

Indholdsfortegnelse	side
Indledning.....	2
Introduction in English.....	3
Program.....	4
Abstracts:	
<i>Buch, Erik</i> : Nordatlantisk variabilitet; thermohalin cirkulation ..	5
<i>Kaas, Eigil</i> : Koblede atmosfære-ocean processer i forbindelse med den nordatlantiske svingning.....	6
<i>Machenhauer, Bennert</i> : Simulation of Regional Climate and Climate Change.....	7
<i>Toudal, Leif</i> : Ice- and salt-fluxes in the Greenland Sea	8
<i>Schmith, Torben</i> : A coupled ocean-ice atmosphere oscillation with decadal time scale in the North Atlantic area..	9
<i>Odgaard, Bent</i> : Identifikation af klimasignaler i Holocæne søsedimenter med årslag (varv)	11
<i>Bradshaw, Richard H. W.</i> : Use of the pre-instrumental record to assess the effects of late-Holocene climate change on Danish vegetation ..	12
<i>Dahl-Jensen, Dorthe</i> : Direct measurements of paleotemperatures in the Greenland ice-cap ...	13
<i>Hansen, Bogi</i> : Klimatiske og biologiske aspekter ved Atlanterhavsvandets passage forbi Færøerne .	14
<i>Gustavson, Kim</i> : Effekter af ultraviolet stråling (UV-B) på produktion og omsætning af organisk stof i arktiske havområder.	16
<i>Laut, Peter</i> : Solcykluslængder og temperaturen på Jorden - Nye analyser og resultater	17
<i>Thejll, Peter</i> : The geographical distribution of the 10-11 year signal in terrestrial temperatures ..	18
Deltagerliste.....	20
Om Danmarks Klimacenter	22

Dansk Klimaforums workshop den 12. april 1999

Et væsentligt formål med ”Dansk Klimaforum” er at skabe en platform for udveksling af information samt løbende debat om klimaspørgsmål mellem på den ene side medarbejdere ved Danmarks Meteorologiske Institut/Danmarks Klimacenter og på den anden side nuværende og potentielle fremtidige samarbejdspartnere og andre interessenter, der ønsker at trække på den faglige ekspertise i dette forum.

Dansk Klimaforums 1999-workshop havde temaet *Klimatisk variabilitet i Nordatlanten på tidsskalaer fra årtier til århundreder*. Selv med et så forholdsvis snævert tema var der plads til mange forskellige indfaldsvinkler, idet der var inviteret bidrag til workshoppen inden for områderne:

- Observerede klimavariationer og klimaændringer i det nordatlantiske område.
- Drivhuseffekt og pludselige klimaforandringer
- Variationer i og vekselvirkninger mellem atmosfæren og havene/havisen
- Ti til hundrede års variabilitet i Holocen
- Klimavariabilitet og betydningen for biologiske processer omkring Færøerne og Grønland.

Dette gav en række spændende foredrag, der spændte vidt: Fra en oversigt over de geofysiske processer i såvel atmosfæren som i havene, der er ansvarlige for det nuværende forholdsvis milde atlantehavsklima, samt samspillet imellem dem - over sammenhænge mellem menneskelig aktivitet i Disko Bugten i Vestgrønland og klimaet - til en fornyet diskussion af sammenhængen mellem solcyluselængden og temperaturen på Jorden. Hovedvægten af de anmeldte foredrag lå dog inden for området geofysiske årsagssammenhænge.

Dagen viste desuden, at interessen for Klimacentrets arrangementer er stor. Samtidig er Dansk Klimaforum det eneste danske forum, hvor en tværfaglig diskussion af klimaspørgsmål er mulig.

Denne rapport indeholder program for workshoppen, resume af præsentationerne samt deltagerliste.

Danish Climate Forums Workshop 12 April 1999

An important objective of "Danish Climate Forum" is to establish a platform for the exchange of information and continuous discussions on climate issues between the employees at the Danish Meteorological Institute/Danish Climate Centre on the one hand side and project partners and other interested parties on the other.

For the 1999-workshop a theme on *climatic variability in the North Atlantic region on time scales from decades to centuries* was selected. Even with such a narrow theme many different angles of approach were represented at the workshop, within the announced areas:

- Observed climate variations and climate change in the North Atlantic region
- The greenhouse effect and sudden climate changes
- Variability and interactions between atmosphere and ocean/sea-ice
- Decadal to centennial variability in the Holocene
- Climate variability and consequences for biological processes near Greenland and the Faeroe Islands

Several interesting contributions covering many aspects were presented. From geophysical review talks about the atmospheric and oceanic processes responsible for the present relatively mild north European climate conditions – via the relation between human activity in western Greenland and climate – to a reinforced debate on the relation between sun-spot activity and surface temperatures of the Earth. The majority of the presentations were given within the geophysical disciplines, though.

The day clearly demonstrated a great interest in this type of Climate Centre activity. Also, the Danish Climate Forum seems presently to be the only Danish forum for discussion of climate issues in a broader context.

This report contains the workshop programme, short abstracts (most of them in Danish), and a list of participants.

Dansk Klimaforum 1999

Workshop om klimatisk variabilitet i Nordatlanten på tidsskalaer fra årtier til århundreder

Danmarks Klimacenter, Danmarks Meteorologiske Institut
København, 12. april 1999

Program

09.00 Åbning, v. vicedirektør B. Claus Christensen, DMI.

09.10 Nordatlantisk variabilitet; termohalin cirkulation, v. sektionsleder Erik Buch, DMI.

09.40 Koblede atmosfære-ocean processer i forbindelse med den nordatlantiske svingning,
v. forskningsleder Eigil Kaas, DMI.

10.10 Simulering af regionalt klima og klimaforandringer, v. professor Bennert Machenhauer, Max-Planck-Instituttet for Meteorologi, Hamburg.

10.40 Kaffe

11.00 Is- og saltfluxe i Grønlandshavet, v. ph.d. Leif Toudal, DTU.

11.25 En koblet havis atmosfære svingning med dekadisk tidsskala i det Nordatlantiske område,
v. cand.scient. Torben Schmith, DMI.

11.50 Identifikation af mulige klimatiske signaler i Holocæne søsedimenter med årslag (varv),
v. dr.scient. Bent Odgaard, GEUS.

12.15 Use of the pre-instrumental record to assess the effects of late-Holocen climate change on
Danish vegetation, v. afdelingschef Richard Bradshaw, GEUS.

12.40 Frokost

13.40 Direkte målinger af klimavariationer fra Grønlands indlandsis,
v. lektor Dorthe Dahl-Jensen, KU.

14.20 Klimatiske og biologiske aspekter ved Atlanterhavsvandets passage forbi Færøerne,
v. lic.scient. Bogi Hansen, Fiskerilaboratoriet, Thorshavn.

14.45 Kaffe

15.05 Klima & mennesker i Disko Bugt 5000 BP til i dag. v. direktør Morten Meldgaard, Dansk
Polar Center.

15.30 Udgør UV-B stråling en trussel mod biologiske processer i havet omkring Grønland?
v. ph.d. Kim Gustavson, VKI.

15.55 Solcykluslængder og temperaturen på Jorden: Nyere analyser og resultater,
v. docent Peter Laut, DTU

16.20 10 – 11 års signalet i overfladetemperaturen i kystnære områder ved Atlanterhavet,
v. PhD Peter Thejll, DMI

16.45 Afslutning

Nordatlantisk variabilitet; thermohalin cirkulation

v./ sektionsleder Erik Buch, Danmarks Meteorologiske Institut

De oceanografiske og klimatiske forhold i den Nordatlantiske region er i høj grad styret af indstrømningen af varmt, højsalint vand, der transporteres til området via den Nordatlantiske Strøm, der er en del af den globale thermohaline cirkulation - "the great conveyor belt". Den globale thermohaline cirkulation er drevet af konvektive processer i Nordatlanten, og forudsætningen for konvektionen er Nordatlantens høje saltholdighed, der skyldes at fordampningen i Atlanterhavet er større end tilførslen af ferskvand i form af nedbør og afløb fra land.

Studier ved anvendelse af koblede ocean-atmosfære modeller viser at øges ferskvandstilførslen til det Nordatlantiske område med relativt små mængder vil den globale thermohaline cirkulation bryde sammen, resulterende i en betragtelig reduktion i hav- og atmosfæretemperaturerne i Nordatlanten, Nordeuropa og Rusland.

Studier af de oceanografiske forhold i Nordatlanten igennem de seneste 40 - 50 år viser at den samlede konvektion i Nordatlanten er relativt konstant, men at styrken i de respektive konvektions områder - Arktiske Ocean, Grønlandshavet og Labradorhavet - veksler meget og at denne variabilitet kan relateres til forandringer i det Nordatlantiske Oscillations Index (NAO).

Koblede atmosfære-ocean processer i forbindelse med den nordatlantiske svingning

v./ sektionsleder Eigil Kaas, Danmarks Meteorologiske Institut

Den nordatlantiske svingning, NAO, er navnet på typiske variationer i lufttrykket. Når Islandslavtrykket i en periode er dybere end normalt, er det subtropiske højtryk fra Azorerne og ind over den Iberiske halvø ofte højere end normalt (positiv NAO) og omvendt (negativ NAO). Samtidig med disse trykafvigelser er der variationer i vejrliget. Ved positiv NAO er tilførslen af ferskvand, dvs. nedbør minus fordampning ved jord- og havoverfladen større end normalt over Skandinavien, Norskehavet og Barentshavet og tilsvarende mindre omkring Labradorhavet. Også temperaturer, storme, havis og dybvandsdannelse i Nordatlanten varierer sammen med NAO. NAO har ændret sig en del i det 20. århundrede med faldende værdier fra omkring 1900 frem til 1970 og derpå atter stigende. Disse langsomme variationer har været overvejret betydelige udsving med typiske perioder på ca. 10 år: mange vil sikkert kunne huske de hårde vintre midt i firserne i Danmark (negativ NAO) og de derpå følgende milde vintre i starten af 90'erne.

Vil man nogensinde kunne forudsige variationerne i NAO? For at besvare dette må man forstå de processer, der ligger bag atmosfære-ocean variabilitet. Kort stillet op er der følgende mekanismer, som formentlig alle er mere eller mindre betydningsfulde:

1. Intern atmosfærisk lavfrekvent variabilitet kan forcere et "passiv" ocean.
2. Højfrekvent atmosfærisk stokastisk forcering kan medføre "ophobning" af lavfrekvent oceanisk variabilitet.
3. Ægte to-vejs koblede processer mellem atmosfære og ocean/havis (à la ENSO).
4. Intern lavfrekvent oceanisk variabilitet kan forcere en "passiv" atmosfære.
5. Ekstern forcering (drivhuseffekt, vulkaner, sol etc.).

På grund af den store betydning af kaos i atmosfæren kan variationer, der styres af de to første mekanismer, næppe forudsiges. De tre sidste mekanismer er derimod interessante, fordi de i teorien giver mulighed for forudsigelser flere år frem. Den sidste (5.) har været genstand for forskning i mange år, og stort set alle klimamodeller simulerer en forøget NAO i forbindelse med forøget drivhuseffekt. Moderat lavfrekvent variabilitet kan simuleres i oceanmodeller (4), men da man ikke har et godt observationssystem for oceanernes indre (hvilket kræves), vil der næppe være gode muligheder for at forudsige denne type. Mht. til 3. er der visse muligheder. F.eks. viser analyser af en relativt ny klimasimulering med en koblet atmosfære-ocean-havis model, der dækker en periode på flere hundrede år, at variabilitet i NAO på 10-20 års tidsskala i modellen er styret af en to-vejs kobling mellem atmosfære og ocean, der tildels er forudsigelig. Dette giver anledning til nogen optimisme, da det formentlig vil være tilstrækkeligt at observere oceaniske overfladeforhold i forbindelse med et evt. prognosesystem. Det er muligt, at der er rimelig forudsigelighed for visse hydrografiske størrelser, der har stor betydning for fiskeri i den nordlige Nordatlant. Man skal dog ikke vente sig, at man kan forudsige variationer i NAO med særlig stor "skill", for atmosfærens interne (kaotiske) variationer vil stadig spille en stor rolle. Det bør dog i denne forbindelse nævnes, at f.eks. visse atmosfæriske globale modeller kan simulere en del af den observerede variabilitet i NAO, når man foreskriver havtemperatur og -isforhold, således som de er observeret fra år til år.

Simulation of Regional Climate and Climate Change

by professor Bennert Machenhauer

Time-slices of 10-30 years from present-day climate simulations and transient climate change experiments performed with two coupled atmosphere-ocean GCMs were used as boundary conditions for three 50 km resolution Regional Climate Models (RCMs) focusing on Europe. Simulated seasonal mean values of surface air temperature and precipitation in the present-day time-slices were validated against observed climatological data in nine sub-areas covering Europe. The relatively large number of large, statistical significant sub-area mean biases seems to be caused by systematic errors 1) in the simulated general circulation, in particular in the cyclonic activity over Europe, 2) in the parameterization of certain physical processes, 3) in the sea surface temperatures determined by the coupled GCMs. The systematic errors are found often to increase with resolution. Thus, for instance we find that only 39% and 56% of the 36 sub-area biases (four seasons, nine sub-areas) in the MPI/DMI RCM (HIRHAM4) simulation are found to be smaller than those in the GCM (ECHAM4) simulation for temperature and precipitation, respectively. On the other hand, it is found that the higher mountains in the RCMs leads to improved orographic precipitation at the western slope of the Scandinavian mountains. Several other improvements with increasing resolution in various components of the hydrological cycle over Scandinavia has also been demonstrated based on long present-day climate simulations with the double-nested 19 km and 57 km HIRHAM4 RCMs nested in the GCM (ECHAM4) control run. It is demonstrated that with increasing resolution local effects playing a significant role in the hydrological budget become better and better resolved and are more and more realistically simulated. Thus, the distribution on different precipitation intensity classes is most realistically simulated in the highest resolution simulation and so is in particular the snow cover and river/ground-water run-off patterns. In two doubling greenhouse gas climate change experiments we find statistically significant mean temperature increases for the whole European region. These are also large compared to the corresponding biases of the present-day climate simulations. However, the changes in sub-areas of the deviation from the European mean temperature as well as the sub-area changes of precipitation are only partly significant and are of the same order of magnitude or smaller than the corresponding biases. In many cases they are also significantly different in the two experiments. It is found also that due to interaction between the systematic model errors and effects of the radiative forcing the systematic errors cannot be assumed to cancel out when the changes are computed, i.e. when subtracting a control time-slice simulation from a future scenario time-slice simulation. Results from ongoing work aiming at an understanding of the systematic errors in both the MPI GCM and its RCM were presented.

References:

- Christensen, O. B., J. H. Christensen, B. Machenhauer and M. Botzet, 1998: Very-High Resolution Climate Simulations over Scandinavia. *Present Climate. Journal of Climate*, 11, 3204-3229.
- Machenhauer, B., M. Windelband, M. Botzet, J. H. Christensen, M. Déqué, R. G. Jones, P. M. Ruti and G. Visconti, 1998: Validation and Analysis of Regional Present-day Climate and Climate Change Simulations over Europe. MPI for Meteorology Report No. 275, 87 pp. (Electronically available from: <http://www.mpimet.mpg.de/deutsch/Sonst/Reports/HTMLReports/275/index.html>).

Ice- and salt-fluxes in the Greenland Sea

by ph.d. Leif Toudal, Danmarks Tekniske Universitet

Sea ice plays an important role in modulating the heat exchange between the ocean and the atmosphere. The heat loss from an ice covered ocean can be two orders of magnitude smaller than the heat loss from an ice free ocean during the cold and dark arctic winter season. Sea ice also modulates the salinity of the underlying ocean, since the salinity of ice is only between 5 and 30% of the salinity of the sea water around it. This means that the growth of sea ice adds salt or that melting ice adds freshwater to the water column. Even though this means that the ocean salinity may go up during periods of ice growth, if the ice does not move, the net effect of this process will be zero increase in salinity at the end of the winter season when the ice has melted. However, if the ice is carried out of the area (e.g. by wind forcing) the freshwater will be removed and the net effect will be an increase in salinity. Similarly, if the ice ends up melting in a different region where less ice formed, the net effect in that area will be a decrease in salinity. This process goes on in polynyas at many places around the Arctic. Ice is formed in the polynya area, blown off shore by the prevailing winds, leaving a substantially salinated ocean behind after some time. The same process is going on in the Greenland Sea almost every winter in the form of the Odden ice peninsula. Ice growth happens primarily on the northern side of the peninsula, the ice is carried towards the south-west by the prevailing winds, and melted when it reaches the warmer waters beyond the polar front to the south-east.

The purpose of the present paper is to present a model description of this salt flux mechanism, verify the model with some data from ESOP (the European Subpolar Ocean Project), and use the model to quantify the salt redistribution in the area. The idea of the model is to use daily observed ice cover by the satellite borne SSM/I passive microwave radiometer together with daily averaged wind fields in an attempt to identify areas of ice growth and areas of ice melt on a daily basis. The observed ice from the day before is advected by the wind, compared with the next observation, and ice is grown or melted to make the advected field match the observations.

The ice growth model is a frazil/pancake ice model, not the traditional sheet-ice model used in the Arctic Ocean for example.

A coupled ocean-ice-atmosphere oscillation with decadal time scale in the North Atlantic area.

by MSc Torben Schmith, Danish Meteorological Institute

The dominant mode of atmospheric variability in the North Atlantic region is the North Atlantic Oscillation (NAO). This mode can be understood as variations in position and strength of the East American through, which is an important part of the quasi-stationary wave system in the upper-air westerlies on the Northern Hemisphere. At the surface, the NAO is a pressure pattern with centres of action near Iceland and the Azores, and the NAO index is defined as the winter mean of the pressure difference between these two points (e.g. Hurrell, 1997).

The quasi-stationary waves and the NAO can be understood as constructive interference of stochastically excited long Rossby waves, which are partly phase-locked to orography and land/sea contrasts. However, one problem remains: the aforementioned picture will imply a continuous spectrum of the NAO-index, in opposition to the observed, namely enhanced power below 3 years and between 6 and 10 years. Therefore, some kind of memory must be present in the system. It is straightforward to think of the ocean as a candidate for supplying that memory.

In the present work variations of sea ice cover in the marginal seas of the North Atlantic: Barents Sea, Greenland Sea and Labrador Sea are a key process. These variations represent a thermal forcing of the atmosphere by preventing the turbulent heat fluxes directed from the ocean to the atmosphere.

A concurrent analysis of sea ice extent (Walsh, 1979+updates) and atmospheric variables from the NCEP/NCAR reanalysis data set (Kalnay et al., 1996) during the period 1958-1995 has been carried out. Four important areas of sea ice variation are identified, namely: Barents Sea, Greenland Sea, Labrador Sea and Grand Banks/New Foundland and annual (Jan-Mar) sea ice indices are constructed for each area. From the variation of these indices propagation is indicated of sea ice anomalies from Barents Sea to Grand Banks in 4-5 years time.

The turbulent heat fluxes from ocean to atmosphere have large inter-annual variability in the same areas as the sea ice, in particular in the Labrador Sea. This is interesting because GCM studies (Lopez et al., 1998) show a large impact of sea ice extent in the Labrador Sea on the atmospheric circulation.

Composite maps of the MSL pressure show that variations in Labrador Sea ice extent are connected with a NAO-like pattern in the MSL flow, while there is no similar connection for Greenland Sea ice extent and MSL flow. This lead us to propose a coupled oscillation with 8-10 year period whose main elements are as follows: propagation of sea-ice anomaly from Barents Sea to Labrador Sea, forcing of positive/negative NAO pattern in the atmosphere through thermal forcing, enhanced heat transport to the Barents Sea, both in the ocean and in the atmosphere. After two loops the whole cycle is run through. The mechanism is described in more detail in Schmith et al. (1998).

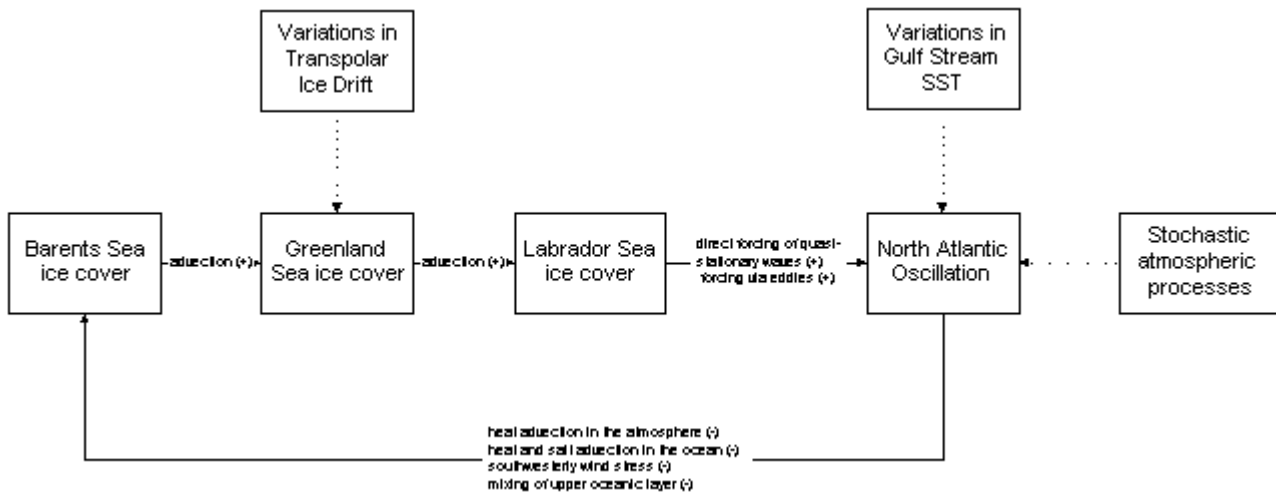


Figure: Diagram showing the proposed mechanism for a climate cycle in the North Atlantic.

References:

- Hurrell, J.W., & Loon, H. 1997: Decadal variations in climate associated with the North Atlantic Oscillation. *Climatic change*, 36, 301-326.
- Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins, W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Leetmaa, A., Reynolds, R., Jenne, R. & Joseph, D. 1996: The NMC/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull. Am. Met. Soc.*, 77, 437-471.
- Lopez, P., T. Schmith and E. Kaas, 1998: Sensitivity of the northern hemisphere circulation to North Atlantic SSTs in the Arpège climate AGCM. *Clim. Dyn.*, in review.
- Schmith, T., P. Frich and C. Hansen, 1998: Variations in sea ice extent in the North Atlantic-Arctic region and connection with atmospheric circulation. *Polar. Res.*, in review.
- Walsh, J.E. & Johnson, C.M. 1979: An analysis of Arctic sea ice fluctuations, 1953-1977. *J. Phys. Oceanogr.*, 9, 580-591.

Identifikation af klima-signaler i Holocæne søsedimenter med årslag (varv)

v./ dr.scient. Bent Odgaard, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

I søer med årlig dannelse af stabile springlag og iltsvind ved bunden kan der i de dybeste områder dannes tydeligt laminerede sedimenter. Afhængigt af søtype viser sådanne sedimenter en tydelig og genkendelig struktur i hvert lag, som ofte kan henføres direkte til søens sæsonvariation i sedimentation af organisk stof, biogent kisel (diatoméer), uorganisk materiale tilført fra omgivelserne og udfældelse af CaCO_3 . Hvis sedimenternes lamination er tydeligt årstidsbestemt taler man om **varv**, hvor hvert varv afspejler ét års sedimentation. Varvige sedimenter er potentielt en vigtig kilde til identifikation af langsigtede miljø- og klimavariationer på tidskalaer fra 2 - 10000 år. Dels giver sedimenternes årsstruktur mulighed for præcis datering af lagene gennem simple tællinger, som årringene i et træ. Dels kan fysiske, kemiske og biogene variabler i sedimenterne udnyttes som proxy data for miljøudviklingen i søen og dens opland samt den generelle klimaudvikling. Forudsætningen for en sådan anvendelse af varvige sedimenter er en præcis forståelse for forholdet mellem varvenes dannelse og lokale miljøfaktorer samt klima.

Der gives i foredraget eksempler på søer med varvige sedimenter og tolkningen af fysiske og biogene variabler, gennem bl.a. tidsserieanalyser. Variationen i varvige sedimenter sammenlignes med instrumentelt målte klimaserier og uafhængige klimatiske proxydata med høj tidsopløsning (træringe). I varvige sedimenter fra den næringsberigede Nylandssjön i Mellemsverige ses en positiv korrelation mellem sedimentets aflejningsrate og antal årlige dage med gns temp $> 0^\circ \text{C}$ for perioden 1953 – 1982. I den nærliggende næringsfattige Kassjön ses derimod en negativ korrelation mellem sedimentationsrate af organisk materiale og estimeret gennemsnitlig sommertemperatur (rekonstrueret på basis af træringsskurver) for perioden 556 – 796 e. Kr. (varvkronologi). I søen Diss Mere i Sydøstengland afspejler sedimentationen af pollen i en 252-årig periode omkring 4000 f. Kr. en periodicitet med periodelængde på ca. 11-13 år. Tilsvarende periodicitet i andre fossiltyper (alger, kulfragmenter) indikerer at svingningerne afspejler sedimentære processer, som har en mulig klimatisk kobling.

Use of the pre-instrumental record to assess the effects of late-Holocene climate change on Danish vegetation.

by afdelingschef Richard H.W. Bradshaw, Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse

Quantification of the pre-instrumental climate record has been a major aim of palaeoclimate research in recent years. High resolution, proxy climate data sets have been assembled from tree-rings, sediment and ice cores by using isotopic records and transfer functions derived from analyses of foraminifera, diatoms, chironomids and pollen. The same geological archives contain records of environmental change that is partially climate-driven. Scandinavian forest composition has varied continuously throughout the Holocene. Forest change during the last 1500 years has traditionally been attributed to human influence, and the potential role of the Mediaeval Warm Period and Little Ice Age has been ignored. We used pre-instrumental climate data to drive the dynamic forest simulation model FORSKA. The output was changing estimates of forest biomass and composition that were attributable to climate change. Comparisons with corresponding geological records of forest development showed that forest vegetation was most sensitive to climate change at the distributional limits of individual trees. The composition of Danish forests was barely influenced by the Little Ice Age, but large impacts were observed at certain sites in Sweden. Forest biomass and carbon fixation were affected at all sites. These experiments yield insights into the sensitivity of vegetation to past, present and future climate change.

Direct measurements of paleotemperatures in the Greenland ice-cap

by lektor Dorthe Dahl-Jensen, Københavns Universitet

Direct, in situ measurements of temperature profiles in the boreholes of the Greenland GRIP project, at the summit of the Greenland ice cap, and the Dye 3 project, 865 km farther south, have been analysed using a Monte Carlo inversion technique. The resulting 50,000 year-long temperature history at GRIP shows the Last Glacial Maximum, the Climatic Optimum, The Medieval Warmth, the little Ice Age, and a warm period at 1930 A.D. of Amplitudes -23 K, +25 K, +1 K, -1 K, respectively. The Dye 3 temperature history is similar to GRIP, but has an amplitude 1.5 times larger, indicating higher climatic variability there. As a by-product of the study the terrestrial heat flow density at GRIP was estimated to 51.3 milliwatts per square meter.

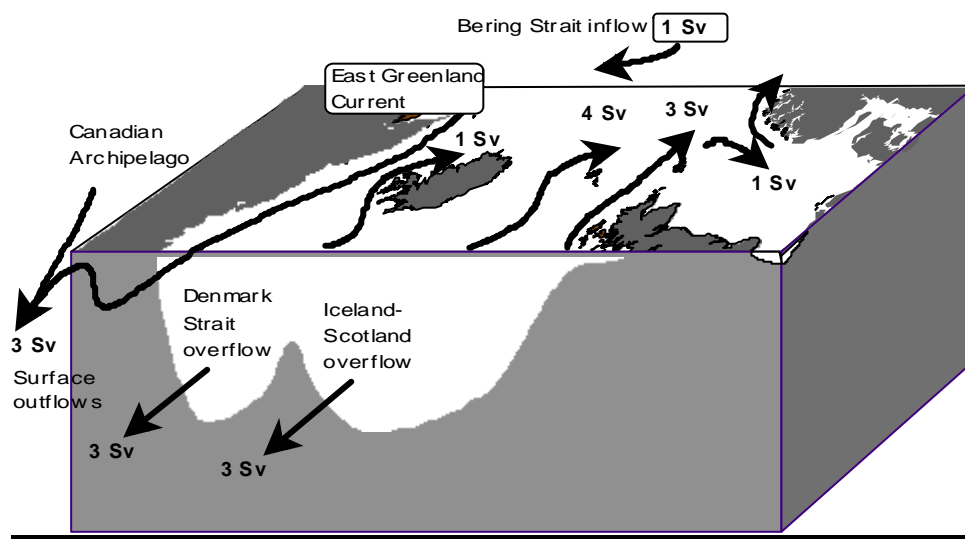
Dahl-Jensen, K. Mosegaard, N. Gundestrup, G. D. Clow, S. J. Johnsen, A. W. Hansen, and N. Balling: Past temperatures directly from the GreenlandIce Sheet: *Science*, Oct. 9, 1998: pp. 268-271.

Klimatiske og biologiske aspekter ved Atlanterhavsvandets passage forbi Færøerne

v./ lic.scient. Bogi Hansen, Fiskerilaboratoriet, Thorshavn

Havområderne omkring Færøerne og i Norskehavet er specielle i klimatisk henseende. Ingen andre steder i verdenshavene finder man så høje overfladetemperaturer så nær ved et polområde. Sammenlignet med lignende breddegrader andre steder er disse områder generelt mere end 5 grader varmere. Årsagen er den Nordatlantiske Strøm, der bringer varme og salt fra Atlanterhavet ind i de Nordiske have og det Arktiske Ocean. En stor del af den indstrømmende vandmængde bringes ved afkøling og andre processer op på en sådan massefylde, at det kan synke fra overfladen ned til intermediaære dybder og længere. De derved producerede kolde vandmasser overstrømmer den undersøiske ryg mellem Grønland og Skotland ("Overflow"), og sammen med iblandet (entrained) vand danner de kernen i det Nordatlantiske Dybvand (North Atlantic Deep Water, NADW), der er den vigtigste komponent i "The Global Conveyor".

På trods af den åbenlyse betydning har man hidtil ikke haft kvantitative værdier for transporten af Atlanterhavsvand og for den samlede udveksling over ryggen baseret på målinger. Gennem to store måleprogrammer: Nordic WOCE og VEINS er der nu etableret et observationsmateriale, der tillader en kvantitativ vurdering af fluxer. Et preliminært budget for de Nordiske og det Arktiske hav baseret på disse målinger ses for neden.



Af det indstrømmende Atlanterhavsvand returnerer omkring to tredjedele gennem det dybe Overflow, og kun en tredjedel gennem de overfladenære strømme. I denne forstand drives indstrømningen af Atlanterhavsvand af de termohaline processer, der danner det dybe og intermediaære vand.

Atlanterhavsvandet passerer Færøerne på begge sider, og Færøplateauet er domineret af denne varme vandmasse ned til 400-600 meters dybde overalt. Det forbistrømmende vand medbringer samtidig næringsstoffer og organismer, der har meget stor betydning for det marine økosystem. Nyere undersøgelser tyder på, at den samlede primærproduktion på shelfen bestemmes af mængden af importeret zooplankton, specielt *Calanus finmarchicus*, idet en stor biomasse af denne organisme kan begrænse primærproduktionen ved græsning. Der er observeret betydelige variationer i import af *Calanus*, og denne

variation formodes især at stamme fra variationer i Atlanterhavsvandets strømning gennem Færøbank Kanalen.

Referencer:

Hansen, B., Larsen, K. M. H., Østerhus, S., Turrell, B., and Jónsson, S. (1999). The Atlantic Water inflow to the Nordic Seas. The International WOCE Newsletter, in press.

Gaard, E., Hansen, B., and Heinesen, S. P. 1998. Phytoplankton variability on the Faroe Shelf. ICES Journal of Marine Science, 55: 688-696.

Effekter af ultraviolet stråling (UV-B) på produktion og omsætning af organisk stof i arktiske havområder.

v./ ph.d. Kim Gustavson, VKI

Med støtte fra Miljøstyrelsen, MIKA-fonden, blev der i august 1998 gennemført en række undersøgelser i havet ved Arktisk station nær Qeqertarsuaq/Godhavn i Grønland. Formålet var at undersøge effekter UV-B stråling på produktion og omsætning af organisk stof i arktiske havområder. Arbejdet blev gennemført i et samarbejde mellem VKI, Danmarks Miljøundersøgelser og Göteborg Universitet.

Baggrunden for projektet er, at der igennem de sidste 10 år er sket en markant reduktion af ozonlaget i stratosfæren over Arktis, og at effekten af en øget UV-B indstråling på produktionen og omsætningen af organisk stof i Arktiske havområder er dårligt belyst.

Aktuelle målinger i havet viste at transmission af UV-B ned i vandet var stor: 10% af UV-B strålingen i overfladevandet kunne måles ned til 11.5 meters dybde, og 1% ned til 23 meter. Transmissionen af UV-B ned gennem vandsøjlen ved Disko er af samme størrelsesorden som i Antarktis hvor effekter på fytoplankton produktioner er målt ned til 20 meters dybde. *In situ* målinger i perioden 20-28 august viste, at produktionen af bakterie- og fytoplankton akut kan blive hæmmet med op til 40% ved den aktuelle UV-B indstråling. Disse effekter på produktionen af bakterie- og fytoplankton kunne under de aktuelle forhold måles ned til 4-8 meter. De målte effekter skal ses i forhold til at solhøjden i august måned er lille og at indstrålingen ned i vandet alt andet lige er betydeligt større tidligere på året. En ekstrapolation af resultaterne fra august til indstrålingsforhold i Arktisk forår indikerer, at bakterie- og fytoplankton på denne årstid kan reduceres op 50%, samt at effekterne vil trænge dybere ned end målt i august.

De nyeste prognoser for ozonlagstykkelsen over Arktis forudsiger at nedbrydningen af ozonlaget vil stige frem til år 2010-2020, med et ozonlag der er væsentligt mindre end det hidtil lavest målte (Shindell et al. 1998, Dameris et al. 1998). På denne baggrund er det yderst relevant med yderlige målinger der kan kortlægge betydningen af en øget UV-B stråling for produktionen og omsætningen af organisk stof.

Solcykluslængder og temperaturen på Jorden - Nye analyser og resultater

v./ docent Peter Laut, Danmarks Tekniske Universitet

Eigil Friis-Christensen og Knud Lassen offentliggjorde i 1991 en artikel i SCIENCE hvor de viste at solcykluslængden og landtemperaturen på den nordlige halvkugle viste en slående overensstemmelse. I 1995 gav de en opfølgning i *Journal of Atmospheric and Terrestrial Physics*. Disse to artikler er i årenes løb blevet citeret i den offentlige debat i Danmark og i andre lande, især Figur 2 fra 1991-artiklen og Figur 6 fra 1995. Det er blevet hævdet af mange debattører at den fine overensstemmelse kunne ses som et bevis på at det er solen og solen alene der bestemmer temperaturen på Jorden og at drivhusgas-udslip fra menneskelige aktiviteter ikke kan have spillet nogen rolle. Jesper Gundermann og jeg fik en række henvendelser med spørgsmål om, hvorvidt dette var korrekt. For at få klarhed besluttede vi at foretage en følsomhedsanalyse direkte på de originale data, dvs. simpelthen at gennemregne hvor meget eller hvor lidt menneskeskabt opvarmning der er forenelig med solcykluslængderne. Beregningerne afslørede fejl i de tidligere analyser og viste at de af Friis-Christensen og Lassen benyttede data - hvis de analyseres korrekt - faktisk understøtter mistanken om en menneskabt opvarmning. Det er en konklusion der er stik modsat den hidtil antagne. Vore resultater foreligger publiceret i marts 1999^(*).

Min præsentationen vil gennemgå vore analyser og også give en kort diskussion af hvordan solcykluslængderne korrelerer med den nye temperaturrekonstruktion som i 1998 blev offentliggjort af Michael E. Mann et al. i Nature.

^(*) P. Laut, J. Gundermann: *A Solar cycle length hypothesis appears to support the IPCC on global warming*. *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 60 (18), 1719-1728 (Dec. 1998).

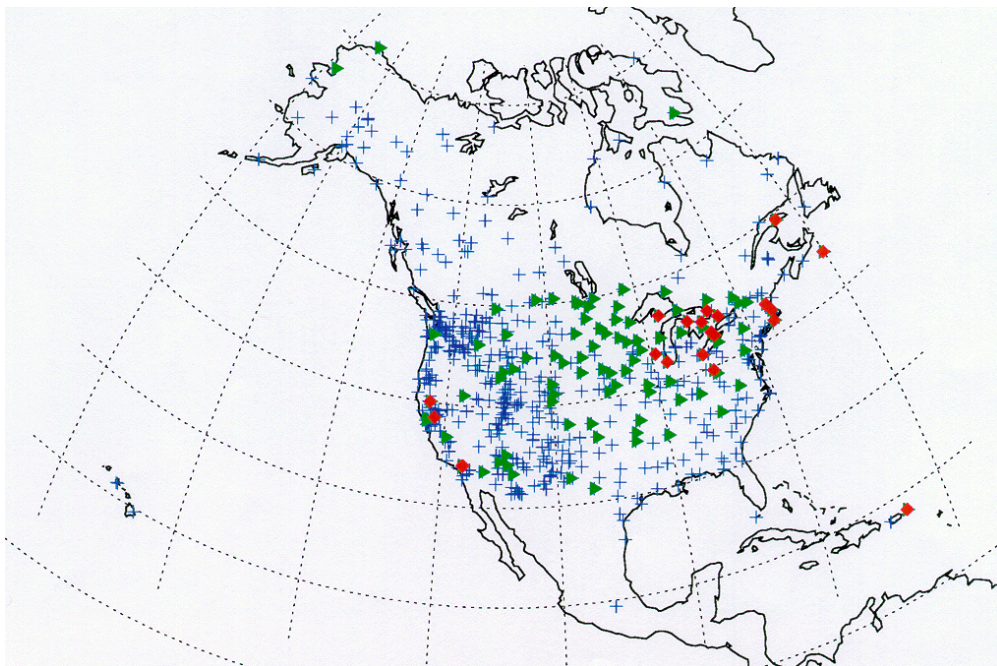
The geographical distribution of the 10-11 year signal in terrestrial temperatures

by PhD Peter Thejll, Danish Meteorological Institute

It has been known for some decades that there is a clear 10-11 year “signal” in the observed temperatures at most places on the globe, but especially in North America. The “signal” can be seen as a peak in power spectra and is usually interpreted as some sort of climatic response to a periodic influence from the Sun - typically the “Sunspot period”, although usually no physical mechanism is specified for how varying numbers of Sunspots might cause temperature variations on Earth. I have studied this signal in further detail in order to see if it is possible to extract more insight from the geographic distribution of the stations on Earth with the strongest signal.

By simply plotting the locations of stations with the signal on a map, it is possible to recognize the previously published result that in North America most of the stations with a signal are in the north-east part of the USA, whereas most of the stations with suitable temperature data are in fact in the west, thus indicating a special factor having to do with location on the continent.

Further inspection of the location of the stations with the strongest signal reveals that they are likely to be close to large bodies of water, and this is a new finding potentially offering new insight into the physical mechanism.



The figure shows with coloured symbols the location of various stations blue crosses are all stations with suitable data (i.e. at least 50 years of data with no more than 5% missing data) - green triangles are stations with a clear 10-11 year signal - and red diamonds are the stations with the strongest 10-11 year signal chosen in order of decreasing strength of the signal until one station was no longer near a coast.

Notice the nearness of all stations, except the one at McConnelsville Ohio, to large bodies of water - either ocean shores or the Great Lakes.

The probability of this distribution of stations arising by chance is very small. Using a Monte Carlo approach I picked the same number (22) of stations at random from the total number of stations in the USA (386) and considered the 2-dimensional KS test statistic and its probability. Repeating this many times, I built the Null-hypothesis distribution of 2-d KS probabilities, and from this I can see that the chance probability of the observed distribution of near-water stations with periods in the 10-11 year band is very small indeed - on the order of 10^{-4} or 10^{-5} .

The finding of this highly significant link between stations with the 10-11 year "solar" signal and nearness to large bodies of water will now be investigated closely.

Deltagere i Dansk Klimaforums workshop 1999

Navn	Virksomhed
Carsten Boecker	ASIAQ - Greenland Field Investigations
Karin G. Jensen	Botanisk Institut, AAS
Søren A. Pedersen	Danmarks Fiskeriundersøgelser
Brian MacKenzie	Danmarks Fiskeriundersøgelser
Erik Buch	Danmarks Meteorologiske Institut
Anne Mette K. Jørgensen	Danmarks Meteorologiske Institut
Torben Schmith	Danmarks Meteorologiske Institut
Torben Stockflet Jørgensen	Danmarks Meteorologiske Institut
Eigil Kaas	Danmarks Meteorologiske Institut
Jens Hesselbjerg Christensen	Danmarks Meteorologiske Institut
Ib Steen Mikkelsen	Danmarks Meteorologiske Institut
Astrid Helin	Danmarks Meteorologiske Institut
Rune Wåhlin Andersen	Danmarks Meteorologiske Institut
Claus Kern-Hansen	Danmarks Meteorologiske Institut
Leif Laursen	Danmarks Meteorologiske Institut
Peter Thejll	Danmarks Meteorologiske Institut
Ellen Vaarby Laursen	Danmarks Meteorologiske Institut
Annette Guldborg	Danmarks Meteorologiske Institut
Ole Bøssing Christensen	Danmarks Meteorologiske Institut
Uffe Andersen	Danmarks Meteorologiske Institut
Niels Larsen	Danmarks Meteorologiske Institut
Carsten Hansen	Danmarks Meteorologiske Institut
Henrik Vedel	Danmarks Meteorologiske Institut
Jun She	Danmarks Meteorologiske Institut
B. Claus Christensen	Danmarks Meteorologiske Institut
Jes Fenger	Danmarks Miljøundersøgelser
Anders Mosbech	Danmarks Miljøundersøgelser

Antoon Kuijpers	Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Richard Bradshaw	Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Bent Odgaard	Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse
Peter Laut	Danmarks Tekniske Universitet
Leif Toudal	Danmarks Tekniske Universitet
Dan Rosbjerg	Danmarks Tekniske Universitet
Andrass Ziska Davidsen	Danmarks Tekniske Universitet
Hans Lund	Danmarks Tekniske Universitet
Erland B. Rasmussen	Dansk Hydraulisk Institut
Morten Meldgaard	Dansk Polar Center
Søren Varming	ELSAM-projekt
Jesper Gundermann	Energistyrelsen
Bogi Hansen	Fiskerilaboratoriet
Charlotte Bay Hasager	Forskningscenter RISØ
Hans J. Høyer	Grønlands Forundersøgelser/ASIAQ
Christian Lastrup	Kystinspektoratet
Hanne H. Christiansen	Købehavns Universitet
Aksel Walløe Hansen	Københavns Universitet
Dorthe Dahl-Jensen	Københavns Universitet
Sannie V. Thorsen	Københavns Universitet
Bjarne Holm Jakobsen	Københavns Universitet
Ole Humlum	Københavns Universitet
Camilla Geels	Københavns Universitet
Bennert Machenhauer	Max-Planck-Institut für Meteorologie
Bjarki Johannesen	SEV
Finn Hass	TERMA
Kim Gústavson	VKI
Kristine Garde	VKI

Danmarks Klimacenter

Danmarks Klimacenter blev oprettet ved Danmarks Meteorologiske Institut i 1998. Centrets hovedformål er at kortlægge den sandsynlige klimaudvikling i det 21. århundrede - globalt og i Danmark - herunder fremtidige klimaændringers indflydelse på de danske, grønlandske og færøske samfund.

Klimacentrets aktiviteter omfatter udvikling af nye og forbedrede metoder til satellitbaseret klimaovervågning, studier af klimaprocesser (inklusive sol-klima relationer, drivhuseffekt, ozonens rolle og luft/hav/havis vekselvirkning), udvikling af globale og regionale klimamodeller, sæsonprognoser samt udarbejdelse af globale og regionale klimascenarier til effektstudier.

Klimacentret er organiseret med et sekretariat i DMI's Forsknings- og udviklingsafdeling og koordineres af forskningschefen.

Klimacentret har etableret Dansk Klimaforum, som er et forum til udveksling af resultater og viden og til drøftelse af klimaspørgsmål. I Klimaforum afholdes temadage og workshops med deltagelse af klimaforskere og andre, der har interesse i centrets aktiviteter.

Centret udgiver et populært nyhedsbrev, KlimaNyt, som udkommer 4 gange årligt. KlimaNyt kan også ses på www.dmi.dk.

DMI har udført klimaovervågning og forskning siden oprettelsen i 1872 - og oprettelsen af Danmarks Klimacenter har styrket både klimaforskningen på DMI og samarbejdet med forskningsinstitutioner i Danmark og det øvrige Europa.

Tidligere rapporter fra Danmarks Klimacenter:

- Dansk Klimaforum 29. - 30. april 1998. (Åbning af Danmarks Klimacenter, Referater fra workshop, Resumé af præsentationer). *Climate Centre Report 98-1*.
- Danish Climate Day 1999. *Climate Centre Report 99-1*.