Is og snø smelter – havet stiger

Is og snø smelter over store deler i verden. Sjøisen i Arktis smelter i rekordtempo og når i 2007 et historisk bunnivå. Hvilke konsekvenser får dette? Stigende temperatur i havet og smelting av is på land fører til at havet stiger. Hvor høyt vil havet stå ved utgangen av dette århundret?

I FNs klimapanels rapport (2007) dokumenteres et entydig bilde av at jordens klima er i endring. Hovedgrunnen til dette er forbrenning av kull, olje og gass. Vidtspennende observasjoner viser blant annet stigende luft- og havtemperatur, smelting av isbreer og snødekker og at havet stiger.

I Arktis er klimaendringene spesielt store. Her har temperaturen økt nesten dobbelt så raskt som det globale gjennomsnittet de siste hundre år. Det er derfor ikke så overraskende at den raskeste tilbakegangen av snø og is finnes i nordområdene.

Snø og is er ikke bare viktig for å skjerme planter og dyr mot vinterstormer, for at isbjørnen skal overleve eller for rekreasjon vinterstid, men de spiller en viktig rolle for jordas klimasystem.

Havnivåstigning som følge av smelting av isbreer på land vil få store konsekvenser for lavtliggende landområder og øygrupper, og for veier, bygninger og annen infrastruktur langs kystene.

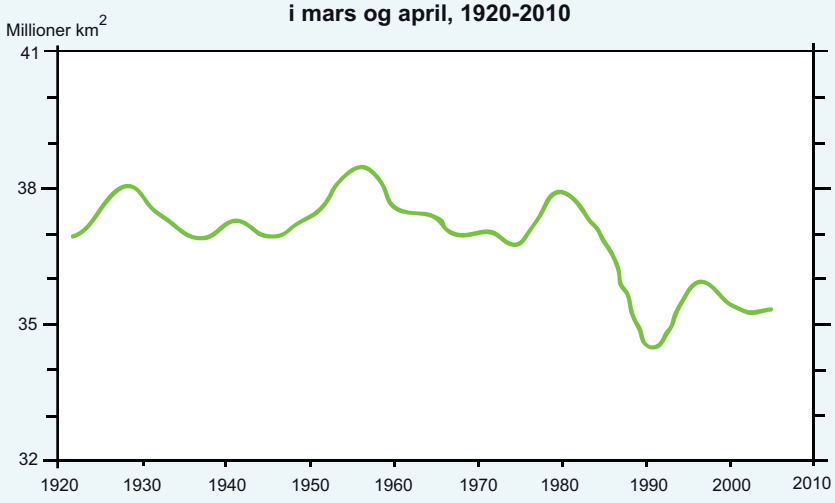
Utgitt av Bjerknessentret

Redaktør
Informasjonsrådgiver Jill Johannessen
E-post: jill.johannessen@bjerknes.uib.no

Faglige kontakt
Professor Helge Drange
E-post: helge.drange@nersc.no



Global oppvarming. Som følge av høyere lufttemperatur får vi også varmere hav, som igjen fører til økt issmelting og at havet stiger (Foto: Anders Sirevåg, BCCR).



Snødekke. Målt reduksjonen av snødekke i mars og april på den nordlige halvkule. Kurven viser gjennomsnittsverdier per tiår. (Figuren er forenklet av SFT).

Norwegian Centre of Excellence

Bjerknessenteret (BCCR) er et klimasamarbeid mellom Havforskningsinstituttet, Nansensenteret og Universitetet i Bergen. BCCR har status som Senter for fremragende forskning, og koordineres gjennom Unifob AS.

NERSC
Nansen Center, Bergen



Økning i havnivået utgjør en alvorlig trussel for Bryggen i Bergen. Kombinasjonen av synkende grunnmasser og stigende havnivå gjør at stormfloen vil kunne stå to meter over gateplan ved slutten av århundret. Foto: Jan M. Lillebø,Bergens Tidende.

Hvorfor stiger havet?

To hovedgrunner til at havet stiger:

- Stigende havtemperatur fører til at vannet utvider seg
- Smelting av is- og snødekke på land

Målinger viser at det globale havnivået har steget med 17 cm de siste hundre år. Stigningen har akselerert siden tidlig på 1990-tallet og er nå på vel 3 millimeter i året. Dette er dobbelt så rask stigning som økningen sett over de siste hundre år. Om lag halvparten av havnivåstigningen kommer av at vannet utvider seg som følge av at havene blir varmere, den andre halvdelen skyldes smelting av is på land. Smelting av is som flyter på havet, som havisen i Arktis, bidrar ikke til at havnivået stiger.

Hvor mye kan havet stige?

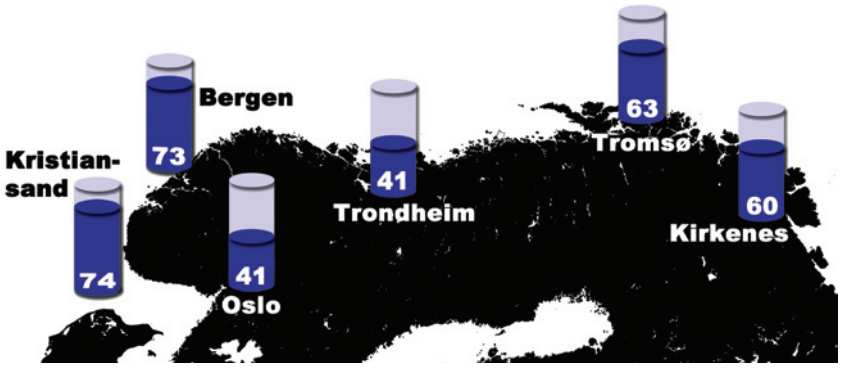
Havets langsomme opptak og blanding av varme gjør at verdenshavene vil stige i hundrevis av år fremover, men det er store usikkerheter til hvor mye havet vil stige i løpet av dette århundre. Usikkerhetene er spesielt knyttet til hvor raskt innlandsisen på Grønland og i Antarktis vil smelte. Det siste avhenger blant annet av hvor raskt lufttemperaturen vil stige sommerstid og hvor mye snø som vil falle om vinteren. For å illustrere hvor mye vann som ligger lagret som is på land ville verdenshavene stige med så mye som 70 meter om Grønlandsisen og isen på Antarktis smelter. Fullstendig nedsmelting vil ikke skje, men delvis smelting, og da i første omgang av Grønlandsisen, kan skje.

I følge 2007-rapporten fra FNs klimapanel vil verdenshavene i gjennomsnitt stige med 19-58 cm i løpet av vårt århundre. Men det er flere faktorer som ikke er inkludert i disse tallene. Det er derfor grunn til å tro at det globale havnivået vil stige med mellom en halv og én meter i løpet av dette århundre.

Stiger mer langs norskekysten

Stigningen i havnivået er ikke jevnt fordelt på kloden. Det er for eksempel sannsynlig at havet langs norskekysten vil stige med rundt 10 cm mer enn det globale gjennomsnittet. Grunnen til dette er at havstrømmene forventes å endre seg i et varmere klima. I tillegg vil en forventet økning i stormaktiviteten føre til at stormfloen vil kunne nå 10 cm høyere enn hva økningen i den globale havstigningen tilsier.

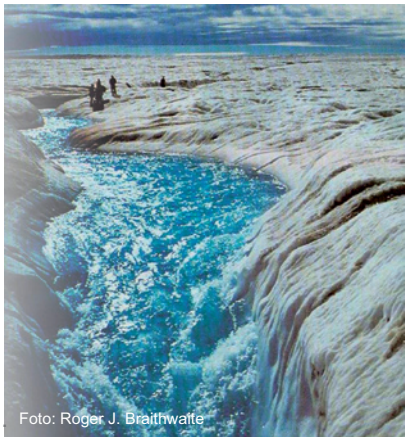
Det er ikke bare havet som stiger, mange steder løfter landet seg også. For eksempel vil landet langs kyst-Norge løfte seg med mellom 5 og 50 cm i løpet av dette århundre. Minst landheving er det langs Sør- og Vestlandskysten (rundt 15 cm i løpet av dette århundre), størst landheving finner vi innerst i Oslo- og Trondheimsfjorden (rundt 50 cm). Grunnen til landhevningen hos oss er at landet ble presset ned av den store og kilometertjukke Fennoskandinaviske iskappen under siste istid.



Vannstandsøkning (i cm) langs norskekysten i år 2100, relativ til år 2000. De lyse sylinderne representerer en vannstandsøkning på 100 cm. (Kilde: Drange et al 2007. Utregningene baserer seg på IPCC scenario A1B og A2).

Når en så summerer effekten av stigende hav og at landet hever seg, får vi en havnivåøkning som vist i figuren over; at sjøen langs Sør- og Vestlandskysten kan stå 70-75 cm høyere ved utgangen av dette århundre enn i dag. For kysten langs Nord-Norge vil stigningen være rundt 60 cm. Best ut kommer de innerste delene av Oslo- og Trondheimsfjorden med en havstigning på rundt 40 cm.

Inkluderer vi usikkerheter kan havstigningen bli fra 20 cm lavere til 30 cm høyere enn tallene over. For å ta høyde for mulig havstigning mot slutten av dette århundre bør det derfor planlegges ut fra at havet vil stige med mellom en halv til én meter.


Foto: Roger J. Braithwaite

Grønland er jokeren

Grønland regnes som jokeren med hensyn til hvor mye havet vil stige. Grønlandsisen mister i størrelsesorden 150-200 km³ is (dvs. 150-200 milliarder tonn vann) per år. Hastigheten i reduksjonen har økt de siste årene, men det er for tidlig å si om denne utviklingen vil fortsette.

Skulle hele Grønlandsisen smelte betyr det at verdenshavene vil stige med om lag 7 meter. Det vil ta 10-15 000 år før all isen er borte dersom smeltingen fortsetter som i dag.

De siste årene har store bevegelser i ismassene oppstått uten at forskerne med sikkerhet kan forklare hvorfor. Forskerne vet for lite om hvor hurtig isdekket på Grønland smelter, og forskere fra hele verden prøver derfor å finne ut mer om dette. Av denne grunn overvåker forskere fra Bjerknessenteret endringer i størrelsen av Grønlandsisen, og hvordan ferskvann fra Grønland vil påvirke havnivå og havstrømmene i Nord-Atlanteren.

Antarktis

De enorme ismengdene i Antarktis har lenge vist stor stabilitet, men det er indikasjoner på at volumet minker og at Antarktis er mindre stabil enn hva en tidligere har trodd. Satellittmålinger viser at mengden is i Vest-Antarktis er spesielt utsatt, stadig mer is forsvinner sannsynligvis på grunn av at smeltevann fra overflaten trenger seg ned i isen.

Forskere har regnet ut at verdenshavene vil stige med rundt 60 meter om all isen i Antarktis smelter. Forskerne regner ikke med at dette vil skje, men selv mindre endringer kan gi store utslag på havnivået. Flere nasjoner vil nå øke sin forskning i denne regionen for å lære mer. Bjerknessenteret bidrar med målinger av iskappen og havområdene rundt Antarktis, i tillegg til modellering av mulig klimautvikling i Sørishavet.

Blått Arktis

Arktis sjøis dekker et område tilsvarende USA. Havisen i Arktis har størst utstrekning i mars og er minst i september med en gjennomsnittlig istykkelse på rundt 3 meter. Ved hjelp av satellittmålinger har vi gode observasjoner av isutbredelsen siden 1979. Disse målingene viser at mer enn 20 prosent av sommerisen har smeltet de siste 30 årene og at hastigheten er økende. Dette tilsvarer et område på fire ganger Norges areal. Sommeren 2007 er utstrekningen av is i Arktis mindre enn noen gang siden satellittmålingene startet. Isen har også blitt tynnere de siste 30 årene.

Det er trolig at vi har et isfritt – et blått – Arktis en gang i løpet av andre halvdel av dette århundre. Fortsetter tempoet i oppvarmingen og issmelting som i dag kan sommerisen forsvinne så tidlig som rundt 2040-2050. Satellittobservasjoner viser en betydelig raskere reduksjon i sjøisen enn forutsatt i de fleste globale klimamodellene. Faktisk ligger snittet av klimamodellene rundt 30 år bak den observerte utviklingen i Arktis.

Den globale oppvarmingen forsterkes

Når det blir mindre snø og is forsterkes den globale oppvarmingen. Det skyldes at snø og is reflekterer mesteparten av solinnstrålingen tilbake til atmosfæren, mens bar bakke og åpent hav absorberer mesteparten av energien i solstrålene. Redusert utbredelse av sjøis utgjør derfor en såkalt positiv tilbakekoblingsmekanisme på klimaet: Økt temperatur gir mindre is og mer varme som absorberes i havet. Dette fører til temperaturøkning, issmelting og et varmere hav, og så videre. Forskerne tror at denne effekten er en av grunnene til at Arktis har opplevd en oppvarming som er dobbelt så rask som den gjennomsnittlige globale oppvarmingen.



Alvorlige konsekvenser

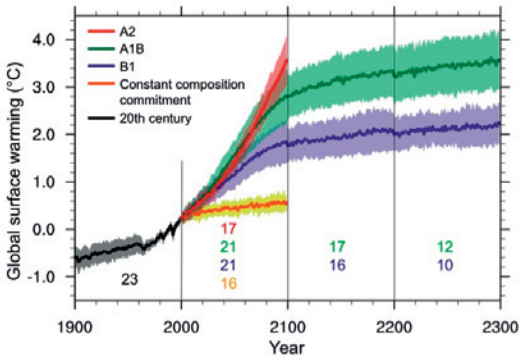
Det er ikke bare byer og tettsteder langs norskekysten som må tilpasse seg stigende havnivå. 23 byer i verden har mer en åtte millioner innbyggere og 21 av disse ligger ved kysten. Dette illustrerer utfordringene vi står ovenfor dersom prognosene om framtidig havstigning slår til. Selv om det er knyttet usikkerheter til hvor mye havet vil stige, så er det vanskelig å se at havet vil stige med mindre enn en halv meter i løpet av dette århundre, sannsynligvis mye mer. Spørsmålet er derfor har vi råd til å la være å tilpasse oss disse endringene? En havstigning på for eksempel én meter vil føre til at lavtliggende land som India, Bangladesh og Indonesia, samt en rekke øysamfunn i Stillehavet, får dramatisk større problemer enn de vi står overfor. Det er også slik at disse samfunnene vil ha vansker med å tilpasse seg klimaendringene da de ofte rår over små økonomiske ressurser.

Langsom prosess

Vann har en meget høy varmekapasitet, så verdenshavene kan lagre store varmemengder. Det innebærer at selv om vi skulle klare å halvere de globale klimagassutslippene vil havstigningen bli betydelig i dette hundreåret. I tillegg er den vertikale blandingen i havet en langsom prosess. Det er det siste som gjør at havet vil stige i hundrevis av år etter at vi har fått kontroll på utslippene av drivhusgasser.

Utslippsreduksjoner vil ha betydning

Det er meget sannsynlig at klimaendringene i vårt århundre vil være større enn i forrige århundre. Selv om vi ikke øker mengden klimagasser i atmosfæren fra dagens nivå vil den globale oppvarmingen og havstigningen fortsette i flere århundrer. Men hastigheten på endringene vil avhenge av hvor store klimagassutslippene vil være. Forbrenning av olje, kull og gass er den viktigste kilden til menneskeskapte CO2-utslipp.



Figuren viser at uansett utslippsscenarier (rød, grønn, blå kurve) vil vi få en fortsatt oppvarming på 0,2 grader pr tiår de neste 20-30 år. Deretter får det vesentlig betydning hvilken utslippstrend vi slår inn på. Skal vi nå målet på maks 2 graders temperaturstigning må vi inn på den blå kurven. Det innebærer et scenario med minst halvering av de globale klimagassutslippene innen år 2050. Den oransje kurven viser et eksperiment hvor konsentrasjonen av klimagassene er stabilisert på år 2000-nivå; dette gir en forventet oppvarming på ca. 0,1 grader per tiår. Kilde: IPCC delrapport 1 2007.

Bjerknessenteret forsker på: Utbredelse og tykkelse av hav- og landis i Arktis og Antarktis, fryse- og tineprosesser, tilbakekoplingsmekanismer, modellering av havis og grenselanget mellom havis og luft, isens og snøens rolle i klimaet, effekt på havsirkulasjonen når hav- og landis smelter.

Visste du at:

- Blant de siste 12 årene finner vi 11 av de varmeste årene siden globale målinger av lufttemperatur startet i 1850.
- Ved slutten av århundret forventes Arktis å ha en årlig gjennomsnittstemperatur som er 4-6 °C høyere og en vintertemperatur som er 6-12 °C høyere enn i dag.
- Sist Arktis var 3-5 grader varmere enn nå var for 125 000 år siden, og da var Grønland 30 % mindre og havnivået 4-6 meter høyere enn i dag.
- Temperaturen i havet har økt ned til minst 3000 meters dyp.
- Temperaturen i øvre del av permafrostlaget i Arktis har økt med opptil 3 grader siden 1980.
- Sjøis dannes ved at sjøvann fryser ved -1.9 grader C. Sjøis kan smelte både fra oversiden og undersiden ved for eksempel kontakt med varm luft eller varme havstrømmer.
- Det finnes 1627 breer i Norge, som utgjør totalt 2609 kvadratkilometer. 98 % av breene i Norge kan være forsvunnet om 100 år.

Referanser:

Drange, H, m.fl. (2007): Opptil én meter havstigning langs Norskekysten innen år 2001, Cicerone 2/2007

Rahmstorf, S. (2007): A Semi-empirical approach to projecting future sea-level rise, Science 315,

Intergovernmental Report for Climate Change (IPCC) Fourth Assessment Report 2007

UNEP Global Outlook for Ice and Snow (GOIS) 2007

BCCR – Bjerknes Centre for Climate research | Allégaten 55 5007 Bergen | Tel: 55 58 98 03 Fax: 55 58 43 30 | post@bjerknes.uib.no www.bjerknes.uib.no