

Hvis Grønlands innlandsis smelter så mye at verdens havnivå i gjennomsnitt stiger en meter, vil Norge likevel knapt berøres; havstigningen vil skje andre steder.

# Verdenshavene stiger ujevnt

## HAVSTIGNING

Jan Mangerud, professor emeritus, Institutt for geovitenskap og Bjerknessenteret for klimaforskning, UiB



Her er min kortversjon av hva som vil skje med havnivået de kommende tiår og hundreår:

Jordas middeltemperatur vil høyst sannsynlig fortsette å stige, vesentlig som en følge av menneskelige utslipp av klimagasser. Dette vil føre til at havnivået stiger, både fordi havvannet utvider seg når det blir varmere, og fordi vannet fra økt smelting på isbreene renner ut i havet. Men det er helt sikkert at havnivåstigningen blir forskjellig rundt på jorda.

### Når isbreene smelter

Kortversjonen er, som avisoverskrifter, en betydelig forenkling. Det er flere faktorer som påvirker havnivået. Her vil jeg imidlertid begrense meg til å forklare en eneste faktor, nemlig resultatet av isbresmelting, fordi en betydelig havnivåstigning de neste 100 år krever at mye is på land smelter.

Jeg vil ikke diskutere hvor mye havnivået vil stige, men vil likevel

nevne at jeg nylig var på et internasjonalt møte hvor en forsker (J. Bamber) fortalte at han hadde sendt ut et spørreskjema til internasjonalt fremstående forskere på de store isbredekkene (Grønland og Antarktis). Det var 14 som hadde svart og gjennomsnittet av deres vurderinger, eller kanskje jeg skal si begrunnede gjetninger, var en smelting som ville gi 32 cm havstigning frem til år 2100. Legger vi til bidraget fra andre breer, samt havvannets utvidelse gir dette en havnivåstigning på 64–86 cm, altså 6–8 mm i året – men altså som gjennomsnitt over hele jorda.

La meg så komme til saken: Havnivåstigningen vil fordele seg forskjellig over jorda når det smelter is på breene. Jeg vil bruke Grønlandsisen som eksempel, for der smelter det nå mye is og Grønland er følsom for temperaturstigning.

### Jordas tyngdekraft

Jordas tyngdekraft (gravitasjon) holder havvannet på plass så det ikke slynges ut i verdensrommet. Tyngdekraften dannes av masse, både i jordas indre og i kontinentene og er stabil over korte tidsrom fordi jorda er stabil. Bare de store isbredekkene forandrer seg særlig over tiår. Bruker vi månen som eksempel så gir dens tyngdekraft flo sjø, altså en lokal havnivåstigning, når den

står rett over oss og så blir det fjære når månen blir fjernere og derved tyngdekraften mindre.

### – og isens tyngdekraft

Innlandsisen på Grønland er mer enn fem ganger større enn Norge, og er på det meste mer enn 3000 m tykk. Dette er en svær masse som derved også har en tilsvarende tyngdekraft (gravitasjon). Den er mindre enn månens, men virkningen blir den samme i mindre skala. Når noe av isen smelter, så avtar tyngdekraften og havnivået rundt Grønland vil synke (det blir «fjære sjø»), og derved stige andre steder på jorda. Men virkningen blir mer langvarig enn for månen som jo gir flo og fjære to ganger i døgnet. Vi får altså den paradoksale situasjon at når isen smelter på Grønland så stiger verdenshavene fordi de får mer vann, mens havnivået synker rundt Grønland fordi øyas tyngdekraft avtar.

Kartet viser beregninger av en gruppe forskere (se kilde). De har tatt som eksempel at hele Grønlands innlandsis smelter med en hastighet som tilsvarer en gjennomsnittlig havnivåstigning på 10 cm på 100 år, eller om en vil, 1 mm i året. Som vi ser av kartet blir det ingen havstigning rundt Grønland. Tvert imot vil havnivået der synke, men det er ikke vist på dette forenklete kartet.

### Ingen rettferdig stigning

Viktig for Norge er at det heller ikke her blir noen havstigning om isen på Grønland smelter. Jeg vil si dessverre. Urettferdig nok vil den største havstigningen komme i fattige og lavtliggende land som øyene i Stillehavet og kystene av Asia og Sør-Amerika. Som en ser av kartet blir det bare i en sone mellom Afrika og Sør-Amerika (grensen mellom blå og gule farger) og tvers over det nordlige Stillehavet at havet vil stige 1 mm i året, altså tilsvarende den gjennomsnittlige stigningen for hele jorda.

Smelter det mer eller mindre så blir mønstret for havnivåstigning det samme, det er bare tallene for endringene som forandres.

### Små breer, samme mønster

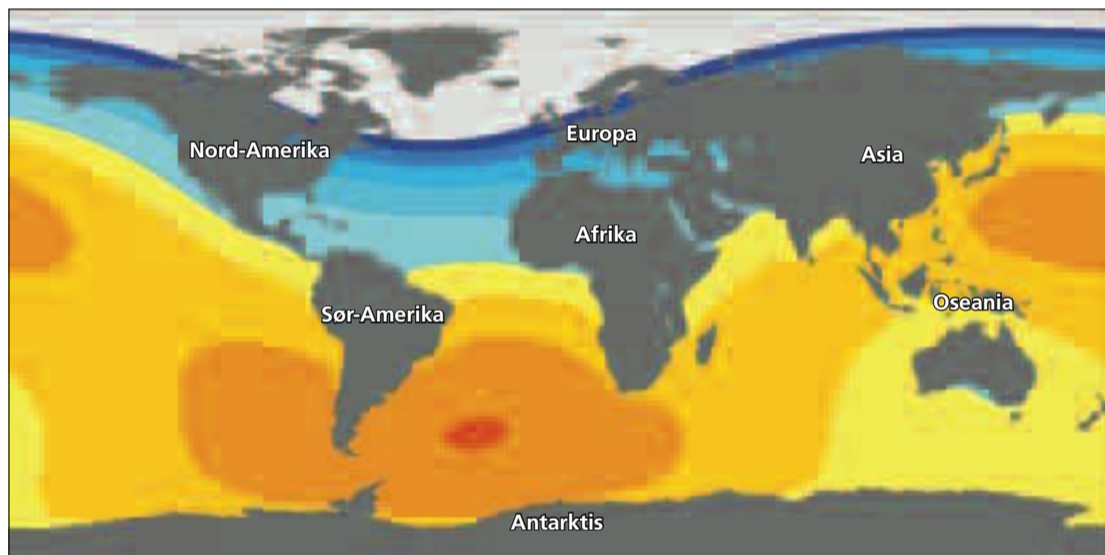
Vi vil få et noenlunde lignende mønster i havnivåstigning fra smelting av såkalte «mindre breer». De fleste og største av disse ligger nemlig også langt mot nord, mest i Alaska og Arktisk Canada. Breene i Norge er også med her, men de blir nesten som frimerker å regne i denne sammenheng. Da teller Svalbard, Island og de russiske øyene mer. Går vi til Antarktis, så vil den



PÅ TUNG IS: Kronikkforfatteren poserer her sammen med John-Inge Svendsen og en mammut.

FOTOMONTASJE: EVA BJØRSETH

## Havnivåstigning i mm pr. år



VELDIG UJEVNT: Kartet viser hvordan havnivået vil stige rundt om i verden hvis innlandsisen på Grønland smelter med en hastighet som vil gi en gjennomsnittlig havnivåstigning på 1 millimeter i året. Vi ser at vi får ingen stigning i Norge, en stor stigning i Stillehavet og Sørishavet, og bare i et smalt belte får vi den gjennomsnittlige stigning på 1 mm. KARTGRUNNLAG MILNE M.FL. 2009

## fakta havnivå

■ FNs klimapanel sier i den siste rapporten (2007) at det gjennomsnittlige globale havnivå har steget 1,7 mm pr. år i det 20. århundre (mulig avvik begge veier 0,5 mm) og at satellittmålinger viser en stigning på 3,1 millimeter pr. år fra 1993 til 2003 (mulig avvik 0,7 mm).

■ Klimapanelet sier at havnivået i 2100 i gjennomsnitt over jorda vil være mellom 29 og 59 cm høyere enn i 2000.

■ Senere vitenskapelige artikler mener at havet vil stige mer. Et mye sitert anslag er 65–100 cm.

■ Skandinavia stiger fremdeles for å rette opp nedpressingen fra den tunge breen under siste istid. Landhevingen vil kompensere for mye av havnivåstigningen, men dette er ikke tatt med i denne kronikken.

oppmerksomme leser allerede ha forstått at om det smelter is der, så vil tyngdekraften der avta og havnivået synke i Sørishavet, mens det blir havnivåstigning på midlere og nordlige breddegrader. Dette vil altså gi problemer også for Norge. Det er imidlertid større usikkerheter med hva som vil skje i Antarktis, selv om de siste målinger tyder på at også denne enorme breen minsker. Problemet med å vurdere fremtiden for Antarktis er at med økende temperatur vil det også snø mer, så kanskje dette vil balansere smeltingen. Skulle hele Antarktis smelte, ville havnivået stige 60–70 m, men det behøver vi ikke å bekymre oss for.

### Nedslående for fattige land

Hvis vi nå forutsetter at det smelter is på alle breene, altså både i nord og sør, som kanskje er det mest sannsynlige fremtidsvarsel, så må jeg igjen si at resultatet er nedslående. Dette er beregnet av to forskere (Bamber og Riva) som i tillegg til det jeg har nevnt over også har tatt med endringer i jordas rotasjonsakse på grunn av omfordelingen av masse.

De finner at slik smelting vil gi størst havnivåstigning i et bredt belte langs ekvator som omfatter de fleste fattige og lavtliggende

kyststater, mens vi i Nordvest-Europa og Nord-Amerika slipper lettere unna – mens det er vi som forårsaker havnivåstigningen.

### Det er usikkert

En bastant konklusjon i nesten alle vitenskapelige artikler om havnivåendringer er at vår kunnskap om de mange prosesser som inngår fremdeles er for dårlig til å gi sikre prognoser for årtier fremover. Mulighetene til å studere nåtidige endringer har økt enormt med de satellitter som nå er i bane, og nye resultater vil stadig komme.

Prognoser får en imidlertid ikke bare ved å anta at dagens havnivåstigning vil fortsette. Vi må forstå prosessene og bygge disse inn i modeller for prognoser. Vi har i Norge gode muligheter til å bidra til den internasjonale forskningen om både fortidige og nåtidige havnivåendringer og derved til bedre forståelse av prosessene og forbedring av prognoser, men forskning om fortidige havnivåendringer prioriteres for tiden ikke av norske universiteter.

HOVEDKILDE: G.A. MILNE M.FL. (2009): ARTIKKEL I NATURE GEOSCIENCE 2, 471–478.