Klimatet åker gungbräda

Foto: Stefan Lundgren/Johnér

De senaste 10 000 åren har Syd- och Nordatlantens klimat åkt gungbräda. Kalla perioder i norr har motsvarats av varma i söder och vice versa. Orsaken till detta är att cirkulationen i Atlanten varierar. När den är svagare transporteras mindre varmt vatten från Syd- till Nordatlanten, vilket gör att det blir kallare i norr samtidigt som det blir varmare i söder. Troligen har Atlantens storskaliga cirkulation varierat mer under de senaste 10 000 åren än man tidigare har kunnat ana. Våra resultat från studier av klimatförändringar på öar i Atlanten tyder på detta.

Cirkulationen i Atlanten drivs av att ytvatten i Nordatlanten kyls av samtidigt som salthalten bibehålls. Detta ökar ytvattnets densitet och gör att vattnet sjunker, så kallad djupvattenbildning, för att sedan bilda en sydgående kall bottenström. När vattnet sjunker i Nordatlanten drar det upp varmt ytvatten från Sydatlanten och driver på så sätt cirkulationen. Detta kallas ofta för den termohalina cirkulationen, vilket kan översättas med temperatur- och salthaltsberoende havscirkulation.

Golfströmmen är en viktig del av denna cirkulation, och dess nordliga förlängning, den Nordatlantiska strömmen, gör att klimatet i Skandinavien är betydligt varmare än det är på motsvarande breddgrader i Nordamerika, t. ex. i Alaska.

Borrkärnor från öar i Atlanten

För att undersöka hur Atlantcirkulationen har påverkat klimatet under de senaste 10 000 åren har vi studerat klimatutvecklingen på öar i både Nord- och Sydatlanten. Vi har använt oss av naturliga klimatarkiv i form av sjösediment och torv, där klimatförändringar bland annat syns genom geokemiska och mineralmagnetiska variationer, och genom förändringar i halterna av pollen från olika växter. Åldern på sedimenten har bestämts med hjälp av kol-14-metoden.

Borrkärnor från sjöbottnar och torvmossar har provtagits på Island, Färöarna och Azorerna i Nordatlanten, och på Tristan da Cunha, Isla de los Estados och Antarktiska Halvön i Sydatlanten. Eftersom öarna ligger mitt i oceanen påverkas deras klimat direkt av havets förändringar. Till exempel ger högre havsytetemperatur högre avdunstning och mera nederbörd, vilket är möjligt att avläsa i klimatarkiven. Denna koppling mellan oceanerna och atmosfären gör att vi i detalj kan studera hur havsströmmar har påverkat klimatet.

Detaljerade dateringar

Tack vare att sjösediment och torv avsätts snabbt kan vi i de bäst daterade borrkärnorna registrera förändringar som skedde under några tiotals år. Med de detaljerade dateringarna är det möjligt att bestämma åldern på förändringarna med mycket god precision. Förutsättningarna för att uppnå samma tidsupplösning och precision i borrkärnor från havsbotten är inte lika stor, eftersom dessa ofta har avsevärt lägre sedimentationshastighet. Dessutom finns det ”gammalt” kol löst i havsvattnet, vilket gör att kol-14-dateringar ger för höga åldrar. Dessa problem har gjort att det har varit svårt att studera kortvariga förändringar i Sydatlanten med god precision. Genom att vi använder oss av borrkärnor från öar undviker vi dessa problem.

Atlantens klimatiska gungbrädeseffekt

Våra resultat från ögruppen Tristan da Cunha visar att klimatet i Sydatlanten har skiftat mellan torrare och mera nederbördsrika perioder under de senaste 10 000 åren. Vi har med hjälp av en klimatmodell visat att den troligaste orsaken till den tidvis ökade nederbörden är att ytvattnet i Sydatlanten värmts upp till följd av svagare havscirkulation. Dessa perioder med ökad nederbörd och varmare ytvatten i Sydatlanten sammanfaller med skeden av kallare ytvatten och minskad djupvattenbildning i Nordatlanten. Detta mönster med uppvärmning av ytvattnet i Sydatlanten samtidigt med avkylning i Nordatlanten har kallats för den bipolära gungbrädeseffekten. Den förklaras av att en svagare havscirkulation i Atlanten innebär att mindre mängder varmt vatten transporteras från söder till norr.

Under istiden, när mäktiga inlandsisar täckte stora delar av kontinenterna omkring Nordatlanten vet vi att cirkulationen varierade, vilket gav upphov till kraftiga gungbrädeseffekter. Detta kan man bland annat se om man jämför temperaturkurvor från grönländska och antarktiska iskärnor. Orsaken till de stora förändringarna i Atlantens cirkulation under den senaste istiden är att stora mängder sötvatten dränerades från inlandsisarna till Nordatlanten, vilket störde djupvattenbildningen som är motorn i systemet. Stora utflöden av sötvatten till Nordatlanten minskar nämligen salthalten och densiteten i ytvattnet och hindrar det från att sjunka.

Foto: Svante Björck

Med hjälp av analyser av sedimentborrkärnor från en igenväxt sjö på Tristan da Cunha i Sydatlanten, har vi kunnat visa att när det var varmt i Sydatlanten var det kallt i norr, vilket beror på att cirkulationen i Atlanten var svagare.

Små förändringar svåra att visa

Man har tidigare lyckats visa att temperaturen och djupvattenbildningen i Nordatlanten har varierat efter den senaste istidens slut, men man har inte kunnat visa att detta också påverkade transporten av varmt vatten från Sydatlanten. En anledning är att förändringarna under en mellanistid, som den som nu råder, är små och att de därför är svåra att urskilja i naturliga klimatarkiv.

Tristan da Cunha är belägen i den delen av Sydatlanten där effekten av minskad nordlig transport av varmt ytvatten är störst, och det är en av anledningarna till att vi har lyckats påvisa att det verkligen finns en klimatisk gungbrädeseffekt även efter att inlandsisarna har smält bort.

Framtida störningar av havscirkulationen

En viktig aspekt av våra resultat är att Atlantens cirkulation har varierat mer under de senaste 10 000 åren än man tidigare trott. Detta tyder på att cirkulationen är känsligare och påverkas av förhållandevis mindre störningar än man tidigare har ansett. Detta är viktigt med tanke på att en framtida global uppvärmning troligen kommer att öka avsmältningen från Grönland, smälta den arktiska havsisen och öka nederbörden över Nordatlanten. Alla dessa processer skulle kunna påverka Atlantens cirkulation.

Viktigt att poängtera i detta sammanhang är att en svagare oceancirkulation bara innebär en omfördelning av energi på jordklotet. En svagare temperaturökning i norr skulle balanseras av en kraftigare ökning i söder i enlighet med gungbrädesteorin, och totalt sett kommer en framtida försvagning av cirkulationen således inte att motverka den globala uppvärmningen. Det är dock högst osannolikt att den Nordatlantiska strömmen kommer att stanna helt.

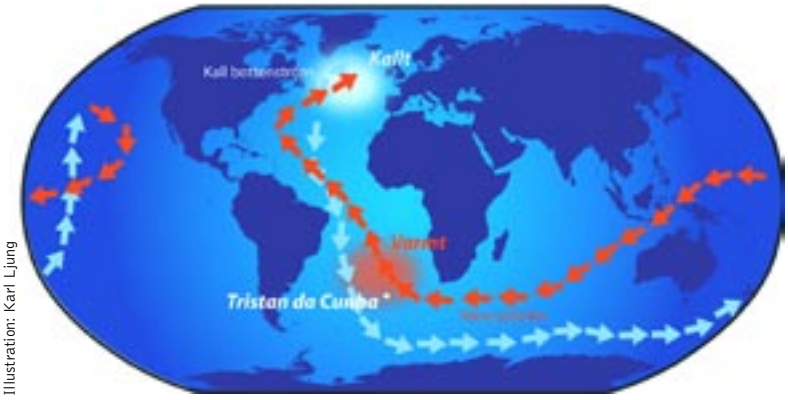

Illustration: Karl Ljung

Vattnet i oceanerna rör sig i en storskalig ström runt jordklotet. Cirkulationen drivs av att vatten kyls av i Nordatlanten och sjunker och på så sätt drar upp varmt ytvatten från söder. När cirkulationen i Atlanten är svagare transporteras mindre varmt vatten från Syd- till Nordatlanten vilket ökar temperaturen i söder samtidigt som den minskar i norr: den klimatiska gungbrädan.

TEXT Karl Ljung, Geologiska institutionen, Lunds universitet
TELEFON 046-222 78 88
E-POST karl.ljung@geol.lu.se