

Liten samvariasjon i overflatetemperatur mellom Atlanterhavet og Norskehavet

Studier i NOClim viser at temperaturen i Norskehavets overflate bare i liten grad er påvirket av overflatetemperaturen i Nord-Atlanteren.

Arne Melsom

NOClim

I en artikkel i Nature (Sutton & Allen 1997) ble en forplantning av temperatur-signaler i Golfstrømsystemet i Nord-Atlanteren beskrevet. Studien ble gjennomført med utgangspunkt i et datasett for direkte målinger av havets overflatetemperatur, eller SST (daSilva m. fl. 1994, se for øvrig faktaboks om målinger). Deres resultater viste hvordan avvik fra SST-klimatologi for vintermånedene kunne følges fra havområdet utenfor USAs østkyst (Georgia og Carolina-statene) langs havstrømmene nordøstover, for så å kunne gjenfinnes i området mellom Island og Skottland om lag 10 år senere. Resultatene antydde også at signalet kunne spores inn i Norskehavet, men dette var ikke noe sentralt tema i Sutton & Allens arbeid.

På basis av et sammensatt datasett for SST (Reynolds & Smith 1994) ble forplantning av temperatursignaler i de Nordiske hav (Grønlands-, Islands- og Norskehavet) beskrevet i en artikkel av Furevik (2000). Det sammensatte datasettet bygger både på direkte observasjoner og på satellittobservasjoner, men det dekker en vesentlig kortere tidsperiode enn datasettet som Sutton & Allen benyttet. Med dette datagrunnlaget fant Furevik ikke noen sammenheng mellom SST i

Nord-Atlanteren og Norskehavet. Hans konklusjon var derfor at kilden til signalforplantningen i de Nordiske hav enten befant seg inne i de Nordiske hav, eller at avvikene kunne tilbakeføres til prosesser under havoverflaten.

Hovedkonklusjonen i studiet som presenteres her, er at SST-signaler i Norskehavet i liten grad er et resultat av forplantning av SST-signaler fra Nord-Atlanteren. Dette er i overensstemmelse med arbeidet til Furevik.

Metoder

I undersøkelsen benyttes det samme datasettet for direkte observert SST som Sutton & Allen brukte i sin studie (daSilva m. fl.). Dette datasettet har en romlig oppløsning på 1° i lengde- og bredderetning i et rutenett, og en tidsoppløsning på én måned. For å undersøke sammenhengen mellom SST på hver side av den undersjøiske ryggen mellom Island og Skottland, ble den midlere temperaturen i to referanse-

Hvordan måles havets overflatetemperatur?

Tradisjonelt ble havets overflatetemperatur, eller SST (sea surface temperature) målt fra skip ved at en bølge med sjøvann ble satt i skyggen, og temperaturen ble målt med et termometer. Observasjonene ble senere automatisert ved at temperaturen ble målt i kjølevannsinntaket, som oftest befinner seg 2-3 meter under overflaten.

Siden tidlig på 1980-tallet har de direkte målingene av SST blitt supplert med fjernmålte data, det vil si observasjoner fra satellittbaserte instrumenter. Dette er indirekte målinger som tar utgangspunkt i signalstyrken i to eller flere biter av det langbølgede spekteret. I

skyfrie havområder er det en gitt sammenheng mellom overflatetemperaturen og utstrålingen, men de satellittbaserte målingene må korrigeres fordi signalet bl.a. påvirkes av fordelingen av fuktighet og partikler i atmosfæren. Det pågår for tiden forskning for å kunne bestemme SST på bakgrunn av observasjoner i mikrobølgeområdet, som vil gjøre det mulig å observere overflatetemperaturen også i skydekkede havområder.

Fjernmålte temperaturer inngår ikke i datasettet som blir benyttet i denne artikkelen.

områder bestemt for hver vinter i perioden som dekkes av datasettet (fra 1945/46 til 1992/1993). Referanseområdene er illustrert med gråtoner i figur 1. Tidsseriene ble deretter glattet med et fem-vintres glidende filter, en metode som benyttes for å forsøke å isolere den trege påvirkningen på SST fra havsirkulasjonen.

Deretter ble tilsvarende tidsserier konstruert for hver $1^\circ \times 1^\circ$ rute, og sammen hengen med utviklingen i referanseområdene ble bestemt ved å beregne forskjøvede (forskutterte og forsinkede) korrelasjoner. (Denne analysen innebærer at sammenhengen bestemmes når tidsseriene fra rutene forskyves fram og tilbake i tid i forhold til referansetidsseriene.)

Avslutningsvis ble det gjort sannsynlighetsanslag for at resultatene var forårsaket av et samspill av støysignaler og anvendelsen av en glattingsprosess. Denne delen av undersøkelsen ble gjennomført ved at de 48 vintrene ble stokket om 10 000 ganger, og korrelasjonsanalysen som ble beskrevet over ble gjentatt for hver omstokking. Til slutt ble de opprinnelige korrelasjonsverdiene sammenliknet med de kunstig frambrakte verdiene, slik at det var mulig å gi et mål på tilliten til resultatene fra korrelasjonsanalysen.

Resultater og diskusjon

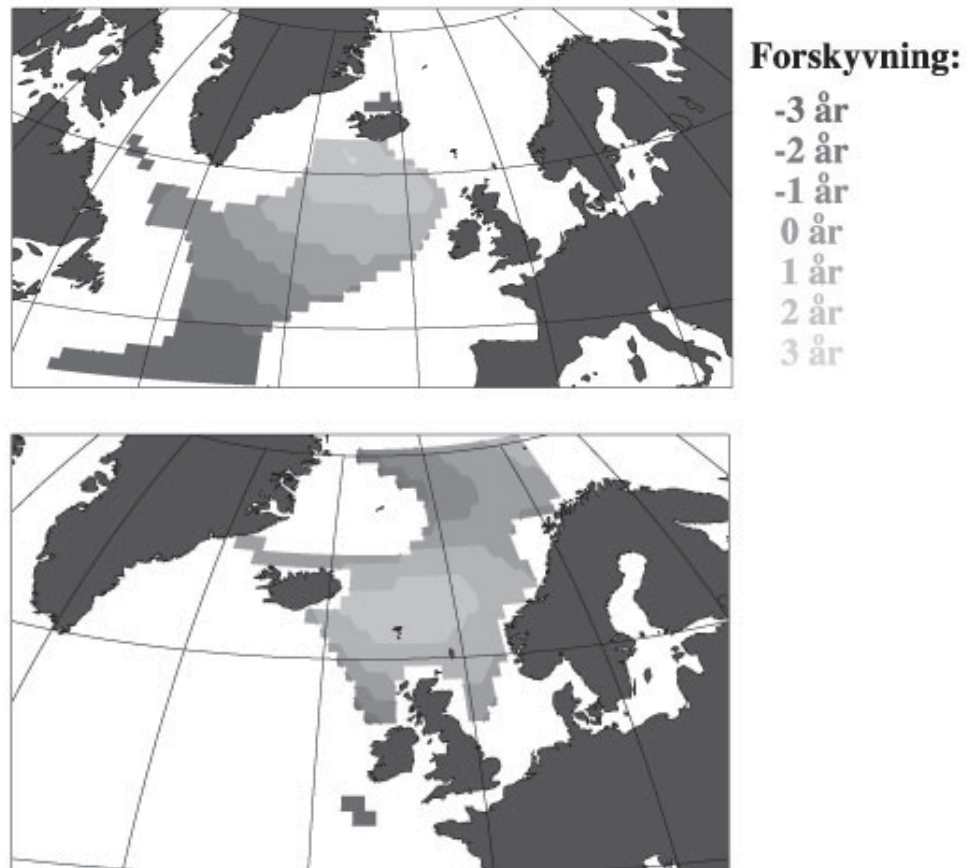
I figur 2 er resultatene av analysen med forskjøvede korrelasjoner gjengitt. Områder der korrelasjonen overstiger 0,7 er skyggelagt. (Dersom flere forskyvninger lokalt gir korrelasjoner som overstiger denne grensen, er gråtonen for den største forsinkelsen valgt.)

I den øverste delen av figur 2 er resultatene gjengitt når referansetidsserien ble beregnet for det sørvestlige referanseområdet i figur 1 (sørvest for Skottland-Island ryggen). Resultatene tyder på at lokale avvik fra SST-klimatologien i dette referanseområdet kan ha sin kilde i sørvest, og at signalet følger omtrent samme bane som den storstilte havsirkulasjonen. Dette bekrefter resultatene til Sutton & Allen for denne delen av Atlanterhavet. Vi merker oss også at Labradorhavet er et alternativt kildeområde for avvik fra SST-klimatologien i dette referanseområdet. Videre er det ikke noen indikasjoner i denne figuren på at SST-signaler forplanter seg over Skottland-Island ryggen og inn i de Nordiske hav.

I den nederste delen av figur 2 er resultatene gjengitt når referansetidsserien ble beregnet for det nordøstlige referanseområdet i figur 1 (nordøst for Skottland-Island ryggen). Resultatene her indikerer



Figur 1. Referanseområder som ble benyttet i analysen.



Figur 2. Tidsforskjøvede korrelasjoner med SST-signaler i referanseområdene. Den øverste og den nederste delen av figuren gjengir resultatene med utgangspunkt i tidsseriene fra referanseområdene hhv. sørvest og nordøst for Skottland-Island ryggen, slik de er angitt i Figur 1. Ytterligere informasjon om denne figuren er gitt i hovedteksten.

at lokale avvik fra SST-klimatologien kan ha sin kilde i det nordlige Norskehavet, men det må legges til at datagrunnlaget så langt nord er forholdsvis spinkelt. Utfra denne figuren er det lite som tyder

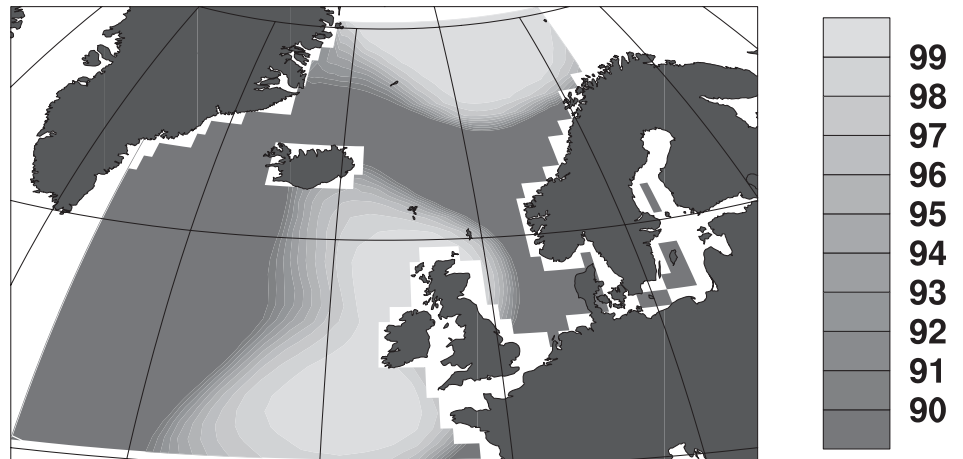
på at avvikene i referanseområdet kan tilskrives signaler i Nord-Atlanteren.

Resultatene av sannsynlighetsoverlaget for at SST-signaler i våre havområder skal forutgå SST-signalet i det

nordøstlige referanseområdet med 3 år, er gjengitt i figur 3. Høye verdier tilsvarer stor pålitelighet av sammenheng mellom forskutterte lokale SST-verdier og SST i referanseområdet, altså at det er liten grunn til å mistenke at sammenhengen er forårsaket av et (kunstig) samspill mellom støy og midling. Vi merker oss at denne delen av analysen angir en høy grad av pålitelighet i at det er en sammenheng mellom SST i referanseområdet og SST i området rett vest for de britiske øyer tre år tidligere. (Dette området er sørøst for avleggeren av Golfstrømmen i nordøst-Atlanteren.) En nærmere undersøkelse viser at korrelasjonen for sammenhengen er omlag 0,6, derfor framgår dette ikke i den nederste delen av figur 2.

Vi vet at det strømmer store vannmengder i overflatelaget fra Nord-Atlanteren over Skottland-Island ryggen og inn i Norskehavet, så hvorfor finner vi at sammenheng mellom SST-signaler i de to havområdene er svært begrenset? For å finne svaret på dette spørsmålet, er det naturlig å ta utgangspunkt i prosessene som er av betydning for å generere og viske ut avvik fra SST-klimatologien. Slike endringer kan ha sin årsak i at vannmasser med ulike temperturkarakteristika blandes, eller de kan ha sin årsak i en betydelig varmeutveksling med atmosfæren. Variabilitet av disse prosessene vil ha en stor betydning for resultatene som presenteres her.

Blanding av vannmasser foregår særlig i forbindelse med turbulens i havet som nær overflaten først og fremst er forårsaket



Figur 3. Overslag over sannsynligheten for at det er en sammenheng mellom lokale SST-signaler og SST i det nordøstlige referanseområdet i figur 1. Her vises resultater for lokale signaler som forutgår signaler i referanseområdet med 3 år.

av vinden, blanding foregår i områder med virvler i havet, og i forbindelse med organisert vertikalbevegelse som forårsakes av virvling i vindfeltet. I området omkring Skottland-Island ryggen er alle disse tre prosessene aktive. Samtidig er det en betydelig grad av variabilitet i varmeutvekslingen mellom havet og atmosfæren i dette området, og disse faktorene er trolig årsakene til den manglende sammenhengen mellom SST-

signalene på tvers av Skottland-Island ryggen.

Det kan til slutt legges til at i området rett vest for de britiske øyer er varmeutvekslingen mellom havet og atmosfæren forholdsvis lav. Dette kan forklare at det synes å være en mulighet for at SST-signaler i dette området kan påvirke SST i det sørlige Norskehavet, sml. figur 3.

Referanser

- Furevik, T. 2000. On anomalous sea surface temperatures in the Nordic Seas. *J. Climate*, **13**, 1044-1053.
- Reynolds, R. W. & T. M. Smith 1994: Improved global sea surface temperature analysis using optimum interpolation. *J. Climate*, **7**, 929-948.
- daSilva, A. m. fl. 1994. NOAA SMD94. Tech. Rep. 6, US Dep. Of Commerce, NOAA, NESDIS, Washington D. C.
- Sutton, R. T. & M. R. Allen 1997. Decadal predictability of North Atlantic sea surface temperature and climate. *Nature*, **388**, 563-567.

Arne Melsom

er forsker ved Meteorologisk institutt, og leder arbeidet med variabilitet og signalforplantning i NOclim (arne.melsom@met.no).

Hvilken betydning har havets overflatetemperatur?

Havets overflatetemperatur, eller SST (sea surface temperature), er en viktig variabel både for værvarsling (særlig langtidsvarsling og såkalt sesongvarsling), og ikke minst i klimaforskningen. Dette har først og fremst sin bakgrunn i at SST er av stor betydning for varmeutvekslingen mellom havet og atmosfæren:

- Sammen med lufttemperaturen ved bakken bestemmer SST overføringen av følbare varme mellom havet og atmosfæren gjennom kontaktflaten mellom sfærene.
- Det er SST alene som bestemmer den langbølgede utstrålingen fra havet. Ved overskyet vær vil mye av denne strålingsenergien bli absorbert og reflektert, dette er en viktig komponent av drivhuseffekten.
- SST er, naturlig nok, en viktig variabel for faseoverganger, så vel for smelting av is og frysing av havoverflaten som for fordampning av vann og kondensasjon av vanddamp. Faseoverganger medfører betydelige varmeoverføringer, frysing og kondensasjon frigjør varme, mens smelting og fordampning krever varme.

Av det siste punktet forstår vi at SST også påvirker utvekslingen av vann (altså masseutvekslingen) mellom havet og atmosfæren.