er karakteriseret som sandbund, har sandbankestruktur.

DCE's kendskab til de biologiske habitater i Nordsøen er ringe. Gennemførte undersøgelser af bundfauna i Nordsøen kunne, såfremt de er udført efter de tekniske retningslinjer for det nationale overvågningsprogram, have været

sikret i den nationale database. DTU-Aqua har kortlagt større områder, der ofte er sammenfaldende med sandbanker, der er hjemsted for tobiser.

Natura-2000 områderne i Nordsøen dækker både sandbanker og stenrev, men for revenes vedkommende indgår de få lavvandede fotiske områder ikke i de udpegede områder.

For området bestående af Kattegat med tilstødende fjordkomplekser og de nordlige og centrale dele af Øresund konkluderes:
Datagrundlaget er markant bedre i de indre danske farvande. Der er flere geologisk funderede habitater, der er detaljeret kortlagt, eller som er ved at blive det. Dertil kommer, at der er allerede er indsamlet data, som kunne føre til en endnu bedre kortlægning af store dele af havbunden i de danske farvande.

Det er muligt at associere biologiske samfund til nogle bundtyper som fx amphioura samfundet og haplops samfundet på den bløde bund. Den geografiske udstrækning af ålegræshabitater er beskrevet i flere omgange i forrige århundrede, men den aktuelle udbredelse er i dag dårligt kendt, blot ved man at bestandene er meget pressede af eutrofieringseffekter.

Tangskov med makroalger på stenrev er et kompleks habitat, hvis tredimensionelle udbredelse kun er beskrevet i et tilfælde i Kattegat, da der både kræves oplysninger om dybde, stenforekomst og en bagvedliggende statistisk model, før det kan lade sig gøre. Tangskovens vertikale udstrækning er tæt knyttet til den ovenliggende vandmasses eutrofieringstilstand.

Kendskabet til de biogene revs udbredelse er primært knyttet til blåmuslingebanker og østers i de tilstødende fjordområder. Egentlige biogene rev af hestemuslinger er observeret i den syd-vestligste del af Kattegat på kanten af Samsø Bælt. Muslingerne sad her med stor tæthed på kanten af den dybe rende, der fortsætter ned gennem Bælthavet. Udstrækningen af biogene hestemuslingerev er ikke kendt. Mindre spredte forekomster af Hestemuslinger er også lokaliseret på Store Middelgrund. Om de har en tæthed og en geografisk udbredelse, som kan retfærdigøre betegnelsen ”rev” er usikkert. En tilsvarende spredt forekomst af hestemuslinger ved Læsø Trindel observeret på en overvågningslokalitet i 90’erne, synes i dag at være gået til.

Kattegat er et særdeles vigtigt område for en række vandfugle, som udnytter føderessourcer på bunden kombineret med områdets mere uforstyrrede karakter.

Tilsvarende er der en række fiskebestande som fladfisk, rundfisk og pelagiske fisk, der udnytter området enten permanent i hele livsforløbet eller som fou-

rageringsområde som fx silden på den årlige vandring mellem gydeområdet omkring Rügen og sommeropholdet i Skagerrak/Nordsøen.

For Bælthavet og de danske dele af Østersøen konkluderes:
Datagrundlaget er også markant bedre i Bælthavet end i Nordsøen og Skagerrak, mens det er mere problematisk for flere habitattyper omkring Bornholm. Der er flere geologisk funderede habitater, der er detaljeret kortlagt eller som er ved at blive det. Dertil kommer, at der er allerede er indsamlet data, som kunne føre til en endnu bedre kortlægning af store dele af havbunden gennem Bælthavet.

Det er muligt at associere biologiske samfund til nogle bundtyper. Den geografiske udstrækning af ålegræs habitater er beskrevet i flere omgange i forrige århundrede, men den aktuelle udbredelse er i dag dårligt kendt.

Tangskov med makroalger på stenrev er et kompleks habitat, hvis tredimensionelle udbredelse kun er beskrevet i et enkelt tilfælde i Bælthavet, da der både kræves oplysninger om dybde, stenforekomst og en bagvedliggende statistisk model, før det kan lade sig gøre. Tangskovets vertikale udstrækning er tæt knyttet til den ovenliggende vandmasses eutrofieringstilstand.

Kendskabet til de biogene revs udbredelse er primært knyttet til blåmuslingebanker og østers i de kystnære områder af Bælthavet og de tilstødende fjordområder. Store tætheder af små muslinger forekommer også permanent på rev i Smålandsfarvandet og i den vestligste Østersø ved Stevns og Møns Klinter.

Egentlige biogene rev af hestemuslinger er observeret i den nordlige del af Samsø Bælt i forbindelse med overvågning af stenrev ved Schultz's grund og i forbindelse med et forsknings- og kortlægningsprojekt ved Hatter Barn. Muslingerne sidder her med stor tæthed på kanten af den dybe rende, der fortsætter ned gennem Bælthavet fra ca. 17-18 meters dybde. Udstrækningen af de biogene hestemuslingerev er ikke kendt.

Store forekomster af edderfugle er tilknyttet muslingebankerne i den vestlige del, men havlitter udnytter de mindre muslinger i den østlige del.

Referencer

Anon (2008): Descriptions of habitats on the OSPAR list of threatened and/or declining species and habitats. OSPAR Agreement (Reference Number: 2008-07).

Bagge, O., Thurow, F., Steffensen, E., & Bay, J. (1994): The Baltic cod. Dana 10:1-28.

Blegvad, H. (1935): En epidemisk sygdom i bændeltangen (*Zostera marina* L.) i Blegcvad H. ED. Beretning til Ministeriet for Søfart og Fiskeri fra Den Danske Biologiske Station 1934. CA Reitzels Forlag, København. XXXIX:1-8.

Boström, C, Baden SP, Krause-Jensen D. (2003): The seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea. In: Green EP, Short FT red, World Atlas of Seagrasses. Berkeley: University of California Press. 2003. s. 27-37.

Bowman, A. (1914): The spawning areas of sand-eels in the North Sea. Scientific Investigations 3, pp. 1-13.

Cameron, A. & N. Askew (eds.) (2011): EUSeaMap - Preparatory Action for development and assessment of a European broad-scale seabed habitat map final report. Available at http://jncc.gov.uk/euseamap

Coombs, S.H., Nichols, J.H., Fosh, C. A. (1990): Plaice eggs (*Pleuronectes platessa* L.) in the southern North Sea: abundance, spawning area, vertical distribution, and buoyancy. J. Cons. Int. Explor. Mer 47:133-139.

Corten, A. (1986): On the causes of the recruitment failure of herring in the central and northern North Sea in the years 1972-1978. J. Cons. Perm. Int. Explor. Mer. 28: pp. 211-240.

Dahl, K. (Red.), Andersen, J.H. (Red.), Riemann, B. (Red.), Carstensen, J., Christiansen, T., Krause-Jensen, D., Josefson, A.B., Larsen, M.M., Petersen, J.K., Rasmussen, M.B. & Stand, J. (2005): Redskaber til vurdering af miljø- og naturkvalitet i de danske farvande. Typeinddeling, udvalgte indikatorer og eksempler på klassifikation. Danmarks Miljøundersøgelser. 170 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 535.

Dahl, K., Larsen, M.M., Rasmussen, M.B., Andersen, J.H., Petersen, J.K., Josefson, A.B., Lundsteen, S., Dahllöf, I. & Christiansen, T. (2003): Kvalitetsvurderingssystem for habitatdirektivets marine naturtyper. Fase 1: Identifikation af potentielle indikatorer og tilgængelige data. Danmarks Miljøundersø-

gelser. 91 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 446.

Dahl, K., Leth, J. O. Al-Hamdani, Z., Carstensen, J., Lundsteen, S., Anthony, D. (2007): Mapping marine habitats in Kattegat, BALANCE Interim Report No. 21. http://balance-eu.org/publications/index.html

Dahl et al. (in prep.): Seabed and habitat mapping in the Hatter Barn area - a high risk area for shipping in the Danish Straits. BaltSeaPlan INTERREG project.

Dahl, K., Lundsteen, S. & Tendal, O. S. (2005): Mejlgrund og Lillegrund. En undersøgelse af biologisk diversitet på et lavvandet område med stenrev i Samsø Bælt. Danmarks Miljøundersøgelser & Århus Amt, Natur & Miljø. 87 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 529.

Dahl, K., Stenberg, C., Lundsteen, S., Støttrup, J., Dolmer, P., & Tendal, O.S. (2009): Ecology of Læsø Trindel - A reef impacted by extraction of boulders. National Environmental Research Institute, Aarhus University. 48 sider.

Davies, C., Moss, D., & Hill, M. (2004): EUNIS habitat classification revised 2004. Report to: EUROPEAN ENVIRONMENT AGENCY EUROPEAN TOPIC CENTRE ON NATURE PROTECTION AND BIODIVERSITY.

Gasiunaite, Z.R., Cardoso, A.C., Heiskanen, A.-S., Henriksen, P., Kauppila, P., Olenina, I., Pilkaityté, R., Purina, I., Razinkovas, A., Sagert, S., Schubert, H., & Wasmund, N. (2005): Seanonality of coastal phytoplankton in the Baltic Sea: Influence of salinity and eutrophication. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 65:239-252.

Gauld, J.A., & Hutcheon J.R. (1990): Spawning and fecundity in the lesser sandeel, *Ammodytes marinus* Raitt, in the north-western North Sea. Journal of Fish Biology 36, pp. 611-613.

Gibson, R.N. (1994): Impact of habitat quality and quantity on the recruitment of juvenile flatfishes. Netherlands Journal of Sea Research 32:191-206.

Gibson, R.N. (1997): Behaviour and distribution of flatfishes. Journal of Sea Research 37:241-256.

Göransson, P., Angantyr, L.A., Hansen, J.B., Larsen, G. & Bjerre, F. (2002): Øresunds bundfauna/Öresunds bottomfauna. Øresundsvandsamarbejdet.

Holland, G. J., Greenstreet, S. P. R., Gibb, I. M., Fraser, H. M., & Robertson, M. R. (2005): Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat

preferences in the marine environment. Marine Ecology Progress Series 303: 269-282.

Jensen, A.C. (1949): Mængde of vækst af sildeyngel i de danske farvande. Beretning til Fiskeriministeriet fra Den danske biologiske Station. 51:17-46.

Jensen, H. (2001): Settlement dynamics in the lesser sandeel *Ammodytes marinus* in the North Sea. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at the University of Aberdeen.

Jensen, H., Rindorf, A., Wright, P.J., & Mosegaard, H. 2011. Inferring the location and scale of mixing between habitat areas of lesser sandeel through information from the fishery. ICES Journal of Marine Science 68(1):43–51.

Johannesen A. & Moksness E. (1991): Herring larvae (Clupea harengus) in the Skagerrak area from December 1987 to April 1988. Fisheries Research 11:155-170.

Knijn, R.J., T.W. Boon, H.J.L. Heessen & J.R.G. Hislop (1993): Atlas of North Sea Fishes: Based on bottom trawl survey data for the years 1985-1987. ICES Cooperative Research Report 194, 268 sider.

Köster, F.W., Möllmann, C., Tomkiewicz, J., MacKenzie, B. R. (2005): Baltic. ICES Coop. Res. Rep. 274,:19-32.

Lund, S. (1941): Tangforekomster i de danske farvande og muligheder for deres udnyttelse. Tansk Tidssk Farm 15(6):158-174.

Macer, C.T. (1966): Sand eels (*Ammodytidae*) in the south-western North Sea; their biology and fishery. Fishery Investigations, Series II 24:1-55.

MacKenzie, B.R., Hinrichsen, H.-H., Plikshs, M., Wieland, K. & Zezera, A.S. (2000): Quantifying environmental heterogeneity: habitat size necessary for successful development of cod *Gadus morhua* eggs in the Baltic Sea. Mar. Ecol. Progr. Ser. 193:143-156.

Muus, B. J. (1967): The fauna of Danish estuaries and lagoons. Meddelelser fra Danmarks Fiskeri og Havundersøgelser. København.

Nielsen, E., Støttrup, J.G., Heilmann, J., & MacKenzie, B.R. (2004): The spawning of plaice *Pleuronectes platessa* in the Kattegat. *Journal of Sea Research* 51:219-228.

Nielsen, E., Støttrup, J., Bregnballe, T., & Nicolajsen, H. (2008): Undersøgelse af sammenhængen mellem udviklingen af skarvkolonien ved Toftesø og forekomsten af fladfiskeyngel i Ålborg Bugt. DTU-Aqua Rapport nr. 179-08, 84 sider.

Petersen, C.G.J. (1901): Fortegnelse over ålerusestader i Danmark optaget i årene 1899 og 1900 med bemaerkninger om ruseålens vandringer etc. I Beretning til landbrugsministeriet fra den danske biologiske station 1990 og 1991. København, Centraltrykkeriet. X:3-28

Petersen, C.G.J. (1913): Beretning til landbrugsministeriet fra den danske biologiske station. Centraltrykkeriet.

Plikshs, M., Kalejs, M. & Grauman, G. (1993): The influence of environmental conditions and spawning stock size on the year-class strength of the Eastern Baltic cod. ICES CM 1993/J: 22.

Pihl, L.; Baden, S.; Kautsky, N.; Rönnbäck, P.; Söderqvist, T.; Max.Troell; Wennhage, H. (2006): Shift in fish assemblage structure due to loss of seagrass Zostera marina habitats in Sweden. Estuarine, Coastal and Shelf Science 67(1-2):123-132.

Proctor, R., Wright P.J., & Everitt A. (1998): Modelling the transport of larval sandeels on the north-west European shelf. Fisheries Oceanography 7(3/4): 347-354.

Rosenberg, R. & Palmén L.E. (1982): Composition of herring stocks in the Skagerrak-Kattegat and the relations of these stocks with those of the North Sea and adjacent waters. Fisheries Research 1:83-104.

Sparrevohn, C.R., and Støttrup, J.G. (2007): Post release survival and feeding in reared turbot. Journal of Sea Research 57:151-161.

Thorp, A.; Jones, R.; Kelso, D. (1997): A comparison of Water-Column Macroinvertebrate Communities in beds of Different Submerged Aquatic Vegetation in the Tidal Freshwater Potomac River. Estuaries and Coasts. 20(1):. 86-95.

Wieland, K., Pedersen, E.M.F., Olesen, H.J., & Beyer, J.E. (2009): Effect of bottom type on catch rates of North Sea cod (*Gadus morhua*) in surveys with commercial fishing vessels. Fisheries Research 96:244-251.

Winslade, P. (1971): Behavioral and embryological studies on the lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt). PhD Thesis. University East Anglia.

Worsøe, L.A., Horsten, M.B. & Hoffmann, E. (2002): Gyde- og opvækstpladser for kommercielle fiskearter i Nordsøen, Skagerrak og Kattegat. DFU-rapport nr. 118-02. pp. 25.

Wright, P.J., Jensen, H., & Tuck, I. (2000): The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, *Ammodytes marinus*. Journal of Sea Research, 44:243-256.

Bilag 1: Datablad

Serie titel og nr.: Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi.

Titel: Karakterisering af fremherskende og særlige habitattyper i havbund og vandsøjle i de danske farvande

Forfattere: Karsten Dahl[1], Ditte Louise Jansen Petersen[1], Ib Krag Petersen[1], Per Dolmer[2], Thomas Kirk Sørensen[2] og Lotte Worsøe Clausen[2]

Institut: [1] Institut for Bioscience, Aarhus Universitet og [2] DTU Aqua

Udgiver: DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ©
Aarhus Universitet - Danmark

URL: http://www.dce.dk

År for udgivelse: 15. august 2012
Redaktion afsluttet: 16. december 2011
Review: Anders Windelin, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet
Jens Würgler Hansen, Institut for Bioscience, Aarhus Universitet

Poul Nordemann Jensen, Nationalt Center for Miljø og Energi (DCE)

Finansiering: Naturstyrelsen.

Bedes citeret som: Dahl, K., D.L.J. Petersen, I. Krag Petersen, P. Dolmer, T.K. Sørensen og L.W. Clausen. 2012: Karakterisering af fremherskende og særlige habitattyper i havbund og vandsøjle i de danske farvande. Fagligt notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi. 40 pp.

Må citeres med kildeangivelse

Sammenfatning: Notatet omfatter en kort beskrivelse af habitat begrebet, der spænder fra et levested for en enkelt organisme til et helt samfund og som kan være en fysisk størrelse eller bestå af et kompleks af sedimenter med tilhørende samfund. I notatet er der lagt særlig vægt på habitatdirektivets naturtyper. Dette er begrundet i de internationale forpligtelser for marine bentiske landskaber og udvalgte særligt betydningsfulde bentiske habitater. Endvidere er der givet en række eksempler på pelagiske habitater.

Keywords: Havstrategidirektivet, habitattyper, karakterisering, klassifikation, Nordsøen, Skagerrak, Kattegat, de danske bælter, Østersøen

Sideantal: 40

Internet version: Dette notat kan downloades i elektronisk format (pdf) via DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi's hjemmeside
http://dce.au.dk/udgivelser/notater/2012/

Bemærkninger: Dette faglige notat er ét af i alt 18 notater udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi i forbindelsen med en faglig karakterisering af miljøtilstanden i de danske havområder, herunder også en vurdering af påvirkningsfaktorer.