

HARALD YNDESTAD

Klima

i Vær og Uvær



Høgskolen I Ålesund

ÅLESUND SEPTEMBER 2013

FORORD

Publisering av er en del av samfunnsoppdraget til forskere. Dette oppdraget omfatter også å offentliggjøre egne resultater for allmenheten. I løpet av årene fra 1997 til 2011, skrev jeg i alt 23 artikler i Sunnmørsposten. Hovedtema var torskebestanden, klima, høgskolene og forskning. I ettertid kan det også være interessant å få fram hva som var historien bak historien. Historien om hvordan forskningen kom i gang, og hvordan det har gått videre. For mange er kanskje historien om forskningen, mer spennende enn forskningens resultater.

Første fortelling var "Torskebestand i År og Uår". Denne gang er det 5 artikler om klimaendringer. Innholdet i artiklene er i store trekk basert egen forskning og ble skrevet i Sunnmørsposten fra 2003 til 2010.

Artiklene om klima ble skrevet i en periode da IPCC satte dagsorden med diskusjonen om menneskeskapte klimaendringer. Dette førte til at vi også fikk en endring i distkusjonsklimaet. En endring fra Vær til Uvær.

I tilknytting til hver artikkel er det beskrevet hva som var bakgrunnen for artikkelen. Til slutt i dokumentet er det skrevet et etterord som forteller litt om hvordan det gikk videre og en liste med publikasjoner for spesielt interesserte.

Harald Yndestad

September 2013

KAPITTEL 1

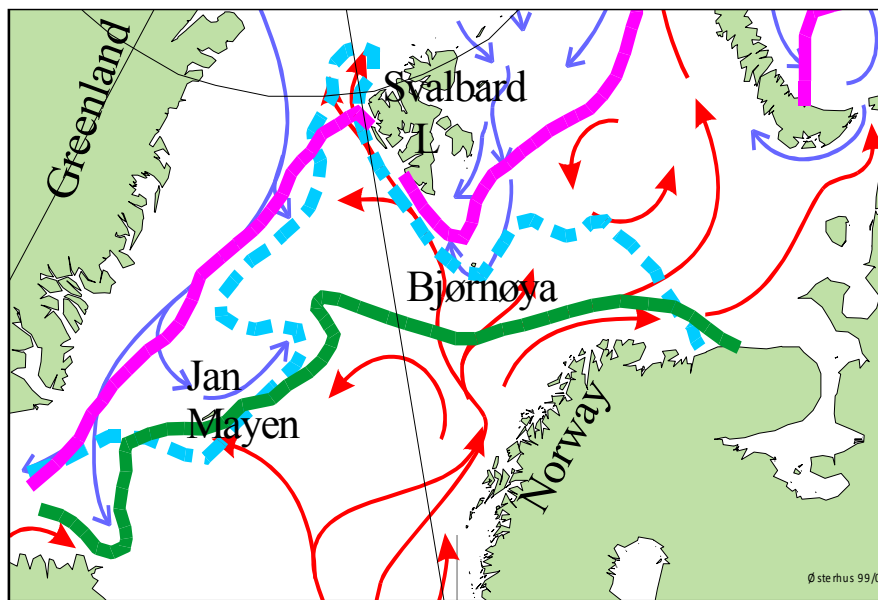
Om forskning på klima



Denne figuren viser hovedmønsteret til havstrømmene i Atlanterhavet. Varmt atlantisk vann strømmer nordover og passerer stedet mellom Færøyane og Skottland. Strømmer videre nordover langs norskekysten. En gren går inn i Barentshavet og en del tar en rundtur rundt Arctic Ocean. Den avkjølte strømmen synker og strømmer sørover langs kysten av Grønland. Det er endringer i denne strømmen som har dannet grunnlag for mine undersøkelser.

Koden for Kola dataserien

Figur 1.1 Innflyt av varmt Atlanterhavsvann til Barentshavet



Modellering av biomassen i Barentshavet startet med at jeg oppdaget noe uventet i Autokorrelasjonen til

dataserien for Norsk Arktisk torsk. Arbeidet med klimaanalyse startet på en tilsvarende måte. En analyse av

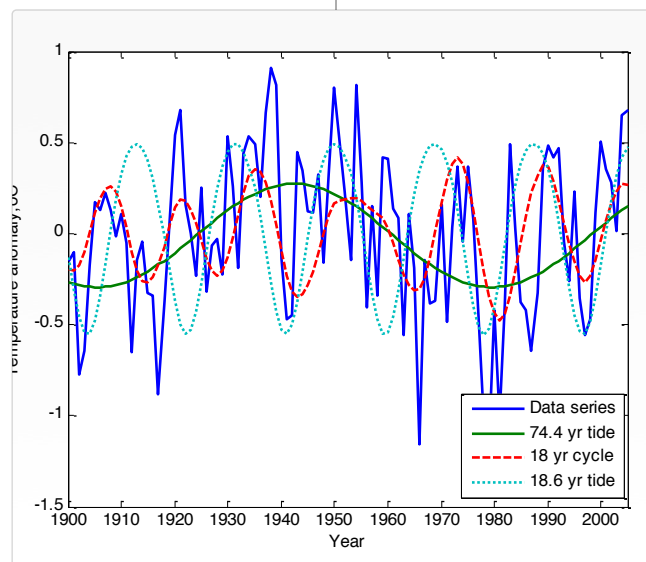
temperaturen i Barentshavet, viste at den hadde en periode, som oppførte seg på en uventet måte.

Sammenheng mellom havtemperatur og torskbestand i Barentshavet har vært kjent i mer enn hundrede år. På begynnelsen av 1900-tallet ble det startet et internasjonalt Nordatlantisk havforskning samarbeid. Grunnpilarene i dette samarbeidet var etablering av sekretariatet for ICES i København, Havforskningen i Bergen, FRS i Aberdeen fikk i oppdrag å måle temperaturen for innflyt av varmt atlantehavsvann til Norskehavet (North Atlantic Water mellom Scotland og Færøyene), og PINRO i Murmansk fikk i oppdrag å måle temperaturen for innflyt til Barentshavet (Kola snitt

dataserien). Siden den tid har FRS og PINRO utviklet verdens lengste sammenhengende oseanografiske dataserier. I ettertid har det vist seg at Kola dataserien har vært en viktig indikator for å forklare endringene i

økosystemet. Øker temperaturen i Kola-snippet, øker veksten av biomassen i Barentshavet. Det betyr at dersom en kan forutsi endringer i Kola dataserien, kan en forutsi endringer i økosystemet og i økonomiske ressurser. Russiske og norske oseanografer hadde i lengre tid forsøkt å finne noe forutsigbart i denne dataserien, uten å lykkes.

Interaktivt 1.1 Kola dataserien fra PINRO, Murmansk



Da jeg startet letingen etter en stasjonær syklus i torskbestand, valgte jeg å følge noen enkle prinsipper fra signalteori. Dersom der er en stasjonær syklus i torskbestand, må den også ha en stasjonær kilde. De

eneste stasjonære kildene jeg kunne tenke meg, var tidevannet og jordrotasjonen. Dersom det er slik at temperaturen er viktig for rekruttering av torsk, må den samme stasjonære syklusen også finnes i havtemperaturen.

Stasjonære sykluser i havtemperaturen syntes å være et ukjent tema på den tiden. Norske forskere var opptatt av vindteorien, og vind er som kjent beheftet med usikkerhet. Noen russiske forskere kunne identifisere sykluser i dataserier, men kilden til syklusene syntes uklar. Jeg sendte en e-mail til PINRO i Murmansk, og fikk helt uventet straks hele dataserien tilbake via en e-mail. Dette var målinger de hadde tatt, i krig og fred, i vær og uvær, hver måned i Barentshavet, over en periode på hundrede år.

Dataserien så kompleks ut, men etter en del prøving om feiling, var det mulig å knekke koden. Sesongvariasjonen ble filtrert bort med å transformere den over i Fourierplanet. Her ble alle frekvenser over to år satt til null. All støy og sesongvariasjoner ble da filtrert bort, før jeg transformerte dataene tilbake til en dataserie. En autokorrelasjon av deler av dataserien fortalte meg at

dataserien ikke var stokastisk stasjonær. Det forklarte hvorfor norske og andre forskere ikke hadde funnet noe stasjonært i dataserien. Periodene på 18.6 og $3 \cdot 18.6$ år ble identifisert ved å lage et program som utføre krysskorrelasjoner med alle mulige frekvenser og faser.

Resultatet av dette arbeidet ble første gang presentert på en ICES konferanse på Island i 1996. Jeg minnes at resultatene møtte en viss skepsis. Heldigvis var jeg lykkelig uvitende om vindteorien. Teorien om at temperaturendringene i Barentshavet var påvirket av vind, høytrykk og lavtrykk. Mine analyser viste at endringene hadde sammenheng med den astronomiske perioden på 18.6 år, en periode som påvirker tidevannet og jordrotasjonen. På dette tidspunktet var jeg usikker på om det var tidevannet eller jordrotasjonen som var første årsak. Poenget var at jeg hadde funnet en forutsigbar fluktusjon i temperaturen, som kan benyttes til å forutsi utviklingen av biomassen i Barentshavet.

Publisering av artiklene

Arbeidet ble videreført og publisert i to artikler. En artikkel om sammenhengen mellom den astronomiske perioden på 18.6 år fluktasjoner i Kola dataserien, og en om sammenhengen mellom perioden på 18.6 år og veksten i Norsk Arktisk torsk.

Det tok flere år å få publisert artiklene i ICES Journal. Forklaringen fikk jeg noen år senere av redaktøren for tidsskriftet. Det viste seg at fordi jeg hadde benyttet nye metoder, fikk redaktørens problemer med å finne forskere som kunne godkjenne artiklene. Han fortalte at da han en dag han satt på toget, så han en dame som leste i et ukeblad om den berømte matematikeren Hermann Boundi. Han sendte så arbeidet mitt til Boundi for en vurdering. Etter en tid fikk han som svar at det ikke var noe i veien med artiklene, men la samtidig til her er ingen ny matematikk som er verd å publisere.

Slik gikk det til at artiklene til slutt ble akseptert av Boundi. Begge artiklene fikk etter hvert god omtale.

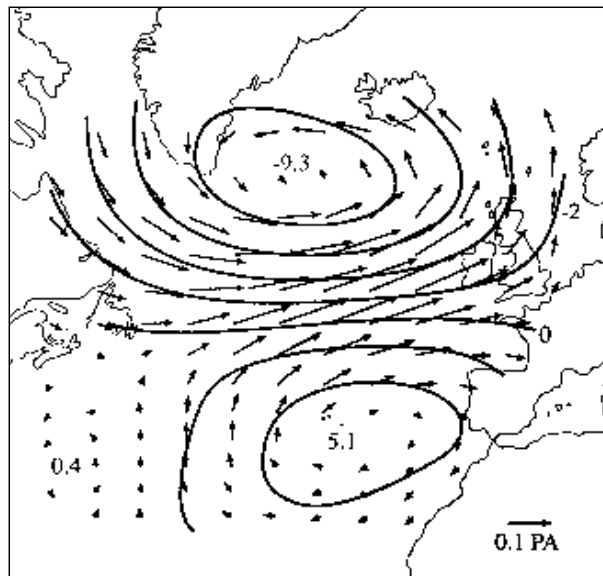
Artikkelen om torsk ble omtalt av UNESCO som en av de 10 viktigste marine artiklene som ble publisert dette året. Den andre artikkelen om Kola dataserien ble oppført i The Library fra Climate Audit som en av de 20 viktige klimaartiklene som ble skrevet i 1990-årene.

Nye spørsmål

Analysen av Kola dataserien etterlot også seg en usikkerhet. Den viste at Kola dataserien var korrelert med tidevannsperioden på 18.6 år bare fra ca 1925 og framover. Fra 1900 og fram til 1925 var perioden snudd 180 grader. Det nye spørsmålet var da, hva har tilstrekkelig energi til å kunne snu fasen på en lang tidevannsbølge? Er det feil i dataene, er det noe galt med min analysemetode, eller er det noe grunnleggende som skjer i naturen her? Dersom dette kommer fra naturen, må det samme fenomenet også være synbart i andre dataserier. Dermed startet arbeidet med å analysere en lang rekke oseanografiske dataserier, klima indikatorer og arktiske dataserier.

Koden for NAO-indeksen

Figur 1.2 Måling av NAO-index



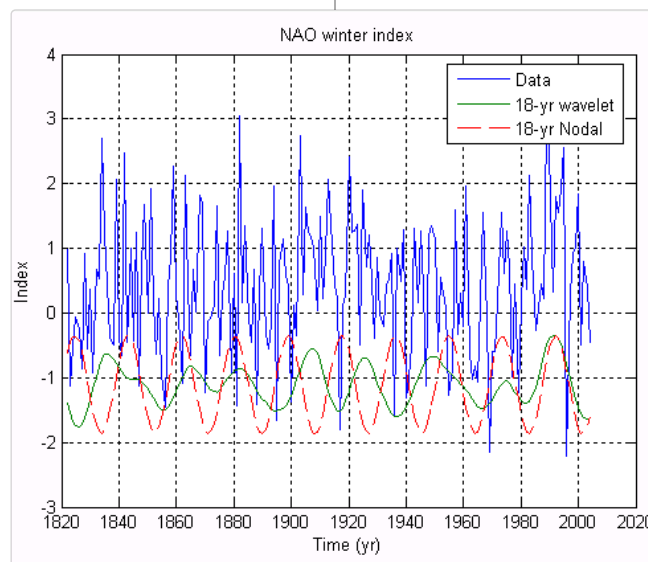
NAO indeksen tar utgangspunkt i forskjell på barometerstand mellom Island og Asorene og sier noe om tilstanden på klimaet i Europa. Den sier noe om fordelingen av varme somre, og kalde vintre.

Den norske forskeren Torgny Vinje, hadde utviklet en dataserie for utbredelse av Arktisk is fra 1864. Jeg minnes at han på den tiden var på en ekspedisjon i Arktis, og jeg fikk tak i dataseriene via en e-mail. Dataserien for utbredelse av is Barentshavet fulgte fluktusjonene i Kola dataserien. Dette var interessant, men jeg fikk ikke noe svar på spørsmålet om hvorfor tidevannperioden skiftet fase. Spørsmålet var da om svaret var å finne i noe av det som driver Atlanterhav stømmen nordover.

Etter hvert som jeg gikk dypere inn i dette temaet, begynte det å gå opp for meg at dette temaet hadde vært diskutert i mer enn hundrede år. Det viste seg å være to rådende teorier om hvorfor atlanterhavsstrømmen driver

nordover. Den ene teorien var basert på vindteorien framsatt Karl Zöpperitz på 1800-tallet. Den andre var basert på saltteorien, framsatt den svenske oseanografen Otto Petterson på begynnelsen av 1900-tallet.

Interaktivt 1.2 NAO vinter indeks og temperatutsykluser



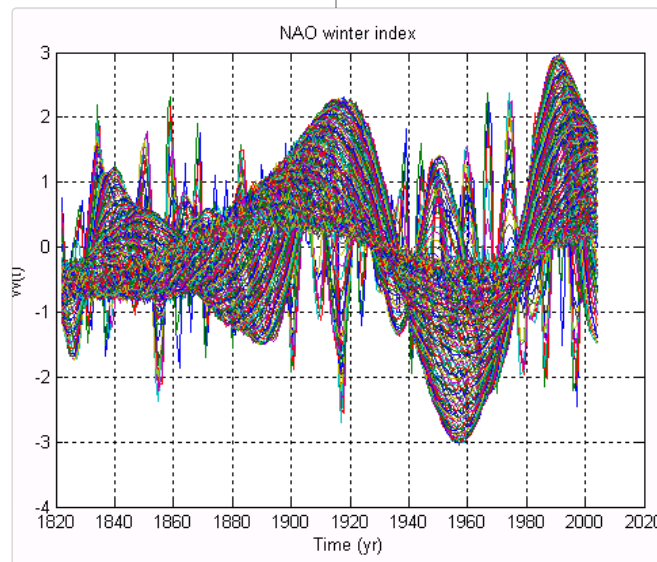
Mine egne analyser viste at fluktusjonene hadde sammenheng med lange tidevannsbølger. Vindteorien, som første årsak, virket derfor ikke spesielt sannsynlig på meg. Spørsmålet da var om vind kunne komme inn som en forstyrrelse. Denne tanken førte til at jeg begynte å studere dataserien for NAO-indeksen. En dataserie som sier noe om antall høytrykk og lavtrykk, kalde vintre og varme somre.

Historien om NAO-indeksen

NAO-indeksen sier noe om forholdet mellom lavtrykk og høytrykk mellom Island og Asorene og representerer en dataserie fra 1822. Jeg fant denne dataserien beskrevet via en artikkel i NATURE. Det framgikk av artikkelen at til nå var det ingen som hadde funnet noen sammenheng i denne dataserien. Til tross for denne advarsel, bestemte jeg meg for å gjøre et forsøk. I løpet av en regnfull sommer prøvde jeg en lang rekke metoder, for å knekke koden på dataserien.

En dag gjorde jeg et forsøk med en spesiell waveltransform. Det var et gyllent øyeblikk jeg sent vil glemme, for framfor meg stod der en figur som med all tydelighet vist periodiske egenskaper ved

Interaktivt 1.3 Wavelet transformen av NAO vinter indeks



NAO indeksen. Den viste perioder på 18.6 og en lang periode på ca $4 \cdot 18.4 = 74.4$ år. Det var oppdagelsen av denne lange perioden som gjorde at jeg begynte å interessere meg for klimaendringer. Det neste spørsmålet var så hva som kan være kilden til denne perioden.

En videre undersøkelse viste at denne perioden hadde sammenheng med utbredelse av Arktisk is, som igjen hadde sammenheng med endringer i jordrotasjonen. Den fysiske forklaringen denne sammenhengen kalte jeg "Vinglassteorien", en resonans i sirkulerende havstrømmer i Arktis, drevet av nutasjonen. En endring i jordrotasjonen på 18.6 år.

Det tok fire år å få publisert denne artikkelen. Det hadde i hovedsak sammenheng med at dette kanskje var første gang wavelet transformasjon var benyttet til å analysere arktiske og oseanografiske dataserier. Det var derfor lenge vanskelig å finne forskere til å godkjenne innholdet. Samtidig fikk jeg signaler fra ICES Journal om at de betraktet dette som en viktig artikkel som kom til å få mye oppmerksomhet.

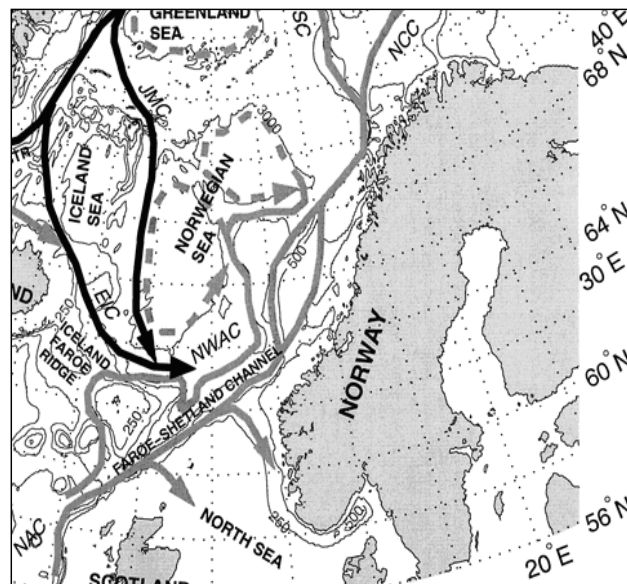
Dette var andre gangen jeg hadde problemer med å få publisert en artikkel fordi jeg hadde tatt i bruk nye metoder. Et søk på nettet viste at i Wien skulle det være en stor internasjonal konferanse der noen dr. grad studenter hadde begynt å benytte wavelet transformen. Det førte til at jeg reiste til konferansen, presenterte en poster om mitt arbeid, og sendte tre navn tilbake til redaktøren.

Slik ble også denne artikkelen godkjent. Artikkelen fikk den oppmerksomhet som redaktøren forventet. Den er senere kommentert i utallige nasjonale og internasjonale diskusjonsforum. I 2008 ble den satt opp i The Library

som en av de 20 viktigste artiklene i verden om klima som ble publisert dette året.

Atlantehavsvann til Norskehavet

Figur 1.3 Innflyt av varmt Atlantehavsvann mellom Færøyanne og Skottland



Denne figuren viser noen sirkulasjonsmønster for Atlantehavsvann i Norskehavet

Det var spanjolen Tim Wyatt som tipset meg om Otto Pettersson. Han kontaktet meg på en konferanse i Bergen

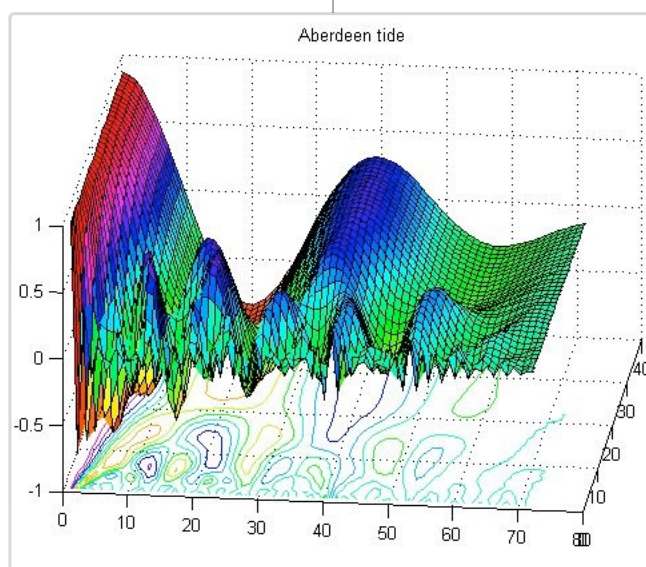
og spurte om jeg interessert i et samarbeid om å analysere en dataserie for eksport av torskerogn. Tim Wyatt var en

usedvanlig kunnskapsrik biolog som hadde hatt et samarbeid med den legendariske Robert Curry. Curry hadde fra 1960-årene identifisert perioden på 18.6 år i hundrevis av dataserier. Fra nedbør i USA til vinhøsting i Frankrike. Curry fant ingen fysisk årsak til denne perioden og ble derfor ikke tatt helt alvorlig. Jeg ble nå gjort oppmerksom på at Curry og Wyatt var de første som hadde identifisert perioden på 18.6 år i torskebestanden. Wyatt fortalte at ideen om perioder på 18 år i økosystemet, opprinnelig kom fra den svenske oseanografen Otto Pettersson. En svensk oseanograf som syntes å være lite kjent i Norge.

Originalpublikasjonene til Otto Pettersson fikk jeg tilsendt i posten fra et svensk bibliotek. Det kom artikler fra 1900 til 1930-tallet i store bladformat og jeg fikk

følelsen av å holde i en gammel bibel. Her kunne jeg lese fantastiske artikler om hvordan han beregnet lange tidevannsbølger, og hvordan han utviklet en klimamodell basert på sildeperioden i Gullmarfjord utenfor Göteborg.

Interaktivt 1.4 Autokorrelasjon av tidevannspekter, i år



Det var som om denne person hadde benyttet mine egne ideer, snart hundrede år tidligere, men manglet mine metoder og mine dataserier. I en egen artikkel hadde han også sammenlignet lange tidevannsbølger med historiske klimabeskrivelser, helt bak til vikingetiden. Her var også hans bitre historie om hvorfor han sluttet med denne forskningen. Han var blitt mobbet av noen av datidens fremste forskere, som hevdet at all sammenheng mellom klima og måne, er basert på gammel overtro.

Den internasjonale havforskningsorganisasjonen ICES hadde 100 års jubileum i 2000. Her framkom det at Otto Pettersson var en av initiativtakerne til opprettingen av ICES. Han var også dem som stod i spissen for å utvikle Kola-snittet dataserien i Barentshavet, og dataserien for North Atlantic Water, mellom Scotland og Færøyene. Det gikk da opp for meg, at jeg hadde bekreftet Otto Pettersson sin teori, med en dataserie som han selv hadde tatt initiativ til å utvikle, 100 år tidligere. Samtidig var Otto Pettersson for lengst glemmt, fordi hans forskning ikke var akseptabel, i hans samtid.

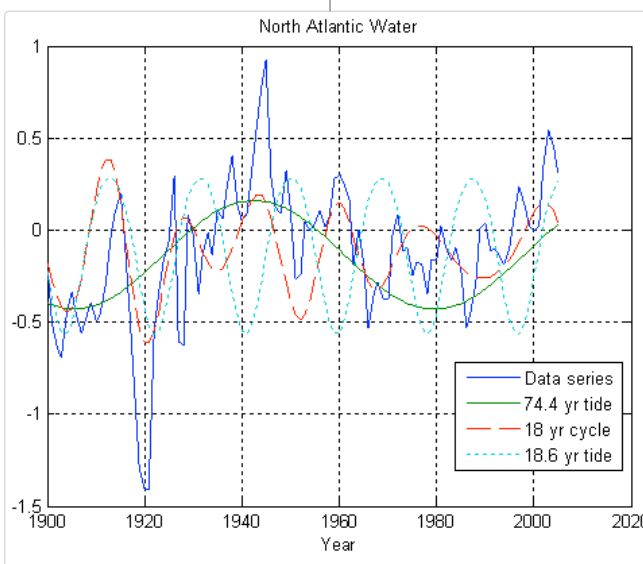
I 2003 holdt jeg et foredrag på en ICES konferanse i Tallinn. Jeg la da fram resultatet av mine undersøkelser og

fortalte her historien om Otto Pettersson, Samtidig hevdet jeg at det var nå var på tide at Pettersson fikk sin fortjente

anerkjennelse. Presidenten til ICES kontaktet meg etter foredraget, og fortalte at jeg var nær ved å få en pris for årets beste foredrag. Han ba meg så skrive denne historien til ICES sitt medlemsblad. Det gjorde jeg, men historien kom ikke inn i bladet. Hvorfor, fikk jeg aldri vite.

Etter foredraget ble jeg også kontaktet av to oseanografer. Det var Bill Turrell, leder for oseanografiavdelingen til FRS i Aberdeen. Den andre var Vladimer Ozinski, leder for oseanografi avdelingen ved PINRO instituttet i Murmansk. Altså lederne for de som nå var ansvarlig for å måle disse dataseriene, som begynte med initiativet til Otto Pettersson. De ønsket nå at jeg

Interaktivt 1.5 Temperatur datsserien fra FRS, Aberdeen



skulle analysere begge dataseriene, som etter 100 år var blitt verdens lengste oseanografiske dataserier.

Det ble et krevende arbeid som tok meg 5 år å fullføre. Den endelige publikasjonen kom ikke i ICES Journal, som jeg opprinnelig ønsket, men i Deep Sea Research. Her kom det fram at lange tidevannsbølger på 18.6 år og $4 \cdot 18.6$ år var hovedårsaken til fluktuasjonene på temperatur og saltholdighet, i begge dataseriene.

Rekkevidden av dette resultatet var at de observerte klimaendringer siden 1900, er skapt av månen. Endringer i månens bane fører til endringer i tidevann, som fører til endringer i havstrømmer, som fører til endringer i klima. Altså en forklaring som bryter med oppfatningen av at klimaendringene er menneskeskapt. Resultatet er siden blitt referert i en lang rekke diskusjoner over hele verden.

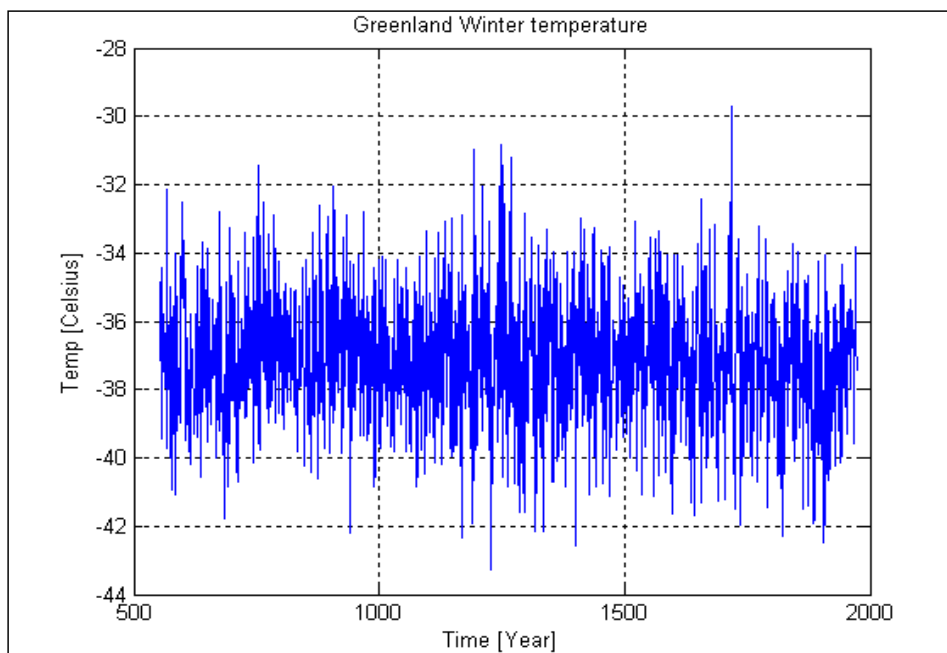
I 2008 presenterte jeg min siste artikkel på ICES sin konferanse i Halifax. Ved middagen om kvelden holder redaktøren for ICES Journal sin takketale med refleksjoner fra et langt yrkesliv. Så forteller han om den

merkeligste episoden han hadde opplevd i sin karriere som redaktør. Han fikk en gang en artikkel fra en forsker som startet artikkelen med å sitere Aristoteles fire årsaker til endringer i naturen. Ingen skjønnte hvilken matematikk han benyttet, så det endte med at han fikk matematikeren Boundi til å se på artikkelen. Noen år senere får han tilsent en dr. grad avhandling, der han får en hyggelig hilsen.

Dagen etter treffer jeg tilfeldigvis den samme redaktøren på Titanic-museet i Halifax. Da fortalte jeg han sannheten. Jeg hadde falt for fristelsen til å legge inn en underliggende ironi i artikkelen til ICES Journal. Poenget var at jeg hadde bekreftet noen av ideene til den glemte ICES Otto Pettersson. Pioneren som hadde falt i unåde, fordi han hadde ideer med røtter tilbake til Aristoteles. Ideer som ikke var akseptert i hans samtid.

Temperaturutviklingen på Grønland

Figur 1.4 Dataserien for vintertemperaturen på Grønland over 1500 år fra Bo Winter, Universitetet i København

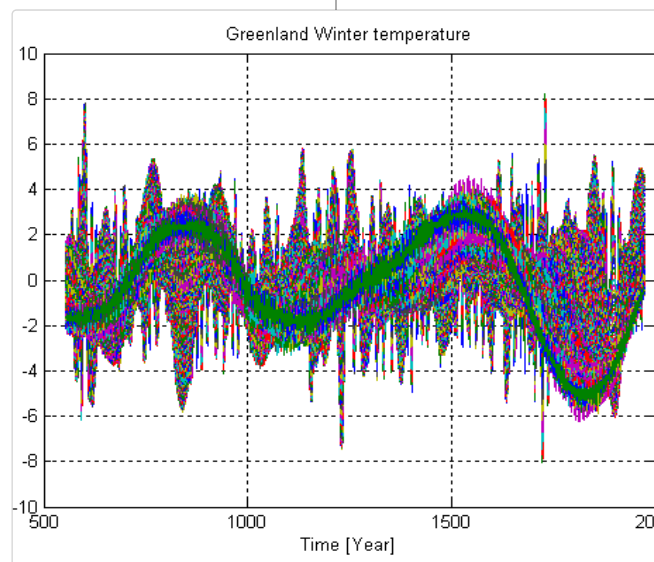


Jeg forsvarte min dr. philos avhandling høsten 2004. Dette var på et tidspunkt da alle snakket om CO2 og global oppvarming. Før disputasen hadde noen av medlemmene vært på et IPCC møte på Island. Disputeringen foregikk ved å presentere to emner. Ett selvvalgt og ett valgt av komiteen. Komiteen valgte et emne tilknyttet framtidige klimaendringer. Jeg følte den gang at dette var et millionkroners spørsmål, på siden av min avhandling. Men loddet var kastet, og jeg hadde to uker på meg for å finne et svar framfor landets fremste forskere.

Skulle jeg finne et svar, måtte jeg ha lengre dataserier. Jeg tok derfor kontakt med Universitetet i København, der

en forsker sendte meg en dataserie fra is-prøver, der en hadde beregnet temperaturen på Grønland over en periode på 1500 år. Etter noen dagers arbeid fant jeg flere interessante ting. En av de tingene jeg hadde lurt på, var

Interaktivt 1.6 Wavelet transform av dataserien

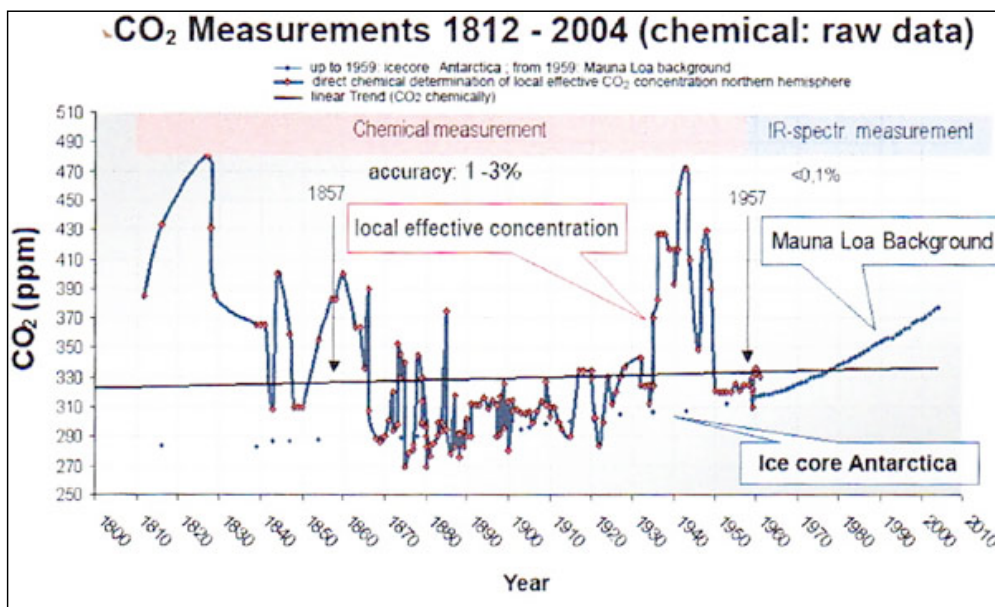


hvorfor utbredelsen av Arktisk is hadde begynt å minke fra ca 1850. Her fant jeg at en periode på ca 180 år falt sammen med utbredelsen av Arktis is. Dette la jeg fram på dr. grad disputasen. Jeg la til at dersom dette er en stasjonær syklus, kan vi forvente en varmere periode fram til ca 2040. Deretter går vi inn i en kaldere klimaperiode.

Jeg minnes at eksaminator spurte, hva med CO2? Da måtte jeg bare svarte, ”ja, hva med CO2?” Så sier eksaminator. ”Du har et poeng. Dette med CO2 har jeg aldri helt forstått.”

Forskeren som ble bannlyst

Figur 1.5 Dataserien fra Ernst Beck om utbredelse av CO₂



Dette med CO₂ ble et tema noen år senere. En lillejulaften fikk jeg en e-mail fra den tysk forskeren Ernst Beck. Spørsmålet var om jeg kunne analysere en CO₂ dataserie fra 1820 til 1960. Den offisielle dataserien med direkte målinger begynner i 1960. En dataserie som har dannet grunnlaget for hele diskusjonen om CO₂, menneskeskapt global oppvarming, klimakvoter og utallige diskusjoner om klimaendringer. En CO₂ dataserie fra 1820, som plutselig dukket opp, var så spesielt, at jeg foretok en analyse allerede i romjulen. Analysen viste at dataserien hadde en nær statistisk sammenheng med temperaturer i innflyt av varmt atlantehavsvann til Norskehavet. Rekkevidden av dette er at det er endringer i

havtemperaturen som feller ut CO₂ i atmosfæren. Det er altså noe annet enn teorien om utslipp av klimagasser.

Interaktivt 1.7 Ernst Beck i midten av bildet



En dag i august kom forskeren til Ålesund og presenterte meg det arbeidet han hadde gjort. Først da begynte det å gå opp for meg hvilket enormt livsverk som lå bak å få fram denne dataserien. Dataserien var rekonstruert fra snart hundre tidligere publikasjoner med mer enn 300.000 målinger. Nye analyser viste igjen at dataserien falt sammen med verden lengste oseanografiske dataserie for temperaturen i Atlanterhavet.

Slik begynte arbeidet med å skrive en artikkel om å få dataserien om CO₂ publisert. Jeg fikk et utkast til en artikkel i februar. Samtidig fikk jeg melding om at han hadde fått leverkreft. Han fikk sendt

artikkelen til et tidsskrift for publisering fra sykesengen, og døde ikke lenge etter. Tidsskriftet satt på artikkelen i nesten ett år. Hans datter sendte meg svaret fra tidsskriftet. Det var nesten fri for faglige vurderinger, før et bestemt avslag om publisering. Videre var der en kommentar om at dette aldri burde publiseres. Med andre ord, forskeren ble bannlyst.

Jeg syntes at denne saken var mer enn merkelig så jeg sendte artikkelen til 6 uavhengige norske forskere. Ingen av dem kunne se noen vesentlige mangler ved artikkelen. Etter en stund sender jeg artikkelen, på vegne av forskerens datter, til et nytt tidsskrift. Etter først å ha møtt en positiv melding, får jeg plutselig et avslag. Begrunnelsen var at artikkelen var for lang. Jeg tok da direkte kontakt med redaktøren og spurte hva som var den egentlige begrunnelsen. Jeg fikk da vite at redaksjonen hadde delt seg i to, med tilhengere og motstandere av publisering. Til slutt valgte redaktøren å avslå publisering.

Mitt svar tilbake var at det er i brytningen mellom enighet og uenighet vitenskapen drives framover, og

artikler bør derfor publiseres. Det er når alle, eller ingen er enig, at en bør være skeptisk. Redaktøren var enig, men la til at det er ikke alltid vitenskap er bare vitenskap.

KAPITTEL 2

Artikler om klima



Utbredelsen av Arktisk is har gått tilbake siden midten av 1800-tallet. I denne artikkelserien er det gjort et forsøk på å forklare hvorfor vi har hatt denne endringen i klimaet.

Månens innvirkning på klima

Figur 2.1 Månen påvirker daglig 70% av jordens overflate, og dette virker inn på klimaet.



”Hollenderen Christian Huygens (1629-1695) blir regnet som oppfinneren av pendeluret. Huygens la merke til at dersom han hadde to like pendelur på veggen, ville pendelen til begge urene etter en tid begynne å svinge i takt. Tilsynelatende ubetydelig små fysiske vibrasjoner

mellom urene var tilstrekkelig til å kontrollere pendelbevegelsene.”

Klimaet blir utsatt for tilsvarende periodiske svingninger. Innstrålingen fra solen til jordens overflate

påvirkes av sykliske endringer i jordens bane rundt solen. Dette fører til at klimaet endres i perioder fra ca 5 tusen til 300 tusen år. I tillegg er der sykliske endringer i månens bane som fører til at tidevannet og jordrotasjonen har periodiske endringer fra timer til mer enn 1000 år.

I løpet av de siste 100 år er det samlet lange dataserier som viser utviklingen av temperaturer, nedbør osv. Matematikk er det språket vi benytter for å kunne tolke hva disse dataseriene forteller oss. En vanlig metode til å identifisere periodiske endringer er å studere frekvensspekteret i dataseriene. Frekvensspekteret sier da noe om hvilke perioder som er mest framtrepende.

Matematikeren Parseval viste en gang at frekvensspekter i dataserier fra naturen må falle med $1/f$ frekvensen for at endringer i naturen ikke skal kreve uendelig energi. Rekkevidden av dette er at der alltid er periodiske endringer i klimaet. Siden lange perioder har størst betydning har klimaet heller ingen normal tilstand. Dette er årsaken til at klimaforskere har problemer med å fastslå om de klimaendringene vi observerer er skapt av

drivhuseffekten eller om de er et resultat av naturens egen utvikling.

En metode til å identifisere årsaken til klimaendringene er å se om dataseriene har periodiske endringer som faller sammen med periodene fra kjente endringer i jordens og månens bane. Vi får da den samme situasjon som ved pendeluret til Huygens. Når periodetiden til pendelen er kjent, kan vi undersøke om virkningen har forplantet seg videre. Ved Høgskolen i Ålesund har vi i noen år analysert en lang rekke dataserier for å identifisere sammenhenger med kjente månesykluser. Spørsmålet er om der er sammenheng mellom periodiske endringer i månens bane og periodiske endringer i klimaet. Dersom vi finner en slik sammenheng, kan vi lage bedre prognoser om klima, om utviklingen av naturen og om den økonomiske utvikling.

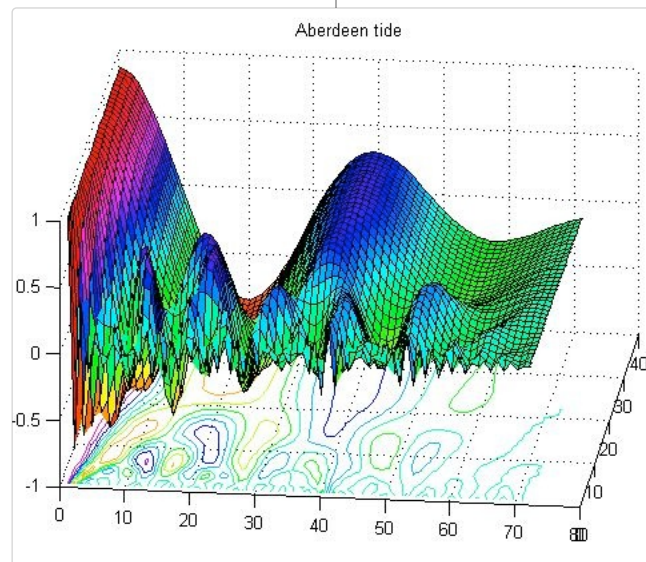
Hvorfor øker temperaturen?

Temperaturen på jordoverflaten har økt i de senere år. Spørsmålet er om hvor denne økning i varmemengde kommer fra. De fleste mener at den kommer fra

klimagasser og drivhuseffekten. Andre mener den kommer fra endringer i stråling fra solen. For snart 100 år siden pekte den svenske oseanografen Otto Petterson på den mulighet at klimaendringene kan komme fra endringer i tidevannet.

Den varme nordatlantiske strøm passerer dyphavsrennen mellom Skottland og Færøyene og følger Norskekysten nordover. Noe vann strømmer inn i Barentshavet og noe strømmer inn i det Arktiske hav ved nordpolen. Ved HiÅ har vi sammen med skotske og russiske oseanografer analysert havtemperaturen ved Færøyene, Skottland og Barentshavet. Resultatet viser at alle temperaturseriene har en markert temperatursyklus som faller sammen med en velkjent tidevannsbølge på 18.6 år.

Interaktivt 2.1 Autokorrelasjon av wavelet spekter på tidevann



Våre lengste oseanografiske dataserier forteller oss altså at temperaturen i Norskehavet følger lange

tidevannsbølger som er påvirket av månen. Temperaturendringer i atmosfæren kan da forklares ved at lange tidevannsbølger øker den vertikale omrøring i havet. Havet har lagret en varmemengde og den vertikale omrøring i havet påvirker fordelingen av varmemengden opp til havets overflatetemperatur. Siden 70 % av jordens overflate er dekket av hav, vil dette påvirke temperaturen i atmosfæren.

De samme tidevannsbølgene fører til periodiske endringer i innflyt av varmt atlantehavsvann til Barentshavet. Økt omrøring og periodisk innflyt av varmt

atlanterhavsvann fører så til at Barentshavet får en periodisk vekst av plankton. Denne periodiske vekst av plankton fører igjen til en periodisk endring i rekruttering av lodde, sild og norsk arktisk torsk. Periodisk endring i rekruttering fører til slutt en periodisk vekst i fiskebestandene som forplanter seg videre til økonomien for de marine- og maritime næringene langs hele kysten.

Sammenlikner vi Barentshavet med Huygens pendelur, får vi vekstperioder når natur, biologi og fiskeri svinger i samme takt. Når havstrømmer eller fangstmengde begynner å svinge i utakt, får vi et sammenbrudd i biomassen. Det vil da kunne ta lang tid før naturen igjen finner sin rytme.

Hva driver Atlanterhavstømmen?

Den Nordatlantiske strøm forklares med jordrotasjonen og temperaturforskjellen mellom Arktis og Ekvator. Varm luft trekker nordover fra Ekvator og synker ned ved det

kalde Arktis. Vinden trekker da med seg oppvarmet overflatevann nordover. Det avkjølte vannet ved Arktis forandrer egenvekt og synker. Nytt vann trekkes nordover og vi får en sirkulasjon mellom Ekvator og Arktis med varmt overflatevann nordover og kaldt bunnvann sørover.

Det klimaforskere i dag er redd for, er at dersom temperatur ved Arktis stiger, vil en mindre vannmengde synke og vi får tilført mindre varmt atlanterhavsvann fra sør. Det nordlige Atlanterhavet avkjøles over en lengre periode, selv om den globale temperaturen i atmosfæren stiger.

Vinglassteorien

Norske forskere har laget en dataserie som viser utbredelse av Arktisk is i Barentshavet og i Grønlandshavet. Disse dataseriene viser at utbredelsen av is har falt med ca 30 % fra 1864. Reduksjon av Arktisk is er altså ikke et nytt fenomen som faller sammen med etablering av moderne industri. Samtidig ser vi at utbredelsen av is i Barentshavet har sykliske endringer som

faller sammen med sykliske endringer i jordrotasjonen, tidevannet og innflyt av varmt atlantehavsvann til Barentshavet.

Vinglassteorien er basert på ideen om at det Arktiske havet ved nordpolen oppfører seg som et roterende vinglass drevet av periodiske endringer i tidevann og jordrotasjon. Der er en sammenheng mellom periodiske endringer i månens og periodiske endringer i plasseringen av polpunktet. Det kan se ut som om det roterende polpunkt er en drivkraft som påvirker innflyt av varmt atlantehavsvann til det Arktiske hav, rotasjon av kaldt Arktisk vann rundt polen og utflyt av kalt Arktisk vann til Grønlandshavet. Etter denne teorien vil en global oppvarming ikke stoppe en transport av oppvarmet Atlanterhavsvann nordover til Arktis.

En analyse av vintertemperaturen på Grønland fra år 550 til 1970 viser at temperaturen har periodiske sykluser som faller sammen med perioder i månens bane. Disse periodene endret karakter når vi fikk store klimaendringer på 1400 tallet. Et tilsvarende fenomen kan en observere

for havstrømmene. Rundt 1920 fikk vi en periodisk endring i havstrømmene som var starten til den store veksten i bestandene av sild og torsk som vi fikk fram til 1950-årene. Et skifte i klima kan altså ha sammenheng med endring i de sykliske gravitasjonskrefter som påvirker tidevann og jordrotasjonen.

Høytrykk og lavtrykk

NAO-indeksen er et mål for den atmosfæriske trykkforskjell mellom Island og Portugal. Er NAO-indeksen høy, betyr det at der er mye lavtrykk med mild vinter og mye storm i Skandinavia. Er NAO-indeksen lav, betyr det at vi har mye høytrykk med kald vinter. Etter 1960 har der vært en betydelig økning i NAO-indeksen. Denne økningen har vært forklart med en generell global oppvarming som fører til mer ekstreme vær-situasjoner.

Når en studerer dataserien for NAO-indeksen fra 1822, ser en at den har hatt store svingninger over hele perioden. Studerer vi svingningene litt nøye, ser vi at

periodene faller sammen med periodene for utbredelse av Arktisk is. Utbredelse av Arktisk is faller igjen sammen med periodene til lange tidevannsbølger og endringer i jordrotasjonen, som igjen er påvirket av månen. Arktisk is virker som en isolator mellom det varme overflatevannet og den kalde atmosfæren. Reduksjon og variasjon i isens utbredelse gir utslag i NAO-indeksen. Sammenhengen med utbredelse av Arktisk is tyder nå på at NAO-indeksen har snudd og vi går mot en noe kaldere periode.

Sammenhengen mellom månens bane og NAO-indeksen bekreftes i en rekke andre klimaindikatorer. Vi finner de samme periodiske endringene i dataserier fra hele Europa. Noen eksempler er utbredelse av is i Østersjøen, nedbør i Skandinavia, nedbør i England, vinproduksjon i Frankrike og biomasse vekst i Middelhavet. Dette er altså noe som påvirker våre liv i hele Europa.

Hva så med klimagassene?

Det vil være uklokt å undervurdere virkningen av klimagassene. Samtidig er det viktig å få avklart hvor stor betydning klimagassene har i forhold til andre årsaker. Det brukes nå mye ressurser for å undersøke virkninger fra solen og klimagassene. Etter det jeg forstår, er månens betydning bare i liten grad tatt med i de store klimamodellene. Det kan derfor se ut som om at lærdomen fra Huygens pendelur har vært undervurdert.

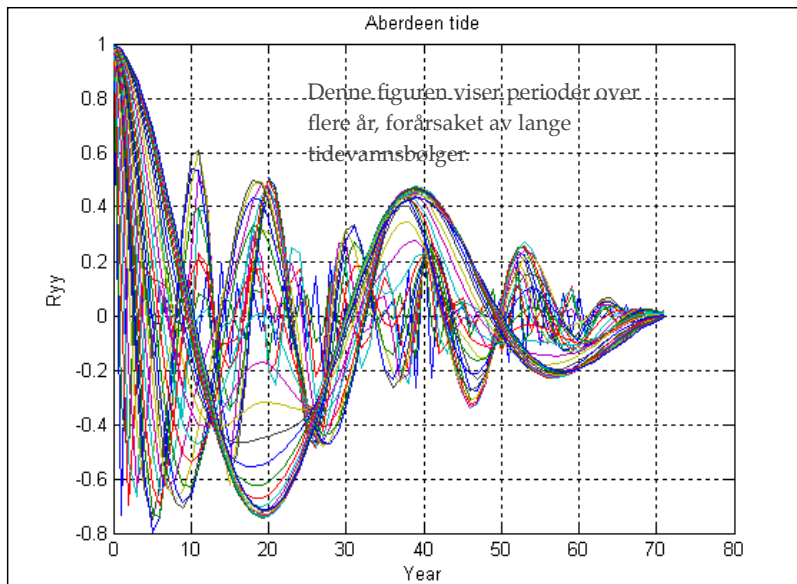
Kommentar

Denne artikkelen ble skrevet året etter at jeg hadde avlagt min dr.grad i 2004. På det tidspunktet hadde jeg gjort en forholdsvis omfattende analyse av klimaindikatorer og oseanografiske dataserier. I denne artikkelen gjør jeg et forsøk på å gi en populærvitenskapelig beskrivelse av det som framkom om klimaendringer i min avhandling.

Artikkelen kom på et tidspunkt med dårlig klima, for klimadiskusjoner. Det er muligens forklaringen på at denne artikkelen traff mange. Jeg fikk telefoner fra lesere, som ble beroliget for framtiden. Etter artikkelen kom ut holdt jeg ca 20 foredrag om temaet i diverse foreninger og skoler i distriktet. Artikkelen lå åpent tilgjengelig på min hjemmeside og jeg oppdaget etter hvert linker til artikkelen, fra en rekke diskusjonsforum. Fra Danmark fikk jeg brev fra en eldre forsker, som fortalte at jeg hadde rettet opp anseelsen til en kollega, som hadde fått underkjent en dr. grad.

Naturlige klimaendringer

Figur 2.2 Autokorrelasjon av waveletspekteret for havnivået i Norskehavet



Tidevannets rytme har i tusener av år påvirket innstrøm av varmt atlantehavsvann til Barentshavet, og

på den måten påvirket hele økosystemet. Resultatet av moderne analysemetoder på lange dataserier, tyder altså

på at der er underliggende prosesser i naturen, som til en hver tid gir naturlige endringer i klimaet og de økologiske systemene.

Finnes det en underliggende prosess i naturen som påvirker klimaet og den biologiske utviklingen? Dette var spørsmålet fremsynte pionerer stilte seg på slutten av 1800-tallet. For kan en finne denne prosessen, kan forutsi noe i framtiden. Den som kan forutsi noe om framtiden, kan også påvirke noe i framtiden.

I Sverige undersøkte pioneren Ljungmann sammenhengen mellom solflekker og historiske fangstdata for sild. Pettersson studerte sammenhengen mellom tidevann og rekruttering av sild. Her hjemme undersøkte

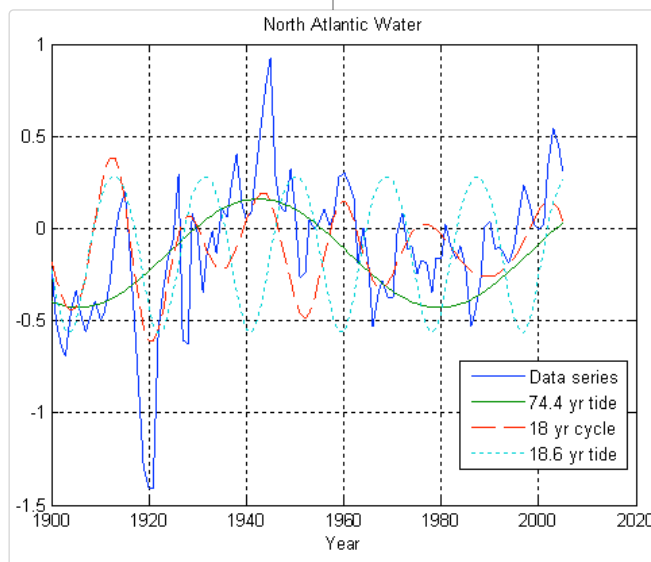
Nansen sammenhengen mellom temperaturen ved Ona fyr og historisk eksport av arktisk torsk. I Skottland begynte en å måle havtemperaturen i kanalen mellom Skottland og Færøyene. De var klar over at der er en

sammenheng mellom havstrømmen i kanalen og klimaet i Nord-Europa. Russerne begynte å måle temperaturen i Barentshavet utenfor Kola halvøen for å studere sammenhenger med biomassen i Barentshavet.

Disse dataseriene er nå målt regelmessig over en periode på mer enn 100 år, og representerer noen av de lengste oseanografiske dataseriene i verden. Ved Høgskolen i Ålesund har vi

nå over flere år hatt et samarbeid med Fisheries Research i Aberdeen og PINRO institutt i Murmansk om å analysere

Interaktivt 2.2 Atlanterhavsvann innlyt. FRS, Aberdeen



disse dataseriene. Resultatet viser et nyttig utgangspunkt for en ny forståelse av endringer av klima og økosystemet.

Temperaturen for innflyt av Nord Atlantisk vann til Norskehavet er vist på figuren ovenfor. Den viser at vi hadde en kald periode på begynnelsen av 1900-tallet. Temperaturen økte fra 1920-årene til 1940-årene, før vi igjen fikk en kaldere periode fram til 1980-årene. Denne temperaturutviklingen er nå som et barometer for den biologiske og økonomiske utvikling langs kysten. Sammenbruddet for Møretørsken kom etter en kuldeperiode i 1920. Veksten av en ny sildestamme og torskestamme startet med temperaturøkningen fra 1925. Når fiskeflåten vokste etter 1945, var vi allerede på veg mot en ny kaldere periode med redusert vekst i biomassene. Den siste perioden med vekst i biomassen kom etter en temperaturoppgang i 1990-årene. Men temperatur som indikator, forteller ikke alt. Det viktigste er å forstå naturens egen rytme.

Naturens egen rytme

Dersom du midler en serie data fra naturen, vil du se at resultatet endrer seg om du midler over perioder på 1, 5, 10 eller 50 år. Årsaken er at der er forskjellige underliggende periodiske fluktuasjoner i dataseriene. Denne enkle øvelsen forteller oss at der er ingen normal midlere tilstand i klimaet eller i naturen.

Spørsmålet er så om vi kan identifisere årsakene til de største periodiske endringene vi finner i dataseriene. Finner vi årsakene til disse endringene, kan vi si noe om forventet framtidig utvikling. Analysen av dataseriene for Norskehavet viser at endringene i temperatur og salt faller sammen med lange tidevannsbølger på 18.6 og 9.3 år. Det viser seg at vi også finner de samme periodene også i temperaturen fra Kola-snippet i Barentshavet, i utbredelse av Arktisk is, i NAO-indeksen for høytrykk og lavtrykk over Atlanterhavet og i nedbør til kraftproduksjon på Vestlandet.

Rytmen i økosystemet

Tidevannets rytme har i tusener av år påvirket innstrøm av varmt atlantehavsvann til Barentshavet og på den måten påvirket hele økosystemet. Arter som torsk, sild, hyse og reke har tilpasset seg en syklus fra yngel til optimal rekruttering på ca 6 år. En kan vise med matematikk, at biomassene får en optimal rekruttering i løpet av tre generasjoner innenfor en tidevannbølge på ca 18 år. Vi får da en biomasse fluktusjon på 18 år som igjen gir en optimal fluktusjon i biomassen på ca 55 år.

Lodda i Barentshavet har en optimal livssyklus på ca 3 år. Den har en optimal vekstperiode innenfor tidevannsbølgen på ca 9 år. På den måten kan vi med matematikk finne en underliggende forutsigbar rytme i naturen. Etter denne rytmen er torskebestanden og loddebestanden nå inne i en sårbar periode og vi kan vente en ny oppgang rundt 2009-2010.

Rytmen til klimasystemet

Endringene i havstrømmene synes å være lite kartlagt. Det vi vet, er at tidevannet med sin rytme har påvirket havstrømmene over tusener av år. Et neste spørsmål er da om energien fra lange tidevannsbølger kan være opphavet til lengre klimaperioder.

Den midlere temperaturendringen i Norskehavet har en fluktusjon på ca 74 år. Se figuren. Den samme midlere periodetiden har vi også identifisert i dataseriene fra Kola-snippet i Barentshavet, i utbredelse av Arktisk is, i NAO-indeksen for høytrykk og lavtrykk over Atlanterhavet og i nedbør til kraftproduksjon på Vestlandet. Forklaringen kan være at tidevannsbølgen på 18.6 år produserer en harmonisk periode på $4 \cdot 18.6 = 74.4$ år i sirkulasjonen av vann i det Arktiske polhavet.

Arktiske temperaturendringer

I dataserien fra Norskehavet aner vi en svak vekst i temperaturen som går utover den midlere fluktuasjonen på 74 år. Spørsmålet er da om der finnes periodiske klimaendringer som varer i mer enn hundrede år.

Polarinstituttet har publisert en dataserie som viser at utbredelsen av Arktisk is hadde et maksimum rundt år 1825. Etter 1825 har den midlere utbredelse av Arktisk is hatt en jevn nedgang. Noen nærliggende spørsmål er da, hva var det som skjedde rundt 1825 som startet en gradvis reduksjon i utbredelse av Arktisk is? Var det en ny menneskelig aktiviteten på begynnelsen av 1800-tallet, som hadde en slik kraft at klimautviklingen snudde? Eller var det et naturlig vendepunkt i naturens egen rytme, som fikk en ny retning?

En metode vi kan benytte for å lete etter svar, er å studere dataserier som strekker seg over flere hundre år.

Danske forskere har, ut fra isprøver, laget en dataserie for årlig midlere vintertemperatur på Grønland som strekker seg fra år 555 til 1970. Denne dataserien analyserte jeg i forbindelse med en dr. grad disputas for noen år siden. Resultatet viste at midlere temperatur på Grønland hadde en sterk periodisk endring på ca 620 år. Middelerdien hadde et maksimum rundt år 875 og vi fikk en nedgang fram til ca 1135. Da startet en ny midlere temperaturøkning som fikk et maksimum rundt 1430. Deretter kom det en ny avkjølingsperiode som varte fram til ca 1825. Dette tidspunktet faller sammen med tidspunktet da Arktisk is hadde sin maksimale utbredelse, og vi fikk en periode med redusert Arktisk is og et gradvis varmere klima.

Dataene fra Grønland viser også at det fra 1825 startet ny periode med temperaturstigning som har vart fram til i dag. Dersom der fortsatt er en underliggende klimaperiode på ca 620 år, kan vi forvente et fortsatt varmere klima fram til ca år 2050. Da starter en ny avkjølingsperiode mot et kaldere klima.

Resultatet av moderne analysemetoder på lange dataserier, tyder altså på at der er underliggende prosesser i naturen, som til en hver tid gir naturlige endringer i klimaet og de økologiske systemene.

Kommentar

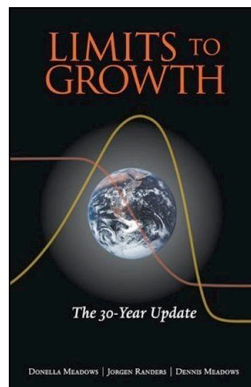
Denne artikkelen kom ut i 2007. Det var året IPCC og Al Gore mottok Nobels Fredspris for sitt budskap om menneske skapt globale oppvarming. Det var på et tidspunkt da klimadiskusjonen var inne i et uvær. Enkelte politikere ville kriminalisere ”klimaskeptikere”. Bloggere prøvde å ødelegge den personlige integriteten til skeptikere. Forskere satt musestille for ikke å unngå et politisk stempel. En guffen tid, som minnet meg om 1960-årene. Det slo meg hvor kort veg det er mellom forskning og politikk, og hvor viktig det er å ha en uavhengig forskning.

Denne artikkelen beskriver i store trekk noen av resultatene fra min egen forskning. Min holdning den gangen var at jeg hadde en slags forpliktelse til å beskrive

det jeg observerte i mine data. Så får framtiden til slutt gi svar på hva som blir stående.

Klima og grenser for vekst

Figur 2.3 Framsiden av debattboken «Limits to Growth»



Det er mye som tyder på at dagens klimadiskusjon er et symptom på der er noen mer underliggende årsaker. På begynnelsen av 1970-tallet, drøftet en gruppe forskere, økonomer og industriledere noen varige kritiske internasjonale problemer i den eksklusive Romaklubben. De så med uro på utviklingen av internasjonal fattigdom,

forurensning, kriminalitet og terrorisme. Spørsmålet var, om det kan være en felles årsak bak det hele.

Det endte med at Volkswagen Foundation bevilget \$250.000 for å lage en verdensmodell, som skulle kunne

simulere hvordan verdens tilstand utviklet seg framover i tid. Oppgaven gikk til Jay D Forrester ved MIT i Boston. Forrester var kjent for å ha innført faget system dynamikk. En ny type matematiske modeller, som kunne simulere komplekse sammenhenger i industriell- og økonomisk utvikling.

Grenser for vekst

Resultat ble publisert i 1972, i bestselgeren "Limits to Growth". En av forfatterne var nordmannen Jørgen Randers, nå leder av regjeringens Lavutslippsutvalg for klimagasser. Det framgikk av boken at verdens befolkning, fra all fortid, og fram til midten av 1800-tallet, hadde vokst til ca 1 MRD. De neste 120 årene fram til 1972, hadde den vokst videre til ca 3 mrd, og videre til 6 mrd i år 2000.

Simuleringer fra verdensmodellen viste at en fortsatt vekst vil føre til en kjedereaksjon, med en tilsvarende vekst i forbruk av energi, vannressurser og naturressurser. Dette ville igjen føre til en vekst i miljøskader, forurensning, konflikter om naturressurser, og regional uro.

Budskapet var at der er en grense for vekst. Kombinasjonen av fortsatt vekst, på en klode med en endelig mengde ressurser, må før eller senere, få uønskede konsekvenser for våre etterkommere. Årsaken er at kostnadene med og en å skaffe tilstrekkelig mengde energi, vann, materialer og matvarer vil øke. Når kostnaden møter en grense, stopper tilførselen opp, og bærekraften brister. Resultatet blir at store befolkningsgrupper vil kunne kollapse en gang i løpet av de neste 100 år. Lyspunktet var, at det fortsatt er mulig å snu utviklingen.

Boken vakte reaksjoner da den kom. Noen mente dette var politisk agitasjon. Fra akademia kom det røster om forenkende modeller, og publisering utenom de vanlige akademiske filter. Økonomer mente dette var gammelt nytt. Malthus hadde 200 år tidlige beregnet at en kunne forvente sult for alle, fordi folketallet økte fortere en dyrking av ny jord. Men Malthus hadde undervurdert den produktivitetsvekst en senere fikk med ny teknologi.

Krisesyntomer

Det er nå gått 35 år side boken kom ut, og mye tyder på at budskapet i boken fortsatt er aktuelt. Beregninger viser at med en fortsatt eksponentiell vekst, forventes verdens befolkning å vokse til ca 7 mrd i 2010, 10 mrd i 2050 og 20 mrd i 2100. Den store veksten kommer nå i Asia, Arabiske land og i deler av Afrika.

Denne veksten er langt på veg basert på billig og energiholdig olje. Men tilgang på denne endelige ressursen, går nå mot slutten. Beregninger viser at verdens beholdning forventes å vare ca 40 år til, med dagens forbruk. Samtidig øker etterspørselen i en økende befolkning, også i de oljeproduserende land. Resultatet er at oljeprisen fortsatt vil øke til stadig nye høyder.

Energi synes nå å være prioritert framfor andre politiske mål. Underskudd på olje oppfattes som en trussel. Tilgang til naturressurser er kommet inn i sikkerhetspolitikken og i militære doktriner. Krig og økt

konfliktnivå, følger nå der hvor olje ligger i rør. Resultatet er flyktinger på vandring, og nye konflikter skapes.

Etter 1972 er det arbeidet med å utvikle alternative energikilder som vindkraft og solenergi. Men ingen ser for seg i dag hvordan alternativ energi kan dekke framtidig behov fra fortsatt økende vekst i befolkning og levevilkår. Noen peker på atomkraftverk er framtidig løsning, men ingen vil ha avfallet i sin egen bakgård.

Vann er grunnlaget for matvareproduksjon. En regner at hvert menneske bruker i snitt 1000 kubikkmeter per år til drikkevann, hygiene og matproduksjon. Det betyr at dersom befolkningen øker med 1 mrd fra 2000 til 2010, må en skaffe fra 1000 mrd kubikkmeter med nye vannressurser på 10 år. Allerede nå er det i ferd med å bli et underskudd av vann for store befolkningsgrupper. Beregninger viser at i 2025 vil halvparten av verdens befolkning ha et underskudd på vannressurser. Noen begynner igjen å trekke fram perspektivet fra Malthus.

”Limits to Growth”

Verdensmodellen i ”Limits to Growth” betraktet veksten som et ustabil dynamisk system. Fra kybernetikken vet vi at ustabile systemer kontrolleres ved å redusere forsterkningen. Forslaget til løsning var derfor å redusere skaden, ved å ta smerten og utfordringene med en gang, og så la den vare over lengre tid. Utsetter en problemet ved å løse symptomer, danner en grunnlag for enda større vekst, og sammenbruddet blir tilsvarende større, når det først kommer.

Økologisk bærekraft

Verdensmodellen hadde lite fokus på jordens økologi. Men etter hvert har en også begynt å bekymre seg over hvordan vekst påvirker det økologiske systemet i naturen. På slutten av 1970-tallet kom Brundtland med begrepet bærekraftig utvikling. Budskapet var at en måtte bort fra en vond sirkel, der fattigdom og nød førte til utarming av naturen, som igjen førte til mer utarming av natur og levevilkår. Økonomisk vekst i fattige land var derfor nødvendig for å stabilisere befolkningsvekst, slik vi har sett

i Europa. Deretter kan en sikre naturens ressurser. Bærekraftig utvikling er nå etter hvert kommet inn som politiske mål. Men spørsmålet er, om en vekst etter vestens modell, fører fram til en løsning.

I 1982 kom James Lovelock med boken om Gaia-hypotesen. Denne hadde sitt utspring i Norbert Wiens teori om kybernetikk. Kybernetikk var opprinnelig basert på ideen om at all natur er sammensatt av selvregulerende mekanismer. Lovelock hadde studert den gjensidige kobling mellom havet, atmosfæren og livet på jorden. Han mente at hele overflaten på jorden kan oppfattes som en superorganisme. Blir den plyndret, vil den straffe de som plyndrer, slik jordens gud Gaia gjorde i gresk mytologi. Nå foreslår Lovelock å innføre atomkraft, for å redusere skaden i en overgangsperiode, og så redusere verdens befolkning til under 1 mrd.

Klimadiskusjonen

Dagens diskusjon er nå rettet mot klimaendringene. Men klimaet er ikke enkelt å styre. Endringer i klima

skapes av endringer i jordens bane rundt solen, og endringer i månens bane rundt jorden. Resultatet er periodiske endringer fra timer, til flere hundre tusen år. Disse endringene danner igjen grunnlaget for all ny utvikling i naturen. Det biologiske systemet vokser i varme perioder og tilpasser seg med økt dødelighet i kaldere perioder. Mangfold er naturens strategi for å spre risiko, og investering i ny vekst. Reduksjon av mangfold, er derfor også en trussel for menneskene.

Den siste varme klimaperioden startet fra midten av 1800-tallet. Årsaken er noe omstridt, men lange dataserier tyder på at dette er en naturlig klimaendring påvirket av sirkulasjonen i de globale havstrømmene. Denne varme perioden har nå lagt mye av grunnlaget for den enorme befolkningsveksten vi har hatt de siste 150 år. Den andre forutsetningen har vært ny teknologi og energi fra olje. Den enorme veksten i oljebasert energi over hele kloden, har igjen ført til enorme mengder utslipp av klimagasser, til en tynn atmosfære, med endelig utstrekning.

En begynner å stille spørsmål om utslippene vil gå inn i naturens kretsløp, eller om de vil bli værende i atmosfæren, og så forårsake unormale klimaendringer. Den politiske løsningen er nå å innføre skatter på utslipp, og det vurderes løsninger for deponering. Dette kunne kanskje bidra til en reduksjon i en stabil verden. Men vekst i utslipp, har sammenheng med vekst i verdens befolkning, og verdens befolkning øker nå med 1 mrd på 10 år.

Det er kanskje fordi perspektivene fra "Limits to Growth" er så ubehagelige, at de har fått ligge uløst, i så mange år.

Kommentar

Perspektivene fra "Limits to Growth" har fasinert meg siden boken kom ut i 1970-årene. I 1980-årene begynte jeg å interessere meg for arbeidet til Jay Forrester som stod bak dette arbeidet. Forrester overførte automasjonsfaget over til organisasjonsteori som System Dynamics, og i 1960-årene kom han med debatt bøkene Industrial Dynamics og Urban Dynamics. I 1990-årene innførte jeg

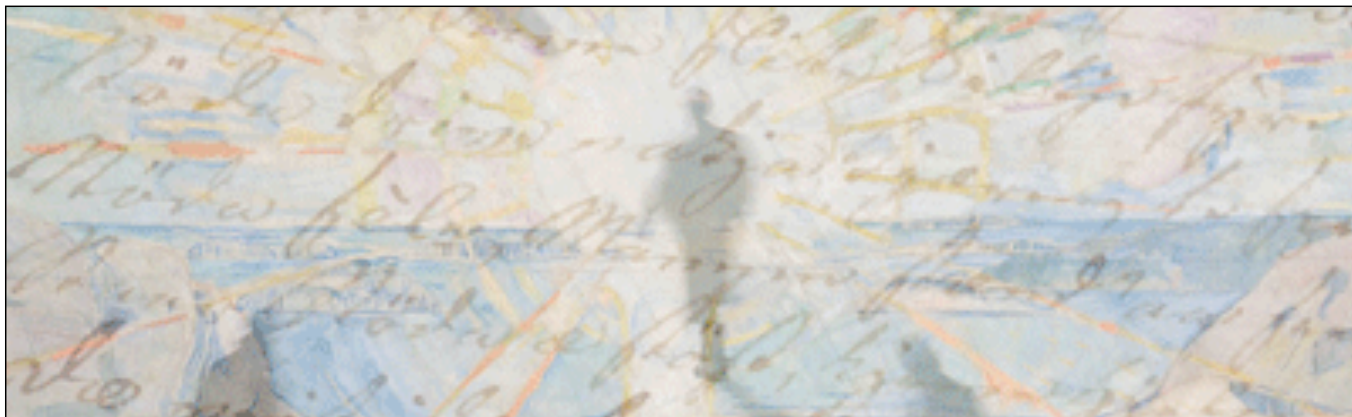
System Dynamics i faget Kybernetikk her ved Høgskolen i Ålesund.

Min oppfatning har vært at klimadiskusjonen har kommet skjevt ut, og at egentlig burde være er en miljødiskusjon. Flytter en fokus fra klima og til miljø, så kommer en ikke forbi de perspektivene som trekkes opp i ”Limits to Growth”.

Hensikten med artikkelen var den gang å trekke fra nye perspektiver på diskusjonen om klimaendringer. I 2012 kom boken ut i på nytt med et nytt framtidsperspektiv, og bekrefter her utfordringene med å ivareta et bærekraftig miljø.

Klima for forskning

Figur 2.4 Framsiden på meldingen



Id malesuada lectus. Suspendisse potenti. Etiam felis nisl, cursus bibendum tempus nec. Aliquam at turpis tellus. Id malesuada lectus. Suspendisse est lorem ipsum potenti.

”Det er kommet en ny forskningsmelding, St.meld. nr. 30(2008-2009) Klima for forskning. Meldingen setter opp ni mål for norsk forskning. Fire av målene er generelle mål som omfatter begrepet kvalitet, internasjonalisering, samarbeid, og forskningssystemet. Fem av målene er mer

tematiske mål som omfatter globale utfordringer, velferdssamfunnet og verdiskaping.”

Lang veg til forskning

Her oppe i nord har vi vært vant til å forberede oss til vinteren, men vegen fram til norsk forskning, har på mange måter vært lang. I 1960-årene var holdningen ”Med naturvitenskap og ingeniører skal landet gjenoppbygges”, og vi fikk de store instituttene. SINTEF ble stor i europeisk målestokk. FFI på Kjeller la grunnlaget for Norsk Data, SIMRAD og mange andre. SI på Blindern ble viktig for skipsindustrien på Aker i Oslo.

I 1970-årene kom de nye oljerikdommene. Jeg minnes at det da ble et å stemningsstifte. Tonen ble: ”Med penger fra oljen, skal landet bygges”. Mange mener at dette var starten på en nedbygging av gode norske forskningsmiljøer.

I 1980-årene var en bekymret for den store fraflyttingen fra distriktene. Vi fikk en ny distriktpolitikk basert på prinsippet om selvberging. Budskapet ble da: ”Med forskning i distriktene, skal distriktene bygges”. Norge har et sektorprinsipp. Det vil si at hvert

departement har ansvar for forskning innenfor sitt temaområde. Den nye linjen i distriktpolitikken kom spesielt fra Kommunaldepartementet og videre over til fylkeskommunene. Resultatet ble at fylkene opprettet forskningsstiftelser i tilknytning til høyskolene. Dette ble starten til de regionale forskningsstiftelsene.

Så kom Thulin-utvalget med ideer fra USA og innspill til industridepartementet. I USA hadde en oppdaget at nyskaping og ny industri kom som en følge av synergieffekter mellom universiteter og nærliggende bedrifter. Dette ble starten på dagens regionale kompetansesentra eller ekspertisesenter.

Forskning i randsonen til høyskolene, krever at også høyskolene har en robust forskningskompetanse. Resultatet ble høyskolereformen som kom i 1990-årene. Høyskolene kom inn i det nasjonale forskningssystemet, og fikk en lovpålagt forskningsplikt. Budskapet ble nå: ”Skal næringslivet holde et internasjonalt nivå, må også høyskolene holde et internasjonalt nivå”. Dette har vært perspektivet videre fram til i dag. Når Stjernø – utvalget

kom med sin innstilling i 2004, var budskapet: ”Skal høyskolene konkurrere med land vi sammenlikner oss med, må de også ha en tilsvarende forskningsinnsats.” Stjernø foreslo derfor en fusjon av høyskolene til landsdel universiteter.

Land vi kan sammenlikne oss med, har en samlet forskning tilsvarende 3 % av brutto nasjonalbudsjettet (BNP). Dette målet kom i meldingen ”Vilje til forskning” fra 2004. Høyskolene og universitetene hadde nå håpet på en ny melding, med tittelen ”Miljø for forskning”. En melding som la grunnlaget for en langsiktig og forutsigbar oppbygging av norske forskningsmiljøer. Den nye meldingens tittel, ”Klima for forskning”, med dobbelt bunn, antyder en noe reservert vilje. Meldingen foreslår et mål på 1 % av BMP, for å så la 3 % være ”et mål på sikt”. Universiteter og høyskoler konstaterer nå at det fortsatt ikke er politisk vilje til ny vekst i norsk forskning, og ber Stortinget om hjelp.

Det norske paradoks

Forskningsmeldingen tar opp det den kaller ”Et norsk paradoks”. Norge skårer lavt på internasjonale indikatorer for forskning, teknologiutvikling og innovasjon. Til tross for dette, kan mange norske bedrifter vise til gode økonomiske resultater, også i internasjonal sammenheng.

En forklaring kan være at norske bedrifter er lite byråkratiske. Mye tyder på at det i virkeligheten foregår forskning og innovasjon i norske bedrifter, som ikke blir dokumentert. Mange norske bedrifter har også vært flinke til å øke verdiskapingen ved å ta i bruk ny teknologi fra norske og utenlandske utstyrleverandører.

Samtidig er det slik at ny teknologi blir billigere, mer standardisert og tilgjengelig samtidig over hele verden. Dette fører til at ny teknologi blir en nødvendighet, og ikke nødvendigvis et konkurransefortrinn. Rekkevidden av dette er at verdiskapingen vil flyttes over på metodesiden. Det betyr i praksis at verdiskapingen blir mer forskningsbasert. Når næringslivet blir presset på metodesiden, forplanter utfordringene seg videre til

universiteter og høyskoler, med krav om en større forskningsinnsats.

Den globale utfordring

Det er verd å merke seg at også denne forskningsmeldingen legger inn noen nye forskningsmål. Retningen er det den kaller grønn politikk, med sterkere fokus på de globale utfordringene enn det vi har sett tidligere. Det nye budskapet ser ut til å være: "Det er vel og bra at det går greit her hjemme, men alle indikatorer tyder på at vi vil bli rammet av en rekke nye internasjonale kriser."

Det framgår av meldingen at verdens befolkning forventes å vokse med 2,6 milliard, til 9 milliard i 2050. Dette fører igjen til at verdens energiforbruk forventes å øke med 45 % mot i 2030. Samtidig forbrukes energirike begrensede oljereserver, som produserer 70 % av klimagassene. Denne oljen er ennå så billig, at det ikke lønner seg å lage alternativ energi. Den voksende befolkningsmengde fører uvegerlig til matmangel. Bare i

løpet av 2008 økte befolkningmengden, uten tilstrekkelig matsikkerhet, fra 850 millioner til 1 milliard. Det biologiske mangfold reduseres, og naturens sårbarhet forverres. Veksten i verdens befolkning, er altså alle problemers mor.

Der er mye som tyder på denne globale utfordringen egentlig er en politisk utfordring. Veksten i verdens befolkning og utnyttelse av naturens ressurser kan bare reguleres med tvang.

Ny generasjon forskningsoppgaver

Det står lite i meldingen om hva en har tenkt å gjøre med de globale utfordringene, men kanskje burde dette være hovedtemaet i hele meldingen. Når alle indikatorer tyder på at der snart vil bli et globalt underskudd på energi, matvarer og biologisk mangfold, vil dette få lokale virkninger, også for oss.

De globale utfordringene kan bare løses med en sum av lokale tiltak. Etter det jeg kan forstå, må dette få store konsekvenser for en langtids regional og lokal samfunnsplanlegging. Det betyr i praksis at en i årene som kommer, i langt sterkere grad må se sammenhengen mellom energiforvaltning, naturforvaltning, lokal matproduksjon, kommunikasjon og byplanlegging. Her ligger store forskningsoppgaver og venter.

De globale utfordringene faller sammen med en internasjonal finanskrisen. En krise som trolig vil få store industrielle strukturelle endringer. Tidspunktet bør da være riktig for å øke vår forskningsinnsats, for å løse noen av de globale utfordringene, og samtidig danne grunnlag for en ny type industrialisering.

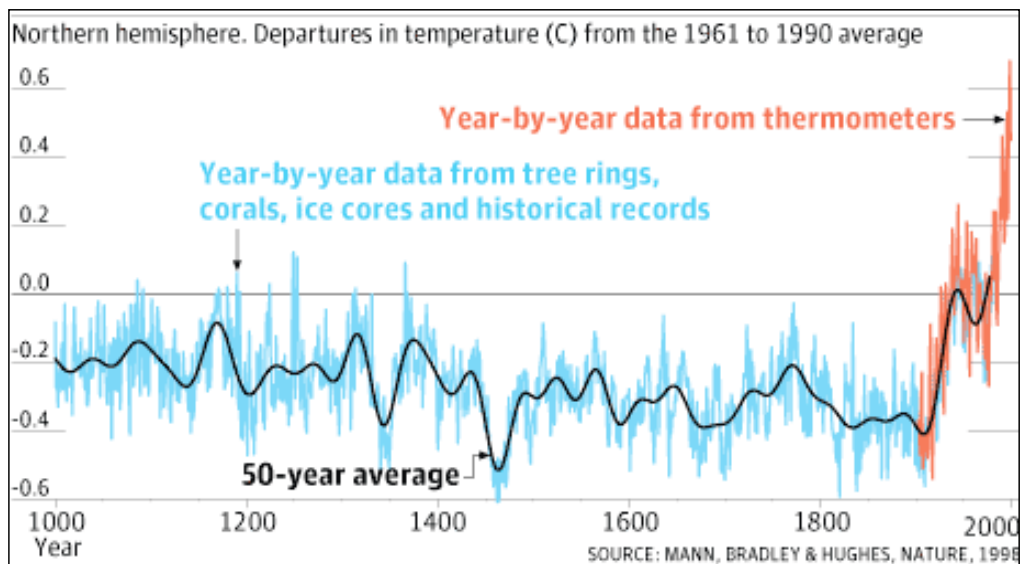
Kommentar

På denne tiden var de politiske myndigheter opptatt av klimaendringer. Dette preget også meldingen med ordspillet ”Klima for forskning” samtidig var denne meldingen uklar i forhold til vekst i forskning og i hvilken

retning forskningen skal ta. Budskapet i min artikkel var at forskningen nå må ta på alvor de perspektivene som kommer fram i ”Grenser for vekst”, og bruke dette som et grunnlag for ny industrialisering.

Klimailusjonen

Figur 2.5 Framstilling av Hockeykølle dataserien



Hvordan det kan ha seg, at denne hockeykølle dataserien kunne bli publisert, og få en så stor politisk

betydning, når underlaget var så lite åpent tilgjengelig? BBC spurte nylig den som publiserte dataserien om det

samme. Svaret fra Michael Mann var. "I always thought it was somewhat misplaced to make it a central icon of the climate change debate." Så det var altså det, han hele tiden hadde tenkt."

Menneskeskapt global oppvarming, vår tids trussel, eller vår tids vitenskapelige skandale? Det er det mange som nå lurer på i dag. Klimaendringer har vært betraktet som noe normal, og som skaper utvikling i naturen. Historiske kilder har fortalt oss at vi hadde en varm periode i vikingtiden, etterfulgt av en kaldere periode. Det har også vært en oppfatning at klimaet nå er gradvis i ferd med å komme tilbake, til den varme perioden vi hadde for ca 1000 år siden.

I 1998-årene leverte den 33 år gamle Michael Mann en dr. grad. Temaet var global temperaturutvikling over flere hundrede år. Det finnes ikke temperaturmålinger langt tilbake i tid. Arbeidet var derfor basert på klimaindikatorer. De fleste var prøver fra treringer. Noen kom fra isbreer og koraller, og for de siste årene var der også direkte temperaturmålinger. Flere dataserier ble

hektet sammen der målinger manglet. Ved å velge vektfactorer og statistiske modeller, fikk han frem en sammenheng mellom vekst i treringer og midlere global temperaturutvikling.

Resultatet ble en helt ny fremstilling av klimautviklingen de siste 1000 år. Den varme perioden i vikingtiden, og den senere lille istid, var forsvunnet. Midlere global temperatur var redusert gradvis frem til 1900-tallet. Fra 1900-tallet steg temperaturen dramatisk. Denne raske endingen var så spesiell, at den måtte være unaturlig. Siden endringen falt sammen med den industrielle utvikling, var menneskeskapt global oppvarming en nærliggende forklaring. Misstanken ble rettet mot drivhuseffekten og vi fikk diskusjonen om klimagasser og CO₂. Formen på midlere temperaturutvikling liknet vinkelen på en hockeykølle. Slik ble hockeykøllen symbolet på diskusjonen om global oppvarming.

Hockeykølle dataserien ble publisert i Nature allerede i 1998, og i Geophysical Research Letters i 1999 sammen

med to andre forfattere. Etter publisering i verdens ledende vitenskapelige tidsskrift, fikk hockeykøllen stor oppmerksomhet og store ringvirkninger. Michael Mann fikk en sentral rolle i FNs klimapanel, han kom inn i redaksjonen til flere vitenskapelige klimatidsskrift, og ble medforfatter for en rekke nye artikler om klimaendringer.

I 2000 kom hockeykølle dataserien inn i rapporten fra FNs klimapanel, der den la grunnlaget for argumentasjonen om en global oppvarming. Slik ble global oppvarming et internasjonalt varmt politisk tema. Temaet ble videreført av visepresident Al Gore, som benyttet den samme hockeykølle dataserien i sin klimafilm "Den ubehagelige sannhet". For denne innsatsen ble han i 2007 belønnet, med en Oscar for årets beste dokumentarfilm, og med Nobels fredspris.

Frykten for framtiden

Hockeykølle dataserien var en overbevisende pedagogisk framstilling. Alle kunne lett se den raske temperaturendringen, og enhver kunne lett forestille seg

rekkevidden av en videre vekst i global oppvarming. Slik førte formen på dataserien, til at menneskeskapt global klimaendring ble et trosspørsmål. Miljøvernere, politikere, industrielle aktører og media begynner å gripe fatt i temaet.

Frykten for framtiden begynte å spre seg, og klimavennlig ble det politisk korrekte. Noen begynte å snakke om en kommende katastrofe, at kloden måtte reddes og at skeptikere burde kriminaliseres. Forståelsen av fortiden, skulle nå prege framtiden. Klimavennlig ble et begrep som begynte å prege vår industripolitikk, skattepolitikk og forskningspolitikk. Det dukket opp nye begreper som "Climate Engineering" og Geoengineering. Forlag om menneskeskapt kontroll av naturen, for å rette opp menneskeskapt klimaendring, selv om vi ikke helt forstår naturens natur.

Motreaksjonen

Politiske overtoner førte til en polarisering mellom klimavennlige og skeptikere. Skeptikerne var en

sammensatt gruppe. Noen var forskere, som fikk problemer med å få hockeykøllen til å stemme med deres egne observasjoner. De fleste av disse valgte å være tause. Noen fryktet å tape forskningsmidler, andre å bli trakassert av bloggere på internett, eller å bli assosiert med bestemte politiske partier.

Symbolet på motreaksjonen kom fra en pensjonert kanadisk gruvekonsulent. Han begynte å lure på hvordan denne hockeykølle dataserien egentlig hadde framkommet. Da han fikk vite at underlaget til hockeykøllen ikke kunne utleveres, fordi det var forfatterens private eiendom, ble han misstenksom. Dermed begynte et omfattende arbeid, for å rekonstruere hvordan en hadde kommet fra til denne hockeykøllen, som så mange hadde akseptert, og som hadde fått så store politiske ringvirkninger.

Det kom etter hvert frem at hockeykølla var basert på et tvilsomt grunnlag. Treringer er ikke termometer for temperaturmålinger over tusen år. Forklaringen på hockeyformen var vektlegging av enkelte dataserier. Slik hadde hockeykøllen skapt en illusjon om en rask

menneskeskapt global oppvarming. Mangel på åpenhet i grunnlaget for publiseringen, har nå ført til en diskusjon om den er basert på en forfalskning.

Hva er problemet?

Så hvorfor er temaet så vanskelig? En forklaring er at klimaet er påvirket av mange prosesser samtidig, med tidsperspektiver fra timer til tusener av år. Klimaet har da ingen langvarig normal tilstand. Det vi oppfatter som normalt, er bestemt av lengden på dataserien. Det betyr ikke, at menneskene ikke påvirker klimaet. Det betyr at det blir vanskelig å skille mellom naturlige variasjoner, og menneskeskapt variasjoner. Det er enklere å fastslå med stor sikkerhet, at vekst i menneskeskapt aktivitet, utarmer naturens mangfold og ressurser.

Ubesvarte spørsmål

Prøving og feiling er en del av vitenskapens arbeidsform. Slik har også denne dataserien gitt et bidrag. Der er imidlertid ennå ubesvarte spørsmål, som mange vil

stille seg i årene fremover. Hvordan det kan ha seg, at denne hockykølle dataserien kunne bli publisert, og få en så stor politisk betydning, når underlaget var så lite åpent tilgjengelig?

Kommentar

Etter år 2000 har IPCC og FN sitt klimapanel fått en enorm internasjonal betydning. Frykten menneskeskapte klimaendringer dannet grunnlag for CO2 skattlegging og en milliard industri klimavoter som virkemiddel for omfordeling av ressurser. På denne tiden begynte jeg å lure på hvordan denne diskusjonen egentlig startet.

Til min store overraskelse, fant jeg ut at diskusjonen kan føres tilbake til en dr. grad student, som hadde satt sammen en dataserie, på en måte som ingen skjønnte noe av. Han ville heller ikke levere fra seg dataene, fordi han hevdet at dette var private data. En utrolig historie, som må overgå det meste.

KAPITTEL 3

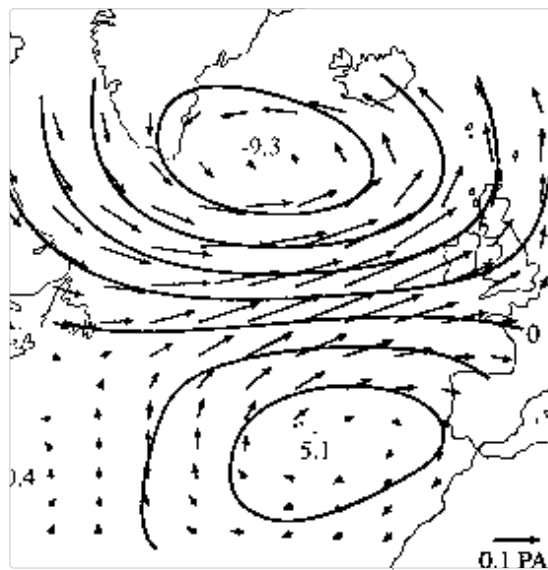
Etterord



I de senere år har vi fått tilgang til flere og lengre dataserier. Dataserien for global oppvarming viser at vi har fått et noe kaldere klima fra 2003, samtidig som CO₂ fortsetter å stige. Dette har fått noen til å trekke den raske konklusjonen at vi går mot et kaldere klima. Men dette er en spekulasjon. Det vi vet er at naturlige klimaendringer har svingninger fra timer til tusener av år. Rekkevidden av dette er framtidige klimaendringer er bestemt av målstokken på tidsskalaen.

Diskusjon i Vær og Uvær

Interaktivt 3.1 Etter at NAO-indeksen økte fra 1960 og snudde rundt år 2000. Diskusjonen om klimaendringer har, med noe etterslep, på mange måter fulgt det samme forløp.



I de senere år har vi tilgang til flere og lengre dataserier. Dataserien for global oppvarming viser at vi har fått et noe kaldere klima fra 2003, samtidig som CO₂ fortsetter å

stige. Dette har fått noen til å trekke den raske konklusjonen at vi går mot et kaldere klima. Men dette er ikke noe en vet. Det vi vet er at naturlige klimaendringer har svingningen fra timer til tusener av år. Samtidig mangler en metoder for å skille mellom

naturlige og menneskeskapte klimaendringer. Det betyr at ingen vet hvor stort bidrag det menneskeskapte bidrag egentlig er, på kort og lang sikt.

Om Klima diskusjonen

Klimadiskusjonen har ikke lagt seg. Frykten for en stor katastrofe, gir fortsatt næring til en stigmatisering av forskere som studerer naturlige klimaendringer. Dataserien om CO2 fra Ernst Beck er ennå upublisert, men diskuteres fortsatt av tilhengere og motstandere. I skrivende stund fant jeg denne diskusjonen om Ernst Beck i forumet Watts Up With That på dressen. <http://wattsupwiththat.com/2013/06/04/an-engineers-take-on-major-climate-change/>.

Samtidig kan det se ut som om også diskusjonen om klimaet er inne i et klimaskifte. Jeg synes det er noe symbolsk over at NFR nå finansierer en Workshop på Svalbard, der klimaforskere skal drøfte hvordan en kan analysere naturlige klimaendringer. Jeg har nå fått en invitasjon til å være med, og vil benytte anledningen til å ta opp noen tema, som har ligget nede noen år.

Om mine egne analyser

Etter siste artikkel i 2008 har artiklene, fått leve sitt eget liv videre. Redaktøren i ICES Journal fikk rett i at artikkelen om Arktisk klima kom til å få oppmerksomhet. Den kom først i Climate Audit, Watts Up With That, Tallbloke og Forskning.no. Et eksempel er

<http://tallbloke.wordpress.com/2009/11/30/the-moon-is-linked-to-long-term-atlantic-changes/>

Det tok mange år før jeg begynte å følge med klimadiskusjoner på nettet. Jeg blandet meg heller ikke inn i diskusjoner på forskning.no eller andre steder, selv når kom fram feilaktige informasjon.

Samtidig har jeg i denne tiden fått en rekke direkte henvendelser fra forskere og PhD-studenter. De forteller at mine analyser forklarer resultater fra annen forskning. Spesielt i tilknytning til biologi og beregning av havnivå. Det tilfellet jeg husker best, er et takkebrev fra en tidligere forsker, som forteller at mine analyser hadde bekrefter resultater fra en dr.grad, som for mange år siden hadde blitt underkjent. Slike øyeblikk, kompenserer mye slit.

Det har også kommet flere publikasjoner av andre forskere som har bekreftet mine resultater. Andre undersøkelser tyder også på at de store planetene i solsystemet påvirker klimaet over lengre tidsperioder. En mulig sammenheng kan være at gravitasjonen fra planetene påvirker indre prosesser i solen, som igjen påvirker stråling til jorden, og som i neste omgang endrer klimaet. Dersom det er riktig, er der underliggende sammenheng mellom endringer i gravitasjon fra planetenes bane rundt solen, og endringer i stråling fra solen. Da er vi igjen tilbake til Aristoteles.

Da jeg skrev dette dokumentet, googlet jeg på nettet etter noen passende bilder. Plutselig dukket opp mine egne figurer, framstilt i en russisk artikkel. Jeg oversatte artikkelen fra russisk til norsk via Google Translate. Det viste seg at artikkelen var publisert av: "International Futures Research Academy (IFRA) Russian Division, og skrevet av Wink Vasily Andreyevich. Doctor of Historical Sciences. Artikkelen begynner med "Oppgaven med å identifisere samsvar mellom sykluser i naturen og månens konstellasjon er ikke løst vitenskapelig

i dag. En forfatter som har bidratt til en løsning er skandinaven Harald Yndestad, som har identifisert harmoniske perioder på 18.6 år, $18.6/3=6.2$ år, $3*18.6 = 55.8$ og $4*18.6=74.4$ år i arktiske dataserier. I oldtiden har denne syklusen vært kjent i en skikkelse av å være en 18.03-års Saros periode. En periode som viser forholdet mellom sol og måne."

Så, der kan være er kjerne av sannhet, i gammel overtro, like vel.

KAPITTEL 4

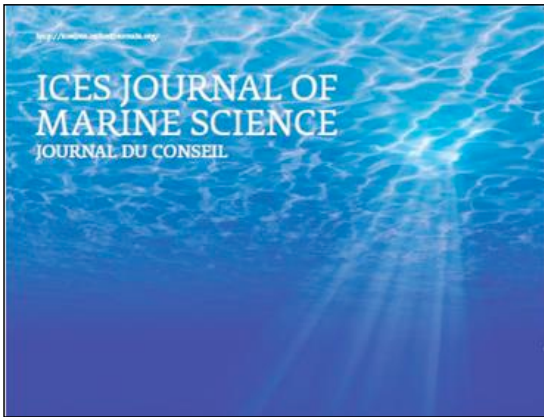
Publikasjoner



Månen har en egen mystikk. Den har i tusener av år daglig forflytter 70% av jordens overflate, med et frekvensspekter fra timer til flere hundre. Det merkelige er, at få andre har forsket på dette temaet. Men her er referansene til mie egne undersøkelser.

Internasjonale tidsskrift

Figur 4.1 Mange artikler er publisert i ICES Journal



Id malesuada lectus. Suspendisse potenti. Etiam felis nisl, cursus bibendum tempus nec. Aliquam at turpis tellus. Id malesuada lectus. Suspendisse est lorem ipsum potenti.

Publikasjoner i internasjonale tidsskrift

Yndestad, H: 1999. Earth nutation influence on the temperature regime of the Barents Sea. ICES Journal of Marine Science; 56; 381-387.

Yndestad, H: 1999. Earth nutation influence on system dynamics of Northeast Arctic cod. ICES Journal of Marine Science; 56, 652-657.

Yndestad, H: Earth nutation influence on Northeast Arctic management. *ICES Journal of Marine Science*; 58; 799-805. 2001

Yndestad H and Stene A: 2002. Systems Dynamics of Barents Sea Capelin. *ICES Journal of Marine Science*. 59: 1155-1166.

Yndestad, H: 2003. The code of Long-term Biomass cycles in the Barents Sea. *ICES Journal of Marine Science*. 60: 1251-1264.

Yndestad, H: 2003. The cause of biomass dynamics in the Barents Sea. *Journal of Marine Systems*. 44. 107-124.

Yndestad, H: 2006. The Lunar nodal cycle influence on Arctic climate. *Journal of Marine Science*. *Journal of Marine Science*. 63:401-420 (2006).

Tsonis, Anastasios A.; Elsner, James B. (Eds.). *Nonlinear Dynamics in Geosciences*. 2007, Approx. 600 p. 247 illus., 16 in color., Hardcover ISBN: 978-0-387-34917-6. Yndestad, H: 2007. *Advances in Nonlinear Geosciences*. "The Arctic Ocean as a coupled oscillating system to the forced 18.6 yr lunar nodal cycle".

Yndestad H. 2008 William R Turrell, Vladimir Ozhigin. Lunar nodal tide effects on variability of sea level, temperature, and salinity in the Faroe-Shetland Channel and the Barents Sea. *Deep-Sea Research I*. 55 (2008) 1201-1217.

Yndestad, H. 2008. Long tides influence on the climate dynamics and the ecosystem dynamics in the Barents Sea. *Symposium on Ecosystem 25-26 August*. Tromsø, Norway.

Yndestad H. 2009 The influence of long tides on ecosystem dynamics in the Barents Sea *Deep Sea Journal II*. 56 (2009) 2108-2116.

A Stene, H Viljugrein, H Yndestad, S Tavorpanich, E Skjerve. 2013. Transmission dynamics of pancreas disease (PD) in a Norwegian fjord: aspects of water transport, contact networks and infection pressure among salmon farms. *Journal of fish diseases*. 2013/2/1.

Publikasjoner på internasjonale konferanser

Yndestad, H: 1996 "Systems Dynamics of North Arctic Cod" The 84'th international ICES Annual Science Conference. Hydrography. Committee. Iceland. October 1996.

Yndestad, H: 1997. Systems Dynamics in the Fisheries of Northeast Arctic Cod. 15th International System Dynamics Conference (ISDC '97). Istanbul. August 1997.

Yndestad, H: 2000. The predestined fate. The Earth nutation as a forced oscillator on management of

Northeast Arctic cod. The 18th International Conference of The System Dynamics Society. August 6-10, 2000. Bergen, Norway.

Yndestad, H: 2001a. Earth nutation influence on Northeast Arctic cod management. *ICES Journal of Marine Science*. 58: 799-805.

Yndestad, H: 2001b. General Systems Theory." The Forty-Fifth Meeting of the International Society for the Systems Sciences. July 8-13.

Yndestad H and Stene A: 2001. System Dynamics of Barents Sea Capelin. ICES Annual Science Conference. 26-29 September. 2001 Oslo.

Yndestad H and Stene A: 2002. Systems Dynamics of Barents Sea Capelin. *ICES Journal of Marine Science*. 59: 1155-1166.

Yndestad H: 2002. The Code of Norwegian spring spawning herring Long-term cycles. ICES Annual Science Conference. Oct 2002. Copenhagen.

Yndestad H: 2003a. A Lunar nodal spectrum in Arctic time series. ICES Annual Science Conference. Sept 2003. Tallinn. ICES CM 2003/T.

Yndestad, Harald: 2003. MIPROC A fast 16 bit microprocessor. History of Nordic Computing: IFIP WG9.7 First Working Conference on the History of Nordic Computing (HiNC1), June 16–18, 2003, Trondheim, Norway Editors: Janis Bubenko, John Impagliazzo, Arne Sølberg ISBN: 0-387-24167-1. DOI: 10.1007/b104638. Chapter: pp. 289 - 296 . DOI: 10.1007/0-387-24168-X_26.

Yndestad H. William R Turrell, Vladimir Ozhigin. 2004. Temporal linkages between the Faro-Shetland time series and the Kola section time series. ICES Annual Science conference in Vigo. September 2004. Theme

Session M. Regime Shifts in the North Atlantic Ocean: Coherent or Chaotic?

Yndestad, H: 2006. "The Arctic Ocean as a coupled oscillating system to the forced 18.6 yr lunar nodal cycle". 20 Years of Nonlinear Dynamics in Geosciences. American Meteorological Society & European Geosciences Union. Rhodes, Greece. June 11-16, 2006.

Yndestad, H. 2006. Possible Lunar tide effects on climate and the ecosystem variability in the Nordic Seas and the Barents Sea. ICES annual conference. Session ICES CM 2006/C: Climatic variability in the ICES area 2000-2005 in relation to previous decades: physical and biological consequences 19-23 sept 2006. Maastricht, Netherland.

Yndestad, H. 2007. Long tides influence on the climate dynamics and the ecosystem dynamics in the Barents Sea. Symposium on Ecosystem Dynamics in the Norwegian Sea and the Barents Sea. Theme session: Climatic effects on food webs. Tromsø. Norway 12-15.th March 2007.

Yndestad, H. 2008. The Barents Sea ecosystem dynamics as a coupled oscillator to long tides. Annual Science conference 22-26 September. 2008. Theme Session Coupled physical and biological models: parameterization, validation and application. ICES CM 2008/L:01

Internasjonale konferanser

Figur 4.2 Fra ICES konferanse i Vigo, Spania. 2004



Yndestad, H: 1996 "Systems Dynamics of North Arctic Cod" The 84th international ICES Annual Science Conference. Hydrography. Committee. Iceland. October 1996.

Yndestad, H: 1997. Systems Dynamics in the Fisheries of Northeast Arctic Cod. 15th International System Dynamics Conference (ISDC '97). Istanbul. August 1997.

Yndestad, H: 2000. The predestined fate. The Earth nutation as a forced oscillator on management of Northeast Arctic cod. The 18th International Conference of The System Dynamics Society. August 6-10, 2000. Bergen, Norway.

Yndestad, H: 2001a. Earth nutation influence on Northeast Arctic cod management. ICES Journal of Marine Science. 58: 799-805.

Yndestad, H: 2001b. General Systems Theory.” The Forty-Fifth Meeting of the International Society for the Systems Sciences. July 8-13.

Yndestad H and Stene A: 2001. System Dynamics of Barents Sea Capelin. ICES Annual Science Conference. 26-29 September. 2001 Oslo.

Yndestad H and Stene A: 2002. Systems Dynamics of Barents Sea Capelin. ICES Journal of Marine Science. 59: 1155-1166.

Yndestad H: 2002. The Code of Norwegian spring spawning herring Long-term cycles. ICES Annual Science Conference. Oct 2002. Copenhagen.

Yndestad H: 2003a. A Lunar nodal spectrum in Arctic time series. ICES Annual Science Conference. Sept 2003. Tallinn. ICES CM 2003/T.

Yndestad, Harald: 2003. MIPROC A fast 16 bit microprocessor. History of Nordic Computing: IFIP WG9.7 First Working Conference on the History of Nordic Computing (HiNC1), June 16–18, 2003, Trondheim, Norway Editors: Janis Bubenko, John Impagliazzo, Arne Sølvberg ISBN: 0-387-24167-1. DOI: 10.1007/b104638. Chapter: pp. 289 - 296 . DOI: 10.1007/0-387-24168-X_26.

Yndestad H. William R Turrell, Vladimir Ozhigin. 2004. Temporal linkages between the Faro-Shetland time series and the Kola section time series. ICES Annual

Science conference in Vigo. September 2004. Theme Session M. Regime Shifts in the North Atlantic Ocean: Coherent or Chaotic?

Yndestad, H: 2006. "The Arctic Ocean as a coupled oscillating system to the forced 18.6 yr lunar nodal cycle". 20 Years of Nonlinear Dynamics in Geosciences. American Meteorological Society & European Geosciences Union. Rhodes, Greece. June 11-16, 2006.

Yndestad, H. 2006. Possible Lunar tide effects on climate and the ecosystem variability in the Nordic Seas and the Barents Sea. ICES annual conference. Session ICES CM 2006/C: Climatic variability in the ICES area 2000-2005 in relation to previous decades: physical and biological consequences 19-23 sept 2006. Maastricht, Netherland.

Yndestad, H. 2007. Long tides influence on the climate dynamics and the ecosystem dynamics in the Barents Sea. Symposium on Ecosystem Dynamics in the Norwegian

Sea and the Barents Sea. Theme session: Climatic effects on food webs. Tromsø. Norway 12-15.th March 2007.

Yndestad, H. 2008. The Barents Sea ecosystem dynamics as a coupled oscillator to long tides. Annual Science conference 22-26 September. 2008. Theme Session Coupled physical and biological models: parameterization, validation and application. ICES CM 2008/L:01