Det frosne hav

Foto: Peter Bondo

Udbredelsen af havis ved Nordpolen svinder i disse år med et areal svarende til Danmark om året. Dette skyldes for en stor dels vedkommende den globale opvarmning, men naturlige variationer i strømsystemerne i Atlanten har også en finger med i spillet.

Af Torben Schmith og Rasmus Tonboe

■ For knap 100 år siden, i 1909, nåede Robert Edwin Peary Nordpolen. Før ham havde flere andre vovehalse forgæves forsøgt at komme først, men Polhavets ismasser var svære at forcere. Isen er nemlig ikke en plan flade – vinden og vandets bevægelser får isen til at åbne sprækker, hvor der dannes nyis, andre steder dannes der skruninger og isvolde, som gør det vanskeligt og farligt at færdes på isen.

Siden Pearys bedrift er interessen for Polhavet ikke blevet mindre – om end den i dag ikke har så meget karakter af eventyr og opdagelsesrejser. Udbredelsen af havis studeres nøje, fordi man forventer, at det er i Arktis, dvs. omkring Nordpolen, at klimaændringer først og kraftigst vil slå igennem.

Ved Nordpolen er omkring 15 millioner km^2 hav dækket af is, når vinteren er på det højeste i marts måned, mens det tilsvarende tal er ca. 20 millioner km^2 om vinteren ved Antarktis i september. Havisens tykkelse er gennemsnitligt 3-4 meter (se boks).

Bliver der mindre is?

Vi ved fra satellitdata, at udbredelsen af havis i Arktis er faldet støt siden slutningen af 1970'erne. Vinterens isudbredelse er faldet med 10 % fra 16,4 millioner kvadratkilometer i 1979 til 14,8 i 2005, mens sommerudbredelsen er faldet med 25 % fra 7,2 millioner kvadratkilometer i 1979 til 5,6 i 2005. Udbredelsen af isen i Det Arktiske Ocean ligger lige nu væsentligt under gennemsnittet for perioden 1979-2000. De tidligste satellitdata fra 1972 viser, at isudbredelsen faktisk voksede i midten af 70erne indtil 1978, hvorefter reduktionen begyndte. Reduktionen er accelereret i løbet af de seneste år – f.eks. faldt isudbredelsen fra 1987 til 2004 med 32.700 km^2/år men i perioden 1991 til 2004 faldt udbredelsen med 46.900 km^2/

Artiklen kommer fra tidsskriftet Aktuel Naturvidenskab. Se mere på www.aktuelnat.au.dk

år svarende til ca. Danmarks landareal per år.

De seneste års isudbredelsesreduktioner overgår selv de mest pessimistiske modelscenarier. I år (2007) var ny bundrekord, hvor udbredelsen på sit laveste i begyndelsen af september kom under 3 mio. km^2!

Kort fortalt, så forhøjer det stigende indhold af drivhusgasser i atmosfæren temperaturen nær havoverfladen, og det registrerer isen umiddelbart ved at smelte hurtigere og på højere breddegrader end tidligere.

Med til billedet hører dog, at nøjagtige data for udbredelse af havisen dækker en ganske kort periode, fordi oplysningerne kommer fra satellitter. Det betyder, at vores måleserie først starter i 1972, og 35 år regnes normalt for meget lidt i klimatologi. Vi kan altså endnu ikke være sikre på, at den globale opvarmning er hele årsagen, men indicierne er bestemt til stede.

Der er dog en interessant pointe ved netop det arktiske område. Her var det meget varmt i 1940'erne. Ja – temperaturen var faktisk på niveau med den nuværende. Forskning ved DMI har tidligere vist, at netop 1940'erne også var karakteriseret ved mindre is langs Grønlands østkyst end i årtierne før. Vi arbejder derfor i øjeblikket på at afdække, hvad der var årsagerne til opvarmningen i 1940'erne, men det har nok at gøre med naturlige variationer Atlantens strømsystem, der er kendt som den *Atlantiske Multidekadiske Oscillation* (se boks på næste side).

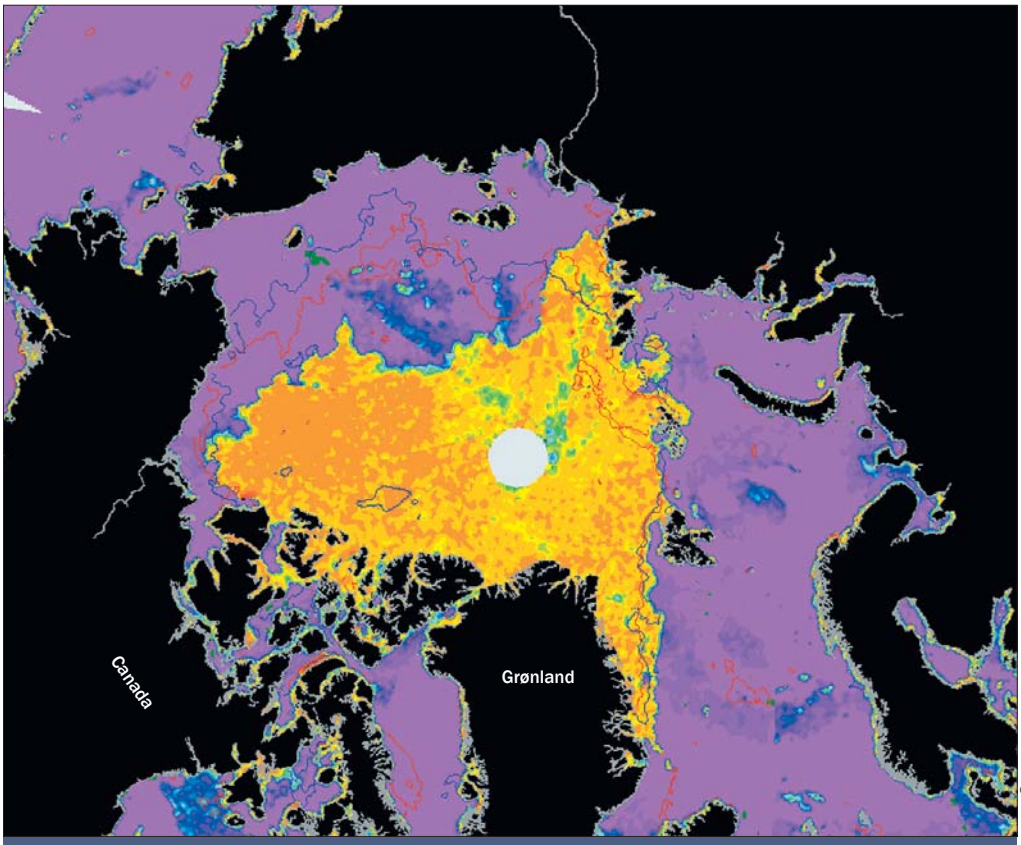


Foto: © www.seaice.dk

Billedet viser udbredelsen af den arktiske havis ved sommerminimun 29. august 2007 kortlagt med den amerikanske radarsatellit QuikScat SeaWinds. Isudbredelsen 29. august 2006 er angivet med den blå linje og isudbredelsen 29. august 2005 er angivet med rød til sammenligning. Der er relativt store regionale forskelle fra år til år. 2007 er dog karakteriseret ved rekordlav udbredelse i det Arktiske Ocean, mens der er lidt mere is langs Grønlands østkyst end de forgående år.

Havisens udbredelse

I polhavet er den mindste udbredelse af havis om sommeren (september) ca. 8 mill. km^2, mens den maksimale udbredelse om vinteren (marts) er ca. 15 mill. km^2. Vinterudbredelsen er til dels begrænset af landområder, der omkranser Polhavet. En stor del af isen i det centrale Arktis er *flerårsis,* dvs. is, der overlever sommerens afsmeltning. Flerårsis kan overleve fem-seks somre, før den bliver ført med strømmen ud af polhavet sydpå langs Grønlands østkyst og smelter.

De sibirske shelfområder er dækket af vinteris, der enten driver mod det centrale Arktis, hvor det tykkeste overlever. Ellers smelter det i løbet af sommeren.

Havis findes også på den sydlige halvkugle, omkring Antarktis. Sommerudbredelsen er på et minimum i februar – ca. 4 mill. km2 – og vinterudbredelsen er maksimal i september med ca. 20 mill. km2.

Når først havet er dækket af is og afkølingen fortsætter vokser isen fra bunden, men en væsentlig del af isvolumet findes også i isskruninger. Gennemsnitstykkelsen af isen afhænger af begge processer. Den gennemsnitlige istykkelse i Polhavet er ca. 4m i marts og ca. 3m i september. Den tykkeste is findes nord for Grønland i Lincolnhavet med 5-7,5m.

Havisens rolle i klimasystemet

Is er hvidt og tilbagekaster derfor den indkommende energi til klimasystemet i form af solens stråler. Man siger, at is har høj albedo. Hvis isen smelter kommer det underliggende mørkere havvand til syne, som i højere grad absorberer sollysets varme. Det betyder, at mindre is fører til højere temperaturer og dermed til endnu mindre is. Havis repræsenterer derfor en negativ eller destabiliserende feedback, den såkaldte is-albedo feedback, som bliver kompenseret af øvrige feedbacks i klimasystemet. Men på grund is-albedo fedbacken er havisen med til at bestemme, hvor meget det globale klimasystem ændrer sig, når systemet påvirkes, for eksempel når vi mennesker udleder store mængder kuldioxid. Dette gør det nødvendigt at kende størrelsen af is-albedo feedback, når man skal forsøge at finde fremtidens klima ved en forøget mængde kuldioxid i atmosfæren.

Udover sine refleksionsegenskaber repræsenterer havisen en betydelig ferskvandsmængde. Da Jordens temperatur er steget og forventes at stige yderligere må man forvente, at denne mængde havis smelter i løbet af de kommende ca. 50 år, således at Det Arktiske Ocean bliver isfrit om sommeren. I kombination med en forventet forøget nedbør over Arktis samt forøget afsmeltning fra Grønlands iskappe vil det bevirke en mindre saltkoncentration i overfladen af Nordatlanten,

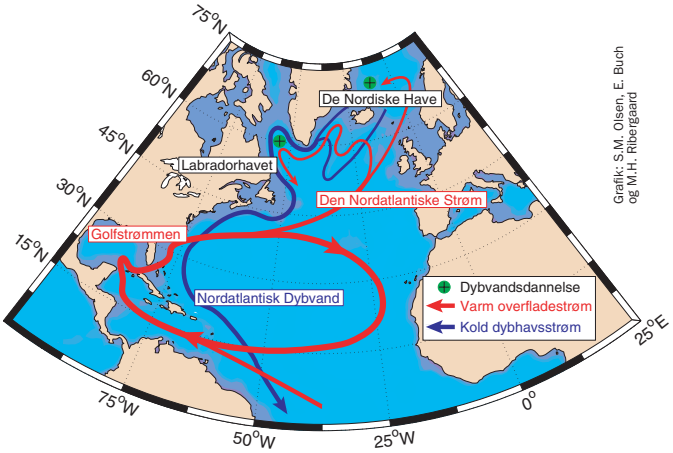
Foto: © DAMOCLES

Ekspeditionsskibet Tara har siden fastfrysningen i oktober 2006 drevet, indefrosset i isen, hen over Nordpolen mod Framstrædet som en del af DAMOCLES projektet. Under driften er der foretaget målinger af atmosfæren, isen og havet.

Variation i istransport og havstrømme

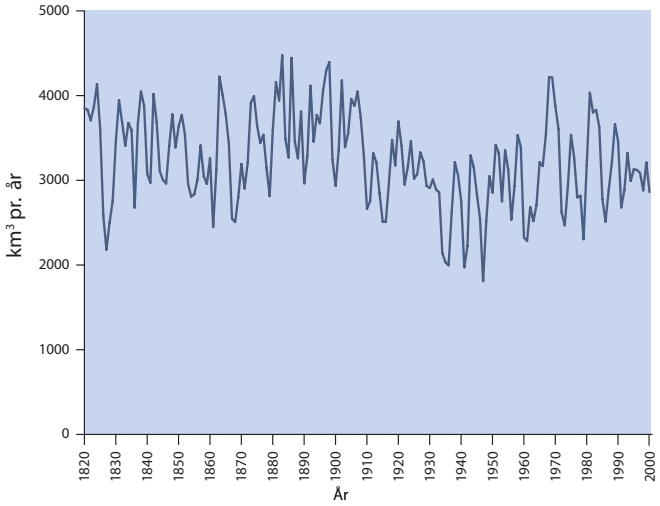
I Atlanterhavet findes et særligt strømsystem bestående af en nordgående varm havstrøm, der langsomt afkøles og ved Grønland synker vandet ned til stor dybde og returnerer som en sydgående havstrøm. Dette er årsagen til, at vi i Nordvesteuropa har vores relativt milde klima.

Men styrken af denne havstrøm varierer. Således var den svag omkring 1970erne, mens den var kraftig i 1940erne, og går vi længere bagud i tiden fortsætter dette mønster. Mængden af flerårsis, der eksporteres fra Det arktiske Ocean og ned i Den østgrønlandske Strøm, varierer i takt med variationer i den termohaline cirkulation. Variationerne kaldes AMO (Den Atlantiske Multidekadiske Oscillation).



Grafik: S.M. Olsen, E. Buch og M.H. Ribergaard

Illustration af Den termohaline cirkulation, *der er så karakteristiske for Nordatlanten. Cirkulation drives af afkøling af vand i de nordiske have imellem Norge og Grønland.*



Rekonstruktion af isstrømningen igennem Framstrædet fra år 1820 til 2000. Der er tale om betydelige variationer.

hvad man også har observeret fra hydrografiske profiler. Man kan frygte, at denne "forferskning" vil påvirke den *termohaline cirkulation*, der er så karakteristiske for Nordatlanten. Den termohaline cirkulation drives af afkøling af vand i de nordiske have imellem Norge og Grønland. Denne afkøling betyder tungere vand, der derved synker ned til stor dybde og giver plads til sydfra kommende varmt og salt vand. Denne transport er ansvarlig for Vesteuropas relativt varme klima. Hvis overfladevandet bliver mindre salt, hvilket som før nævnt allerede er observeret, så vil vandet have sværere ved at synke ned og derved vil den termohaline cirkulation blive bremset. Eksperimenter med ocean- og klimamodellerne, der bl.a. er udført på DMI, viser imidlertid, at ændringerne er relativt små, og der er ingen indikation på, at en pludselig ændring er sandsynlig.

Is og klimavariationer

En væsentlig del af den is, der dannes i Det arktiske Ocean, driver ud igennem Framstrædet (imellem Nordøstgrønland og Svalbard) og flyder med *Den østgrønlandske Strøm* ned langs Østgrønlands kyst, rundt om Kap Farvel og somme tider op langs Sydvestgrønlands kyst. Her er polarisen kendt som *Storis*, hvor den i forårs- og sommermånederne kan genere skibstrafikken. Forskere ved DMI har ud fra historiske optegnelser og observationer af denne Storis rekonstrueret isstrømningen igennem Framstrædet. Resultatet er, at der er betydelige variationer. Således var denne istransport relativt beskeden i 1940erne, hvad der netop faldt sammen med en varm periode i Arktis. Omkring 1970 var transporten stor, men er siden igen formindsket. Der er således noget, der tyder på, at istransporten varierer med en tidsskala på 50-100 år, hvilket kunne hænge sammen med tilsvarende variationer i den termohaline cirkulation (den førnævnte *Atlantiske Multidekade Oscillation*). Også den tidligere omtalte reduktion af havis, man

Foto: Peter Bondo

Smeltende isbjerge som dette kan være til stor gene for skibstrafikken.

observerer fra satellit, kunne i hvert fald delvist skyldes, at man netop har fanget en nedadgående fase i en naturlig cyklus fra 1970erne, hvor satellitmåling af havisen begyndte.

På vej mod et isfrit Arktis?

Mens der er enighed om, at ishavets ismasser svinder med stigende temperaturer, er der fortsat uenighed om, hvor meget. Ifølge de fleste modeller bliver det arktiske område stort set isfrit mod slutningen af dette århundrede og fortsætter den observerede trend bliver det i løbet af de næste 20 år. Det kan få stor samfundsmæssig betydning for blandt andet olie- og råstofindustrien og for transporten til havs. Prisen kan imidlertid blive meget høj på det økologiske område med tabet af mange dyrearter og uerstattelige naturværdier.

Til gengæld vil den smeltede havis ikke bevirke en stigning i den globale vandstand. På samme måde som et skib, "sejler" havisen på vandet og fortrænger en vandmængde svarende til sin vægt – så isens volumen i vandet bliver ved smeltning blot erstattet af vandet fra det smeltede is. I forhold til det globale havniveau repræsenterer en evt. afsmeltning af de landbaserede iskapper i Antarktis og Grønland derfor den egentlige trussel. En afsmeltning af disse langt tykkere ismasser vil dog ske over en betydeligt længere tidsskala (dvs. tusinder af år) sammenlignet med afsmeltning af havisen. ■

Om forfatterne

Torben Schmith er cand scient i geofysik og har i en årrække arbejdet med klimaforskning.
Tlf.: 3915 7444
E-mail: ts@dmi.dk

Rasmus Tonboe er PhD i kortlægning af havis med satellit og arbejder med at udvikle og forbedre kortlægningsmetoder.
Tlf.: +45 3915 7349
E-mail: rtt@dmi.dk

Begge ved Center for Ocean og Is Danmarks Meteorologiske Institut

Videre læsning:

Polar View: www.seaice.dk og www.polarview.org

Damoclesprojektet: www.damocles-eu.org

Steffen Malskær Olsen, Erik Buch og Mads Hvid Ribergaard:Hav og klima - Atlantens rolle i klimasystemet, Aktuel Naturvidenskab 2-2005

Artiklen kommer fra tidsskriftet Aktuel Naturvidenskab. Se mere på www.aktuelnat.au.dk