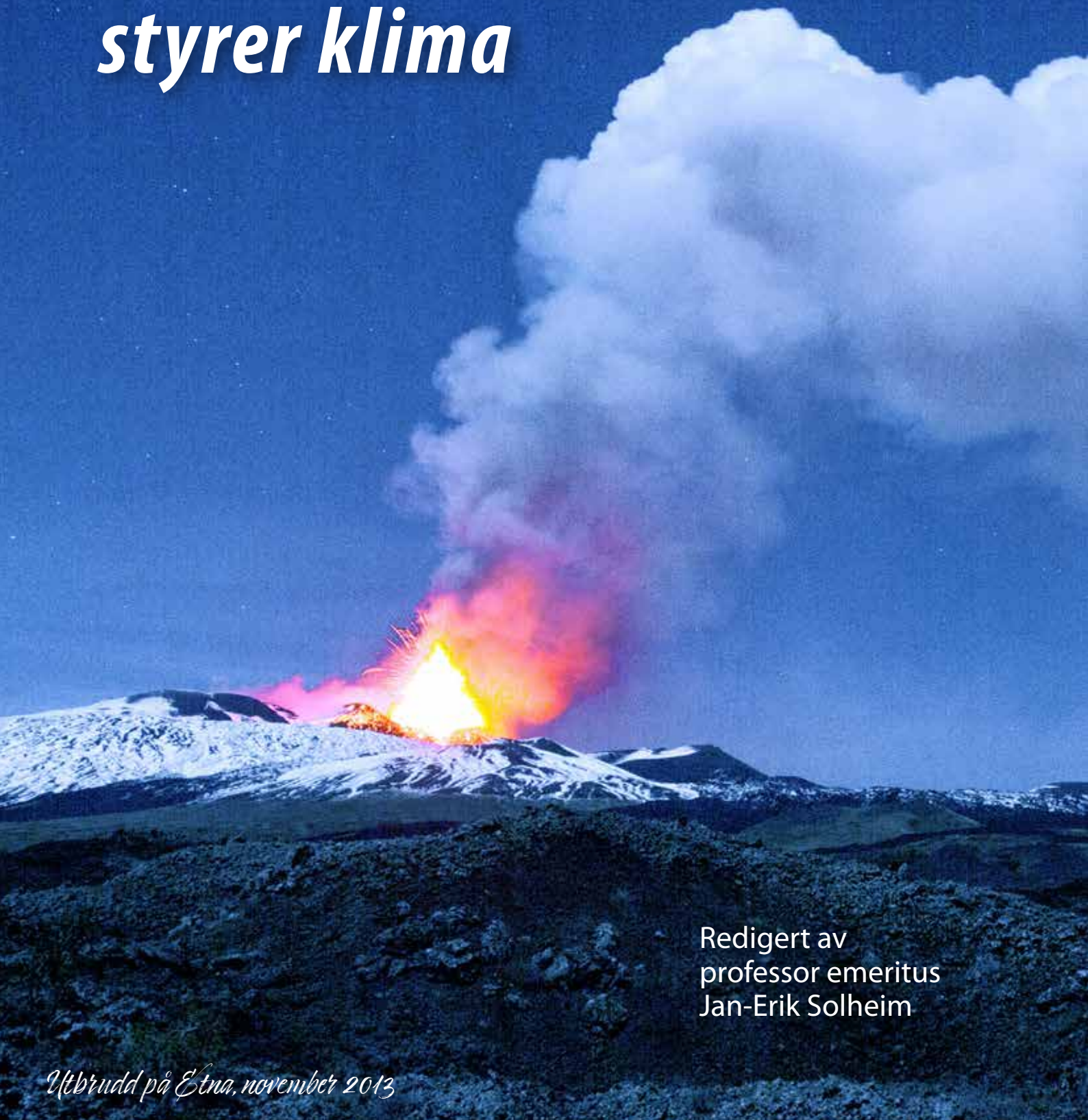


NATUREN

styrer klima



Redigert av
professor emeritus
Jan-Erik Solheim

Utbrudd på Etna, november 2013



KLIMAREALISTENE

www.klimarealistene.com

INNHALDSFORTEGNELSE

<i>Art. 1</i>	Sammendrag	Ole Humlum	5
<i>Art. 2</i>	Problemstilling og utfordring	Ole Henrik Ellestad	6
<i>Art. 3</i>	Det store bildet	Jan-Erik Solheim	8
<i>Art. 4</i>	De siste istidene	Jan-Erik Solheim	12
<i>Art. 5</i>	Temperaturvariasjoner siden siste istid	Ole Humlum	14
<i>Art. 6</i>	De siste 2 000 år	Ole Humlum	15
<i>Art. 7</i>	Administrativ oppvarming	Ole Humlum	16
<i>Art. 8</i>	Urbaniseringseffekt	Ole Humlum	18
<i>Art. 9</i>	Analyse av global temperatur	Jan-Erik Solheim	19
<i>Art. 10</i>	Periodiske variasjoner i hav og vind	Ole Henrik Ellestad	21
<i>Art. 11</i>	Kaldere i Nord-Atlanteren	Ole Humlum	28
<i>Art. 12</i>	Globalt havnivå	Nils-Axel Mörner	30
<i>Art. 13</i>	Havnivå langs norskekysten	Nils-Axel Mörner	32
<i>Art. 14</i>	Isbreer under Den lille istid	Ole Humlum	34
<i>Art. 15</i>	Havis i sør og nord	Ole Humlum	36
<i>Art. 16</i>	Ekstremvær globalt	Kjell Stordahl	38
<i>Art. 17</i>	Ekstremvær og naturkatastrofer i Norge	Kjell Stordahl	40
<i>Art. 18</i>	Vulkaner gir støv i atmosfæren	Jan-Erik Solheim	43
<i>Art. 19</i>	Den variable Sol	Jan-Erik Solheim	44
<i>Art. 20</i>	Solvind, kosmisk stråling og skyer	Jan-Erik Solheim	46
<i>Art. 21</i>	Fra Sol til Jord	Jan-Erik Solheim	48
<i>Art. 22</i>	Iskant, Sol og Golfstrøm	Jan-Erik Solheim	50
<i>Art. 23</i>	Temperaturen styrer CO ₂	Ole Humlum	52
<i>Art. 24</i>	CO ₂ – venn eller fiende?	Tom V. Segalstad mfl.	54
<i>Art. 25</i>	En grønnere klode	Morten Jødal	58
<i>Art. 26</i>	Atmosfærens drivhuseffekt	Ole Henrik Ellestad	60
<i>Art. 27</i>	Drivhuseksperimenter	Jan-Erik Solheim	66
<i>Art. 28</i>	Fingeravtrykket mangler	Jan-Erik Solheim	69
<i>Art. 29</i>	Usikkerheter og feil i IPCCs klimamodeller	Kjell Stordahl	70
<i>Art. 30</i>	James Hansen bommer	Jan-Erik Solheim	73
<i>Art. 31</i>	IPCCs langtidsprognoser	Kjell Stordahl	74
<i>Art. 32</i>	Dommedagsprofetier 'i den beste mening'	Jens Morten Hansen	78
<i>Art. 33</i>	97 % konsensus er galt	Stein Storlie Bergsmark	79
<i>Art. 34</i>	Grønt skifte i Norge	Stein Storlie Bergsmark	80
<i>Art. 35</i>	IPCC – et politisk organ	Ole Henrik Ellestad	82
<i>Art. 36</i>	Politikere og holdninger	Ole Henrik Ellestad	84
<i>Art. 37</i>	Medietaktikk	Ole Henrik Ellestad	85
<i>Art. 38</i>	Norsk klimaforskning	Ole Henrik Ellestad	86
<i>Art. 39</i>	Kostnader ved norske klimatiltak	Ole Henrik Ellestad	87
<i>Art. 40</i>	IPCC var «feltänkt från början»	Sture Åström	88
	Noen forklaringer		89
	Forfattere av dette heftet		90
	Klimarealistenes vitenskapelige råd		91

Alle rettigheter er reservert forfatterne og Klimarealistene.
Kopiering er tillatt med angivelse av kilde.
1. utgave. Desember 2017

**Jan-Erik Solheim, Ole Henrik Ellestad, Ole Humlum, Kjell Stordahl,
Nils-Axel Mörner, Tom V. Segalstad, Jens Morten Hansen, Morten Jødal
Stein Storlie Bergsmark og Sture Åström**

KONKLUSJONER

Vi som skriver dette, representerer til sammen mer enn 300 års erfaring med forskning og formidling i klimarelaterte spørsmål. Vår konklusjon er klar:

- Klimaet består av fysiske parametre som endrer seg langsomt, mens været kan endre seg både raskt og uforutsigbart (kaotisk).
- Jordas klima styres av naturlige prosesser. I tillegg til varme som kommer fra Jordas indre (f. eks. ved vulkanutbrudd), er vår eneste varmekilde vår stjerne, Sola. Det er derfor viktig å forstå hvordan den endrer seg med tiden. Planetene påvirker Sola med korte og lange sykliske variasjoner.
- Jorda har de siste par millioner år befunnet seg i en kald periode (kvartærtiden). Kulden brytes av varmeperioder på 10–15 000 år, kalt mellomistider. Vi befinner oss i mellomistiden Holocen i en langsom avkjøling mot neste istid.
- Vår mellomistid har igjen vært brutt av varmeperioder rundt hvert tusende år. Vi er nå ved toppen av en slik varmeperiode etter å ha vært igjennom en usedvanlig kald periode mellom år 1300 og 1900 kalt Den lille istid.
- Menneskene kan innvirke på klimatiske forhold ved skog- og jordbruk, endring av elveleier, sjøer og bygging av byer. Endringer i lokalmiljø og i prosedyrer for temperaturmålinger samt nedleggelse av en rekke målestasjoner gjør det problematisk å anvende temperaturmålinger ved bakken til å beregne globale temperaturvariasjoner.
- Observasjoner gir ikke grunnlag for å hevde at utslipp av CO₂ fører til høyere temperaturer, økt havnivå eller mer ekstremvær.
- Observasjoner tilsier derimot at temperaturen styrer CO₂-innholdet i atmosfæren. Mer enn 96 % av atmosfærens CO₂ kommer fra naturlige kilder. Bidraget fra fossilt brensel er neppe mer enn 1 %.
- Høyere temperatur og mer CO₂ i atmosfæren er til det beste for alt som lever på Jorda. Vår planet blir grønnere, og fotosyntesen, som forvandler vann og CO₂ til næring for dyr og mennesker, gir mer mat til en økende befolkning.
- Sola var usedvanlig aktiv i det meste av forrige århundre. Den går nå inn i en roligere periode. En svakere Sol betyr mindre varme til Jorda. Vi bør forberede oss på et kaldere klima i dette århundre. Det betyr at det ikke foreligger noe som helst problem med å klare det såkalte togradersmålet. Havet vil heller ikke oversvømme lavtliggende kyster og øyer. I Arktis kan en forvente mer is.
- Klimapanelet (IPCC) reduserer stadig sine globale langsiktige temperaturprognoser fordi disse har vært for høye. IPCC er med på å skape et bilde av en temperaturutvikling som raskt nærmer seg togradersmålet, men dette er feil!
- Årsaken til at temperaturprognosene feiler og blir for høye, skyldes usikkerheter og feil i klimamodellene. Effekt av vanndamp og skydekke gir svært usikker modellering. Solas påvirkning tillegges for liten betydning. Klimamodellene bygger på at CO₂-utslipp fører til temperaturøkning, noe som ikke er observert.

FRA REDAKTØREN

Dette heftet er laget etter oppdrag fra Klimarealistene og er en oppdatert og utvidet versjon av heftet «NATUREN – ikke menneskene – styrer jordens klima!» som utkom første gang i 2011 og i annet, revidert, opplag i 2012.

Vi har utvidet heftet med nye tema som havstigning, is på land og hav, klimaet siden Jorda ble dannet etc. og skrevet mer utførlig om tema som drivhuseffekten, klimasvingninger og Solas klimapåvirkning.

Vi har også invitert medlemmer av Klimarealistenes Vitenskapelige råd til å skrive artikler i tillegg til de opprinnelige forfatterne (Ellestad, Humlum, Solheim og Stordahl) som har fungert som en redaksjonskomite.

Hensikten med heftet er å gi våre medlemmer og andre interesserte faglig informasjon slik at de kan delta i den løpende klimadebatten, som dessverre er blitt en politisk debatt om utslippskutt – hvor faglige argumenter om CO₂s manglende virkning på klimaet blir neglisjert, av politiske grunner.

Heftet består av korte artikler med litteraturlister som viser til aktuell forskning og til Klimanytt som sendes ukentlig til våre medlemmer og kan leses på våre nettsider www.klimarealistene.com. For den som vil følge med i det som skjer med klimaet anbefales også nettsidene www.climate4you.com, hvor oppdatert informasjon legges ut av professor Ole Humlum.

Det er også mulig å kommunisere med forfatterne gjennom vår epostadresse naturen@klimarealistene.com.

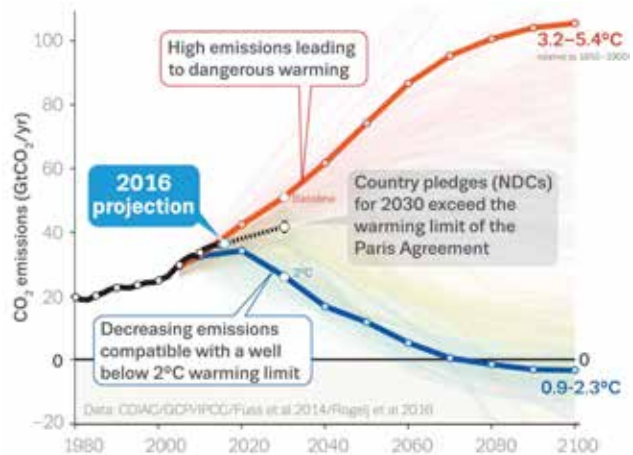
Dette heftet er stort sett skrevet av aktive forskere. Vi er klar over at vi bruker ord og uttrykk som kan være ukjente for folk flest. I teksten har vi prøvd å forklare der vi har plass.

På side 89 har vi skrevet forklaringer til noen uttrykk vi ikke fikk plass til å forklare i de enkelte artiklene. Vi håper det kan hjelpe til i forståelsen av vårt budskap.

Forfatterne har verken mottatt honorar for sitt arbeid, eller skrevet ut fra konklusjoner gitt på forhånd.

En spesiell takk går til Arild Eugen Johansen for hans arbeid med layout av heftet til en høy standard som er et varemerke for Klimarealistene.

Jan-Erik Solheim
Jan-Erik Solheim
redaktør



Parismøtet (COP21) satte et mål på maksimum 2 grader global oppvarming i 2100, og henstilte til alle nasjoner om å arbeide mot dette målet. Det ble enighet om å møtes hvert år for å rapportere sine antatte utslipp. Det neste møtet (COP22) ble holdt i Marrakesh i november 2016. Der ble status, vist ovenfor, lagt fram: Hvis vi ikke reduserer CO₂-utslipp blir det 3,2–5,4 °C globalt varmere (rød kurve). Dette er regnet i forhold til den kalde perioden 1850–1900. Den grå kurven viser hva enkelte land har forpliktet seg til innen 2030. Den blå kurven viser hvordan utslipp må reduseres for å nå et 2 graders mål. i år 2100. «Spaghettikurvene» i bakgrunnen viser spredningen av forskjellige klima- og utslippsmodeller. (<http://www.globalcarbonproject.org>).



Medlemmer av Klimarealistenes Vitenskapelige Råd Nils-Axel Mörner og Jan-Erik Solheim sammen med Dr. Albrecht Glattze, Asociación Rural de Paraguay på COP22 i Marrakesh, hvor de holdt innlegg om at CO₂ ikke fører til høyere temperatur eller havstigning, men derimot til en bedre vekst og mer mat til en voksende befolkning.

Forsidebildet viser et nylig utbrudd fra Etna, Sicilia, Italia tatt 17. november 2013. © Etvulc | Dreamstime.com

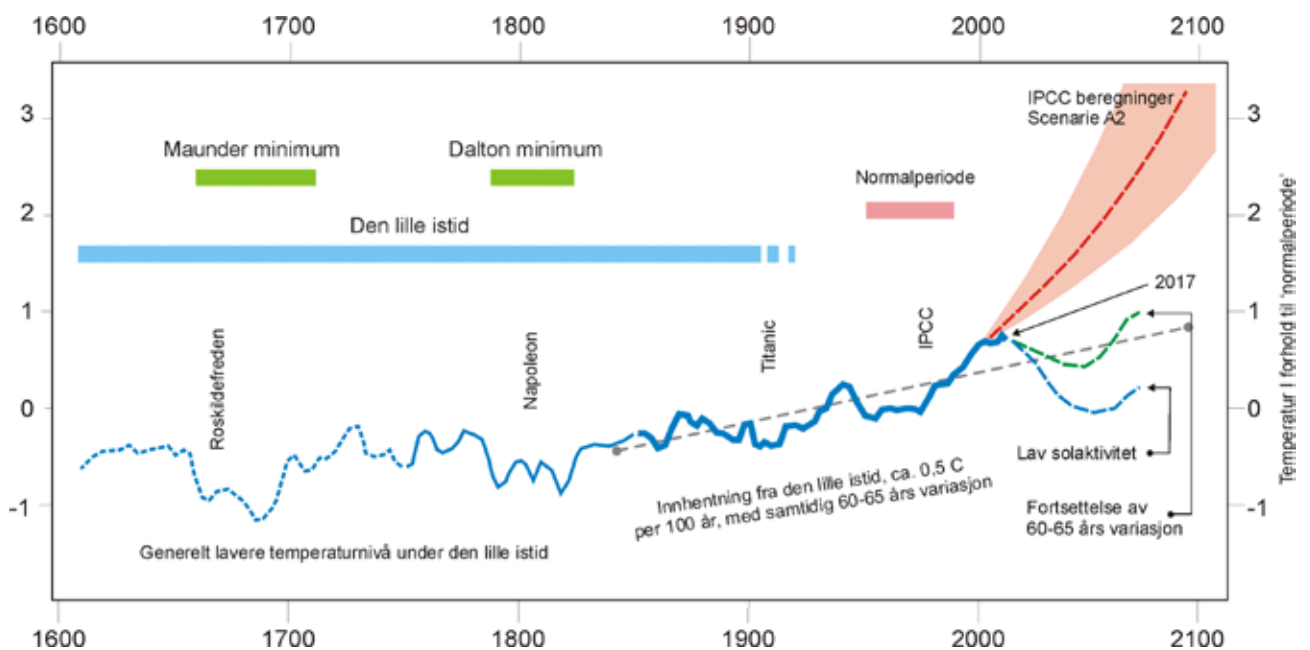


SAMMENDRAG

Den globale oppvarmingen som er observert i vår tid, er innenfor rammen av det som er kjent fra fortiden. Oppvarmingen er dermed også innenfor rammen av naturlige variasjoner, og kan beskrives som en overordnet temperaturstigning siden midten av 1800-tallet på ca. 0,5 grader per 100 år (se figur 1.1).

Så langt er det ikke målt en global oppvarming ut over det naturlige som vi kan forvente. Man trenger ikke et økende nivå

av atmosfærisk CO₂ som forklaring på den utvikling som til nå er målt. Fortsetter utviklingen, vil en sannsynlig global temperaturstigning frem til år 2100 være beskjeden (grå stiplede linje i figur 1.1), og langt mindre enn det som forutsies i klimamodeller (rød sone i figur 1.1). Temperaturen kan muligvis bli noe lavere, da Solen i de kommende år forventes å gå inn i en svakere fase (se figur 19.4).



LITTERATUR

1. IPCC AR4 2007, *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon mfl. (red.), Cambridge University Press, <http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
2. O. Humlum 2009, *Det ustyrlige klima*. Trykkefrihedsselskabets Bibliotek, Danmark. 181 sider. ISBN 978-87-92417-08-4
3. J. Krüger 2016, *Klimamytene Et oppør med tidens CO₂-Panik*, People's Press, København, 256 sider
4. T. Tonvall 2016, *Tänk om det blir kallare? Hur Solens växlande aktivitet påverkar Jordens klimat*, BIZCOM Business Communication, Leksand, Sverige, 177 sider
5. O. Humlum 2017, *The state of the Climate in 2016*, The Global Warming Policy Foundation, GWPF Report 23
6. D. Easterbrook 2016, *Evidence-Based Climate Science*, 2nd. Edition, Elsevier, 432 sider

Figur 1.1. Oversiktsfigur som viser omtrentlige temperaturforhold siden år 1600, basert på forskjellige kilder. Den kraftige blå kurven viser målt temperatur siden 1850, mens den lyseblå kurven viser estimerte temperaturer lenger tilbake i tiden, av gradvis minskende nøyaktighet. Den røde kurven gir IPCCs prognoser frem til år 2100 (scenario A2 (1)), basert på en hypotese om at virkningen av CO₂-utslipp er stor. Den grønne stiplede kurven angir en mulig temperaturutvikling, hvis CO₂s innflytelse er beskjeden. Blir samtidig den fremtidige solaktiviteten svak, kan utviklingen bli som vist med den blå stiplede kurve. Den grå stiplede linjen gir den gjennomsnittlige temperaturutviklingen siden midten av 1800-tallet. Alle temperaturer refererer til en såkalt 'normal' temperatur, beregnet som gjennomsnitt for den relativt kalde perioden 1961–1990. Noen klimarelaterte historiske begivenheter er markert langs temperaturkurven. Maunder og Dalton minimum viser til perioder med liten solaktivitet.



PROBLEMSTILLING OG UTFORDRING

Naturlige variasjoner har gjennom historien forårsaket langt større klimavariasjoner på kloden enn i dag. Under Holocen (Art. 5, figur 5.1) var temperaturene flere grader høyere, spesielt på nordlige deler av kloden, enn endringene siste 60 år, som FN's klimapanel (IPCC) tar utgangspunkt i når de konkluderer med at mer enn 50 % av temperaturstigningen er menneskeskapt. Ifølge deres egne anslag har sannsynligheten for at denne konklusjonen er korrekt, økt fra merkbart (1996) til ekstrem (95 %) i 2013 (1), men dette støttes ikke av data.

De to internasjonale hovedretningene i klimaforskningen kan illustreres i figur 2.1 publisert av Syun-Ichi Akasofu (2), en av verdens ledende geofysikere, grunnlegger og leder av Arctic Research Center, Fairbanks, Alaska. Han har nærmere 600 publikasjoner, inklusive 10 bøker, flere priser, var to år blant verdens 1 000 mest siterte forskere og er medlem av den japanske vitenskapelige komiteen som ikke støttet IPCC-konklusjonen.

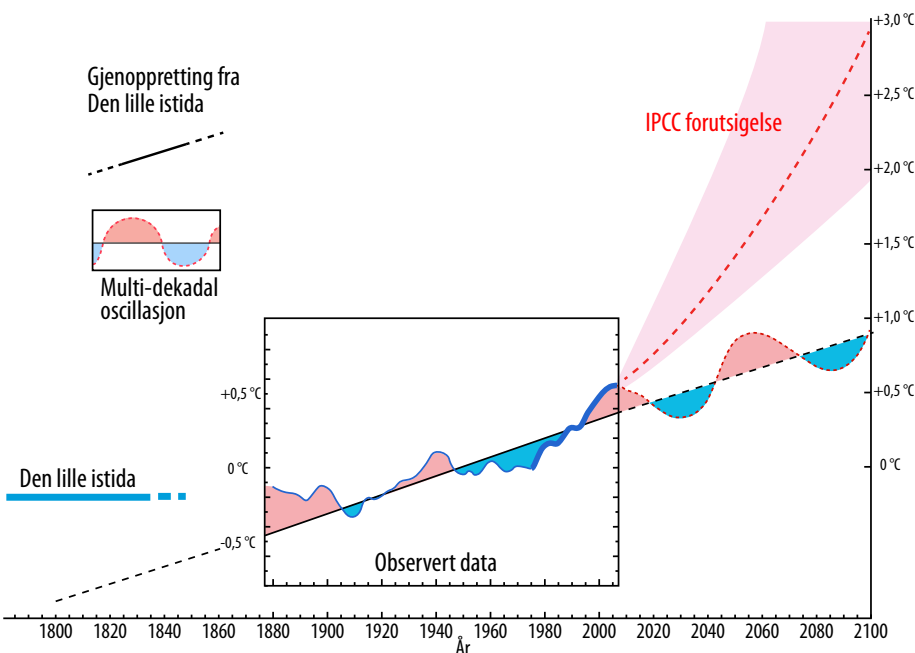
Prinsippskissen viser den globale middeltemperaturen gitt ved HadCRUT-serien 1870–2008 i figur 2.1, som er sentral i IPCCs rapporter. Kurven slynger seg om middelverdien (sort stiplet linje fremkommet ved standard regresjonsanalyse) med angitte varmere (røde) og kaldere (blå) perioder. Dette er også vist i figur 1.1. Økningen er på ca. 0,5 °C per 100 år. Trendfremskrivning av denne til år 2100 gir en økning på ca. 0,8 °C. I tillegg observeres om denne linje et avvik på ca. ±0,2 °C ved naturlige, sykliske oscillasjoner (blå, rød) med periode på ca. 60 år. De tre oppvarmingsfasene 1850–80 (se figur 1.1), 1915–40 og 1975–2008, med kaldere mellomliggende perioder 1980–2005, har tilnærmet like karakteristika med en oppvarmingshastighet på 0,16 °C per dekad. Denne prinsippskissen er i figur 1.1 forlenget tilbake til år 1600, basert på proxy observasjoner. I samme figuren er også vist scenarier for mulig temperaturutvikling fram til år 2100.

Det fundamentale vitenskapelige spørsmålet er om temperaturutviklingen vil følge det tidligere oscillerende forløp, slik som en mer detaljert analyse viser (se Art. 5 og 9), eller følge beregningene og ligge innen det angitte skraverte felt (rødt) som en fortsettelse av den mørkeblå linjen, hvor IPCCs modeller befinner seg (se Art. 21 og 29). Dette er en reell vitenskapelig problemstilling som bare kan løses ved klassiske vitenskapelige prinsipper der teori må forklares og overensstemme med observasjoner over lange tidsperioder. Konsensus eller teorier ut over dette, organisasjoners, medias eller politikeres oppfatning har ingen plass.

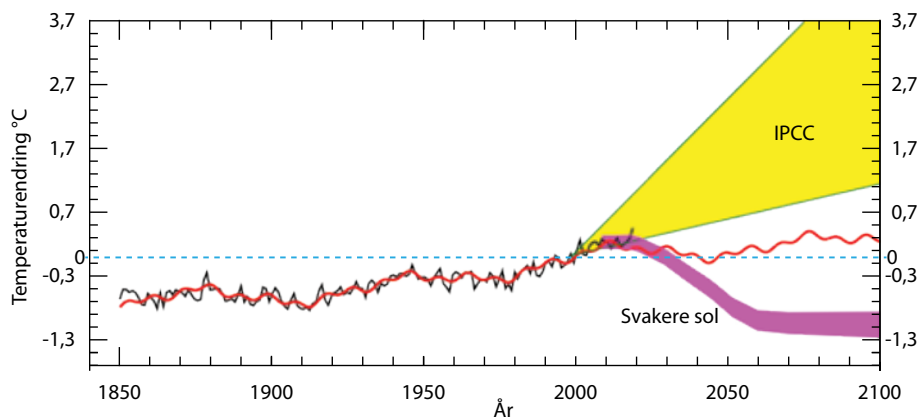
IPCCS CO₂-HYPOTESE

IPCC legger til grunn at den fete blå linjen fra slutten av 1970-årene i hovedsak skyldes økende effekt fra infrarød aktive gasser, hovedsakelig CO₂, som hemmer utstråling fra bakken. Fortsatt utslippøkning beregnes til å ville gi en økning på 3,5–5 °C (skravert rødt) i år 2100. CO₂ skal bare gi ca. 1 °C ved dobling, men effekten antas forsterket av mer vanndamp. Det måles imidlertid mindre vanndamp i de viktige atmosfærelag. Siste rapport i 2013 (1) reduserte temperaturøkningen til mellom 1,0–2,5 °C og ikke over 3,0 °C, slik som vist i figur 2.2, for en transient temperatur, dvs. en temperatur som ikke helt har stabilisert seg. IPCC hadde ikke holdepunkter for å angi en middelverdi for en fremtidig oppnådd likevektstilstand. Basert på utslippsscenarioer for 2100 ville temperaturøkningen bli som tidligere på 3,0–4,5 °C.

Manglende fastsettelse av en mest sannsynlig verdi i år 2100 er en påfallende mangel hos IPCC og viser, sammen med den store spredningen, en betydelig usikkerhet i beregningene. 2013-rapporten antyder i realiteten en mindre CO₂-effekt enn tidligere. Men hovedpoenget er at i IPCCs beregninger er all oppvarming tillagt 'drivhusgassene'. De varierende kalde og varme periodene (blå og røde markeringer) forklares i andre deler av rapporten med effekter knyttet til eksistens eller fravær av vulkanutbrudd



Figur 2.1. Observerte temperaturvariasjoner for global temperatur 1870–2008 (blå kurve) som viser naturlige variasjoner i forhold til en jevn stigning på ca. 0,45 °C pr 100 år. Temperaturstigningen startet omkring 1850 ved avslutningen av Den lille istid. Perioder med lavere temperatur er skravert blått – med høyere temperatur skravert rødt. Den tykke blå kurven viser temperaturstigningen fra 1975–2000 som ifølge IPCC skyldes våre utslipp av CO₂, men som like gjerne kan skyldes naturlige variasjoner. Observert temperatur (HadCRUT3) er gitt i forhold til gjennomsnitt 1961–90. Figur fra (2).



Figur 2.2. Observert global temperaturendring (i forhold til gjennomsnitt 1991–2000), sammenlignet med modell med periodiske variasjoner (rød) og framskrivninger av IPCC (1) samt mulig svakere Sol etter prognose fra en russisk solforsker (6) (Figur: Jan-Erik Solheim).

eller aerosoler, som begge regulerer varme-tilgang og -avgivelse. Selv med de små variasjonene er kurvetilpassingen svak, aerosoler er ikke målt, men estimert i likhet med vulkaneffekter. Kurvetilpassningen bestemmes av forskernes valg med stor fleksibilitet, og har derved liten 'beviskraft'.

TOLKNING SOM NATURLIGE, PERIODISKE FENOMENER

Professor Hubert Lamb (1913–1997), verdens ledende klimatolog i siste halvdel av 1900-tallet og den som etablerte den systematiske klimavitenskapen, skrev (3) at temperaturen steg i 1920–30-årene uten markant CO₂-økning. Da CO₂-mengden økte markant fra 1950, sank temperaturen for en lengre periode. Det må derfor være noe annet og naturlig som dominerer klimavariasjonene. Han henviste til de viste kurvevariasjonene, men også andre data og referanser i denne (3), senere publisert i hans anerkjente bok (4).

Den lille istid som sluttet 1850–1900, var ingen normaltilstand, men minimumstemperatur i en ca. 1 000 års syklus som har gitt markante varmetopper i Bronsealder, Romertid og Middelalder og som nå er på vei mot en ny topp i moderne tid (se Art. 5 og figur 5.1). Den midlere lineære langtidstendensen på ca. 0,5 °C pr hundreår siden ca. 1850 er en naturlig del av denne syklusen. Sola har i perioden 1923–2001 hatt sitt sterkeste «Grand Maximum» på 7 000 år (se Art. 19 og spesielt figur 19.3). Oppvarming registreres også på andre planeter og måner i vårt solsystem med helt ulike atmosfærer f.eks. Neptun (5). Isen smelter også på en av Mars' poler. Disse variasjoner kan forklare hele den lineære endring (sort prikket linje i figur 2.1), eventuelt med et beskjedent bidrag fra CO₂.

De oscillerende ca. 60-årsperioder er heller ikke IPCCs 'fingeravtrykk' med en jevnt økende atmosfærisk konsentrasjon av CO₂. Effekten fra CO₂ slik IPCC beregner den, kan eventuelt ligge som en andel av den gradvise lineære oppvarmingen. Men da dreier det seg om under 0,5 °C per hundre år, høyst sannsynlig bare et marginalt bidrag ettersom oppvarmingen fra Den lille istid har markert seg som et naturlig periodisk fenomen.

Figur 2.2 viser framskrivning av global temperatur med lineær trend, pluss 3 periodiske variasjoner (9, 22, 66 år) (se Art. 9), sammenlignet med IPCCs framskrivninger (Art. 31 – med det høyst spekulative IPCCs beregningsscenariet RCP 8.6) og mulig utvikling med svakere Sol (Art. 19). Det er disse naturlige variasjonene som høyst sannsynlig har modulert bidraget fra 1000-års syklusen, med tilnærmet utflating av global middeltemperatur siste nærmere 20 år som resultat. Innen 5–10 års tid er det sannsynlig at naturen selv vil gi de svar som repetisjon av tidligere mønstre skulle tilsi. Mange av disse og svakheter med modellene er omtalt i de følgende artikler.

LITTERATUR

1. IPCCAR5 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. F. Stocker mfl., (red.), Cambridge University Press, 1535 s., <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>
2. S.-I. Akasofu 2010, *On the recovery from the Little Ice Age*. Natural science, vol 2, 1211–1224
3. H. H. Lamb, UNESCO CHRONICLE, september 1973 . Se også en utvidet artikkel: http://people.iarc.uaf.edu/~sakasofu/pdf/two_natural_components_recent_climate_change.pdf
4. H. H. Lamb 1982, *Climate, History and the Modern World*, Methuen, London, 387 sider
5. M. Hammel og M. Lockwood 2007, *Suggestive correlations between the brightness of Neptune, solar variability and Earth's temperature*, Geophysical Research Letters, 34, L08203
6. H. Abdussamatov 2013, *Grand Minimum of the Total Solar Irradiance leads to The Little Ice Age*, SPPI Original Paper, Nov 25



Jan-Erik Solheim

DET STORE BILDET

Menneskene har sitt tilhold på en blå planet i et solsystem i en galakse vi kaller Melkeveien. Planeten er blå, fordi mer enn 70 % er dekket av vann. Vannet fordampes og kondenserer og danner hvite skyer. Skyer reflekterer sollys og skyer gir oss nedbør. På denne planeten opplever vi variasjoner i lys og varme: Dag og natt, sommer og vinter. Vi som bor langt mot nord, opplever snø og is og flammende nordlys. Planetens overflate endrer seg på mange tidsskalaer. Først skal vi se på de virkelig langsomme endringene.

STARTEN

Universet som vi lever i, ble til for 13,6 milliarder år siden. Da skjedde «Det store smellet», eller «Big Bang», som det også kalles. Tiden begynte å gå. Fysikkens lover, slik vi kjenner dem, ble etablert. Stoff ble dannet, men kun enkle elementer som hydrogen og helium. Alle partikler ble satt i bevegelse bort fra hverandre, men gravitasjonskrefter holdt igjen samlinger av partikler, som ble til første generasjons stjerner – som igjen samlet seg i galakser. Disse vokste selv om en ukjent kraft, som vi i dag kaller *mørk energi*, fikk galakser til å fjerne seg fra hverandre.

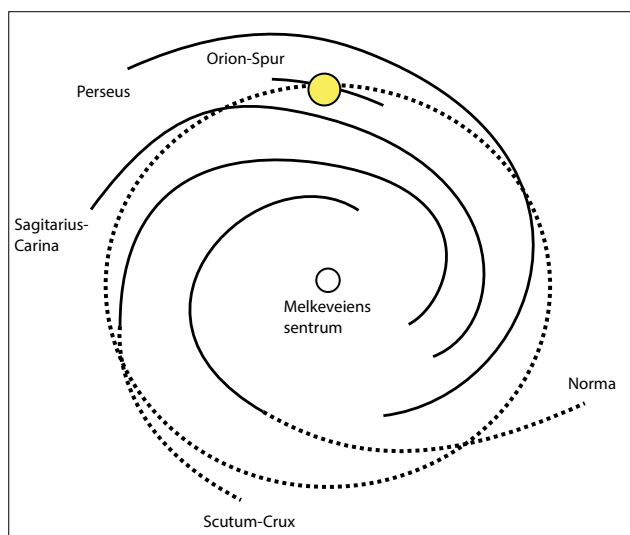
Figur 3.1 Den blå og hvite planeten. Den russiske romstasjonen MIR i forgrunnen (NASA ID sts091-707-090)



Figur 3.2 En galakse M74, med spiralarmene med støv og gass. Nye, blå stjerner blir dannet i spiralarmene og en stjerne har eksplodert som en supernova, som lyser som en sterk stjerne nede i venstre hjørne. Supernovaen ble oppdaget 25. juli 2013 og ble først fotografert av amatørastromomen Christina Feliciano. (ESO/PESSTO/S. Smartt - <http://www.eso.org/public/images/potw1335a/>)

MELKEVEIEN –VÅR GALAKSE

Melkeveien er en spiralgalakse som ligner den som er avbildet i figur 3.2. Den inneholder mellom 100 og 400 milliarder stjerner. Den har armer av støv og gass hvor det hele tiden dannes nye stjerner. Inne i stjerner er det stor tetthet og trykk. Temperaturen går opp i millioner av grader. Når temperatur og trykk blir høyt nok startes kjernereaksjoner. Hydrogen omdannes til helium, og helium kan omdannes til tyngre elementer som karbon og oksygen. Dette er stoffer som er grunnlaget for livet på Jorda. Vi er også avhengig av tyngre elementer som silisium og jern. De produseres også inne i stjerner. Når elementer som hydrogen, helium, karbon og oksygen slår seg sammen og danner tyngre elementer blir masse omdannet til energi, etter Einsteins berømte ligning $E=Mc^2$, hvor M er masse og c lyshastigheten. Denne energien gjør at stjerner lyser, og de lyser så lenge det er stoffer å forbrenne. De fleste stjerner forbrenner sine stoffer langsomt, og lever lenge. Men noen har samlet mer stoff enn andre. De brenner sine stoffer raskere, og produserer stadig tyngre elementer. Men når elementet jern produseres i stjernas indre, skjer det ved en prosess som krever energi. Plutselig faller trykket som holder stjerna sammen. Den eksploderer som en supernova, og de tyngre stoffene og andre stjerne rester, blir spredt utover i galaksearmen der unge stjerner holder til. En supernova er synlig i nedre venstre hjørne i figur 3.2.



Figur 3.3 Solsystemets bane gjennom Melkeveiens spiralarm. Vår sols plassering er den gule sirkelen i en kort spiralarm mellom to dominerende armer. Spiralarmene dreier seg langsomt om Melkeveiens sentrum, men raskere enn solen i sin bane. Solen vil derfor passere gjennom spiralarmene. Figur fra J. Krüger (1).

VÅR Plass

En skisse av Melkeveiens spiralarm er vist i figur 3.3. Spiralarmene roterer mot urviseren. Vårt solsystem er i ytterkanten av galaksen og beveger seg langsommere enn spiralarmene. Den gule sirkelen viser hvor vår stjerne Sola, befinner seg nå. Den er inne i en liten spiralarm som kalles «Orion-spur», en tverrforbindelse mellom spiralarmene Perseus og Sagittarius-Carina. Avstanden fra Sola til sentrum av Melkeveien er omtrent 27 000 lysår og Sola med sine planeter bruker omtrent 230 millioner år på et omløp.

TYNGRE STOFFER

En supernovaeksplosjon fant sted i en spiralarm i Melkeveiens ytre områder for omkring 5 milliarder år siden. Tyngre elementer fra denne supernovaeksplosjonen ble, sammen med støv og gass fra spiralarmen, dratt sammen til nye stjerner. En av disse ble til vår Sol – som er en annen generasjons stjerne fordi den har tyngre elementer enn kun hydrogen og helium. Stoff som ble til overs ble liggende i en roterende skive rundt stjerna, og i denne skiva ble det dannet planeter for 4,6 milliarder år siden. De tyngre stoffene ble samlet i de indre planetene som vi kaller steinplanetene. Planeter lengre ute vokste seg større og ble til gassplaneter uten fast overflate. Stoff som ble til overs ble til dvergplaneter eller mindre objekter som vi observerer som komet. Noen av de mindre objektene ble fanget av planetene og ble til deres satellitter eller måner.

VÅR PLANET

Steinplaneten Jorda er nesten kuleformet, den har en radius ved ekvator på 6 378 km og en polradius 21 km mindre. Den er omtrent 150 millioner km fra Sola, og beveger seg som de andre planetene i en ellipseformet bane. Jorda er en av få kloder i solsystemet som er geologisk aktiv. Jordskorpa er delt inn i tektoniske plater som flytter seg i forhold til hverandre. I sprekke mellom platene oppstår det jordskjelv og vulkanske utbrudd.

SJEFEN BLANT PLANETENE

Kjempeplaneten Jupiter har 318 ganger mer masse enn Jorda, og er solsystemets hersker. Den har en omløpstid rundt Sola på 11,86 år. Dens store masse gjør at den kan trekke til seg og forandre banen til mindre objekter som kommer for nær. Den hadde i 2017 hele 69 verifiserte måner. Mange objekter som kommer for nær Jupiter blir tvunget til å skifte bane, og dette kan føre til at de treffer Jorda. Et slikt treff kan ha ført til at en stor bit av Jorda ble slynget ut og ble til Jordas store Måne.

PLANETENE PÅVIRKER SOLA

Som følge av planetenes varierende avstand og retning til Sola får de Sola til å flytte på seg i forhold til solsystemets massetyngepunkt. Kjempeplanetene Jupiter, Saturn og Uranus får Sola til å bevege seg i et komplisert mønster rundt massetyngepunktet, som er vist i figur 21.1. Solas bevegelse fører til variasjoner i Solas energiproduksjon og hvordan den påvirker sine omgivelser, noe vi observerer som klimavariasjoner (se figur 21.2). Siden planetsystemets bevegelser kan beregnes med stor nøyaktighet, betyr dette at vi kan beregne hvordan Solas energiproduksjon og aktivitetsmønstre vil endre seg med tiden. Planetenes stilling kan gi oss informasjon om når endringer kan skje, men siden Jorda er en dynamisk planet, hvor mange prosesser virker til enhver tid, kan vi ikke alltid forutsi hvilken retning forandringen vil ta.

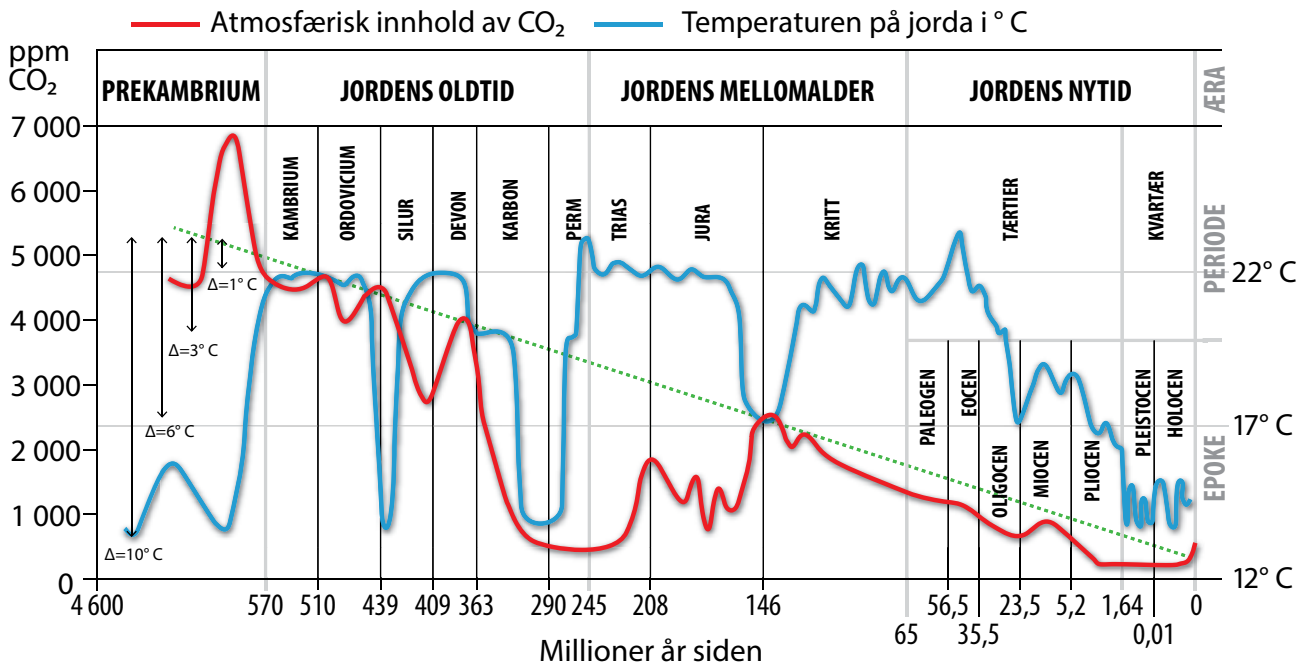
Planetene Merkur, Venus, Jorda og Jupiter er også i stand til å lage tidevannsbølger på Solas overflate. Selv om disse bølgene er små gir de ekstra energiblaff fra Sola, som følger planetenes konfigurasjoner. Disse energiblaffene påvirker i sin tur både Jorda og Månen. Det er derfor god grunn til å følge med i planetens stilling i forhold til Sola (2).

SYNKRONISERING AV PERIODER I SOLSYSTEMET

Solsystemet har vært en fredelig plass i 5 milliarder år. Det har ikke kollidert med andre stjernesystemer eller vært utsatt for supernovaeksplosjoner i nabolaget. Det har ført til en synkronisering av planeters og månens perioder som er ganske forbløffende. Synkronisering i solsystemet er kjent siden oldtiden, blant annet beskrevet av Pytagoras fra Samos (570–490 F. Kr) som «sfærenes musikk». En moderne beskrivelse av synkroniseringen er gjort av Nicola Scafetta (3). For eksempel går Jorda i sin bane 8 ganger rundt Sola, mens Venus går 13 ganger. Dessuten roterer Venus omkring sin egen akse på 243 døgn, som er 2/3 av et år. Videre er Månens periode i forhold til stjernehimmelen (siderisk periode) på 27,3 døgn, som er den samme som Solas rotasjonsperiode (Carrington-perioden) sett fra Jorda. Scafettas konklusjon (3) er at solsystemet oscillerer med harmoniske komponenter med en hovedperiode på 178,4 år, som driver både sol- og klimaperioder. Ytterligere beskrivelse av de komplekse, synkroniserte, periodiske relasjoner er gjort i spesialnummer av tidsskriftet Pattern Recognition in Physics (4).

BOMBARDEMENT AV KOSMISK STRÅLING

Kosmisk stråling fra verdensrommet treffer Jordas atmosfære og spalter luftens molekyler i små partikler med elektrisk ladning (aerosoler). Disse kan vokse til dråper og danne skyer som reflekterer solstråling og gjør Jorda kaldere. Når solsystemet passerer gjennom Melkeveiens spiralarm opplever vi kalde perioder, mens vi har varme perioder når Jorda er mellom spiralarmene.



Sammenhengen mellom kosmisk stråling, aerosoler og dråpedannelse er påvist teoretisk og eksperimentelt av den danske astrofysiker Henrik Svensmark (5, 6) og verifisert ved CLOUD-eksperimentet ved CERN (7, 8) (se Art. 20).

KALDE PERIODER

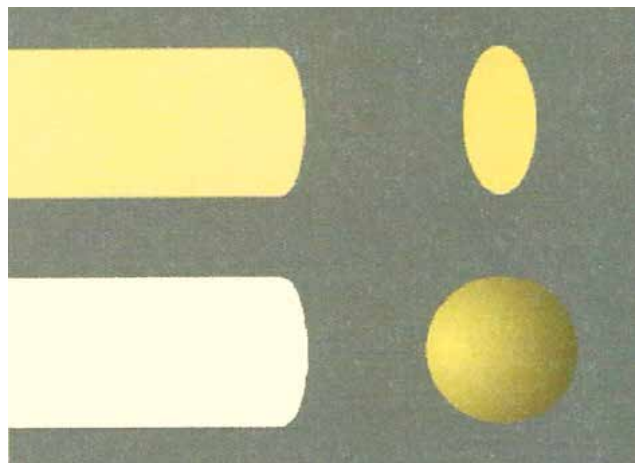
Passasje gjennom spiralarmen, med økte mengder av kosmisk stråling fra supernovaer i nærheten, har ført til perioder med kraftig avkjøling av Jorda. Figur 3.4 viser Jordas klima de siste 4 600 millioner år. Vi ser at gjennomsnittstemperaturen til Jorda er ca. 22 °C, men at den falt til 13 °C for 450 og 300 millioner år siden ved passasje gjennom de store spiralarmene. Da var Jorda isdekket omtrent til ekvator. For tiden er vi på vei gjennom en mindre spiralarm ved navn Orion-Spur, og er primært i en istidsperiode. Men takket være planeten Jupiter og de andre store planetene som har ført til variasjoner i jordbanen (se figur 4.2 og 4.3), samt plasseringen av Jordas flytende kontinenter, befinner vi oss akkurat nå i en mellomistid og har et behagelig klima med ca. 14 °C som global gjennomsnittstemperatur.

DRIVHUSEFFEKT PÅ STEINPLANETER MED ELLER UTEN ATMOSFÆRE¹

I vårt planetsystem finner vi kjempeplanetene Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun. De består av gass tvers igjennom. De har også mesteparten av solsystemets masse utenom Sola, og de kan forandre Solas bane rundt tyngdepunktet i solsystemet, slik som demonstrert i figur 21.1. De øvrige planeter, småplaneter og måner har fast overflate og i variabel grad atmosfærer. Vi kaller dem for steinplaneter. I det følgende skal jeg beskrive et arbeid av Nikolov og Zeller (9) som viser at Jorda har en naturlig drivhuseffekt som varmer opp atmosfæren ca. 90 K. Denne oppvarmingen er en funksjon av to parametre: avstand fra Sola og atmosfærisk trykk ved overflaten. Den naturlige drivhuseffekten er ikke avhengig av minoritetsgasser som karbondioksid, metan og vanddamp.

Figur 3.4 Jordas klima de siste 600 millioner år. Legg merke til at CO₂-innholdet i atmosfæren (rød kurve) ser ut til å endre seg uavhengig av temperaturen (blå kurve). Jorda er nå i en kald periode med lite CO₂. (http://www.biocab.org/Climate_Geologic_Timescale.html)

Figur 3.5 Den vanlige metoden for å beregne en middeltemperatur for Jorda uten atmosfære tar som utgangspunkt at en sirkel har et areal som er 1/4 av en kuleflate med samme diameter. Strålingen fra Sola blir derfor fordelt med 1/4 på hver av 4 sirkelflater med samme diameter som Jorda (øverste figur). Hver av sirkelflatene får da en temperatur på $T_e = 256 \text{ K}$, dersom 70 % blir absorbert. Siden Jorda har en bakketemperatur på ca. 14 °C eller 287 K, gir dette en atmosfæreffekt på 31 K, som brukes som mål på drivhuseffekten. Dette er feil. Nederste figur viser at solstrålene er sterkest rett mot Sola, og at vi selvsagt ikke har noe solstråling på nattsiden. Regner vi oppvarming og utstråling fra små områder på bakken, som også er i stand til å holde på varmen, finner Nikolov og Zeller (9) en middeltemperatur uten atmosfære på 197 K, det vil si en drivhuseffekt på 91 K.



¹ I dette avsnitt brukes Kelvin for temperatur. 0 K = -273 °C

For å kunne bedømme hvor mye varmer en planet blir med atmosfære må vi først beregne eller måle temperaturen uten atmosfære. Den korrekte måten å finne en gjennomsnittstemperatur på er den som er vist i figur 3.5 (nederst).

For Jorda er vi så heldige at vi har en nabo Månen hvor det er målt en gjennomsnittstemperatur på 197 K, som svarer til Jordas overflatetemperatur uten atmosfære. Jordas middeltemperatur er beregnet til $14,3 \pm 0,5$ °C eller 287,4 K. Ved hjelp av klassisk dimensjonsanalyse har Nikolov og Zeller (9) konstruert en rekke mulige sammenhenger som korrelerer best med observasjoner. Den sammenheng som ga ekstremt god tilpasning var en enkel formel $T_s/T_{na}=f(P)$ hvor P er atmosfæretrykket ved bakken, T_{na} er overflatetemperatur uten atmosfære og T_s er overflatetemperatur med atmosfære. Denne funksjonen er vist i figur 3.6 og vi ser at den gjelder både for Jorda, Mars og Venus, samt månene Triton og Titan. Nikolov og Zeller fant en svært dårlig sammenheng mellom drivhusgasser og temperatur og forkastet dette som forklaring.

Nikolov og Zeller fant at det kun var to parametre som bestemmer temperaturen ved overflaten, trykket P og solinnstrålingen S . Dersom en steinplanet eller måne har samme albedo eller varmekapasitet som Månen fant de en sammenheng $T_{na}=32,44 S^{0.25}$, hvor S er solar flux. I tabell 3.1 vises beregnede verdier for T_e , T_{na} og den observerte temperatur ved overflaten med atmosfære (T_s).

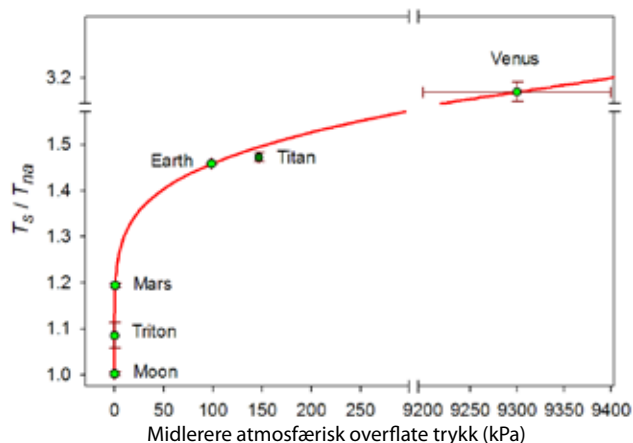
Jordas bakketemperatur er 91 K høyere enn den ville vært uten atmosfære. Det har vært vanlig å regne effektiv temperatur som det Jorda ville hatt uten drivhuseffekt, og det gir en forskjell: $T_s - T_e = 31$ K som brukes for å forklare Jordas drivhuseffektoppvarming. Men T_e er en ikke-eksisterende temperatur. En virkelig temperatur må beregnes på bakken i små områder som legges sammen og vektet etter areal, slik som T_{na} er beregnet. Drivhuseffekten som skyldes atmosfære er derfor ca. 3 ganger større enn drivhuseffekt ved strålingslikevekt (T_e).

	Avstand fra Sola AE	Effektiv temp. T_e	Uten atm. T_{na}	Med atm. T_s	Drivhuseffekt $T_s - T_{na}$
Venus	0,72	185	232	737	505
Jorda	1,0	256	197	287	91
Månen	1,0	279	197	197	0
Mars	1,52	212	160	191	31
Titan	9,58	84	64	94	30
Triton	30,07	39	36	39	3

Tabell 3.1 Temperaturer og drivhuseffekt beregnet og observert for steinplaneter og måner i solsystemet (temperaturer angitt i Kelvin (K), avstand i Astronomisk Enhet (AE), som er lik Jordas middellavstand fra Sola) (9).

KONKLUSJON

I mer enn 190 år har forskere hevdet at atmosfæren har vært i stand til å varme Jorda ved å absorbere IR stråling og sende denne tilbake til Jorda. Enkle forsøk (Art. 27) og observasjoner i atmosfæren (Art. 28) viser at det ikke er mulig å måle noe



Figur 3.6 Den relative forsterkning T_s/T_{na} som funksjon av atmosfærens trykk ved overflaten av planeter og måner med eller uten atmosfære. Viser (rød linje) en funksjonsammenheng som gjelder helt fra Månen som ikke har atmosfære til Venus som har 94 ganger større trykk ved overflaten enn det Jorda har. Figur fra (9).

ekstra varme pga. mer CO₂ og andre drivhusgasser. Mangel på oppvarming skyldes at i en åpen planetatmosfære, som er vesentlig forskjellig fra et drivhus lukket med vegger og tak, vil varme primært bli transportert bort ved konveksjon eller fordampning. Dette er diskutert i mer detalj i Art. 26. Det er derfor ikke å forundre seg over at klimamodellene som bygger på at atmosfæren lar seg varme opp av klimagasser, ikke er i stand til å gi realistiske prognoser for fremtidig klima (Art. 29–31) og at våre politikere gjør gedigne feilinvesteringer for å «redde klimaet» på Jorda ved å bygge på slike gale prognoser (Art. 36 og 39).

LITTERATUR

1. J. Krüger 2016, *Klimamytene*, People's Press, København 256 sider
2. T. Landscheidt, 1988, *Sun-Earth-Man a Mesh of Cosmic Oscillations*, Urania Trust, London, 112 sider
3. N. Scafetta 2014, *The complex planetary synchronization structure of the solar system*, Pattern Recognition in Physics, 2, 1–19
4. N.-A. Mörner mfl. 2013, *Pattern in solar variability, their planetary origin and terrestrial impacts*, http://www.pattern-recogn-phys.net/special_issue2.html
5. H. Svensmark 2007, *Cosmoclimatology: a new theory emerges*, *Astronomy and Geophysics*, Nr. 48, 1.18–24
6. Klimanytt 32, 2013, *Fra eksploderende stjerner til skydannelse på Jorda – nye resultater fra Svensmarks gruppe*
7. Klimanytt 69, 2014, *CERN-eksperiment viser sammenheng mellom skog, kosmisk stråling og skyer*
8. Klimanytt 159, 2016, *Kosmisk stråling påvirker skydannelsen – banebrytende CERN-data*
9. N. Nikolov og K. Zeller 2017, *New Insights on the Physical Nature of the Atmospheric Greenhouse Effect Deduced from an Empirical Planetary Temperature Model*. Environmental Pollution Climate Change 1:112



DE SISTE ISTIDENE

Jorda er nå inne i en periode med istider. De varer 80–100 000 år; avbrutt av mellomistider på 10–15 000 år. Under istidene bygges det opp iscapper med tykkelse 2–3 km over kontinentene på den nordlige halvkule. Vannstanden synker i verdensbavene. I mellomistidene smelter det meste av isdekket og havet stiger. I dag er vi i en mellomistid hvor ca. 11 % av overflaten er isdekket, mens maksimum under de siste istider har vært omkring 30 % isdekket. Under istidene har det vært opptil 20 °C kaldere i polområdene, mens det omkring ekvator kun har vært 3–6 °C kaldere enn nå.

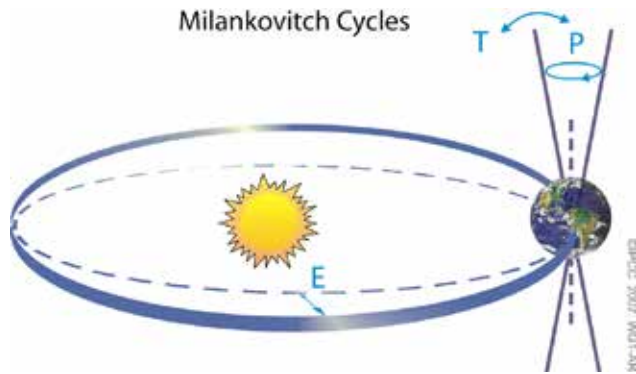
TEMPERATUR OG CO₂ I ISTIDENE.

Vandring av kontinentalplatene har ført til at store landområder er samlet ved Jordas poler. Her kan isen bre seg utover. I figur 4.1 ser vi hvordan temperatur og CO₂-innhold i isen i Antarktis har variert de siste 400 000 år, hvor vi har hatt 4 istider og 5 mellomistider. Vi ser at CO₂ og temperatur i isen følger hverandre, men dog slik at CO₂-mengden øker flere hundre år etter temperaturen. Dette forklares enkelt ved at en varm atmosfære kan holde på mer CO₂ enn en kald atmosfære, mens CO₂ er mindre oppløselig i varmt enn kaldt vann. (se Art. 23 og 24).

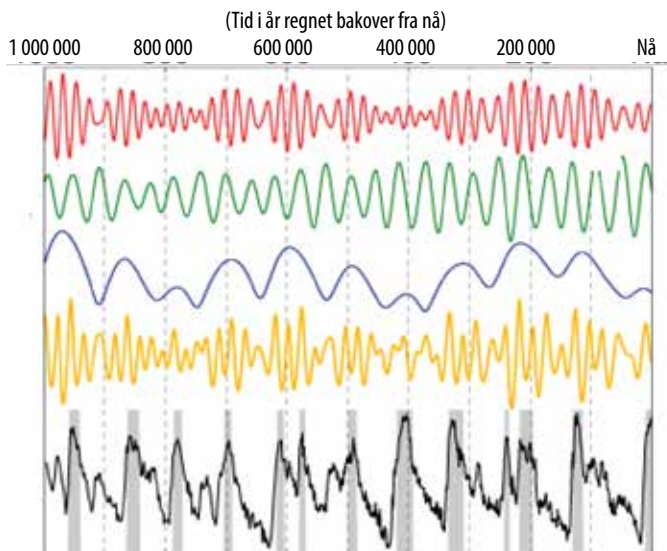
JORDAS BANE OG JORDAKSENS HELNINGSVINKEL

Verken kontinentalplatevandring eller CO₂-variasjoner kan forklare de periodiske istidene. En sannsynlig årsak til istidene finnes i variasjoner av solstråling som faller på Jorda. Dette skyldes variasjoner i Jordas bane rundt Sola og at jordaksen svinger. Dette er en følge av påvirkning fra de andre planetene i solsystemet.

Hvordan disse variasjonene gir variabel innstråling ble først beregnet av den serbiske matematikeren Milan Milankovitch. De forskjellige effektene er vist i figur 4.2. Jordbanen (E) er en ellipse som varierer i form med perioder på 95, 100 og 500 000 år. Den er for øyeblikket svært nær en sirkel. Jordaksens helning (T) varierer mellom 21,5 og 24,5 ° med perioder på 41 000 år. Retningen på jordaksen varierer med perioder på 19, 22 og 24 000 år. Denne effekten bestemmer lengden på årstidene. For tiden er Jorda nærmest Sola (perihel) omkring den 4 januar. Da går også Jorda raskest i sin bane. Dette fører til at vi nå har en kortere og varmere vinter på den nordlige halvkule, mens vi har en lengre og kaldere sommer. Sommerhalvåret (fra vårjevndøgn til høstjevndøgn) er nå omtrent en uke lenger enn vinterhalvåret. Det blir omvendt om 10 000 år. Perihelvandringen utgjør et døgn per 57 eller 58 år.

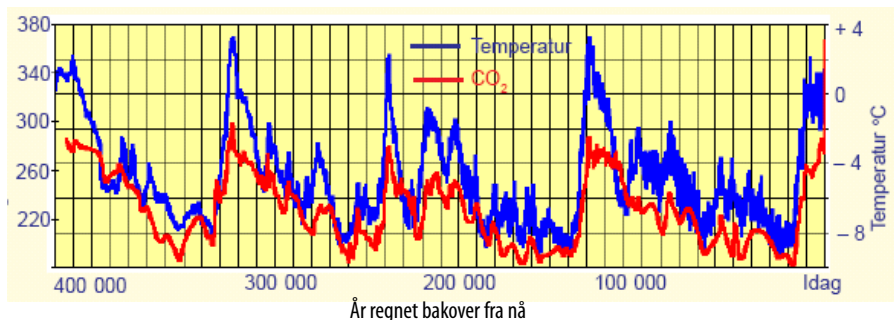


Figur 4.2 Endring av Jordas bane og jordaksens helning som fører til istidene. E: Jordbanens eksentrisitet, T: Jordaksens helning og P: variasjon av jordaksens retning (presesjon) (2).



Figur 4.3 Variasjon av solinnstråling som følge av Jordas bane ved midtsommer på 65 ° nordlig bredde sammenlignet med temperaturvariasjoner bestemt fra iskerneborringer. Kurvene viser følgende solinnstrålingsvariasjoner: Rød: Presesjon med perioder 19, 22 og 24 000 år. Grønn: Jordaksehelning med periode 41 000 år. Blå: Eksentrisitet med perioder 95, 125 og 500 000 år. Gul: Solinnstråling på 65 N om sommeren. Summen av de tre variasjonene ovenfor. Svart: Temperaturvariasjoner målt ved iskerneborringer hvor skravert er mellomistider.

Figur 4.1 Rekonstruksjon av temperaturvariasjoner (blått) og CO₂ (rødt) gjennom de siste 400 000 år, basert på Vostok iskjernemålinger i Antarkis (1). Temperaturen øker 200–900 år før CO₂ øker. CO₂ er angitt som milliondel (ppm) av atmosfærens volum (skala til venstre). Temperaturen er gitt som en anomali, dvs. i forhold til en referanseperiode i vår tid.



Endringen i årstidenes lengder over 6000 år er vist i figur 4.5. En tidligere og varmere vår gir tidligere smelting av snø og is og forandrer klodens albedo. Det forklarer hvorfor havisen reduseres i Arktis mens den vokser i Antarktis (Art. 15).

ISTIDER OG MELLOMISTIDER

I figur 4.3 ser vi hvordan de forskjellige baneeffektene virker på innstrålingen om sommeren ved høye nordlige breddegrader (65N). Vi ser at summen av effektene er stort sett sammenfallende med mellomistidene, men at sammenhengen ikke er entydig. Det må også være tilleggseffekter. En forsterkende effekt finner vi i snø- og isdekke. Når snø og is er borte absorberes mer av Solas varme, og temperaturen stiger. Når snø og is dekker store områder reflekteres mesteparten av sollyset. Det fører til ytterligere avkjøling og økning av snø- og isareal. Temperaturkurvene viser mange raske og kraftige endringer.

Det som først og fremst kan gi raske endringer er variasjoner i skydekket som skyldes kosmisk stråling. Hvor mye kosmisk stråling Jorda mottar bestemmes av Solas aktivitet. Er Sola svært aktiv sender den ut sine egne elektrisk ladete partikler, som forsterker magnetfeltet rundt Jorda og gir oss beskyttelse mot kosmisk stråling. Med en mindre aktiv Sol slippes mer kosmisk stråling inn i vår atmosfære som kolliderer med atomer i atmosfæren. Mer kosmisk stråling fører til flere lave skyer ifølge teori beskrevet i i Artikkel 20. Et kollisjonsprodukt er isotopen ^{10}Be , som også kan bestemmes ved iskjerneboringer. Kraftige økninger av denne isotopen faller sammen med raske avkjølingsperioder. Det tas som et tegn på at også Solas aktivitet bestemmer over klimavariasjonene (se også Art. 21).

DEN SISTE MELLOMISTIDEN – DEN HOLOCENE VARMEPERIODEN

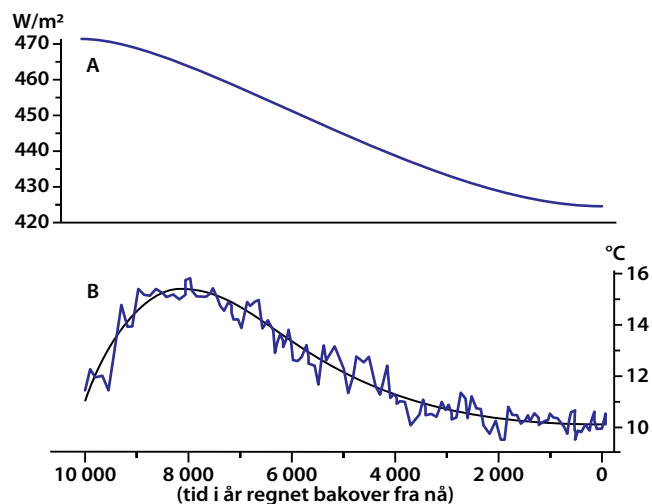
Den siste istiden endte brått for ca. 11 000 år siden. Den globale temperaturen steg 1,5 grader i løpet av et par hundre år (figur 5.1) og nådde det Holocene maksimum for 7–8 000 år siden. I arktiske strøk var temperaturen da 2–3 grader varmere enn i dag, og mesteparten av isdekket smeltet slik at havnivået steg med over 100 meter. I Norge vandret skogen opp i høyden, slik at fjellpartiene på Dovre og Hardangervidda ble dekket av skog.

Deretter har vi hatt en global avkjøling som skyldes avtagende solinnstråling på grunn av Milankovich-periodene. Men avkjølingen følger ikke kun Milankovich kurven. I tillegg har vi periodiske og plutselige variasjoner som skyldes påvirkning fra andre kilder. f.eks. Sol, Måne, planeter og vulkaner (se Art. 18–22).

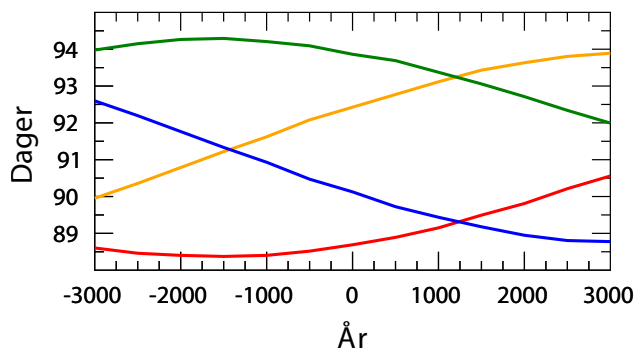
AVKJØLING PÅ 65N

Området rundt 65 grader nord er et område med store landmasser hvor det kan oppstå permanent is ved minkende innstråling fra Sola. Figur 4.4 viser hvordan innstrålingen har endret seg siden Det Holocene maksimum for ca. 8 000 år siden, sammenlignet med bestemmelse av havtemperaturen utenfor Nordland. Strålingsreduksjonen i juni måned har vært på ca. 35 W/m^2 og havtemperaturen på Vøringssplata har sunket ca. 4 grader på 6 000 år.

Avkjølingen av havet utenfor norskekysten etter det Holocene maksimum er langt større enn fallet i global temperatur som er av størrelsesorden 0,5 °C (se fig. 5.1).



Figur 4.4. A (øverst): Reduksjon av solinnstråling på 65N sammenlignet med B (nederst): Havtemperaturen i august på Vøringssplata utenfor Nordland (4). Tidsskalaen på nederste figur viser til tiden før 1950.



Figur 4.5 Årstidenes lengde på den nordlige halvkule som følge av variabel avstand til Sola. Vinter: Blå, Vår: Grønn, Sommer: Orange og Høst: Rød. Vi lever nå i en tid hvor vinter og vår blir kortere og varmere, mens sommer og høst blir lengre og kaldere. Figur etter (5).

LITTERATUR

1. J. R. Petit mfl. 1999, *Climate and atmospheric history of the past 420,000 years from the Vostok ice core, Antarctica*. Nature 399, 429–436
2. IPCC AR4 2007, *Technical Summary*, Box TS.6 Figure 1, <http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
3. A. L. Berger 1978, *Long-term Variations of Daily Insolation and Quaternary Climate Changes*, Journal of Atmospheric Science, 35, 2362–2367
4. C. Anderson mfl. 2004, *Nonuniform response of the major surface currents in the Nordic Seas to insolation forcing: Implications for the Holocene climate variability*: Paleoceanography, v. 19, PA2003, doi:10.1029/2002PA000873
5. D. Steele 2014, *Earth's Orbit and Contemporary Climate Change*, <http://www.duncansteel.com/wp-content/uploads/2014/09/EOaCCC.pdf>



Ole Humlum

TEMPERATURVARIASJONER SIDEN SISTE ISTID

Siste istid opphørte for ca. 11 000 år siden, da den nåværende mellomistid (Holocen) begynte. Ved overgangen endret klimaet seg raskt i retning av varmere forhold. Men klimaet var langt i fra stabilt. Raske og store endringer skjedde, samtidig som isen trakk seg raskt tilbake og havet steg mange titalls meter.

NÅVÆRENDE MELLOMISTID

Undersøkelser av iskjerner fra innlandsisen (1, 2) på Grønland belyser overgangen til nåværende mellomistid (figur 5.1). Grønlandske data om fortidens temperatur er relevante, da Jordens temperatur i store trekk følger temperaturen på Grønland, men med 15–25 års forsinkelse (3). Kun den sørligste del av planeten, med bl.a. Antarktis, følger ikke Grønland, men er til dels i motsatt fase, noe som er kjent fra nåtidige havisvariasjoner. Kjenner man temperaturforholdene på Grønland, har man derfor en god rettesnor for forholdene på hovedparten av planeten.

Den første del av mellomistiden var noe varmere enn nå, sannsynligvis som følge av noe større solinnstråling (se Art. 4, figur 4.4). Også den gang var klimaet kjennetegnet ved tydelige temperaturvariasjoner. Varme og kalde perioder vekslet om hverandre.

BEGYNNENDE AVKJØLING

For ca. 4 000 år siden begynner en ny utvikling. Fra da av falt temperaturen, men fortsatt avbrutt av skiftende varme og kalde perioder. Spesielt synes en rekke varme perioder å være rytmisk tilbakevendende med 950–1 000 års intervall, og kan knyttes opp mot kjente historiske varmeperioder som vist med grønn farge på figuren. Oksygenanalysene fra Grønland går kun frem til året 1855, hvilket er før den nåværende varmeperiode begynte på alvor omkring 1915–1920. Men sett i tidsperspektivet som figur 5.1 angir, kan det ikke overraske at det kommer en varmeperiode akkurat i vår tid; det er ganske enkelt noe som vi absolutt burde vente oss, når vi kjenner

fortiden. Den nåtidige varmeperiode følger etter Den lille istid, som er betegnelsen for en kald periode etter Middelalder-varmeperioden, og som omtales mer utførlig på side 15.

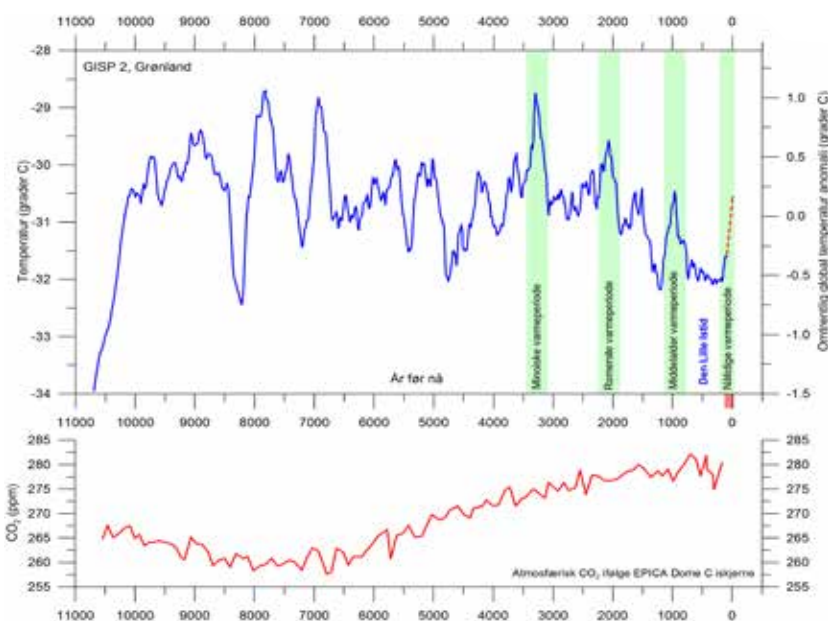
Det overordnede trekk ved utviklingen er imidlertid det vedvarende temperaturfall de siste 4 000 år, som i geologisk forstand markerer innledningen til den neste istid.

Nederste del av figur 5.1 viser hvordan atmosfærens innhold av CO₂ har variert, ifølge iskjernerundersøkelser i Antarktis. Da CO₂ anses for å være godt oppblandet i atmosfæren, kan data fra kun ett sted gi globalt brukbare opplysninger. Figuren viser at atmosfærisk CO₂ nådde et minimum for 7–8 000 år siden, samtidig med at temperaturen nådde et maksimum. Deretter begynte CO₂ å stige, men samtidig begynte den globale temperaturen å falle.

Den manglende sammenheng mellom CO₂ og temperatur viser tydelig, at Jordens klima hovedsakelig er styrt av andre faktorer enn CO₂.

LITTERATUR

1. P. M. Grootes og M. Stuiver 1997, *Oxygen 18/16 variability in Greenland snow and ice with 10³- to 10⁵-year time resolution*, Journal of Geophysical Research C102:26455–26470
2. R. B. Alley 2000, *The Younger Dryas cold interval as viewed from central Greenland*, Quaternary Science Reviews 19, 213–226
3. J. E. Box mfl. 2009, *Greenland Ice Sheet Surface Air Temperature Variability: 1840–2007*. Journal of Climate 22, 4029–4049
4. O. Humlum 2009, *Det ustyrige klima*. Trykkefrihedsselskabets Bibliotek, Danmark. 181 sider. ISBN 978–87–92417–08–4



Figur 5.1. Grafen viser temperatur ved toppen av innlandsisen på Grønland, beregnet på grunnlag av oksygenisotoper i borekjerner (1, 2, 3). Til venstre sees siste del av den raske oppvarming etter siste istid. De første 1 000–1 500 år av oppvarmingen er ikke vist, men ligger utenfor diagrammet. Noen velkjente historiske varmeperioder er fremhevet med grønn farge. Den røde stiplede linje antyder temperaturutviklingen på Grønland etter året 1855, hvor iskjernedataserien slutter. Skalaen til høyre viser i grove trekk de samtidige globale temperaturendringer, som er mindre enn på innlandsisen på Grønland. I det nederste diagram sees hvordan atmosfærens CO₂-innhold er endret over tid, ifølge iskjernerundersøkelser i Antarktis. Tiden regnes baklengs fra året 1950.



Ole Humlum

DE SISTE 2 000 ÅR

Etter den Holocene varmeperiode, som vi opplevde som Bronsealderen, ble det gradvis kaldere. Men avkjølingen ble brutt med varmetopper hvert tusende år. Den forrige varmetoppen var det vi kaller Middelalderen. Deretter sank temperaturen til det laveste på 2 000 år.

VARME OG KALDE PERIODER

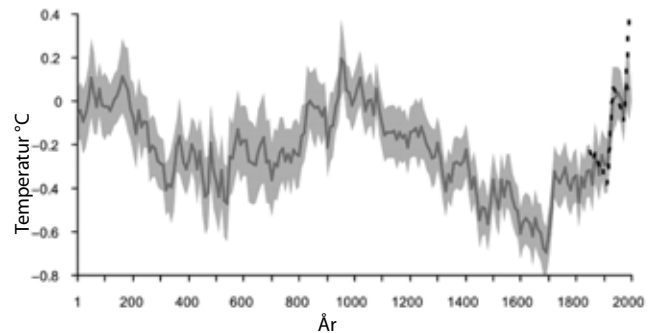
Temperaturutviklingen som er rekonstruert ved iskjerner fra Grønland kan etterprøves ved sammenlikning med andre typer informasjon, eksempelvis årringer i trær. Dette er bl.a. gjort for de siste 2 000 år av den svenske forsker Fredrik Charpentier Ljungqvist (1), og resultatet er vist i figur 6.1.

Ljungquists rekonstruksjon viser siste del av den romerske varmeperiode, middelaldervarmeperioden, samt den nåtidige varmeperiode. Rekonstruksjonen viser også tydelig den seneste kuldeperiode, Den lille istid, mellom år 1300 og 1900 (2). Også på denne skala sees klimautviklingen ustanselig å være karakterisert ved variasjoner, med varmere så vel som kaldere perioder lagt ovenpå den generelle utviklingen. Siste del av 1600-tallet representerer det kaldeste tidsrom de siste 2 000 år. Toppen av de tre varmeperiodene sees å være omtrent på samme nivå, og det er ikke mulig med sikkerhet å avgjøre, hvilken som er varmest.

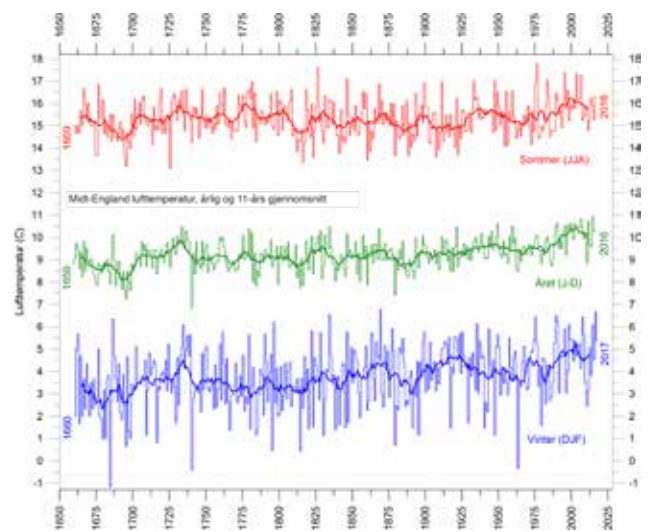
TEMPERATURSTIGNINGEN ETTER 1600-TALLET

Etter Den lille istids kulminasjon i siste del av 1600-tallet har temperaturen steget, men hele tiden avbrutt av kortere endringer i retning av kalde og varme perioder. Den overordnede temperaturstigninger har globalt sett ikke vært jevnt fordelt, men har især vært tydelig for landområdene på den nordlige halvkule, og mindre tydelig for den sørlige halvkule. Se også figur 21.3.

Vanlige meteorologiske målinger i stort antall er kommet til i løpet av de siste 100 år, noen steder tidligere, noen steder senere. Den lengste meteorologiske måleserien er fra midt-England og går tilbake til året 1659 (figur 6.2), mens mange målinger i Arktis og Antarktis først kom i gang etter 2. verdenskrig. Satellittmålinger av planetens temperatur begynner først i 1979. Disse satellittmålingene har den fordel at de stort sett dekker hele planeten, mens flertallet av de vanlige bakkemålinger foretas på land, hvor de kun dekker 29 % av planetens overflate. Dessuten ble mange av de tidlige meteorologiske målestasjonene etablert i byer, da man jo innledningsvis hadde hovedinteresse av å kjenne til forholdene på de steder hvor det bor mennesker. Det åpne land og havområdene hadde med dette formål, den gang naturligvis kun mindre interesse. Det skjer også administrative endringer i temperaturdata. De blir beskrevet i neste Artikkel (Art. 7).



Figur 6.1. Temperaturutvikling på den nordlige halvkule utenfor tropene, beregnet i forhold til normalperioden 1961-90 (1). Den romerske varmeperiode, middelaldervarmeperioden og den nåtidige varmeperiode gjenkjennes fra figur 5.1. Kuldeperioden Den lille istid sees mellom 1300 og 1900. Den kaldeste periode ligger i siste del av 1600-tallet. Det lysegrå området angir usikkerhetsintervallet. Den stiplede linje 1850-1999 viser 10-års middel av målte temperaturer (HadCRUT).



Figur 6.2. Temperaturutvikling i midt-England siden 1659. Disse målinger begynner i den kaldeste del av Den lille istid, og går deretter ubrutt frem til i dag. Det kaldeste 10-år var mellom 1690 og 1700, hvorefter temperaturen sakte er steget, men hele tiden med kortere avbrytelser mot varmere så vel som kaldere forhold. Det sees at vintertemperaturen alltid varierer mer enn sommertemperaturen.

LITTERATUR

1. F. C. Ljungqvist 2010, *A new reconstruction of temperature variability in the extra-tropical Northern Hemisphere during the last two millennia*. Geografiske Annaler, 92 A (3): 339-351
2. M. Lockwood mfl. 2017, *Frost fairs, sunspots and the Little Ice Age*, Astronomy & Geophysics, 58, 2.17-23



ADMINISTRATIV OPPVARMING

HISTORIEN

En skulle tro at kjennskapet til landjordens temperaturforhold i dag er mer detaljert enn tidligere. Dette er ikke tilfelle. Antall målestasjoner er svært ujevnt fordelt på landjorden, og har dessuten blitt redusert de siste 25 årene. Antallet av landstasjoner økte frem til 1970, hvor det var ca. 15 000. Deretter sank antallet til 12 000 i 1989. Dernest ble antallet rask halvert, bl.a. på grunn av Sovjetunionens fall, slik antallet i år 2000 var nede i kun ca. 5 000. At antallet målestasjoner endres så mye over få år, vil i seg selv påvirke gjennomsnittet av det som stasjonene måler gjennom perioden med reduksjon. Sannsynligvis er den tilsynelatende temperaturendring mellom 1970 og 2000 påvirket av den samtidige reduksjon i antall målestasjoner.

Da man på alvor begynte å interessere seg for den globale temperatur, innså man at man trengte temperaturmålinger fra de store havområder, som dekker 71 % av planetens overflate. Her har man naturligvis ikke faste stasjoner som på land, men var henvist til målinger foretatt fra skip som benyttet ulike målemetoder. Da målemetodene på land og på havet dermed er høyst forskjellige og til å med varierende over tid, er det ikke enkelt å beregne en gjennomsnittstemperatur.

Det er over tid utført et stort arbeid med å sette sammen land- og havbaserte temperaturmålinger. Som følge av de mange forskjellige målemetoder, og målepunktens skiftende tetthet og beliggenhet, er oppgaven imidlertid nesten uløselig. Resultatet, en global gjennomsnittstemperatur ved bakkeoverflaten, er i beste fall beheftet med betydelig usikkerhet.

Det skal tilføyes at det som presenteres som global temperatur er en temperaturanomali, eller temperaturforskjell fra middelverdien gjennom en referanseperiode. Verdens meteorologiske organisasjon (WMO) bruker 30-årsperioden 1961–90 som referanse. Satellittmålingene som startet i 1979 bruker perioden 1981–2010 som referanse.

ADMINISTRATIVE KLIMAENDRINGER

En del av tilsynelatende temperaturendringer som vises av bakketemperaturer, er rent administrative. Mens eksempelvis den amerikanske database GISS i mai 2008 opplyste at januar 1910 hadde en temperatur 0,28 °C under 'normalen', opplyste GISS i april 2017 at temperaturen for januar 1910 nå var 0,43 °C under normalen; dvs. at temperaturen for januar 1910 mellom mai 2008 og april 2017 (10 år) var endret 0,15 °C i kald retning. Naturligvis kan det ikke i mellomtiden være skjedd noe med temperaturen i januar 1910, da den

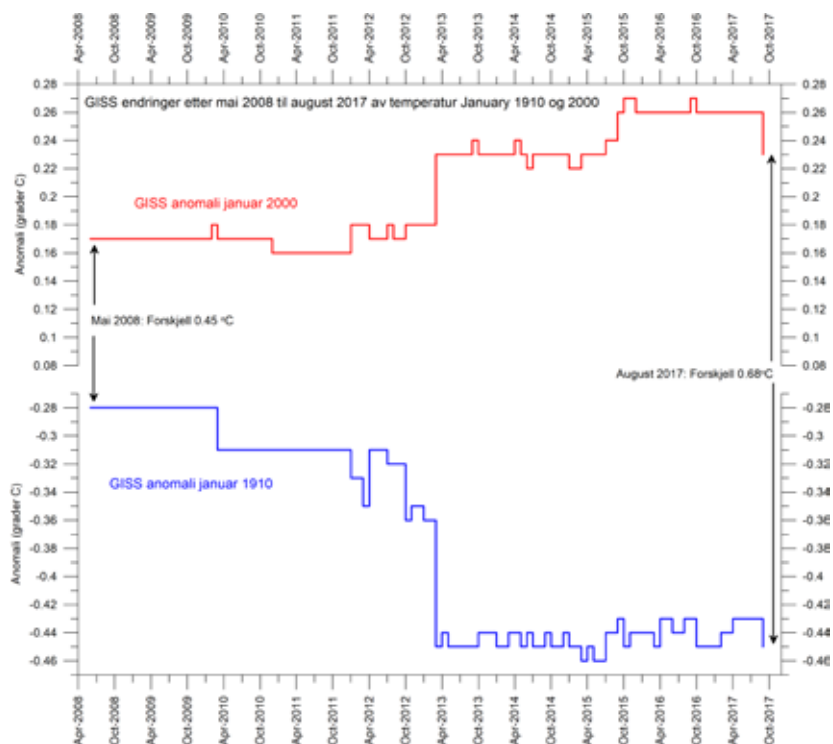
tilhører fortiden. Det som derimot er skjedd, er at summen av små endringer som hver måned foretas i databaser over fortidens bakketemperaturer, har ført til endring av den globale temperaturverdien. Man er av en eller annen grunn ikke tilfreds med den tidligere beregnede temperaturen for fortidens måneder, og foretar derfor administrative endringer i disse. Over tid kan disse endringer bli ganske betydelige, ikke minst når vi taler om en samlet temperaturstigning på knapt 1 °C siden slutten av Den lille istid.

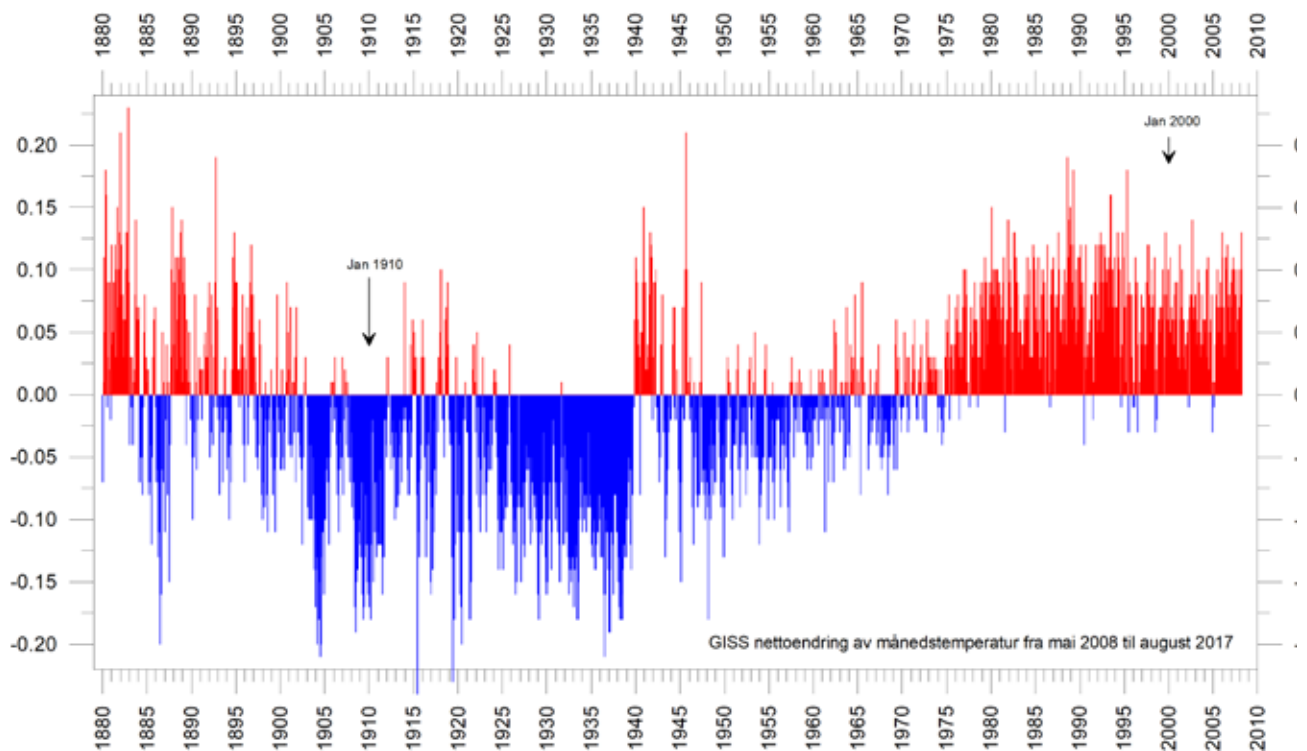
Figur 7.1 viser som et eksempel, hvordan temperaturstigningen fra januar 1910 til januar 2000 i mai 2008 ble opplyst til å være 0,45 grader C, mens den i april 2017 ble opplyst til å være ikke mindre enn 0,69 °C. Det vil med andre ord si, at 0,25 °C av dagens temperaturstigning fra januar 1910 til januar 2000 er kommet til siden mai 2008 ved administrative endringer i databasen. Det er vel 53 % av den opprinnelige verdi på 0,45 °C.

Tilsvarende administrative endringer foretas for alle årets måneder. Den samlede administrative endring i GISS-databasen av alle måneder 1880–2008 sees i figur 7.2. Mange av justeringene foretatt siden mai 2008 er betydelige, inntil 0,2 °C i begge retninger. Når man tar i betraktning, at den samlede temperaturstigning siden Den lille Istid er mindre enn 1 grad, er dette betydelige endringer i datamaterialet.

Den overordnede effekt av disse administrative endringer er at

Figur 7.1. Administrative endringer av temperaturen (anomali) for januar 1910 og januar 2000, siden mai 2008. Det sees at begge månedstemperaturer ofte endres, noen ganger hver måned (1).





temperaturstigningen siden 1900-tallets begynnelse fremstår som mer fremtredende i april 2017 enn den gjorde i mai 2008, likesom den kjente varmeperioden 1920–1940 gradvis blir mindre synlig.

Bakgrunnen for disse administrative endringer er ikke kjent i detalj, men skyldes med sikkerhet ikke, at det fremkommer nye observasjoner for disse fjerne år. Ett av flere krav til vitenskap er at beregninger, eksperimenter og observasjoner er så detaljert beskrevet at andre kan etterprøve beregningen, eksperimentet eller observasjonen. Dette er ikke tilfellet for de her viste administrative endringer av fortidens temperaturer. De er derfor av uvitenskapelig natur (2).

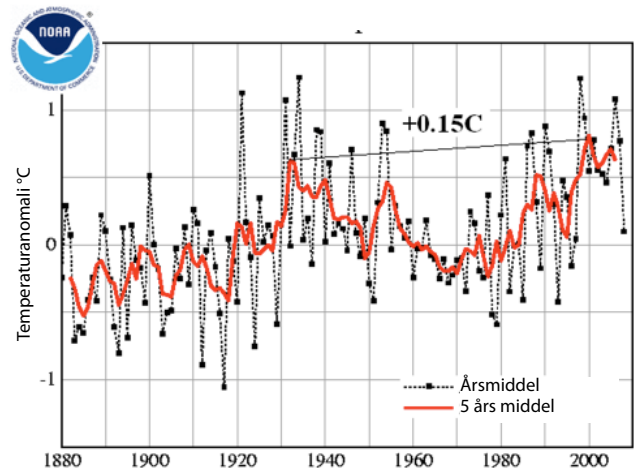
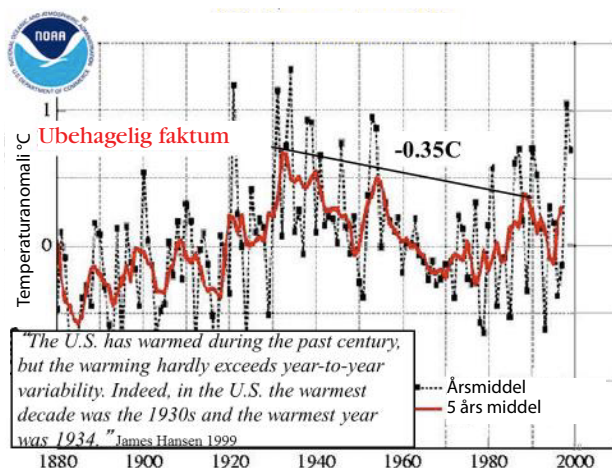
Figur 7.3. Venstre panel viser hvordan USAs temperatur ble fremstilt i 1999 av NOAA. James Hansen, direktør for GISS skriver at 30-årene var varmest. Dette ble imidlertid politisk ukorrekt og ved å korrigere for byoppvarming ble 30-årene gjort kaldere og 90-årene varmere. Derved ble det også Global Oppvarming i USA (høyre panel). Figurer fra (3).

Figur 7.2. Administrative nettoendringer av global middeltemperatur for alle måneder 1880–2008 i GISS-databasen. Den varme periode 1920–1940 er justert ned, mens temperaturer etter 1975 er justert opp (1).

Et eksempel på hvordan temperaturen i USA er blitt endret slik at den viser forventet oppvarming er vist i figur 7.3. En "politisk ukorrekt" avkjøling 1930–90 har blitt endret til en mer "politisk korrekt" oppvarming 1930–2000.

LITTERATUR

1. O. Humlum, Climate4You, <http://www.climate4you.com>
2. Klimanytt 93, 2015, *Temperaturmålinger blir manipulert*
3. J. P. Wallace III mfl. 2017, *On the Validity of NOAA, NASA and Hadley CRU Global Average Surface Temperature Data & The Validity of EPA's CO₂ Endangerment Finding*, Abridged Research Report





Ole Humlum

URBANISERINGSEFFEKT

Det vil fra temperaturvisningen på bilens instrumentbord være kjent for mange at lufttemperaturen ofte stiger noe når man fra det åpne land kjører inn i en by. Det er dette som menes med ordet «urbaniseringseffekt» i klimamessig sammenheng. Det er ikke overraskende at byer påvirker temperaturforholdene lokalt gjennom varmeutslipp fra biler og hus, redusert vindbastighet pga. bebyggelse, m.m. Internasjonalt omtales denne urbaniseringseffekt som 'urban heat island' (UHI).

BAKGRUNN

Tidlig i meteorologiens historie plasserte man vanligvis meteorologiske stasjoner inne i byen, da hovedinteressen var å måle på steder hvor det bor mennesker. Først på et senere tidspunkt, da spørsmålet om globale temperaturendringer ble aktualisert, innså man det uheldige i at mange av de lengste måleserier kommer fra byer og derfor er påvirket av deres aktivitet og vekst over tid. Da kun få tidligere hadde interessert seg for å måle temperaturforskjellen mellom by og land, var (og er) det høyest usikkert hvordan temperaturserier fra byer troverdig skulle korrigeres tilbake i tid.

KAN DET KORRIGERES FOR URBANISERINGSEFFEKTEN?

Hvordan korrigere for urbaniseringseffekten er fortsatt et uavklart vitenskapelig spørsmål, hvor meningene varierer fra en antatt beskjeden effekt, til vurderinger som peker på mer alvorlige effekter på temperaturserier. Noen mener at en del av den målte temperaturstigning på landjorden skyldes byenes voksende størrelse. Temperaturserier fra havet er naturligvis ikke påvirket av dette.

Et eksempel på at byer kan ha effekt på målt lufttemperatur vises i figur 8.1. Der er tale om temperaturmåling foretatt fra en kjørende bil, på tvers av Oslo midtvinters.

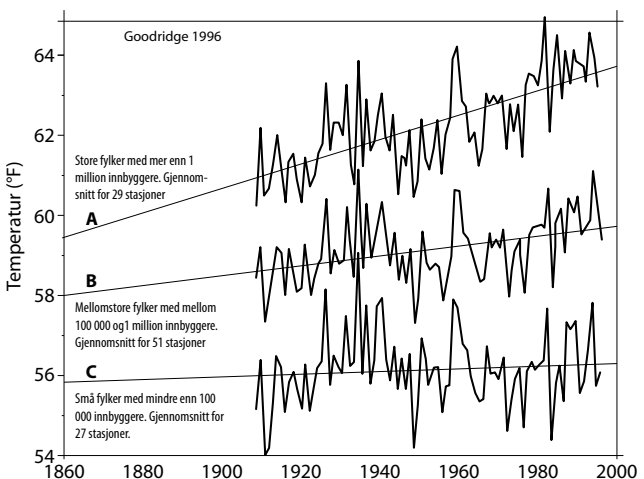
I måleserien registreres en tydelig høyere temperatur inne i Oslo, sammenliknet med det åpne land utenfor byen. I en tilsvarende kjøretur om sommeren ser man en tilsvarende variasjon, men også at effekten ikke er den samme, men åpenbart varierer i takt med årets gang, værtype og vindforhold. Intet av dette er overraskende, men viser at det å foreta en troverdig korreksjon av gamle bymåleserier tilbake i tid antageligvis er en stort sett uløselig oppgave.

URBANISERINGSEFFEKT I CALIFORNIA

En amerikansk forsker Jim Goodrich, undersøkte i 1996 hvordan temperaturstigningen i delstaten California hadde vært siden 1910. Han sorterte temperaturmålingene etter folketall i counties (fylker). Resultatet er vist i figur 8.2. For counties med mer en en million innbyggere (kurve A) steg temperaturen 4F (Fahrenheit). For de mellom 100 000 og 1 million (kurve B), steg den 1F. Der hvor folketallet var under 100 000 (kurve C) var det ingen temperaturstigning i perioden 1910–1990 (1).



Figur 8.1. Lufttemperatur målt under kjøretur gjennom Oslo fra vest til øst, 25. januar 2007. Sentralt i byen er det denne dagen 8–9 grader varmere enn i ubebygde land utenfor byen. Tunneler (T) markerer spesielt varmeknuter som bør ignoreres.



Figur 8.2 Temperaturmålinger i California 1910–1990, etter 'counties' (fylker) sortert etter folketall. Temperaturen er her i Fahrenheit (F). Figur fra (1).

LITTERATUR

1. J. D. Goodridge 1996, *Comments on Regional Simulations of Greenhouse Warming including Natural Variability*, Bulletin of American Meteorological Society 77, 1588–1599



Jan-Erik Solheim

ANALYSE AV GLOBAL TEMPERATUR

En global temperatur har blitt beregnet siden 1850-årene. Den har steget ca. en halv grad per hundre år. Temperaturstigningen har skjedd i 3 perioder. En enkel analyse viser at temperaturendringene kan forklares ved en jevn stigning pluss noen periodiske variasjoner. Fjerner vi den jevne stigningen og 3–4 periodiske variasjoner, er det kun tilfeldige variasjoner (støy) tilbake. Vi kan derfor ikke finne noen virkning av mer CO₂ i atmosfæren på Jordas globale temperatur.

For øyeblikket vedlikeholdes og oppdateres 5 datasett som viser global temperatur. To av disse (UAH og RSS) er basert på satellittobservasjoner og dekker hele jordkloden unntatt noen små områder ved polene. Tre serier viser data basert på stasjoner på landjorda og målinger gjort til havs (HadCRUT, GISS og NCDC). Data for alle seriene kan lastes ned via <http://www.climate4you.com/>

I det følgende skal jeg beskrive en enkel analyse av global temperatur fra en av dataseriene: HadCRUT4, lastet ned 25. Mai 2017.

HADCRUT4

Serien starter i 1850, da med noen få stasjoner, de fleste på nordlige halvkule og nesten ingen havtemperaturer. For å få global dekning er det interpolert mellom stasjonene etter prosedyrer som har variert over tid (1, 2).

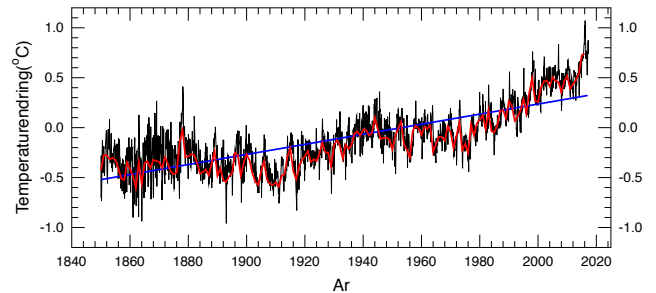
TEMPERATURANOMALI

På land opereres det med lufttemperatur målt i skygge, 2 m over bakken. Havtemperaturen var lenge målt i vann som ble hentet opp i en bøtte fra havoverflaten, senere ved vanninntaket til kjøleanlegg, og de siste årene fra frittflytende bøyer (Argo). Temperaturen er angitt som temperaturanomali, dvs. et avvik fra en gjennomsnittstemperatur i en bestemt 30-års periode (1961–90). Ikke alle stasjonene har vært i drift i hele denne referanseperioden. På grunn av varierende stasjonstetthet og måleteknikker varierer usikkerhetsoverslagene fra ±0,2 til ±0,08 °C fra den angitte middelverdien (95 % usikkerhet) (se grønn kurve i figur 9.3).

ANALYSE

HadCRUT4-serien slik den ser ut i slutten av mai 2017 er vist i figur 9.1. Den har en trend på 0,005 °C/år, med to dype minima omkring 1910 og 1975. Ifølge produsenten viser HadCRUT4-serien en trend på 0,007 °C/år i perioden 1901–2010 og en trend 0,017 °C/år i perioden 1979–2010 (2). Disse trendene blir større enn trenden for hele serien fordi de måles fra spesielt kalde perioder (minima) omkring 1910 og 1979. Månedsværdiene viser større variasjoner i begynnelsen av serien (1850–1890). Det skyldes at det i begynnelsen var færre stasjoner.

Vi tolker kurven for global temperatur slik som S.-I. Akasofu gjør (Art. 2, figur 2.1): En jevn stigning etter Den lille istid 1350–1850 (1900) i tillegg til noen periodiske variasjoner og tilfeldig støy. Vi kan finne det periodiske signalet ved å fjerne trenden i kurven og bestemme et svingningsmønster.

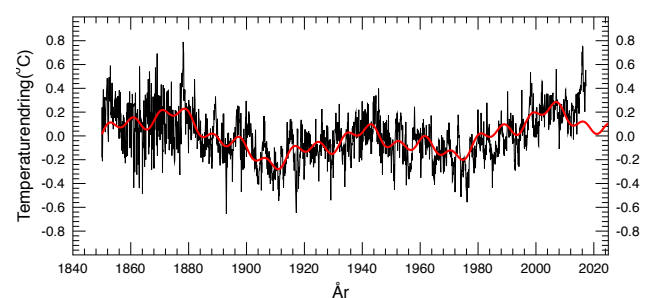


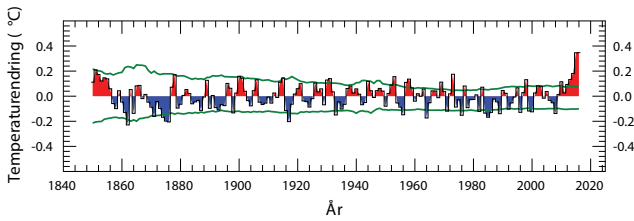
Figur 9.1 Global temperaturserie (HadCRUT4.5.0.0) lastet ned fra Hadley Centre for Climate Prediction and Research and the University of East Anglia's Research Unit (CRU), UK, 24.5.2017. Serien består av månedsværdier (sorte) og årsværdier (røde). Den blå linjen viser en beregnet trend på 0,005 °C/år basert på månedsværdiene.

Figur 9.2 viser global temperatur når vi har fjernet oppvarmingen siden Den lille istid på 0,005 °C/år siden 1850, sammenlignet med analysen av en tilsvarende kurve (HadCRUT3) for perioden 1850–2010 (rød kurve). De dominerende perioder er på 66, 22 og 9 år. Disse periodene kan skyldes forhold på Jorda, som store virvler i havområdene, eller påtrykk utenfra. Flere forskere er kommet fram til at disse periodene skyldes påvirkning fra Månen (9 års perioden), Sola (22 års perioden) og Sol, Måne og planeter i fellesskap (66 års perioden). Hvordan Sola påvirker Jordas klima er drøftet i Art. 21.

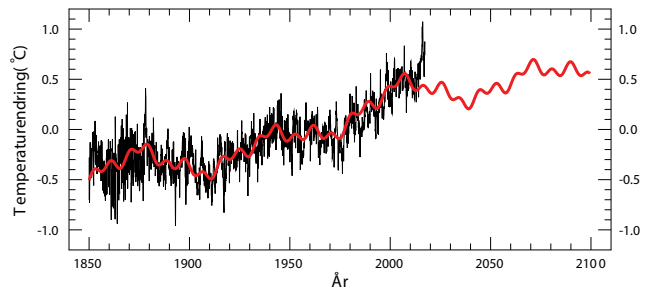
I figur 9.3 viser vi et histogram over forskjellen mellom observert og simulert global temperatur, basert på trend og dominerende perioder. I samme figur er tegnet inn en estimert usikkerhet (95 % grense) beregnet av HadCRU. Vi ser at forskjellen mellom observert og simulert verdi stort sett holder seg innenfor usikkerhetsgrensen. Det eneste signifikante avvik er for årene 2015 og 2016 (3) hvor vi har hatt en super el Niño (se Art. 10). Dette værphenomenet har kommet i en periode på minst 18 år uten global oppvarming (4, 5).

Figur 9.2 Global temperatur (HadCRUT4) med trend fjernet. Den røde kurven viser en simulering med et svingemønster med perioder 9, 22 og 66 år, fremkommet ved analyse av HadCRUT3 til 2010.





Figur 9.3 Temperaturforskjell mellom observert og simulert verdi for global temperatur (HadCRUT4 årsverdier). De grønne linjene viser estimerte usikkerheter (95 %) av observerte verdier.



Figur 9.4 Observert global temperaturanomali (HadCRUT4) med en simulering basert på trend og periodiske variasjoner observert 1850–2010 og simulert fram til 2100 (rød kurve).

PROGNOSE TIL ÅR 2100

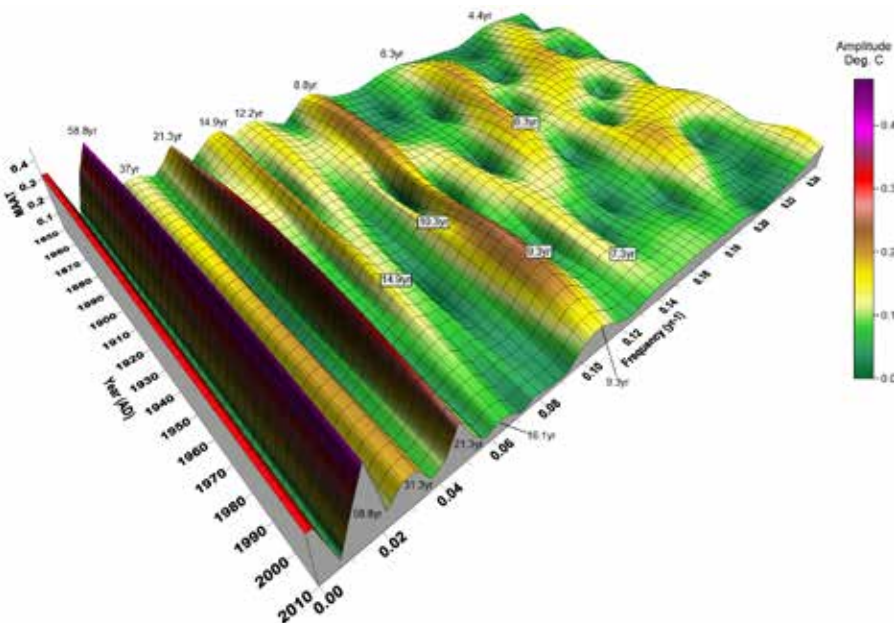
Basert på trenden og de periodiske variasjoner kan vi lage en prognose for temperaturutviklingen resten av dette århundre. Den er vist i figur 9.4. Vi ser at temperaturøkningen fra 1850 eller 1900 fram til 2100 er høyst 1,2 °C. Dette tilsvarer også omtrent temperaturøkningen siden tiden rett før den industrielle revolusjon omkring 1750 (se figur 1.1). Vi finner ikke en økende trend siden 1950 som kan skyldes utslipp av CO₂.

Et argument mot denne analysen er at vi har regnet en konstant trend på 0,005 °C/år siden 1850. Vi kan ikke se bort fra at denne trenden skyldes en svingning med en periode på omkring 1 000 år. Den bakenforliggende stigning vil i så fall etter hvert bli mindre bratt og nå et maksimum i løpet av dette eller neste århundre.

EN MER AVANSERT ANALYSE

Figur 9.5 viser resultatet av en waveletanalyse av en tilsvarende temperaturserie. Dette er en mer avansert analyse som forteller når i tidserien de forskjellige svingningene finner sted. Også her er periodene på ca. 9, 22 og ca. 60 år de dominerende.

Figur 9.5. Waveletanalyse av HadCRUT3 serien utført av O. Humlum. En tidsskala er til venstre og en frekvensskala (1/år) til høyre. Ryggene i diagrammet er perioder som kommer og går. Vi ser f.eks. stabile perioder på omkring 9, 21 og 58 år. Fargene i skalaen til høyre viser amplituden av svingningene.



LITTERATUR

1. P. Brohan mfl. 2006, *Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850*, Journal of Geophysical Research: Atmospheres, 111, Issue D12, D12106
2. C. P. Morice mfl. 2017, *Quantifying uncertainties in global and regional temperature change using an ensemble of observational estimates: the HadCRUT4 data set*, under publisering, (lastet ned fra HadCRU)
3. Klimanytt 140, 2015, *Globale temperaturrekorder i 2015 skyldes eksepsjonelle værferenomen*
4. Klimanytt 98, 2015, *Ingen global temperaturrekord i 2014 – stadig langt fra IPCCs modeller*
5. Klimanytt 77, 2014, *Gratulerer med 18 års dagen for manglende Global Oppvarming*



Ole Henrik Ellestad

PERIODISKE VARIASJONER I HAV OG VIND

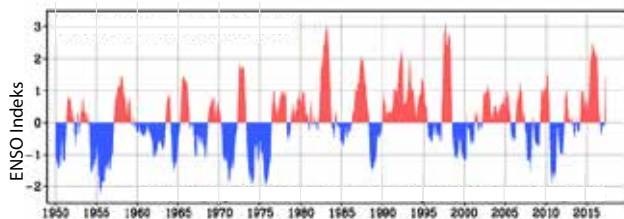
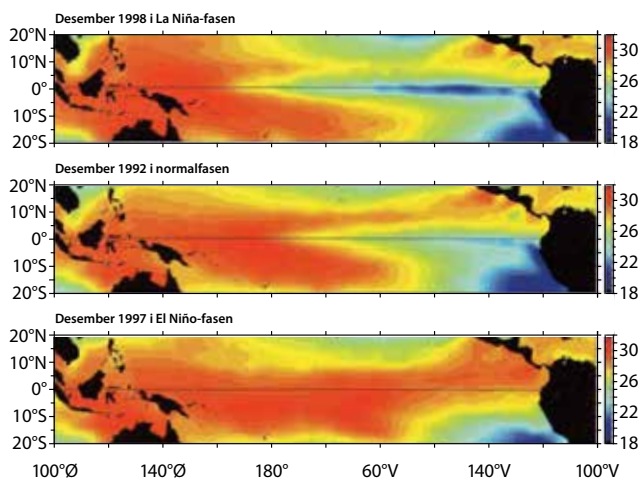
Klodens klima domineres av Solens innstråling, som er spesielt kraftig i tropisk sektor. Varmen transporteres opp i atmosfæren ved konveksjon og den hydrologiske syklus og sender stråling ut i verdensrommet fra skyer og molekyler. Energi transporteres også mot polene med vinder og havstrømmer, som gir opphav til spesielle regionale vær- og klimafenomen av ulik varighet.

Her omtales verdens kraftigste værphenomen El Niño Southern Oscillation (ENSO) samt ca. 60-års sykluser i havstrømvariasjonene 'Pacific Decadal Oscillation' (PDO), 'Atlantic Multidecadal Oscillation' (AMO) og vindphenomenet 'North-Atlantic Oscillation' (NAO). De bidrar til været og dets endring over tid (klima) i store hav- og tilgrensende landområder og i Arktis. Endringene påvirker tydelig den globale middeltemperatur.

EL NIÑO SOUTHERN OSCILLATION (ENSO)

ENSO (1, 2) er knyttet til Perustrømmen (tidligere Humboldtstrømmen) som gir kaldt, næringsrikt vann nordover langs Sør-Amerikas vestkyst. Nær ekvator bøyer strømmen vestover og forsterkes av vinder fra øst (passaten). Vannet varmes gradvis opp på vei mot øyene i vest, der havnivået kan bli inntil 1 m høyere (figur 10.1 midten, normalfase). Etterhvert svekkes normaltilstanden og passaten. Strømmen reverseres ved at varmt vann strømmer tilbake over kaldt vann mot kystene mellom Peru og California (Kelvin bølge, østgående, El Niño-fase, figur 10.1 nederst). Vann fordampes og medfører store nedbørsmengder, også i tørre områder. Etter hvert svekkes også denne fasen, og normalfasen med østlige vinder og kaldere havstrøm gjenopprettes. Et økt omfang av den kalde fasen betegnes La Niña (figur 10.1, øverst). Forskjellen i havnivå mellom de to ytterpunkter er målt til ±16 cm (2).

Figur 10.1 Havtemperatur og utbredelse av ENSO-fenomenet i tropisk del av Stillehavet (20N til 20S) i normalfasen (midten), den varme fasen El Niño nederst, og den kalde fasen La Niña øverst. I de to øverste figurene går havstrømmer og luftmasser vestover, mens de under El Niño går østover. (Fra NOAA/PML/TAO Project office).

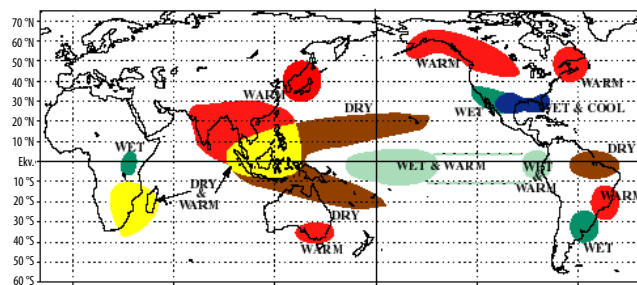


Figur 10.2. ENSO-variasjoner med ulik styrke i perioden 1950–2017 mellom El Niño (rødt og varmt) og La Niña (blått og kaldt) med eventuelle normale mellomfaser. NOAA ESRL MEI-index (4) per 13.6.2017. (<https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/>).

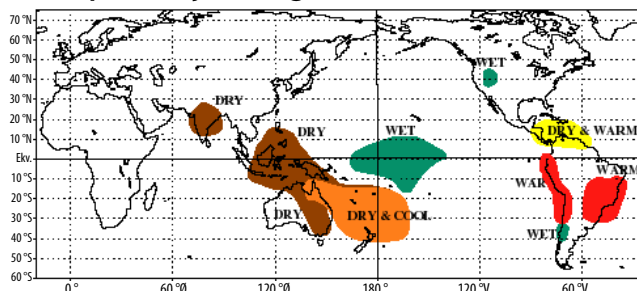
El Niño-fasen utvikles i siste halvdel av året, er normalt sterkest ved juletider og avtar gradvis utover våren, før den går over i normalfasen utover sommer og høst. La Niña kan eventuelt utvikles raskt eller gradvis i løpet av påfølgende ett til to år. I 2010 utviklet El Niño-fasen seg sent og nådde en topp først i juni/juli (3). I 1997/98 og 2015/16 var det super-El Niñoer. Mye tyder på at en kald La Niña er under utvikling i 2017.

Figur 10.3 De to figurene under viser de mest markante effektene av den varme El Niño-perioden i desember–februar og i juni–august. En ser at El Niño-fenomenet preger hele den tropiske og subtropiske sektor og deler av den tempererte sone, sannsynligvis med svakere effekter også i øvrige områder.

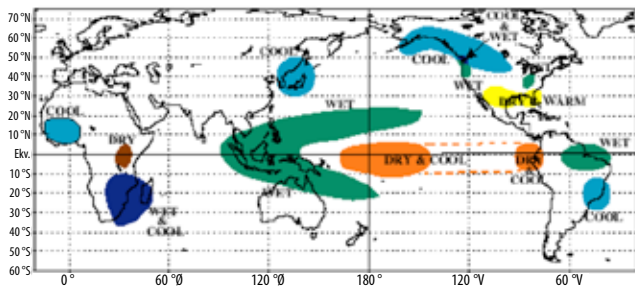
Varm periode desember–februar



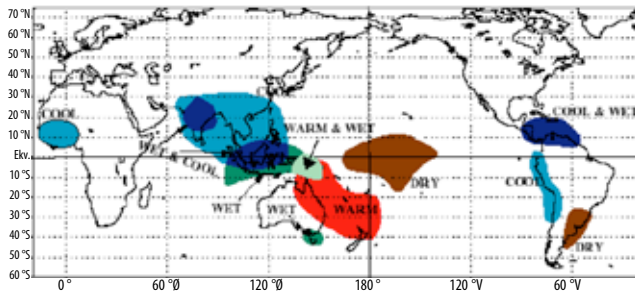
Varm periode juni–august



Kald periode desember–februar



Kald periode juni–august



Figur 10.4 Figurene over må settes i sammenheng med figur 10.3 og viser markante variasjoner i de samme deler av året i den kalde La Niña fasen.

El Niño inntreffer med mellomrom på 2–7 år, vanligst hvert 5. år, som vist i figur 10.2. ENSO karakteriseres ved en indeks som er forholdet mellom atmosfæriske trykk på Tahiti og Darwin, Australia. Årlig påvirkning av globale temperaturer kan være betydelige, men midling over år demper utslagene. ENSO påvirkes også av en annen, nordlig oscillasjon i Stillehavet (PDO, se nedenfor). I varme PDO-faser inntreffer flere El Niño, mens La Niña-faser øker i PDOs kalde faser som ventes å vare til omkring 2040.

El Niño er kjent fra flere tusen år tilbake, har stor innflytelse på det regionale klima i tropisk og subtropisk sone, men påvirker forholdene over hele kloden (figur 10.3 og 10.4). Inkaene bygde vannkanaler med svake punkter som ved flom brøt sammen og ledet vannet bort på egnede steder. California får store nedbørmengder, likeså landene vest for Andesfjellene og Kenya. Den bidrar til tørke nordøst i Brasil (500 000 mennesker døde i 1877), Zimbabwe, Indonesia og Australia (inklusive store skogbranner) og påvirker monsunen i Indiahavet. Fisket på kysten påvirkes sterkt. Tap av infrastruktur, eiendom og menneskeliv inntreffer, mens ørkenliknende områder blomstrer opp. Om vinteren gir den også varme på Canadas vestkyst slik som under vinter-OL i Vancouver i 2010. La Niña har andre effekter og til andre tider (Figur 10.4).

Mange av disse effektene er i alarmerende medieoppslag tilskrevet menneskeskapt oppvarming, men har sine naturlige forklaringer. Ved El Niño er det i snitt én stor orkan som når fastlandet i Atlanterhavet/Karibhavet, i normalfasen 1,6 og under La Niña 2,2. El Niño år gir således høye globale snitttemperaturer, men lavest orkanaktivitet i Karibhavet. De siste 12 årene har orkanaktiviteten vært rekordlav til tross for de høyeste CO₂-utslipp. Dette kan endre seg i det mulige La Niña året 2017.

ENSO er studert systematisk siden 1890-årene, og forskningsinstituttet International Research Institute for Climate Prediction (IRI) ble etablert i slutten av 1980-årene parallelt med IPCC. Det bygde på de etablerte havforskningsmiljøene og store, mangeårige havforskningsprosjekter i regi av International Oceanographic Commission (IOC) under FN-organet UNESCO. Det er nå etablert et bøyeyesystem som gir bedre varsling og kartlegging av forholdene. IPCCs klimamodeller forutser ikke ENSO-episoder, og beregner ikke på en adekvat måte effekter av varmetransport oppover i atmosfæren, mot polene eller de store effekter fra verdens kraftigste vær/klimafenomen, noe som er en vesentlig mangel.

Rekordtemperaturer og ekstremeffekter fra ENSO rapporteres til stadighet fordekt som effekt fra økning av drivhusgasser. I årene 1990–95 da temperaturen steg mest, korrigert for vulkanutbruddet på Filippinene (Pinatubo), var det 'kontinuerlige' El Niño faser. Selv om de ikke var sterke har de preget global temperaturutvikling, også i årene 2002–2006. De høye temperaturer rundt 1997/98, (2010/11) og 2015/16 skyldes super-El Niño.

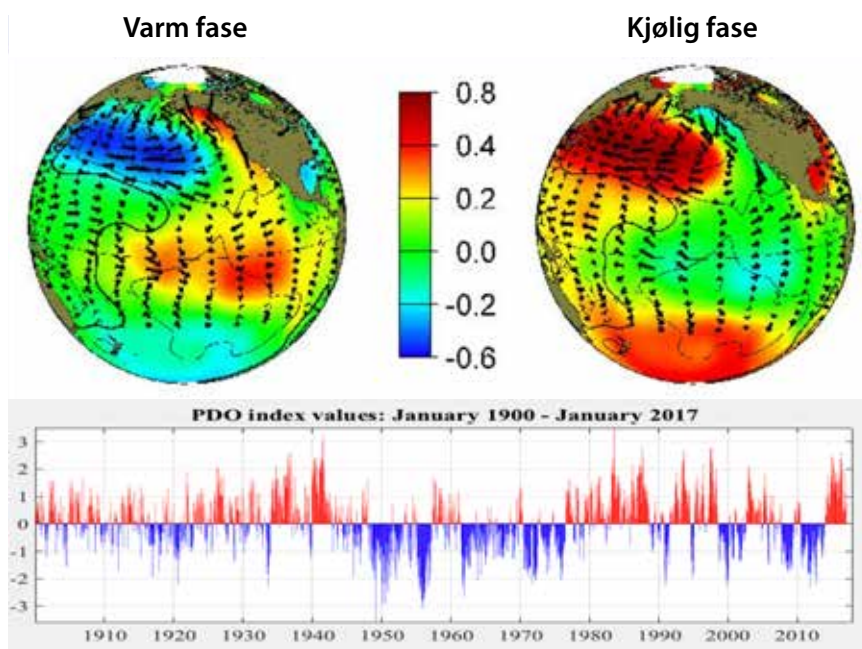
ENSO endrer havtemperatur, vindforhold og skydannelse drastisk. Flere forskere antar at svekking av passaten er hovedårsaken, uten at den bakenforliggende årsak er kjent. Blant mulige årsaker kan nevnes vulkanaktivitet generelt og spesifikt undersjøiske vulkaner vest i Stillehavet. Ellers påpekes mulig sammenheng mellom ENSO og pulser fra Månens perioder der tidspunktet bestemmes av Månens perige-puls (når Månen er nærmest Jorden), mens solvinden modulerer styrken (amplituden) ifølge resultater fremkommet ved bruk av programvaren Artificial Neural Network (ANN) (5).

Selv om El Niño åpenbart ikke har CO₂-effektens 'fingeravtrykk' presenteres den av forskere i media til inntekt for menneskeskapt oppvarming. Det er jo vitenskapelig sett et enfoldig bilde. For kloden blir ikke varmere av at varmt vann strømmer tilbake og legger seg på toppen av kaldt vann. Derimot leder dette til at overflaten i store deler av Stillehavet blir varmere, noe som øker klodens gjennomsnittstemperatur. I realiteten er El Niño en 'skorstein' som leder bort betydelig ekstra varme gjennom fordampning, som avgir varme ved kondensasjon oppe i troposfæren, og ved økt varmetransport fra en vesentlig varmere overflate. I tillegg transporteres varme mot polene (Se drivhuseffekten Art. 26).

PACIFIC DECADEAL OSCILLATION (PDO)

Stillehavet dekker ca. 25 % av klodens overflate. Nord for ekvator er det registrert et markant dekadisk havfenomen med en syklus på anslagsvis 55–65 år som kan spores tilbake over 400 år. Temperaturen vist i Figur 10.5 veksler mellom et område som en hestesko fra Japan over til Nord-Amerikas vestkyst og nord til Beringstredet, vist i positiv, varm fase (rødt), og et område sør for Øst-Sibir i en negativ, kald fase (blått). De to områdene veksler mellom varm og kald fase og tilsvarende endring i lufttemperatur (6, 7). PDO karakteriseres med en indeks som beskriver forholdet mellom havtemperaturvariasjoner i de to områder, som vist nederst i figuren.

Tilsynelatende kan temperaturene i disse fasene, i alle fall delvis, balansere hverandre i en global sammenheng. Positiv fase er knyttet til varme langs vestkysten av Nord-Amerika, Canada og Alaska, og lengder på 25–30 år ble observert i periodene 1855–85, 1915–45 og 1977–2008 med tilsvarende kalde faser i de mellomliggende perioder. Det sammenfaller med den ca.



Figur 10.5 PDO varm fase (til venstre øverst) og kald fase (til høyre øverst). Under er vist PDO-indeks 1900–2017 (6). Her ser vi varme faser i 1915–45 og 1977–2007 og en kald fase 1945–1977 (blå). I 2008 skiftet PDO til gradvis avkjøling – avbrutt av varm episode i 2014–17. (<http://research.jisao.washington.edu/pdo/>)

60-årige varme fase i global middeltemperatur (Figur 1.1, 2.1 og 9.1). En hovedårsak til dette synes å være at varmere vann da følger strømmen gjennom Beringstredet inn i Nordishavet og påvirker is- og temperaturforhold omtrent i samme periode som økt varmemengde tilføres fra Atlanterhavet med Golfstrømmen.

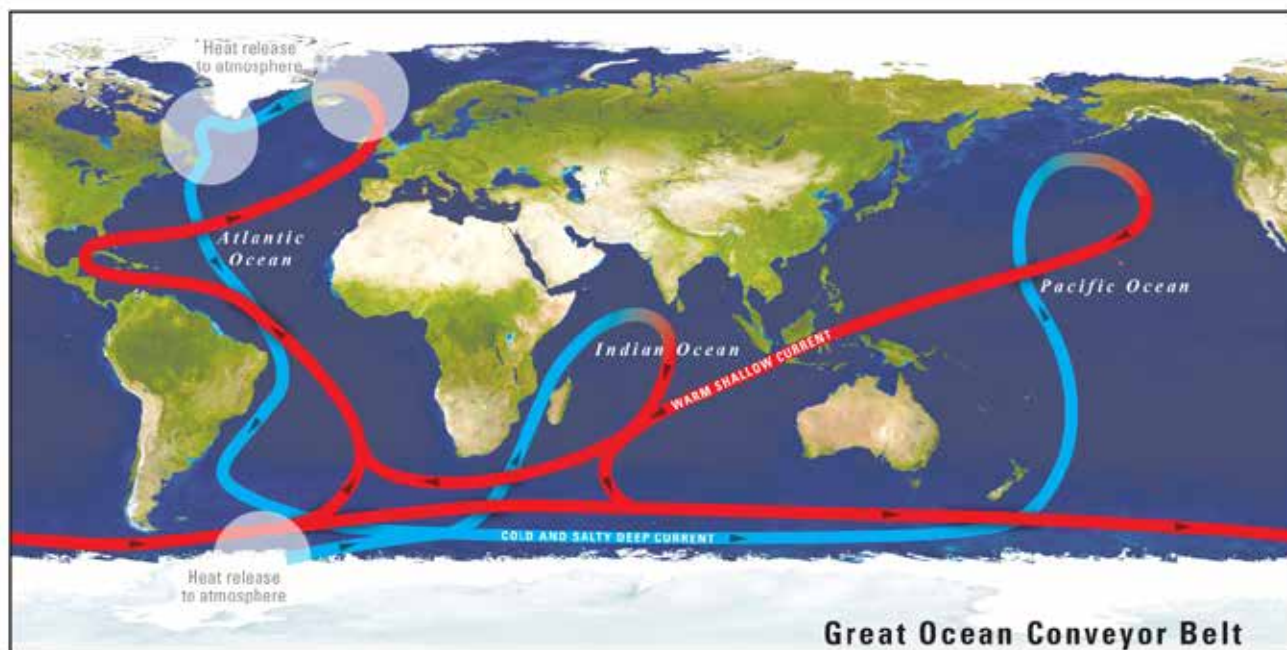
PDO påvirker også klima i de berørte regioner. Kalde og varme faser gjenfinnes i sedimenter på havbunnen, som bl.a. reflekterer variasjoner i fiskepopulasjoner. På land reflekteres vekstforhold i bl.a. treringer. Også variasjoner i så vel den tropiske som sørlige del av Stillehavet helt ned til Antarktis er omtalt. Fra 2008 forventes gradvis avkjøling og en kald fase mellom ca. 2020–2035 (8).

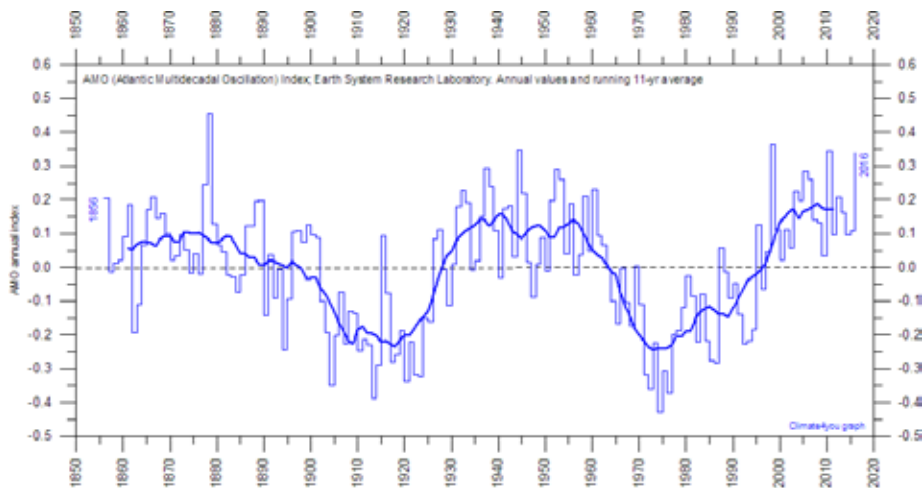
I modellene som IPCC benytter i sine rapporter er disse fenomenene ikke tillagt vekt, og oppvarmingsperioden 1980–2000 er i stedet feilaktig tilordnet økt CO₂.

ATLANTIC MULTIDECADAL OSCILLATION (AMO)

De store verdenshav er forbundet gjennom et hovednettverk av havstrømmer kalt «Great Ocean Conveyor Belt» (Figur 10.6), et system av varme og kalde havstrømmer delvis i overflaten og delvis i dypet formet av omkringliggende fastland, dybde og en rekke statiske og dynamiske forhold. Havstrømmen passerer området i Stillehavet berørt av PDO, går gjennom Indiahavet og runder Afrikas sørpiss inn i Atlanterhavet der den betegnes «Atlantic Current». Dens svingninger på dekadisk tidsskala betegnes «Atlantic Multidecadal Oscillation» (AMO) (IPCC betegner den «Atlantic Meridional Overturning Circulation», AMOC). AMO er definert ved en temperaturindeks for Nord-Atlanteren (9, 10). 'Conveyor Belt' er også tilknyttet verdens kraftigste havstrøm som sirkulerer Antarktis.

Figur 10.6 'Great Conveyor Belt' i verdenshavene. Varme strømmer i overflaten er tegnet røde, mens kalde strømmer i dypet er tegnet blå. Områder som avgir mye varme til atmosfæren er vist ved hvite sirkelflater.





Figur 10.7 Atlantic Multidecadal Oscillation index (AMO) slik den er observert 1856–2016. (www.climate4you.com). Den tykke linjen er 11-års middelvei. (climate4you.com).

Siden det er Solen som primært varmer opp havet er strømmesystemet sentralt i transport av varme fra tropisk sektor mot polene. AMO går inn i Karibhavet og Den mexikanske gulf, der den samler mye varme, går oppover langs USAs østkyst som Golfstrømmen, krysser Nord-Atlanteren over mot Skottland og fortsetter nordover inn i Barentshavet og Nordishavet. Der møter den havvann med mindre salt og dermed lettere vann som legger seg på toppen, dannet med bidrag fra ferskvann fra de store russiske elvene Jenisej, Lena og Ob (samt McKenzie i Canada). Mens vannet i Golfstrømmen ved sin større egenvekt synker mot bunnen og går over i en undervannsstrøm (thermohaline sirkulasjon), bidrar det mindre salte overflatevannet til raskere isdannelse. Golfstrømmen har flere forgreninger med bl.a. den markante Azorene-strømmen, som går over mot Portugal før den går over i Kanari-strømmen videre sørover (11).

Havstrømmen kan spores i siste mellomistids 11 000 år og enda lenger tilbake (12, 13). Figur 10.7 viser temperaturvariasjoner i strømmen med markante variasjoner og oppvarming i periodene 1860–80, 1915–45 og 1975–2005. Den viser de tre tydelige tilnærmet likeverdige varmepioder med figuren for PDO og for global middeltemperatur (figur 10.5) med ca. 30 år kald og 30 år varm fase (figur 9.1). Golfstrømmens egenskaper er målt utenfor Skottland og Kola siden år 1900 og viser tydelig periodisitet, en økning på vel 2 °C fra 1915 til 1945 og deretter avkjøling (13).

Ifølge rapporten om Arktis i 1923 fra Adolf Hoel, som var en ledende norsk polarforsker og sentral i forhandlingene om Svalbardtraktaten, var det allerede da eksepsjonelt varme forhold i Arktis med temperaturer i vann og hav og ismengder (14) omtrent som i dag. Golfstrømmens (og NAO, 14) variasjoner stemmer godt med klimavariasjoner i Europa og de nevnte oppvarmingsperiodene knyttet til ca. 60-års syklusen som er sporet tilbake 8 000 år i Arktis (15). I dag måles havparametre på et 20-talls steder i Nordishavet som viste betydelig varmere forhold helt ned til 600 m dybde frem mot 2007 som til da var året med minst is (16). I Grønlandshavet uten Golfstrømmen har isen vokst helt frem til 1996, i en periode da CO₂-innholdet har steget markant.

En kalibrering av eksisterende datasett for ismengde i Arktis mot satellittdata viser at isarealet var omtrent det samme 1900–1920 og 1960–85, mens det var mindre is 1920–60 og etter 1990 (17).

AMO har således en særlig viktig klimafunksjon fordi den i variabel grad, men periodisk, transporterer varme inn i Nordishavet. Som følge av systematiske og variable varmemengder påvirkes isforhold og dermed klodens albedo, temperatur og klima på sesong, årlig, flerårig og dekadisk tidskala. Det er disse sykliske havstrømvariasjonene som over tid dominerer isforholdene i Arktis. Sørvestlige vinder (positiv NAO, se senere) driver den varme strømmen lenger mot nord og bidrar til mer ismelting i Arktis. (Se også Art. 11).

Mens det er blitt varmere i Arktis etter 1970 er Antarktis blitt litt, men bare litt, kaldere med rekordmengder sjøis som holder klodens havisareal omtrent konstant. Chylek (18) har vist vippepunktvariasjon som overensstemmer meget godt med variasjonene i AMO. Når det i tiden fremover forventes et kaldere Arktis vil det kunne lede til et varmere Antarktis. Men grunnet den sirkumpolare sterke havstrømmen med tilhørende luftstrømmer er Antarktis et relativt skjermet kontinent med mindre utslag.

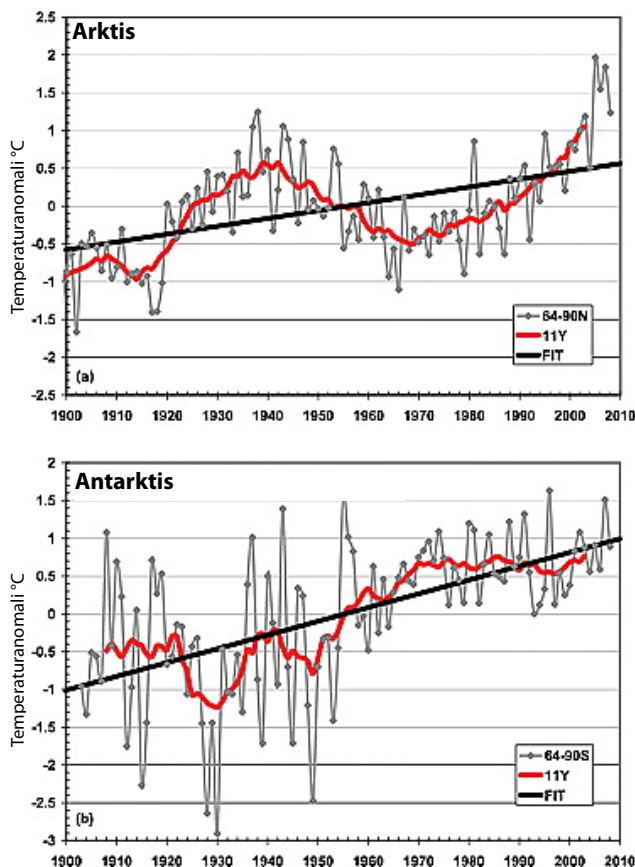
PDO og AMO samvirker, men mye tyder på at et faseskifte starter i Stillehavet. Etter noen år – det kan være inntil 10 år, 'synkroniserer' AMO seg i forhold til PDO.

NORTH-ATLANTIC OSCILLATION (NAO)

Dominerende vindretninger er ofte bestemmende for det klima som formes lokalt og i de ulike regioner. Langs norskekysten gir østavinden godt vær, og ofte kulde om vinteren, mens vestavinden bringer varmere luft og nedbør. Den engelske meteorologen Gilbert Walker fant i 1920-årene at rundt Nord-Atlanteren former «North Atlantic Oscillation», NAO, vær- og klimaperioder. NAO gjelder for Atlanterhavssektoren og må anses som en del av den arktiske oscillasjonens (AO) karakteristiske svingninger mellom Arktis og sørlige områder (19).

NAO er et naturlig vær- og klimafenomen definert som forholdet, (indeks) mellom lufttrykk i høytrykksområdet rundt Azorene/Lisboa, og lavtrykksområdet rundt Island (Reykjavik) og er vist i Figur 10.9. Den varierer mye, men ved kurveglatting kan man se et tydelig langsiktig mønster med ca. 60-års syklus som svinger mellom positive og negative verdier. Figuren viser samme mønster for AMO, men denne er forsinket og været/klima påvirkes av summen av disse faktorer.

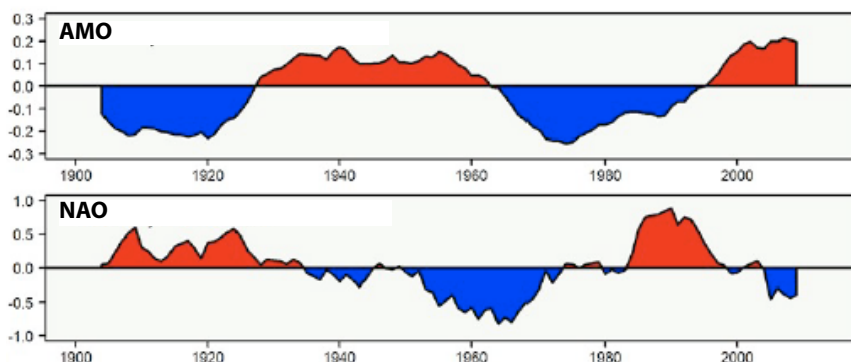
NAO dirigerer i ulik grad kaldere eller varmere luft til forskjellige deler av regionen ved en vippemekanisme mellom nordlige



Figur 10.8 Sammenligning av temperatur i Arktis og Antarktis (detrendet) viser motsatte variasjoner i forhold til stigende trend (16). <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2010GL042793/full>.

Europa og østlige USA versus nordlige Canada, Grønland, sørlige Europa og langt inn i Asia og Sibir. Grønlands apostel Hans Egede, berettet om dette da han i 1770 årene i sin dagbok skrev: «På Grønland er alle vintre kalde, men de er ikke like. Danskene har merket seg at når vintrene i Danmark er strenge, som vi oppfatter det, er vintrene på Grønland på sin måte mildere, og omvendt».

NAO-indeksen er vist i figur 10.9 sammen med AMO-indeks, og dens effekt på luftstrømmene er vist i Figur 10.10. Positiv NAO indeks viser sterkere enn vanlig subtropiske høytrykk og lavere lufttrykk enn vanlig over Island. Økt forskjell gir sterkere vinterstormer som krysser Atlanterhavet i en mer nordlig bane. Vintrene blir da varmere og med mer nedbør i Nord- og Vest-Europa, men tørrere i sørlige Europa og kaldere og tørrere i nordlige Canada og Grønland. Det østlige USA blir også varmere og får mer nedbør.



Figur 10.9 AMO indeks (øverst) og NAO indeks (nederst) 1910–2010. Variasjonene er glattet ut over 10 år. <https://www.nefsc.noaa.gov/ecosys/ecosystem-status-report/climate-forcing.html>

Negativ NAO indeks gir svakt subtropisk høytrykk og ikke så markant lavtrykk over Island. De reduserte trykkforskjeller gir svakere vinterstormer som krysser Atlanterhavet i en mer vest-østlig retning. Det leder fuktig luft til Middelhavsregionen og kald luft til det nordlige Europa. USAs østkyst tilføres mer kald luft i perioder og mer snø, mens Grønland vil ha mildere vintre (20,21).

I tillegg til temperatur og havnivå påvirker NAO en rekke forhold. Blant temaene som er tatt opp i en rekke publikasjoner, er været generelt, stormer og deres baner, variasjoner i nedbør, økologiske parametre som plankton, fiskepopulasjoner, hvetekvalitet og økonomi i UK, korrelasjoner mellom øvre atmosfæriske variasjoner og NAO, isvariasjoner i Baikalsjøen og Sibir, sammenheng med overflatetemperatur i havet, isfluks i Framstredet, avtrykk i iskjerner på Grønland, sammenheng med El Niño, indisk sommermonsun, eksport av støv fra Nord-Afrika til Europa og bidrag, sammen med AMO, til 60-års nedbørsyklus i Sahel-området. NAO er også forsøkt koblet til den kvasibiennale oscillasjon (QBO) og til ulike faser av solsykluser. Spesielt kan nevnes at sørvestlige vinder vil drive Golfstrømmen mer mot nord og påvirke isforholdene i Nordishavet, spesielt i den østlige delen.

Nest etter ENSO og Pacific Decadal Oscillation (PDO), som også er naturlige fenomener, er NAO/AMO ett av klodens mest dominerende klima- og værphenomener. Det forklarer godt geografiske variasjoner av ekstremeffekter som stormer, nedbør, milde vintre og tørke i Midt-østen, uten bruk av 'drivhuseffekten'. Også vindmøllers effekt vil styres av NAO, ikke drivhusgasser.

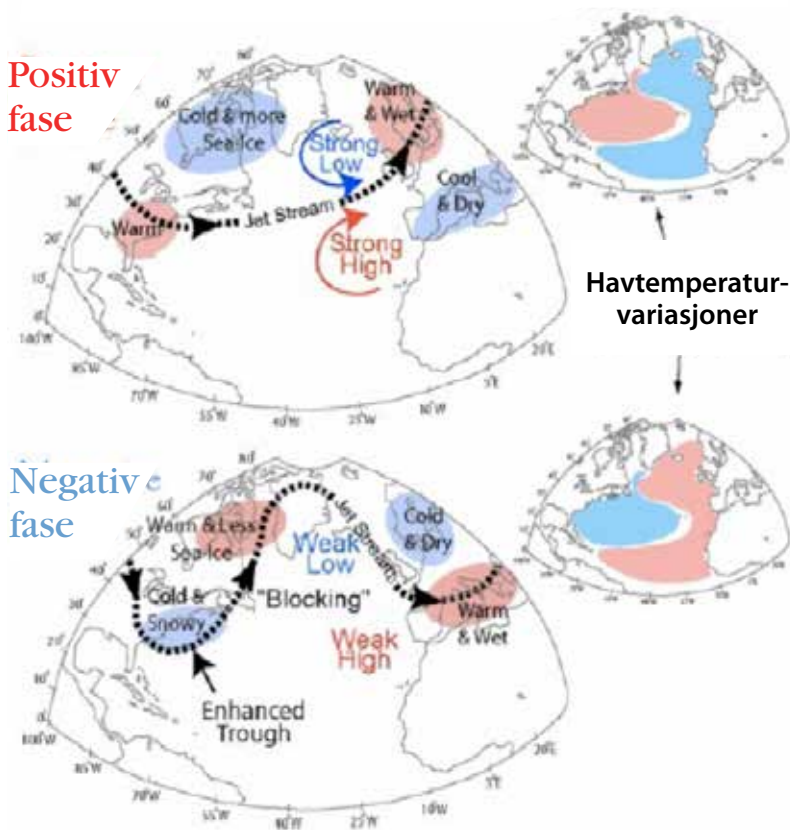
NAO henger sammen med endringer i jetstrømmer og perioder med dominans av vinder langs breddegraden versus langs lengdegrader. Disse har en periodisitet rundt ca. 60 år (22). Det ville vært særdeles fordelaktig om NAO kunne spås for sesongen, men det finnes i dag ingen gode beregningsmetoder, kun empiriske faktorer.

SAMLET VURDERING

ENSO, PDO, AMO og NAO er veletablerte periodiske fenomener. De inntreffer over de store havområder som dekker 71 % av kloden, og influerer vær og klima på sine tilgrensende landområder og med betydelige langtrekkende effekter. Eksempelvis vil regulære vindretninger som pålandsvind eller fralandsvind gi store forskjeller. Når disse endres over lange tidsrom får man en klimavariasjon. ENSO har åpenbart en annen opprinnelse enn de tre øvrige ved sin uregelmessighet og korte intervaller. Men den har sterk påvirkning på store deler av kloden, og det arbeides med å se på eventuell samvirke med de tre øvrige. IPCCs modeller er ikke i nærheten av å kunne forklare disse fenomenene.

Positiv fase

Negativ fase



Figur 10.10. NAO: Vær- og klimaeffekter fra den Nord Atlantiske Oscillasjon. Figurene til venstre viser vindmønstrer og varme og kalde soner, de små figurene til høyre viser tilsvarende for temperatur i havoverflaten. (Periode 12–14 år).

Alle de tre variasjonene påvirker mengde og temperatur av vann til Nordishavet og tilgrensende havområder. Forskjeller på 2 °C over en 20-års-periode er målt langs norskekysten ved målinger utenfor Skottland og Kola (13). Endringene leder til snø- og issmelting som igjen endrer områdets albedo. Det er nordområdene som har den desidert kraftigste temperaturøkning og bidrag til økning av global middeltemperatur. Dette skyldes i hovedsak varmetilførsel fra naturlige variasjoner.

Ikke minst kommer dette tydelig frem ved å se på variasjonene NAO har på ulike områder i sine to faser. CO₂-økningen er omtrent den samme over hele kloden og strålingseffekten skulle markere seg med samme tendenser, størst ved polene. Men Grønland er i motfase med Nord-Europa. Eksempelvis sank temperaturen på Grønland fra 1950 til 1995, perioden da CO₂ økte markant, og isen la på seg. Først deretter begynte temperaturen å stige og issmelting økte. Grønland viser således at det i store regioner foregår naturlige klimavariasjoner som dominerer over CO₂-effekten.

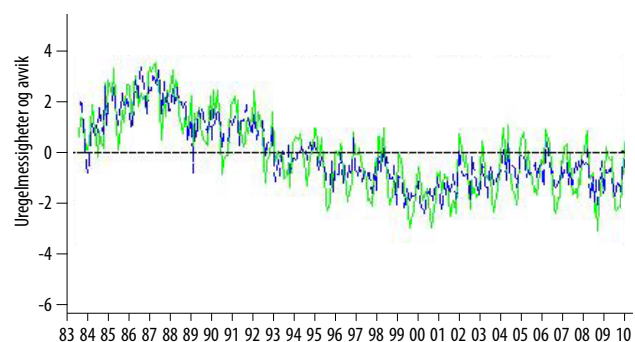
Alle disse syklusene setter seg sammen til et komplekst mønster som delvis kan forsterke eller svekke hverandre. PDO, AMO og NAO er primært relatert til en ca. 60-års syklus som også kan influeres av multipler av Månens 9,1 og 18,6 årssyklus til ca. 55 år. En rapport utarbeidet av FNs FAO (22) fant at global middeltemperatur og forholdet mellom vinder parallelt med breddegrader versus lengdegradene (slik vi ser i Jet-strømmene) endret seg med jordrotasjonen. En syklus på ca. 60 år stemmer meget godt overens med ca. 60-års endringer i jordrotasjonen, som igjen bør kunne relateres til påvirkning fra gravitasjonskreftene. De målte endringer i jordrotasjonen kan påvirke grenen av Golfstrømmen som drives østover mot Azorene og Kanariøystrømmen og dermed svekke hovedstrømmen mot nord (se figur 22.4). Sammen med dette virker endringer i Månens og planeters bane. Knutelineperioden (nodal

cycle) på 18,6 år er den dominerende syklus i Nordatlanteren (13). I Månens sørligste bane svekkes nordgående strøm i forhold til når den er i sin nordlige bane. Disse forhold er vanskelige å modellere teknisk sett, har komplisert fysikk og få målinger. De påvirkes også av små krefter, men som virker og får effekt over lang tid.

SKYER GIR RASKE ENDRINGER

Kloden har i gjennomsnitt ca. 66 % skyer som varierer med $\pm 3\%$. Som omtalt under Artikkel 26 påvirker de strålingsforholdene på kloden gjennom refleksjon av både inngående og utgående stråling og litt absorpsjon. I tillegg dominerer de fullstendig utstrålingen som grått legeme i sine områder. De har dermed stor påvirkning på klodens varmebalanse, anslagsvis 40–50 ganger (rundt 70 W/m²) mer enn IPCCs beregnede effekt fra CO₂-økning (1,6–2 W/m²). Det finnes mange typer skyer, og de har ulik virkning avhengig av konsistens og høyde. Lave skyer gir netto avkjøling. Høyere cirruskyer gir oppvarming. IPCC

Figur 10.11 Variasjon av totalt skydekke 1983–2009 i avvik fra middelveien på 66 %. Fra det internasjonale skyprosjektet ISCCP-D2, hentet fra (23).



medgir at de har lav forståelse av skyer i sine modeller. Da kan de heller ikke ha særlig presisjon i sine beregninger.

Som figur 10.11 viser ble skymengden redusert med 4 % i tidsrommet 1984–2000 svarende til en økt solinnstråling på 2,6 % som er ekvivalent med målt økning i utgående langbølget stråling (OLR) på 2,5 % (23). En albedoreduksjon på 2 % er verifisert uavhengig ved å måle lys fra Jorden som faller på Månen (24). 2 % endring i skydekket svarer til IPCCs beregnede effekt av CO₂-økning. Så gjennom mesteparten av de 20 år med oppvarming fra 1980 har en systematisk reduksjon i skydekket bidratt med den dobbelte energimengde til kloden i forhold til IPCCs beregnede bidrag fra CO₂-økning. Uten gode skyberegninger er det stor usikkerhet i beregningene.

Professor Linzen (tidligere MIT) har beregnet verdier for de høye cirrusskyer som dannes i høyder på 6–12 km. I et foredrag i Oslo informerte han om at effekten av dobbelt CO₂-mengde svarer til en variasjon i cirrusskyer på 10 % eller endring i høyden på 500 m. Begge er godt innenfor normale variasjoner, og langt større endringer observeres..

Så skyvariasjoner kan forklare de foreliggende temperaturendringer uten CO₂-effekt. Slike endringer kan genereres av de mange naturlige variasjoner i Sol, havstrømmer og vinder.

LITTERATUR

1. Klimanytt 120, 2015, *Værfenomenet El Niño – La Niña (ENSO)*
2. B. Voituriez og G. Jacques 2000, *El Niño facts and fiction*: IOC Ocean Forum/UNESCO Publishing
3. NOAA: *El Niño og tilhørende henvisninger*: <https://www.pmel.noaa.gov/elniño/>
4. <https://www.esrl.noaa.gov/psd/enso/mei/index.html>
5. P. Strandberg 2016, *Drivers of ENSO variability*, New dawn of Truth, London Climate Change Conference Sept 8–9, 2016, Extended Abstracts, N.-A. Mörner (red.)
6. <http://research.jisao.washington.edu/pdo/>
7. S. Minobe 1997, *A 50–70 year climatic oscillation over the North Pacific and North America*. Geophysical Research Letters, Vol 24, s. 683–686
8. D. J. Easterbrook 2008, *Global Cooling is here. Evidence for predicting Global Cooling for the Next Three Decades*. <http://www.globalresearch.ca/index.php?context=va&aid=10783>
9. D. B. Enfield mfl. 2001, *The Atlantic Multidecadal Oscillation and its relationship to rainfall and river flows in the continental U. S.*, Geophys. Res. Lett., 28: 2077–2080
10. <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/timeseries/AMO/>
11. <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/atlantic/gulf-stream.html>
12. J. Lynch-Steglitz mfl. 2007, *Atlantic Meridional Overturning Circulation During the Last Glacial Maximum*, Science, 316, 66
13. H. Yndestad 2006, *The influence of the nodal cycle on the temperature regime of the Barents Sea*, ICES Journal of Marine Science 60, 1251–1264
14. T. Vinje 2001, *Anomalies and trends of sea ice extent and atmospheric circulation in the Nordic Seas during the period 1864–1998*, Journal of Climate, [https://doi.org/10.1175/1520-0442\(2001\)014<0255:AATOSI>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0442(2001)014<0255:AATOSI>2.0.CO;2)
15. J. Olsen mfl. 2012, *Variability of the North-Atlantic Oscillation over the past 5 200 years*, Nature Geoscience, 5,11,808–812
16. I. V. Polyakov mfl. 2010, *Arctic Ocean Warming Contributes to Reduced Polar Ice Cap*, Journal of Physical Oceanography, <https://www.doi.org/10.1175/2010JPO4339.1>
17. R. Connolly, M. Connolly og W. Soon 2017, *Re-calibration of Arctic sea ice extent datasets using Arctic surface air temperature records*, Hydrological Science Journal
18. P. Chylek mfl. 2010, *Twentieth Century Bipolar Seesaw of the Arctic and Antartic surface air temperature* Geophys. Res. Lett. 37, L0870
19. A. Moene 2009, *Globalt kaldere de neste 30 år?* Norsk Geofysisk Selskap årsmøte, http://www.ngfweb.no/docs/ngf2009_foredrag_30_moene.pdf
20. <http://climate.ncsu.edu/climate/patterns/NAO.html>
21. <https://climatedataguide.ucar.edu/climate-data/burrell-north-atlantic-oscillation-nao-index-pc-based>
22. [https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=q3m-GCiljkBIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=LB+Klyashtorin,+FAO+Fish.+Tech.+Pap.+410+\(2001\)&ots=ebHbexv-Au&sig=qCT1m52stg2EI0p0RZhjELlp54&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.no/books?hl=no&lr=&id=q3m-GCiljkBIC&oi=fnd&pg=PA1&dq=LB+Klyashtorin,+FAO+Fish.+Tech.+Pap.+410+(2001)&ots=ebHbexv-Au&sig=qCT1m52stg2EI0p0RZhjELlp54&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
23. N. van Andel 2011, *The oceans, clouids and cosmic rays drive the climate, not CO₂*, <http://joannenova.com.au/2011/02/the-oceans-clouds-and-cosmic-rays-drive-the-climate-not-co2/>
24. J. Qiu, mfl. 2003, *Earthsbine and the Earth's albedo I:Earthsbine observations and measurements of the lunar phase function for accurate measurements of the Earth's Bond albedo*, J. Geophys. Res. D, 108, 4709, doi:10.1029/2003JD003610 <https://www.nasa.gov/centers/goddard/news/topstory/2004/0528earthsbine.html>



KALDERE I NORD-ATLANTEREN

Etter at den globale temperaturpause oppstod som begrep kort etter årtusenskiftet (1), er det presentert mange forskjellige forklaringer på 'pausen' og spesielt hvor den 'manglende' (ifølge klimamodellene) varme var forsvunnet (2). En utbredt forklaring postulerer at varmen er forsvunnet ned i havet (3), men det har vært vanskelig å forklare i detalj hvordan dette skulle ha gått for seg. Varm luft har vanskeligheter ved å varme opp havet, da infrarød stråling kun trenger ganske kort ned i vann (1–2 mikrometer), mens kortbølget solstråling er langt mer effektiv og kan trenge inntil 150 m ned.

Uansett er det imidlertid god grunn til å se på hvordan havområdene har endret temperatur i nyere tid. Innholdet av energi bundet i havet som varme er enormt stort. Når atmosfærens temperatur stiger tydelig under en El Niño i Stillehavet fordi varme avgis fra havet til atmosfæren, betyr det ikke at Jorden nå generelt er varmere, men at varmeenergi er flyttet fra havet til atmosfæren. Den totale varmeenergi i hav og atmosfære kan godt være uendret.

Kjennskapet til havenes globale temperatur, spesielt i dybden, er sporadisk inntil nyere tid. Etableringen av Argo-bøyene i 2004, som bl.a. måler havtemperatur ned til 1 900 m dybde, markerer et viktig fremskritt. Havene er imidlertid mye dypere enn 1 900 m, så dels er dataserien kort, dels omfatter den kun den øverste del av havene. Likevel er det interessant å studere de data som nå finnes (4).

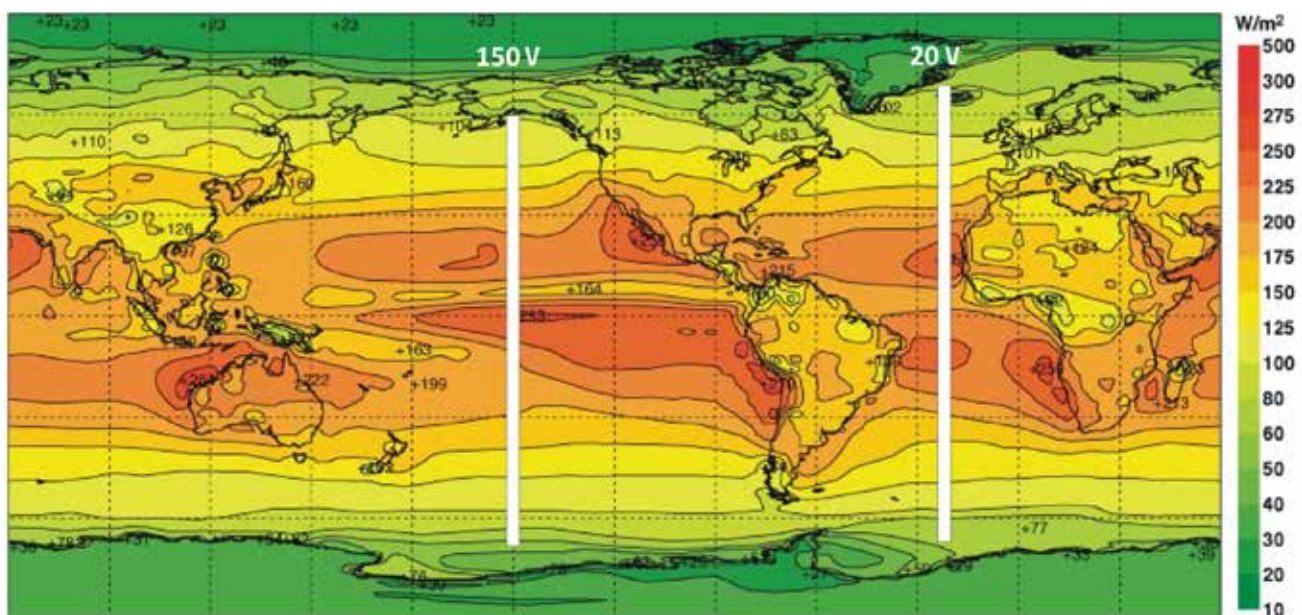
Figur 11.1 viser et verdenskart, med den årlige netto solinnstråling (W/m^2) angitt. Ikke overraskende sees den maksimale nettoinnstråling å være knyttet til områdene nær og på begge sider av Ekvator. I tillegg er inntegnet to nord-sør profiler for Atlanterhavet og Stillehavet. Figur 11.2 og 11.3 viser temperaturendringen mellom 2004 og 2016 langs disse to profiler, ned til 1 900 m dybde (5).

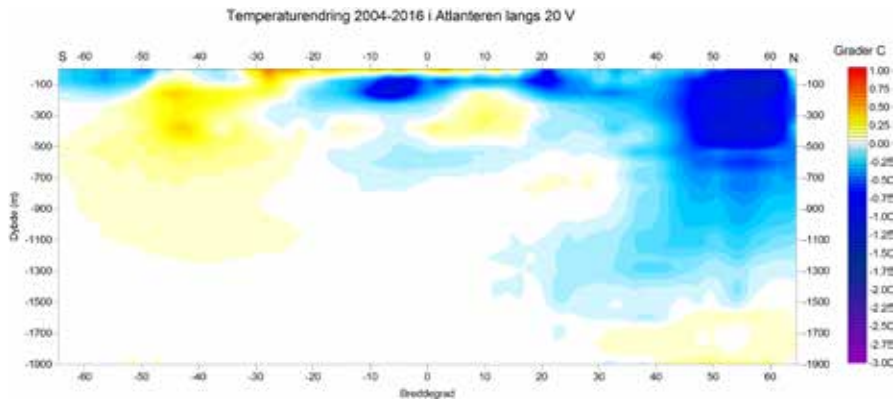
En tydelig avkjøling dominerer i Nordatlanten (Figur 11.2), mens oppvarming dominerer sør for Ekvator. Den kraftigste oppvarming sees på begge sider av Ekvator, i det område hvor netto solinnstråling er størst (figur 11.1). Denne oppvarming går dog kun til 100 m dybde.

I Stillehavet (figur 11.3) er endringene 2004–2016 motsatt. Her er det blitt kaldere i sør, og varmere i nord. Den kraftigste oppvarming registreres imidlertid igjen nær Ekvator, presis hvor netto solinnstråling er størst, ned til 100–150 m dybde, hvilket er godt sammenfallende med dybden hvor den kortbølgede solstråling har målbar effekt.

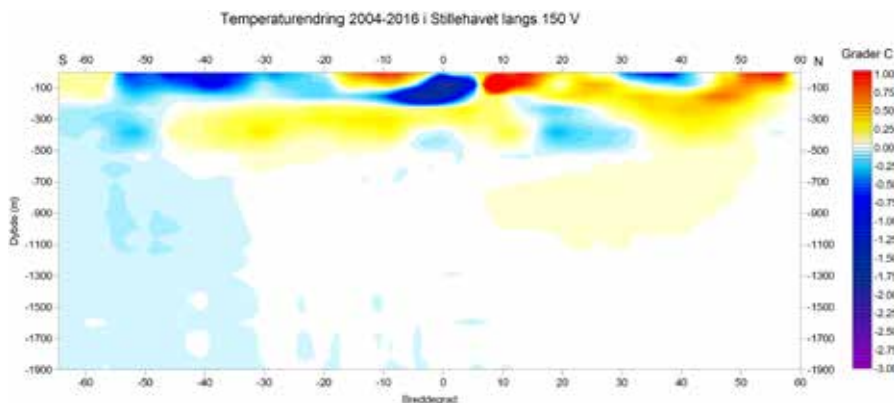
Figur 11.4 viser mere detaljert hvordan Nordatlanten siden 2004 gradvis er avkjølt tvers over Golfstrømmen, målt langs 59 grader N, mellom 0 og 30 grader V, ned til 800 m dybde. Tverrsnittet representerer dermed hovedparten av det vann som strømmer inn i Norskehavet, og videre mot Arktis. Den registrerte avkjøling 2004–2016 er markant, ca. $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, og kan forventes å få betydning for både lufttemperatur over Europa samt fiskeri i Nord-Atlanten de kommende 5–10 år, om ikke lenger.

Figur 11.1. Gjennomsnittlig årlig netto solinnstråling (W/m^2). De to hvite strekene angir plassering av figur 18.2 og 18.3.

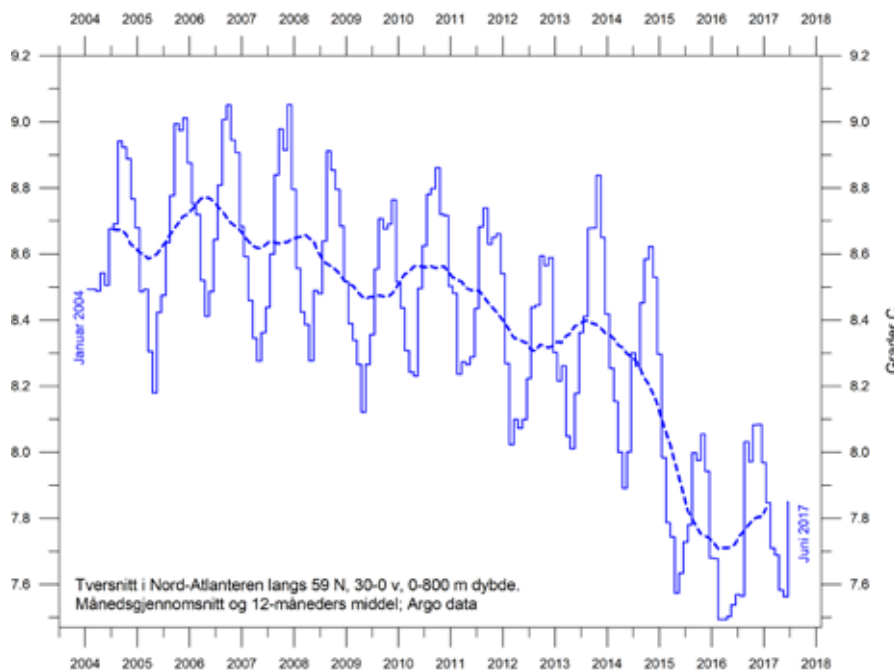




Figur 11.2. Temperaturendring 2004–2016 i Atlanterhavet langs meridianen 20V, fra 65S til 65N, ned til 1900 m dybde. En markant avkjøling sees i Nordatlanteren. Figuren er beregnet på grunnlag av Argo-data.



Figur 11.3. Temperaturendring 2004–2016 i Stillehavet langs meridianen 150V, fra 65S til 60N, ned til 1900 m dybde. Figuren er beregnet på grunnlag av Argo-data.



Figur 11.4. Temperaturendring 2004–2016 i Nordatlanteren langs breddegraden 59 N, mellom 30V og 0V, ned til 800 m dybde. Dette utsnitt svarer stort sett til et tversnitt gjennom Golfstrømmen. Figuren er beregnet på grunnlag av Argo-data (5).

LITTERATUR

1. Klimanytt 77, 2014, *Gratulerer med 18 års dagen for manglende Global Oppvarming*
2. Klimanytt 13, 2013, *James Hansen & Co forklarer temperaturutflating*
3. Klimanytt 42, 2013 *Har varmen fra menneskeskapt oppvarming gjemt seg i dyphavet?*
4. O. Humlum 2017, *The state of the Climate in 2016*, The Global Warming Policy Foundation, GWPF Report 23
5. Havtemperatur fra Argo bøyene:
<http://www.argo.ucsd.edu>



GLOBALT HAVNIVÅ

Omtrent 70 % av Jordens overflate er dekket av hav. Derfor kalles Jorden ofte for «havplaneten». På grunn av jordrotasjonen er Jordens form sammentrykt mot polene, mens den buler ut ved ekvator: i meter fra Jordens sentrum er polradius hele 21 385 m mindre enn ekvatorradius (1).

På grunn av Jordens ujevne fordeling av masse er også havmassene fordelt ujevnt over Jorden: om man reiser fra Ny Guinea langs ekvator til Maldivene kommer man 180 m nærmere Jordens sentrum. I tillegg kommer at havoverflaten er «skrukete» på grunn av mange ulike dynamiske faktorer. For eksempel trykker Golfstrømmen overflaten opp bortimot 5 m, mens overflaten i Det indiske hav er 30–40 cm lavere på grunn av fordampning. Dessuten er det landheving i enkelte områder (som i Norge, Sverige og Finland) og landsenkning i andre (f.eks. i Holland, og ved de fleste elvemunninger, der mange av våre store byer ligger) (2).

Når en geolog studerer havets variasjoner må han/hun ta hensyn til alle disse faktorer og forsøke å beregne virkningen. Man må også ha god kjennskap til hele den akkumulerte kunnskap som trinn for trinn har bygget seg opp de siste hundre år. Videre må man kjenne de fysiske lover og dynamiske prosesser som inngår. Dessuten må man ha egne observasjonsdata fra så mange steder som mulig.

Det finns ingen snarveier, ingen enkle dataprogram eller modeller. Slike forsøk er dømt til å mislykkes og vil produsere misvisende eller helt feilaktige data. Personlig har jeg arbeidet med havnivåvariasjoner i 50 år, studert fakta i naturen i 59 forskjellige land, og skrevet mange hundre fagfellevurderte vitenskapelige artikler og noen bøker.

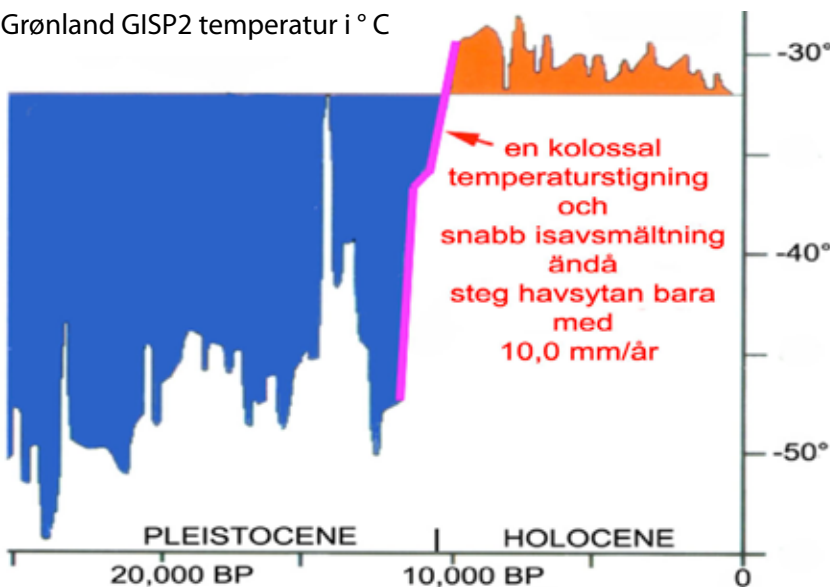
Havnivå, klima, isdekke, havstrømmer, alt oppfører seg i dag presis som de har gjort i tidligere tider. Det finnes ikke noe nytt og truende – bare de samme variasjoner som vi alltid har hatt her på Jorden. Havoverflaten varierer opp og ned med cirka 1 mm per år (eller 1 dm på ett århundre). Det fører ikke til noen som helst fare for Jordens kyster.

Det påstås enkelte ganger (spesielt i media) at havet kan komme til å stige med en til flere meter fram til år 2100. Men alt slikt prat er intet annet enn nonsens og skremselspropaganda. Slike påstander strider mot fysikkens lover, mot det vi vet fra tidligere tider, og framfor alt mot hva vi observerer i felten (3).

I Figur 12.1 ser vi en temperaturkurve for de siste 25 000 år fra en kjerneborring gjennom grønlandsisen. For ca. 11 000 år sidan skjedde en kolossal oppvarming. Den kjempestore isbaksen over Skandinavia smeltet med stor hastighet (i Stockholm trakk iskanten seg tilbake med 300 m per år). Selv da steg verdenshavne med mindre enn 10 mm per år (1,0 m per århundre). Den oppvarming som skjer i dag (0,5 °C siden 1950) er bare en liten ubetydelig del av den kolossale oppvarmingen for 11 000 år siden. Naturligvis kan den nåværende oppvarming ikke føre til mer enn en liten del av 10 mm per år, hvilket skulle bli fra noen cm till en dm fram til 2100.

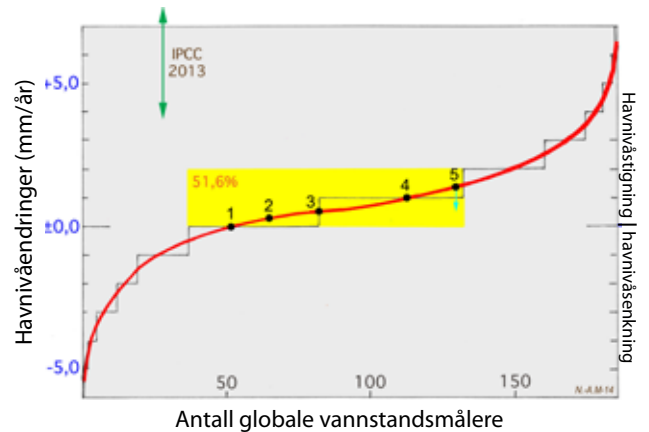
Figur 12.2 viser hvorfor vi kan påstå at havoverflaten ikke stiger raskt men kun endrer seg med verdier mellom ±0,0 mm per år til +1,0 mm per år, altså så lite at det ikke utgjør noe fare for lavtliggende kyster og øysamfunn. Andre påstander er demagogiske dommedagsskremser uten forankring i fakta som ikke tar hensyn til fysiske lover, geologiske prosesser og fakta samlet gjennom de siste to hundre år (4).

Grønland GISP2 temperatur i °C

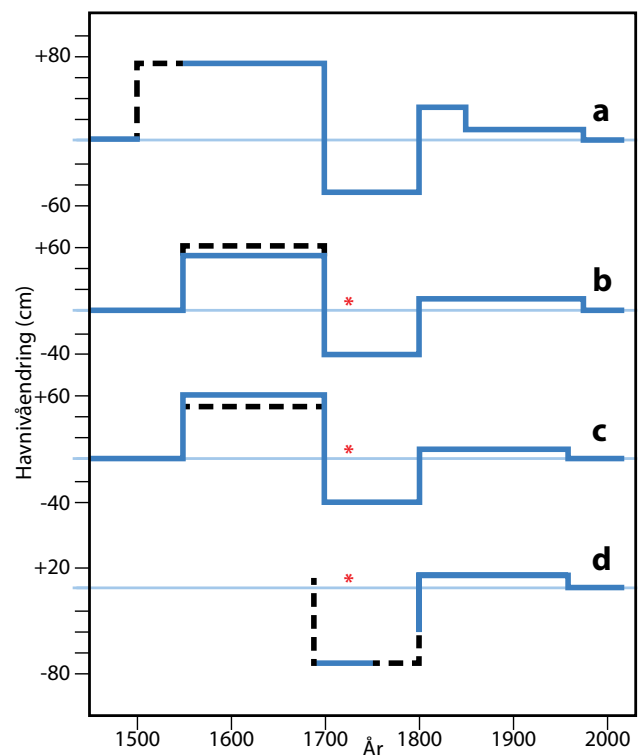


Figur 12.1. Temperaturvariasjoner de siste 25 000 år estimert fra en borrekjerne fra innlandsisen på Grønland. Ved istidens slutt omkring år 11 000 steg temperaturen kolossalt sterkt og hurtig. Landisen over Skandinavia og Canada minsket med stor hastighet; enda steg verdenshavene ikke med mer enn 10 mm per år (1 m på 100 år). Det som skjer nå (0,5 °C temperaturstigning siden 1950), er bare en ynkelig del av denne oppvarmingen, og kan så klart aldri føre til mer enn en fraksjon av havstigningen for 11 000 år siden; kanskje maksimalt omkring 1,0 mm per år. (Tid BP betyr «before present» og da regnes året 1950 som «present»).

Figur 12.2. For å beregne verdenshavens nåværende endring, valgte University of Colorado (<http://sealevel.colorado.edu/>) 184 vannstandsmålere fordelt over hele Jorden. Havstigningen målt av disse vises i den røde kurven, der 51,6 % av alle data ligger i gul sone: $+2,0$ til $\pm 0,0$ mm/år. Ett sted i dette intervallet burde vi finne rett verdi for havstigningen i moderne tid. Punkt 5 viser middelerdien på $1,14$ mm/år for samtlige målere, men vi vet at mange av disse kommer fra elvemunninger der landet synker, hvilket gjør at rett verdi må være betydelig lavere (blå pil). Punkt 4 gir en meget vel begrunnet verdi på $+1,0 \pm 0,1$ mm/år for havstigningen på de siste 125 årene i Nordsjøen, Kattegat og Østersjøen. Punkt 3 gir en korrigert verdi $0,55 \pm 0,10$ mm/år beregnet fra satellittaltimetri. Punkt 2 gir middelerdien $0,25 \pm 0,19$ mm/år av gjennomsnittsverdier for 170 vannstandsmålere med måleserier over 60 års lengde. Punkt 1 gir observerte verdier $\pm 0,0$ mm/år, bestemt med stor nøyaktighet for en rekke områder: Maldivene, Bangladesh, sørlige India (Goa), Fiji, Tuvalu, Vanuatu, Kiribati, Majuro, Surinam-Guyana, Venedig, mfl. Dette gir et meget samstemt budskap: Den globale havoverflaten stiger med mellom $\pm 0,0$ og $1,0$ mm/år, hvilket ikke betyr noen som helst fare for lave kyster og øysamfunn. Kun IPCCs verdi for havstigning ($4\text{--}7$ mm/år, vist ved grønn pil som går utenfor diagrammet), befinner seg langt over hva denne databasen viser.



Figur 12.3 Observerte havnivåendringer de siste 500 år for Fiji-øyene (a), Maldivene (b) Goa (c) og Bangladesh (d). Rød stjerne viser tidspunkt for en tsunami i 1733. Havnivået steg under Den lille istid fordi Golfstrømmen da ble presset mot øst-sørøst (se figur 23.4) og jorda roterte raskere. Da Maunder minimum var slutt omkring 1700 og iskanten vandret nordover sank havnivået i Det indiske hav. Det stabiliserte seg på nåværende nivå da iskanten flyttet seg langt sørover etter 1800. Figur fra (5).



LITTERATUR

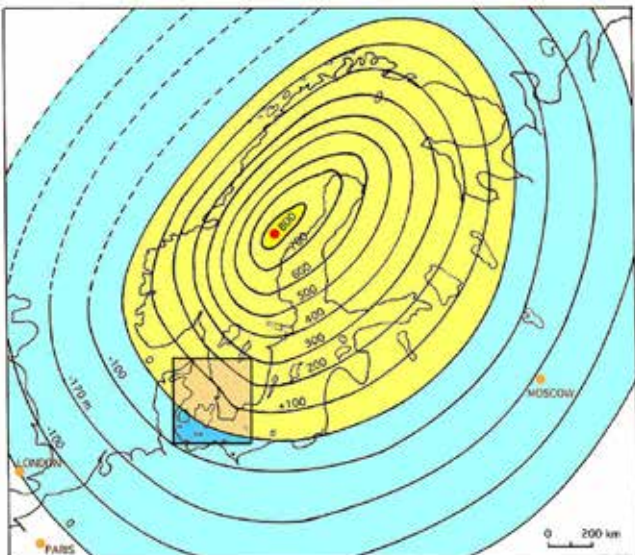
1. N.-A. Mörner 2013, *Sea level changes: facts and fiction*, Energy & Environment, 24, 509–536
2. N.-A. Mörner 2015, *Glacial isostasy: regional – not global*, International Journal of Geoscience, 6, 577–592
3. N.-A. Mörner 2016, *Sea level changes as observed in nature*. In: Evidence-based Climate Change, Second Revised Edition, D. J. Easterbrook, red., Chapter 12, p. 219–231. Elsevier
4. N.-A. Mörner 2016, *Rates of sea level changes: a clarifying note*. International Journal of Geoscience, 7, 1318–1322
5. N.-A. Mörner 2017, *Our Oceans-Our Future: New Evidence-based Sea Level records from the Fiji Islands for the Last 500 years Indicating Eustasy and Absence of a Present Rise in Sea Level*, International Journal of Earth & Environmental Sciences 2: 137, doi:<https://doi.org/10.15344/2546.351X/2017/137>

LANDET STIGER ELLER SYNKER

Landhevingen er den dominerende faktor for havnivåendringer rundt Skandinavias kyster. Landet stiger og havoverflaten forskyves nedover og utover. Det var Gerard De Geer som i 1888 kunne fastlegge denne prosessen. Fridtjof Nansen var ikke bare en polfarer, men også en utmerket forsker. Han ga en elegant forklaring på hvorledes denne prosessen – som vi kaller *glasial isostasi* – fungerer (1928). Marius Marthinussen kartla de gamle strandlinjene i Nord-Norge og kunne med C14-dateringer angi deres alder. Men ennå visste vi lite om det detaljerte samspillet mellom landheving og strandforskyvning. For å løse disse spørsmålene måtte man studere landstigningens perifere områder.

Min doktoravhandling handlet om dette i Halland og Kattegat, dvs. det området der landhevingen er på det svakeste og i Storebelt går over i landsenkning (se kvadratisk rute i Figur 13.1). Med et meget stort antall C14-dateringer og nøye oppmåling av 40 separate strandlinjer med tilhørende stratigrafi gikk det faktisk å separere landheving (isostasi) og havoverflatevariasjoner (eustasi). Dermed hadde vi en havoverflatekurve for det nordøstre Atlanterhavet og nordvestre Europa for de siste 20 000 år, med ekstra stor sikkerhet for de siste 10 000 år (1, 2, 3).

Figur 13.1. Landheving (i meter) etter den siste istiden (gul) og tilsvarende landsenkingsområder omkring (blå). Ruten tegnet over Kattegat–Syd-Sverige angir det området hvor det lyktes å separere absolutt landheving (isostasi) og absolutt havoverflateforandring (eustasi) i et spektrum av 40 separate strandlinjedata. Nullnivået har ligget helt stabilt i Storebelt gjennom 8000 år.



Tabell 13.1. Sammenligning mellom målt forandring av havnivået (RHN = relativt havnivå) for 17 målestasjoner i Norge og 11 i det øvrige Europa; land (= landheving), hav (= havnivåstigning) samt endring av lokalt havnivå fram til år 2100. For de fleste norske stasjoner faller havnivået, for noen få stiger det med noen centimeter. Det foreligger ikke noen tvil om at fremtidige havnivåstigninger ikke kommer til å gi noe problem langs norskekysten.

Målestasjon	RHN	Land	Hav	Endring til 2100
Honningsvåg	+1,6	-0,6	+1,0 ±0,1	13,4 cm stigning
Hammerfest	+0,9	+0,1	samme	7,6 cm stigning
Tromsø	±0,0	+1,0	samme	ingen endring
Harstad	-1,0	+2,0	samme	8,4 cm fall
Narvik	-2,6	+3,6	samme	21,8 cm fall
Kabelvåg	-1,2	+2,2	samme	10,1 cm fall
Bodø	-1,3	+2,3	samme	10,9 cm fall
Rørvik	-0,8	+1,8	samme	6,7 cm fall
Heimsjø	-1,5	+2,5	samme	12,6 cm fall
Kristiansund	-1,0	+2,0	samme	8,4 cm fall
Ålesund	+0,9	+0,1	samme	7,6 cm stigning
Måløy	+0,6	+0,4	samme	5,0 cm stigning
Bergen	-0,1	+1,1	samme	0,8 cm fall
Stavanger	+0,4	+0,6	samme	3,4 cm stigning
Tregde	+0,2	+0,8	samme	1,7 cm stigning
Oscarsborg	-1,8	+2,8	samme	15,1 cm fall
Oslo	-3,7	+4,7	samme	31,1 cm fall
Stockholm	-3,8	+4,9	+1,1	31,9 cm fall
Varberg	+0,86	+1,75	+0,90	7,2 cm fall
Klagshamn	+0,6	+0,3	+0,9	5,0 cm stigning
Aarhus	+0,63	+0,28	+0,91	5,3 cm stigning
Korsør	+0,81	±0,0	+0,9	6,8 cm stigning
Nyborg	+1,01	-0,1	+0,9	8,4 cm stigning
Cuxhaven	+2,53	-1,4	+1,14	21,3 cm stigning
Amsterdam	+1,5	-0,4	+1,1	12,6 cm stigning
Ijmuid	+1,47	-0,4	+1,07	12,3 cm stigning
Brest	+1,05	±0,0	+1,05	8,8 cm stigning
Venezia	+2,4	-2,3	+0,1	20,2 cm stigning

HAVOVERFLATEN VARIERER

Det vi måler er egentlig de relative havoverflatevariasjonene, som utgjør summen av landhevning (eller landsenkning) og stigning eller senkning av havoverflaten. I Stockholm og i Kattegat kjenner vi dagens landhevning med en nøyaktighet opptil en tidels millimeter (Tabell 1). Forskjellen mellom relativt havnivå (RHN) og landhevning eller landsenkning gir havets egne «eustatiske» variasjoner. Den kan vi for Stockholm sette til 1,1 mm/år for de siste 150 år, i Kattegat til 0,9 mm/år for de siste 125 år, i Nordsjøen til $1,1 \pm 0,05$ mm/år og i Venedig til ca. $\pm 0,0$ mm/år (Tabell 1). For norskekysten kan vi altså med god grunn anvende en verdi på $1,0 \pm 0,1$ mm/år (4, 5).

HAVNIVÅ LANGS NORSKEKYSTEN

Når vi kjenner land- og havvariasjoner kan vi lett beregne havoverflatens relative forandringer fram til år 2100. For 10 av de norske målestasjonene kommer havoverflaten til å synke (i Oslo med 31,1 cm), i Tromsø kommer havoverflaten til å være stabil, og ved 6 stasjoner kommer havoverflaten til å stige, men ikke med mer enn noen cm (maksimalt 13,4 cm i Honningsvåg). Så små endringer gir ingen praktiske problemer.

Alt som skrives og sies om det motsatte er demagogi og skremmelsespropaganda, der kunnskap og fakta hensynsløst ignoreres. Ettersom disse røster – som vi i høyeste grad kan kalle *falske profeter* – har fått politisk gjennomslag, betyr dette kolossale feilinvesteringer og dermed enorme summer som helt enkelt *kastes i sjøen*. Slik kan det ikke fortsette. La spørsmålet om havnivåvariasjoner behandles av virkelige forskere som vet hva de sier.

FEILSATSINGER

Den første store feilsatsingen i vårt nærrområde var byggingen av Nevadammen i St. Petersburg. Hensikten var å hindre oversvømmelse fra et raskt stigende hav. Resultatet ble en stinkende, forurenset dam.

Neste store feilsatsing var ombyggingen av Slussen i Stockholm, slik at et fremtidig inntrenging av vann fra Østersjøen i Mälaren (som Stockholm får sitt drikkevann fra) forhindres. Ettersom landhevningen i Stockholm er 4,9 mm/år finns det ingen som helst mulighet for at havet noensinne kan stige inn i Mälaren (Figur 13.2). En total feilbedømmelse av beslutningstakerne som har blitt skadelig feilinformerte av ukyndige demagoger.

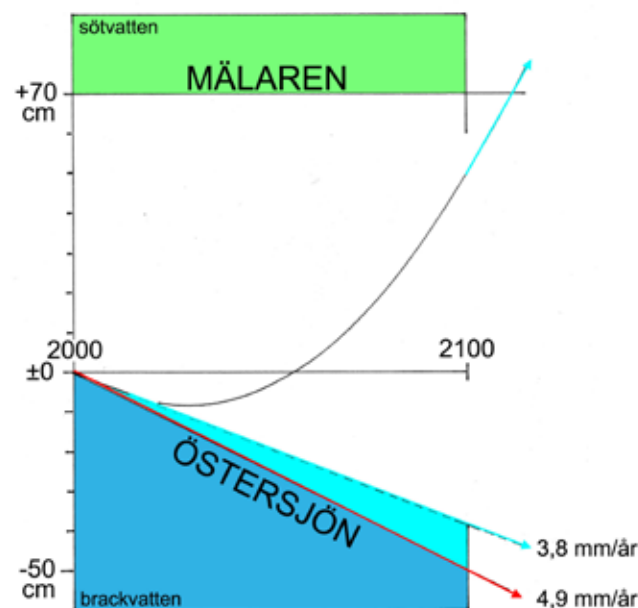
I Norge har det vært påstått at den nye operaen i Oslo som ligger i vannkanten, skal drukne på grunn av havstigning. Den ble bygget 2,6 m over normalvannstand. I Oslo har det vært konstant landhevning på 4,7 mm pr år de siste tusen år. Høyeste målte vannstand på 1,95 m over normalvannstanden ble målt under en stormflo i 1914. Siden landet stiger raskere enn havet er det ingen fare for oversvømmelse i overskuelig framtid.

Disse påstandene om farlig havstigning er demagogisk dommedagskremmel uten forankring i fakta, som setter til side fysiske lover, geologiske prosesser og fakta som har blitt samlet gjennom et par hundre år (6).

LITTERATUR

1. N.-A. Mörner 1973, *Eustatic Changes during the Last 300 Years*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 13, 1–14
2. N.-A. Mörner 1979, *The Fennoscandian Uplift and Late Cenozoic Geodynamics: Geological Evidence*, Geojournal, 3, 287–318
3. N.-A. Mörner 1980, *The northwest European «sea-level laboratory» and regional Holocene eustasy*, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 29, 281–300
4. J. M. Hansen 2015, *Sea-level effects of NOA and AMO: Synchronization and amplitude locking by the Lunar Nodal Oscillation in the North Sea and Baltic Embayment*, Planetary Influence on the Sun and the Earth, and a Modern Book-Burning, N.-A. Mörner, (red.), 51–70, Nova Sci. Publ
5. N.-A. Mörner 2015, *Deriving the Eustatic Sea Level Component in the Kattegat Sea*, Global Perspectives on Geography, 2, 16–21
6. N.-A. Mörner 2015, *Glacial isostasy: regional – not global*, International Journal of Geoscience, 6, 577–592

Figur 13.2. År 2000 lå Mälarens middelvannstand 69 cm over middelvannstanden i Østersjøen. Den absolutte landhevningen (rød pil) er 4,9 mm/år. Østersjøens havoverflate har falt gjennom de siste 150 år med i middel 3,8 mm/år (lyseblå pil). Forskjellen mellom landstigning og havnivåsenkning forteller at havet har steget i middel 1,1 mm/år (i absoluttverdi). Denne tendens kan forventes å fortsette minst fram til år 2100 (lyseblått felt). Noen fare for fremtidig inntrenging av saltvann inn i Mälaren foreligger derfor ikke. Alle andre påstander (f.eks. den krumme kurven) er ikke annet enn ukyndig demagogi.





ISBREER UNDER DEN LILLE ISTID

Den lille istid betegner en relativt kald periode, omfattende perioden 1300–1900 (se figur 6.1 og 6.2). Den lille istid kjennes fra alle landområder på Jorden, og var dermed et globalt fenomen. Det eksakte tidspunkt for start- og avslutning av perioden kan naturligvis variere litt mellom de forskjellige steder. Generelt er det slik at jo nærmere en av Jordens poler man er, jo tidligere begynner Den lille istid, og jo senere avsluttes den.

OVERSIKT

Den lille istid var ikke en sammenhengende periode med kalde forhold, fra tid til annen inntrådte år med gode og varmere forhold.

Men samlet sett var det en relativt kald periode. For menneskene var klimaforholdene generelt ugunstige, mens de naturligvis var tilsvarende gode for isbreer. Klimatisk sett var det særlig vinterforholdene som ble påvirket, men også sommertemperaturen som i perioder var lavere enn nå. Derfor hersket det vanskelige forhold for landbruk i mange land, med derav følgende kriser i forskjellige samfunn.

I Norge skriver sogneprest Peder Claussøn (Undal Prestegjeld) i 1597 om sviktende avlinger og frykt for en kommende hungersperiode. Husdyrene slaktes. Gras, høy, røtter, mose og bark fortæres for å døyve sulten.

BREENE VOKSER

Mange av dagens isbreer over hele verden, ble dannet eller vokste i løpet av Den lille istid. I Norge begynte eksempelvis Omnsbreen nord for Finse å vokse til fra stort sett ingenting omkring år 1300 til en stor isbre omkring år 1400. Mange fjellområder fikk en landskapeleg gjennomgripende forandring ved denne veksten av isbreer, som det er vist ved de to illustrasjonene fra Sveits (Figur 14.2).

Årsakene til Den lille istid kjennes ikke med sikkerhet, men forskere peker vanligvis på solvariasjoner som hovedårsak, i perioder forsterket av klimaeffekten av store vulkanutbrudd.

Mange steder kulminerte Den lille istid temperaturmessig på 1600- og 1700-tallet. Veksten av isbreer er ikke kun et spørsmål om temperatur, men også nedbør er viktig. Spesielt anses sommertemperatur og vinternedbør som de to mest avgjørende faktorer for en isbre. Derfor er det ikke i den kaldeste del av Den lille istid som isbreer når sin største utstrekning, men ofte noe senere.

I Norge når eksempelvis mange breer sin maksimale størrelse omkring år 1750. Lengre sørpå i Europa, i Alpene, når breene når sitt maksimum noe senere, omkring 1860. Også i New Zealand på den sørlige halvkule når breene sin Lille istid maksimum omkring år 1860. Deretter endres klimaforholdene igjen i retning av det som vi kjenner fra vår tid – ikke jevnt, men med løpende variasjoner mot varmere så vel som kaldere forhold (se figur 9.1 og 9.2).

Figur 14.1. Marked på Themsen under Den lille istid.





VINTERLANDSKAP OG MARKED PÅ ISEN

Noe som var spesielt under Den lille istid var at malere tok til å male vinterbilder med snø og is. Mange elver i Europa frøs til og på Themsen ble det holdt vintermarked på isen når den la seg (se figur 14.1). Et vesentlig bidrag til is på Themsen var at den gamle London Bridge, som ble revet i 1825, hadde trange buer som begrenset vannhastigheten og gjorde at elva lettere frøs (1). Etter 1825 frøs Themsen sjelden.

LITTERATUR

1. M. Lockwood mfl. 2017, *Frost fairs, sunspots and the Little Ice Age*, *Astronomy & Geophysics*, 58,2,17

Figur 14.2 Landskap i Sveits i den romerske varmeperiode (øverste bilde), samt under nåtidige forhold, med angivelse av utstrekningen av isbreer under Den lille istid (nederste bilde). Illustrasjoner publisert i 'Der Spiegel', 21. mai 2005. Rekonstruksjonen er foretatt av den sveitsiske klimaforsker Christian Schlüchter (Universitetet i Bern, Sveits).



HAVIS I NORD OG SØR

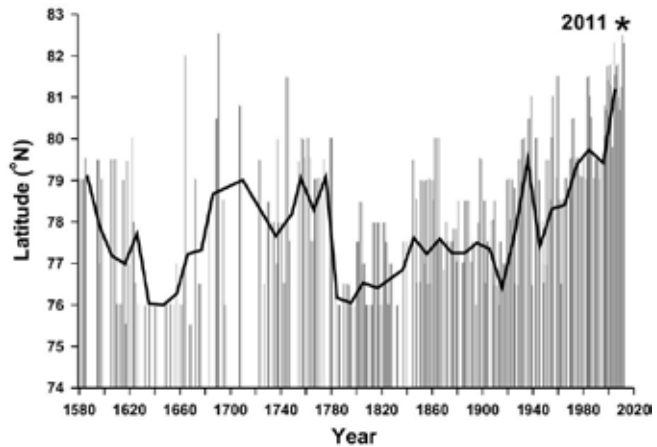
Havis er et tema med ikon-status i dagens klimadebatt. Ifølge klimamodeller vil havisen ved Nordpolen være borte i nær fremtid. I fredsprisvinner Al. Gores Nobelpristale i 2007, ble 2014 nevnt som året hvor den arktiske havis kunne være borte om sommeren (1). Som bekjent ble dette ikke tilfellet, så i øyeblikket tales i stedet om 2030–40 som tidsrommet hvor havisen ved Nordpolen sannsynligvis er borte om sommeren. Tiden vil som bekjent vise om denne nye spådom er korrekt eller feil.

Inntil for nylig omtalte mediene vanligvis kun havisen ved Nordpolen, og isen ved Sydpolen ble ikke nevnt. Dette endres i 2016, da havisen i sør minsket markant (figur 15.2). Det er naturligvis viktig å tale om havis ved begge poler samtidig, da det er det samlede globale havisareal som er interessant.

Fra 1979 foreligger gode satellittobservasjoner av havis ved begge poler, mens kjennskapet til havisens utbredelse innen da er mindre detaljert. Det Danske Meteorologiske Institutt har en lang observasjonsserie fra Grønland og deler av Nordatlanten, og den norske forsker Torgny Vinje har samlet skipsbaserte observasjoner om havis i Barentshav-regionen 400 år tilbake i tid (2, 3). Helt tilbake til perioden på 1600-tallet med stor hvalfangst nord for Spitsbergen foreligger mange skipsbaserte observasjoner (4). Det har også vært mulig å beregne maksimal utbredelse av havisen i nord. Et kart fra Norsk Polarinstitutt viser at maksimal utbredelse i april 1769 (5) var lenger nord enn det som ble observert i 2017 (figur 15.3).

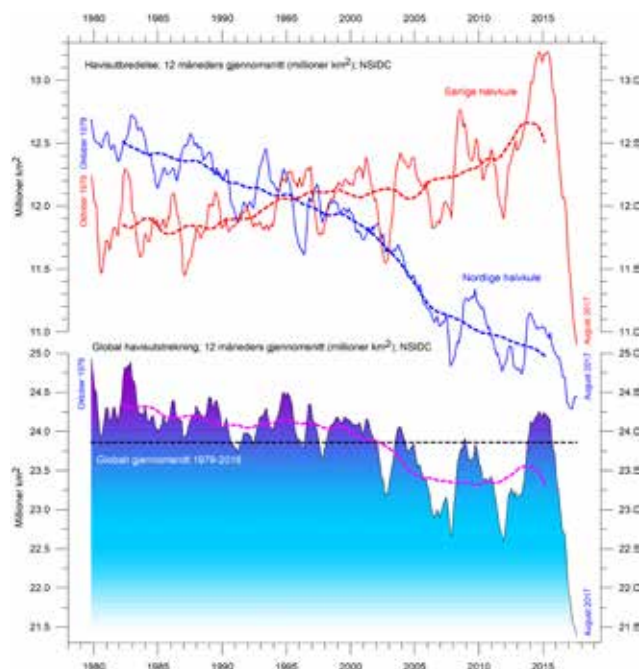
Vekst eller smelting av havis er påvirket av mange forhold: Vanntemperatur, saltholdighet, vindsystemer, regionale forskjeller i lufttrykk, og tilstrømning av ferskvann i elver fra nærliggende landområder kan nevnes som viktige faktorer. Det betyr eksempelvis, at blant mange andre forhold, er havisen i Arktis påvirket av forhold som foregår nær Ekvator, hvilket påvirker temperatur og saltholdighet av det vann som vel 10 år senere ankommer Barentshavet og området vest for Svalbard. Også vekslende nedbørsforhold over Russland, Sibir og Alaska er viktige, da de avgjør hvor mye ferskvann som strømmer ut i de arktiske havområder. Å knytte havisvariasjoner opp mot kun en faktor, f.eks. global lufttemperatur eller atmosfærisk CO₂, er dermed nesten meningsløst.

Sammenstillingen av historiske observasjoner om havisen i Barentshavet (Figur 22.2) viser at iskanten i vår tid er langt mot nord, men dog ikke signifikant lengre nord enn det som var tilfelle i siste del av 1600-tallet. Diagrammet viser også at store variasjoner i iskantens beliggenhet er vanlige, likesom periodiske variasjoner avtegner seg. Solheim mfl. (6) viste at de historiske variasjoner i iskantens beliggenhet (figur 22.2) i store trekk følger kjente variasjoner i solstrålingen.



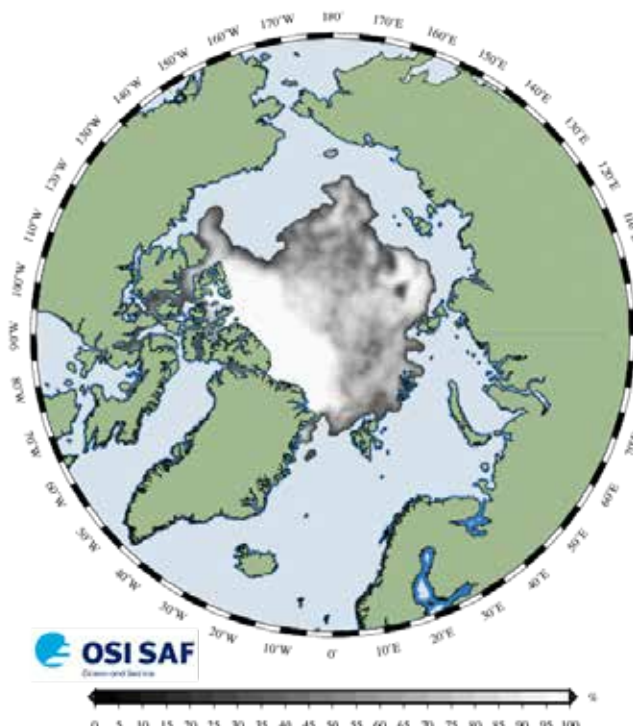
Figur 15.1. Iskantens posisjon (grå stolper) basert på observasjoner i de to siste ukene av august for farvannet mellom Svalbard og Frans Josefs land for perioden 1583–2012, angitt som midlere breddegrad mellom sektor 20–45E (modifisert etter Vinje(1999) og oppdatert til sommeren 2012); den sorte kurven er 10 års glidende middelværdi; 2011 er året med minst isdekke (4).

Figur 15.2. Utbredelsen av havis på begge halvkuler, ifølge satellittobservasjoner siden 1979. Havisen på den sørlige halvkule har vist en stigende tendens til 2016, mens havisen på den nordlige halvkule har minsket. Nederste del av diagrammet viser hvordan det globale havisareal har variert. Oktober 1979-verdien er beregnet som det månedlige gjennomsnitt av perioden november 1978–oktober 1979, november 1979-verdien er gjennomsnitt av desember 1978–november 1979, osv. Denne utjevning er gjort for å fjerne effekten av den motsatt rettede årstidsvariasjon ved de to polene. Den stiplede linjen angir et 61-måneders (ca. 5 år) gjennomsnitt. Denne grafen oppdateres jevnlig på climate4you.com.





Figur 15.3 Iskart for 22. April 2017 (polarportal.dk), basert på satellittdata og modell for beregning av istykkelsen som er angitt ved varierende gråtoner.



Figur 15.4 Iskart for 22. august 2017. Vi ser at isen fremdeles stenger Nordvestpassasjen, mens det nå er nesten isfritt rundt Svalbard (polarportal.dk).

De satellittbaserte observasjoner siden 1979 er vist på figur 15.2; dels for begge halvkuler, dels det globale havisareal. Siden 1979 har havisen i Arktis minsket tydelig, samtidig med at havisen ved Antarktis har vokst. Det sees også at utviklingen ved Nordpolen samtidig har vært preget av kortere, men tydelige, variasjoner av en omtrentlig periodelengde på 5,3 år. Havisen ved Antarktis er også påvirket av kortere periodiske variasjoner, ca. 4,5 år i lengde. Dette viser dels at havisen ved de to polene overordnet sett er i motsatt fase, men også at de kortere variasjoner (kortere enn 10 år) sannsynligvis er kontrollert av til dels forskjellige forhold. Med kjennskap til de mange forskjellige påvirkningsfaktorer overrasker dette sannsynligvis ikke, men er uansett interessant viten.

I 2016–17 nådde det globale havisareal et markant minimum. Dette overrasker ikke, da det skyldes at de to kortere variasjoner (5,3 og 4,5 år) da hadde sammenfallende minimum, som det sees av figur 15.2. Derfor kan man også konkludere at de kommende 4–5 år sannsynligvis vil være preget av en utvikling i retning av et globalt større havisareal, da begge korttidsvariasjoner til den tid vil være i sine stigende faser.

De to figurene (15.3 og 15.4) viser hvordan havisen i Arktis har variert i 2017. I april var den på det meste og i siste halvdel av august på det minste.

LITTERATUR

1. Klimanytt 74, 2014, *Arktisk sommeris dekker 1,7 millioner km² mer enn for 2 år siden*
2. T. Vinje 1999, *Barents Sea ice edge variation over the past 400 years. Extended abstract*. Workshop on sea-ice charts of the Arctic, Seattle, WA. World Meteorological Organization, WMO/TD No. 949, 4–6
3. T. Vinje og H. Goosse 2003, *Ice extent variations during last centuries. Observation and simulation of natural and antropogenic effects*, Poster at Final ACSYS Science Conference, Arctic and Antarctic Research Institute, St. Petersburg, 11–14 November 2003
4. S. Falk-Petersen mfl. 2014, *At the rainbow's end: high productivity fueled by winter upwelling along an Arctic shelf*, Polar Biology, DOI 10.1007/s00300–014
5. Klimanytt 96, 2015, *Isgrensen var lengre nord i 1769*
6. J.-E. Solheim, S. Falk-Petersen, og O. Humlum 2016, *Iskanten i Barentshavet*, <http://www.geoforskning.no/nybeter/klima-og-CO2/1117-iskanten-i-barentshavet>
7. Klimanytt 82, 2014, *Nordøstpassasjen ble ikke åpen som forventet i 2014*



Kjell Stordahl

EKSTREMVÆR GLOBALT

Ekstremvær har den senere tid vært et meget populært tema i klimasammenheng. Dette gjelder for nyhetsmedia som gjerne knytter ekstremvær til lokale og regionale hendelser, og også større globale ekstremvær.

Det er liten tvil om at det til alle tider har vært og er ekstremvær i Norge og globalt. Ekstremvær er en integrert del av Jordens klimasystem, som genereres av storskala atmosfære- og havsirkulasjoner og komplekse vekselvirkninger mellom lokale og regionale værphenomener (1).

Ofte omtales ekstremvær i tilknytning til økning av menneskeskapt klimagasser og da særlig CO₂ (Antropogenic Global Warming – AGW). Det er først etter siste verdenskrig at produksjonen av menneskeskapt CO₂ har økt betydelig. Før siste verdenskrig var kullproduksjonen den klart største kilden til menneskeskapt CO₂. Nå har CO₂-produksjonen gjennom utvinning og forbrenning av olje og gass og produksjon av sement økt betraktelig. (Se figur 31.6)

EKSTREMVÆR

Ekstremvær skyldes hovedsakelig tropiske sykloner, stormer, ekstrem temperatur, tørke, hetebølger, skogbranner, ekstremt regn, stormflo (flood ved kysten), flom (ved elver), ekstrem kulde og snøskred.

Det er verdt å merke seg at litteratur om ekstremvær i svært, svært liten grad omhandler hendelser forårsaket av ekstrem kulde. Dette er bemerkelsesverdig da ekstrem akutt kulde kan være farligere enn høy temperatur. Det er vist at lang fler dør på grunn av kulde enn av varme.

ATMOSFÆRISK BLOKKERING

Atmosfærisk blokkering, eksempelvis ved forsterkning av høytrykk i perioder, kan føre til ekstremt varme somre eller kalde vintre. Da kan kulde- og hetebølger oppstå. Eksempel på dette er hetebølgen i Paris i 2003 (1).

VULKANUTBRUDD

Kraftige vulkanutbrudd forårsaker spredning av aerosoler/asje i atmosfæren, som i sin tur reduserer solinnstråling og kan føre til temperaturfall over lengre perioder. Store vulkanutbrudd skjer forholdsvis sjelden. Siden 1815 er følgende store vulkanutbrudd registrert: Tambora, Indonesia – 1815, Krakatau, Indonesia – 1883, Mt. Pelée, Martinique – 1902 og Pinatubo, Filippinene – 1991 (se Art. 18)

HAVSTRØMMER

PDO (Pacific Decadal Oscillation) er et variabelt værphenomen koplet til havstrømmer i Stillehavet som forårsaker skiftende temperaturer både i havet, i atmosfæren og på land. En forsterkning av PDOs negative fase kan føre til særlig kalde vintre i Nord-Amerika (se Art. 10).

El Niño og La Niña er henholdsvis den varme og kalde Stillehavsstrømmen (ENSO) som veksler og som påvirker temperaturen i havet, i atmosfæren og på land. Et skifte fra El Niño til La Niña kan forårsake markante temperaturendringer og ekstremvær (se Art. 10).

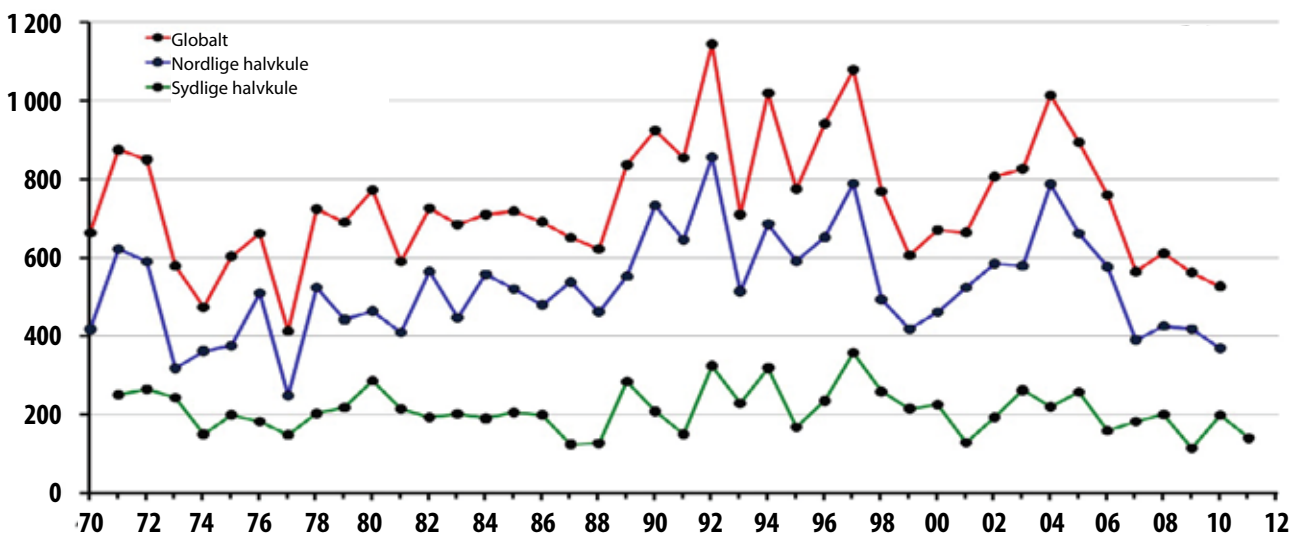
SYKLONER, ØRKANER OG STORM

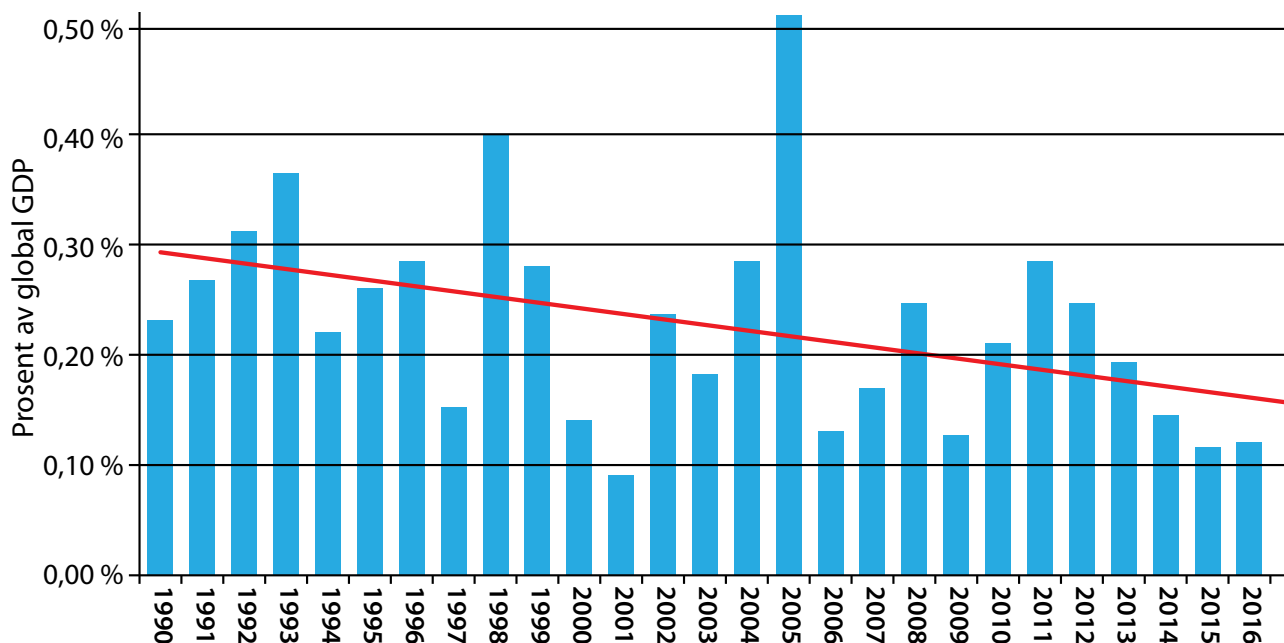
IPCC har i sin rapport (3) (tabell 4.1) angitt at det ikke er noen økning i syklonfrekvensen ved å sammenligne tidsperiodene: 1970–79, 1980–89, 1990–99 og 2000–2010.

SYKLONENERGI

Ryan N. Maue publiserte i 2011 en detaljert analyse (4) av akkumulert syklonenergi for globale tropiske sykloner i perioden 1970–2011 som er vist i figur 16.1. Den er beregnet ut fra observert vindhastighet og varighet av tropiske sykloner.

Figur 16.1 Globale tropiske sykloner: Akkumulert tropisk syklonenergi, globalt, nordlige og sørlige halvkule 1970–2011. Figuren er hentet fra (4).





Konklusjonen vist i figuren er at akkumulert syklonenergi var på et høyt nivå i 1992–1997, mens nivået var lavere i perioden 1998–2011 og at nivået er markant redusert de siste årene (til 2011) og da særlig på den nordlige halvkule. IPCCs tabell (3) har ikke greid å fange opp denne markante nedgangen i syklonenergi, som skyldes lavere frekvens i antall sykloner og mindre styrke (energi) i syklonene.

ØKONOMISK TAP

R. Pielke publiserte i juni 2017 en artikkel (5) som tok utgangspunkt i forsikringsstatistikk for forsikringsselskapet Munich Re som vedlikeholder statistikk for forsikringsutbetalinger grunnet vær- og klimarelaterte ulykker på verdensbasis. Resultatet er vist i figur 16.2 for perioden 1990–2016 der utbetalingene er beregnet relativt til globalt bruttonasjonalprodukt.

Dette er en oppdatering av en analog figur i IPCC SREX (3) om ekstremvær og ulykker som kun gikk til 2010 og var mer influert av superorkanen Katrina i 2005.

Konklusjonen er nå mer entydig. *Tapene på verdensbasis grunnet ekstremvær og ulykker for de siste 27 årene er signifikant nedadgående.*

AVSLUTNING

Ekstremvær er en integrert del av Jordens klimasystem, som genereres av storskala atmosfære- og havsirkulasjoner og komplekse interaksjoner mellom lokale og regionale værfernomener.

Jordens temperatur var ekstremt lav under Den lille istiden frem til rundt 1850. Deretter har den økt ujevnt frem til år 2000, og deretter stabilisert seg kun avbrutt av korte El Niño-faser der global temperatur har gått opp og så tilbake til omtrent samme nivå.

Frekvensen i antall sykloner og styrken (energien) til syklonene har avtatt de siste årene.

Variasjonen i klima og temperatur ser ikke ut til å skyldes menneskeskapt oppvarming, men naturlige variasjoner.

Figur 16.2 Forholdet mellom globale vær- og klimarelaterte tap relativt til globalt bruttonasjonalprodukt (GDP) 1990–2016. Figur fra (5).

Utslipp av fossil CO₂, som bidrar til en svært beskjeden økning av atmosfærenes CO₂-innhold (se Art. 24), fører ikke til økning av ekstremværhendelser (regnet i forhold til global GDP).

LITTERATUR

1. M. Khandekar 2013, *Are extreme weather events on the rise?* Energy & Environment, V 24 No. 3&4
2. Finans Norge naturskadestatistikk, NASK <https://www.finansnorge.no/statistikk/skadeforsikring/Naturskadestatistikk-NASK/>
3. IPCC SREX 2011, *Special Report on Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation* chapter 4 http://ipcc-wg2.gov/SREX/images/uploads/SREX-Chap4_FINAL.pdf
4. R. N. Maue 2011, *Recently historical low global tropical cyclone activity* <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2011GL047711/epdf>
5. R. Pielke 2017, *Weather-related Natural Disasters: Should we be concerned about a revision to the mean?* Risk Frontiers 31. Juli

Ekstremvær globalt har for øvrig vært omtalt i følgende Klimanytt:

6. Klimanytt 25, 2013, *Flere og kraftigere tornadoer i USA?*
7. Klimanytt 46, 2013, *Naturen kjemper mot oppvarming: Tre dagers snøstorm i Midtøsten*
8. Klimanytt 48, 2013, *Klimanyttåret 2013 – En oppsummering – og en kulderecord*
9. Klimanytt 84, 2014, *Ikke flere naturkatastrofer eller mer ekstremvær på grunn av økt CO₂*
10. Klimanytt 148, 2016, *IPCCs klimaalarmer om ekstrem-effekter er gale*



Kjell Stordahl

17 EKSTREMVÆR OG NATURKATASTROFER I NORGE

Gjennom de siste årene er det blitt mer og mer vanlig å kalle enkelte vær-situasjoner for ekstreme og så oppgi at menneskeskapt global oppvarming er årsaken. Det er også skapt et inntrykk av at ekstreme vær-situasjoner og antall naturkatastrofer er økende. Dette kapitlet imøtegår disse synspunktene basert på offisiell statistikk fra Meteorologisk institutt (1).

TIDLIGERE TIDERS EKSTREMVÆR

Fra tidligere tider er særlig Storofsen (2) og Galnemåndag kjent. Storofsen 21.–24. juli 1789: Langvarig og kraftig regn førte til Norges mest dødbringende flommer i historisk tid. Den tok livet av minst 61 mennesker i Gudbrandsdalen, Østerdalen og Valdres. Galnemåndag: Orkanen som rammet Vestlandet 12. mars 1822. Den krevde minst 170 menneskeliv, kanskje over 300. 1882 var det store orkanåret for Nord-Norge. Det toppet seg med tre orkaner i januar og februar (3).

NYTTÅRSORKANEN I 1992

Ifølge Finans Norge sin naturskadestatistikk (4), er Nyttårsorkanen i 1992 og orkanen Dagmar i 2011 de ekstremværhendelser som i løpet av de siste 35 årene suverent har forårsaket flest naturskader – det vil si mer enn 30 000 skader hver.

Etter Nyttårsorkanen i 1992 ble Meteorologisk Institutt pålagt å ha et eiansvar for å sende ut ekstremvarsler, sende ut varsler om kommende ekstremvær. Ved ekstremvarsler blir styresmaktene

Figur 17.1. Mye nedbør førte til flom ved Kvam i Gudbrandsdalen 22. mai 2013. Det ble rapportert om store skader.

varslet slik at de kan sette i gang forebyggende tiltak mot ekstremvær.

DEFINISJON AV EKSTREMVÆR

For at vær skal defineres som ekstremvær, må minst et av følgende kriterier tilfredsstilles:

- Sterk vind, som regel storm.
- Store nedbørmengder eller endrede temperaturforhold som kan føre til stor flom.
- Ekstremt stor snøskredfare over store områder
- Stormflo (ekstremt høy vannstand langs deler av kysten).

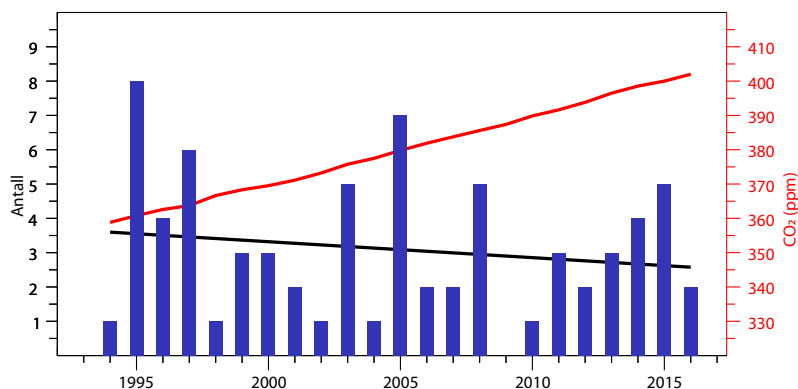
EKSTREMVÆRHEMDELSE I NORGE

Meteorologisk Institutt har siden juli 1995 navnsatt hvert enkelt ekstremvær. Siden 1994 er det ført en oversikt over ekstremværhendelser i Norge (1).

Figur 17.2 viser antall ekstremværhendelser, hvert år fra 1994 til og med 2016. Linjen i figuren viser antall ekstremværhendelser som funksjon av tiden basert på regresjonsanalyse. Gjennomsnittlig antall ekstremværhendelser i perioden er om lag 3,1 per år. Figuren viser at antall ekstremværhendelser har avtatt med tiden. Regresjonsanalysen viser at antall ekstremværhendelser er estimert til å avta med 0,05 per år. Dette tallet er imidlertid ikke signifikant på 95 % signifikansnivå.

Konklusjonen er at det ikke er noen statistisk signifikant endring i antall årlige ekstremværhendelser i Norge og selvsagt at det da heller ikke er noen statistisk signifikant økning i antall ekstremværhendelser i Norge i løpet av de siste 22 årene, slik figur 17.2 viser.





Figur 17.2 Antall årlige ekstremværhendelser i Norge 1994–2016 (blå stolper) og en regresjonsmodell (sort linje) som viser at trenden er minkende. I samme diagram er tegnet årlig atmosfærisk CO₂-innhold som er økende.

EKSTREMVÆR OG ATMOSFÆRISK CO₂

I perioden 1994 til 2016 har andelen av atmosfærisk CO₂ økt svært jevnt fra 358 ppm til 402 ppm. I figur 17.2 er dette sammenlignet med antall ekstremværhendelser som ikke har økt i perioden. Det er grunn til å stille spørsmålsteget ved hvorfor denne jevne, markante økningen i CO₂-tetthet ikke fører til hyppigere ekstremværhendelser.

Et mulig svar er at ekstremværhendelser i Norge har andre årsaker enn forekomst av mer CO₂ i atmosfæren. Oppvarmingen etter Den lille istid (se Art. 6 og 9) har ført til at temperaturforskjellen mellom ekvator og polområdene har blitt mindre. Siden det er temperaturforskjeller som driver været betyr det mindre energi til sykkloner som utvikler storm og orkaner (5). Se også figur 16.2. På den annen side kan en varmere atmosfære inneholde mer vann og gi oss mer nedbør. Det er observert tendenser til dette over havet – men ikke over land (5). Men siden stormskadene dominerer i regnskapet fører temperaturøkningen siden Den lille istid til at vi får færre eller svakere stormer.

NATURSKADESTATISTIKK ETTER 1990

Naturskader dekkes av den norske naturskadeforsikringen som er en lovpålagt forsikringsordning. Ordningen administreres av Norsk Naturskadepool hvor alle skadeforsikringsselskaper i Norge er medlemmer. Gjennom denne ordningen er forsikringstakerne sikret erstatning ved *naturskade* som følge av *storm*, *flom*, *stormflo*, *skred*, *jordskjelv* og *vulkanutbrudd*. Alle enkeltskader som dekkes gjennom naturskadeordningen er registrert i Naturskadestatistikken NASK fra Finans Norge (4). En stor hendelse, som en flom eller kraftig storm, kan resultere i tusenvis av enkeltskader.

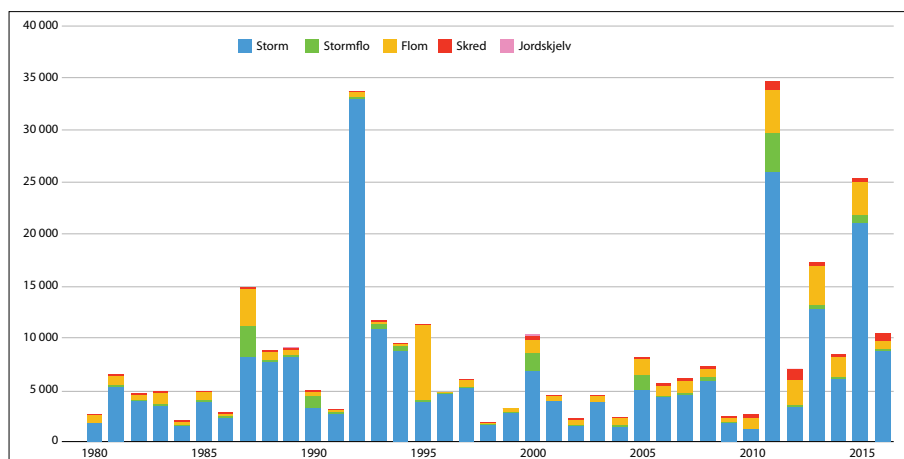
Figur 17.3 viser hvorledes antall naturskader har utviklet seg de siste 25 årene fra 1990 til 2016 basert på Naturskadestatistikken NASK. Det sees at det i årene 1992, 2011, 2013 og 2015 har vært spesielt mange naturskader, mens de øvrige årene har ligger på et forholdsvis jevnt nivå.

Spesielle værforhold i 1992 og 2011 forårsaket nærmere 35 000 naturskader. Ved årsskiftet 1991/1992 var det Nyttårsorkanen på Vestlandet som slo til, mens det i 2011 var orkanen Dagmar. I 2015 er det registrert rundt 25 000 naturskader. Regresjonsanalyser viser at det ikke har vært noen statistisk signifikant økning av antall naturskader i Norge de siste 25 årene.

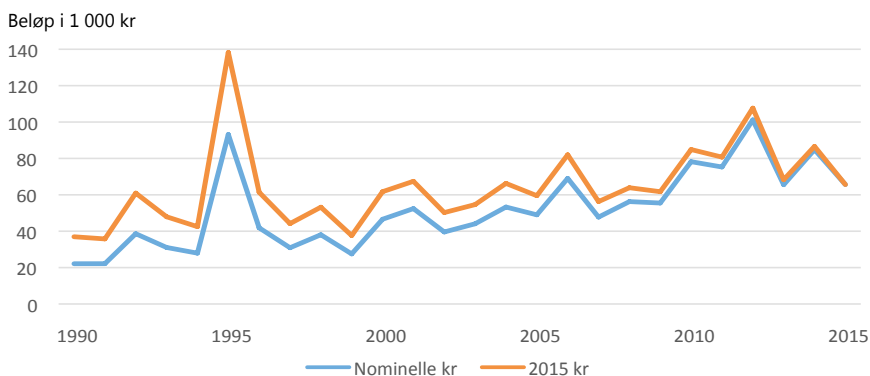
UTVIKLING AV ULIKE TYPER NATURSKADER

Figur 17.3 viser at 77,2 % av alle naturskader skyldes storm, deretter 14,6 % flom, 5,1 % stormflo, 2,8 % skred og 0,3 % jordskjelv. Det sees også her at stormen, Nyttårsorkanen i 1992, har vært den dominerende hendelsen. Flommen i Glomma våren 1995 var ekstrem. Den ble kaldt Vesleofsen.

Noen ganger oppstår det ekstreme naturkatastrofer. Det betyr nødvendigvis ikke at det er klimaendringene som har skylden. Så langt er det ikke noen naturkatastrofer i moderne tid som kan sammenlignes med skadene etter ekstremflommen Storofsen og orkanen Galnemåndag nevnt innledningsvis. En undersøkelse av antall naturkatastrofer i Loen-Olden området viser at det var en økt hyppighet 1650–1750, som falt sammen med den kaldeste perioden av Den lille istid (6). Det skyldes at flom, fjellras og andre ubehagelige naturfenomen vanligvis opptrer hyppigere i kalde perioder, som eksempelvis når snøsmeltingen kommer sent og forsterkes med kraftig regn i perioden mai-juli.



Figur 17.3 Antall ulike typer naturskader årlig i Norge 1990–2016 fordelt på storm, stormflo, flom, skred og jordskjelv.



Figur 17.4 Erstatningsbeløp i kr 1 000 per naturskade i Norge 1990–2015 i nominelle og 2015-kroner..

ERSTATNINGER FOR TRADISJONELLE SKADER OG NATURSKADER

Grovt sett dekkes tradisjonelle skader av skadeforsikringer som bedrifter og enkeltpersoner tegner. I 2013, 2014 og 2015 ble det utbetalt erstatninger for tradisjonelle skader på private eiendommer på 6,5, 6,8 og 6,8 milliarder kr mens erstatning for tradisjonelle skader på næringseiendommer var 4,9, 5,0 og 5,8 milliarder kr. Erstatningene for naturskader de samme årene var 1,1, 0,7 og 1,7 milliarder kr.

I perioden 2013–2015 utgjorde erstatningene for naturskader 9 % av de totale utbetalingene. Mange er opptatt av naturskader som skyldes flom. Disse erstatningene var i perioden 2011–2015 0,4–0,5 milliarder kr. Imidlertid var erstatningene i 2016 bare på 0,07 milliarder kr.

ERSTATNINGSBELØPENE ETTER NATURSKADER ØKER

Figur 17.4 viser at utviklingen av erstatningsbeløpet per skade har økt jevnt i perioden 1990 til 2015. Det er også verdt å merke seg at den inflasjonsjusterte erstatningen som er vist i 2015 kr, ikke øker så mye. Det skyldes veksten i konsumprisindeksen.

VANNSKADER SKYLDDES SOM REGEL IKKE KLIMAENDRINGER

Det hersker en del forvirring når det gjelder hva som er eller som ikke er klimaskader. Eksempelvis er vannskader som skyldes lokal korrosjon, ytre skader/påvirkning, dreneringsfeil, slitasje/elde, produktfeil, prosjekteringsfeil, håndverksfeil og brukerfeil/uhell tradisjonelle vannskader som ikke er definert som naturskader og derfor ikke kan skyldes endret klima. Vannskader som kan skyldes klimaendringer er frost og stopp og tilbakeslag i anløp. Kun 7 % av det totale erstatningsbeløpet for vannskader skyldes frost og 10 % stopp og tilbakeslag i anløp. Eksempelvis skyldtes 35 % av vannskadeerstatningene slitasje og elde på vannrør som var minst 30 år gamle. Det utgjorde i 2016 mer enn 1,5 milliarder kr.

KLIMAEFFEKTEEN OVERDRIVES

I 2016 ble det utbetalt erstatninger på nærmere 4,2 milliarder kr for tradisjonelle vannskader. Til sammenligning ble det utbetalt i underkant av kr 0,5 milliarder i naturskadeerstatninger hvorav 0,07 milliarder kr var erstatninger for flomskader.

Avisene peprer sine lesere med overskrifter som skybrudd og verre, vilere og våtere vær. Journalister har mistet perspektivet og ser ikke på skadestatistikken, men heller på muligheter for dramatiske bilder av flom og ødeleggelser som er en liten del av erstatningsbildet.

Erstatningsbeløpene etter naturskader øker, men det skyldes i stor grad økt erstatningsbeløp per skade og generell prisvekst.

LITTERATUR

1. Meteorologisk institutt. Liste over ekstremvær i Norge 2016, https://no.wikipedia.org/wiki/Liste_over_ekstremvær_i_Norge
2. Klimanytt 23, 2013, *Storofsen i 1789; den største flom i Norge i historisk tid*
3. V. Eng 2012, *Nord-Norges verste uvær* <https://uit.no/Content/463693/uvær%20nordnorge.pdf>
4. Finans Norge Naturskadestatistikk, NASK 2016 <https://www.finansnorge.no/statistikk/skadeforsikring/Naturskadestatistikk-NASK/>
5. Klimanytt 84, 2014, *Ikke flere naturkatastrofer eller mer ekstremvær på grunn av økt CO₂*
6. Klimanytt 22, 2013, *Naturkatastrofer og klima. En undersøkelse fra Olden-Loen området i Vest-Norge*

Klimaet i Norge har ellers vært omtalt i følgende Klimanytt:

7. Klimanytt 18, 2013, *Det blir flere kalde vintre*
8. Klimanytt 37, 2013, *Minste norske kornavling på 37 år – varsel om et kaldere klima*
9. Klimanytt 66, 2014, *Flommen i Gudbrandsdalslågen 2014 – skapt av mennesker*
10. Klimanytt 99, 2015, *Ekstremvær i Norge*
11. Klimanytt 100, 2015, *Stagnasjon av antall naturskader i Norge*
12. Klimanytt 124, 2015, *Ingen signifikant økning av antall naturskader i Norge*
13. Klimanytt 188, 2017, *IPCC-myten om «varmere, våtere, villere» falsifiseres*



Jan-Erik Solheim

VULKANER GIR STØV I STRATOSFÆREN

Jordas stratosfære er normalt ganske støvfri. Solstrålene slipper lett igjennom. Men ved store vulkanutbrudd kan en røyksøyle med støv og gass nå helt opp i stratosfæren. Fra gassene produseres aerosoler. Disse høytsvevende partiklene absorberer sollys noe som virker avkjølende på klimaet. Det kan ta flere år før det klarer helt opp etter et vulkanutbrudd.

SJELDNE, MEN KRAFTIGE VULKANUTBRUDD

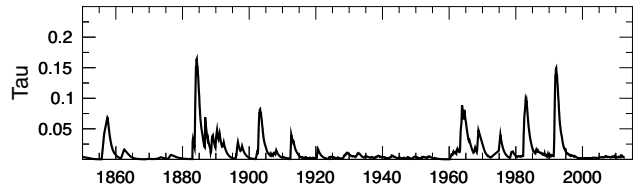
Året 1981/82 var jeg på forskningsopphold ved University of Texas i Austin, Texas. En morgen i slutten av mars 1982 oppdaget jeg et støvlag på bilen som stod parkert utenfor. Jeg prøvde å børste det bort, men det hadde limt seg fast. Det var støvpartikler med skarpe kanter fra vulkanen El Chichón i Mexico som hadde utbrudd. Noen dager senere observerte jeg ei stjerne fra MacDonal Observatoriet i vest-Texas. Jeg observerte samme stjerne hele natten fra den steg opp i øst til den gikk ned i vest. Etter hvert som stjerna stiger opp fra horisonten går lyset fra stjerna gjennom mindre og mindre av atmosfæren og ved å observere variasjonen fra horisonten og opp til zenit kan vi bestemme atmosfærens absorpsjon ved parameteren optisk dybde (tau). Denne natten ble ikke stjerna sterkere i zenith. Det var kommet et støvlag over observatoriet fra vulkanen i Mexico. Solnedgangen var farget sterk rød. En tilsvarende observasjon gjorde innbyggerne i Kristiania etter utbruddet av vulkanen Krakatoa i Indonesia i 1883 (3). Det var et av de kraftigste utbrudd i historisk tid. Maleren Edvard Munch følte redsel da han så den blodrøde himmelen og malte det berømte maleriet «Skrik».



Figur 18.1 En sky av vulkansk aske og gass strømmer ut av Pinatubovulkanen på Filippinene den 12. Juni 1991. Den globale temperaturen sank ca. 0,5 °C de neste to årene. Informasjon og bilde fra (1).

VULKANEN PINATUBO I 1992

12. juni 1991 skjedde det igjen. Vulkanen Pinatubo på Filippinene eksploderte og store støv- og gassmengder strømmet opp i atmosfæren. Dette var det største vulkanutbruddet i forrige århundre. Ved Skibotn observatoriet i Troms hadde vi en kraftig laser, og den følgende vinter registrerte vi et støvlag i 90 km høyde. Det demonstrerte at et utbrudd nær ekvator kan spres i stratosfæren over hele



Figur 18.2 Støv (aerosoler) i stratosfæren reduserer lys fra Sola som holder Jorda varm. Et mål for absorpsjonen er optisk dybde (tau), som øker i forbindelse med store vulkanutbrudd. På figuren ser vi variasjonen av tau siden 1850 med vulkanutbruddene Krakatau (1883), El Chichón (1982) og Pinatubo (1991). Data fra (2).

Jorda. De minste partiklene holdt seg svevende i stratosfæren mer enn fire år etter utbruddet (2). Et utbrudd på Island derimot vil stort sett kun berøre den nordlige halvkule.

ABSORBSJON AV LYS FRA SOLA

Basert på målinger av lys fra Sola har NASA (GISS) konstruert en kurve som viser variasjon av optisk dybde (tau) på grunn av stratosfærisk aerosol, gjengitt som figur 18.2. Vi ser her virkningen av de tre vulkanene nevnt ovenfor (Krakatau 1883, El Chichón 1982 og Pinatubo 1991). Ifølge GISS gir en optisk dybde $\tau=0,1$ et negativt påtrykk på $2,5 \text{ W/m}^2$. Det kan sammenlignes med verdiene i figur 29.1. Det vi merker oss er at det har vært en ren atmosfære i perioden 1920–60 og fra ca. 2000, som er sammenfallende med varmeperioden 1920–50 og 1980–2015, som demonstrert i figur 9.2.

KONTROLL VED MÅNEFORMØRKELSER

For mer enn 400 år siden forklarte Johannes Kepler (4) hvordan Solas lys passerer gjennom Jordas atmosfære og skinner på Månen under en total måneformørkelse. Hvis Månen blir svært mørk, er det et tegn på mye støv i stratosfæren etter tidligere vulkanutbrudd. En lys Måne tyder på lite støv (5) i stratosfæren de siste årene. Mange vulkaner slipper også ut store mengder av CO_2 (6).

LITTERATUR

1. U. S. Geological Survey Fact Sheet 113-97
2. NASA, *Forcings in GISS Climate Model*, Stratospheric Optical Thickness, <https://data.giss.nasa.gov/modelforce/strataer/>
3. T. V. Segalstad 1983, *Eksplorative vulkanutbrudd – 100 år siden Krakatau-utbruddet*, Naturen, 107, 163–169
4. J. Kepler 1604, *Astronomia Pars Optica*
5. Klimanytt 62, 2014, *Måneformørkelsen 15. april 2014 viser at jorda har en ren atmosfære*
6. Klimanytt 79, 2014, *Den islandske vulkanen Bárðarbunga slipper ut CO_2 tilsvarende 15–40 % av Norges utslipp*

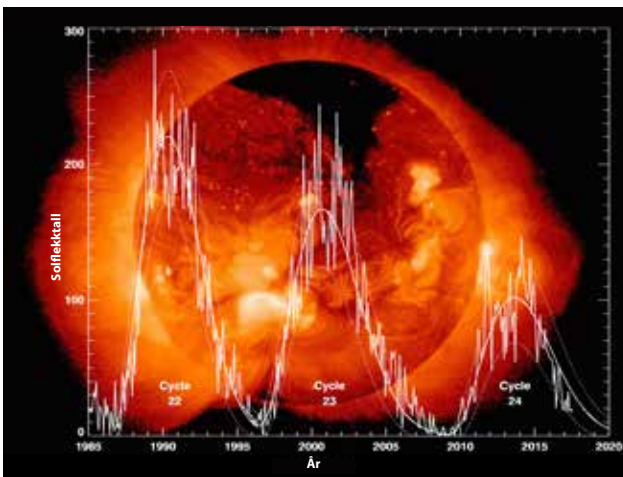


Jan-Erik Solheim

VÅR VARIABLE SOL

Vår planet beveger seg i det ytterste atmosfærelag av vår nærmeste stjerne – Sola. Det merker vi ved en kontinuerlig vind fra Sola som stryker forbi Jorda, noen ganger rolig, andre ganger i stormkast. Energi fra Sola bestemmer klimaet på Jorda. Det meste av temperaturøkningen de siste 100 år kan skyldes at Sola har hatt en ekstremt aktiv periode. Denne perioden er nå over (1), og vi forventer en mer normal eller svakere Sol. Dette kan føre til et kaldere klima i dette århundre (2).

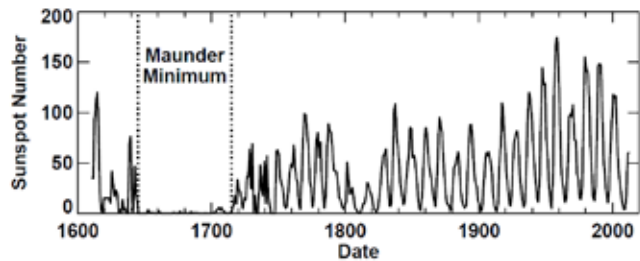
Vårt klima styres av energi fra Sola. Mesteparten kommer som elektromagnetisk stråling som gir oss lys og varme. Men det blåser også en svært variabel vind fra Sola som bringer med seg elektrisk ladete partikler. Denne partikkelstrømmen fører til endring i Jordas beskyttende magnetfelt, noe som har konsekvenser for vær og klima. Dette skal jeg beskrive i neste artikkel. Først litt om hvordan Sola varierer, både når det gjelder aktive områder, beskrevet ved solflekker, og i stråling som når fram til Jorda.



Figur 19.1 Månedstall for antall solflekker i perioden 1985–2017 sammen med en glattet kurve med en prognose for de nærmeste årene. Vi ser at det siste maksimum i 2013–14 var vesentlig lavere enn de forrige. (<https://solarscience.msfc.nasa.gov/SunspotCycle.shtml>). Oppdatert av D.H. Hathaway (2017).

SOLFLEKKER OG SOLAKTIVITET

Sola har nå og da noen mørke flekker. Det er områder med lavere temperatur, som derfor ser mørkere ut. I nærheten av disse er det aktive områder hvor det strømmes ut stråling med høyere frekvenser enn synlig lys. Denne strålingen kan observeres som ultrafiolett (UV), eller røntgenstråling og bidrar til oppvarming av vår øvre atmosfære, noe som kan gi vær- og klimaeffekter (Art. 20). Figur 19.1 viser et røntgenbilde av soloverflaten med aktive områder sammen med kurver for solflekketallet siden 1985. Vi er nå (2017) på vei mot et solflekkminimum, og vi kan de nærmeste årene oppleve en Sol helt uten solflekker slik den periodevis var i årene 2008–2009.



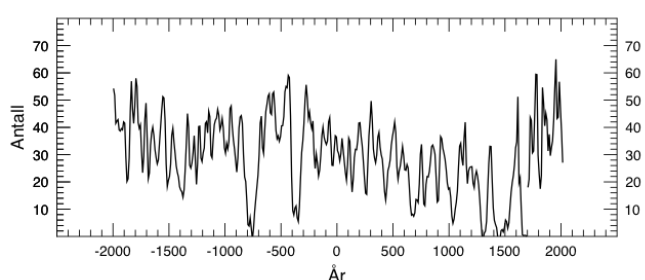
Figur 19.2 Solflekketallet tilbake til 1610. Vi ser at solen var nesten helt uten flekker mellom 1620 og 1720. Dette kalles Maunder minimum, og falt sammen med den kaldeste delen av Den lille istid. Vi ser også et minimum omkring 1800 (Dalton minimum) (solarscience.msfc.nasa.gov).

Store flekker foran solskiven har vært observert og nedtegnet av kinesiske astronomer for flere tusen år siden. Da teleskopet ble oppfunnet og rettet mot Sola, fant Gallileo Gallileo at de forandret posisjon fra dag til dag, forsvant når de nærmet seg kanten, og oppstod igjen på den andre siden av Sola 14 dager senere. Han mente derfor at flekkene tilhørte Sola og at Sola måtte rotere med en periode på omkring 4 uker. Men det var først omkring 1850 at det ble oppdaget at antallet solflekker varierte med en periode på ca. 10 år. Ved å samle inn historiske data har det vært mulig å få en oversikt over solflekkene tilbake til 1610 slik som vist i figur 19.2.

Solaktiviteten, beskrevet ved solflekketallet i figur 19.2, forsvant helt på 1600-tallet (Maunder minimum). Da hadde vi den kaldeste perioden under Den lille istiden (figur 6.1). Vi finner også et minimum omkring 1800, som også var en kald periode. Det var også liten aktivitet omkring 1900, men så økte solaktiviteten gjennom hele 1900-tallet, bortsett fra en svak tilbakegang omkring 1970. Det var også en periode med synkende global temperatur. Nedgangen i solaktivitet etter 2000 faller sammen med en utflating av den globale temperaturen (figur 31.1). Siden lavere solaktivitet opptrer samtidig med at vi har kaldere perioder på Jorda, kan det tyde på en sammenheng.

Jordas magnetfelt beskytter oss til en viss grad mot kosmisk stråling fra verdensrommet (Art. 20). Siden solvinden fører til endring i magnetfeltet rundt Jorda, betyr det at kosmisk stråling vil variere i takt med solvinden, som styres av solaktiviteten. Kosmisk stråling består av partikler fra supernovaeksplosjoner, som treffer

Figur 19.3 Estimert antall solflekker de siste 4 000 år basert på data fra (3).



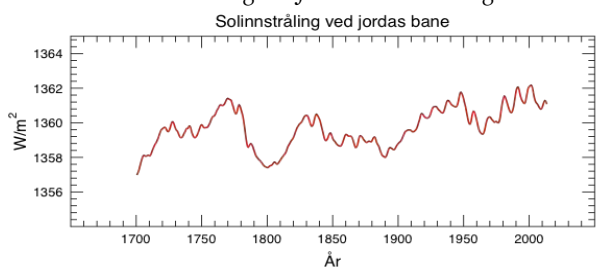
molekyler i vår atmosfære med stor hastighet. Kollisjoner med høy energi kan produsere nye og radioaktive atomer, blant annet Karbon 14, som har en halveringstid på 5730 år. Dette danner et radioaktivt isotoparkiv som gjør det mulig å studere solaktiviteten mange tusen år tilbake i tid.

Sammenligner vi solflekk-tallet med tidligere perioder, finner vi at det i perioden 1923–2008 har vært et supermaksimum som det ikke har vært maken til på mer enn 7 000 år (3). Figur 19.3 viser estimert solflekkaktivitet de siste 4 000 år. 1900-tallets supermaksimum er nå definitivt slutt, og vi går inn i en periode med mer normal eller lavere solaktivitet. I første omgang kan vi vente oss redusert aktivitet til samme nivå som omkring år 1900, og deretter vesentlig lavere. Mange forskere er kommet fram til at vi får et nytt Maunder-minimum, og at de neste solflekk-periodene vil få enda færre flekker enn solflekkperiode 24, som hadde maksimum i årene 2013–14 (figur 19.1).

TOTAL SOLINNSTRÅLING

Siden 1978 har den totale strålingen fra Sola vært målt fra satellitter utenfor Jordas atmosfære (4). For øyeblikket (2017) mottar Jorda ca. 1 361 W/m² ved midlere avstand fra Sola. I løpet av året (se figur 4.2) varierer solavstanden slik at strålingen endrer seg med hele 90 W/m².

Figur 19.4 viser en av flere rekonstruksjoner av total solinnstråling (TSI) fra 1700 basert på observerte solaktivitetsparametre (4). Den har i løpet av de siste 200 år økt med ca. 4 W/m² eller 0,3 %, som vist i figuren. Vi ser at det var lavere innstråling enn nå fram til ca. 1910. Globale temperaturserier viser tydelig oppvarming etter 1910, og et temperaturfall etter 1950, som er sammenfallende med variasjon i solintensiteten (se figur 9.1). At den globale temperaturen ikke har steget signifikant etter år 2000 kan ha en sammenheng med en svakere Sol. Hva som skjer videre med Sola er viktig for Jordas klima. Mange forskere har

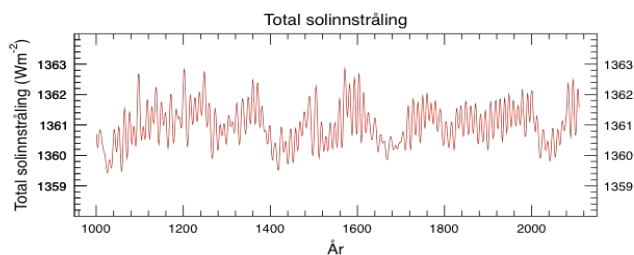


Figur 19.4 Total Solinnstråling ved Jordas bane estimert fra satellittmålinger fra 1978 og fra forskjellige solaktivitetsparametre fra 1700–1977 (4).

prøvd å lage prognoser for Sola i de nærmeste årene. De fleste er kommet til at den nedgangen vi nå observerer i solaktivitet også fører til mindre solinnstråling, og at vi går mot et dypt solminimum i dette århundre. I neste avsnitt beskrives en slik prognose.

SVAKERE SOL 2005–2060

En forskergruppe fra Mexico har brukt en avansert statistisk metode for å lage en prognose for variasjon av den totale solinnstrålingen (5). Med utgangspunkt i TSI-kurven vist i figur 19.4 har de kommet fram til en estimert variasjon som vist i figur 19.5. Figuren viser en kraftig reduksjon av solinnstrålingen på 1300-tallet. Dette markerer slutten på middelalder-varmeperioden



Figur 19.5. Rekonstruksjon og prognose for total solinnstråling fra år 1000 til 2100 (5).

og starten på Den lille istid, som imidlertid ble brutt av varmeperioder omkring 1600 og på 1700 tallet. Prognosen for de nærmeste årene viser en kraftig reduksjon av TSI fra omkring 2005 til ca. 2060. I dataserien har de (5) påvist periodiske variasjoner med perioder på 11, 120 og 240 år.

PROGNOSE FRAM TIL 2100

Men for å kunne lage en prognose for fremtiden gjelder det også å vise at periodiske variasjoner er stasjonære, dvs. ikke forandrer seg eller forsvinner. En slik analyse av solflekk- og TSI-variasjonene, som vist i figurene 19.2, 19.4 og 19.5 er gjort av Yndestad og Solheim (6). Vi finner stasjonære perioder kontrollert av Jupiters 12-års og planeten Uranus' 84-års perioder. Analysen viser et solflekkminimum, omtrent som Dalton minimum mellom 2025 og 2050, samt et TSI minimum mellom 2040 og 2060. Den russiske solforskeren Habibullo Abdussamatov ved Pulkova observatoriet i St. Petersburg har laget en prognose som viser et dypt solflekkminimum i 2043±11. Dette fører til en ny Liten istid som starter i 2060±11 og varer ut dette århundre. Dette blir den nittende kalde periode i løpet av 7 500 år (7). Hans prognose for den globale temperaturen er vist i figur 2.2.

LITTERATUR

1. Klimanytt 57, 2014, *Solflekkmaksimum er passert – ingen nålevende person har opplevd en så svak sol*
2. Klimanytt 72, 2014, *Et dypt solaktivitetsminimum varsler kaldere klima*
3. I. G. Usoskin, S. K. Solanki og G. A. Kovaltsov 2007, *Grand minima and maxima of solar activity: New observational constraints*, Astronomy and Astrophysics, 471, 30
4. N. Scafetta og R. C. Willson 2014, *ACRIM total solar irradiance satellite composite validation versus TSI proxy models*, Astrophys. Space. Sci, DOI 10.1007/s10509-013-1775-9
5. V. M. Velasco Herrera, B. Mendoza og G. Velasco Herrera 2015, *Reconstruction and prediction of the total solar irradiance: From the Medieval Warm Period to the 21st century*, New Astronomy, 34, 221–233
6. H. Yndestad, og J.-E. Solheim 2017, *The influence of solar system oscillation on the variability of the total solar irradiance*, New Astronomy, 51, 135–152
7. H. I. Abdussamatov 2013, *Grand Minimum of the Total Solar Irradiance Leads to the Little Ice Age*, Journal of Geology & Geoscience, 2, 113, doi: 10.4172/2329-6755.1000113



Jan-Erik Solheim

SOLVIND, KOSMISK STRÅLING OG SKYER

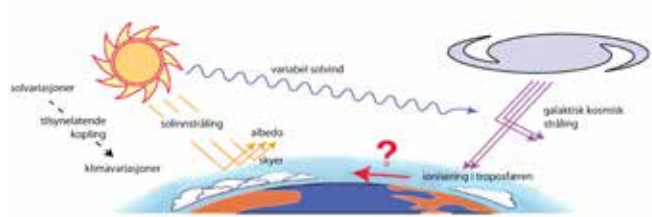
Det har vært flere kjølige perioder på Jorda som faller sammen med perioder med liten solaktivitet. Vi finner også variasjoner i global temperatur med en periode på 22 år som tilsvarer Solens magnetiske periode (Hale-perioden). Vi vet at økt skydekke gjør det kaldere, og at Jordas siste oppvarmingsperiode 1980–2000 falt sammen med en redusert skydekke (figur 10.11). En dansk astrofysiker, Henrik Svensmark (1) har foreslått at det er en sammenheng mellom kosmisk stråling og dannelsen av lave skyer som reflekterer sollys. Siden mengden av kosmisk stråling styres av solaktiviteten, fører dette til at det blir en sammenheng mellom solaktivitet, lave skyer og klimaet på Jorda. Både i Danmark og i Sveits gjøres det nå eksperimenter for å undersøke denne hypotesen.

Fra Sola strømmer det ut elektrisk ladete partikler i en solvind. Denne bringer med seg magnetfelt fra Sola som vekselvirker med Jordas magnetfelt. Magnetfeltet beskytter Jorda mot kosmisk stråling, som er partikler fra fjerne stjerneeksplosjoner. Den består for det meste av protoner. Svensmarks hypotese (1) er at kosmiske partikler fører til dannelse av skyer som reflekterer stråling fra Sola og derved virker avkjølede. Dette er vist i figur 20.1. En annen hypotese er at kosmisk stråling forandrer det elektriske feltet i Jordas øvre atmosfære og øker muligheten for skydannelse (2). Det er i perioder funnet en klar sammenheng mellom kosmisk stråling og lavt skydekke, noe som styrker hypotesen om sammenheng mellom kosmisk stråling, skyer og global temperatur.

AEROSOLER: NATURLIGE OG MENNESKESKAPTE

Aerosoler er små, faste partikler eller små dråper som svever rundt i atmosfæren. De kan slå seg sammen og vokse slik at de blir større enn 50 nanometer (nm). Med denne størrelsen er de i

Figur 20.2 Det er mange kilder for dannelse av aerosoler, som kan bli til skyer som reflekterer sollys og kjøler Jorda. DMS er dimetylsulfid. (fra J. Kirkby, CERN).



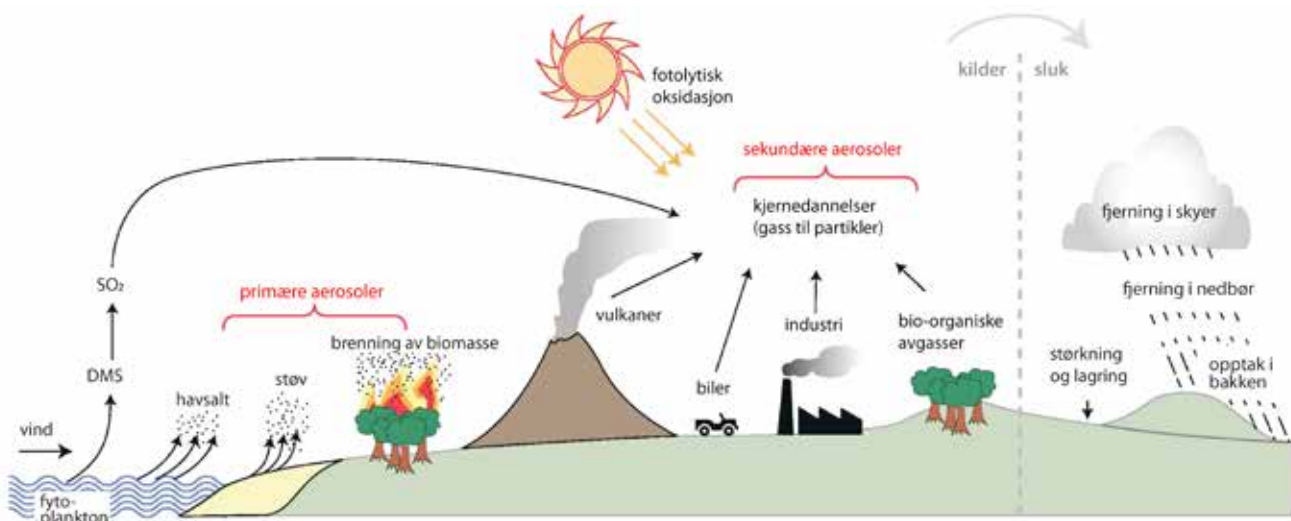
Figur 20.1 Sammenheng mellom solstråling, solvind, og galaktiske kosmiske stråler (partikler fra supernovaeksplosjoner) (fra J. Kirkby, CERN).

stand til å trekke til seg vannmolekyler og danne dråper som blir til skyer. Aerosoler er viktige i klimamodellene. Siden de produseres ved industriutslipp, er de også en del av de menneskeskapte klimaendringene. Omtrent halvparten av skyene vi har på himmelen i dag dannes ved atmosfæriske kjerner som vokser. Det skjer en eksplosiv vekst av nye partikler midt på dagen (3, 4).

SKY-EKSPERIMENTER I DANMARK

Ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) utføres det ved romforskningsinstituttet i Lyngby eksperimenter som har fått navnet SKY. Det går ut på å utsette små aerosoler for partikkelstråling og undersøke om dette fører til at partiklene vokser. Figur 20.3 viser eksperimentoppstilling ved DTU, Lyngby, og i figur 20.4 ser vi resultater som viser at antallet av aerosoler over 3 nm vokser. Det er også utført eksperimenter som viser at små klumper av aerosoler av H_2SO_4 fortsetter å vokse dersom de blir bestrålt i flere dager (5). Dette eksperimentelle resultatet er overraskende, idet modellsimuleringer av standard aerosolmodeller gir som resultat at antallet store partikler skulle minke med tiden.

Svensmarks forskning viser at aerosolmodellene som inngår i klimamodellene må revideres. Svensmarks gruppe har også laget et mini SKY-eksperiment for å gjøre forsøk i dype gruver, hvor kosmisk stråling fra vår galakse ikke når fram.





Figur 20.3 SKY-eksperimentet ved Svensmarks laboratorium ved Institut for Rumforskning og -teknologi, DTU, Lyngby, Danmark. Foto: Martin Enghoff.



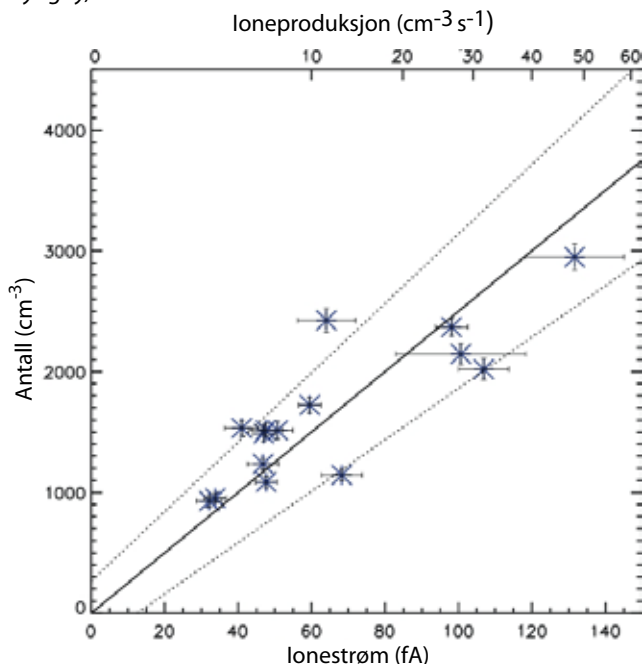
Figur 20.5 CLOUD eksperimentet ved CERN med forskere og teknikere. <http://ep-news.web.cern.ch/content/glimpse-cloud-experiment>

CLOUD-FORSØKET VED CERN

Det gjennomføres også eksperimenter ved det europeiske forskningsenteret CERN ved Genève hvor det er bygget et stort kammer hvor det er mulig å måle – med stor presisjon, små mengder og dimensjoner av aerosoler. Dette forsøket har fått navnet CLOUD, og vi ser det store kammeret med forskere og teknikere i bildet figur 20.5.

De første resultatene fra CLOUD-eksperimentet ble publisert i august 2011. De viste at høyenergetisk stråling kan få aerosoler til å vokse (6). Senere har de vist at aerosolpartikler fra oksyderte biogeniske (biogenic), organiske damper, kan vokse uten behov for svovelsyre, slik man tidligere har hevdet og at galaktisk

Figur 20.4 Antall aerosolpartikler med størrelse over 3 nanometer øker når de blir utsatt for partikkelstråling, som vist ved SKY-eksperimentet på romforskningsinstituttet DTU, Lyngby, Danmark.



kosmisk stråling kan øke veksten av kjerner med én eller to størrelsesordner (3 og 4). Dette betyr at gasser fra vegetasjon, spesielt skog, er en viktig komponent for dannelse og vekst av ionisasjonskjerner som kan vokse til vandrdåper.

LITTERATUR

1. H. Svensmark 2007, *Cosmoclimatology: a new theory emerges*, Astronomy & Geophysics, 48, 1.18–1.24
2. B. A. Tinsley mfl. 2007, *The role of the global electric circuit in solar and internal forcing of clouds and climate*, Advances in Space Research, 40, 1126–1139
3. J. Kirkby mfl. 2016, *Ion-induced nucleation of pure biogenic particles*, Nature Research Letter, doi:10.1038/nature17953
4. J. Tröstel mfl. 2016, *The role of low-volatility organic compounds in initial particle growth in the atmosphere*, Nature Research Letter, doi:10.1038/nature18271
5. H. Svensmark mfl. 2013, *Response of cloud condensation nuclei (>50 nm) to changes in ion-nucleation*. Physics Letters A 377, 2343–2347
6. J. Kirkby mfl. 2011, *Role of sulphuric acid, ammonia and galactic cosmic rays in atmospheric aerosol nucleation*, Nature 476, 429–433, med Supplementary information
7. Klimanytt 32, 2013, *Fra eksploderende stjerner til skydannelse på Jorda – nye resultater fra Svensmarks gruppe*
8. Klimanytt 69, 2014, *CERN eksperiment viser sammenheng mellom skog, kosmisk stråling og skyer*
9. Klimanytt 159, 2016, *Kosmisk stråling påvirker skydannelsen – banebrytende CERN-data*

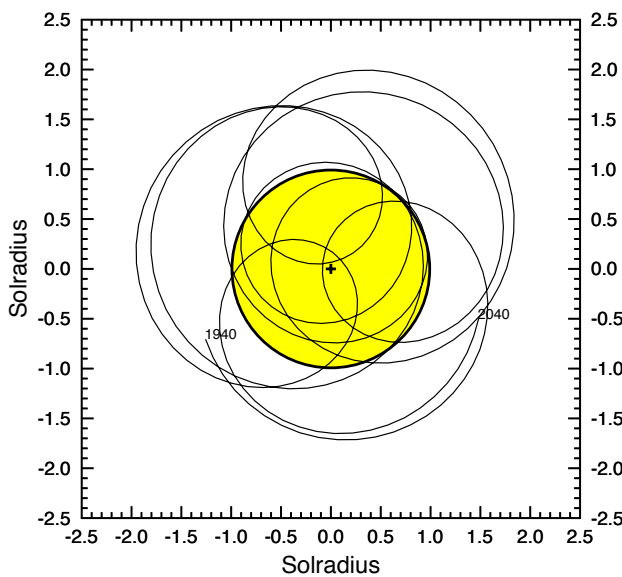


FRA SOL TIL JORD

Vår planet, Jorda, får lys og varme fra Sola. Det diskuteres blant forskerne om Sola varierer på en tilfeldig måte, eller om det finnes noe som styrer solvariasjonene. Nyere forskning viser at Solas periodiske variasjoner kan ha sin årsak i gravitasjon fra planetene som 'rister' på Sola og får den til å variere sin energiproduksjon (1). Disse variasjonene kan vi gjenfinne i Jordas klima.

PLANETENE RISTER PÅ SOLA

Figur 21.1 viser hvordan Solas sentrum beveger seg rundt tyngdepunktet i solsystemet i perioden 1940–2040. Vi ser at Solsenteret tre ganger i perioden er i nærheten av solsystemets tyngdepunkt, mens det 6 ganger er nesten 2 sol-diametre utenfor tyngdepunktet. Siden mønsteret gjentar seg, men ikke helt eksakt, gir dette stasjonære variasjoner som også kan påvirke Jordas klima over tid. Stabile perioder er først og fremst bestemt av de store planetene Jupiter, Saturn, Uranus og Neptun (1).

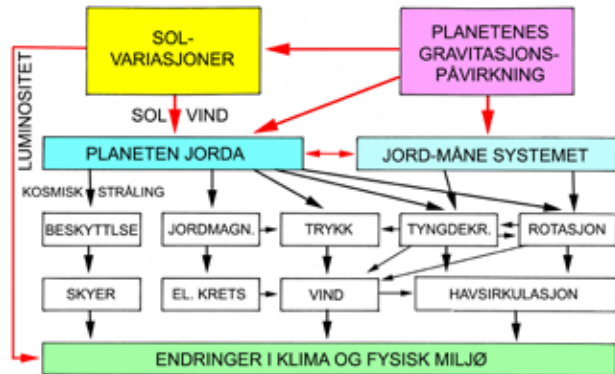


Figur 21.1 Solas bane rundt solsystemets tyngdepunkt. Den gule sirkelen viser Solas størrelse og korset viser solsystemets tyngdepunkt. Kurven, som starter i 1940 og ender i 2040, viser hvordan solsenteret har beveget seg i løpet av 100 år.

PLANETENE VIRKER PÅ SOL, MÅNE OG JORD

Sola er en stjerne som varierer svært lite sammenlignet med mange andre stjerner (2). Dette gir Jorda et relativt stabilt klima. Mens vi observerer små variasjoner i solstråling (figur 19.4) observerer vi til dels store variasjoner i solaktiviteten (figur 19.2 og 19.3). Figur 21.2 viser hvilke påvirkninger Jorda kan bli utsatt for som følge av planetenes virkning på Sola og den direkte virkningen av planetenes bevegelser på Jorda og Jord-Måne-systemet (3).

Det kan være en direkte klimapåvirkning på grunn av total solinnstråling, eller en mer komplisert virkning som skyldes



Figur 21.2 Virkning av planetene på Sola, Månen og Jorda. Fra N.-A. Mørner (3).

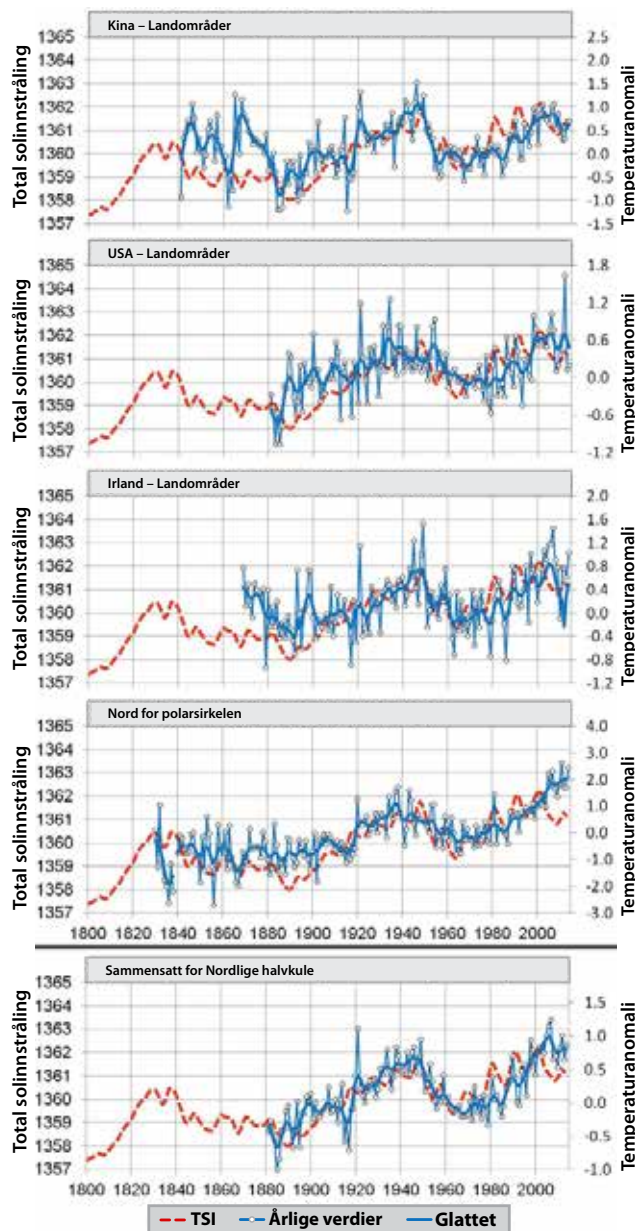
variasjoner i tidevannet styrt av Månen, skyer via kosmisk stråling og Jordas magnetfelt, eller havsirkulasjon på grunn av trykkforskjeller og vinder etc. Vi kan ikke se bort fra at mange av de periodiske variasjoner i hav og vind (Art. 10) har sin årsak i planetenes bevegelser, selv om mekanismene ikke er forstått i detalj.

TEMPERATUR OG SOLINNSTRÅLING

Skal vi undersøke om det er en sammenheng mellom målt temperatur og solinnstråling må vi måle temperaturen på steder som ikke er påvirket av mennesker. Temperatur i byer kan være høyere enn i landområdene omkring på grunn av manglende vegetasjon, hus av mur og betong og asfalterte veier og plasser (se Art. 8). Det samme kan være tilfelle med temperaturer målt på flyplasser. Videre skjer det administrative endringer i temperaturserier på grunn av flytting av målestasjoner og homogenisering av temperaturdata (se Art. 7). En upåvirket temperaturserie er konstruert for nordlige halvkule basert på landstasjoner med kjent historie i Kina, USA og Irland, i tillegg til stasjoner nord for polarsirkelen (4). Resultatet er vist i figur 21.3. Vi ser at alle områdene viser en markert topp i 1940-årene, hvor temperaturen var lik eller høyere enn etter år 2000. Dette svarer til en topp i solar innstråling i samme tidsrom, også vist i figuren (se også figur 19.4).

TEMPERATUR OG KLIMAMODELLER

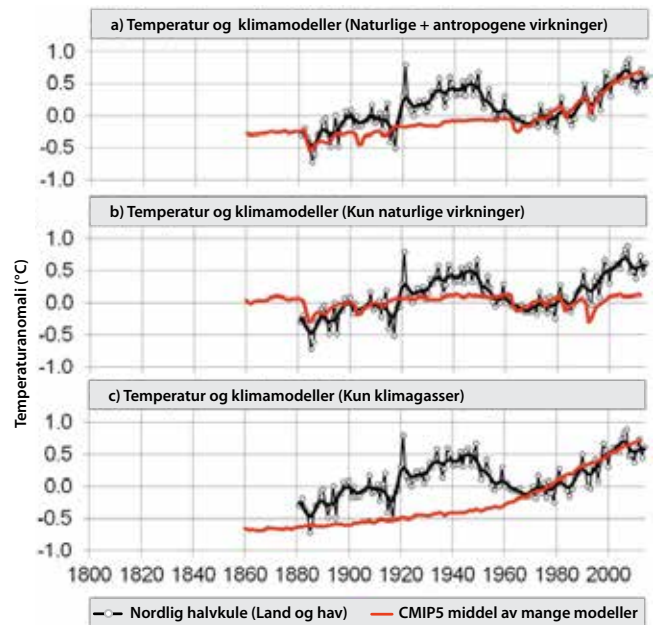
I figur 21.4 er CMIP5 klimamodeller (brukt av IPCC og kjørt med samme startbetingelser) sammenlignet med beregnet temperatur for nordlig halvkule (land og hav) (4). Den øverste figuren (a) viser en sammenligning med beregnet temperaturvariasjon for naturlige og antropogene (menneskeskapte) pluss naturlige påvirkninger, mens (b) tar for seg de naturlige klimaendringer slik de beregnes av IPCC. Modeller kun styrt av drivhusgasser er vist i (c). Vi ser at ingen av modellkjøringene forklarer varmetoppen i 1940 årene, selv om det er perfekt tilpasning etter 1970 for (a) og (c). Dette kan forklares ved at IPCCs klimamodeller ikke inkluderer periodiske klimavariasjoner (Art. 10 og 31)



Figur 21.3. Temperaturvariasjoner målt i landområder i Kina, USA, Irland og nord for polarsirkelen, satt sammen til en serie for nordlige halvkuale (e). Alle temperaturkurvene er sammenlignet med total solinnstråling (TSI) (rød kurve). Temperaturanomali er beregnet i forhold til normalperioden 1961-90. Kurvene er fra (4).

KONKLUSJON

Det er kanskje ikke overraskende at en kurve som viser solinnstråling gjør en meget god samvariasjon med målt temperatur i landområder i forskjellige områder på Den nordlige halvkuale (figur 21.3). Hvis vi kan finne ut hva som styrer sola, kan vi også gi en prognose for klima. Vår forskning viser at de store planetene styrer Sola og gir oss informasjon om periodiske klimavariasjoner i et komplisert samspill som vist i figur 21.2.



Figur 21.4 Temperatur for nordlig halvkuale sammenlignet med klimamodeller. a) viser virkningen av antatte naturlige og antropogene årsaker, b) viser kun fra naturlige, og c) hvilken virkning drivhusgassene antas å ha. Figur fra (4).

LITTERATUR

1. H. Yndestad og J.-E. Solheim 2017, *The influence of solar system oscillation on the variability of the total solar irradiance*, New Astronomy, 51, 135–152
2. L. J. Grey mfl. 2010, *Solar influence on Climate*, Rev. Geophys., 48, RG40001. Doi:10.1029/20009RG000282
3. N.-A. Mörner 2013, *Solar Wind, Earth's Rotation and Changes in Terrestrial Climate*, Physical Review & Research Interantional 3(2):117–136
4. W. Soon, R. Connolly og M. Connolly 2015, *Re-evaluating the role of solar variability on Northern Hemisphere temperature trends since the 19th century*, Earth-Sciences Review 150, 409–452

Følgende Klimanytt behandler dette temaet:

5. Klimanytt 18, 2013, *Det blir flere kalde vintre*
6. Klimanytt 29, 2013, *Nicola Scafetta: Sola og planetene styrer vårt klima*
7. Klimanytt 54, 2014, *Svak og kronglete jetstrøm – Jorda roterer langsommere*
8. Klimanytt 57, 2014, *Solflekkmaksimum er passert – ingen nålevende person har opplevd en så svak sol*
9. Klimanytt 72, 2017, *Et dypt solaktivitetsminimum varsler kaldere klima*



Jan-Erik Solheim

ISKANT, SOL OG GOLFSTRØM

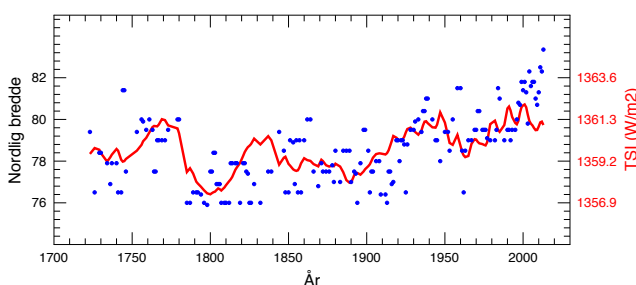
En sammenheng mellom planetbevegelser og klima kommer først til syne i lange klimaserier. En slik serie er posisjonen til iskanten i Barentshavet mellom Svalbard og Frans Josefs Land i siste halvdel av august. Den er bestemt tilbake til år 1583 ut fra skipslogger, senere flyfoto og satellittobservasjoner.



Figur 22.1 Iskanten mellom Svalbard og Øst-Grønland fotografert fra fly av Ole Humlum 20. februar 2015. Nede til høyre ser vi sammenhengende is. Deretter åpent vann som fordampner og danner skyer. Det er ennå mørketid og den lave Sola når ikke ned til havoverflaten.

Iskanten i Barentshavet og mellom Svalbard og Frans Josefs Land er et viktig område for livet i havet. Vinden som blåser fra isdekket område som demonstrert i figur 22.1, drar overflatevannet sørover - og varmere, næringsrikt atlantehavsvann kommer opp. Dette gir opphav til en rik fauna ved iskanten. Her føder selen sine unger og hval kommer langveisfra for å fete seg opp på rike forekomster av zooplankton som blomstrer opp i det næringsrike havområdet (1). Ved å lese gamle skipslogger har det vært mulig å bestemme posisjonen til iskanten i fangstsesongen i de to siste ukene av august helt tilbake til 1583 (2). Iskanten er definert som et område hvor det er mer enn 15 % isdekke (3).

Figur 22.2 Posisjonen av iskanten i Barentshavet mellom Svalbard og Frans Josefs Land estimert for de to siste ukene av august fra 1723–2013 (blå sirkler), sammenlignet med total solinnstråling (TSI) for samme tidsrom (rød kurve).



Før 1723 er det store hull i serien. Det kan skyldes vanskeligheter med utrustning av hvalfangstekspedisjoner, krig eller dårlige fangstforhold. Jeg ser derfor først på serien etter 1723, som er vist i figur 22.2

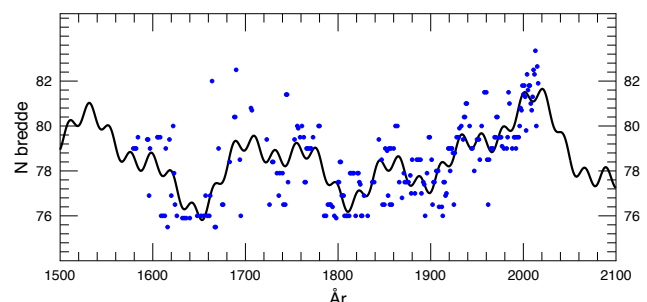
ISKANTEN I BARENTSHAVET OG SOLINNSTRÅLING

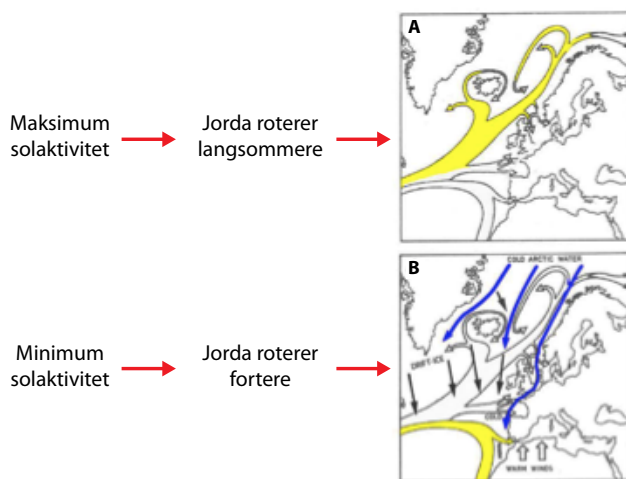
Figur 22.2 viser hvor langt nord iskanten i Barentshavet har ligget i perioden 1723–2013 (blå sirkler). Vi ser at den var langt nord omkring 1750, 1940 og etter 1990. I samme figur er lagt inn den samme kurven for solinnstråling (TSI – figur 19.4) som er brukt til sammenligning med temperaturer på nordlige halvkule i figur 21.3. Vi ser at den er en god korrelasjon mellom TSI og iskantens posisjon. Spesielt legger vi merke til at iskanten beveget seg 4 breddegrader (omtrent 450 km) sørover omkring år 1780–1800, da solaktiviteten hadde et dypt minimum (Dalton minimum). Den beveget seg sporadisk nordover på 1800-tallet, men først etter 1900 begynte en systematisk vandring nordover i takt med økende solinnstråling. Da solinnstrålingen og solaktiviteten nå er på vei nedover mot et nytt dypt minimum (se figur 19.5), er det sannsynlig at iskanten vil bevege seg sørover igjen.

ISKANTEN MOT ÅR 2100 – HARMONISK ANALYSE.

For å finne de langsomme svingningene som kan være styrt av de store planetene har jeg gjort en harmonisk analyse av hele iskantposisjonsserien fra 1583 til 2016. Resultatet er vist i figur 22.3, hvor kun signifikante perioder er tatt med. Den korteste perioden på 21 år er svært nær Solas magnetiske periode, Hale-perioden på 22 år. De øvrige periodene er nær Uranus-perioden på 84 år og harmoniske komponenter av denne. I en analyse av solflekk- og TSI-perioder har vi funnet at nettopp perioden til Uranus med harmoniske komponenter synkroniserer og stabiliserer solaktivitets- og solintensitetsperiodene (4). De finnes derfor også andre steder i solsystemet, og siden de er stasjonære, kan de brukes til prognoser.

Figur 22.3. Iskanten i Barentshavet mellom Svalbard og Frans Josefs Land for perioden 1583–2016 (blå sirkler), sammenlignet med en kurve bestående av periodiske komponenter med perioder 21, 81, 153, 250 og 485 år. De periodiske svingningene er videreført til år 2100.





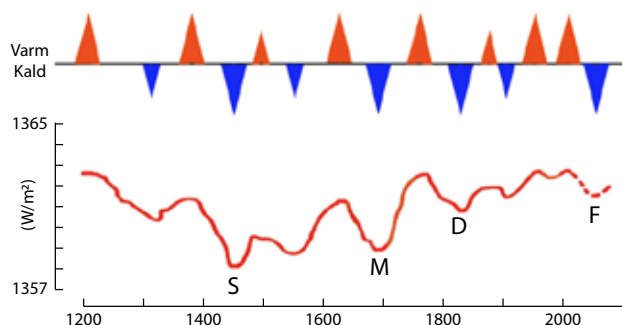
Figur 22.4 Ved et solmaksimum med sterk solvind bremses jordrotasjonen. Golfstrømmen styrers mot nord (øverst). Ved et dypt solminimum øker jordrotasjonen og Golfstrømmen bøyes av mot sør (nederst). Figur fra N.-A. Mørner (5).

En forlengelse av de harmoniske svingningene ut dette århundret er også vist i figur 22.3. Iskanten vil etter dette bevege seg sørover fra omkring 2020 til den når 78N ca. 2040 og holde seg der resten av århundret. Dette svarer til iskantens beliggenhet omkring år 1900.

GOLFSTRØMMEN TIL NORD-AFRIKA

Et dypt solaktivitetsminimum betyr svakere solvind – noe som fører til mer kosmisk stråling og skyer, som igjen fører til en lavere temperatur. En svakere solvind bremses mindre på magnetosfæren, noe som fører til at Jorda roterer hurtigere og daglengden blir kortere. Dette virker inn på Golfstrømmen, som bøyes av mot Middelhavet og vestkysten av Nord-Afrika, som vist i figur 22.4, slik den også har gjort under de tidligere dype solaktivitetsminima (Dalton, Maunder og Spörer) (5). Vi må derfor være forberedt på at det blir kaldere, ikke varmere, i Nord-Europa de kommende tiår.

Figur 22.5 Det øverste figuren viser skjematisk varme (røde) og kalde (blå) perioder i Nord-Atlanteren. Den nederste viser hvordan solinnstråling og solaktivitet varierer i samme tidsrom. Navngitte minima er merket med S: Spörer, M: Maunder, D: Dalton og F: Fremtidig minimum. Figuren er fra (5).



KONKLUSJON

Det er funnet en klar sammenheng mellom Solas og iskantens variasjoner. Dype solminima fører til at kalde havstrømmer dominerer i Nord-Atlanteren. Figur 22.5 viser hvordan varme og kalde havstrømmer har vekslet i takt med Sola. Vi ser allerede tegn til en svakere Sol (Art. 19) og temperaturfall i Nord-Atlanteren (Art. 11).

LITTERATUR

1. S. Falk-Petersen mfl. 2014. *At the rainbow's end: high productivity fueled by winter upwelling along an Arctic shelf*, Polar Biology, DOI 10.1007/s00300-014-1482/
2. J-E. Solheim, S. Falk-Petersen, og O. Humlum 2016. *Iskanten i Barentshavet*. GeoForskning, 15. Januar, <http://www.geoforskning.no/nybeter/klima-og-CO2/1117-iskanten-i-barentshavet>
3. T. Vinje 1999, *Barents Sea-ice edge variation over the past 400 years*. Proceedings of the workshop on SEA-ICE CHARTS OF THE ARCTIC, Seattle, WA, 7–9 aug 1998, side 4–6
4. H. Yndestad og J.-E. Solheim 2017, *The influence of solar system oscillation on the variability the total solar irradiance*, New Astronomy, 51,135–152
5. N.-A. Mørner 2015, *The Approaching New Grand Solar Minimum and Little Ice Age Climate Conditions*. Natural Science, 7, 510–518. <http://dx.doi.org/10.4236/ns.2015.711052>

Klimanytt om isen i nord:

6. Klimanytt 96, 2015, *Isgrensen var lengre nord i 1769*
7. Klimanytt 47, 2013, *Mengden av sjøis pr 16. desember er det meste på 25 år*
8. Klimanytt 53, 2014, *ESA-CryoSat måler 50 % økning i isvolum 2012–2013*
9. Klimanytt 74, 2014, *Arktisk sommeris dekker 1,7 millioner km² mer enn for 2 år siden*
10. Klimanytt 82, 2014, *Nordøstpassasjen ikke åpen i 2014*
11. Klimanytt 121, 2015, *Arktis – naturlige variasjoner*
12. Klimanytt 141, 2016, *Arealet av Arktis sjøis stabilt siste 10 år*

22.6 Isbjørner har det bra. MacGillivray Freeman's One World One Ocean Campaign.





TEMPERATUREN STYRER CO₂

I vår verden kommer årsak alltid foran virkning. Derfor venter vi at akselerasjonen i en bil følger kort tid etter at vi har trykket ned gasspedalen, ikke omvendt. I klimasammenheng betyr dette at en bestemt klimapåvirkning må komme før virkningen på klimaet. Kommer endringen i en antatt klimapåvirkning derimot etter tidspunktet for klimaendringen, må den antatte påvirkning naturligvis omklassifiseres til å være et resultat av klimaendringen, ikke årsaken. Tidspunktet for endringer er helt avgjørende for å bestemme hva som er årsak og hva som er virkning.

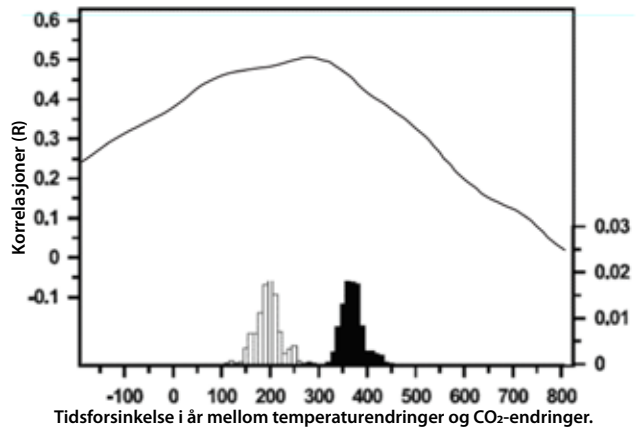
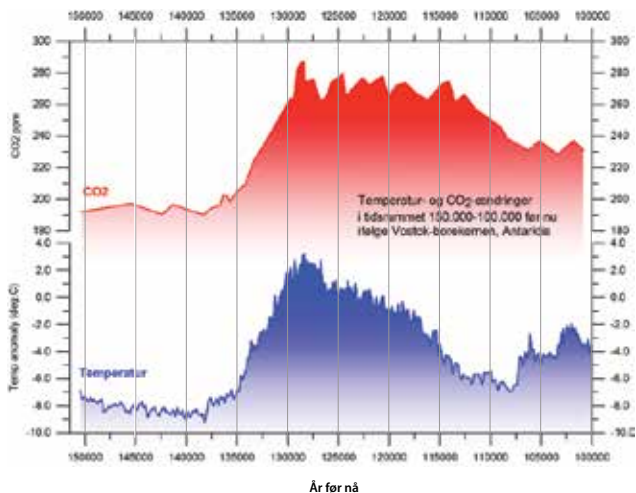
Dagens klimamodeller forutsetter at en stigning av atmosfærisk CO₂ vil resultere i endret klima med høyere global temperatur. Mange forskere anser imidlertid at den motsatte sammenheng er mer sannsynlig: Stigning i atmosfærisk CO₂ skyldes i stor grad økt temperatur, dvs. endringen av atmosfærisk CO₂ er i hovedsak resultat av klimaendring og ikke årsak til klimaendringen. Derfor er det relevant å se på hvordan endringer i CO₂ tidsmessig forholder sig til temperaturendringer.

ISKJERNER FORTELLER OM FORTIDEN

Iskjerneundersøkelser fra Grønland og Antarktis er i dette henseende et nyttig hjelpemiddel, selv om også de har sine spesifikke svakheter. Figur 5.1 kan tjene som eksempel. I løpet av de siste 7 000 år har den globale temperaturen falt, selv om atmosfærisk CO₂ er økt. Dette viser tydelig at i dette tidsrommet har andre forhold enn CO₂ vært viktigst for temperaturutviklingen.

Tiden omkring avslutningen av istider er undersøkt av forskjellige forskere, med fokus på hvordan temperaturendringer forholder seg til endringer i atmosfærisk CO₂. Figur 23.1 viser endringer av atmosfærisk CO₂ og temperatur i tidsrommet 150 000–100 000 år før nå, basert på målinger fra Vostok-iskjernen fra Antarktis. Den markante varmetopp (nederste del av diagrammet) representerer den forrige mellomistid, Eem.

Figur 23.1. Temperatur og atmosfærisk CO₂ ifølge Vostok-iskjernen fra Antarktis.



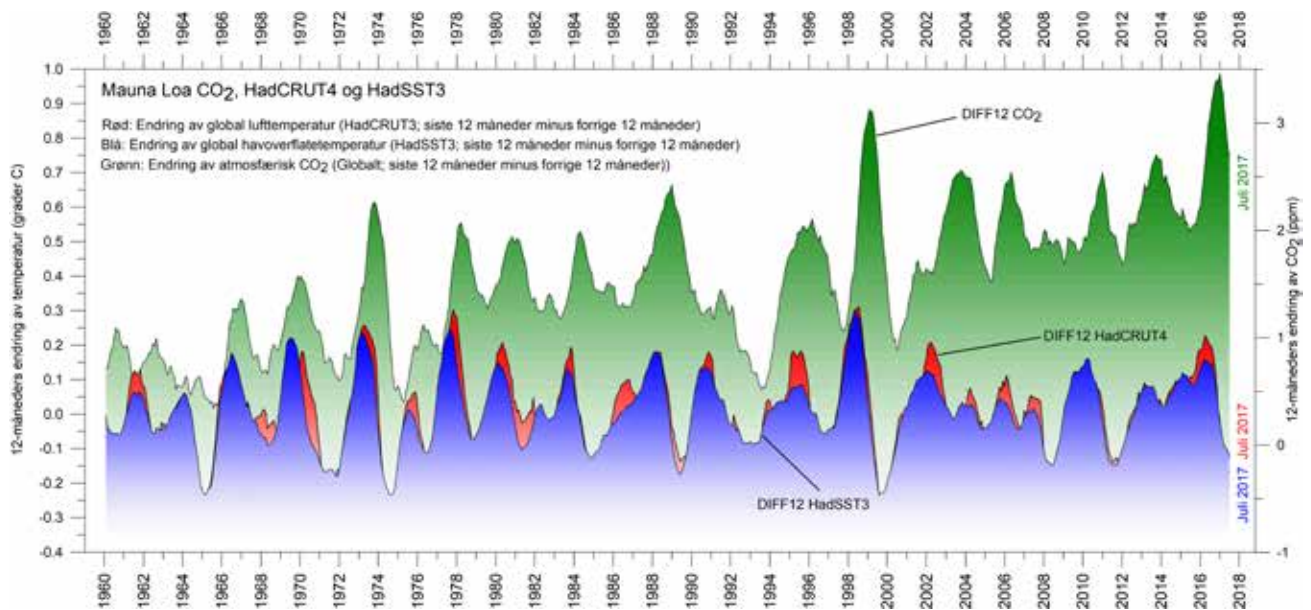
Figur 23.2. Diagrammet viser forsinkelse av CO₂-endring i forhold til temperaturendringen ifølge Siple-iskjernen fra Antarktis i tiden omkring siste istids avslutning. Temperaturendringen skjer 200–400 år før CO₂-endringen. Stolpediagrammene viser henholdsvis minimum (200 år) og maksimum (400 år) forsinkelse for CO₂ endring i forhold til temperaturendringene. Figur fra (1).

En visuell betraktning av dette diagrammet avslører flere interessante forhold, som ikke kan sees på samme type diagram vist i liten skala, som f.eks. av Al Gore i hans berømte film. Ved innledningen til mellomistiden Eem (den siste før vår mellomistid) stiger temperaturen flere hundre år før CO₂ stiger. Dernest synker temperaturen jevnt i intervallet 128 000–112 000 år før nå, selv om CO₂ stort sett er uendret stabil. Først da begynner CO₂ å synke, men nå er temperaturen stabil, og begynner likefrem å stige 107 000 år før nå. Konklusjon: CO₂ styrer med sikkerhet ikke temperatur i det viste tidsrom, men det motsatte kan godt være tilfellet.

Et annet eksempel på en slik analyse ved avslutningen av siste istid er vist i figur 23.2. Det sees at endringer i CO₂ skjer 200–400 år etter endringene i temperatur. Andre analyser tyder på at tidsforskjellen kan være enda større, opp til 8–900 år, men resultatene fra de forskjellige iskjerner er likevel entydige: Endringer i atmosfærisk CO₂ opptrer alltid etter endringer i temperatur. Derfor er endringene i CO₂ ikke årsak til endringene i temperatur, men omvendt.

NÅTIDENS OBSERVASJONER

Humlum mfl. (2) har sett på nåtidens mer detaljerte målinger av atmosfærisk CO₂ og global temperatur. Begge deler har en tydelig årsvariasjon, så for å fjerne effekten av denne ser vi på suksessive 12-måneders gjennomsnitt (figur 23.3). Konklusjonen fra iskjerner sees å være gyldig også i moderne tid: Endringer i atmosfærisk CO₂ kommer etter endringer i global temperatur. Det er derfor sannsynlig at også i moderne tid er endringer i atmosfærisk CO₂ i hovedsak et resultat av endringer i temperatur, spesielt havtemperatur, og ikke omvendt. Årsak kommer alltid før virkning.

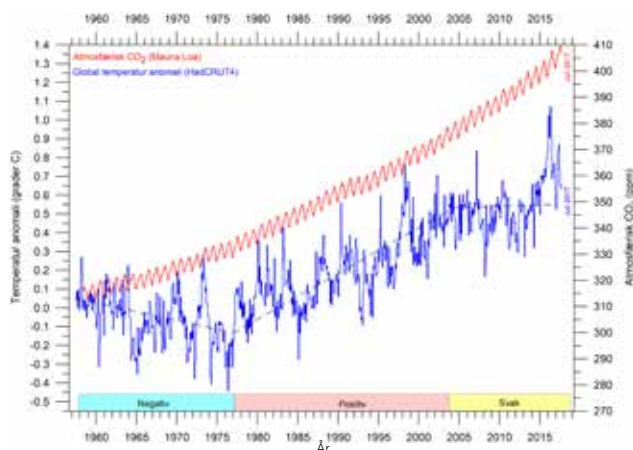


CO₂ OG TEMPERATUR I UTAKT

Ved å sammenligne kurvene for CO₂ i atmosfæren med en global temperaturkurve ser vi at det kun er i en avgrenset periode (1979–2000) hvor de tilsynelatende følger hverandre (figur 23.4). Denne perioden er tydeligvis brukt til å kalibrere klimamodeller slik at de gir en global temperatur som stemmer med observasjoner i dette tidsrom. Men da feiler de i andre perioder hvor CO₂ og temperatur ikke følger hverandre f.eks. før 1977 og etter 2003.

Vår konklusjon er at det ikke er CO₂ som styrer temperatur, men temperatur som styrer CO₂.

Figur 23.3. Nåtidens variasjoner av atmosfærisk CO₂ og temperatur, beregnet som forskjell mellom suksessive 12-måneders gjennomsnitt, for å fjerne effekten av årstidsvariasjonen (2). Endringer av CO₂ er vist med grønn farge, endringer i global lufttemperatur er vist med rød farge, og endringer av havoverflatetemperatur er vist med blå farge. Endringer i CO₂ opptrer hele tiden etter endringer av temperatur, se eksempelvis de markante toppene omkring 1999. Forsinkelsen av CO₂ i forhold til global lufttemperatur er 9–10 måneder, og ikke mindre enn 11–12 måneder i forhold til havoverflatetemperaturen. Vi ser også at dette er iferd med å skje etter super El Niño 2015–16.



Figur 23.4 Global temperatur (blått) atmosfærisk CO₂ (rødt) 1959–2017. CO₂ øker hele tiden mens temperaturen har gått ned 1959–77 og endret seg lite etter 2000. Denne kurven oppdateres hver måned (3).

LITTERATUR

1. J. Ahn mfl. 2004, *A record of atmospheric CO₂ during the last 40,000 years from the Siple Dome, Antarctica ice core*. Journal of Geophysical Research, Vol. 109, D13305, doi:10.1029/2003JD004415
2. O. Humlum, K. Stordahl, og J.-E. Solheim 2012. *The phase relation between atmospheric carbon dioxide and global temperature*. Global and Planetary Change, online version August 30, 2012. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818112001658?v=s5>
3. <http://climate4you.com>

Klimanytt om CO₂ og temperatur:

4. Klimanytt 14, 2013, *CO₂ og temperatur – hvilken sammenheng observeres?*
5. Klimanytt 17, 2013, *Atmosfærisk CO₂ øker på grunn av nåværende varmeperiode*
6. Klimanytt 21, 2013, *CO₂-mengden over 400 ppm – en katastrofe?*
7. Klimanytt 39, 2013, *En graf som politikere og folk flest ikke bør se*



Tom V. Segalstad mfl.¹

CO₂ – VENN ELLER FIENDE?

INNLEDNING

Mengden av CO₂ i Jordens atmosfære er for tiden svært liten. Den har økt fra ca. 3 til 4 titusendeler i løpet av de siste 50 år. Ut fra IPCC-rapportene, som bygger på den forutsetning at mer CO₂ fører til en dramatisk og for menneskeheten farlig oppvarming, påstås det at vi skal betrakte CO₂ som en fiende: Fiender skal visstnok nedkjempes. Vi skal redusere våre utslipp av fossilt brensel slik at mengden av CO₂ i atmosfæren går ned. Dette skal hindre at Jorden blir varmere enn det såkalte «2-graders målet,» senere redusert til 1,5 °C. Men mer CO₂ og mer varme gjør Jorden grønnere og fører til større matproduksjon! CO₂ er grunnlaget for alt liv på Jorden og derfor er denne gassen vår beste venn. Dette skriver vi om i Artikkel 25. Vi har også kommet fram til at mer CO₂ IKKE gjør Jorden varmere. Det skriver vi om i Artikkel 3 og 26. I det følgende skal vi fortelle hva CO₂ er, hvordan det måles, og hvorfor CO₂-mengden øker i Jordens atmosfære. Vår konklusjon er at CO₂-gassen inngår i et kretsløp, som styres av temperaturen på land og i hav, slik som vist i Artikkel 23 og i figur 24.1.



Figur 24.1 CO₂ kretsløpet med naturlige og antropogene kilder. De naturlige kildene styres av temperaturen. Figur fra (1).

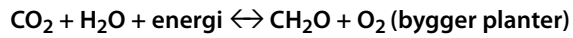
CO₂ ER DAGLIGLIVETS GASS

Vi omgås CO₂ stadig vekk i dagliglivet. Vi drikker mineralvann, øl og champagne, hvor «brusingen» lages av CO₂. Vi spiser brød og kaker, som har hevet seg ved hjelp av CO₂, f.eks. fra bakepulver. CO₂ brukes i brannslukningsapparater, i redningsvester, som matkonserveringsmiddel, som kjølemiddel, og vi tilfører kalk (kalsiumkarbonat) til sure sjøer (som nøytraliseringsmiddel). Alt dette anser vi som meget nyttig, og til og med miljøvennlig bruk av CO₂! Så CO₂ kan aldeles ikke kalles en «forurensning».

Nå er det slik, at vi alle sammen, mennesker og dyr, produserer CO₂. Vi spiser karbohydrater, puster inn oksygen fra luften, og forbrenning av dette i kroppen skaper energi for oss – og vi puster ut CO₂ og kvitter oss med vann.

Plantene virker omvendt: De forbinder CO₂ med vann (H₂O), og bruker energi fra Solen til å produsere karbohydrat (forenklet, CH₂O) og oksygen (O₂) fra venstre mot høyre (fotosyntesen) i en kjemisk ligning:

planters fotosyntese →



← menneskers og dyrs forbrenning/ånding + råtning

Vår kropps forbrenning av karbohydrater (mat) med oksygen går fra høyre mot venstre i den kjemiske ligningen. Det samme skjer ved råtning av organismer. Vi skjønner at CO₂ assimilert av planter slippes ut igjen til luften når plantematerialet råtner eller brennes.

De to nordmennene Cato Guldberg og Peter Waage formulerte i 1864 den kjemiske Massevirkningsloven. Den impliserer at hvis CO₂ øker på venstre side av ligningen, vil det presse ligningen mot høyre – det vil altså bli produsert mer karbohydrat og oksygen! Og det er jo akkurat dette som mennesker og dyr trenger: Mer mat og mer oksygen. NRK meldte 18. februar 2016 at 9 millioner mennesker dør av sult hvert år. Reduserer vi atmosfærens innhold av CO₂, vil enda flere mennesker dø av sult hvert år. Derfor trenger vi luftens CO₂ – selve livets gass!

Hvis verden trenger mer mat for å mette en voksende befolkning, vil mer CO₂ og mer oksygen være akkurat det som verdens befolkning trenger! En slik tjeneste, som CO₂ gjør mot mennesker og dyr, kan ikke kalles «forurensning»!

CO₂ FRA JORDENS INDRE

CO₂ i atmosfæren kommer fra avgassing fra Jordens indre. Ca. 50 ganger mer CO₂ oppløses i havet (som bikarbonat; HCO₃⁻) enn i luften, og enorme mengder CO₂ har blitt avsatt i havet som faste karbonat-sedimenter som kalkstein, CaCO₃, og dolomitt, CaMg(CO₃)₂. Siden kan de ha blitt løftet opp som fjellkjeder ved kontinent-kollisjoner, slik som Dolomittene i nordøstre Italia. Uten våre oseaner ville luftens innhold av CO₂ alene gitt et trykk på ca. 90 atmosfærer, tilsvarende som på planeten Venus. De øvre 200 meter av Jordens hav inneholder nok oppløst kalsium til raskt å binde ALL CO₂ fra gjenværende fossile brensel til fast kalsiumkarbonat (kalk), som vil legge seg på havbunnen (2).

Luftens innhold av CO₂ på Jorden er altså minimal, selv om flere vulkaner hver slipper ut mange ganger mer CO₂ enn menneskenes samlede årlige utslipp (2). Den russiske professor

Figur 24.2



¹ Avsnittene: Innledning, Hvordan måles CO₂? og Beregninger ut fra IPCCs tall, er skrevet av J.-E. Solheim

Mikhail Budyko har vist at det er et godt samsvar mellom perioder med omfattende vulkanisme, luftens innhold av CO₂, og avsetning av marine karbonat-bergarter og kull, olje og gass fra organiske avsetninger, gjennom Jordens siste 600 millioner år.

Disse omsetningene av CO₂ mellom luft, vann og faste stoffer er ganske raske, noe vi skal komme tilbake til. Trykket av CO₂ i luft er proporsjonalt med konsentrasjonen av CO₂ oppløst i vann. Dette er en naturlov kalt «Henrys lov». Proporsjonalitetskonstanten kalles Henrys lovkonstant. Denne er sterkt avhengig av temperatur, men mindre avhengig av trykk og saltholdighet. Ved Jordens midlere overflatetemperatur er Henrys lovkonstant en likevekts fordelingskoeffisient for CO₂ mellom luft og vann, som fordeler ca. 50 ganger mer CO₂ til vannet enn det som forblir i luften. Dette er tilsvarende det vi alle observerer i en flaske mineralvann, som aldri fylles helt opp.

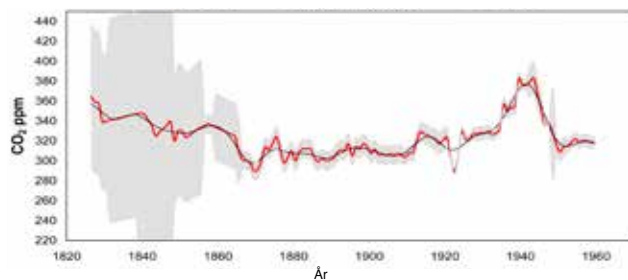
HVORDAN MÅLES CO₂?

Atmosfærens innhold av CO₂ har vært målt siden begynnelsen av det 19. århundre, med god presisjon siden rundt 1850. Kontinuerlige målinger ble gjort med kjemiske metoder i Alpene 1809–1830, og man fant at CO₂-innholdet i atmosfæren målt ved bakken varierte i løpet av døgnet og årstidene og var sterkt påvirket av vegetasjon, værforhold og lokale utslipp. Dette fører til at enhver som foretar målinger av CO₂ i atmosfæren må redigere data for å skille mellom lokale og globale bidrag. På den annen side er CO₂ en gass som spres i hele Jordens atmosfære i løpet av et par år, så målinger i en viss høyde over bakken eller ved bestemte vær-situasjoner, kan gi relativt gode globale verdier.

Max Pettenkofer introduserte en titrimetrisk metode i 1857. Dette ble en standard målemetode for mer enn 100 år. Forbedringer i analyseteknikkene førte til en målenøyaktighet på ±3 % fra omkring 1870. Fra 1935 var en ytterligere forbedret Pettenkofer-metode i stand til å måle med en nøyaktighet 0,33 %.

Mer enn 200 000 målinger er rapportert i ca. 400 publikasjoner for perioden 1800–1960. Disse er gjennomgått og analysert av Ernst-Georg Beck (3) som fant, ved å analysere lokale meteorologiske forhold og forurensningskilder, at ca. halvparten av målingene kunne brukes til å bestemme en årlig CO₂-verdi, som vist i figur 24.3. Han fant at ved vind over et visst minimum, var gassene godt blandet, og det var liten forskjell mellom målinger ved bakken og høyere opp. Det samme gjelder for målinger fra små øyer og målinger fra skip og ballongoppstigninger. Beck's analyse gir blant annet et maksimum på ca. 380 ppm i 1942. Dette maksimum er basert på analyse av mer enn 60 000 observasjoner fra mer enn 25 forskjellige steder og institusjoner i perioden 1930–50. Vi tolker denne CO₂-toppen som et resultat av varmetoppen omkring 1940 (figur 21.3). Dette følger av at økning av CO₂ skjer 8 mnd etter økning i temperatur, som vist i figur 23.3.

En analyse av Becks CO₂-serie for perioden 1860–1959, viser at den korrelerer med AMO (Fig 10.7 og 10.9) som drives av en måneperiode på 74,4 år med en topp 1938–55. Det er derfor ventet en ny topp etter 2012. En topp omkring 1860 kan også være reell. Hvorvidt en topp på 380 ppm er global kan diskuteres, men det svarer til en tilsvarende, dog beskjedne, topp i iskjernerdata som IPCC viser til (4).



Figur 24.3 Atmosfærisk CO₂ 1826–1960 fra våtkjemiske målinger. Kurven er beregnet ut fra ca. 100 000 målinger fra hav og landområder, for det meste på nordlige halvkule. Rød kurve viser årlige verdier. Den sorte, tynne kurven er resultatet av glatting, og den grå bakgrunnen er beregnet usikkerhet. En topp på ca. 380 ppm er beregnet omkring 1940. Figuren er fra (3).

Spektroskopiske analysemetoder ble utviklet fra 1938. De er lettere å utføre, men må korrigeres for overlappende absorpsjon fra vanddamp, metan, dinitrogenoksid og KFK-gasser. Denne målemetoden gir en nøyaktighet på ca. 0,1 %. Kontinuerlige målinger ble startet på den aktive vulkanen Mauna Loa på Hawaii (3 400 moh.) av Charles D. Keeling fra 1958. På grunn av nærheten til en aktiv vulkan, redigeres data periodevis kraftig (2). I 1974 startet NOAA egne målinger som inngår i et verdensomspennende nettverk med over 50 målestasjoner (GlobalViewCO₂). Mauna Loa-målinger 1959–2017 er vist i figur 23.4.

Moderne målinger foretas til dels med Cavity Ring Down Spectroscopy, hvor absorpsjon av en laserstråle måles over veilengder opp til 10 km. Målenøyaktigheten er forbedret med en faktor 1 000 eller bedre.

For målinger før 1958 er også proxymetoder benyttet, hvor iskjernemålinger med innesluttet CO₂ gir muligheter for å måle verdier tilbake i tid. De første målingene ble gjort på Storbreen i Norge, og viste førindustrielle verdier fra 200 til 2 900 ppm. Målinger i is forutsetter at CO₂ gass som er innestengt i porer i isen, holder seg der uforandret gjennom århundrene. Nærmere undersøkelser har vist at det gjør den ikke (5). Det er påvist mer enn 20 fysiske-kjemiske prosesser som påvirker innholdet i slike isporer, i tillegg til at dagens luft trenger inn under prøvetaking og laboratorieanalyser. Tidsbestemmelse blir også unøyaktig (6). For å bøte på dette er de laveste målte verdiene brukt som proxyverdier for perioden før 1958. Dette fører til at toppen omkring 1942 i figur 24.3 forsvinner.

En annen proxy er å bestemme CO₂ ved antall spalteåpninger (stomata) i blader. Når det er lite CO₂ utvikler bladet flere spalteåpninger for å få inn nok CO₂ til sin fotosyntese. Analyser er gjort tilbake til år 1000, som viser variasjoner mellom ca. 260 og 360 ppm og at økning av CO₂ følger ca. 100 år etter økning av temperaturen om våren (7).

RASK OMSETNING AV CO₂

Et sentralt spørsmål er: Hvor raskt skjer disse likevektene i naturens CO₂-system? IPCC skrev i sin rapport i 1990 at CO₂-likevekten mellom luft og vann vil oppnås først etter 50–200 år, som et «grovt overslag».

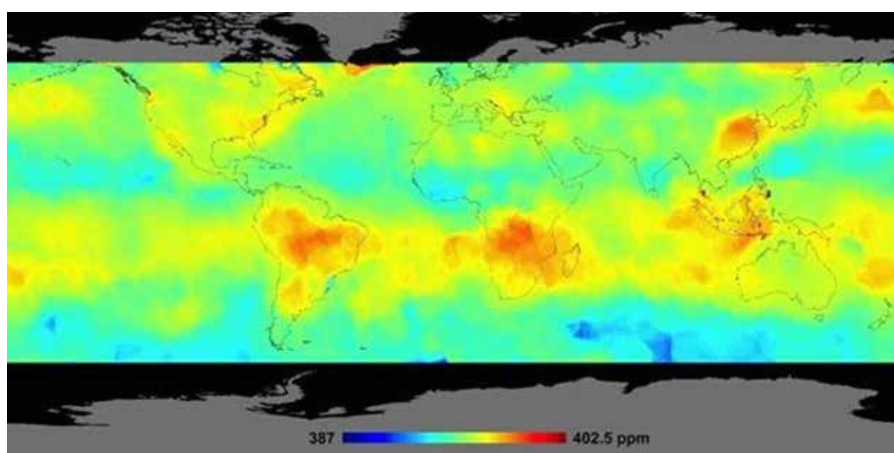
Eksperimenter viser at påstandene til IPCC helt fra 1990-rapporten ikke stemmer. CO₂-gass løses opp i vann i løpet av sekunder, minutter og timer, avhengig av vannets temperatur, sirkulasjon og dybde (8). Vi kan bruke Henrys balanselov, for å beregne hvor mye CO₂ som må legges til for å få doblet luftens CO₂ (som alle IPCCs modeller tar utgangspunkt i): Hvis alle tilgjengelige fossile brenslers brennes, ville luftens innhold av CO₂ øke med ca. 20 % fra dagens nivå. Menneskeskapt doubling av luftens CO₂-innhold er dermed umulig. Som den amerikanske professor Brian Mason skriver i sin lærebok i geokjemi (1966): «Det er tydelig at havet, som kontrollerer mengden av CO₂ i luften, spiller en vital rolle i å holde forholdene egnet for organisk liv på Jorden». Og dette er jo fantastisk bra for oss!

IPCC hevder i sin siste rapport (AR5) at 15–40 % av våre utslipp fremdeles er i atmosfæren etter 1 000 år, mens tall fra samme rapport, beskrevet i et senere avsnitt, viser at CO₂ har en oppholdstid i atmosfæren på 4 år eller mindre. Fra atomfysikken har vi at fossil CO₂ reagerer raskere enn uorganisk CO₂, fordi fossil CO₂ er rikere i isotopen ¹²C, mens uorganisk CO₂ har noe mer ¹³C. Professor Henning Rodhe (8) finner at likevektstiden for CO₂ – vann er rask, på bare 1 måned opp til 10 km høyde i luften, og på bare 2,5 år til 1 km havdybde.

HVOR KOMMER CO₂ FRA?

Vi kan også benytte isotopene av karbon (C) i CO₂ til å finne ut hvor luftens CO₂ kommer fra (9). Forholdet mellom de stabile isotopene ¹³C og ¹²C er karakteristisk for forskjellige reservoarer i Jorden. Forholdet ¹³C/¹²C uttrykkes som δ¹³C, relatert til en internasjonal standard. Luftens CO₂ vil, i likevekt med oppløst CO₂ i havet og utfelte karbonater i havet, ha en δ¹³C på ca. -7 ‰, som er tilsvarende verdien for CO₂ fra Jordens indre. Levende organismer foretrekker ¹²C, slik at CO₂ fra brenning av slike organismer i form av fossile brenslers, og CO₂ fra forråtnelse av organismer, vil ha δ¹³C omkring -26 ‰. I desember 1978 ble det målt at luftens CO₂ hadde en δ¹³C på nær -7,5 ‰. Ved isotopisk massebalanse beregnes det at det totale innhold av slik organisk CO₂ (inkludert menneskenes brenning av fossile brenslers) da var 4 %. Det ble også beregnet at levetiden (halveringstiden) for ett CO₂-molekyl i luften er ca. 5 år. Dette tallet stemmer godt med tallrike andre beregninger med mange forskjellige metoder (6, 10).

Figur 24.4 Fordeling av CO₂ over Jorden observert med OCO-2 satellitten i perioden 1.oktober–11.november 2014. Fargene gul, rød og svart viser mer enn gjennomsnittet. Vi ser at regnskogene, dernest deler av Kina og store havområder, bidrar med mer CO₂ enn gjennomsnittet. Figur fra (12).



Fra juli 2014 har satellitten OCO-2 målt atmosfærisk CO₂ regelmessig over store deler av Jorden. Hvordan CO₂-mengden varierer i løpet av året er vist ved filmsekvenser produsert av NASA (11). Et eksempel for perioden 1. oktober–11. november 2014, vist i figur 24.4 og et årsgjennomsnitt som viser CO₂-kilder på Jorden er beskrevet i (18) og (19).

BEREGNINGER UT FRA IPCCs TALL

Mengden av CO₂ i angis i gigatonn (Gt). Noen ganger brukes tall for kun karbon (C), og vi får da et karbon-ekvivalent-regnskap istedenfor CO₂-regnskap. Da er O₂ i molekylet fjernet, og massen er redusert med en faktor 3,67. I det følgende skal vi holde oss til CO₂-regnskapet. Mengden av CO₂ i luft angis også som prosentdel av volumet. Det er så lite at det angis i milliondeler: ppmv. For omregning har vi at 7,2 Gt CO₂ er lik 1 ppmv. Ofte sløyfes feilaktig v – når det skrives kun ppm.

I sin siste rapport (AR5) skriver IPCC at det totale årlige utslipp av CO₂ i 2012 er estimert å være mellom 734 og 807 Gt, dvs. i middel 759 Gt eller 105 ppm. Av dette utgjør antropogene utslipp 33 Gt, hvorav 29 Gt fra fossilt brensel og 4 Gt fra landskapsendringer. Den antropogene delen utgjør derfor kun 4,3 %, mens usikkerheten i det totale estimatet er 6 %. 727 Gt antas å komme fra naturlige kilder (havet, liv i havet, planter, dyr, jordoverflaten og Jordens indre m.m.).

Den totale mengde CO₂ i atmosfæren ble av IPCC estimert å være 3 050 Gt eller 390 ppm i 2012. Sammenligner vi med årlige utslipp på 759 Gt finner vi at det utgjør en firedel av atmosfærens CO₂ innhold. Det tar derfor 4 år å fylle opp atmosfæren. For at nivået skal være konstant må den også tømmes på 4 år. Det vil si at et CO₂-utslipp ikke oppholder seg i atmosfæren mer enn 4 år.

Figur 23.3 viser endringer i atmosfærens CO₂-mengde i løpet av 12 måneders intervaller i perioden 1960–2017. Vi ser at økningen varierer fra 0,5 til 3,5 ppm. Det vil si at en CO₂ mengde, tilsvarende 96,5–99,5 % av de årlige utslippene blir tatt opp igjen av naturen, dvs. i snitt 98 % på mindre enn 12 mnd. Vi kan konkludere at 98 % av CO₂-molekylene må ha en oppholdstid i atmosfæren på 4 år eller kortere.

Fra 1958 har CO₂ innholdet i atmosfæren over vulkanen Mauna Loa (figur 23.4) økt fra 315 til 405 ppm, eller 0,4 % per år. Dette tilsvarer 1,6 ppm eller 11,5 Gt vekst i atmosfærens CO₂ innhold per år. Vi kan nå stille spørsmålet: *Skyldes denne veksten antropogene utslipp eller tilførsel fra naturlige kilder?*

Ett svar får vi ved å se på figur 31.6, som viser utslipp sammenlignet med atmosfærisk CO₂. Det nederste panelet viser at de antropogene utslipp av CO₂ har økt fra 15 til 36 Gt per år fra 1970 til 2017. Dette har hatt liten eller ingen innvirkning på stigningen i totalkurven i øverste panel. Vi ser også i figur 31.6 at utslippene av fossile brenslers har gått ned i flere perioder, uten at det har gitt seg utslag i de årlige endringene av CO₂ i atmosfæren (omkring 1975, 1980–85

og 2014–16). Dette forteller at mesteparten av økningen av CO₂ i atmosfæren kommer fra naturlige kilder.

Hvis levetiden for våre utslipp er den samme som levetiden i atmosfæren for naturlige utslipp, dvs. ca. 4 år, vil konstante menneskelige utslipp på nåværende nivå føre til et stabilt bidrag på 17 ppm, som utgjør 4,3 % av det totale (1).

Nyere forskning (13) viser at mer CO₂ og litt høyere temperatur fører til større opptak av CO₂ og bedre plantevekst. Vi ser fra figur 23.3 at CO₂-endringene fra år til år går raskt opp og ned med en forsinkelse på 9–12 måneder i forhold til en temperaturendring. Settes omløpstiden for CO₂ til for eksempel 8 måneder, vil den antropogene delen av luftens CO₂ reduseres til kun 0,7 %.

Et nøyere studium av figur 23.3 viser at de laveste årlige endringer på 0,5 ppm skjedde i 1975 og i 1993. Kraftige temperaturfall fant sted før disse minima. Det siste skyltes Pinatubo-vulkanutbruddet i juni 1991 (Art 18). Temperaturfall fører derfor til en rask reduksjon av atmosfærisk CO₂ fra naturlige kilder. Det er også demonstrert i historiske CO₂-målinger (figur 24.3).

BLIR HAVET MINDRE ALKALISK?

Avslutningsvis kan også påstandene om havforsuring fra menneskeskapt CO₂ avvises. Det er vanlig å anta at havets gjennomsnittsverdi for pH er ca. 8,2 (basisk). Kjente verdier ligger i området 8,5–7,8 rundt om på kloden, med døgnvariasjoner på opp til 1,5 enheter. Den påståtte 'forsuringen' skal skyldes en endring på ca 0,1 enheter. De minimale endringene i pH som publiseres, involverer usikkerhet i dagens og i enda større grad tidligere tiders målinger, som hadde metodiske svakheter.

De små endringene har en naturlig forklaring fordi ioner og kjemiske forbindelser i havet reagerer med foreliggende karbonationer, og vil dermed 'nøytraliseres'. Denne bufferkapasiteten er tilnærmet uendelig slik at surhetsgraden i havet ikke vil påvirkes (14). Dyrene med kalkskall kan leve enda bedre, fordi en økning av CO₂ i luften, og dermed en enda større økning av CO₂ i vannet (Henrys lov), vil føre til at kalsiumkarbonat-skallene dannes enda lettere!

Noen steder observeres at CO₂ pipler opp av havbunnen fra naturlige kilder uten at livet like i nærheten synes endret. Fotosyntesen binder også store mengder CO₂ fra phytoplankton nederst i næringskjeden til alger, tang og tare. Den stimuleres av mer CO₂ og tilgjengelig sollys.

KONKLUSJON

Med en kort omløpstid som forklart ovenfor, konkluderer vi med at mer enn 99 % av luftens CO₂ kommer fra Jordens indre ved avgassing fra vulkaner, sprekker, og fra havet, som er mye mer betydningsfulle for luftens innhold av CO₂ enn menneskenes brenning av fossile brensler. Både eksperimenter og målinger viser at luftens innhold av CO₂ har beskjedne eller ingen virkning på luftens temperatur i forhold til vanddamp, skyer og Solens innstråling. *Dermed finnes det ingen vitenskapelige grunner til omveltning av samfunn, og innføring av CO₂-avgifter, hvis hensikten skal være å forbinde forandring av Jordens klima.*

LITTERATUR

1. H. Harde 2017, *Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere*, Global and Planetary Change, doi: 10.1016/j.gloplacha.2017.02.009
2. Z. Jaworowski, T. V. Segalstad og V. Hisdal 1992, *Atmospheric CO₂ and Global Warming: a Critical Review – 2nd Revised Edition*. Norsk Polarinstitutt Meddelelser, 119. 7, 76 sider.
3. E. G. Beck 2007, *180 years of atmospheric CO₂ gas analysis by chemical methods*, Energy & Environment, 18. 259–282, samt upublisert artikkel fra 2009
4. IPCC rapport AR5WG1 2013, figur 6.11
5. Z. Jaworowski, T. V. Segalstad og N. Ono 1992, *Do glaciers tell a true atmospheric CO₂ story?* Science of the Total Environment, 114, 227–284, <http://www.CO2web.info/stoten92.pdf>
6. T. V. Segalstad 2009, *Correct timing is everything - also for CO₂ in the air*, CO₂ Science, 12, No.31, (5. Aug. 2009), <http://www.CO2science.org/articles/V12/N31/EDIT.php>
7. L. Kouwenberg mfl. 2005, *Atmospheric CO₂ fluctuations during the last millenium reconstructed by stomata frequency analysis of Tsuga heterophylla needles*, Geology 33 (1): 33–36
8. H. Rohde 1992, *Modeling biogeochemical cycles*, S. S. Butcher mfl. (Red.): Global Biogeochemical Cycles. Academic Press, London, 55–72
9. T.V. Segalstad 1992, *The amount of non-fossil CO₂ in the atmosphere*. American Geophysical Union, Chapman Conference on Climate, Volcanism, and Global Change, 2. - 27. March, Hilo, Hawaii, Abstracts, 25, <http://www.CO2web.nfo/hawaii.pdf>
10. M. Salby 2012, *Physics of the atmosphere and climate*, Cambridge University Press, 666 sider
11. NASA viz Team 2015, *A new picture of Carbon Dioxide*, <https://svs.gsfc.nasa.gov/12072>
12. Klimanytt 97, 2015, *Kilder til CO₂ i atmosfæren*
13. T.F. Keenan mfl. 2016, *Recent pause in the growth rate of atmospheric CO₂ due to enhanced terrestrial carbon uptake*, Nature Comm, DOI:10.1038/ncomms13428.
14. T. V. Segalstad 2014, *Some thoughts on ocean chemistry Climate Change Reconsidered II – Biological Impacts*, Nongovernmental International Panel on Climate Change (NIPCC); Heartland Institute, Chicago, USA (ISBN 1-934791-43-1), 817–824, <http://climatechangereconsidered.org>

Følgende Klimanytt drøfter CO₂:

15. Klimanytt 21, 2013, *CO₂-mengden over 400 ppm – en katastrofe?*
16. Klimanytt 39, 2013, *En graf som politikere og folk flest ikke bør se*
17. Klimanytt 79, 2014, *Den islandske vulkanen Bárðarbunga slipper ut CO₂ tilsvarende 15–40 % av Norges utslipp*
18. Klimanytt 101, 2015, *CO₂ kilder på Jorden*
19. Klimanytt 132, 2015, *Satellitten OCO-2 viser naturlige endringer i CO₂-fordeling og variasjon på jorden*
20. Klimanytt 174, 2016, *Antropogene CO₂-utslipp gir en ikke-målbar CO₂-økning*



Morten Tødal

EN GRØNNERE KLODE

Skal vi forstå de virkninger endrede miljøbetingelser representerer for natur og miljø, må vi begynne med plantene. De er basis for alt liv. Gjennom fotosyntesen bindes energien i sollyset, og skaper plantevekst. De grønne plantene ligger i bunnen av den næringspyramiden som muliggjør dyreliv, samt bakterier og sopp – som bryter ned organisk materiale.

PLANTER OG DYR TILPASSER SEG

Det ikke-levende miljøet setter rammer for alt liv, også planter. Temperatur er én av disse miljøbetingelsene som har stor betydning for plantenes trivsel. Like fullt må vi ikke oppfatte det slik at planter har svært snevre toleransegrenser, eller såkalte økologiske nisjer. Ikke minst gjelder det i tempererte og arktiske strøk, hvor miljøbetingelsene kontinuerlig skifter, ofte dramatisk. Alle arter har et visst slingsmonn, som tillater avvik til alle kanter. De må klare seg både gjennom kalde vintre og langt varmere somre. I tillegg til å være tilpasset store årstidsvariasjoner, varierer også miljøbetingelsene fra vekstsesong til vekstsesong. To påfølgende somre kan i Norge ha en gjennomsnittstemperatur som varierer med opp til 10 °C. Det må plantene tåle. Utvilsomt vil imidlertid så store endringer gjennom lengre tid medføre store endringer i økosystemene.

Svært mange dyre- og plantearter har eksistert på Jorda i millioner av år. Gjennom disse lange periodene har de levd med skiftende temperaturregimer. I tiden etter den siste istid vet vi at århundrene fra omtrent 1000 til 1300 var varme og gode, og blir kalt middelalderens varmepriode. Senere ble det kjøligere. For 2 100 år siden var klimaet varmere enn da vikingene dro til Grønland, og ytterligere 1 000 år før dette ga den minoiske varmepriode enda høyere temperaturer. (Se figur 5.1)

MODELLER OVERDRIVER

I klimadebatten blir vi jevnlig presentert for påstander om dramatiske endringer i alle økosystemer dersom temperaturen øker. Men det er verdt å merke seg at dette er resultater av modellberegninger, og ikke basert på observasjoner fra den virkelige verden. Med de temperaturendringer vi har hatt siden Den lille istid kulminerte (ca. år 1700), har vi ingen empiriske kunnskaper om store konsekvenser for natur og miljø. Vi vet ikke om noen plante- eller dyrearter som har dødd ut, eller blitt drastisk redusert som en følge av en temperaturendring på opp mot én grad Celsius. FNs klimapanel hevder like fullt at store deler av det biologiske mangfoldet står i fare, hvilket naturligvis også gjelder planter. Dette er riktig; øker temperaturen med mange grader, får en rekke planter problemer. De tåler rett og slett ikke alt for store temperaturøkninger. Alle planter har et temperatur-optimum hvor de trives best. Rundt denne temperaturen har de optimal vekst, de utnytter tilgjengelig vann mest effektivt, håndterer sykdommer optimalt, og så videre. Økes temperaturen med 5–6 grader eller mer, vil det skade mange arter. Det gjelder både i den frie natur, samt planter vi dyrker til mat. Det har vært utført mange dyrkingsforsøk under skiftende temperatur, som viser at vesentlige temperaturfall eller temperaturøkninger er ugunstig for planter, kanskje dødelig.

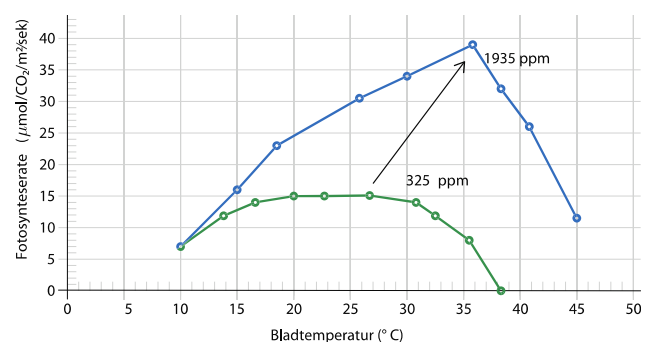
Nå er det imidlertid slik at klimaendringene, ifølge IPCC, representerer to miljøbetingelser som er koblet. FNs klimapanel har presentert en modell som innebærer at økt CO₂-innhold i atmosfæren gir økt temperatur. I førindustriell tid tolkes forskningsresultater fra iskjerneprøver på Grønland slik at CO₂-innholdet i luft var rundt 270 ppm, mens det nå er rundt 400 ppm. Stiger atmosfærisk karbondioksidinnhold med 100 ppm, tilsier modellene en økning på 0,6 °C. Det sentrale i forhold til planter er imidlertid at vi ikke utelukkende får en temperaturstigning, men den følger som en konsekvens av en økning av CO₂-innholdet i luft. Dette er av avgjørende betydning. De to faktorene i kombinasjon har en helt annen effekt enn utelukkende en temperaturstigning. *Det skyldes at CO₂ er næring for planter, fordi denne gassen inngår i fotosyntesen. Det er viktig å forstå CO₂ som livets gass. Den må på ingen måte sees på som forurensning. CO₂ er den eneste innfallsporten for karbon til økosystemene, og uten denne gassen vil det ikke kunne eksistere liv på kloden. CO₂ er forutsetningen for alt liv; både planter, dyr, bakterier, sopp og andre livsformer.*

MER CO₂ GIR BEDRE PLANTEVEKST

All plantevekst styrkes av kombinasjonen økt temperatur og økt CO₂-innhold i luften, og effekten er markant og sterk. Dette utnyttes i drivhus, hvor man uten lufting forsøker å holde en CO₂-konsentrasjon mellom 700–900 ppm. Satelittmålinger fra 1982 til 1999 har vist en vekst i global planteproduksjon på mer enn 6 prosent, som hovedsakelig skyldes økt CO₂-innhold i atmosfæren. Riktignok har både temperatur og nedbør økt svakt, men mer karbondioksid har vært viktigst. Sannsynligvis er optimal CO₂-konsentrasjon for planter i fri natur nær 1 500 ppm. Altså flere ganger det vi finner i atmosfæren i vår tid.

Figur 25.1 viser hvordan fotosyntesen hos *Populus grandidentata* øker med kombinasjonen høyere temperatur og høyere CO₂-innhold i luften. De to kurvene representerer CO₂-konsentrasjoner på henholdsvis 325 (grønn) og 1935 (blå) ppm. Den viser også at denne arten foretrekker et varmere klima når karbondioksidinnholdet i luft øker, hvilket gjelder svært mange planter.

Figur 25.1 Fotosyntesehastighet for *Populus grandidentata* målt som opptak av CO₂ pr tidsenhet og areal, som funksjon av temperatur ved to forskjellige CO₂ mengder i luften. Figuren er modifisert fra (1).



Disse dataene er avgjørende for å forstå planters respons på klimaendringer, og et varmere klima med mer CO₂ i atmosfæren. Men hvilke fysiologiske mekanismer ligger bak, som gjør at planter lever langt bedre med kombinasjonen av høyere temperatur og forhøyede CO₂-nivåer?

Først og fremst vokser plantene bedre med forhøyet CO₂-innhold i luft. Tusenvis av laboratorie- og feltundersøkelser har vist dette. Ved en dobling av denne gassmengden i luft, øker generelt produktiviteten hos urteplanter med én tredjedel. Dette gjelder alle de tre viktige typene fotosyntese (C₃, C₄ og CAM). Både stammer, grener, og røtter vokser fortere, bladene blir flere og tykkere, og plantene får flere blomster og mer frukt.

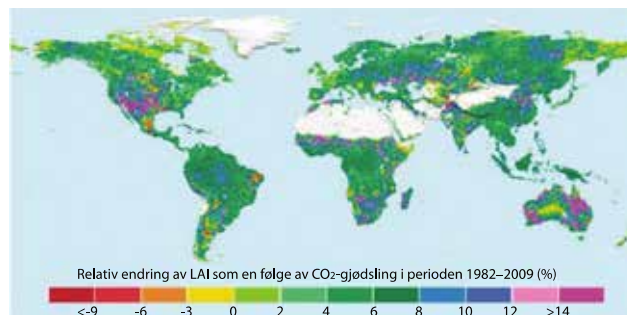
En annen viktig reaksjon er at plantene i større grad kan lukke spalteåpningene (stomata) i bladene. Gjennom disse skjer gassutvekslingen mellom bladene og atmosfæren. Bladene tar opp CO₂, og avgir vanddamp gjennom spalteåpningene. I tillegg til at disse kan holdes mer lukket med økt CO₂-innhold i luft, kan plantene samtidig redusere antall slike åpninger. Begge faktorer bedrer vannbalansen, og sørger for at plantene bedre tåler tørke. Med mindre åpne spalteåpninger er bladene, og dermed plantene, også bedre beskyttet mot luftforurensning, slik som ozon, og nitrogen- og svoveloksid.

Det finnes også flere andre positive fysiologiske responser på forhøyet karbondioksidinnhold i luft. Fra figuren på forrige side ser vi at plantene da foretrekker høyere temperatur. I tillegg kan de bedre leve med høy saltholdighet i jordsmonnet, og de krever mindre lys. Ytterligere tåler de lavere temperaturer, og bedre beitetrykk fra dyr. I klimadebattsammenheng er temperatur viktig, og det har både ut fra biokjemisk teori og praktiske forsøk blitt vist at, med en økning på 300 ppm CO₂ i luft, vokser C₃-plantene best dersom temperaturen øker med 5 grader. Hele 95 prosent av alle klodens plantearter hører til denne kategorien. De øvrige planter, med CAM- og C₄-fotosyntese, er allerede tilpasset klodens varme miljøer, som ifølge IPCC dessuten vil oppvarmes mindre. Ingen av IPCCs modeller tilsier for øvrig en økning på mer enn 5 grader ved en økning på 300 ppm CO₂ (de sier 0,6 grader/100 ppm CO₂-stigning, og i tillegg tilbakekoplingsmekanismer), hvilket betyr at planter vil klare seg godt med mer enn en dobling av CO₂-innholdet i luft i forhold til førindustriell tid.

EN GRØNNERE KLODE

Det beste bevis på den positive kombinasjonen av mer CO₂ og høyere temperatur får vi gjennom registreringene av en grønnere klode. Figuren 25.2 viser endring av «bladindeks» (LAI = Leaf Area Index) globalt. Studien slår fast at hele 70 prosent av all vegetasjonsøkning siden begynnelsen på 1980-tallet kan føres tilbake til økningen av CO₂ i atmosfæren. Også dyrelivet nyter godt av denne grønnere kloden. (2)

Figur 3.4 (side 10) viser temperaturutviklingen og CO₂-konsentrasjonen i atmosfæren gjennom Jordas geologiske perioder. Den svake oppgangen helt til høyre i CO₂-kurven representerer en reversering av en 600 millioner års utvikling mot et bekymringsfullt lavt nivå av livets gass i atmosfæren. Selv ved dagens nivå på rundt 400 ppm CO₂ i atmosfæren, er konsentrasjonen langt under det nivå som har vært normalt for livet på kloden. Den grønne regresjonslinjen



Figur 25.2 Jorda er blitt grønnere siden 1982 som følge av mer CO₂. Fargekodingen viser økning av indeks for bladareal for grønne vekster i perioden 1982–2009. Figur fra (2).

viser trenden for atmosfærisk CO₂-konsentrasjon (3).

Livet på Jorda er CO₂-avhengig. Karbondioksid er intet mindre enn livets gass. Biokjemi er karbonets kjemi, og dette grunnstoffet er byggesteinen for alt liv. Karbonkilden for både dyr og planter er nettopp dette karbondioksidet, som bindes gjennom fotosyntesen. Gjennom millioner av år har imidlertid mengden CO₂ i atmosfæren sunket mot et nivå hvor livet vil gå på sparebluss. Da den siste istiden var på høyden for ca. 18 000 år siden, var det kun 180 ppm CO₂ i atmosfæren. Ved 150 ppm skranter plantenes fotosyntese. Livet på Jorda – særlig landjorda – var altså farlig nær en utsluttelse. For 550 millioner år siden var det omtrent 14 000 gigatonn CO₂ i atmosfæren. Under siste istids høydepunkt var mengden 370 gigatonn. I et geologisk perspektiv er det livet selv som fjerner karbondioksid fra atmosfæren. Det skjer først og fremst gjennom marine organismer, som omdanner CO₂ til CaCO₃. Naturen har selv ingen mekanismer for å tilbakeføre dette kalsiumkarbonatet til atmosfæren. Det blir låst i sedimenter.

Oppvarmingen etter siste istid, som har frigjort store mengder CO₂ fra havet, samt menneskets forbrenning av restene etter karbonrike døde organismer, har gitt livet en pustepause. Vi har med andre ord kanskje grepet inn i den innebygde selvmordsmekanismen, som livet på Jorda ser ut til å være utstyrt med (4, 5).

Snarere enn å være bekymret for mer CO₂ i atmosfæren, burde vi se mengdene av denne gassen i en geologisk og biologisk kontekst. Da ser vi tydelig: Livet på Jorda profiterer på et miljø med både høyere temperatur og mer CO₂. (6)

LITTERATUR

1. T. W. Jurik mfl. 1984, *Short term effects of CO₂ on gas exchanges of leaves of bigtooth aspen (Populus granidentata) in the field*, Plant physiology 75, 1022–1026
2. Z. Zhu mfl. 2016, *Greening of the Earth and its drivers*, Nature Climate Change, Letters, DOI:10.1038/NCLIMATE3004
3. I. M. Goklany 2015, *Carbon Dioxide: The good news*, Global Warming Policy Foundation, Report 18
4. F. Gervais 2016, *Tiny CO₂ warming challenged by Earth greening*, Scholars Press
5. Klimanytt 173, 2016, *CO₂ gir oss et nytt grønt kontinent*
6. M. Jødal 2017, *Miljømytene – står vi framfor verdens undergang?*, Klimarealistene.



Ole Henrik Ellestad

ATMOSFÆRENS DRIVHUSEFFEKT

«Drivhuseffekten» betegner at kloden er varmere med atmosfære enn uten gjennom et komplisert samspill mellom strålings- og atmosfæriske forhold der gasslover, trykk og andre termodynamiske prosesser er sentrale faktorer. Absorbert energi overføres til varme som gir konveksjon, som er 10 ganger mer effektiv enn stråling og dominerer varmetransporten nesten 100 % den første kilometer oppover. Deretter bidrar stråling gradvis mer. Vanndamp er den totalt dominerende infrarøde aktive atmosfæregass som molekyl og ved sin store mengde. I tillegg genererer vanndamp skyer som reflekterer, absorberer og emitterer store strålingsmengder. De ulike faser av vann i atmosfæren er også et særdeles kraftig varmeregulering medium. Skyer og dyp konveksjon har de største bidrag gjennom den hydrologiske syklus, helt opp til 17 km. Det er termodynamiske prosesser og vekselvirkning med emisjon som dominerer varmereguleringen oppover i tropos- og stratosfæren. Vi kan sammenligne med en vannkjele på en kokeplate der mer energi øker fordampingen uten at temperaturen endres.

IPCC har svak forståelse av disse prosessene og har beregnings-tekniske problemer. Beregninger av skyer blir mangelfulle slik de selv påpeker, men det berører også andre deler av den hydrologiske syklus som dominerer varmetransporten de første kilometer og bidrar også videre oppover i troposfæren. CO₂ er dog bare en svak infrarød aktiv gass med beskjeden logaritmisk absorpsjon ved økt CO₂ som gir marginale bidrag til helheten.

PRINSIPIELLE FORHOLD

Et drivhus får en høyere temperatur enn omgivelsene fordi «glassveggene og taket» hindrer oppvarmet luft å stige opp. Solen og kunstig lys gir energi til plantenes fotosyntese, og mengden CO₂ økes til ca. en promille som en ytterligere stimulans for plantene. Det er jo en nyttig innretning og et forståelig begrep. På vår klode vil mer sollys, CO₂ og høyere oppvarming stimulere plantevekst og dermed alt liv. Men analogien til vår klodes temperatur halter. For der stenges ikke luften inne. Med vår atmosfære blir temperaturen på jordoverflaten annerledes, og variasjonene jevnes mer ut over døgnet enn om atmosfæren ikke fantes, til forskjell fra Månen og planeten Merkur, som ikke har atmosfære.

Det er geografiske forhold, Solens egenskaper og effektive stråling til Jorden, jordvarme, jord- og vannoverflate, biosystemer, atmosfærens beskaffenhet, dens vekselvirkning med inngående og utgående stråling, horisontale og vertikale vinder, hydrologiske og termodynamiske prosesser med skydannelse som inngår i forskjellige mekanismer på de ulike steder på kloden. Et uhyre variabelt og komplekst system som ingen har vært i nærheten av å beregne tilfredsstillende basert på naturens lover. Heller ikke observasjoner er så detaljerte og over så lang tid at klimaberegninger basert på IPCCs hypotese kan bli presise. IPCCs beregnede drivhuseffekt fra økt CO₂ mangler tilstrekkelig samvirke mellom de mange faktorer og er marginal i forhold til effekter fra konveksjon, termodynamiske prosesser og skyvariasjoner som de erkjenner å ha svak kunnskap om (1, 2).

Det er publisert arbeider som viser at drivhuseffekter og tilhørende temperaturer på andre planeter med andre atmosfærer er bestemt av den aktuelle solinnstråling og trykket av planetens atmosfære som gir en termisk økning uavhengig av atmosfærens sammensetning (4). Se også side 10 og 11. Denne overordnede beskrivelse uten detaljerte mekanismer kan sammenlignes med endring i CO₂ mot temperatur over millioner av år uten å definere detaljerte virkningsmekanismer. En vesentlig bedre overensstemmelse med observasjoner fremkommer enn for IPCCs 'drivhusgasseteori'. Dersom dette er korrekt, må det skyldes at trykkavhengige gasegenskaper, konveksjon og termodynamiske prosesser dominerer i forhold til andre delprosesser som vi er opptatt av i vår atmosfære. Det er i så fall en fellesnevner med andre teorier som fremhever andre forklaringer og mekanismer enn IPCC og en bekreftelse av termodynamiske prosessers dominans (3–9).

Med dette i minne omtales en rekke av de detaljmekanismene som inngår i standard drivhusteori. IPCC har mindre forståelse av de termodynamiske hovedprosesser og vekselvirkning med stråling, men har i sine beregninger fokusert på endrede molekylære strålingsforhold.

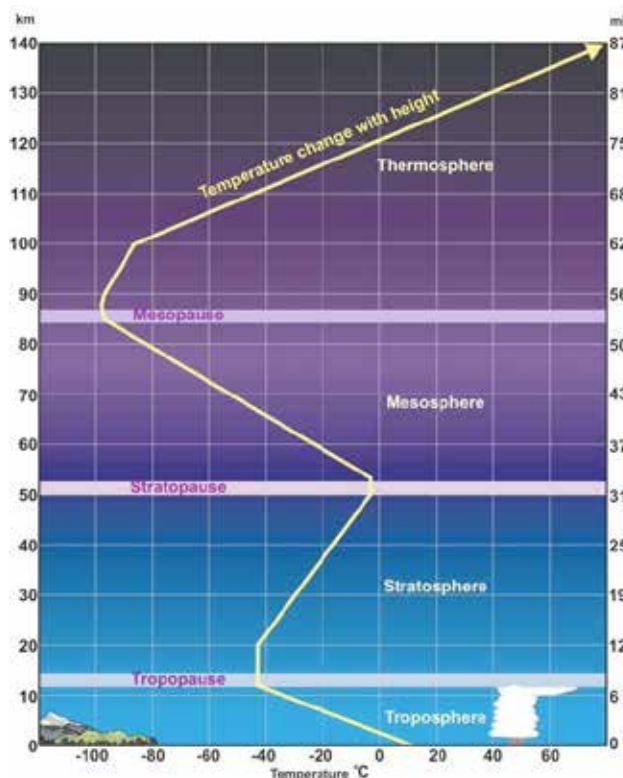
De detaljerte mekanismene kan i korte trekk beskrives ved at Solen varmer opp bakken. Mye varme forbrukes til fordampning av vann som dominerer på den 'blå planet'. Infrarød-aktive molekyler der vanndamp dominerer nesten totalt, absorberer mesteparten av strålingen, men noe slippes ut i et bølgelengdeområde svarende til et 'vindu'. Den absorberte stråling overføres ved kollisjoner med luftmolekylene til varme i luften (termalising) som tar med seg vanndamp og stiger opp (konveksjon). Vanndampen kondenseres gradvis til skyer (vanndråper/iskrystaller) med svært komplekse og ulike egenskaper og i et omfang som dekker 66 ± 3 % av jordoverflaten. Disse absorberer og reflekterer stråling fra Solen og Jorden, sender ut stråling fra overflaten og dominerer fullstendig inn- og utstråling i sine spektrale områder, uansett de øvrige aktuelle mengder infrarød-aktive gasser.

Energitransporten til verdensrommet bestemmes av energi som slipper ut gjennom 'vinduet', konveksjon, mengden latent varme frigjort fra vanndampen, den resulterende temperaturprofil i troposfæren og høyere atmosfære samt utstråling fra skyer og emisjon fra molekyler oppe i troposfæren. Her skal vi først omtale de viktigste forhold og mekanismer fra bakkenivå og oppover, deretter gå mer i detalj, og så se det hele i sammenheng.

ATMOSFÆRISKE FORHOLD OG VANNDAMP

Atmosfærens oppbygging

Drivhuseffekten formes av den eksisterende atmosfære og dens egenskaper. Tørr atmosfære består av 78 % nitrogen, 21 % oksygen og 1 % edelgasser regnet i volum. I tillegg finnes sporstoffer som ozon (særlig i stratosfæren), 0,04 % CO₂, 0,00002 % metan, aerosoler mm. Tallene endres når man tar med vanndamp som varierer mellom 3–7 % i tropene, 1,5–3 % i tempererte soner og tiendedels prosent i polare områder og over 5 kilometers høyde. 90 % finnes under 5 km. Vanndampen endrer troposfærens



Figur 26.1 Temperatur som funksjon av høyde i Jordens atmosfære (NASA).

egenskaper fundamentalt. Molekylenes fordeling oppover formes av deres molekylvekter og tyngdekraften. 50 % av gassmengden finnes under 5 km, og den halveres for hver 5 km oppover. 99 % av gassene finnes lavere enn 50 km. Opp til ca. 90 km er forholdet mellom gassene omtrent konstant unntatt for vann-damp (men ofte mer CO₂ nær bakken).

Figur 26.1 (NASA) viser en definert, fuktig standardatmosfære med høyde i kilometer langs vertikalaksen og temperatur i grader Celsius langs horisontalaksen. Forskjellige lag med høyst ulike egenskaper er dannet. Fra jordoverflaten og ca. 16 km opp i tropene, gradvis minkende til ca. 8 km i polområdene, betegnes den som troposfæren. Høydeforskjellen skyldes at oppvarmingen fra Solen og bakken er størst i tropene og utvider luften mest. Den varme luften stiger opp og avkjøles gradvis med ca. 6,5 °C per km (standard fuktig atmosfære). Tørr standard atmosfære har en gradient (lapse rate) på 10 °C per km. Prosesser i troposfæren og nedre halvdel av stratosfæren former været.

Et tynt lag, tropopausen, leder til stratosfæren som fortsetter opp til ca. 50 km. Der er det vesentlig mindre gasser og dermed lavt trykk. Dannelse av ozon og absorpsjon av innkommende UV-stråling (17–30 km) gir en stigende temperatur med høyden. Motsatt av troposfæren er temperaturen i tropopausen høyest over polene, -55 °C mot -80 °C ved ekvator. I stratosfæren inntreer også det godt beskrevne periodiske fenomenet kvasibiennale oscillasjon (QBO). For videre detaljer oppover se figuren. Et hovedtrekk ved den polare atmosfære er inversjon med temperaturstigning den første snau kilometer før den får omtrent samme forløp som standardatmosfæren.

Vann og skyer

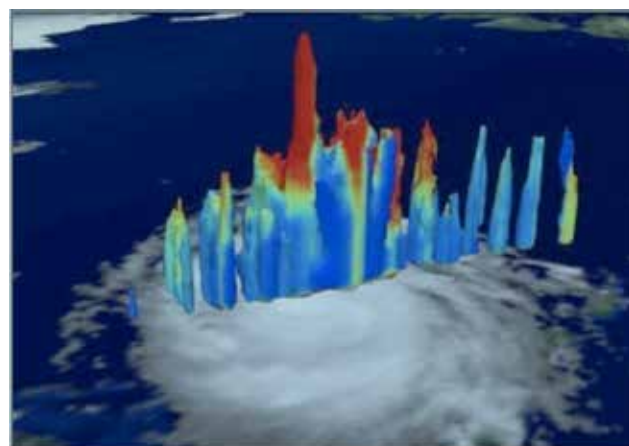
Jorden kalles den 'Blå planet' fordi hav dekker 71 % av klodens overflate. I tillegg kommer noen prosent med ferskvann, vassdrag, våtmarker, snø og is. Når det blir varmere smelter og fordampner vann, ved kulde kondenserer dampen til vann som så kan fryse til is. Energiforholdet mellom oppvarming av ett gram vann en grad Celsius (1 kalori) i forhold til smelting av samme mengde is eller fordampning er omtrent som 1:80:500. Vann virker derfor delvis som en termostat på klodens overflate ved å dempe og utjevne temperaturforskjeller og er fundamental for transport og prosessering av atmosfærens energi.

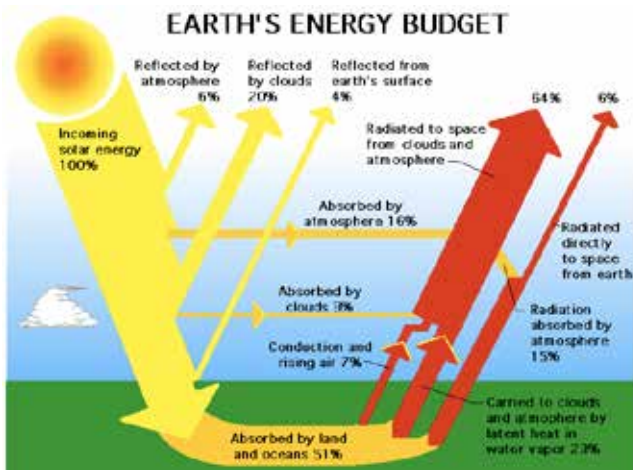
Skyene har en helt spesiell funksjon. Fordampnet vann følger med luftstrømmene oppover, kondenserer til mikrodråper og iskrystaller og danner etterhvert skyer som ved tilstrekkelig store dråper/iskrystaller gir nedbør. Frigjøring av store energimengder varmer atmosfærelagene (derav lavere lapse rate). Vann returneres som nedbør og er gjennom den hydrologiske sirkulasjon den dominerende faktor i forming av atmosfærens egenskaper og energitransport ut i rommet sammen med trykkforholdene.

Klodens skyer dekker i snitt ca. 65±3 % av overflaten og har den altoverveiende regulerende effekt på vårt klima. De reflekterer ca. 20 % av innkommende solenergi, som i snitt er 340 W/m² over døgnet. Skyer stopper også underliggende, utgående bakkestråling og danner et nytt system for utstråling der overflaten stråler oppover eller nedover, bestemt av overflatetemperaturen. De stråler mer intenst enn molekyler i luften i samme høyde fordi de emitterer hele 'sort legeme' spektret og ikke bare fra ett begrenset molekylært bånd.

Det er mange typer skyer fra de lave til de høye cirrus (makrell-skyer) som observeres i 6–13 km høyde. Mekanismen for skydannelse er langt fra forstått, men enkelte molekyler, aerosoler og 'partikler' bidrar til dråpevekst. I de senere år er variasjoner i kosmisk stråling påvist (CERN, mfl.) å ha betydning for dannelsen av lavere skyer, som reflekterer mest solstråling (se Art. 20). Likevel er det store variasjoner som illustreres i figur 26.2 der kraftigere skyer også kan bre seg oppover fra troposfæren og helt opp til 18 km i stratosfæren ved dyp konveksjon. For skyer over ca. 11 km

Figur 26.2 Dype konveksjonsskyer har toppe som kan rekke opp til høyder på 16–18 km – langt høyere enn tropospausen. Bildet er tatt med Trmm satellite imager. Rødt viser høyder fra 10 km og oppover.





Figur 26.3 Jordas energiregnskap (NASA).

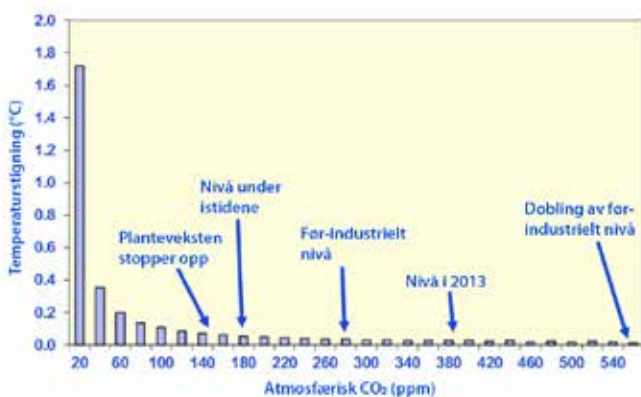
vil strålingen skje uhindret til rommet. Derfor har dyp konveksjon i tropene stor betydning. Til sammenligning blir CO₂-effekten marginal. Vi skjønner umiddelbart at for skyer er det vanskelig å beregne effekten. Også IPCC innrømmer svak forståelse.

Et omtrentlig energiregnskap er satt opp i figur 26.3, der gul farge angir inngående og rød utgående stråling. Det er en tilnærming å fordele den innkommende solstråling jevnt over døgnet (340 W/m²) i stedet for å benytte variasjonen fra 1 360 W/m² i zenith til null etter solnedgang og variere med breddegrad og årstider (se figur 3.5). Ca. 50 % absorberes av jordoverflaten. Inn og utstråling skal over tid balansere hverandre. Det er stor forskjell på vann og bakke med og uten vegetasjon, og energiregnskapet påvirkes av mange atmosfæriske forhold utenfor standard drivhusteori. Absorbert (20 %) og reflektert (30 %) solstråling fra skyer og atmosfære utgjør 170 W/m² som delvis samvirker med de omfattende termodynamiske transportprosesser. Til sammenligning er IPCCs 'drivhuseffekt' fra økt CO₂ bagatellmessige 2 W/m². Og hva betyr en 20 % grønnere planet siste 50 år for jordoverflatens absorpsjons- og refleksjonsegenskaper? 'Science is not settled'!

Absorpsjon av stråling – effekten av CO₂

IPCC benytter en separat mekanisme for stråling uten

Figur 26.4 Temperaturøkning som følge av trinnvise CO₂-økninger av størrelse 20 ppm. Vi ser at den største endringen kommer med de første 20 ppm, og at endringen ved omkring 400 ppm er marginale. Dersom vi får en massiv reduksjon av CO₂ i atmosfæren til 140 ppm, vil plantevekst på Jorda stoppe. Figur fra (1).



interaksjon med viktige termodynamiske forhold bl.a. konveksjon. Molekylens atomer vibrerer, og molekylene roterer og kan absorbere og emitte stråling i det infrarøde (IR) bølgelengdeområdet. Med unntak av O₂, N₂ og de små, enkle molekylene, absorberer nesten alle molekyler IR-stråling ved karakteristiske bølgelengder (eller frekvenser), og former et spektrum – omtrent som et søk etter radiostasjoner. De følger Lambert-Beers lov:

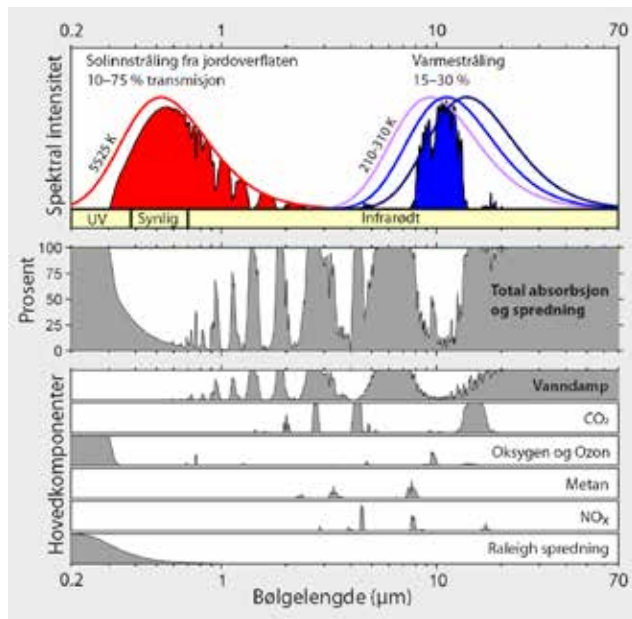
$$I = I_0 e^{-aCl}$$

der a er en absorpsjonskonstant som er forskjellig for alle absorpsjonsbånd. C er konsentrasjonen og l er lengden av strålegangen. I_0 er startintensiteten av lysstrålen og I er den reduserte intensiteten etter en lengde l . Logaritmisk effekt per 20 ppm for CO₂ aktuelle bånd ved ca. 15 μm gir en teoretisk bergnet endring av lufttemperatur som vist i figur 26.4. Mesteparten av effekten tas ut med de første 60 ppm. Senere tids effektøkning fra 280 ppm er beskjeden. En dobling fra 280 til 560 ppm (milliontedeler) vil gi bare 3,7 W/m² i likhet med en videre dobling til 1 120 ppm. Det kan sammenlignes med en våt svamp, som bare tar opp litt mer vann. Det gir ingen het klode.

Et oversiktsbilde av de viktige forhold ved inn- og utstråling og de viktigste molekylers absorpsjonsområder fremgår av Figur 26.5 som, under forutsetning av klar himmel, viser atmosfæremolekylene påvirkning av inngående sollys og utgående stråling fra Jorda. Vertikal akse viser intensitet, horisontal akse viser bølgelengder fra UV til venstre gjennom det synlige området til det infrarøde område i høyre halvdel.

Øverste delfigur viser hvordan inngående stråling fra Solen (rødt) varierer med bølgelengden med et maksimum i det synlige området, men med noe stråling også inn i det ultrafiolette området (UV). Molekyler i atmosfæren (vann damp) absorberer litt av den inngående stråling (hvite felt som peker nedover). Til høyre (blå) vises hvorledes jordoverflaten stråler ut ved ulike bølgelengder i det infrarøde området. Kurven avhenger av jordoverflatens temperatur, her med tre angitte verdier på 210 K (sort) til 310 K (fiolett). Blå er ca. 288 K (15 C, Jordens middeltemperatur, 0 °C = 273 K). Høyere temperatur på jordoverflaten forskyver strålingen mot kortere bølgelengder (mer energirik). Atmosfæren absorberer all utgående stråling unntatt i det blå feltet rundt 10 μm, hvilket fremgår av den samlede absorpsjon og spredning fra atmosfæren (feltet under). Det grå området viser områdene der atmosfæren absorberer enten inngående eller utgående stråling.

Absorpsjonsbidragene (grå områder) fra de enkelte molekyler i atmosfæren er vist i de underliggende delfigurer for vann damp, CO₂, oksygen og ozon, metan, N₂O (lystgass) og spredning av lys (fra oksygen og nitrogen). Vann damp er det nesten totalt dominerende molekylet og former utstrålingsvinduet (blått farget felt i øverste delbilde). Mer vann damp reduserer også solinnstråling. Der CO₂ absorberer ved 15 μm har vanddampen allerede absorbert mesteparten av utstrålingen, hvilket reduserer tilleggseffekten av hele CO₂-mengden på 0,03 %. CO₂-økningen på 0,01 % etter 1950 får derfor marginal effekt. Økning av CO₂ har marginal effekt på konveksjonen. Paradoksalt nok er det økning av bakkenært ozon som absorberer i 'vinduet', som kan bidra, men det omtales ikke av IPCC.



Figur 26.5 Spektrum av stråling som slipper gjennom atmosfæren fra Sola (rødt) og fra jordoverflaten og skyer (blått) Stråling blir reflektert eller absorbert av de forskjellige gassene (grått) i de nederste panelene. (CCBY-SA, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2623190>)

Det er verd å merke seg at når skyer stråler ut fra overflaten er det som fra et sort (grått) legeme ved den aktuelle temperatur som vist i øverste del av figur 26.5. Det blir et kontinuerlig spektrum. Under ca. 11 km blir denne strålingen delvis absorbert av infrarød aktive gasser (ikke i vinduet) avhengig av høyden. Over 11 km emitteres direkte til rommet, så dyp konveksjon gir en betydelig effekt.

Emisjon av stråling

Varmestråling fra legemer er meget sterkt temperaturavhengig. Fra et sort legeme sendes ut stråling ved Stefan-Boltzmanns lov:

$$F = \alpha \sigma T^4 \quad (\text{hvor } F \text{ har enheten } \text{W/m}^2)$$

Sigma (σ) er Stefans konstant og T er temperaturen (i Kelvin). Konstanten alfa (α) varierer fra 1 (sort) til lavere verdier for grå legemer. Mengden absorbert sollys, overflatens varmekapasitet og egenskaper bestemmer overflatetemperaturen over tid. Den modifiseres markant ved fordampning av vann som krever mye varme. Overflatens utstråling og utveksling av energi med luftmolekylene foregår hele tiden.

Dersom en strålingskilde med temperatur T er omgitt av et medium med lavere temperatur T_0 vil de stråle mot hverandre, og det kaldere legeme vil oppleve et strålingspåtrykk:

$$\Delta F = \alpha \sigma T^4 - \alpha_0 \sigma T_0^4$$

Denne formelen sier at en kaldere atmosfære ikke kan varme opp jordoverflaten som allerede er varmere. Atmosfæremolekylene absorberte energi som ikke termaliseres, vil etter kort tid emitteres. Om denne sekvensen fortsetter, vil det kun påvirke molekylene indre energi og ikke gi seg utslag i temperaturendring. Etter 1 km vil gradvis færre molekyler og smalere bånd bidra til økende grad av stråling ut i rommet og bli prominent ved ca. 6 km. Etter

ca. 11 km foregår utstrålingen uhindret. I den klassiske betraktning måten vil derfor økt CO_2 heve nivået for emisjon (Art. 28). Siden temperaturen synker med $6,5 \text{ }^\circ\text{C}$ per km, vil økt høyde med lavere temperatur redusere utstrålingen. Ifølge IPCCs hypotese akkumuleres varme i høyere lag som gir økt tilbakestråling til jordoverflaten. Ved emisjon over skyer og lite vandamp vil alle molekylene absorpsjonsbånd bidra, men i ulik grad.

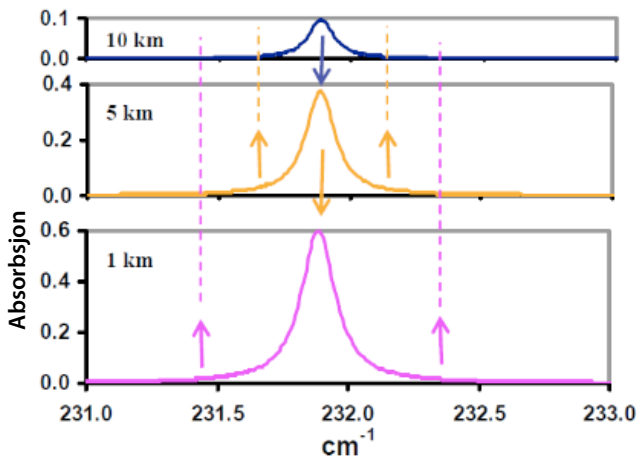
I deler av CO_2 -båndet er absorpsjonen så sterk at emisjon til rommet først inntreffer i stratosfæren, der temperaturen stiger med høyden. Mer CO_2 bidrar da til økt utstråling. Enda høyere opp i atmosfæren, termosfæren, med over $1\ 500 \text{ }^\circ\text{C}$ vil CO_2 og det stabile NO også bidra til at termisk energi fra solstormer blir stoppet og returnert til rommet. NASA rapporterte under en solstorm i mars 2014 at gassene hadde returnert en energimengde svarende til to års el-forbruk på Manhattan. Jo mer gasser desto større effekt.

TILBAKESTRÅLING

Absorbert energi sendes ut fra molekyler og skyoverflater i alle retninger. De samme forhold gjelder for denne strålingen som tidligere er omtalt med absorpsjon, reabsorpsjon, emisjon gjennom «vinduet» osv. IPCC postulerer at andelen sendt fra høyere lag når klodens overflate og varmer denne. Veletablert teori og satellittmålinger viser supplerende viktige forhold. For absorpsjonsbåndene blir gradvis smalere ved lavere temperaturer oppover i atmosfæren, slik prinsippsskissen i Figur 26.6 viser (høyde som vertikal akse og bølgelengde som horisontal akse). Uten termalisering passerer strålingen fra de ytterste delene av båndene uhindret og blir ikke reabsorbert av CO_2 -molekyler høyere opp hvilket observeres fra satellitt (NIMBUS). Det betyr også at eventuell stråling fra CO_2 -molekyler nedover under normale atmosfæriske forhold raskt blir absorbert av de nedenforliggende molekyler med bredere bånd. Skyer stråler som et 'sort/grått' legeme i det omtalte IR-området og undersiden gir tilbakestråling som også primært fanges opp i atmosfæren. En kald sky kan ikke varme opp jordoverflaten hvis denne allerede er varmere. Det ville være det samme som om den kalde veggene i kjøleskapet varmer opp de andre veggene.

Fra satellitt observeres endringer i utstråling og fra hvilket nivå (temperatur) utstrålingen kommer. Stråling i ytterkant av båndene sendes direkte ut i verdensrommet (klar himmel) slik det er forklart ovenfor. Etterhvert som CO_2 -båndet blir smalere ved lavere temperaturer flytter utstrålingsnivået seg gradvis oppover med høyden.

Tilbakestråling er således ikke et molekylært fenomen fra høyere lag som kan behandles separat, men er en interaktiv prosess mellom stråling, kollisjoner og termisk energiutveksling på alle nivåer som påvirker kinetisk energi og derved temperaturen, konveksjon og andre bidrag som gir varmetransport oppover og avkjøling. Høyere opp kommer gradvis utstråling til rommet fra molekyler og skyer. IR-stråling som treffer vann, blir absorbert innen de første mikrometer, og bidrar primært til mer vandamp i atmosfæren og den hydrologiske syklus. Overføring til dyphavet, slik IPCC hevder, må skje ved bølge- og strømningsprosesser. Til sammenligning går synlig lys fra Solen ned til 10–180 m og er den dominerende energitilførsel til havet.



Figur 26.6 En enkel spektrallinje endrer seg med høyden. Stråling fra vingene (piler oppover) vil slippe gjennom lagene ovenfor, mens stråling nedover blir stoppet av de bredere linjer i lavere høyde. Figur fra (2).

FORSTERKNINGSEFFEKT

Vann, fuktighet og vinder finnes over mesteparten av klodens overflate, og økt varme, eventuelt også fra CO₂ ved overflaten, gir mer vanddamp. IPCC tar utgangspunkt i at varmeeffekten fra CO₂ bidrar til fordampning av vann som skal resultere i en forsterket temperaturøkning på 1,5–5 °C over tid. Dette er IPCCs kontroversielle og feilaktige kjernepunkt. Mer vanddamp øker termalising, konveksjon, latent varmemengde og hydrologiske syklus med dannelse av skyer av ulik type i komplekse prosesser som ikke IPCC er i stand til å beregne tilfredsstillende. Latente varnefluks kan nå opp i 120 W/m² i tropiske havområder (7, 9).

IPCC konstruerer sine modeller på postulatet om at den relative fuktigheten (hvor mye fuktighet i forhold til hva luften kan ta opp ved gitte temperaturer) skal være konstant. Siden varmere luft kan holde på mer vanddamp, vil det medføre at den reelle mengden (spesifikk fuktighet) øker. Men observasjonene viser mindre vanddamp i de betydningsfulle atmosfærelag. Med observasjonssystemet TOGA-COARE-IOP i tropiske, vestlige Stillehavet observerte man i perioden 1973–1997, den perioden global middeltemperatur økte ifølge IPCC, følgende interessante verdier: havoverflatetemperaturen økte kun med +0,4 °C (fordi fordampning krever energi). Den frigjorte latente varmen fra vanddampen ble i troposfæren målt til +15 W/m². Til sammenligning ble IPCCs drivhuseffekt beregnet til 1,6 W/m² og kunne bare bidra til 10 % av økt fordampning. Verdiene for fordeling av vanddampen i atmosfæren var: +1,3 % ved overflaten, -6,8 % ved 1 300 m og -29 % ved 5 000 m. Dette bekrefter en generell tendens fra målinger med værbaljoner siden 1958, og senere med satellitter: Vanddampmengden øker litt ved overflaten, men reduseres oppover, særlig i de betydningsfulle lag høyere opp der emisjonen skjer (7, 8).

Vanddampen vil dermed emitte mer effektivt ved lavere nivå som har høyere temperatur. Det mer enn kompensere CO₂s reduserte bidrag ved den tidligere omtalte emisjon fra høyere og kaldere nivå. Det observeres således en negativ forsterkningseffekt som marginaliserer CO₂s opprinnelige bidrag.

Den påståtte forsterkningseffekten skulle ifølge IPCCs modeller

og beregninger gitt seg til kjenne ved oppvarming, 'hot spot', ca. 10 km oppe i troposfæren over tropene, men den observeres ikke (11) (se Art. 28). Det er pseudovitenskap at IPCC forfekter at modellene er riktige når hovedforutsetningen mangler.

Klimafølsomhet

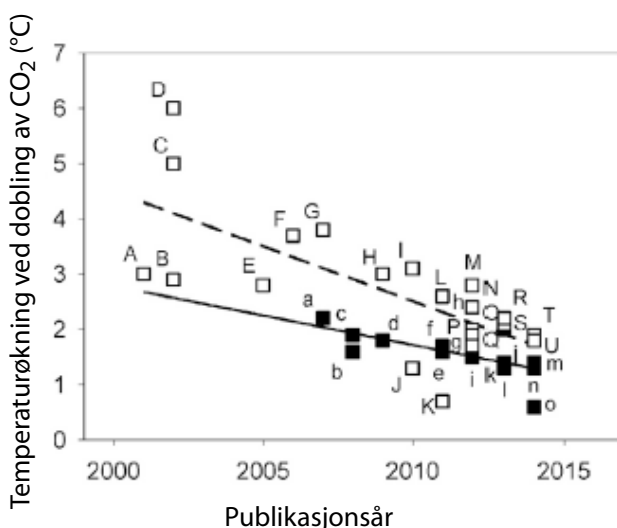
Klimafølsomheten er et mål for temperaturendring ved dobling av CO₂ i atmosfæren. Figur 26.7 viser hvordan forskjellige forskningsgrupper har beregnet denne siden år 2000. Den blir stadig mindre. En beregning som også tar hensyn til konveksjon, latent varme og de beste estimater for skyer, samt observerte verdier for temperatur gjennom atmosfæren, gir en klimafølsomhet på 0,7 °C og at Solen har bidratt med 60 % av oppvarmingen i forrige århundre (13). Flere lavere verdier er også publisert, helt ned til 0,1 °C (9). **Ut fra de vitenskapelige arbeider vi har gjennomgått, har vi kommet til at klimafølsomheten er 0,4±0,3 °C (9, 10).**

SAMLET VURDERING

Observasjoner i Stillehavets tropiske sektor med InterTropic Convergence Zone (ITCZ) gir gjennom et århundre en god indikasjon på det marginale bidraget fra IPCCs CO₂-hypotese. 'Sea Surface Temperature' (SST) kontrolleres av en slags 'termostat' bestående av fordampning og passatvinder som samler opp all fuktighet og konvergerer i ITCZ, der tusenvis av tordenstormer bringer den hydrologiske syklus opp i 15–18 km høyde, der utstråling inntre. Økt bidrag fra CO₂ i den høyden gir økt emisjon og avkjøling. Fysikken rundt dyp konveksjon har vært beskrevet siden 1958 og er basert på sunn termodynamikk og stedlige målinger (10). Det er ved slike mekanismer analogien mellom jordkloden og en vannkjele på en kokeplate fremkommer. Jo mer energi til kjelen, desto mer vann fordampes, men temperaturen er konstant.

Richard Lindzen, professor ved MIT, har arbeidet med cirrusskyer

Figur 26.7, Klimafølsomheten som er et mål for endring av global temperatur ved dobling av CO₂-innholdet i atmosfæren, er stadig blitt lavere i den vitenskapelige litteratur. TCR (svarte firkanter og heltrukket kurve) er transient respons mens ECR (hvite firkanter og stiplede kurve) er likevektsrespons. Bokstavene navngir de forskjellige beregninger av klimafølsomhet. Figur fra (12).



i 6–13 km høyde og påpeker at effekten av CO₂-dobling vil svare til en endring i skyhøyden på 500 m eller en variasjon i utbredelse på 10 %, godt innenfor anerkjent naturlig variasjonsområde (11). Det er også observert en nedgang i globalt skydekke fra 1984–2000 under oppvarmingsperioden frem til 1997. Denne effekten er ca. 3–5 ganger større enn IPCCs beregnede oppvarmingsbidrag fra CO₂ (figur 10.11).

I polområdene skal CO₂-hypotesen gi et relativt større bidrag grunnet bl.a. mindre vanndamp. Men i Antarktis har temperaturen gått litt, men bare litt, ned, og sjøisen rundt kontinentet er rekordstor i perioden 1980–2016 (fig 15.2). I Arktis er det varmere og mindre is, men med Grønland i delvis i motfase (se Art. 10). Forholdene forklares i hovedsak med variasjon i havstrømmer (AMO), vinder (NAO), skyer (figur 10.11) og kosmisk stråling (Art. 19) (12).

I pionertiden for studier av gassmolekyler med infrarød stråling fra 1860 fant Tyndall at CO₂ absorberte stråling. Arrhenius søkte å beregne effekten, men teorien vant ikke frem. Så sent som i 1955 arrangerte den legendariske John von Neumann en konferanse ved Princeton om 'Climate Dynamics' med verdens ledende meteorologer og atmosfærefysikere, inkludert nordmennene V. Bjerknes og A. Eliassen. Bare ett foredrag berørte CO₂. Det var fremveksten av modellene i 1980-årene som banet vei for etablering av IPCC og dets dominerende posisjon, stadig med hovedvekt på stråling og manglende vektlegging av de dominerende hydrologiske syklener og skyenes betydning.

KONKLUSJON

Varmetransporten til verdensrommet domineres av omfattende termodynamiske prosesser i samvirke med inn- og utstråling i alle atmosfærens nivåer. Vanndamp, konveksjon og den hydrologiske syklus med skydannelse dominerer. IPCCs hypotese om effekter fra økte CO₂-mengder har marginal betydning, og det er en negativ forsterkningseffekt (kfr. Le Chateliers prinsipp). Klodens klima er bestemt av Solens egenskaper, vår atmosfære og klodens beskaffenhet, kosmisk stråling som påvirker skydannelse, og en kvasilikevekt mellom is, vann og vanndamp – påvirket av solsystemets variable tyngdekraft der også Månen betyr mye.

Det blir som en kjele på kokeplate. Når du tilfører mer varme 'koker' det bare mer, mens temperaturen blir den samme. Alarmene om «tipping point», der oppvarmingen løper løpsk, er uten teoretisk grunnlag slik kloden og atmosfæren er formet.

En klimafølsomhet på 0,4 °C betyr at økningen i CO₂ fra 315 ppm i 1958 til 407 ppm i 2017 som vist i figur 23.4, har gitt en økning av global temperatur på 0,15 °C. Siden maksimum 4 % av atmosfærens CO₂ skyldes fossile brensler, betyr det at maksimum 0,04 °C kan skyldes våre CO₂-utslipp. **Dette er mindre enn usikkerheten i beregning av en global temperatur. Dersom kun 1 % av CO₂ i atmosfæren skyldes menneskeskapte CO₂-utslipp, slik som vist i Art. 24, og av H. Harde (13), vil CO₂-oppvarming kun utgjøre 0,01 °C de siste 60 år.**

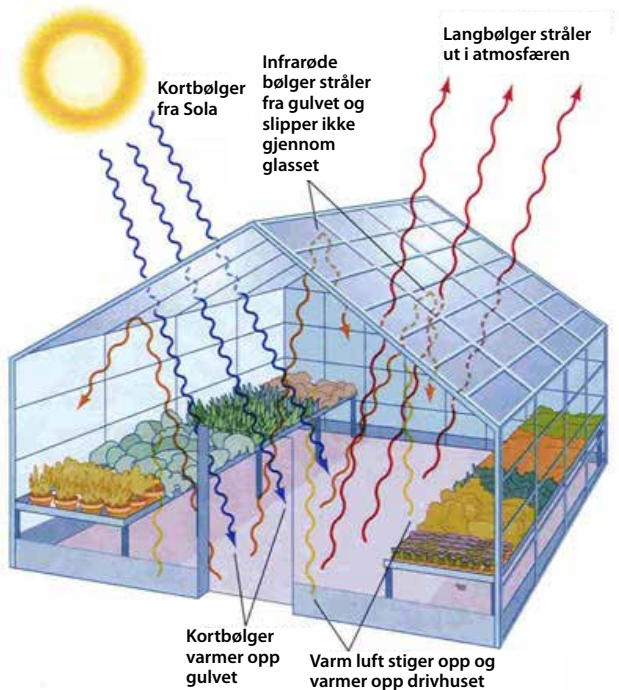
LITTERATUR

1. D. Archibald 2010, *The Past and Future of Climate*, eget forlag
2. R. Clark 2011, *The Dynamic Greenhouse Effect and the Climate Averaging Paradox*, Ventura Photonics Monograph VPM 001 1.
3. M. Salby 2012, *Physics of the atmosphere and climate*. Cambridge University Press, 2. ed
4. N. Nikolov og K. Zeller 2017, *Environment, Pollution and Climate Change*, 1:2
5. C. Johnson: <http://claesjohnson.blogspot.no/2013/01/how-to-interpret-atmospheric-spectrum.html>
6. C. Johnson, <http://www.csc.kth.se/~cgjob/climatethermoslayer.pdf>
7. N. van Andel mfl. 2010, *Energy & Environment*, 21, No. 4
8. N. van Andel, http://climategate.nl/wp-content/uploads/2011/02/CO2_and_climate_v7.pdf
9. F. M. Miskolczi 2007, *Greenhouse effect in semi-transparent atmospheres*, Quarterly Journal of the Hungarian Meteorological Society 111(1) 1–40
10. H. Riehl og J. S. Malkus 1958, *On the heat balance in the equatorial zone*, Geophysica 6:503–538
11. R. Lindzen 2007, *Taking Greenhouse Warning Seriously*, *Energy & Environment*
12. F. Gervais 2016, *Anthropogenic CO₂ warming challenged by 60-year cycle*, *Earth-Science Reviews*, 155, 129
13. H. Harde 2017, *Scrutinizing the carbon cycle and CO₂ residence time in the atmosphere*, *Global and Planetary Change*, doi:10.1016/j.gloplacha.2017.02.009

En rekke Klimanytt behandler dette tema:

14. Klimanytt 12, 2013, *Empiriske tester av hypotesen om en «farlig menneskeskapt oppvarming» viser at den bar feilet*
15. Klimanytt 38, 2013, *Klimafølsomheten i IPCCs 5. rapport – større usikkerhet enn i den forrige*
16. Klimanytt 136, 2015, *Klimafølsomheten for CO₂ med synkende vanndamp*
17. Klimanytt 145, 2016, *Hva er drivhuseffekten?*
18. Klimanytt 150, 2016, *Vanndamp dominerer drivhuseffekten – ikke CO₂*
19. Klimanytt 153, 2016, *Drivhuseffekten et samspill mellom atmosfæriske effekter*
20. Klimanytt 160, 2016, *Drivhuseffekten – utstråling og skyers betydning*
21. Klimanytt 163, 2016, *«Drivhuseffekten» – oppsummering*
22. Klimanytt 194, 2017, *Drivhuseffektens historikk – CO₂ har liten effekt*

Det som skjer i et drivhus er vist i figur 27.1: Kortbølget stråling fra Sola slipper inn gjennom glassvegger og –tak. Det indre av huset varmes opp og langbølget stråling slipper ut gjennom glasset, mens infrarød stråling med bølgelengde over 4 mikrometer blir absorbert eller reflektert av glasset. Men, det viktigste som skjer i drivhus, er at varm og fuktig luft blir stoppet av vegg og tak.



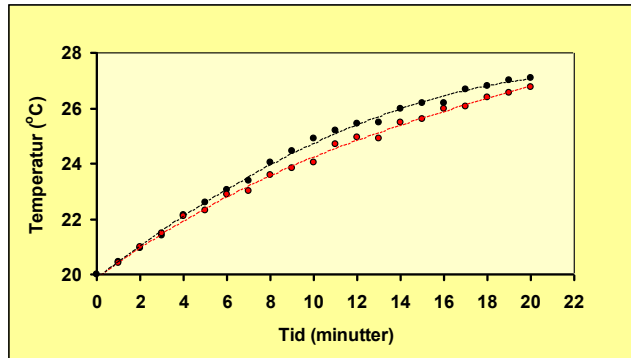
Figur 27.1 Stråling inn og ut av et drivhus.

KLASSISKE CO₂-FORSØK

Allerede for 150 år siden ble det gjort forsøk med hvordan forskjellige gasser kunne slippe gjennom usynlig varmestråling og en omfattende rapport ble langt fram av John Tyndall i Royal Society i London i 1861 (1). Han fant at gassene vanndamp (H₂O) og karbondioksid (CO₂) kunne stoppe stråling. Tyndalls eksperiment er nylig gjentatt av Thorstein Seim. Men han fant til sin store forundring at selv om varme ble borte ved stråling gjennom CO₂-gass, så steg ikke temperaturen i gassen sammenlignet med et kontroll eksperiment med luft (2). Seims forsøk er vist i figurene 27.2 og 27.3. Tilsvarende eksperimenter som ikke viser oppvarming ved økt CO₂ er vist i senere tid (3, 4). Ved slike småskalaeksperimenter er det viktig å undersøke omgivelsenes egenskaper med hensyn til absorpsjon av stråling og lagring av varme.

FREDSPRISVINNERENS EKSPERIMENT

Ifølge fredsprisvinner Al Gore kan ett enkelt eksperiment demonstrere drivhuseffekten: Fyll en glassflaske med CO₂, sett på glasskork og varm opp med en varmelampe. «I løpet av minutter vil du se at temperaturen i flasken med CO₂ stiger raskere og høyere» sies det på en video som ble lansert av Al Gore for å få folk til å forstå drivhuseffekten. Dette eksperimentet



Figur 27.2 Temperatur på en liten skjerm bak en 250 l plastbeholder som blir bestrålt med en lampe fra den andre siden. Den sorte kurven viser temperaturen på skjermen bak, når lys skinner gjennom vanlig atmosfære. Den røde kurven viser temperaturen på skjermen bak, når lys skinner gjennom CO₂. Vi ser at varmeeffekten av lyset da er redusert. Forsøk gjort av T. Seim (5).

er en forfalskning. Et kontroll eksperiment med samme type utstyr viser at temperaturen i en beholder med luft stiger litt raskere og blir litt høyere enn i en beholder med CO₂ (5).

I Al Gores eksperiment ble innholdet i flasken varmet opp av en varmelampe som først varmet opp glasslokket i beholderen, mens overflaten av Jorda varmes opp av stråling fra Sola.

Resultat av de klassiske forsøkene er at det går an å verifisere at CO₂ og vanndamp stopper varmestråling. Men det har ikke vært mulig å måle noen temperaturøkning på grunn av mer CO₂. At vegger og tak stopper varmestrømmen, mens evnen for en gass til å absorbere stråling har liten betydning for varmestramingen ble demonstrert ved et eksperiment av R. Wood allerede i 1909 (6).

KAN CO₂ VARME OPP ATMOSFÆREN?

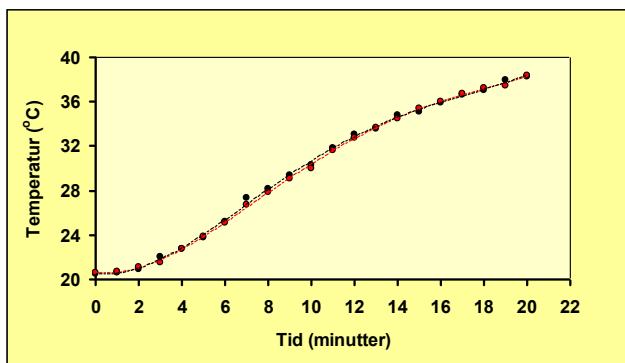
Det er foreslått fem forskjellige mekanismer for oppvarming av luft på grunn av den varmen som tas opp av CO₂ gassen. I det følgende kommenteres hver av disse:

1. Direkte oppvarming av atmosfæren.

Vår atmosfære inneholder ca. 0,4% CO₂. Denne drivhusgassen er i stand til å absorbere 5 % av varmen Jorda stråler ut. Dersom CO₂ innholdet i atmosfæren doubles, absorberes 1,3 % mer (8). For hvert molekyl CO₂ er det 2 500 molekyler av andre gasser i atmosfæren. Hvis all varmen blir overført til alle de andre molekylerne blir det 0,00052 % varmere – eller 0,002 °C. Dette er langt mindre enn målenøyaktigheten for global temperatur som er omkring 0,1 °C

2. Holde på varmen slik at Jorda avkjøles langsommere

Jorda taper varme ved at varmere luft stiger oppover eller beveger seg mot kaldere områder. Varme fører også til fordampning som tar med seg varme oppover og avgis ved kondensasjon (skyer). Derved forsvinner en eventuell CO₂-oppvarming.



Figur 27.3 Temperaturendring inne i plastbeholder som blir bestrålt med en lampe fra utsiden. Det er gjort forsøk med vanlig luft (sort kurve) og en beholder fylt med CO₂ (rød kurve). Det observeres ingen temperaturforskjell. Forsøket er gjort av T. Seim (3).

3. Tilbakestråling som reduserer varmetap fra Jorda

Med 2 500 andre molekyler rundt seg, er sjansen for en kollisjon med en av disse og dermed tape absorbert energi mer enn 1 000 ganger større enn tilbakestråling på samme frekvens som CO₂-molekylet har absorbert.

4. Tilbakestråling som varmer opp Jorda

Det betyr at den varmen som er overført til de 2 500 andre molekylene, skal gi varmestråling tilbake til Jorda. Transport av varme skjer kun fra et varmere til et kaldere område. Jordoverflaten er som regel varmere enn atmosfæren over oss og kan ikke varmes opp av denne (se figur 26.1).

5. Tilbakekopling med forsterkning.

På engelsk kalles det «feed back», og det er mange forsterkningseffekter som er foreslått: Snø- og ismelting, mer vanndamp, færre skyer, endrete vekstforhold etc. En kan spørre hvorvidt den beskjedne temperatureffekten virkelig kan forsterkes så den blir merkbar.

Det er også svært liten energi i IR-stråling som kommer fra atmosfæren, sammenlignet med UV-stråling fra Sola. Den er 50 ganger sterkere.

Det er utlovet en belønning til den som kan demonstrere ved eksperiment at CO₂ fører til oppvarming (8). Hittil har ingen greidd å demonstrere noen oppvarming med CO₂ ved eksperiment som ikke er juks.

REGJERINGEN FORKLARER DRIVHUSEFFEKTEN

Det ble i 2012 avgitt en stortingsmelding om Norsk klimapolitikk (9). I denne forklares drivhuseffekten slik:

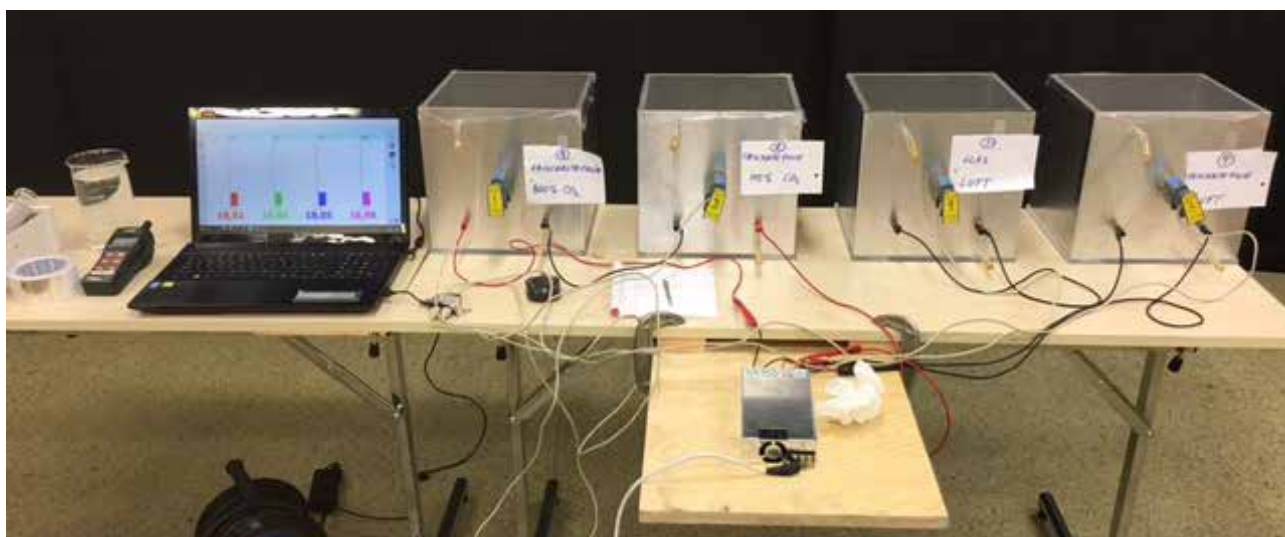
«... Drivhuseffekten er altså at vanndamp, gasser og partikler i atmosfæren virker som takene og veggene i et drivhus. Mer av varmen bevares i jordatmosfæren mens mindre forsvinner ut i verdensrommet igjen. Varmestrålingen sendes ut i alle retninger. Noe går ut i verdensrommet, men mesteparten går tilbake til Jorda. De gassene som tar til seg varmestråling på denne måten kalles drivhusgasser eller klimagasser. De viktigste naturlige klimagassene er CO₂ og metan Menneskeskapte utslipp av klimagasser forsterker drivhuseffekten.»

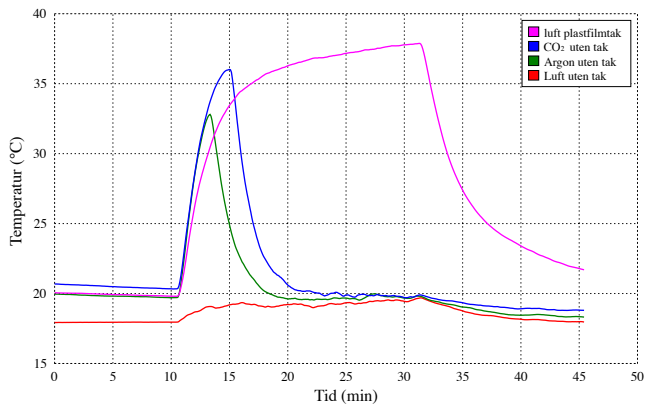
Den viktigste drivhusgassen: Vanndamp, ble ikke nevnt som en naturlig klimagass i Stortingsmeldingen.

VIRKER DRIVHUSGASSENE SOM TAK I DRIVHUS?

For å undersøke om drivhusgasser kan erstatte tak i drivhus, bygde vi enkle drivhus med innebygget varmekilde. (Figur 27.4). På noen av drivhusene tok vi av taket og fylte huset med drivhusgassen CO₂ for å undersøke om den kunne holde på varmen. Til sammenligning hadde vi drivhus uten tak og drivhus med gassen argon, som ikke er en drivhusgass. Vi sammenlignet også drivhus med glasstak med drivhus med tak av plastfolie, som slipper gjennom infrarød stråling (10, 11).

Figur 27.4. Fire små drivhus bygget av 10 mm tykk polymetylmakrylat (PMA) med reflekterende aluminium på utsiden. Nær bunnen er montert en varmekilde og midt i boksene en temperatursensor. Tak kan tas av og gass kan fylles på gjennom påfyllingsrør.





Figur 27.5. Resultat av forsøk med drivhus uten tak. Hus fylt med CO₂ (blå kurve), argon (grønn kurve), kun luft (rød kurve), og med luft og tak av plastfolie som slipper gjennom IR stråling (magenta). Varme settes på ved 10 min og slås av ved 32 min. Husene med argon og CO₂ blir raskere varme, men varmen forsvinner etter 3–5 minutter. Hus med tak holder på varmen til vi slår av varmekilden.

RESULTAT

Figur 27.5 viser resultatet av forsøk hvor vi sammenligner oppvarming i fire små drivhus. Varme ble satt på etter ca. 10 minutter. Vi observerer at drivhus med argon (grønt) og CO₂ (blått) til å begynne med blir raskere oppvarmet enn drivhus med luft (rød kurve). Men etter 3–5 minutter forsvinner varmen og de får samme temperatur som hus med luft. Drivhuset med tak av plastfilm blir 18 grader varmere, og denne varmen holder seg i huset så lenge varmelementet står på.

KONKLUSJON

Stortingsmelding 21 gir feil forklaring på drivhuseffekten. Drivhusgassen CO₂ er ikke i stand til å erstatte tak og vegger i et drivhus. Den kan ikke holde på varmen i et åpent system som vår atmosfære. Fordampning og konveksjon vil ta med seg varmen oppover i atmosfæren eller langs bakken til kaldere områder. En annen gass, argon, som ikke er en klimagass, oppfører seg på samme måte. Argon forsvinner raskere enn CO₂ ut av drivhuset. Det skyldes at CO₂ har høyere egenvekt. Det er en tyngre gass som krever mer varme for å komme i bevegelse. Med tilsvarende små drivhus har vi også undersøkt virkningen av å ha lamper eller Sola som lyskilder (10–13), uten å være i stand til å demonstrere en oppvarmende effekt av CO₂. Allikevel hevdes det at våre utslipp av CO₂ fører til en varmere klode.

Det som virkelig forundrer oss er at oppvarming ved hjelp av drivhusgasser i et åpent system som Jordas atmosfære, aldri er demonstrert ved et eksperiment som kan gjentas av andre (8). Allikevel hevdes det at våre utslipp av CO₂ fører til et varmere klima.

Den raske oppvarming av gasser i små beholdere av ikke absorberende materiale tyder på at stråling varmer opp gass uavhengig av mengde av de såkalte drivhusgasser som vist i figur 27.5 og demonstrert i nyere eksperimenter (4, 5) som falsifiserer at drivhusgasser er årsak til klimaendringer.

LITTERATUR

1. J. Tyndall 1861, *On the Absorption and Radiation of Heat by Gases and Vapours, and on the Physical Connection of Radiation, Absorption and Conduction*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, 151, 1–36
2. [https://wattsupwiththat.com/climate-fail-files/gore-and-bill-nye-fail-at-doing-a-simple-CO₂-experiment/](https://wattsupwiththat.com/climate-fail-files/gore-and-bill-nye-fail-at-doing-a-simple-CO2-experiment/)
3. N. S. Nahle, Repeatability of Professor Robert W. Wood's 1909 experiment on the Theory of the Greenhouse (kursiv), Biology Cabinet Online-Academic Resources and Principia Scientific International, Monterrey, N. L., Mexico
4. T. Allmendinger 2017, *A Novel Investigation about the Thermal Behaviour of Gases under the Influence of IR-Radiation: A further Argument against the Greenhouse Thesis*. Journal of Earth Science & Climatic Change, 8, 393, doi: 10.4172/2157-7617.1000393
5. T. Seim 2016, *Et lite CO₂ eksperiment*, geoforskning. no, [http://www.geoforskning.no/nyheter/klima-og-CO₂/1308-et-lite-CO₂-eksperiment](http://www.geoforskning.no/nyheter/klima-og-CO2/1308-et-lite-CO2-eksperiment)
6. R.W.Wood 1909, *Note on the Theory of the Greenhouse*, Philosophical Magazine, 17, 319–320
7. H. Harde 2014, *Advanced Two-Layer Climate Model for the Assessment of Global warming by CO₂*, Open Journal of Atmospheric and Climate Change ISSN(Print): 2374-3794 ISSN(Online): 2374-3808
8. P. Ward 2017, *Did you know that greenhouse-warming theory has never been proven in an experiment to actually work?* <http://www.justprovec2.com>
9. Stortingsmelding 21 2012, *Norsk klimapolitikk*
10. <http://www.geoforskning.no/12-mening/1484-pa-leting-etter-drivhuseffekten>
11. <http://www.klimarealistene.com/2017/05/16/leting-etter-drivhuseffekten/>
12. Klimanytt 190, 2017, *Drivhuseffekten i små drivhus*
13. J.-E. Solheim, T. Eriksen og Y. Engebretsen 2016, *Et skoleforsøk med små drivhus*, Fra Fysikkens Verden 78, Nr 3, 78–83

Klimagassenes fingeravtrykk er ikke påvist. Det må derfor være noe annet som er ansvarlig for oppvarmingen etter 1950.

Det er mange mulige årsaker til global oppvarming. Det kan være økt innstråling fra Sola, mindre utslipp fra vulkaner, endringer i ozonlaget, færre partikler i luften (aerosoler), reduksjon av skyer eller endring av albedo (hvordan lys reflekteres). Et hovedmål for IPCC er å bevise at det er menneskelige utslipp som har ført til den globale oppvarmingen vi har observert. En måte å bevise dette på er å beregne hvordan de forskjellige typer oppvarmingsårsaker etterlater seg «fingeravtrykk» som gjør det mulig å identifisere årsaken (den skyldige).

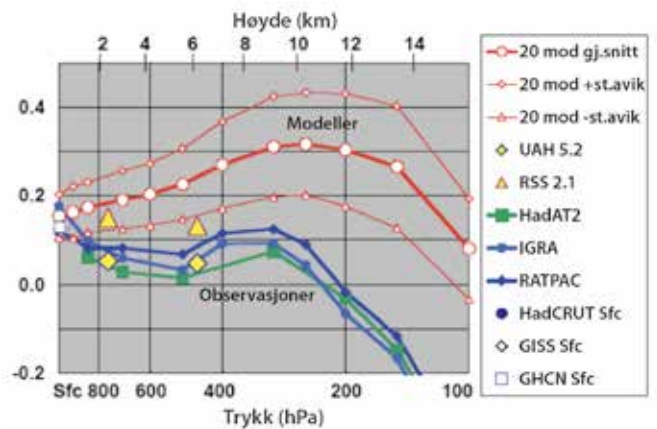
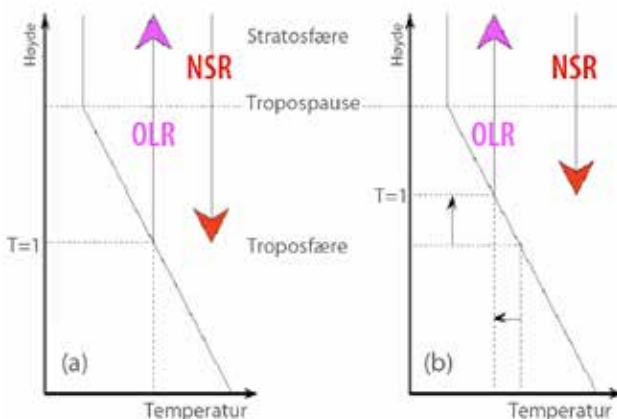
«HOT SPOT» OVER EKVATOR

Det har hittil ikke vært presentert noe bevis på at oppvarmingen vi har observert etter 1950 skyldes klimagassutslipp slik som IPCC hevder. Et forsøk på bevis er gjengitt i IPCCs klimarapport 2007 (1) del 1, side 675. Her hevdes det at hvis det er klimagassøkning som er årsak til global oppvarming, vil det skje en oppvarming i ca. 10 km høyde fra ekvator til 30 grader nord og sør. Årsaken er at høyden der stråling slipper ut blir flyttet oppover til et kaldere område, som må varmes opp for at det skal stråle ut like mye. Dette er demonstrert forenklet i figur 28.1.

OBSERVASJONER FINNER IKKE «HOT SPOT»

Forskjellen mellom observasjoner og modeller er vist i figur 28.2, som viser modellberegnet og observert temperaturendring i atmosfæren over tropene. De røde kurvene viser resultat av 20 modellkjøringer, og de nederste blå og grønne kurvene viser hva som er observert ved hjelp av radiosonder og satellitter. Både observasjoner og modeller viser en temperaturstigning

Figur 28.1 En forklaring på at klimagasser gjør det varmere over ekvator: (a) Balanse: Innkommende solinnstråling (NSR) er i balanse med utgående, langbølget stråling (OLR). Balansepunktet er ved $T=1$. (b) Ubalanse: Med økt klimagassinhold flyttes balansepunktet $T=1$ oppover til et kaldere område. For at dette området skal kunne stråle ut like mye, må det varmes opp. Varmen sprer seg gjennom hele atmosfæren. Figur fra (1).



Figur 28.2 Temperaturendringer med høyden over ekvator fra ekvator til 30 grader nord og sør. Den røde tykke kurven viser gjennomsnitt beregnet for 20 klimamodeller, og de tynne røde kurvene over og under viser spredningen i modellene (standardavvik). De blå og grønne kurvene viser resultatet av målinger med radiosonder. De gule trekantene og rutene viser satellittobservasjoner. Rammen til høyre identifiserer de ulike måleserier. Figur fra (2).

på 0,1–0,2 °C/10 år ved bakken. Den tykke røde kurven viser gjennomsnittet av de 20 klimamodellene og de tynne røde kurvene viser spredningen av modellene (et standardavvik). Alle modellene viser en økende temperaturstigning opp til 10 km høyde, mens observasjonene (blå og grønne kurver) viser en langt mindre temperaturstigning med høyden. I tillegg til radiosonedata er det vist satellittmålinger (gule trekantene og rutene). Tegnene i kolonnen til høyre identifiserer de måleserier som er brukt. Basert på manglende fingeravtrykk kan klimagasser frikjennes for global oppvarming de siste 50 år (3).

LITTERATUR

1. IPCC AR4 2007, *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon mfl. (red.), Cambridge University Press, <http://ee.ippc.cb/report/ar4/wg1/>
2. D. H. Douglass, mfl. 2008. *A comparison of tropical temperature trends with model predictions*. International Journal of Climatology 28,1693–1701
3. C. Monckton of Brenchley 2007, *Greenhouse Warming: What Greenhouse Warming? Science & Public Policy Institute*,

Også behandlet i Klimanytt:

4. Klimanytt 115, 2015, *Forsvinnende liten oppvarming av atmosfæren*
5. Klimanytt 197, 2017, *Manglende bevis for IPCCs CO₂-hypotese*



USIKKERHETER OG FEIL I IPCCS KLIMAMODELLER

Det Interstatelige Klimapanelet (IPCC) gir politikerne prognoser for klimautviklingen som følge av menneskelig påvirkning (utslipp). Disse prognosene er basert på framskrivninger av modeller. Hvor gode modellene er bedømmes av «eksperter». Disse ekspertvurderingene er sentrale for de omfattende klimaforhandlingene og tiltak som følge av disse. Det er derfor viktig å kjenne til hvordan IPCC konstruerer sine modeller og bedømmer deres evne til å si noe om fremtiden.

EFFEKT AV KLIMAVARIABLER I IPCCS MODELLER

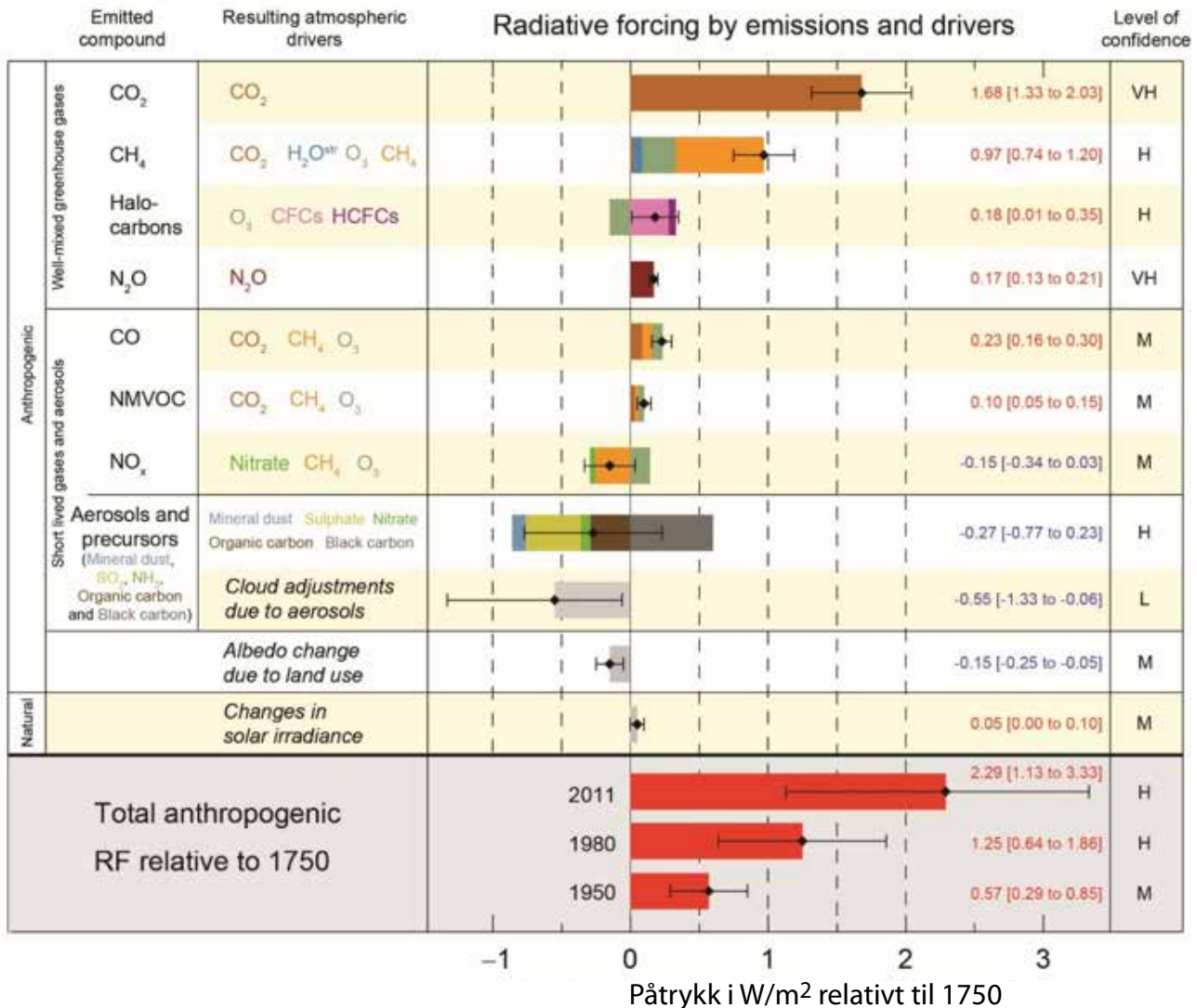
Figur 29.1 gir en oversikt over de viktigste klimavariabler i IPCCs modeller slik IPCC beskriver dem (1). Det sees at drivhusgassene CO₂, CH₄ og klorfluorkarboner (HaloCarbons) har stor varmeffekt. De klimavariabler som har relativt stor avkjølende effekt, er endring av NO_x, landskap, skydekke og aerosoler. Aerosoler er uhyre små partikler av støv og dråper som stiger opp i atmosfæren og som også blir værende i bl.a. skyene en stund.

Spesielt stor aerosolmengde genereres i store vulkanutbrudd. Dette er imidlertid ikke tatt med i tabellen. Det fremgår at karbondioksid (CO₂) i IPCCs modeller er den dominerende variable, fulgt av metan (CH₄) som har en effekt som er om lag 60 % av CO₂.

I figur 29.1 er det satt opp horisontale søyler som angir anslått klimapåtrykk (RF) for de ulike klimavariablene. Klimapåtrykket er tallfestet i W/m² for de ulike klimavariablene, og det er samtidig satt opp et usikkerhetsintervall av det anslåtte klimapåtrykk i parentes, som også er tegnet inn i figuren.

USIKKERHETSVURDERING AV KLIMAVARIABLENE I IPCCS MODELLER

Figur 29.1, Klimapåtrykk (RF) i W/m² med usikkerintervall for relevante klimavariabler. Nederst i tabellen angis totalt antropogent klimapåtrykk i henholdsvis 1950, 1980 og 2011 relativt til påtrykket i 1750. Figur fra (1).



Nivået på usikkerhetsintervallet (høyre kolonne i figuren) er klassifisert ved: Meget høy (VH), Høy (H), Middels (M) og Lav (L). I forrige hovedrapport (2) ble de samme betegnelsene brukt for grad av forståelse for effekten av klimapådrivet. Å oppgi grad av forståelse er ikke særlig flatterende i en modellbygging. Derfor er dette skiftet ut med å klassifisere konfidensnivået, men dette er jo allerede tallfestet i tabellen. I tillegg har IPCC angitt et usikkerhetsintervall for det anslåtte klimapåtrykket for de ulike klimavariabler som også vises i figuren.

EFFEKT AV VANNDAMP OG SKYDEKKE GIR SVÆRT USIKKER MODELLERING

I 2007-rapporten AR4 (2) var effekten av skyer og vanndamp lite forstått. Flere artikler har siden dokumentert denne effekten. Figur 29.1 viser nå at skyer og vanndamp har en betydelig avkjølede effekt. Imidlertid er observasjoner av effekten av skyer og vanndamp svært mangelfulle. Skyer har grovt sett en dekningsgrad på 60 %. S. Solomon (3) påviste at vanndamp/skyer har stor betydning i klimamodelleringen. Det er observert at skydekket ble redusert med 6 % fra 1983 til 2000 (se figur 10.11), hvilket i seg selv er i motstrid til klimamodellenes forventning.

Derfor er det i figuren angitt et usikkerhetsintervall som er meget stort og som også gjør at bidraget fra skyer kan gå ned til null. Når resultater om vanndamp og skyer fra figuren legges til grunn for modellsimuleringer, vil det skape store variasjoner og usikkerheter og resultatene blir feilaktige.

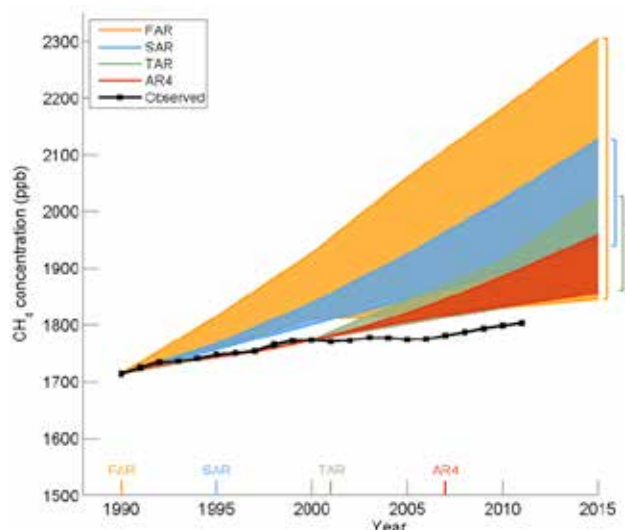
Vanndampens frekvensspekter for absorpsjon av returstrålingen fra Jorda er totalt dominerende i forhold til de øvrige drivhusgassene. Uten en hypotese som på ingen måte er bevist fra IPCC, om positiv tilbakekopling fra CO₂ til vanndamp, ville klimamodellene fungere enda dårligere.

SOLAS PÅVIRKNING TILLEGGES SVÆRT LITEN BETYDNING FOR KLIMAPÅTRYKKET

Både solaktivitet og vanndamp i atmosfæren har meget stor betydning for klimaet. Effekten av Sola har gradvis blitt redusert fra IPCCs hovedrapport AR3 til IPCCs hovedrapport AR4 (2007). Dette er bemerkelsesverdig. Figur 29.1 fra hovedrapporten AR5 (2) viser nok en halvering av Solas strålingseffekt fra 0,12 W/m² (2007) til 0,05 W/m² (2013). IPCCs beskjedne klimapådriv for Sola kan forklares med sterk solinnstråling (TSI) omkring 1750, kun litt svakere enn i 1990-årene (se figur 19.4.) Mens endringen i TSI fra 1750–2000 var 1,5 W/m², gikk den ned omkring 1800 slik at økningen fra 1800 til 2000 er hele 4 W/m².

Til sammenligning viser figuren at CO₂ har et klimapåtrykk på 1,68 W/m² i 2013 (2) mot 1,66 W/m² i 2007(1). CO₂ har dermed et klimapåtrykk som er 33 ganger så stort som solinnstrålingen ifølge IPCC. Men bruker vi estimert solinnstråling som i figur 19.4 er pådrivet fra CO₂ kun 40 prosent av økningen av TSI fra år 1800.

Usikkerhetsintervallet rundt klimapåtrykket fra Sola er ifølge IPCC på 0,0–0,10 W/m². Med andre ord er det sannsynlig at Sola ikke har noen klimaeffekt i det hele tatt og at den i alle fall er svært begrenset.



Figur 29.2 Prognoser for metantettheten i atmosfæren frem til 2015 ved FAR (1990), SAR (1995), TAR (2001) og AR4 (2007) med usikkerhetsintervaller og observert metantetthet i svart.

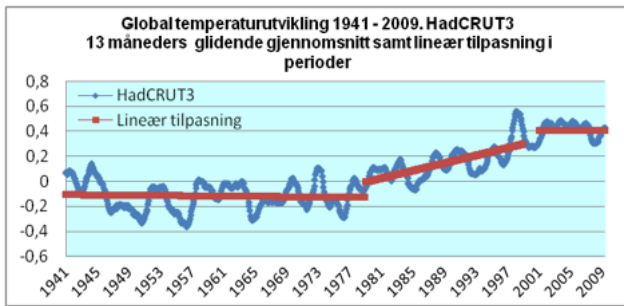
Det går nå mot et langt og dypt solflekkminimum (omkring 1800), som har betydning for global temperaturreduksjon. Det er tydelig at IPCC ikke vil ta hensyn til dette i sin modellbygging. Ikke nok med at solinnstrålingen ikke tillegges vekt (reduseres). Det er heller ikke lagt opp til usikkerhetsberegninger da usikkerhetsintervallet er svært lite. Dette betyr en nærmest eliminering av effekten denne klimavariabelen ville kunne ha, og det forårsaker selvsagt stor usikkerhet og feil i modellbyggingen.

KONTINUERLIG OVERESTIMERING AV UTVIKLINGEN AV METANTETTHETEN I ATMOSFÆREN

I IPCCs hovedrapport AR4 er det i Summary for Policymakers og i Technical Summary nærmest underslått at klimagassen metan (CH₄) kun øker marginalt. I hoveddelen i rapporten står det at dette er overraskende og at det ikke kan forklares. På dette viktige området, er en klimavariabel tillagt stor betydning, men det ser ut til at den er klart overvurdert, fordi utviklingen av metantettheten stagnerer uten at en kan forklare hvorfor.

Figur 29.2 viser at IPCC i sine hovedrapporter FAR, SAR og TAR gjennom de siste 20 årene, totalt har overvurdert utviklingen av metankonsentrasjonen i atmosfæren. Det interessante er at selv om de overvurderer metantettheten gang etter gang, ser det ikke ut til at de lærer av feilvurderingen. Både prognosen og usikkerhetsintervallet fortsetter med å legges for høyt. Figuren viser at hverken prognosen eller usikkerhetsintervallet noen gang dekker de reelle observasjonene. De er for optimistiske.

Det er anslått at metan er den klimavariabelen, nest etter CO₂, som har det sterkeste klimapådrivet for oppvarming. Dersom dette er basert på prognosene som er vist i figuren, må dette bli helt feil. Dermed blir input til klimamodellene feil og det blir markante feil i klimasimuleringene.



Figur 29.3 Dekomponering av global temperaturkurve 1941–2009 ved bruk av Chow test for å finne lineær utvikling og identifisere knekkpunkter for sammenligning med menneskeskapt CO₂-produksjon som har et eksponentielt forløp.

GLOBAL TEMPERATURUTVIKLING OG PROGNOSE

Det er vist at IPCCs klimamodeller, som ligger til grunn for de globale temperaturognoene, bommer markant. Den observerte globale temperaturutviklingen er fasiten for evalueringen av IPCCs klimamodeller og det blir store avvik mellom observert og prognostisert global temperatur.

TEMPERATUREN ØKER IKKE MED CO₂-UTSLIPPENE.

Produksjon av kull, olje, gass og sement, antas å øke CO₂-tettheten i atmosfæren selv om dette ikke er synlig ifølge figur 31.6. Utslippene har økt kontinuerlig, særlig etter krigen. Før krigen var det mest kullproduksjon. Figur 29.3 viser samtidig at den globale temperaturen har vært rimelig konstant frem til 1977, for deretter å stige til 2000 og så flate ut.

Det er kun i perioden 1977 til 2000 at økning i temperatur og CO₂ følger hverandre (se figur 23.4). I en periode på nærmere 70 år er det bare et fåtall år der det kan se ut til at det er samvariasjon mellom menneskeskapt CO₂ utslipp og global temperatur. Det samme identifiseres i svært mange tidsperioder. Det er derfor sterk tvil om at CO₂ i særlig grad påvirker global temperaturutvikling. Figur 31.6 viser at det heller ikke er samvariasjon mellom utslipp av CO₂ og økning av CO₂ i atmosfæren.

IPCCS EGEN VURDERING AV NØKKELUSIKKERHETER

Her er det satt opp en oppstilling av IPCCs nøkkelusikkerheter (Key uncertainties) i hovedrapport AR5, Technical Summary TS.6.1-4 (4):

- Høy usikkerhet (lav konfidens) i nedbørsendringer over land
- Lav konfidens av global skala skyobservasjoner og trender
- Lav konfidens av global skala tørkeobservasjoner og trender på grunn av manglende observasjoner
- Lav konfidens i langtidsrapporterte beskrivelser av tropiske orkaner
- Vanskelig å lage robuste konklusjoner på langtidsendringer i atmosfæriske sirkulasjonssystemer
- Vanskelig med ulike målinger av havoverflatetemperaturer med tidsvariasjoner
- Vanskelig med dekning av havtemperaturer på større dyp
- Begrenset forbedring på simulering av skyer

- Modellusikkerhet i oppløsning og inkorporering av relevante klimaprosesser
- Mulighet for å simulere endringer i frekvens og intensitet av ekstremvær er begrenset
- Begrenset konfidens for årlig nedbørsgjennomsnitt
- Lav konfidens for prediksjoner av sykklonfrekvenser og intensitet
- Medium konfidens for prediksjoner av stormmønster, nordlige halvkule
- Usikkerheter ved at flere værphenomen i klimasystemet plutselig kan endre karakter og få en ikke-lineær oppførsel
- Lav konfidens på størrelsen av karbontap ved CO₂- og CH₄-utslipp pga. permafrosttining
- Lav konfidens i prediksjoner av havnivåøkning
- Lav konfidens i prediksjoner av klimafenomener som influerer på regionale endringer

LITTERATUR

1. IPCC AR5 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, T. F. Stocker mfl. (red), Cambridge University Press, 1535 sider, <http://www.ipcc.ch/report/ar5/wgl/> ISBN 978-1-107-05799-1 hardback ISBN 978-1-107-66182-0 paperback
2. IPCC AR4 2007, *Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon mfl. (red), Cambridge University Press, <http://www.ipcc.ch/report/ar4/wg1/>
3. S. Solomon mfl. 2010, *Contributions of Stratospheric Water Vapor to Decadal Changes in the Rate of Global Warming*, Science, 327, 1219–1223
4. IPCC AR5 2013, *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Technical Summary, T. F. Stocker mfl. (red), Cambridge University Press, 80 sider, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wgl/WG_IAR5_TS_FINAL.pdf

Klimanytt om IPCC og modellusikkerhet:

5. Klimanytt 1, 2013, *Klimamodeller bommer totalt*
6. Klimanytt 10, 2013, *Atmosfærisk metan langt mindre enn beskrevet i IPCC modeller*
7. Klimanytt 31, 2013, *Overdrevet oppvarming i klimamodellene de siste 20 år*
8. Klimanytt 49, 2014, *IPCC bar i stillhet redusert sin prognose for de nærmeste år*
9. Klimanytt 56, 2014, *Hvordan IPCC skjuler en god nybet om mindre klimafølsombet*
10. Klimanytt 88, 2014, *97,4 % av IPCCs klimamodeller viser for høy oppvarming*
11. Klimanytt 103, 2015, *Alvorlige feil i klimamodellene*
12. Klimanytt 105, 2015, *Klimaforskere: Vår tids eventyrfortellere*
13. Klimanytt 117, 2015, *Statistiske analyser av globale temperaturdata viser at det ikke er systematiske endringer i den globale temperaturutviklingen*



Jan-Eirik Solheim

JAMES HANSEN BOMMER

I 1988 publiserte en gruppe fra Goddard Institute for Space Studies (GISS), under ledelse av James Hansen, resultat av eksperimenter med klimamodeller som hadde pågått siden 1958. Modell GISS-II var en 3-dimensjonal modell hvor forskjellige utslippsscenarioer ble simulert. Den 24. juni 1988 ble resultatene presentert for en høring i Den amerikanske kongressen - for sikkerhets skyld med kjøleanlegget slått av og åpne vinduer under en ekstrem varmebølge. Resultatet var at IPCC ble opprettet. I det følgende vil jeg sammenligne Hansens prognoser med observert temperaturutvikling.

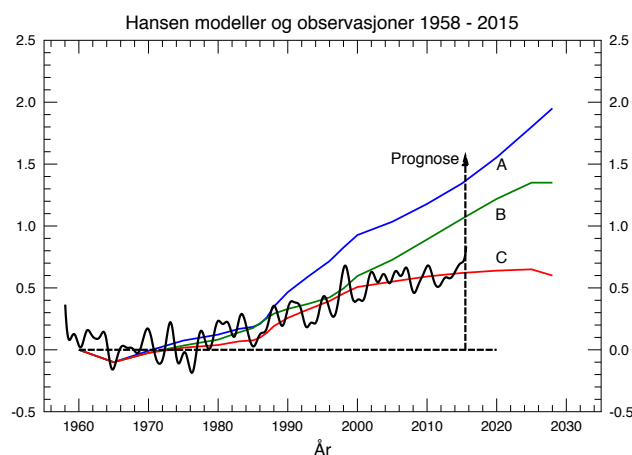
Det ble kjørt simuleringer av forskjellige utslippsscenarioer for klimagassene CO₂, CH₄, N₂O og KFK-gasser. Scenario A ble kalt «business as usual» med eksponensiell vekst i de fossile CO₂-utslippene på 1,5 % per år. Scenario B hadde reduserte utslipp slik at CO₂ i atmosfæren økte lineært. Scenario C hadde strenge restriksjoner, slik at utslippene ikke økte etter år 2000.

EVALUERING AV GISS MODELLER

For å evaluere IPCCs prognoser er det naturlig å sammenligne prognosene med observerte globale temperaturserier. Det er av liten verdi å evaluere prognoser som er laget for kort tid siden, og særlig når IPCC både presenterer og arbeider med prognoser på meget lang sikt. Egentlig burde det allerede nå ut fra resultater hittil, gjøres vurderinger på om usikkerheten i prognoser for global temperaturutvikling på 80 års sikt er så stor at prognosene nærmest er verdiløse.

Prognosene basert på GISS-II modellsimuleringene er vist i figur 30.1 hvor de er sammenlignet med HadCRUT4 global temperatur. Den blå kurven viser en prognose (Scenario A) med 1,5 % årlig vekst i antropogene CO₂-utslipp. Imidlertid steg utslippene med hele 3 % per år i perioden 2005–13, vesentlig på grunn av bygging av mange kullkraftverk i Kina. For å markere denne utslippøkningen har jeg laget en pil som viser revidert prognose for 2015. Den grønne

Figur 30.1 Prognoser for global temperaturutvikling beregnet av J. Hansen med medarbeidere i 1988 (1) basert på scenariene A, B og C (blå, grønn og rød kurve) sammenlignet med global temperatur, HadCRUT4 (sort kurve).



kurven (Scenario B) viser en forsiktig reduksjon av utslippene slik at får en tilnærmet lineær økning i atmosfærisk CO₂. Den røde kurven (Scenario C) viser en prognose etter strenge utslippskutt som gjorde at utslippene skulle slutte å øke fra 2000.

Sammenligneri prognosene med observert temperatur (sort kurve) finner vi at den observerte globale temperaturen følger scenario C. Ser vi på tallene var prognosen på 1,5 °C temperaturøkning i 2015, mens det ble observert en temperaturøkning på 0,7 °C i forhold til normalen 1961–90. Det betyr at temperaturstigningen er under halvparten av det som Hansen & Cos modeller viste. Mer dramatisk er det at modellen uten økning av utslipp etter år 2000 er den som forklarer observasjonene best.

Ser vi på en kurve for utslipp sammenlignet med atmosfærisk CO₂ (figur 31.6), ser vi at utslippene har vært omtrent konstante etter 2013 mens CO₂ i atmosfæren fortsatt øker lineært.

KONKLUSJON

GISS-II modellen som ble presentert av J. Hansen & CO i 1988 har vist dobbelt så stor oppvarming som observert de første 25 år etter lansering av modellen. Etter modellen skulle konstante utslipp som vi nå har hatt siden 2013 føre til at innholdet av CO₂ i atmosfæren stabiliserer seg på et konstant nivå. Det har det ikke gjort. Atmosfærens innhold av CO₂ øker fremdeles lineært. Denne modellen har derfor ikke vist seg å være istand til å si noe fornuftig om fremtidig temperaturutvikling. Likevel har den fått stor betydning for kostbare klimatiltak (Art. 39).

LITTERATUR

1. J. Hansen mfl. 1988, *Global Climate Change as Forecast*, Journal of Geophysical Research Vol. 93, No D8, page 9341–9364
2. Klimanytt 13, 2013, *James Hansen & Co forklarer utflating*
3. Klimanytt 172, 2016, *James Hansens klimamodeller*

Figur 30.2. James Hansen ble arrestert mandag 29. august 2011 i forbindelse med Keystone XL rørledning-demonstrasjon utenfor Det hvite hus, i Washington DC. Totalt ble 521 deltagere arrestert. Foto: Ben Powless

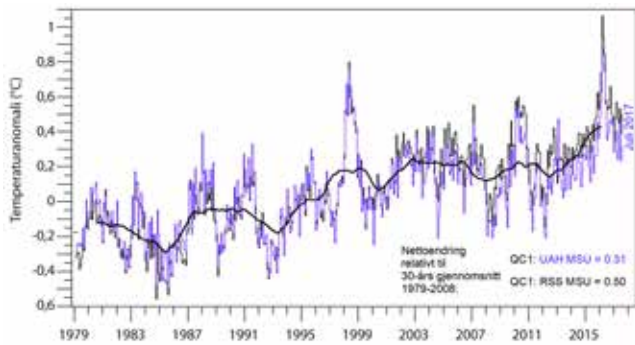




IPCCS LANGTIDSPROGNOSER

Klimapanelet (IPCC) har i samtlige av sine hovedrapporter presentert langtidsprognoser for den globale temperaturutviklingen. Allerede i 1990 presenterte IPCC sine første langtidsprognoser i sin første hovedrapport, FAR (1).

IPCC betegner sine prognoser som projeksjoner. Her brukes betegnelsen prognoser på den fremstillingen som vises i IPCCs hovedrapporter, da det er basert på et omfattende arbeid som også oppfattes som prognoser av en hel verden. Selvsagt ligger det til grunn mange forutsetninger i modellene og prognosene som er beskrevet i IPCCs hovedrapporter.



Figur 31.1 Global temperatur ved UAH MSU og RSS MSU. Månedlige observasjoner januar 1979–juni 2017 og 37 måneders glidende gjennomsnitt. Temperaturanomali er endring i forhold til gjennomsnittet 1979-2008. Figur fra (2).

GLOBAL TEMPERATURUTVIKLING

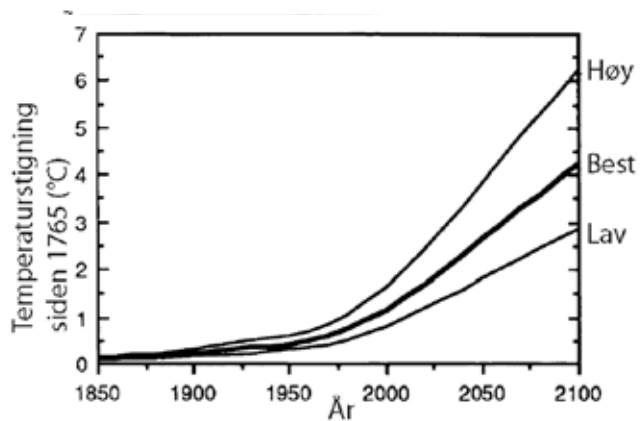
Figur 31.1 viser de månedlige satellittbaserte målingene for UAH MSU og RSS MSU fra de startet opp i januar 1979 og frem til og med juni 2017 (2).

Det fremgår at det ikke har vært noen særlig temperaturøkning 1999–2015. Det er verdt å merke seg at havstrømmen El Niño i 1998, 2010 og 2016 forårsaket markante temperaturopper over flere måneder før temperaturen igjen gikk ned til et mer normalt nivå. Det gjelder for samtlige El Niño-perioder. Den glidende gjennomsnittskurven viser bedre trendutviklingen. Mange har falt for fristelsen til å tro at den globale temperaturutviklingen plutselig øker kraftig, men det er altså feil.

For tidligere statistikk over global temperaturutvikling henvises det til en kronikk på forskning.no (3) I kronikken vises det at den globale temperaturen (HadCRUT3) har vært forholdsvis stabil fra siste verdenskrig og frem til 1978/79 for deretter å stige frem til 1997. Der vises det også at den globale temperaturen har økt fra 1850 og frem til november 2009 med om lag 0,8 °C som svarer til 0,5 °C pr 100 år (se Art. 9).

IPCCs GLOBALE LANGTIDSPROGNOSER

En av de viktigste indikatorene som Klimapanelet (IPCC) bruker for å illustrere klimautviklingen, er endring av global temperatur. IPCC har inkludert mange klimamodeller som brukes til å modellere



Figur 31.2 Temperaturprognoser fra FAR(1990) basert på 1,5 °C (lav), 2,5 °C (best), and 4,5 °C (høy klimafølsomhet estimat).

klimautviklingen. De bruker også klimamodellene til å gi prognoser eller prediksjoner på klimautviklingen opp til 100 år frem i tid.

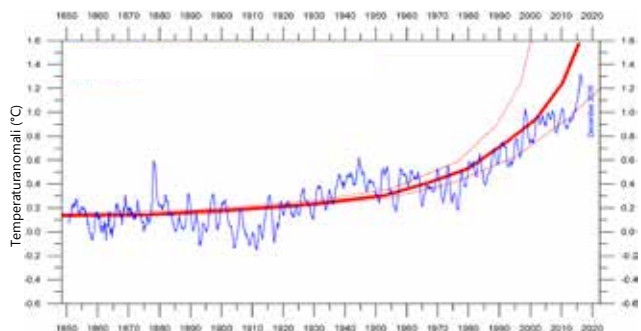
Disse langsiktige prognosene har de også presentert i sine hovedrapporter. For å få mulighet til å evaluere kvaliteten på de langsiktige prognosene er det viktig å gå tilbake i tid og sammenligne prognosene med reelle klimaobservasjoner i nåtid.

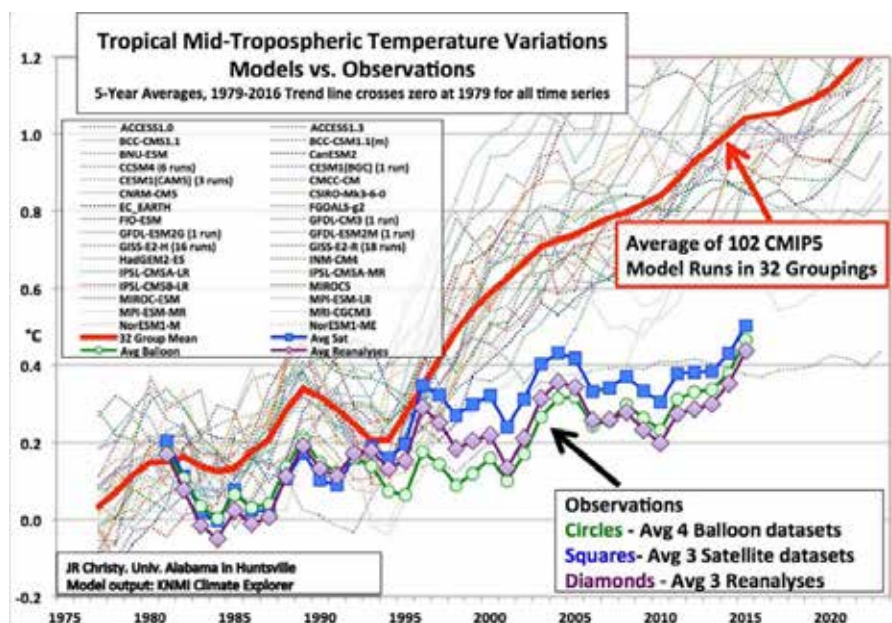
IPCC FIRST ASSESSMENT REPORT, FAR (1990)

I IPCC First Assessment Report, FAR (1990) (1) – Policymakers Summary, side 22, presenteres langtidsprognoser for global (gjennomsnitt)temperatur frem til år 2100.

Temperaturutviklingen i figur 31.2 er fremstilt relativt til temperaturen i 1765. Det betyr at det ifølge prognosen frem til år 1850 har vært en temperaturøkning på ca. 0,2 °C. Figuren viser så temperaturutviklingen og prognosene fra 1850 og frem til år 2100. Disse prognosene på high estimate, best estimate og low estimate ble utarbeidet i 1990. Fra 1990 sees det at «best estimate»-prognosene hovedsakelig ligger over HadCRUT4-temperaturmålingene etter 1970. Så kommer det en utfliking av observert temperatur fra år

Figur 31.3 Forstørrelse av temperaturprognosene fra den første klimarapporten (FAR) frem til 2015 (rød) samt 12 måneders glidende gjennomsnitt for HadCRUT4 temperaturmålinger (blå strek). De tynne røde strekene viser lav og høy estimat som er tegnet i figur 31.2





Figur 31.4 Midttropiske temperaturverdier. Fem års glidende gjennomsnitt av årlige temperaturmiddelverdier 1979–2016 basert på satellittmålinger, ballongmålinger og reanalyser sammenlignet med 102 IPCC CMIP5 modeller fordelt i 32 institusjonelle grupper (prikkede kurver) og totalgjennomsnitt ved rød kurve. Figuren er fra (4).

2000. Prognosen går da markant oppover og greier ikke å reflektere dette vendepunktet i temperaturutviklingen og bommer derfor enda mer markant for de neste 18 årene.

CMIP5 PROGNOSEMODELLER

Prognosene brukt av IPCC for global temperaturutvikling er basert på en rekke simuleringsmodeller, CMIP5 (Coupled Model Intercomparison Project Phase 5). Prognoser for 102 CMIP5-modeller sees i figur 31.4 for midttroposfærisk temperaturutvikling 1979–2016. Dette fremgår av John Christys vitneprov i Senatshøringen i Representantenes hus 29. mars 2017 (4). Resultatene fra CMIP5-prognosene sammenlignes med de observerte temperaturmålingene frem til 2016.

Figur 31.4 viser en skremmende utvikling med stadig større avstand mellom IPCCs prognoser og temperaturobservasjonene. John Christy definerte i sitt vitneprov følgende tre temperaturserier for troposfæren:

1. Satellittobservasjoner som måler atmosfærisk temperatur. Dette gjøres ved UAH (University of Alabama in Huntsville), RSS (Remote Sensing Systems, San Rafael, CA) og NOAA
2. Ballonger med temperaturobservasjoner målt på riktig nivå og dokumentert ved University of Vienna, NOAA og University of New South Wales
3. Reanalyse. Flere hovedværsentra på Jorden observerer atmosfæriske tilstander hver 6. time på ulike høydenivåer. Sammensatt med satellittdata og ballongdata brukes dette til reanalyse av temperaturen

KONFIDENS OG SPREDNING AV TEMPERATURUTVIKLINGEN

John Christy refererte i Senatshøringen (4) også til statistiske tester på forskjell i midttropisk temperaturutvikling mellom gjennomsnittet av IPCCs 102 klimamodell-prognoser og temperaturutvikling basert på satellitter, på ballonger og på reanalyse og fant forskjell på 1 % signifikansnivå. Det vil være ekvivalent med at det også for de neste 38 årene vil være signifikant forskjell mellom IPCCs prognoser og reelle temperaturobservasjoner.

Figur 31.4 viser at det blir større og større avvik mellom prognosemodellene og temperaturmålingene. Det mest skremmende er at forskjellene fremover bare ser ut til å øke med årene.

Konklusjonen er at så å si alle modeller som IPCC har benyttet, viser en markert overestimering av temperaturutviklingen – en overestimering som bare ser ut til å øke dersom ikke de globale temperaturene går oppover i samme tempo.

IPCC forsterker i sin Synteserapport (2014) (5) side 43, disse resultatene. De har brukt 114 simuleringsmodeller. For perioden 1998–2012 viser 111 av de 114 prognosemodellene for høy temperatur. Det betyr en feilsannsynlighet på 97,3 %.

I sin rapport uttrykker IPCC, at «usikkerheten mellom modell (prognoser) og observasjoner er av 'medium confidence'»

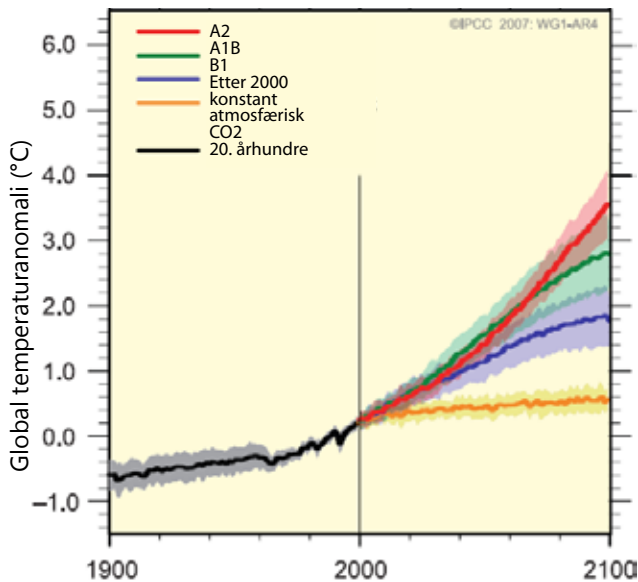
På side 37 i samme rapport står det at usikkerheten beskrives av følgende konfidensnivåer: Very low, Low, Medium, High, Very High. Det er ikke lett å forstå at usikkerheten i IPCCs prognosemodeller for global temperatur beskrives som medium confidence. Figur 31.4 viser visuelt hvor dårlige disse prognosene er.

PROGNOSER FRA DE ØVRIGE IPCC RAPPORTENE

Her følger figur 31.5, som viser langtidsprognosen for global temperatur for år 2100, som IPCC presenterte i 2007. Prognosen er basert på flere scenarier og finnes på side 14 i Summary for Policymakers (6) i IPCCs hovedrapport AR4 (2007).

Den sorte kurven viser den globale temperaturøkningen fra år 1900 til år 2000. Samtidig vet vi at det har vært en utflating av temperaturen i lang tid etter år 2000. Som tidligere nevnt har temperaturen steget med 0,8 °C i perioden 1850–2010. Denne heller beskjedne økningen stemmer dårlig med veksten i langtidsprognosene i figur 31.5.

I IPCCs hovedrapport TAR fra 2001 vises det en analog figur over global temperaturutvikling frem til år 2100 basert på samme type



Figur 31.5. Langtidsprognoser for global temperatur frem til år 2100 relativt til temperaturen (1980–1990) basert på ulike scenarier (A2, A1B, B1 og konstant konsentrasjon etter 2000). Utarbeidet i 2007. Figur fra (6).

scenarier. Den er vist i på side 11 i Summary for Policymakers (7). Disse prognosene er enda høyere enn de som ble beskrevet i 2007.

De siste langtidsprognosene er vist på side 89 i Technical Summary i IPCCs hovedrapport AR5 fra 2013 (9). Denne figuren viser de globale temperatur prognosene frem til år 2100 basert på fire ulike scenarier. Det er ikke så stor forskjell på de prognosene som ble utarbeidet i 2007 og 2013.

I 2013-rapporten er det og også laget globale temperaturprognoser frem til 2300. De kommenteres ikke her på grunn av den enorme usikkerheten det er i 300års-prognoser.

OPPSUMMERING AV PROGNOSE

Tabell 31.1 gir en oppsummering av langtidsprognosene for 2100 som er presentert i IPCCs hovedrapporter for 1990, 2001, 2007 og 2013. Prognosene er sett i forhold til globalt temperaturnivå rundt år 1990 som omtrent stemmer med referansenivå for 2001-, 2007- og 2013-prognosene. De prognosene som IPCC presenterte i 1990 var i forhold til referansenivået 1765. Det forutsettes at temperaturøkningen fra 1850 til 1990 er på om lag 0,8 °C. Det betyr at de prognosetemperaturene som er vist i figur 31.2 må reduseres med om lag 0,8 °C for å kunne oppgis i forhold til et 1990 årsnivå.

Tabellen viser at prognosene for den globale temperaturen går markant opp frem til år 2100. Det er en tidsperiode på om lag 100 år. Den globale temperaturen har i perioden 1850–2015, en periode på 165 år, økt med rundt 0,8 °C. Så å si alle prognosene gir klart større temperaturøkning. De ulike scenariene viser at temperaturprognosen øker med øket utslipp av klimagasser.

Tabellen viser at IPCCs prognoser hovedsakelig reduseres med tidspunktet de er utarbeidet i. Det betyr sannsynligvis at modellene og fundamentale forutsetninger i modellene etter hvert endres.

UTVIKLINGEN AV ANTROPOGENT CO₂-UTSLIPP

IPCC baserer sine langtidsprognoser på scenarier der ulik utvikling av menneskeskapt eller antropogent CO₂ inngår. På side 8 i Summary for Policymakers, IPCC Special report. Emission scenarios fra år 2000 (10) vises figurer med utslippsscenarioene A1 (A1FI, A1B, A1T), A2, B1 og B2 fra 1990 til 2100. Disse utslippsscenarioene viser den årlige utslipp av karbon (C) i Gigatonn.

Nå i etterkant er det mulig å evaluere disse utslippsscenarioene. I figur 31.6 vises de reelle utslippene omregnet til CO₂, basert på CDIAC-oversiktene (11) fra 1970 til 2013, supplert med COP22 tall for 2014–16.

I 2010 var det årlige totale CO₂-utslipp fra fossilt brensel på 33,5 Gigatonn, mens den i 2013 var steget til 35,8 Gigatonn. I IPCCs utslippsscenarioer lå A1 og B1 på rundt 37 Gigatonn CO₂ allerede i 2005, mens utslippsscenarioene A2 og B2 nådde 37 Gigatonn i 2010. De totale utslipp, og utslipp fordelt på kull, olje, gass og sementproduksjon, er vist i figur 31.6 sammen med atmosfæreinneholdet av CO₂. Etter 2013 har utslippene ikke økt (8). Vi ser at reduksjon av utslipp i årene 1980–85 og 2013–16 ikke har gitt utslag i mindre årlig økning av total mengde CO₂ (øverste panel). Det kan skyldes at menneskelig produsert CO₂ utgjør mindre enn 1 % av den totale mengden i atmosfæren (Art. 24).

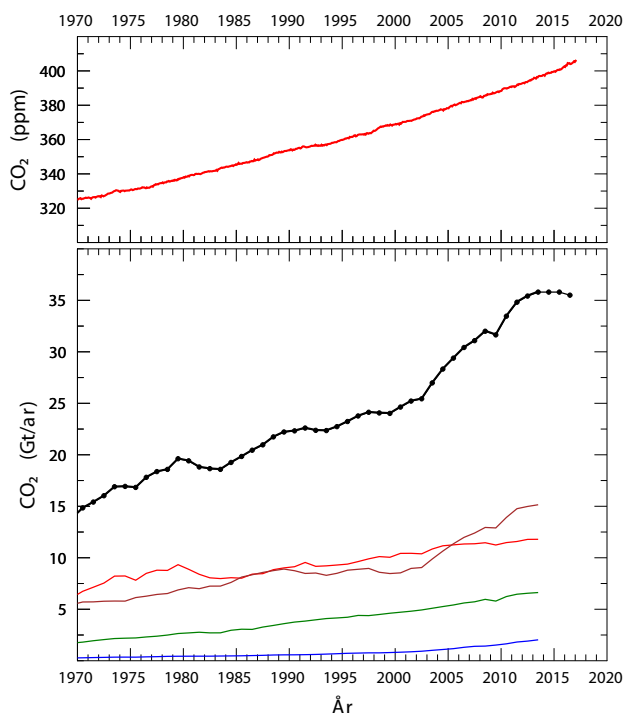
Det kan slås fast at utslippsscenarioene som ble satt opp i år 2000, hovedsakelig er for høye sammenlignet med rapportene fra CDIAC. Dette vil være nok en årsak til at IPCCs langtidsprognoser blir for høye da modellene bygger på at økt CO₂ i atmosfæren fører til økt global temperatur.

KONKLUSJON

Prognosene som IPCC presenterer basert på sine CMIP5

Tabell 31.1 IPCCs 100 års prognoser gjengitt i hovedrapportene FAR(1990), TAR(2001), AR4(2007) og AR5(2013). Prognoser for global temperaturøkning i forhold til 1990 basert på ulike scenarier. Scenariene i tabellen er sortert fra de med høyest utslipp til de med lavest utslipp.

IPCC hovedrapport	Utarbeidelsesår	Scenario	Prognoser år 2100
FAR	1990	High	5–5,5 °C
		Best	3–3,5 °C
		Low	1,5–2 °C
TAR	2001	A1FI	ca. 4,5 °C
		A1B	2,5–3 °C
		B1	ca. 2,0 °C
AR4	2007	A2	3,4 °C
		A1B	2,8 °C
		B1	1,8 °C
AR5	2013	RCP8.5	ca. 4,0 °C
		RCP6.0	ca. 2,4 °C
		RCP4.5	ca. 0,8 °C



Figur 31.6 Øverste panel viser offisielle CO₂-målinger ved Mauna Loa – korrigeret for årstidsvariasjoner (rød kurve) for perioden 1970–2017 (fra 11). Det nederste panel viser utslipp av CO₂ fordelt på kull (brunt), olje (rødt), gass (grønt) og sementproduksjon (blått) for årene 1970–2013 (fra 12). Den sorte kurven viser totale utslipp estimert til og med 2016, hvor de tre siste års utslipp ble presentert på COP22 (Marrakech november 2016). Vi ser at reduksjon av utslipp i årene 1980–85 og 2013–16 ikke har gitt utslag i årlig økning av total mengde atmosfærisk CO₂ (øvre panel). Det kan skyldes at menneskelig produsert CO₂ utgjør mindre enn 1 % av det totale (Art. 24). Vi ser også at den sterke økningen av utslipp 2003–13 skyldes økt bruk av kull.

simuleringsmodeller gir feilaktige prognoser. Prognosene overestimerer veksten i global temperatur. Differansen mellom prognostisert temperatur og observert temperatur øker markant år for år.

En gjennomgang av de langsiktige prognosene presentert i IPCCs hovedrapporter FAR (1990), TAR (2001), AR4 (2007) og AR5 (2013) viser at 100-års prognosene er svært høye. For hver 6-årslige rapportering er 100-års prognosene redusert. Dette gjelder også hovedsakelig for de alternative predikerte utslippsscenarioene som prognosene baseres på.

Analysen av de predikerte utslippsscenarioene viser at også de hovedsakelig er overestimert. Dette forårsaker for høye prognoser da modellene i seg selv bygger på at økt CO₂ i atmosfæren fører til økt global temperatur. Se også figur 26.7 som viser at publiserte verdier for klimafølsomhet stadig går ned og Art. 24, som konkluderer med at mindre enn en prosent av atmosfærisk CO₂ kommer fra fossile utslipp.

IPCC er selvsagt klar over at det er store usikkerheter i deres klimamodeller og de langsiktige prognosene. Denne artikkelen tar ikke sikte på noen gjennomgang av klimamodellene og relaterte usikkerheter. Her henvises det kun til IPCCs egen gjennomgang av nøkkelusikkerheter (Key uncertainties) i Technical Summary TS.6 1–4 (9) side 114.

Denne evalueringen av prognosene viser imidlertid at enhver beslutningstager må vise aktsomhet i håndtering av disse prognosene, som er feilaktige og i tillegg svært usikre.

Mange som arbeider med langsiktige prognoser, er ydmyke i presentasjonen da det er kjent at modellforutsetninger endrer seg over tid. Det kan stilles spørsmål med hensikten å lage 100-årsprognoser når det identifiseres så store feil og avvik, selv i løpet av få år, som påvist i denne artikkelen.

LITTERATUR

1. IPCC 1990, First Assessment Report, FAR http://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_ipcc_first_assessment_1990_wg1.shtm
2. O. Humlum, Climate4You, <http://www.climate4you.com/>
3. K. Stordahl 2010, *Global temperatur og veksten i CO₂*. <http://forskning.no/meninger/kronikk/2010/01/global-temperatur-og-veksten-i-co2-utslipp>
4. J. R. Christy 2017, *Climate Science. Assumptions, policy implications, and the scientific method*. Testimony Senatshøring Representantenes hus. 29. mars. ISBN 978-0-9931189-5-1, GWPf REPORT 24
5. IPCC 2014, Synthesis report, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/AR5_SYR_FINAL_All_Topics.pdf
6. IPCC 2007, WG1, Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm.pdf>
7. IPCC 2001, FAR, Summary for Policymakers, <http://www.ipcc.ch/ipccreports/tar/vol4/pdf/spm.pdf>
8. Global Carbon Budget 2016, presentert på COP22 (Marrakech)
9. IPCC 2013, WG1, Technical Summary, http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_TS_FINAL.pdf
10. IPCC 2000, Special report. *Emission scenarios*. Summary for Policymakers, <https://www.ipcc.ch/pdf/special-reports/spm/sres-en.pdf>
11. NOAA 2017, ESRL data, www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/data.html lastet ned 6. mars
12. CDIAC 2016, Carbon Dioxide Information Center. Oak Ridge National Laboratory, utslippsdata

Følgende Klimanytt behandler IPCCs langtidsprognoser :

13. Klimanytt 15, 2013, *44 av de siste klimamodellene viser feil*
14. Klimanytt 31, 2013, *Overdrevet oppvarming i klimamodellene de siste 20 år*
15. Klimanytt 77, 2014, *Gratulerer med 18 års dagen for manglende Global Oppvarming*
16. Klimanytt 202, 2017, *FNs klimapanelers temperaturprognoser feiler markant*



Jens Morten Hansen

DOMMEDAGSPROFETIER 'I DEN BEDSTE MENING'

Det er en udbredt usandhed, at 97 % af verdens klimaforskere er enige med FN's internationale klimapanel (IPCC), at de senere årtiers klimaforandringer er menneskeskabte. Men det er vist igen og igen, at antallet af 'enige' forskere er langt mindre, snarere 10–20 %, når man spørger de forskere, der er specialister i mulige årsager til klimaforandringer.

For nylig udkom en dansk bog om IPCC's dommedagsprofetier (1). Bogen er forfattet af pensioneret glaciologi- og geografiprofessor Johannes Krüger, der punkt for punkt viser, hvordan IPCC fordrejer klimaforskningens resultater og fortier uønskede resultater. Jeg er helt enig i Krügers fremstilling og kan nævne et stort antal eksempler på, at IPCC's kritikere udsættes for meningskontrol og repressalier.

PARADIGMER I FORSKNINGEN

Men uden kritik kan videnskabelig fremdrift ikke finde sted. Enhver tid har sine dominante teorier – paradigmer – som en stor del af samtidens forskere indordner sig kritikløst under. Videnskabsfilosoffen Thomas Kuhn er berømt for sine undersøgelser af fysikkens paradigmer. Det vil sige de banebrydende ideer, der har brudt med tidligere paradigmer, men som nu selv bliver den nye tids meningskontrol.

Kuhns og de fleste andre videnskabsfilosoffer mener, at menneskehedens trang til at opfatte verden på en bestemt tidstypisk måde deler forskerne i to hovedgrupper: De mange, der kritikløst følger og forsvare samtidens paradigmer og søger at beskytte paradigmets kerne med et tykt lag af yderligere evidens ('mainstream forskning'). Og på den anden side de langt færre, der ikke arbejder på at fylde yderligere evidens på det politisk korrekte paradigme, men borer i dets svagheder og fejltagelser for at finde nye og bedre svar ('banebrydende forskning').

Hvis det bare var så enkelt, ville det være helt indenfor naturvidenskabens klassiske erkendelsesmodel. Men straks et videnskabeligt paradigme opstår og har en vis samfundsrelevans, adopteres det af de politiske og bevilligende myndigheder. Dermed træder mere skræmmende mekanismer i funktion. Så ensrettes forskningsprogrammerne, og kritikere, der taler imod samtidens paradigmer, latterliggøres, forfølges og udelukkes fra at få forskningsstøtte.

UKRITISK MAIN-STREAM FORSKNING, SENSUR OG FORFØLGELSE

Der er mange historiske eksempler på fatale sammenhænge mellem ukritisk mainstream-forskning, ensrettet meningsdannelse, censur og magtdemonstration. I 17–1800tallet indtog Newtons bevægelseslove en nærmest inkvisitorisk magtposition. Især mens lord Kelvin gennem 40 år var formand for det britiske videnskabsakademi, Royal Society, tåltes ingen kritik af Newtons rent mekaniske tænkning. Naturhistorikere (dvs. geologer, palæontologer og biologer), der var tilhængere af geologen Darwins nye evolutionsteori, blev lagt for had og måtte tie med deres opfattelser, hvis de ville beholde deres stillinger og positioner i de lærde selskaber. Først da en af fysikernes

egne, Ernest Rutherford i 1903 ved hjælp af den radioaktive dateringsmetode viste, at Jordens alder ikke skulle måles i Bibelens få årtusinder eller i lord Kelvins få årmillioner, men – som Darwins teori forudsatte – skulle måles i mange hundrede millioner år, fik Darwin den anerkendelse han fortjente.

Darwins teori blev derefter det altdominerende biologiske paradigme, der også – uden Darwins hjælp – bredte sig til andre helt andre videnskaber, da f.eks. samfundsforskeren Herbert Spencer i begyndelsen af 1900tallet fandt på en sociologisk fordrejning af Darwins evolutionsteori. Darwins teori bygger på, at arters – ikke individers – tilpasning til vilkårene kan nedarves. Men modsat Darwin vandt Spencers socialdarwinistiske idéer om de enkelte individers konkurrence næsten enstemmig sympati i politik og litteratur. Denne fundamentalt forkerte 'darwinistiske' teori førte til en forestilling om politisk pligt til at værne det genetisk 'perfekte menneske' mod degeneration og opkomst af svæklinge. Kun et ringe antal af den vestlige verdens biologer, genetikere og læger turde modsige race- og socialhygiejnen og dens hårrejsende behandling af både sociale, mentale og politiske afvigere. Især i Skandinavien og USA førte det socialdarwinistiske paradigme til tusindtallige ufrivillige 'hvide snit' og tvangssterilisering af afvigere – og i Tyskland til direkte aflivning af hundredtusinder 'vanskabninger'.

Et andet vigtigt brud med 1900tallets mange forfejlede paradigmer var klimaforskeren Alfred Wegeners teori om kontinentaldrift. Wegener fremsatte sin teori i 1915, men blev øjeblikkelig udsat for latterliggørelse og stort besvær med at få ansættelse. Wegener talte dansk, men trods sine betydelige meriter som meteorolog, geograf og deltager på danske polarekspeditioner, blev han vraget som professor på Københavns Universitet. Først længe efter Wegeners død på Grønlands indlandsis - da man i begyndelsen af 1970'erne blev i stand til at undersøge oceanernes undergrund - indså man, at Wegeners teori i det store og hele var korrekt. Dermed blev pladeteknikken (teorien om kontinentaldrift og oceanbundsspredning) selv et altdominerende paradigme, som alle vor tids geologer må indordne sig under, hvis de vil gøre karriere.

Mange andre eksempler på paradigmebrud kunne fremhæves, hvor paradigmebruddene selv bliver til nye altdominerende paradigmer, der ikke må kritiseres, uden at kritikerne risikerer social udelukkelse, latterliggørelse og akademisk forfølgelse. Nu som før kan kun de allerfærreste forestille sig, at samtidens dominante teorier kan være delvist misvisende eller direkte forkerte. Men historien viser, at ethvert paradigme har sin tid, og at 'hovmod står for fald' og erstattes af et nyt hovmod.

LITTERATUR

- 1 J. Krüger 2016, *Klimamytene*, People's Press
- 2 M. Jødal 2017, *Miljømytene*, Klimarealistene



Stein Størlie Bergsmark

97 % KONSENSUS ER GALT

Påstanden om at det finnes en konsensus på 97 % om menneskeskapt global oppvarming blant klimaforskerne stammer først og fremst fra en artikkel av Cook mfl. i 2013 (1). Men artikkelen har graverende metodefeil. En etterprøving av innholdet i artikkelen viser utrolig nok at bare 0,6 prosent gir utvetydig støtte til utsagnet om at klimaendringene er menneskeskapt. Tidsskriftet der artikkelen ble publisert, har mottatt «Krav om tilbaketreking av grovt villedende artikkel».

KONSENSUS – HVA ER DET?

Det er viktig å klargjøre konsensusbegrepet i en klimasammenheng. Det er antakelig 100 % konsensus blant klimaforskerne, både de skeptiske og de andre, om følgende tre utsagn.

- Klimaet har endret seg de siste 140 år
- CO₂ er en drivhusgass som andre gasser i atmosfæren
- Økt konsentrasjon i atmosfæren av CO₂ har ført til oppvarming

Dette er imidlertid hva som kan kalles den «trivielle konsensus». Her er ikke tatt stilling til grad av eller alvorlighet av oppvarmingen. Dette dreier seg om en enighet om visse observerte klimaendringer og veletablerte fysiske sammenhenger. Den trivielle konsensus rommer heller ingen utsagn om hvor mye temperaturen skal ha økt pga. CO₂ eller hvilke konsekvenser dette måtte ha.

Det er heller ingen enighet om at den svake stigningen i CO₂ og temperatur som den vi har hatt de siste 140 år, er til skade for folk og natur. Mye tyder på det motsatte. Ledende klimaforskere peker på den minoiske og den romerske varmeperioden for 2 tusen år siden, da det var klart varmere enn i dag, og da sivilisasjon, kultur og jordbruk blomstret. Litt mer CO₂ i atmosfæren fører til økt plantevekst, som gir større matproduksjon til en voksende befolkning.

Det som ofte kalles standarddefinisjonen på global oppvarming fra IPCC, kan i forenklet form uttrykkes slik:

Mer enn halvparten av den globale oppvarmingen er menneskeskapt

Tolket strengt vitenskapelig betyr dette at 51 % eller mer av den globale oppvarmingen skyldes våre utslipp og andre forhold, som f.eks. avskoging. Få er klar over at dette vitenskapelig sett er et relativt svakt utsagn. Det innebærer at inntil 49 % av oppvarmingen kan ha andre årsaker.

Flere titusener av skeptiske forskere har signert petisjoner som går imot den rådende konsensus. Dette vet verken politikere eller allmennhet. Offentlig finansierte forskere vet det, men hevder feilaktig at alle kompetente skeptikere for lengst er tilbakevist. Men det betydelige antallet skeptikere er i seg selv mer enn tilstrekkelig til på det sterkeste å avvise påstanden om 97 % faglig

konsensus blant forskerne. Antallet skeptiske forskere vokser.

Cooks artikkel og spørsmålet om konsensus er irrelevante. Det som teller er det vitenskapelige grunnlaget. For en overveldende historisk klimarealitet, med store variasjoner i temperatur uten noen som helst samvariasjon med CO₂, perioder med høyere temperaturer enn i dag, isbreer som har smeltet og lagt på seg igjen, samt det ubestridelige faktum at klimamodellenes temperaturprosjeksjoner feiler, er tungtveiende klimafaglige argumenter mot en vitenskapelig konsensus som bygger på standarddefinisjonen.

INGEN ALARM PÅ GRUNN AV OPPVARMING

Det er satellittmålingene med sin gode globale dekning som gir det desidert beste bilde av Jordas temperaturutvikling (se figur 31.1). I henhold til satellittmålingene var «rekordåret» 2016 bare 2 hundredels grader varmere enn året 1998, og disse varmetoppene skyldes den varme havstrømmen El Niño, som varmer opp atmosfæren. Mellom disse to varmetoppene har det ikke vært noen statistisk signifikant temperaturstigning. Det er således ingen grunn til klima-alarm. Dette har klimamodellene ikke fanget opp. Det er det ferskeste bevis for at modellene feiler, og dette er dessverre ikke alminnelig kjent, heller ikke av våre politikere.

Ledende klimaforskere forteller hvorfor klimamodellene feiler (se Art. 29). Modellene har aldri vært gjenstand for den rigorøse verifikasjon og validering som er det normale i eksempelvis ingeniørvitenskapen. Det er velbegrunnet tvil knyttet til den fundamentale mangel på forutsigbarhet i det komplekse og ikke-lineære klimasystemet. Modellenes simuleringresultater utelater vesentlige elementer som er kjent fra, og som særpreger, de omfattende variasjonene i den godt dokumenterte klimahistorikken. Klimasystemet er foreløpig ikke tilstrekkelig forstått. Det vitenskapelige grunnlaget for konsensus er ikke tilstede.

FEIL I KLIMAMODELLER GIR FEIL POLITIKK

Feilaktige resultater fra klimamodellene brukes som grunnlag for å utforme politikk. Våre politikere er ute av stand til å fange opp og reagere rasjonelt på dette, for de får ikke tilgang til, eller de selv stenger seg ute fra, relevant og korrekt informasjon. En viktig grunn til dette er at det politiske miljøet er sterkt preget av meningspress og selvsensur. Enkelte politikere både i Norge og utenlands opptrer også som aktivister og for dem er myten om 97 prosent konsensus et viktig formidlingsverktøy. Myten blir en melding til legfolk om at det ikke er nødvendig å forstå vitenskapen. Andre har forstått, tolket og formidlet sannheten for dem.

LITTERATUR

- 1 S. S. Bergsmark 2017, *Hva betyr konsensus i klimasaken?* <http://www.klimarealistene.com/wp-content/uploads/2015/09/Konsensus-D.1.pdf>
- 2 Klimanytt 78, 2013, *Konsensus: Hvordan 0,3 % blir til 97 %*



Stein Størlie Bergsmark

GRØNT SKIFTE I NORGE

Våre politikere har latt seg inspirere av det tyske «Energiewende», som skjøt fart etter Fukushimaulykken i 2011. Da bestemte regjeringen i Tyskland at atomkraften skulle fases ut innen 2020.

La oss se hva dette hittil har ført til. Kostnadene fram til 2015 har vært på ufattelige 1 400 000 000 000 kroner, og de siste seks årene har det ikke vært noen signifikant reduksjon av verken kullforbruk eller CO₂-utslipp. Årsaken er at Sol og vind gir meget ustabil kraftproduksjon, slik at elforsyningen er helt avhengig av fossilt fyrte balansekraft. Satsingen har ført til at tyskerne har Europas nest høyeste strømpriser med rundt 300 øre/kWh, 11 prosent av husholdningene lever i energifattigdom, og nesten 400 000 fikk strømmen stengt i 2015 da de ikke kunne betale strømråningene. Samtidig har det vært en kraftig og vedvarende nedgang i Europas fornybarsatsing, investeringene har gått ned med 40 prosent siden toppen i 2011.

POLITISKE VEDTAK

Våre politikere har vedtatt at vi skal gjennomføre «Det grønne skiftet», og har iverksatt en rekke tiltak. Som i andre tilfeller er det fornuftig å evaluere disse tiltakene med hensyn til reelt behov, klimaeffektivitet og kostnadseffektivitet.

De samlede årlige norske utslipp fra fossile brensler er omtrent 55 megatonn CO₂. Norske skoger fanger opp omtrent 26 megatonn, men dette er det ikke «lovlig» å ta hensyn til. De største utslippene kommer fra vår olje- og gassvirksomhet, med 15 megatonn, som utgjør 27 % av totalutslippene, og nedbygging av denne næringen er en vesentlig del av Det grønne skiftet. Det er særdeles alvorlig at frontfigurer i miljøbevegelsen og i enkelte politiske partier går til harde angrep på den norske oljenæringen, og at de lykkes i å overbevise deler av folkeopinionen om at en ensidig nedlegging av norsk oljenæring er avgjørende for den globale klimautviklingen.

VIRKNING AV NORSK OLJE OG GASSPRODUKSJON

Vår velstandsutvikling de siste 40 år har vært helt avhengig av denne næringen, og dens økonomiske betydning kan ikke overvurderes, samtidig som den globale klimaeffekten er minimal. Med klimaeffekt mener vi her virkningen av eventuelle CO₂-kutt for et tiltak. Dette kan vi beregne ganske godt ved å bruke klimamodellen MAGICC Model for the Assessment of Greenhouse-gas Induced Climate Change). MAGICC har gjennom en årrekke blitt utviklet og forbedret av forskere ved National Center for Atmospheric Research med finansiering fra U. S. Environmental Protection Agency.

Dersom Norge kutter ut all olje- og gassvirksomhet, vil dette etter beregninger gjort med MAGICC føre til at den globale temperaturøkningen fram mot år 2100 vil bli redusert med 0,0004 °C. Samtidig vet vi at bransjens samlede utslipp er mindre enn utslippene fra ett enkelt av de store kullfyrte kraftverkene i Asia eller USA. Olje og gass vil bli solgt og brent så lenge det finnes kjøpere. Om Norge faser ut næringen vil leveransene bli dekket av andre land. Alle fornuftige folk forstår at enhver reduksjon av denne næringen vil være uten klimaeffekt.

KRAFTOVERSKUDD

Politikerne hevder også at Norge må produsere mer fornybar elektrisitet. Men Norge har allerede 109 % andel strømprduksjon fra fornybare kilder slik EU regner, langt over EUs snitt på 28 %. Dette betyr at vi produserer 9 % mer elektrisitet enn vi bruker selv. Norsk kraftproduksjon i 2016 var 149,5 TWh, opp med 3 % siden 2015. Samtidig eksporterte vi i 2016 16,5 TWh. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) forteller at kraftoverskuddet i Norden vil bli femdoblet fram mot 2030. Ytterligere fornybar strøm fra solceller eller vindturbiner vil i hovedsak føre til mer eksport, drevet fram gjennom subsidier betalt av norske strømkunder og skatteyttere. De fleste vil forstå at dette ikke er rasjonelt eller samfunnsøkonomisk forsvarlig. Vind- og solkraft svarer dessuten for 5–10 ganger mer CO₂ enn vannkraft, og koster langt mer.

VIND OG SUBSIDIER

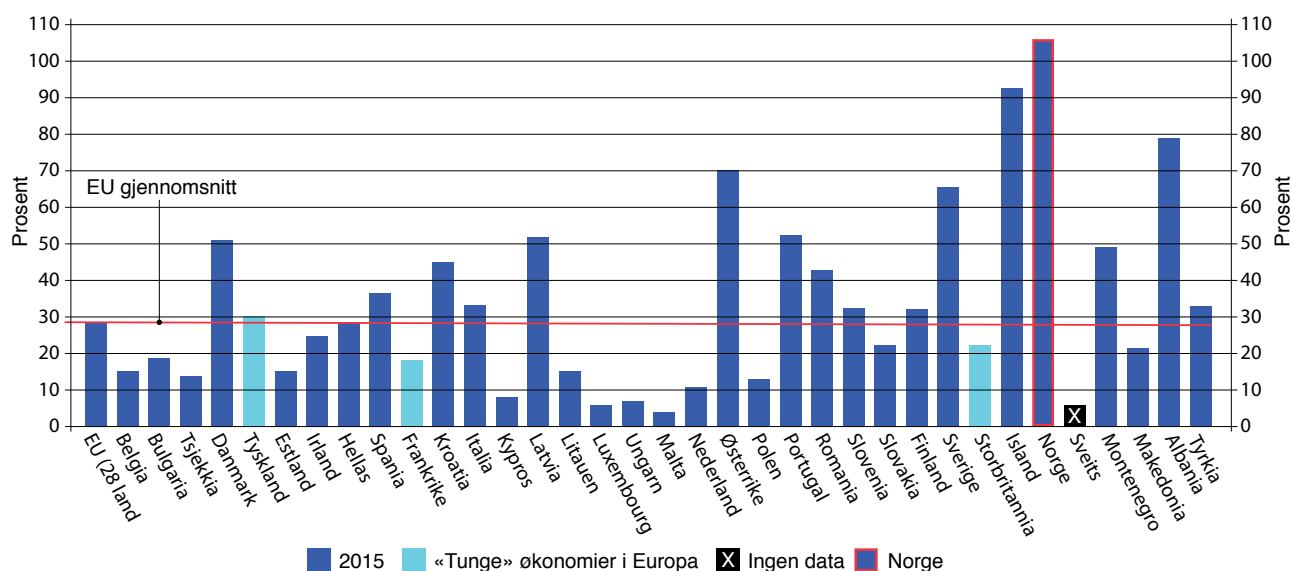
Etter knallhardt politisk press bestemte Statkraft seg for å bygge Fosen vindpark, som vil bidra til å øke krafteksporten og senke kraftprisen, samtidig som subsidiene vil beløpe seg til mer enn en halv milliard kroner per år i mange år framover. Om parken driftes og fornyes fram til år 2100 vil dette gi en temperaturreduksjon dette året på 0,00009 grader. Vindkraft i Norge betyr å flytte ulønnsomme prosjekter fra Sverige til Norge, og gir enorme permanente naturødeleggelser.

FORNYBARDEKNING

Når det gjelder den andelen av vårt totale energiforbruk som dekkes av fornybare kilder, har Norge et mål for 2020 om 67,5 prosent, mens vi i 2015 allerede var på 69,2 prosent. EUs mål for 2020 er 20 % og status i 2015 var bare 16 %. Norge ligger således 425 % over EUs gjennomsnitt, og det finnes ingen rasjonelle grunner til at Norge skal øke sin fornybarandel ytterligere. Dette er ikke produktivt og gir ingen klimagevinst. Økt bruk av skogsvirke til fjernvarme eller til biodrivstoff gir økte klimagassutslipp. Forbrenning av ved gir like mye CO₂ som forbrenning av kull, og det tar rundt regnet 100 år før tilvekst av norsk skogsvirke har absorbert den CO₂ som ble produsert under forbrenningen.

KOSTBAR ELBILSATSING

Norges svært kostbare elbilsatsing er uten global klimamessig betydning. Hvis man ser på et gjennomsnitt av beregninger foretatt på TØI og på NTNU, så vil 100 000 elbiler i Norge årlig spare inn CO₂ tilsvarende mindre enn 3 minutter ved år 2100, eller 0,0006 %, av verdens samlede utslipp. Tusendels prosent har kostet fellesskapet titalls milliarder. Ti tusen Tesla S har alene kostet fellesskapet omtrent 5 milliarder kroner i subsidier og tapte inntekter. Siden bare 5 % av verdens elbiler har blitt solgt i Norge, har vår kostbare og premature satsing vært uten betydning for teknologiutviklingen. Elbilen er heller ikke utslippfri. For Tesla S svarer produksjon av batteripakken for mellom 95 g og 175 g CO₂ per km beregnet per 100 000 km kjørelengde. Det siste tallet er fra en ny rapport fra IVL Svenska Miljøinstituttet. Med lading i henhold til varedeklarasjonen for norsk strøm fra NVE kan vi legge til ytterligere 50–100 g CO₂/km.



Figur 34.1. Andel elektrisitet fra fornybare kilder. Norge er selvforsynt og en stor eksportør. Norge ligger 400 % over EUs gjennomsnitt (rød linje), og det er vanskelig å forstå hvorfor vi skal produsere mer subsidiert elektrisitet for eksport.

ELEKTRIFISERING OG KARBONFANGST

Elektrifisering av feltet Johan Castberg vil bety reduserte statsinntekter på mellom tre og ti milliarder kroner og resultere i en redusert temperatur i år 2100 på omtrent 0,00003 °C. Men gass som ikke blir brent for kraftproduksjon på en plattform, blir eksportert, slik at utslippene blir bokført utenlands. Den globale effekten er identisk lik null.

Det skal satses på karbonfangst- og lagring. Et prosjekt utredet av Statoil vil spare 1,3 megatonn CO₂ per år. Kostnadene over 30 år vil bli anslagsvis 30 milliarder kroner og føre til en reduksjon i temperaturen i år 2100 på 0,000035 °C. Samtidig vet vi at prestisjeprojektet på Mongstad havarete med en prislapp på 8 milliarder kroner.

Forskerne har vist at om Parisavtalen overholdes av alle signaturstatene, vil dette redusere temperaturen i år 2100 med maksimalt 0,17 grader (etter IPCCs modeller). Om Norge kutter 100 % vil dette gi en reduksjon på 0,0015 grader i år 2100. Da forstår man at det ikke er nødvendig med store kutt hjemme. Fordi norske kutt er dyre og nærmest virkningsløse er det samfunnsøkonomisk rasjonelt å kutte mest mulig via kvotekjøp fra andre europeiske land, noe Parisavtalen gir full anledning til.

OPPRINNELSESGARANTIER

Opprinnelsesgarantier er en merkeordning for elektrisitet for å vise en strømkunde at en mengde kraft er produsert fra en spesifikk energikilde. I 2016 ble det utstedt 136 millioner garantier i Norge, svarende til 136 TWh, men bare 21 TWh ble utløst i Norge. Det betyr at 115 millioner garantier ble eksportert, noe som svarer til 77 prosent av den totale norske kraftproduksjonen.

Norskstrømforbruk var i 2016 ca. 130 TWh og forbruk uten garanti utgjorde 112 TWh. Dette betyr at 86 % av det norske forbruket var uten garanti. For dette forbruket gjelder varedeklarasjonen fra NVE, som angir 64 % fossil varmekraft, 22 % kjernekraft og 14 % fornybar kraft.

Dette betyr i praksis at vi har eksportert det meste av retten til den fornybare kraften vi produserer i Norge og at den største delen av det norske strømforbruket derfor er «skitten kraft». Rent fysisk har

ordningen ingen betydning for kraftflyten i nettet, så norsk forbruk er i realiteten fornybart. Men paradoksalt nok fører en slik «grønn» ordning til at store utslipp kan bli bokført i Norge.

Opprinnelsesgarantien er ekstremt lukrativ for norske strømprodusenter, og derfor ønsker ingen produsenter å opplyse om hva de tjener på ordningen. Men vi kan beregne at dersom garantiprisen var ett øre per kWh, så tok produsentene samlet inn 1,36 milliarder kroner i 2016. Var garantiprisen høyere, gikk inntektene opp tilsvarende.

LITTERATUR

Klimanytt med supplerende informasjon:

1. Klimanytt 87, 2015, *Biodrivstoff – en forbrytelse mot menneskeheten*
2. Klimanytt 113, 2015, *Klimaregningen*
3. Klimanytt 154, 2016, *Vindkraft i Norge: Unødvendig, ulønnsom og uten klimaeffekt*
4. Klimanytt 177, 2016, *Solstrøm som klimatilskott i Norge*
5. Klimanytt 178, 2016, *Biodiesel – mer forurensing og motorskader uten klimaeffekt*
6. Klimanytt 199, 2017, *Parisavtalen – medias faktasjekk om klima feilet totalt*

ETTERORD

Tar vi hensyn til

- at mindre enn 4 % av CO₂ i atmosfæren kommer fra fossilt brensel (Art.24),
- og at det ikke er vist eksperimentelt at CO₂ gjør luften varmere (Art.27),
- eller at «fingeravtrykket» mangler (Art 28),
- og at klimafølsomheten for CO₂ kan være en tidel av det IPCC hevder (Art. 26), så er de norske grønne tiltakene fullstendig meningsløse hvis de skal føre til global klimaendring (RED).



Ole Henrik Ellestad

IPCC – ET POLITISK ORGAN

FNs klimapanel, IPCC, er en politisk organisasjon, utnevnt av politikere for å gi politikere råd om klimatiltak. Til det etableres et system der de har kontroll over de vitenskapelige utredninger som skal ligge til grunn for og gi alibi for politiske tiltak. Opplegget har lite til felles med aksepterte prosesser innen vitenskapelige utredninger som eksemplene viser. Og det skiller seg lite fra tidligere frynsete gjennomganger av viktige tema for å skaffe vitenskapelig alibi for politiske beslutninger. Å gjennomskue dette er derfor en viktig samfunnsoppgave for å styrke det opplyste demokrati.

FNs klimapanel, IPCC, er nøkkelen til forståelse av klimaalarmismen og dens mange uvitenskapelige fasetter. Gjennom et århundre har hypotesen om at CO₂ styrer klima blitt eksponert og revurdert gjennom flere sekvenser uten å bli akseptert i det vitenskapelige miljøet (1). Senest på en klimakonferanse i Princeton i 1955 ledet av den legendariske John von Neuman med deltagelse fra datidens ledende atmosfærefysikere og meteorologer var det kun ett foredrag knyttet til CO₂. Det var for mange uoverensstemmelser med grunnleggende teorier uten støtte fra observasjoner over tid. I 1960–70-årene var World Meteorological Organization (WMO), fagmiljøene og det politiske miljøet i Russland og USA mest opptatt av den pågående globale avkjøling (mens CO₂ steg!), kanskje innledning til en ny Lille istid, slik Newsweek illustrerte sin forside.

Samtidig bidro 'klimaguruen' Hubert Lamb til en mer helhetlig klimaforståelse basert på naturlige periodiske variasjoner i sentrale regioner. I 1980-årene var flere faggrupper med de ledende klimaforskere på sporet av ulike systematiske endringer som gjennom forskning er bedre forstått, og i dag fremstår tydeligere og er omtalt i dette hefte (Art. 10, 4, 19, 22).

Det var folk med forankring i sterkt forenklete og utilstrekkelige beregningsmodeller som reaktiverte CO₂-hypotesen gjennom 1980-årene (Art. 29, 30). Brundtlandrapporten konkluderte alt i 1987 at den pågående oppvarming fra 1977 var menneskeskapt basert på modellberegningene. For Margareth Thatcher var CO₂-hypotesen velegnet i kampen mot kullgruvearbeiderne og som støtte for miljøpolitikk. Hun var en av pådriverne for å etablere IPCC i 1988 (i sin bok 15 år senere tar hun avstand fra 'CO₂-hypotesen' og IPCCs dominerende rolle). Senere ble Al Gore/Clinton-administrasjonen en drivende kraft. I de påfølgende år har IPCC dominert politikken og mediene med sitt skrekkskappende CO₂-budskap, aktivt sekundert av miljøorganisasjonene. Men IPCC har måttet demtere en rekke alarmerende konklusjoner og utsagn etter 'toppen' i 2007 uten at dette reflekteres av media og politikere.

IPCC profileres som en vitenskapelig organisasjon som skal dekke hele klimafeltet med verdens beste klimaforskere der kun de ypperste vitenskapelige resultater legges til grunn. Realiteten er helt annerledes: En politisk oppnevnt organisasjon med mandat om å belyse menneskeskapte klimaendringer og fremme

anbefalinger for politikere. De velger selv sine forskere basert på nasjonale myndigheters anbefalinger, til å gjennomgå den foreliggende litteratur ca. hvert 6. år med enkelte mellomliggende mindre rapporter. De ledende forskere har anledning til å knytte til seg foretrukket tilleggseksperter. FNs krav til fordeling av kjønn og nasjonal representasjon svekker kompetansen.

Først lanseres et 'Summary for Policymakers' (SPM) på 30–40 sider i en hovedlansering med fullt medieopplegg. Etter måneder lanseres de underliggende fagrapporter med fysikalsk beskrivelse av klima, effekter og tiltak som da skal være brakt i overensstemmelse med konklusjonene i SPM. Helt til slutt kommer en synteserapport. Myndighetsrepresentanter deltar og interfererer i de formelle vitenskapelige prosesser, spesielt i det viktigste, SPM. Ingen vitenskapelige prosesser har slike opplegg. Likevel er det på flere viktige tema store forskjeller mellom faglige detaljer dypt inne i rapportene og SPM. Men SPM er politikernes rapport til seg selv sekundert av utvalgte forskere og søkt gitt et vitenskapelig alibi gjennom de pseudovitenskapelige prosesser før den formidles i media og legges til grunn for politiske beslutninger.

En kritisk gjennomgang av organisasjonen i 2010 beskriver subjektive preferanser med sterk representasjon av World Wildlife Fund (WWF), liknende miljøorganisasjoner og samfunnstiftelser i fagkomiteer. Bruk av enkelte 20-åringer uten formelle vitenskapelige kvalifikasjoner i sentrale rapporteringsfunksjoner er uhørt. Likeså er utelukkelse av ledende forskere innen feltet. Sentrale vitenskapsmenn er ikke forespurt, har avslått deltagelse eller har senere trukket seg fra arbeidet (2, 3, 4).

IPCC var etter sin etablering i 1988 raskt ute med å hevde at menneskeskapte utslipp av drivhusgasser dominert av CO₂ var ansvarlig for oppvarmingen og medførte unikt høy temperatur, oppvarmingshastighet og etter hvert en hel serie med alarmerende effekter om vær, helse, biologiske forhold mm. Dette er helt i tråd med mandatet, men påfallende fordi den rådende vitenskapelige holdning i de ulike fagdisipliner var at klimaendringene og tilhørende effekter, nå som i historisk tid, domineres av naturlige variasjoner. Man fant heller ikke noe holdbart signal i observasjonene av økte temperaturer ut over det som var kjent fra naturlige observasjoner (det gjelder fremdeles). Problemet var fundamentalt mellom vitenskapsmennene selv om det ikke ble profilert offentlig.

Allerede i 1995-rapporten ble den vitenskapelige hovedkomité satt på sidelinjen da ledelsen endret sin konklusjon om at: «Enhver konklusjon om betydelig menneskeskapt påvirkning ville forbli kontroversiell inntil antall naturlige variasjoner var redusert betydelig» til at: "Den menneskelige påvirkning var merkbar (discernible)". Veldokumenterte pålegg om en rekke betydelige endringer kom etter påtrykk fra Det hvite hus der Al Gore trakk i trådene (5). Allerede kort tid senere ble konklusjonen benyttet av USA som underlag for politiske klimaforslag. Til tross for stadige utsagn om at dette ikke skulle skje igjen, er deltagelse fra myndighetene en formell del av rapporteringsprosessene. Senest

i 2014-rapporten trakk den velrenommerte professor Richard Tol seg fordi sentrale EU-land og Norge intervenerte for å skjerpe omtalen til mer alarmerende effekter.

Senere ble IPCC skjemmet av ytterligere vitenskapelige skandaler. Før Kyotoavtalen i 1998 'fant' Benjamin Santer og medarbeidere (han var ansvarlig for kapittelet som ble endret) endelig den teoretisk predikerte 'hot spot' oppe i troposfæren over tropene, slik beregningene viste (Art. 28). Men 'beviset' forsvant da man senere, men for sent i forhold til Kyotoprotokollen, avslørte at 'oppvarmingen' skyldes at deler av temperaturserien var utelatt. I 2001 kom skandalen om den famøse 'Hockeykurven' med flate, historiske temperaturer frem til dagens stigning. Den eliminerte de velkjente historiske variasjoner som Middelaldervarmen og Den lille istid og ble senere karakterisert som 'a shame for science' (6, 7, 8).

Nedturen ble forsterket av hendelser som 'Climategate', de mange tusen eposter og dokumenter som ble lekket høsten 2009. De viste at ledende forskere som dominerte IPCCs rapportarbeid, var involvert i systematisk uvitenskapelig påvirkning av vitenskapelige journaler, 'peer review'-prosesser, promotering av egne arbeider til tross for medvitende om deres svakheter, motarbeiding av alternative syn og uakseptabel forvaltning av viktig datamateriale. De uttrykte entydig seg imellom at beregningsmodellene var kritisk dårlige, men underslo dette i de vitenskapelige offisielle rapporter der de samme modellene er hovedbasis for konklusjoner og fremtidsscenarioer som politikere legger til grunn for sin beslutninger. Likeledes var det flere åpenbare feilrapporteringer om f.eks isbreers forsvinning i Himalaya basert på spekulasjoner i et klatremagasin ('Himalayagate'), effektiv desinformasjon fordi det berørte ca. 1,5 milliarder mennesker. Tørken i Sahel er del av en periodisk ca. 60-års variasjon, Amazonasskogene skulle forsvinne, og Sternrapporten berettet feilaktig om enorme kostnader fra skader fra klimaendringene. Påfallende 'glemsel' om varmeperioden rundt 1930-årene som viste liknende variasjoner som i dag i arktiske områder, er av de groveste. Grønland var i motfase, med global oppvarming over flere tiår til tross for samme CO₂-mengde (Art. 5). Antarktis viste mer sjøis og ble litt kaldere (Art. 10 og 15), men stadig fremstilt som del av oppvarmingen.

Evalueringen av IPCC tvang seg frem i 2010 etter 'Climategate', men ble begrenset til selve organisasjonens arbeid. Selv om den ble gjennomført av en organisasjon 'på parti med IPCC', var den sterkt kritisk og påpekte mangelfulle vitenskapelige prosesser og behandling av alternative teorier (10), behandling og formidling av usikkerhet samt sammenblanding av roller, vitenskap og politikk. Dette forklarer de mange brudd på vitenskapelige spilleregler, uvitenskapelige konklusjoner og anbefalinger i «Summary for Policymakers» (SPM). En selvstendig og fri vitenskapelig prosess ville hatt helt andre fremstillinger og konklusjoner. 'Løfter' om forbedring var bare retorikk.

IPCCs 'ikoniske' hovedkonklusjon er at: «mer enn 50 % av klimavariasjonene er menneskeskapt. Sannsynligheten for dette er økt fra 66 til 95 %». Det er påfallende at økt sannsynlighet har funnet sted i en periode der global middeltemperatur har flatet ut (IPCC 2014). Enda mer påfallende er det at 95 %-tallet manifesterer seg i media og blant politikere som om alle

klimaendringene er menneskeskapt. En hendig forveksling. Og mens IPCC omtaler at de ikke har noen forklaring på utflatningen, så fremstilles det som om 'science is settled' og 'konsensus' (Art. 33).

I de siste rapporter har IPCC i realiteten dementert en rekke tidligere alarmerende utspill om de viktigste effekter, inklusive bidraget fra drivhusgasser. Den anerkjente Richard Tol publiserte en metastudie i 2014 at en oppvarming inntil 2,2 °C ville bli til fordel for fattig og rik på kloden, dvs. til ca. år 2200 om IPCCs hovedscenario legges til grunn. Vi er på vei inn i en ny Liten istid, om klodens historiske, periodiske variasjoner videreføres med en svakere Sol (figur 2.2). Videre viser utflating av global middeltemperatur i nær 18 år og 7 mnd. (IPCC 2013 samt tillegg) at beregningsmodellene ikke kan forklare observasjonene. Likevel dominerer de IPCCs konklusjoner og politikernes beslutninger. Global middeltemperatur stiger med bare ca. 0,5 °C per århundre midlet over de siste 165 år (Art. 1, 2).

Således er det påfallende at klima ikke skiller seg fra andre tidligere feilaktige vitenskapelige konklusjoner benyttet av myndighetene: Sur nedbør og skogdød, klorfluorkarbonstoffer (KFK) og ozon-hull, deler av kjønnsforskning, helse og kosthold og til dels annen oppdragsforskning som skal gi vitenskapelig alibi til ønsket politikk. Hva kan nå egentlig den politikken være? For tiltakene mot CO₂ bidrar minimalt til å påvirke klimaendringene, som i tillegg er positive for kloden. Tiltak får bare effekt om de retter seg mot naturlige variasjoner - nå som før.

LITTERATUR

1. Klimanytt 194, 2017, *Drivhuseffektens historikk – CO₂ har liten effekt*
2. D. Laframboise oversatt 2012, *Den oppblåste tenåring – som ble tatt for å være verdens topp klimaekspert*, Klimarealistene
3. D. Laframboise 2013, *Into the Dustbin*, Ivy Avenue Press, Port Dover, Canada
4. Klimanytt 83, 2014, *Klimapanelets uvitenskapelige arbeidsmetoder*
5. A. W. Montford 2010, *The Hockey Stick Illusion, Climategate and the Corruption of Science*. Stacey International, London
6. E. Wegman 2006, *US Congress Report*
7. *Questions Surrounding the Hockey Stick*. House Hearing 109 Congress, July 27, 2006 serial No 109–128
8. <https://climateaudit.org/multiproxy-pdfs/>
9. Klimanytt 180, 2016, *FNs FAO med klimaforskning slik det skal utføres*
10. <http://reviewipcc.interacademycouncil.net/report.html>



Politikerene etablerte IPCC som sitt organ, og følger dets anbefalinger, som i realiteten er deres egen konsensus innen FN-systemet gitt en pseudovitenskapelig innpakning. Parisavtalen er en markedsføring av en politikk, men åpner også for en retrett. Rapportering om landenes frivillige utslippsmål er eneste forpliktelse. Dersom de nå vil temperaturen i år 2100 bare reduseres med ca. 0,2 °C – uten praktisk betydning for klima og samfunn.

IPCC har gjennom United Nations Climate Change Conferences (COP) anbefalt å redusere utslipp av klimagasser, særlig CO₂, med et idealistisk mål om å stabilisere mengden på preindustrielt nivå. I praksis er dette lite realistisk. Norges mål er en del av EU-samarbeidet. Innen EU er det betydelige motsetninger. Når en av hovedpådrivene, UK, nå skal melde seg ut, forventes endringer i de vedtatte dokumenter. Tiltakene spenner over effektivisering, fornybare energiformer (vann, vind, Sol, bio), kvotekjøp fra land med lavere kostnadsnivå, separasjon og lagring av CO₂, overgang til el-biler (hydrogen?), økt kollektivtransport, sykkelstier mm. I tillegg innførte man fordeler for dieselbiler (lavere utslipp per kjørt kilometer og muligheter for iblanding av biodiesel i større omfang), men dette ble allerede etter 8 år endret til favorisering av bensinbiler grunnet mindre forurensning. De enkleste tiltak er allerede igangsatt. Videre tiltak griper stadig sterkere inn i samfunnsaktivitetene og blir mer kostbare.

I tillegg arbeider de ekstreme klimamiljøer, godt sekundært av mediene, aktivt for å redusere kvotekjøp og ta større CO₂-kutt i Norge samt gradvis avvikle vår petroleumsvirksomhet. Et urealistisk standpunkt i global sammenheng fordi sol- og vind energi i dag utgjør bare ca. 2 % av energiforbruket. Petroleum vil derfor forbli en nødvendig handelsvare for alle land i verden. Selv ikke med fremtidige sikre kjernekraftsystemer for produksjon og lagring forventet om noen tiår, vil el-tilgangen bli tilstrekkelig.

Politikernes alibi er IPCCs 'vitenskapelige' konklusjoner og anbefalinger, organet de selv har utnevnt og samarbeider med. Ingen av IPCC-skandalene, de mange vitenskapelige feil, avvik fra observasjoner eller dementier av alarmerende utsagn synes å gjøre inntrykk på den politiske eller forvaltningens 'elite' (1). Førre-var prinsippet anvendes til tross for at det i de siste 600 millioner år har vært manglende systematisk sammenheng mellom CO₂-mengde og temperatur, til tross for over 15 ganger så mye CO₂ – naturens egen nøkkeltest (figur 3.4). Det toppe seg ved at politikere velger å følge spådommer fra de utilstrekkelige beregningsmodellene som i IPCCs egne fagrappporter omtales som «et kaotisk ikke-lineært system som ikke egner seg for prognoser». Det hjelper heller ikke at en av verdens ledende eksperter på prognoser påpeker at IPCCs materiale bare tilfredsstillende ca. 10 av 88 faktorer som bør være oppfylt for gode prognoser (2).

Manglende vilje til å sette seg inn i alternativene kom tydelig til uttrykk da Fritz Vahrenholt, en av stifterne av 'Die Grünen' i Tyskland, medlem av SPD, tidligere miljøvernminister i Hamburg, professor i kjemi, direktør for Tysklands energikonsern (med de største vindkraftverk) RWE og tidligere IPCC-tilhenger og ekspertkommentator, holdt foredrag i Universitetets gamle festsal en fredag formiddag i juni 2012. Media og stortingsrepresentanter var invitert. 300 m fra Stortinget skulle han fortelle om sitt syn

på hvorfor han hadde skiftet standpunkt og nå mente at naturlige variasjoner med Solen som 'anfører', dominerte klima (3). Bare tre politikere fra FrP og en journalist fra ABC-nett møtte opp. Sistnevnte skrev ikke nevneverdig om Vahrenholts begrunnelse, men om andre forhold. Det viste klart medias og politikeres manglende vilje til og ønske om, å få et innblikk i alternative syn fra en som hadde det meste av erfaring på begge sider av 'gjerdet'.

Inntrykket forsterkes ved stadige bruk av de uholdbare gjengangene om at «science is settled» og at det er konsensus blant vitenskapsmennene (97 %) om at klimavariasjonene er menneskeskapte (Art. 33). Videre foreligger feilinformasjon om selve drivhuseffekten i stortingsdokumenter; der havnivåstigningen i Norge ble angitt av 'eksperter' til over 60 cm frem mot år 2100, mens landet faktisk hever seg (se Art. 13). De få høringene er faglig summariske uten paralleller til Den amerikanske kongressen og Det britiske parlamentet som slipper til eksperter med ulike syn.

Pengeoverføringer til utviklingslandene har hele tiden vært viktig og videreføres i Parisavtalen med 'grønt fond' på 100 milliarder dollar årlig – helt nødvendig for landenes aksept av Parisavtalen (4). Avtalen er basert på frivillig bidrag til CO₂-reduksjon. Dersom alle bidragene innfris, vil temperaturen bli redusert i år 2100 med kun ca. 0,2 °C, beregnet av både Bjørn Lomborgs Copenhagen Consensus Center (nevnt som en verdens 100 viktigste tenkere) og MIT i USA. Avtalen har således ingen betydning for klima, men kan sees som et redskap for å opprettholde det politiske momentum, en retrettmulighet for politikere etter at IPCCs CO₂-hypotese er forfeilet, og en form for overføring av bistandsmidler til utviklingsland. Neppe den mest effektive bistand og gitt på falske og dermed udemokratiske premisser.

Obamas klimaagenda manglet forankring i Kongressen. Han ga myndighet til Environmental Protection Agency (EPA) og brukte Parisavtalen som internasjonalt press for å motvirke innenrikspolitisk motstand. Den vestlige verden sammenblender taktisk miljø og klima. EPA skal nå konsentrere seg om miljø, og USA er ute av Parisavtalen. Det betyr lite for klima, men er svært negativt for det 'grønne fondet'. Sentrale Brexit-politikere har liten tillit til IPCC.

Imens planlegges eller bygges over 2000 kullkraftverk. Verden tror ikke på IPCC-hypotesen. Det er på sin plass å sitere Albert Einstein: «Blind tro på autoriteter er sannhetens verste fiende».

LITTERATUR

1. Klimanytt 201, 2017, «Javel Statsminister» parodierer myndighetenes klimapolitikk
2. K. Green & J. S. Armstrong 2007, *Global Warming: Forecasts by Scientists versus Scientific Forecasts*, Energy and Environment, 18
3. F. Vahrenholt & S. Lüning 2012, *The Neglected Sun*
4. Klimanytt 135, 2015, *Parisavtalen – historisk, men klimahistorieløs*



Kringkastingssjefen uttalte på TV2 ved Nybetkanalens 10-års jubileum at NRK skulle være som et orkester i samfunnet – formidle de ulike samfunnssyn på en balansert måte. NRKs nyhetsredaktør uttalte en måned tidligere at «når den absolutt største majoriteten av forskningsrapporter konkluderer med at (klima)endringene er menneskeskapte, er det viktig å ikke å fremstille det som om forskningen er delt». Ikke ett ord om at bevilgninger og muligheter for medieeksponering kun går til dem som støtter IPCC.

Men vitenskapen er langt mer nyansert. Jeg har ikke sett at media har referert til eller anmodet om informasjon fra de 2 500 sider med gjennomgang av 'peer review'-artikler som er publisert av Nongovernmental Panel on Climate Change (1), et panel som gjennomgår og vektlegger naturlige variasjoner. Selv ikke IPCCs mange dementier av alarmerende budskap og de mange skandalene endrer deres syn. Det samme gjelder Aftenposten og de fleste aviser. Medienes brede enighet tyder derfor på en koordinert regi (2).

Det er likevel et langt stykke fra å neglisjere informasjon om de naturlige variasjoner til å legitimere og sogar nøre opp under den utstrakte bruk av hersketeknikker, bevisste utelatelser av viktig informasjon og de nevnte feil, skandaler og dementier for å støtte definisjonsmakten. Medieinstitusjonene har videreført dette til en agendapreget holdning for også å diskreditere aktører som via Internett formidler de mange alternative syn forankret i den internasjonale forskning om naturlige variasjoner (1), og verdens mest leste klimaweb, WUWT (3). Sveking av IPCC-opponenters renommé ved personlig sjikane, nedvurdering av kompetanse og udokumenterte påstander om vikarierende politiske motiver, går langt ut over det å utelukke. Prisen har vært å måtte akseptere en del korte svarinnlegg med grunnlag i tilsvarsretten, mens gevinsten har vært å så tvil om motstandere og at kompetente oppo- nenter unnviker den offentlige debatt.

Det er således feil at IPCC-opponenter dominerer mediene slik det ofte hevdes. En slik påstand ble undersøkt på nettstedet forskning.no i 2008, hele 87 % med støtte til IPCC(4) (ifølge redaktøren Erik Tunstad). En masteroppgave basert på store norske aviser (oktober 2007 til mars 2009) viste at bare 8 % var IPCC-kritisk (4). Mulighetene for å informere faglig om de naturlige variasjoner har bare forekommet unntaksvis siste 30 år ut over kortere svarinnlegg gjennom tilsvarsretten. Slik praktiseres §100 i grunnloven om plikt til å informere bredt i viktige samfunnsprosmål.

NRK har også et ansvar for folkeopplysning. De mest grelle eksemplene er de manipulerende programmene der man starter med saklig pro et kontra for så, helt feilaktig, å manipulere programmet mot støtte til IPCC i den resterende delen. «Hockeykjølla» gikk seirende ut av et slikt program. Likeså ble satellittmålingene for temperatur diskreditert relativt til bakkemålinger, mens det er åpenbart at satellitter dekker klodens overflate suverent best, med omtrent samme måleusikkerhet, men med langt mindre påvirkning fra byoppvarming (UHI se Art. 8) enn bakkemålingene og bedre dekning i kaldere og fjernliggende områder. Det kan trekkes mange paralleller til BBC om valg av program, godt beskrevet i en analyse (5). NRK har vist flere av de samme programmene

fremstilt som objektive, men de er produsert av aktivister med en pro IPCC-agenda.

Også «Verdt å vite» (i dag Ekko) har promotert primært antropogene årsaksforhold tildels i en manipulerende form. Yr.no har etablert seg som en av IPCC-leirens markante støttespillere i valg av tema såvel som form. Virkemiddelet er notorisk omtale av utvalgte vær fenomener (lokale varmeperioder og uvær) som støtte for IPCC-leiren og med autoritetsbygging ved å intervju tilstrekkelig mange tilhengere på bekostning av kunnskap. Verdibørsen benyttet den gamle AKP-ML-formann Pål Steigan som bidragsyter til å belyse klima. Wikipedia har lenge vært dominert av IPCC-leiren, der over 5 000 innlegg er avvist eller omredigert med klar profilering av IPCCs syn (6).

IPCC-rapport 2012 om ekstremvær som konkluderte med at ekstremvær ville bli dominert av naturlige klimavariasjoner de neste 20–30 år, ble ikke omtalt i Norge (7). Likevel har ekstremvær knyttet til menneskeskapte klimaendringer vært dominerende tema i tiden etterpå sammen med det feilaktige konsensusargumentet. Dette til tross for at ekstremværstatistikken for Norge fra 1994 ikke viser økende tendenser (Art.17). Og alle naturlig varme El Niño-år (Art.10) fremstilles som del av den påståtte menneskeskapte oppvarmingen.

Norske medier omtalte ikke 'Climategate' og fortsatte som før eller snarere enda mer ensidig. Men etter Climategate er internasjonal presse mye mer differensiert og nyansert. Norske medier har heller ikke referert fra faglige høringer i UK-parlamentet og USA-kongressen der partenes syn blir fremstilt. De nye realiteter og saklig informasjon om naturlige variasjoner er en sannsynlig årsak til at bare ca. 25 % av britene i en BBC-undersøkelse i februar 2009 mente at CO₂-økningen var hovedårsak til «oppvarmingen». Da nærmer man seg det politiske «grunnfjellet» for politisk støtte uansett vitenskapelig refleksjon. 25 % er også Gallups 2016-tall for oppslutning i Norges befolkning om klimaendringenes betydning som en av de tre viktigste samfunnsutfordringer (3.plass). Og da kan man føye til at folk svarer positivt i større grad enn deres egentlige syn skulle tilsi på slike spørsmål. I en internasjonal undersøkelse i flere land var Norge blant de land med minst tro på alvorlige menneskeskapte klimaendringer (8). Debatten i USA er godt behandlet i (9), manipuleringen av Wikipedia i (7).

LITTERATUR

1. Klimanytt 186, 2017, *Nongovernmental Panel on Climate Change, NIPCC*
2. Klimanytt 185, 2017, *Klima, media og sensur*
3. <https://wattsupwithbit.com>
4. K. Duarte 2012, Hovedoppgave Universitetet i Bergen
5. C. Booker 2011, <https://www.thegupf.org/images/stories/gupf-reports/booker-bbc.pdf>
6. Klimanytt 166, 2016, *IPCC-leirens manipulering av Wikipedia*
7. Klimanytt 165, 2016, *Manipulert klimaformidling*
8. <https://www.thegupf.com/most-europeans-and-23-of-britons-reject-ipcc-climate-consensus/>
9. C. Horner 2008, *Red Hot Lies*, Reg. Publ.Wash.DC, USA



Ole Henrik Ellestad

NORSK KLIMAFORSKNING

Norsk klimaforskning er, slik den profileres, ensidig innrettet mot menneskeskapte forhold. Beklageligvis, fordi vårt klima såvel som Arktis gjennom historien er markant påvirket av kjente naturlige variasjoner med NAO, AMO og Solen (Art. 10, 21 og 22). I stedet for kunnskap gunstig for planlegging av en rekke virksomheter, lærer kommende forskergenerasjon at det lønner seg å vrake veletablerte forskningsprinsipper som har brakt samfunnet fremover i århundrer.

De strategiske, myndighetsstøttede norske forskningsmiljøer, som klima-, miljø- og naturforvaltningsinstituttene, er ensidig innrettet for å støtte IPCC-hypotesen i klimaspørsmål og får betydelige midler. De går bl.a. til overvåking og innsamling av data som heldigvis også kan benyttes i arbeider som støtter naturlige klimavariasjoner. Størrelsesorden på klimainstituttene er rundt 80 mill kr. for Bjerknessenteret i Bergen og rundt 70 millioner kr for CICERO i Oslo, som ble opprettet i 1990 med formål å studere menneskeskapte klimaendringer. Formålsparagrafen ble taktisk endret i 2004 til klimaendringer generelt uten noen praktisk konsekvens for de rundt 65 ansatte. Senest sensommer 2010 uttalte deres direktør at «det eneste IPCC har gjort feil, er 'Himalayagate', som bare er tre av 3000 rapportsider». Lite er endret, nå med politikeren Kristin Halvorsen som leder. CICERO og Bjerknessenteret har også vært fanebærere og forsvarere av den famøse «Hockeykølla» og formidler ikke balanserte forskningsresultater eller IPCCs mange dementier.

Forskningsrådet etablerte i 2004 klimaprogrammet NORKLIMA som fikk 100 mill. kr. årlig frem til 2013. Det mangeårige programmet CLIMIT om teknologier for separasjon, håndtering og lagring av CO₂ hadde et budsjett på 100 mill kr for 2010. Forskning for miljøvennlig energi hadde ca. 150 mill per år, men retter seg primært mot andre teknologier enn de som involverer CO₂. Til sammenlikning har et ordinært miljøprogram kun 80–100 mill per år. Betydelige kostnader har gått med til å utvikle datamaskinkapasitet. Simulering av klima har perindevis beslåglagt opp mot halvparten av tungregnekapasiteten. I tillegg kommer prosjektbevilgninger innen ulike fagområder og programmer som i større grad innrettes mot klimarelaterte problemstillinger inklusive flere EU-prosjekter. Bevilgningene kan variere en del over år. Når all virksomhet tas med, forskere lønnet av institusjoner inkludert, vil det samlede årlige beløp være i størrelsesorden 700 millioner kr.

I 2012 ble NORKLIMA-programmet evaluert. Det var innsigelser og forbedringsforslag. Viktigst var at forskning om naturlige variasjoner burde finansieres, en nesten selvfølgelig anbefaling fordi vær og klima i vår sone domineres av periodisk varierende vindfenomen (NAO) og Golfstrømmen (del av AMO: Art. 10). Kunnskap om disse ville ha betydning for langsiktig planlegging av aktiviteter innen ulike deler av primærnæringene såvel som en rekke andre virksomheter inklusive fritids- og turistbransjen. Anbefalingen er ikke tatt til følge.

Norge deltar også med innsamling av oseanografiske data fra Golfstrømmen (utenfor Svinøy ved Måløy fra 1996) og deltar i prosjekt med over 20 målestasjoner i Nordishavet. Den korte dataserien fra Svinøy refereres jevnlig, men påfallende nok er det taust om målingene utenfor Skottland og Kola fra år 1900. De viser periodiske variasjoner som bare antydes i Svinøydataene. Også målestasjonene i Nordishavet viser betydelige variasjoner helt ned til 600–1000 m (Kap. 10). I 2009 konkluderte prosjektleder at isvariasjonene i arktiske havområder var dominert av oseanografiske variasjoner. Uinteressant for det norske folk ifølge instituttene, sentrale forskeres og medias regi. Norsk Polarinstitutt underslår de periodiske isvariasjonene og tidligere varmeperioder (eks. 1920–50) med sterk variasjon av ismengdene. Norges delegasjon ønsket også å fjerne referanser til de varme 1930-årene i IPCCs 2007-rapport.

Den norske forskningsinnsatsen på klimafeltet er preget av dogmer og politikk som skal støtte opp under IPCC-hypotesen. Institusjoner som profilerer alternative syn ligger svakt an i tildeling av bevilgninger. Derfor er det også en betydelig kollegial holdning fra dem som støtter teoriene om dominerende naturlige variasjoner og ikke får bevilgninger om ikke å ødelegge for kolleger.

Vitenskapen er satt kraftig tilbake innen klimafeltet. Richard Feynman uttalte det bærende vitenskapelige prinsipp slik: «Det spiller ingen rolle hvor god du er, eller hvor god teorien din er. Så lenge den ikke stemmer med eksperimenter eller med observasjoner er den feil. Det er alt». Norsk klimaforskning har en dominerende innretning mot å akseptere resultatene fra en beregningsmodell som ikke er verifisert og som ikke stemmer med observasjoner (Art. 29–31). Lemfeldig og uvitenskapelig bruk av kurvetilpasning har lite med seriøs vitenskap å gjøre. Det samme gjelder for et utall av modeller som IPCC-leiren benytter i sine mange utspill, som ikke er verifisert, men gir det resultatet de er programmert for.

Dette er 'forskningsverdenen' unge forskere arbeider i, med 'cherry picking' av ønskede resultater og stadige justeringer av observasjoner så de passer bedre med modeller. Og de erfarer at uvitenskapelig virksomhet gir resultater i form av raskere anerkjennelse og forskningsmidler. Selvrealisering i et kortsiktig politisk perspektiv har vunnet over realisering av de vitenskapelige prinsipper. Det syndes også mot Karl Poppers prinsipp om primært å adressere de kritiske forhold i en teori for å teste dens gyldighet.

CO₂-hypotesen har også en dominerende plass på skolenivå. Lærebøkene er ren indoktrinering med forklaringer som selv IPCC har dementert, men som lærerne er pålagt å formidle. Systematisk ensretting er gjennomført også hos sentrale bidragsytere som leksika, med Store norske leksikon i spissen. Selv etter avsløring av omfattende, uakseptable manipulasjoner og ensretting i Wikipedia for noen år siden, er de etter kort tid tilbake på samme manipulerende sporet.

LITTERATUR

1. Klimanytt 166, 2016, *IPCC-leirens manipulering av Wikipedia*



Ole Henrik Ellestad

KOSTNADER VED NORSKE KLIMATILTAK

Anslagsvis 30 milliarder årlig medgår til klimafeltet. I tillegg kommer investeringer over år som kommer opp i rundt 70 milliarder kr. Flere tiltak påvirker miljøet negativt. Reduksjon i oljeaktiviteten er å sage av grenen man sitter på, til marginal nytte for klima og få fordeler på våre breddegrader.

Det formidles stadig vekk, også fra leder for Lavutslipputvalget, Jørgen Randers, at kostnader til klimatiltak er små, og det vil bli mye dyrere å vente. Bjørn Lomborg og flere organisasjoner hevder tvertimot at det vil være mer effektivt og vesentlig billigere å takle eventuelle problemer i det lokale miljø når de eventuelt oppstår.

Professor emeritus ved NHH, Rögnavaldur Hannesson, har gått gjennom Statsbudsjettet (1) og funnet at det går vel 20 milliarder årlig til klimafeltet og ytterligere 9 milliarder om vi tar med tap av engangsavgift for el-biler, et beløp svært nær samlet bompengeneinntekter på 10 milliarder per år. Dette kan sammenlignes med samferdselsutgifter på 26,6 milliarder. Samlet bidrag til Regnskogfondet vil i 2020 komme opp i 20 milliarder kr. En noe paradoksal støtteordning om det er klima som er begrunnelsen, fordi de høyeste CO₂-konsentrasjoner måles nettopp over regnskogene (og barskogområdene i Sibir og Canada (2)). Myndighetene finansier en rekke organisasjoner (NGOer) for støtte for politikken. Klimarealistene søkte også om midler, men fikk avslag, diskutert sogar i den rød-grønne regjering ifølge epost. Hvor blir det av §100 i grunnloven om støtte til bred folkeopplysning?

Bio-satsingen er også noe for seg. Greit å utnytte lett tilgjengelig avfall som råstoff, men det monner ikke. I dag benyttes gunstig palmeolje, men økte arealer destruerer regnskog. Venstre og venstresiden går inn for at vi nå skal benytte skog og tilhørende avfall. Intet firma har greid å bygge anlegg for dette fordi det er krevende og alt for dyrt, mens norske politikere tar kjappe beslutninger uten nok kunnskap. Den øvrige bio-bruken til fyring bidrar i byer med betydelig andel forurensning på de kritiske dager, men er likevel akseptert til å kunne erstatte olje i fyringsanlegg. Biler skal kjøre på innblanding av biodiesel inntil 20 %, ifølge siste stortingsvedtak. Men iblanding av biodiesel påvirker forbrenningen, og har en rekke uheldige konsekvenser (3,4). Gradvis svekkelse og til dels skading av motorer og tetting av filtre leder til betydelig økte miljøutslipp. Samtidig innføres restriksjoner for dieselmotorer av miljøhensyn. Reparasjonskostnader på opp til 60 000 kr per kjøretøy lempes over på forbruker.

Viktige miljøforhold settes tilside ved å åpne for grønn energi. Vindmøller griper sterkt inn i landskap og medfører støy og dreper fugler som treffes av rotorbladene. Vindmøllekraft er 1,5–2,5 ganger så dyr som vannkraft, men vi får ikke betalt for det ved eksport. Kostnadene utlignes ved et påslag på våre el-regninger. Store vindkraftprosjekter i Europa har store tekniske og økonomiske problemer. Subsidier reduseres og firma har store problemer.

Også solenergi har økte kostnader. I UK, Tyskland, USA mfl. reduseres støtteordninger. Nylig leverte Tysklands største solenergiselskap inn konkursbegjæring. Det er direkte pinlig å følge politikere, organisasjoner, investorer og medias fordreide omtale, der problemer dekkes over. Typisk er f.eks referanse til installert kapasitet, mens det er produsert strøm over døgnet, bare rundt 30 % av kapasitet, som dominerer kostnadene. Og el-nettet får mange driftsproblemer ved variabel produksjon som ikke matcher forbruket. Enormt høye lagringskostnader skjules. Normalt må man ha tradisjonelle anlegg i beredskap for å dekke strømmangel, som kan beløpe seg til nærmere 100 %.

Politikerne har selv trengt seg opp i et hjørne med beslutninger om implementering av ny teknologi lenge før den er tilstrekkelig moden. Det øker kostnadene betraktelig og er unødvendig fordi klimatiltak, selv under IPCCs scenario, ikke har noen hast i Norge, som har nok kraft og i sum gir positive klimaeffekter ved oppvarming. Man kan vente til kostnadene er vesentlig redusert.

Investeringssiden er også omfattende. Separasjon og lagring av CO₂ i Sleipnerprosjektet har ifølge OED kostet over 40 milliarder kr (2009). Liknende tiltak på Melkøya var en god del billigere, siden CO₂ ble separert i det kryogene anlegget for gasseparasjon. CO₂-separasjonsprosjektet på Mongstad kostet 8 milliarder kr uten realisering. Siden har man hatt elektrifisering fra land av Trollfeltet, og det planlegges også for Utsira (12 milliarder), mens Johan Castberg-feltet blir så dyrt at prosjektet neppe blir lønnsomt (Klimanytt 168). Totalt er vi oppe i rundt 80 milliarder kroner. Monstermastene og muligens flere av samme type er et resultat av økte behov for el-overføring, et paradoksal og meningsløst pålegg fordi spart gass til strømproduksjon på plattform selges til brenning i Europa.

I løpet av en 10-års periode vil investeringer og løpende utgifter over statsbudsjettet koste samfunnet nærmer 300 milliarder kroner, penger som kunne gått til fornuftige tiltak eller redusert skatt. Internasjonalt har International Energy Association (IEA) estimert at å stabilisere CO₂-nivået på preindustrielt nivå vil koste rundt 300 000 milliarder kroner.

LITTERATUR

1. Klimanytt 189, 2017, *Hva koster Norges klimapolitikk?*
2. Klimanytt 132, 2015, *Satellitten OCO-2 viser naturlige endringer i CO₂-fordeling og variasjon på jorden*
3. Klimanytt 178, 2016, *Biodiesel: Mer forurensning og motorskader uten klimaeffekt*
4. Klimanytt 179, 2016, *Mer blanding av biodiesel øker giftige utslipp*



Sture Åström

IPCC VAR «FELTÄNKT FRÅN BÖRJAN»

För nästan 30 år sedan lanserade FN:s klimatpanel IPCC hypotesen om koldioxidens dominerande verkan på klimatet. Våra utsläpp av koldioxid påstods orsaka en värmekatastrof. Om någon ifrågasätter hypotesen eller till och med har seriösa invändningar, kommer beskedet att IPCC representerar «världens samlade vetenskapliga expertis». Därmed avbryts varje debatt.

Vår klimatpolitik och hela «Parisavtalet» hänger sålunda på förtroendet för IPCC. Den kritiska frågan är då: Vilket förtroende förtjänar IPCC?

EN SCHIZOFREN ORGANISATION

På klimatpanelen IPCC:s hemsida kunde man fram till julen 2015 läsa: The IPCC is a scientific body. (IPCC är ett vetenskapligt organ.). The IPCC is an intergovernmental body. (IPCC är ett mellanstatligt organ.) Ordvalet är nytt, men inte betydelsen. IPCC försöker vara två olika organ samtidigt. Det är schizofrent. IPCC styrs av politiker

Panelen styrs av FN:s 195 nationer, av politiker. De flesta är U-länder utan erfarenhet av vetenskap. Ett 30-tal nationer kan betraktas som demokratier med egen forskning. Bland de övriga är en stor majoritet U-länder. Många är djupt korrumpierade diktaturer. Deras delegater har sällan någon kunskap om vetenskapens villkor, vilket tyvärr gäller även dem från i I-länderna.

Politikernas beslut avgörs av prestige och rättvisa mellan kontinenter, länder, folkgrupper och varje typ av personlighet som kvinnor, färgade, homofiler, etc.

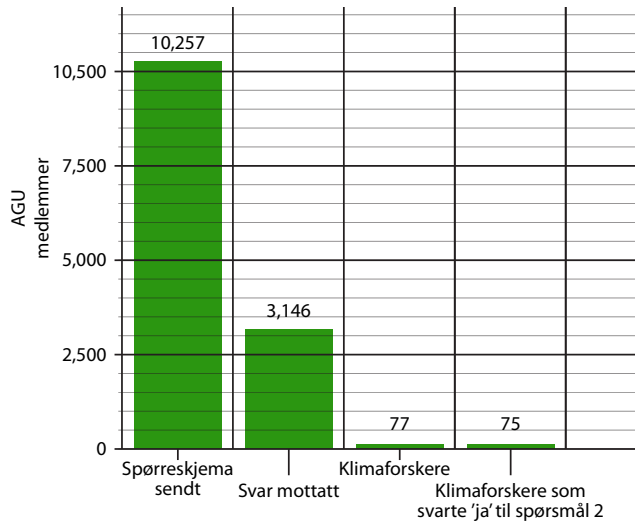
KONSENSUS OM HYPOTEBEN

IPCC:s förste ordförande, professor Bert Bolin, förklarade att det råde «konsensus», alltså 100 % enighet, om hypotesen.

1. Inom vetenskapen har det ingen betydelse hur många som har en åsikt. Konsensus var att Jorden är platt, innan Galileo visade att den är rund. En enda man har ofta i historien visat fakta, som kullkastat vad «alla visste» var sant.
2. Bolin visste att alla forskare inte höll med, vilket stod klart på en konferens i Willach, Österrike, på 80-talet. Han reducerade enigheten till enbart «klimatforskare». Så sorterade Zimmerman bort över 3.000 svar i enkäten 2009 (figur 40.1).

VETENSKAPENS VILLKOR

Vetenskapliga framsteg vinnas genom att nyfiket söka sanningen om naturen och att öppet och ärligt redovisa observationer, data och metoder, så att kvalificerad kritik blir möjlig. IPCC har istället sökt bekräftelse på den gissning dess hypotes är. Nobelpristagaren Ivar Giaever kallar det «pseudovetenskap», inte «vetenskap». I Artiklorna 35 och 36 visas hur IPCC anlitar helt okvalificerade studenter, accepterat fusk med data och mobbing av kritiker.



Figur 40.1 IPCC:s stöd för sin hypotes, 97%.

Vid Illinois University gjorde doktoranden Margaret Zimmerman och hennes handledare Peter Doran år 2009 en enkät om stöd för IPCC:s hypotes bland medlemmar i American Geophysical Union, AGU. Den gick till 10 257 personer. Av dem svarade 3 146. Hon sorterade bort alla svar utom 77, varav 75 kunde tydas som stöd. Det blev 97 % av de 77, men 7 promille av de tillfrågade. En professionell opinionsundersökning med 70 % bortfall av svarandena anses meningslös. Där är det otänkbart att sortera bort erhållna svar.

ÖPPEN «OVETENSKAPLIGHET»

När IPCC presenterade sin rapport AR5 i Köpenhamn en söndag 2014, hade dess tusentals sidor sammanfattats på 30 sidor i en «Summary for Policy Makers, SPM». Tidningen Dagens Nyheter skrev: Sedan i måndags har 350 delegater från fler än 120 länder gått igenom det, ord för ord. Under en hel vecka hade man förhandlat! Bakom stängda dörrar. Inom politiken förhandlar man. Aldrig inom vetenskapen.

POLITIKERS OKUNSKAP

I våra länder skall vem som helst kunna bli politiker. Inom många områden är de okunniga och behöver råd från «experter», vilket gällde det komplexa klimatet. Utan egen kunskap hade de svårt att skilja på kunniga och okunniga forskare. Därför deltog de villigt i bildandet av expertorganet FN:s klimatpanel IPCC.

Därmed överlät de det svåra valet av klimatforskare till ännu mer okunniga politiker. Många av dessa frestas dessutom av utsikten att prata sig till ett miljardflöde av dollar från den Gröna Klimatfonden, vilket förutsätter att I-ländernas utsläpp av koldioxid kan skuldbeläggas. Men utsläppen har bidragit till större skördar för dem. Någon «klimatskuld» finns således inte.

IPCC MÅSTE LÄGGAS NER!

IPCC var feltänkt från början. Okunniga politiker kan inte välja ut kunniga forskare. IPCC måste läggas ner!

NOEN FORKLARINGER

Absorpsjonsbånd: Et molekyl eller stoff absorberer energi når det treffes av stråling. Dette skjer over et visst bølgelengdeområde og betegnes bånd i motsetning til enkeltbølgelender.

AR: Assessment Reports produsert av IPCC. Det er til nå kommet 5 rapporter FAR (1990), SAR (1995), TAR (2001), AR4 (2007) og AR5 (2013). AR6 er planlagt i 2022.

Argo: Er et observasjonssystem for havtemperatur og saltholdighet i verdenshavene. Det er basert på et antall frittflytende bøyer som blir kontinuerlig satt ut med ca. 3 graders mellomrom. Prosjektet startet i år 2000 og det settes ut omkring 800 bøyer per år. Bøyerne synker og gjør målinger til ca. 2 000 m dybde hver tiende dag. Deretter kommer de opp og sender data til en satellitt som sender det videre til datasentre i Brest, Frankrike og Monterey, California for viderebehandling. For øyeblikket (9. okt 2017) er 3785 bøyer i virksomhet.

Artificial Neural network: En programvariant for kunstig intelligens inspirert av neuroners nettverksfunksjon i biologien.

CMIP: Coupled Model Intercomparison Project er et rammeverk for sammenligning av globale koplede hav-atmosfære klimamodeller, ved blant annet å formulere parametre for kontrollkjøringer for å undersøke hvordan samme randbetingelser gir forskjeller mellom modellene. I den nylig fullførte 5. runde (2010–14) av prosjektet ble også samfunnsutviklingsscenarier inkludert (RCP). I CMIP6 vil det bli introdusert variasjoner i solinnstrålingen (TSI).

COP: Conference of the Parties er et fellesnavn for FN konferanser for spesifikke formål. En serie årlige konferanser er holdt for å følge opp UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) – en avtale for å stabilisere CO₂ utslipp for å hindre farlig oppvarming av atmosfæren. COP21 resulterte i Parisavtalen og COP22 fulgte opp i Marrakesh i november 2016.

CRDS: Cavity Ring Down Spectrometer, et instrument for å måle absorpsjon i gasser ved hjelp av en styrbar laser. Absorpsjon i smale absorpsjonslinjer kan da måles ved å ta laserstrålen bli reflektert mellom speil i en beholder og måle hvor raskt lyset svekkes.

GISS: Goddard Institute of Space Studies, en enhet tilknyttet NASA med beliggenhet ved Columbia University i New York. Var ledet av James Hansen 1981–2013. Produserer blant annet klimadata og klimamodeller som førte til opprettelse av IPCC. Datasett blir redigert i ettertid. Kvalitetsklasse 3.

Global temperatur – kvalitetsklasser: På nettstedet climate4you.com legges ut globale temperaturserier produsert av UAH, RSS, HadCRUT og GISS. UAH og RSS gir data fra satellitter med bedre dekning av jordoverflaten og mindre endringer over tid. De er klassifisert som kvalitetsklasse 1. HadCRUT, NDC og GISS seriene har dårligere dekning og har mistet og endret posisjon for mange målestasjoner. De er klassifisert som kvalitetsklasse 2 og 3. Kvalitetsklassevurderingen er gjort av prof. O. Humlum etter ca. 10 års sammenligning av dataseriene (se climate4you.com).

HadCRUT: Hadley Centre for Climate Prediction and Research and the University of East Anglia's Climatic Research Unit (CRU). Produserer datasett brukt i klimaforskningen. Etablert i 1972 av Hubert Lamb, senterets første direktør. Både globale datasett (land og hav) og datasett i kartruter produseres i tillegg til klimamodeller som brukes av IPCC. Datasett revideres i ettertid. Kvalitetsklasse 2.

Harmooniske komponenter: Svingninger som er relatert til en hovedperiode og andre perioder som er brøker av hovedperioden (høyere harmoniske): 1/2, 1/3 etc. eller med lengre perioder (subharmoniske) som 3/2, 4/2, 4/3, 5/3 etc.

ISCCP D2: International Sattelite Cloud Climatology Project ble etablert i 1983 for å samle data fra værsatellitter og analyser disse for global fordeling av skyer, skyenes egenskaper mm. Prosjektet ble avsluttet i 2009. D2 er siste versjon av dataene.

Kelvinbølge: For El Niño forplanter seg østover i Stillehavet i det ekvatoriale område og flytter endringene fra det vestlige Stillehav mot østlige områder.

LAI: Leaf Area Index, en indeks for årlig endring av bladstørrelsen for løvtrærblader i prosent per år.

NCDC: National Climatic Data Center er en del av NOAA National Centers for Environmental Information (NCEI), USA. Produserer globale temperaturdata basert på historisk klimadatanettverk (USA) og forskjellige havtemperaturdatasett. Relativt store administrative endringer i ettertid. Kvalitetsklasse 3.

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration, USA. Driver blant annet National Centers for Environmental Information (NCEI) og NOAA/GMD.

Perigee: Tidspunkt når Månen er nærmest Jorda i sin bane.

Perigee-puls: En økning av tidevannskraften når Månen er nærmest Jorda i sin bane.

QBO: Kvasibiennale oscillasjon er et periodisk fenomen (26 ± 2 måneder) der vinder i en halvdel av perioden blåser fra øst til vest i stratosfæren og så snur i motsatt retning.

Populus Grandidentata: Et treslag i poppleslekten (Large tooth aspen) som finnes i Nord-Amerika.

RCP: Representative Concentration Pathways, datasett med parametre for start og utvikling av klimamodeller. De inneholder data for forventet utslipp av klimagasser, teknologisk utvikling, energikilder, energibruk, bruk av land, økonomisk utvikling, befolkningsvekst mm. Hensikten med slike datasett er å kunne sammenligne hvordan forskjellige modeller utvikler seg med samme RCP sett. De beskrives med et tall som viser påtrykk i W/m² på grunn av antropogene klimagassutslipp. Det ble laget 4 sett for AR5: RCP 8.5, 6, 4.5, 2.6, hvor CO₂-nivået i år 2100 skulle være henholdsvis: 1370, 850, 650 og 490 ppm.

RSS MS: Remote Sensing System from Satellite Microwave Sensor. Beregner temperatur i atmosfæren basert på mikrobølgestråling fra oksygen på forskjellige frekvenser som gir informasjon fra ulike lag i atmosfæren. Kalibreres ombord. Bruker en klimamodell for å korrigere for daglig drift. Kvalitetsklasse 1.

Termodynamikk: Læren om utveksling og bevegelse av varme.

Titimetri: Kjemisk analysemetode hvor mengden av et stoff kan bestemmes ved å overføre stoffet til en annen form.

TOGA COARE: Tropical Ocean Global Atmosphere program Coupled Ocean Atmosphere Research Experiment, var et spesielt felt-eksperiment som varte i 4 måneder i vestStillehavet 1992–93 for å undersøke oppvarmingsfenomenen for å utvikle metoder for å varsle El Niño. COARE var et tiårs klimaforskningsprogram for å undersøke klimafenomenen i tropiske hav (1985–94).

UAH MSU: University of Alabama at Huntsville Microwave Sounding Unit produserer temperaturdatasett basert på satellittobservasjoner av termisk mikrobølgestråling fra atmosfærisk oksygen. Stråling fra forskjellige lag blir satt sammen etter en komplisert prosedyre. Kalibreres ombord. Bruker en empirisk modell for å korrigere for daglig drift. Kvalitetsklasse 1.

FORFATTERE AV DETTE HEFTET

medlemmer av Klimarealistenes Vitenskapelige Råd



Jan-Erik Solheim

(1938) ble Cand. real ved UiO i 1964 med hovedfag astrofysikk. Fra 1971 amanuensis, senere førsteamanuensis og professor (til 2002), ved Univ. i Tromsø. Forsket på kosmologi, galakse- og stjerneobservasjoner, med mer enn 200 publikasjoner. Fra 2007 har han arbeidet med klimaspørsmål, med hovedvekt på naturlige svingninger, Solas virkning på klima og planetenes baner som årsak til sol- og klimavariasjoner. Han har redigert Klimanytt 2013–2014.



Ole Henrik Ellestad

(1943) tok hovedfag ved UiO i 1970 i fysikalsk kjemi (infrarød og Raman spektroskopi av molekyler). Han var forskningsleder for petrokjemi og raffinering i Statoil fra 1981. Tidligere professor II ved UiO innen petrokjemi og katalyse, fra 1986 forskningsdirektør i SINTEF (tidligere SI) og leder for divisjon for industriell kjemi. Fra 1996 leder for Norsk regnesentral og fra 2001 områdedirektør for vitenskap og teknologi ved universiteter og høyskoler i Forskningsrådet. 2012–15 leder i Klimarealistene. Hans fagområde omfatter fysikalsk kjemi, overflate/katalyse og prosesskjemi, en rekke målemetoder herunder infrarød stråling og molekyler. Han har 55 vitenskapelige fagfelleverderte publikasjoner. Har redigert Klimanytt siden 2015.



Ole Humlum

(1949) tok sin Ph.D fra Københavns Universitet i 1980. Professor i Fysisk geografi ved UNIS, Svalbard, 1999–2003 og professor i Fysisk geografi ved Oslo Universitet siden 2003. Primære forskningsinteresser er landformutvikling som funksjon av klima; rekonstruksjon av tidligere klima gjennom geologiske studier; naturlige klimavariasjoner, samt human historie sett i klimahistorisk perspektiv. Han administrerer en informativ nettside <http://www.climate4you.com>



Kjell Stordahl

(1945) ble Cand. real (statistikk) ved UiO i 1972 og tok sin Dr.philos i langtids-prognoser ved NTNU i 2006. Han har arbeidet i Telenor i 40 år med å analysere telekommunikasjonsmarkedet med fokus på ny teknologi og prognoser for markedsutvikling både nasjonalt og internasjonalt. Han har bred forskningserfaring og deltok i en rekke internasjonale forskningsprosjekter, mange innenfor EUs rammeverk. Han har publisert nær 200 artikler i internasjonale tidsskrift og på internasjonale konferanser. Siden 2007 har han engasjert seg i analyser av klimautviklingen.



Nils-Axel Möner

(1938) took his Ph.D. in 1969 in Quaternary Geology with special emphasis on Marine Geology at Stockholm University. He was president of the INQUA Commission of Sea Level Changes and Coastal Evolution (1999–2003), and leader of the Maldives Sea Level Project (2000–2007). He built up "the Stockholm Paleomagnetic Laboratory (in operation 1973–2005). He held a personal associate professorship at the Swedish National Research Council (1978–2005) and was head of the Department of Paleogeophysics & Geodynamics at Stockholm University (1991–2005). He has published more than 500 papers in a large number of scientific fields.



Tom V. Segalstad

(1949) ble Cand. real. i mineralogi, petrologi og geokjemi ved UiO i 1976 og var vitenskapelig assistent i malmgeologi 1975–79. Han foreleste ved UiO i malmgeologi og anvendt geofysikk, og skrev et kompendium i anvendt geofysikk. Forskningsopphold ved The Pennsylvania State University (USA) 1978–82. Forskningsstipendiat (NAVF) i geokjemi av stabile isotoper 1982–83 ved UiO. Amanuensis i isotop-geokjemi fra 1984 ved Geologisk museum, senere førsteamanuensis. Ekspertkommentator for IPCC AR3 (2001). Var med på å starte NIPCC, har bidratt til deres rapporter. Har lenge hatt sin egen informative nettside med klimafakta.



Jens Morten Hansen

(1947) er PhD i stratigrafi og regional geologi fra Københavns Universitet med jobb som geolog på Danmarks og Grønlands Geologiske Undersøgelse (GEUS), sekretariatschef, statsgeolog og vicedirektør ved GEUS, direktør for de danske forskningsråd og Forskningsstyrelsen. Siden 2006 statsgeolog ved GEUS. Han har publisert en rekke avhandlinger om stratigrafi, havniveauforandringer og videnskabsteori.



Morten Tødal

(1953) er cand. real i biologi fra Universitetet i Oslo i 1984, med en marinbiologisk hovedoppgave. Han har arbeidet i Norges allmennvitenskapelige forskningsråd (NAVF) med fagområdene biologi og kjemi, samt programmene sur nedbørforskning, genteknologi, havbruk og det store økosystemprogrammet Pro Mare i Barentshavet. Driver nå eget firma: Soppgleder. Bokutgivelse mars 2017 Miljømytene – står vi framfor verdens undergang? Egen blogg om miljø og klima.



Stein Størlie Bergsmark

(1945) ble Cand. real. i fysikk med kybernetikk hovedfag ved UiO i 1976. Erfaring omfatter Mycron med 7 års datamaskinutvikling, 13 år ved ABB Corporate Research som seniorforsker og prosjektleder med digital signalbehandling og metoder for talekoding, modellering og simulering av digitale transmisjonssystemer, koding for satellittkommunikasjon, spredt spektrum kommunikasjonssystemer og utvikling av digitale kontrollsystemer. Fra 2003 tilknyttet HiA/UiA, som leder for studieprogram i IKT, senere også leder for studieprogram i fornybar energi. Foretatt metastudie om klimavitenskap- og politikk.

GJESTEFORFATTER FRA VÅR SØSTERORGANISASJON KLIMATSANS



Sture Åström

(1932), civ.ing. KTH 1955, grundade nätverket KLIMATSANS 2013 och är dess sekreterare. Nätverket har c:a 200 medlemmar, varav ett 40-tal är forskare. Dessa har nära personliga kontakter med över 300 kollegor i Norge och andra länder. De ger mycket kompetenta tolkningar av fakta. Han har varit divisionschef i en global koncern inom värme-, kyl- och frysteknik samt drivit eget företag med leveranser till sjukhus samt livsmedels- och rymdindustri

ØVRIGE MEDLEMMER AV KLIMAREALISTENES VITENSKAPELIGE RÅD



Klimarealistene har etablert sitt Vitenskapelige Råd med 22 medlemmer pr august 2017.

Dette er dels gjort for å bli en tyngre aktør i klimadebatten med rådgivende virksomhet og dels for å gjøre det lettere for flere akademikere å stå frem som støttespillere for den

klimavitenskapelige hovedretning vi representerer.

Rådets leder er Martin Hovland, nestleder er Elen Roaldset. Rådet har den størrelse man til enhver tid finner formålstjenlig og vil derfor bli utvidet senere for å få med flest mulig av de mange fagområdene som er sentrale innen klimavitenskapen.



Martin Hovland

har hovedfag i meteorologi, Univ. i Bergen, 1969, doktortrad fra Univ. i Tromsø, 1992 (marin geologi, geofysikk og biologi). Han har arbeidet som lærer Norge og Zambia (1969–1976) og for Statoil ASA, fra 1976–2012 som senior ingeniør, marin geolog og forsker. Han har vært og ekspertkommentator for IPCC AR4 (2007) og AR5 (2013). Han har publisert fire fagbøker og rundt 150 vitenskapelige artikler.



Elen Roaldset

(1944) er cand. real. 1970 og dr. philos. 1978 fra UiO (geokjemi, mineralogi, sedimentologi). Førsteamanuensis UiO (1978–81, 1988–89), research manager Norsk Hydro 1981–87, professor Institutt for geologi og bergteknikk, NTH/NTNU (1989–1999), direktør/professor Naturhistorisk museum og Botanisk hage, UiO (1999–2009). Innvalgt medlem i Det Kongelige Norske Videnskabers Selskab-DKNVS (1993) og Norges Tekniske Vitenskapsakademi-NTVA (1996).



Gunnar Abrahamsen

(1938), uteksaminert forstkandidat 1964 ved Norges Landbrukshøgskole (NLH) som nå heter Norges miljø- og biovitenskapelige universitet. Han arbeidet som forskningsassistent, forsker og forskningssjef ved Norsk institutt for skogforskning 1964–86. Han ble Dr. Agric i 1973 på arbeider om Jordas biologi og professor i jordfag ved NLH i 1986.



Eigil Friis-Christensen

(1944) er mag. scient. i geofysikk fra Københavns Universitet 1971. Ansatt ved Danmarks Meteorologiske Institut 1971–97, fra 1978 som leder af det geomagnetiske forskningsprogram i Grønland. Videnskabelig leder af det danske Ørsted-satellitprosjekt 1993–1997. Direktør for Dansk Rumforskningsinstitut 1997–2004, for Danmarks Rumcenter 2005–2006, for Institut for Rumforskning og Rumteknologi ved Danmarks Tekniske Universitet (DTU) 2007–2012.



Ragnvaldve Hannesson

(1943) har Doktorgrad i samfunnsøkonomi fra Lunds Universitet, Sverige. Han flyttet til Norge i 1975 og var professor i fiskeriøkonomi ved Norges Handelshøgskole 1983–2003. Han har publisert bortimot hundre artikler i vitenskapelige tidsskrifter, hovedsakelig om fiskeri- og ressursøkonomi. Han har skrevet seks bøker om fiskeri- og petroleumsøkonomi samt mineralressursforvaltning.



Göran Henriksson

(1943) received his Ph.D. in Astronomy at Uppsala University in 1983. He has been project leader, lecturer, librarian and responsible for the collection of old instruments at the Astronomical Observatory in Uppsala.



Claes Johnson

ble sivilingeniør ved Chalmers Tekniske Universitet i 1969 og tok sin Ph. D. der i anvendt matematikk i 1973. Han var professor i anvendt matematikk ved Chalmers 1981–2007 og ved «Kungliga Tekniska Högskolan» fra 2007. Han har produsert 100 fagfelleverderte artikler og 10 bøker.



Hans Konrad Johnson

ble sivilingeniør i petroleumsteknologi ved NTH i 1977, og tok sin doktorgrad på måling av flerfasestrømning der og ved University of Texas i 1982. Adm. dir. og styreleder for Petreco AS til 1992, samt sektorleder for SAGT, senter for anvendt gastechnologi, Statoil, Kårstø, til 1995. Han var leder for VISTA (11 år til 2008), Statoils grunnforskningsprogram i samarbeid med Vitenskapakademiet i Oslo, samt leder for «Nye ideer» i Statoils forskningsprogram for radikal innovasjon. Deretter var han Forskningsjef i Det norske oljeselskap ASA til 2015.



Wibjörn Karlén

(1937) tok sin Mastergrad ved Maine universitet, USA 1972, PhD Stockholm Universitet 1976. Docent 1980, professor i naturgeografi, Stockholm Universitet 1984. Ledet Tarfala stasjonen 1985–1997, valgt inn i Kungliga Vetenskaps-Akademien fra 1992. Forskningsfelt: Holocene klimaendringer, isbrekronologi og ismeltingskronologi.



Johannes Krüger

(1941) tok i 1969 M. Sc. i geografi og geologi ved Universitet i København og i 1994 Dr.Sc. (Habilitation) i isbreenes geomorfologi og sedimentologi. Evaluert med full professorkompetanse fra 1994, professor i isbreenes geomorfologi ved København Universitet til 2008, emeritus deretter. Studiefelt: Klimaprosesser og sedimenter ved isbreer på Grønland, Island og Svalbard samt tilsvarende paleo-glasielle studier i Danmark. Forfatter av boka Klimamyten - et oppgjør med tidens CO₂-panik (2016).



Olav Martin Kvalheim

(1951) ble Dr.philos i 1987 (Kjemometri), og professor ved Kjemisk Institutt, Univ. i Bergen fra 1992. Han har bygd opp kjemometri i Norge.



Fred Sigernes

(1966) tok sin doktorgrad i fysikk ved Universitetet i Tromsø 1996; førsteamanuensis UNIS (Universitetscenteret på Svalbard) fra 1998–2006; rådgiver i optikk i fiskeriforskning. Professor UNIS fra 2007 med fagområde optikk og atmosfærisk forskning, og leder av Kjell Henriksens Observatorium (KHO) på Svalbard. Han har 72 fagfelleverderte publikasjoner.



Einar Stetten

(1939) ble Dr. philos i 1979 (biofysisk kjemi), professor Kjemisk Institutt, Univ. i Bergen fra 1991. Ledet etablering av høyfelt NMR spektroskopisk laboratorium ved UiB fra 1986. Spesialfelt: Binding av metaller til DNA; i) miljøkjemiske aspekter av kvikksølv; ii) platinabaserte kjemoterapeutika. Han har over 100 publikasjoner i fagfelleverderte tidsskrifter og bøker.



KLIMAREALISTENE

En organisasjon for deg som ikke stoler på FNs klimapanel, IPCC, når de påstår at utslipp av CO₂ endrer klimaet dramatisk. CO₂ er tvert imot en ufarlig og livsviktig gass som er helt nødvendig for alt liv på Jorda.

En organisasjon for deg som reagerer negativt på det ensidige og massive budskapet om en menneskeskapt klimatrussel som presenteres i aviser, radio og fjernsyn, og på mediernes motvilje når det gjelder å presentere vitenskapelige fakta som forteller en annen historie enn det politisk korrekte.

Klimarealistene vil at ytringsfriheten må gjelde for alle fakta om klimaet – også de som utfordrer politisk korrekte «sannheter».

BLI MEDLEM!

Klimarealistene er en partipolitisk uavhengig organisasjon. Alle som er interesserte i det kompliserte klimaspørsmålet er velkomne som medlemmer, uansett alder, utdanning og yrkeserfaring.

Flere av våre medlemmer har professortitler innen naturfag som kjemi, fysisk geografi, geologi, marinbiologi, maringeologi, oseanografi og astrofysikk. I tillegg har vi mange biologer, geologer, statistikere og ingeniører som medlemmer.

Send innmelding på e-post til medlem@klimarealistene.com.

Andre meldinger sendes til post@klimarealistene.com.

Oppgi navn, evt. fødselsår, postadresse og e-postadresse. Hvis du har en faglig bakgrunn som kan være av interesse for oss, oppgi gjerne det også.

Medlemskontingenten er i 2018 kr 300,- pr. år og innbetales til bankkonto 2630.30.62482. Studenter halv pris. Alle nye medlemmer får boka *Den oppblåste tenåring* av Donna Laframboise og medlemskapet blir registrert straks kontingenten er betalt.

Bli medlem og hjelp oss med å spre vårt budskap til flest mulig!

KLIMAREALISTENE

skal samle relevant litteratur om klimaet og tilgjengelig vitenskapelig dokumentasjon, og arbeide for objektiv informasjon om klimaspørsmål. Vi vil også arbeide for at ytringsfriheten blir respektert av både media og politikere, særlig når det gjelder informasjon og data som ikke bygger opp under det politisk vedtatte. Vi vil fremme et realistisk syn på klimasaken ved å arrangere foredrag, debatter og seminarer, samt skrive innlegg i norske aviser.

Mer informasjon om oss og klimaet finner du på vår web-side: <http://www.klimarealistene.com>.

Vårt informasjonsmaterieell kan kjøpes her: <http://www.klimarealistene.com/klimabutikken.html>



Folder 7. utg.
april 2017

Folder 8. utg.
august 2018

NIPCC hefte Klimaendringer...
juli 2014

Den oppblåste tenåring...
desember 2013

Miljømytene...
mars 2017

Pins



klimarealistene.com

ISBN 978-82-999196-3-0



9 788299 919630 >