

## SKRIFTLIG FORKLARING

Saksnr: 24-036810ASD-BORG/02  
Dato: 29/06-2025  
Navn: Helge Drange  
Adresse: Fjellgaten 5B, 5003 Bergen  
Født: 08.02.1965  
Stilling: Professor  
(Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen/  
Bjerknessenteret for klimaforskning)

### Vurdering av klimavirkningen av maksimalutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil

#### 0. Innledning

- a. Bakgrunn: Advokatfirmaet Simonsen Vogt Wiig har bedt meg avgi en sakkyndig vurdering av klimavirkningen av utslippene fra petroleumsfeltene Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil, i forbindelse med en tvistesak mellom Natur og Ungdom og Greenpeace og staten v/Olje- og energidepartementet om gyldigheten av tre vedtak om plan for utbygging og drift av disse petroleumsforekomstene.
- b. Mandat: Jeg er bedt om å besvare følgende mandat:
  1. Kan du sammenfatte de klimavitenskapelige utgangspunktene som er relevante for din vurdering?
  2. Hvilken betydning har 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> for lineære og ikke-lineære klimaendringer?
  3. Hva er verdens gjenværende karbonbudsjett for å begrense oppvarmingen til 1,5 grader og to grader med 67 prosent sannsynlighet?
  4. Hvor store er utslippene på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> sett i forhold til Norges gjenværende andel (beregnet per capita) av verdens gjenværende karbonbudsjett for å begrense oppvarmingen til 1,5 og to grader med 67 prosent sannsynlighet?
  5. Kan du beskrive noen observerte klimaendringer i Norge?
  6. Kan utslipp på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> kvantifisere eller estimere klimaskade?
  7. Kan utslipp på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> ha betydning for klimaendringer i Norge og bidra til skade?
  8. For årene 2024-2028, hvilken betydning på klima har utslippene fra petroleumsfeltene
    - Breidablikk på 10,14 MtCO<sub>2e</sub> i 2024, 10,39 MtCO<sub>2e</sub> i 2025, 8,66 MtCO<sub>2e</sub> i 2026 og 8,08 MtCO<sub>2e</sub> i 2027?
    - Tyrving på 0,44 MtCO<sub>2e</sub> i 2024, 3,08 MtCO<sub>2e</sub> i 2025, 1,70 MtCO<sub>2e</sub> i 2026 og 1,26 MtCO<sub>2e</sub> i 2027?
    - Yggdrasil på 28,8 MtCO<sub>2e</sub> i 2027 og 42,4 MtCO<sub>2e</sub> i 2028?
- c. Kvalifikasjoner:

- 1990-1994** Dr. Scient. i klimamodellering 1990-1994 (Nansensenteret for miljø og fjernmåling og Universitetet i Bergen).
- 1994-1996** Post. Doc. i klimamodellering (Nansensenteret for miljø og fjernmåling og Meteorologisk institutt ved Stockholms universitet).
- 1996-2008** Leder for klimamodelleringsgruppen ved Nansensenteret for miljø og fjernmåling
- 1997- 2007** En av to initiativtakere til *Bergen Climate Model* som var en av fire globale klimamodeller fra Europa som ble brukt i den fjerde hovedrapporten til FNs klimapanel i 2007
- 2001- 2014** En av tre initiativtakere for etableringen av Bjerknessenteret for klimaforskning ved UiB, og medlem av ledergruppen ved Bjerknessenteret
- 2003-2008** Leder for *Nansen-Zhu International Research Centre*, Beijing, Kina
- 2005- 2008** Koordinator av EU klimaforskningsprosjektet *DYNAMITE*: «Understanding the Dynamics of the Coupled Climate System», finansiert av EU (9 partnere, budsjett 3.0 millioner EURO)
- 2007** Bidragsyter til den 4. hovedrapporten fra FNs klimapanel IPCC
- 2007- 2011** Koordinator av klimaforskningsprosjektet *NorClim* (nasjonalt koordinert forskningsprosjekt, budsjett på 26 millioner NOK, 8 partnere), finansiert av Norges forskningsråd
- 2008-** Professor i oseanografi ved Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen
- 2008- 2014** Med-leder for *CLIVAR Working Group for Ocean Model Development*, som er en internasjonal forskergruppe som samler de ledende miljøene som arbeider med havmodellering i verden
- 2009** Tildelt UiBs *Melzerprisen for fremragende forskningsformidling*
- 2011- 2013** Koordinator av klimaforskningsprosjektet *EarthClim* (største nasjonalt koordinerte forskningsprosjekt, budsjett på 26 millioner NOK, 8 partnere), finansiert av Norges forskningsråd
- 2014- 2017** Arbeidspakkeleder i klimaforskningsprosjektet **EVA** (største nasjonalt koordinerte forskningsprosjekt, budsjett på 50 millioner NOK, 8 partnere), finansiert av Norges forskningsråd
- 2018** Tildelt *Olav Thon stiftelens pris* for fremragende undervisning
- 2018-2021** Medleder for arbeidspakke i EU klimaforskningsprosjektet *APPLICATE* («Advanced Prediction in Polar regions and beyond: modelling, observing system design and Linkages associated with a Changing Arctic climate»); budsjett på 8 mill. EURO).

Medforfatter på 81 publikasjoner i internasjonale tidsskrifter med fagfelleevaluering, totalt 7168 siteringer fra artikler i tidsskrifter med fagfelleevaluering og en *h*-indeks på 40. Noen relevante publikasjoner:

J.-P. Weihs, E. Euler, V. Gjerde & **H. Drange** (2025). Exploration of troublesome and threshold concepts in cloud microphysics. *J. Geosci. Edu.*, DOI: 10.1080/10899995.2024.2446022

He, S. P., **H. Drange**, T. Furevik, H. J. Wang, K. Fan, L. S. Graff, and Y. J. Orsolini (2024). Relative impacts of sea ice loss and atmospheric internal variability on the winter Arctic to East Asian surface air temperature based on large-ensemble simulations with NorESM2. *Adv. Atmos. Sci.*, 41(8), 1511–1526, <https://doi.org/10.1007/s00376-023-3006-9>

L.H. Smedsrud, A. Brakstad, E. Madonna, M. Muilwijk, S. K. Lauvset, C. Spensberger, A. Born, T. Eldevik, **H. Drange**, E. Jeansson, C. Li, A. Olsen, Ø. Skagseth, D. A. Slater, F. Straneo, K. Våge & M. Årthun (2022). Nordic Seas Heat Loss, Atlantic Inflow, and Arctic Sea Ice cover over the last century. *Reviews of Geophysics*, 59, e2020RG000725, doi: 10.1029/2020RG000725

Muilwijk, M., Smedsrud, L.H., Ilicak, M., **Drange, H.** (2018), Atlantic Water heat transport variability in the 20th century Arctic Ocean from a global ocean model and observations, *Geophys. Res. Oceans*, <https://doi.org/10.1029/2018JC014327>

Årthun, M., Eldevik, T., Viste, E., **Drange, H.**, Furevik, T., Johnson, H. L., and Keenlyside, N. S. (2017), Skillful prediction of northern climate provided by the ocean, *Nature Comm.*, doi:10.1038/ncomms15875

Fløttum, K., Drange, H. 2017. The Paris COP21 agreement – obligations for 195 countries. In: Fløttum, K. (Ed.) *The role of language in the climate change debate*. New York/London: Routledge, 130-148.

Richter, K., R. E. M. Riva, and **H. Drange** (2013): Impact of self-attraction and loading effects induced by shelf mass loading on projected regional sea level rise, *Geophys. Res. Lett.*, DOI: 10.1002/grl.50265

Richter, K., J. E. Ø. Nilsen, and **H. Drange** (2012): Contributions to sea level variability along the Norwegian coast for 1960-2010, *J. Geophys. Res.*, 117, C05038, doi:10.1029/2011JC007826

- d. Uavhengighet: Jeg har ingen økonomiske interesser i sakens utfall. Erklæringen er i sin helhet skrevet av undertegnede, uten samarbeid/innspill/dialog med andre sakkyndige vitner i saken.

## **1. Kan du sammenfatte de klimavitenskapelige utgangspunktene som er relevante for din vurdering?**

### **1.1 Sentrale punkter**

- Alle menneskeskapte klimagassutslipp påvirker globalt og lokalt klima.
- CO<sub>2</sub> er den viktigste av de menneskeskapte klimagassene; rundt 20 prosent av dagens CO<sub>2</sub>-utslipp vil påvirke jordens klima i tusen år eller mer.
- Det nå tilstrekkelig med observasjoner, grunnleggende kunnskap og gode nok modeller til å slå fast at værhendelser som hetebølger, ekstremnedbør, langvarig tørke og stormflo er direkte påvirket av menneskeskapte klimagassutslipp.
- Virkningen av en oppvarming på 1,5 grader, to grader eller mer enn to grader vil utgjøre en vesentlig forskjell for natur og samfunn. Sannsynlighet for å passere vippepunkter – det vil si raske, uopprettelige endringer i klima – øker med økende klimagassutslipp.
- Maksimalutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil – selv om alle andre utslipp fra Norge skulle være null fra og med 2025 – medfører at Norge overstiger utslipp som er i tråd med 1,5 gradersmålet med en faktor tre eller mer relativt til Norges 2024-utslipp.
- For togradersmålet vil maksimalutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil tilsvare minst 39 prosent av summen av alle fremtidige klimagassutslipp fra Norge gitt at disse er på 2024-nivå.
- Betraktet hver for seg, gir bruttoutsippet fra Yggdrasil en oppvarming tilsvarende 2023-utslippene fra Australia, Vietnam og Italia, eller på nivå med 17. største utslippsstat i 2023. Breidablikk gir en oppvarming tilsvarende 2023-utslipp fra Qatar, Bangladesh og Colombia, eller rundt 40. største utslippsstat i 2023. Tyrving gir en oppvarming tilsvarende 2023-utslippene fra Panama, Litauen, Senegal, Afghanistan og Georgia, eller rundt 100. største utslippsstat i 2023.
- Av syv identifiserte vippepunkter som kan igangsettes når global oppvarming øker fra 1,5 til to grader, vil fem påvirke Norge direkte. Dette gjelder kollaps av iskapen i Vest-Antarktis (som gir høyere havnivå), tining av permafrost (som vil gi ustabil land/fjellskråninger til fjells og nord i Norge, og som kan bidra til økte utslipp av metan); fravær av sjøis i Barentshavet (som vil påvirke marint liv, marin transport og ressurstilgang); redusert vertikal blanding i Labradorhavet (som isolert sett vil svekke Golfstrømsystemet); og tap av breer (som vil endre landskap og økosystemer, påvirke smeltevanntilførsel og turisme).
- Det kan ikke utelukkes at klimagassutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil, enkeltvis eller summert, kan føre til at et eller flere av vippepunktene aktiveres.

### **1.2 Kort om kunnskapsstatus**

Grunnleggende eksperimentell og teoretisk kunnskap om at vanndamp og ulike gasser i atmosfæren har en varmende virkning på jordens klima, har vært kjent siden tidlig på 1800-tallet (sluttnote 1). Effekten er en forutsetning for alt liv på jorden. Faktisk er jordens overflatetemperatur rundt 33 °C høyere enn den ville vært uten en atmosfære (sluttnote 2). En logisk konsekvens av dette er at økt innhold av varmfangende gasser i atmosfæren vil

varme jordoverflaten ytterligere. Forskningen er klar på at det er nettopp dette som skjer (sluttnote 3).

Veletablert vitenskapelig kunnskap om *menneskeskapt* global oppvarming – der karbondioksid (CO<sub>2</sub>) som følge av forbrenning av kull, olje og gass er det viktigste enkeltbidraget – er ikke ny. Eksempler inkluderer en rapport til USAs president i 1965, som konkluderer med at fortsatte CO<sub>2</sub>-utslipp fra kull, olje og gass vil (fra sluttnote 4)

*«almost certainly cause significant changes in the temperature...»*

og

*«...could be deleterious from the point of view of human beings».*

Nobelprisen i fysikk ble i 2021 tildelt professorene Syukuro Manabe (USA/Japan), Klaus Hasselmann (Tyskland) og Giorgio Parisi (Italia) for deres bidrag til jordens klimasystem og andre kompliserte, fysiske systemer. Som kommentar til tildelingen, uttalte Hasselmann at

*«We've been warning against climate change for about 50 years or so»* (sluttnote 5),

mens Parisi sa at

*«It's clear that for the future generation, we have to act now in a very fast way»* (sluttnote 6).

Disse uttalelsene er representative for den naturvitenskaplige status om menneskeskapt klimaendring (se også neste avsnitt).

### **1.3 Fra siste hovedrapport fra FNs klimapanel**

Siste hovedrapport fra FNs klimapanel – *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC) – ble publisert i perioden 2021-2023 (sluttnote 7). Dette er den sjettede hovedrapporten fra klimapanelet, de foregående hovedrapportene ble publisert i 1990, 1995, 2001, 2007 og 2013/14. FNs klimapanel mandat er å informere myndigheter om kunnskapsstatus som omhandler jordens klima. FNs klimapanel utfører ikke forskning selv, men panelet går gjennom all relevant vitenskapelig litteratur på feltet (sluttnote 8).

I siste hovedrapport hadde arbeidsgruppe én, som gjennomgår all tilgjengelig faglitteratur som omhandler det fysiske klimasystemet, blant annet følgende som hovedkonklusjon (sluttnote 9):

*«It is unequivocal that human influence has warmed the atmosphere, ocean and land»*

og

*«Human-induced climate change is already affecting many weather and climate extremes in every region across the globe. Evidence of observed changes in extremes such as heatwaves, heavy precipitation, droughts, and tropical cyclones, and, in particular, their attribution to human influence, has strengthened since AR5»*

(kommentar: AR5 er den femte hovedrapporten fra FNs klimapanel (*Fifth Assessment Report*), publisert i 2013/14).

Det første punktet over sier at det er vitenskapelig sikkert at menneskeskapt utslipp fra kull, olje og gass, samt bruk av land, har endret alle deler av jordens klima. Dette er første gang at IPCC fremlegger en konklusjon som ikke er beheftet med usikkerhet.

Det andre punktet er spesielt viktig for samfunn og på individuelt nivå: Det er nå tilstrekkelig med observasjoner, teoretisk forståelse og modellering til å konkludere at det ikke bare er (gjennomsnitts)klima, men også ekstreme værhendelser, som påvirkes av menneskeskapt klimagassutslipp. At denne konklusjonen styrkes i siste hovedrapport skyldes ikke at det ikke har vært en slik sammenheng tidligere, men at det først nå er tilstrekkelig med kunnskap til å vitenskapelig slå fast dette på global skala.

I tillegg konkluderer siste hovedrapport med at ethvert klimagassutslipp vil forsterke global oppvarming (sluttnote 10):

*«Every tonne of CO<sub>2</sub> emissions adds to global warming»,*

og videre om sammenhengen mellom forsterket global oppvarming og ekstreme værhendelser (sluttnote 11):

*«With every additional increment of global warming, changes in extremes continue to become larger».*

De to siste sitatene sier at de globale klimagassutslippene må reduseres for (i) å begrense global oppvarming og (ii) begrense hyppighet og omfang av ekstremværhendelser.

Endringer i klima har også ikke-menneskelige, gjerne kalt naturlige forekommende, årsaker. Faktorer som variasjoner i solens innstråling, hyppighet og intensitet til vulkanutslipp, og refordeling av varme i havet tilhører siste gruppe. I en ny publikasjon, som er en årlig oppdatering av de mest sentrale klimaindikatorene som gjennomgås i FNs klimarapporter, videreføres konklusjonen fra 2021-rapporten fra FNs klimapanel med at global oppvarming i løpet av det siste tiåret er nær fullt ut menneskeskapt (sluttnote 12):

*«AR6 found that, averaged for the 2010–2019 period, essentially all observed global surface temperature change was human-induced, with solar and volcanic drivers and internal climate variability making a negligible contribution. This conclusion remains the same for the 2015–2024 period. Generally, whatever methodology is used, on a global scale, the best estimate of the current level of human-induced warming is (within uncertainty) similar to the observed global surface temperature change...»*

(kommentar: AR6 er sjetten (og siste) hovedrapport fra FNs klimapanel (*Sixth Assessment Report*), publisert i 2021).

Sluttnote 12 tallfester global oppvarming for det siste tiåret slik:

*«For the 2015–2024 decade average, observed warming relative to 1850–1900 was 1.24 °C, of which 1.22 °C was human-induced» (fotnote 1).*

---

<sup>1</sup> Sitatet, inkludert usikkerhetsestimater, lyder: «For the 2015–2024 decade average, observed warming relative to 1850–1900 was 1.24 [1.11 to 1.35] °C, of which 1.22 [1.0 to 1.5] °C was human-induced».

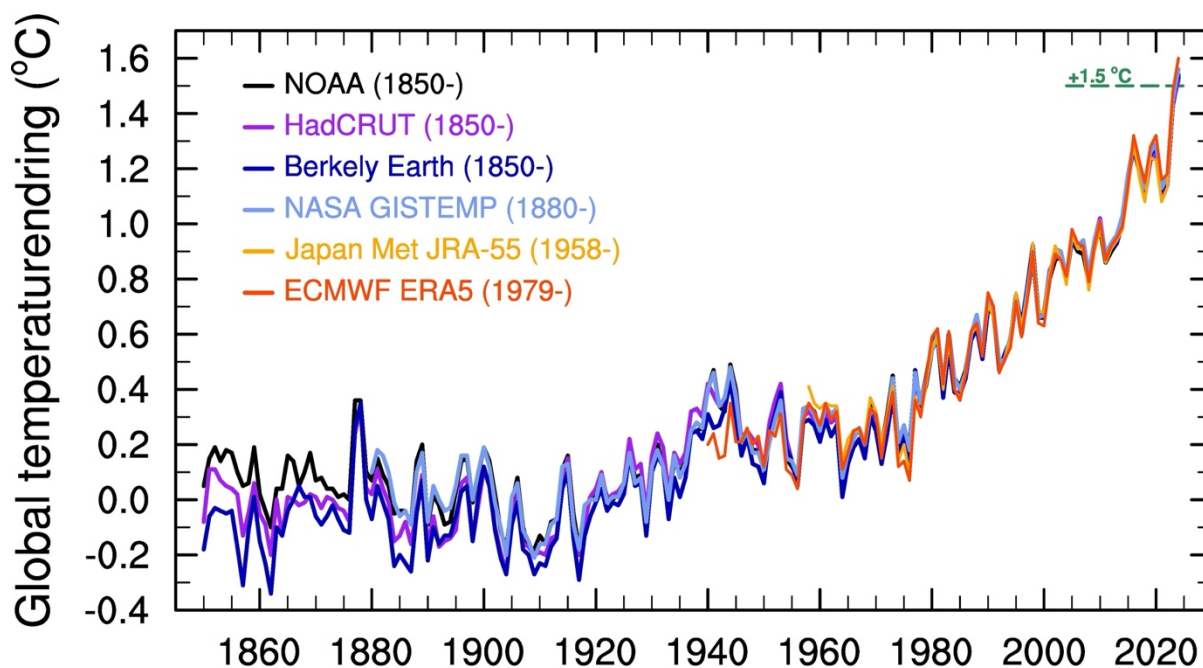
## 1.4 Eksempler på endring av globalt klima

I det følgende belyses noen av de mest sentrale klimaindikatorene globalt.

### (1.4a) Global overflatetemperatur, 1880-2024

Alle tilgjengelige analyser av målt overflatetemperatur viser at 2023 og 2024 er de klart varmeste årene siden instrumentelle målinger startet rundt 1850.

En sammenstilling av de seks mest brukte temperaturanalysene er vist i Figur 1. Selv om det er mindre forskjeller mellom tidsseriene, er hovedtrekkene sammenfallende, med 2023 og 2024 som de klart varmeste årene.



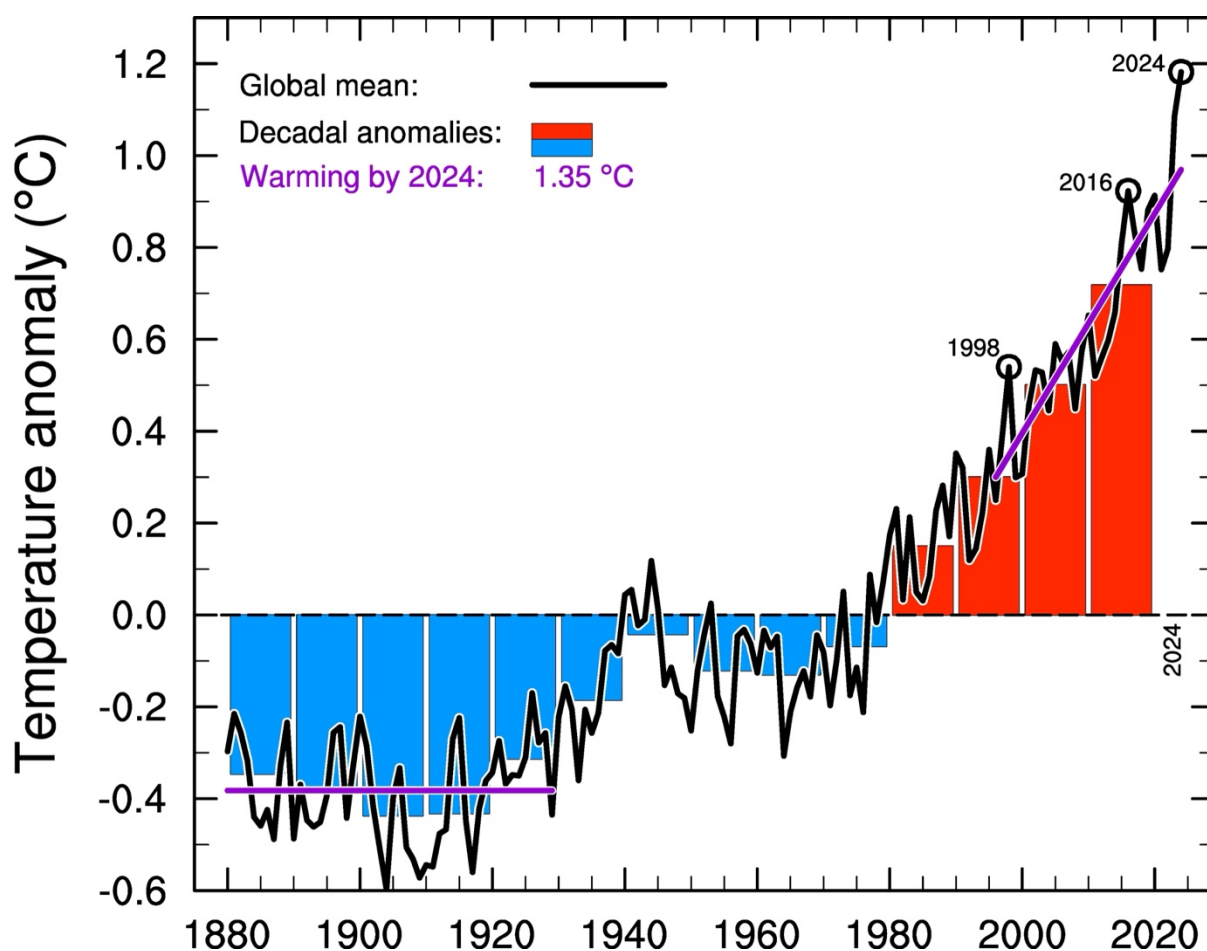
Figur 1. Endring av globale overflatetemperatur fra seks ulike, globale temperaturanalyser til og med 2024; tre fra USA (NOAA, Berkeley og NASA), to fra Europa (HadCRUT og ECMWF) og en fra Japan. Analysene som starter i 1850 og 1880 er alle basert på observert termometerbasert overflatetemperatur, mens analysene som starter i 1958 og 1979 er basert på numeriske modeller som inkluderer observert temperatur. Tidsseriene har samme gjennomsnittverdi for fellesperioden 1981–2010, med en temperatur 0,69 °C lavere for perioden 1850–1900 (0,69 °C er et estimat av oppvarmingen mellom de to periodene basert på siste hovedrapport fra FNs klimapanel). 1.5 grader oppvarming sammenlignet med «førindustriell» tid er indikert med stiplede, grønne linjer opp til høyre i figuren. Datakilder i sluttnote 13.

Når det gjelder nøyaktighet til tallfesting av endring av global temperatur som vist i Figur 1, har denne en estimert nøyaktighet på rundt  $\pm 0,05$  °C etter 1950, økende til  $\pm 0,1$  °C for hundre år siden (sluttnote 14). Dette betyr at endringer større enn  $\pm 0,1$  °C er statistisk sikre. Global temperaturøkning siden førindustriell tid er på ca. 1,35 °C (se neste avsnitt), og er følgelig langt større enn usikkerheten i målingene og analysen av disse. Målt endring av global temperatur, samt en rekke andre klimavariabler, er derfor statistisk sikre.

(1.4b) Verdi av global oppvarming for perioden 2015-2024, og for enkeltåret 2024

Midlet over tiårsperioden 2015-2024, har global temperatur steget med 1,24 °C siden 1850-1900 (dvs. siden målingene startet, eller «førindustriell» tid, sluttnote 12). Av denne oppvarmingen er anslagsvis 1,22 °C menneskeskapt (sluttnote 12). Økning av global, tiårsmidlet temperatur er følgelig nær i sin helhet menneskeskapt.

Tallfesting av global oppvarming mellom «førindustriell» tid og enkeltåret 2024 kan estimeres som vist i Figur 2 ved å sammenligne endepunktet for lineær temperaturendring for de siste 30 år med gjennomsnittstemperatur for de første 50 år med data, i dette tilfellet for perioden 1880-1929. Dette gir en global temperaturøkning i 2024 relativt til «førindustriell» tid på 1.35 °C.



Figur 2. Global temperaturendring (°C) for perioden 1880-2024 basert på temperaturanalyser fra NASA GISS (USA) og Hadley-senteret (England). De vertikale søylene viser tilhørende tiårsmidlet temperturanomali. De to magenta linjene viser gjennomsnittverdi for de første 50 år og lineær temperaturendring for de siste 30 år. Differansen mellom endepunktene til de to linjene er +1.35 °C. I figuren er nullverdi lik global temperatur for perioden 1961-1990. Data fra sluttnote 14, figur og analyse fra sluttnote 15.

Merk at metoden til å tallfeste global oppvarming som beskrevet over viser ut bidrag fra spesielt varme eller kalde enkeltår. For eksempel var enkeltårene 1998, 2016 og 2024 svært varme sammenlignet med nærliggende år (Figur 2). Årsaken til dette er i stor grad naturlig forekommende variasjoner i havtemperaturen i

Stillehavet (kjent som «En Niño» og «La Niña» når havtemperaturen er spesielt høy eller lav i dette området), noe som ikke har noe med menneskeskapt klimaendring å gjøre. Langtidsendringen vist med magenta linje for de siste 30 år i Figur 2 er derimot så å si i sin helhet menneskeskapt.

Basert på dette, brukes en global oppvarming siden førindustriell tid på 1,35 °C heretter i denne forklaringen.

Det er videre sannsynlig at nåtidens globale temperatur – dersom denne fortsetter på dagens nivå – er høyere enn noen gang de siste hundre tusen år, kanskje enda lengre tilbake i tid (sluttnote 16).

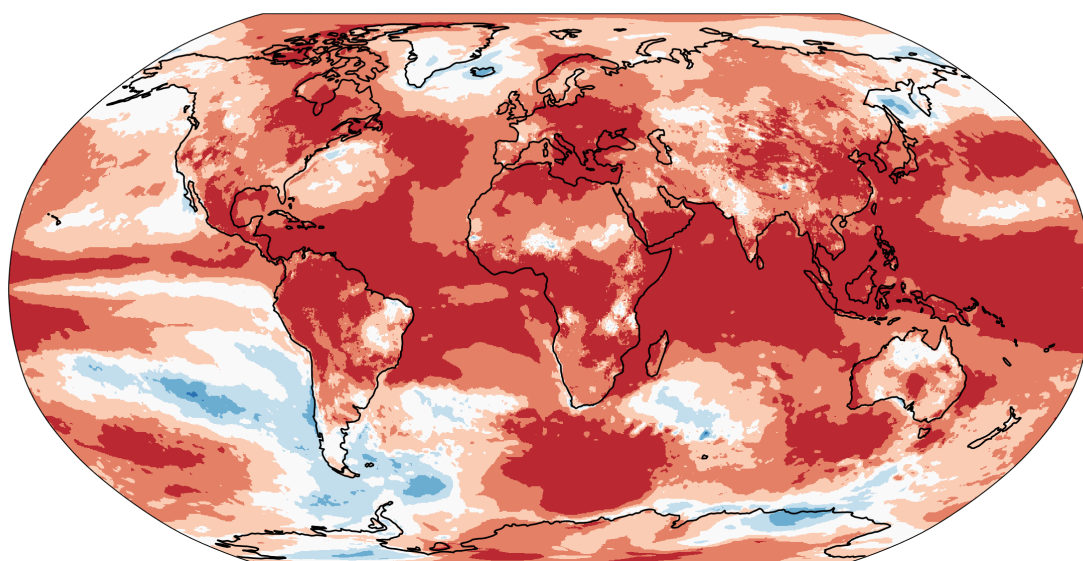
#### (1.4c) Geografisk fordeling av global oppvarming

Geografisk fordeling av årstemperatur i 2024 sammenlignet med årene fra 1979 er vist i Figur 3. Som det fremkommer av figuren var 2024 (dypeste røde farge) det varmeste året for mesteparten av tropene og over en god del av jordens landområder. Den nest dypeste rødfargen er i hovedsak fra 2023, som betyr at det ble målt rekordhøye årstemperaturer i 2023 og 2024 over mesteparten av jordens overflate.



### Anomalies and extremes in surface air temperature in 2024

Data: ERA5 1979–2024 • Reference period: 1991–2020 • Credit: C3S/ECMWF



PROGRAMME OF  
THE EUROPEAN UNION



Figur 3. Geografisk fordeling av rekordhøy årstemperatur for 2024 sammenlignet med perioden 1979-2024. Den dypeste rødfargen viser områdene hvor 2024 var de varmeste året siden 1979. Den nest rødeste fargen er i hovedsak fra 2023. Figur fra sluttnote 17.

#### (1.4d) Regional oppvarming

Menneskeskapt, global oppvarming fordeles ikke jevnt på jorden; den nordlige halvkule varmes raskere enn den sørlige halvkule, og nordområdene/Arktis varmes klart mest. Figur 4 illustrerer dette.

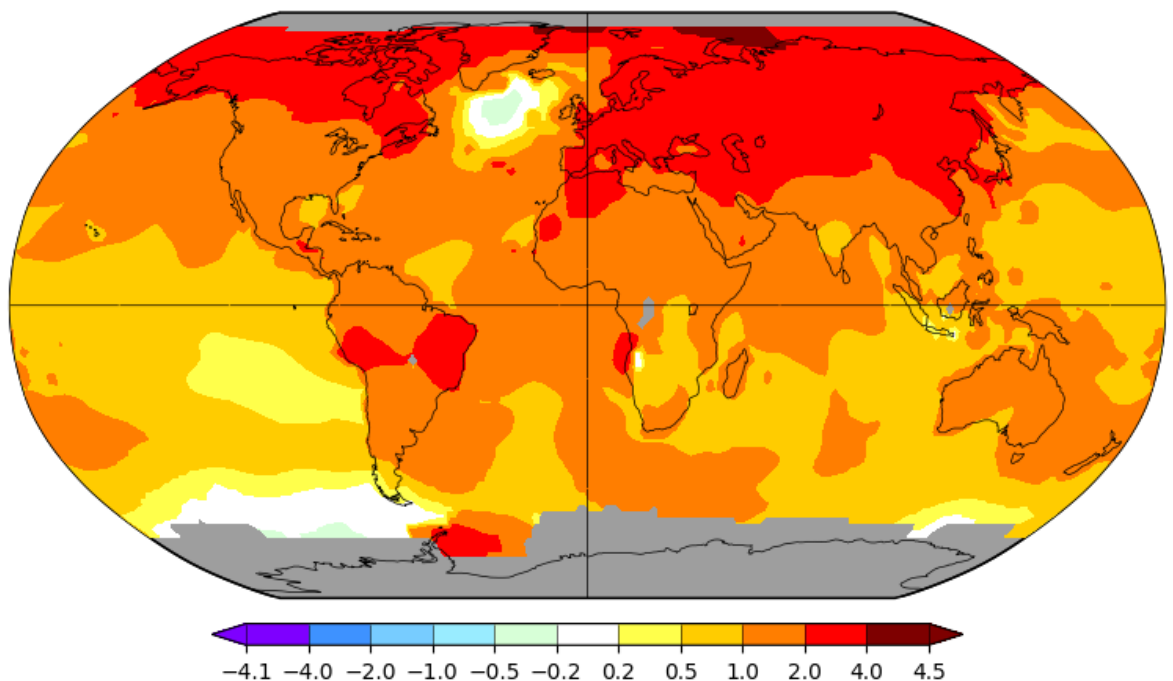
Det er flere årsaker til den regionale fordelingen av økt temperatur. Den viktigste enkeltfaktoren er jordens fordeling av land og hav, hvor landområder (som i hovedsak befinner seg på den nordlige halvkule) varmes langt raskere enn hav.

Videre er oppvarmingen klart størst på høye, nordlige breddegrader. Stadig lavere utbredelse av havis i Arktis og snø på land om sommeren, som begge medfører en mørkere overflate som fanger innkommende solstråling, bidrar til forsterket oppvarming i/nær Arktis. Dette er kjent som «arktisk forsterkning» (eller «Arctic Amplification», sluttnote 18).

Annual J-D 2015-2024

L-OTI(°C) Anomaly vs 1880-1929

1.26



Figur 4. Observasjonsbasert oppvarming (°C) for tiåret 2015-2024 relativt til femtiårsperioden 1880-1929. Grå farge viser områder uten observasjoner fra perioden 1880-1929. Data fra sluttnote 19.

Mens global temperaturøkning er på 1,35 °C (Figur 2), gir en tilsvarende analyse at temperaturøkningen på den nordlige halvkule er på 1,69 °C (sluttnote 20), tilsvarende en faktor 1,25.

Siden 1979 (som er året da satellittobservert temperatur startet) og nord for den nordlige polarsirkelen på 66,5° N, er oppvarmingen hele 3,8 ganger større enn global oppvarming (sluttnote 18). Observert temperaturendring i Norge diskuteres i avsnitt 5 i denne forklaringen.

#### (1.4e) 1,5-gradersmålet

Som Figur 1 illustrerer er enkeltåret 2024 mer enn 1,5 grader varmere enn førindustriell tid, sistnevnte definert som middelverdi for perioden 1850-1900.

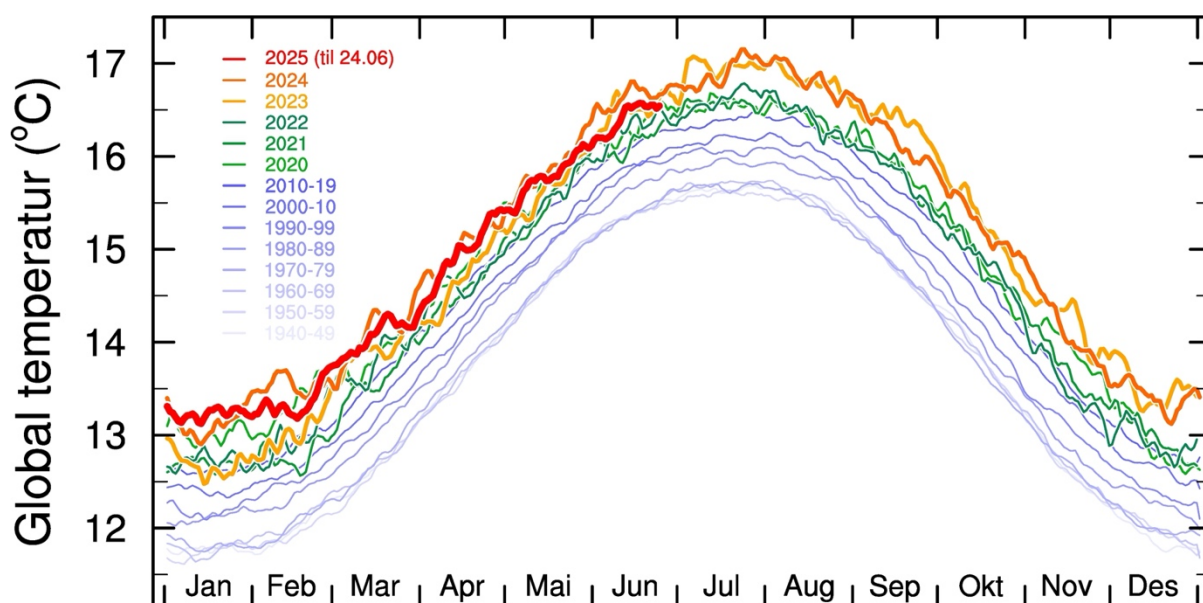
Siden global lufttemperatur (naturlig) varierer fra enkeltår til enkeltår, er det ikke gitt at de neste årene vil være like varme som 2023 og 2024, og følgelig ikke at 1,5 graders oppvarming er passert. Men det er bare snakk om noen fåtalls år, sannsynligvis mindre enn et tiår, før global oppvarming passerer 1,5 grader (sluttnote 12).

#### (1.4f) Naturvitenskaplig viktighet av 1,5-gradersmålet

Fra naturvitenskaplig side er 1,5 graders oppvarming viktig da dette sees på som en terskelverdi for at ulike vippepunkter – som kan forstås som irreversible endringer i deler av jordens klimasystem – kan inntreffe. Dette punktet diskuteres i avsnitt 1.6.

#### (1.4g) Global overflatetemperatur i 2025

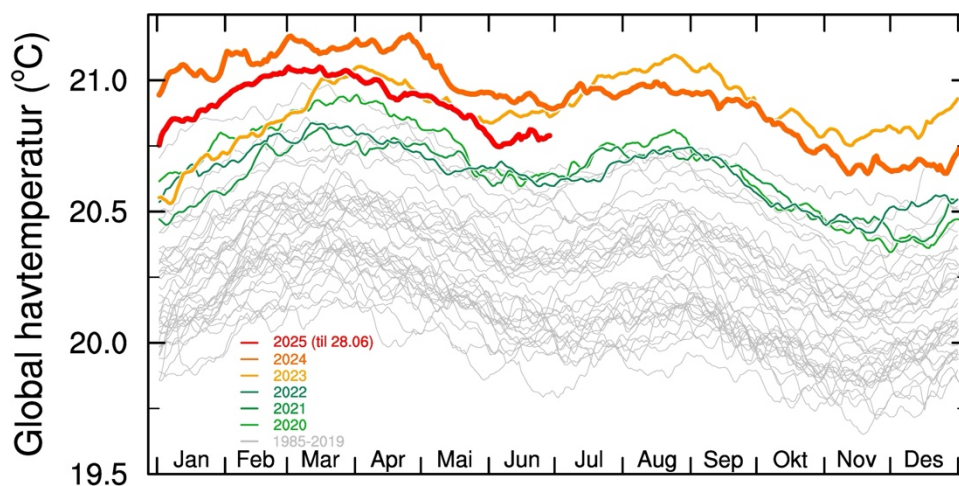
I 2025 fortsetter global overflatetemperatur på et høyt nivå, se Figur 5. Halvveis ut i året ligger 2025 an til å ende opp som det nest vareste året siden 1885 (bak 2024, på nivå med 2023).



Figur 5. Daglig, global overflatetemperatur fra 1. januar 1940 til 24. juni 2025 basert på meteorologiske observasjoner og en global værvarslingsmodell. Tiårsverdier for perioden 1940-2010 er vist med tynne, blå kurver, mens enkeltårene siden 2020 er vist med grønne og gul-røde kurver. Data fra sluttnote 21.

#### (1.4h) Global havtemperatur

Figur 6 viser utviklingen av absolutt (faktisk) overflatehavtemperatur siden 1985. Mellom perioden 1985-1989 og 2020-2024 har global overflatehavtemperatur steget med rundt 0,7 °C. Det har vært en spesielt dramatisk oppvarming siden mars 2023 (se gul kurve i Figur 6), med rekordhøye/nær rekordhøye månedstemperaturer siden.



Figur 6. Daglig, global overflatehavtemperatur (°C) fra 1981 til 28. juni 2025 for området 60° S til 60° N basert på målinger fra satellitt, skip, bøyer og driftere. Fargede kurver viser temperatur for enkeltårene 2020-2025; de grå kurver er for perioden 1985-2019. Datakilde i sluttnote 22.

Den raskt økende havtemperaturen påvirker atmosfæren ved å tilføre atmosfæren varme og fuktighet, som medfører kraftigere og mer langvarige ekstremværhendelser.

Havtemperaturen øker ikke bare i overflaten, men også ned til store dyp. Hovedoppvarmingen finnes i de øverste 700 m av vannsøylen, men det er også betydelig oppvarming ned til 2 000 m dyp, samt dypere enn dette (sluttnote 23). Oppvarming av verdenshavene spiller en nøkkelrolle for jordens klima, se neste avsnitt.

#### (1.4i) Varmeinnhold i havet/global havtemperatur

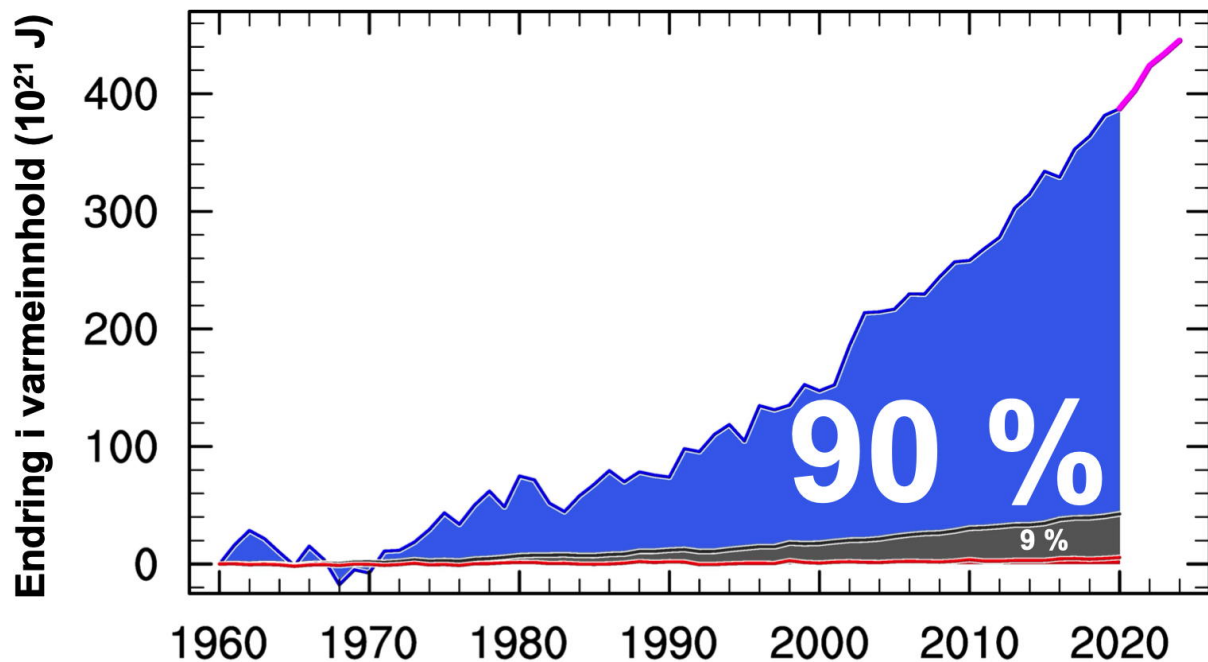
Den største endringen av jordens klima, uttrykt som endring av *varmeinnhold*<sup>2</sup>, er ikke å finne i atmosfæren. Dette er illustrert i Figur 7, som viser hvordan totalt varmeinnhold i atmosfæren, i havet og på landjorden har endret seg siden 1960.

Figuren viser at rundt 90 prosent av økningen av jordens varmeinnhold er å finne som økt havtemperatur; ni prosent skyldes oppvarming av grunnfjellet og smelting av land- og havis; mens (bare) én prosent skyldes økt lufttemperatur.

Den totalt dominerende rollen til havet skyldes at vannmolekylene kan ta opp og holde på rundt 3 500 ganger mer varme enn luft. Endring i jordens klima«helse» er altså – i all hovedsak – styrt av havet. Oppvarmingen av havet måles fra havets overflate til flere tusen meters dyp (sluttnote 24).

Den store økningen i havets varmeinnhold – som også betyr at havet har økt temperatur – gjør at fremtidig lufttemperatur vil holde seg på et forhøyet nivå i lang tid fremover, siden verdenshavene hele tiden vil tilføre atmosfæren varme.

<sup>2</sup> Varmeinnhold er et mål på energi; det tar for eksempel rundt 3 500 ganger mer energi å varme opp et gitt volum med sjøvann (eller vann) sammenlignet med tilsvarende volum luft.



Figur 7. Målt endring av jordens varmeinnhold (i  $10^{21}$  Joule) fra 1960. Rød farge tilsvarer økt varmeinnhold i atmosfæren (grunnet økt lufttemperatur); grå farge viser økt varme i grunnfjell (grunnet oppvarming av grunnfjellet) og varme som har gått med til å smelte land- og havis; og blå farge viser økt varmeinnhold i havet (grunnet oppvarming av verdenshavene). Den lille kurven viser endring av havets varmeinnhold for årene 2021-2024. Rundt 90 prosent av oppvarmingen av jordsystemet finnes som varmere hav; ni prosent som varmere grunnfjell og pga. smelting av is; mens (bare) én prosent skyldes oppvarming av atmosfæren. Datakilde i sluttnote 25.

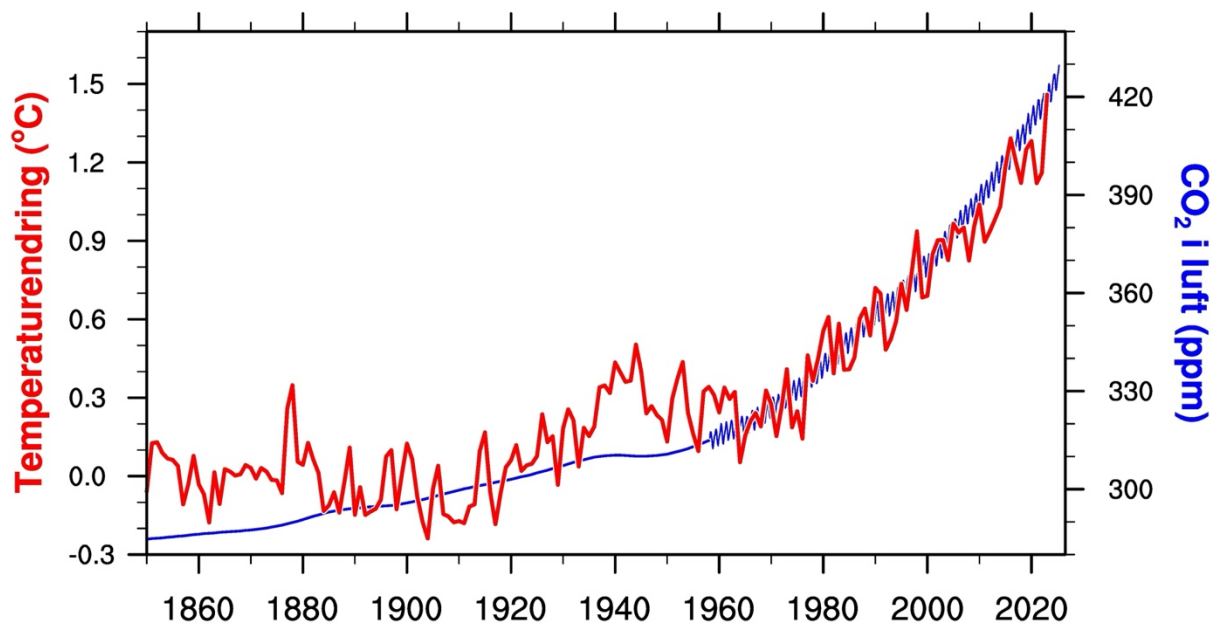
#### (1.4j) Atmosfærens $CO_2$ -innhold

Atmosfærens innhold av  $CO_2$  nådde ny rekord i 2024. Dagens  $CO_2$ -innhold er høyere enn over de siste én millioner år (og sannsynligvis lengre tilbake i tid enn dette, muligvis mer enn ti millioner år tilbake i tid; sluttnote 26).

Det er vitenskapelig etablert kunnskap at hovedårsaken til dagens høye  $CO_2$ -nivå er utvinning av – i særlig grad – kull, olje og gass. Disse  $CO_2$ -utslippene startet med den industrielle revolusjonen rundt 1750.

Figur 8 viser utviklingen av atmosfærens innhold av  $CO_2$  siden 1850 (blå farge), sammen med endring av global temperatur fra Hadley-senteret i England (rød farge; denne kurven er identisk med «HadCRUT»-tidsserien i Figur 1).

Økningen i atmosfærens innhold av  $CO_2$  er udiskuterbar og rask. Det er også en klar sammenheng mellom global lufttemperatur og luftens innhold av  $CO_2$ , selv om det er andre naturvitenskapelige sammenhenger som beviser at pågående oppvarming skyldes økt (menneskeskapt) drivhuseffekt, hvor  $CO_2$  er den viktigste komponenten (sluttnote 27).

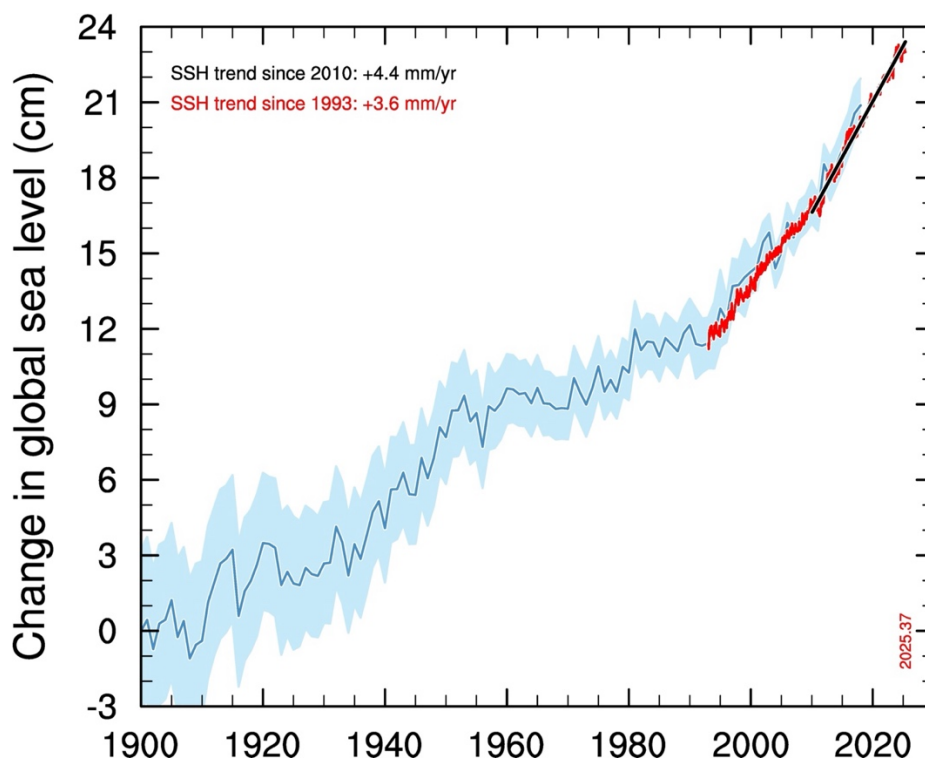


Figur 8. Sammenstilling av CO<sub>2</sub> i luft i blå farge (enhet er ppm eller «parts per million»; 400 ppm tilsvarer 0.04 prosent CO<sub>2</sub> i luft), og endring av årsmidlet global temperatur fra Hadley-senteret i England (som er samme kurve som den merket med «HadCRUT» i Figur 1). Den glatte CO<sub>2</sub>-kurven er basert på analyse av luft fanget i iskjerner; den oscillerende CO<sub>2</sub>-kurven er fra Mauna Loa, Hawaii. Datakilder i sluttnote 28.

#### (1.4k) Rekordhøy og akselererende havnivåstiging

Figur 9 viser endring av globalt havnivå siden år 1900 basert på vannstandsmålinger fra år 1900, og fra målinger fra satellitt siden 1993. Figuren viser at globalt havnivå har steget med noe over 20 cm siden år 1900, og at trenden siden 2010 tilsvarer en global havstigning på 44 cm i løpet av 100 år. Pågående havstigning skyldes dels varmere hav, men i stadig større grad at iskappene på Grønland og i Antarktis smelter (sluttnote 29).

For menneskeheten vil globalt havnivå forbli høyt til «evig tid», dvs. inntil neste istid kommer, anslagsvis 50 000 til 100 000 år frem i tid (sluttnote 30). Muligheten for et flere meter høyt fremtidig havnivå, med eksistensielle følger for samfunn, matproduksjon, ferskvannstilgang, økosystemer, kulturminner mm. var et av hovedargumentene for Parisavtalens etablering av 1,5-gradersmålet (sluttnote 31).



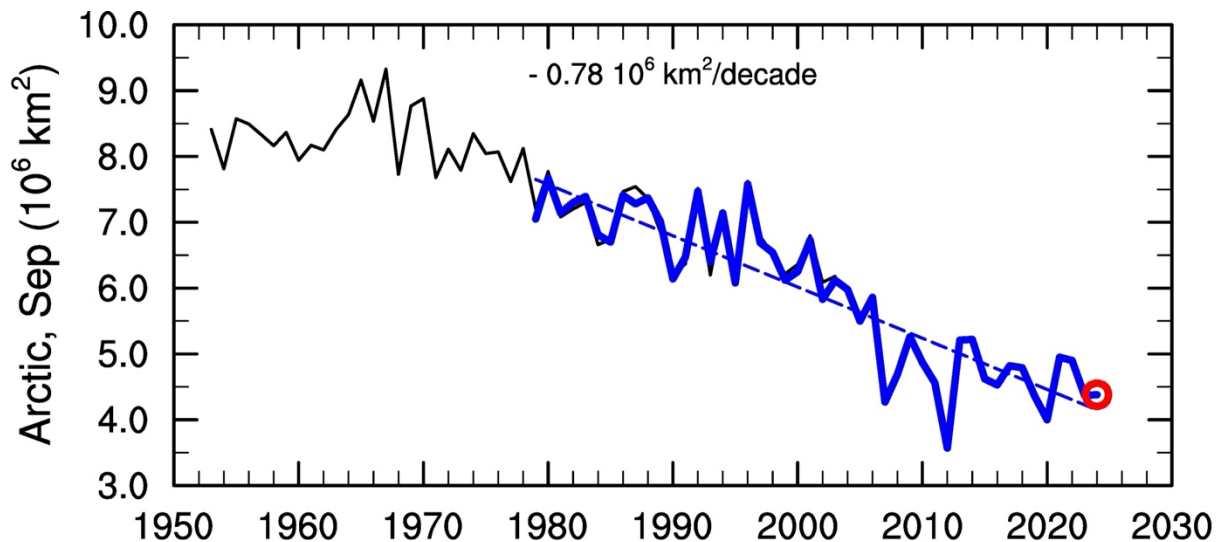
Figur 9. Endring av globalt havnivå (i cm) basert på vannstandsmålinger langs verdenshavens kyster (blå kurve og skravering), samt fra satellitt (rød farge, tom 26. april 2025). Stigningen siden 2010 er på 4,4 mm/år, tilsvarende 44 cm per 100 år skulle dagens endring fortsette. Datakilder i sluttnote 32.

#### (1.4I) Redusert isutbredelse og -tykkelse i Arktis

Utbredelsen av havis i Arktis er i rask reduksjon som følge av global oppvarming. For september måned, som er måneden med minst isutbredelse i Arktis, har rundt halvparten av isen forsvunnet sammenlignet med 1950-tallet, se Figur 10.

Parallelt med redusert utbredelse av havis i Arktis, er havisen både tynnere og yngre enn hva som har vært tilfellet noen tiår tilbake (sluttnote 33).

Uten raske og betydelige reduksjoner i klimagassutslippene forventes det at september-isen, dvs. «sommerisen», i Arktis vil være mer eller mindre borte rundt midten av dette århundret (sluttnote 34).



Figur 10. Observert utbredelse (i millioner km<sup>2</sup>) av havis i Arktis for september måned. Svart kurve er basert på historiske nedskrivninger; blå kurve fra satellitt. September 2024 er vist med rød sirkel. Datakilder i sluttnote 35.

### 1.5 Endring av ekstreme værhendelser

Figur 11 og Figur 12 viser hvordan siste hovedrapport fra FNs klimapanel oppsummerer påvisbar sammenheng mellom menneskeskapt klimaendring og endring av ekstremvarme og ekstremnedbør.

For området Nord-Europa er det en påvisbar sammenheng mellom menneskeskapt klimagassutslipp og ekstreme temperaturhendelser (Figur 11). Det samme gjelder for ekstreme nedbørshendelser (Figur 12). Denne sammenhengen er viktig da det i særdeleshet er ekstreme værhendelser som direkte påvirker individ, samfunn og infrastruktur, inkludert individuell og samfunnsmessig sikkerhet, matproduksjon, vanntilgang, etc.

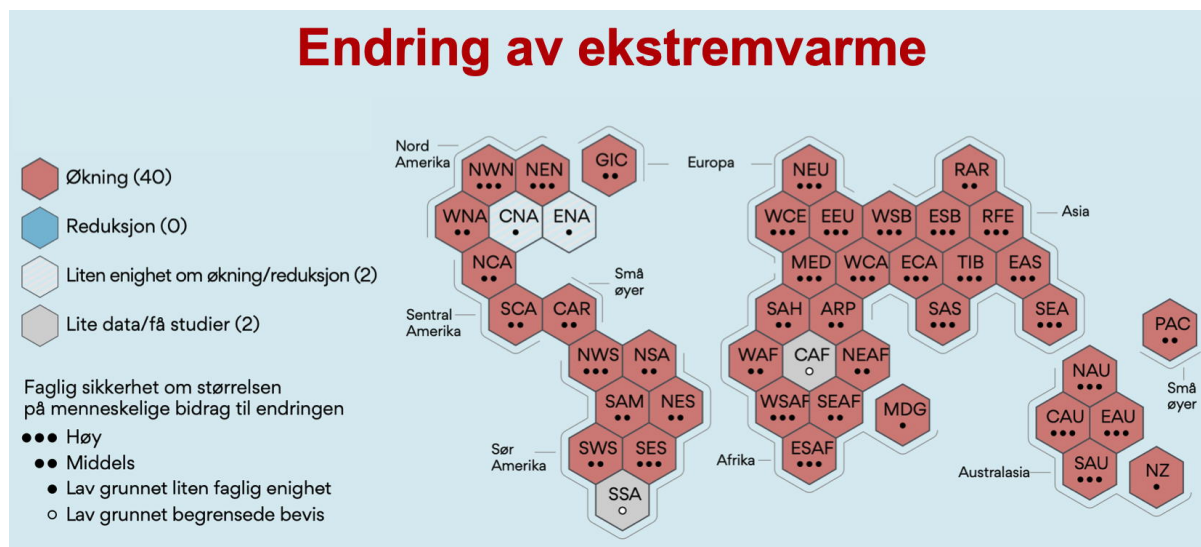
På alle jordens kontinenter har det vært en rekke ekstremværhendelser de siste årene. Mange av disse hendelsene er forsterket av menneskeskapt oppvarming, blant annet undersøkt av *World Weather Attribution* (sluttnote 36). Dette inkluderer langvarig tørke og kraftige hetebølger i Nord-Amerika, i Sør- og Midt-Europa (inkludert England) og i Asia, omfattende skogbranner i (spesielt) Canada og ekstremnedbør på flere kontinenter. På mange måter er verden nå i et ukjent territorium, værmessig sett (sluttnote 37).

Også i Norge har det vært flere ekstremværhendelser de siste årene, med ekstremværet «Hans» i august 2023 som den klart største og mest alvorlige hendelse. For 2023 var, i hht. Finans Norge,

*«Vær- og naturskadene ... rekordhøye, med en kostnad på 7,4 milliarder for skader på bygning og innbo» (sluttnote 38).*

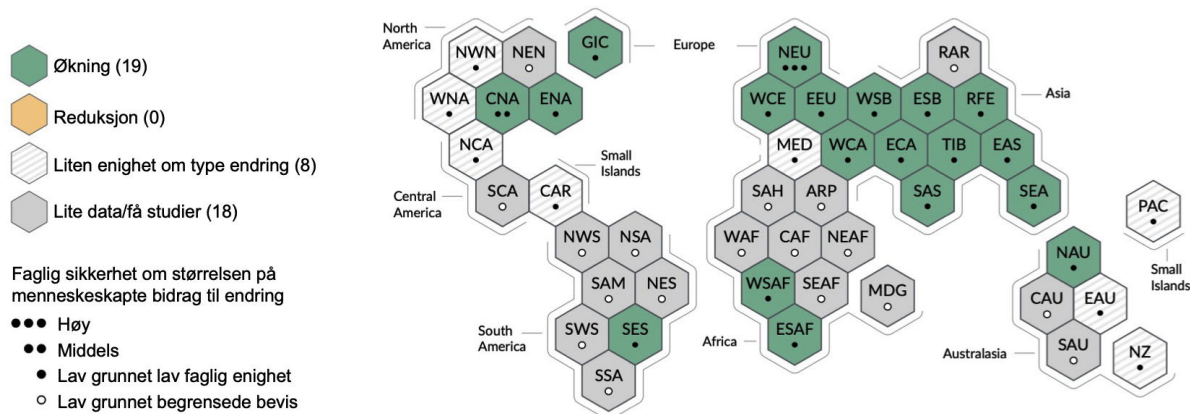
I tillegg kommer skade på kommunal og statlig infrastruktur og eiendom. Til det siste har Regjeringen satt av en totalbevilgning på 1,7 milliarder kroner for kommunal støtte til oppbygging av skadet infrastruktur mm, hvorav 1 milliard kroner var bevilget innen utgangen av februar 2024 (sluttnote 39).

Også 2024 har hatt ekstremværhendelser i Norge, selv om alvorlighetsgrad var betydelig lavere enn med ekstremværet «Hans» i 2023.



Figur 11. Grafisk fremstilling av endring av ekstremvarme på jorden. Hver av cellene representerer et geografisk område, f.eks. er NEU representativt for Nord-Europa. Rød farge viser økning av ekstreme varmehendelser; tre prikker viser at det er høy sikkerhet knyttet til sammenhengen mellom ekstreme varmehendelser og menneskeskapte bidrag. Kilde, se sluttnote 40.

## Endring av store nedbørsmengder



Figur 12. Som Figur 11, men for ekstremnedbør med en varighet på 1-5 døgn. For området Nord-Europa (NEU) er det en påvisbar økning av ekstremnedbørshendelser, samt at det er høy sikkerhet til at dette er knyttet til menneskeskapte bidrag. Kilde, se sluttnote 41.

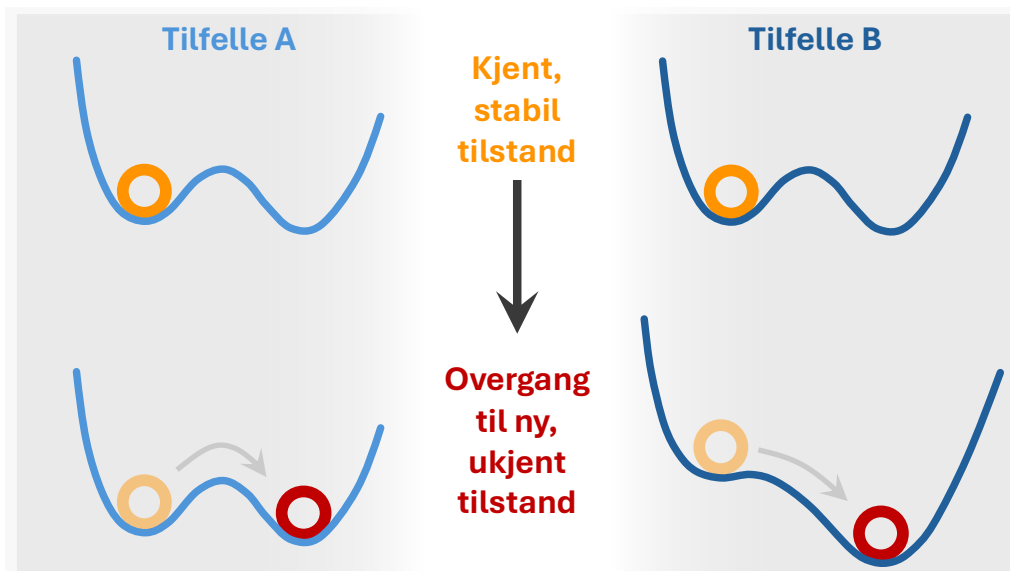
## 1.6 Vippepunkter

En stor og reell bekymring for oppvarming av jordens klima er muligheten for at en eller flere deler av klimasystemet raskt vil endre karakter (sluttnote 42 og 43). Dette kalles også for ikke-lineære endringer i klima; det kan forklares med at en «siste» dytt får deler av klimasystemet til å gå fra en kjent til en ny, ukjent tilstand. Endringen kan også være irreversibel, dvs. at det ikke er mulig – eller at det vil ta svært lang tid – for at systemet kan komme tilbake til utgangspunktet.

To tilfeller av slike vippepunkter er illustrert i Figur 13. Sirklene i figuren illustrerer en klimastørrelse som f.eks. kollaps av Grønlandsisen, tap av regnskogen i Amazonas eller kraftig stigning av havnivå. De lyse- og mørkeblå kurvene illustrerer mulige variasjoner som en bestemt klimastørrelse kan finnes i.

I situasjon A, i venstre halvdel av figuren, kan den oransje sirkelen dyttes over i gropen til høyre (rød sirkel) med en tilstrekkelig kraftig dytt til høyre, alternativt med en rekke smådytt i samme retning. Den røde sirkelen vil forbli i gropen til høyre dersom den ikke utsettes for en tilstrekkelig kraftig dytt til venstre. Klimastørrelsen er i dette tilfellet «låst» fast i den nye tilstanden, f.eks. at Grønlandsisen har tapt mye is, og at Grønlandsisens volum ikke kan øke før en ny istid inntreffer.

I situasjon B, i høyre halvdel av figuren, vil den oransje sirkelen falle over i gropen til høyre med en liten dytt (rød sirkel). Dette da den mørkeblå kurven har endret form, noe som kan skje når jordens klima blir stadig varmere. I dette tilfellet vil den røde sirkelen forbli i gropen til høyre til «evig» tid, f.eks. inntil klimaet kommer tilbake til utgangspunktet.



Figur 13. Illustrasjon av to type vippepunkter. I tilfelle A, i venstre del av figuren, kan den oransje sirkelen i venstre grop dyttes over i høyre grop dersom sirkelen utsettes for en tilstrekkelig kraftig dytt mot høyre. Den røde sirkelen vil forbli i høyre grop så lenge den ikke påvirkes av en kraftig dytt til venstre. For tilfelle B i høyre del av figuren, endrer den mørkeblå kurvens form seg, f.eks. grunnet global oppvarming. I dette tilfellet vil en liten dytt til høyre føre den oransje sirkelen ned i den dype gropen. Den røde sirkelen vil i dette tilfellet forbli i høyre grop. Figur fra sluttnote 43, omarbeidet av undertegnede.

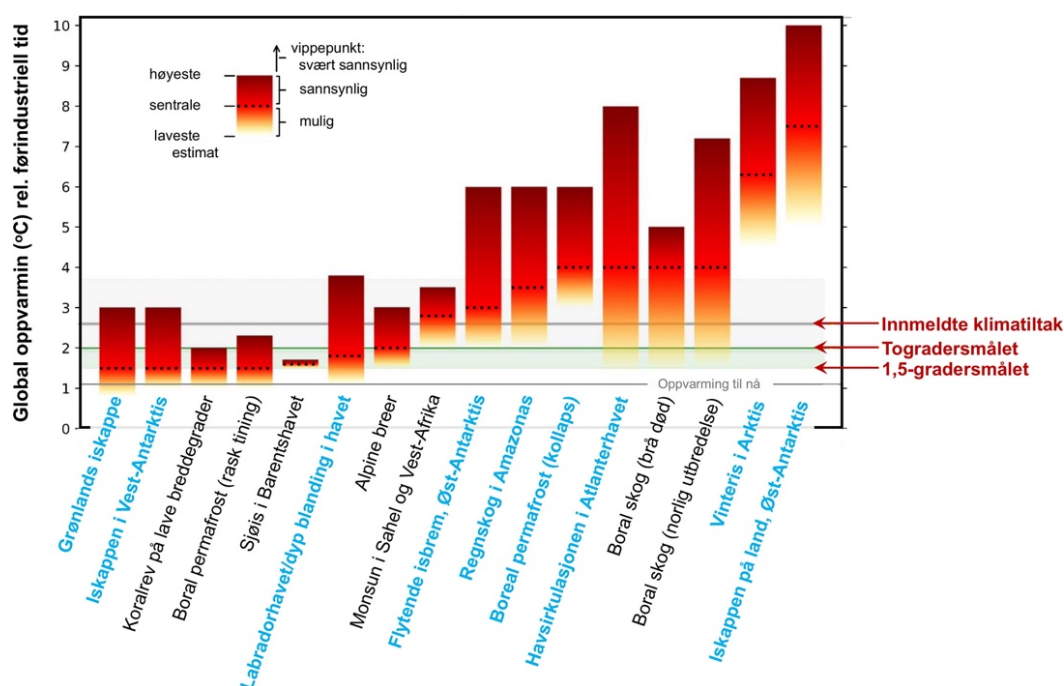
Eksempler på vippepunkter er at deler av iskappene på Grønland og i Antarktis kolliderer; at havisen i Arktis forsvinner om sommeren; at områder med permafrost tiner; at den boreale

skogen dør i sør og beveger seg nordover i nord, at regnskogen i Amazonas forsvinner eller at korallrev dør.

En oversikt over de mest sentrale vippepunktene er vist i Figur 14. Som det fremgår av denne figuren er det syv vippepunkter hvor sannsynligheten for at de kan igangsettes øker fra «mulig» til «sannsynlig» når global oppvarming øker fra 1,5 til to grader. Dette illustrerer viktigheten av å mest mulig begrense global temperaturøkning.

Av de syv vippepunktene som kan aktiveres når global oppvarming øker fra 1,5 til to grader, vil fem påvirke Norge direkte. Dette gjelder

- kollaps av iskapen i Vest-Antarktis (som gir høyere havnivå),
- tining av permafrost (som vil gi ustabil land/fjellskråninger til fjells og i nord i Norge, og som kan bidra til økte utslipp av metan),
- fravær av sjøis i Barentshavet (som vil påvirke marint liv, marin transport og ressurstilgang),
- redusert vertikal blanding i Labradorhavet (som isolert sett vil svekke Golfstrømsystemet) og
- tap av breer (som vil endre landskap og økosystemer, påvirke smeltevanntilførsel og turisme).



Figur 14. Illustrasjon av ni vippepunkter som vil påvirke globalt klima (blå skrift) og sju andre vippepunkter med mer lokal virkning (svart skrift). De vertikale søylene viser når vippepunktene kan forventes å slå inn basert på tilgjengelig kunnskap; svartstiplet linje viser når vippepunktene går fra å være mulig til sannsynlig. Vertikal skala viser endring av global temperatur (°C) siden førindustriell tid, med 1,5- og togradersmålet vist til høyre. «Innmeldte klimatiltak» indikerer mest sannsynlig global temperatur i år 2100 dersom alle land oppfyller sine innmeldte klimamålsetninger. Basert på figur 2 i sluttnote 44.

Et sjettede, geografisk nærliggende vippepunkt som kan aktiveres når global oppvarming øker mellom 1,5 til to grader, er smelting av Grønlandsisen. Dette vil gi et høyere, globalt havnivå. På tross av dette vil smelting av Grønlandsisen bare i liten grad påvirke havnivå

langs norskekysten (sluttnote 45). Årsaken til dette er at tap av is på Grønland vil endre jordens tyngdefelt slik at havstigningen fra smeltende Grønlandsis vil, i hovedsak, føre til økt havnivå langt borte fra kilden, i dette tilfellet i tropene og på den sørlige halvkule. Tilsvarende vil tap av is i Antarktis føre til størst havnivåstigning på den nordlige halvkule (inkludert Norge) og i tropene. Smelting av Grønlandsisen kan dog påvirke Norge ved at når mer ferskvann tilføres Nord-Atlanteren, kan Golfstrømsystemet svekkes.

### **1.7 Eksempel på endringer i klima med høy risiko, lav sannsynlighet**

Flere vær- og klimarelaterte hendelser har høy skade- og økonomisk/økologisk risiko, men lav sannsynlighet for å inntreffe. Havnivåstigning er et eksempel på dette.

Som nevnt over kan rask og stor havnivåstigning kun skje ved rask smelting eller kollaps av iskappene på Grønland og i Antarktis. Dette da disse to iskappene holder på så mye vann i form av is at skulle Grønlandsisen smelte, vil globalt havnivå stige med 7 m (sluttnote 46), mens smelting av isen i Antarktis vil bidra med 58 m (sluttnote 47). Ingen mener at full nedsmelting vil skje, men tallene indikerer betydningen for globalt havnivå. Begge iskappene bidrar i dag til stigende havnivå (sluttnote 48). Skulle bidragene øke, vil havnivået kunne stige med flere meter, med omfattende følger for individ, samfunn, nasjoner, matproduksjon, vanntilgang og -kvalitet, økosystemer, økosystemtjenester, etc.

Siste hovedrapport fra FNs klimapanel oppsummerer risikoen for stor og rask havstigning som vist i Figur 15. Dette gjelder den stiplede linjen i del d) av figuren (til venstre), og øvre halvdel av de to søylene i del e) av figuren (til høyre), og da i særdeleshet de stiplede røde linjene.

Mens en global havstigning mellom 50 og 80 cm kan vurderes som mest sannsynlig mot slutten av inneværende århundre (sluttnote 49), kan ikke store bidrag fra iskappene på Grønland og/eller i Antarktis utelukkes (de stiplede linjene i Figur 15).

En nylig publisert studie konkluderer med at global oppvarming allerede er så stor at økt smelting fra Vest-Antarktis er uunngåelig i løpet av de neste par tiårene, muligvis med kollaps av isen i Vest-Antarktis som resultat (sluttnote 50). Vest-Antarktis alene kan bidra med flere (3-5) meter økning av globalt havnivå.

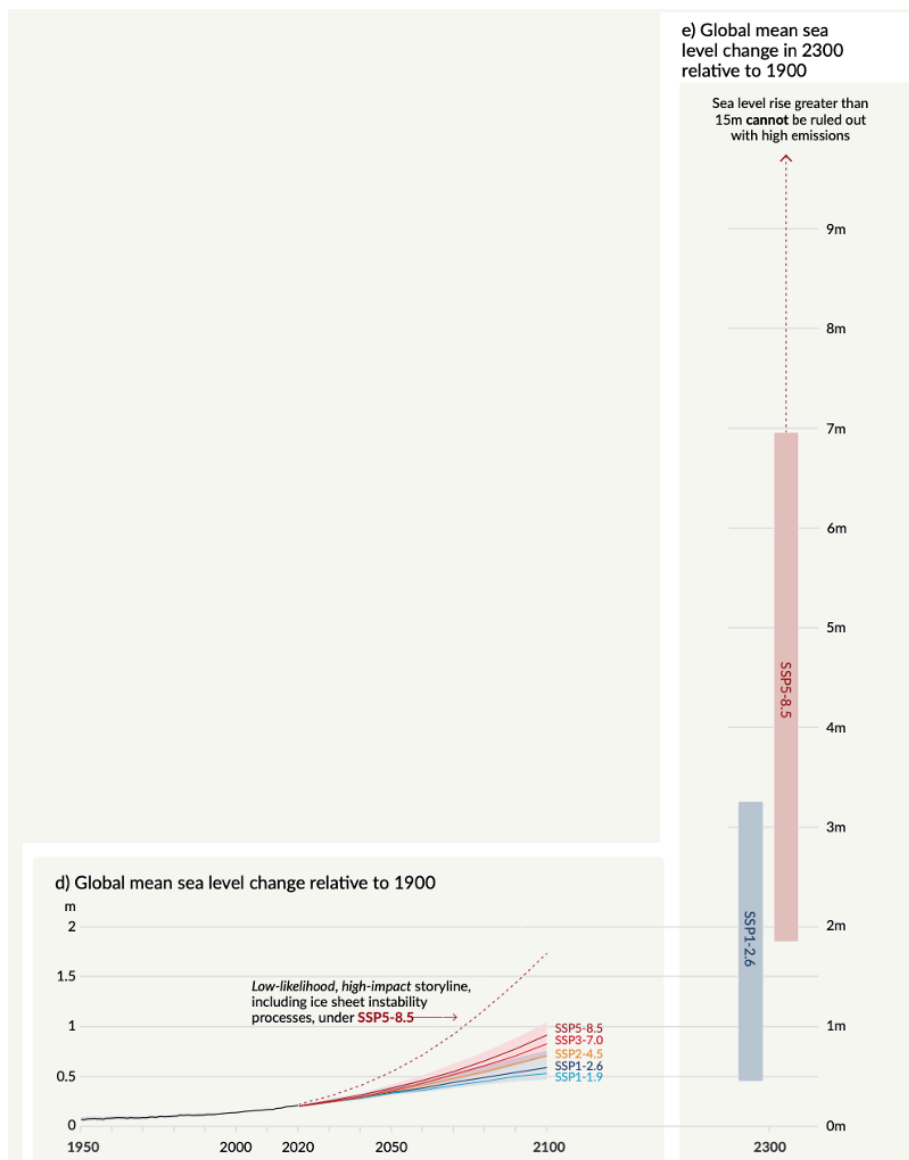
Også Norges kyst vil påvirkes av smeltebidrag fra iskappene, i hovedsak fra Antarktis, men i betydelig mindre grad fra Grønland (grunnet tilhørende svekkelse av gravitasjonstiltrekningen fra Grønlands iskappe som nevnt over). Dette gjelder i særlig grad kysten av Sør- og Vest-Norge, da landhevingen er minst her. Bare omfattende og rask reduksjon av klimagassutslippene kan hindre – eventuelt forsinke – betydelige bidrag fra iskappene til globalt og lokalt (som for norskekysten) havnivå.

I en nylig publisert rapport om mulig, fremtidig havstigning langs norskekysten (sluttnote 51), omtales muligheten for rask havstigning på følgende måte:

*«For et scenario med lav sannsynlighet, men stor konsekvens, der svært høye utslipp (SSP5-8.5) kombineres med raskt istap i Antarktis, kan den gjennomsnittlige relative*

*havnivåstigningen i Norge nærme seg mellom 1 og 1.5 m fram til 2100. Noen steder langs kysten, særlig Stavanger og Bergen, kan man oppleve nær 2 m havnivåstigning...».*

(kommentar: «SSP5-8.5» er et utslippsscenario med fortsatt høye klimagassutslipp dette århundret. «Relativ havstigning» er havstigning sett fra land, dvs. når en tar høyde for landheving).



Figur 15. Endring av globalt havnivå mellom 1950 og 2300. Venstre del av figuren (merket med d), viser modellert havnivå fra 2020 til 2100 basert fem ulike utslippsscenarioer; scenario SSP1-1.9 er i tråd med 1,5 gradersmålet mens scenario SSP5-8.5 er et business-as-usual scenario (dvs. uten reduserte klimagassutslipp). I tillegg er det stipet en mulig stigning av havnivå med stor og brå tap av is fra iskappene. Alt relativt til havnivå i år 1900. Høyre del av figuren indikerer havnivåendring i år 2300 for togradersmålet (blå farge) og business-as-usual scenarioet (rød farge). Merk at for begge scenarioene er det snakk om havstigning på flere meter. Figur fra sluttnote 52.

## 1.8 Årsaker til at CO<sub>2</sub> spiller en nøkkelrolle for dagens og fremtidens klima

Klimavirkningen av menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp er spesielt viktig av fire årsaker:

### *(1.8a) Oppvarming*

For det første fører økende CO<sub>2</sub>-innhold i atmosfæren til redusert varmetap fra jorden til verdensrommet, som betyr høyere temperatur på jorden – både i atmosfæren, i havet og på landjorden – og med det et endret, globalt klima. Som nevnt over har denne sammenhengen vært kjent i mer enn hundre år (sluttnote 4), og den har overveldende støtte i faglitteraturen, i vitenskapelige organisasjoner og akademier verden over (sluttnote 53).

### *(1.8b) Viktigste bidrag til menneskeskapt oppvarming*

For det andre snakker vi om svært store mengder CO<sub>2</sub> som tilføres atmosfæren. Dette har ført til at vi må to til tre millioner år tilbake i tid (sluttnote 54) – altså lenge før det moderne menneskets eksistens på jorden – for å finne en atmosfære med tilsvarende mengde CO<sub>2</sub>. Den gang skyltes det høye CO<sub>2</sub>-innholdet oppvarming av jorden grunnet kortere avstand mellom solen og jorden, og med det frigjøring av CO<sub>2</sub> fra havet. Dette i motsetning til dagens situasjon som skyldes våre klimagassutslipp. Totalt utgjør menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp rundt to tredjedeler av menneskeskapt klimaendring (sluttnote 55).

### *(1.8c) Langsiktig virkning*

For det tredje vil rundt 20 prosent av dagens CO<sub>2</sub>-utslipp påvirke jordens klima i tusen år eller mer (sluttnote 56). Dette tilsvarer mer enn 30 menneskegenerasjoner frem i tid. Hver dag med fortsatt utvinning av kull, olje og gass vil følgelig påføre kommende generasjoner stadig større klimautfordringer. Bare raskt reduserte CO<sub>2</sub>-utslipp vil redusere muligheten for omfattende og langvarige klimaendringer. Alternativt må CO<sub>2</sub> fanges fra atmosfæren i et omfang som er større enn menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp, for så å lagres trygt og i lang tid på jorden, f.eks. i geologiske formasjoner. Direkte CO<sub>2</sub>-opptak fra atmosfæren blir diskutert, men det finnes ingen metoder per i dag (eller i nær fremtid) som kan balansere menneskeskapte CO<sub>2</sub>-utslipp (sluttnote 57).

### *(1.8d) Havforsuring*

For det fjerde tar havet opp rundt en fjerdedel dagens CO<sub>2</sub>-utslipp (sluttnote 58), dette siden CO<sub>2</sub> er en gass som løses i vann. Havets opptak av CO<sub>2</sub> fører til at havets pH-verdi synker, noe som ofte omtales som forsuring av havet. Havforsuring grunnet utvinning av kull, olje og gass er i dag målbar i alle verdenshav (sluttnote 59).

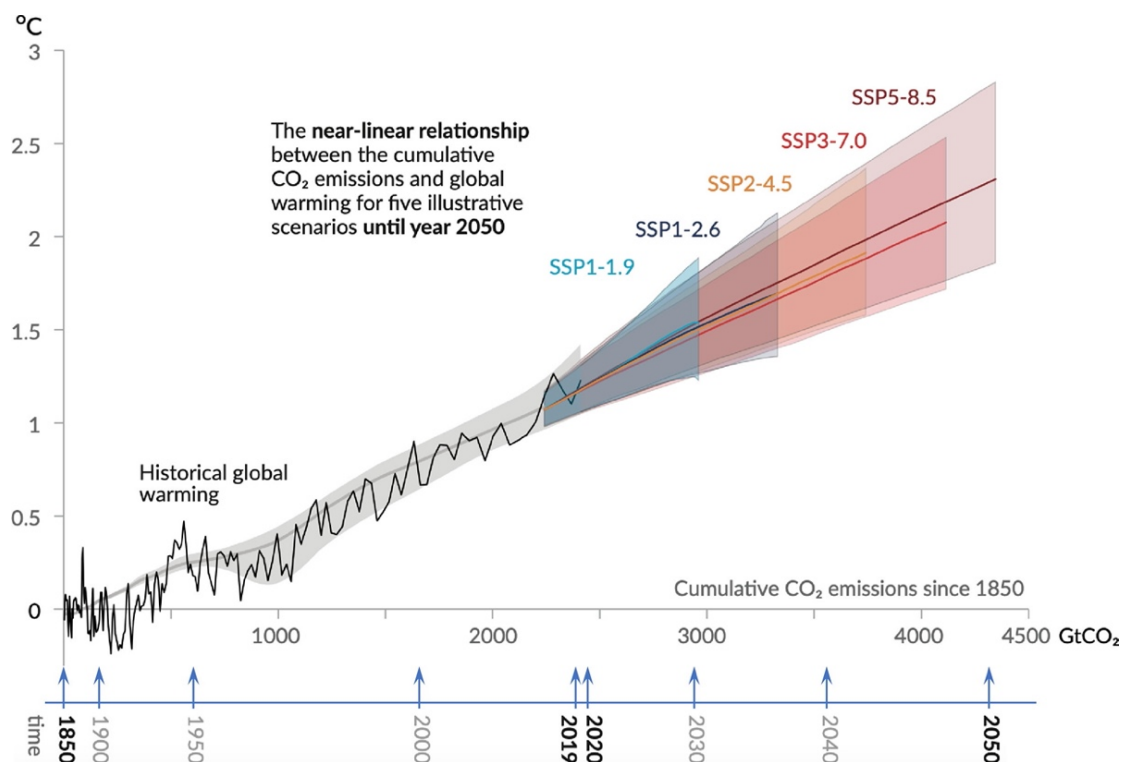
Følgene av forsuring av havet er dårlig kjent, men kalkskalldannende organismer som en rekke planktonarter, krepsdyr, krabber og koraller vil gradvis få økende problemer med å danne skall (sluttnote 59). Videre vil koraller og kalkholdige skall og sedimenter gradvis gå i oppløsning. Det er også grunn til å vente at fiskeegg og -larver vil påvirkes av redusert pH-verdi (sluttnote 59). Grunnet kjemiske egenskaper til oppløst karbon i vann og sjøvann, er havområder med lav vanntemperatur, som norske farvann, er mer utsatt for forsuring enn områder med høyere vanntemperatur.

Fortsetter CO<sub>2</sub>-utslippene på dagens nivå, kan vi få en sterkere forsuring av verdenshavene enn hva som har vært tilfellet i løpet av de siste 24 millioner år (sluttnote 60), med ukjente følger for det marine liv. Bare betydelige kutt i CO<sub>2</sub>-utslippene – for eksempel i tråd med 1,5-gradersmålet – vil endre på dette (sluttnote 61).

## 2. Hvilken betydning har 12, 107 og 365 MtCO<sub>2</sub>e for lineære og ikke-lineære klimaendringer?

### 2.1 Lineær sammenheng

Et særdeles sentralt og godt etablert resultat fra klimaforskningen, i alle fall siden femte hovedrapport fra FNs klimapanel i 2013/14, er at det er et nært lineært – eller et nært én-til-én – forhold mellom akkumulert sum av globale CO<sub>2</sub>-utslipp og global temperaturøkning. Det er denne sammenhengen som gjør det mulig å koble et fremtidig CO<sub>2</sub>-utslipp til en (sannsynlig) fremtidig global temperatur. Figur 16 illustrerer den nær lineære sammenhengen mellom akkumulert sum av CO<sub>2</sub>-utslipp og global temperaturøkning.



Figur 16. Sammenheng mellom summen av globale CO<sub>2</sub>-utslipp siden 1850 (milliarder tonn CO<sub>2</sub>; se den øverste horisontale aksene) versus ending av global temperatur siden 1850-1900 (°C; vertikal akse). I tillegg er tilhørende årstall vist på den nederste horisontale aksene. Svart kurve viser historisk sammenheng mellom CO<sub>2</sub>-utslipp og endring av global temperatur for perioden 1850-2019; de fargelagte feltene viser tilsvarende sammenheng for ulike utslippsscenarioer. Figur fra sluttnote 62.

Sammenhengen beskrevet over og illustrert i Figur 16 betyr at hvert tonn CO<sub>2</sub> – uavhengig av hvor eller når utslippet finner sted – fører til den samme oppvarmingen. Dette betyr også at det oppvarmende bidraget fra ethvert CO<sub>2</sub>-utslipp kan tallfestes.

En nylig publisert, vitenskapelige gjennomgang av denne sammenhengen (fra 2023, se sluttnote 63), gir forholdet mellom fremtidig (global) oppvarming og fremtidige CO<sub>2</sub>-utslipp. Med en sannsynlighet på 50 eller 66 prosent til å nå 1,5 eller togradersmålet, kan det brukes at

*100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C.*

## 2.2 Oppvarmende virkning av utslipp fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving

Tabell 1 viser global oppvarming av maksimalutslippene fra Yggdrasil (365 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter), Breidablikk (107 millioner tonn CO<sub>2e</sub>) og Tyrving (12 millioner tonn CO<sub>2e</sub>) når sammenhengen mellom utslipp og temperatur, som nevnt i avsnitt 2.1, legges til grunn. Basert på dette vil summen av utslipp fra de tre feltene gi en global oppvarming på 0,00024 °C.

Felt	Utslipp (millioner tonn CO <sub>2</sub> -ekv)	Resulterende global oppvarming (°C)
Yggdrasil	365	0,00018
Breidablikk	107	0,00005
Tyrving	12	0,00001
<b>Sum av de tre feltene</b>	<b>484</b>	<b>0,00024</b>
<i>Kina</i>	<i>11 953</i>	<i>0,00598</i>

Tabell 1. Bruttoutslipp fra de tre feltene Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, samt de tre feltenes oppvarmende bidrag til global temperatur. Estimert temperaturøkning er basert på sammenhengen at 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0.05 °C (sluttnote 63). Til sammenligning er Kinas 2023-utslipp og tilhørende oppvarming vist (utslippsverdi fra Kina fra sluttnote 108, se også diskusjon i avsnitt 6).

Temperaturbidraget fra de tre feltene på 0,00024 °C kan virke lite. Til sammenligning har de samlede klimagassutslippene fra 1750 (dvs. fra starten av den industrielle revolusjonen), fra alle verdens stater, bidratt til en økning av den globale temperaturen på rundt 1,35 °C (Figur 1).

Betraktet hver for seg, gir Yggdrasils bruttoutslipp en oppvarming tilsvarende 2023-utslippene fra Australia, Vietnam og Italia, eller rundt 17. største utslippsstat i 2023 (Tabell 5, se diskusjon i avsnitt 6).

For Breidablikk med et bruttoutslipp på 107 MtCO<sub>2e</sub>, tilsvarer dette innenlands 2023-utslipp fra Qatar, Bangladesh og Colombia (og like under Nederland), eller rundt 40. største utslippsstat i 2023 (fra sluttnote 108, se diskusjon i avsnitt 6).

For Tyrving med et bruttoutslipp på 12 MtCO<sub>2e</sub>, tilsvarer dette innenlands 2023-utslipp fra Panama, Litauen, Senegal, Afghanistan og Georgia, eller rundt 100. største utslippsstat i 2023 (fra sluttnote 108, se diskusjon i avsnitt 6).

Sammenlignet med overstående, bidrar summen av utslipp fra de tre feltene, samt feltene hver for seg, til global oppvarming.

## 2.3 Kvantifisering av endring i klima grunnet utslipp fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving

Basert på publiserte én-til-én-sammenhenger, kan klimagassutslipp (og akkumulerte klimagassutslipp) overføres til endringer i klima. Dette gjelder bl.a. for størrelser som (fra sluttnote 64)

- regional oppvarming,
- ekstreme daglige temperaturer,
- kraftig nedbør,
- sesongmessige endringer i temperatur og nedbør,
- økning i global gjennomsnittlig nedbør over hav,
- nedgang i havisen i september i Arktis,
- forsurening av overflatehavet,
- global gjennomsnittlig havnivåstigning,
- ulike egenskaper ved marine hetebølger,
- endringer i levedyktigheten til leveområder for ikke-menneskelige primater, og
- samt tap av arbeidsproduktivitet på grunn av ekstrem varmeeksponering.

I det følgende tar vi for oss noen slike sammenhenger, dvs. kvantifisering av klimaendringer som følge av utslipp fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving.

Yggdrasils oppvarmede bidrag til globalt og lokalt klima kan bl.a. illustreres som følger:

(i) Ethvert klimagassutslipp fører til at total varmemengde for jordsystemet – dvs. for jordens atmosfære, verdenshavene og landjorden – øker. Jordsystemets økte varmemengde siden 1960 er på rundt  $400 \times 10^{21}$  Joule, se Figur 7. Denne oppvarmingen kan tilskrives de historiske klimagassutslippene, som for perioden 1960-2023 er på 1512 milliarder tonn CO<sub>2</sub> (sluttnote 65).

Basert på dette kan vi estimere hva Yggdrasils totale utslipp vil medføre av endring av jordens varmeinnhold. Siden 1512 milliarder tonn CO<sub>2</sub> har bidratt til en oppvarming av jordsystemet på  $400 \times 10^{21}$  Joule (fra forrige avsnitt), betyr dette at Yggdrasils totale utslipp på 365 millioner tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en oppvarming av jordsystemet på  $1 \times 10^{21}$  Joule.

For å sette en oppvarming på  $1 \times 10^{21}$  Joule i perspektiv, kan vi sammenligne denne med total energiproduksjon i Norge for perioden 2020-2022 på rundt 150 TWh (sluttnote 66). Siden  $1 \text{ J} = 2.78 \times 10^{-16} \text{ TWh}$ , betyr dette at Yggdrasils oppvarmende bidrag tilsvarer 180 ganger Norges totale, årlige energiproduksjon.

Tilsvarende vil Breidablikk varme jordsystemet med en faktor 53 ganger Norges totale, årlige energiproduksjon.

Hoveddelen av den oppvarmede virkningen av utslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil være å finne i havet som økt havtemperatur (Figur 7), og vil følgelig bidra til økt havnivå og påvirkning av marine økosystemer i svært lang tid fremover (mange hundre til flere tusen år frem i tid).

(ii) Ethvert CO<sub>2</sub>-utslipp, uavhengig av størrelse og hvor utslippet forekommer geografisk, vil ha svært lang oppvarmende virkning på jordens klima. Dette da CO<sub>2</sub>-utslipp vil ha minst 20 prosents oppvarmende virkning 1 000 år frem i tid (sluttnote 67). Legger vi til grunn at en

menneskegenerasjon er 30 år, tilsvarer 1 000 år ca. 30 menneskegenerasjoner frem i tid. Følgelig vil Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving påvirke menneskeheten over en svært lang tidshorison. Det er vanskelig å konkretisere følger for samfunn og økosystemer på en så lang tidshorison, men fremtidige klima- og miljømessige utfordringer og/eller komplikasjoner kan ikke utelukkes.

(iii) Deler av ethvert CO<sub>2</sub>-utslipp vil ende opp i havet. Dette da CO<sub>2</sub> er en gass som løser seg i vann. Når CO<sub>2</sub> løses i vann, faller vannets pH-verdi. Det er i dag et målbart fall i pH-verdien i alle verdenshav, med raskest «forsuring» i kalde områder (sluttnote 68). Det er vanskelig å konkretisere virkningen av utslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, bortsett fra at de vil bidra til fortsatt forsuring av havene globalt og langs norskekysten/Svalbard.

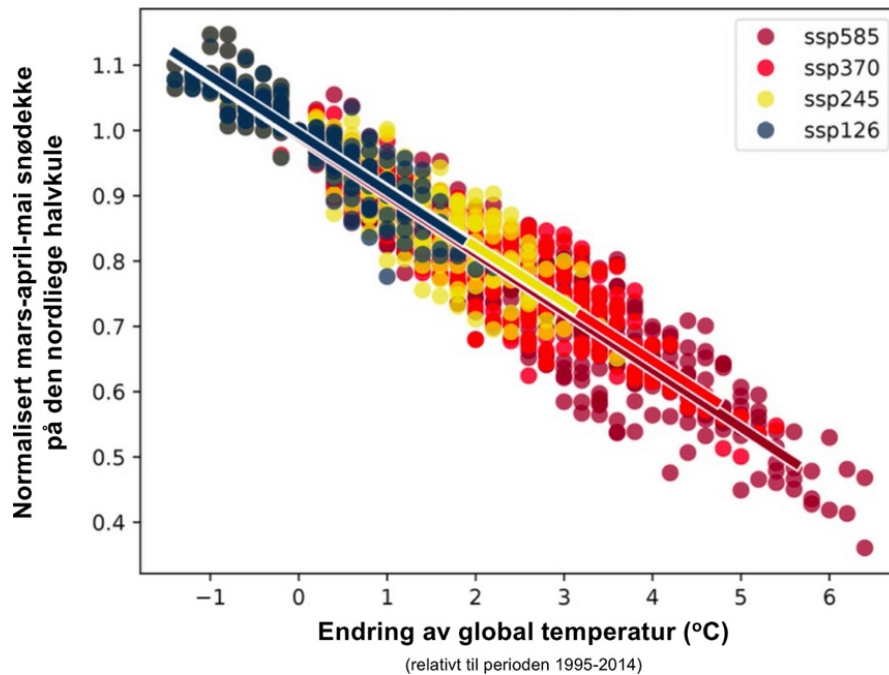
(iv) Når luftens temperatur øker, vil luftens evne til å holde på fuktighet øke. Denne sammenhengen kalles Clausius-Clapeyron-ligningen og sier at for hver grad lufttemperaturen øker, øker luftens evne til å holde på fuktighet med rundt syv prosent (sluttnote 69). Denne faktoren er en viktig årsak til hvorfor gjennomsnittlig nedbørsmengde i Norge har økt med rundt 20 prosent de siste 100 år (sluttnote 70), med enda større økning for store nedbørsmengder/ekstremnedbør (sluttnote 71). Utslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil bidra til fortsatt økende gjennomsnittsnedbør, så vel som flere, mer ekstreme nedbørshendelser, i Norge.

(v) Klimagassutslipp påvirker jordens energibudsjett (Figur 7), inkludert utbredelsen av havis i Arktis. En direkte én-til-én sammenheng er påvist mellom CO<sub>2</sub>-utslipp og redusert utbredelse av havis i Arktis i september, som er siste «sommermåned» på høye, nordlige breddegrader (Figur 10). Sammenhengen viser at for hvert tonn CO<sub>2</sub> som tilføres atmosfæren, reduseres september-utbredelsen av sjøis med tre kvadratmeter (sluttnote 72).

Basert på dette vil maksimalutslippet fra Yggdrasil føre til at september-utbredelsen av sjøis i Arktis reduseres med rundt 1 100 kvadratkilometer. For Breidablikk er reduksjonen på 320 kvadratkilometer, og for Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving kombinert er reduksjonen på ca. 1 460 kvadratkilometer. Til sammenligning er Oslos areal, inkludert Oslomarka, på 450 kvadratkilometer.

(vi) Tilsvarende som for sjøis, er det også en nær én-til-én sammenheng mellom økt global temperatur og redusert utbredelse av snø på den nordlige halvkule om våren. Dette gjelder for både observert (sluttnote 73) og modellert (sluttnote 74) utbredelse av snø.

Figur 17 illustrerer denne lineære sammenhengen basert på en rekke modellsimuleringer.



Figur 17. Sammenheng mellom endring av global temperatur (°C; relativt til temperatur for perioden 1995-2014 (horisontal akse) og normalisert snødekke på den nordlige halvkule for månedene mars, april og mai (vertikal akse; hvor verdi 1,0 tilsvarer middelutbredelsen av snø for perioden 1995-2014). Basert på figur 9 i sluttnote 74.

Sammenhengen er at snødekket reduseres med rundt 8 prosent (relativt til 1995-2014 utbredelsen av snø) for hver grad global temperatur øker.

Kjente, tilnærmet lineære sammenhenger kan anvendes for å beregne sammenheng mellom klimagassutslipp og redusert snødekke. Dette gir følgende resultat, se sluttnote 75:

*Utslipp på 1 tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer 1,2 kvadratmeter redusert snødekke.*

Følgelig vil maksimalutslippet fra Yggdrasil på 365 millioner CO<sub>2e</sub> føre til at utbredelsen av snø for perioden mars til mai på den nordlige halvkule reduseres med rundt 440 kvadratkilometer. For Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving er reduksjonen på ca. 580 kvadratkilometer. Til sammenligning er Oslos areal, inkludert Oslomarka, på 450 kvadratkilometer.

Overstående gjelder for den nordlige halvkule, for vårmånedene mars, april og mai sett under ett.

(vii) Når vi beveger oss oppover i terrenget, erfarer vi at lufttemperaturen faller. Årsaken til dette er at lufttrykket, dvs. at tyngden av luft over oss, avtar. Typisk faller temperaturen med 0,7 grader per 100 meters stigning. Denne sammenhengen har en direkte påvirkning på snøgrensen. For hver grad temperaturen øker, vil snøgrensen stige med ca. 140 m. For Norges del erfarer vi dette som at områder som i dag ligger nær snøgrensen, har fått enda mindre snø; eller at snøgrensen ligger høye i dag enn hva den gjorde for f.eks. 50 år siden. For Bergen, som et eksempel, har vintertemperaturen (november til mars) steget med 1,3 grader de siste 50 år (sluttnote 76), som betyr at snøgrensen har steget med ca. 180 m. Utslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil bidra til økt temperatur, og med det høyere snøgrense (og kortere vintersesong) i Norge.

## 2.4 Ikke-lineær sammenheng

Som beskrevet over og illustrert i Figur 14, er det identifisert syv vippepunkter som kan aktiveres for global oppvarming mellom 1,5 og to grader. Fem av disse vippepunktene vil påvirke Norges klima (og samfunn og økosystemer) direkte. Dette gjelder kollaps av iskapen i Vest-Antarktis (som gir høyere havnivå), tining av permafrost (som vil gi ustabil land/fjellskråninger til fjells og i nord i Norge, og som kan bidra til økte utslipp av metan); fravær av sjøis i Barentshavet (som vil påvirke marint liv, marin transport og ressurstilgang); redusert vertikal blanding i Labradorhavet (som isolert sett vil svekke Golfstrømsystemet); og tap av breer (som vil endre landskap og økosystemer, påvirke smeltevanntilførsel og turisme).

Det er ikke mulig å konkretisere en absolutt temperaturgrense for når vippepunktene vil aktiveres. For iskapen i Vest-Antarktis, er det økende vitenskapelig støtte om at økt smelting er uunngåelig i løpet av de neste par tiårene, muligvis med kollaps av isen i Vest-Antarktis som resultat (sluttnote 77). Dette er alvorlig siden Vest-Antarktis alene kan bidra med flere (3-5) meter økning av globalt havnivå.

For norskekysten, antatt fortsatt store utslipp og delvis kollaps av isen i Vest-Antarktis, kan havnivået stige med 1-2 m frem mot år 2100 (sluttnote 51).

Den markante økningen til global havtemperatur siden mars 2023 (Figur 6), global overflatetemperatur siden juni 2023 (sluttnote 78) og spesielt alvorlige ekstremværhendelser skjer (sluttnote 36) illustrerer at raske endringer i klima skjer og at «overraskelser» kan forventes.

Når det gjelder maksimalutslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, kan det ikke utelukkes at disse kan aktivere én eller flere av vippepunktene som kan finne sted med en global temperaturøkning på mellom 1,5 og to grader, inkludert kollaps av isen i Vest-Antarktis.

## 3. *Hva er verdens gjenværende karbonbudsjett for å begrense oppvarmingen til 1,5 grader og to grader med 67 prosent sannsynlighet?*

### 3.1 Paris-avtalens 1,5 og togradersmål

Paris-avtalen som ble vedtatt i 2015 og som trådte i kraft i 2016, har som mål at den globale oppvarmingen skal holdes godt under to grader sammenlignet med førindustriell tid, og at verdens stater skal tilstrebe å begrense temperaturøkningen til 1,5 grader (sluttnote 79).

Omfattende vitenskapelig litteratur viser at fremtidig temperaturstigning kan estimeres basert på summen av fremtidige, globale utslipp av CO<sub>2</sub> (sluttnote 80). Det nyeste estimatet på fremtidige CO<sub>2</sub>-utslipp som er i tråd med 1,5 og togradersmålene, fra Forster m.fl. (2024, se sluttnote 12), er gitt i Tabell 2 (se også fotnote 3).

---

<sup>3</sup> Det finnes flere publiserte estimater av fremtidige klimagassutslipp som vil begrense global oppvarming til 1,5 eller to grader sammenlignet med førindustriell tid. Grunnet flere faktorer eksisterer det ikke én (eller en «eksakt») verdi for fremtidig karbonbudsjett,

Tabell 2 viser at det er 50 prosent sannsynlig at global temperaturøkning kan begrenses til 1,5 grader dersom de samlede, globale utslippene fra og med 2025 ikke overstiger 130 milliarder tonn CO<sub>2</sub>. Dette tilsvarer 4 år med dagens utslipp (og altså null-utslipp etter dette).

Klimamål (°C)	Sannsynlighet		
	50 %	67 %	83 %
Globale utslipp i Gt-CO <sub>2</sub> f.o.m. 2025:			
1,5	130	80	30
2,0	1050	870	690
Antall år med dagens utslipp f.o.m. 2025:			
1,5	3.5	2.2	0.8
2,0	28	24	19

Tabell 2. Oversikt over CO<sub>2</sub>-utslipp f.o.m. 2025 som er i tråd med hhv. 1,5 og tograders oppvarming relativt til førindustriell tid med 50, 67 og 83 prosent sannsynlighet. Fremtidige utslippsverdier er fra tabell 8 i sluttnote 12, som gir verdier t.o.m. 2023. For enkeltåret 2024 er det brukt at de globale utslippene er på 37 Gt-CO<sub>2</sub>, som tilsvarer de globale utslippene de siste årene. Utslippene er gitt i Gt-CO<sub>2</sub>, som er milliarder tonn CO<sub>2</sub>.

Økes sannsynligheten for å begrense global oppvarming med 1,5 grader til 67 prosent (altså at det er to-tredjedels sannsynlighet for at global oppvarming ikke overskrider 1,5 grader), må de globale utslippene ikke overstige 80 milliarder tonn CO<sub>2</sub>, tilsvarende 2 år med dagens utslipp og nullutslipp etter dette. Med 87 prosent sannsynlighet (tilsvarende fem sjettedels sannsynlighet), er karbonbudsjettet på 30 milliarder tonn CO<sub>2</sub>, tilsvarende 1 år med dagens utslipp.

Tar vi utgangspunkt i at global temperaturøkning ikke skal overstige to grader med 50 prosent sannsynlighet, kan dagens CO<sub>2</sub>-utslipp fortsette i 28 år. Med 67 prosent sannsynlighet, kan dagens utslipp fortsette i 24 år.

---

slik at det alltid vil være noe forskjell mellom estimatene. Årlig oppdaterte karbonbudsjetter bør brukes da årlige utslipp reduserer fremtidig karbonbudsjett; siden global temperatur øker år for år (som betyr at 1,5 og togradersmålene kommer stadig nærmere); og pga. bedre kunnskap om klimasystemet. Utslippsbudsjettene i denne forklaringen skiller seg noe, men ikke vesentlig, fra publikasjonen som ble fremlagt i undertegnedes forklaring i Lagmannsretten i september 2024.

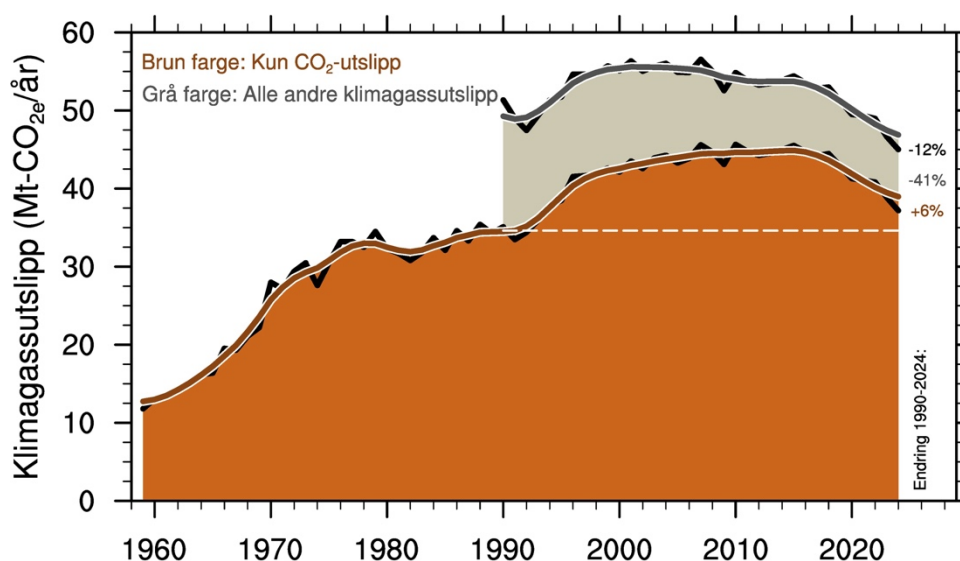
#### 4. Hvor store er utslippene på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> sett i forhold til Norges gjenværende andel (beregnet per capita) av verdens gjenværende karbonbudsjett for å begrense oppvarmingen til 1,5 og to grader med 67 og 50 prosent sannsynlighet?

##### 4.1 Norges (innenlands) klimagassutslipp 1958-2024

Samlet, innenlands klimagassutslipp i Norge siden 1958 (for CO<sub>2</sub>) og fra 1990 (for alle klimagasser) er vist i Figur 18.

Som det fremkommer av figuren har Norges samlede klimagassutslipp blitt redusert med 12 prosent siden 1990. Ser vi på utslippene av CO<sub>2</sub> har Norges innenlands utslipp økt med 6 prosent mellom 1990 og 2024, mens utslipp fra alle andre klimagasser (som svovelkomponenter, nitrogenkomponenter og metan, ofte kalt ikke-CO<sub>2</sub>), har blitt redusert med 41 prosent. Årsaken til det siste er i hovedsak nedlegging/utflytting av forurensende tungindustri (som magnesiumproduksjon), og betydelig reduserte utslipp fra innenlands aluminium- og salpeterproduksjon (sluttnote 81).

Til sammenligning har de samlede klimagassutslippene fra EU-27 landene blitt redusert med 34 prosent for perioden 1990 til 2023 (sluttnote 82).

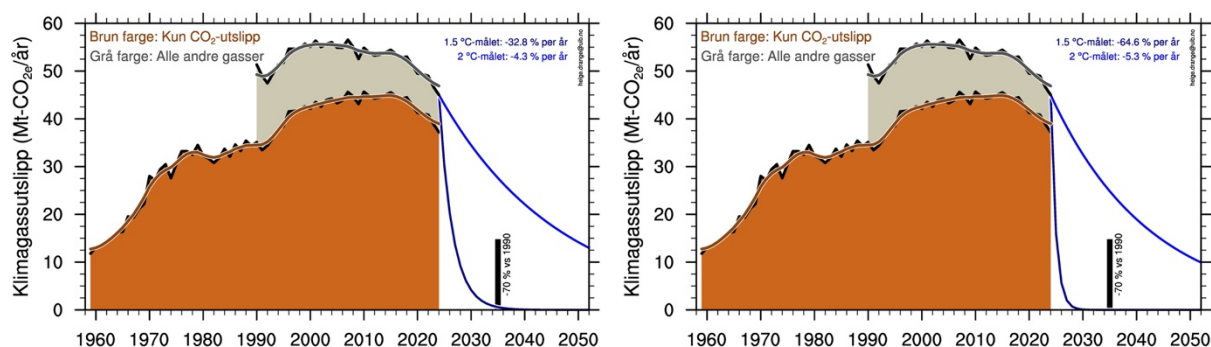


Figur 18. Samlede, årlige innenlands CO<sub>2</sub>-utslipp fra Norge siden 1959 (brun farge), og for alle andre klimagassutslipp siden 1990 (grå farge). Prosentvis endring av utslippene for perioden 1990 til 2024 er vist til høyre i figuren (6 prosent økning av CO<sub>2</sub>-utslippene; 41 prosent reduksjon av utslippene av andre klimagasser; totalt en reduksjon på 12 prosent). Enhet er millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år. Data fra Statistisk sentralbyrå, se sluttnote 83.

##### 4.2 Klimagassutslipp fra Norge som vil være i tråd med 1,5 og togradersmålene

Dersom vi legger til grunn at de resterende, globale klimagassutslippene som er i tråd med 1,5 og togradersmålene (fra Tabell 2) fordeles likt mellom alle nasjoner, uavhengig av historiske utslipp og nåværende økonomiske, teknologiske og samfunnsmessige utvikling, viser Figur 19 fremtidige innenlands utslipp for Norge som med 50 prosents sannsynlighet

vil begrense global oppvarming til 1,5 og to grader (venstre figur), og tilsvarende med 67 prosent sannsynlighet (høyre figur).



Figur 19. Som Figur 18, inkludert utslippskurver som er i tråd med 50 prosent sannsynlighet til å nå 1,5 og togradersmålene (til venstre) og 67 prosent sannsynlighet til å nå 1,5 og togradersmålene (til høyre), beregnet basert på Tabell 2. Årlige reduksjoner i prosent basert på de blå kurvene er vist oppe til høyre. Vertikal søyle i 2035 viser Norges nye klimamål om (minst) 70-75 prosent reduksjon i 2035 relativt til 1990 (sluttnote 84). Enhet er millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år.

Med 50 prosent sannsynlighet for at global temperatur begrenses til 1,5 grader (venstre del av Figur 19), betyr dette at Norges utslipp må reduseres med 33 prosent per år. Dette tilsvarer *3,5 år med dagens klimagassutslipp i Norge* (Tabell 2). Reduksjon for togradersmålet er på 4,3 prosent per år, tilsvarende *28 år med dagens klimagassutslipp i Norge*.

For to tredjedels (67 prosent) sannsynlighet for å begrense global oppvarming til 1,5 grader må Norges utslipp reduseres med 65 prosent per år, eller at dagens utslipp kan fortsette vel *2 år frem i tid*. For togradersmålet må de årlige utslippene ned med 5,3 prosent per år, tilsvarende *24 år med dagens klimagassutslipp i Norge*.

For å sette de prosentvise reduksjonene over i sammenheng, gikk Norges klimagassutslipp ned med 3,2 prosent mellom 2019 og 2020, dvs. under COVID-19 pandemien. Globalt gikk de totale klimagassutslippene ned med fem prosent under pandemien i 2020. Basert på nasjonal og global reduksjon av klimagassutslippene i unntaksåret 2020, illustrerer Figur 19 både størrelse og nødvendigheten av umiddelbar igangsetting av klimagassreduksjoner for å begrense global oppvarming til 1,5 og to grader.

#### 4.3 Klimagassutslipp fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil sammenlignet med Norges 2022-utslipp

Maksimalutslippene fra Breidablikk er på 107 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter, fra Tyrving på 12 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og fra Yggdrasil på 365 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter. Summert gir dette et maksimalutslipp fra de tre feltene på 484 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter.

Norges innenlands klimagassutslipp i 2024 er på 45,0 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter (Figur 18, sluttnote 85). Følgelig tilsvarer maksimalutslippene fra Yggdrasil 8 år, Breidablikk 2,4 år og Tyrving 0,3 år sammenlignet med Norges klimagassutslipp i 2023. Summen av maksimalutslippene fra de tre feltene tilsvarer 11 år med Norges klimagassutslipp i 2023, se Tabell 3.

Utslipp	CO <sub>2</sub> -ekvivalenter (millioner tonn)	Faktor sammenlignet med Norges 2024-utslipp
<b>Norge 2024</b>	<b>45</b>	
Brottoutslipp Yggdrasil	365	<b>8.1</b>
Brottoutslipp Breidablikk	107	<b>2.4</b>
Brottoutslipp Tyrving	12	<b>0.3</b>
<b>Sum Yggdrasil, Breidablikk, Tyrving</b>	<b>484</b>	<b>10.8</b>

Tabell 3. Sammenligning mellom Norges totale klimagassutslipp i 2024 på 45,0 millioner tonn CO<sub>2</sub>-ekvivalenter og maksimalutslipp fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, samt summen av utslipp fra de tre feltene.

#### 4.4 Klimagassutslipp fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil sammenstilt med 1,5 og togradersmålene

Dersom vi igjen legger til grunn at de resterende, globale klimagassutslippene som er i tråd med 1,5 og togradersmålene fordeles likt mellom alle nasjoner, og vi kaller disse «utslippsrest», gjelder følgende:

##### *1,5 gradersmålet med 50 prosent sannsynlighet:*

Dette målet tilsvarer 3,5 år med Norges 2024-utslipp, se Tabell 2. Siden maksimalutslipp fra Yggdrasil tilsvarer 8,1 år med Norges 2024-utslipp (Tabell 3), betyr dette at Yggdrasil alene er 2,3 ganger så stort som Norges fremtidige utslippsrest innenfor 1,5 gradersmålet.

På tilsvarende måte tilsvarer maksimalutslipp fra Breidablikk ca. 70 prosent av Norges fremtidige utslippsrest, mens maksimalutslipp fra Tyrving tilsvarer åtte prosent av Norges fremtidige utslippsrest.

Totalt for Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, overskrider disse Norges fremtidige utslippsrest innenfor 1,5 gradersmålet med en faktor 3,1.

##### *1,5 gradersmålet med 67 prosent sannsynlighet:*

Dette målet tilsvarer 2,2 år med Norges 2024-utslipp (Tabell 2). Dette betyr at Yggdrasil alene overstiger Norges fremtidige utslippsrest innenfor 1,5 gradersmålet med en faktor 3,7 (relativt til Norges 2024-utslipp).

Maksimalutslipp for Breidablikk tilsvarer en faktor 1,1 av Norges fremtidige utslippsrest innenfor 1,5 gradersmålet.

For Tyrving tilsvarer utslippene rundt 14 prosent av Norges fremtidige utslippsrest.

Totalt for Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, overskrider disse Norges fremtidige utslippsrest med en faktor fem (relativt til Norges 2024-utslipp).

*Togradersmålet med 50 prosent sannsynlighet:*

Dette målet tilsvarer 28 år med Norges 2024-utslipp (Tabell 2). Dette betyr at Yggdrasil tilsvarer 29 prosent av Norges fremtidige utslippsrest innenfor togradersmålet.

På tilsvarende måte tilsvarer maksimalutslipp fra Breidablikk ni prosent av Norges fremtidige utslippsrest, mens maksimalutslipp fra Tyrving tilsvarer én prosent av Norges fremtidige utslippsrest.

Totalt for Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, tilsvarer disse 39 prosent av Norges fremtidige utslippsrest innenfor togradersmålet.

*Togradersmålet med 66 prosent sannsynlighet:*

Dette målet tilsvarer 24 år med Norges 2024-utslipp (Tabell 2). Dette betyr at Yggdrasil tilsvarer 34 prosent av Norges fremtidige utslippsrest innenfor togradersmålet.

På tilsvarende måte tilsvarer maksimalutslipp fra Breidablikk 10 prosent av Norges fremtidige utslippsrest, mens maksimalutslipp fra Tyrving tilsvarer én prosent av Norges fremtidige utslippsrest.

Totalt for Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving, tilsvarer disse 45 prosent av Norges fremtidige utslippsrest innenfor togradersmålet.

## 5. Kan du beskrive noen observerte klimaendringer i Norge?

### 5.1 Noen observerte klimaendringer i Norge

Måleserier fra luft, landjord og hav i/rundt Norge viser klare endringer, spesielt for de siste 50 år. Sammenlignet med tilsvarende endringer globalt og for våre naboerområder (som Norden, resten av Nord-Europa og Arktis), kan det konkluderes med at disse endringene ikke kan forklares som naturlige forekommende variasjoner i klima. En rekke studier har vist at hovedårsaken til pågående klimaendringer skyldes menneskeskapte klimagassutslipp.

En gjennomgang av klimastatus for Norge er beskrevet i rapporten Klima i Norge 2100, publisert i 2015 (sluttnote 86). En ny versjon av denne rapporten lanseres i oktober 2025. I tillegg er en gjennomgang av havstigning langs norskekysten nylig publisert, se sluttnote 51.

Et utvalg eksempler på sentrale klimastørrelser for Norge – og endring av disse – er vist i Figur 20 til Figur 31, og kort oppsummert under:

- *Gjennomsnittstemperatur Norge, Figur 20:* Årsgjennomsnittlig temperatur for Norge har steget med 1,3 grader de siste 100 år, og med 2,1 grader de siste 50 år. Temperaturstigningen for Norge er med det sammenlignbar med endring i global temperatur. Det er temperaturstigning for samtlige måneder i året, både når det gjelder trend for de siste 100 år og de siste 50 år.
- *Gjennomsnittsnedbør Norge, Figur 21:* Årsgjennomsnittlig nedbør i Norge har økt med 22 prosent de siste 100 år, og med 16 prosent de siste 50 år. Det er nedbørsøkning for samtlige måneder i året for de siste 100 år, og for samtlige måneder bortsett fra september og november de siste 50 år. Nedbørsøkningen for Norge er betydelig større enn for globalt gjennomsnitt.
- *Ekstremnedbør Norge, Figur 22:* Prosentvis antall dager med «kraftig nedbør»<sup>4</sup> som forventes mot slutten av dette århundre relativt til perioden 1971-2000. For Norge forventes det at antall dager med «kraftig nedbør» øker med 30-132 prosent avhengig av utslippsscenario, mens nedbørsintensiteten for dager med «kraftig nedbør» forventes å øke med 6 til 25 prosent avhengig av utslippsscenario (verdier fra sluttnote 87).
- *Temperaturutvikling Oslo, Figur 23.* Venstre panel viser målt endring av lufttemperatur i Oslo for perioden 1837-2024. Nullverdi er gjennomsnittstemperatur for perioden 1901-2000. For Oslo har temperaturen steget med 1,6 grader de siste 100 år, og med 2,0 grader de siste 50 år.

Høyre del av Figur 23 viser mulig temperaturutvikling i Oslo dersom global temperatur stiger med 1,4 grader i inneværende århundre (som er et moderat og kanskje nokså sannsynlig estimat). År-til-år variasjonene etter 2024 er plukket tilfeldig fra observert årstemperaturvariasjoner de siste 100 år. Hovedpoenget med

---

<sup>4</sup> «Kraftig nedbør» betegner døgnnedbørshendelser som skjer én til to ganger per år i gjennomsnitt i referanseperioden 1971-2000.

denne figuren er at fremtidig temperatur i Oslo (som for ellers i Norge) vil være vesentlig høyere enn hva som er målt siden målingene startet for knappe 200 år siden.

- *Temperaturutvikling Svalbard, Figur 24:* Som Figur 23, men for Svalbard. På Svalbard har årsgjennomsnittlig temperatur steget med 3,4 grader de siste 100 år, og hele 5,6 grader de siste 50 år. Som for Oslo kan vi forvente vesentlig endret temperatur (og klima) på Svalbard frem i tid.

En sentral årsak til den betydelige temperaturstigningen på Svalbard er bortfall av havis rundt store deler av øygruppen sommer og høst, samt at nordområdene generelt varmes raskest på jorden (Figur 4).

- *Snødybde, Øst-Norge, Figur 25:* Største snødybde for månedene mars, april og mai fra målestasjonen Bjørnholt i Nordmarka, Oslo, for perioden 1897-2025, er vist i Figur 25.

Figuren viser store variasjoner i største snødybde fra år til år, men også en klar langtidsendring mot mindre snø. For eksempel har største snødybde på Bjørnholt for april måned avtatt med 61 cm de siste 50 år. Til sammenligning var gjennomsnittlig snødybde på Bjørnholt for april måned i forrige århundre (1901-2000) på 91 cm.

Langtidsendringen på Bjørnholt kan i stor grad tilskrives global (og lokal), menneskeskapt oppvarming. Endringen er også en illustrasjon på kortere vintersesong (tidligere vår og senere høst) grunnet pågående oppvarming. Klimagassutslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil forsterke denne utviklingen.

Dersom en ser på antall dager med mer enn 25 cm snø på Bjørnholt, som ofte brukes som nedre grense for (god) skisnø, viser Figur 26 at antall «skidager» har avtatt med 50 dager siden år 1900; fra rundt fem måneder i år 1900 til like over tre måneder i dag.

Siden nedbørsmengdene øker med økende temperatur, kan total mengde snø forventes å øke i områder med temperatur under null grader. Dette betyr at høyereliggende områder kan generelt forventes å få mer snø med global oppvarming (gitt at temperaturen forblir under null grader), mens lavereliggende områder får mindre snø. Bjørnholt (Figur 25 og Figur 26) er et eksempel på det siste.

- *Antall dager med snø, Norge, Figur 27.* Endring i antall dager med snø fra målestasjoner fordelt over Norge for de siste (ca.) 100 år er vist i Figur 27. Grønne sirkler med svart utheving viser lokaliteter med sikker reduksjon i antall dager med snø. Som det fremkommer av figuren har antall dager med snø – eller vintersesongen – blitt redusert i både Sør- og Nord-Norge. Klimagassutslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil forsterke denne utviklingen.

- *Geofarar*: Med stigende temperatur og økte nedbørsmengder i form av regn eller snø, forventes det stadig større utfordringer med stein-, jord- og snøskred og steinsprang i bratte skråninger og til fjells. Dette er en gjentakende utfordring i Alpene (sluttnote 88). Det samme dels gjelder – og er forventet å øke i omfang – i Norge (sluttnote 89). Klimagassutslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil forsterke denne utviklingen.
- *Havnivåendring relativt til land langs norskekysten, Figur 28*: For all infrastruktur, aktivitet, biotoper og økosystemer på land er *relativt havnivå*, dvs. havnivå målt fra land, den relevante størrelsen å se på. For Norges del løfter deler av landet seg etter at isen under siste istid presset jordskorpen ned. Etter at isen forsvant har landet løftet seg, og denne prosessen pågår fremdeles. Vertikal landheving er størst innerst i Oslofjorden og i området rundt Trondheimsfjorden (40-50 cm per 100 år), mens den er minst langs Sør- og Vestlandskysten (rundt 15 cm per 100 år). Følgelig er relativ havnivåendring størst langs Sør- og Vestlandskysten, samt nord i Nord-Norge, mens havnivået faller relativt til land i og nær Oslofjorden og for strekningen fra Trondheim til Lofoten, se Figur 28.

Siden landhevingen er konstant mens havstigningen akselererer – og vil fortsette å øke i tusener av år grunnet menneskeskapt klimaendring (sluttnote 90) – vil stigende havnivå og stormflo bli et økende problem også for Norge. Spesielt stort bidrag til havnivåstigning langs norskekysten vil komme fra iskappen i Antarktis, i særdeleshet dersom denne skulle kollapse (se avsnitt om vippepunkt).

Tabell 4 lister noen av hovedresultatene fra en nylig publisert rapport om fremtidig havnivåendring langs norskekysten (sluttnote 51). Fem utslippsscenarioer er gitt. Av disse scenarioene, gir scenario SSP3-7.0 en oppvarming på 2,7 °C mot slutten av dette århundre, som tilsvarer den oppvarmingen vi ligger an til basert på dagens klimagassutslipp og nasjonalt innmeldte utslippsmål (sluttnote 91).

For utslippsscenario SSP3-4.5, er mest sannsynlig verdi for havnivåstigning mot slutten av dette århundret 13 cm i Oslo, og hhv. 45 og 42 cm i Stavanger og Bergen. Forskjellen mellom Oslo og vestlandskysten skyldes ulik grad av landheving.

Med 95 prosent sannsynlighet, øker mulig havstigning til 57 cm i Oslo, 94 cm i Stavanger og 89 cm i Bergen.

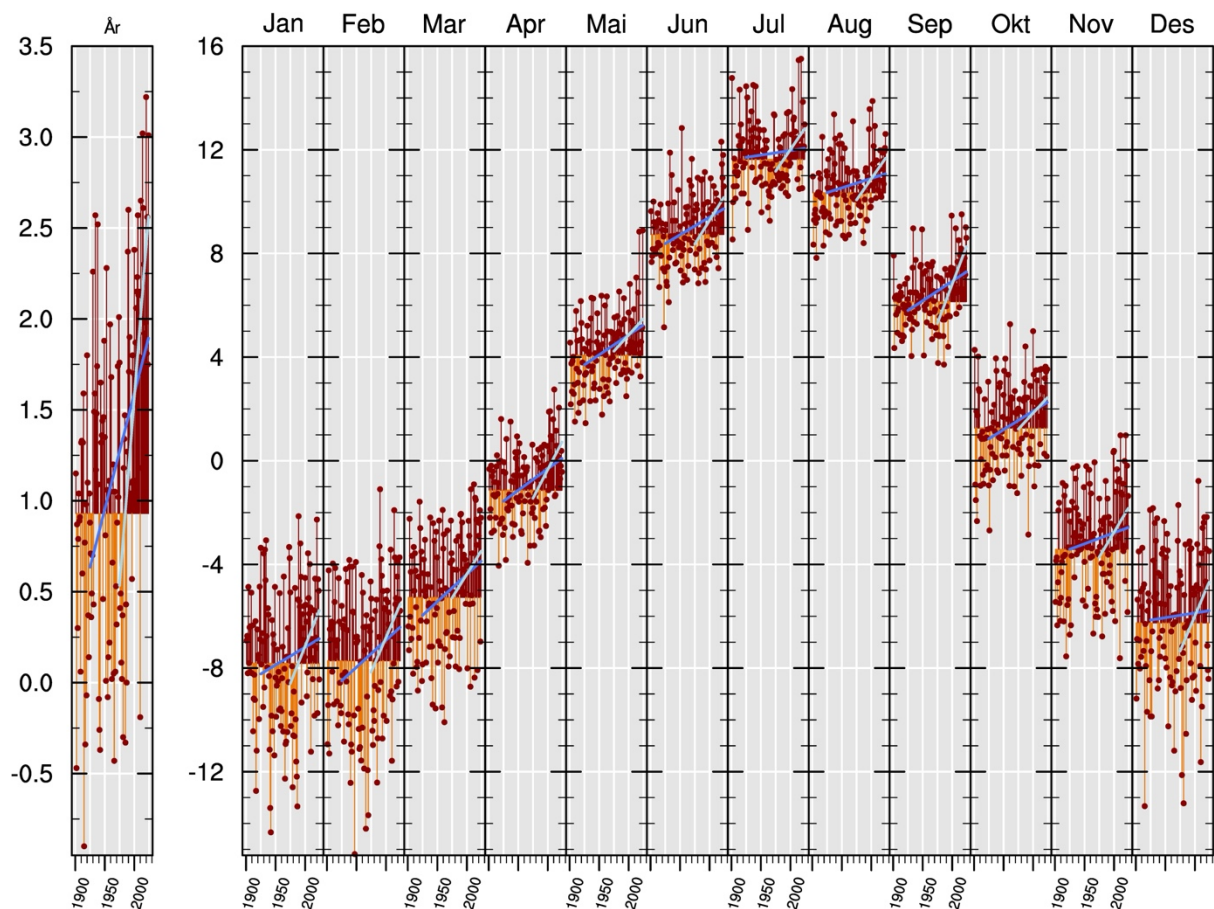
Skulle deler av iskappen i Antarktis kollapse, vil ca. 80 cm komme i tillegg til 95 prosent verdiene over. Fremtidig havstigning i Oslo, Stavanger og Bergen mot slutten av dette århundret kan da bli hhv. 156, 192 og 185 cm.

Klimagassutslippene fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving vil bidra til fremtidig havnivåstigning globalt og langs norskekysten, og det kan ikke utelukkes at disse utslippene kan bidra til at vippepunkt passerer, f.eks. kollaps av iskappen i Vest-Antarktis.

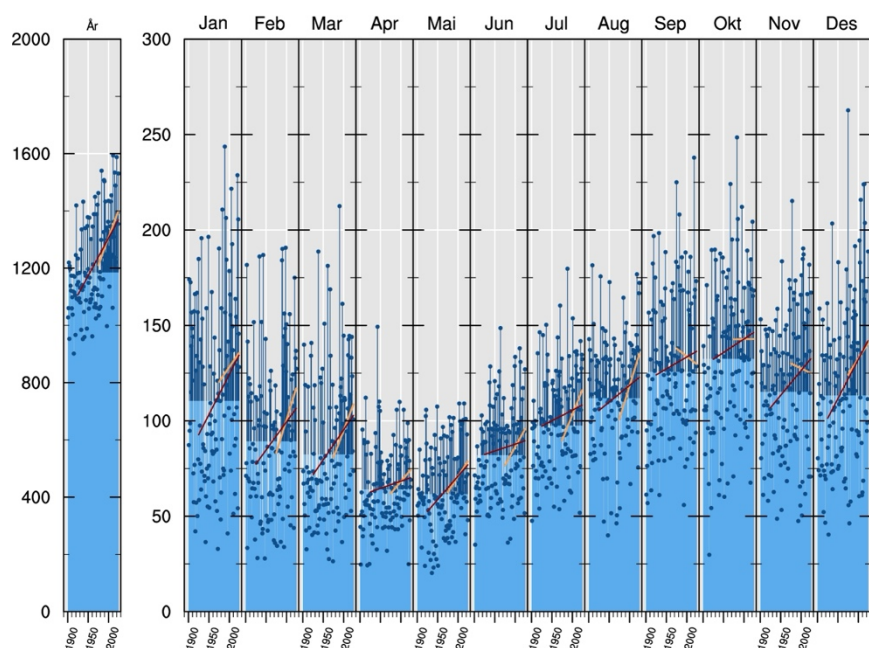
- *Råtefare/-skade, Figur 29 og Figur 30*: Med økende temperatur, økt luftfuktighet og økt nedbør, øker råtefaren for all infrastruktur bygget i tre og som er eksponert for været, det være seg bygg, kulturminner, etc. For dagens klima er råteproblematikken størst langs Norges vestlige kystlinje (Figur 29 til venstre). I et varmere, våtere klima, vil dagens mest råteutsatte områder bre seg innover fra kysten og opp i terrenget (Figur 29 til høyre).

For et «business-as-usual»-scenario, er det estimert at høy råterisiko øker fra dagens ca. 600 000 bygninger (av totalt 3,8 millioner bygninger) til ca. 2,4 millioner bygninger (Figur 30). Selv om et «business-as-usual»-scenario har en oppvarming godt over togradersmålet, forventer Miljødirektoratet at risikoen for råteskader øker kraftig i dette århundre (sluttnote 92). Økte klimagassutslipp vil øke råteproblematikken.

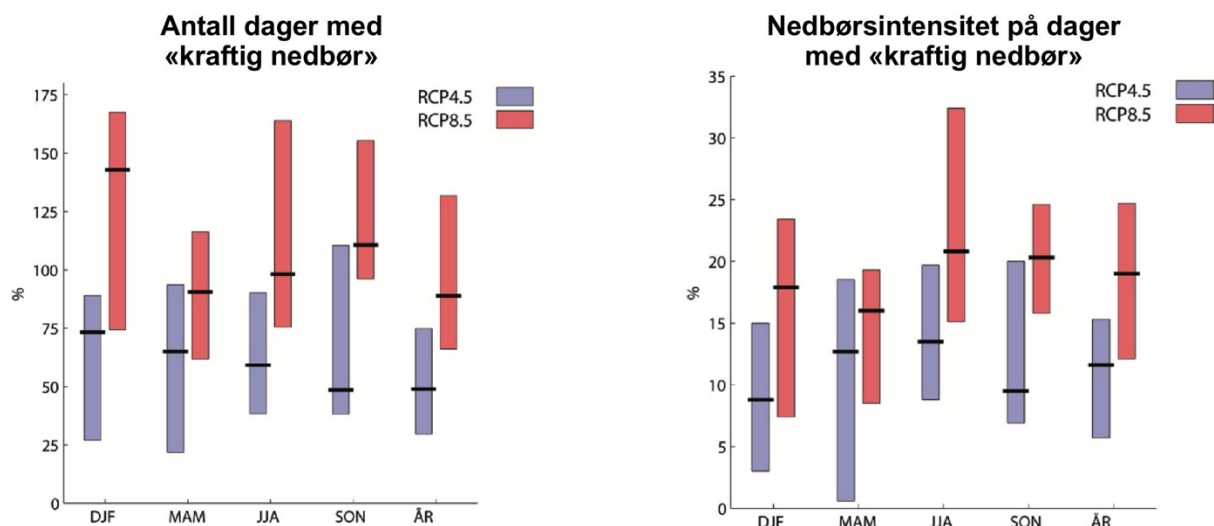
- *Marine hetebølger, Figur 31*: På tilsvarende måte som det er hetebølger på land, er det også hetebølger til havs. Som følge av global oppvarming forekommer marine hetebølger oftere og med mer intensitet enn tidligere (sluttnote 93). I ytterste konsekvens vil en marin hetebølge kunne medføre fiskedød (sluttnote 94). For norske farvann, har hyppighet og varighet av marine hetebølger økt i særlig grad i Barentshavet. For perioden 1982 til 2020 har mer enn halvparten av alle dager med marin hetebølge forekommet det siste tiåret (sluttnote 95). Økte klimagassutslipp vil forsterke antall og intensitet av marine hetebølger.



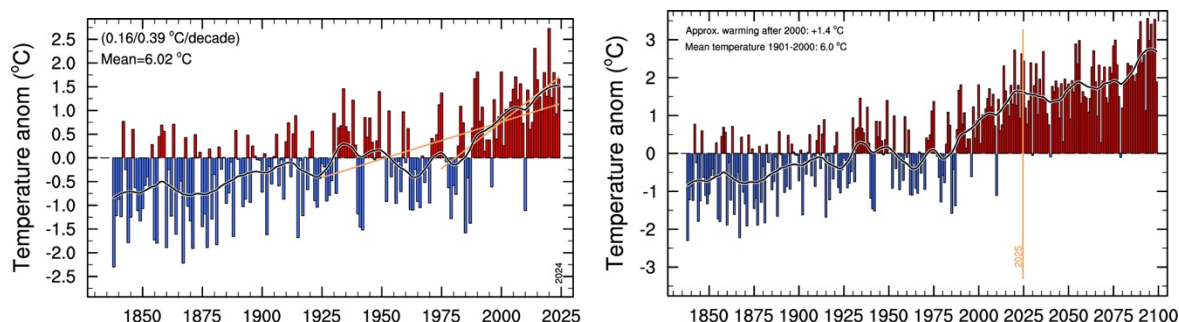
Figur 20. Observasjonsbasert årstemperatur (venstre) og månedstemperatur (panelene til høyre) for Norge for 1900-2024. Gjennomsnittstemperatur for det forrige århundret er vist med overgang mellom oransje og rød farge; trend de siste 100 år er vist med mørk blå linje og trend de siste 50 år er vist med lys blå linje. Data fra Meteorologisk institutt, se sluttnote 96.



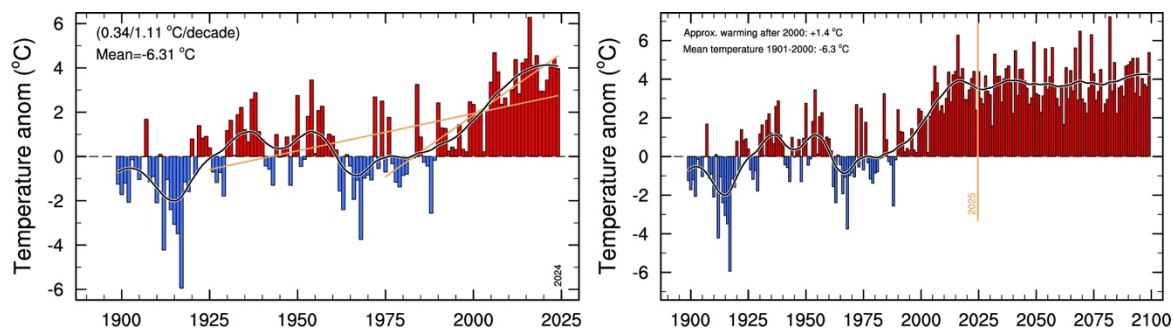
Figur 21. Observasjonsbasert årsnedbør (venstre) og månedsnedbør (panelene til høyre) for Norge for 1900-2024. Gjennomsnittsnedbør for det forrige århundret er vist med overgang mellom lys og mørk blå farge; trend de siste 100 år er vist med rød linje og trend de siste 50 år er vist med gul linje. Data fra Meteorologisk institutt, se sluttnote 97.



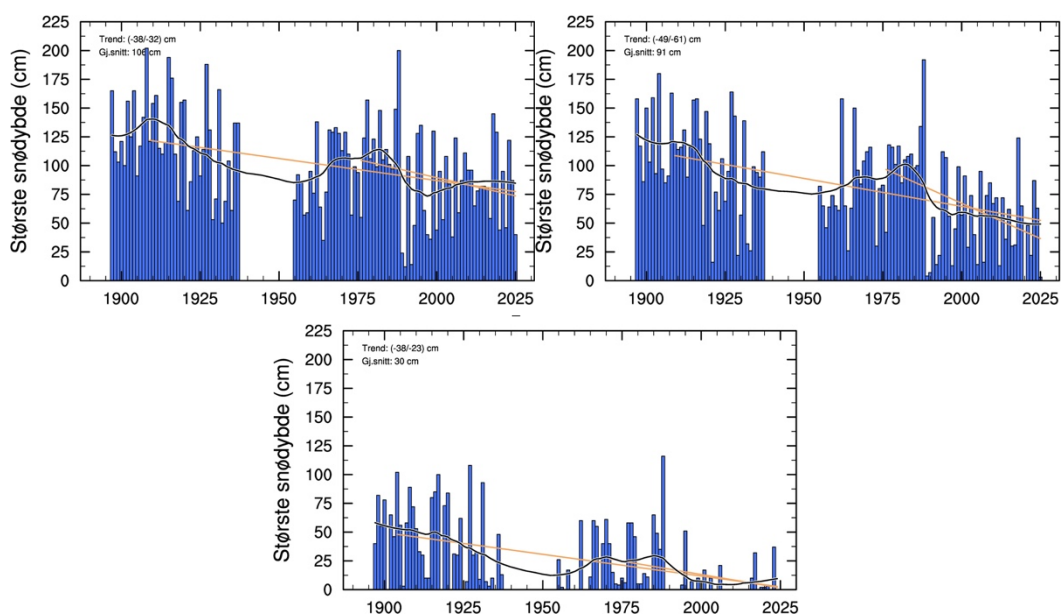
Figur 22. Venstre: Modellert endring i prosent av dager med «kraftig nedbør» for Norge for de to utslippsscenarioene RCP4.5 (mellomscenarior, gir global oppvarming på rundt 2,5 grader i 2100 relativt til førindustriell tid; blå søyler) og RCP8.5 (tilsvarende business-as-usual utslipp; røde søyler). Høyre: Tilsvarende, men for nedbørsintensitet på dager med «kraftig nedbør». DJF er desember-januar-februar, MAM er mars-april-mai, JJA er juni-juli-august og SON er september-oktober-november. Endring er for perioden 2071-2100 relativt til perioden 1971-2000, og «kraftig nedbør» tilsvarer 1-døgns hendelser som i gjennomsnitt skjer 1-2 gager per år i referanseperioden 1971-2000. Kilde, se sluttnote 98.



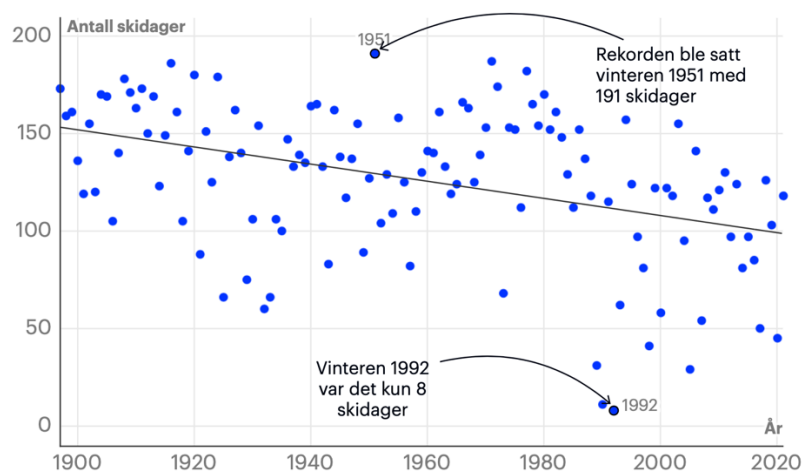
Figur 23. Venstre figur: Observert årlig temperaturoppendring for Oslo for perioden 1837-2024. Null-verdi er gjennomsnittstemperatur for det forrige århundret. Målt temperaturøkning de siste 100 år er på 1,6 grader; for de siste 50 år er temperaturøkningen på 2,0 grader. Høyre figur: Som figuren til venstre tom 2024, men med en antatt oppvarming på 1,4 grader mellom 2000 og 2100, og med en tilfeldig år-til-år variasjon fremover basert på observert variasjon for de siste 100 år. Data fra Meteorologisk institutt i figur til venstre (sluttnote 99); temperaturfremskrivning til høyre av H. Drange.



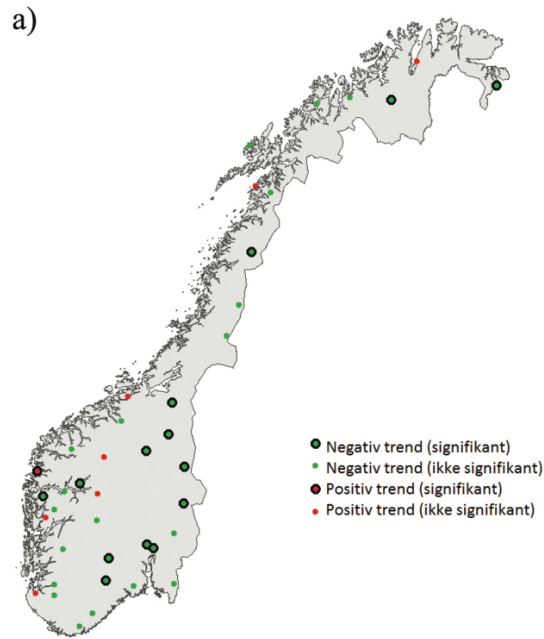
Figur 24. Som Figur 23, men for Svalbard siden målingene startet i 1899. Målt temperaturøkning de siste 100 år er på 3,4 grader; for de siste 50 år er temperaturøkningen på 5,6 grader.



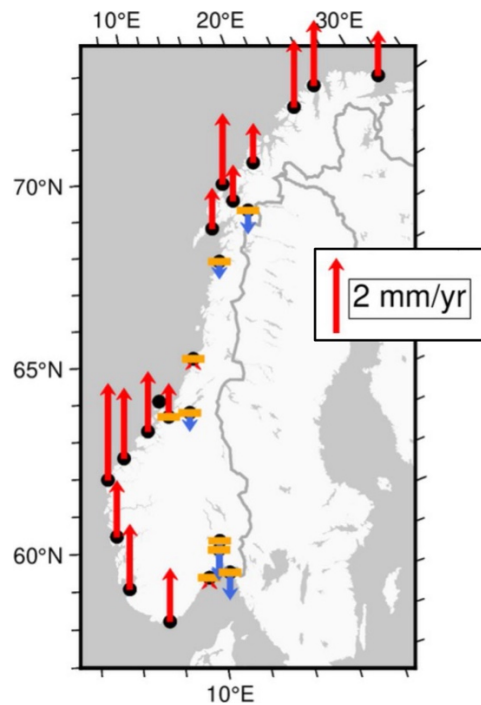
Figur 25. Største målte snødybde (cm) på Bjørnholt i Nordmarka, Oslo (360 m over havet) for månedene mars (øvre, venstre figur), april (øvre, høyre figur) og mai (nedre figur) for perioden 1897-2025. Trendverdier (cm) viser endring i største målte snødybde for hhv. de siste 100 og 50 år. «Gj.snitt» er gjennomsnitt av største snødybde for det forrige århundre (1901-2000). Data fra Meteorologisk institutt, tilgjengelig fra <https://frost.met.no>.



Figur 26. Antall dager med mer enn 25 cm snø på Bjørnholt i Nordmarka, Oslo. Figur fra Aftenposten 15. mai 2021 (<https://www.aftenposten.no/oslo/i/Ga99LI/en-knallvinter-er-over-for-skifolket-men-paa-sikt-blir-sesongene-kortere>) basert på målinger fra Meteorologisk institutt.



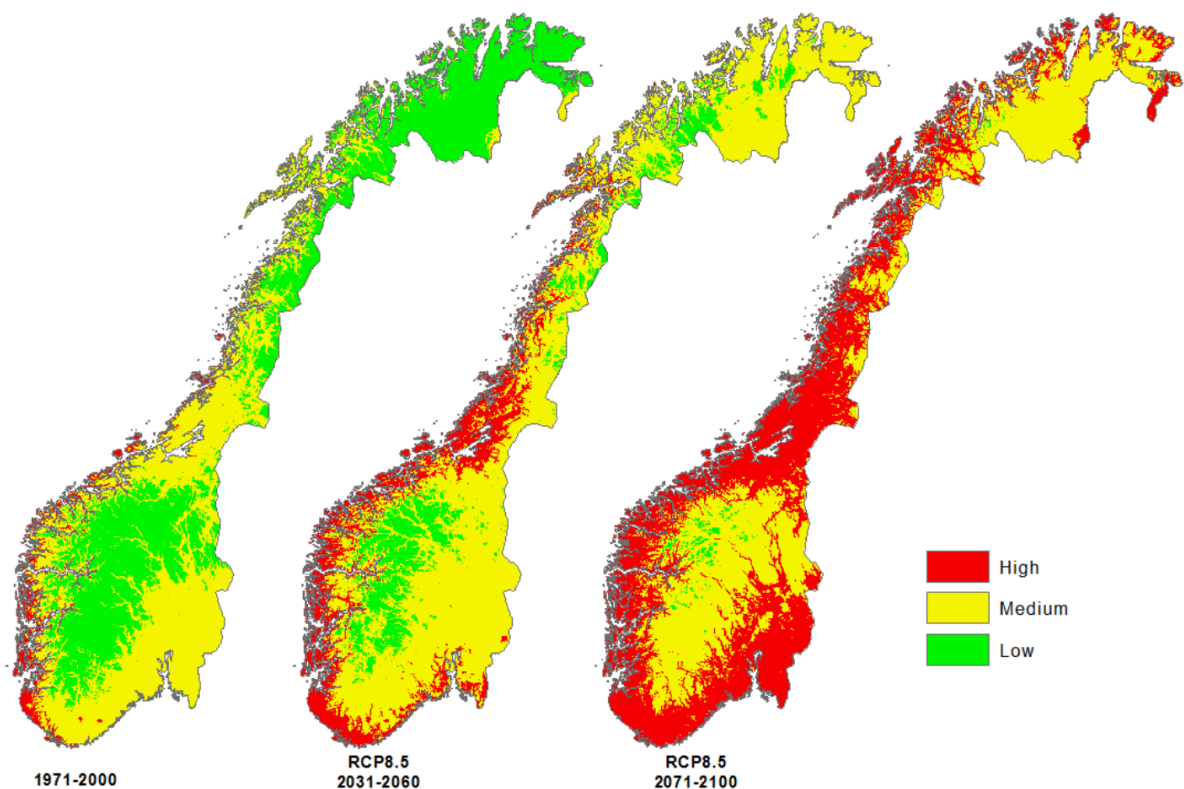
Figur 27. (a) Endring av antall dager med snø for ulike målestasjoner i Norge; grønne sirkler med svart utheving viser lokaliteter hvor det har vært signifikant (statistisk sikker) nedgang i antall dager med snø de siste (ca.) 100 år. Fra Figur 3.3.10a i «Klima i Norge 2100», <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>.



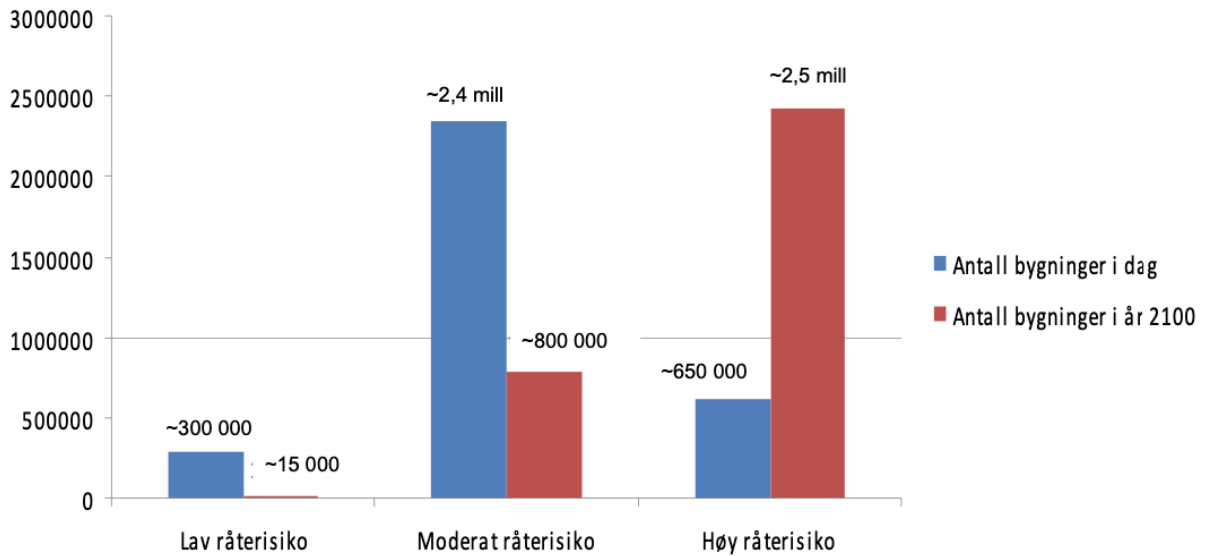
Figur 28. Observert endring av havnivå relativt til land (mm/år) langs norskekysten for perioden 1984-2014. Røde piler viser stigende havnivå relativt til land; blå piler at havnivå faller relativt til land. Kilde sluttnote 100.

Utslippsscenario:	SSP1-1.9	SSP1-2.6	SSP2-4.5	SSP3-7.0	SSP5-8.5	Lav sannsynlighet, stor konsekvens		
	SSP1-2.6	SSP5-8.5						
<b>Oppvarming 2081-2100:</b>	<b>1.4</b>	<b>1.8</b>	<b>2.7</b>	<b>3.6</b>	<b>4.4</b>	<b>1.8</b>	<b>4.4</b>	
Oslo	Median endring	-5	1	13	21	32	0	39
	5 til 95 % utfallsrom	-48 til 45	-31 til 43	-18 til 57	-15 til 74	-7 til 91	-37 til 46	-12 til 156
Stavanger	Median endring	28	33	45	55	65	33	75
	5 til 95 % utfallsrom	-17 til 80	-4 til 80	10 til 94	16 til 109	24 til 126	-10 til 82	18 til 192
Bergen	Median endring	0.25	0.30	42	51	61	29	68
	5 til 95 % utfallsrom	-20 til 75	-5 til 76	9 til 89	12 til 105	21 til 121	-12 til 78	13 til 185
Heimsjø/Trh	Median endring	7	12	23	30	41	10	51
	5 til 95 % utfallsrom	-34 til 57	-23 til 57	-11 til 70	-8 til 84	1 til 100	-23 til 58	-10 til 160
Tromsø	Median endring	14	16	27	34	44	13	53
	5 til 95 % utfallsrom	-29 til 63	-21 til 62	-9 til 75	-6 til 89	4 til 104	-33 til 63	-13 til 159
Honningsvåg	Median endring	19	20	32	39	49	18	56
	5 til 95 % utfallsrom	-19 til 64	-17 til 66	-4 til 81	1 til 92	11 til 108	-28 til 67	-4 til 165

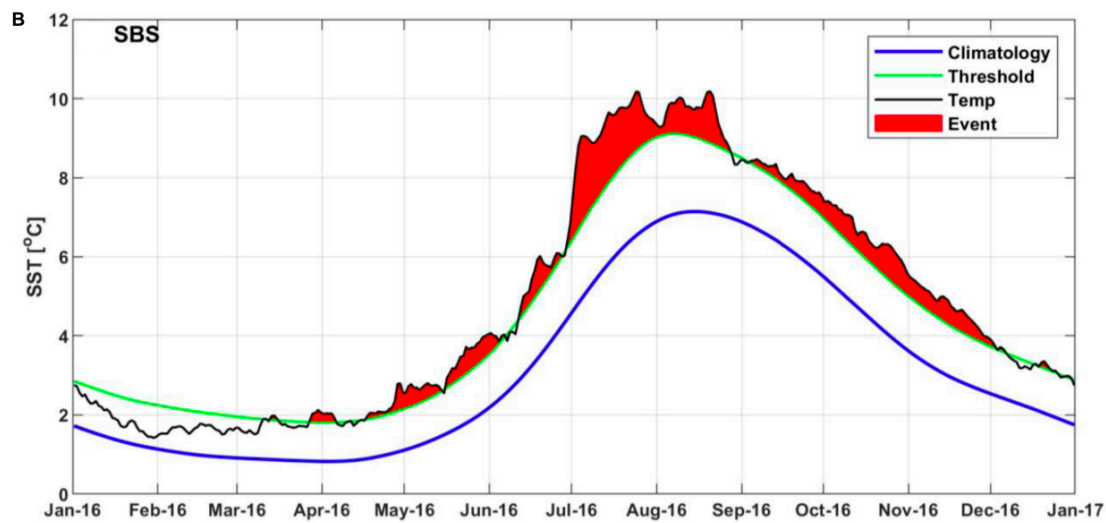
Tabell 4. Fremskrivning av relativt havnivå (cm) langs norskekysten for fire utslippsscenarioer (SSP1-1.9 til SSP5-8.5). Havnivåverdiene er median (middel) endring og endring med mellom fem og 95 prosent sannsynlighet, med verdier gitt for perioden 2081-2100 relativt til 1995-2014. De fire utslippsscenarioene gir en global oppvarming på hhv. 1,4, 1,8, 2,7, 3,6 og 4,4 °C. De to søylene til høyre representerer scenarioer med rask smelting av iskappene på Grønland og i Antarktis.



Figur 29. Råtefare i Norge basert på «dagens» klima (venstre figur) og for to tidsperioder frem i tid, for 2031-2060 (midterste figur) og for 2071-2100 (til høyre). Fargeleggingen viser områder med høy, moderat og lav råtefare i hhv rød, gul og grønn farge. Som fremtidsscenario er et «business-as-usual» benyttet. Kilde, se sluttnote 101.



Figur 30. Antall bygninger for fastlands-Norge med lav, moderat og høy råterisiko for dagens klima (blå farge) og klima i 2100 basert på et «business-as-usual»-scenarior (rød farge). Bare eksisterende bygninger er tatt med. Kilde, se sluttnote 102.



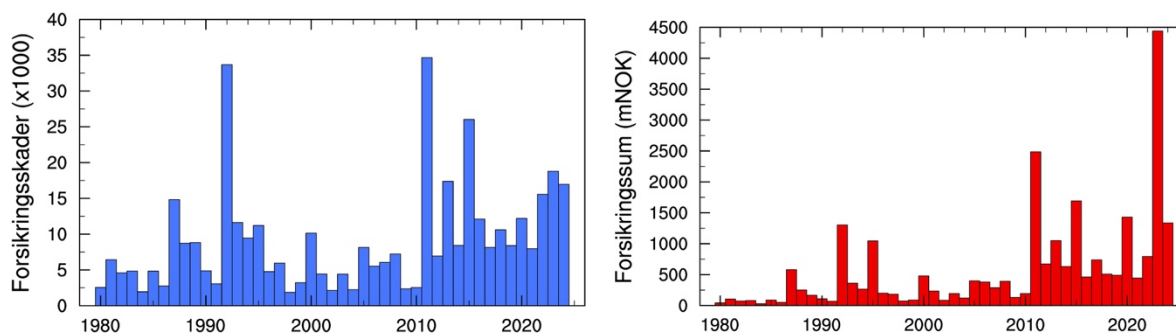
Figur 31. Illustrasjon av havtemperatur gjennom året (for 2016) i det sørlige Barentshav. Blå kurve gir gjennomsnittlig (klimatologisk) temperaturvariasjon gjennom året, mens sort kurve viser faktisk temperatur i 2016. Grønn kurve definerer når en marin hetebølge inntreffer i området, og rød farge markerer pågående marine hetebølger. Figur, se sluttnote 103.

## 5.2 Registrerte klimarelaterte forsikringskader og -utbetalinger i Norge

Figur 32 viser antall registrerte naturskader og tilhørende forsikringssummer i Norge for perioden 1980-2024 (fra Norsk Naturskadepool). Naturskader inkluderer her samlet bidrag fra storm, stormflo, flom og skred. Det er en tendens mot flere registrerte naturskader, og særlig økte forsikringsutbetalinger.

Forsikringssummen for året 2023 grunnet storm, stormflo, flom og skred er på ca. 4 milliarder kroner, se Figur 32. I tillegg kommer vanninntrenging, frost og lynskader, som beløper seg til totalt 7,4 milliarder kroner (sluttnote 104). Den store enkelthendelsen i 2023 var ekstremværet *Hans* 7.-9. august, som påvirket store deler av det østlige Norge med betydelig flom- og overvannsskade (sluttnote 105).

I tillegg til overstående kommer uforsikrede verdier og skade på statlig eiendom. Til det siste har Regjeringen satt av 1,7 milliarder kroner til flomrammede kommuner og fylkeskommuner, hvorav 1 milliard kroner var bevilget i februar 2024 (sluttnote 106). Totalkostnad for vær- og naturskader i 2023 er følgelig på rundt 9 milliarder kroner.



Figur 32. Totalt antall registrerte naturskader fra storm, stormflo, flom og skred (venstre figur) og tilhørende forsikringssum (i millioner NOK; høyre figur) i Norge for perioden 1980-2024. Data fra sluttnote 107.

## **6. Kan utslipp på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> kvantifisere eller estimere klimaskade?**

### **6.1 Minste utslipp som har en direkte *observerbar* endring av jordens klima**

Klimavirkningen av ethvert klimagassutslipp er (tilnærmet) uavhengig av hvor klimagassutslippene finner sted. Videre er det de totale, akkumulerte utslippene som medfører oppvarming, endring av nedbørsmønstre, smelting av hav- og landis, stigende havnivå, endring av ekstremværhendelser, etc.

Et relevant spørsmål er hvor stort et klimagassutslipp må være før utslippet gir observerbare endringer i klima, dvs. før utslippet fører til en direkte målbar endring i f.eks. global temperatur, ekstremvær eller havnivå.

Dersom vi bruker global overflatetemperatur som eksempel, kan denne problemstillingen belyses på følgende måte:

- Etter 1950 kan en endring av målt, global temperatur tallfestes med en nøyaktighet på rundt  $\pm 0,05$  °C (sluttnote 14, se også avsnitt 1.4a).
- Et utslipp på 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C (sluttnote 63, se også avsnitt 2.1).

Følgelig må et utslipp være på minst 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> for at påfølgende endring i global temperatur skal være observerbar.

De samlede, globale CO<sub>2</sub>-utslippene i 2023, samt fra verdens 20 største utslippsstater, er vist i Tabell 5. I tillegg er utslippene konvertert til endring av global temperatur basert på sammenhengen over. For oversiktens del rangeres og listes 215 staters CO<sub>2</sub>-utslipp, med tilhørende global oppvarming, i Tabell 7, side 54.

Som det fremkommer av tabellen gir de globale utslippene i 2023 en temperaturøkning på 0.019 °C. Dette er godt under den observerbare grensen på 0.05 °C. Faktisk kreves det 2,6 år med 2023-utslipp før en direkte målbar, oppvarmende virkning på 0.05 °C oppstår.

Kina er den enkeltstaten med klart største utslipp i 2023. Først etter 8,4 år med Kinas 2023-utslipp fås en global, målbar oppvarming på 0.05 °C. Tilsvarende vil det ta 3,3 år med 2023-utslipp fra verdens 20 største utslippsstater før en målbar, oppvarmende endring på 0.05 °C oppstår.

Alternativt kan vi bruke lineær trend for global temperatur de siste 30 år som et mål på en systematisk endring av globalt klima grunnet klimagassutslipp. Denne endringen er vist med den magenta trendlinjen til høyre i Figur 2. Trendlinjen øker med 0.024 °C per år. Denne verdien er ca. halvparten av 0.05 °C benyttet i diskusjonen over, og resultatene fra diskusjonen over kan overføres direkte til en identifiserbar terskelverdi på 0.024 °C: At 1,3 år med globale klimagassutslipp, eller 15 år med Kinas 2023-utslipp, eller 6 år med utslipp fra verdens 20 største utslippsstater vil gi en identifiserbar oppvarming av jordens overflate.

20 stater med størst innenlands CO <sub>2</sub> -utslipp i 2023		Utslipp (millioner tonn CO <sub>2</sub> )	Resulterende global oppvarming (°C)
<b>Globale utslipp, 2023</b>		<b>37614</b>	<b>0.01881</b>
1	Kina	11953	0.00598
2	USA	4913	0.00246
3	India	3059	0.00153
4	Rusland	1816	0.00091
5	Japan	989	0.00049
6	Iran	768	0.00038
7	Indonesia	731	0.00037
8	Saudi-Arabia	661	0.00033
9	Tyskland	596	0.00030
10	Sør-Korea	577	0.00029
11	Canada	549	0.00027
12	Brasil	486	0.00024
13	Mexico	474	0.00024
14	Tyrkia	432	0.00022
15	Sør-Afrika	395	0.00020
16	Australia	383	0.00019
17	Vietnam	373	0.00019
18	Italia	313	0.00016
19	Storbritannia	305	0.00015
20	Malaysia	291	0.00015
<b>Sum, top 20 stater i 2023</b>		<b>30067</b>	<b>0.01503</b>

Tabell 5. Oversikt over verdens samlede CO<sub>2</sub>-utslipp i 2023, samt de 20 statene med størst innenlands CO<sub>2</sub>-utslipp i 2023. Utslipp i millioner tonn CO<sub>2</sub>, temperaturendring i °C. Utslippsverdier fra sluttnote 108, temperaturendring er basert på sammenhengen at 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C (sluttnote 63).

Uavhengig av valg av minste målbare eller identifiserbare verdi for endring i klima, i dette tilfellet global temperatur, kan en derfor oppsummere at de samlede, globale CO<sub>2</sub>-utslippene for et enkeltår er på grensen til å være tilstrekkelig stor til å gi en observerbar endring av klima. Videre er enkeltstaters årlige CO<sub>2</sub>-utslipp, inkludert Kinas årlige utslipp, langt fra store nok til å gi en observerbar endring av klima.

Overstående betyr ikke at klimagassutslipp som er mindre enn de årlige, globale utslippene er for små til å endre klima, bare at de er for små til å (entydig) identifiseres fra målinger.

## 6.2 Gir utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil en direkte målbar endring i klima?

Det følger fra avsnittet over, på tilsvarende måte som for enhver stats årlige klimautslipp, at utslipp fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil, enkeltvis eller samlet, ikke vil føre til en direkte observerbar endring av klima.

### 6.3 Hvor store er utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil sammenlignet med staters utslipp?

Når det gjelder totalutslipp fra de tre feltene, summert til 484 MtCO<sub>2e</sub>, tilsvarer dette 10,8 ganger Norges innenlands klimagassutslipp i 2024 (Tabell 3). Sammenlignet med stater med størst klimagassutslipp i 2023, plasserer summen av utslipp fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil seg på nivå mellom Brasil og Mexico, mellom de 12. og 13. største utslippsstatene i verden (Tabell 5).

Selv om sammenligningen med Norge og verdens stater i avsnittet over gjelder for årlige utslipp for enkeltstater og akkumulerte utslipp fra de tre feltene, har feltene et totalutslipp på nivå med store stater som Brasil og Mexico. Utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil er følgelig ikke neglisjerbare.

For Yggdrasil med et totalutslipp på 365 MtCO<sub>2e</sub>, er dette på nivå med innenlands 2023-utslipp for Australia, Vietnam og Italia, eller rundt 17. største utslippsstat i 2023 (Tabell 5).

For Breidablikk med et totalutslipp på 107 MtCO<sub>2e</sub> tilsvarer dette innenlands 2023-utslipp fra Qatar, Bangladesh og Colombia (og like under Nederland), eller rundt 40. største utslippsstat i 2023 (fra sluttnote 108, se også Tabell 7).

For Tyrving med et totalutslipp på 12 MtCO<sub>2e</sub> tilsvarer dette innenlands 2023-utslipp fra Panama, Litauen, Senegal, Afghanistan, Georgia, Honduras og Slovenia, rundt 100. største utslippsstat i 2023 (fra sluttnote 108, se også Tabell 7).

Følgelig er også totalutslippet for det minste feltet, Tyrving, på et nivå for stater som melder inn sine klimagassutslipp til FNs klimakonvensjon (sluttnote 109) og sine klimamål til FN under Parisavtalen (sluttnote 110).

### 6.3 Kan klimaskade kvantifiseres eller estimeres fra et gitt utslipp?

Som vist til og diskutert i avsnitt 2 er det veletablerte sammenhenger mellom klimagassutslipp og endring av ulike deler av klimasystemet. Dette gjelder i særlig grad for endringer i klima som skalerer (nær) lineært med utslipp. I dette tilfellet kan én-til-én sammenhenger fra faglitteraturen anvendes på et gitt klimagassutslipp, uavhengig av utslippets størrelse eller hvor utslippet finner sted, for å kvantifisere utslippets påvirkning på klima.

Nyere eksempler fra faglitteraturen hvor slike sammenhenger benyttes inkluderer en studie i 2024 som ser på lineære sammenhenger mellom akkumulerte klimagassutslipp og endringer i klima (sluttnote 111, fra publikasjonens oppsummering):

«Anthropogenic CO<sub>2</sub> emissions are causing climate change, and impacts of climate change are already affecting every region on Earth. The purpose of this review is to investigate climate impacts that can be linked quantitatively to cumulative CO<sub>2</sub> emissions (CE), with a focus on impacts scaling linearly with CE. The reviewed studies indicate a proportionality between CE and various observable climate impacts such as **regional warming, extreme daily temperatures, heavy precipitation events, seasonal changes in temperature and precipitation, global mean precipitation increase over ocean, sea ice decline in September across the Arctic Ocean, surface ocean acidification, global mean sea level rise, different**

**marine heatwave characteristics, changes in habitat viability for non-human primates, as well as labour productivity loss due to extreme heat exposure.»**

(Kommentar: uthevet tekst er gjort av undertegnede).

Og fra en publikasjon i tidsskriftet *Nature* i 2025 (sluttnote 112), som knytter klimagassutslipp fra 111 ulike fossilprodusenter til forsterkede hetebølger, og som i tillegg estimerer samfunnsmessig kostnad knyttet til disse hetebølgene:

«... research<sup>58</sup> has linked emissions from countries<sup>59–61</sup> and carbon majors<sup>62</sup> to **increases in global mean surface temperature<sup>63</sup> (GMST), sea-level rise<sup>63</sup>, ocean acidification<sup>64</sup> and local extreme climate events<sup>65–67</sup>.**»

(Kommentar: fotnotene i sitatet over viser til referanser i *Nature*-publikasjonen, uthevet tekst er gjort av undertegnede).

Når det gjelder ikke-lineære sammenhenger mellom klimagassutslipp og klimaendring/-skade, inkludert identifikasjon av og muligheten for igangsetting av ulike vippepunkter i klima, kreves det omfattende forskning hvor tilgjengelige observasjoner fra nåtid og fortid, teori og modellering sammenfattes for å identifisere komponenter av klimasystemet som kan gå fra én til en annen tilstand på kort tid, og hvor tilbakeføring til utgangstilstanden ikke er gitt. Dette er en aktiv forskningsaktivitet. En gjennomgang av status for feltet er gitt i sluttnote 43 og 44, med resultater som er benyttet i bl.a. avsnitt 1.6 i denne forklaringen.

#### **6.4 Kan klimaskaden fra utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil kvantifiseres?**

Det følger fra gjennomgangen over, og som konkretisert i avsnittene 2.1, 2.2 og 7, at klimavirkningen av utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil kan kvantifiseres.

Med tallfestet klimavirkning kan også klimaskade, inkludert samfunnsmessig kostnad ved klimaskaden, estimeres (sluttnote 113).

## **7. Kan utslipp på 12, 107 og 365 MtCO<sub>2e</sub> ha betydning for klimaendringer i Norge og bidra til skade?**

Siste hovedrapport fra FNs klimapanel konkluderer med at

*«Every tonne of CO<sub>2</sub> emissions adds to global warming»* (sluttnote 10),

og

*«With every additional increment of global warming, changes in extremes continue to become larger»* (sluttnote 11).

Klimagassutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil, enkeltvis eller summert, er intet unntak til overstående konklusjoner. I tillegg er utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil, enkeltvis eller samlet, på nivå med staters årlige utslipp (avsnitt 6.3), slik at disse utslippene ikke er neglisjerbare.

Det kan videre ikke utelukkes at klimagassutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil, enkeltvis eller summert, kan føre til at et eller flere av vippepunktene diskutert over aktiveres (avsnitt 1.6 og Figur 14).

Maksimalutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil – selv om alle andre utslipp fra Norge skulle være null fra og med 2025 – vil medføre at Norge overstiger utslipp som er i tråd med 1,5 gradersmålet med en faktor 3,1 (med 50 prosent sannsynlighet for å nå 1,5 gradersmålet) og en faktor fem (med 67 prosent sannsynlighet) relativt til Norges 2024-utslipp.

For togradersmålet tilsvarer maksimalutslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil mellom 39 og 45 prosent av summen av alle andre, fremtidige klimagassutslipp fra Norge gitt at disse er på 2024-nivå.

I avsnitt 1 og 5 er det listet opp noen observerte klimaindikatorer for Norge/nordområdene:

- Gjennomsnittstemperatur*
- Gjennomsnittsnedbør*
- Ekstremnedbør*
- Temperaturutvikling Oslo og Svalbard*
- Snødybde*
- Antall dager med snø*
- Geofarer*
- Havnivåendring relativt til land*
- Råtefare/-skade*
- Marine hetebølger*
- Havforsuring*
- Isutbredelse i Arktis*
- Snøgrense*

Alle disse størrelsene er i endring, og det er grundig vitenskapelig dokumentert at endringene – i all hovedsak – skyldes menneskeskapte klimagassutslipp (sluttnote 114). Endringene vil forsterkes med nye klimagassutslipp.

Det er mulig å tallfeste bidragene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil for sentrale klimaindikatorer. Til dette kan det brukes kjente én-til-én sammenhenger mellom klimagassutslipp og endring av ulike klimastørrelser (f.eks. sluttnote 111).

Som et eksempel vil global temperatur grunnet maksimalutslipp fra Yggdrasil gi en økning på 0,00018 grader, Breidablikk på 0,0005 grader og Tyrving på 0,00001 grader. Samlet bidrag til global temperatur er på 0,00024 grader (Tabell 1). Fremtidig temperaturutvikling for Norge kan forventes å være på nivå med, eller en faktor to eller høyere enn global gjennomsnittsverdi (sluttnote 115 og 89).

Selv om oppvarmende virkning av de tre feltene på 0,00024 grader kan virke beskjedent, gir bruttoutsippet fra Yggdrasil en oppvarming tilsvarende årlige utslipp fra Australia, Vietnam og Italia, eller på nivå med 17. største utslippsstater i 2023 (fra avsnitt 6). Breidablikk gir en oppvarming tilsvarende 2023-utslipp fra Qatar, Bangladesh og Colombia, eller rundt 40. største utslippsstat i 2023. Tyrving gir en oppvarming tilsvarende 2023-utslippene fra Panama, Litauen, Senegal, Afghanistan og Georgia, eller rundt 100. største utslippsstat i 2023. Klimavirkningen fra Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving er derfor ikke neglisjerbare.

Yggdrasils oppvarmende bidrag til jordens klima tilsvarer 180 ganger Norges totale, årlige energiproduksjon. Tilsvarende vil Breidablikk varme jordsystemet med en faktor 53 ganger Norges totale, årlige energiproduksjon.

Temperaturbidraget fra Breidablikk vil gi en reduksjonen på 261 kvadratkilometer av sjøisen i Arktisk i september. For Yggdrasil, Breidablikk og Tyrving samlet er reduksjonen på ca. 1460 kvadratkilometer.

På tilsvarende måte vil maksimalutslippet fra Yggdrasil bidra til at utbredelsen av snø på den nordlige halvkule i mai måned reduseres med rundt 440 kvadratkilometer. For de tre feltene sett under ett er reduksjonen på 580 kvadratkilometer. Til sammenligning er Oslos areal, inkludert Oslomarka, på 450 kvadratkilometer.

Luftens evne til å holde på fuktighet øker med ca. 7 prosent per grad lufttemperaturen øker. Økt lufttemperatur vil derfor føre til økt nedbør (gitt at det er en kilde til fuktigheten, som generelt er tilfelle for Norge med landets store, nærliggende havområder). Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil vil derfor bidra til økt nedbør, ekstremnedbør inkludert.

Kombinasjonen med økt temperatur, økt luftfuktighet og mer regn fører til at råtefaren øker for bygninger, inkludert for værutsatte kulturminner av tre. Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil vil bidra til en forverring av råteproblematikken i Norge.

Snøgrensen finnes ofte hvor temperaturen ligger rundt null grader vinterstid. For hver grad temperaturen øker, vil snøgrensen stige med ca. 140 m i terrenget. For Norge vil Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil bidra til at snøgrensen stiger og til at vintersesongen forkortes.

Havnivå stiger i hovedsak av at havtemperaturen stiger og at breer og iskappene på Grønland og i Antarktis smelter. Begge faktorer vil øke med stigende temperatur. Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil vil bidra til at globalt – og lokalt – havnivå stiger. Skulle oppvarmingen fra Breidablikk, Tyrving eller Yggdrasil føre til at iskappen i Vest-Antarktis kollapse – som er et av vippepunktene som kan inntreffe med en global temperatur på mellom 1,5 og to grader – vil globalt og lokalt havnivå øke med flere meter. Dette vil opplagt få store følger for samfunn og økosystemer globalt og for Norge.

Økt havtemperatur vil også gi flere og mer intense marine hetebølger. For Norges del er spesielt Barentshavet utsatt, med følger for økosystemer og fiskeri.

## 8. For årene 2024-2028, hvilken betydning på klima har utslippene fra petroleumsfeltene Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil?

For enkeltårene i perioden 2024-2028 er utslippene fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil gitt i venstre, blå del av Tabell 6. Basert på sammenhengen mellom fremtidig (global) oppvarming og CO<sub>2</sub>-utslipp, se sluttnote 63, kan det brukes at

*100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C.*

Dette gir en global oppvarming som vist i høyre del av Tabell 6. I tillegg gir tabellen prosentvis størrelse på utslippene relativt til Norges innenlands 2024-utslipp på 45 millioner tonn CO<sub>2e</sub>.

År	Utslipp i millioner tonn (CO <sub>2</sub> -ekv)			Relativt til Norges 2024-utslipp (%)			Resulterende global oppvarming (°C)		
	Tyrving	Breidablikk	Yggdrasil	Tyrving	Breidablikk	Yggdrasil	Tyrving	Breidablikk	Yggdrasil
2024	0.435	10.14	-	1	23	-	0.0000002	0.000005	-
2025	3.08	10.39	-	7	23	-	0.000002	0.000005	-
2026	1.697	8.66	-	4	19	-	0.000001	0.000004	-
2027	1.262	8.08	28.8	3	18	64	0.000001	0.000004	0.000014
2028	-	-	42.4	-	-	94	-	-	0.000021

Tabell 6. CO<sub>2e</sub>-utslipp i millioner tonn CO<sub>2e</sub> fra Breidablikk, Tyrving og Yggdrasil for perioden 2024-2028 (blå farge); prosentvis størrelse på utslippene sammenlignet med Norges innenlands 2024-utslipp på 45 millioner tonn CO<sub>2e</sub> (blå-grønn farge) og resulterende global oppvarming i °C (rødlig farge, fra sammenhengen at 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C, sluttnote 63).

Mens årsutslippene fra Tyrving varierer fra én til syv prosent relativt til Norges 2024-utslipp, ligger Breidablikk-utslippene på rundt én femtedel av Norges 2024-utslipp, og Yggdrasil-utslippene på 65 og 95 prosent av Norges 2024-utslipp.

Temperaturbidragene kan virke små, men kan sammenlignes med klimavirkningen av innenlands årsutslipp fra Europeiske stater som Danmark, Estland, Kroatia, Litauen og Slovenia, som alle har CO<sub>2</sub>-utslipp rundt 100. største utslippsstat i 2023 (sluttnote 108). Årsutslippene fra hver av disse statene tilsvarer en temperaturøkning på 0.00001 °C (samme metode som beskrevet i avsnitt 6).

Klimakonsekvensene av årsutslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil kan kvantifiseres på tilsvarende måte som vist for totalutslippene fra de tre feltene, se avsnitt 2.2.

Det kan ikke utelukkes at de årvisse utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil kan bidra til å igangsette én eller flere av vippepunktene som diskutert i avsnitt 1.6. Dette er mest relevant for vippepunkt av type B i Figur 13, hvor global oppvarming frem til i dag (eller frem til et fremtidig år) har muliggjort igangsetting av et vippepunkt, og at bare en liten, ekstra dytt kan igangsette en overgang fra en kjent klimatilstand til en ny, ukjent klimatilstand.

Videre sier siste hovedrapport fra FNs klimapanel er at

*«Every tonne of CO<sub>2</sub> emissions adds to global warming»* (sluttnote 116),

og

*«With every additional increment of global warming, changes in extremes continue to become larger»* (sluttnote 117).

Sitatene over sier at de globale klimagassutslippene må reduseres for (i) å begrense global oppvarming og (ii) å begrense hyppighet og omfang av ekstremværhendelser. De årvisse utslippene fra Tyrving, Breidablikk og Yggdrasil vil påvirke disse to faktorene.

Bergen, 30. juni 2025



Helge Drange

## Tillegg

En utvidet versjon av Tabell 5 følger under. Tabellen lister globalt utslipp, pluss alle stater med registrerte CO<sub>2</sub>-utslipp i 2023, samt tilhørende global oppvarming.

Rank	State	2023 CO <sub>2</sub> -emissions (million tCO <sub>2</sub> )	Warming (°C)				
	World	37 614	0.0188	50	Turkmenistan	62	0.000031
1	China	11 953	0.0060	51	Austria	59	0.000029
2	USA	4 913	0.0025	52	Peru	57	0.000028
3	India	3 059	0.0015	53	Belarus	56	0.000028
4	Russia	1 816	0.0009	54	Israel	56	0.000028
5	Japan	989	0.00049	55	Singapore	55	0.000028
6	Iran	768	0.00038	56	Greece	55	0.000027
7	Indonesia	731	0.00037	57	Libya	54	0.000027
8	Saudi Arabia	661	0.00033	58	North Korea	52	0.000026
9	Germany	596	0.00030	59	Azerbaijan	44	0.000022
10	South Korea	577	0.00029	60	Serbia	43	0.000022
11	Canada	549	0.00027	61	Ecuador	42	0.000021
12	Brazil	486	0.00024	62	Hungary	40	0.000020
13	Mexico	474	0.00024	63	Norway	39	0.000019
14	Türkiye	432	0.00022	64	Mongolia	39	0.000019
15	South Africa	395	0.00020	65	Bahrain	38	0.000019
16	Australia	383	0.00019	66	Portugal	37	0.000019
17	Viet Nam	373	0.00019	67	Sweden	37	0.000018
18	Italy	313	0.00016	68	Bulgaria	36	0.000018
19	United Kingdom	305	0.00015	69	Ireland	34	0.000017
20	Malaysia	291	0.00015	70	Trinidad and Tobago	34	0.000017
21	Poland	289	0.00014	71	Hong Kong	34	0.000017
22	France	272	0.00014	72	Tunisia	33	0.000016
23	Egypt	271	0.00014	73	Switzerland	33	0.000016
24	Thailand	264	0.00013	74	Myanmar	32	0.000016
25	Taiwan	261	0.00013	75	Finland	32	0.000016
26	Kazakhstan	255	0.00013	76	Slovakia	31	0.000015
27	United Arab Emirates	228	0.00011	77	New Zealand	30	0.000015
28	Spain	222	0.00011	78	Denmark	27	0.000014
29	Argentina	192	0.000096	79	Dominican Republic	26	0.000013
30	Pakistan	182	0.000091	80	Syria	25	0.000013
31	Central America	173	0.000087	81	Bolivia	24	0.000012
32	Algeria	165	0.000082	82	Cuba	24	0.000012
33	Philippines	161	0.000081	83	Laos	24	0.000012
34	Iraq	147	0.000073	84	Kenya	22	0.000011
35	Ukraine	136	0.000068	85	Jordan	22	0.000011
36	Uzbekistan	126	0.000063	86	Sri Lanka	21	0.000010
37	Netherlands	119	0.000059	87	Cambodia	21	0.000010
38	Nigeria	114	0.000057	88	Guatemala	20	0.000010
39	Qatar	114	0.000057	89	Lebanon	20	0.000010
40	Bangladesh	114	0.000057	90	Sudan	19	0.000010
41	Colombia	107	0.000053	91	Bosnia and Herzegovina	19	0.000010
42	Kuwait	99	0.000050	92	Ghana	19	0.000010
43	Czechia	86	0.000043	93	Ethiopia	18	0.0000090
44	Belgium	83	0.000042	94	Croatia	17	0.0000087
45	Chile	80	0.000040	95	Nepal	17	0.0000083
46	Oman	75	0.000038	96	Angola	17	0.0000083
47	Morocco	70	0.000035	97	Tanzania	15	0.0000075
48	Romania	68	0.000034	98	Panama	13	0.0000064
49	Venezuela	64	0.000032	99	Lithuania	13	0.0000063

Tabell 7. Oversikt over CO<sub>2</sub>-utslipp i 2023 fra 215 stater, samt tilhørende global oppvarming. CO<sub>2</sub>-utslipp i millioner tonn CO<sub>2</sub> fra sluttnote 108, oppvarming er basert på sammenhengen at 100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarer en global temperaturøkning på 0,05 °C (sluttnote 63).

Bruttoutslipp fra Yggdrasil på 365 MtCO<sub>2e</sub> ligger på nivå med årsutslipp fra Vietnam og Italia rundt 17. notering; Breidablikk med et totalutslipp på 107 MtCO<sub>2e</sub> tilsvarer årsutslipp fra Qatar, Bangladesh og Colombia rundt 40. plassering; og Tyrving med et totalutslipp på 12 MtCO<sub>2e</sub> tilsvarer årsutslipp fra Panama, Litauen, Senegal, Afghanistan, Georgia, Honduras og Slovenia rundt 100. plassering.

100	Senegal	12	0.0000061	150	Chad	2.8	0.0000014
101	Afghanistan	12	0.0000060	151	Niger	2.6	0.0000013
102	Georgia	12	0.0000059	152	Bahamas	2.6	0.0000013
103	Honduras	11	0.0000057	153	Togo	2.6	0.0000013
104	Slovenia	11	0.0000057	154	Haiti	2.5	0.0000013
105	Côte d'Ivoire	11	0.0000057	155	Montenegro	2.3	0.0000011
106	Zimbabwe	11	0.0000056	156	Maldives	2.1	0.0000011
107	Brunei Darussalam	11	0.0000054	157	Malawi	2.0	0.0000010
108	Kyrgyzstan	10	0.0000051	158	Curaçao	1.8	0.0000009
109	Yemen	10	0.0000051	159	Malta	1.7	0.0000008
110	Estonia	10	0.0000050	160	South Sudan	1.6	0.0000008
111	Tajikistan	9	0.0000046	161	Rwanda	1.6	0.0000008
112	Cameroon	8.9	0.0000044	162	Barbados	1.3	0.0000006
113	Paraguay	8.4	0.0000042	163	Sierra Leone	1.3	0.0000006
114	Benin	8.4	0.0000042	164	Eswatini	1.2	0.0000006
115	Costa Rica	8.4	0.0000042	165	Fiji	1.2	0.0000006
116	North Macedonia	8.2	0.0000041	166	Macao	1.1	0.0000006
117	El Salvador	8.2	0.0000041	167	Bhutan	1.1	0.0000005
118	Uruguay	8.1	0.0000041	168	French Polynesia	0.9	0.0000005
119	Kosovo	8.1	0.0000040	169	Aruba	0.9	0.0000005
120	Mozambique	7.9	0.0000040	170	Liberia	0.9	0.0000004
121	Zambia	7.9	0.0000040	171	Faeroe Islands	0.8	0.0000004
122	Jamaica	7.9	0.0000040	172	Gambia	0.7	0.0000004
123	Papua New Guinea	7.9	0.0000039	173	Burundi	0.7	0.0000004
124	Armenia	7.7	0.0000038	174	Belize	0.7	0.0000003
125	Cyprus	7.2	0.0000036	175	Antigua and Barbuda	0.7	0.0000003
126	Luxembourg	7.0	0.0000035	176	Sint Maarten (Dutch p	0.7	0.0000003
127	Mali	7.0	0.0000035	177	Eritrea	0.6	0.0000003
128	Botswana	6.7	0.0000033	178	Timor-Leste	0.6	0.0000003
129	Latvia	6.5	0.0000033	179	Greenland	0.6	0.0000003
130	Moldova	6.1	0.0000030	180	Somalia	0.6	0.0000003
131	Nicaragua	5.9	0.0000030	181	Seychelles	0.6	0.0000003
132	Burkina Faso	5.9	0.0000029	182	Cape Verde	0.6	0.0000003
133	Uganda	5.8	0.0000029	183	Bermuda	0.5	0.0000003
134	New Caledonia	5.0	0.0000025	184	Saint Lucia	0.5	0.0000003
135	Albania	5.0	0.0000025	185	Comoros	0.5	0.0000002
136	Equatorial Guinea	4.7	0.0000024	186	Andorra	0.4	0.0000002
137	Madagascar	4.7	0.0000024	187	Djibouti	0.4	0.0000002
138	Congo	4.7	0.0000023	188	Turks and Caicos Islan	0.4	0.0000002
139	Mauritania	4.5	0.0000022	189	Grenada	0.3	0.0000002
140	Democratic Republic c	4.4	0.0000022	190	Solomon Islands	0.3	0.0000002
141	Mauritius	4.3	0.0000021	191	Guinea-Bissau	0.3	0.0000002
142	Guinea	4.2	0.0000021	192	Central African Republ	0.3	0.0000015
143	Namibia	4.1	0.0000020	193	Samoa	0.3	0.0000013
144	Iceland	3.8	0.0000019	194	Saint Vincent and the	0.2	0.0000012
145	State of Palestine	3.6	0.0000018	195	Saint Kitts and Nevis	0.2	0.0000012
146	Guyana	3.4	0.0000017	196	Palau	0.2	0.0000011
147	Suriname	3.4	0.0000017	197	Vanuatu	0.2	0.0000011
148	Gabon	3.3	0.0000016	198	Tonga	0.2	0.0000010
149	Lesotho	3.1	0.0000015	199	Sao Tome and Princip	0.2	0.0000010
				200	British Virgin Islands	0.2	0.0000010
				201	Dominica	0.2	0.0000008
				202	Marshall Islands	0.2	0.0000008
				203	Liechtenstein	0.2	0.0000008
				204	Micronesia (Federatec	0.2	0.0000008
				205	Anguilla	0.1	0.0000007
				206	Bonaire, Saint Eustati	0.1	0.0000006
				207	Cook Islands	0.1	0.0000003
				208	Kiribati	0.1	0.0000003
				209	Nauru	0.1	0.0000003
				210	Saint Pierre and Miqu	0.1	0.0000003
				211	Wallis and Futuna Isla	0.0	0.0000001
				212	Montserrat	0.02	0.0000001
				213	Saint Helena	0.02	0.0000001
				214	Tuvalu	0.01	0.0000001
				215	Niue	0.01	0.00000004

Tabell 7 (fortsettelse).

## Referanser

---

- <sup>1</sup> Spencer R. Weart (2008), The Discovery of Global Warming, <https://www.hup.harvard.edu/catalog.php?isbn=9780674031890>
- <sup>2</sup> David Archer (2006). *Global warming: Understanding the Forecast*. <https://www.wiley.com/en-ae/Global+Warming:+Understanding+the+Forecast-p-9781444308990>
- <sup>3</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- <sup>4</sup> Revelle et al. (1965, appendiks Y4), [https://legacy-assets.eenews.net/open\\_files/assets/2019/01/11/document\\_cw\\_01.pdf](https://legacy-assets.eenews.net/open_files/assets/2019/01/11/document_cw_01.pdf)
- <sup>5</sup> <https://www.youtube.com/watch?v=VN83wvD27tU>
- <sup>6</sup> <https://www.washingtonpost.com/science/2021/10/05/nobel-prize-physics/>
- <sup>7</sup> <https://www.ipcc.ch/assessment-report/ar6/>
- <sup>8</sup> F.eks. [https://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental\\_Panel\\_on\\_Climate\\_Change](https://en.wikipedia.org/wiki/Intergovernmental_Panel_on_Climate_Change).
- <sup>9</sup> <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/summary-for-policy-makers/>
- <sup>10</sup> IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers, figur SPM.10: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
- <sup>11</sup> IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers, avsnitt B.2.2: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
- <sup>12</sup> Forster, P. M. m.fl.: Indicators of Global Climate Change 2024: annual update of key indicators of the state of the climate system and human influence, *Earth Syst. Sci. Data*, **17**, 2641–2680, <https://essd.copernicus.org/articles/17/2641/2025>
- <sup>13</sup> <https://climate.metoffice.cloud/temperature.html>
- <sup>14</sup> F.eks. <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/faq/> og <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadcrut5/>.
- <sup>15</sup> <https://www.energiogklima.no/to-grader/global-oppvarming-slik-beregnes-temperaturokningen>
- <sup>16</sup> <https://cp.copernicus.org/articles/18/911/2022/>
- <sup>17</sup> <https://climate.copernicus.eu/global-climate-highlights-2024>
- <sup>18</sup> <https://www.nature.com/articles/s43247-022-00498-3> og <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2022GL099371>
- <sup>19</sup> <https://data.giss.nasa.gov/gistemp/maps/>
- <sup>20</sup> [https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/Figs/temperature-AnnMean-1880-present-bar+ts+trend\\_to-last-full-yr-yaxis-NH-1000px.jpg](https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/Figs/temperature-AnnMean-1880-present-bar+ts+trend_to-last-full-yr-yaxis-NH-1000px.jpg)
- <sup>21</sup> <https://www.ecmwf.int/en/forecasts/dataset/ecmwf-reanalysis-v5>
- <sup>22</sup> <https://www.ncei.noaa.gov/products/optimum-interpolation-sst>
- <sup>23</sup> von Schuckmann, K. mfl. (2023): <https://essd.copernicus.org/articles/15/1675/2023/>;
- <sup>24</sup> <https://www2.whoi.edu/site/argo/impacts/warming-ocean/>
- <sup>25</sup> 1960-2020: Omarbeidet fra figur 8 i K. von Schuckmann mfl. (2023): <https://essd.copernicus.org/articles/15/1675/2023/>; lilla kurve fra 2020 til 2023, fra Cheng, L. J., and Coauthors, 2024: New record ocean temperatures and related climate indicators in 2023. *Adv. Atmos. Sci.*, <https://doi.org/10.1007/s00376-024-3378-5>.
- <sup>26</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.adi5177>
- <sup>27</sup> <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>
- <sup>28</sup> CO<sub>2</sub>-data fra iskjerner ([https://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/law/law\\_co2.txt](https://www1.ncdc.noaa.gov/pub/data/paleo/icecore/antarctica/law/law_co2.txt)) og instrumentelle målinger ([ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2\\_mm\\_mlo.txt](ftp://aftp.cmdl.noaa.gov/products/trends/co2/co2_mm_mlo.txt)). Temperaturdata fra Hadleysenteret (<https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/crutem5/>).
- <sup>29</sup> Tabell 9.5 i IPCC AR6 WG1 (2021), <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/chapter/chapter-9/>
- <sup>30</sup> <https://www.pik-potsdam.de/en/news/latest-news/human-made-climate-change-suppresses-the-next-ice-age>.
- <sup>31</sup> K. Fløttum og H. Drange (2017), <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781315456935-8/paris-cop21-agreement—obligations-195-countries-kjersti-fløttum-helge-drange?context=ubx&refid=db3306d3-be25-4c4d-88ea-cd33ce9a4a74>
- <sup>32</sup> Analyse av vannstandsmålinger fra Frederiekse mfl. (2020) <https://www.nature.com/articles/s41586-020-2591-3>, og fra satellitt fra AVISO <https://www.aviso.altimetry.fr/en/data/products/ocean-indicators-products/mean-sea-level.html>
- <sup>33</sup> <http://psc.apl.uw.edu/research/projects/arctic-sea-ice-volume-anomaly/>
- <sup>34</sup> Kim, YH., Min, SK., Gillett, N.P. et al. Observationally-constrained projections of an ice-free Arctic even under a low emission scenario. *Nat Commun* **14**, 3139 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-38511-8>

- 
- <sup>35</sup> <https://www.metoffice.gov.uk/hadobs/hadisst/index.html> og <https://nsidc.org/arcticseaicenews/>.
- <sup>36</sup> <https://www.worldweatherattribution.org/climate-change-fuelled-extreme-weather-in-2023-expect-more-records-in-2024/>
- <sup>37</sup> <https://doi.org/10.1093/biosci/biad080>
- <sup>38</sup> <https://borsen.dagbladet.no/nyheter/rekordhoy-milliardregning-ikke-sett-liknende/81135669>
- <sup>39</sup> [https://www.nrk.no/innlandet/12-kommuner-pa-ostlandet-far-erstatning-fra-regjeringen-etter-ekstremvaeret-\\_hans\\_-1.16783784](https://www.nrk.no/innlandet/12-kommuner-pa-ostlandet-far-erstatning-fra-regjeringen-etter-ekstremvaeret-_hans_-1.16783784)
- <sup>40</sup> Figur fra *Norsk klimastiftelse* <https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/hvert-tonn-teller/>, basert på IPCC AR6 WG1, figur SPM3 (2021), [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf) (side 10-11).
- <sup>41</sup> IPCC AR6 WG1, figur SPM.3 (2021), [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf) (side 10-11).
- <sup>42</sup> <https://klimastiftelsen.no/publikasjoner/vippepunkter-i-klimasystemet/>
- <sup>43</sup> T. M. Lenton, D.I. Armstrong McKay, S. Loriani, J.F. Abrams, S.J. Lade, J.F. Donges, M. Milkoreit, T. Powell, S.R. Smith, C. Zimm, J.E. Buxton, E. Bailey, L. Laybourn, A. Ghadiali, J.G. Dyke (eds), 2023, *The Global Tipping Points Report 2023*. University of Exeter, Exeter, UK.
- <sup>44</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.abn7950>
- <sup>45</sup> Bamber, J. and Riva, R. (2010): The sea level fingerprint of recent ice mass fluxes, *The Cryosphere*, 4, 621–627, <https://doi.org/10.5194/tc-4-621-2010>. <https://tc.copernicus.org/articles/4/621/2010/>; <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M405/M405.pdf>
- <sup>46</sup> <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2017GL074954>
- <sup>47</sup> <https://tc.copernicus.org/articles/7/375/2013/>
- <sup>48</sup> <https://essd.copernicus.org/articles/15/1597/2023/>
- <sup>49</sup> Tabell 9.8 i [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Chapter09.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Chapter09.pdf)
- <sup>50</sup> <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01818-x> og <https://www.bbc.com/news/science-environment-67171231>
- <sup>51</sup> Simpson, M.J.R., Bonaduce, A., Borck, H.S., Breili, K., Breivik, Ø., Ravndal, O.R., Richter, K., 2024. *Sea-Level Rise and Extremes in Norway: Observations and Projections Based on IPCC AR6*. Norwegian Centre for Climate Services report 1/2024, ISSN 2704-1018, Oslo, Norway.
- <sup>52</sup> Figur SPM.8 i [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
- <sup>53</sup> For eksempel <https://climate.nasa.gov/scientific-consensus/> og <http://science.sciencemag.org/content/292/5520/1261>
- <sup>54</sup> For eksempel Dowsett mfl. (2013): *The PRISM (Pliocene palaeoclimate) reconstruction: time for a paradigm shift* <http://rsta.royalsocietypublishing.org/content/371/2001/20120524>
- <sup>55</sup> <https://www.esrl.noaa.gov/gmd/aggi/aggi.html>
- <sup>56</sup> For eksempel Archer (2005): *Fate of fossil fuel CO<sub>2</sub> in geologic time* [https://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/archer.2005.fate\\_co2.pdf](https://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/archer.2005.fate_co2.pdf)
- <sup>57</sup> <https://www.ipcc.ch/sr15/faq/faq-chapter-4/>
- <sup>58</sup> Le Quéré mfl. (2018): *Global Carbon Budget 2017* <https://www.earth-syst-sci-data.net/10/405/2018/essd-10-405-2018-discussion.html>, <https://environmentlive.unep.org/foresight>
- <sup>59</sup> Olsen mfl. (2018): *Revisiting ocean acidification, food security and our earth system*, og henvist litteratur <https://environmentlive.unep.org/foresight>
- <sup>60</sup> For eksempel Pearson og Palmer (2000) *Atmospheric carbon dioxide concentrations over the past 60 million years* <http://www.nature.com/articles/35021000>
- <sup>61</sup> F.eks. femte hovedrapport fra FNs klimapanel, avsnitt 6.6.4 [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter06\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf)
- <sup>62</sup> Basert på IPCC AR6 WG1, figur SPM.10: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
- <sup>63</sup> Lamboll, R.D., Nicholls, Z.R.J., Smith, C.J. *et al.* Assessing the size and uncertainty of remaining carbon budgets. *Nat. Clim. Chang.* (2023). <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>
- <sup>64</sup> <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2752-5295/ad3fda>
- <sup>65</sup> *Global carbon project 2022*: [https://globalcarbonbudget.org/wp-content/uploads/GCB2022\\_ESSD\\_Paper.pdf](https://globalcarbonbudget.org/wp-content/uploads/GCB2022_ESSD_Paper.pdf) og Friedlingstein, P., mfl.: *Global Carbon Budget 2023*, *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 5301–5369, <https://doi.org/10.5194/essd-15-5301-2023>, 2023.

<sup>66</sup> Statnett, energiproduksjon Norge 2022: <https://www.statnett.no/om-statnett/nyheter-og-pressemeldinger/nyhetsarkiv-2023/2022--nok-et-eksepsjonelt-kraftar>.

<sup>67</sup> For eksempel Archer (2005): Fate of fossil fuel CO<sub>2</sub> in geologic time [https://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/archer.2005.fate\\_co2.pdf](https://geosci.uchicago.edu/~archer/reprints/archer.2005.fate_co2.pdf)

<sup>68</sup> Olsen mfl. (2018): Revisiting ocean acidification, food security and our earth system, og henvist litteratur <https://environmentlive.unep.org/foresight>; femte hovedrapport fra FNs klimapanel, avsnitt 6.6.4 [https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5\\_Chapter06\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5_Chapter06_FINAL.pdf)

<sup>69</sup> <https://no.wikipedia.org/wiki/Clausius-Clapeyron-ligningen>;  
<https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JD036234>

<sup>70</sup> <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1029/2021JD036234>

<sup>71</sup> <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

<sup>72</sup> <https://www.science.org/doi/10.1126/science.aag2345>

<sup>73</sup> <https://agupubs.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/2016GL071789>

<sup>74</sup> <https://tc.copernicus.org/articles/14/2495/2020/>

<sup>75</sup> Middellutbredelse av snødekke på den nordlige halvkule for månedene mars-mai og for perioden 1995-2014 er på rundt

$$30 \text{ millioner km}^2 = 3 \times 10^7 \text{ km}^2.$$

Siden snødekket reduseres med rundt 8 prosent (relativt til 1995-2014 utbredelsen av snø) for hver grad global temperatur øker, kan den lineære sammenhengen uttrykkes som at

oppvarming på 1 grad Celsius

tilsvarer

$$0,08 \times (3 \times 10^7 \text{ km}^2) = 2,4 \times 10^6 \text{ km}^2$$

med redusert snødekke.

Videre har vi fra den lineære sammenhengen mellom global oppvarming og klimagassutslipp (fra Lamboll mfl. (2023) i *Nature Climate Change*, <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>) at

100 milliarder tonn CO<sub>2</sub> tilsvarende en oppvarming på 0,05 °C,

eller

2x10<sup>12</sup> tonn CO<sub>2</sub> tilsvarende en oppvarming på 1 °C.

Kombinert gir de to sammenhengene over at et

klimagassutslipp på 2x10<sup>12</sup> tonn CO<sub>2</sub> gir 2,4 x 10<sup>6</sup> km<sup>2</sup> redusert snødekke,

eller forenklet at

1 tonn CO<sub>2</sub> tilsvarende 1,2 kvadratmeter redusert snødekke.

<sup>76</sup> <https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/climate-t-bergen.html#n-wm> basert på data fra Meteorologisk institutt.

<sup>77</sup> <https://www.nature.com/articles/s41558-023-01818-x> og <https://www.bbc.com/news/science-environment-67171231>

<sup>78</sup> [https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/Figs/noaa\\_globt\\_bar\\_zoom\\_trends\\_1850-1900-2000px.jpg](https://folk.uib.no/ngfhd/Climate/Figs/noaa_globt_bar_zoom_trends_1850-1900-2000px.jpg)

<sup>79</sup> <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>

<sup>80</sup> Lamboll, R.D., Nicholls, Z.R.J., Smith, C.J. *et al.* Assessing the size and uncertainty of remaining carbon budgets. *Nat. Clim. Chang.* (2023). <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01848-5>

<sup>81</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/klif2/publikasjoner/2594/ta2594.pdf>

<sup>82</sup> [https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report\\_2024](https://edgar.jrc.ec.europa.eu/report_2024)

<sup>83</sup> Utslipp fra 1990 fra <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft/artikler/klar-nedgang-i-utslipp-av-klimagasser-i-2023>. CO<sub>2</sub>-utslipp for 1959-1972 fra Global Carbon Project (<http://globalcarbonproject.org/carbonbudget/18/data.htm>) og for 1973-1989 fra Statens forurensningstilsyn (<http://miljodirektoratet.no/old/klif/publikasjoner/luft/1840/ta1840.pdf>).

<sup>84</sup> <https://www.stortinget.no/no/Saker-og-publikasjoner/Saker/Sak/?p=103136>

<sup>85</sup> <https://www.ssb.no/natur-og-miljo/forurensning-og-klima/statistikk/utslipp-til-luft/artikler/klar-nedgang-i-utslipp-av-klimagasser-i-2023>

<sup>86</sup> <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

<sup>87</sup> Tabell 5.2.4 og 5.2.5 i <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>

<sup>88</sup> <https://www.bbc.com/future/article/20230322-how-climate-change-is-melting-permafrost-in-the-alps>

<sup>89</sup> <https://www.nrk.no/innlandet/klimaendringane-gjer-jotunheimen-farlegare-for-fjellfolk-1.16737805>

<sup>90</sup> Figur SPM.8 i IPCC AR6 WG1 (2021),

[https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)

- 
- <sup>91</sup> [https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/#:~:text=Current%20policy%20will%20lead%20to,level%20of%202.7°C.](https://climateactiontracker.org/global/cat-thermometer/#:~:text=Current%20policy%20will%20lead%20to,level%20of%202.7%C.)
- <sup>92</sup> <https://www.miljodirektoratet.no/ansvarsomrader/klima/for-myndigheter/klimatilpasning/klimatilpasning-krever-kunnskap/klimautfordringer/#:~:text=Kombinasjonen%20av%20økt%20nedbør%20og,for%20bygningmassen%20i%20Norge%20framover.>
- <sup>93</sup> [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Regional\\_Fact\\_Sheet\\_Ocean.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/factsheets/IPCC_AR6_WGI_Regional_Fact_Sheet_Ocean.pdf)
- <sup>94</sup> <https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/advarer-mot-marine-hetebolger---kan-skade-livet-i-havet-1.16314596>; <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2023-10>
- <sup>95</sup> <https://www.nrk.no/tromsogfinnmark/advarer-mot-marine-hetebolger---kan-skade-livet-i-havet-1.16314596>; <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-en-2023-10>
- <sup>96</sup> <https://frost.met.no/index.html>
- <sup>97</sup> <https://frost.met.no/index.html>
- <sup>98</sup> <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>, figurene 5.2.12 og 5.2.14.
- <sup>99</sup> <https://frost.met.no/index.html>
- <sup>100</sup> Omarbeidet figur 3.4 i <https://www.miljodirektoratet.no/globalassets/publikasjoner/M405/M405.pdf>
- <sup>101</sup> [https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2017/\\_/attachment/download/c7df823f-5c98-4968-81fc-694e6fb6c49b:f495ddf4c9d7358398f610f0ed735c8382dad535/MET-report-08-2017.pdf](https://www.met.no/publikasjoner/met-report/met-report-2017/_/attachment/download/c7df823f-5c98-4968-81fc-694e6fb6c49b:f495ddf4c9d7358398f610f0ed735c8382dad535/MET-report-08-2017.pdf)
- <sup>102</sup> <https://sintef.brage.unit.no/sintef-xmlui/handle/11250/2424165>
- <sup>103</sup> <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmars.2022.821646/full>
- <sup>104</sup> <https://www.finansnorge.no/contentassets/2d9eee6b15d3417280ce8a3a7cd76976/klimarapport-2024.pdf>
- <sup>105</sup> [https://no.wikipedia.org/wiki/Ekstremværet\\_Hans](https://no.wikipedia.org/wiki/Ekstremværet_Hans)
- <sup>106</sup> [https://www.nrk.no/innlandet/12-kommuner-pa-ostlandet-far-erstatning-fra-regjeringen-etter-ekstremvaeret-hans\\_-1.16783784](https://www.nrk.no/innlandet/12-kommuner-pa-ostlandet-far-erstatning-fra-regjeringen-etter-ekstremvaeret-hans_-1.16783784).
- <sup>107</sup> <https://nask.finansnorge.no>
- <sup>108</sup> <https://globalcarbonbudgetdata.org/latest-data.html> (fil «National fossil carbon emissions v2024.xlsx»)
- <sup>109</sup> <https://unfccc.int/first-biennial-transparency-reports>
- <sup>110</sup> <https://unfccc.int/NDCREG>
- <sup>111</sup> <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2752-5295/ad3fda>
- <sup>112</sup> <https://www.nature.com/articles/s41586-025-08751-3>
- <sup>113</sup> <https://www.nature.com/articles/s41586-025-08751-3>
- <sup>114</sup> <https://klimaservicesenter.no/kss/rapporter/kin2100>; <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>
- <sup>115</sup> [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_Atlas.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_Atlas.pdf)
- <sup>116</sup> IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers, figur SPM.10: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)
- <sup>117</sup> IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers, avsnitt B.2.2: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf)