

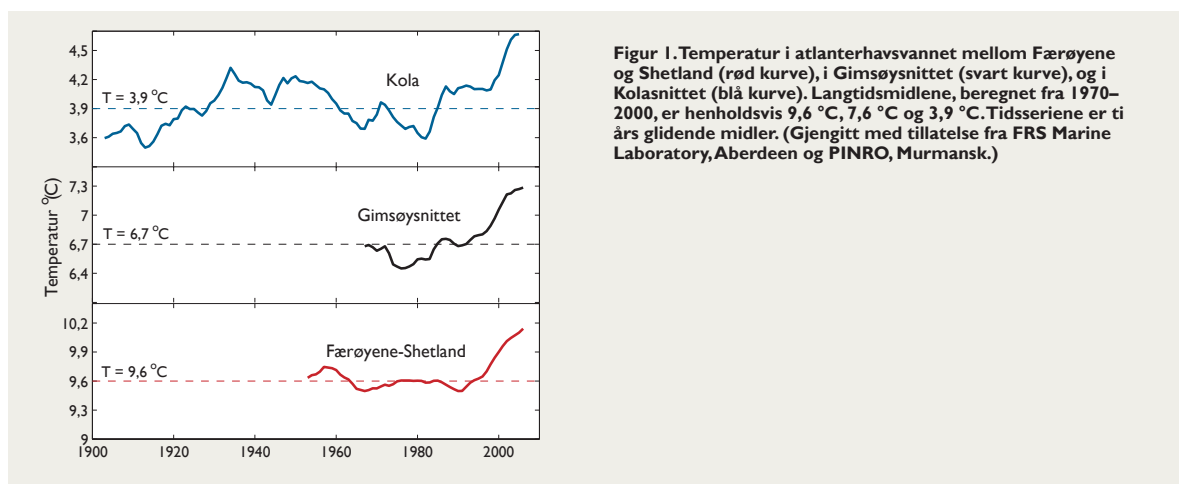
# Sirkulasjon, vannmasser og klima i Nordsjøen, Norskehavet og Barentshavet

Det siste tiåret har det vært bemerkelsesverdig varmt både i Norskehavet og Barentshavet. De varmeste årene observert i disse havområdene noensinne var i løpet av denne perioden.

Temperatursvingningene i de norske havområdene skyldes variasjoner i mengde og temperatur i vannet som strømmer inn fra Nord-Atlanteren, lokalt varmetap fra hav til luft og en mengde av andre tilstøtende vannmasser som strømmer inn i havområdene.

Ved å sammenligne temperaturen helt i sør, i midtre og helt i nord av de norske havområdene, ser vi at temperaturen

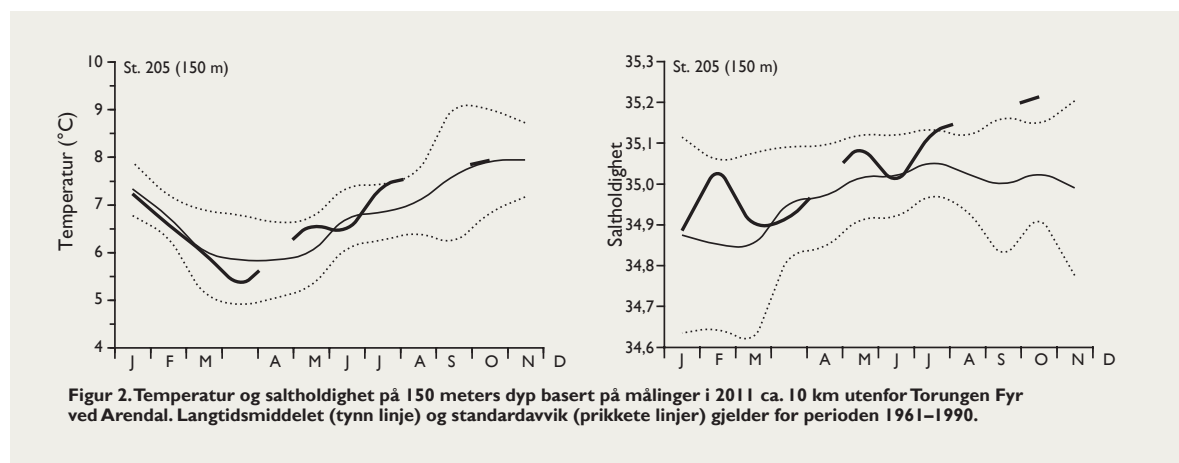
avtar nordover (figur 1). Fra sør til nord har temperaturen avtatt med nesten seks grader. På lang tidsskala varierer havtemperaturene i hele området i stor grad i takt. Sett i forhold til en middeltilstand svinger temperaturene mellom varme og kalde perioder, der 1900–1930 og 1960–1990 var kalde perioder, mens 1930–1960 og fra 1990 til nåtid var varme perioder.



## Nordsjøen

Ved inngangen til 2011 var overflatetemperaturen i Nordsjøen godt under langtidsmiddelet. Tilstanden normaliserte seg raskt den første delen av våren, og forble godt over langtidsmiddelet resten av året. Bunnvannet i Skagerrak har fått blandet inn typiske atlantiske vannmasser, og spesielt temperaturforholdene er endret fra ett år tidligere med en økning på rundt 2 °C. Den totale innstrømmingen av atlantehavsvann til Nordsjøen tok seg opp i 2011 og brøt en nedadgående trend. Man må tilbake til 2006 for å finne tilsvarende transportmengde. Den økte innstrømmingen av relativt varmt atlantehavsvann vinterstid, og en over normal oppvarming sommerstid, har også ført til høyere varmeinnhold i 2011 sammenliknet med året før. Verdien ligger omtrent på langtidsmiddelet (1985–2011).

JON ALBRETSSEN | jon.albretsen@imr.no, SOLFRID S. HJØLLO og MORTEN D. SKOGEN



Året startet med svært lave sjøtemperaturer i hele Nordsjøen og Skagerrak med opptil tre grader kaldere overflate enn 1970–1990-gjennomsnittet. En jevn oppvarming utover våren medførte relativt høye overflatetemperaturer i Nordsjøen resten av året. Spesielt november var varm og lå rundt to grader over gjennomsnittet for hele området.

I flere år har både temperatur og saltholdighet for dypvannet (100–200 meter) utenfor Torungen indikert atlantiske vannmasser i Skagerrak med verdier godt over langtidsmiddelet. I 2011 har verdiene vært mer variable etter normaliseringen av saltholdigheten i og den kraftige avkjølingen av dypvannet våren 2010. Atlanterhavsvannet utenfor Torungen hadde normale (1961–1990) temperaturer gjennom hele 2011 (figur 2). Den registrerte saltholdigheten ga normale verdier gjennom våren og sommeren, men det var en økende tendens mot slutten av året.

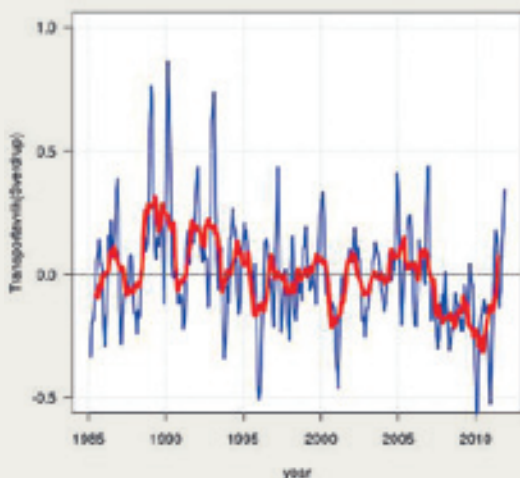
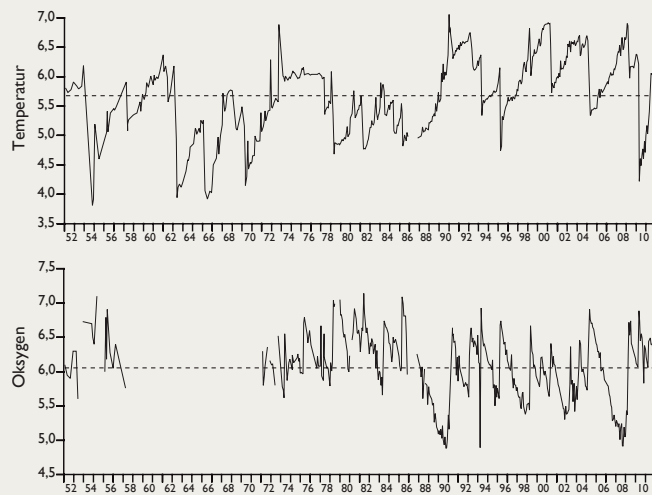
Bunnvannet i Skagerrak ble skiftet ut av avkjølt nordsjøvann i 2010, og lavere temperaturer hadde ikke vært registrert der siden 1970. Temperaturen har steget gradvis fra våren 2010, og i 2011 har bassengvannet fått blandet inn mer saltholdig og varmere atlanterhavsvann fra innstrømmingen langs Norskerenna. Eksempelvis var temperaturen

nær bunnen i Skagerrak ca. 6 °C sommeren 2011 mot nær 4 °C ett år tidligere (figur 3).

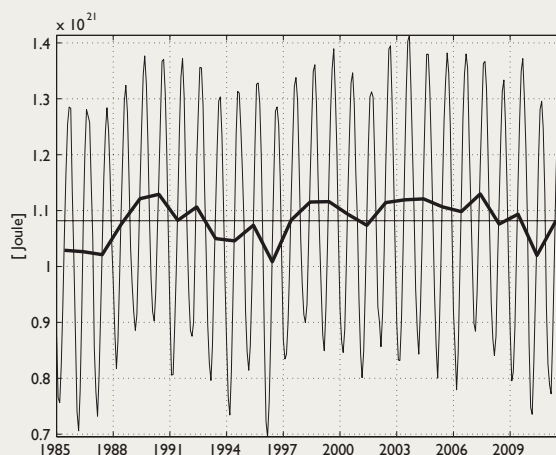
Havsirkulasjonsmodellen Norwecom er brukt for å beregne transport av atlanterhavsvann gjennom et tverrsnitt mellom Utsira og Orknøyene samt varmeinnholdet i Nordsjøen. Modellberegningene av atlanterhavsinstrømmingen til Nordsjøen viser at 2011 brøt en nedadgående trend (figur 4). Transportmengden i 2011 var den høyeste siden 2006 og lå over langtidsmiddelet (1985–2011). Den kraftigste innstrømmingen foregikk i 2. og 4. kvartal, der sistnevnte kvartal hadde tredje høyeste verdi siden tidsseriens start i 1985. Innstrømmingen gjennom Den engelske kanal lå derimot stort sett under langtidsmiddelet hele 2011.

Modellberegningene av varmeinnholdet for hele Nordsjøen/Skagerrak for perioden 1985–2011 viser både sesongvariasjoner (økt varmeinnhold om sommeren og tap av varme og derfor varmeinnholdsminimum om vinteren) og langperiodiske svingninger (figur 5). I 2011 var både vinterens og sommerens varmeinnhold noe høyere enn året før. For året sett under ett ble varme lagret i Nordsjøen slik at varmeinnholdet dreide opp til en verdi lik med langtidsmiddelet (1985–2011).

Figur 3. Temperatur og oksygen på 600 meters dyp i Skagerrakbassenget for årene 1952–2011.



Figur 4. Modellert avvik i transporten inn i Nordsjøen gjennom snittet Orknøyene–Utsira. Transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). Tre måneders (blå linje) og 12 måneders (rød linje) glidende middel er vist.



Figur 5. Modellert varmeinnhold i Nordsjøen. Månedlige og årlige verdier.

# Norskehavet

I vestlige områder av Norskehavet var det en nedgang i temperatur fra 2010 til 2011. Nedgangen var i enkelte områder opptil 1,5 °C. I forhold til langtidsmiddelet var temperaturen også lavere, 0–0,6 °C, i de samme områdene. Det innstrømmende atlantehavsvannet langs kontinentalskråningen er derimot fortsatt varmere enn normalt, 0,3–0,4 °C over langtidsmiddelet. Innstrømmingen var i både 2010 og 2011 noe høyere enn normalt, omtrent 0,2 Sv over langtidsmiddelet.

KJELL ARNE MORK | kjell.arne.mork@imr.no

Hvor mye atlantehavsvann som strømmer inn i Norskehavet avhenger i stor grad av vindforholdene. Siden disse er svært varierende, vil også innstrømmingen variere mye mellom

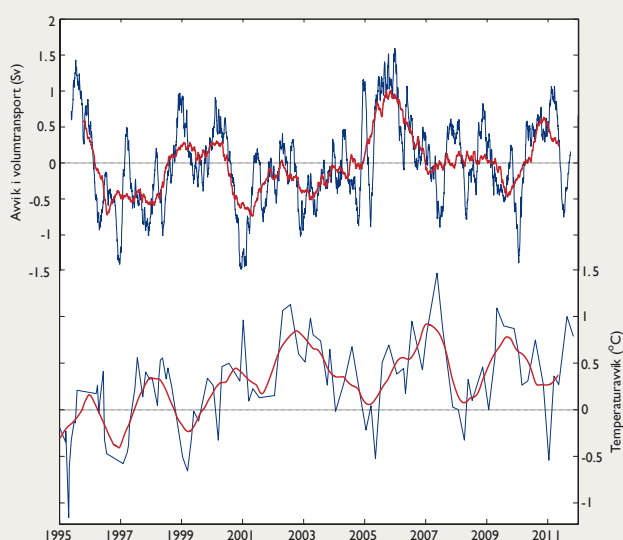
årstidene, men også fra år til år (figur 6). Det er for eksempel sterkere sørvestlige vinder og dermed større innstrømming om vinteren enn om sommeren. Vanntransport måles i Sverdrup (Sv), og en Sv er definert som transporten av en million tonn vann per sekund. Det tilsvarer mengden vann som renner ut i havet fra alle verdens elver til sammen. I gjennomsnitt strømmer det fire Sv atlantehavsvann gjennom Færøyrenna inn i Norskehavet.

Etter to år med høy innstrømming i 2005 og 2006, der vinteren 2006 var det høyeste som er observert siden disse målingene startet i 1995, sank innstrømmingen. Siden 2007 har den vært nær langtidsmiddelet, men rundt 2010/2011 var den 0,5 Sv over langtidsmiddelet. I begynnelsen av 2011 var transporten 1 Sv over middelet, men sank utover året og var nær langtidsmiddelet i september 2011, som er slutten på tidsserien. Middelet for januar–september 2011 var da 0,2 Sv over langtidsmiddelet.

## Temperatur

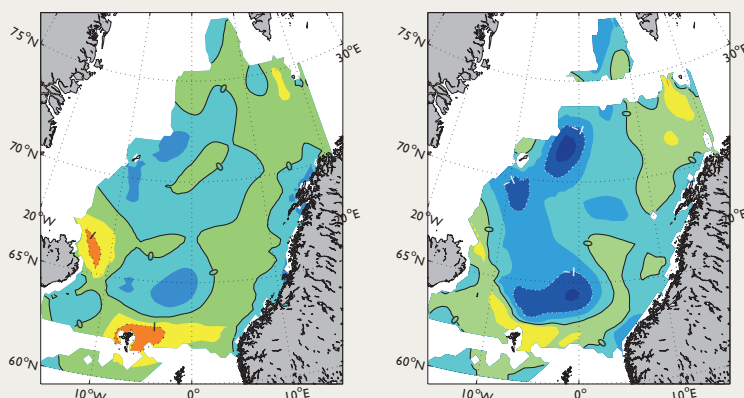
I samme området som innstrømmingen av atlantehavsvann måles – i Svinøysnittet – blir også temperaturen i atlantehavsvannet observert regelmessig. Temperaturen her er svært avhengig av klimavariasjonene lenger sør i Nord-Atlanteren, men påvirkes også av lokale atmosfæriske forhold og andre tilstøtende vannmasser. Etter midten av 1990-tallet har atlantehavsvannet i Svinøysnittet blitt varmere. 2007 var det varmeste året noensinne siden målingene startet i 1977 (figur 6). Da var temperaturen 0,8 °C over langtidsmiddelet. Etter en nedgang i 2008 og en oppgang 2009, sank temperaturen igjen i 2010 og 2011, men var over langtidsmiddelet. Årsmiddelet for 2011 i Svinøysnittet var 0,4 °C over langtidsmiddelet. Lenger nord i Norskehavet var det også observert omtrent tilsvarende temperaturavvik for 2011, 0,3 °C over langtidsmiddelet. De høye temperaturverdiene som er observert det siste tiåret skyldes varmere og saltere innstrømmende vann fra Nord-Atlanteren inn i Norskehavet.

Målinger fra Norskehavet våren 2011 viser at temperaturen på 100 meters dyp var under normalen i vestlige områder. I enkelte områder var den mer enn 0,5 °C under langtidsmiddelet, spesielt nordøst for Færøylene og ved Jan Mayen (figur 7). Temperaturnedgangen skyldes økt transport av arktisk vann inn i området. I forhold til 2010 var temperaturen i 2011 betydelig lavere i store deler av Norskehavet, der forskjellen i enkelte områder kunne være opp mot 1,5 °C. Det er også registrert temperaturer over normalen, opp til 1,0 °C over langtidsmiddelet, ved Færøylene og nordøst av Island. I østlige del av Norskehavet langs med kontinentalskråningen er det også, tilsvarende som på Svinøysnittet, observert noe høyere temperaturer enn normalt. Dette skyldes at det innstrømmende atlantehavsvannet fortsatt er varmere enn normalt.



**Figur 6. ØVERST:** Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer gjennom Svinøysnittet ved Eggakanten i Sverdup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). Verdiene er vist som avvik fra et gjennomsnitt. Tre måneders (blå linje) og ett års (rød linje) glidende midler. Gjengitt med tillatelse fra Geofysisk institutt, UiB.

**NEDERST:** Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet for Svinøysnittet. Verdiene er et gjennomsnitt for temperaturene mellom 50 og 200 meters dyp. Enkeltobservasjoner (blå linje) og ett års glidende midler (rød linje).



**Figur 7. VENSTRE FIGUR:** Temperaturavvik (°C) i 100 meters dyp for mai 2011 i forhold til gjennomsnittet for perioden 1995–2011. **HØYRE FIGUR:** Temperaturdifferanse (°C) i 100 meters dyp mellom mai 2011 og mai 2010. Konturintervall er 0,5 °C.

# Barentshavet

Nedgangen i temperatur som har vært observert i det sørlige Barentshavet siden 2006 fortsetter. Sett under ett var havtemperaturene litt lavere, innstrømmingen mye det samme og isdekket noe mindre i 2011 enn i 2010. I det nordlige Barentshavet er det imidlertid fremdeles betydelig varmere enn langtidsgjennomsnittet.

RANDI INGVALDSEN | randi.ingvaldsen@imr.no

Temperatur og mengde innstrømmende atlantehavsvann til Barentshavet er avgjørende for temperaturforholdene i havområdet, men de to forholdene varierer ikke nødvendigvis i takt (figur 8). Temperaturen er fortrinnsvis bestemt av variasjoner i Norskehavet, mens volumtransporten i stor grad avhenger av vindforholdene vest i Barentshavet. På grunn av vindens påvirkning er det store variasjoner i vanntransporten. Om vinteren vil de kraftige, sørvestlige vindene ofte føre til sterk innstrømming. Om sommeren vil svakere østlige vinder gi mindre innstrømming. Om våren er det ofte en 2–4-ukersperiode med nordavind. Det gir lav innstrømming eller vann som faktisk strømmer fra Barentshavet til Norskehavet. Tidspunktet for dette minimumet kan ha stor betydning for transporten av dyreplankton inn i Barentshavet. I gjennomsnitt transporteres det nesten 2 Sverdrup (Sv) atlantehavsvann inn i Barentshavet.

Vanntransporten varierer også i perioder på flere år, og den var betydelig lavere i årene frem mot 2002 enn i årene 2003–2006 (figur 8 øverst). 2006 var et ekstremår hvor mengden atlantehavsvann som strømmet inn var på sitt høyeste (vinteren 2006), men også svært lav (høsten 2006). Etter dette har innstrømmingen vært forholdsvis lav, spesielt om våren og sommeren. Det har imidlertid vært en svak økende trend de siste 3 årene, og innstrømmingen i første halvdel av 2011 var omtrent som middelet for 1997–2011. Måleserien har foreløpig bare data tilgjengelig frem til sommeren 2011, så det er ikke kjent hvordan innstrømmingen har vært høsten 2011.

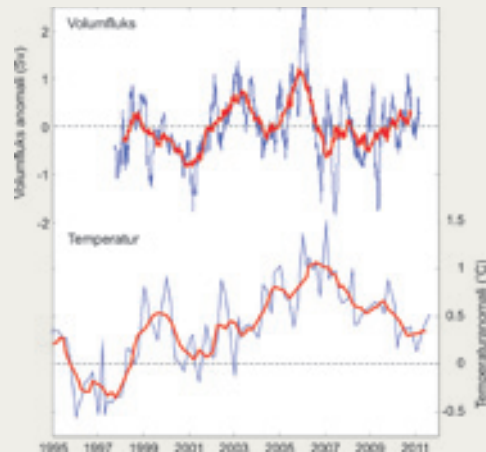
## Temperatur

Fugløya–Bjørnøya og Vardø–Nord-snittene, som fanger opp alt atlantehavsvann som går inn i Barentshavet i vest, hadde tidlig på vinteren 2011 temperaturer som var 0,2 °C over langtidsmiddelet (figur 8 nederst). Dette er lavere enn det som har vært vanlig de siste 7–8 vintrene. Utover våren og sommeren økte temperaturene noe, og i august lå temperaturene rundt 0,5 °C over langtidsmiddelet. Sett under ett hadde atlantehavsvannet som strømmer inn i Barentshavet fra sør temperaturer omkring 0,2 °C over langtidsmiddelet i 2011, og det er litt lavere enn i 2010. Den nedadgående trenden i temperatur som har vært observert i Barentshavet siden 2006 fortsetter til tross for at innstrømmingen har hatt en svak, økende trend siden 2009.

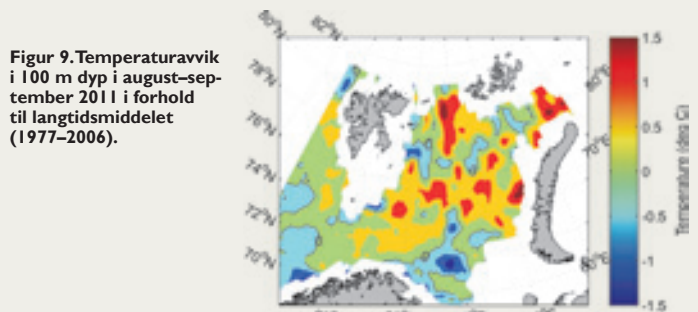
Målinger fra sensommeren 2011 viser at temperaturen på 100 meters dyp var over langtidsmiddelet i hele Barentshavet bortsett fra i mindre områder i sørøst, hvor det var som normalt eller litt kaldere (figur 9). I nordlige del av Norskehavet var også temperaturene omtrent som langtidsmiddelet. I forhold til normalen var det varmest i det nordlige og østlige Barentshavet med temperaturer omkring 1 °C over langtidsmiddelet eller høyere.

## Is

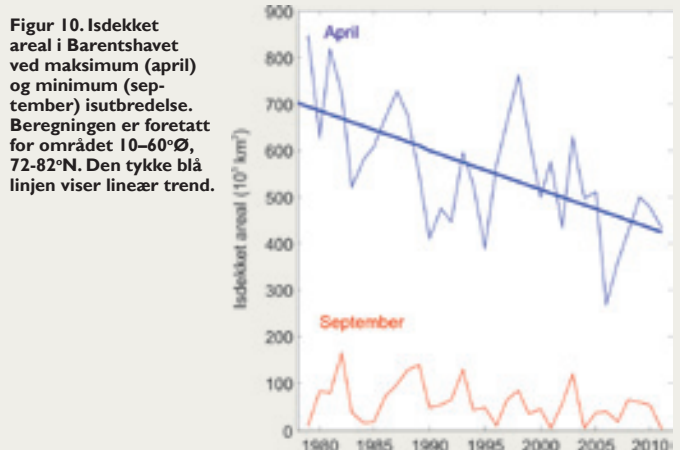
Isdekket i Barentshavet har stor sesongmessig variasjon. Det er vanligvis mest is sent på vinteren (i april) og minst is sent på sommeren (i september). Det er imidlertid også store mellomårige variasjoner og langtidstrender i isdekket. Høy temperatur på det innstrømmende atlantehavsvannet fører vanligvis til store, isfrie områder i Barentshavet, og i de siste 40 årene har det vært en generell nedadgående trend i isdekket, spesielt om vinteren (figur 10). Denne trenden fortsatte inn i 2011, og både vinteren og sommeren hadde mindre is enn året før. Sensommeren 2011 var hele Barentshavet isfritt.



Figur 8. ØVERST: Avvik i transporten av atlantehavsvann som strømmer inn i Barentshavet målt i området mellom norskekysten og Bjørnøya (Fugløya–Bjørnøya-snittet). Avviket er målt i forhold til middelet over perioden 1997–2011 og transporten er gitt i Sverdrup (1 Sv = 1 million m<sup>3</sup>/s). 3 måneders (blå linje) og 1 års (rød linje) glidende middel er vist. NEDERST: Temperaturavvik i kjernen av atlantehavsvannet i forhold til langtidsmiddelet (1977–2006). Verdiene er avvik fra langtidsmiddelet mellom 50 og 200 meters dyp og tilsvarer målte verdier (blå linje) og 1 års glidende middel (rød linje).



Figur 9. Temperaturavvik i 100 m dyp i august–september 2011 i forhold til langtidsmiddelet (1977–2006).



Figur 10. Isdekket areal i Barentshavet ved maksimum (april) og minimum (september) isutbredelse. Beregningen er foretatt for området 10–60°Ø, 72–82°N. Den tykke blå linjen viser lineær trend.