

3.2

Abiotiske faktorer

3.2.1 FYSIKK (SIRKULASJON, VANNMASSER, KLIMA, NÆRINGSSALTER OG OKSYGEN)

Ved inngangen til 2007 var temperaturen i Nordsjøen svært høy, og den holdt seg høy frem til høsten. Ved slutten av året var den nær det normale i overflaten langs norskekysten, mens temperaturen i de dypere lagene av Norskerenna fortsatt var svært høy ved inngangen til 2008. Modellberegninger viser at innstrømningen av atlantisk vann til Nordsjøen var rekordlav både fra nord og gjennom Den engelske kanal i 2007, samtidig som vinteravkjølingen har vært langt mindre enn vanlig.

Morten D. Skogen

morten.skogen@imr.no

Didrik Danielssen

didrik.danielssen@imr.no

Solfrid Hjøllo

solfrid.hjollo@imr.no

Vannmassene i Nordsjøen og Skagerrak består av ulike blandinger salt, atlantisk vann og ferskvann. Fra Østersjøen kommer det mer ferskvann enn fra alle elvene rundt Nordsjøen til sammen. Dette vannet, som gradvis blandes med saltere vannmasser, er utgangspunktet for Den norske kyststrømmen, som i stor grad følger norskekysten helt til Barentshavet. Rundt 70 % av vannmassene i Nordsjøen strømmer innom Skagerrak og ut av Nordsjøen som en del av kyststrømmen. Overvåking av vannmassene i Skagerrak kan derfor betraktes som "å ta pulsen" på forholdene i Nordsjøen.

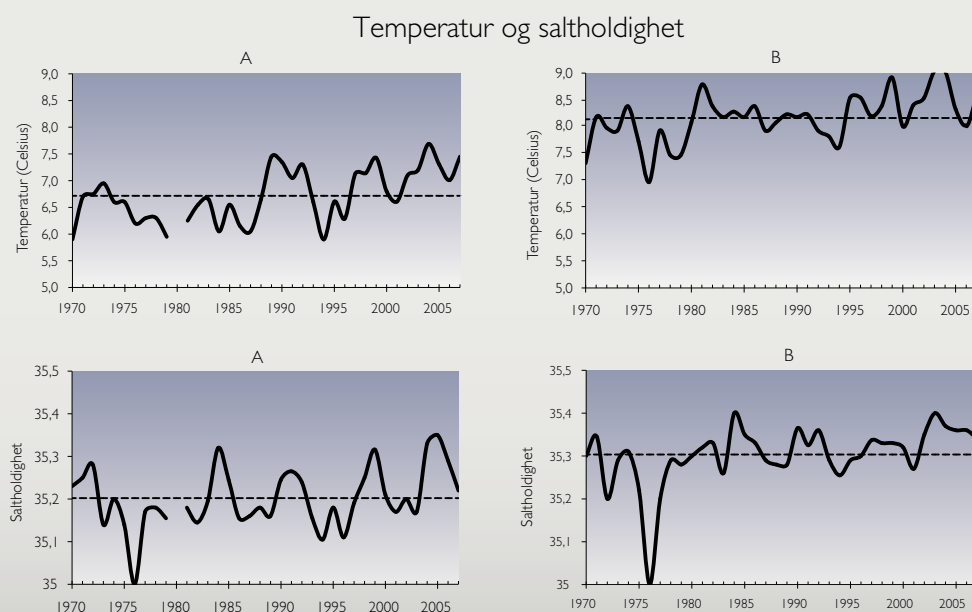
Vannet fra Nordsjøen inneholder ofte mye partikler som til dels er knyttet til ulike typer forurensning, og de relativt store dypene i Skagerrak (700 meter) medfører at partiklene ofte sedimenteres her. Dypvannet i Skagerrak blir ofte skiftet ut om vinteren, hovedsakelig med vinteravkjølt vann fra nordsjøplataet og/eller tilstrekkelig salt og tungt innstrømmende atlantisk

vann langs vestskråningen av Norskerenna. Dette gjenspeiles i hurtige endringer, spesielt en økning i oksygeninnholdet, men også med klare endringer i temperatur og/eller saltholdighet som begge har betydning for tettheten (tyngden) på sjøvann og derfor hvor dypt ulike vannmasser fordeler seg. Dersom bunnvannet ikke blir skiftet ut, vil oksygenverdiene kunne bli kritisk lave for bunntilknyttede organismer.

De sørøstlige delene av Nordsjøen blir tilført store mengder næringssalter fra tyske elver. Dette medfører høy produksjon av alger, og stor omsetning av organisk materiale gjør at vi ofte observerer lavt oksygenivå i vannet som kommer inn i Skagerrak langs danskekysten, spesielt i august/september. Vannet strømmer rundt Skagerrak til norsk side og får betydning for oksygenverdiene i fjordene på Sørøstlandet.

Temperatur og sirkulasjon

De varme forholdene fra 2006 fortsatte også i første kvartal 2007. I nordlige Nordsjøen var temperaturen 0–1 °C over normalen, mens det var 2–4 °C over normalen i sørøst. I mai og juni normaliserte forholdene seg noe, men fortsatt var temperaturen 1–2 °C over normalen i store deler av Nordsjøen i juni. Utover høsten har overflatetemperaturene avtatt, slik at de nå ligger nær normalen langs norskekysten.



Figur 3.2.1.1

Temperatur og saltholdighet nær bunnen i den nordvestlige delen av Nordsjøen (posisjon A) og i kjernen av atlantisk vann i vestskråningen av Norskerenna (posisjon B) om sommeren i årene 1970–2007. For lokalisering av posisjonene A og B, se Figur 3.1.1.1. *Temperature and salinity near the bottom in the north-western part of the North Sea (A) and in the core of Atlantic water (B) at the western shelf edge of the Norwegian Trench during the summers of 1970–2007. (Locations of A and B in Figure 3.1.1.1).*

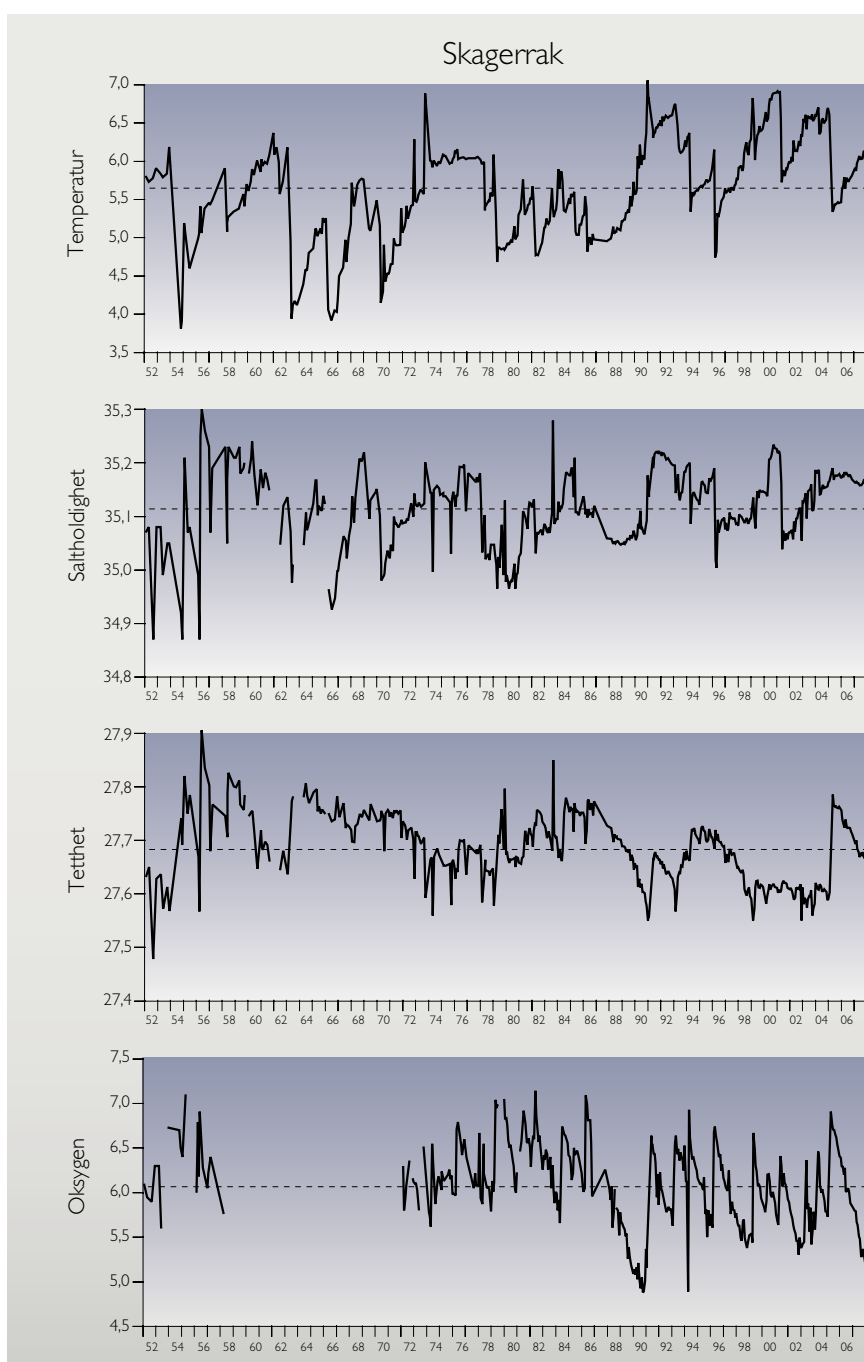
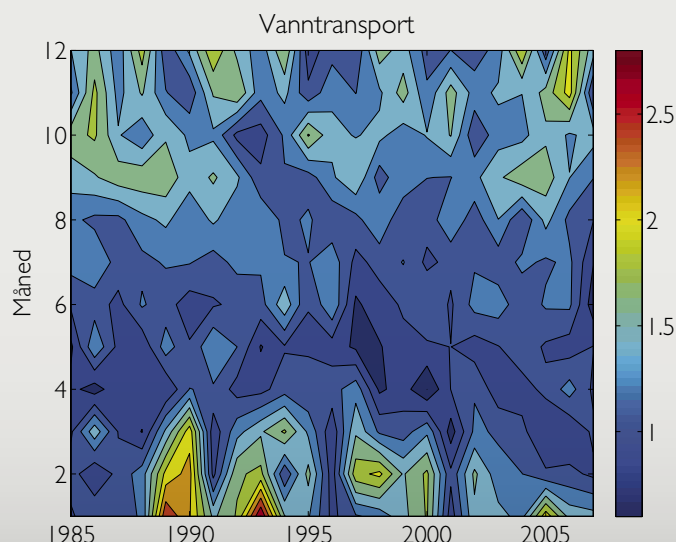
Figur 3.2.1.1 A og B viser tidsserier av temperatur og saltholdighet i det vinteravkjølte bunnvannet i den nordlige Nordsjøen og i kjernen av det innstrømmende atlantiske vannet i vestskråningen av Norskerenna. På grunn av liten vinteravkjøling (se også Figur 3.2.1.6) økte temperaturen begge steder i 2007 sammenlignet med 2006, og ligger godt over langtidsmiddelet. Samtidig viste saltholdigheten en nedgang, noe som mest sannsynlig skyldes lav innstrømning av atlantisk vann (se Figur 3.2.1.2). Den nærmer seg nå langtidsmiddelet etter å ha vært høy de siste årene. Langs skagerrakkysten var vinteravkjølingen av overflatevannmassene ikke så sterk som i 2006, og utover våren foregikk det en jevn oppvarming av vannmassene frem til midtsommeren. På grunn av den dårlige sommeren var temperaturen utover ettersommeren og høsten én til to grader under fjorårets, og oppvarmingen av vannmassene under overflatelaget utover høsten var derfor mindre enn i foregående år. I de dypereliggende lagene var temperaturen derimot én til halvannen grad over langtidsgjennomsnittet gjennom stort sett hele året, noe som tilsvarer mer enn ett standardavvik. Samtidig lå også saltholdigheten til dels godt over gjennomsnittet.

Høy omsetning av organisk materiale i deler av Nordsjøen ga noen år rundt tusenårs-skiftet lave oksygenkonsentrasjoner i innstrømmende nordsjøvann til Skagerrak på dansk side i august/september. Dette ble også observert 2007 i september-oktober. Siden disse undersøkelsene startet i 1983, er det bare tre år (1997, 1998 og 2001) registrert lavere konsentrasjoner.

Modellberegninger viser at transporten inn og ut av Nordsjøen var svært lav i 2007. Både fra nord gjennom snittet Orknøyene-Utsira og gjennom Den engelske kanal var gjennomsnittlig innstrømning den lavest modellerte for hele perioden 1985–2007. Innstrømningen fra sør var lav gjennom hele året, mens den fra nord var spesielt lav i andre og tredje kvartal.

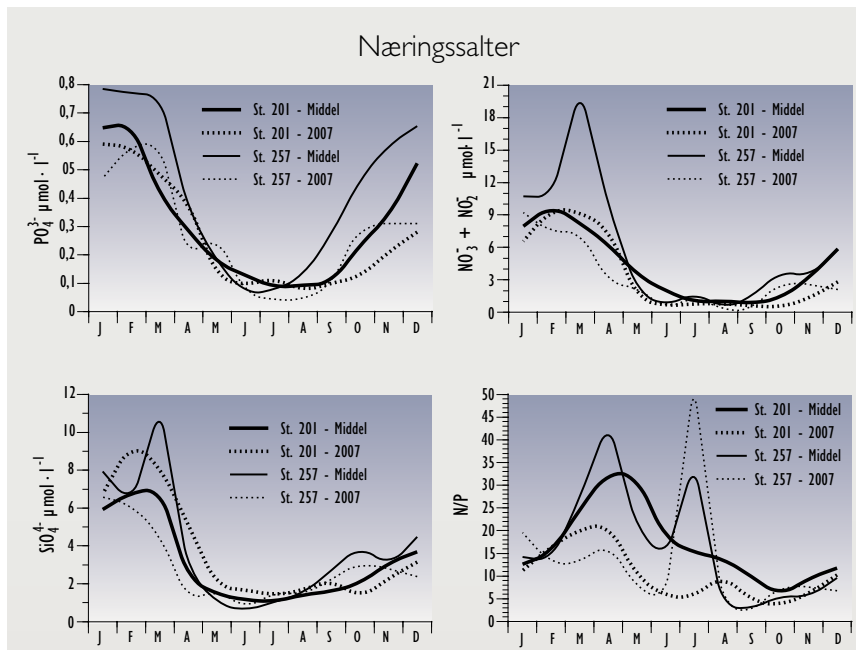
Figur 3.2.1.3 viser utviklingen av temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på 600 meters dyp i skagerrakbassenget utenfor sørlandskysten (posisjon C, Figur 3.1.1.1). Det har vært en jevn temperaturøkning i dypvannet siden 2005. Samtidig med at saltholdigheten har endret seg lite, har det-

Figur 3.2.1.2 Gjennomsnittlig månedlig transport av atlantisk vann til den nordlige og sentrale Nordsjøen sørover mellom Orknøyene og Utsira (1985–2007).
1 Sv = 1 Sverdrup = 1 million m³/s.
Time series (1985–2007) of modelled monthly mean volume of southward transport of Atlantic water into the northern and central North Sea between the Orkney Islands and Utsira, Norway.
1 Sv = 1 million m³/s.



Figur 3.2.1.3

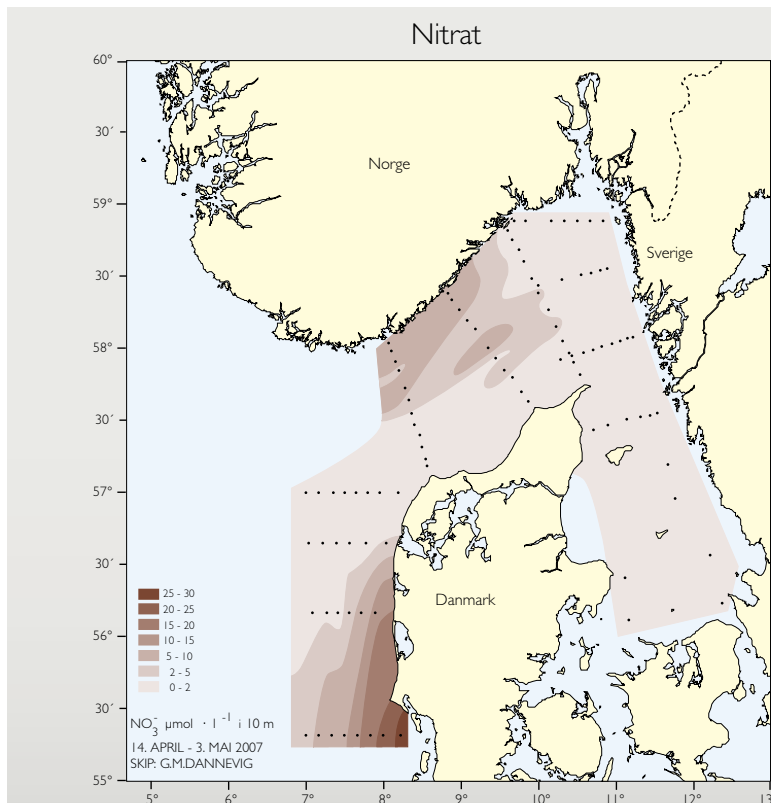
Temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygen på 600 meters dyp i skagerrakbassenget for årene 1952–2007 (Posisjon C, Figur 3.1.1.1).
Temperature, salinity, density and oxygen of the bottom water (600 m depth) in Skagerrak for the years 1952–2007.



Figur 3.2.1.4

Månedlige observasjoner midlet for de øvre 30 m utenfor Torungen fyr ved Arendal (stasjon 201) og de øvre 25 m utenfor Hirtshals (stasjon 257) i 2007 for fosfat (PO_4^{3-}), nitrat+nitritt ($\text{NO}_3^- + \text{NO}_2^-$), silikat (SiO_4^{4-}) og forholdet mellom nitrat+nitritt og fosfat (N/P). De heltrukne linjene viser langtidsmiddel for 1980–1995 på stasjon 201, unntatt for silikat, hvor langtidsmiddelet er for 1988–1995, og på stasjon 257 hvor langtidsmiddelet er for 1988–1995 for alle størrelsene.

Monthly observations averaged for the upper 30 m outside Torungen lighthouse near Arendal (St. 201) and the upper 25 m at St. 257 outside Hirtshals in 2007 for phosphate, nitrate+nitrite, silicate and N/P ratio. The solid lines show the long-term mean for the period 1980–1995 at St. 201, except for silicate where the mean is for the period 1988–1995, and at St. 257 where the long term mean is for the period 1988–1995 for all parameters.



Figur 3.2.1.5

Horisontal fordeling av nitrat på 10 meters dyp i Nordsjøen og Skagerrak i april 2007. Horizontal distribution of nitrate at 10 m depth in the North Sea and Skagerrak in April 2007.

te ført til at tettheten er blitt lavere de siste årene og nå er rett under langtidsmiddelet. Det har ikke vært utskifting av bunnvannet siden våren 2005, og oksygenverdiene er nå de laveste siden første halvdel av 1990-tallet. Med fortsatt til dels høye temperaturer i de innstrømmende atlantiske vannmassene til Skagerrak og liten vinteravkjøling i Nordsjøen, vil det ennå kunne ta noe tid før det blir noen utskifting av dypvannet i Skagerrak.

Næringsalter

Det var lave vinterverdier av næringsalter på dansk side av Skagerrak i 2007, mens det på norsk side var mer normalt. Silikat viste noe forhøyede konsentrasjoner (Figur 3.2.1.4), som skyldes ferskvannsavrenning. Næringsaltforholdene tyder ellers på relativt svak innstrømming av jyllandske kystvannmasser med opphav fra Tyskebukta, og dermed fravær av de vanligvis høye nitrogen/fosfor-forholdene, spesielt om våren. Etter at man på 80-tallet begynte med storskala rensing av fosfor (P) (og for eksempel innføring av fosfatfrie vaskemidler) uten å rense for nitrogen (N), har man forverret den naturlige balansen mellom de ulike næringsaltene i havet. N/P-forholdet er spesielt skjevt i de tyske elvene, og får betydning for algesammensetningen.

Hvert år i april siden 1988 undersøkes næringsaltsituasjonen og algesammensetningen i hele Skagerrak, Kattegat og langs vestkysten av Danmark. I 2006 og 2007 var N/P-forholdet langs vestkysten av Danmark lavere enn i 2003–2005 og betydelig lavere enn i 2001 og 2002. Bortsett fra i den sørligste delen med høye konsentrasjoner, var nitratkonsentrasjonene langs vestkysten nær det normale med verdier på 2–10 $\mu\text{mol}\cdot\text{l}^{-1}$ (Figur 3.2.1.5), og med ubetydelige mengder av fosfat og silikat til stede. Disse vannmassene ble ikke registrert innover i Skagerrak. Basert på disse observasjonene var det redusert sannsynlighet for skadelige algeoppblomstringer.

Mer detaljerte beskrivelser av forholdene i Nordsjøen kan finnes i kvartalsmessige ICES NORSEPP-rapporter (<http://www.ices.dk/marineworld/norsepp.asp>).

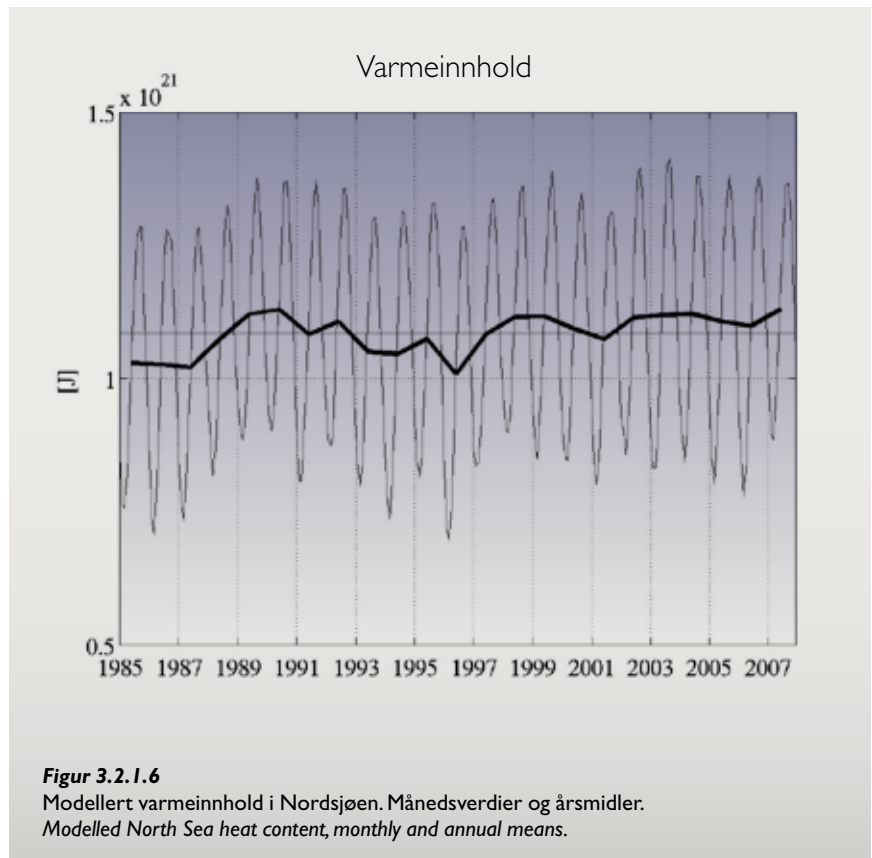
Varmeinnholdet i Nordsjøen

Beregninger av Nordsjøens varmeinnhold for perioden 1985–2007 (Figur 3.2.1.6) ved hjelp av sirkulasjonsmodellen NORWECOM, viser både sesongvariasjoner (økt varmeinnhold om sommeren og tap av varme om vinteren) og langperiodiske svingninger. Til tross for de observerte høye overflatetemperaturer i sør, er sommerens maksimumsverdi i varmeinnhold for hele Nordsjøen de siste fem årene gradvis blitt lavere. Avkjølingen vinteren

2006/2007 var imidlertid liten, så 2007 var under ett det året i perioden som har hatt høyest varmeinnhold (se tykk heltrukket linje). Magasinert varme, dvs. summen av årlig differanse mellom maksimum og minimum varmeinnhold, i perioden 1985–2007 tilsvarer en temperaturøkning på 0,62 grader – åtte ganger den årlige europeiske kraftproduksjonen. 2/3 av denne magasinerte varmen finnes i de dype delene av Nordsjøen og skyldes hovedsakelig lavt varmetap vinteren 2001/2002 og stor oppvarming den etterfølgende sommeren. I Nordsjøens grunne deler i sør er vannsøylen gjennomblandet, og det er tilnærmet balanse mellom sommeroppvarming og vinteravkjøling.

Oceanography

At the beginning of 2007, the temperatures in the North Sea were very high and remained high until autumn. At the end of the year, it was about normal along the Norwegian coast, while it still was very high in the deeper parts of Skagerrak. Model simulations indicate that the inflow of Atlantic water was the lowest ever, both from the north and through the English Channel. Winter cooling was much lower than the past few years. It is now 3 years since the Skagerrak bottom water was ventilated. Monitoring of nutrients indicates that the inflow of nitrogen-rich German Bight water in 2007 was relatively weak.



Figur 3.2.1.6
Modellert varmeinnhold i Nordsjøen. Månedsverdier og årsmidler.
Modelled North Sea heat content, monthly and annual means.

3.2.2 FORURENSNING

Havforskningsinstituttet gjør regelmessige målinger av forurensning i Nordsjøen hvert tredje år, og senest i 2005. I 2007 var det imidlertid to større hendelser i Nordsjøen som medførte store utslipp av olje og krevde ekstraordinære undersøkelser i området.

Jarle Klungsoyr

jarle.klungsoyr@imr.no

I januar 2007 forliste MS Server ved Hellesøy, og olje tilgriste strender og sjøfugl i et område rundt vraket. Mengden bunkersolje blandet ned i vannsøylen var forholdsvis begrenset og medførte bare i liten grad forurensning av fisk og skaldyr i området. I desember medførte brudd i en slange for overføring av olje fra lastebøye på Statfjord A til tankbåt, et oljeutslipp på 4000 m³. Havforskningsinstituttet omdirigerte to forskningsfartøyer for å gjøre akustiske registreringer av fisk i influensområdet for oljeutslippet og ta prøver for å kunne dokumentere om utslippet hadde medført forurensning av fisk. Resultatene av dette arbeidet vil først være klare i 2008.

MS Server

MS Server forliste ved Hellesøy, Fedje, den 12. januar 2007. Fartøyet brakk i to, og Kystverket anslår at ca. 380 tonn tungolje lekket ut til sjøen. Som en del av en større

miljøundersøkelse i regi av Kystverket gjorde Havforskningsinstituttet analyser av vannprøver, fisk, krabber og kamskjell ved vrakstedet i etterkant av forliset. Oljekomponenter, polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) og degraderingsprodukter av PAH (metabolitter) ble analysert i enten muskel, lever eller galle. Vannprøver fra 16 stasjoner fra Ågotnes i sør til Gulen i nord, tatt én uke etter Serverforliset, viste lave nivåer av olje i vannet. Like rundt havaristen ble det i prøvene fra 1 m dyp målt oljeverdier 2–6 ganger høyere enn bakgrunnsnivået i området og forhøyete PAH-konsentrasjoner. Konsentrasjonene av PAH må likevel betegnes som svært lave, og betydelig lavere enn hva man normalt kan finne i f.eks. havner. Vannprøvene fra bunnen viste meget lave oljeverdier. Det dårlige været i området kan ha medvirket til hurtig forvitring av oljen, stor spredning og stor fortykning av oljekomponentene i vannsøylen. En god del av oljen ble også skylt opp i strandområdene ved vraket.



Resultatene fra prøvene av vann, plankton og fisk i området ved Statfjord kommer i løpet av første halvår 2008.

I leveren hos torsk som sto i ruse like under oljeflaket, ble det funnet PAH-konsentrasjoner 200 ganger over normale bakgrunnsverdier. Denne fisken hadde også høye verdier av PAH-degraderingsprodukter (metabolitter) i gallen. Brosme ved Fedje hadde ikke forhøyete PAH-verdier, noe som heller ikke var ventet fordi denne arten lever på dypt vann. Det ble funnet verdier 2–30 ganger over bakgrunnsnivå i berggyllt som ble fanget i nærheten av vraket 10. februar. Torsk og lyr fanget ved havaristedet samme dato, hadde derimot ikke høyere nivåer av PAH-metabolitter enn kontrollfisk.

Ingen av fiskeprøvene hadde forhøyete verdier av PAH-forbindelsen benzo(a)pyrene, som kan være kreftfremkallende. Alle målinger lå godt under EUs grenseverdi for fisk. I kamskjell hentet fra Toskasundet ble det funnet relativ høye verdier av PAH, men disse stammer sannsynligvis fra andre kilder, siden PAH-profilen ikke viste de lette PAH-komponentene som kjenner tegnere olje.

Statfjord A

Under oljelasting 12. desember 2007 skjedde det et utslipp av 4000 m³ olje på Statfjord A, det nest største i Norges snart 40-årige oljehistorie. Hendelsen skjedde i et område hvor det er rike fiskebestander og betydelig fiskeriaktivitet, og Havforsk-

ningsinstituttet organiserte umiddelbart undersøkelser av fisken som befant seg langs driftsruten for oljeflaket. Målet var å dokumentere om oljeutslippet hadde hatt negative effekter på fisken og forringet dens kvalitet som menneskeføde.

FF Håkon Mosby ble omdirigert og gjennomførte et tokt 14.–16. desember 2007 for akustisk kartlegging av fiskeforekomstene og prøvetaking av vann og plankton i området ved Statfjord. På grunn av dårlig vær var det ikke forsvarlig å tråle etter fisk. Fem av 16 prøver av overflatevann viste spor av olje som var 5–10 ganger over bakgrunnsnivået for området. I tillegg ble det tatt 16 vannprøver like over havbunnen. Ingen av disse viste tydelige spor av oljen fra Statfjord.

18.–19. desember 2007 ble også forskningsfartøyet “Johan Hjort” omdirigert på vei sørover fra et sildetokt i Norskehavet for å gjøre akustiske registreringer og tråle etter fisk i området hvor oljen fra Statfjord hadde drevet. Hyse, sei, lyr, torsk og øyepål analyseres for innhold av oljekomponenter i lever og muskel. Resultater fra analysene ventes ikke å være klare før i løpet av første halvår 2008. Ny innsamling av fisk vil bli gjennomført januar 2008 for å dokumentere om nivåene har endret seg og eventuelt kommet ned på vanlig lavt bakgrunnsnivå.

Contaminants

In 2007, there were two major oil spills outside the Norwegian coast. The ship “Server” wrecked in January hitting the island of Hellesøy off Western Norway. This resulted in a discharge of approximately 380 tonnes of heavy bunker oil, contaminating the coastal zone and killing sea birds and sea otters. The effects on fish and shellfish were limited. In December, approximately 4000 tonnes of crude oil were discharged from Statfjord A due to the rupture of a flexible pipe during loading of a tanker. The effect of this accident on the marine environment is still being studied and IMR contributes to this work.