

Langtidsvarsling av været, mer enn en drøm

Det fins muligheter for å gjøre langtidsvarsler av visse storstilte avvik i atmosfærens sirkulasjon, avvik som kan være utslagsgivende for stormbaner og vinternedbør over Norge. Likevel, forutsigbarhet for langtidsvarsling vil alltid være beskjeden.

Sigbjørn Grønås,
RegClim

Kraftprodusenter er svært interessert i værvarsler på alle tidsskalaer. Da de i en tørr periode i høst etter avisene å dømme tømte store deler av sine magasiner, antok de trolig at de ville bli fylt igjen før vinteren satte inn med snø i fjellet. Et brukbart langtidsvarsel om tidlig vinter og lite nedbør ville fått en ansvarlig produsent på andre tanker. Noenlunde sikker langtidsvarsling - fra 14 dager til et år, også kalt *sesongvarsling* - ville således ha stor økonomisk interesse, ikke bare for kraftprodusentene, men for store deler av næringslivet. Siden etterspørselen er stor, er det flere som vil selge slike varsler, alt fra spåmenn som leverer varsler basert på tegn i stjernene til værtjenestekontor som prøver å bruke vitenskapelige metoder.

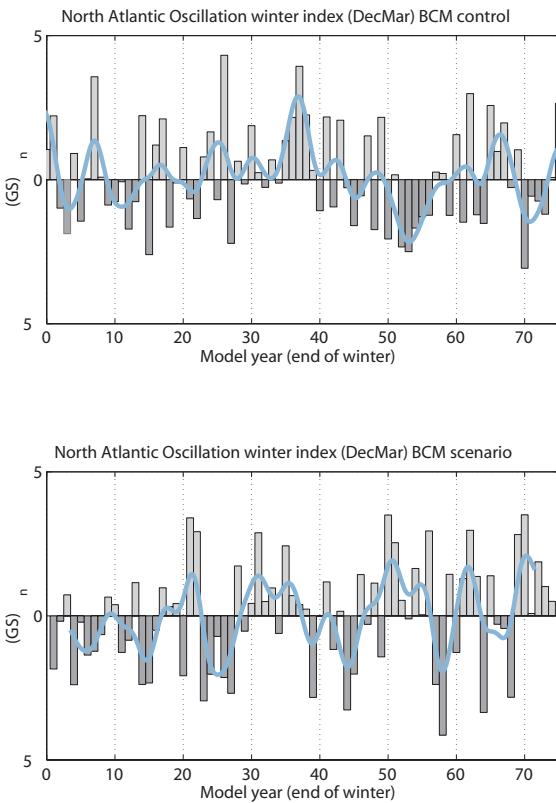
Teoretisk grunnlag for værvarsling

Våre forfedre hadde noe kunnskap om å varsle været på kort sikt. Noe av det beste i europeisk middelalderlitteratur om dette finnes i *Kongespeilet* (ca. 1250), som blant annet gir realistiske sammenhenger mellom vindretning og vær på våre bredder. Folkeminnegransking gir svært mange eksempler på sesongvarsling, men alt synes å være rein overtro, noe som understreker at det ikke fins enkle metoder som kan baseres på menneskelig erfaring. *Vilhelm Bjerknes* var den første som satte værvarsling inn i en vitenskapelig ramme. Han satte i 1904

fram en lov om at været kan varsles dersom en kjenner atmosfærens fysiske tilstand ved et tidspunkt og de fysiske lovene som bringer atmosfæren fra denne tilstanden til den neste. Bjerknes så sin oppgave som løst dersom han i sitt liv kunne beregne været en dag fram. Han lyktes ikke selv, men la et solid teoretisk grunnlag for etterfølgere, som realiserte hans visjon da datamaskinene ble utviklet.

Teoretisk begrensning i forutsigbarhet

Noen mente at det i prinsippet skulle være mulig å varsle været en gang for alle etter Bjerknes' prinsipper. Slik deterministisk tenkning, som aldri slo rot blant meteorologer, ble borte etter at den amerikanske meteorolog og norgesvenn *Edward Lorenz* kom med sin kaosteori på begynnelsen av 60-tallet. Anvendt på værvarsling fastslår den at selv med alle observasjoner en kan tenke seg for å kartlegge atmosfærens tilstand ved et tidspunkt, fullstendig kunnskap om alle fysiske prosesser i atmosfæren og ubegrenset regnekapasitet til å beregne nye tilstander, vil det være klare grenser for hvor langt fram en kan varsle været. Atmosfærens bevegelse, hvor små forstyrrelser kan vokse raskt, hindrer at været kan varsles utover noen få dager og setter teoretiske grenser for forsikbarheten. Dagens værvarsling utføres nesten utelukkende etter Bjerknes' prinsipper, og den aktuelle forutsigbarheten har de siste tiårene økt fra et døgn og to til en uke, i spesielle vær-situasjoner kanskje to uker. Ekstreme hendelser, som sterke vinder og store nedbør-



Figur 4. NAO-indeksen definert på samme måte som i figur 2 i kontrollkjøring med Bergen Climate Model (BCM) og i en kjøring der CO₂ økes med 1 prosent om året fram til en dobling av konsentrasjonen.

temperatur og nedbør i Bergen for 5-årsperioder for ca 150 år bakover (foredrag i Geofysisk forening, Bergen). Merkelig nok fant han både de varmeste og de kaldeste periodene i de siste tiårene. NAO-indeksen i figur 4 viser større utslag fra år til år på slutten av perioden enn i begynnelsen. Dette kan tyde på noe lignende. Det er vanskelig å forklare dette. En trenger trolig lengre måle- og beregningsperioder for å gi sikrere utsagn.

Tore Furevik

(tore.furevik@gfi.uib.no) er førsteamanuensis ved Geofysisk institutt, UiB og tilknyttet Bjerknessenteret for klimaforskning.

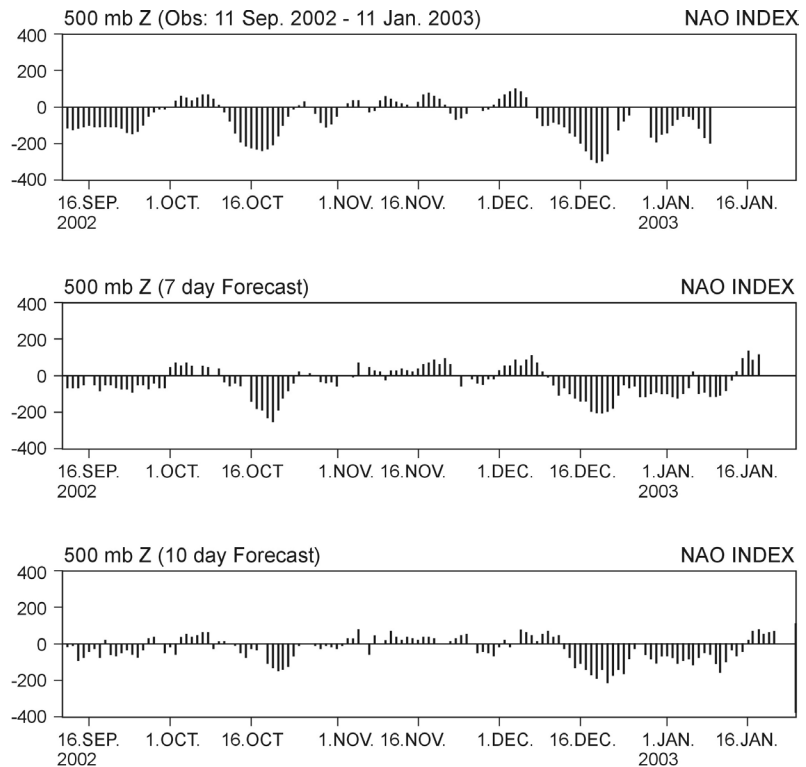
Eirik Førland

(eirik.forland@met.no) er forsker ved Klimaavdelingen, Meteorologisk institutt og leder for nedskalering i RegClim.

Sigbjørn Grønås

(sigbjorn@gfi.uib.no) er professor ved Geofysisk institutt, UiB, tilknyttet Bjerknessenteret for klimaforskning og med i ledergruppen for RegClim.

Figur 1. Varsling i høst av styrken på vestavindsbeltet (NAO) mellom Island og Portugal i en høyde der trykket er 500 hPa (vel 5000 m). Positive verdier assosieres med mildt og fuktig vær over Skandinavia, negative verdier angir det motsatte. Øverste panel viser observasjoner og de andre panelene varsler som kan sammenlignes med observasjonene. Produkt basert på ensemblevarsling fra NCEP, NOAA, USA (www.cdc.noaa.gov/map/).



mengder, har som regel mindre forutsigbarhet.

Ensemblevarsling

Meteorologene har tatt konsekvensene av kaosteorien ved at det beregnes et utvalg, *ensemble*, av varsler fra samme tidspunkt. Dette ensemble kan være beregninger fra starttilstander som alle er sannsynlige ut fra observasjonsgrunnlaget, men som er litt forskjellige i sensitive områder for utviklingen. Utvalget kan også være beregninger foretatt med modeller for atmosfæren som har noe forskjellig representasjon av fysiske prosesser, som for eksempel nedbørsdannelse. Slik ensemblevarsling har til mål å gi sannsynlighet for værutviklingen, for eksempel sannsynligheten for at temperaturen overstiger en terskelverdi. Ensemblevarsling gir ennå ikke særlig større forutsigbarhet for vanlig værvarsling, men bidrar til utsagn om hvor sikkert dagens varsel er.

Bidrag til forutsigbarhet fra El Niño og NAO

Er det mulig å varsle været ut over grensene for forutsigbarhet for daglig værvarsling? Å varsle fra dag til dag, slik en for eksempel gjør det på fjernsynskanaler, er nok ikke mulig lengre fram i tid. Men det kan tenkes at en kan varsle sannsynlighet for visse avvik i den storstilte sirkulasjonen, avvik over store områder og over noe tid. Denne muligheten har sin rot i varsling av spesielle fenomen, ofte kalt svingninger, som blant annet påvirker lavtrykkspanene. Vilhelm Bjerknes' sønn *Jacob Bjerknes* var en pioner i studiet av slike fenomen. Et eksempel er *El Niño*, variasjoner i sjøtemperaturen ved overflaten i Stillehavet ved ekvator, som skyldes vekselvirkning mellom atmosfære og hav og som varierer med perioder mellom 4 og 8 år. Når *El Niño* er i en viss fase, vil anormale temperaturer i Stillehavet påvirke sirkulasjonen i atmosfæren i en bestemt retning. Dette gir en betydelig forutsigbarhet for sesongvarsling i tropene. *El Niño* gir også en viss påvirkning på høyere bredder, slik som over Nord-Amerika, men når en kommer så langt som til Europa, er påvirkningen liten.

Den nordatlantiske svingningen (NAO) har mye større betydning for våre områder. NAO har vi skrevet om ofte i *Cicerone*, se senest artikkel av Grønås, Furevik og Førland i dette nummer. NAO er en svingning om vinteren fra år til år, fra tiår til tiår, i styrke og posisjon på vestavindsbeltet, der lavtrykkene oppstår og beveger seg. Svingningen fra år til år synes tilfeldig, mens endringer med perioder rundt ti år viser en viss regelmessighet. Det synes å være slik at når sirkulasjonen tidlig om vinteren er kompt inn i et leie, er det visse krefter, *tilbakekoblinger*, som opprettholder situasjonen. I høst etablerte det seg tidlig en vintersirkulasjon på nordlige halvkule med et relativt svakt vestavindsbelte i en sørlig posisjon med lavtrykkene inn sør for oss. En antar det er visse sjanser for at noe av denne sirkulasjonen opprettholdes gjennom vinteren. Likevel, det hender også at sirkulasjonen brytes ned, at vestavindsbeltet igjen blir sterkere og lavtrykkene går inn i Norskehavet. En slik omlegging kan skje over bare noen få dager. Ny forskning tyder på at mekanismene bak NAO er knyttet til vekselvirkning mellom stratosfære og troposfære, det vil si øvre og nedre lag av atmosfæren. Store avvik i sirkulasjonen i stratosfæren har en tendens til å forplante seg nedover og påvirke sirkulasjonen nær jordoverflaten. Siden typisk tidsskala synes å være 60 dager, gir dette et bidrag

til langtidsvarsling (se artikkel av Grønås, *Cicerone* 1/2002).

Økt forskning

Mens forskningen i værvarsling de siste 20 årene har vært konsentrert om å forbedre daglig værvarsling etter Vilhelm Bjerknes' prinsipper, er det nå økende forskning på sesongvarsling. En grein av forskningen representerer en utvidelse av metodene fra værvarsling ved at også endringer i havets sirkulasjon tas med i modellene (koplet modell). Dette krever at også havets tilstand kartlegges fra observasjoner. Forskning ved det europeiske senteret for værvarsling i Reading, England (ECMWF) viser at det er mulig å varsle endringer i *El Niño* på sesongskala med denne metoden, men foreløpig har en liten suksess i å varsle endringer i NAO. ECMWF kjører modellen 6 måneder fram hver dag, slik får en over tid et ensemble av varsler. Men varslene for Europa varierer mye fra en dag til den neste, et sikkert tegn på lite forutsigbarhet. Forskingen er bare i sin begynnelse. Møysommelige anstrengelser for å forbedre modellene vil trolig etter hvert gi bedre resultater.

I Norge har vi lite forskning på sesongvarsling, men Meteorologisk institutt følger godt med i forskningen på ECMWF og har tilgang på deres daglige produkter. Derimot har vi i RegClim stor satsing på klimamodellering, det vil

si bruk av koplet modell for å forutsi klimaendringer (merk at forutsigbarhet for klimaendringer er noe helt annet enn forutsigbarhet for været, se artikler av Iversen, *Cicerone* 2/3/4/2000). Det er sannsynlig at denne forskningen også vil kaste lys over sesongvarsling. En annen grein av forskningen i RegClim baserer seg på statistiske metoder. Dette er forskning som for eksempel relaterer avvik i sirkulasjonen på nordlige halvkule til El Niño eller andre avvik i sjøtemperatur, sirkulasjon i stratosfære og så videre.

Langtidsvarsling ikke helt umulig
Kraftprodusentene og ikke minst kraftmeglerne kjøper de langtidsvarslene de kan få, ikke nødvendigvis bare for å handle etter dem, men trolig like gjerne for å sette ut rykter i markedet. Det fins et firma i England som gjør det bra økonomisk på sesongvarsling etter metoder de ikke vil offentliggjøre, men som skal være basert på variasjoner i kosmisk stråling. Etter alt å dømme er dette smarte folk som bruker informasjon de finner gratis på nettet og pakker den inn på en mystisk måte. Varslene selges som et alternativ til varsler basert på vitenskapelige metoder. Men siden de nekter å forklare metoden, er ikke dette noe alternativ til "skolemetoder", slik som alternativ medisin kan være. Jeg tror det er mulig med relativt enkle midler å utvikle former for langtidsvarsling basert på en syntese av den informasjon modeller og statistikk kan gi. Likevel, naturen er så viselig innrettet at forutsigbarhet for langtidsvarsling av været alltid vil være beskjeden.

Sigbjørn Grønås

(sigbjorn@gfi.uib.no) er professor ved Geofysisk institutt, UiB, tilknyttet Bjerknessenteret for klimaforskning og med i ledergruppen for RegClim.

Redusert innsats fra KlimaProg om havets rolle

Etter kutt i finansieringen av forskningsprosjektet NOClim, har det blitt nødvendig å begrense bredden i forskningen framover.

Peter M. Haugan, *NOClim*

NOClim-prosjektet (Norwegian Ocean and Climate Project, www.noclim.org) gikk ved årsskiftet inn i en ny fase. Det nye prosjektet har et mye mer snevert arbeidsfelt enn tidligere. Nå fokuseres de tilgjengelige midlene helt om innstrømning av varmt vann fra Atlanterhavet til de Nordiske hav. Prosjektet har tre moduler: (A) Teori og modellering, ledet av Helge Drange, Nansensenteret, (B) Brå endringer i fortiden, ledet av Trond Dokken, Bjerknessenteret, og (C) Analyse av pågående endringer, ledet av Cecilie Mauritzen, Meteorologisk institutt. Prosjektet koordineres av Bjerknessenteret og Peter M. Haugan fortsetter som prosjektleder. En slik fokusering av prosjektet er valgt fordi denne problemstillingen er helt sentral for klima i våre områder. Samtidig ser vi at andre lands forskning om havets rolle i klimautviklingen, og spesielt for brå klimaendringer, gjerne fokuserer mer på andre deler av klimasystemet. Blant annet gjøres det mye på effekter av endret overstrømning av kaldt, tungt vann og lettere smeltevann og havis fra de Nordiske hav til Nord-Atlanteren, og rollen til havisen i Arktis. Vi hadde startet gode aktiviteter også innen disse og andre områder i NOClim fase I (som gikk i 30 måneder fra 1. juli 2000), men da de årlige rammene for fase II ble redusert og ikke øket som vi tidligere hadde håpet og trodd, måtte vi kutte ut noe. Det er derfor bare 5 deltakende institusjoner i fase II, mens det var 7 i fase I. Antall involverte forskere er redusert fra ca. 35 til 25, hvorav 15 faktisk mottar finansiering fra prosjektet, mens de øvrige 10 deltar uten å få midler.

NOClim fase II vil løpe parallelt med første runde av prosjekter i det britiske RAPID-programmet. RAPID har vært planlagt i samråd med Norges forskningsråd siden høsten 1999, og undertegnede har vært med i den faglige styringskomiteen for RAPID fra den ble

opprettet. RAPID har fått en bevilgning på 20 millioner pund (omkring 250 millioner kroner) over 5 år. Omlag 25 prosent av dette beløpet skal brukes til å etablere et overvåkingssystem for havsirkulasjon i Nord-Atlanteren med hovedvekt på tilstanden ved området rundt 25 grader nord. (Her er det også et godt samarbeid med NSF i USA som finansierer relaterte aktiviteter.) Videre vil 17 forskjellige faglige delprosjekter settes i gang nå, og suppleres av flere delprosjekter i en ny søknadsrunde om to år. De faglige delprosjektene spenner over paleoklimatiske studier, havmodellering og observasjonsorienterte prosess-studier på lignende måte som NOClim. Noen av dem er relativt store samarbeidsprosjekter med deltakelse fra mange institusjoner i Storbritannia. Fra norsk side er det ønskelig å utnytte noe av denne aktiviteten til stimulerende samarbeid. Kanskje det vil være mulig med en tettere kopling i forbindelse med neste runde om ca. to år. Den årlige finansieringen til NOClim er imidlertid nå godt under 10% av det som Storbritannia bruker til RAPID, så det blir nok vanskelig å opprettholde interessen fra UK til bi-lateral samarbeid uten større innsats.

Det har vært artikler i *Cicerone* om hver av de 7 oppgavene (modulene) i NOClim fase I. Siden en del av aktivitetene i NOClim fase I ble avbrutt tidligere enn planlagt, har ikke alle resultatene ennå nådd frem til publisering. Vi vil likevel, med grunnlag i sekretariat og prosjektledelse ved NOClim fase II, samle og referere til publiserte hovedresultat fra fase I i en norskspråklig brosjyre som vil bli gjort tilgjengelig på web i løpet våren. NOClim er i løpet av de 2.5 årene prosjektet har eksistert blitt godt kjent i utlandet, og vi vil også i fremtiden vektlegge internasjonalt samarbeid med RAPID, med Arctic and Subarctic Ocean Flux Study (ASOF) og andre programmer og aktiviteter.

Peter M. Haugan

(peter.haugan@gfi.uib.no) er professor i oseanografi ved Geofysisk institutt, nestleder i Bjerknessenteret og leder av NOClim.