

# Paleoklimatet informerar oss om framtiden

KLIMAT I FOKUS | Nr 04 • 2013 | LUNDS UNIVERSITET



# Paleoklimatet informerar oss om framtiden

SVANTE BJÖRCK, GEOLOGISKA INSTITUTIONEN, LUNDS UNIVERSITET

**Paleoklimatologi – läran om hur klimatet utvecklats genom jordens historia – ger oss referensramar för att sätta dagens klimat och möjliga framtida klimatförändringar i ett historiskt perspektiv. Till exempel visar nya analyser av historiska klimatarkiv att för norra halvklotet var perioden 1983-2012 sannolikt den varmaste på 1400 år. Vi ser även att vid den senaste värmeperioden, för 125 000 år sedan, var den globala medeltemperaturen troligen endast 1-2 grader högre jämfört med industrialismens början 1850, och att detta sammanföll med minst 6 m högre havsnivåer än dagens.**

Jordens klimatsystem är synnerligen komplext och har genomgått ständiga förändringar under jordens långa historia. Dessa har betingats av olika processer, vilka direkt eller indirekt påverkar hur den komplicerade "klimatmaskinen" fungerar, ofta på olika tidsskalor: exempelvis kontinenternas förflyttningar (plattetektoniken), bergskedjebildningar, vulkanism och mängden växthusgaser i atmosfären, variationer i solinstrålningen och utbredningen av istäcken/inlandsisar. I ett sådant längre perspektiv har klimatsystemets förutsättningar ständigt skiftat.

## Dagens klimat: en istidsvärld under uppvärmning

Idag lever vi i en varmare period av en underliggande istidsvärld (cirka 70 m av havets vatten är trots allt uppbundet av is), utan alltför aktiv vulkanism, med långsamma kontinentalförskjutningar, relativt aktiv bergskedjebildning och stabil solinstrålning. Samtidigt ser vi en kraftig ökning av halten växthusgaser i atmosfären. Med undantag för denna ökning är detta en värld geologerna känner igen sedan åtminstone 2,6 miljoner bakåt i tiden, det vill säga då de senaste kontinentala nedisningarna började på allvar. Strax dessförinnan, då atmosfärens koldioxidhalter var 330-420 ppm, är det troligt att den Västantarktiska isen hade smält och stora delar av Grönland var isfria. Följden av detta var en höjning av havsnivån på cirka 10 m.

I dagens istidsvärld – geologiskt sett – utgör vår nuvarande varma period snarare en anomali än en regel. Den senaste värmeperiod som i någon mån påminner om dagens situation inträffade för drygt 400 000 år sedan. Den naturliga värmeperiod som ligger oss närmast i tiden (den inträffade för 125 000 år sedan) hade troligen 1-2 grader högre temperaturer och

minst 6 m högre havsnivåer än innan industrialismen började få fart för ett par hundra år sedan.

## Geologiska data ger substitut för direkta observationer

Vi har inga direkta mätdata längre bakåt i tiden än kanske 150-200 år, men vi kan ändå säga att 1982-2010 med sannolikhet<sup>1</sup> var den varmaste 30-årsperioden under de senaste 1400 åren. Hur vet vi det, när vi inte har några direkta observationer? Jo, då förlitar man sig på att tolkningarna av de proxydata som geologer mäter och analyserar, som substitut för direkta observationer, är korrekta. Det kan vara fråga om biologiska data, som pollenkorn eller molluskskal, kemiska data, som isotoper av olika slag och mängden av vissa grundämnen, eller fysikaliska data, som magnetiska egenskaper eller mängden kol-14 i organiskt material för åldersbestämning. De geologiska arkiven utgörs även av sediment från hav och sjöar, torv, trädringar, vindavlagringar, isälvsavlagringar, borrhärlor från inlandsisar och grottavlagringar. En del av dessa data når väldigt långt tillbaka, men ju närmare vi kommer dagens moderna värld, desto mer detaljerade sådana data finns att tillgå.

Analyserna tyder bland annat på att under det medeltida klimatoptimumet (cirka år 950-1250) var det i en del regioner lika varmt som i dagens klimat. Temperaturökningen då skedde dock inte lika uniformt över säsonger, eller samtidigt i många olika regioner, så som vi observerar i dagens temperaturökning. Detta indikerar att det som driver klimatförändringar idag inte handlar om samma faktorer som de som drev klimatvariationer då. Klimatsystemet har dock varit utsatt för än större variationer i till exempel nederbörd och temperatur om vi går än längre bakåt i tiden. Till exempel vid avslutningen

av den senaste istiden för mer än 11 000 år sedan, vilken ofta har benämnts vårt bästa paleoklimatiska laboratorium, var klimatförändringarna både stora och dramatiska.

### Att förstå mekanismerna bakom forntida klimatförändringar

En grundläggande förutsättning inom naturvetenskaplig forskning är att förstå hur naturen fungerar, det vill säga orsak-verkan förlopp. Ibland går det att förstå orsakerna bakom förändringar man ser i de geologiska arkiven med hjälp av logiska slutsatser, speciellt om arkiven är väl åldersbestämda och inte ligger alltför långt ifrån varandra geografiskt. Ofta är dock händelsekedjan så lång och komplex att man behöver någon typ av modell för att förstå processerna som varit verksamma. Hur kan vi skapa klimatmodeller som kan återskapa den variation av klimatrelaterade händelser som klimatsystemet genomgått sedan till exempel det senaste istidsmaximumet för 26 000-19 000 år sedan? Sedan dess har inlandsisar försvunnit, den jordskorpan som frigjorts av dessa isars tyngd stigit kraftigt samtidigt som havsnivån höjts med 130 m, klimatfronter förflyttats, atmosfärens växthusgashalter ökat kraftigt, vegetationen både spridit sig och skogsområden torkat ut, och temperaturen stigit i med genomsnitt 4-5 grader – ofta förhållandevis språngvis och med stor variation mellan olika områden. Dessa händelseförlopp skiljer sig mycket från utvecklingen under de senaste århundradena som vi har direkta observationer om.

### Paleoklimat kan rekonstrueras

Med hjälp av geologiska data, så kallade proxies, rekonstrueras hur jordklotet och dess klimat såg ut bakåt i tiden. Inom paleoklimatologi är det speciellt viktigt att rekonstruera klimatsystemets tidigare karakteristika. Det kan röra sig om nederbörds-klimatet i olika områden, temperaturer i atmosfär och hav, havsnivåer, omfattningen av glaciärer och havsis samt olika typer av vegetation och marktytor. En del kan vara svårt att i detalj rekonstruera (såsom nederbörd och mängden havsis), medan andra är mer säkra (såsom havstemperaturer, havsnivåer och vegetation). Med hjälp av astronomiska beräkningar känner vi också i detalj till hur solinstrålningen

vid olika årtider och breddgrader varierat bakåt i tiden. Från Antarktis iskärnor vet vi hur halten växthusgaser har varierat i atmosfären så långt tillbaka i tiden som nästan 1 miljon år. De senare komponenterna kan inkluderas i klimatmodellerna, för att dessa sedan "körs" för att beräkna klimatscenarier bakåt i tiden. Resultaten jämförs sedan med geologernas rekonstruktioner.

På detta vis testar vi om modellerna klarar att simulera paleoklimat för exempelvis 20 000, 10 000 eller 5000 år sedan. Visar det sig att en modell inte gör det tillräckligt bra, behöver modellen undersökas närmare och utvecklas. Detta är viktigt eftersom vi vill att modellerna skall kunna "greppa" hela klimatsystemet, och vi vet att framtidens klimat kommer att skilja sig väsentligt från det vi har idag. Paleoklimatologin är därför en oumbärlig del i utvecklingen och utvärderingen av klimatmodellerna. Samtidigt kommer klimatmodellerna till nytta i studier av forna tiders klimat eftersom de kan användas för att testa olika paleoklimatiska hypoteser om hur klimatet har fungerat under vida olika epoker. Klarar modellerna forntiden, ökar det vår tillit på dem när det gäller att simulera framtiden.



<sup>1</sup> "likely" i IPCCs rapport AR5, 2013



## VAD ÄR FRÅGAN?

**Paleoklimatet ger oss referensramar**

Paleoklimatet är den del av klimatets historia vi inte har några direkta observationer från, utan som rekonstrueras med geologiska data, så kallade proxy data. Direkta klimatmätningar finns endast från det senaste par hundra åren. Genom jämförelser med paleoklimatiska rekonstruktioner kan vi avgöra hur unika dagens observationer är. Vi ser till exempel att dagens koldioxidhalter är de högsta på minst 800 000 år, och att den förhöjda temperaturresponsen vi ser i Arktis idag är unik för perioder med hög koldioxidhalt. Dessutom bidrar kunskap om tidigare klimatperioder till utveckling och utvärdering av klimatmodellerna. Det kan handla om att med klimatmodeller simulera tidigare klimatvariationer och jämföra modellresultat till proxies.

**OM FÖRFATTAREN**

**SVANTE BJÖRCK** är professor i kvartärgeologi vid den Geologiska institutionen vid Lunds universitet. I sin forskning har han arbetat med klimat- och havsnivåförändringar under den senaste istidscykeln i många områden på både norra och södra halvklotet, såsom Europa, Nord- och Sydamerika, Grönland, Antarktis, liksom på ett flertal ögrupper i Nord- och Sydatlanten. Syftet har varit att förstå hur det globala klimatsystemet fungerar när stora klimatförändringar sker. Han har också varit engagerad inom Vetenskapsrådet och KVAs klimatgrupp.

**Kontakt:** [svante.bjorck@geol.lu.se](mailto:svante.bjorck@geol.lu.se)

**KLIMAT I FOKUS** är en serie forskningssammanfattningar som samordnas av Klimatinitiativet vid Lunds universitet. Syftet är att beskriva, belysa och förklara aktuella och centrala begrepp inom klimatforskningen. **KLIMATINITIATIVET** är en fakultetsövergripande satsning vars mål är att lyfta fram och synliggöra den bredd och det djup som karakteriserar klimatforskningen vid Lunds universitet. Klimatinitiativet driver hemsidan Klimatportalen, där man kan ta del av klimatforskningsrelaterade nyheter och evenemang från LU.

**Kontakt:** [klimatportalen@cec.lu.se](mailto:klimatportalen@cec.lu.se)

