



Foto: Scampix

# Klimaendringer i Norge frem til idag

**Pågående klimaendringer forandrer kloden. Hvordan virker dette inn på Norge? Hva skyldes naturlige svingninger og hva er menneskeskapt?**

Kunnskapen om klimasystemet er et resultat av observasjoner, eksperimenter, teori og modellsimuleringer. Siden den forrige rapporten fra FNs klimapanel i 2007 har økt kunnskap gjort det mulig å påvise menneskelig innflytelse i flere deler av klimasystemet, som for eksempel minking av sjøisen i Arktis og økning av ekstremvær. Den viktigste årsaken til de globale klimaendringene er økningen av CO<sub>2</sub>-konsentrasjonen i atmosfæren, som har steget med rundt 40 prosent siden førindustriell tid. Mesteparten av denne økningen har kommet siden slutten av femtitallet. Økningen er et resultat av menneskelig aktivitet, i hovedsak på grunn av forbrenning av kull, olje og gass, og avskoging.

## **Temperaturen stiger ikke jevnt**

Temperaturen på jordoverflaten stiger ikke jevnt. Noen ganger øker den raskt, mens den andre ganger kan den vise en svak nedgang, som kan vare fra noen år til et par tiår. Dette er påvist i målinger og i klimamodeller, både i fortid og i fremskrivninger. Varmeinnholdet i havet stiger derimot mer jevnt. Omtrent 90 prosent av den ekstra tilførte varmemengden fra den økte drivhuseffekten de siste 50 år er lagret i havet. Så selv om overflatetemperaturen ikke stiger år for år, øker den totale varmemengden på jorden. Det er flere årsaker til at overflatetemperaturen ikke øker jevnt. Varme lagret i havet er en viktig faktor, men også naturlige variasjoner i solinnstråling og vulkanaktivitet, og endringer av vandampinnholdet høyt i atmosfæren bidrar til dette.

## **Norge i verden**

Globalt har hvert av de siste tre tiår vært varmere enn det foregående, med 2001-2010 som det varmeste tiåret. De siste 30 år er sannsynligvis de varmeste på 1400 år på global skala. I mange regioner har det antagelig vært perioder som har vært like varme eller varmere enn de siste 1400 år. Slike lokale variasjoner skiller seg fra den globale oppvarmingen vi har sett i det siste ved at de har hatt mer begrenset omfang både i rom og tid. Bak de globale gjennomsnittsverdiene skjuler det seg altså forskjeller som avhenger av hvor i verden man retter søkelyset. I Norge varierer været mye fra år til år og fra tiår til tiår. Dette skyldes at Norge ligger i et området der kaldluft fra nord og varmluft fra sør møtes. Små variasjoner i «møtested» kan skape store naturlige svingninger i været som på kort sikt kan «overdøve» den menneskeskapte oppvarmingen. I enkelte år dannes det for eksempel høytrykk over Nordvest-Europa, som skaper kalde vintre hos oss, mens vi andre vintre får inn lavtrykk etter lavtrykk. Årsakene til disse skiftningene er ikke skikkelig forstått fullt ut.

Siden vi startet å overvåke klimaet har endringer blitt observert i hele klimasystemet. Observasjoner er basert på målinger, for eksempel landbaserte målestasjoner, målinger i havet og fra satellitter.

### Is på Grønland

Isen på Grønland har minket de siste tjue årene og målinger viser at reduksjonen av ismasse går fortere og fortere. Sammen med smeltende isbreer og innlandsis i andre deler av verden bidrar dette til økt havnivå.

Grønland

### Havtemperatur

Verdens hav har blitt varmere. Oppvarmingen går raskest nær overflaten, som i gjennomsnitt har steget med 0,4 grader fra 1971 til 2010. I omtrent samme tidsrom har temperaturen i Atlanterhavsvannet i Norskehavet økt med omlag 1 grad. Dersom vi går tilbake til midten av 1950-tallet, da systematiske målinger startet, var temperaturen i Norskehavet ikke betydelig lavere enn i dag. Det er med andre ord store lokale variasjoner, avhengig av tidsperiode.

### Store forskjeller i havnivå

Norge løfter seg som følge av isen som tynget ned Skandinavia og Finland under siste istid. På grunn av denne landhevingen har Norge erfart mindre havstigning enn global middelerdi, som er vel 3mm pr år siden 1993. Fra 1960 til 2010 har vannstanden i Norge falt med nær 2 mm i året i indre Oslofjord og med 0,5–1 mm i Midt- og Nord-Norge, mens den har steget med omtrent 1 mm i året langs Vestlands- og Finnmarkskysten. I tillegg til landheving, vil endringer i jordens tyngdefelt grunnet smeltende breer og innlandsis, i tillegg til temperatur, saltinnhold og havstrømmer utenfor kysten påvirker lokal havstigning.

### Havforsuring

CO<sub>2</sub> er en gass som løses i vann og havet er et naturlig reservoar for CO<sub>2</sub>. Havet absorberer årlig omlag en fjerdedel av menneskehetens CO<sub>2</sub>-utslipp. Det har tatt opp cirka 28 prosent av menneskeskapt CO<sub>2</sub> siden 1750. Dette har ført til at havets pH-verdi faller (havet blir surere) og at mengden karbonat har avtatt. Overflatevann i Norskehavet, Framstredet, Barentshavet og Nordsjøen har hatt kraftigst nedgang i pH i løpet av de siste 30 år, med mellom 0,07 til 0,11 pH-enheter. Denne reduksjonen tilsvarer det man har sett globalt siden starten av den industrielle revolusjon. Forsuringstrenden sees i hele vannsøylen, men den er sterkest nær havoverflaten.



### Sjøisen krymper

Sjøisen i Arktis minker både i areal og tykkelse. Siden satellittmålingene startet i 1979 har havisutbredelsen i september måned – som utgjør årets is-minimum – blitt redusert med omlag 30 prosent på tre tiår. Tykkelsen på sjøisen har i gjennomsnitt blitt redusert fra 3 til 1,5 meter siden forrige århundre. Dette innebærer at sjøisvolumet i Arktis i september er under halvparten av det den var for 30 år siden. Tapet av sjøis hører sammen med en kraftig oppvarming av overflatetemperaturen i nordområdene, varme tilført fra havet under, og hvor mye is som eksporteres ut av Arktis mellom Svalbard og Grønland. Endringene er størst om sommeren og minst om vinteren.

### Varmest i nord

Over fastlands-Norge har temperaturen økt i tilnærmet samme tempo som den globale temperaturen, som har steget med 0,85 grader fra 1880 til 2012. Oppvarmingen har vært sterkest i nordområdene. Dette skyldes i hovedsak at det blir mindre snø- og isdekte områder i sommerhalvåret (se tilbakevirkende mekanismer side 4).



### Økning i nedbør/ekstremvær

Nedbørsmengden over land har stort sett økt på midlere breddegrader på den nordlige halvkule. Fra starten på forrige århundre og frem til i dag har observert årlig nedbør økt med rundt 19 prosent i Norge. I antall millimeter er det Vestlandet som har fått den største økningen. Her har noen områder hatt en økning på over 500 millimeter (0.5 meter) siden år 1900. Økningen skyldes både flere dager med nedbør og mer intens nedbør (les mer på side 4). Nedbørsøkningen er minst om sommeren.

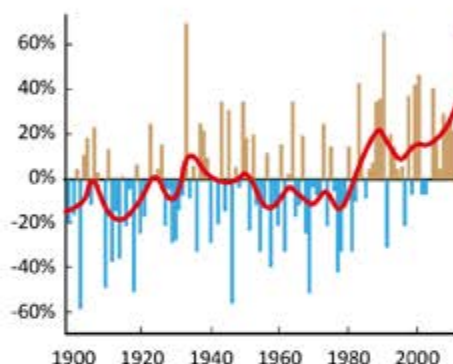
### Breene trekker seg tilbake

Breer er følsomme for klimaendringer og gir noen av de klareste signalene på oppvarmingen. Det er sterke bevis for at verdens breer og iskapper mister volum. Breen i Jotunheimen har minket nesten kontinuerlig siden årlige målinger startet på midten av 1900-tallet. Kystnære breer på Vestlandet som Ålftobreen, Jostedalsbreen og Folgefonna, økte i volum på slutten av 1980-tallet og første halvdel av 1990-tallet, som følge av mye vinternedbør. For samme tidsperiode opplevde breene på Svalbard en netto volumreduksjon grunnet høy sommertemperatur. På 2000-tallet har så godt som alle norske breer hatt en betydelig tilbakegang.

### Menneskeskapt ekstremvær?

På verdensbasis har det vært observert endringer i ekstremvær- og klimahendelser siden midten av forrige århundre. I Norge finner vi en klar trend med flere ekstreme nedbørshendelser<sup>1</sup>. Basert på målinger fra de meteorologiske stasjonene i Norge ser vi en økning i antall ekstreme nedbørshendelser på mellom 25–35 prosent siste 100 år. Forandringen har vært spesielt kraftige de siste 30 årene og økningen sees over hele landet med de største utslagene på Vestlandet. Den observerte økningen i antall ekstreme nedbørshendelser skyldes delvis at mengden vanndamp i atmosfæren har økt, som er et direkte resultat av økt temperatur, og delvis forandringer i den atmosfæriske sirkulasjonen. I hvor stor grad disse sirkulasjonsforandringene skyldes menneskeskapt oppvarming er fortsatt usikkert. Vi ser også at snøsmelteflommene kommer tidligere fordi det har blitt varmere. I enkelte elver er det tendenser til at flomtoppene har blitt større, noe som trolig er forårsaket av mer hyppige hendelser med ekstremregn.

**Figur 1:** Gjennomsnittlig avvik i antall ekstreme nedbørshendelser for norske stasjoner. Verdiene er i prosent avvik fra normalperioden 1961–1990. I den røde kurven er de årlige variasjonene glattet ut for klarere å se langtidsvariasjonene (kilde: Asgeir Sorteberg, UiB).



### Tilbakevirkende mekanismer

- Reduksjon i sjøis og snø på land utgjør en av flere positive tilbakekoblingsmekanisme på klimaet, som forsterker temperaturøkningen i nordområdene: Redusert utstrekning av is og snø fører til at overflaten endres fra å være tilnærmet hvit til blått hav eller vegetasjonens farge på land. Solinnstrålingen om sommeren vil da ikke reflekteres ut i verdensrommet av den hvite flaten, men absorberes av en mørkere flate. Dette gir temperaturøkning og forsterket is- og snøsmelting.
- Økt global temperatur fører til en gradvis reduksjon av naturens evne til å ta opp CO<sub>2</sub>, dermed vil en større andel av framtidige utslipp bli værende i atmosfæren. Dette vil forsterke temperaturøkningen.

<sup>1</sup> Ekstrem hendelse er her definert som antall dager med nedbør som er høyere enn de 0,5 prosent av dagene med mest nedbør i normalperioden 1961-1990.

Redaktør: Jill Johannessen, Bjerknessenteret for klimaforskning. Bidragsytere: Abdirahman Omar (Uni Research), Asgeir Sorteberg (UiB), Atle Nesje (UiB), Donna Wilson (NVE), Eystein Jansen (UiB), Hege Hisdal (NVE), Helge Drange (UiB), Inger Hanssen-Bauer (MET.no), Ingunn Skjelvan (Uni Research), Jan Even Øie Nilsen (Nansensenteret), Kjetil Melvold (NVE), Lars H. Smedsrud og Øystein Skagseth (Havforskningsinstituttet). Faktaarket tar utgangspunkt i FNs klimapanelens femte hovedrapport, men en må i hovedsak støtte seg til annen forskning som omhandler Norge spesielt. Mye av bakgrunns litteraturen er fra forskere tilknyttet Bjerknessenteret for klimaforskning.