

Vêr og klima

Atle Nesje

Department of Earth Science
Quaternary geology and palaeoclimate
UNIVERSITY OF BERGEN

E-mail: atle.nesje@uib.no
Telephone: (+47) 91392574
www.uib.no/geo

Institutt for geovitenskap
Kvartærgeologi og paleoklima
UNIVERSITETET I BERGEN

E-post: atle.nesje@uib.no
Telefon: 91392574
www.uib.no/geo



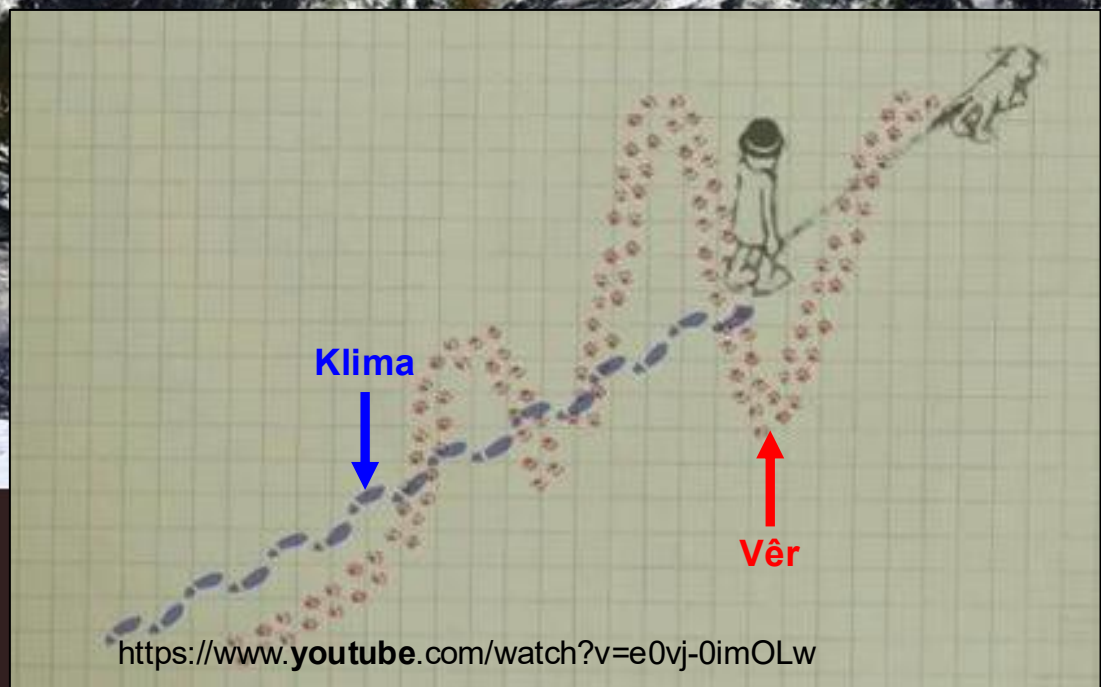
Moooot
norr malt?



Vêr eller klima?

- Klima: Gjennomsnittsvêret over ein lengre tidsperiode (vanlegvis 30 år).
- Førre klimanormalperiode 1961 - 1990
Ny klimanormal 1991 - 2020
- Instrumentelle vêrdata i Noreg går tilbake til om lag 1860

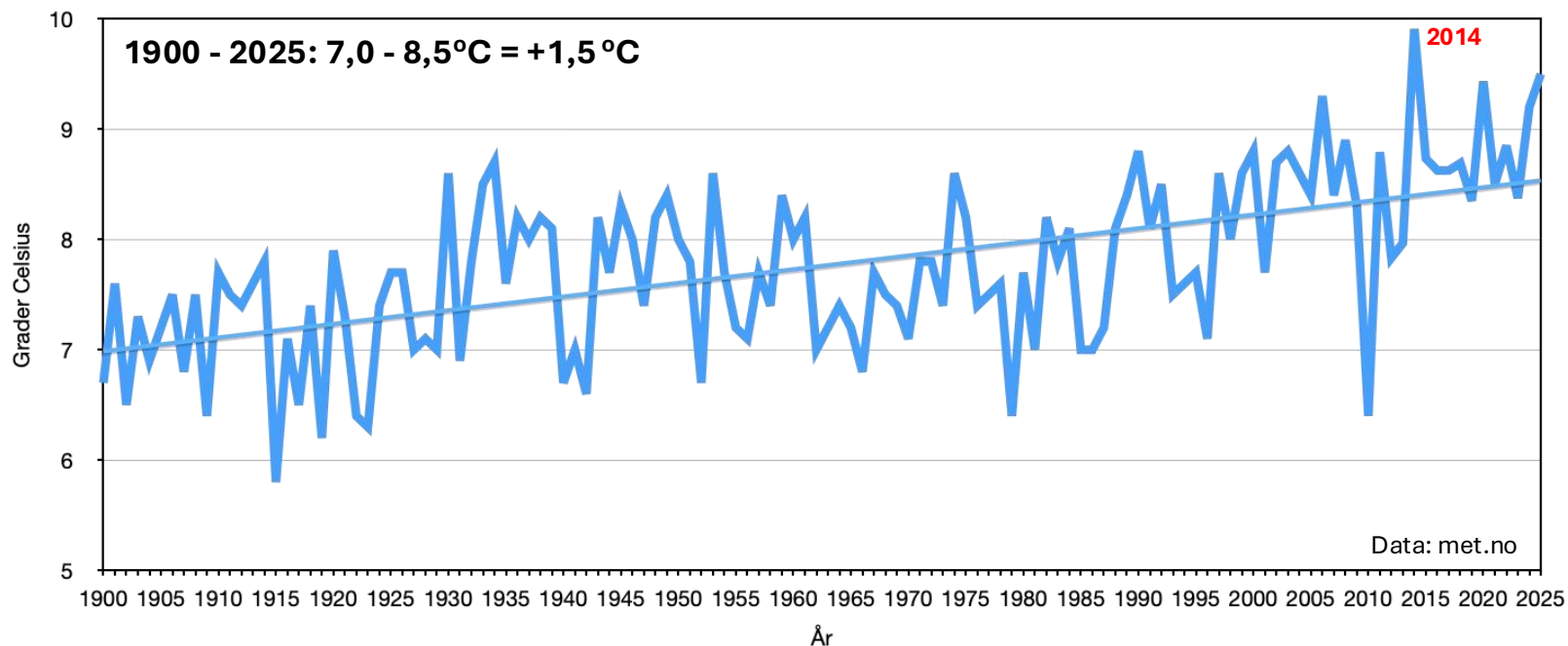
leifjuster.no



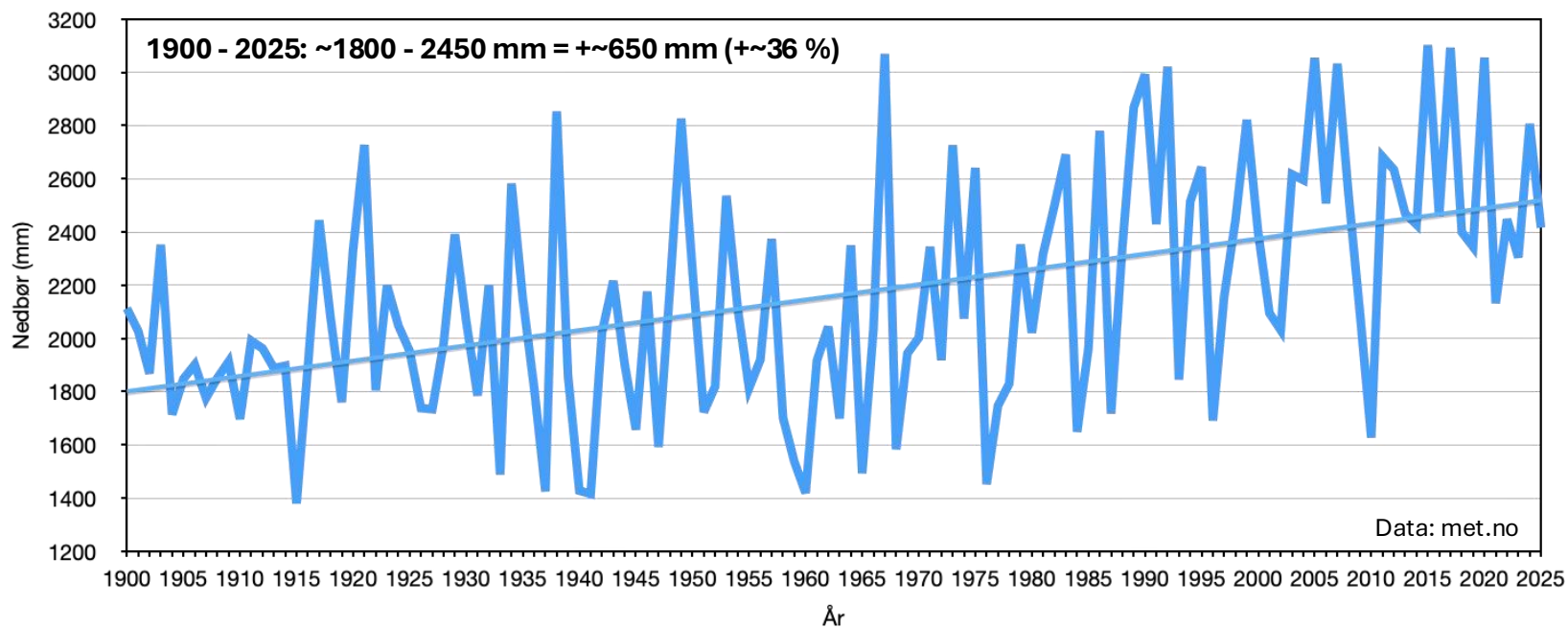
NASA

<https://www.youtube.com/watch?v=e0vj-0imOLw>

Årsmiddeltemperatur i Bergen 1900 - 2025

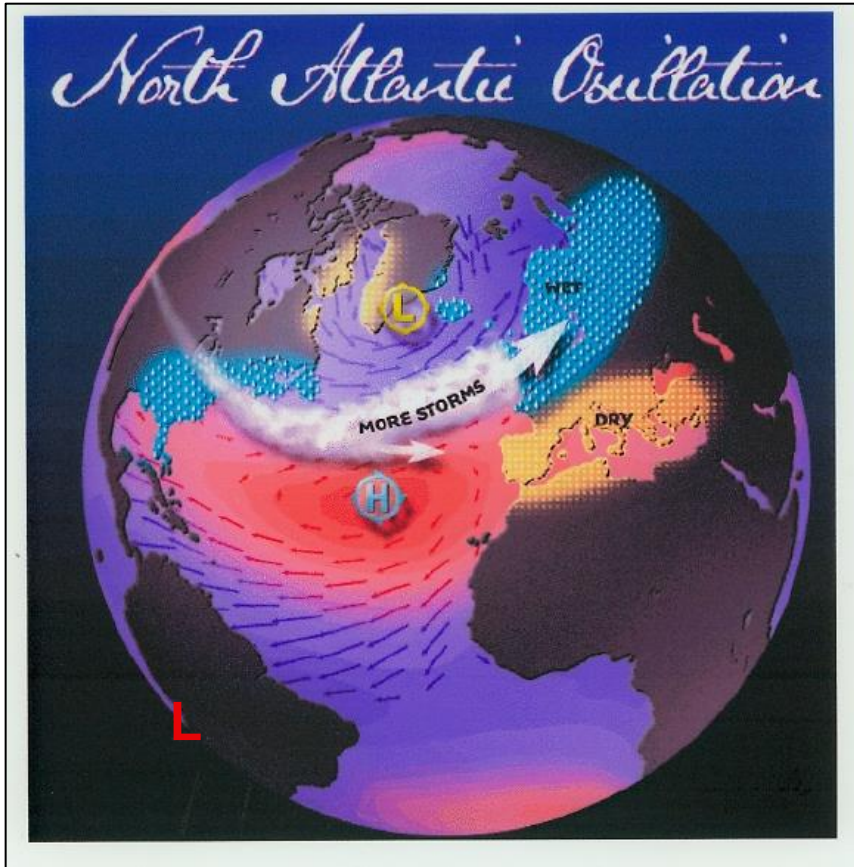


Årsnedbør i Bergen 1900 - 2025

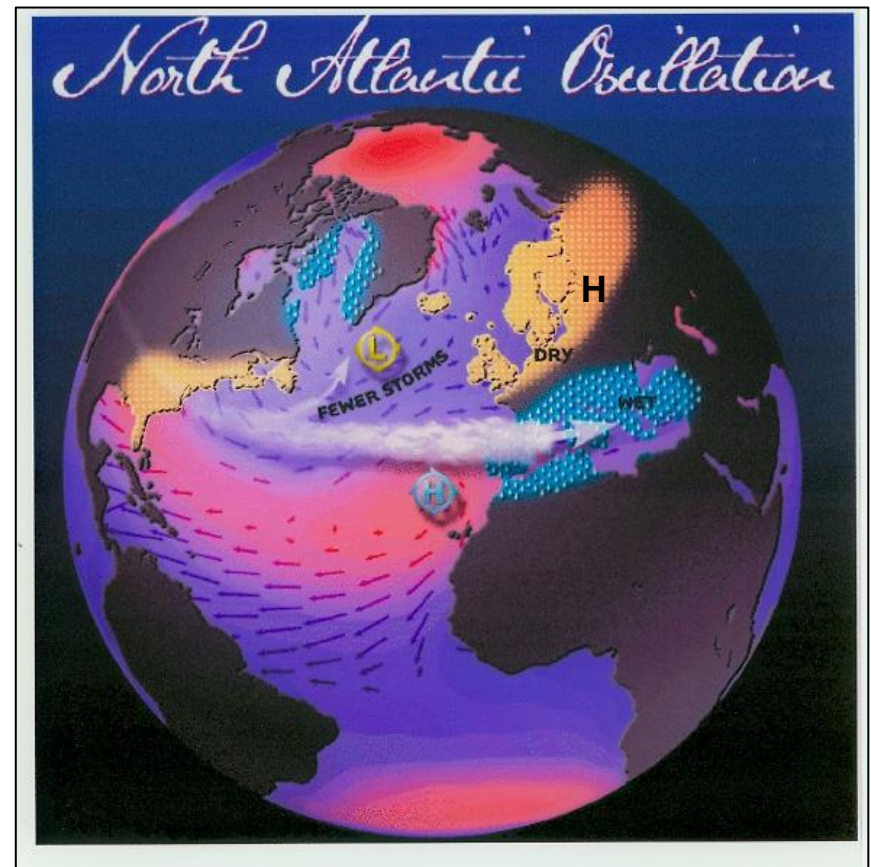


Den nord-atlantiske oscillasjonen (NAO)

NAO +

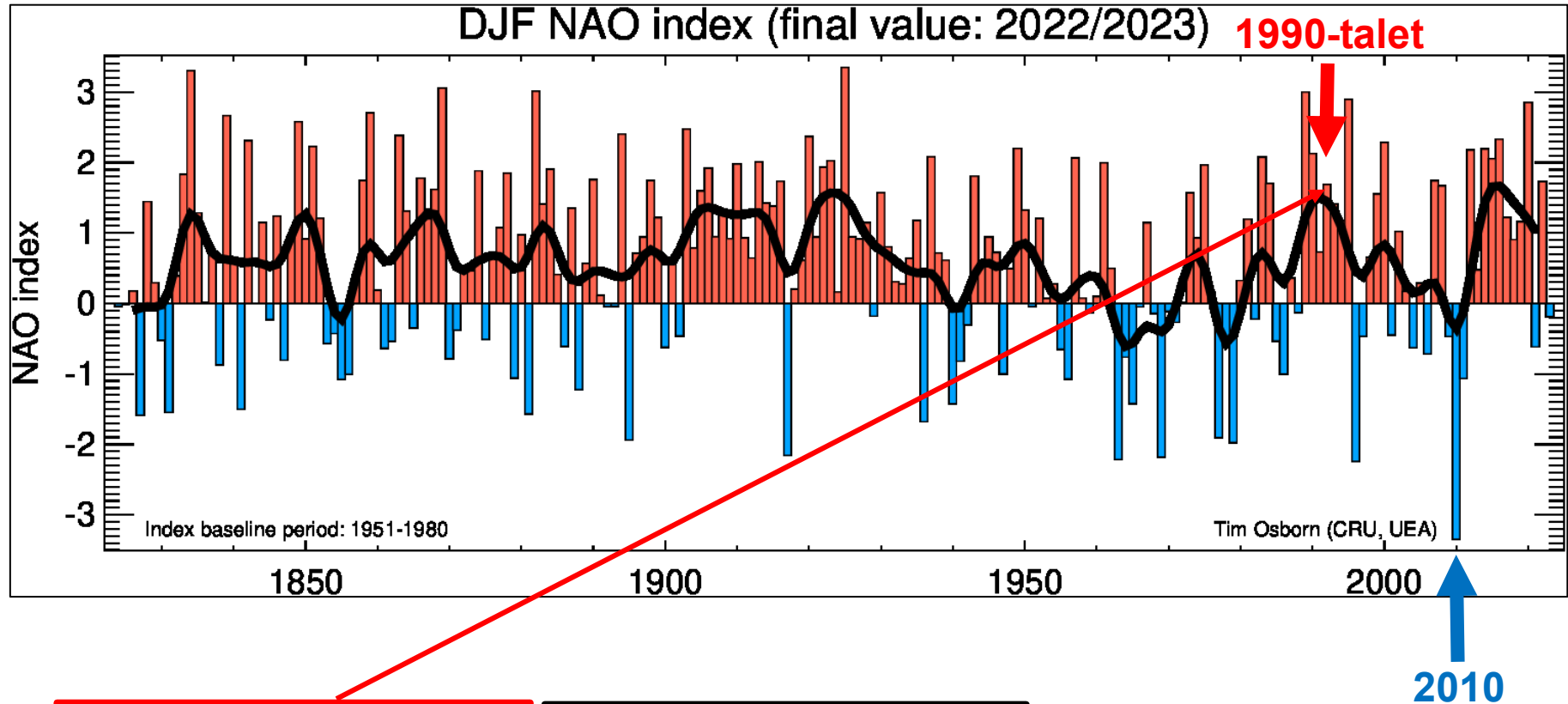


NAO -



Etter Martin Visbeck

Den nord-atlantiske oscillasjons-indeksen (des., jan., feb.) 1823 - 2023



Bergen hakker tenner

Det har vært bitende kaldt lenge. I natt var det ekstra ille.



Av Jan Stian Vold

OPPDATERT 6. JANUAR 2010

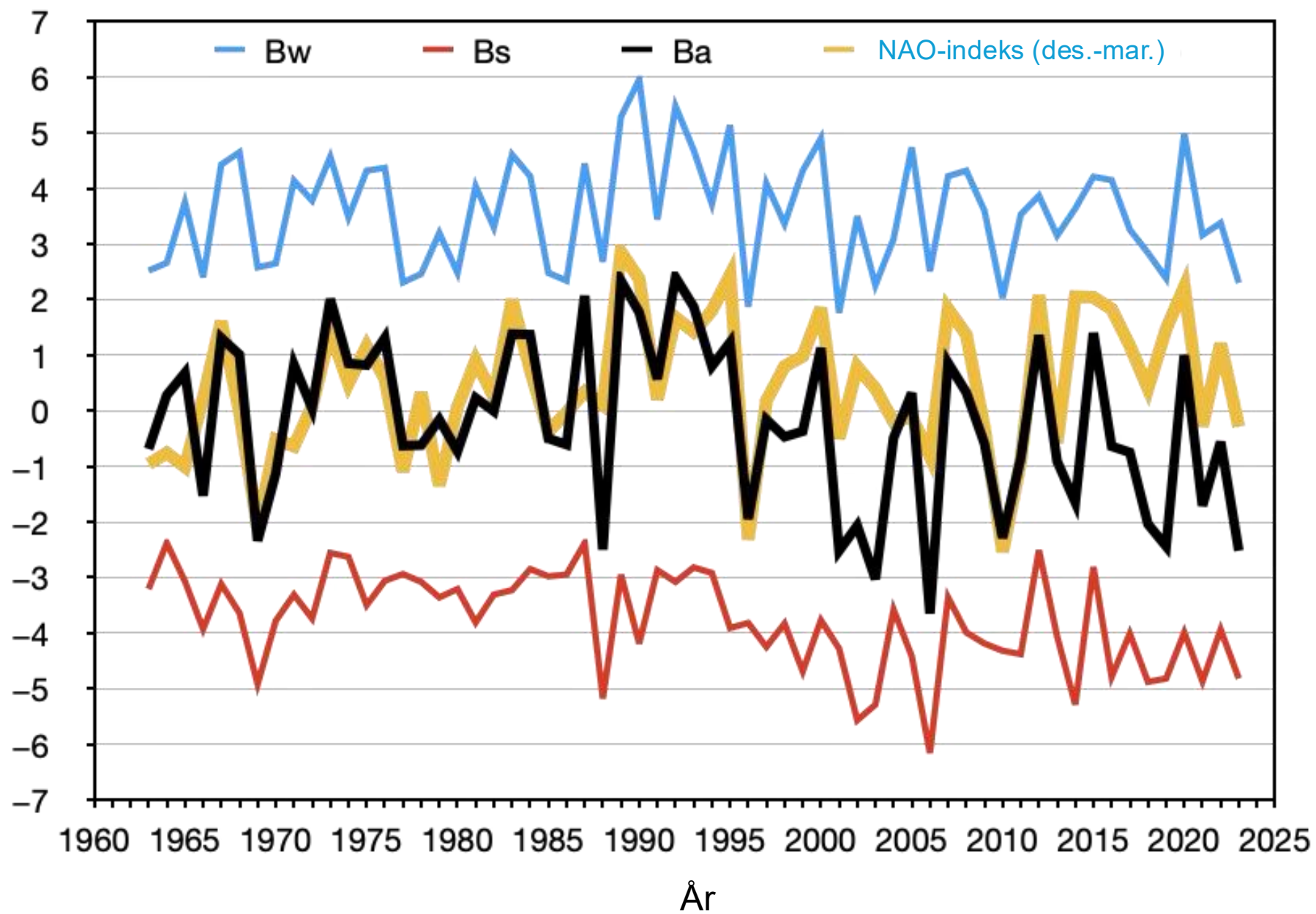


Denne artikkelen er over 15 år gammel

Fikk du det i fleisen da du åpnet døren i morges?

Rundt omkring i bergensområdet meldes det om temperaturer ned mot 20 minusgrader. Det offisielle tallet ved Florida målestasjon er 11,3 minusgrader.

Massebalance (meter vannekvivalenter)



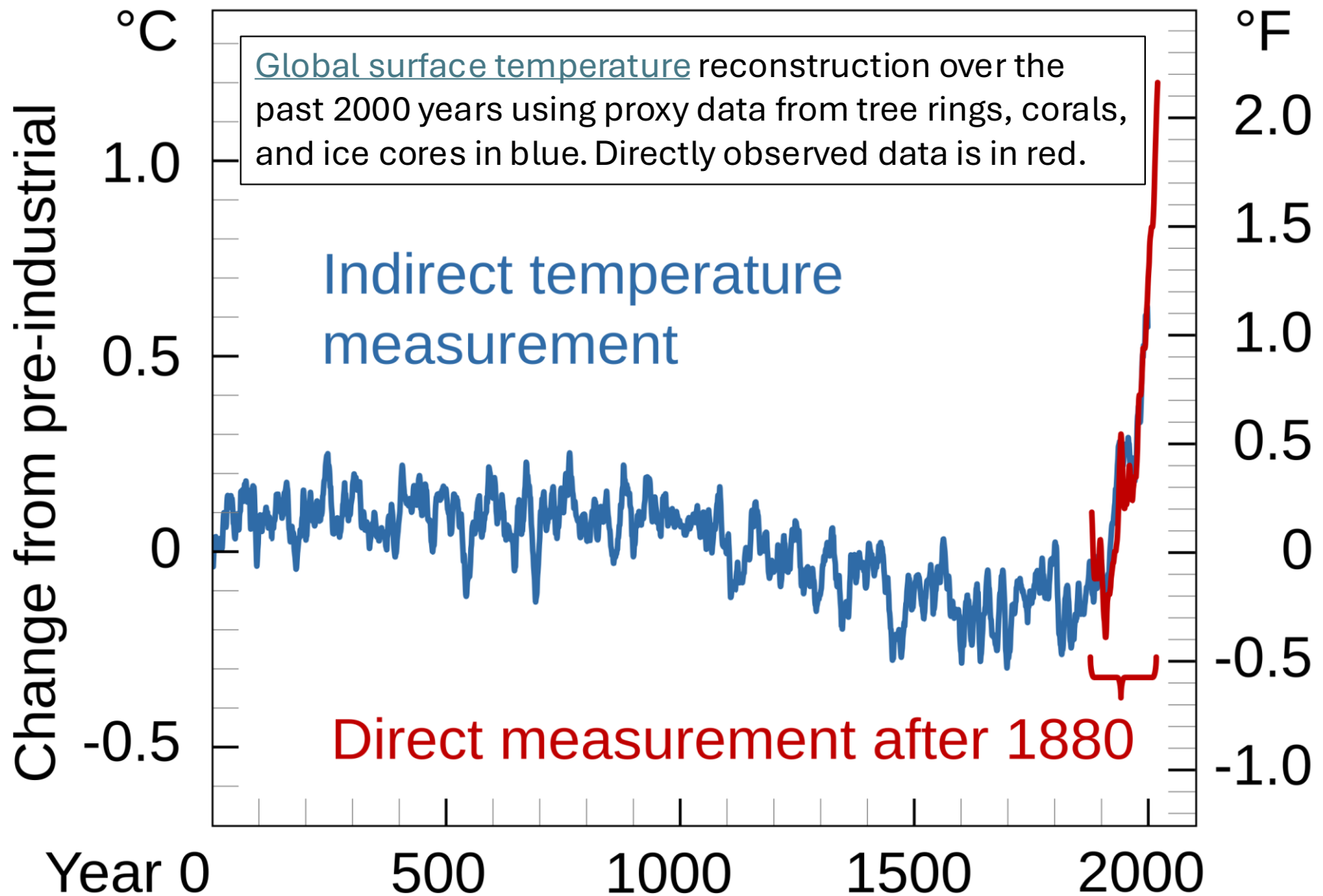
Naturlege klimapådriv

- **Variasjonar i solinnstråling:** Endringar i sola si energiutstråling.
- **Vulkanutbrot:** Kan sleppe ut både drivhusgassar og partiklar (aerosolar) som kjøler ned klimaet.
- **Milanković-syklusar:** Langsame endringar i Jorda si bane og helling (som førte til istider og mellomistider dei siste 2,58 millionar år).
- **Biotiske prosesser:** Endringar i økosystem.

Menneskeskapte klimapådriv

- **Utslepp av drivhusgassar:** Karbondioksid (CO_2), metan (CH_4) og lystgass (N_2O) frå forbrenning av olje, kol, gass, industri, landbruk (husdyr, gjødsel) og avfall.
- **Forsterka drivhuseffekt:** Desse gassane legg seg som eit "teppe" i atmosfæren, fangar varme og gjer Jorda varmare.
- **Avskoging:** Fjerning av skog reduserer naturen si evne til å ta opp CO_2 .

Global temperature over the past two millenia



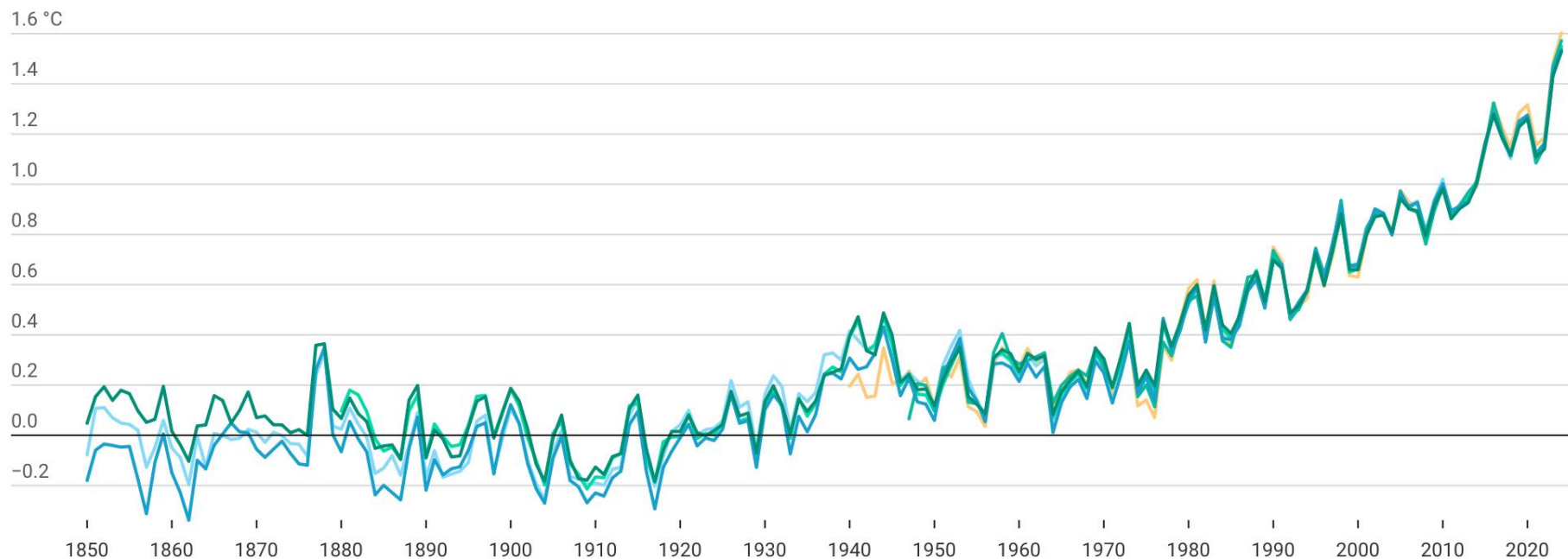
Global gjennomsnittstemperatur 1850 – 2024

Avvik fra gjennomsnittstemperaturen i 1850

Global mean temperature 1850-2024

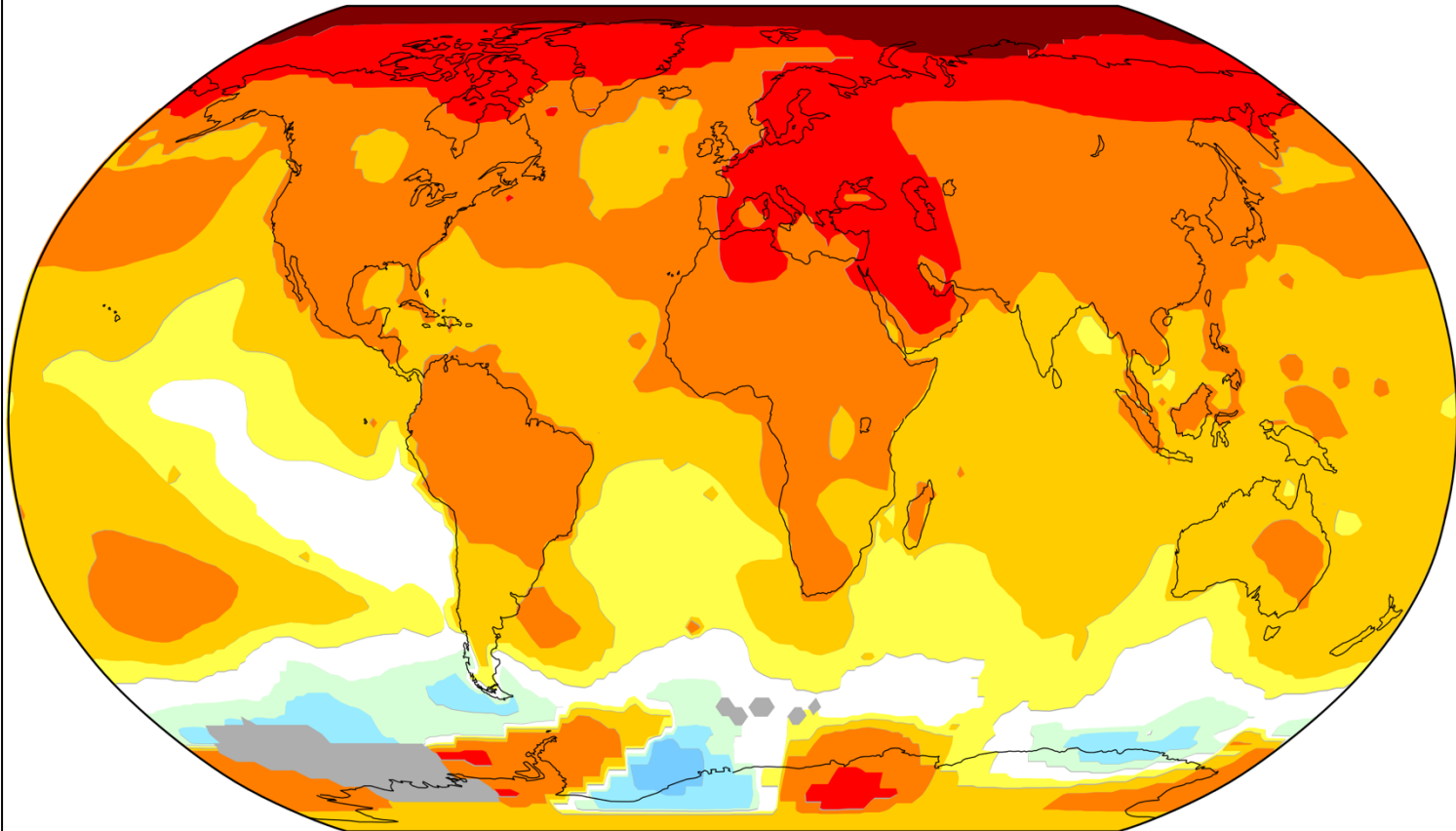
Difference from 1850-1900 average

— Berkeley Earth (1850-2024.12) — ERA5 (1940-2024.12) — GISTEMP (1880-2024.12) — HadCRUT5 (1850-2024.12) — JRA-3Q (1947-2024.12) — NOAA GlobalTemp v6 (1850-2024.12)

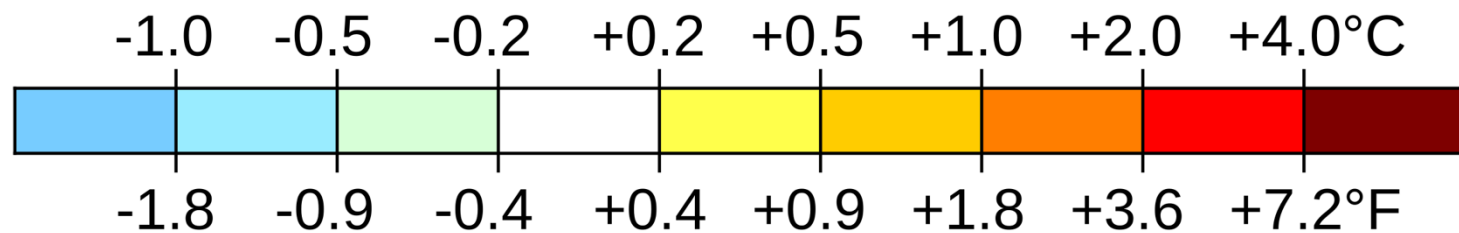


Annual global mean temperature anomalies relative to a pre-industrial (1850–1900) baseline shown from 1850 to 2024

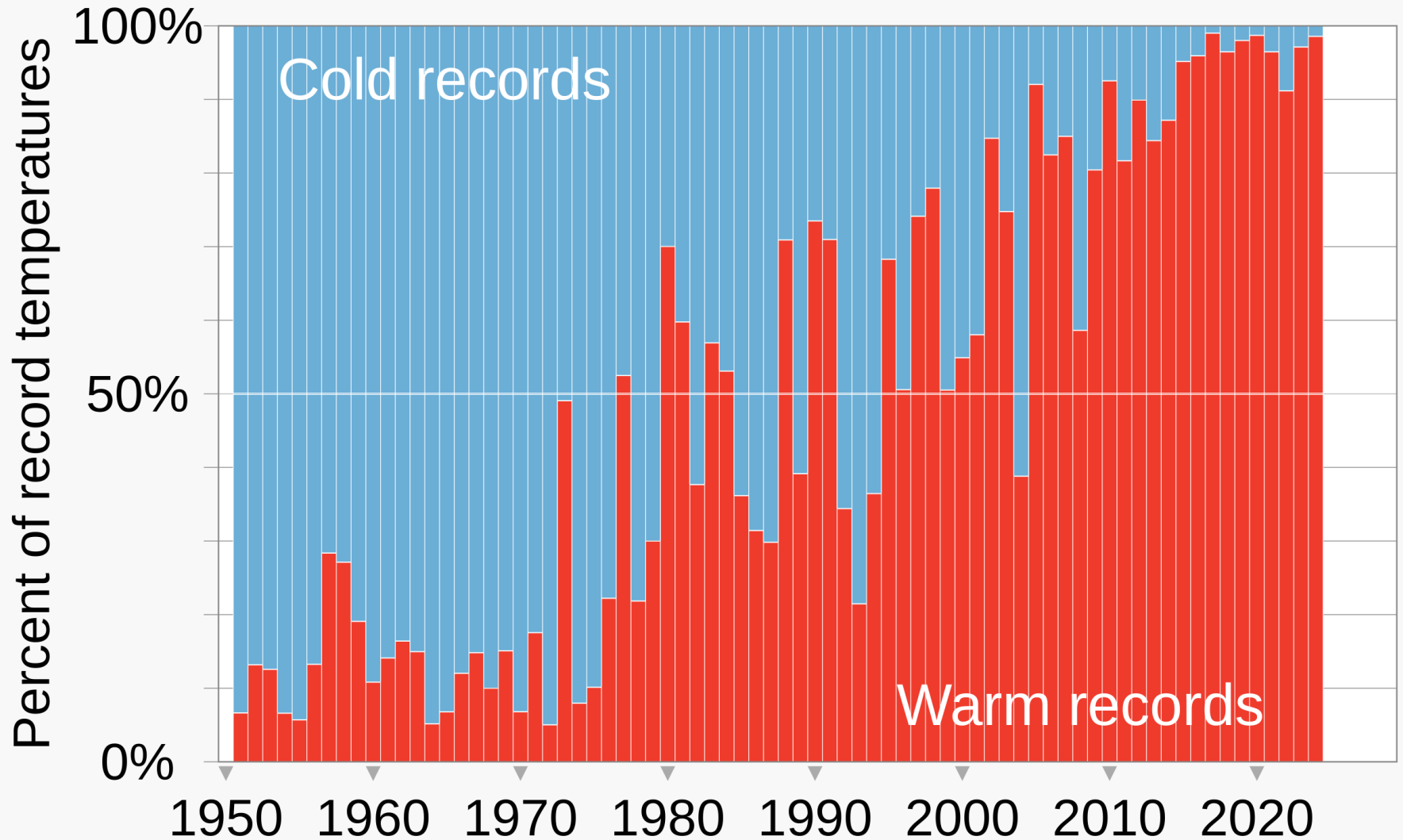
Temperature change over the past 50 years



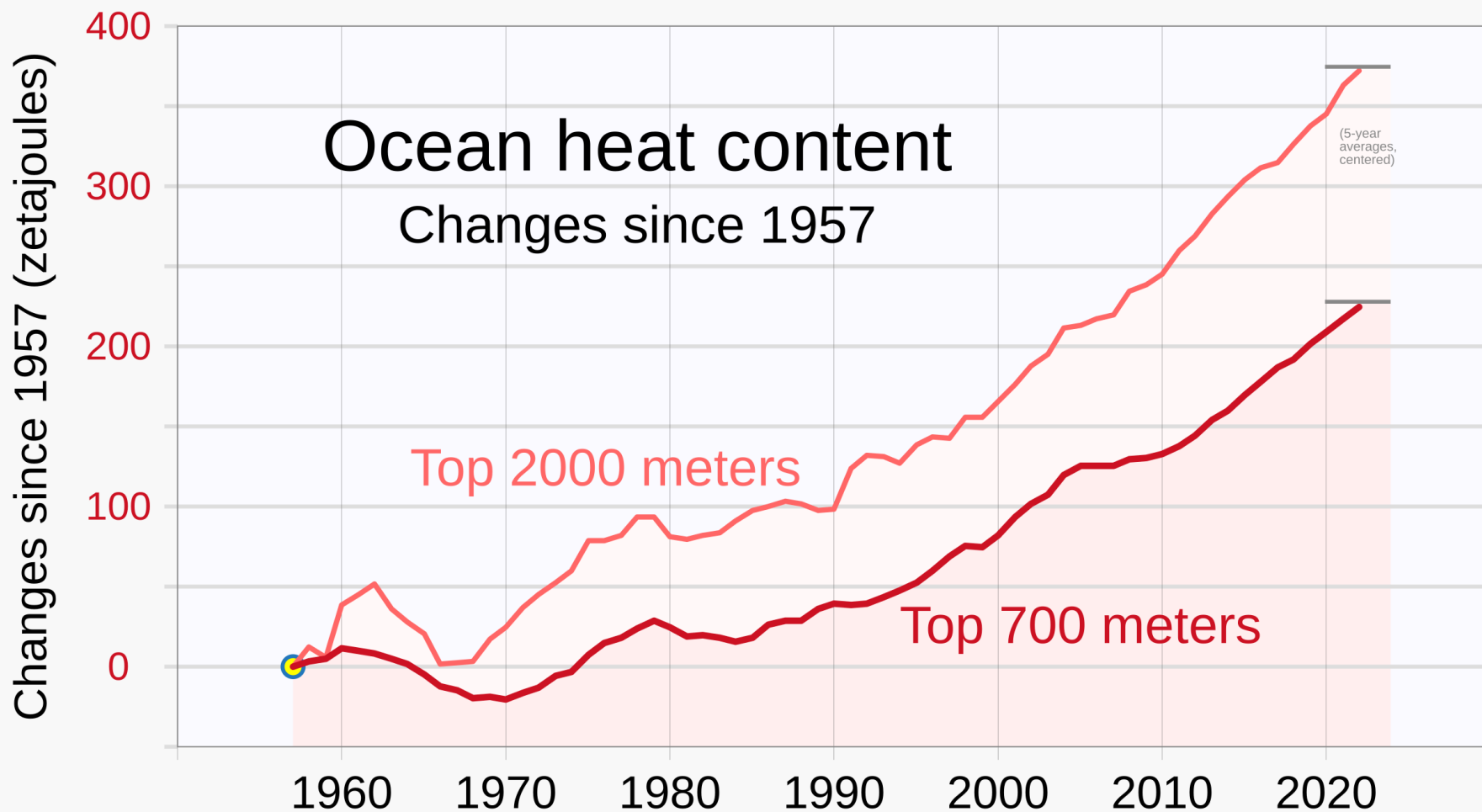
Trend from 1973 to 2023



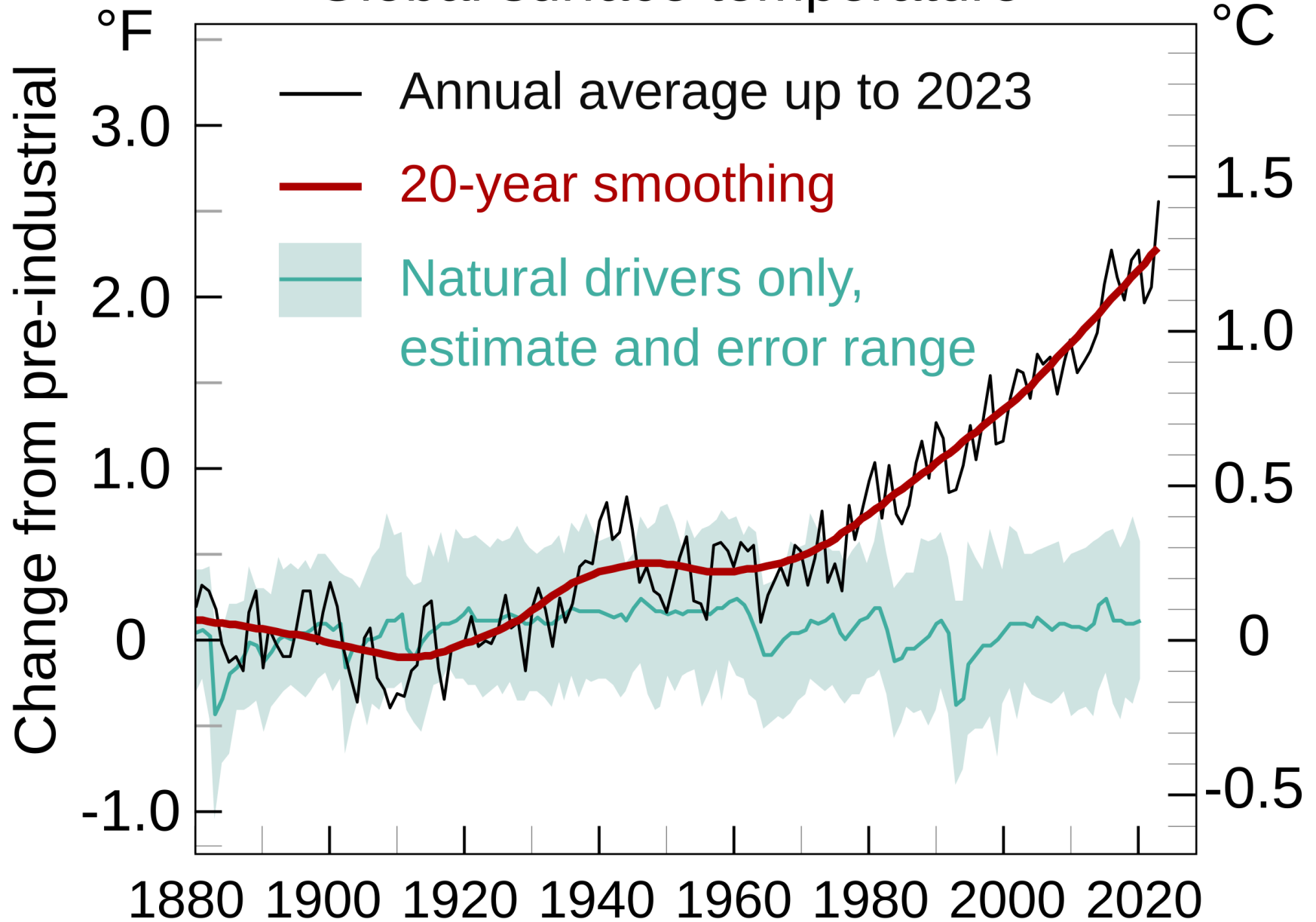
Increase in warm temperature records



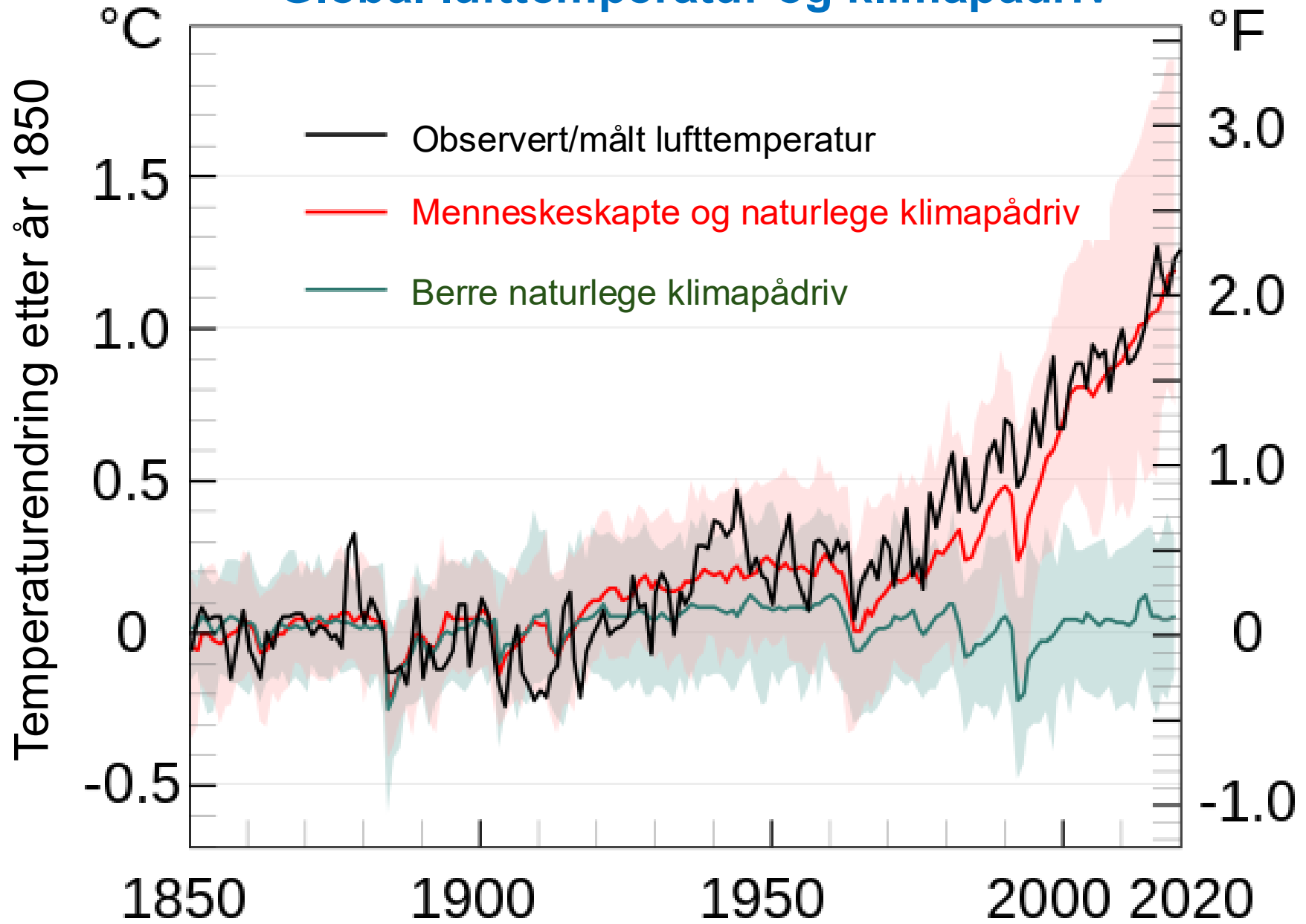
En zettajoule (ZJ) er en enorm enhet for energi, tilsvarende en trillion (10^{21}) joule, som ofte brukes for å måle globale energiforbruk eller oppvarmingen av verdenshavene, hvor menneskelig aktivitet frigjør mange zettajoules i form av overskuddsvarme hvert år.



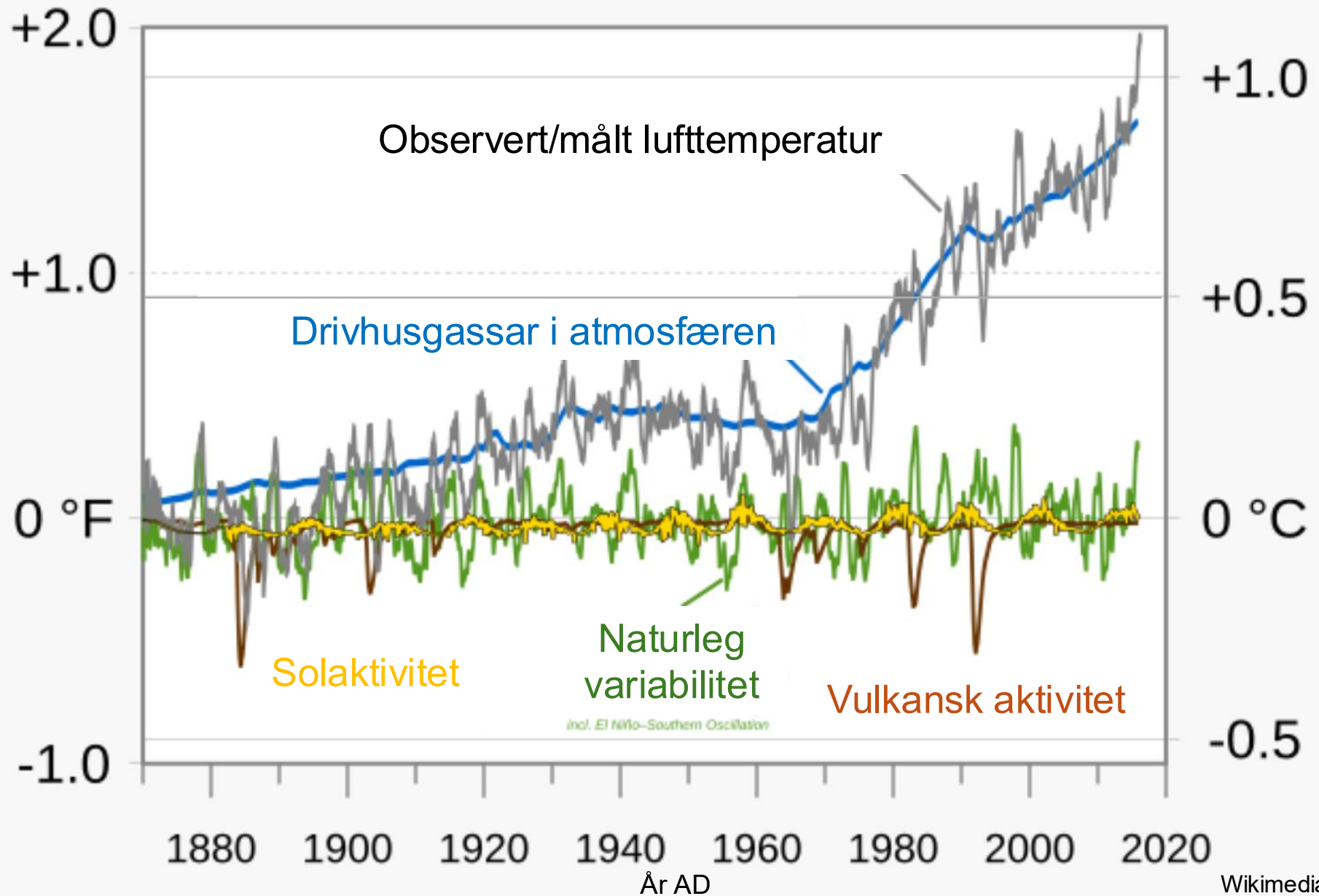
Global surface temperature



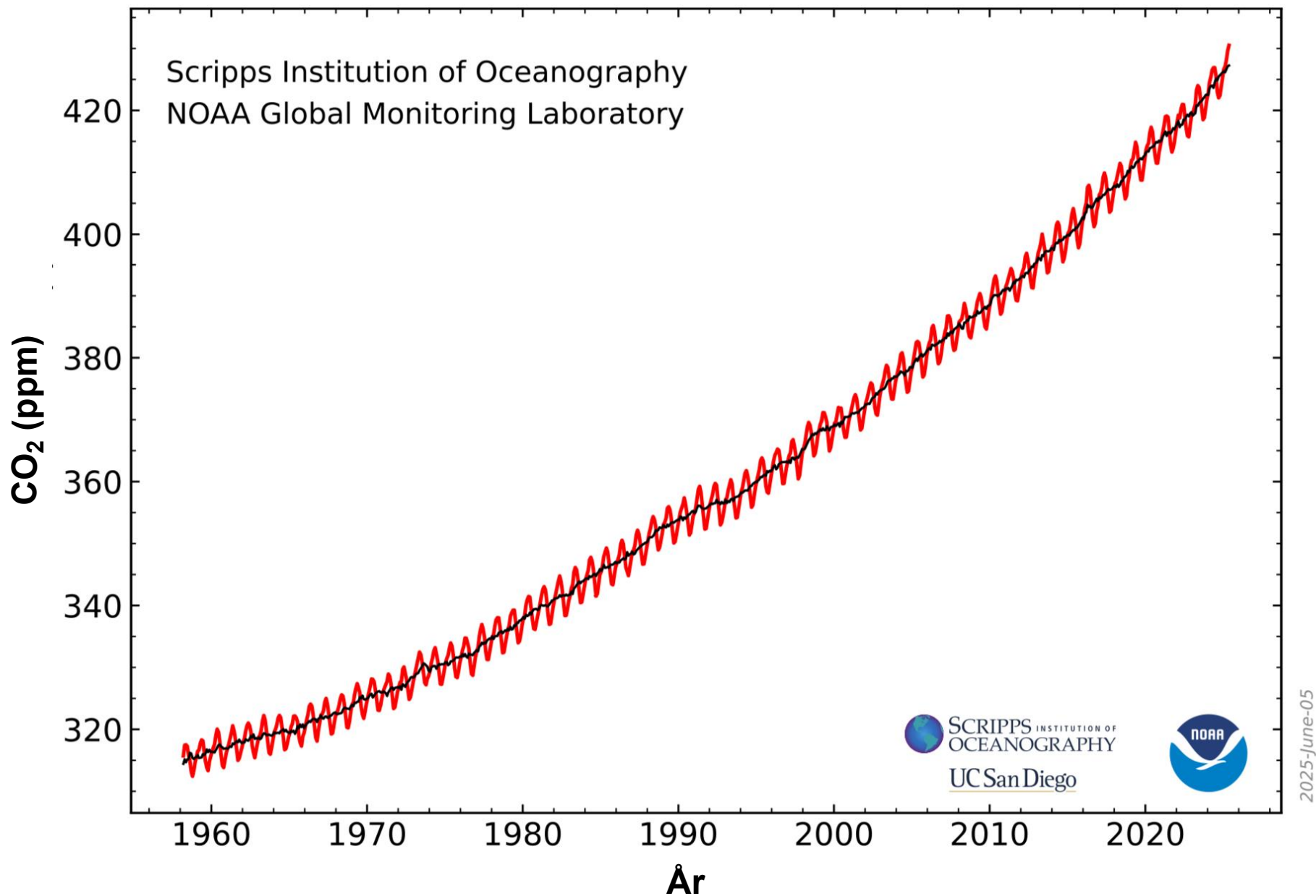
Global lufttemperatur og klimapådriv

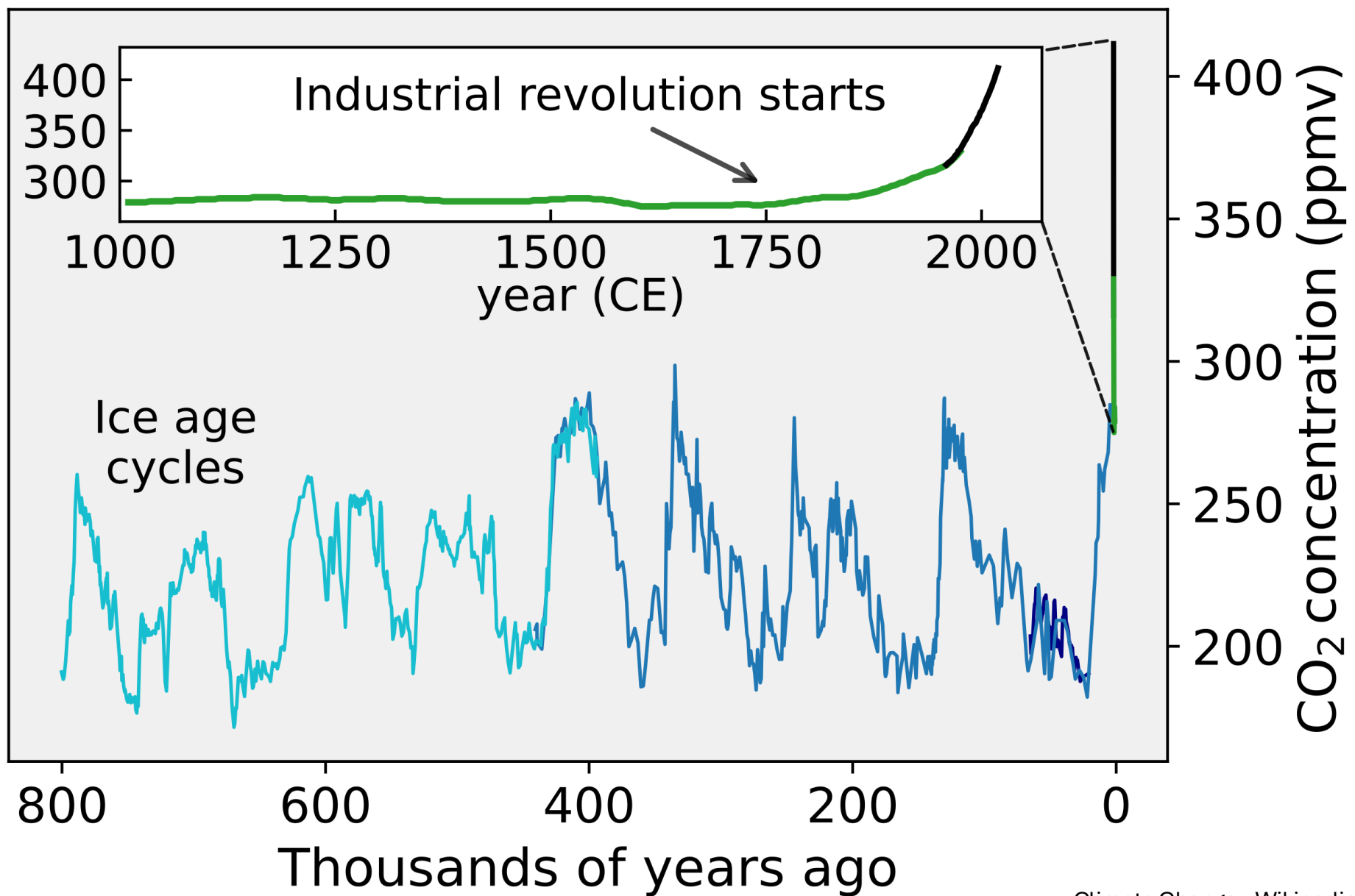


Global lufttemperatur og klimapådriv



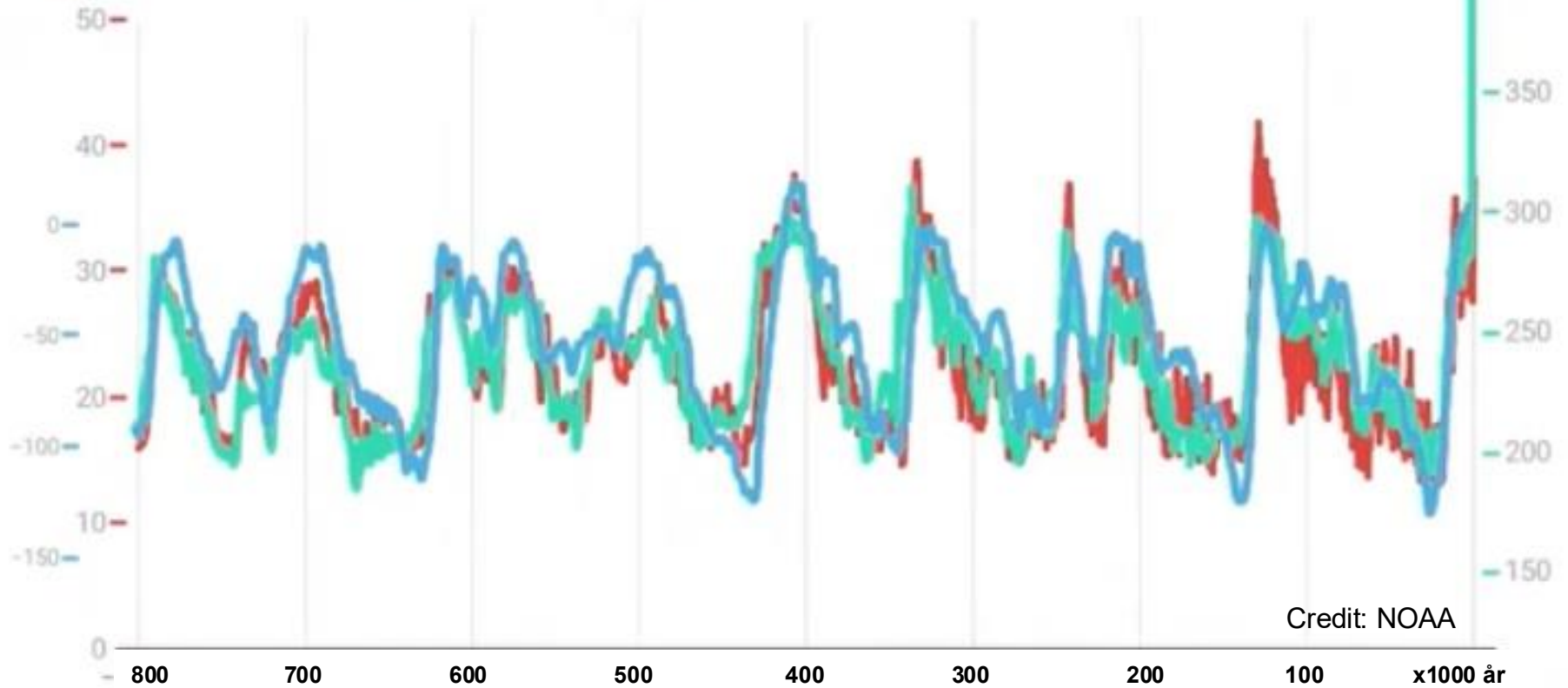
Atmosfærisk CO₂ ved Mauna Loa-observatoriet på Hawaii 1958-2025



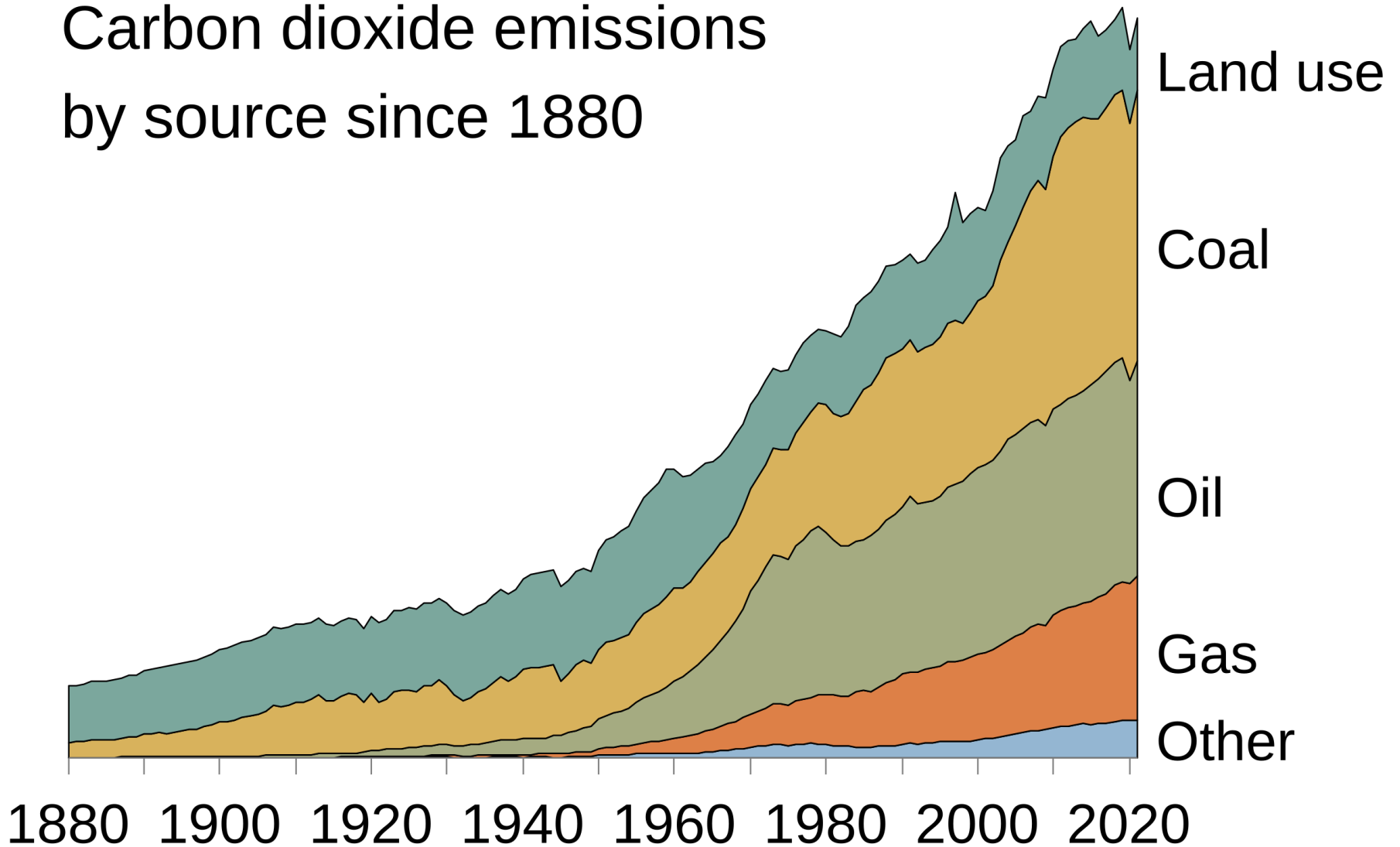


Temperatur, havnivå og karbondioksid (CO₂) gjennom dei siste 800.000 år

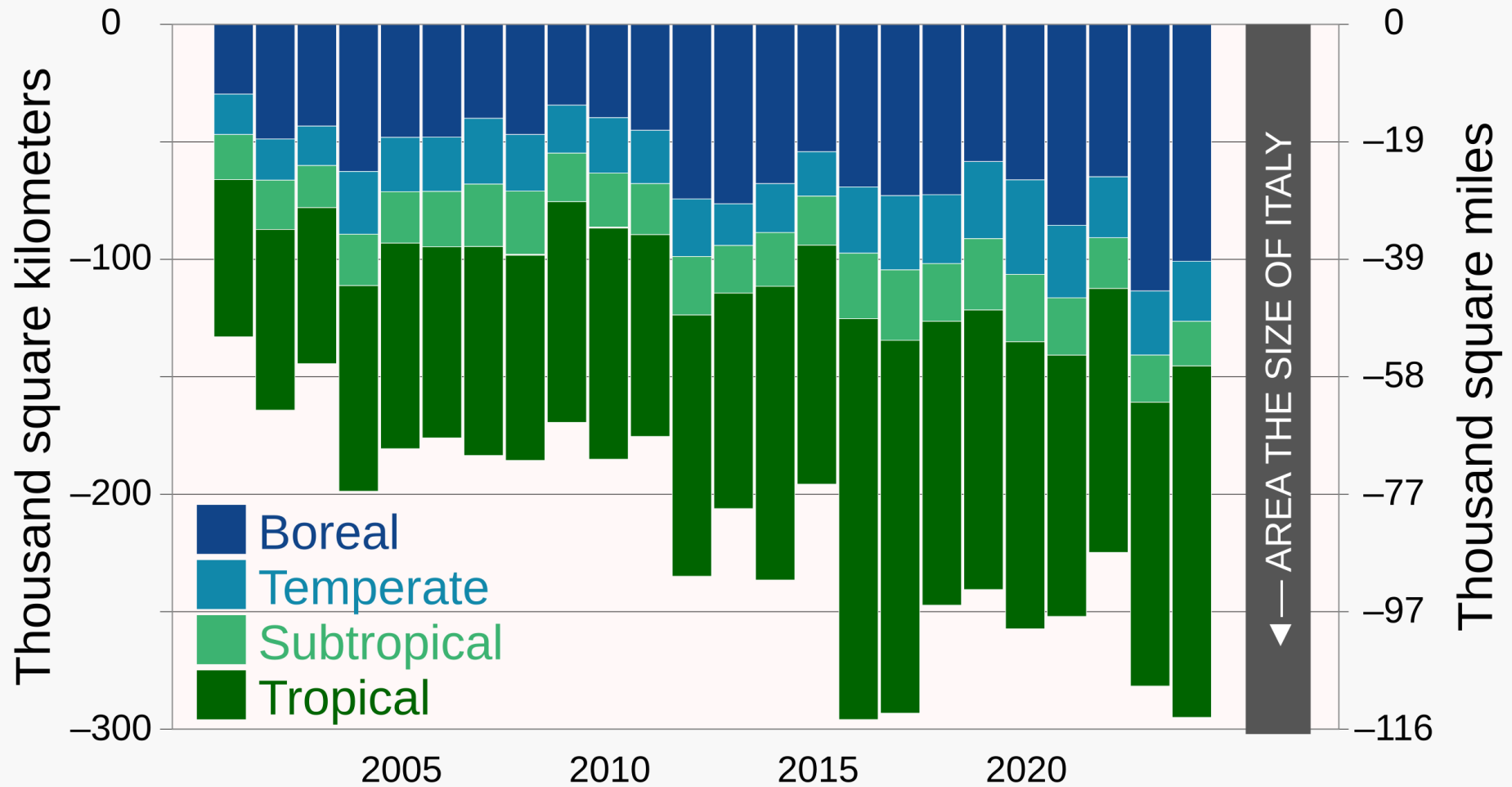
— Temperatur på jorda — Havnivå — Atmosfærisk CO₂



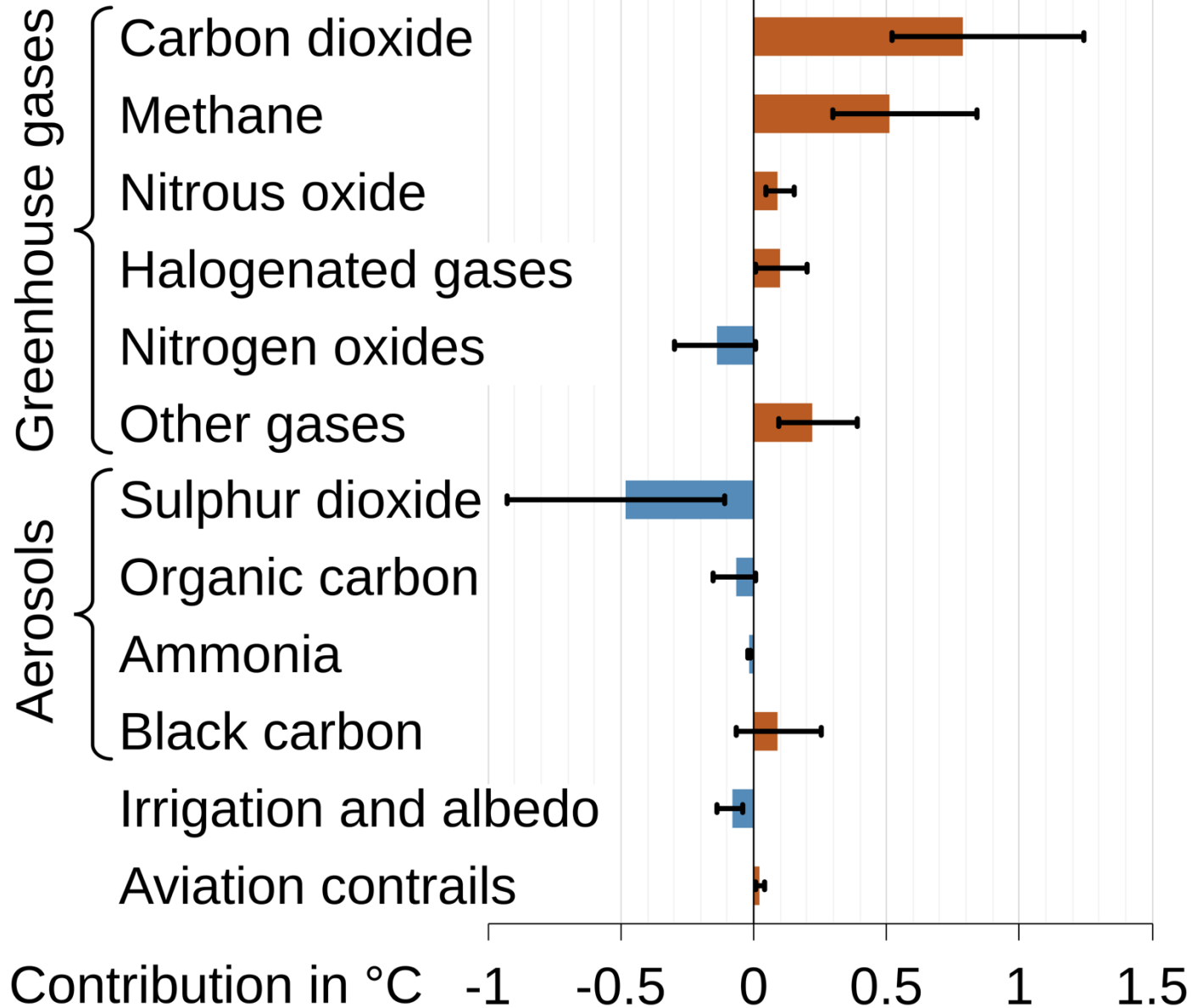
Carbon dioxide emissions by source since 1880



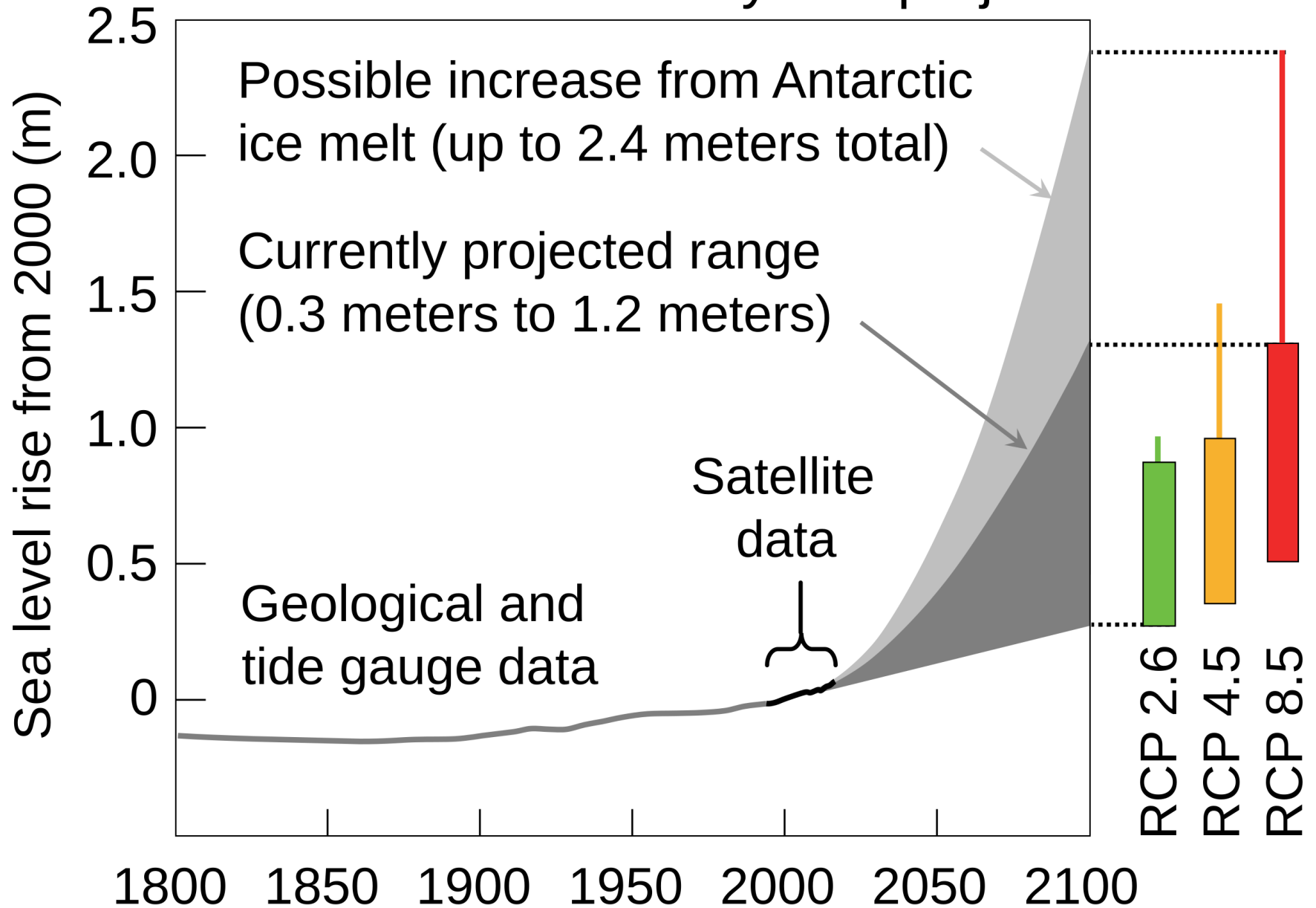
Global tree cover: annual loss



Physical drivers of climate change



Global sea level history and projections



Climate change impacts on the environment



Ecological collapse. Coral bleaching from thermal stress has damaged the Great Barrier Reef and threatens coral reefs worldwide.^[233]



Extreme weather. Drought and high temperatures worsened the 2020 bushfires in Australia.^[234]



Arctic warming. Permafrost thaws undermine infrastructure and release methane, a greenhouse gas.^[166]

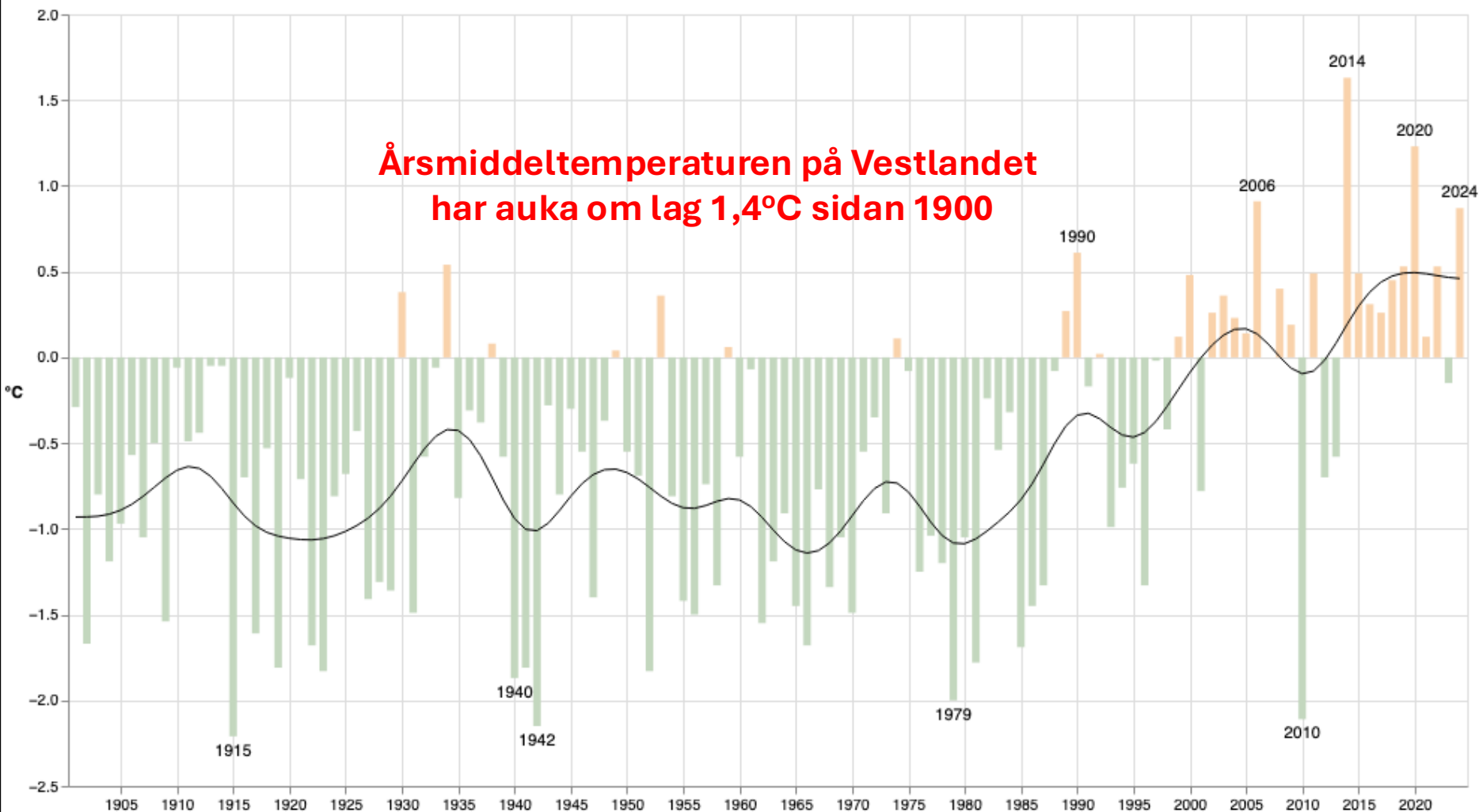


Habitat destruction. Many arctic animals rely on sea ice, which has been disappearing in a warming Arctic.^[235]

Temperaturavvik fra 1991-2020-normalen

Vestlandet – År

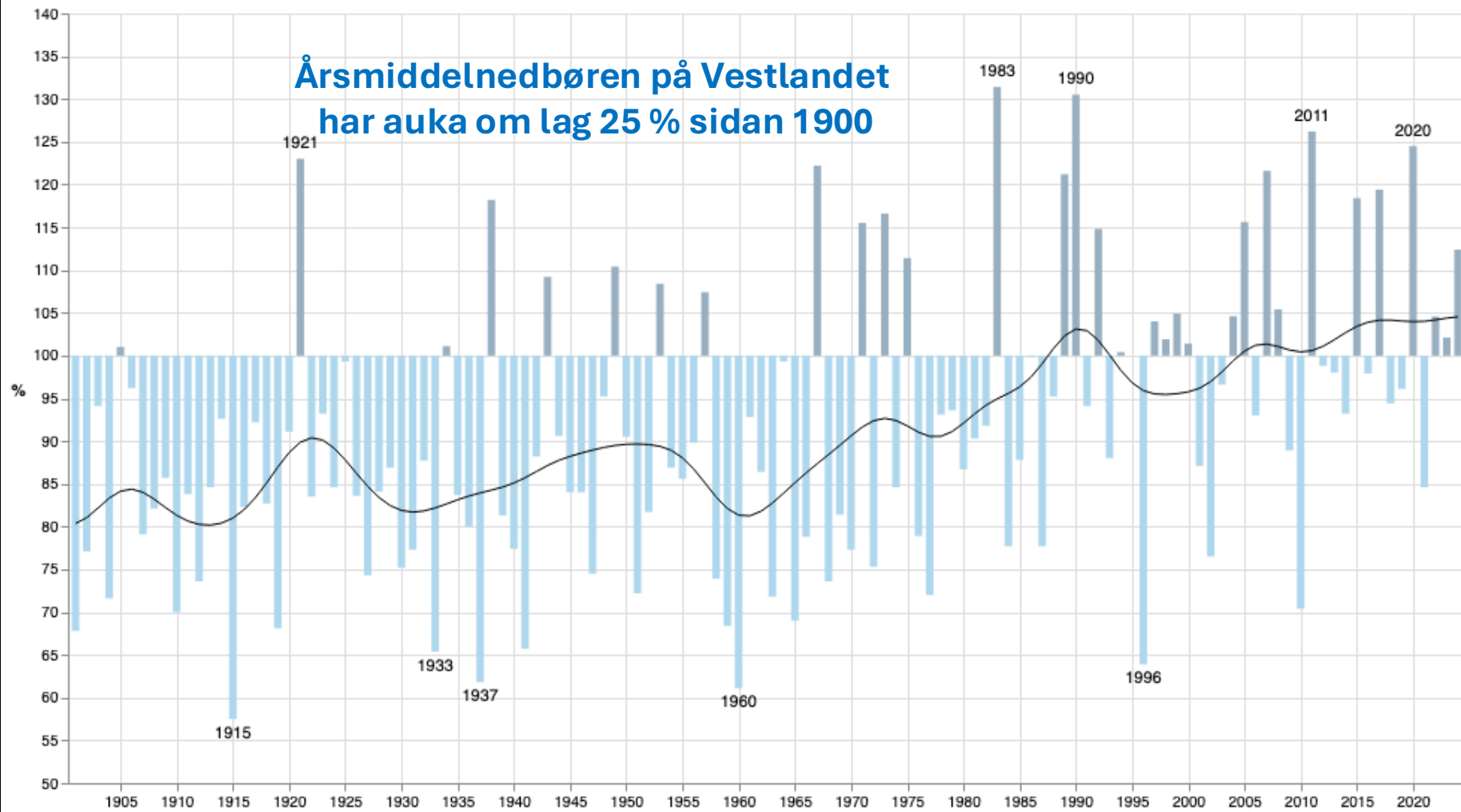
Årsmiddeltemperaturen på Vestlandet
har auka om lag 1,4°C sidan 1900

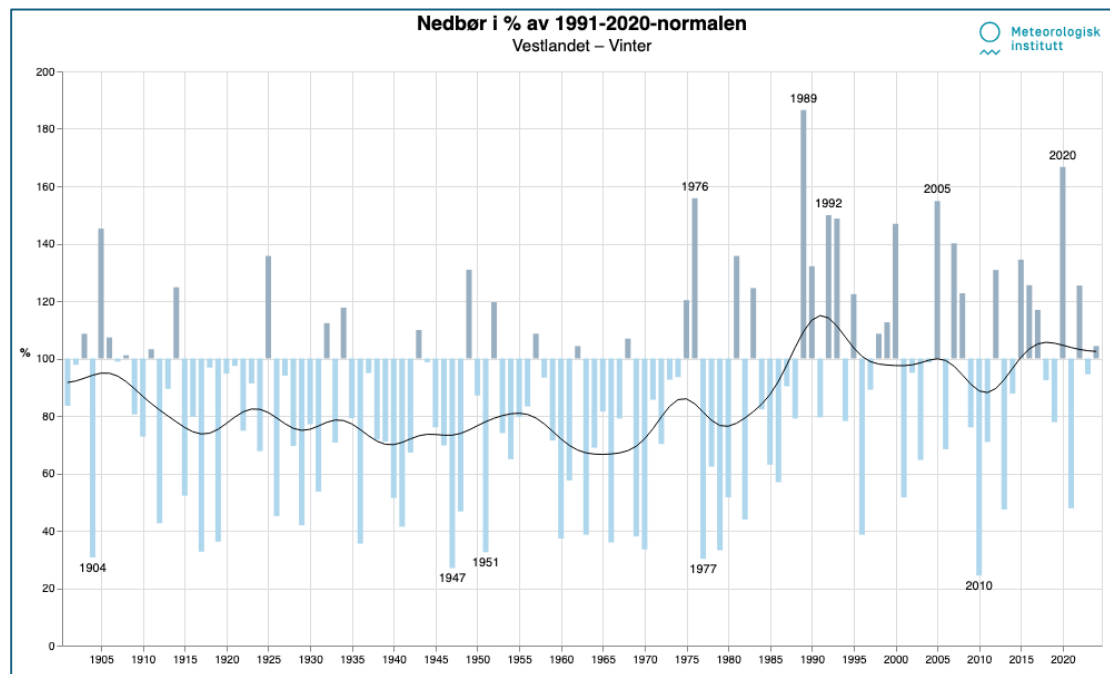
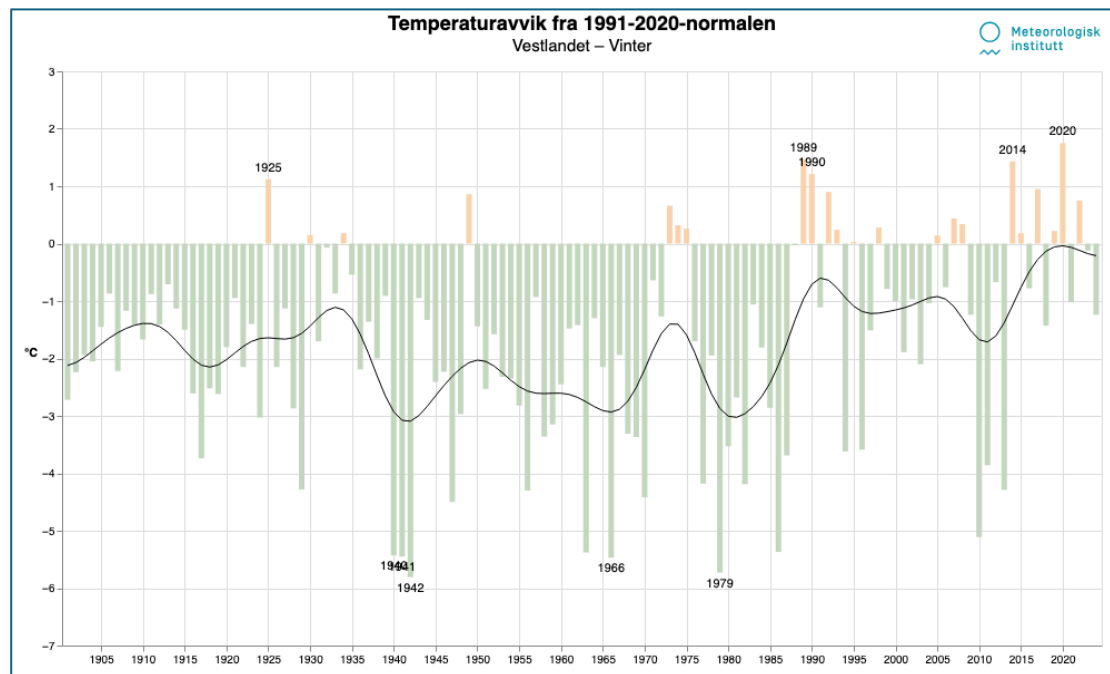


Nedbør i % av 1991-2020-normalen

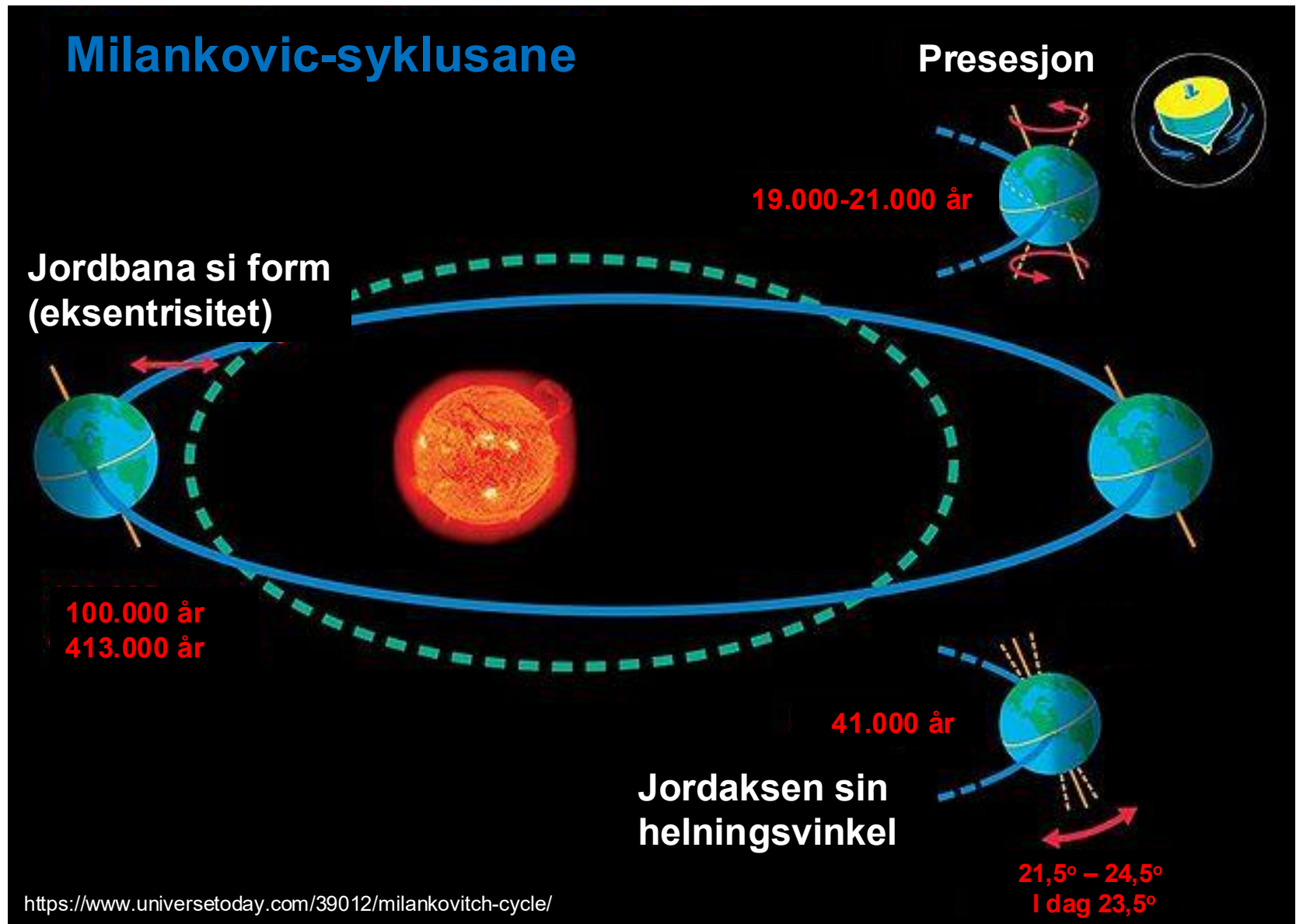
Vestlandet – År

Årsmiddelnedbøren på Vestlandet
har auka om lag 25 % sidan 1900



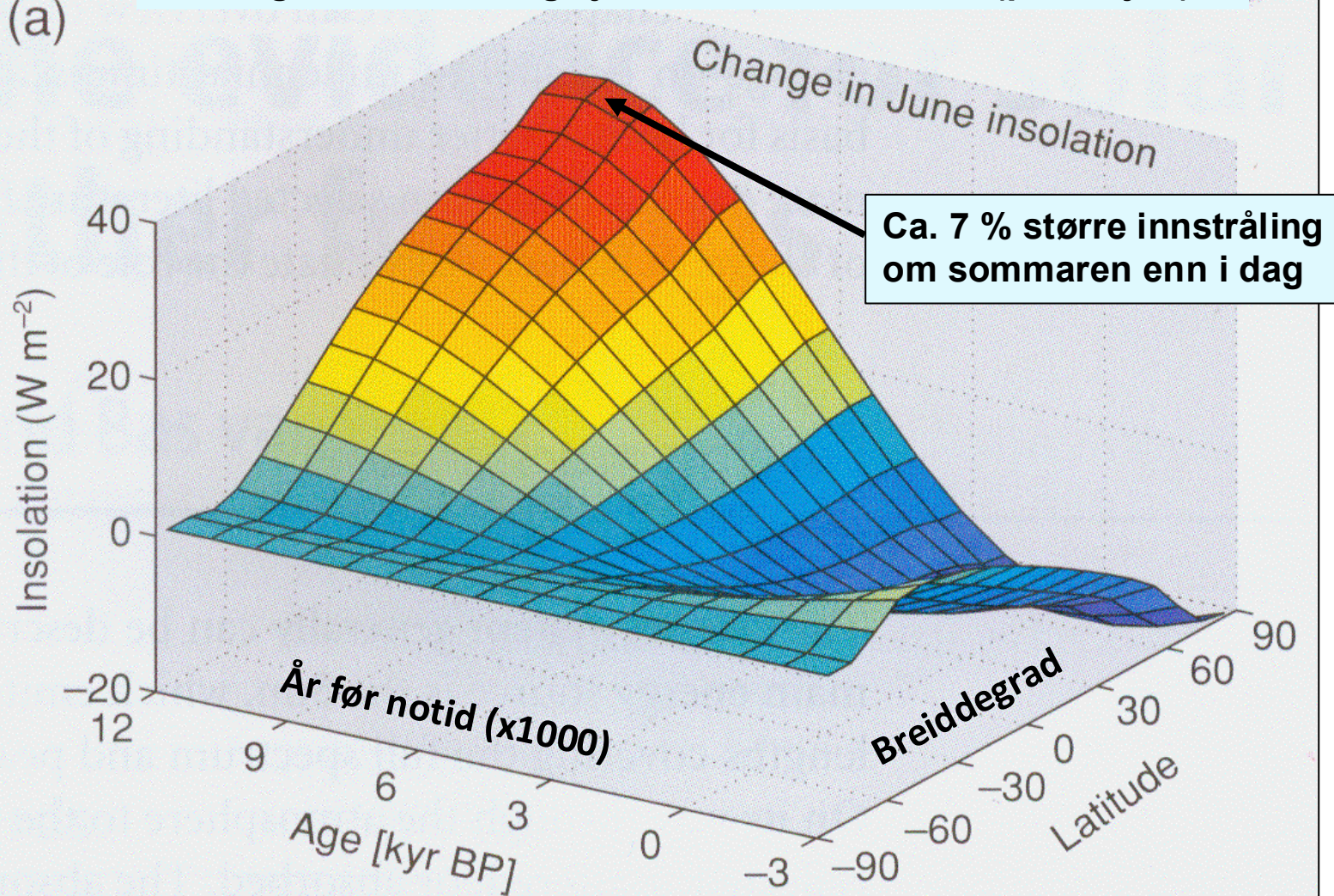


Orbital- (Milankovic-) syklusane – naturlege klimavariasjonar



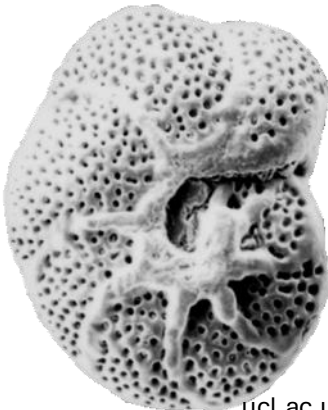
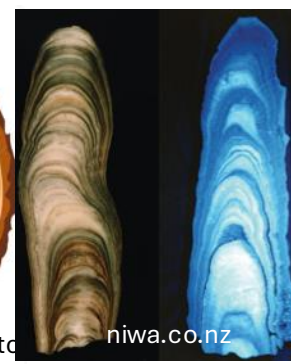
Endring i solinnstråling i juni dei siste 12.000 år (presesjon)

(a)

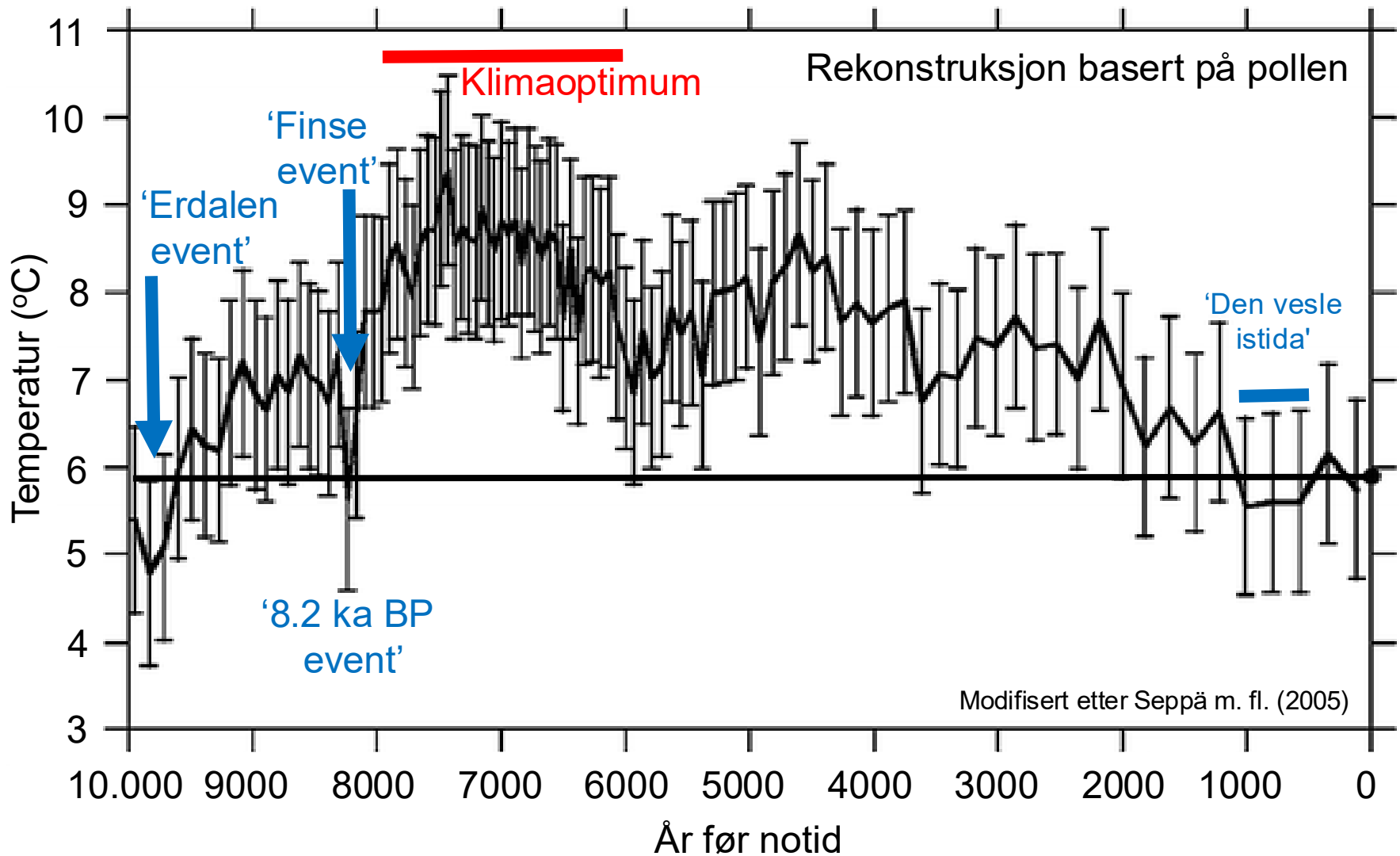


For å rekonstruere klimaet før perioden med historiske data og instrumentelle målinger må forskarar nytte indirekte data frå naturlege klima-arkiv:

- Data frå havbotnen (marine organismar, sedimentavleiringar)
- Landdata (sediment frå innsjøar, morenar, kalkutfellingar i grotter)
- Data frå innlandsisar og iskapper (iskjerner)
- Biologiske data (pollen, planterestar, insekt, treringar)
- Bein og skjelettrestar
- Historiske data (gardsdagbøker, kyrkjebøker, brev etc.)



Sommartemperatur (juli) i Skandinavia etter siste istid



A photograph of a man, Aage Paus, sitting on a grassy bank next to a lake. He is wearing a dark jacket and brown pants, and is pulling a green rope that extends across the water to a large, old, weathered log. The background features rolling hills with patches of green and brown vegetation under a blue sky with scattered clouds.

Aage Paus, UiB

9000 år gammel furustokk

Skavdalsfjellet, rett vest for Totlandsfjellet

413 moh.

4500 år gammel furustubbe



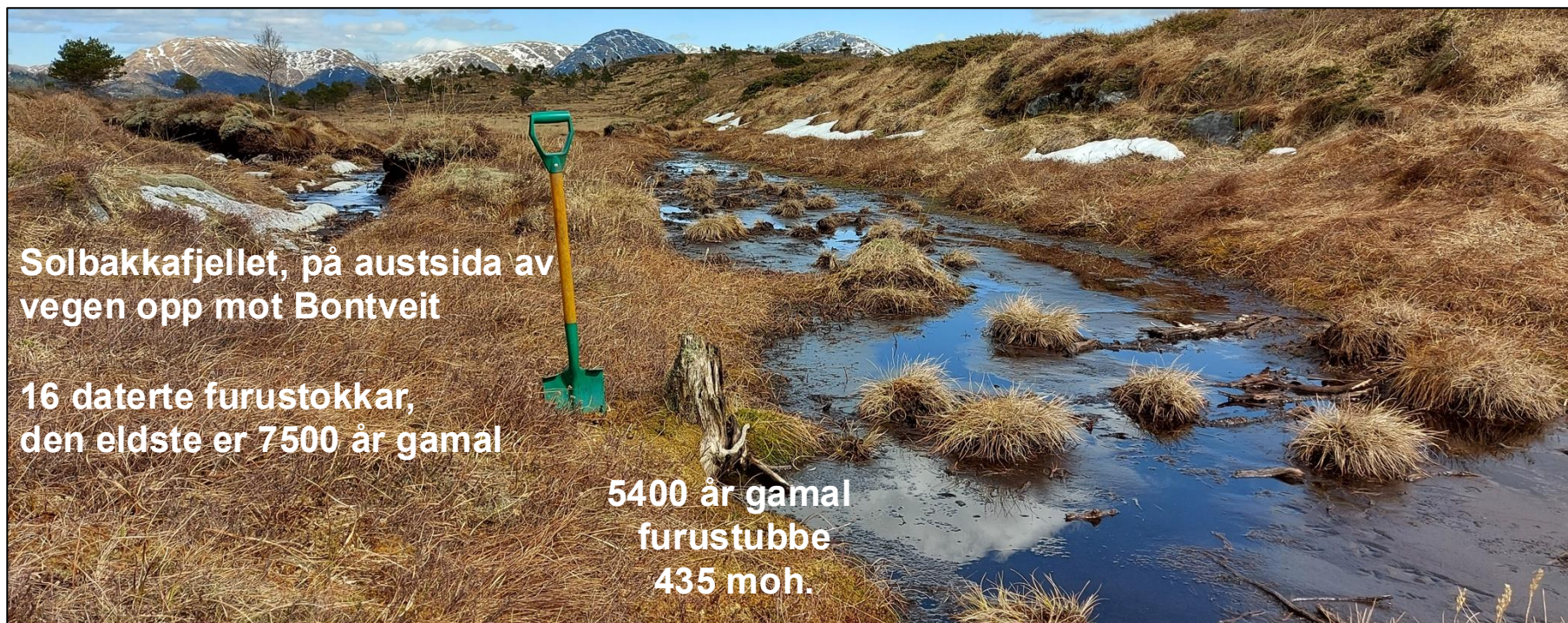
22 daterte furustokkar (6700 - 4100 år gamle)

Alle foto: Aage Paus, UiB

**Solbakkafjellet, på austsida av
vegen opp mot Bontveit**

**16 daterte furustokkar,
den eldste er 7500 år gammel**

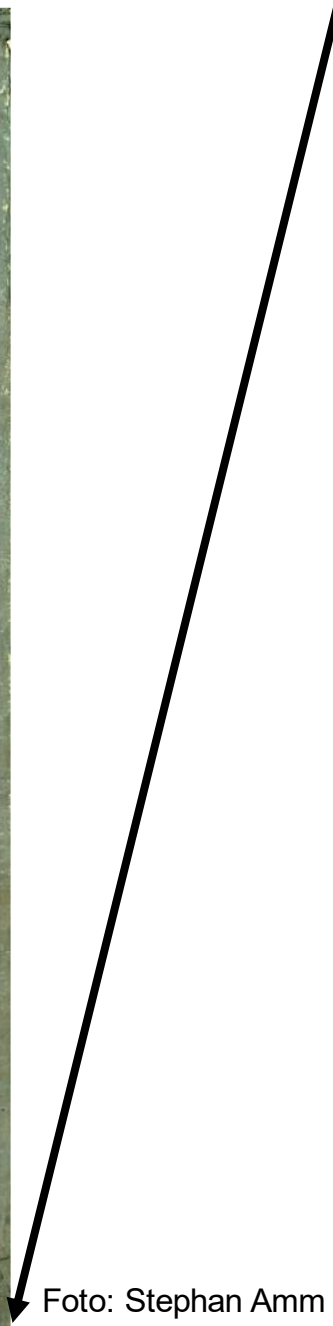
**5400 år gammel
furustubbe
435 moh.**



Kjerneprøve fra Kjøsnesfjorden, Jølstravatnet

Yngst

Drenerar frå den SV-lege
delen av Jostedalsbreen



← ~4735 år før notid

← ~6100 år før notid

← ~7810 år før notid

← ~9200 år før notid

Foto: Stephan Amm

Eldst

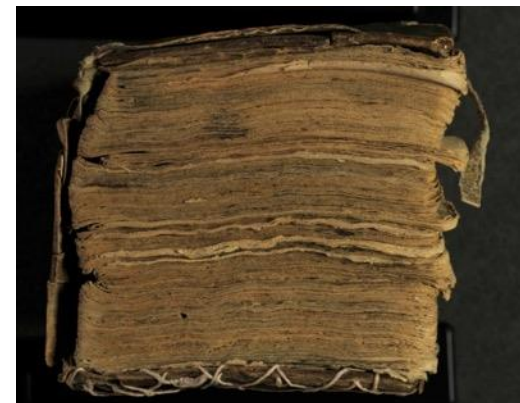
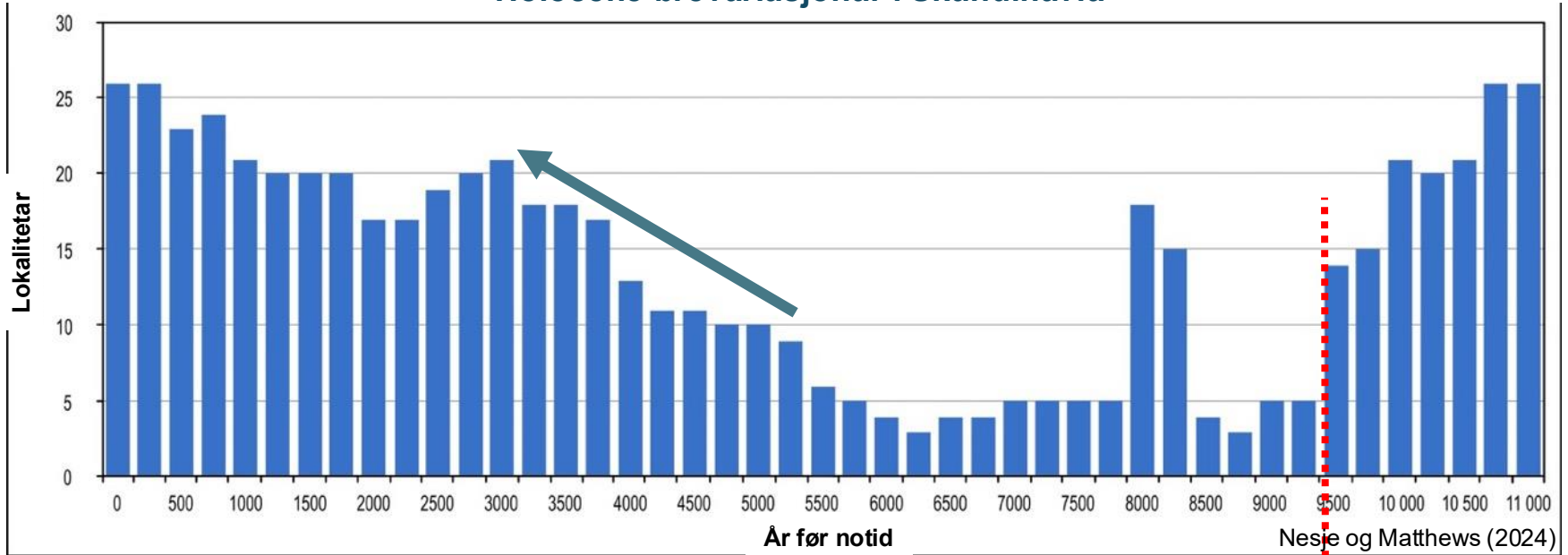
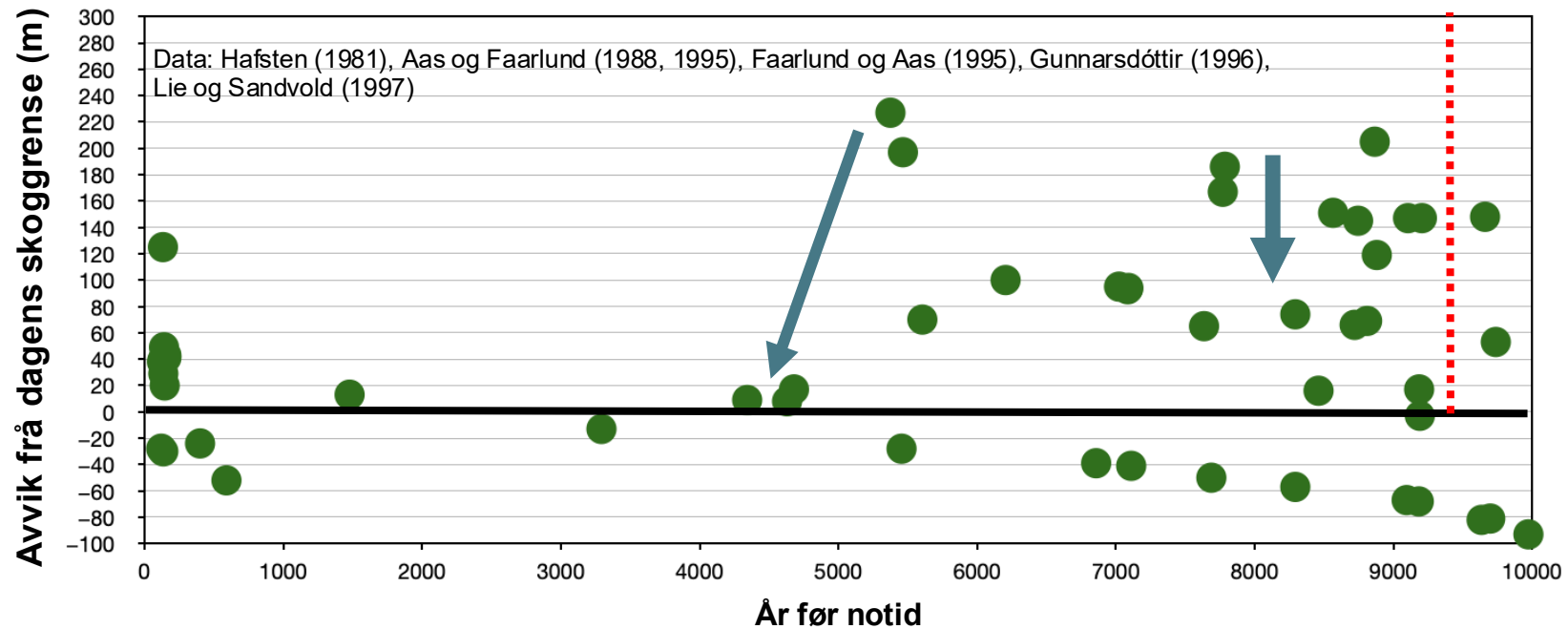


Foto: Chiara Palandri, Nasjonalbiblioteket

Holocene brevariasjonar i Skandinavia



Daterte furustokkar i Aust-Jotunheimen



Ekstremvær koster Norge milliarder av kroner årlig, med rekordhøye erstatninger på 7,4 milliarder for bygning/innbo i 2023 alene (bl.a. «Hans»), mens de siste ti årene har totalt kostet 35-38 milliarder, dekket av forsikringsselskaper. I tillegg kommer enorme samfunnskostnader til ødelagt infrastruktur (veier, broer, vann/avløp) som dekkes av det offentlige, med eksempler på 1,7 mrd. fra staten for «Hans». Kostnadene øker på grunn av klimaendringer, spesielt fra mer styrtregn som gir vannskader i byer, og inkluderer både direktekostnader og forebyggende tiltak. [🔗](#)

Forsikringsutbetalinger (Bygning & Innbo):

- **Totalt siste 10 år:** Rundt 35-38 milliarder kroner.
- **2023 («Hans»):** Rekordhøye 7,4 milliarder kroner i erstatninger.
- **2024 («Amy»):** Foreløpige 1,5-2,1 milliarder kun for bygning/innbo, pluss andre skader. [🔗](#)

Samfunnskostnader (Offentlige):

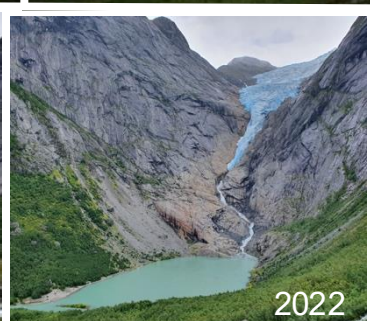
- **Infrastruktur:** Omfatter skader på veier, broer, vann og avløp, ofte dekket gjennom spesielle støtteordninger (skjønnsmidler), f.eks. 1,7 milliarder til kommunene etter «Hans».
- **Overvann:** Økende problemer med oversvømte kjellere og takvann i byer, en stor men ofte underrapportert kostnad for samfunnet. 

Hovedårsaker og Trender:

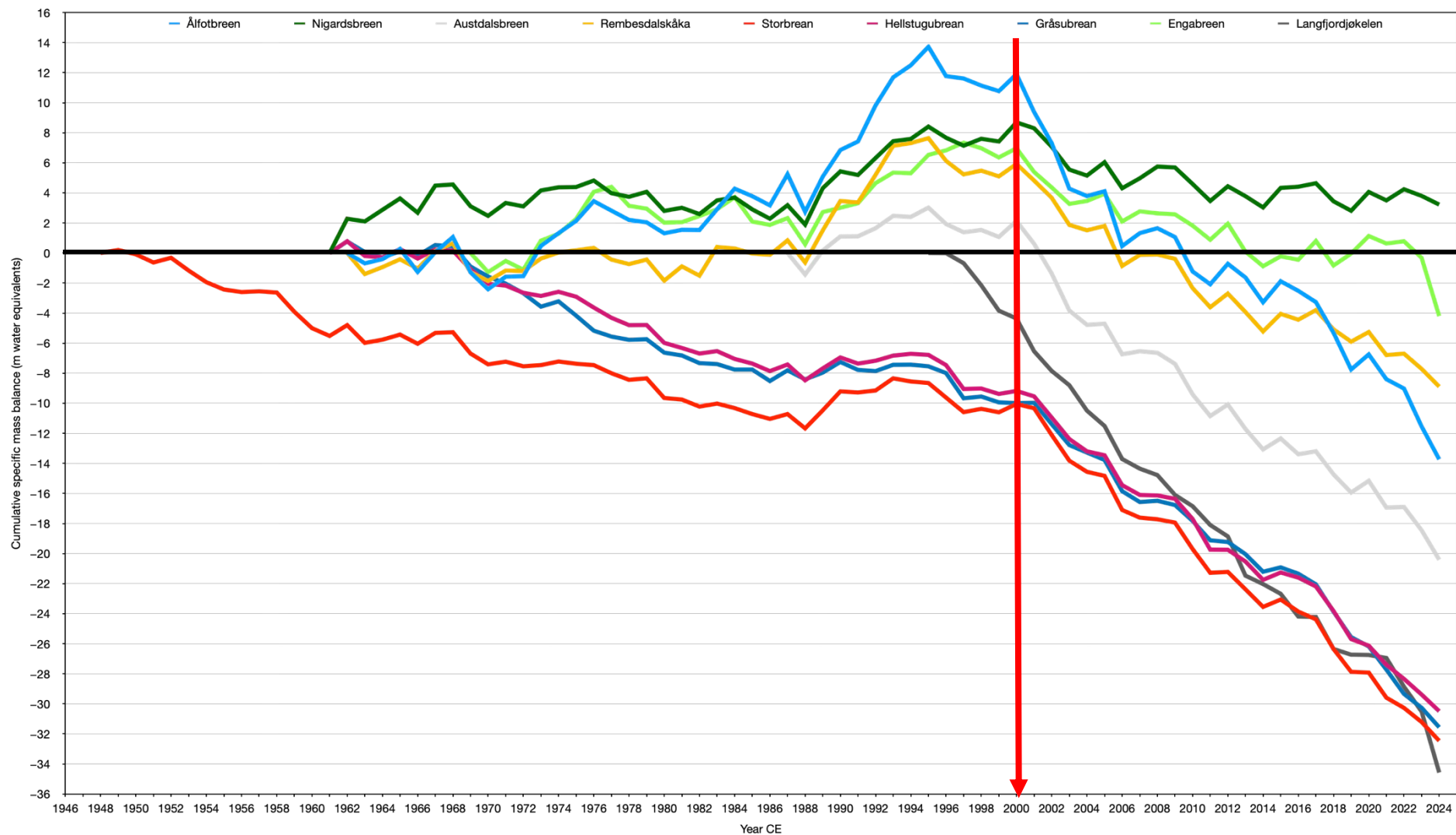
- **Klimaendringer:** Fører til hyppigere og kraftigere nedbør, noe som øker risikoen for flom, skred og styrtregn.
- **Forebygging:** Det er et sterkt behov for mer forebyggende arbeid og bedre arealplanlegging for å unngå de økende reparasjonskostnadene. 

Briksdalsbreen

Foto: Rune Rustøen (1997), Atle Nesje (2004, 2006-2017, 2021-2023), Kurt Erik Nesje (2005), Andreas Nesje (2018-2020, 2024), Rune Myklebust (2025)

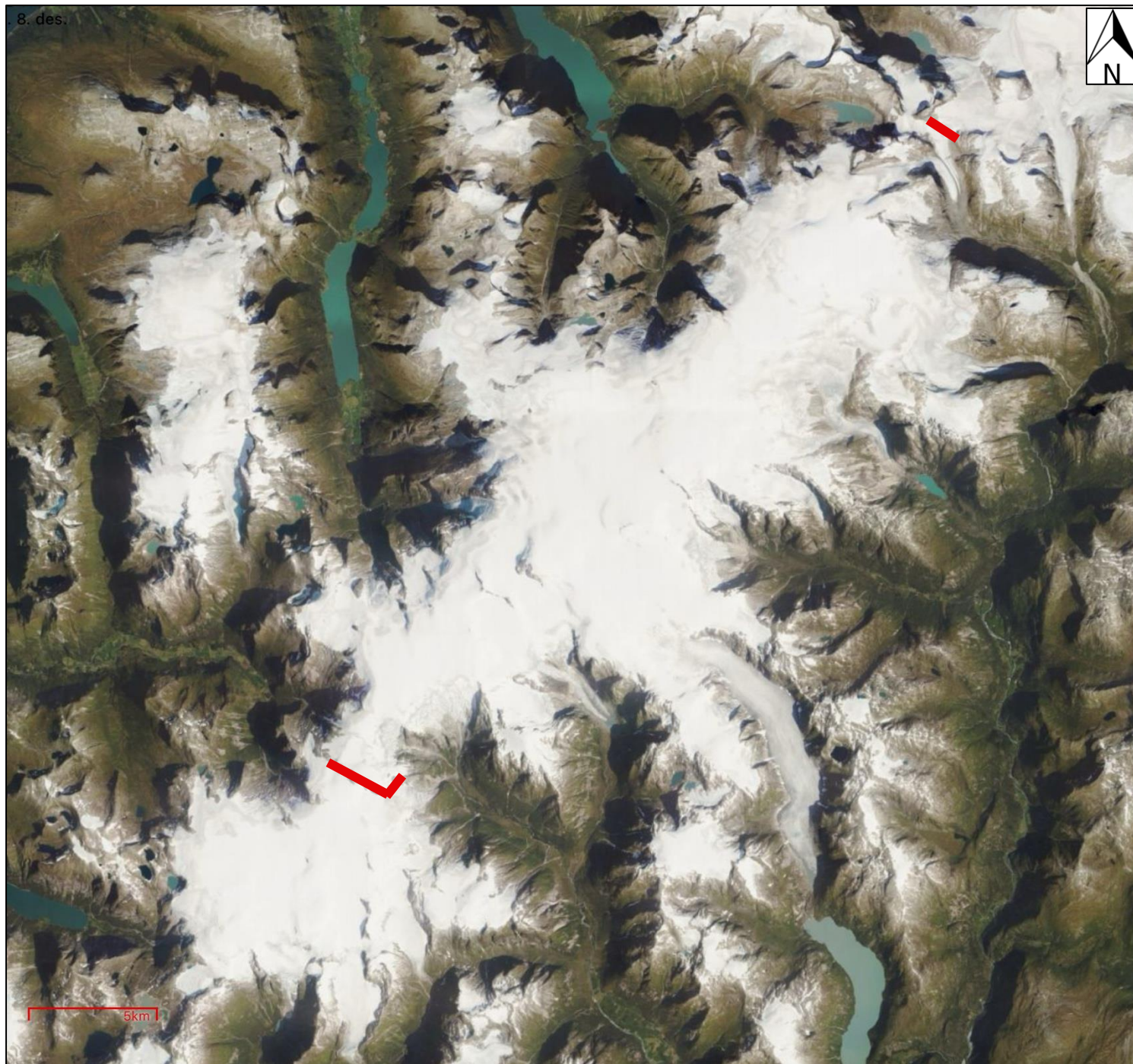


Kumulativ årleg (netto-) balanse på norske brear



Data: nve.no/bre

8. des.



5km



 Bings gryte

**Grense-
varden**

0 100 200 300 400
m

Sentrumpunkt: E7812 08418137
Koordinatsystem: ETRS89/ETRS83
Utsnittsdato: 05/04/2025



Lodalskåpa

Småttene

Lodalsbreen



500m

	Areal (km ²)	Prosent	Bretjuknad (m)		Volum (km ³)	Prosent
			Maksimal	Gjennomsnitt		
Jostedalsbreen	458,1	100	626	154	70,6	100
Nord	69,3	15	432	123	8,5	12
Sentral	309,6	68	626	161	49,9	71
Sør	79,3	17	518	155	12,3	17

Dei 10 største isbreane i dag (2022)

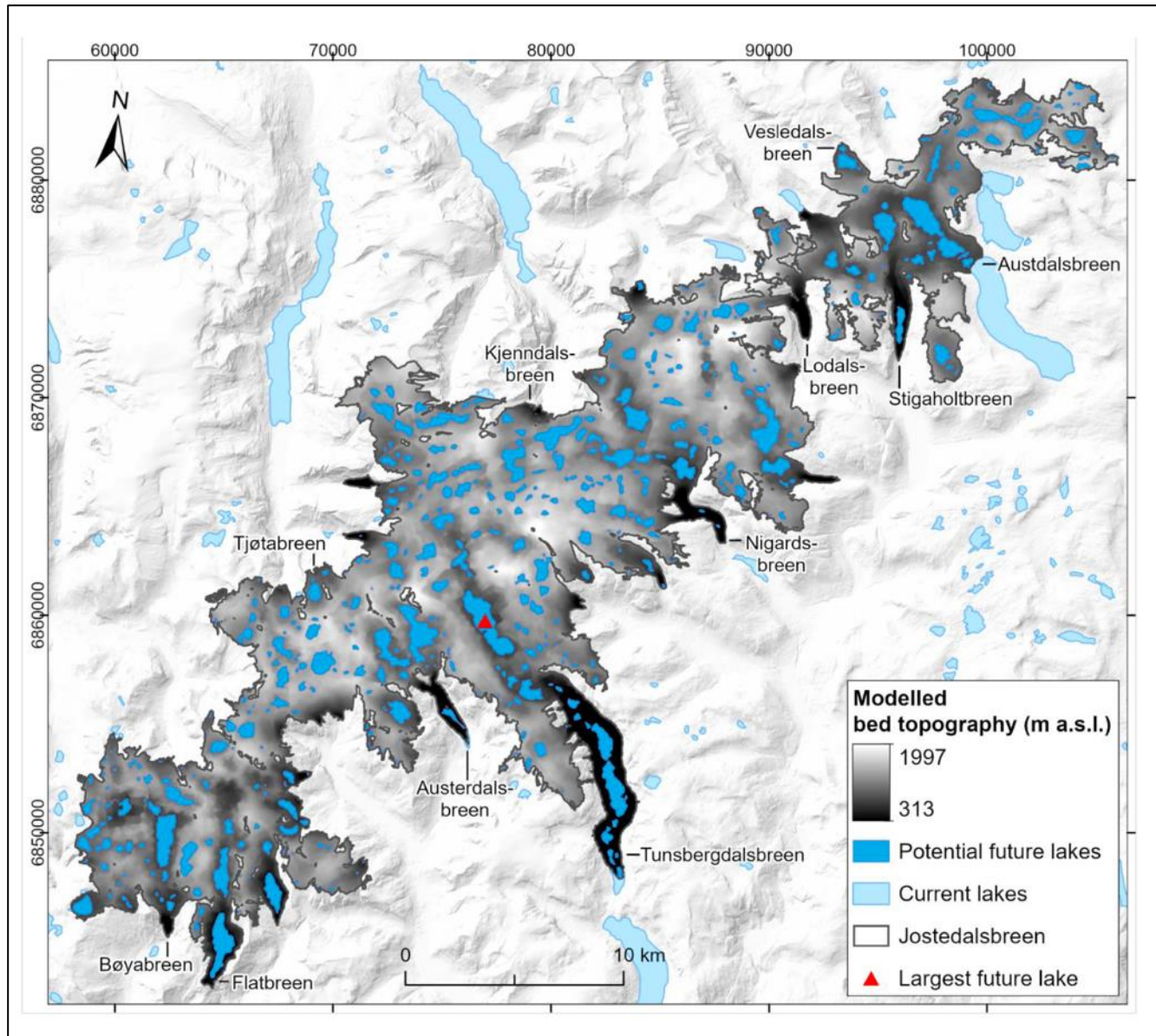
Namn	Areal (km ²)
1. Jostedalsbreen	458,1
2. Vestre Svartisen	190,2
3. Søndre Folgefonna	153,8
4. Østre Svartisen	125,1
5. Blåmannsisen	80,8
6. Hardangerjøkulen	64,1
7. Myklebustbreen	45,1
8. Okstindbreen	36,9
9. Øksfjordjøkelen	36,2
10. Nordre Folgefonna	23,9

Dei 10 største isbreane i framtida

Namn	Areal (km ²)
1. Jostedalsbreen Sentral	309,6
2. Vestre Svartisen	190,2
3. Søndre Folgefonna	153,8
4. Østre Svartisen	125,1
5. Blåmannsisen	80,8
6. Jostedalsbreen Sør	79,3
7. Jostedalsbreen Nord	69,3
8. Hardangerjøkulen	64,1
9. Myklebustbreen	45,1
10. Okstindbreen	36,9

Jostedalsbreen (Sentral) vil framleis vere Noregs største bre!

Om lag 65 km² (14 %) av dagens breareal (458 km²) kan verte innsjøar dersom heile Jostedalsbreen smeltar vekk



Natt til 10. oktober 2025 delte fronten til Briksdalsbreen seg i to

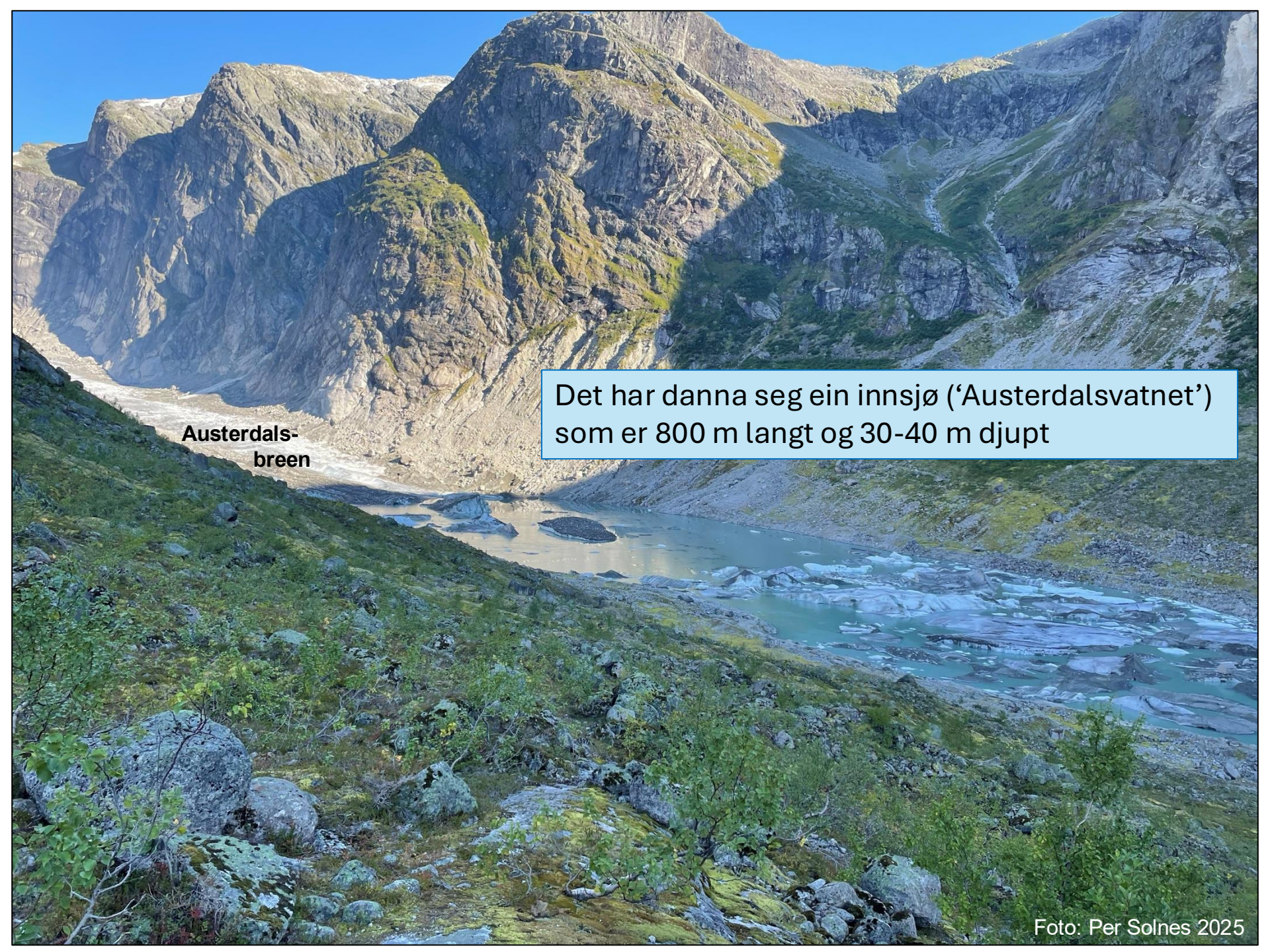


Foto: Magnar Øren

Kva skjer med Austerdalsbreen?

2024

Brefronten i 2000



**Austerdals-
breen**

Det har danna seg ein innsjø ('Austerdalsvatnet')
som er 800 m langt og 30-40 m djupt

Austerdalsbreen - 2327



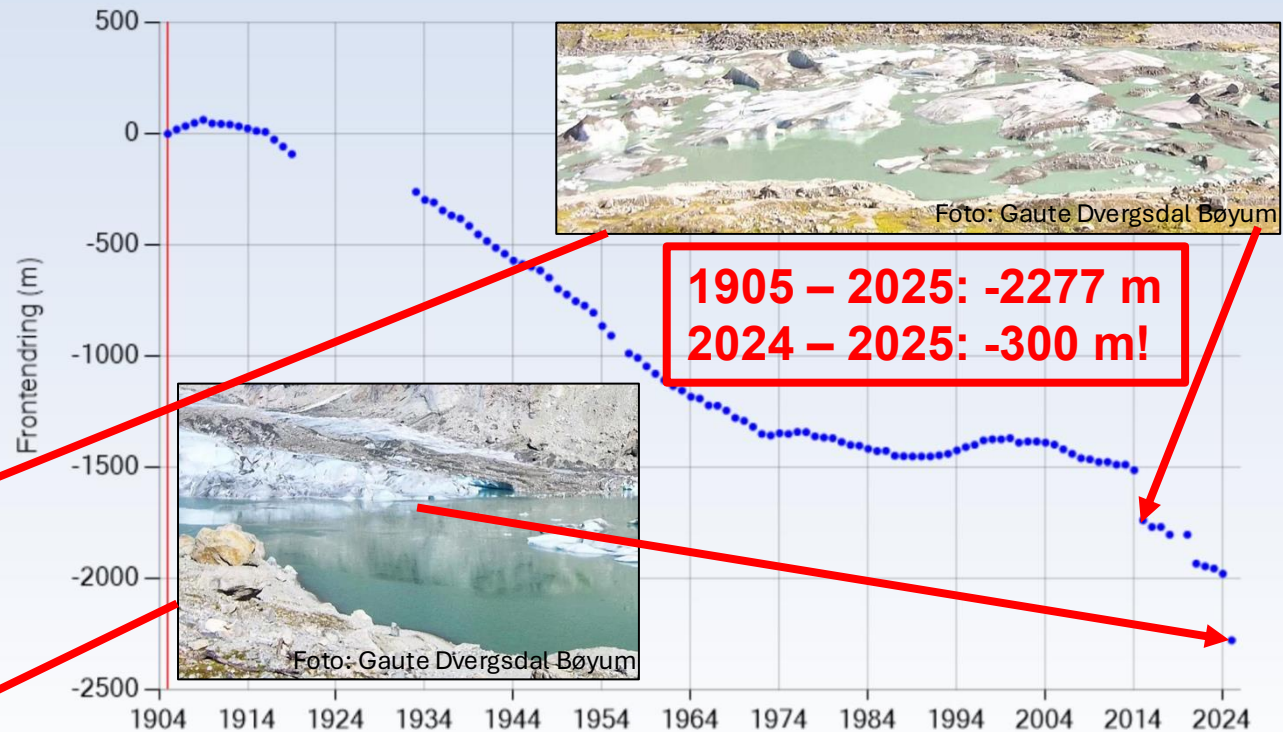
Austerdalsbreen er en utløper av Jostedalsbreen. Målinger av frontposisjon startet i 1905 og ble målt til 1919. Fra 1933 er det en sammenhengende serie av observasjoner fra breen. Endring i perioden 1919-33 er estimert fra avstanden mellom fastpunktet brukt 1905-19 og varde satt opp i 1933. Det store spranget 2014-15 skyldtes av den fremste, morenedekte delen av bretunga ble avsnørt, mens den store endringen 2024-25 skyldtes at den fremstikkende delen av midtmorena knakk av.

Areal

Frontendring

1989	-1	-1450
1990	0	-1450
1991	0	-1450
1992	5	-1445
1993	7	-1438
1994	15	-1423
1995	15	-1408
1996	10	-1398
1997	20	-1378
1998	5	-1373
1999	0	-1373
2000	5	-1368
2001	-20	-1388
2002	5	-1383
2003	0	-1383
2004	-5	-1388
2005	-9	-1397
2006	-21	-1418
2007	-20	-1438
2008	-20	-1458
2009	-5	-1463
2010	-12	-1475
2011	0	-1475
2012	-12	-1487
2013	0	-1487
2014	-25	-1512
2015	-225	-1737
2016	-30	-1767
2017	0	-1767
2018	-35	-1802
2020	0	-1802
2021	-130	-1932
2022	-12	-1944
2023	-10	-1984
2024	-23	-1977
2025	-300	-2277

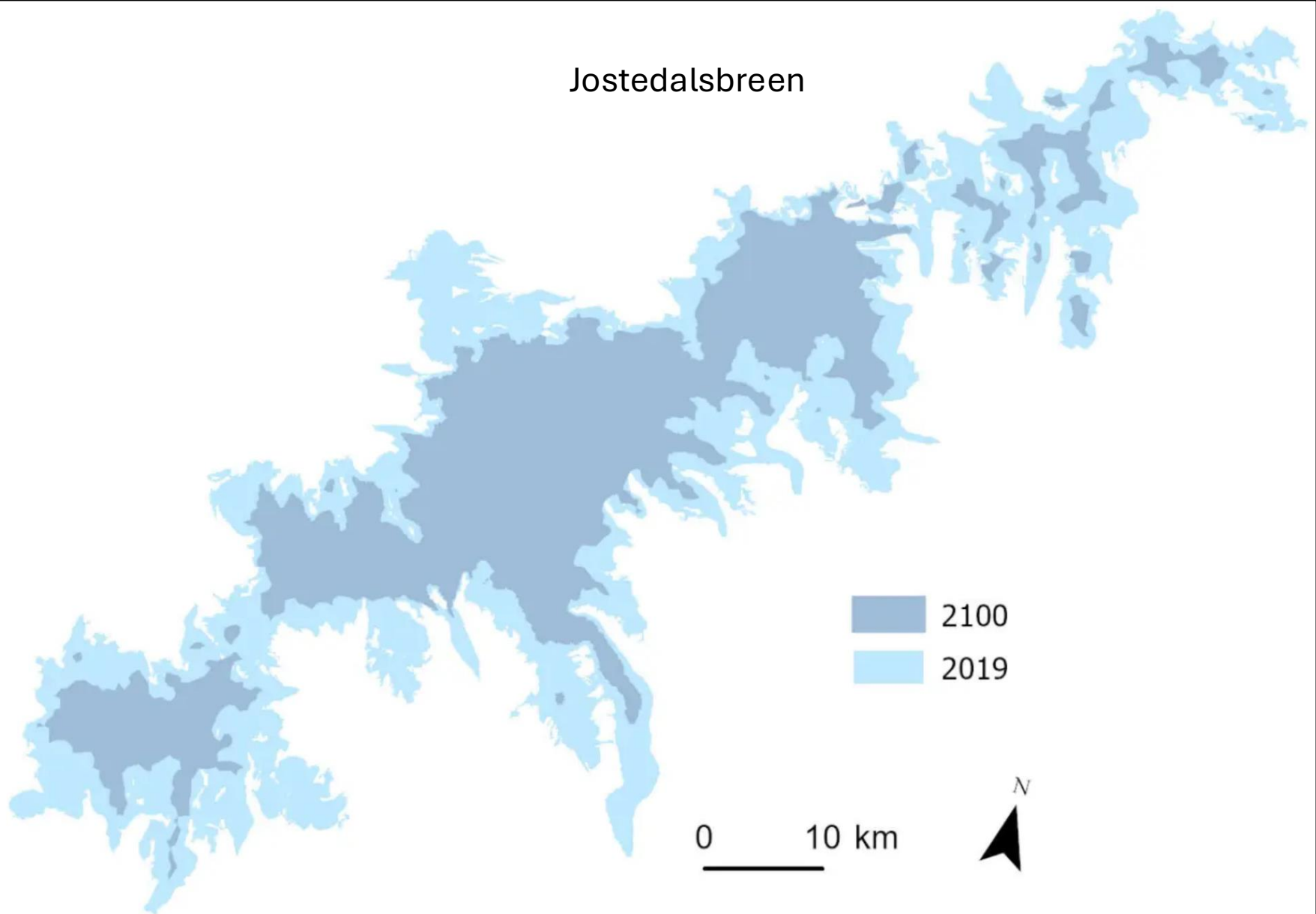
Austerdalsbreen kumulativ frontendring 1905-2025





Eit følge på veg inn til Austerdalsbreen. Dette er frå den siste turen Gaute Dvergdsdal Bøyum guida i 2024.

FOTO: GAUTE DVERGSDAL BØYUM / MOUNTAINGOAT GUIDING



Jostedalsbreen i dag og i 2100 med middels høyt utslippsscenario. Breen deler seg i en rekke mindre deler og brearmene trekker seg flere kilometer tilbake. (Figur: Jostice)

Breiar i Alpene

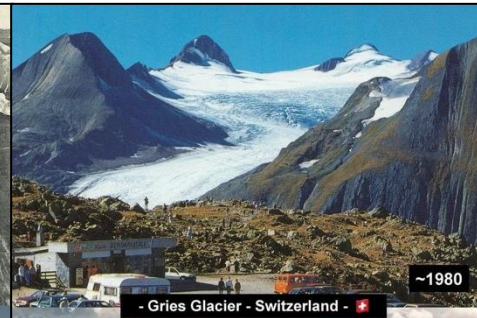
Glaciers in the European Alps



~1935



~1900



~1980



1906



2022



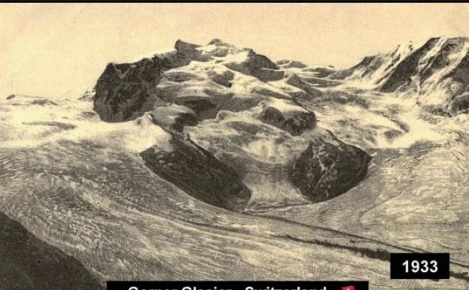
2022



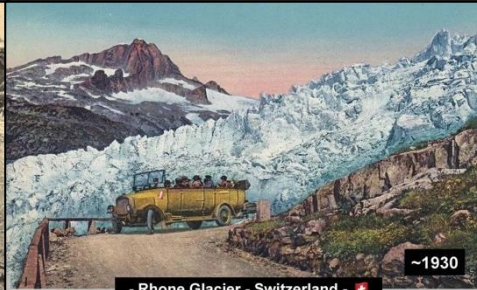
2022



2022



1933



~1930



1948



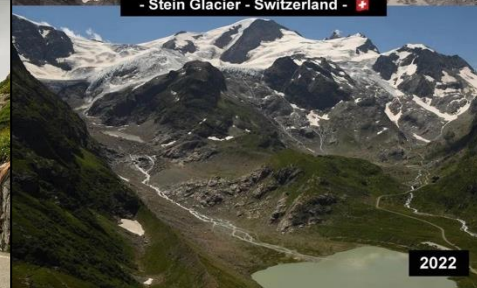
1924



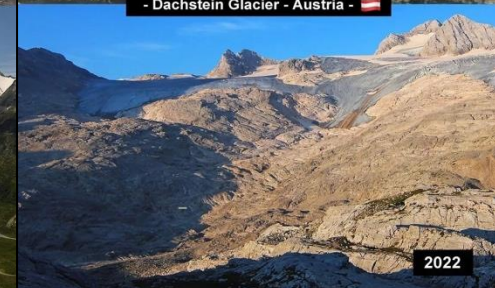
2022



2022



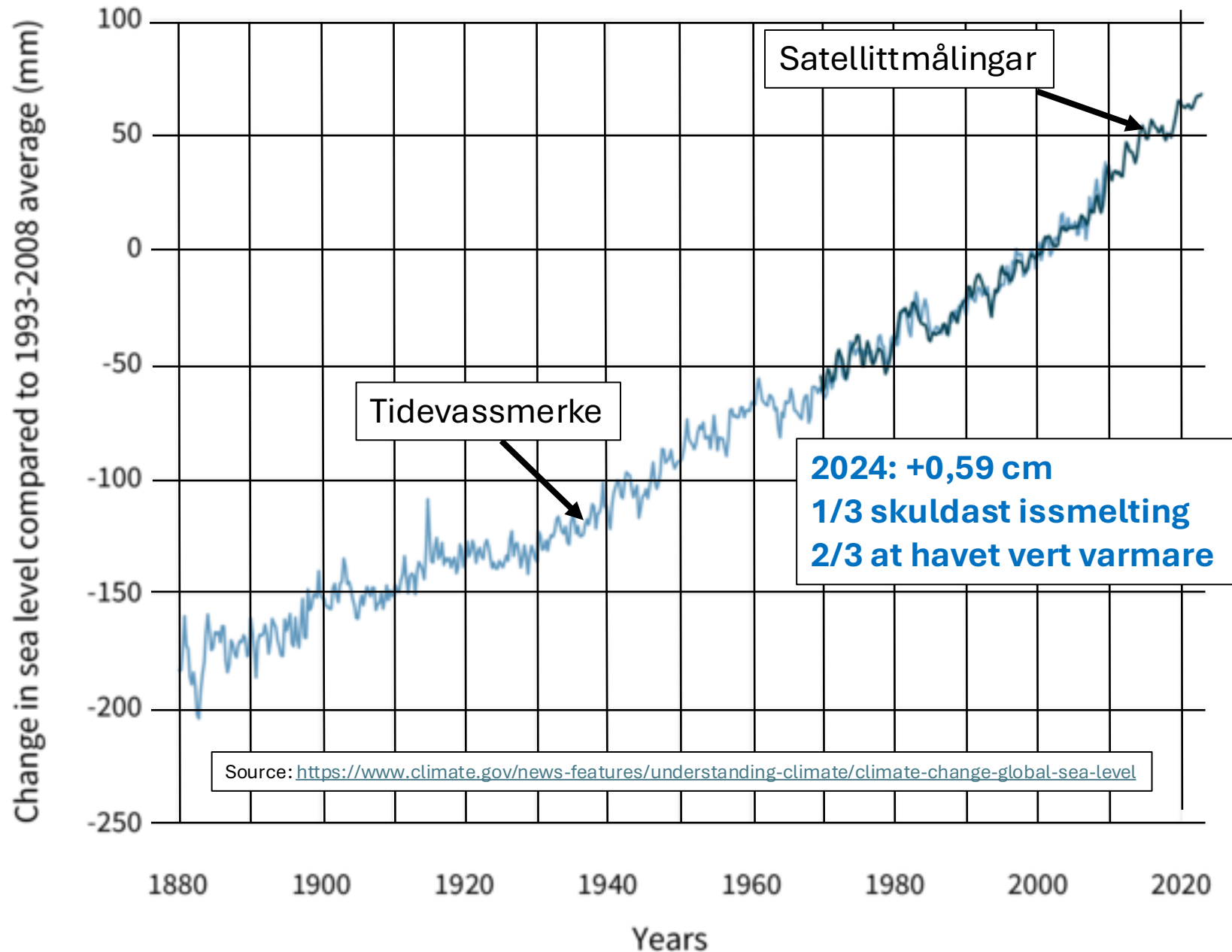
2022

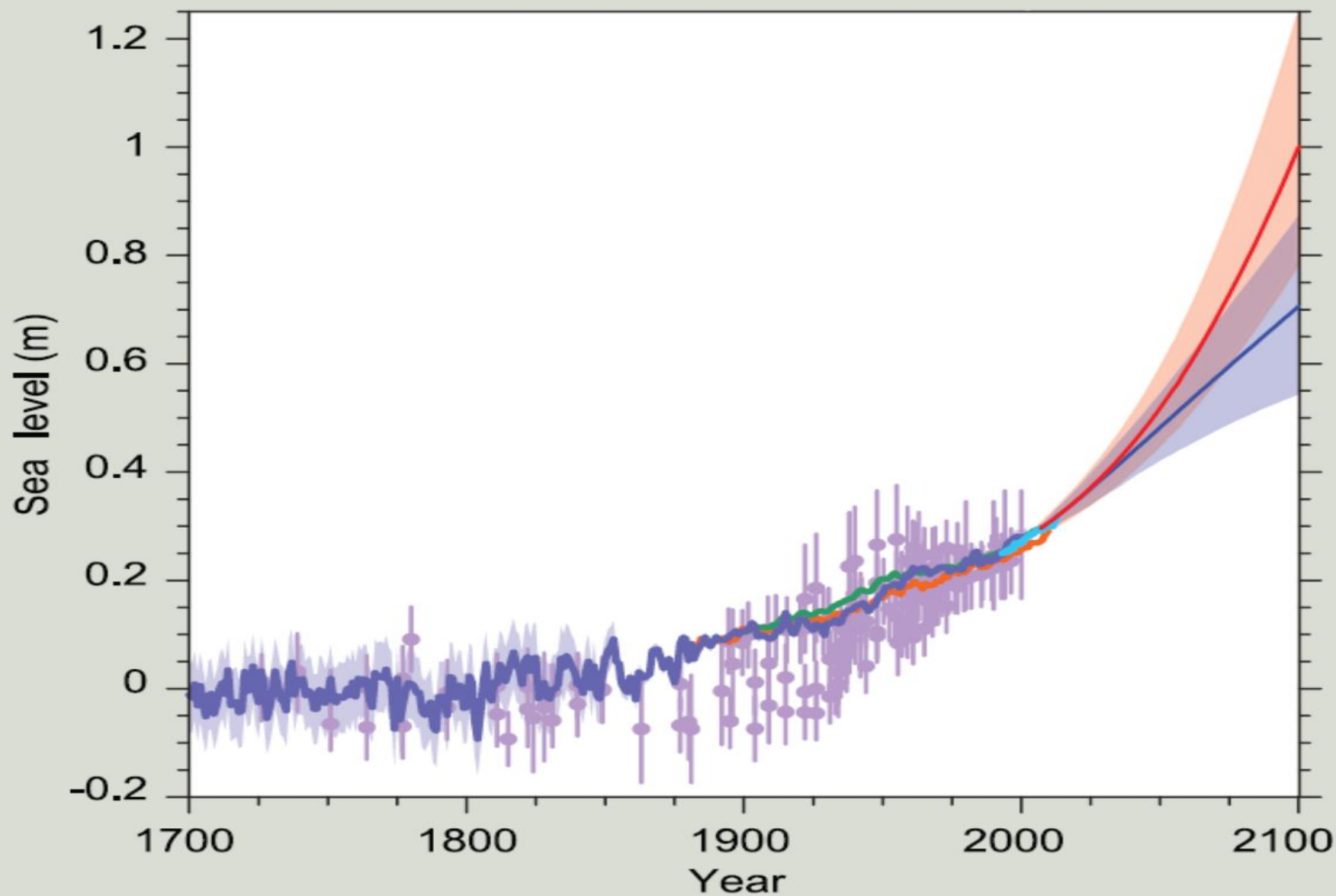


2022

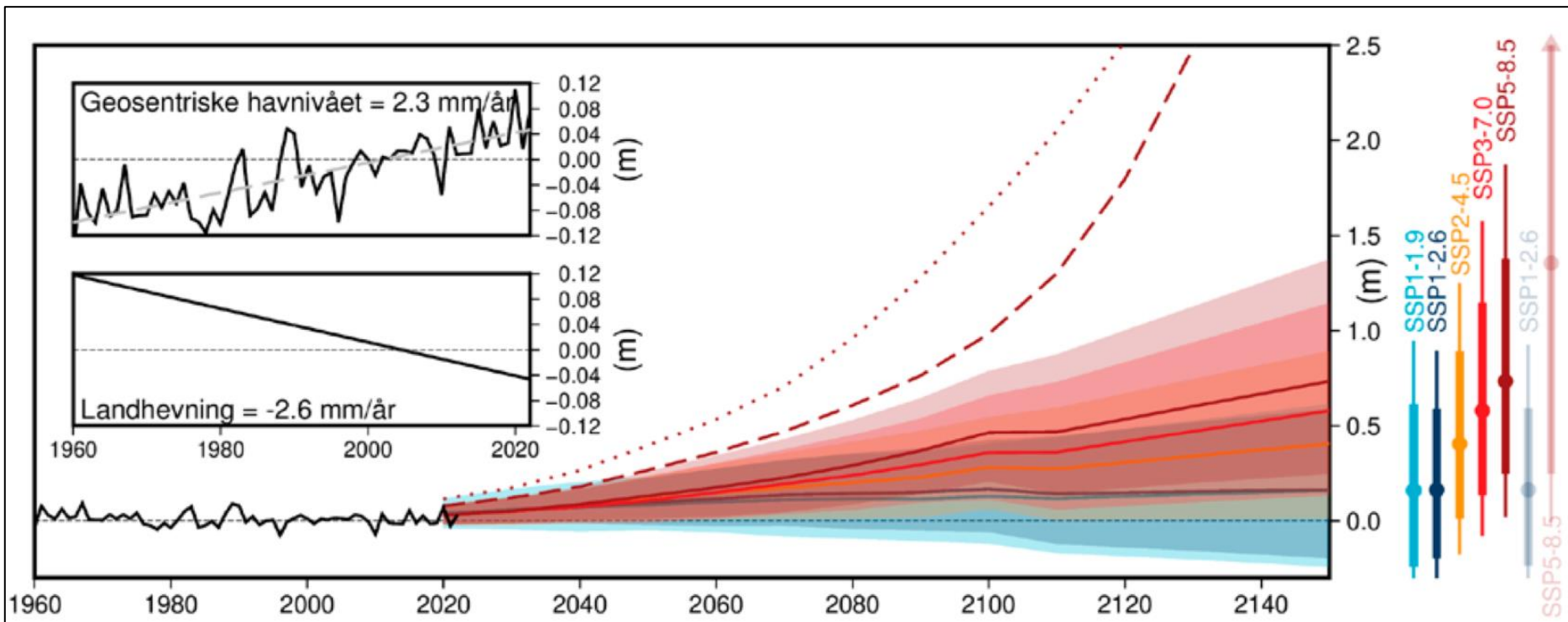
GLOBAL SEA LEVEL

Globale havnivåendringer





Compilation of paleo sea level data (purple), tide gauge data (blue, red and green), altimeter data (light blue), and central estimates and likely range for projections of global mean sea level rise from the combination of CMIP5 and process-based models for RCP2.6 (blue) and RCP8.5 (red) scenarios, all relative to pre-industrial values. (Source: IPCC (2013) Technical Summary)



Figur 7.4.2 Observert og framskrivninger av kystgjennomsnittlig relativ havnivåendring for Norge. Det geosentriske havnivået har vært i balanse med landhevning i perioden 1960 til 2022, noe som betyr at kystgjennomsnittlig relativt havnivå har vært stabilt. På hovedgrafen er median (50 %; vist som kurver) og sannsynlig utfallsrom (17–83 %; vist som fargeområder) gitt for framskrivninger med middels faglig sikkerhet og for ulike utslippsscenarioer. For det svært høye utslippsscenarioet SSP5-8.5 vises også framskrivninger for et utfall med lav sannsynlighet, men stor konsekvens, som innebærer raskere istap fra innlandsisen i Antarktis (gitt som 83 og 95 persentiler av framskrivningene med lav faglig sikkerhet, vist som stiplede kurver). Søylene til høyre viser 17–83 % (tykke søyler) og 5–95 % (tynnere kurver) for framskrivninger med middels faglig sikkert (solide farger) og lav faglig sikkert (lett skyggelagt) for 2150. Referanseperioden er 1995–2014.



I FULL FYR: Om lag 200 aktive skogbranner herjer for øyeblikket i Canada. Her fra en av brannene i provinsen Manitoba, 27. mai. Foto: Reuters / NTB