

Miljø og naturressursbeskrivelse for Nordsjøen



HAVFORSKNINGSINSTITUTTET

Av Geir Huse, Jarle Klungsøyr, Einar Svendsen, Jon Alvsvåg og Reidar
Toresen

Innhold

1 Nordsjøens økosystem	3
1.1 Introduksjon	3
1.2 Bunnsubstrat og bentiske organismer	4
1.3 Generell beskrivelse av sirkulasjon og vannmasser.....	6
1.4 Generelt om produksjonsforholdene.....	9
2 Særlig viktige nøkkelorganismer og sårbare bestander/områder.....	11
3 Status hos økosystemet i Nordsjøen	14
3.1 Fysiske omgivelser.....	14
3.2 Kommersielt utnyttede fiskearter.....	19
3.2.1 Nordsjøsild (<i>Clupea harengus</i>)	20
3.2.2 Makrell (<i>Scomber scombrus</i>).....	21
3.2.3 Hestmakrell (<i>Trachurus trachurus</i>)	22
3.2.4 Brisling (<i>Sprattus sprattus</i>)	23
3.2.5 Øyepål (<i>Trisopterus esmarkii</i>)	24
3.2.6 Sei (<i>Pollachius virens</i>)	25
3.2.7 Torsk (<i>Gadus morhua</i>)	26
3.2.8 Hyse (<i>Melanogrammus aeglefinus</i>)	27
3.2.9 Tobis (<i>Ammodytes marinus</i>)	28
3.2.10 Norsk vårgytende sild (<i>Clupea harengus</i>).....	29
3.3 Sjøpattedyr	30
3.3.1 Hval.....	30
3.3.2 Sel	32
3.4 Andre organismegrupper	34
3.4.1 Koraller	34
3.4.2 Øvig benthos	35
3.4.3 Reke (<i>Pandalus borealis</i>).....	37
4 Faktorer som påvirker økosystemet	38
4.1 Naturlig variasjon.....	38
4.2 Fiskeri	40
4.3 Tilførsel av næringsalter.....	40
4.4 Annen forurensning	42
5 Økosystemets sårbarhet i forhold til petroleumsvirksomhet	43
5.1 Sårbarhet i forhold til regulær petroleumsvirksomhet.....	43
5.2 Sårbarhet i forhold til akuttutslipp	43
6 Miljøovervåking.....	44
7 Kilder	49
8 Referanseliste.....	49

1 Nordsjøens økosystem

1.1 Introduksjon

Nordsjøen, inkludert fjorder og estuarier, har et overflateareal på ca. 750.000 km² og et volum på 94.000 km³. Det er et meget grunt hav sammenlignet med Norskehavet og Barentshavet (Figur 1.1). To tredje-deler av Nordsjøen er grunnere enn 100 m. Den dypeste delen er Norskerenna nær norskekysten, som har dybder på over 700 m. Dybdeforholdene er viktige for sirkulasjonen, da topografien i stor grad styrer vannmassenes bevegelse.



Figur 1.1. Bunntopografien i Nordsjøen med økonomiske soner inntegnet. Fra hjemmesiden til OSPAR (<http://www.ospar.org/>).

Økosystemet Nordsjøen skiller seg fra for eksempel Barentshavet og Norskehavet ved at det i mye større grad er påvirket av menneskelig aktivitet. Dette er

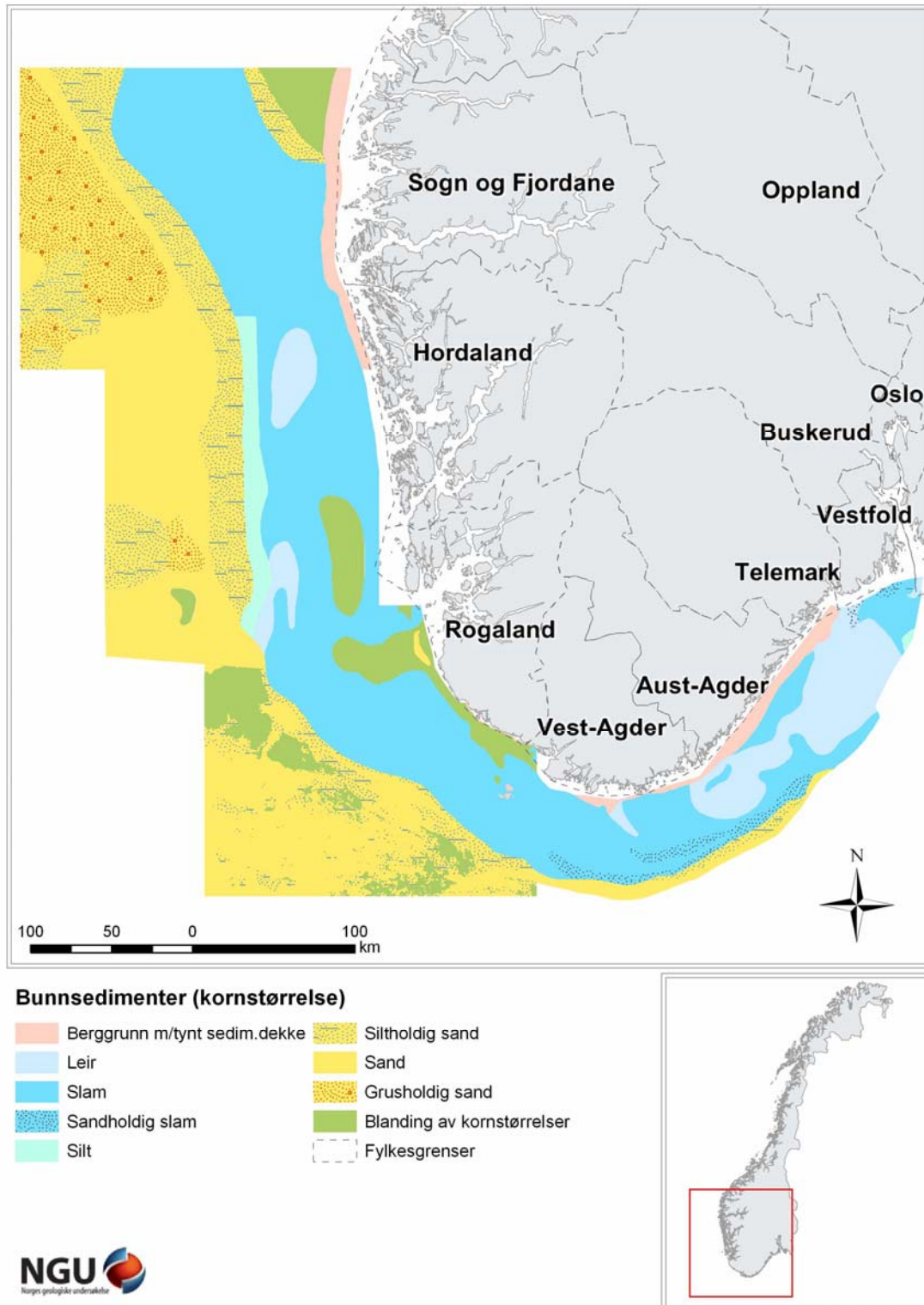
et av de mest trafikkerte sjøområdene i verden, med to av verdens største havner. Her foregår et stort fiskeri, utvinning av olje og gass, uttak av sand og grus og dumping av mudder. Rundt hele Nordsjøen ligger det tett befolkede og høyt industrialiserte land. Som en konsekvens er økosystemet påvirket av utslipp fra bebyggelse, jordbruk og industri. Utslippene tilføres i stor grad fra elvene som renner ut i Nordsjøen. Disse har et totalt nedslagsområde på 850.000 km^2 med en årlig ferskvannstilførsel i størrelsesorden 300 km^3 . Nordsjøen påvirkes også av innstrømmingen fra Østersjøen, som har et nedslagsområde på ca. $1.650.000 \text{ km}^2$ med en årlig ferskvannstilførsel i størrelsesorden 470 km^3 .

1.2 Bunnsubstrat og bentiske organismer

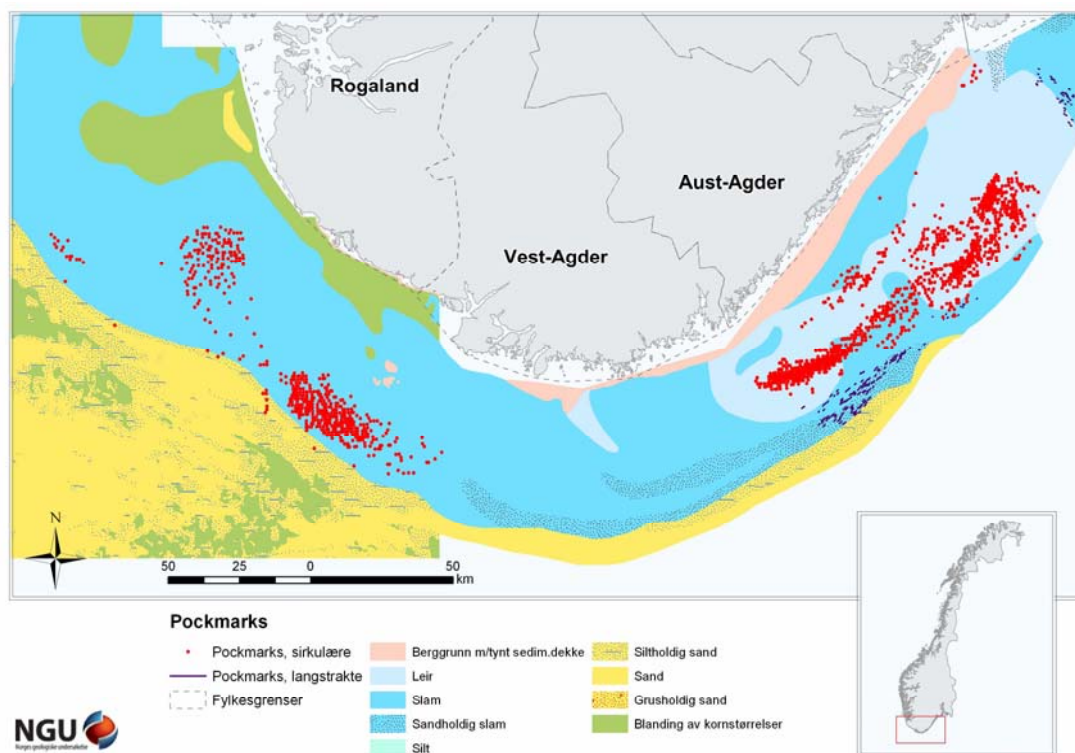
Sokkelområdet er belagt med et flere kilometer tykt sedimentlag avleiret fra de omkringliggende landområdene. Bunnsubstratet er hovedsakelig sand, skjellsand og grus på grunt vann og mudder i de dypere områdene. Figur 1.2 gir en oversikt over sedimentene i den norske sektoren av Nordsjøen.

Sammensetningen av evertebrater som lever på bunnen i Nordsjøen viser et skille mellom en sørlig artssammensetning dominert av frittlevende organismer, mens den nordlige komponenten er mer dominert av fastsittende bunnorganismer. Grensen mellom de to sammensetningene følger 50 m-koten (Figur 1.1). Tallet på arter er høyere i nord enn i sør. Biomassen av denne faunakomponenten viser et generelt trekk med høyest biomasse nær kysten, og lavere biomasse lenger ute (Anon. 2005).

Pockmarks er små naturlige gasslekkasjer på havbunnen og er velkjent fra store deler av Nordsjøen. I pockmarks lekker hydrokarboner naturlig ut fra grunnen og fører til en lokal anrikning av sediment og vann. Denne økte tilgang på organisk materiale gir grunnlag for økt lokal produksjon, og slik lokal anrikninger av næring har blitt knyttet til forekomsten av kaldtvannskoraller (Hovland & Mortensen 1999). Figur 1.3 gir en oversikt over slike pockmarks i Norskerenna, men der er i tillegg forekomster over deler av Nordsjøplatået.



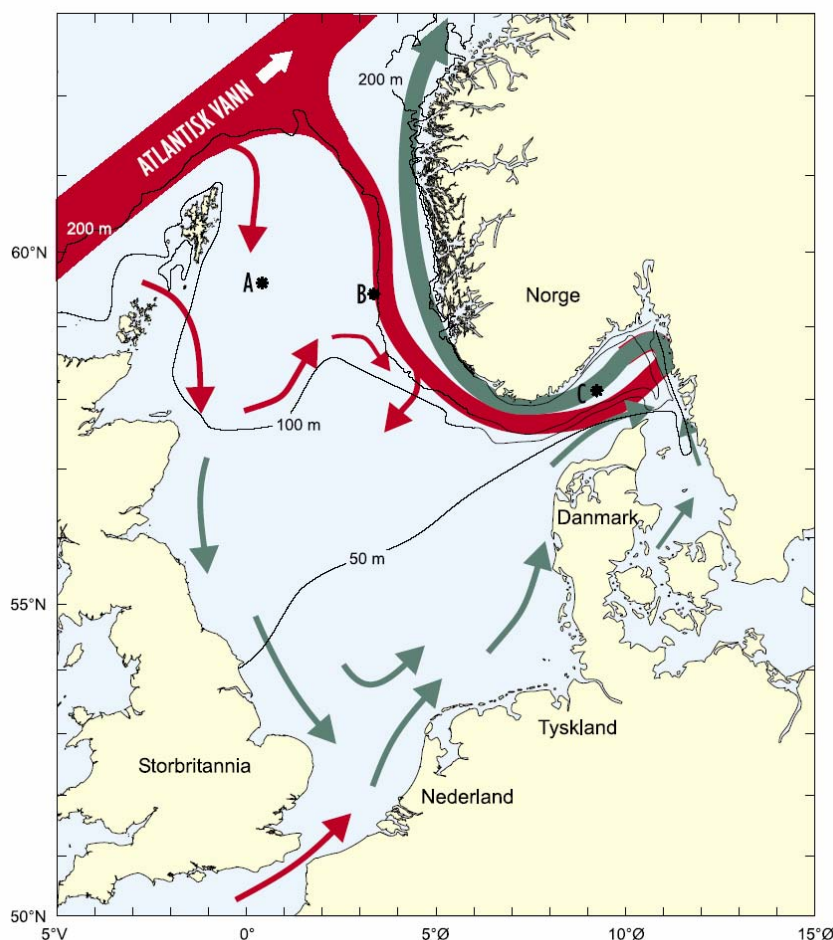
Figur 1.2. Fordeling av bunnsedimenter i Nordsjøområdet (Fra Norges Geologiske Undersøkelser).



Figur 1.3. Fordeling av pockmarks i Norskerenna (Fra Norges Geologiske Undersøkelser).

1.3 Generell beskrivelse av sirkulasjon og vannmasser

Nordsjøen og Skagerrak er møtested for atlantehavsvann og ferskvann, som i utgangspunktet har forskjellige egenskaper mht. egenvekt, saltinnhold og temperatur. Vannmassene i Nordsjøen strømmer for det meste mot klokken, svinger innom Skagerrak og fortsetter så nordover som en del av Den norske kyststrømmen (Figur 1.4). Variasjoner i strømbildet har stor effekt på økosystemet i Nordsjøen. Om vinteren er vertikalblandingen stor i de fleste områdene, slik at det blir liten forskjell i vannmassenes egenskaper mellom øvre og nedre lag. Om sommeren gjør oppvarmingen i det øvre vannlaget at det blir et klart temperatursprang i 20–50 m dyp.



Figur 1.4. De viktigste trekkene ved sirkulasjonsmønstre og dybdeforhold i Nordsjøen og Skagerrak. Lokalisering av stasjonene A, B og C. Røde piler: atlantisk vann. Grønne piler: kystvann.

I forbindelse med den regionale konsekvensutredningen har man delt norsk sokkel i Nordsjøen i fire forskjellige områder (Figur 1.5): Nord, Midtre, Sørvest, og Sørøst. Strømningsmønstret i disse forskjellige områdene varierer en del og har selvsagt relevans for spredningen av utslipp fra petroleumsvirksomhet. Figur 1.6 viser klimatologisk middelstrømfelt nær overflaten for Nordsjøen. Tidevannet er ikke med i denne figuren og tidevannsstrømmene kan i enkelte deler av Nordsjøen være sterke, særlig rundt Orknøyene og i kanalen (Otto et al. 1990). Innstrømmingen av atlantehavsvann er topografisk styrt og følger i stor grad den vestlige delen av Norskerenna (Figur 1.4 og 1.6), mens Kyststrømmen dominerer strømbildet nærmere land. Strømmen, særlig i overflaten, er i stor grad vindstyrt, noe som gjør at strømbildet kan avvike ganske mye fra det som er vist i Figur 1.6.

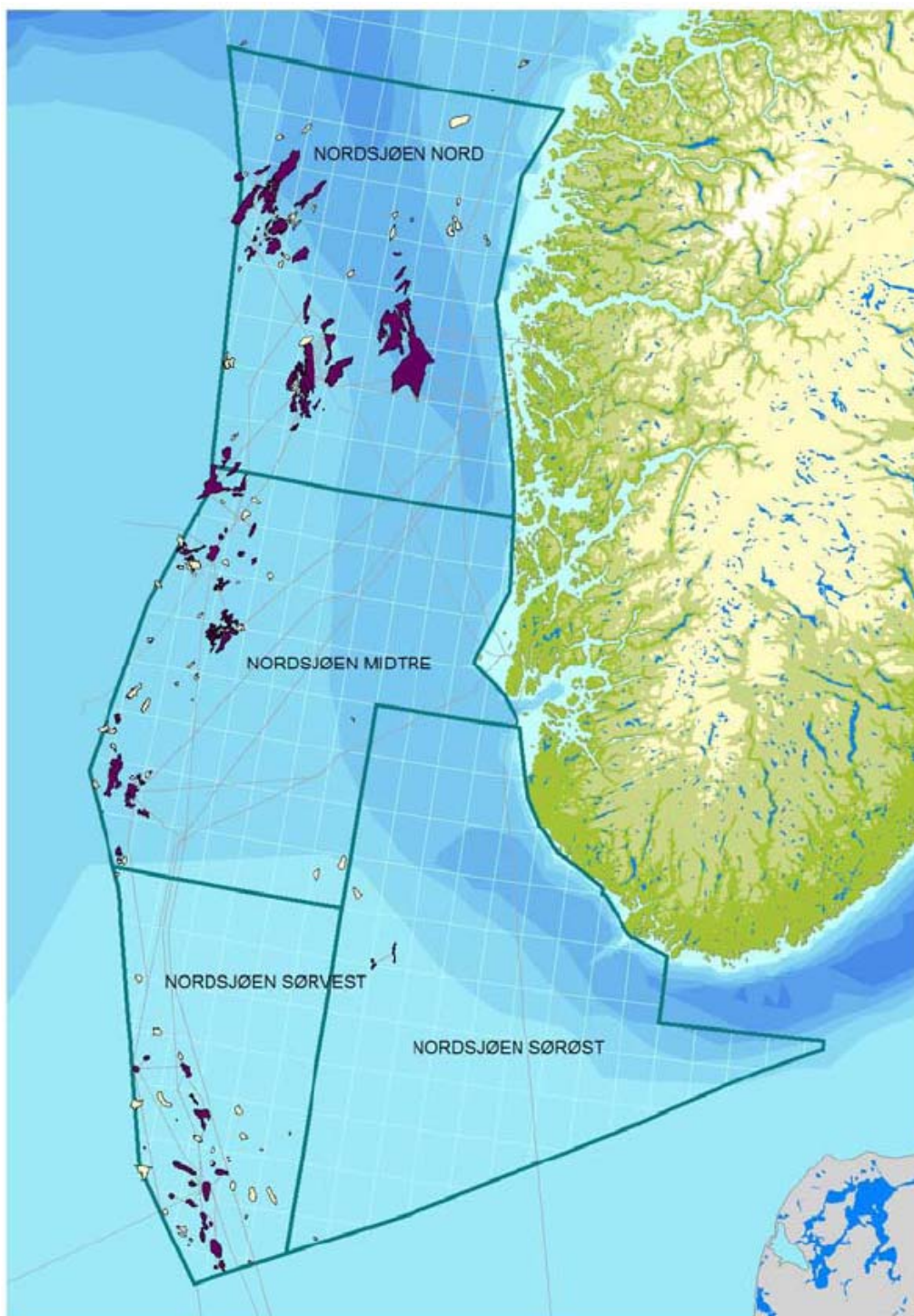
Nordsjøen Nord (Figur 1.5) er et område preget av innstrømming av atlantiske vannmasser i den vestlige delen, mens de sentrale og østlige delene er preget av den nordlige Norske kyststrømmen.

Nordsjøen Midtre er preget av det samme mønstret med sørovergående vannmasser i vest og kyststrømmen i øst. Dessuten kommer innstrømmingen mellom Shetland og Orknøyene inn fra vest i dette området. Denne strømmen er delvis topografisk styrt og følger 100m konturen (se Figur 1.4).

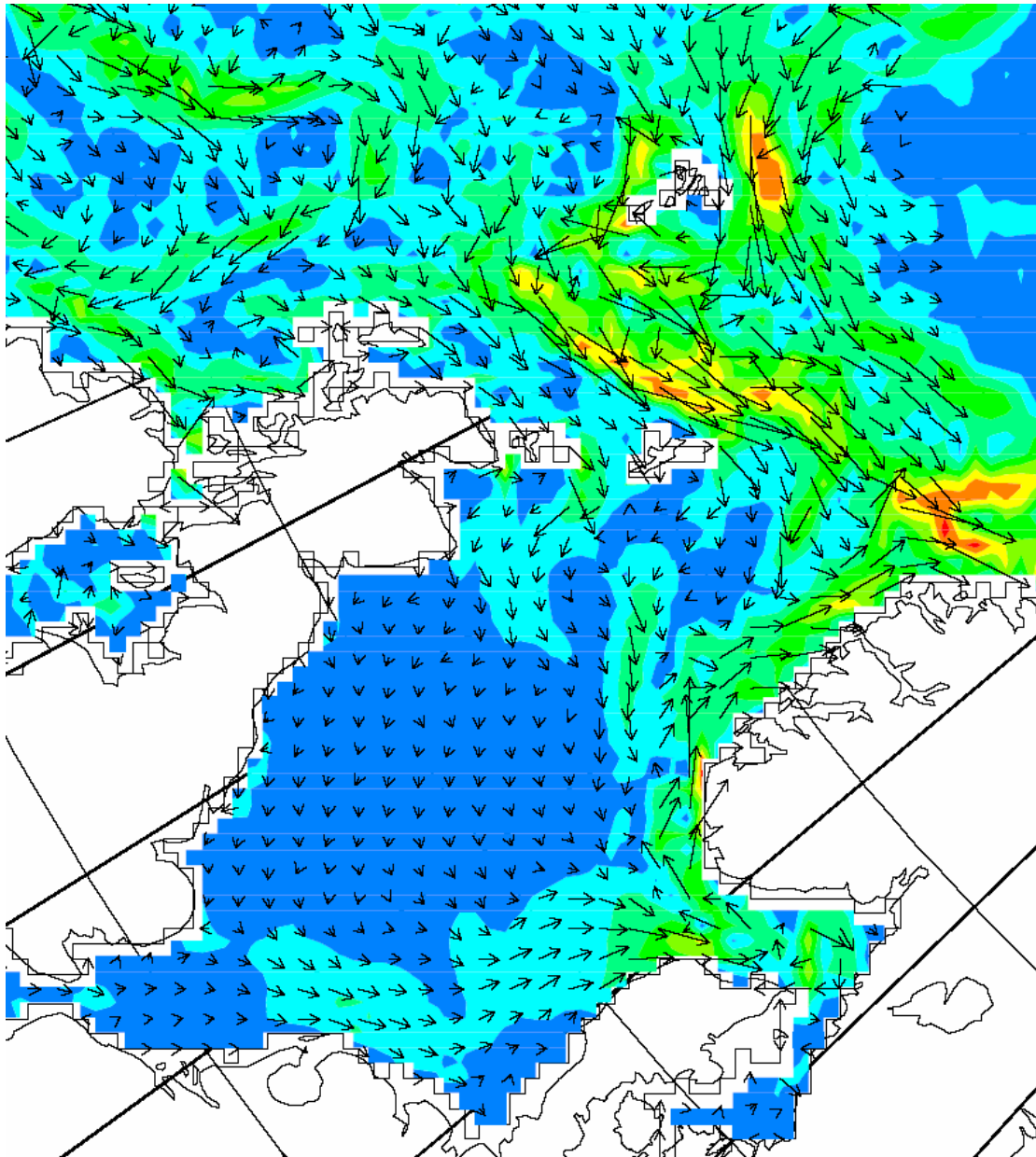
Nordsjøen Sørvest er et område uten særlig sterke strømmer (Figur 1.6.) og med liten tidevannsforskjell.

Nordsjøen Sørøst domineres av den nordlige kyststrømmen nær land, mens innstrømming av atlantiske vannmasser dominerer strømbildet lenger fra kysten.

Som nevnt vil det være stor variasjon i strømmønster avhengig av vindstyrke og -retning, og daglige varsler av overflatestrøm kan sees på MONCOZE hjemmesiden (<http://moncoze.met.no>).



Figur 1.5. Inndeling av Norsk sokkel i under regioner brukt i den regionale konsekvensutredningen.



Figur 1.6. Klimatologisk (middel 1955-2005) strømhastighet (ms^{-1}) i 10 meters dyp for perioden januar-mars. Blått, grønt og rødt indikerer lav, middels og høy hastighet.

1.4 Generelt om produksjonsforholdene

Fysiske faktorer, spesielt stratifisering grunnet tetthetsforskjeller i vannet, spiller en viktig rolle for økosystemet i Nordsjøen. Dette gjør seg spesielt gjeldende i forandringer i strukturen av planktonnæringsnett, energisykluser innen vannsøylen og fluksen av stoffer til bunn. I grunne havområder som Nordsjøen er ofte de pelagiske og bentiske prosessene nær koblet, noe som bidrar til høy produktivitet og biologisk avkastning i regionen. Om vinteren er planteplanktonproduksjonen begrenset av lite lys og lav temperatur. Da øker næringsinnholdet i de øvre vannlag som et resultat av økt vertikal vindblanding og større tilførsler fra land. Om våren, når lysforholdene blir bedre og vindblandingen avtar, ligger forholdene til rette for en oppblomstring av planteplankton

som er grunnlaget for hele den videre næringskjeden via dyreplankton og fisk til toppredatorer som fugl, sel og hval.

Nordsjøen er oppvekstområde for flere kommersielt viktige fiskearter. Fødeforhold, predasjon og transport i den planktoniske livsfasen hos fisk har stor betydning for styrken av årsklassene. Økt kunnskap om variasjoner i nedre del av næringskjeden er nødvendig for å være i stand til å forutsi hvordan menneskeskapte eller naturlige endringer vil kunne påvirke det totale økosystemet. Samlet sett utgjør de pelagiske bestandene i Nordsjøen en atskillig større andel av økosystemets biomasse i dag enn for 15–20 år siden. Langtidsvariasjoner i mengde og sammensetting av dyreplankton i Nordsjøen er knyttet til regionale endringer i klima (vind, temperatur) og endringer i størrelsen av innstrømning av atlantisk vann. I tillegg vil endringer i geografisk utbredelsesmønster i Nord-Atlanteren påvirke artssammensetting av dyreplankton i innstrømmende atlantiske vannmasser. Dette er igjen relatert til klimatiske forhold over Atlanterhavet.

Grovt sett kan Nordsjøen deles inn i fire områder (nord, sentralt, sør og Norskerenna) hvert med sin karakteristiske økologiske profil. Disse områdene følger i stor grad dybdekonturene vist i Figur 1.1. I nord, med dybder på 100–200 m, finner vi ofte voksen torsk, sei, sild, hyse og øyepål. Om høsten besøkes området av makrell og hestmakrell som beiter på dyreplankton og fisk. I Norskerenna finner vi også voksen sild og makrell nær overflaten, mens dypet er en verden for seg. Her er oppvekstområder for kolmule, og ellers domineres bildet av dyphavsarter som vassild, skolest, svarthå, osv. Disse områdene er preget av oseaniske dyreplanktonarter, der *Calanus finmarchicus* er den viktigste komponenten. I mai/juni utgjør denne arten opptil 80 % av den totale dyreplanktonbiomassen, og er den viktigste arten for dyreplanktonspisende fisk i denne delen av Nordsjøen. Sesongmessig produksjonssyklus og produktivitet av *C. finmarchicus* varierer mellom år, og mye tyder på at bestanden av *Calanus* i Nordsjøen avhenger av en årlig tilførsel fra atlantiske vannmasser. *C. finmarchicus* er avhengig av dypere områder for overvintring, f.eks. Norskerenna (300–700 m dyp). Omfanget av overvintring i Nordsjøen er imidlertid ikke kjent, og heller ikke forholdet mellom tilførte og lokale populasjoner av *C. finmarchicus*. De siste tiårene har det vært en nedgang i mengden av *C. finmarchicus* i Nordsjøen, og en samtidig økning av mengden av *C. helgolandicus* (Beaugrand et al. 2002). Disse endringene er knyttet til endringer i strømningsmønster og dermed klima i Nordsjøen. Det dype Norskehavet er et kjerneområde for *C. finmarchicus*, mens Nordsjøen for det meste er for grunn til å kunne opprettholde en stor stående biomasse av denne arten. Mengden av *C. finmarchicus* i Nordsjøen er dermed avhengig av importen fra Norskehavet som igjen er avhengig av strømningsmønsteret.

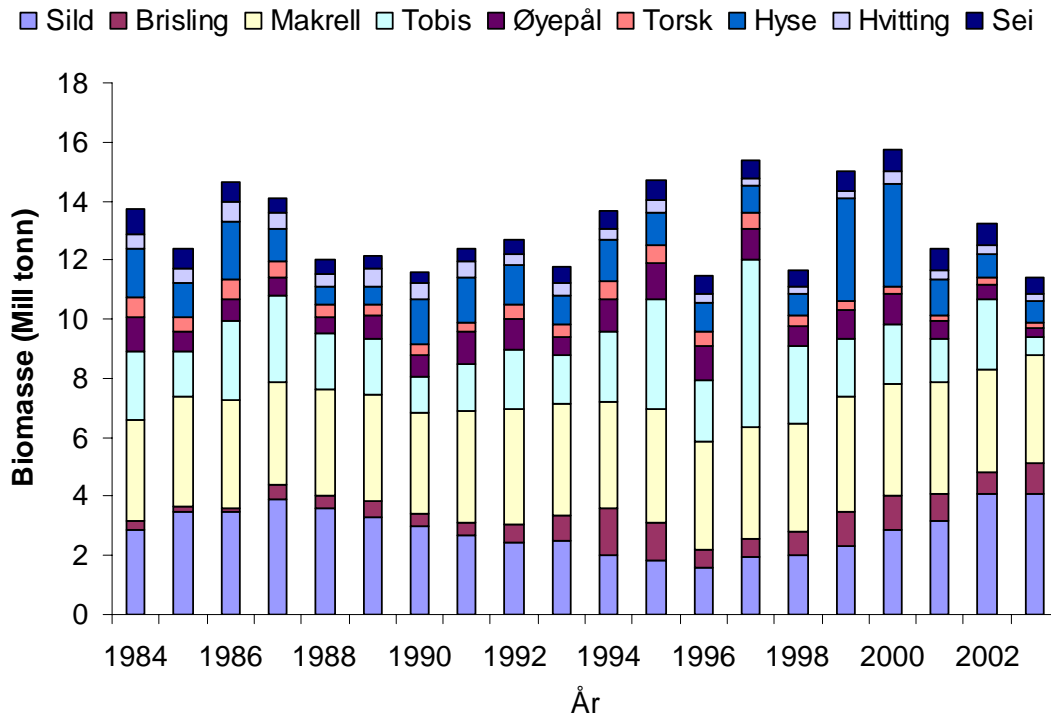
I det sentrale Nordsjøen avløses den voksne silda av ungsild, brisling forekommer, og torskefiskene domineres av hvitting og hyse. Store deler av dette området er generelt mindre fiskerikt enn lenger nord, og det er preget av lav årlig primærproduksjon. I øst, med dybder på 50–100 m, er det oppvekstområder for sild og torsk, og viktige tobisområder. Den sydligste delen er gruntvannsområder som er viktige for oppvekst av sild og torsk. Her er også viktige tobisområder, og det er hovedområdet for flatfisk. Dyreplanktonet i kystnære og sørlige områder domineres av små, omnivore arter (for eksempel *Pseudocalanus spp*, *Acartia clausi* og *Temora longicornis*, *Centropages hamatus*) som har stor tåleevne i forhold til forurensning og fluktuasjoner i hydrografi.

Forholdet mellom fiskebestandenes størrelse og utbredelse i Nordsjøen er mer stabilt enn i Barentshavet og Norskehavet. Likevel ser vi betydelige endringer over

tid. Det har vært perioder der torskefiskene har ekspandert, for eksempel på 1960-70 tallet (Cushing 1980). Videre har det vært vekslinger mellom sild og brisling som dominerende sildefisk. Den vestlige bestanden av makrell har gradvis forflyttet beiteområdet sitt til Nordsjøen. Dermed har den overtatt deler av nordsjømakrellens område etter at denne bestanden falt sammen i 1970-årene. Generelt utgjør de pelagiske bestandene en atskillig større del av biomassen nå enn for 15–20 år siden. Årsakene til slike endringer kan være mange. Både miljøforandringer og fiskepress kan ha hatt betydning, muligens også at artene beiter på hverandre (Hislop 1996). I tillegg kan endringer i strømmønsteret føre til at larvene bringes mer eller mindre effektivt til egnede oppvekstområder.

2 Særlig viktige nøkkelorganismer og sårbare bestander/områder

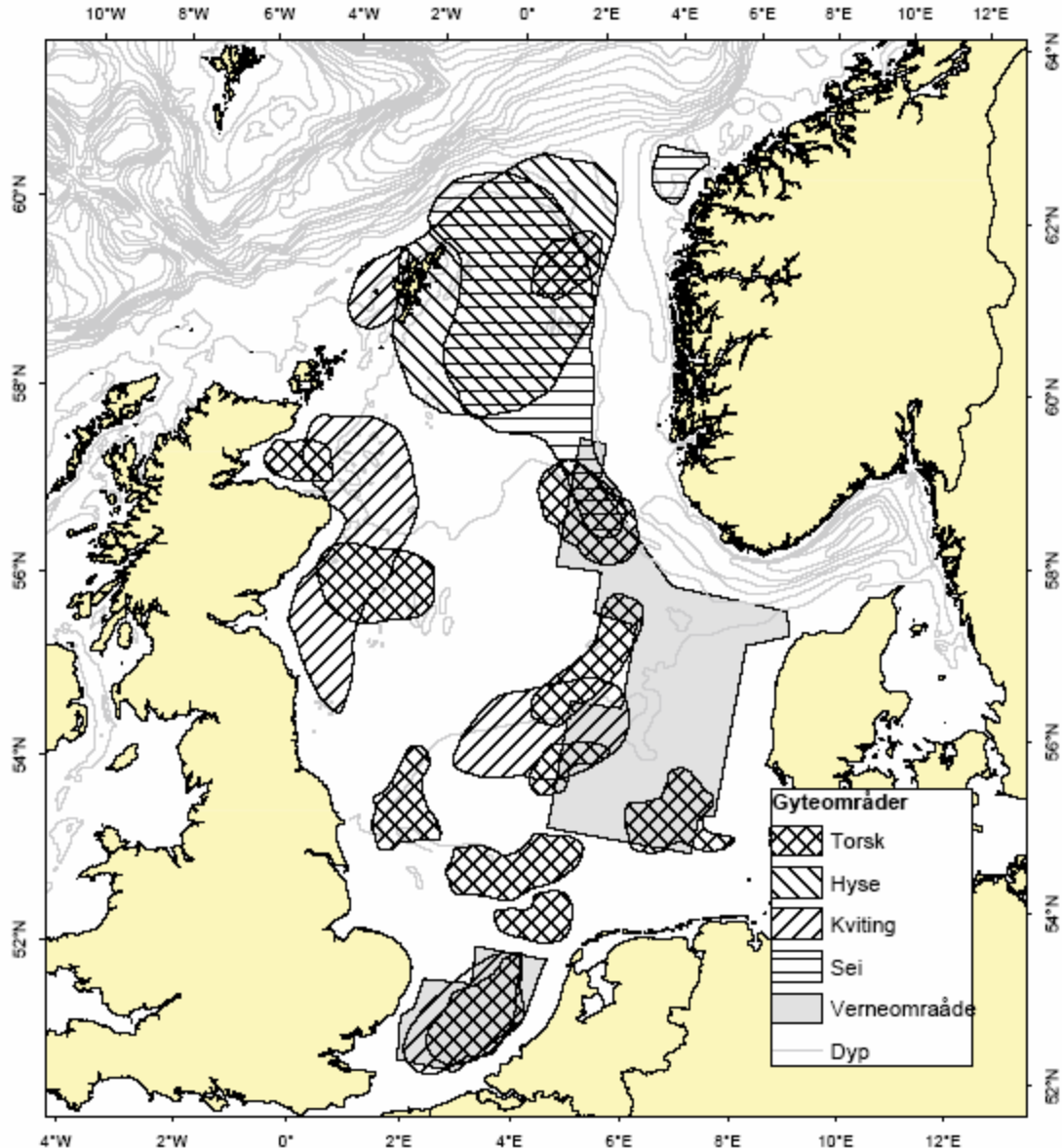
Organismer kan være spesielt viktige enten direkte i form av at de utgjør høstbare ressurser for mennesker eller indirekte i form av at de er tallrike og har interaksjoner med andre deler av økosystemet og således har en viktig funksjon i økosystemet. Fisk utgjør størstedelen av de levende ressursene i Nordsjøen. Den pelagiske komponenten i økosystemet i Nordsjøen er dominert av sild og brisling som befinner seg i Nordsjøen over hele året. Makrell og hestmakrell er i hovedsak tilstede om sommeren når de entrer Nordsjøen fra sør og nordvest. De dominerende torskefiskene er torsk, hyse, hvitting og sei mens de viktigste flyndrefiskene er rødspette, gapeflyndre, sandflyndre, tunge og lomre. De viktigste byttedyrsfiskene er tobis, sild, brisling og øyepål. Den totale fiskemengden i Nordsjøen har variert mellom 11 og 15 millioner tonn de siste 20 årene (Figur 2.1). I tillegg til variasjonen i totalbiomasse er det variasjon i den relative fordelingen av biomasse mellom arter. Hele bestanden av makrell i Nordøstatlanteren er tatt med i Figur 2.1. Dette er et overestimat siden bare deler av bestanden oppholder seg i Nordsjøen.



Figur 2.1. Biomasse av de viktigste utnyttede fiskebestandene i Nordsjøen. Dataene er hentet fra ICES arbeidsgrupperapporter (<http://www.ices.dk>).

Torskefiskene torsk, sei, hyse og hvitting er nøkkelfisk i Nordsjøen. Disse har pelagiske egg og er dermed uavhengige av bunnssubstratet når de gyter. Istedenfor er temperatur viktig i å bestemme gytested. Figur 2.2 viser at torskefiskene gyter over store deler av Nordsjøen, og at disse områdene overlapper med petroleumsaktivitet. Perioden februar-juli er spesielt sårbar siden fiskelarvene på den tiden har liten egenbevegelse og er lite i stand til å rømme vekk fra eventuelle forurensede områder. For nettopp å verne torskens gyteområde ble deler av Nordsjøen stengt for tråling i 75 dager vinteren 2001 (Figur 2.2).

Sild er en annen nøkkelart med stor utbredelse i Nordsjøen. Sildeeggene legges på bunnen i områder med grus, sand eller skjellsand, og disse gytefeltene er svært sårbare under gyting og i eggfasen. I tillegg vil eventuell permanent skade på gytefelt kunne ha konsekvenser for senere års gyting. Gyteområdene er ”anlagt” utfra kriterier knyttet til tilstrekkelig oksyngjennomstrømning og at larvene skal få en gunstig drivbane de første levemånedene. Det er derfor viktig at slike områder ikke utsettes verken for regulære eller akutte petroleumsutslipp.



Figur 2.2. Fordeling av gyteområder for torskefisk i Nordsjøen.

Tobis, øypål og brisling er også viktige arter i Nordsjøen både direkte som fiskeressurs, men også indirekte i form av å være byttedyr for en rekke større fiskearter og fugl.

En del sårbare arter som tidligere var ganske vanlige i Nordsjøen har fullstendig forsvunnet (e.g. tunfisk) eller blitt veldig sjelden (e.g. kveite). De fleste bruskfisk er på et lavt bestandsnivå. Pigghå var tidligere vanlig i Nordsjøen, men har nå en biomasse på bare 5% av den opprinnelige bestandsstørrelsen. De fleste skateartene er også på et lavt nivå og har forsvunnet fra store deler av Nordsjøen. Disse problemene er i stor grad knyttet til høyt fiskepress, men samtidig fører den pågående temperaturøkningen til at mange arter flytter sin utbredelse nordover. Tilsvarende får Nordsjøen ”påfyll” av sydligere arter som er i ferd med å etablere seg der (Perry et al. 2005).

I tillegg til disse artene som opptrer på Nordsjøplataet vil arter som befinner seg på Norskekysten være utsatt for akuttutslipp fra petroleumsvirksomhet. Norsk vårgytende (NVG) sild er en nøkkelart i så måte som har gytefelt på Mørkekysten, like

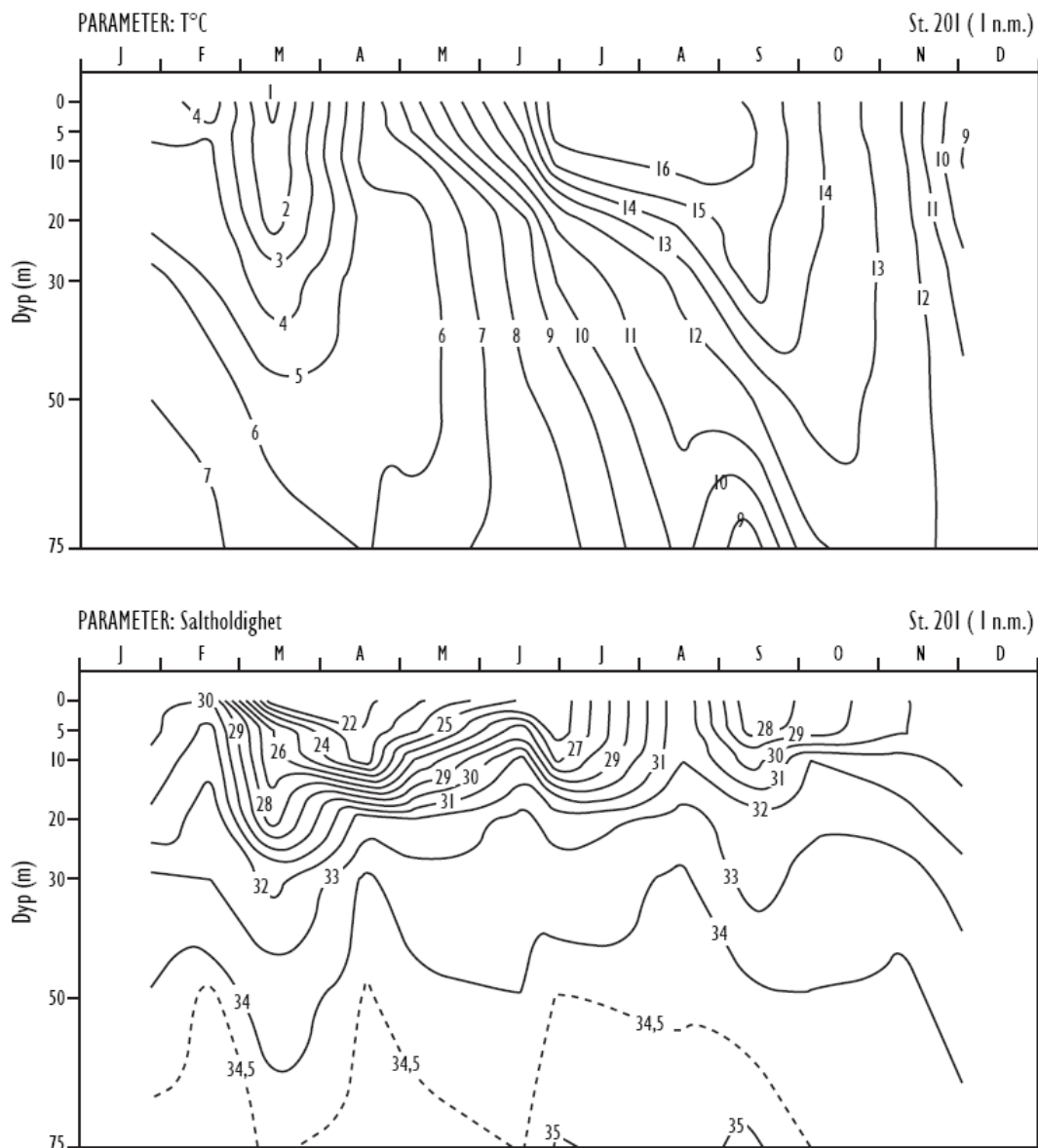
nedstrøms for Nordsjøen. Dette er en av våre aller viktigste fiskeressurser og eventuelle petroleumsutslipp som rammer denne bestanden vil dermed kunne få store økonomiske konsekvenser.

3 Status hos økosystemet i Nordsjøen

3.1 Fysiske omgivelser

Variasjoner i strøm, temperatur og turbulens har stor effekt på økosystemet i Nordsjøen. Ved inngangen til 2006 var temperaturene i overflaten ekstremt høye, rundt 2 °C over normalen, og i første halvdel av 2006 ser Nordsjøen fortsatt ut til å kunne bli vesentlig varmere enn normalt. De viktigste årsakene til variasjonene er endringer i innstrømning av atlantisk vann, vindforhold, varmeutveksling med atmosfæren og ferskvannstilførselen.

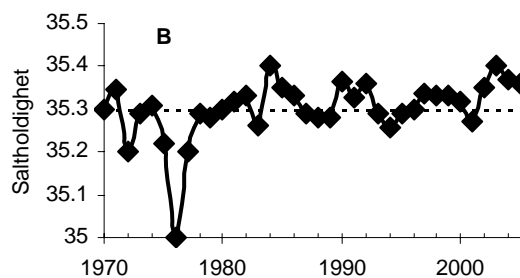
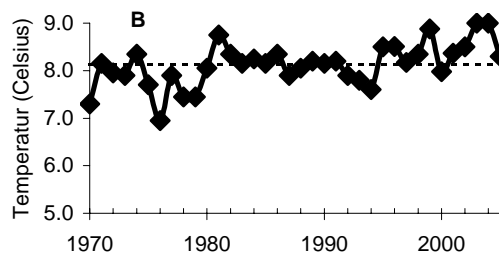
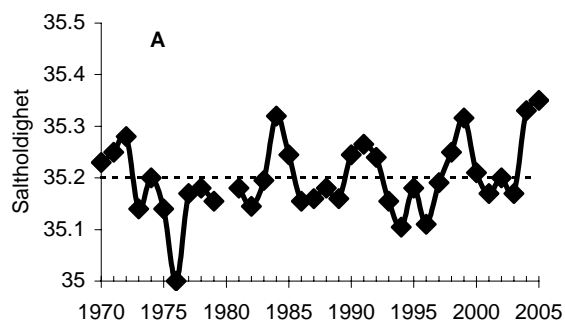
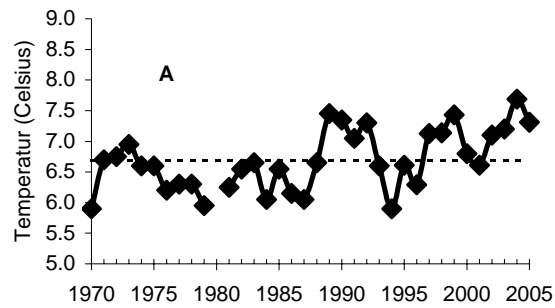
Temperaturen i de øvre vannmassene var ved begynnelsen av 2005 1-1.5 °C varmere enn normalt stort sett i hele Nordsjøen (Figur 3.1). Milde sørvestlige vinder i desember (2004) og januar ble etterfulgt av relativt kjølig vintervær og medførte en rask normalisering av temperaturen som holdt seg nær normalen frem til høsten. Uvanlig varmt vær på ettersommeren og høsten medførte at temperaturen i øvre vannlag mot slutten av året var rundt 2 °C varmere enn normalt, som er det varmeste observert de siste 35 år. Dersom mildværet fortsetter, vil havklimaet i Nordsjøen første del av 2006 kunne bli av det varmeste vi har observert.



Figur 3.1. Temperatur og saltholdighet i 2005 i de øverste 75 m, ca. 1 nautisk mil utenfor Torungen fyr ved Arendal (Stasjon 201).

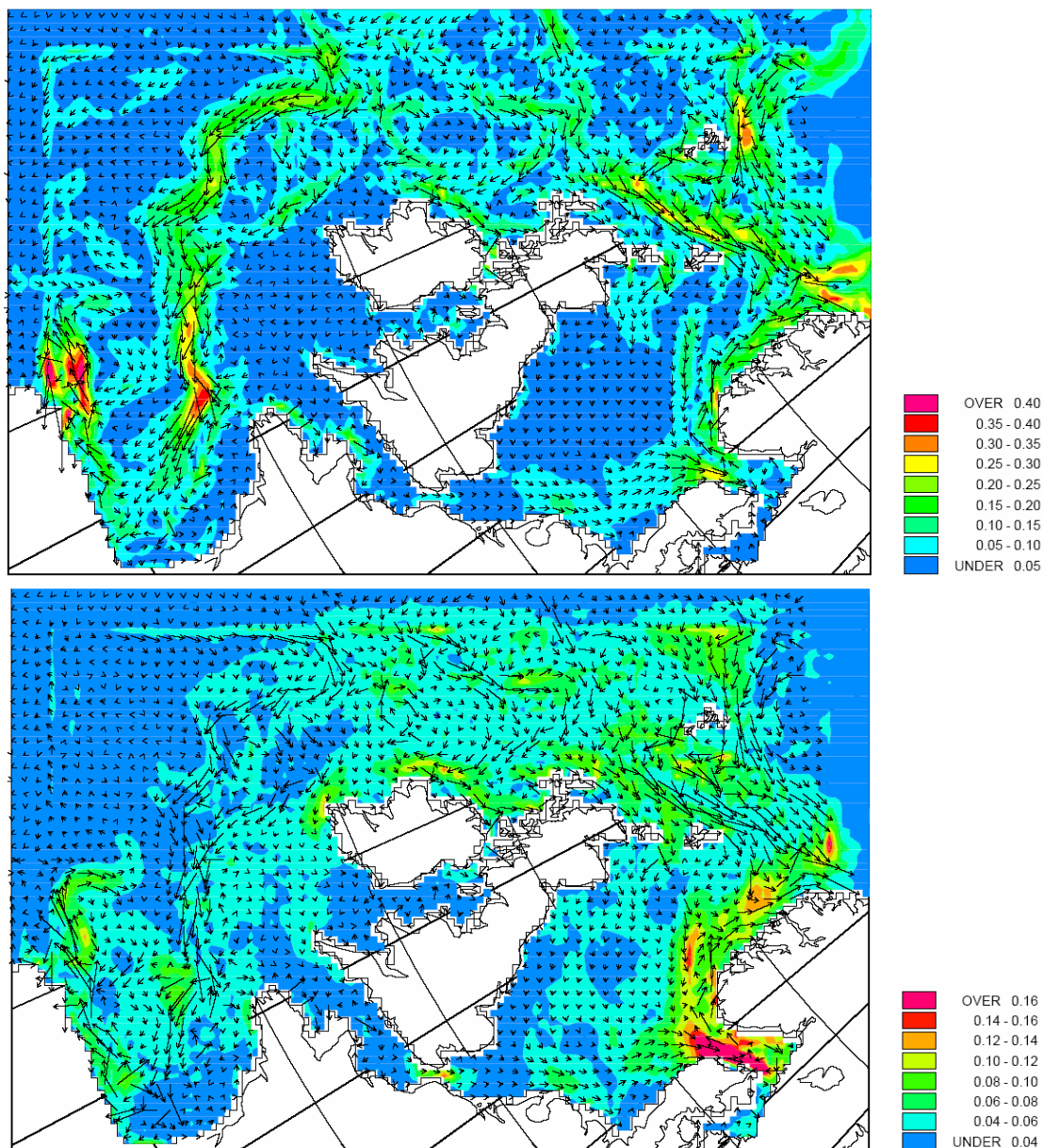
Figur 3.2 A og B viser tidsserier av sommermålinger av temperatur og saltholdighet i dypere lag av nordlige Nordsjøen antatt å representere forutgående vintervann, og i kjernen av det innstrømmende atlantiske vann i vestskråningen av Norskerenna. Den relativt kjølige vinteren og våren medførte at temperaturen også i de dypere vannlag ble mindre ekstreme enn i 2004, mens saltholdigheten spesielt på nordsjøplataet (A) er ekstremt høy grunnet svært høy saltholdighet på innstrømmende atlantisk vann.

Langs Skagerrakkysten varierte de hydrografiske forholdene i 2005 en del forskjellig fra situasjonen i 2004, med atskillig kaldere vann i de øvre 30 m vinteren 2005 og kaldere badetemperaturer om sommeren. Vannmassene i de dypere lag ble gjennom hele 2005 preget av store tilførsler av varmt atlantisk vann (saltholdighet > 35), med unntak av januar hvor det ble registrert skagerrakvann. Temperaturen lå 0,5–1 °C over langtidsmiddelet gjennom nesten hele året. De salte atlantiske vannmassene i disse dypere lag av kystvannet medvirket til innstrømming av nytt vann til fjordbassengene på Skagerrakkysten.

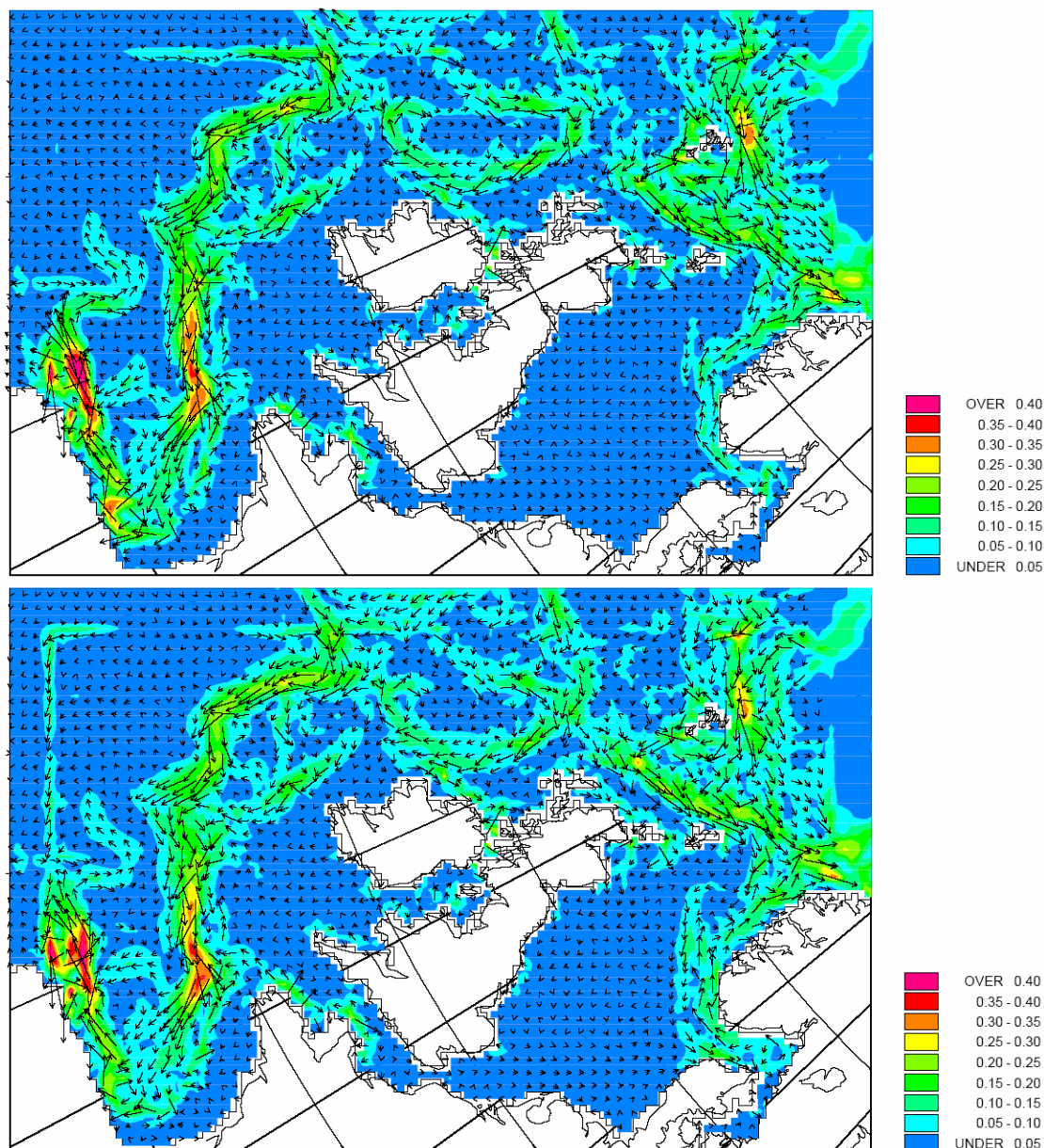


Figur 3.2. Temperatur og saltholdighet nær bunnen i den nordvestlige del av Nordsjøen (posisjon A) og i kjernen av atlantisk vann i vestskråningen av Norskerenna (posisjon B) om sommeren i årene 1970–2005. For lokalisering av posisjonene A og B, se Figur 1.4.

Det er relativt store endringer i sirkulasjonsmønster og styrke gjennom året, og på kortere tidskala, spesielt grunnet variasjonene i vind som er den viktigste drivkraften. Figur 3.3 og 3.4 viser midlere strøm for henholdsvis vinterhalvåret og sommerhalvåret, basert på Havforskningsinstituttets 50 års modellkjøringer med NORWECOM (the Norwegian Ecological Model system, Aksnes & al. (1995)). Sirkulasjonen i Nordsjøen er ganske varierende over året og strømmen er spesielt sterk om høsten og vinteren. Strømmen er spesielt sterk i området utenfor Stad der Atlanterhavsstrømmen møter den Norske kyststrømmen (Figur 3.3).

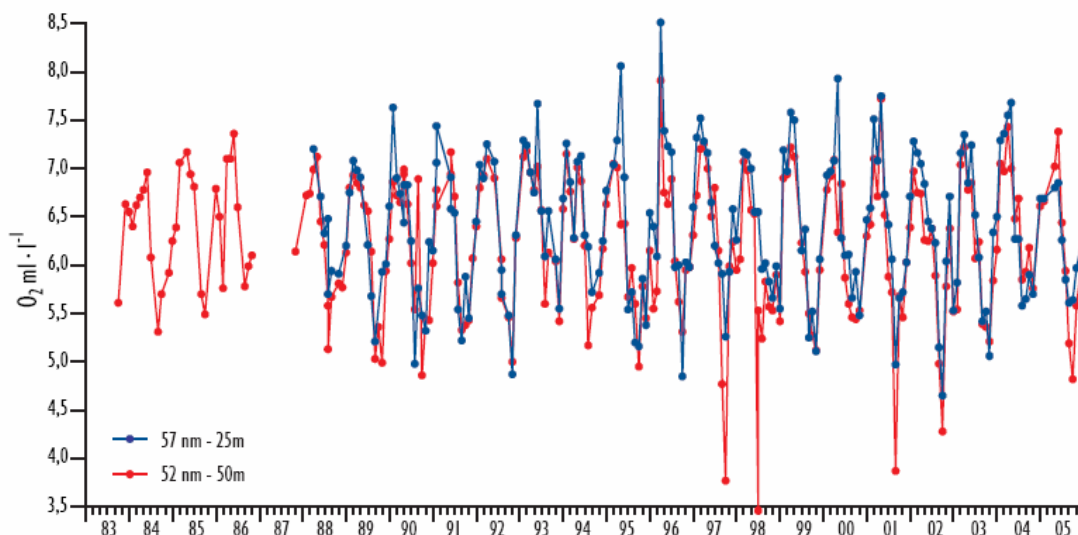


Figur 3.3. Klimatologisk (middel 1955-2005) strømhastighet (ms^{-1}) i 10 meter for vinterhalvåret fordelt på oktober-desember (øverst) og januar-mars (nederst).



Figur 3.4. Klimatologisk (middel 1955-2005) strømhastighet (ms^{-1}) i 10 meter for sommerhalvåret fordelt på april-juni (øverst) og juli-september (nederst).

Grunnet høy omsetning av organisk materiale i deler av Nordsjøen observerte vi rundt tusenårsskiftet lave oksygenkonsentrasjoner i innstrømmende nordsjøvann til Skagerrak (dansk side) i august/september (Figur 3.5). Dette ble i liten grad observert i 2003 og 2004, og samsvarer fint med lavere primærproduksjon modellert i den sørlige Nordsjøen og langs den danske vestkyst. 2005 gav på ny tendenser til noe lavere oksygenverdier i september-oktober. Tidligere år har dette vært mer ekstremt, og det er etter all sannsynlighet vann fra dette området som enkelte år gir lave oksygenverdier i Skagerrak. Fiskere har antydnet at tobis plutselig har forsvunnet, noe som kan skyldes lave oksygenverdier.



Figur 3.5. Tidsserier av oksygenkonsentrasjonen nær bunnen på dansk side av Skagerrak (Anon. 2005).

3.2 Kommersielt utnyttede fiskearter

Til tross for at fordelingen av biomasse mellom forskjellige utnyttede fiskearter i Nordsjøen har variert de siste 20 årene har totalbiomassen holdt seg relativt stabil (Figur 2.1). Selv om tidsserien er relativt kort er totalbiomassen for tiden på et historisk lavmål. Kort oppsummert er sildebestanden, makrellbestanden, og seibestanden i relativt god forfatning, mens torsk, hyse, tobis og øyepål er i dårlig forfatning. Tilstanden til de kommersielt utnyttede fiskeartene i Nordsjøen varierer altså, men et felles trekk de siste årene har vært sviktende rekruttering. Man jobber for tiden med å analysere dette problemet og en vet enda ikke helt sikkert hva dette skyldes. En mulig årsak er den observerte reduksjonen i innstrømming av dyreplankton (Beaugrand et al. 2002) (se avsnitt 1.4). En annen faktor er predasjon på fiskelarver fra sildebestanden som for tiden er tallrik og fordelt over store deler av Nordsjøen. Nedenfor følger en oversikt over biologien og status hos de kommersielt sett viktigste fiskeartene.

3.2.1 Nordsjøsild (*Clupea harengus*)

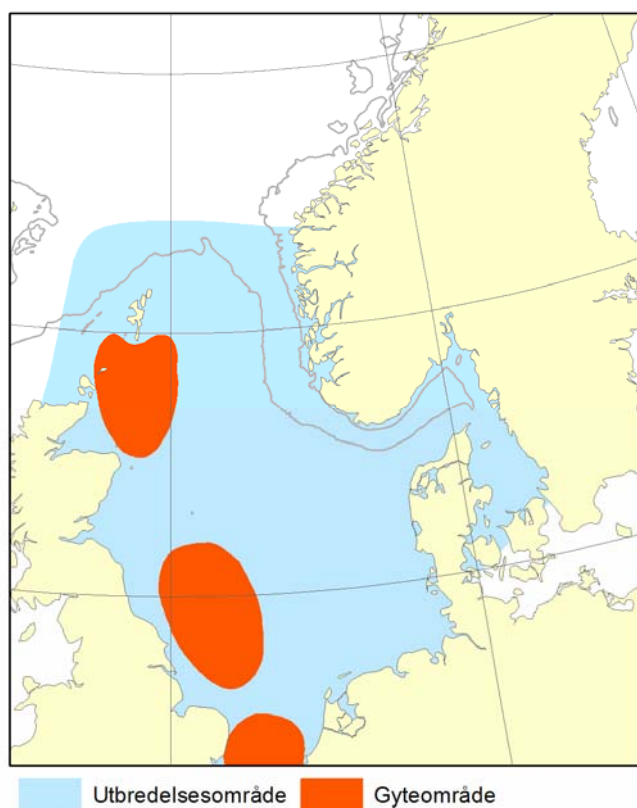
Gyteområde: Rundt Shetland, østkysten av Skottland, østkysten av England og i Den engelske kanal.

Oppvekstområde: Østlige Nordsjøen og Skagerrak.

Alder ved kjønnsmodning: 3–4 år. Blir vanligvis ikke mer enn 25 cm, 15 år og 0,5 kg.

Biologi: Har flere populasjoner, underarter og lokale stammer. Det som i dagligtale kalles nordsjøsild omfatter flere bestander som gyter i Nordsjøen og Den engelske kanal til ulike årstider. Andre bestander kan besøke Nordsjøen periodevis. De yngste aldersgruppene er mest konsentrert sør for 57°N, i Skagerrak og Kattegat, den voksne silda står lenger nord. Det meste av nordsjøsilda gyter om høsten, og gytefeltene ligger spredt på østkysten av Storbritannia. Eggene gytes og befruktes like over bunnen, synker og kleber seg fast i bunnen. De klekkes etter 15–20 døgn. Larvespredningen er avhengig av havstrømmene og varierer mye fra år til år. Stiming starter allerede når larvene er 3–4 cm.

Status: Bestanden av nordsjøsild høstes bærekraftig. Men de tre siste årsklassene er blant de svakeste siden sammenbruddet i bestanden på 1970-tallet. Det at tre svake, påfølgende årsklasser rekrutterer til bestanden av nordsjøsild, er en uvanlig situasjon som krever spesiell oppmerksomhet fra forvalterne for å sikre gytebestanden i de kommende årene.



Figur 3.6. Fordeling av Nordsjøsild.

3.2.2 Makrell (*Scomber scombrus*)

Gyteområde: Makrellen i europeiske farvann forvaltes som én bestand, nordøstatlantisk makrell, som består av tre gytekomponenter: nordsjømakrell som gyter sentralt i Nordsjøen og Skagerrak (mai–juli), vestlig makrell som gyter vest av Irland og De britiske øyer (mars–juli) og sørlig makrell som gyter i spanske og portugisiske farvann (februar–mai).

Oppvekstområde: Nordsjøen, vest av De britiske øyer og vest av Portugal.

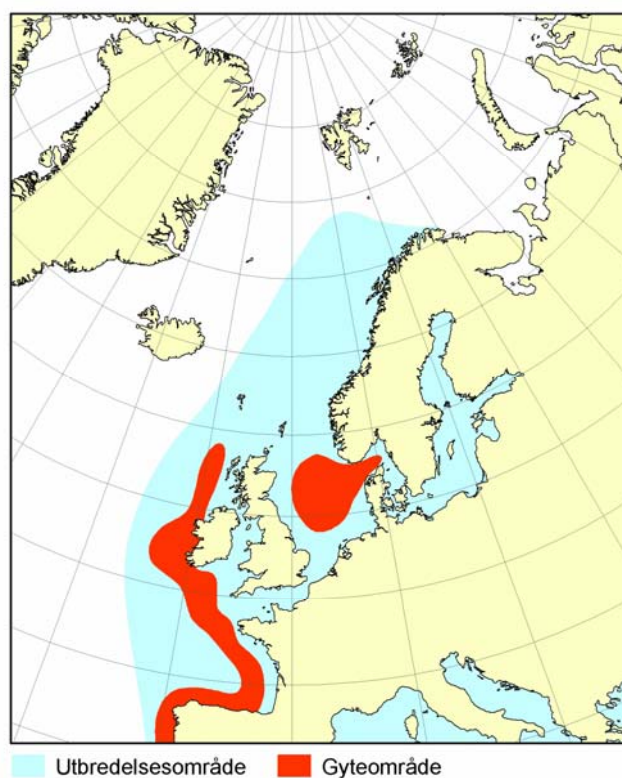
Beiteområde: Nordsjøen og Norskehavet.

Alder ved kjønnsmodning: 3–4 år. Blir sjelden over 25 år og 65 cm, og inntil 3,5 kg.

Biologi: Makrellen har pelagiske egg som finnes i overflatelaget. Larvene måler 3,5 mm ved klekking og vokser til 25 cm allerede samme høst. Makrellen mangler svømmeblære og må svømme hele tiden for ikke å synke. Den er en typisk planktonspiser og svømmer med åpen munn for å sile plankton med gjellene. Den spiser også fiskelarver og småfisk. Det er en varmekjær art som vil ha temperaturer på mer enn 6 °C. Den blir kjønnsmoden ved 30 cm, en lengde mange oppnår allerede i sitt andre leveår, men alle når de er tre år.

Vandringer: Etter gyting vandrer vestlig og sørlig makrell til Norskehavet og etter hvert til Nordsjøen og Skagerrak, hvor de blander seg med nordsjømakrellen. Her blir de sørlige og vestlige komponentene hele høsten og utover vinteren til desember–mars, før de vandrer tilbake til sine respektive gyteområder.

Status: Målinger av makrellbestanden foretas hvert tredje år, og bestanden har vist tilbakegang siden 1998. Dagens beskatningsnivå er for høyt. Fangstnivået er sannsynligvis langt høyere, kanskje det dobbelte av det fangststatistikken viser. Dette fører til stor usikkerhet om bestandsnivået.



Figur 3.7. Utbredelse og gyteområde hos makrell.

3.2.3 Hestmakrell (*Trachurus trachurus*)

Gyteområde: Hestmakrell/Taggmakrell i europeiske farvann forvaltes som tre bestander: vestlig bestand som gyter vest av De britiske øyer og Irland (i mars–juli), sørlig bestand som gyter utenfor Portugal og Spania (januar–juni) og nordsjøbestanden som gyter i sørlige del av Nordsjøen (juni–august).

Oppvekstområde: I Nordsjøen, vest av De britiske øyer og vest av Portugal.

Beiteområde: I hele utbredelsesområdet. Av spesiell betydning for norske fiskere er de perioder når vestlig hestmakrell benytter beiteområdet i den nordlige delen av Nordsjøen og Norskehavet.

Størrelse ved kjønnsmodning: Rundt 20 cm (3–5 år). Sjelden over 40 år, 40 cm og ca. 1,6 kg.

Biologi: Når hestmakrellen er ung stimer den gjerne sammen med brisling og sild, men etter at den er over 2 år svømmer den helst sammen med makrell.

Den spiser bunndyr om vinteren, om sommeren plankton, yngel av brisling og sild og dessuten blekksprut. Hestmakrellen har pelagiske egg som finnes i overflatelaget. Larvene måler 2,5 mm ved klekking. Det er en varmekjær art som helst vil ha temperaturer over 8 °C. Siden 1987 har vestlig hestmakrell etter gyting i større eller mindre grad vandret til Norskehavet, Nordsjøen og Skagerrak. Mot slutten av året vandrer den så tilbake til gyteområdet.

Status: Gytebestanden har gått sterkt tilbake siden 1995 uten at dette har resultert i omforent internasjonal forvaltning av fisket. Fangstene har ligget godt over anbefalt nivå og inneholder en stadig større andel av umoden fisk. Totalfangsten i 2004 ligger litt over anbefalt nivå og er den laveste på 18 år.



Figur 3.8. Utbredelse og gyteområde for hestmakrell.

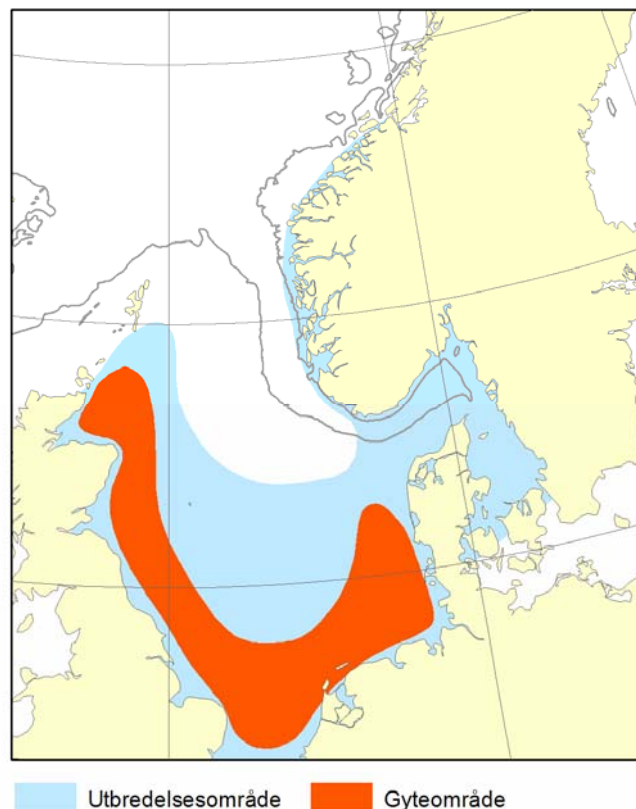
3.2.4 Brisling (*Sprattus sprattus*)

Utbredelse: Finnes utbredt fra Svartehavet til Finnmark, men er sjelden nord for Helgelandskysten. Viktigste området er Nordsjøen, Skagerrak–Kattegat og Østersjøen.

Alder: maks 7–8 år. Sjelden over 4–5 år, 14–15 cm og ca. 15 gram.

Biologi: Brisling er en stimfisk som lever pelagisk og sjelden finnes dypere enn 150 m. Brislingen foretar ofte vertikalvandring i takt med vekslinger i dagslyset og går mot overflaten når lysstyrken minker. Om sommeren står den høyt i sjøen, ofte nær/i overflaten. Ernærer seg i hovedsak av små krepsdyr som kopepoder. Brisling blir kjønnsmoden 1–2 år gammel. Ett år gammel er brisling 9–11 cm. I våre områder finnes gytefelt i Nordsjøen og i Skagerrak–Kattegat. Brisling gyter også lokalt i fjordene, men antas å ha sin rekruttering hovedsakelig fra Skagerrak/Kattegat. Brislingen har lang gytesesong, men den viktigste gytingen antas å være i mai–juni. Den gyter pelagisk og ofte like under overflaten. Den største brislingen registrert i norsk farvann er 19,5 cm og 54 gram.

Status: Status for brisling i Nordsjøen og Skagerrak er ukjent. Mengden synes å ha økt de siste årene, og det er indikasjoner på at en svært god 2004-årgang er på vei inn i fisket i 2005. Dette kan antyde at bestanden er i god forfatning.



Figur 3.9. Fordeling av brisling i Nordsjøen.

3.2.5 Øyepål (*Trisopterus esmarkii*)

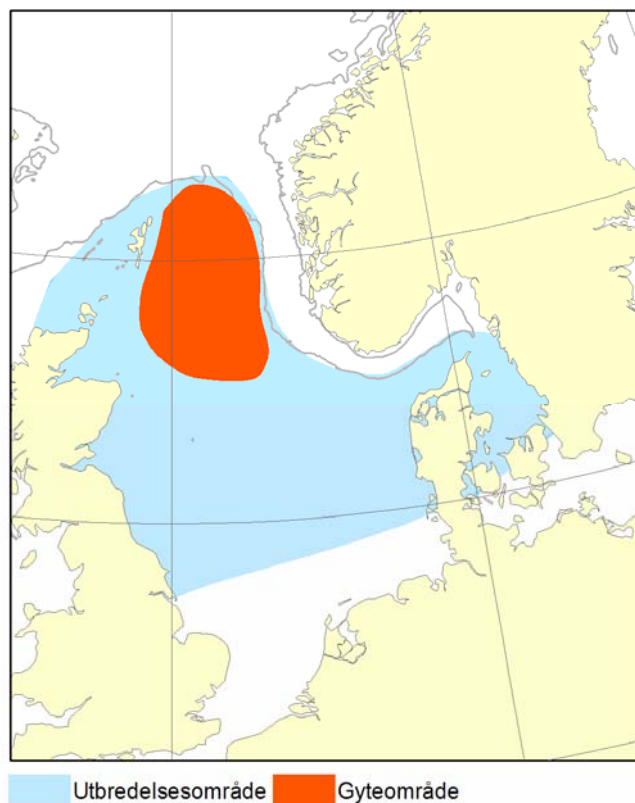
Gyteområde: Nordlige del av Nordsjøen.

Oppvekstområde: Nordlige del av Nordsjøen.

Alder ved kjønnsmodning: 1–2 år. lir sjelden over 3 år, 20 cm og 0,1 kg.

Biologi: Øyediameter er større enn snutelengden på denne slanke fisken. Den svømmer i stim, oftest over mudderbunn der den finner krepsdyr, som står øverst på menyen. Kan også svømme pelagisk, tar da raudåte, krill og pilormer. Gyter på ca. 100 m dyp i vann med ca. 7 °C i januar–juli. Hunnen gyter 60.000–380.000 egg (avhengig av hennes størrelse). Eggene driver pelagisk, og når yngelen klekker er den ca. 3 mm.

Status: Bestanden av øyepål er rekordlav og har stor risiko for dårlig rekruttering. Fiske etter øyepål var stengt i 2005 og vil forbli stengt i 2006. Fordi øyepål er kortlevd, har høy rekrutteringsvariasjon og utsettes for varierende beiting fra andre arter, er det ikke mulig å gi pålitelige langtidsprognoser. Beregninger utført i september 2005 viste at det har vært meget svak rekruttering av øyepål i de seinere år. Dette har ført til at gytebestanden ved inngangen til 2005 har falt under grensa der arten antas å ha sviktende reproduksjonsevne.



Figur 3.10. Fordeling av øyepål i Nordsjøen.

3.2.6 Sei (*Pollachius virens*)

Gyteområde: Shetland, Tampen og Vikingbanken.

Oppvekstområde: I strandsonen og innaskjærs langs skotskekysten, ved Shetland og Orknøyene og langs kysten av sør- og vestlandet.

Alder ved kjønnsmodning: 4–6 år. Blir sjelden over 20 år, 1,15 meter og 20 kg.

Nordsjøseien vokser raskere enn seien nord for 62°N og den blir også noe tidligere kjønnsmoden.

Biologi: Seien vokser opp innaskjærs og lever hovedsakelig av plankton og krill, men om våren når den er tre år gammel synes det ofte at den er sulten etter vinteren, med liten og rødaktig lever. På denne tiden vandrer nesten hele årsklassen over Norskerenna og til Nordsjøen. Her spiser den fortsatt en del krill, men øyepål, sild og annen fisk blir mer og mer viktig. Det er sjelden vi finner fisk yngre enn 3 år ute i Nordsjøen. Ungseien går i stim i de øverste vannlagene, mens den eldre fisken går mye dypere. Kan vandre mye på næringssøk.

Status: Gytebestanden av sei i Nordsjøen er i god forfatning og har vært over føre-var-grensen siden 2001. Fiskedødeligheten er nå under føre-var-grensen. I begynnelsen av 1970-årene var totalbestanden av sei i Nordsjøen og vest av Skottland på nesten 1,3 millioner tonn, og var redusert til ca. 400.000 tonn i 2004. Gytebestanden som i 1974 var på 555.000 tonn, nådde et minimum på 92.000 tonn i 1991, men er nå beregnet til ca. 240.000 tonn i begynnelsen av 2005. 1998- og 1999-årsklassen ser ut til å være over middels, mens foreløpige data indikerer at 2000-årsklassen er rundt middels. Fiskedødeligheten har vist en synkende trend siden 1986, og er beregnet til å være 22 % av bestanden for 2004.



Figur 3.11. Fordeling av sei i Nordsjøen.

3.2.7 Torsk (*Gadus morhua*)

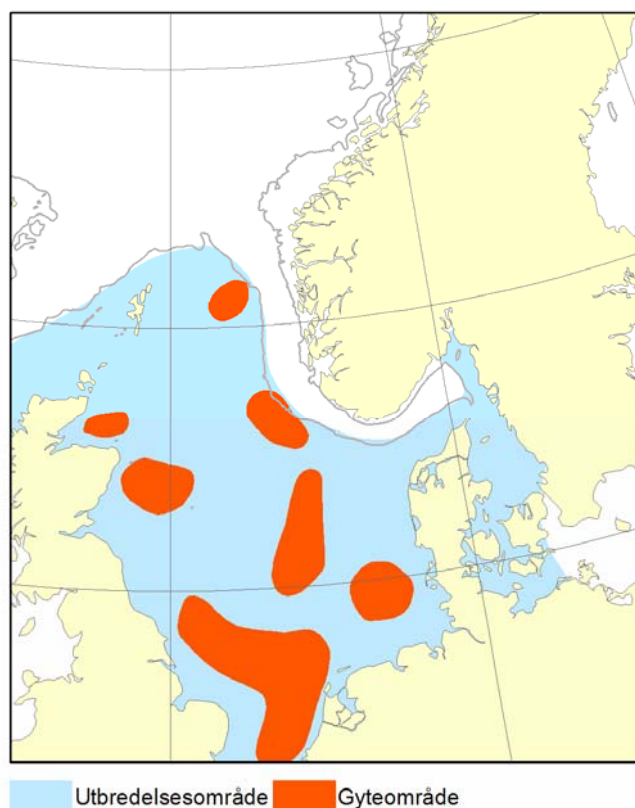
Gyteområde: Sentrale og sydlige deler av Nordsjøen.

Oppvekstområde: Nordsjøen og Skagerrak.

Alder ved kjønnsmodning: 3–5 år. Kan bli 15 år, sjelden over 10 år, 1 meter og 20 kg.

Biologi: Torsken deles inn i stammer. Den viktigste av disse er den nordøstarktiske stammen som lever det meste av livet i Barentshavet. I Nordsjøen finnes det en egen stamme. Torsk i Nordsjøen blir ikke så stor som den nordlige torsken, og den blir kjønnsmoden tidligere. Den gyter på 50–100 m dyp ved temperaturer på 4–6 °C i perioden januar–april. Som voksen spiser torsken sild, tobis, øyepål og annen yngel og tar gjerne også krepsdyr, børstemark, slangestjerner og muslinger.

Status: Gytebestanden av torsk er på et historisk lavmål, slik at rekrutteringspotensialet er dårlig. Beskatningen er ikke bærekraftig. Gytebestanden av torsk ble redusert fra ca. 277.000 tonn i 1970 til langt under 70 000 tonn i 2001. Arbeidsgruppen var ikke i stand til å beregne bestandsstørrelsen fordi fangsttallene for de senere årene er svært usikre, men alle metoder tilsier at gytebestanden fortsatt befinner seg godt under 70.000 tonn. Føre-var-grensen er vurdert å være 150.000 tonn. Dagens fiskemønster medfører høy dødelighet på ett- og toåringer, slik at bare ca. 15 % av ettåringene overlever til de er tre år. 1996-årsklassen har vært sterk, men på grunn av stort fiskepress har den ikke fått bygd opp gytebestanden. Siden 1997 har alle årsklasser vært svake eller middels, og årsklassene 1997, 2000 og 2002 er de svakeste som er registrert. Det ventes derfor ikke at gytebestanden vil øke over 150.000 tonn i nærmeste framtid, selv om fiskedødeligheten reduseres kraftig.



Figur 3.12. Fordeling av torsk i Nordsjøen.

3.2.8 *Hyse* (*Melanogrammus aeglefinus*)

Gyteområde: Sentrale og nordlige deler av Nordsjøen.

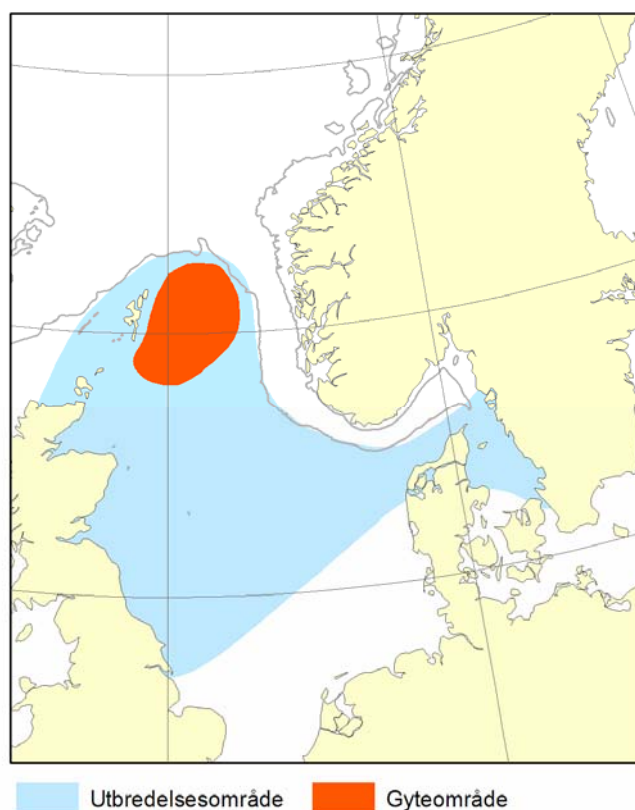
Oppvekstområde: Nordsjøen og Skagerrak.

Diett: Som voksen spiser hysa sild, tobis, øyepål og annen yngel og tar gjerne også krepsdyr, børstemark, slangestjerner og muslinger.

Alder ved kjønnsmodning: 3–5 år.

Biologi: Hysa er en bunnfisk som foretrekker leire-, sand- eller grusbunn. Den spiser mye silderogn, blekksprut, og bunndyr som sjøstjerner, snegler, krepsdyr og børstemark. Gytingen foregår i perioden mars-juni og skjer for det meste i atlantehavsvann ved ca 6 °C.

Status: Hysabestanden er i relativt dårlig forfatning etter en god periode der den store 1999 årsklassen dominerte fangstene. Fangsten i 2004 var den laveste i tidsserien og fiskedødeligheten er på et historisk lavmål. På kort sikt ventes det nedgang i gytebestandens størrelse, men 2005 årsklassen ser ut til å være sterkere enn de foregående årene. Dette kan gi en oppgang i bestanden på litt lengre sikt.



Figur 3.13. Fordeling av hysa i Nordsjøen.

3.2.9 Tobis (*Ammodytes marinus*)

Gyteområde: Over store deler av Nordsjøen, om høsten.

Oppvekstområde: Nordsjøen.

Diett: Mark, krepsdyr og fiskeyngel.

Alder ved kjønnsmodning: 1-2 år.

Biologi: Tobisen stiller strenge krav til bunnsubstratet siden den deler av tiden befinner seg nedgravd i sedimentene for å redusere sjansene for å bli spist av predatorer. Tobisen ligger ofte nedgravd om dagen og beveger seg opp fra bunnen om natten for å beite på kopepoder og andre krepsdyr. Tobisen beiter dessuten på fiskeegg og –larver.

Status: I likhet med øyepål er tobis en kortlevd art som det ikke er mulig å gi pålitelige langsiktige prognoser for. Beregnet gytebestand og fiskedødelighet har fluktuert uten noen spesiell trend fram til slutten av 1990-tallet. Beregninger utført i september 2005 viste at gytebestanden har ligget under grensa der bestanden antas å ha sviktende reproduksjonsevne siden 2000. Utviklingen i gytebestanden vil avhenge av størrelsen på 2005-årgangen, som det enda ikke foreligger sikre målinger av. Dansk forsøkfiske høsten 2005 ga ingen landinger av 2005-årgangen, noe som kan indikere en svak årgang.



Figur 3.14. Fordeling av tobis i Nordsjøen.

3.2.10 Norsk vårgytende sild (*Clupea harengus*)

Gyteområde: Norskekysten.

Oppvekstområde: Barentshavet.

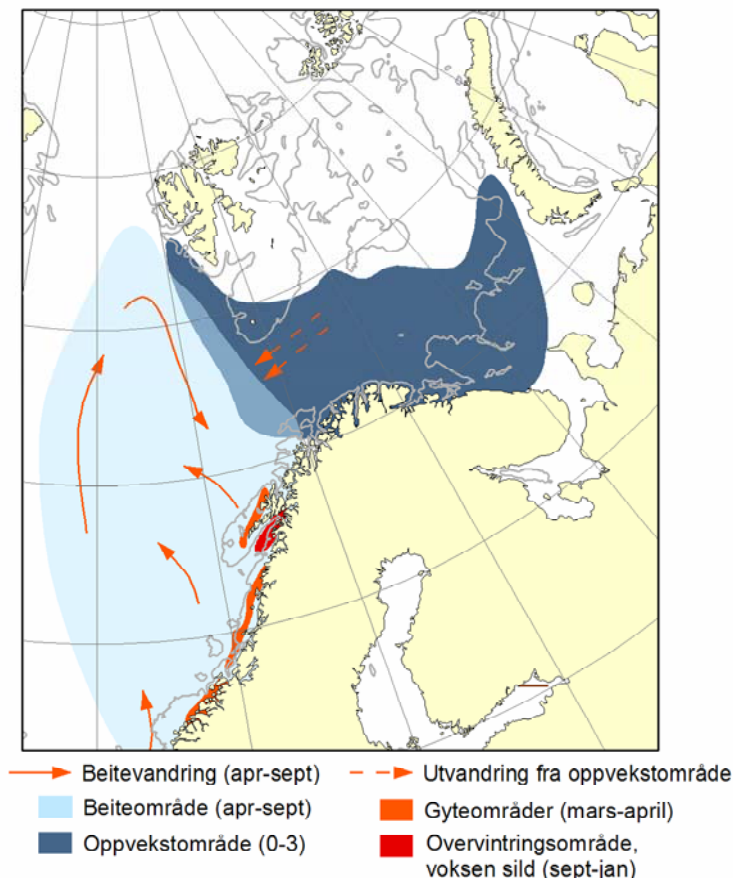
Beiteområde: Norskehavet.

Overvintringsområde: Vestfjorden-området og utenfor Vesterålen.

Alder ved kjønnsmodning: 5-7 år. Kan bli 25 år, men med dagens beskatningsgrad maksimalt 15 år. Den kan veie opptil 500 gram og blir sjelden lenger enn 40 cm.

Biologi: Sild gyter på hard bunn med grus, sand og skjellsand. Eggene er klebrige og ligger i tykke lag på bunnen, vanligvis på 40-70 m dyp. En 33 cm sild legger vanligvis 50.000 egg som måler 1,5 mm i diameter. Ved 5 °C klekkes eggene etter 3 uker. I august er silda 4 cm lang og kalles da småsild. Veksten avhenger av hvor langt nord silda vokser opp. I Barentshavet tar det 4-5 år før den er 30 cm og kjønnsmoden, mens på Vestlandet tar dette 3-4 år.

Status: Sildebestanden er i god forfatning og fremtidsutsiktene for bestanden er gode. Etter en lang stabil periode med overvintring i norske fjorder har den voksne delen av bestanden endret adferd og overvintrer nå i havet fra Vesterålen og nordover langs kanten til ca 72 grader. Fra 2006 må det derfor forventes at en overveiende andel av det norske fisket vil skje ute i havet, enten på gytefeltene eller i det nye overvintringsområdet. Årets bestandsvurdering beregnet gytebestanden i 2005 å være på ca 6.1 millioner tonn, for vinteren 2006 forventes gytebestanden å øke til ca 6.4 millioner tonn og i 2007 videre til ca 7.4 millioner tonn. Økningen i bestanden de senere år skyldes at den sterke 2002 årsklassen rekrutterer til gytebestanden.



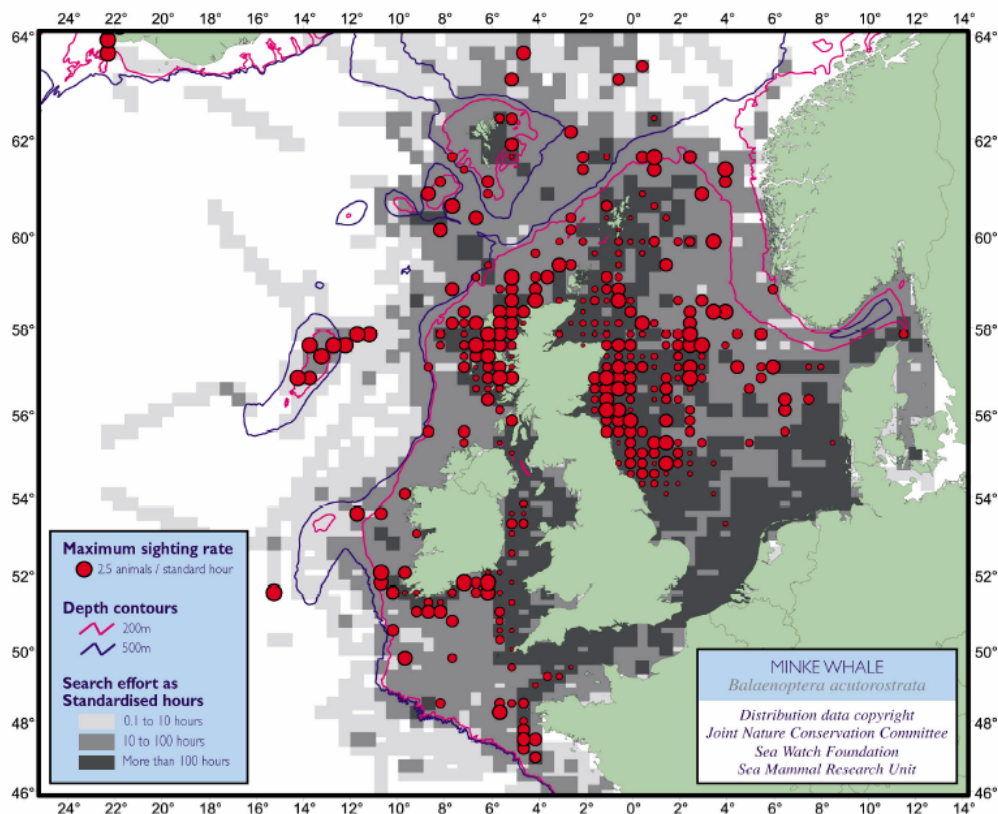
Figur 3.15. Fordelingsmønster hos norsk vårgytende sild.

3.3 Sjøpattedyr

3.3.1 Hval

Få arter av sjøpattedyr opptrer regelmessig i Nordsjøen. I hovedsak finner man tre hvalarter, vågehval, nise og springere.

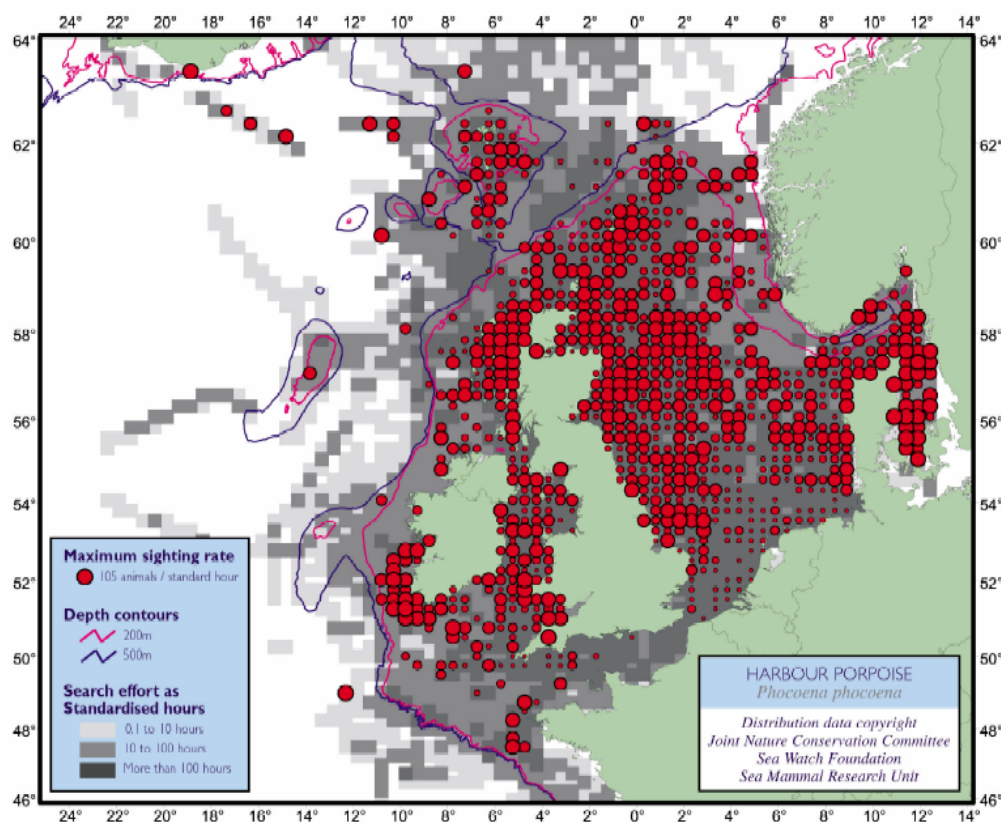
Vågehvalen (*Balaenoptera acutorostrata*) holder seg først og fremst i den nordlige delen av Nordsjøen (Figur 3.16), og spesielt i områdene rundt Storbritannia. Dette var da også viktige fangstområder for norske hvalfangere inntil innføringen og utvidelsen av økonomiske soner på 1970-tallet. I området som omfatter Nordsjøen og farvannene nord til 65°N, er det om lag 20.000 vågehval. I Nordsjøen ser småsil ut til å være det viktigste byttedyret for vågehval, i tillegg kommer makrell, sild og andre fiskearter.



Figur 3.16. Observasjoner av vågehval i Nordsjøen og omliggende farvann. Figuren er hentet fra Joint Nature Conservation Committee sin hjemmeside (<http://www.jncc.gov.uk/page-3355>)

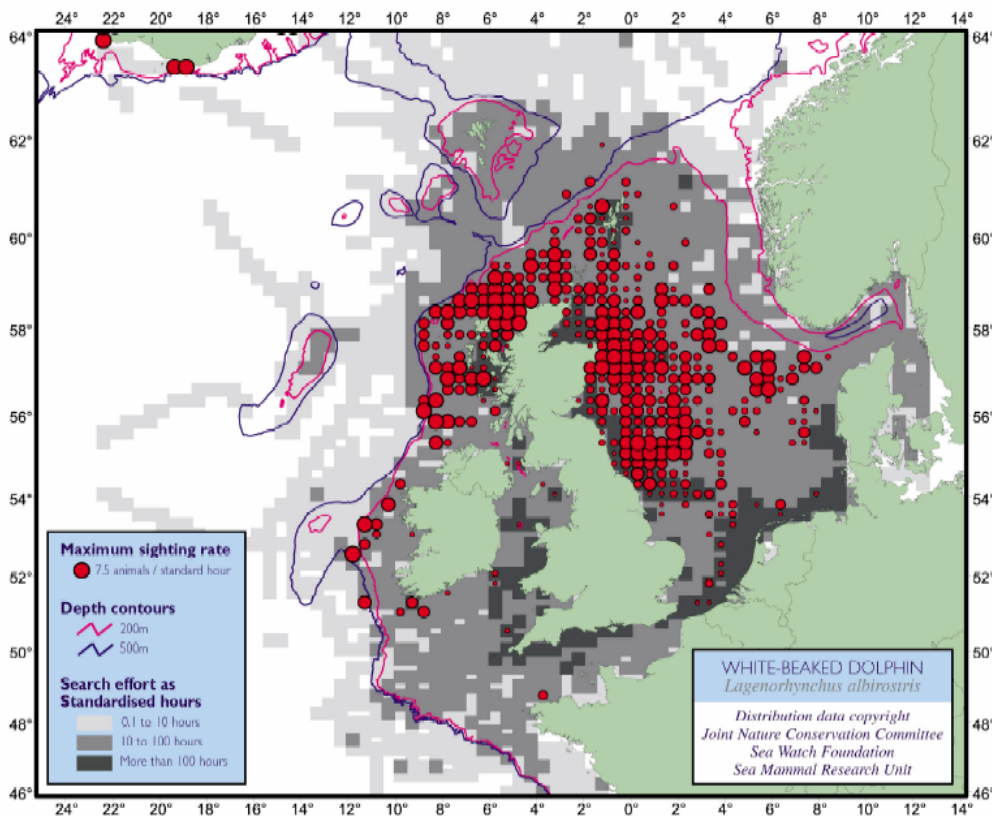
Nise (*Phocoena phocoena*) er en svært tallrik art i Nordsjøområdet og forekommer over hele området (Fig 3.17). Basert på et stort tokt gjennomført i 1994, SCANS, ble nisebestanden i Nordsjøen med tilliggende farvann beregnet til 340.000 individer. Nise er imidlertid svært utsatt for bifangst i garnfiske, og en del undersøkelser både i britiske og danske farvann indikerer at problemet trenger nøye overvåking for å unngå utilsiktet desimering av bestandene. Bifangstproblemet relatert til sjøpattedyr er ikke tidligere undersøkt i norske fiskerier, men et program for å undersøke dette er nå startet opp. Niser har en variert diett som inkluderer

småfisk, blekksprut og krepsdyr – i Nordsjøen er makrell, sild og småsil viktige ved siden av torskefisk.



Figur 3.17. Observasjoner av nise i Nordsjøen og omliggende farvann. Figuren er hentet fra Joint Nature Conservation Committee sin hjemmeside (<http://www.jncc.gov.uk/page-3355>).

Springere brukes som et fellesnavn på flere delfinliknende arter, men den absolutt vanligste i området er kvitnosen (*Lagenorhynchus aqblirostris*). Dens nære slektning kvitskjevingen lever vanligvis på dypere vann. I Nordsjøområdet er det rundt regnet 10.000 individer av disse to artene. Mesteparten av observasjonene av kvitnos gjøres i den vestlige delen av Nordsjøen (Figur 3.18). Fordi vi har en innstrømning av varmt vann i Nordsjøen, dukker det også opp en del varmekjære delfinarter som vanlig delfin, stripedelfin og Rissodelfin i våre farvann. Disse betraktes som tilfeldige gjester som ikke har fast opphold hos oss.



Figur 3.18. Observasjoner av kvitnos i Nordsjøen og omliggende farvann. Figuren er hentet fra Joint Nature Conservation Committee sin hjemmeside (<http://www.jncc.gov.uk/page-3355>).

3.3.2 Sel

Steinkobbe (*Phoca vitulina*) og havert (*Halichoerus grypus*) er de vanligste selartene i Nordsjøen. Disse selene er i stor grad stasjonære og kystnære (Figur 3.19 og 3.20), og tilbringer omtrent en tredjedel av tiden, utenom kaste- og forplantningsperioden, på land. I 2002 var populasjonsstørrelsene av sel i Nordsjøen 88 000 steinkobbe og 62 000 havert (CWSS 2003). En virusepidemi som startet i 2002 førte til reduksjon av bestandsstørrelsen, og 22 500 sel ble funnet døde i Nordsjøen under epidemien. Populasjonene har imidlertid hatt en sterk vekst i årene etter epidemien, og er nå omtrent like tallrike som i 2000 (CWSS 2003). De norske bestandene av steinkobbe og havert blir estimert ved fly og bakketellinger. Totalt antall telte havert var 4413 under en telling i 1998 (Bjørge & Øien 1999), men den faktiske bestandsstørrelsen ligger nok et godt stykke over dette. Hoveddelen av bestanden befinner seg nord for Stad. For steinkobbe ble det talt 6684 individ på siste telling 1994-1998 (Bjørge & Øien 1999), som nok er et minimumsestimat. Den største tettheten av steinkobbe finnes langs Mørkekysten.

Artene har forskjellige kaste-strategier. Steinkobbe kaster (føder) ungene i perioden mai-juni på øde strender og øyer. Etter kasteperioden følger forplantningsperioden som er ferdig i midten av juli. På sensommeren er det hårfelling som medfører en del landligge hos steinkobbene. Havert derimot har forskjøvet sesongen sin og kaster unger i oktober, ofte i store kolonier, med påfølgende forplantning. Havert har en mer nordlig utbredelse langs Norskekysten enn steinkobbe (Figur 3.19 og 3.20).



Utbredelsesområde

Figur 3.19. Fordeling av steinkobbe i Nordsjøområdet



Utbredelsesområde

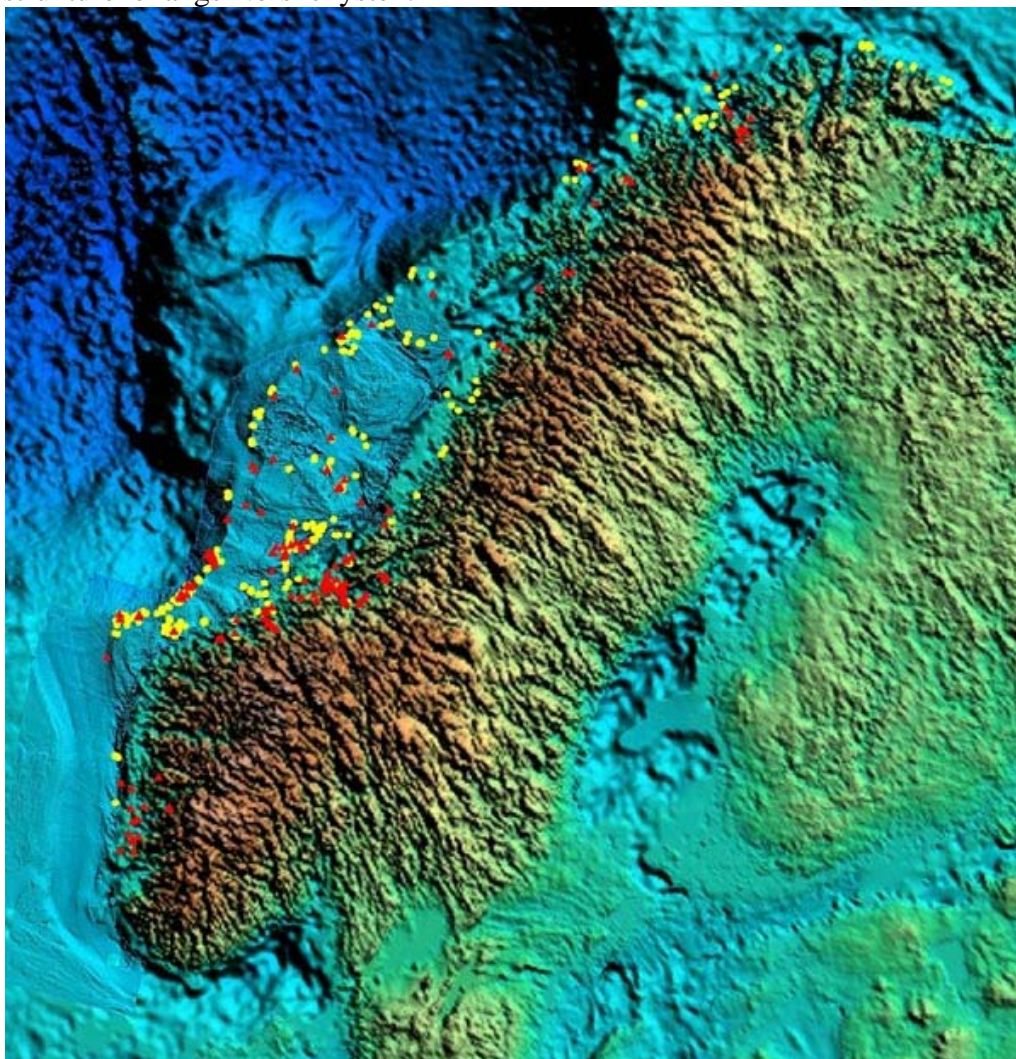
Figur 3.20. Fordeling av havert i Nordsjøområdet.

3.4 Andre organismegrupper

3.4.1 Koraller

Der er rike forekomster av korallrev av kaldtvannskorallen *Lophelia pertusa* på kontinentalskråningen langs store deler av Norskekysten (Figur 3.21). *L. pertusa* er en steinkorall med en vid geografisk utbredelse, og forekommer i alle verdenshav med unntak av polare områder. Denne korallen har kolonier med kalkskjelett som akkumuleres og danner rev dersom den får vokse i fred noen hundre år. Revene er habitat for et stort antall andre dyrearter, og har i mange generasjoner vært kjent av fiskere som rike fiskeplasser. *Lophelia*-revene har en rik assosiert fauna og er muligens viktige for omsetningen av partikulært organisk materiale. I likhet med de andre artene av dypvannskoraller er biologien til *Lophelia* lite kjent.

Nylig ble det funnet et korallrev ved Hvaler (ikke tegnet inn i Figur 3.21). Dette revet er ca. 2 km langt og delvis skadet i begge ender slik at den levende delen er på 1,2 km. Men ellers er der ikke rapporterte forekomster av koraller i Nordsjøen og Skagerrak. Der er imidlertid tett kobling mellom vannmassene i Nordsjøen og revstrukturene langs Norskekysten.



Figur 3.21. Kjente korallrev langs Norskekysten. De gule prikkene er basert på rapporter fra fiskere mens de røde er forekomster beskrevet i litteraturen eller undersøkt av Havforskningsinstituttet.

3.4.2 Øvig benthos

Diversiteten av bunnlevende dyr i Nordsjøen er lavere i sør sammenlignet med de nordlige områdene, mens diversiteten av fisk er høyest i sør. For både bunndyr og fisk er det klare skiller i artssammensetting langs 50, 100 og 200m dyp, men dybdeområdene gjenspeiler også hovedtrekkene i de hydrologiske inndelingene.

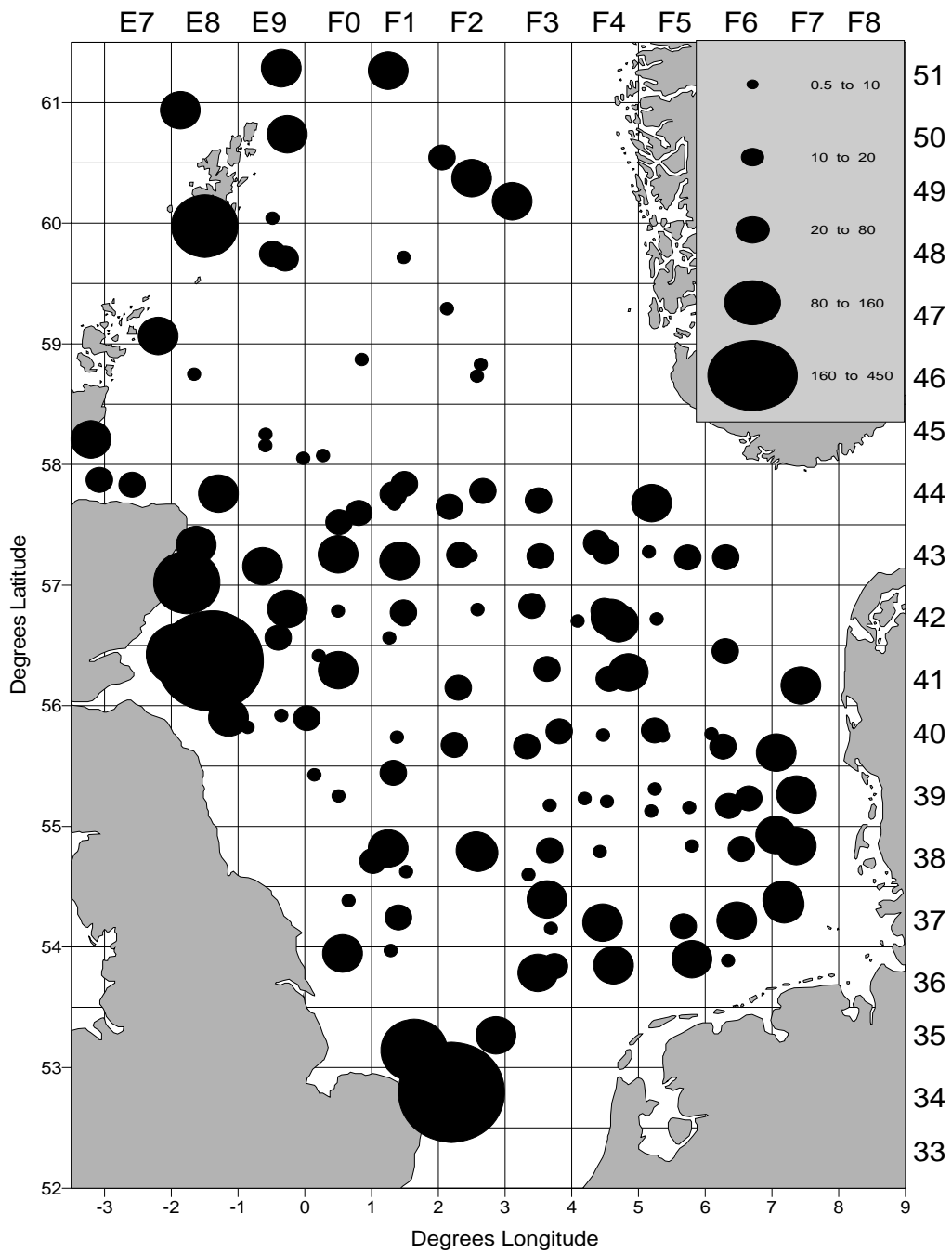
I den sørlige delen av Nordsjøen er bunndyrene dominert av frittlevende organismer, mens fastsittende organismer dominerer i nord. Det er ikke etablert noe fast overvåkingsprogram for å detektere endringer i bunndyrssamfunnene i Nordsjøen på regional skala. Selv om det gjennom tidene har blitt gjennomført flere undersøkelser, så varierer både innsamlingsmetodene og dekningsområdene slik at det er vanskelig å sammenligne arbeidene.

I deler av Nordsjøen er det observert nedgang i den relative mengden av ikke-målarter, både bunndyr og fisk. Områdene der det er observert størst endringer er i områder der fiskeriaktiviteten er høyest, da med bomtrål. De observerte endringene viser at åtselspisende organismer og arter som er robuste tåler påvirkningen best. Det er ikke observert tilsvarende endringer utenfor områdene med høy fiskeriaktivitet med bomtrål.

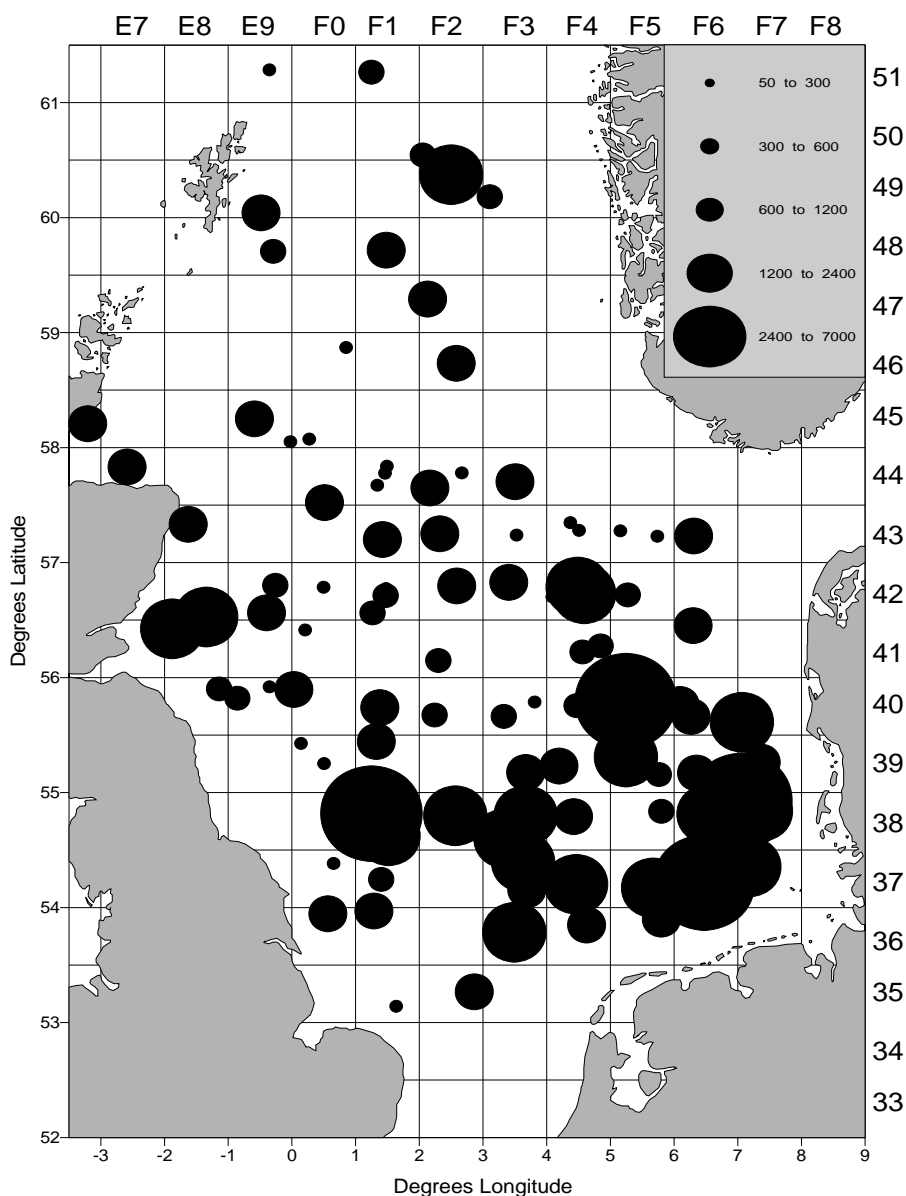
Forløpige beregninger viser at tilvekst hos bunndyr varierer fra 0.5 til 450 milligram for dyrene som lever oppå sedimentoverflaten, og at de mest produktive områder ligger lengst vest og nord i Nordsjøen. Tilveksten for de gravende dyr nede i sedimentet varierte fra 50 til 7000 milligram. Denne produktivitetsforskjellen mellom dyrene på sedimentoverflaten og de gravende dyrene kan kanskje forklares med at de minste dyrene (og derfor de med mest tilvekst) ble tatt blant de gravende formene. Tilvekstberegningene er et av mange elementer som skal bruke til å beregne hvor "sårbart" økosystemet er for bunnfisketråling.

Produktiviteten til dyrene som hovedsakelig graver nede i sedimentene er annerledes enn for de som lever oppå havbunnen. Produktiviteten for disse gravende arter varierte fra 50 til 7000 milligram per dag og kvadratmeter, alt etter hvor prøvene ble tatt i Nordsjøen (<http://www.mafcons.org/>). De fleste stasjonene hadde en produktivitet på mer enn 300 milligram per dag. Tilsvarende viste de fleste stasjonene mindre enn 300 milligram per dag der dyrene som lever oppå havbunnen ble målt. Forskjellen i produktivitet på og nede i sedimentet kan ha sin årsak i de forskjellige innsamlingsmetodene, eller at det har en naturlig forklaring i at de minste og mest produktive dyrene hovedsakelig lever nede i sedimentet.

Stasjoner med høye produksjonsverdier forekom hyppigst i de sørlige delene av Nordsjøen (Figur 3.22 og 3.23), men det var også noen enkelte høye verdier lengre nord. Selv om en stasjon hadde høy produktivitet på havoverflaten betydde ikke dette at produktiviteten også var høy blant de gravende dyrene, og *vice versa*.



Figur 3.22. Kartet viser hvor mange milligram dyresamfunnet oppå sedimentet på 1 m² havbunn øker per dag. Figuren er hentet fra MAFCONS hjemmeside <http://www.mafcons.org/>



Figur 3.23. Kartet viser hvor mange milligram dyresamfunnet av gravende dyr på 1 m² havbunn øker per dag. Figuren er hentet fra MAFCONS hjemmeside (<http://www.mafcons.org/>).

3.4.3 Reke (*Pandalus borealis*)

Rekebestanden i Skagerrak/Norskerenna har vært stabil siden midten av 1990 tallet og kan med stor sannsynlighet tåle et økt fiske. I Nordsjøområdet er denne rekearten hovedsaklig knyttet til Norskerenna fra Utsira til Hvaler. Reker på Fladengrunn og i Farndyp betraktes forvaltningsmessig som egne bestander, og Norge fisker pt. ikke reker her.

P. borealis har opportunistisk fødevalg. Om dagen oppholder reken seg fortrinnsvis nær bunnen (i dette området oftest mellom 130 og 450 meters dybde), hvor den spiser hva den kan finne av smådyr og ormer samt næringsholdig mudder; om natten beveger mange seg opp i vannsøylen for å spise dyreplankton. Lite er kjent med hensyn til rekens horisontal vandring. Reker er et viktig byttedyr for mange

fiskearter. Større dyr som sel spiser også av og til reke. Rekenes maksimale alder kan ikke måles direkte. En regner med at rekene i Norskerenna sjelden blir mer enn 6 år gamle. På Fladengrunn maksimalt tre år.

Reken har et ytre skjelett (rekeskallet). Når den skal vokse må den derfor skifte det gamle skallet med en ny og større modell. Reker skifter også kjønn når de har nådd en viss alder. I Skagerrak og på Fladengrunn blir hannene kjønnsmodne når de er ca. 1,5 år og skifter kjønn til hunner når de er ca. 2,5 år gamle. Vi ser en gradvis øking i alder ved kjønnsskifte mot vest i Norskerenna, hvor de fleste reker fremdeles er hanner ved 2,5-årsalder

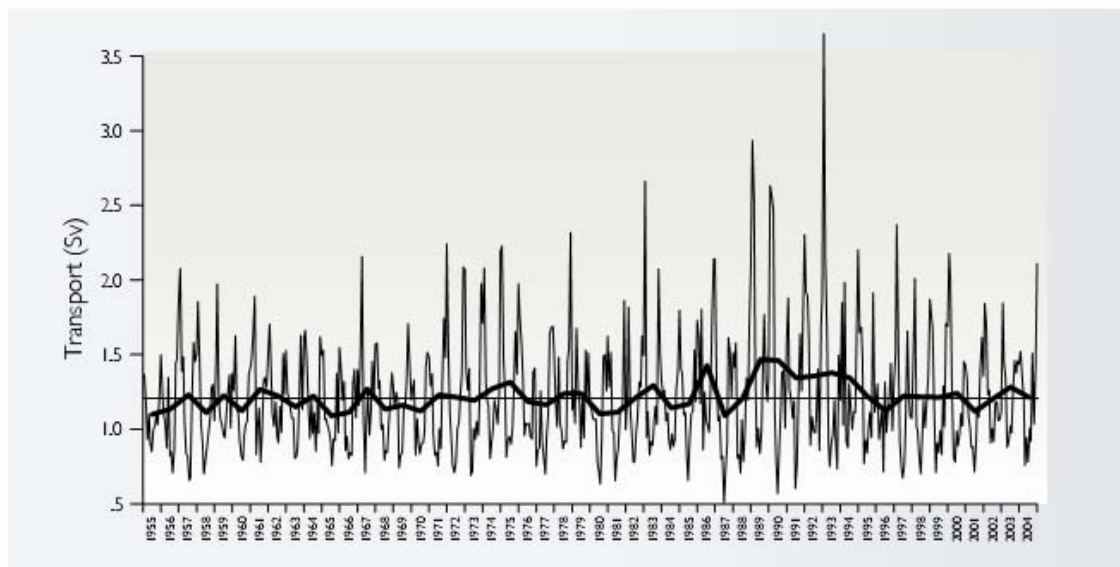
Det landes årlig omkring 13.500 tonn reker fra bestanden i Skagerrak/Norskerenna. Det er lav risiko for at bestanden overfiskes med det nåværende fangsttrykk, og at bestanden er stabil på et høyt nivå langt fra de faregrenser som er definert i føre var prinsippet. Bestanden kan således med stor sannsynlighet tåle et økt fiskeri gitt at de nåværende økologiske forhold ikke endres vesentlig.

4 Faktorer som påvirker økosystemet

4.1 Naturlig variasjon

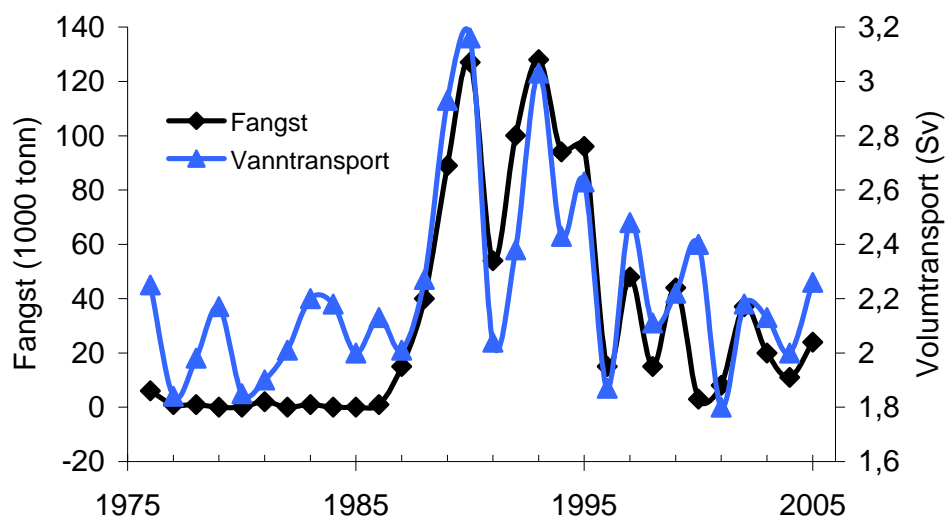
Hoveddrivkreftene på de fleste utnyttede marine økosystem er klima/fysikk og fiske. I noen havområder slik som deler av Nordsjøen kan også gjødsling og forurensning fra jordbruk, industri og mennesker gi betydelige effekter, samt introduksjon av nye arter for eksempel med ballastvann og habitatforstyrrelser for eksempel med bunntål. Fysikken har en direkte betydning på alle trofiske nivåer, men også indirekte gjennom næringskjeden via primær- og sekundærproduksjon. De viktigste fysiske variablene er derfor: strøm/sirkulasjon, temperatur, turbulens, vertikal stabilitet og lysforhold, samt eventuelt manglende oksygen. Store effekter av varierende klima ser vi spesielt mht. utbredelse, vekst og rekruttering til fiskebestandene. Figur 4.1 viser en lang tidsserie av modellert innstrømning til Nordsjøen. Figuren illustrerer omfanget av variasjonen i det fysiske klimaet på forskjellige skalaer, både innen år, mellom år og mellom tiår. Denne variasjonen har stor effekt på de biologiske komponentene i økosystemet.

De siste tiårene har det vært en nedgang i mengden av *C. finmarchicus* i Nordsjøen, og en samtidig økning av mengden av *C. helgolandicus* (Beaugrand et al. 2002). Disse endringene er knyttet til endringer i strømningsmønster og dermed klima i Nordsjøen. Det dype Norskehavet er et kjerneområde for *C. finmarchicus*, mens Nordsjøen for det meste er for grunn til å kunne opprettholde en stor stående biomasse av denne arten. Mengden av *C. finmarchicus* i Nordsjøen er dermed avhengig av importen fra Norskehavet som igjen er avhengig av strømningsmønsteret. De fleste fiskeartene i Nordsjøen gyter om våren og fiskelarvene er i stor grad avhengige av nauplier av *C. finmarchicus* for å kunne vokse opp. Nedgangen i innstrømning av *C. finmarchicus* til Nordsjøen (Figur 4.1) kan derfor være en av årsakene til at vi har dårlig rekruttering i de fleste av fiskebestandene (Heath et al. 1999).



Figur 4.1. Tidsserier (1955–2004) av modellert årsmidlet (tykk strek) og månedsmidlet transport av atlantisk vann til den nordlige og sentrale Nordsjøen sørover mellom Orknøyene og Utsira. $1 \text{ Sv} = 10^6 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Også vekst og fordeling av fiskearter er knyttet til variasjon i innstrømning til Nordsjøen. Beregnet innstrømning av atlantisk vann til Nordsjøen om vinteren har vist seg å ha stor sammenheng med fangst av hestmakrell den etterfølgende høst i Nordsjøen. Dette har gitt grunnlag for halvårsprognoser for fisket, som rutinemessig har blitt beregnet siden 1996. I Figur 4.2 er prognosen relatert til modellert vanntransport og vist sammen med de rapporterte fangstene. Den blå linjen i Figur 4.2 viser vanntransport på den høyre akse og prognose for fangst av hestmakrell på den venstre akse. For 2005 var prognosen ca. 45.000 tonn, mens fisket kun ble 24.000 tonn. Dette skyldes bl.a. at fisket ble stoppet grunnet sannsynlighet for store bifangster.



Figur 4.2. Den blå linjen viser middelet for første kvartal av modellert total vanntransport sørover i Nordsjøen gjennom et snitt fra Utsira til Orknøyene i perioden 1976–2005 og prognose for fangst av hestmakrell (venstre akse) og den svarte linjen viser fangst av hestmakrell etterfølgende høst i Nordsjøen.

4.2 Fiskeri

Fra Nordsjøen henter norske fiskere årlig ut en fangstverdi på vel 2 milliarder kroner. Dette representerer i overkant av 20 % av fangstverdien for den samlede norske fiskeflåten. Det er i første rekke makrell, sild, sei, reke og tobis som er de viktigste fiskeslag for de norske fiskeriene i Nordsjøen. Disse fem artene står for 77 % av den samlede norske fangstverdi fra Nordsjøen gjennom perioden 1995–2004. De fleste norske fiskeriene i Nordsjøen reguleres gjennom adgangen til å delta, mengden som det enkelte fartøy kan fiske og tekniske reguleringer. Størsteparten av fangsten av sild og makrell tas med ringnot, men noe også med trål. Tobis, øyepål og kolmule høstes av industritrålerne.

Fiskeri kan påvirke økosystemet på flere måter. Den mest åpenbare effekten er at fiske generelt øker dødeligheten hos målarten for fisket. Dernest kommer vanligvis en reduksjon i gjennomsnittsalder og –lengde etter en lengre periode med fiskeriaktivitet. I noen tilfeller, som hos torsk, blir der en reduksjon i alder og størrelse ved kjønnsmodning. Det diskuteres for tiden om slik redusert størrelse ved kjønnsmodning er et resultat av økt individuell vekst hos fiskede bestander på grunn av redusert tetthet (e.g. Yaragina & Marshall 2000), eller en evolusjonær effekt av et høyt fiskepress over tid (e.g. Barot et al. 2004). Bifangst er for mange fiskerier et stort problem og gir økt dødelighet hos andre arter enn målarten. Dernest kommer effekter av fiskeri på habitat. Dette er et problem ved tråling og kan gi varige endringer i bunnsstratet og den tilhørende fauna som diskutert ovenfor (Callaway et al. 2002). Bunntråling påvirker blant annet bunndyrene i trålsporet. Belastningen avhenger av hvor sårbart bunndyrssamfunnet er, hyppigheten av trålingen og utformingen av trålen. Et bunndyrssamfunn bestående av flere arter og som har høy produktivitet kan være mindre sårbart enn et samfunn med færre arter og med lavere produktivitet. Slik blir det viktig å få oversikt over hvor rikt bunnsamfunnet er i arter og individer, produktiviteten i samfunnet og hvordan fiskeredskaper påvirker samfunnet. Spesielt viktig blir det, ved hjelp av mageanalyser, å finne ut hvilke bunndyr fisken spiser og hvordan disse dyrene blir påvirket av bunntrålingen. Artenes form er avgjørende for hvordan fiskeredskapene påvirker dyresamfunnet. Dyr med harde strukturer som strekker seg opp over havbunnen er mer sårbare enn dyr som holder seg tett ved bunnen og har fleksible og myke kropp. Andre faktorer som er viktige når økosystemeffekter fra fisketråling skal vurderes er sammenhengen mellom artsdiversiteten hos de bunntilknyttede fiskene, produktiviteten i bunnfisksamfunnet og fiskedødeligheten som fiskeredskapet har på fiskesamfunnet.

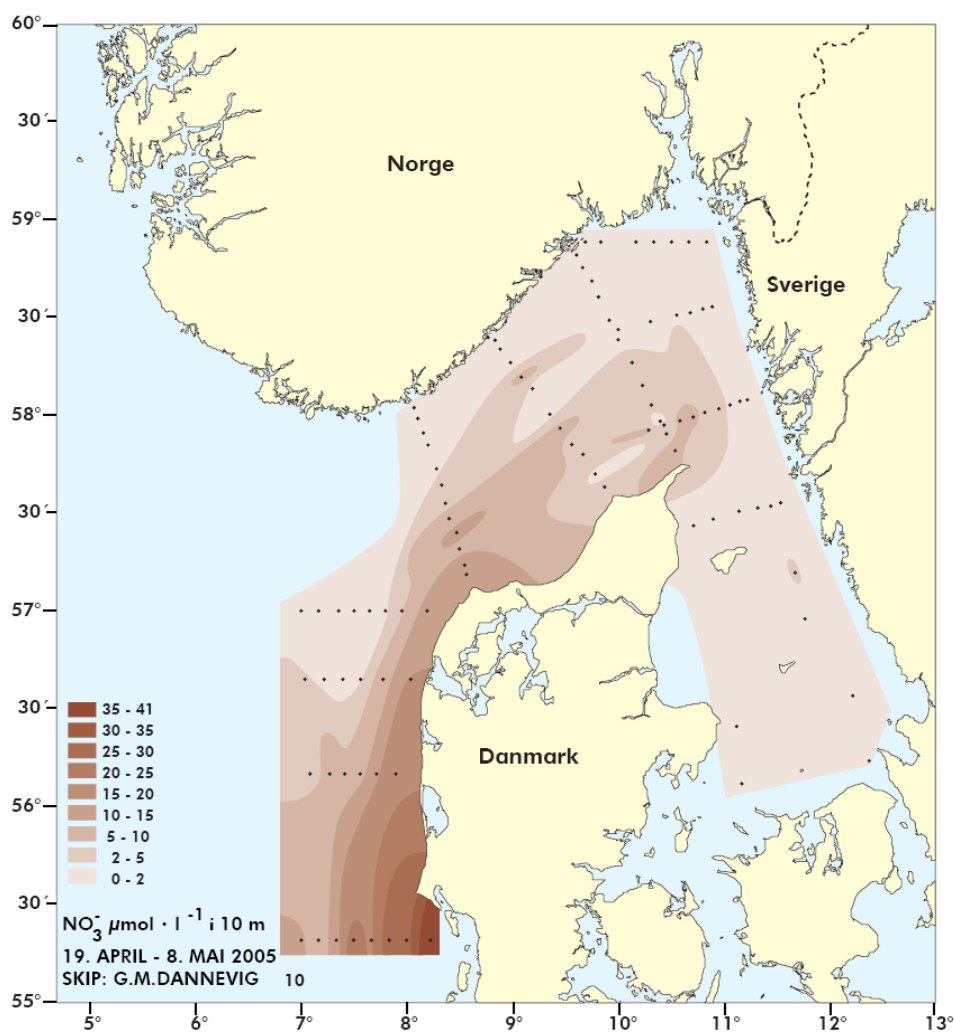
I tillegg representerer fiske hos tapt redskap, særlig garn, et stort problem mange steder. Fiskeri kan dermed potensielt ha mange negative effekter på økosystemet, men den mest iøynefallende effekten er nok overfiske av målarter som har ført til kollaps for mange fiskebestander. I Nordsjøen gjelder dette spesielt torsk som for tiden er i veldig dårlig forfatning.

4.3 Tilførsel av næringssalter

Utslippene av næringssalt tilføres i stor grad fra elvene som renner ut i Nordsjøen. Disse har et totalt nedslagsområde på 850.000 km² med en årlig ferskvannstilførsel i størrelsesorden 300 km³. Tilførselen av nitrogen og fosfor fra elvene utgjør henholdsvis 65–80 % og 80–85 % av den totale tilførselen fra land. Tilførsler av næringssalter som dette, kan forårsake overgjødningseffekter som igjen fører til økt algeoppblomstring og eventuelt oksygensvikt. Her er fastsittende dyr og andre

evertebrater som lever på bunnen spesielt utsatt siden de ikke kan rømme fra oksygenfattige områder slik for eksempel fisk kan. Andre problemer knyttet til overgjødning er endret artssammensetning hos planteplanktonet som kan gi uønskede effekter. Slike eutrofieringseffekter observeres oftest i fjorder og nær elveutløp, f.eks. Vadehavet, Tyskebukta, Kattegat og østlige deler av Skagerrak. Det har vært en generell forbedring i forurensningssituasjonen siden 1985. Tilførsel av fosfor til Nordsjøen er betydelig redusert, mens tilførsel av nitrogen fra landbruk er økende. En del lokale områder i Nordsjøen klassifiseres av OSPAR kommisjonen (Anon. 2003) som ”problemområder” eller ”potensielle problemområder” med hensyn til overgjødning.

I april måned undersøkes hele Skagerrak, Kattegat og vestkysten av Danmark mht næringssaltsituasjonen og algesammensetningen. I 2005 var N/P-forholdet langs vestkysten av Danmark omtrent som i 2003 og 2004, og betydelig lavere enn i 2001 og 2002. Bortsett fra i den sydligste delen med høye konsentrasjoner, lå nitratkonsentrasjonene langs land på vestkysten på 10–20 $\mu\text{mol} \cdot \text{l}^{-1}$ (Figur 4.3), og med ubetydelige mengder av fosfat og silikat til stede. Disse vannmassene med høye nitratkonsentrasjoner ble også registrert innover i Skagerrak på danskesiden. Man må tilbake til 1998 og 1999 for å finne mer nitrat både langs vestkysten av Danmark og også langs den danske Skagerrakkysten.



Figur 4.3. Horisontalfordeling av nitrat i 10 m dyp i Nordsjøen og Skagerrak i april 2004.

4.4 Annen forurensning

Den siste miljøstatusrapport for Nordsjøen som oppsummerer forurensnings-situasjonen i området, er utarbeidet av OSPAR Kommisjonen og er publisert i år 2000.

Nasjonale tiltak og reguleringer i regi av OSPAR gjennom de senere år har ført til reduksjon i tilførslene av tungmetaller, olje fra raffinerier, terminaler og andre landbaserte kilder, og utslipp av fosfor. I tillegg har utslippene av kloakkslam vært stoppet siden 1998. Mengdene kjemikalier som er benyttet i havbruksnæringen er også sterkt redusert.

Noen aktiviteter gir fortsatt grunn til bekymring enten fordi de medfører negative konsekvenser på miljøet, eller fordi utslippene øker. Spesielt nevnes tilførsler av nitrogen fra intensivt jordbruk, og økte utslipp av olje og kjemikalier med produsert vann, det siste blir behandlet i mer detalj nedenfor. Konsentrasjonene av antibegroingsmiddelet TBT er fremdeles så høye i en del kystnære områder at det overskrider verdier som medfører negative biologiske effekter. Produksjonen og bruken av et stadig økende antall syntetiske forbindelser har ført til at flere av disse nå kan spores i hele Nordsjøen. Betydningen av disse på marine organismer og økosystemene er fremdeles i stor grad ukjent. Store mengder masser fra mudringsoperasjoner i eksempelvis havner og kanaler, blir dumpet i Nordsjøen. Nivåene av forurensning i disse massene har generelt vært nedadgående, men siden volumene er økende så er det fremdeles betydelige totale mengder forurensning i massene.

Påvirkningen av forurensning i Nordsjøen er størst i kystområdene som mottar de største tilførslene. Den sydlige del av Nordsjøen er mest belastet. Det er også disse områdene som er mest forstyrret grunnet ulik annen menneskelig aktivitet. Langs norskekysten så er det tilførslene av næringsalter og organisk materiale fra lokale og langtransporterte kilder som gir de mest direkte og synlige effekter i form av negative eutrofi-effekter langs deler av kysten mot Skagerrak.

Det er fremdeles kunnskapsmangler om forurensning i Nordsjøen. Informasjonen om organiske miljøgifter i ulike deler av økosystemet er forholdsvis begrenset, så vel som kunnskapen om virkningene av disse. Det produseres stadig nye stoffer og det tar ofte tid før disse oppdages i miljøet som et problem. Kroniske effekter eller samvirkeeffekter av eksponering til flere fremmedstoffer samtidig er dårlig kjent. Kunnskapen om betydningen av kronisk eksponering til lave konsentrasjoner over tid er også dårlig kjent. En annen utfordring er å få bedre informasjon om ulike kilder, som grunnlag for å vekte betydningen av disse kildene og for å kunne igangsette eventuelle tiltak.

Et annet forurensningsproblem er innførsel av nye arter, særlig med ballastvann. Her har særlig oppblomstringen av algen *Chattonella* sp. fått mye publisitet. Giftige alger av denne slekten har blant annet tatt liv av oppdrettsfisk i Sør-Norge under en oppblomstring. Denne *Chattonella* algen ble registrert i Nordsjøen for første gang i 1997, og ser nå ut til å ha etablert seg her. Forskere antar at algen opprinnelig kommer fra Japan, der nærstående slektninger har skapt omfattende fiskedød i oppdrettsanlegg. Akkurat hvordan algen kom seg fra Asia til Europa er uvisst, men en nærliggende forklaring er skips ballastvann.

5 Økosystemets sårbarhet i forhold til petroleumsvirksomhet

5.1 Sårbarhet i forhold til regulær petroleumsvirksomhet

Noen fiskebestander i Nordsjøen er i særlig dårlig forfatning. Dette gjelder torsk, tobis og øyepål. Bestandene av rødspette og hvitting synes også å være i en dårlig forfatning. Når bestander er i dårlig forfatning, med lav tallrikhet og begrenset evne til å reprodusere blir de særlig sårbare for ytre påvirkning. På grunn av den dårlige bestandssituasjonen for flere bunnfiskbestander i Nordsjøen, og det faktum at denne situasjonen har vart i endel år nå, kan en si at økosystemet i Nordsjøen er generelt sårbart for tiden, og et slikt sårbart økosystem burde egentlig fått være i fred for ytre påvirkning, særlig påvirkning som kan endre kvaliteten i vannmassene på fiskebestandenes gytefelt og i oppvekstområder. Bakgrunnen for den dårlige tilstanden hos mange av bestandene, varierer. For noen av bestandene, som torsk og tobis, er høy fiskedødelighet en viktig årsak til den dårlige tilstanden. For andre arter som øyepål har imidlertid fiskepresset vært relativt lavt den senere tid. Til tross for at gytebestanden har vært i en nokså god forfatning har rekrutteringen vært svak. Årsakene til dette er ikke kjent, men knyttes blant annet til redusert innstrømming av plankton og predasjon fra sild som diskutert ovenfor.

De regulære utslippene kan påvirke organismer både på bunnen og i vannsøylen. Når det gjelder sårbarhet så regnes det som sannsynlig at organismer er spesielt sårbare hvis de blir eksponert til forurensning i de tidlige faser i livet på den tid celledelingen og vevsdifferensieringen er størst. Operasjonelle utslipp kan ha effekter på fiskelarver og yngel i influensområdene for utslippene, og også påvirke andre stadier i livssyklusen til fisk og andre organismer i de marine næringskjedene. Petroleumsinstallasjonene på norsk sokkel ligger i eller nær viktige gyte- og oppvekstområder for rike fiskebestander. Graden av sårbarhet på bestandsnivå vil avhenge av over hvor store områder fisken eller de andre organismer er fordelt både i tid og rom. Organismer med kort generasjonstid som plante- og dyreplankton regnes som mer robuste enn fisk som kan ha en generasjonstid på flere år. Marine organismer kan også være mer sårbare under kjønnsmodning hvis de eksempelvis påvirkes av stoffer som forstyrrer hormonbalansen, modningen og derved utviklingen av gonadene. Organismer som søker mot og anrikes ved installasjonene, kan forventes å være mer sårbare gjennom at de er utsatt for en høyere eksponering. Anriking av fisk ved installasjoner er et velkjent fenomen, men en vet lite om betydningen av dette.

5.2 Sårbarhet i forhold til akuttutslipp

Fiskeegg og –larver driver til oppvekstområdene og er konsentrert i tid og rom på en slik måte at gyteproduktene er spesielt sårbare for ytre påvirkninger som for eksempel et oljeutslipp. Vår og sommer er det tid- og stedvis store mengder av egg og larver over store deler av Nordsjøen. Siden driftmønsteret endrer seg noe fra år til år, vil hva som er de mest sårbare områder variere litt mellom år. Informasjonen om fiskeartene som er gitt i del 3 over, viser gyteområdene for de kommersielt sett viktigste artene. I forhold til akuttutslipp vil artene som gyter i nærheten av oljeinstallasjoner eller like nedstrøms for disse være særlig utsatt. Både torsk, sei, hyse og øyepål har

gyteområder i den nordlige delen av Nordsjøen i nærheten av oljeinstallasjoner og er derfor særlig utsatt for akuttutslipp.

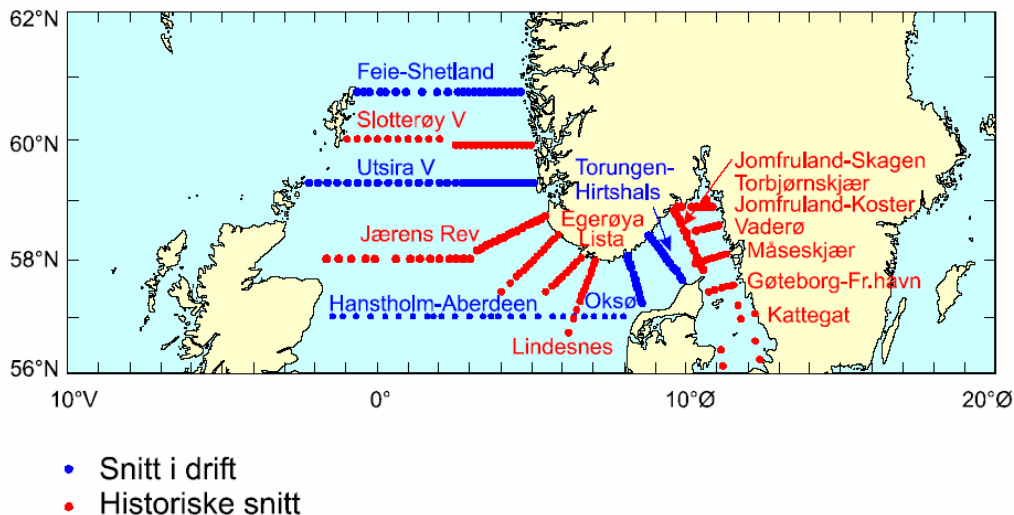
Sokkelområdene fra Stad og nordover er av helt vesentlig betydning som gyteområder for noen av de viktigste fiskeslagene i Nordøst-Atlanteren. Dette er arter som ikke bare Norge høster av, men hvor også andre nasjoner har betydelige interesser. Aktiviteter på norsk sokkel kan for eksempel skade fiskebestander som nordøstarktisk torsk og sild, der Norge, Russland og andre nasjoner er hovedinteressenter med hensyn til en bærekraftig høsting.

Nordsjøen grenser mot kjerneområdene av gytefelter blant annet for NVG-sild. Disse områdene er blant de mest produktive og økologisk viktigste områdene langs norskekysten. Silda gyter på bunnen og krever spesielle bunnsstrat, noe som gjør at gyteområdene har begrenset utbredelse. Petroleumsvirksomhet i eller i nærheten av slike gyteområder kan derfor få spesielt negative effekter på en av våre aller viktigste fiskebestander. Det er spesielt perioden februar til mai som er sårbar, fra eggene legges på bunnen til de er klekket og larvene har drevet ut av området.

I tillegg til fiskebestandene er lopheliarevene på sokkelområdene i Norskehavet allerede vernet mot bunntråling. Det kan finnes ytterligere korallrev som ennå ikke er kartlagt. Disse revene har en viktig rolle i økosystemet, og på grunn av at de vokser svært sakte er vil eventuell skade i forbindelse med akutt petroleumsutslipp på revene ta lang tid å rette opp.

6 Miljøovervåking

Miljø- og ressursovervåking utføres i hovedsak ved bruk av forskningsskip, men i tillegg brukes forankrede og drivende bøyer, satellitter, fly, rutegående skip og fiskerifartøy, samt numeriske modeller. Overvåkingen fra norsk side utføres i all hovedsak av Havforskningsinstituttet, Meteorologisk institutt, NIVA og Nansensenteret, hvorav Havforskningsinstituttet er ansvarlig for det meste av observasjonene på åpent hav. Figur 6.1 viser standardsnittene som Havforskningsinstituttet tar på en regulær basis. En oversikt over Havforskningsinstituttets toktaktivitet inkludert toktkostnader er gitt i Tabell 6.1. Kostnaden ved den regulære overvåkingen av Nordsjøen utført av Havforskningsinstituttet er på omtrent 20 millioner kr (Tabell 6.1). Dette inkluderer bare de direkte kostnadene ved toktaktivitet knyttet til fartøy og toktbemanning, og tar ikke hensyn til videre analysekostnader av innsamlet materiale. En del av snittene er oppført uten kostnad siden de inngår som en del av andre tokt gitt i Tabell 6.1.



Figur 6.1. Standard snitt utført av Havforskningsinstituttet.

Kystovervåkingsprogrammet som har gått siden 1990 i regi av SFT, skal bidra til å gi oversikt over miljøtilstanden med hensyn på næringsalter og vurdere effektene av disse. Programmet skal identifisere fra hvilke områder ulike næringssaltmengder kommer til norskekysten, kartlegge endringer i næringssaltkonsentrasjonene over tid og kartlegge effekter av næringsalter på utviklingen og tilstanden i hard- og bløtbunnssamfunnene. Biologisk mangfold og endringer i dette dokumenteres også. Programmet dekker kyststrekningen mellom svenskegrensa og Egersund og skal gi årlig informasjon om siste års status for miljøtilstanden i vannmassene og i organismesamfunnene. Utviklingen over tid beskrives også. SFT bruker 6-7 millioner årlig på henholdsvis kystovervåkingen (næringsalter/eutrofi) og overvåkingsprogrammet Joint Assessment and Monitoring Programme (JAMP, som fokuserer på miljøgifter), totalt 12-14 millioner. I tillegg har de budsjett på 2-5 millioner for tiltaksbasert overvåking i Oslofjorden, Frierfjorden og Sørfjorden (Tabell 6.1).

Havforskningsinstituttet har gjennom mer enn 20 år gjennomført overvåking av forurensning i Nordsjøen. Programmet gjennomføres hvert tredje år med innsamling av vesentlig sedimenter og fisk for analyse av organiske miljøgifter, radioaktivitet og tungmetaller. Målet er å skaffe datagrunnlag for vurdering av miljøtilstanden i området, dokumentere at områdene er rene, og for å kunne påpeke områder hvor det eventuelt måtte finnes spesielle forurensningsproblemer. Nasjonalt Institutt for Ernærings- og Sjømatforskning (NIFES) har gjennom flere år gjennomført regelmessige analyser av de viktige fiskebestandene i Nordsjøen for å kunne dokumentere renheten av sjømat som menneskeføde.

Gjennom deltakelse i JAMP under OSPAR-kommisjonen, så har Norge gjennom en årrekke bygd opp et nasjonalt overvåkingsprogram for miljøgifter i det marine miljø som siden 1994 har dekket store deler av norskekysten. Programmet er en del av SFT sitt statlige program for forurensningsovervåking og NIVA har stått for utførelsen av aktivitetene. En ser på regionale variasjoner i forekomst av miljøgifter og utviklingen over tid, og vurderer mulige biologiske effekter. En del av målestasjonene er bakgrunnsstasjoner som gir grunnlag for å beregne referanseverdier eller regionale bakgrunnsverdier for miljøgifter. I tillegg omfatter programmet

langtidsserier fra spesielt belastede fjorder som Oslofjorden, Frierfjorden og Sør fjorden. Resultatene rapporteres regelmessig til OSPAR.

Totalt brukes det dermed i overkant av 40 millioner på statlig overvåkning av Nordsjøen (Tabell 6.1). Men som nevnt reflekterer dette kostnadsanslaget først og fremst den direkte prøvetakingen og ikke påfølgende analyser av innsamlet materiale, data analyse og modellering. Kostnaden ved denne type overvåkning varierer nok mer mellom år, og er vanskeligere å gi gode estimater for.

Tabell 6.1. Oversikt over relevant norsk statlig miljøovervåking i Nordsjøen på forurensning og ressursovervåking (havklima, fiskebestander, plankton, bunndyr). T=temperatur, S = saltholdighet, N = næringsssalter O₂ = oksygen, Kl = klorofyll, Ppl = planteplankton. *Egg survey for makrell går for tiden bare hvert tredje år, så her er toktkostnaden delt på tre for å gjøre tallene sammenlignbare med de andre toktene.

	Parametre	Dekninger per år	Kostnad (i 1000 kr)	Start år
Faste snitt				
Torungen-Hirtshals	T, S, O ₂ , N, Kl	11 (månedlig)	540	1951
Hanstholm-Aberdeen	T, S, N, Kl	4 (feb, apr, juni-juli, nov)	-	1970
Oksøy-Hanstholm	T, S, N, Kl	4 (feb, apr, juni-juli, nov)	-	1970
Utsira-Startpoint	T, S, N, Kl	4 (feb, apr, juni-juli, nov)	-	1970
Feie-Shetland	T, S, N, Kl	4 (feb, apr, juni-juli, nov)	-	1970
Faste regionale dekninger				
Nordsjøen/Skagerak	T, S, N, Kl	4 (jan, juli, okt, nov-des)	-	1967
Nordsjøen/Skagerak	Miljøgifter, tungmetaller, radionuklider	Periodevise dekninger	2000	1991
Skagerrak –Jylland vest	T, S, O ₂ , N, Kl, Ppl, giftige alger	1 (april)	1570	1988
Miljøundersøkelser Nordsjøen	T, S, N, Kl	1 (nov-des)	920	1985
Ressurskartlegging				
Eggsurvey makrell	Makrell fekunditet	1-2 (juni-juli)*	950	1980
Internasjonalt bunntål- survey (IBTS)	Fisk	2 (1. og 3. kvartal)	5600	1972
Akustikksurvey sild	Nordsjøsilde	1 (juni-juli)	2910	1979
Tobis og planktonundersøkelser	Tobis, seiyngel, plankton	1 (april)	3740	2005
Reketokt Skagerrak/Norskerenna	Reker	1 (februar)	1650	1985
Makrelltokt	Makrell	1 (oktober)	2500	1999
Kystovervåkningsprogrammene				
Regulær overvåkning			14000	1990
Tiltakbasert overvåkning			5000	1990
Sum kostnad			41380	

7 Kilder

Denne rapporten er for en stor del hentet fra Havforskningsinstituttet sine statusrapporter for våre marine økosystemer (Anon. 2005). Dessuten er Pethon (1989) benyttet som kilde til generell informasjon om fiskebiologi. For figurer som er hentet fra andre steder er kilden oppgitt. Annen litteratur er referert spesifikt og opplistet nedenfor. I tillegg er følgende elektroniske kilder benyttet:

Elektroniske ressurser hos Det internasjonale rådet for havforskning, ICES (<http://www.ices.dk>)

Elektroniske ressurser hos World Wildlife Fund Norge (<http://www.wwf.no/>)

8 Referanseliste

- Aksnes DL, Ulvestad KB, Baliño BM, Berntsen J, Egge JK, Svendsen E (1995) Ecological modelling in coastal waters: Towards predictive physical-chemical-biological simulation models. *Ophelia* 41:5-36
- Anon. (2003) OSPAR Integrated Report 2003 on the Eutrophication Status of the OSPAR Maritime Area Based Upon the First Application of the Comprehensive Procedure, OSPAR Commission
- Anon. (2005) Havets Ressurser og Miljø. *Fisken og Havet* 1:1-212
- Barot S, Heino M, O'Brien L, Dieckmann U (2004) Long-term trend in the maturation reaction norm of two cod stocks. *Ecological Applications* 14:1257-1271
- Beaugrand G, Reid PC, Ibañez F, Lindley JA, Edwards M (2002) Reorganization of North Atlantic marine copepod biodiversity and climate. *Science* 296:1692-1694
- Bjørge A, Øien N (1999) Statusrapport for Havforskningsinstituttets overvåkning av kystsel. Report No. SPS-9904, Havforskningsinstituttet
- Callaway R, Alsvag J, de Boois I, Cotter J, Ford A, Hinz H, Jennings S, Kroncke I, Lancaster J, Piet G, Prince P, Ehrlich S (2002) Diversity and community structure of epibenthic invertebrates and fish in the North Sea. *Ices Journal Of Marine Science* 59:1199-1214
- Cushing DH (1980) The Decline of the Herring Stocks and the Gadoid Outburst. *Journal Du Conseil* 39:70-81
- CWSS (2003) Management of North Sea Harbour and Grey Seal Populations. Proceedings of the International Symposium at EcoMare, Texel, The Netherlands, November 29 - 30, 2002. Wadden Sea Ecosystem No. 17. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven, Germany.
- Heath MR, Backhaus JO, Richardson K, McKenzie E, Slagstad D, Beare D, Dunn J, Fraser JG, Gallego A, Hainbucher D, Hay S, Jonasdottir S, Madden H, Mardaljevic J, Schacht A (1999) Climate fluctuations and the spring invasion of the North Sea by *Calanus finmarchicus*. *Fisheries Oceanography* 8:163-176
- Hislop JRG (1996) Changes in North Sea gadoid stocks. *Ices Journal of Marine Science* 53:1146-1156
- Hovland M, Mortensen PB (1999) Norske korallrev og prosesser i havbunnen. John Grieg forlag, Bergen

- Otto L, Zimmerman JTF, Furnes GK, Mork M, Saetre R, Becker G (1990) Review of the physical oceanography of the North Sea. Netherlands Journal of Sea Research 26:161-238
- Perry AL, Low PJ, Ellis JR, Reynolds JD (2005) Climate change and distribution shifts in marine fishes. Science 308:1912-1915
- Pethon P (1989) Aschehougs store Fiskebok. H. Aschehougs & Co., Oslo
- Yaragina NA, Marshall CT (2000) Trophic influences on interannual and seasonal variation in the liver condition index of Northeast Arctic cod (*Gadus morhua*). ICES Journal of Marine Science 57:42-55