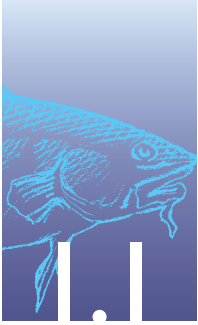




Kapittel I

Økosystem Barentshavet



Abiotiske faktorer

1.1.1 Fysikk (sirkulasjon, vannmasser og klima)

2003–2005 var en relativt stabil varm periode i Barentshavet med temperaturer godt over gjennomsnittet. Høsten 2005 var innstrømningen av atlantehavsvann rekordhøy, samtidig som temperaturene fremdeles lå omkring 0,5°C over middelet. Nå ser det imidlertid ut som at varmebølgen er på retur.

Randi Ingvaldsen

randi.ingvaldsen@imr.no

Harald Loeng

harald.loeng@imr.no

Bjørn Ådlandsvik

bjorn.aadlandsvik@imr.no

Jan Erik Stiansen

jan.erik.stiansen@imr.no

Barentshavet er et havområde preget av høy biologisk produksjon. Plante- og dyreplankton gir føde for store pelagiske bestander, som igjen fungerer som mat for andre arter i næringskjeden, inkludert mennesket. Den biologiske produksjonen avhenger i stor grad av de fysiske-oseanografiske forholdene: temperatur og salt-holdighet, isfordeling og havstrømmer. Sannsynligheten for å få sterke årsklasser av fisk stiger ved høye temperaturer og stor tilførsel av dyreplankton fra Norskehavet.

Klimaet i Barentshavet er et resultat av variasjon i klimaet i havområdene rundt, spesielt viktige er endringer i Nord-Atlan-

teren og Norskehavet, samt de lokale variasjonene i Barentshavet. Variasjonen som kommer fra tilstøtende havområder er i stor grad bestemt av horisontal transport av vannmasser gjennom åpningene inn til Barentshavet, og er i hovedsak drevet av vinden. Den lokale variasjonen skyldes faktorer som lokale vinder og strømmer, skydekke, vertikalblanding og isdekke.

Havforskningsinstituttet overvåker regelmessig temperatur, saltholdighet, isfordeling og havstrømmer i Barentshavet, i tillegg til planktonproduksjonen og forurensningssituasjonen. Siden 1997 har faste rigger målt transporten av atlantehavsvann inn i Barentshavet i snittet mellom Fugløya og Bjørnøya.

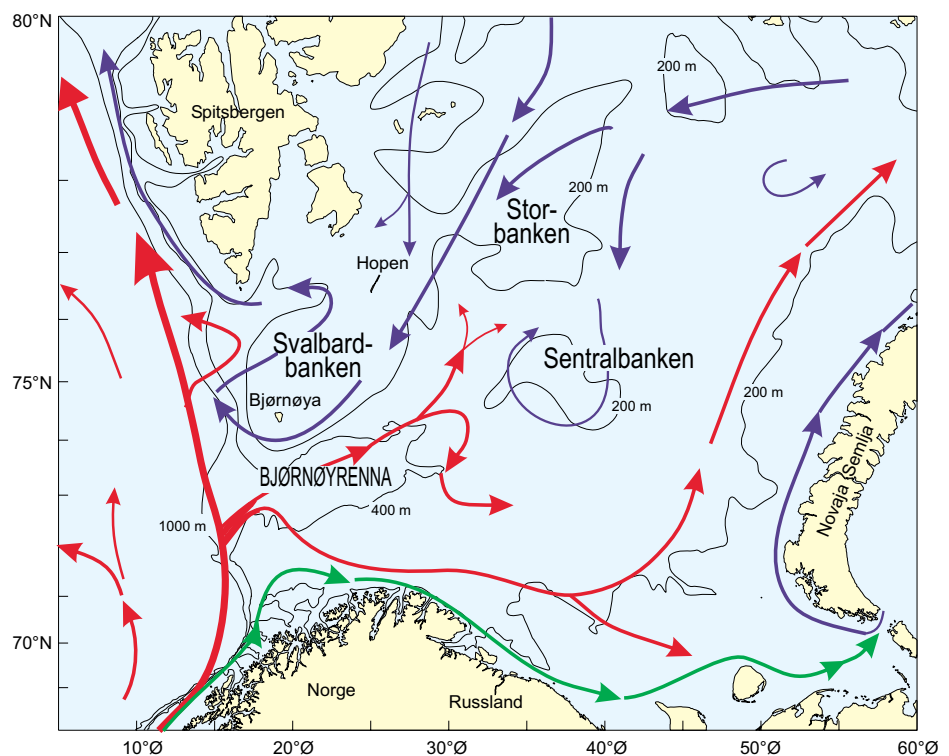
Bunntopografien har stor innflytelse på fordeling og bevegelse av vannmassene i Barentshavet. Når Atlanterhavsstrømmen kommer inn i Barentshavet, deles den i to grener, en sørlig gren som følger kysten østover mot Novaja Semlja, og en nordlig som går inn i Hopen-djupet (Figur 1.1.1.1). Styrken på disse to grenene varierer innbyrdes avhengig av den lokale

Figur 1.1.1.1

De viktigste trekkene ved sirkulasjons-mønstre og dybdeforhold i Barentshavet. Røde piler: atlantisk vann. Blå piler: arktisk vann. Grønne piler: kystvann.

The main features of the circulation and bathymetry of the Barents Sea.

Red arrows: Atlantic water. Blue arrows: Arctic water. Green arrows: Coastal water.



vinden i Barentshavet. Nær land og sør for Atlanterhavsstrømmen går Den norske kyststrømmen, og i de nordlige delene av Barentshavet strømmer kaldt arktisk vann fra nordøst mot sørvest. Barentshavet er karakterisert ved store variasjoner fra ett år til et annet, både når det gjelder varmeinnhold og isforhold. Den viktigste årsaken til dette er endringer i mengden atlantehavsvann som strømmer inn i Barentshavet, og temperaturen i dette vannet.

Temperaturen i det innstrømmende vannet

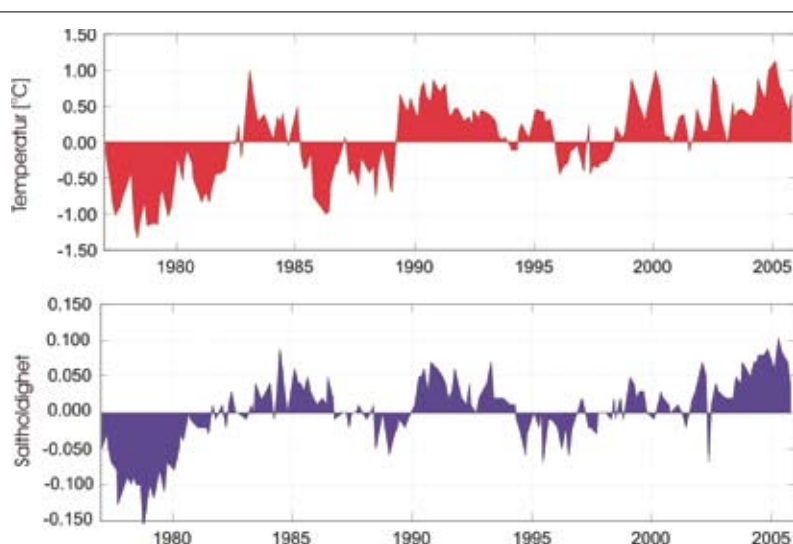
Temperaturene i det vestlige Barentshavet svinger mellom varme og kalde perioder (Figur 1.1.1.2). Fra 1977 til 1993 var det tydelige avgrensede varme og kalde perioder som varte i 3–7 år. Mellom 1997 og 2002 var det imidlertid mer ”uryddige” forhold hvor temperaturen varierte mye mer fra år til år. Fra 2003 har det igjen vært en mer stabil varm periode, og temperaturene har holdt seg godt over gjennomsnittet.

I oktober 2004 var temperaturen 1,0 °C over gjennomsnittet mellom Fugløya og Bjørnøya (Figur 1.1.1.2), og det var første gangen siden de regelmessige målingene startet i 1977 at middeltemperaturen passerte 7 °C i dette området. I januar 2005 steg temperaturen til 1,12 °C over gjennomsnittet, noe som er det høyeste temperaturavviket som er målt i denne serien. Maksimum temperaturavvik ble observert også sentralt og mer østlig i Barentshavet på samme tid som i det vestlige Barentshavet. I det russiske Kola-snittet, som har regelmessige observasjoner tilbake til 1921, er det bare 1939 som har hatt høyere vintertemperaturer enn 2005. Utover i 2005 ble temperaturene gradvis lavere, selv om de holdt seg godt over langtidsmiddelet. Høsten 2005 var temperaturene fremdeles omkring 0,5 °C over middelet, men det ser ut som varmebølgen nå er på retur.

Saltholdigheten i snittet Fugløya–Bjørnøya svinger i stor grad i takt med variasjoner i temperaturen (Figur 1.1.1.2). Dette gjelder også resten av Barentshavet som er influert av atlantehavsvann. Siden sommeren 2003 har det vært en generell økning i saltholdigheten i det sørvestlige Barentshavet, og vi har nå den høyeste saltholdigheten som er observert siden 1969. Det har så langt ikke vært påvist noen sammenheng mellom variasjoner i saltholdigheten og de biologiske forhold.

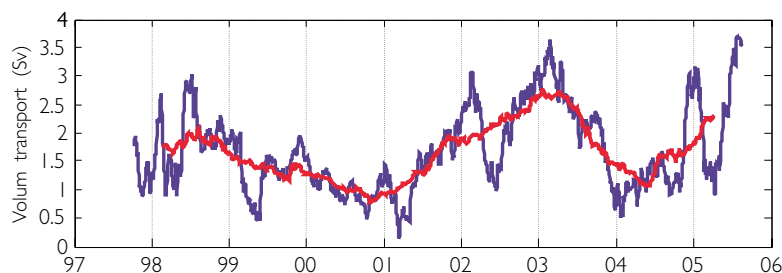
Volumtransport

Varmemengden i Barentshavet avhenger av temperaturen på det innstrømmende vannet og volumtransporten. Informa-



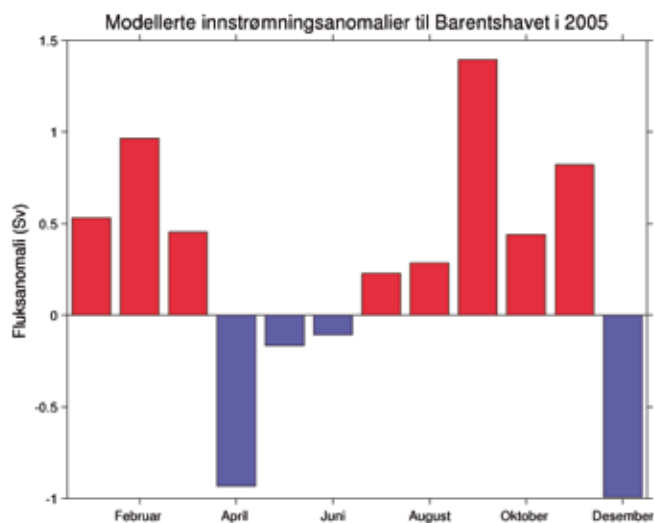
Figur 1.1.1.2

Temperatur- og saltholdighetsavvik mellom 50 og 200 m dyp i snittet Fugløya–Bjørnøya i perioden 1977–2005.
Temperature and salinity anomalies between 50 and 200 m in the Fugløya–Bjørnøya transect from 1977–2005.



Figur 1.1.1.3

Volumtransport av atlantehavsvann inn i Barentshavet for perioden september 1997 til september 2005. Seriene er midlet med 3 og 12 måneders glidende middel.
Atlantic water volume flux into the Barents Sea. Time series are 3 and 12 months running means.



Figur 1.1.1.4

Modellert innstrømning til Barentshavet for hver måned i 2005, vist som avvik fra langtidsmiddelet 1955–2005.
Monthly anomalies of Atlantic inflow to the Barents Sea in 2005.

sjon om volumtransporten er derfor viktig for å si noe om variasjoner i temperaturen i Barentshavet. I 1997 begynte Havforskningsinstituttet med strømmålinger fra faste rigger i snittet mellom Fugløya og Bjørnøya. Figur 1.1.1.3 viser transport av atlantehavsvann inn i Barentshavet for perioden fra september 1997 fram til september 2005. Det er store variasjoner i transporten, noe som har sammenheng med vindfeltet. Om vinteren vil de sterke sørvestlige vindene som dominerer, føre til sterk innstrømning. Om våren er det ofte en 2–4 ukersperiode med nordavind som resulterer i lav innstrømning eller faktisk at vannet strømmer fra Barentshavet til Norskehavet. Tidspunktet for dette minimumet kan ha stor betydning for transporten av dyreplankton inn i Barentshavet. I gjennomsnitt transporteres det netto 1,7 Sv atlantehavsvann inn i Barentshavet (1 Sverdrup (Sv) er 1 mill. m³s⁻¹, noe som tilsvarer transporten av vann i alle verdens elver til sammen).

Sammenligner man transportserien med temperaturavviket (Figur 1.1.1.2) ser man at volumtransporten og temperaturen varierer i takt i perioden 1997 til 2003. I de første månedene i 2003 var det et maksimum i transport og en samtidig sterk temperaturstigning. Volumfluksen viser imidlertid en markert nedgang i løpet av 2003, og i årsskiftet 2003–2004 registreres den laveste innstrømningen som er observert om vinteren. Det var altså en sterk nedgang i volumfluks inn i Barentshavet over et helt år, og dette i en periode hvor temperaturen lå noenlunde konstant på 0,4 °C over langtidsmiddelet. I løpet av 2004 var det igjen en økning i volumtransporten inn i Barentshavet. I denne perioden steg også temperaturen, men samtidig som temperaturen steg fra 0,4 °C over langtidsmiddelet til rekordhøye 1,12 °C, viste volumfluksen en moderat økning fra et vinterminimum. I 2005 fortsatte volumfluksen å stige til en rekordhøy innstrømning høsten 2005, samtidig

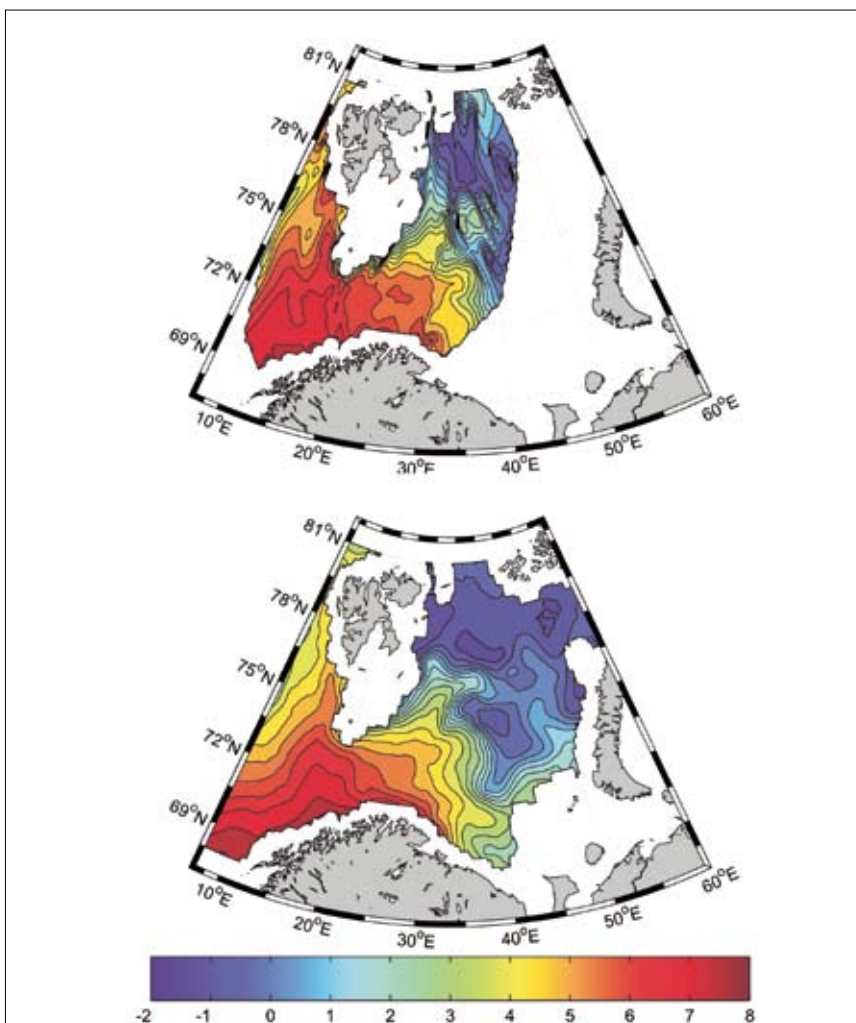
som temperaturen avtok fra rekordhøye 1,12 °C til 0,5 °C over middelet. Situasjonen i 2003–2005 viser altså at det er viktig å ta hensyn til både temperatur og mengde av atlantehavsvann som går inn i Barentshavet, for disse trenger ikke å variere i takt. I de snart ti årene som vi har målt transporten av atlantehavsvann, har endringer i volumfluksen startet omtrent to år før vi ser endringen i temperaturen.

Den modellerte vinddrevne innstrømningen til Barentshavet i 2005 (Figur 1.1.1.4) samsvarer svært godt med den observerte innstrømningen. I perioden fra januar til mars er innstrømningen 0,5–1 Sv over langtidnormalen. Utover våren blir innstrømningen lavere enn normalen, spesielt i april. Deretter er innstrømningen høyere enn normalt, med en topp på nær 1,4 Sv over normalen i september. Dette er en svært høy verdi for en periode av året hvor vindforholdene normalt er rolige, og er faktisk den høyeste innstrømningen i september for hele den 51 år lange modelltidsserien. Årsaken til den store innstrømningen kan være en lengre periode med sørlig vind i den nordlige delen av Barentshavet. For slutten av året predikerer modellen en kraftig redusert innstrømning på nær 1 Sv.

Horisontal fordeling av temperatur

Figur 1.1.1.5 viser temperaturfordelingen på 100 m dyp i Barentshavet i august–september 2005 (øverst) og middelet for perioden 1977–1996 (nederst). Fra figurene ser man tydelig grenene av Atlanterhavsstrømmen som går østover langs kysten og nordøstover i Hopendjupet. Sensommeren 2005 var det varmere enn normalt i Hopendjupet, men omtrent som normalt nær kysten. Også i vestlig deler av Vestspitsbergenstrømmen vest for Bjørnøya var det mye varmere enn vanlig (Figur 1.1.1.5). Dette tyder på at det har vært et stekt vindfelt som har ført til en nordlig fordeling av atlantehavsvannet i dette området. I Barentshavet betyr dette at grenen av atlantehavsvann som går nordover i Hopendjupet, har vært sterk, mens den som følger kysten østover mot Novaja Semlja, har vært omtrent som i et middelår. For øvrig er det lavere temperaturer enn midlet i området utenfor Lofoten. Dette betyr at kaldere vann er på vei fra Norskehavet og inn i Barentshavet og forklarer hvorfor temperaturavviket i snittet mellom Fugløya og Bjørnøya avtok i løpet av 2005 selv om volumtransporten økte.

Med tanke på temperaturutviklingen i Barentshavet i 2005, og det kaldere vannet som er på vei inn fra Norskehavet, er det ventet at temperaturen i Barentshavet vil synke i løpet av 2006. Det er mulig det-



Figur 1.1.1.5

Temperaturfordelingen i Barentshavet på 100 m dyp i august–september. Øverst: 2005. Nederst: middel for perioden 1977–1996.

Distribution of mean temperature at 100 m depth during August–September. Upper panel: 2005. Lower panel: mean temperature 1977–1996.

te vil motvirkes noe av den høye volumtransporten inn i Barentshavet senhøsten 2005.

Is i Barentshavet

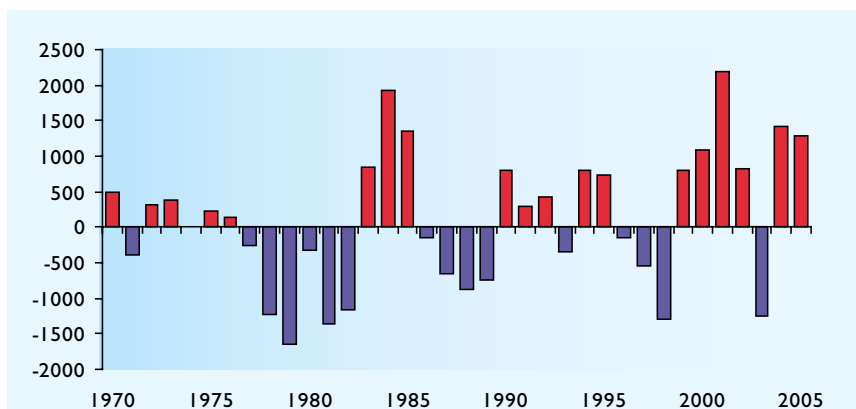
Med tanke på de høye temperaturene i 2005 var det ventet mindre is enn vanlig, og det viste seg også å bli resultatet. Figur 1.1.1.6 viser variasjoner i isdekket i Barentshavet siden 1970. En høy verdi (rød søyle) viser store isfrie områder (lite is), mens en negativ indeks viser mye is i gjennomsnitt gjennom året. Indeksen i 2005 var ubetydelig lavere enn året før. I løpet av vinteren 2005 var det nesten ikke is sør for 76°N, og sammenlignet med 2004 var isdekket mindre i vinterhavåret. Om sommeren var ismeltingen derimot mindre, og på høsten startet tilfrysingen 1–2 uker tidligere enn året før. Det er vanskelig å peke på noen trend i utviklingen av isforholdene i Barentshavet, bortsett fra at isgrensen om vinteren ligger noe lengre nord enn i begynnelsen av observasjonsperioden som er vist i figuren.

For 2006 ventes det noe mer is om vinteren siden temperaturen vil bli lavere enn året før. Den totale isindeksen vil til slutt avhenge av ismeltingen sommeren 2006.

Klimastatusens betydning for økosystemet

I utgangspunktet er den høye temperaturen gunstig for den biologiske produksjonen i Barentshavet, og høye temperaturer er en forutsetning for sterke årsklasser av torsk, hyse og sild. På den annen side er ikke dette tilstrekkelig; det må samtidig være et godt mattilbud. Derfor vil årsklassenes styrke avhenge av mengden innstrømmende vann fra Norskehavet utover våren, fordi denne strømmen fører med seg store mengder dyreplankton som er mat for fiskeyngelen utover våren og sommeren.

Høyere temperatur fører også til at utbredelsesområdet til flere fiskearter endrer seg. De to siste årene har det vært observert rundt 1 million tonn kolmule i den vestlige delen av Barentshavet. Makrell er dessuten observert lengre nordover langs Norskekysten enn vanlig. Kolmule er en konkurrent for andre planktonspisende



Figur 1.1.1.6

Isindeks for Barentshavet i perioden 1970–2005. Positive verdier betyr lite is, negative verdier indikerer mye is.

Ice index for the period 1970–2005. Positive values indicate small amounts of ice, while negative values show more severe ice conditions.

Fakta om Barentshavet

Barentshavet er et av sokkelhavene som utgjør kontinentalsokkelen rundt Polhavet. I vest er Barentshavet avgrenset av eggkanten mellom Norge og Svalbard og i øst av Novaja Semlja (Figur 1.1.1.1). Norge og Russland utgjør den sørlige grensen, og eggkanten mot Polhavet den nordlige grensen.

Barentshavet dekker et område på omtrent 1,4 millioner km². Størstedelen er grunnere enn 300 m. Gjennomsnittlig dybde er 230 m.

I gjennomsnitt transporteres det 1,7 Sv atlantehavsvann inn i Barentshavet. 1 Sverdrup (Sv) er 1 mill. m³s⁻¹ og tilsvarer transporten av vannet i alle verdens elver til sammen.

arter, slik som sild, lodde og polartorsk, og er dessuten nå plassert midt i traseen for planktontransporten fra Norskehavet og inn i Barentshavet. Både kolmule og makrell er nye potensielle predatorer, i tillegg til sild og torsk, på fiskelavene som skal drive fra Lofoten-området og opp i Barentshavet. Samspillet i naturen

er komplisert, og endringer i klima spiller en viktig rolle på mange nivåer og faktorer i økosystemet.

Fordi klimaet har så stor innflytelse på de viktigste kommersielle artene, bør forskning på klima og dets effekter på økosystemet vektlegges de nærmeste årene.