

Klimatförändringar under femhundra år

DANIEL HANSSON, CHRISTIN ERIKSSON & ANDERS OMSTEDT, GÖTEBORGS UNIVERSITET

I flera år har istäcket på Östersjön haft en mindre utbredning än vad som räknas som normalt, samtidigt som vintrarna varit milda. Det har lett till en oro för att Östersjöns is snart är ett minne blott, endast omskrivet i historieböckerna. Men är verkligen isarna i Östersjön på väg att försvinna helt? Ny forskning visar att istäcke och vintertemperatur varierat kraftigt genom historien som följd av många och snabba klimatförändringar.

■ Isen på Östersjön brukar roa skridskoentusiaster betydligt mer än handelsflottan. För sjöfarten var isläggningen vintertid länge ett gissel. Isbrytare, som kunde hålla farlederna isfria, introducerades i större skala först efter ett riksdagsbeslut 1972. Inte förrän då kunde hamnarna längs den norrländska kusten hållas öppna även vintertid. Isfria hamnar var något som dessförinnan endast var de sydligare hamnarna förunnat.

Isen visar klimatförändringar

Isläggningen är nära knuten till, och mycket känslig för, förändringar i lufttemperaturen under vintersäsongen. Det gör isutbredningen till en nyckelparameter att studera i samband med klimatförändringar. Den maximala utbredningen av Östersjöns is nås normalt i slutet av februari eller början av mars, och kan på så vis ses som en integrerad faktor av vinterns svårighetsgrad.



Isläggningen är mycket känslig för lufttemperaturen. Om medeltemperaturen en vinter överstiger två grader bildas ingen is alls

Foto: Askölaboratoriet



➤ Isens utbredning i Östersjön varierar mycket från år till år. Den maximala isutbredningen infaller normalt i slutet av februari eller i början av mars. Under en normal vinter är norra och större delen av centrala Östersjön isbelagd och isen har i medeltal en area på cirka 200 000 km².

En mycket mild vinter är isutbredningens area mindre än 100 000 km² och begränsad till de nordligaste och östligaste delarna av innavhavet (streckad linje). Under en hård vinter är isarean 300 000 km² eller mer, och större delen av Östersjön är islagd (heldragen linje). I södra Östersjön, öster om Bornholm, lägger sig sällan isen ens under mycket stränga vintrar.

Om luftens medeltemperatur över Östersjön en vinter överstiger $+2^{\circ}\text{C}$ bildas ingen havsis. Skulle lufttemperaturen i medeltal över en vinter istället understiga -6°C kommer däremot hela Östersjön att bli isbelagd, något som skulle ställa till problem för sjöfarten även med dagens isbrytarservice. En normal vinter varierar temperaturen mellan en och två minusgrader. Om en klimatförändring sker bör den därför omgående avspeglas i isens utbredning i Östersjön.

Två luftmassor som styr

Klimatet i Östersjöregionen varierar mycket från år till år, inte minst från vinter till vinter. Detta beror i hög grad på att regionen är belägen mittemellan två luftmassor. I väster finns den fuktiga och milda atlantluften medan det i öster finns en torr, kylig luftmassa över Ryssland.

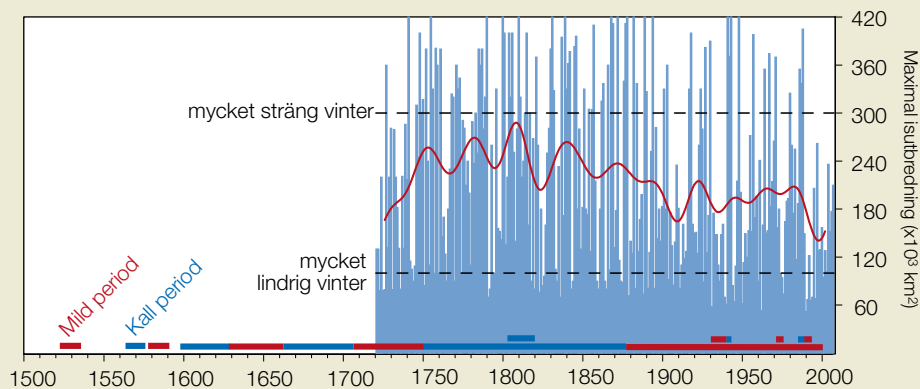
För Sveriges del innebär det att södra halvan oftast styrs av atlantluft samtidigt som den norra halvan får dras med kyligare luft från öster. Gränsen mellan dessa två luftmassor förflyttas hela tiden, varför relativt snabba förändringar i temperatur inte är något ovanligt i vår region. Vintertid kan den kalla torra luften i öster lätt få fotfäste i hela Östersjöregionen, och på så sätt pumpa in mycket kall luft i området. Detta gynnar en kraftig istillväxt i Östersjön. Emellanåt är det den milda luften som dominerar regionen, och då är det ofta återkommande djupa lågtryck som förskjuter gränsen till den kalla luftmassan norrut. En säsong dominerad av denna vädersituation gör vintrarna milda och missgynnar isbildning i vårt innanhav.

Präglas av kalla och varma stadier

Ibland förekommer det att långa perioder domineras av liknande vädersituationer. Så skedde bland annat under den så kallade Lilla Istiden, vilket var ett generellt kallt stadium från cirka 1400-talet fram till slutet av 1800-talet. Under denna tid gynnades den kalla luften i öster framför den milda luften i väster, och vintrarna var generellt mer isrika än vad de är idag. Ett bra exempel är vintern 1658 då Karl X Gustav gick med sin armé över Lilla och Stora Bält.

I slutet av 1870-talet förändrades balansen igen, och vår region trädde in i ett mildare stadium som varar än idag. Den milda atlantluften gynnas nu generellt mer framför den kalla torra luften i öster,

VINTERPERIODER OCH ISUTBREDNING I ÖSTERSJÖN



➤ Sedan 1720 finns isläggningsrelativt väl dokumenterat för varje år, vilket visas med staplarna i figuren. De kalla vintrarna har minskat i förekomst under 1900-talet, men de mycket milda vintrarna har inte blivit vanligare. Medelvärde över tio år, illustrerad av den röda heldragna linjen, visar på stora, nästan cykliska, variationer över årtionden. Dessutom syns tydligt att 1900-talet haft mindre is än föregående århundrade.

Första hälften av 1700-talet uppvisar liknande tendenser som senare delen av 1900-talet. Mest is fanns det i Östersjön på 1800-talet fram till dess att Lilla Istiden avslutades under 1870-talet, då området istället övergick till en varm period.

Med modellering har vi visat att sedan år 1500 har femton kalla och milda perioder inträffat i Östersjöregionen. Växlingen från en period till en annan har gått snabbare än man tidigare trott. Några av perioderna har dessutom varit lika varma och isfattiga som nutidens vintrar. Lilla Istidens (1400-1870) vintrar var inte heller genomgående kalla. Tvärtom var de ibland mycket milda och med stor variation. Kalla perioder har generellt en större årlig variation än milda perioder.

vilket har reducerat isarna under 1900-talet jämfört med tidigare. Enskilda vintrar har dock kunnat bjuda på extrem kyla, vilket bland annat var fallet under krigsvintrarna 1940-1942.

Modeller ger mer information

För Östersjön finns den maximala isutbredningen sedan vintern 1720 relativt väl dokumenterad, om än med viss osäkerhet innan havsobservationer påbörjades under senare hälften av 1800-talet. Tidigare än så finns endast fragment att tillgå. Bäst är informationen i sydvästra Östersjön, i området kring Polen, Tyskland och Danmark, då dessa länder har haft en intensiv fartygstrafik. I norra och östra delen av Östersjön är informationen däremot begränsad.

När klimatet studeras är det viktigt att de tillgängliga mätserierna är tillräckligt långa, mer än 100 år, för att kunna beskriva långtidsvariationerna i klimatet. För att komma runt detta problem kan man med hjälp av modeller förlänga informationen bakåt, till tiden innan instrumentella data finns tillgängliga. För detta ändamål används två typer av modeller; dynamiska

modeller, som beskriver de fysiska processerna i naturen, eller statistiska modeller, som efter bestämda samband försöker återskapa tidigare förhållanden. Båda modelltyperna fungerar bra för isläggningsrelativt i Östersjön, och ger oss en mängd information om både temperatur och isutbredning som vi tidigare saknat.

Genom att undersöka några av vår tids längsta klimatdatabaser, som beskriver vinterns lufttemperatur och isförhållanden i Östersjöområdet under de senaste femhundra åren, kan man studera hur klimatets naturliga variabilitet i området under vintern har sett ut.

Svåra isvintrar allt sällsyntare

Situationen idag, med avseende på isutbredningen, liknar mycket den som var under 1730- och 1930-talen. Dessa årtionden karakteriseras av milda vintrar och lite is i Östersjön. De allra mildaste vintrarna, och följaktligen också de vintrar med minst is, inträffade 1961 och 1989. Då var endast drygt 12 procent av Östersjöns yta täckt av is, vilket motsvarar en yta ungefär lika stor som Bottenhavet.

I kontrast till detta finns flera vintrar



Konstnär: J.P. Lemke. Foto: Nationalmuseum, Stockholm

➤ Nyckeln till framtiden ligger i historien. Att Karl X Gustav gick med sin här över Stora och Lilla Bält år 1658 visar att den vintern var ovanligt kall. Det överensstämmer också med vad modellerna visar.

då nästan hela Östersjön varit isbelagd. Senast det skedde var vintern 1987, då 97 procent av Östersjön inklusive Skagerrak och Kattegatt var täckta av is. Liknande situationer har inträffat flera gånger under 1900-talet, inte minst i början av 1940-talet. Förekomsten av sådana riktigt kalla och svåra isvintrar har under senare tid minskat och är nu ganska sällsynta, även om det ur ett historiskt perspektiv kan gå flera tiotals år mellan dem. Normalt brukar de återkomma med en period på 5–15 år.

Däremot har mycket lindriga isvintrar hittills inte ökat nämnvärt i förekomst, i motsats till vad man kan tro från debatten och trots att vi befinner oss i en mild period. Mycket lindriga vintrar har en återvändande frekvens på 5–10 år, men kan förstas bli vanligare om vintertemperaturerna fortsätter att öka. Om så blir fallet beror på förändringar i lufttemperaturen och den storskaliga atmosfärcirkulationen.

Klimatet svänger mycket och snabbt

Den dynamiskt modellerade isutbredningen över de senaste femhundra åren visar att klimatet i vår region har några tidigare okända egenskaper. Sett ur detta längre perspektiv går det inte att avgöra om nuvarande klimat är något unikt. Framförallt är det de mycket milda perio-

derna under 1730- och 1930-talet som visar samma tendenser som nuvarande klimat, men det finns också perioder tidigare som var nästan lika milda. Alla dessa perioder var lika fattiga på is som milda i temperatur som 1990-talet. Skillnaderna är minimala.

Våra modellberäkningar visar också att milda perioder förekom under den så kallade Lilla Istiden och att klimatet då varierade betydligt mer än vad vi hittills trott. Detta ger upphov till en ny fråga; Var det ovanligt kallt under Lilla Istiden? Svaret på den frågan är både ja och nej.

Med hjälp av statistiska undersökningar har vi funnit att Östersjöregionens vinterklimat präglas av mer eller mindre långvariga perioder av ihållande antingen milda eller stränga vintrar. De långvariga perioderna, exempelvis Lilla Istiden, innehåller i sin tur flera kortare perioder av både kallare och varmare vintrar. Övergångarna mellan de olika klimattyperna har varit mycket snabba. Flera oberoende serier från Östersjön påvisar dessa övergångar samtidigt, vilket stärker uppfattningen att vinterklimatet styrs av snabba förändringar.

Totalt rör det sig om femton kalla respektive milda perioder som avviker från långtidsmedelvärdet över de senaste femhundra åren. Av dessa var åtta varmare och sju kallare än medelvärdet. De kalla perioderna har en högre grad av årlig variation mellan vintrarna än vad de milda perioderna har. Det betyder att så länge en mild period pågår är sannolikheten lägre att mycket kalla vintrar inträffar. Den nu pågående perioden är en varm period, som pågått sedan slutet på 1800-talet.

Naturlig variation eller inte?

Detta sammantaget gör att vi inte med säkerhet kan fastslå att Östersjöområdets nuvarande vinterklimat inte rymmer inom den naturliga variationen, trots att det förmodligen är andra mekanismer som driver klimatet idag än tidigare. Däremot kan vi vara nästan helt säkra på att 1900-talet var det århundrade som var mildast under de gångna femhundra åren.

Förändringarna under dessa femhundra år tros kunna bero på förändringar i den atmosfäriska cirkulationen, som i sin tur kan beskrivas av lufttrycket över Östersjöregionen. Om trycket i regionen förändras, exempelvis genom att högtryck förstärks eller försvagas, kan de två luftmassorna som slåss om herraväldet; den fuktiga,

milda luftmassan över Atlanten och den torra, kalla luftmassan över Ryssland, dominera vårt klimat på olika sätt. Ytterligare en förklaring till den varma period som just nu pågår, är att växthusgaser kan ha spelat en viss roll. Det är dock ännu oklart hur stor denna faktor är.

Nyckeln till framtiden ligger i historien

Det är alltid riskabelt att försöka förutsäga framtiden utan att ha förstått historien. Genom att försöka förstå hur klimatet har varierat i Östersjöområdet under de senaste femhundra åren kan vi få en relativt bra bild av hur stora variationerna varit. Dels under förindustriell tid, före år 1800, och dels under den industriella perioden, från år 1800 fram till idag. Det är också viktigt att förstå hur klimatet varierar på den regionala skalan för att kunna förstå på vilket sätt eventuella globala klimatförändringar kan komma att påverka regionen.

Vi har förstått att klimatet i området svänger snabbare och mer än vad vi tidigare trott, vilket hjälper oss att bättre bedöma framtidsutsikterna. Att Östersjön kommer att bli isfri i framtiden är förmodligen inte ett troligt scenario, eftersom vi ännu inte funnit några bevis på att en sådan situation någonsin har uppstått i vårt innanhav. Området i Bottenviken och Finska viken är vintertid alldeles för kallt för att is inte skall bildas.

Även om den årliga variationen i både lufttemperatur och isläggning är mycket stor i regionen är tendensen på en skala av årtionden trots allt att det blir varmare och att Östersjöregionen värmts upp snabbare än globalt över det senaste århundradet. Om detta fortsätter är det troligt att isutbredningen kommer att bli mindre. Vilken konsekvens detta får för ekosystemet är idag ovisst. 🐦