



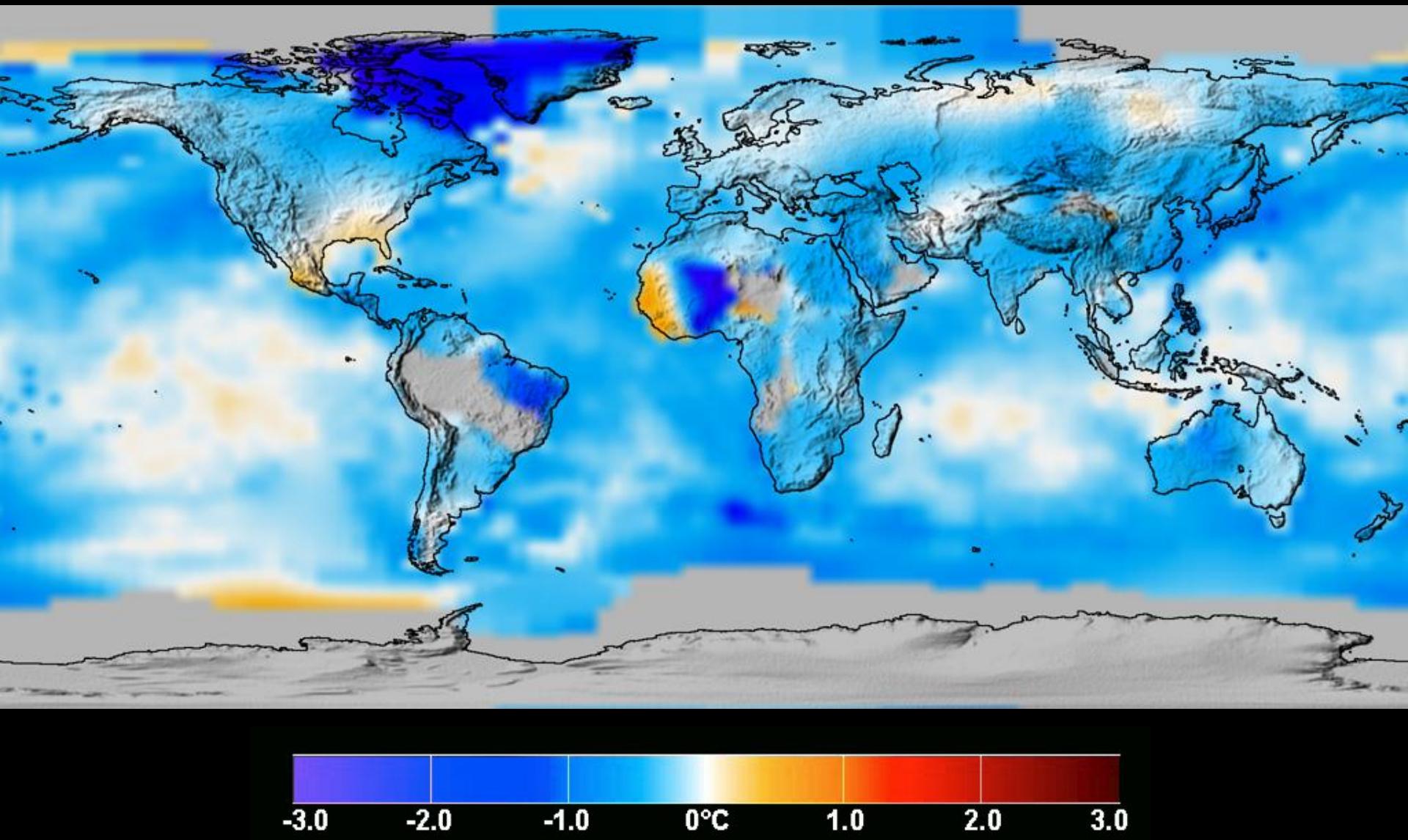
Bjerknes Centre
for Climate Research



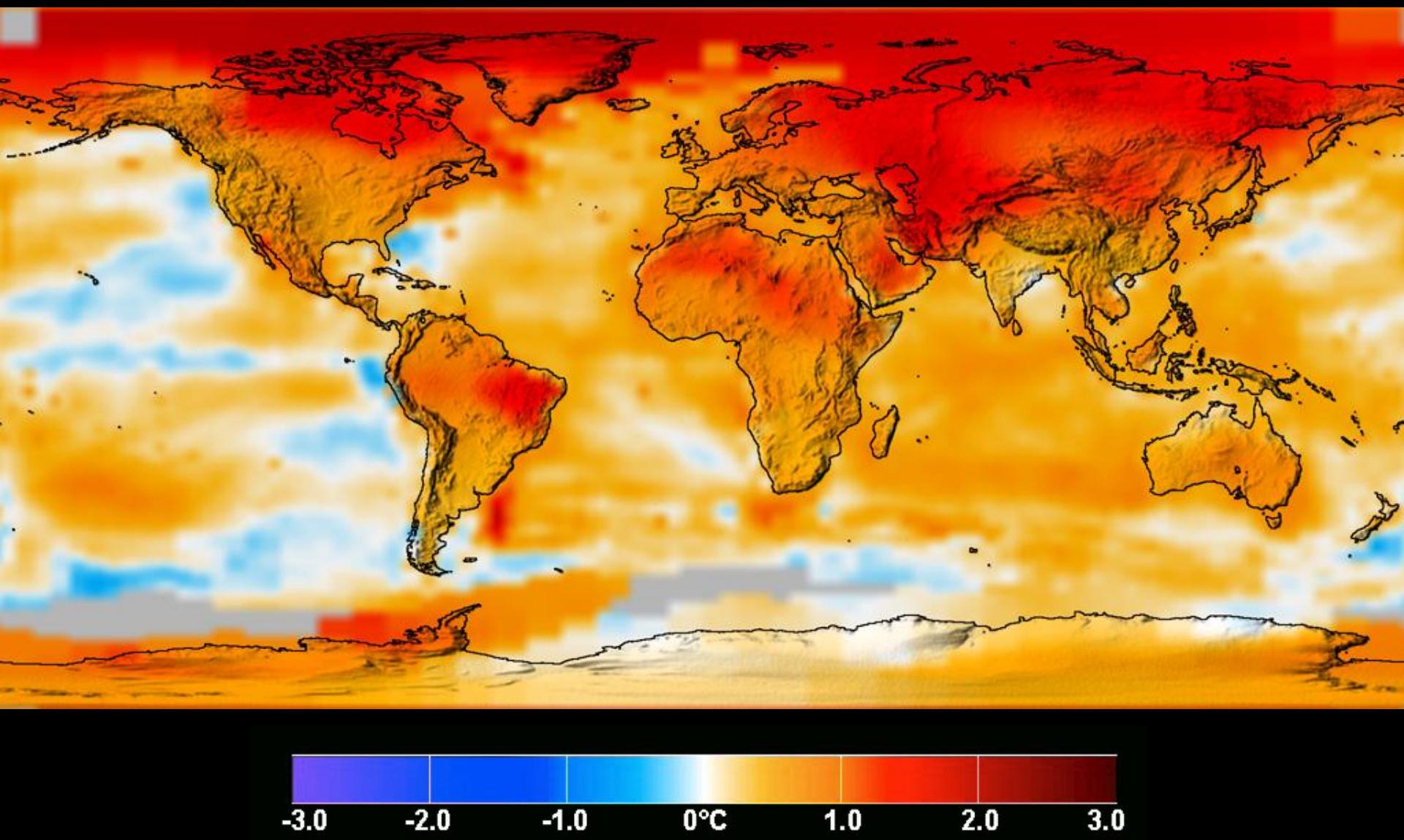
Klimaendringer i polare områder

Helge Drange
helge.drange@gfi.uib.no

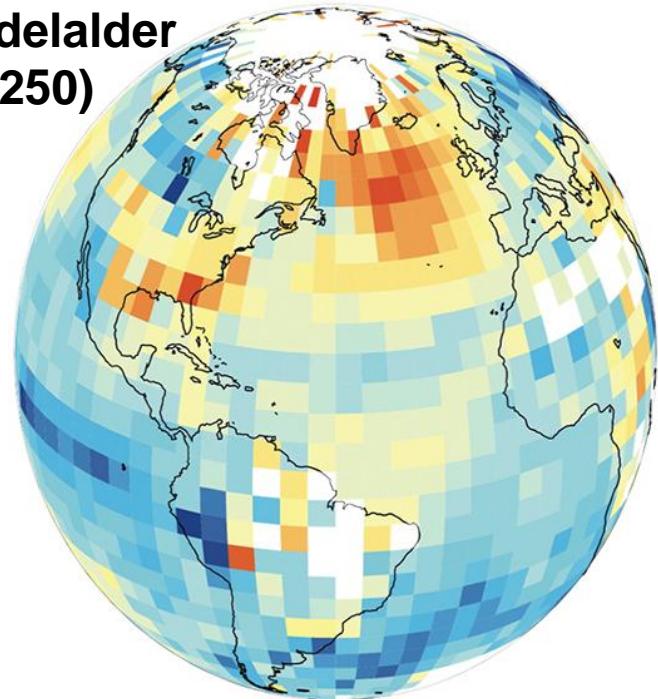
For 100 år siden (1904-1913)



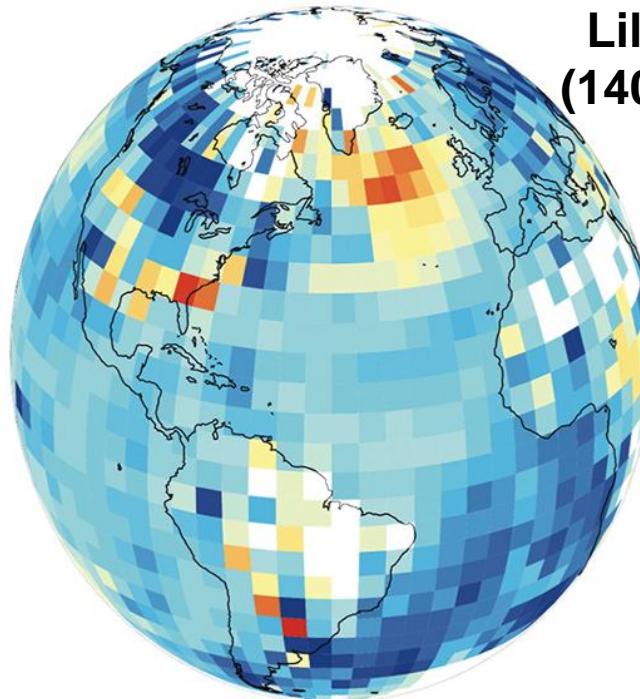
Siste tiår (2004-2013)



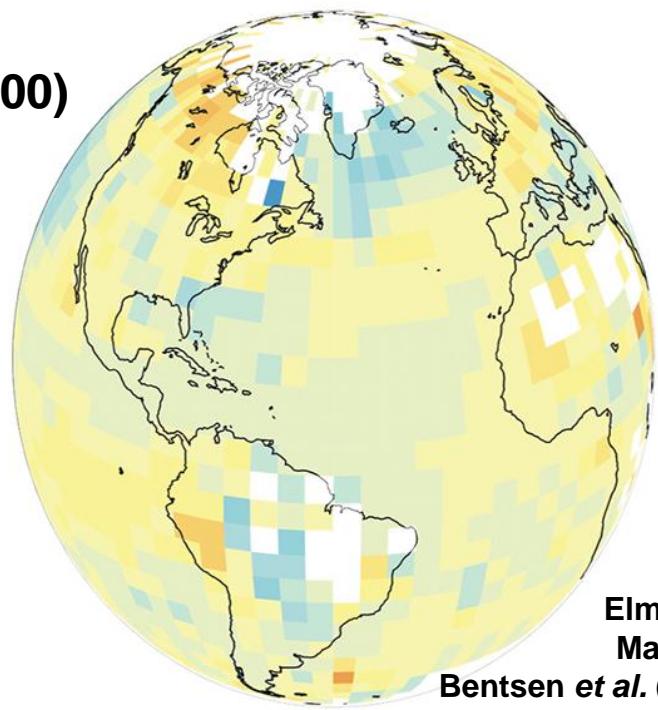
Varm middelalder
(950-1250)



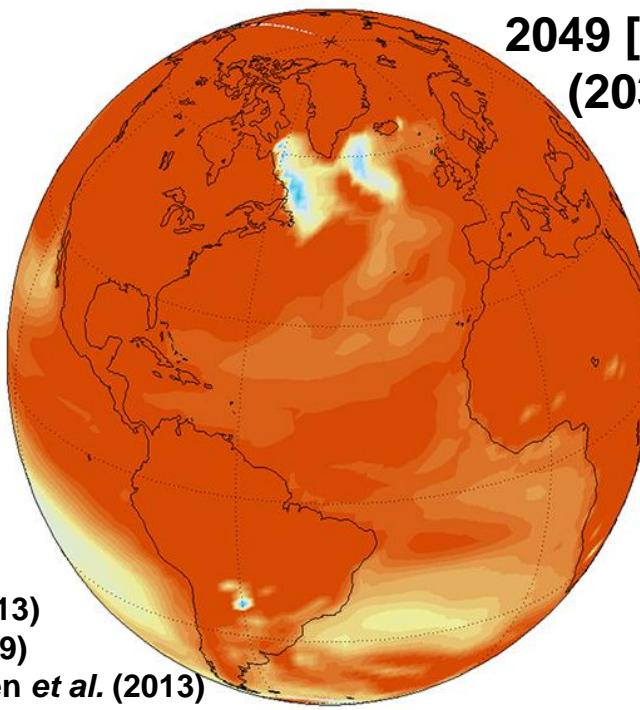
Lille istid
(1400-1700)



I dag
(1971-2000)

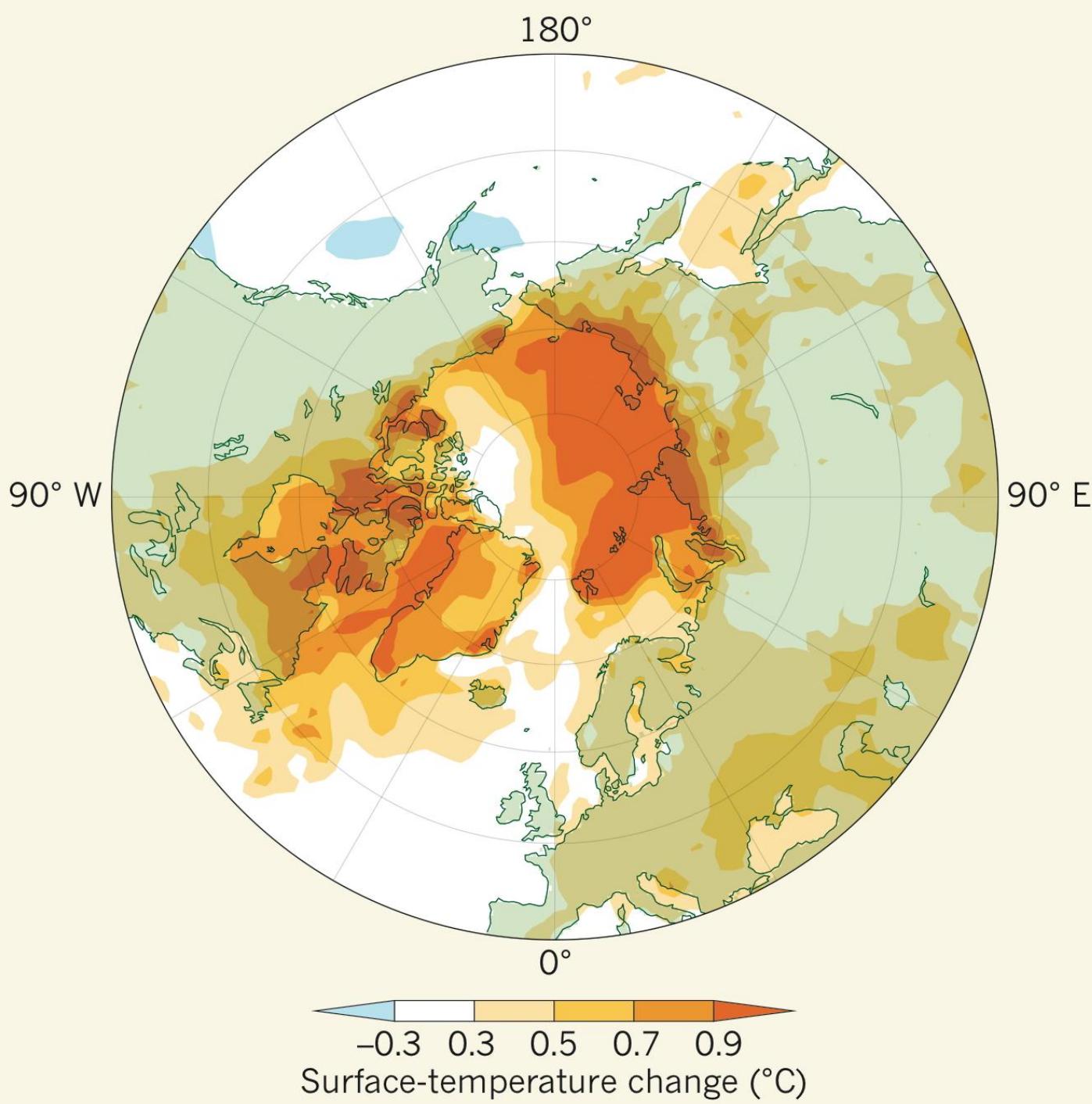


2049 [RCP4.5]
(2034-63)

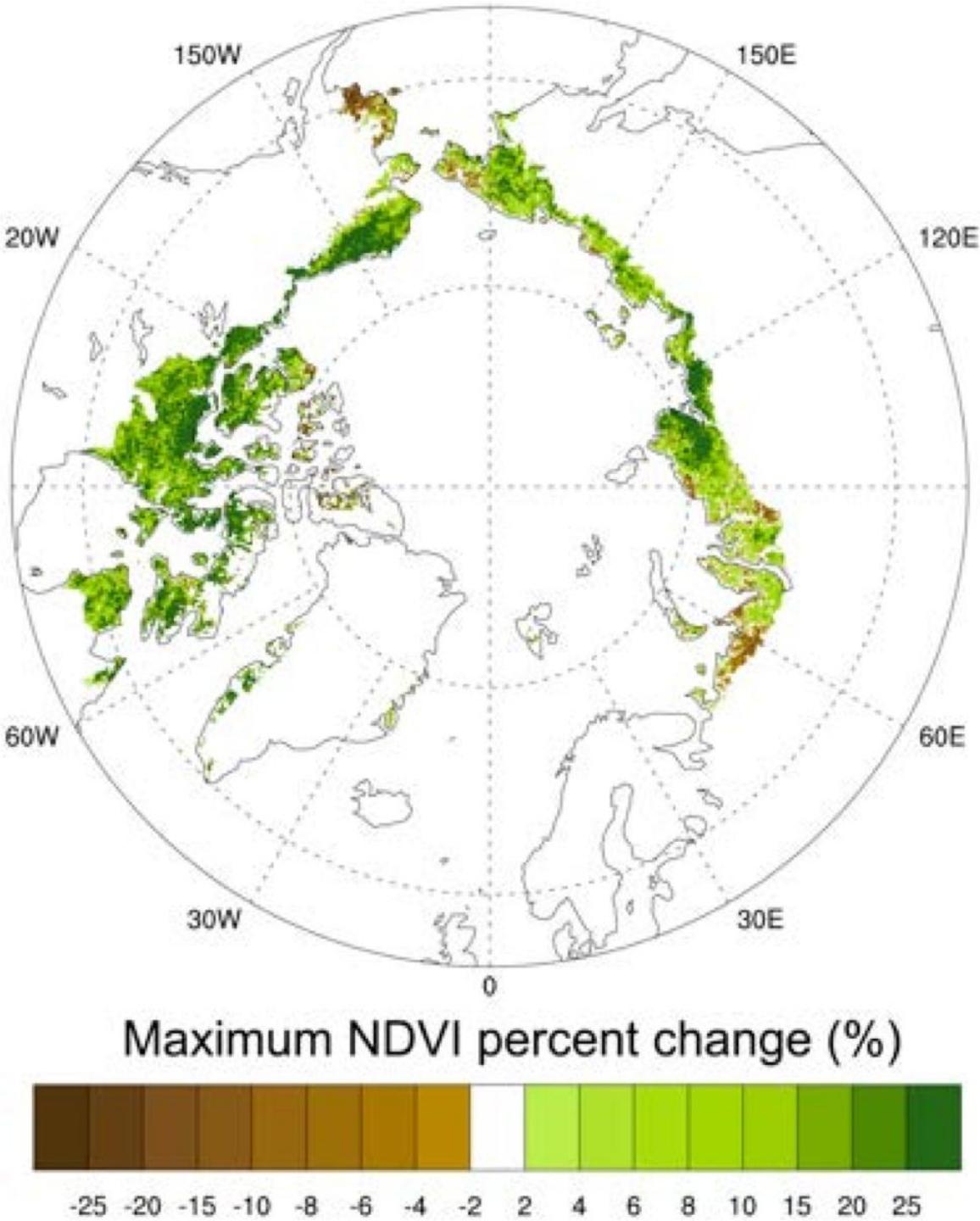


Elmore et al. (2013)
Mann et al. (2009)
Bentsen et al. (2013), Iversen et al. (2013)

Endring av årsmediet temperatur siden 1979 ($^{\circ}$ C per tiår)

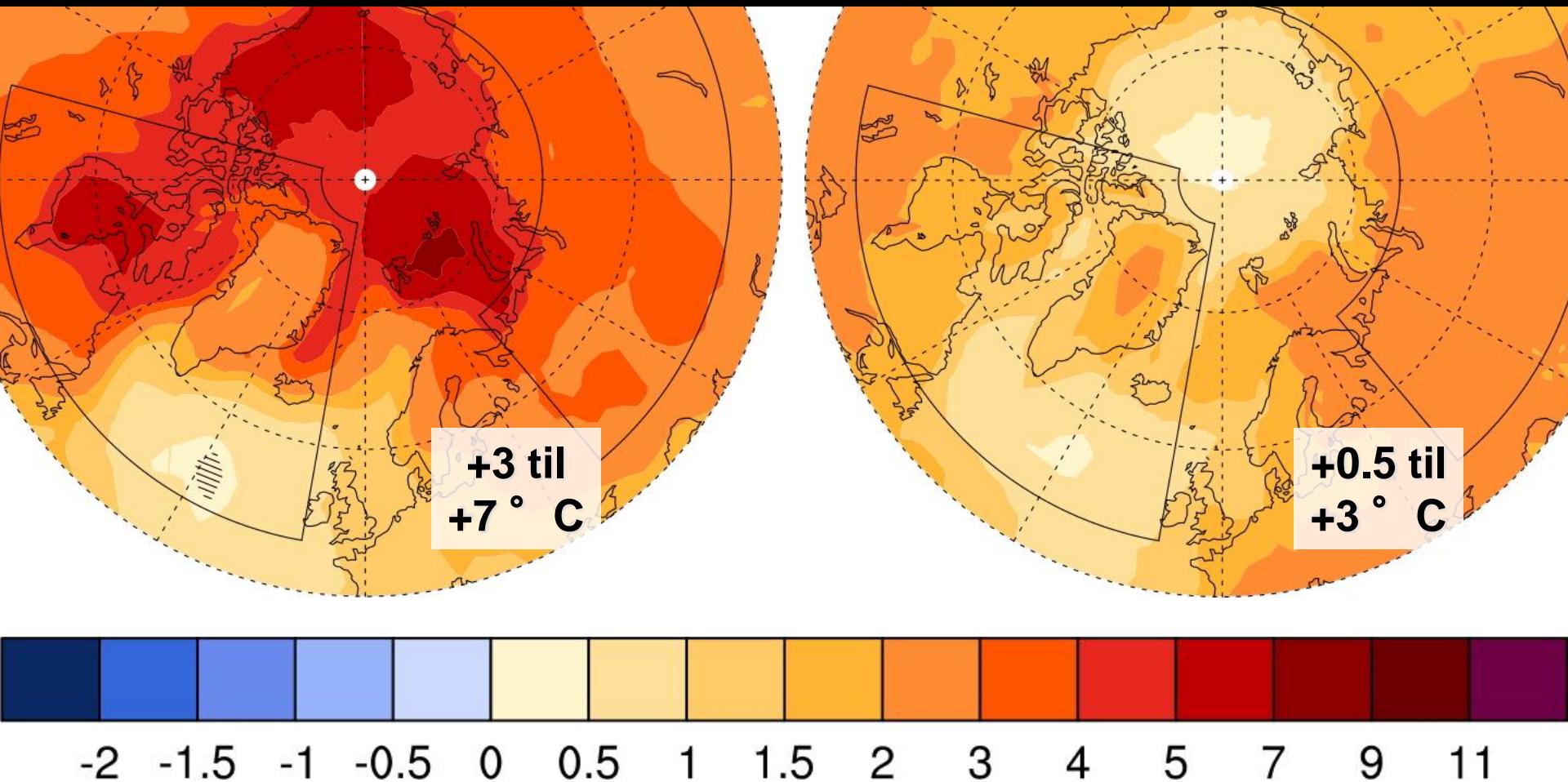


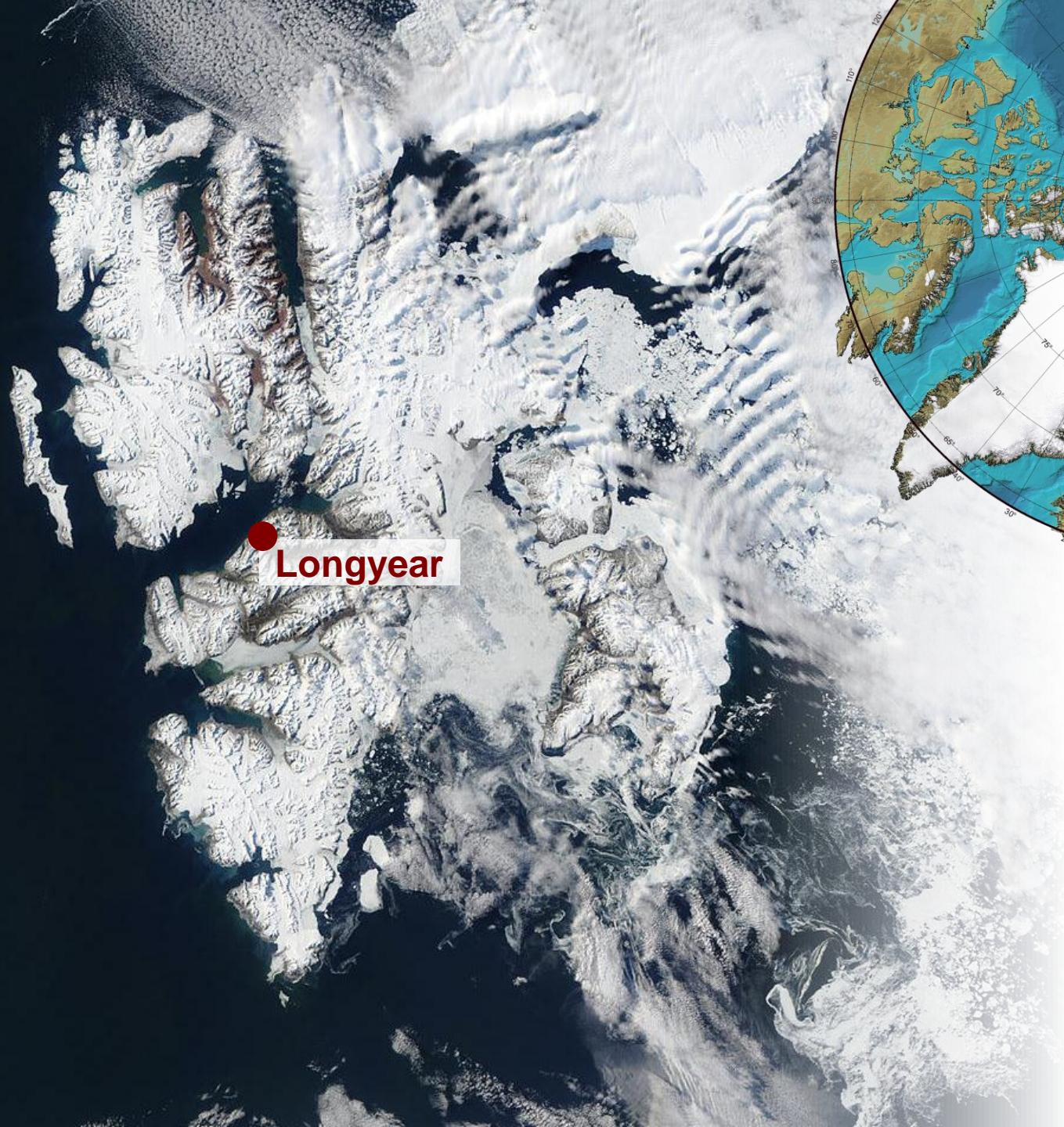
Prosentvis endring av vegetasjon siden 1978



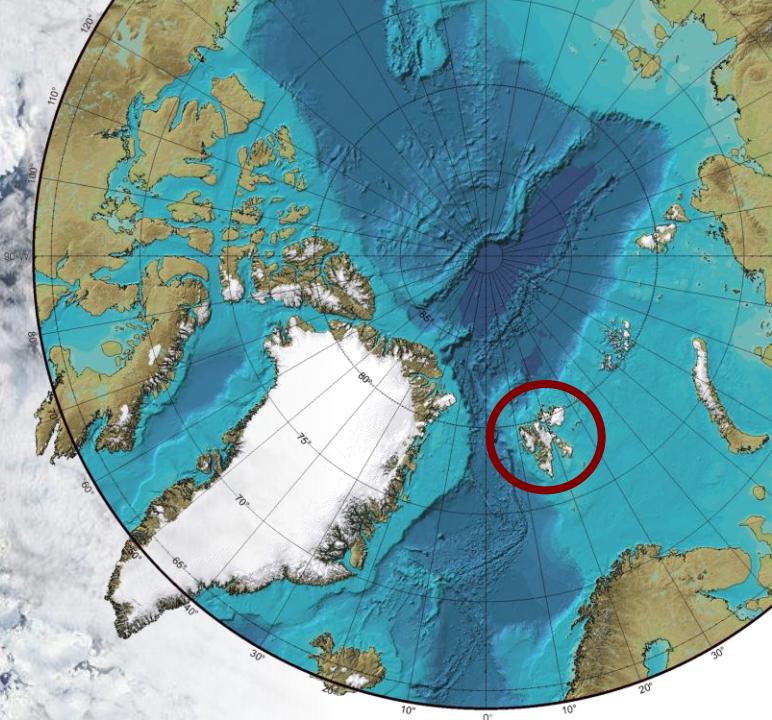
Temperaturprosjeksjoner ($^{\circ}$ C), 2049 vs 1986-2005

Med en global oppvarming på 2-3 grader,
må vi ~3.2 millioner år tilbake i tid
for å finne et tilsvarende klima



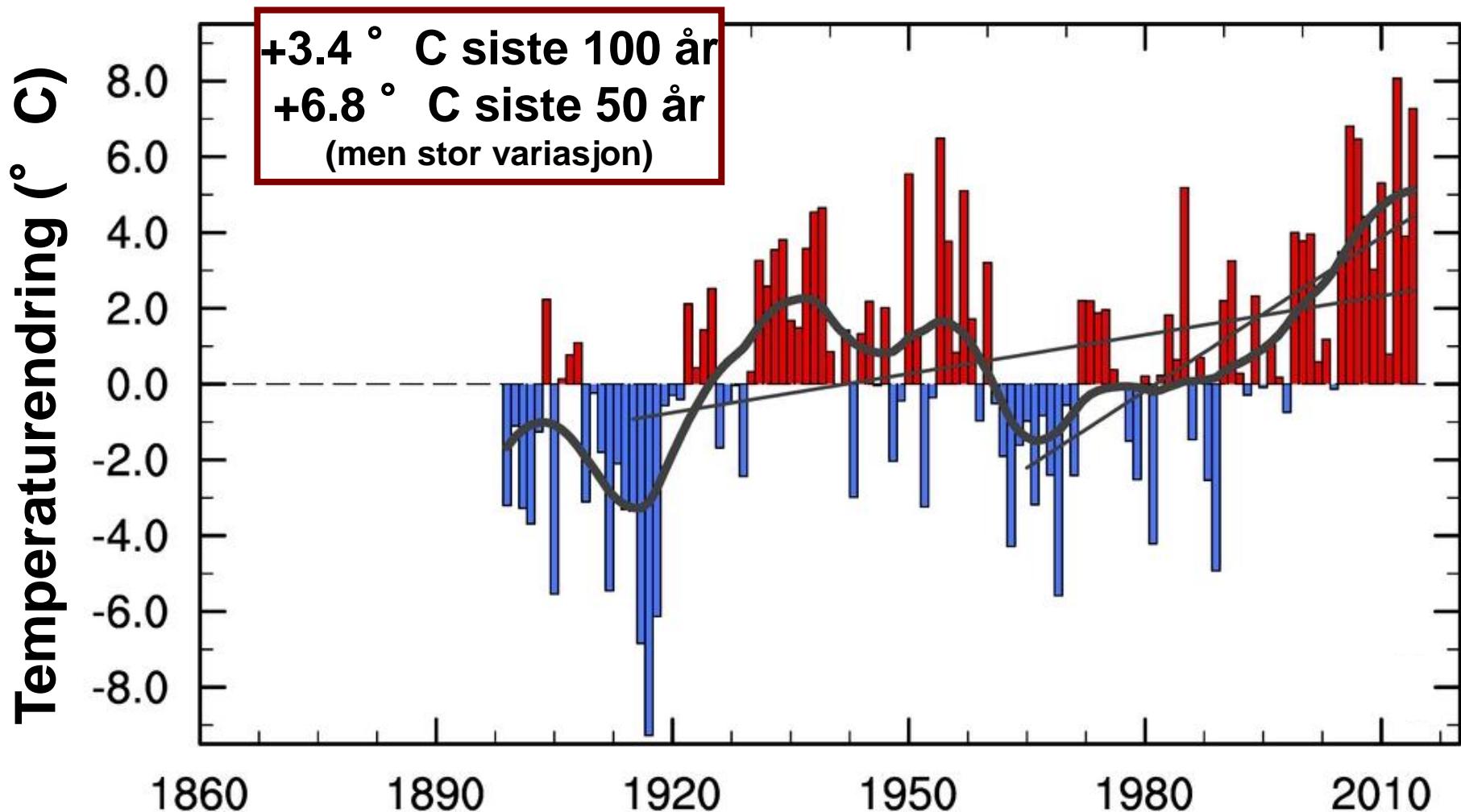


Longyear



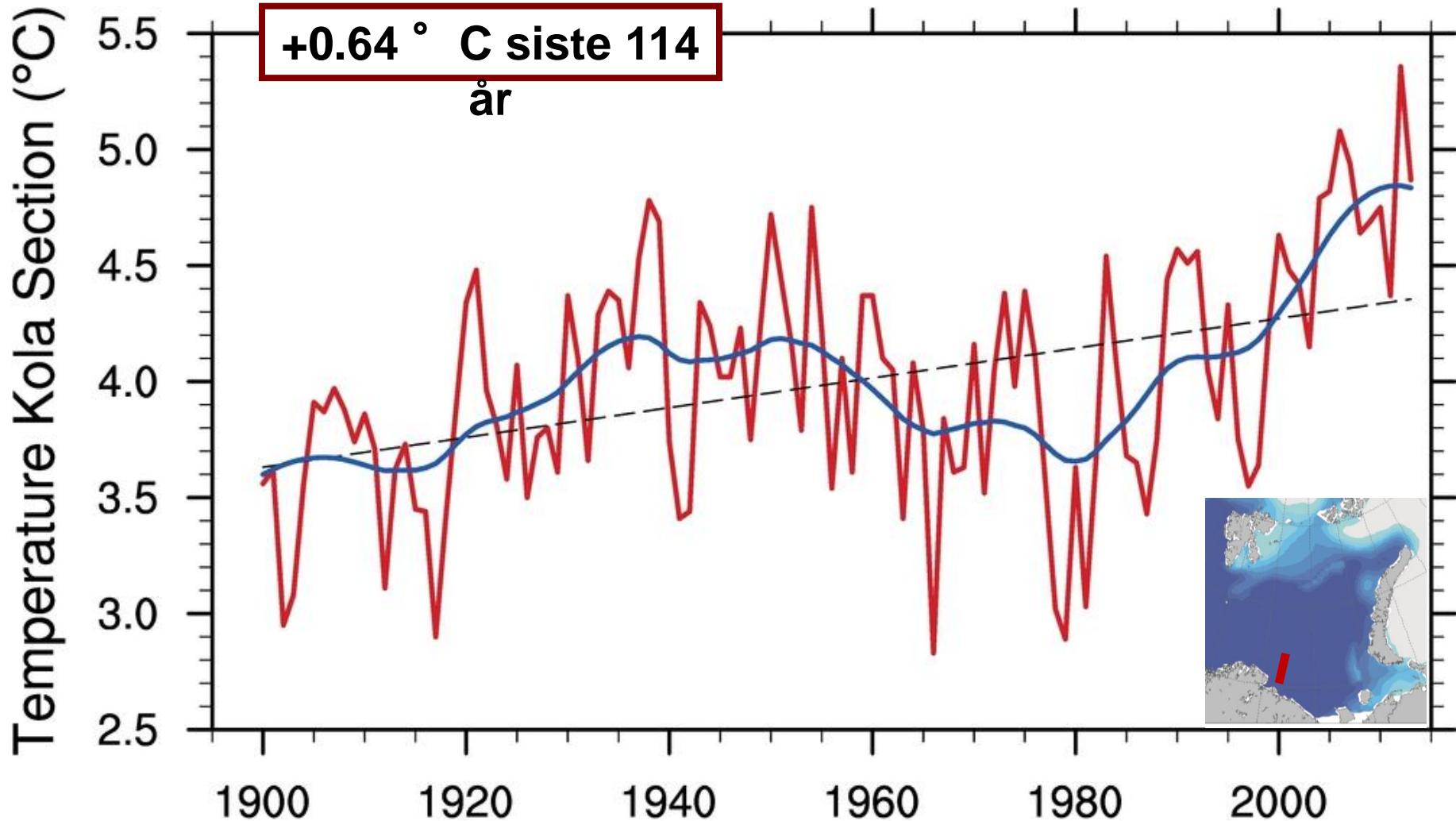
Observert endring av vintertemp., Svalbard

(1912-2013, eKlima.no/Meteorologisk institutt)

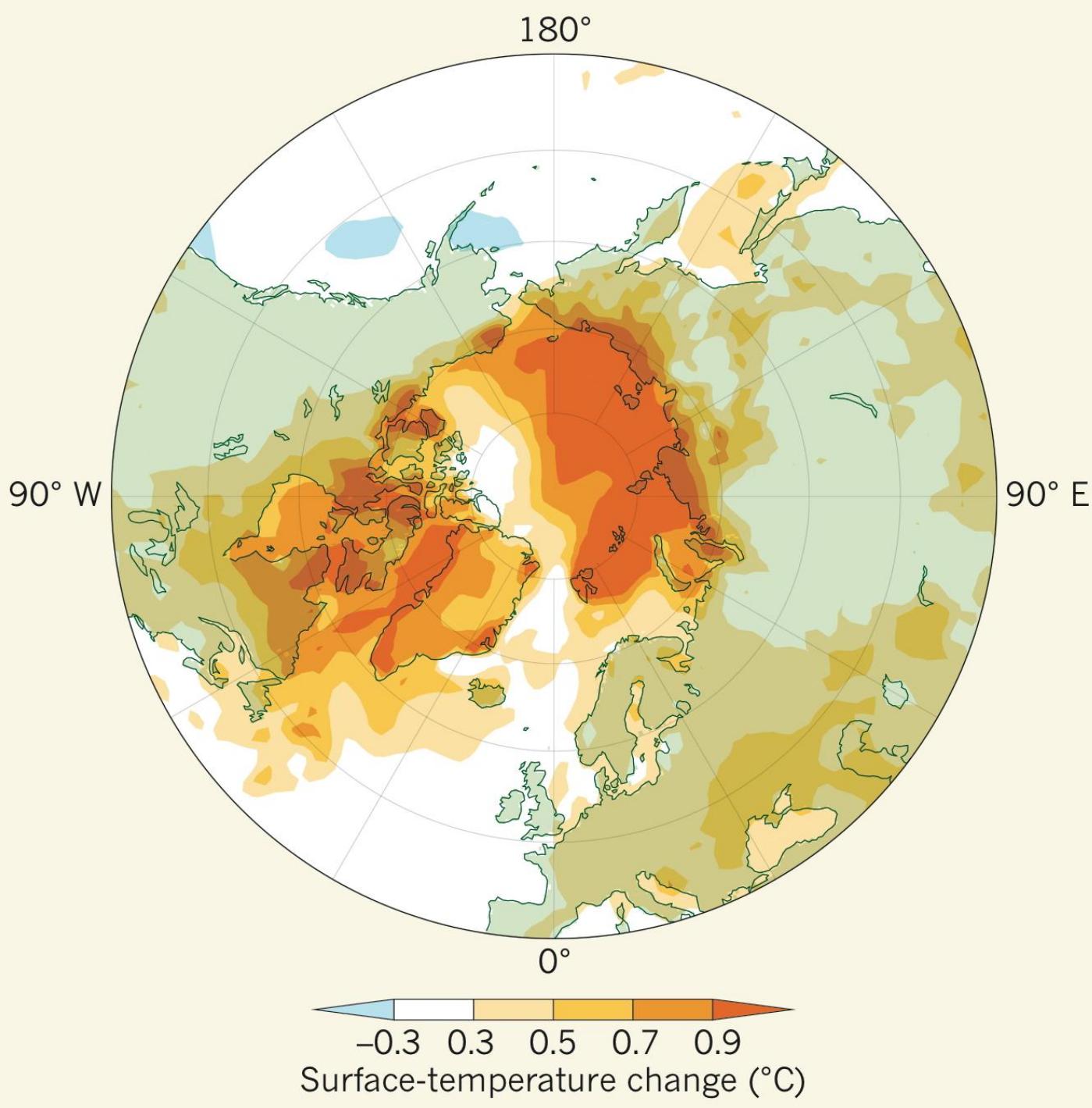


Observert havtemperatur (0-200 m), Barentshavet

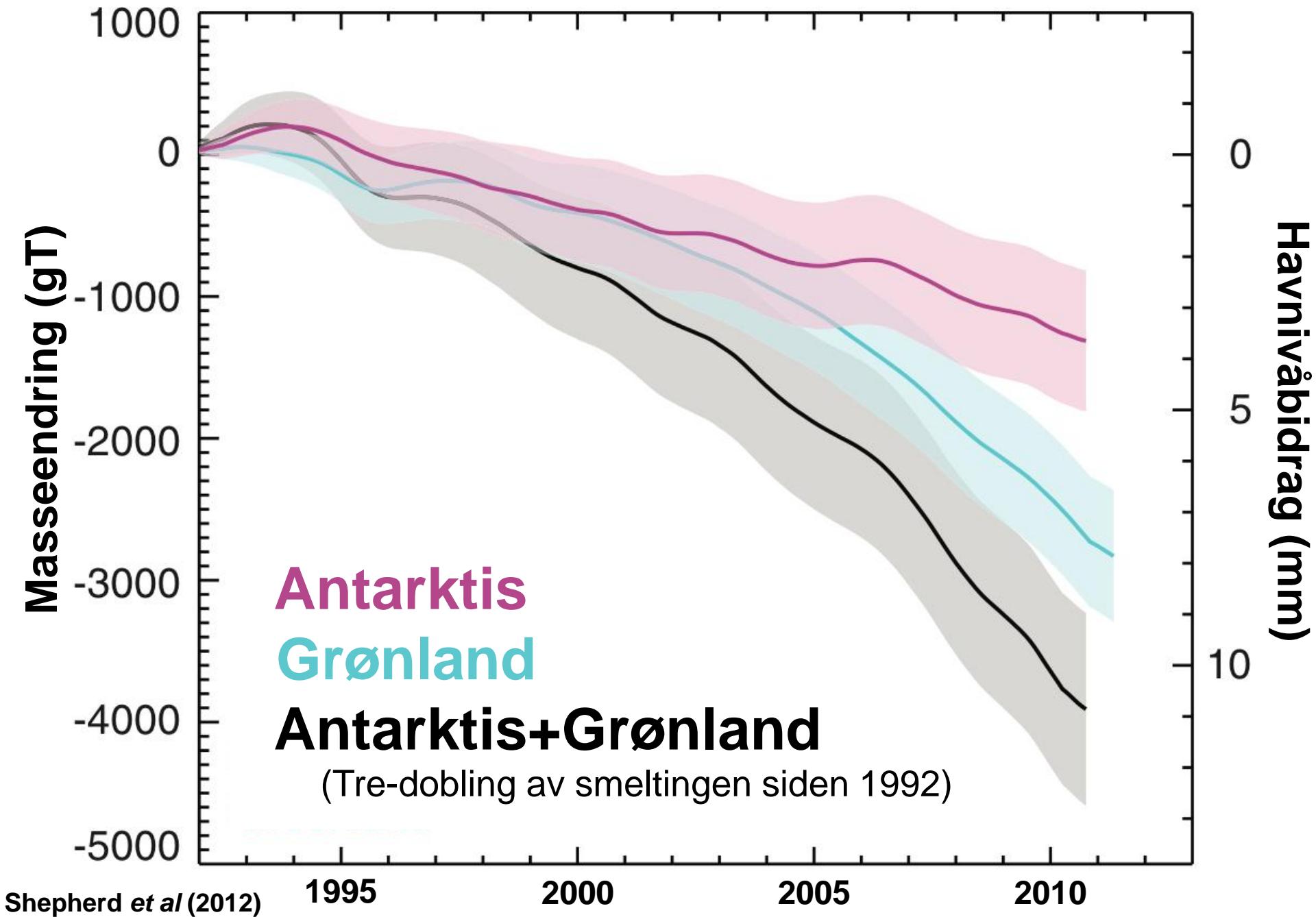
(1900-2013, www.pinro.ru)



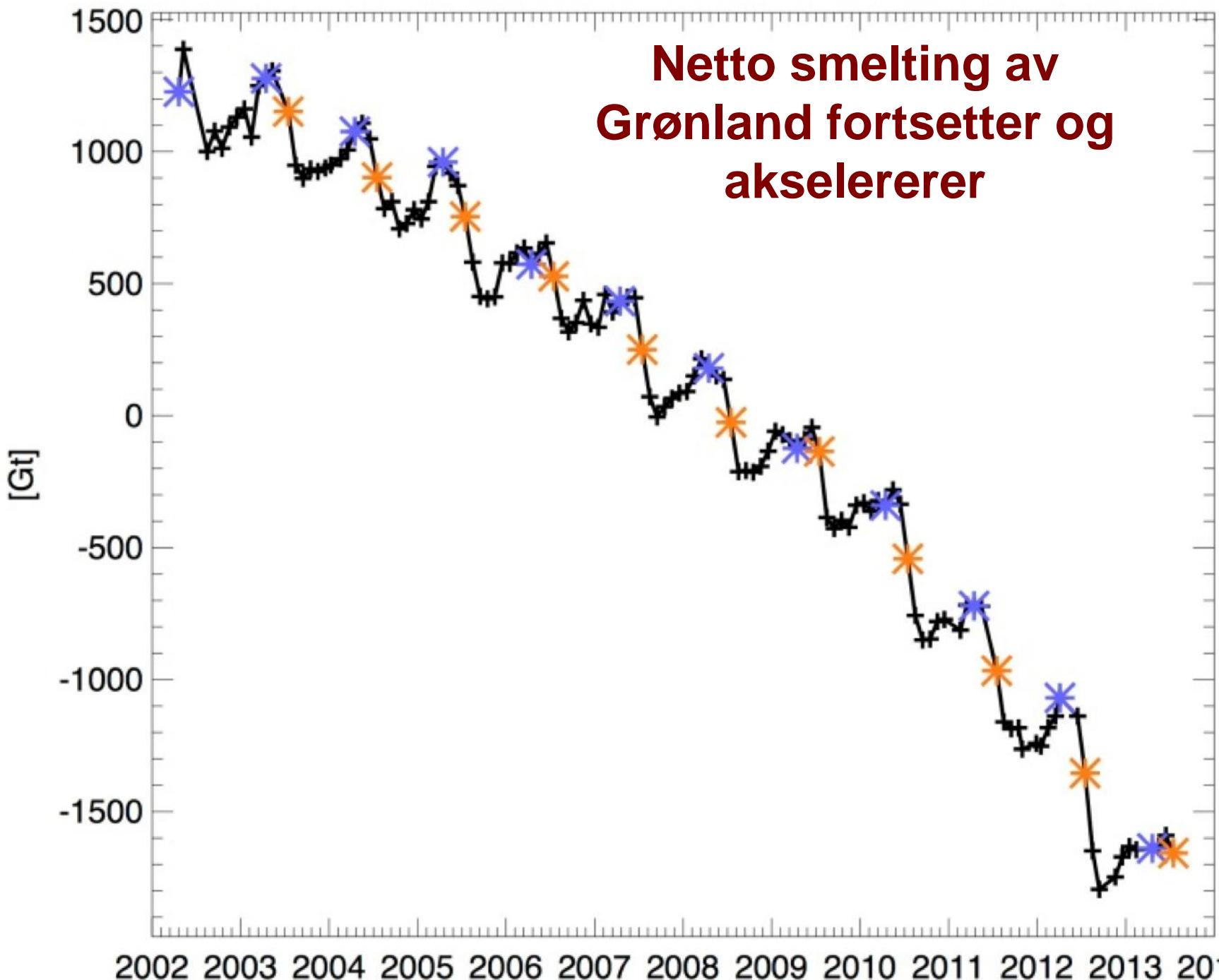
Endring av årsmediet temperatur siden 1979 ($^{\circ}$ C per tiår)



Netto smelting på Grønland og i Antarktis



Netto smelting av Grønland fortsetter og akselererer



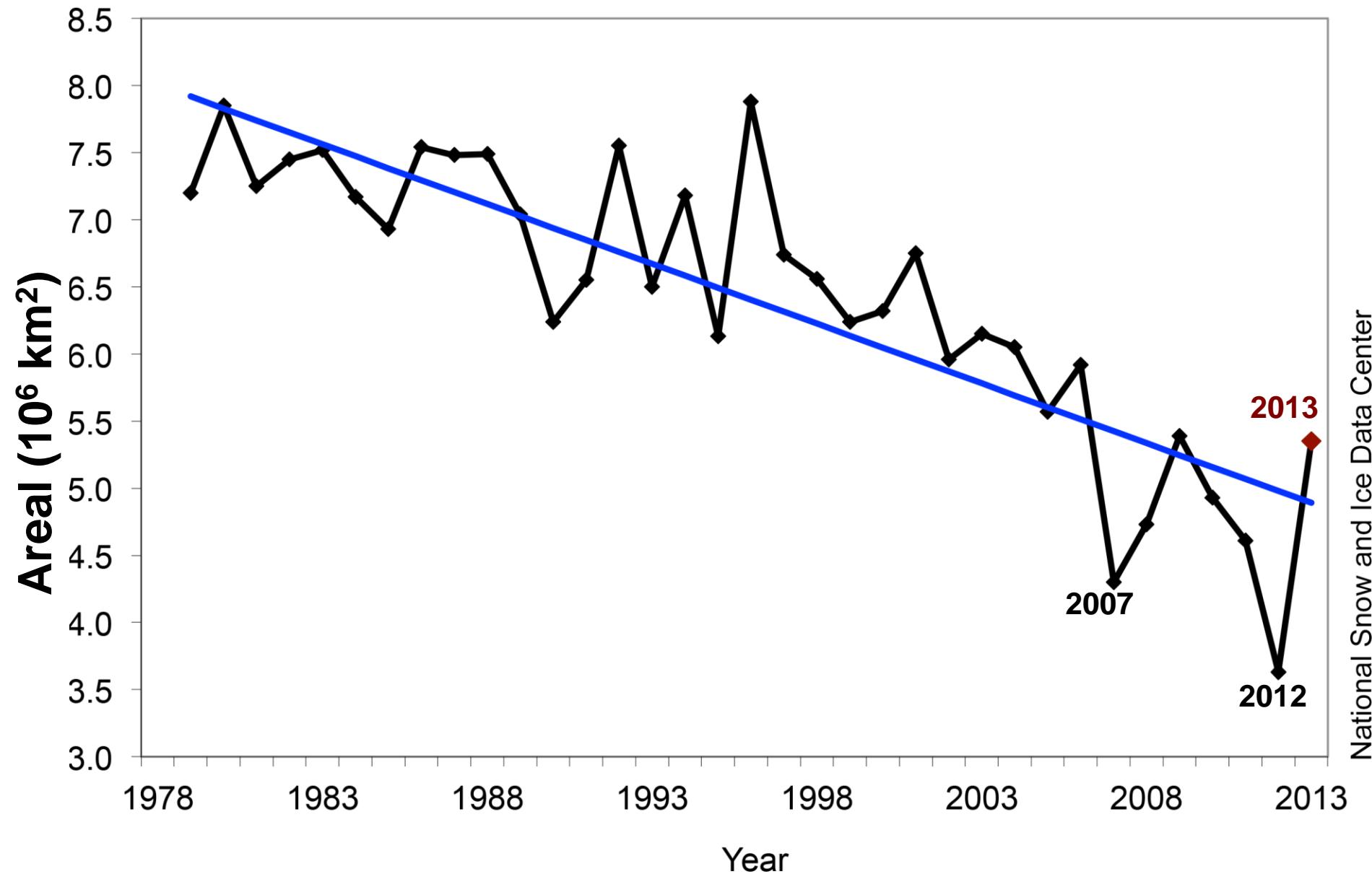
Sommeris i Arktis



Helge Drange
Geofysisk institutt
Universitetet i Bergen

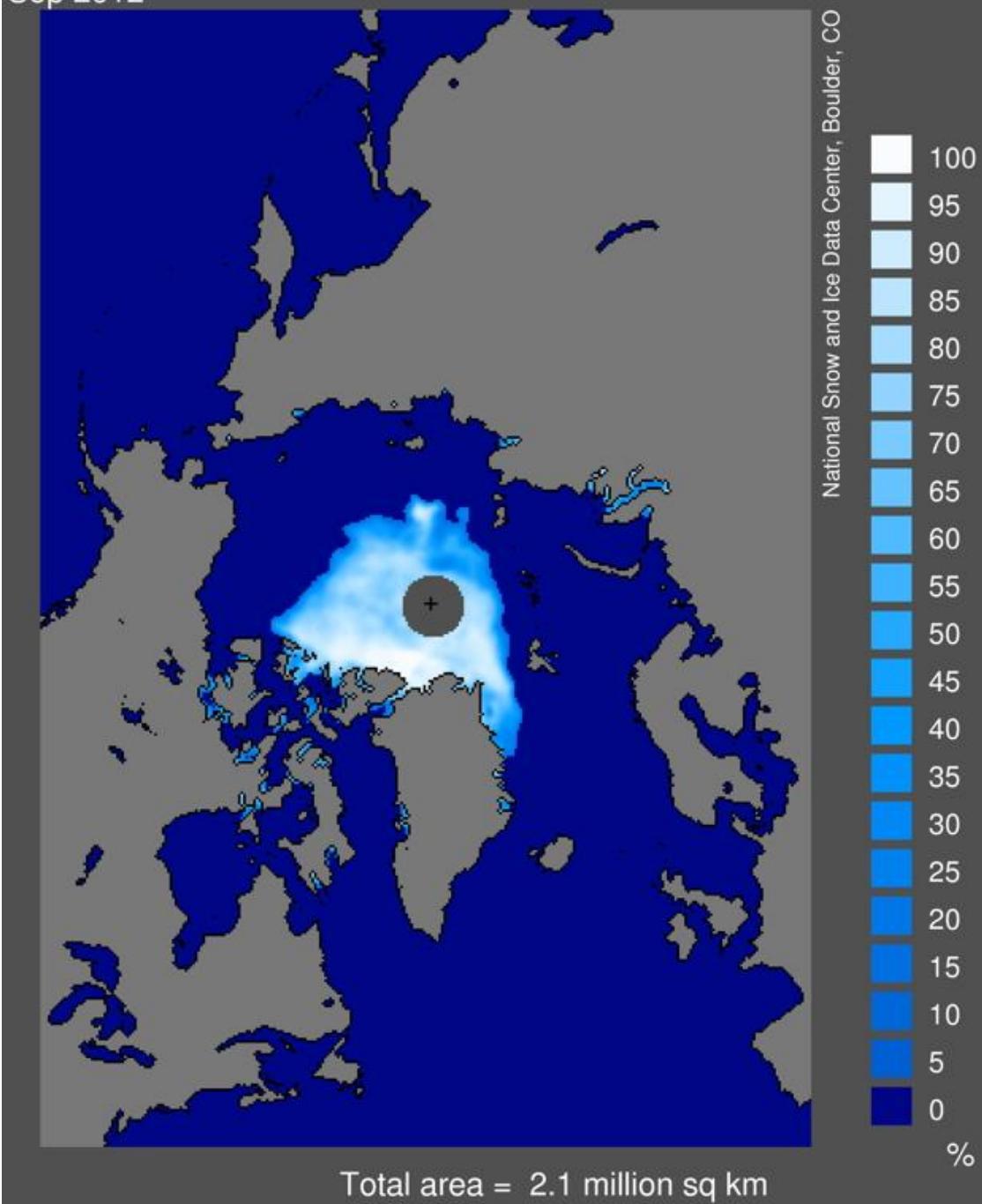


Utbredelse av havis i Arktis for september: Redusert med 44 % siden 1978

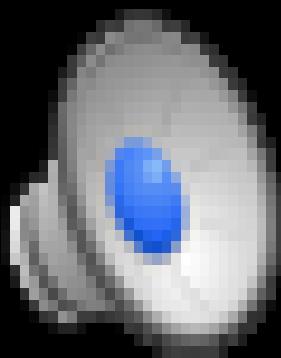


Sea Ice Concentration
Sep 2012

Isdekke i september, 2012

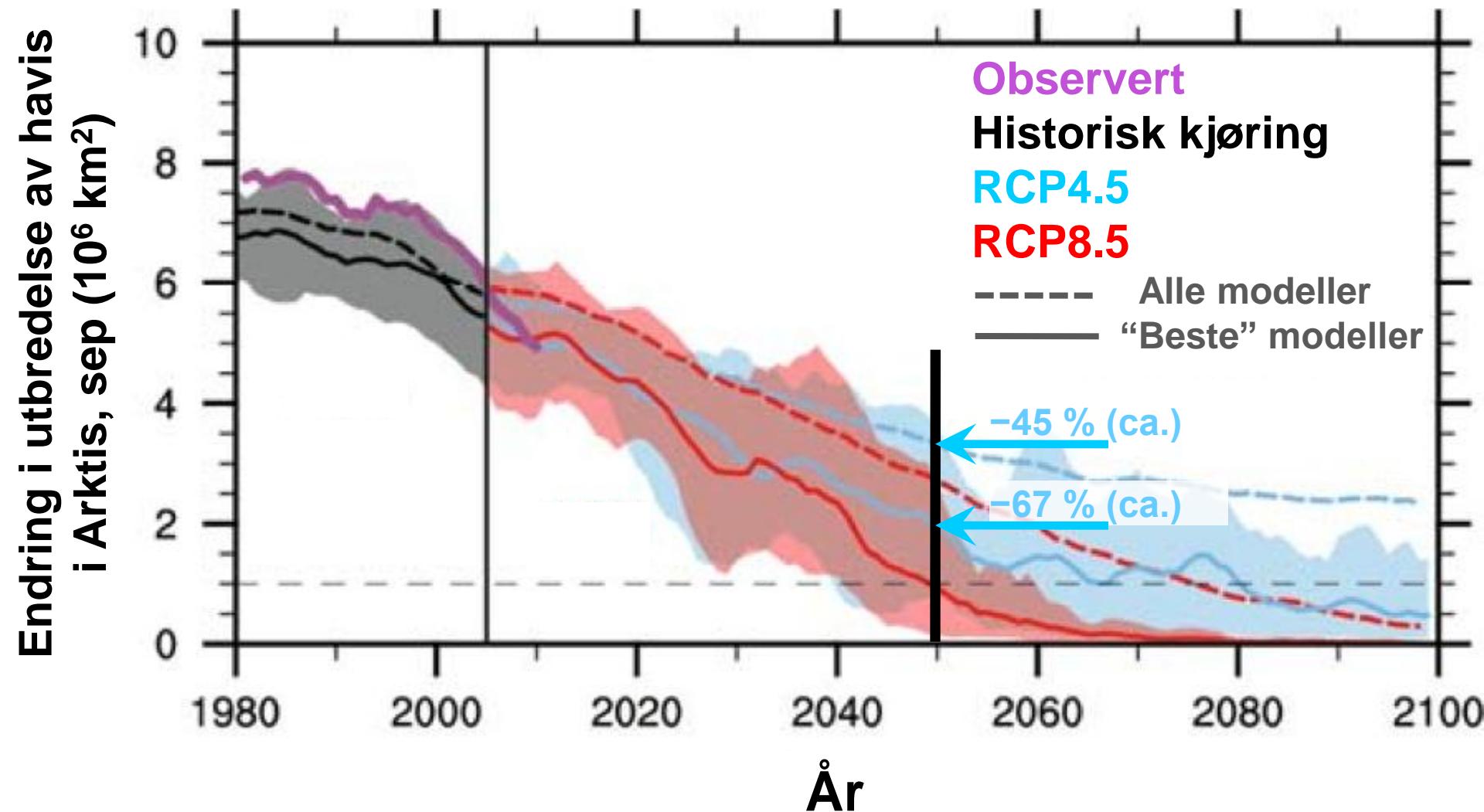


Endring av isvolum i Arktis (fra modell)

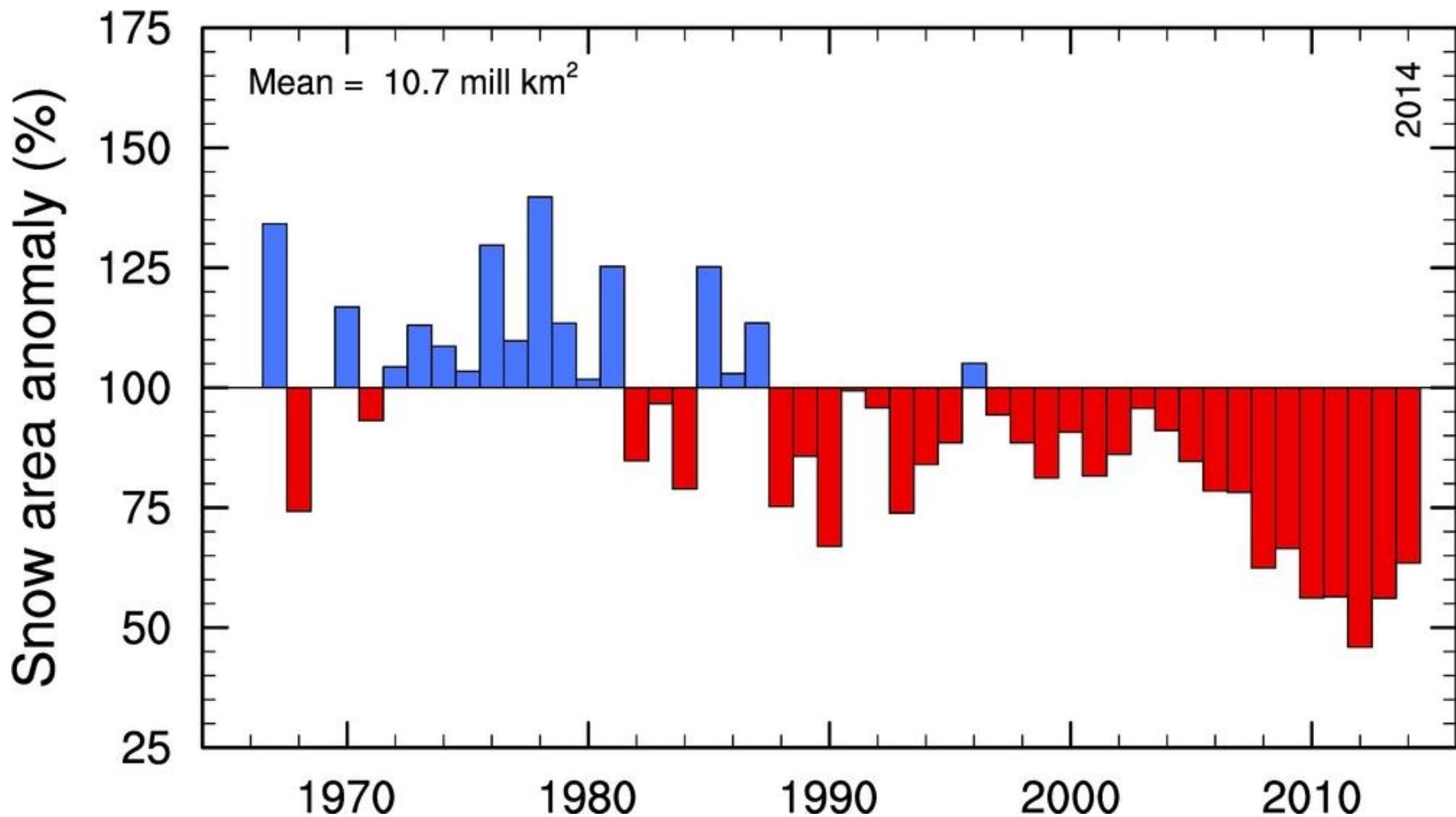


<https://www.youtube.com/watch?v=9OBCXWAHo5I>

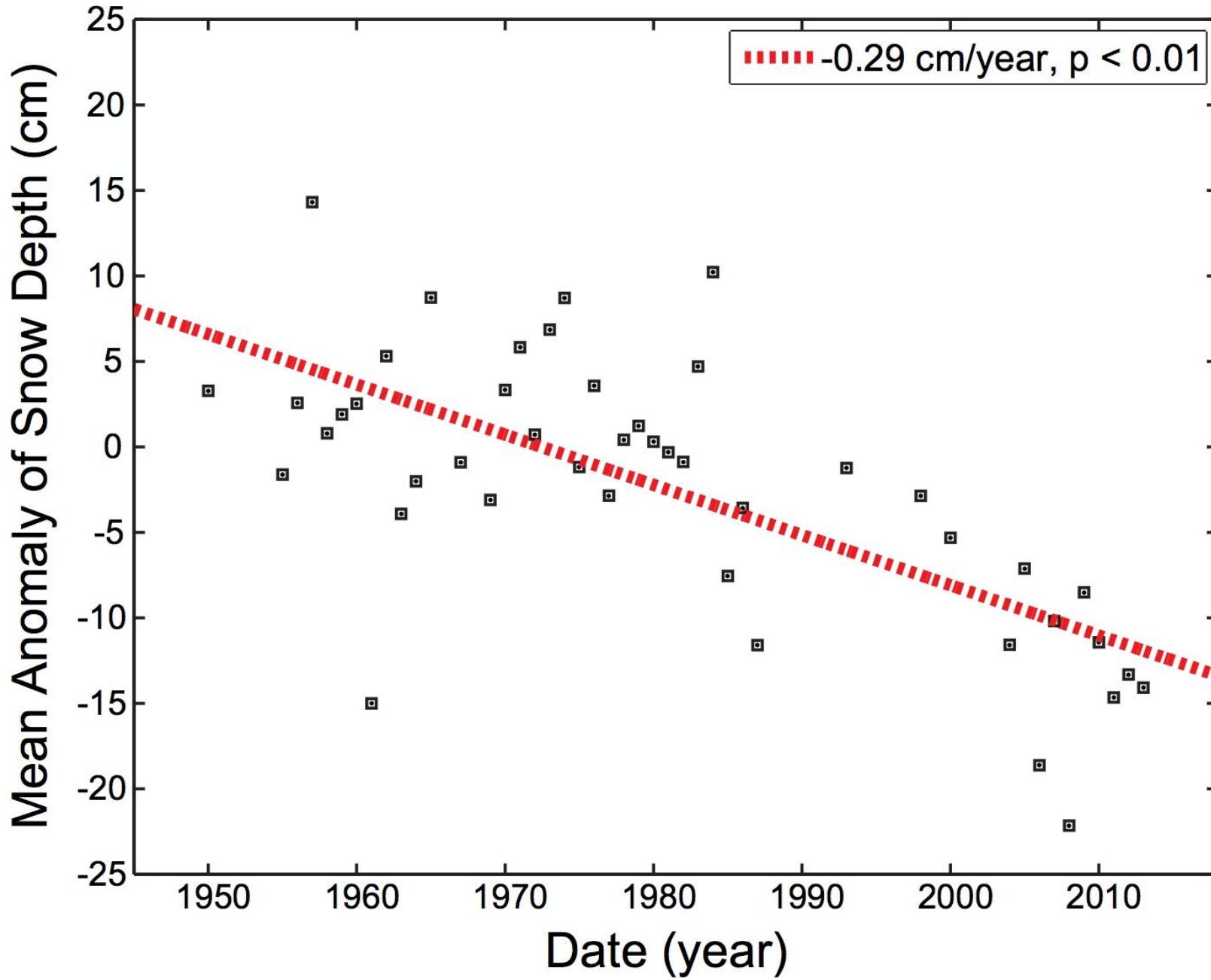
Observert og modellert utbredelse av sommeris i Arktis



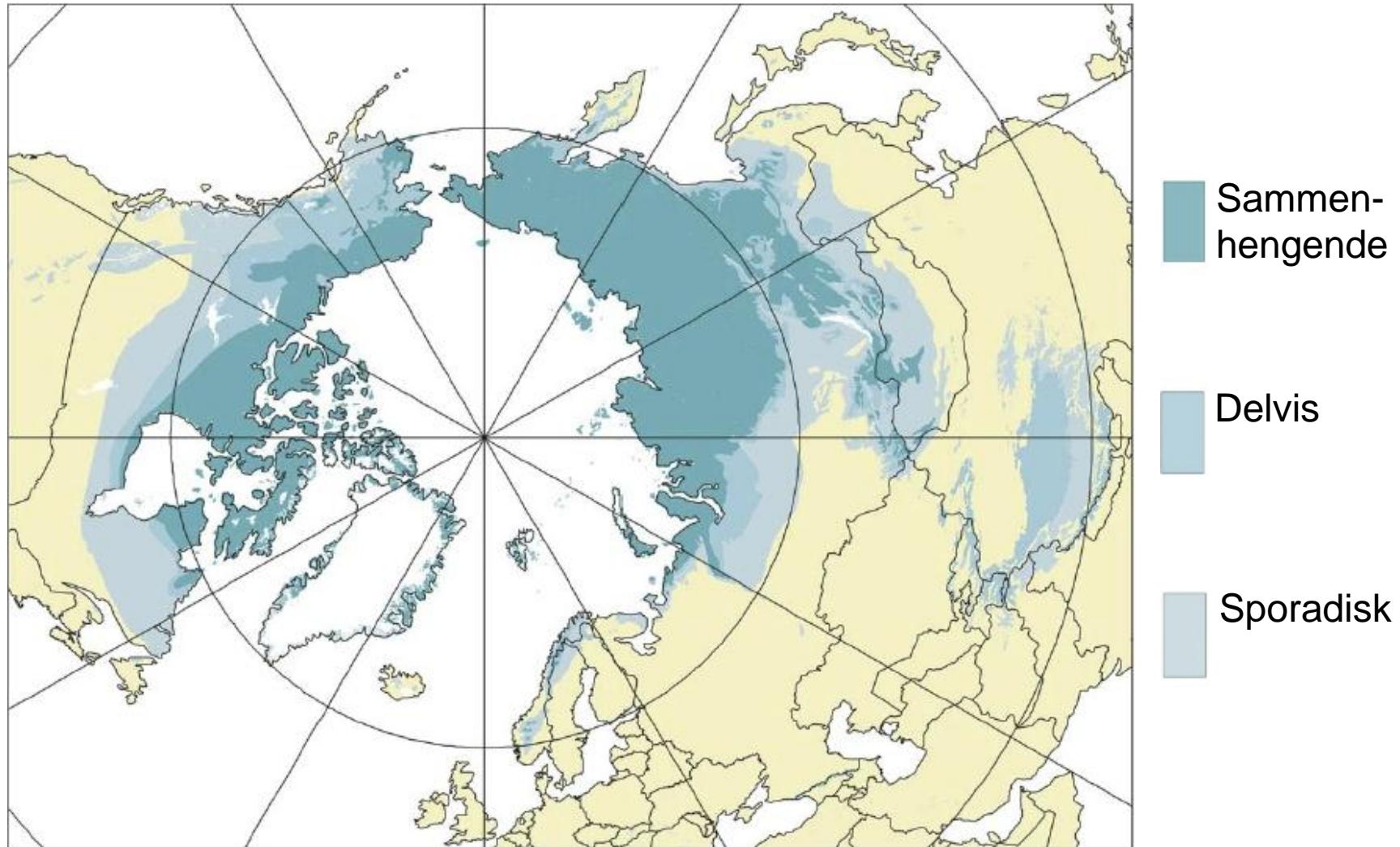
Også klar reduksjon av snøareal sommerstid (juni, nordlige halvkule)



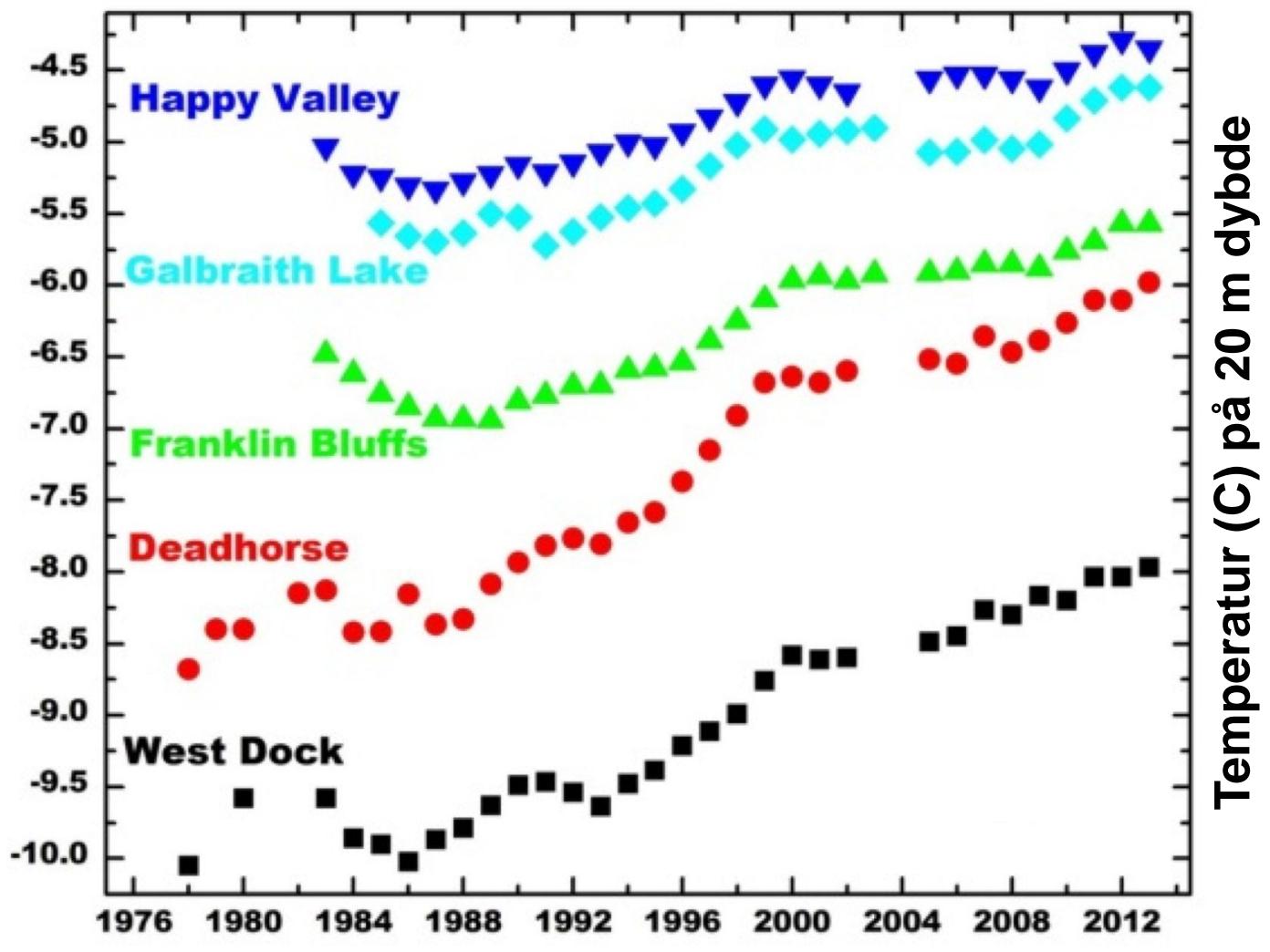
Endring av tykkelse av snø på havis i Arktis



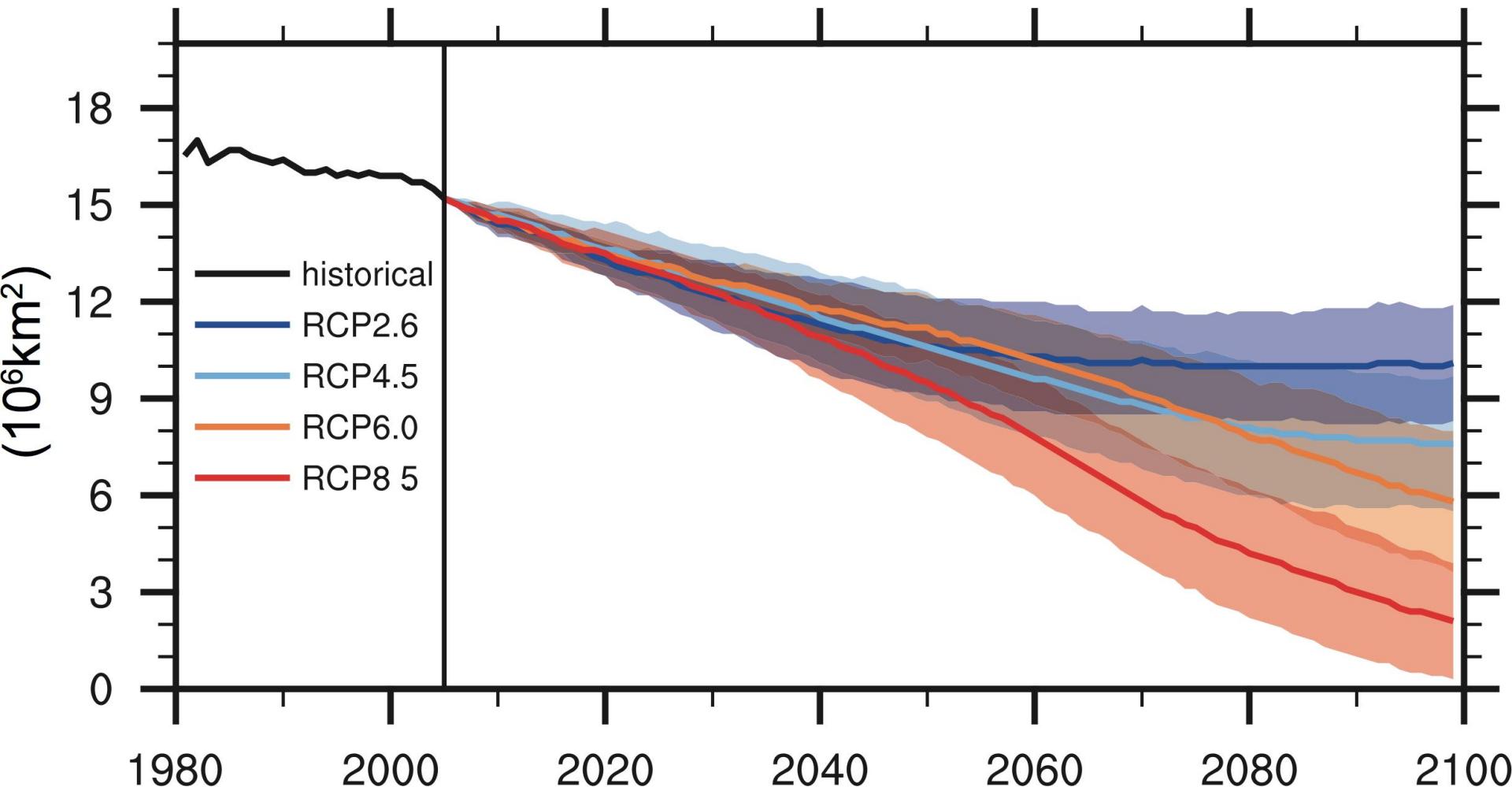
Permafrost og metan



Oppvarming av permafrost, Alaska



Mulig reduksjon av permafrost nær overflaten (10^6 km^2)



Metan lagret i permafrost



- Temperaturen i jordmonnet stiger og permafrost tiner
- Anslagsvis **500-1000 Gt-C** er lagret i permafrost
(tilsvarende 50-100 år menneskeskapte CO₂-utslipp)
- Ikke tydelig signal av raske CH₄-utslipp i paleo-tidsserier
- Gammel (700.000+ år) is funnet i Alaska (mer stabil enn antatt?)
- For dårlig kunnskap til å bli inkludert i modellene i IPCC AR5
- Kilde til usikkerhet

Havforsuring

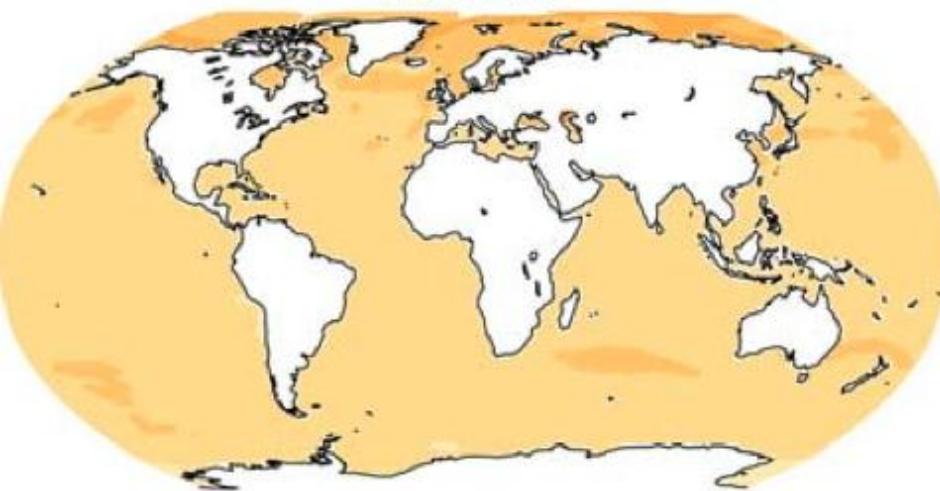


Department of Geophysics
University of Bergen

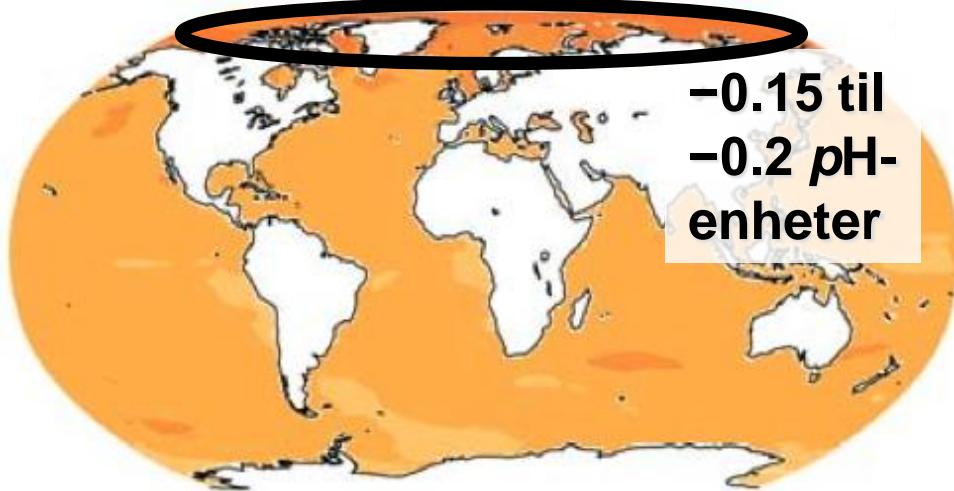


Modellert havforsurning, 2081-2100 vs 1986-2005

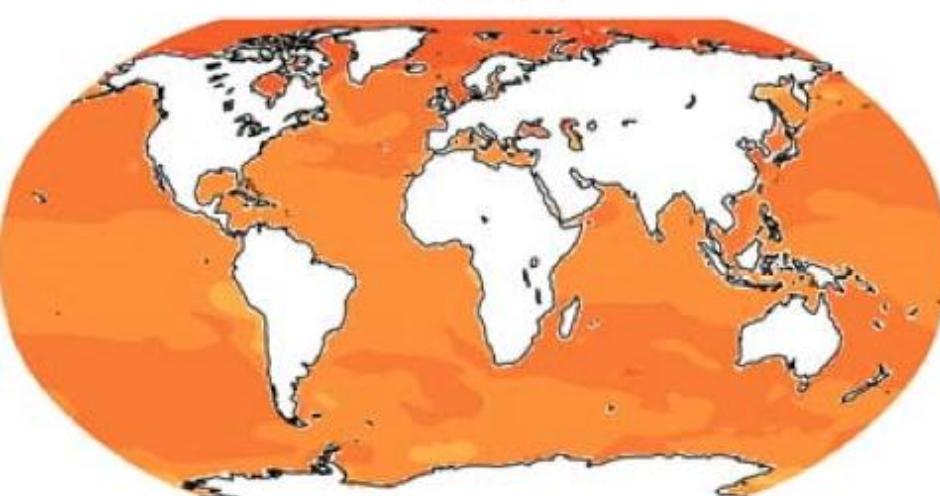
RCP2.6



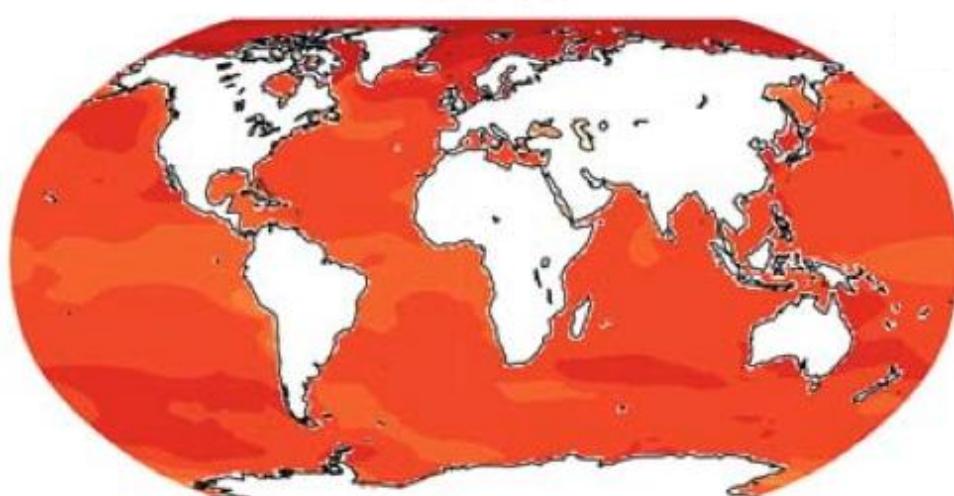
RCP4.5



RCP6.0



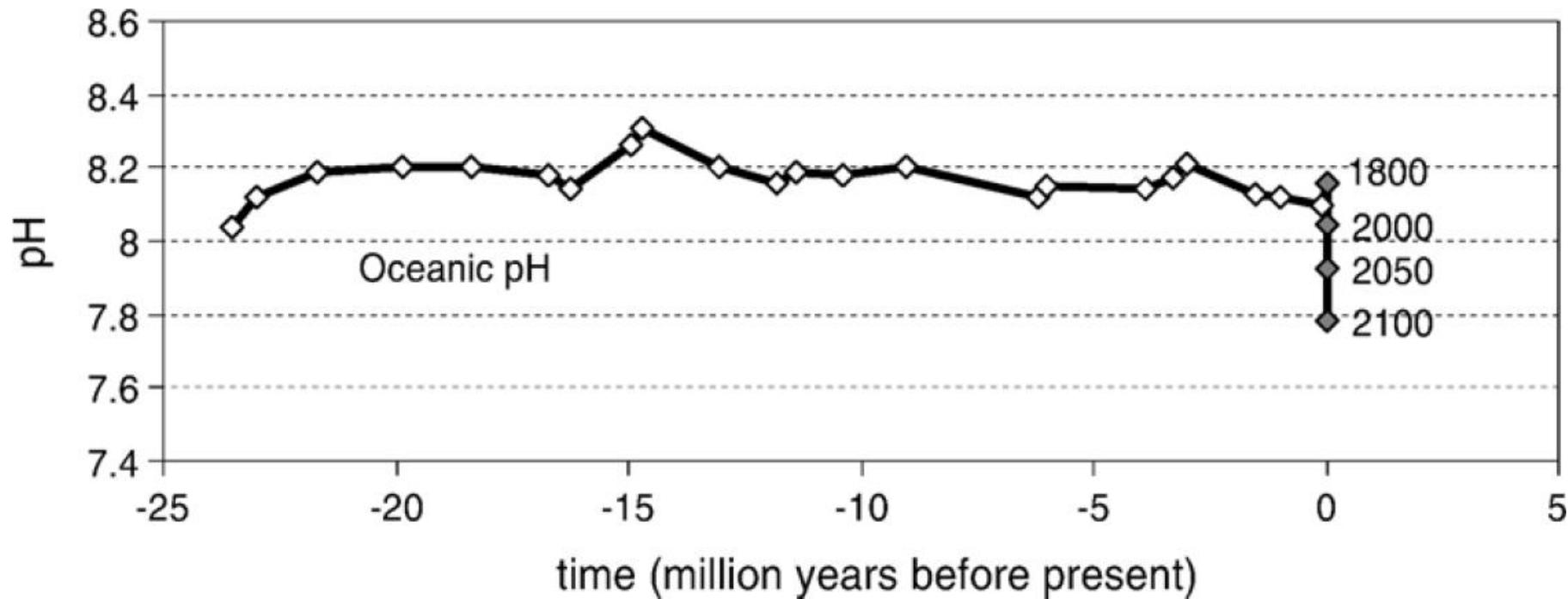
RCP8.5



-0.6 -0.55 -0.5 -0.45 -0.4 -0.35 -0.3 -0.25 -0.2 -0.15 -0.1 -0.05 0

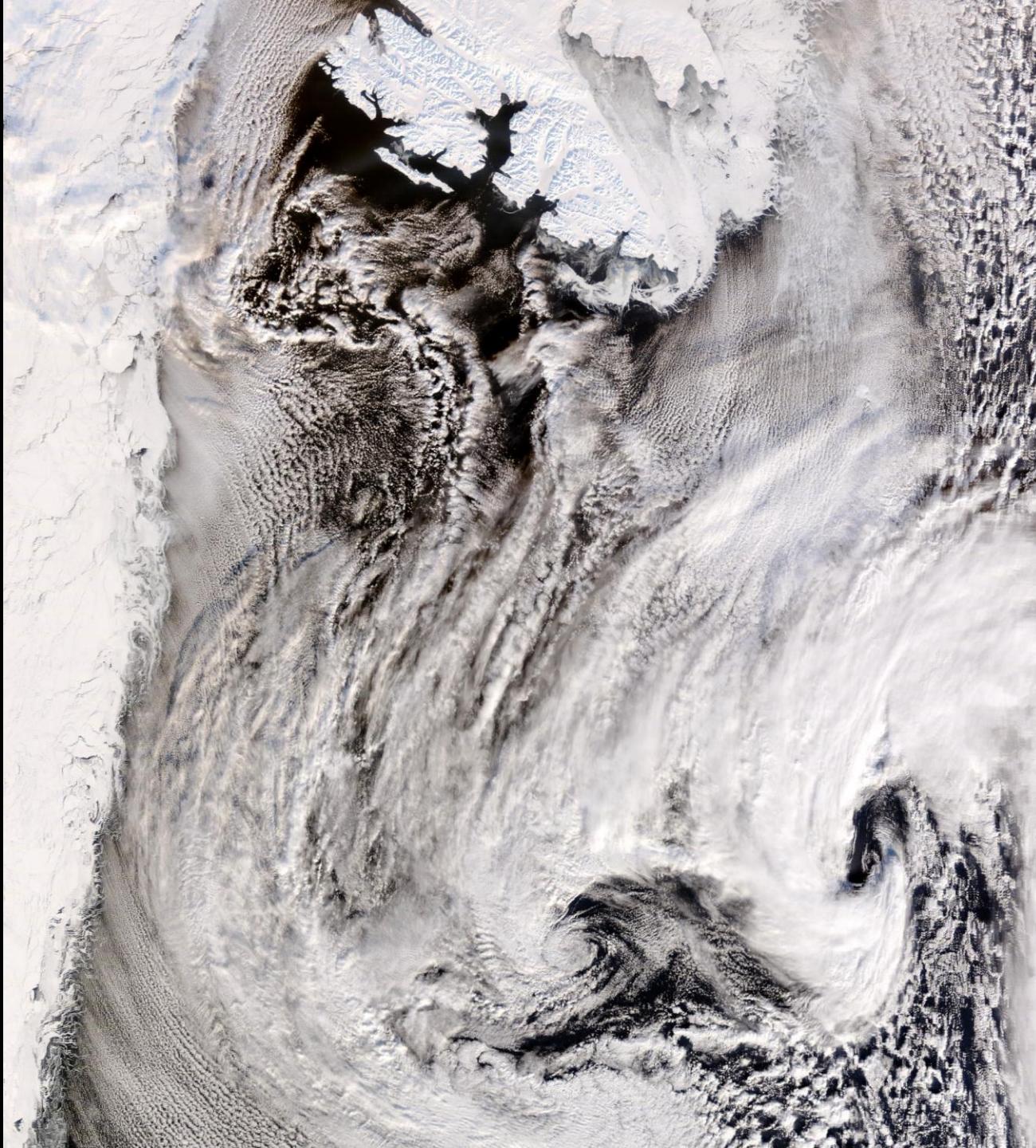
ΔpH

Estimert pH i havet for de siste 20+ mill år



Blackford and Gilbert (2007) and
Pearson and Palmer (2000)

Vær og vind i et Arktisk i rask endring



Mange, store utfordringer knyttet til variasjoner og endring av klima i Arktis

- ✓ Er i ferd med å få et klima som mennesket aldri har sett og ikke har erfaringsgrunnlag til å tilpasse seg
- ✓ Svært mange åpne spørsmål gjenstår når det gjelder kopling mellom atm-havis-land-hav
- ✓ Samspill mellom det fysiske klima og økosystemer dårlig kjent
- ✓ Ser i dag – og kan forvente – raskt økende strategisk interesse for polare områder

Polare områder inkluderer (selvsagt) også Antarktis; dels felles og dels spesifikke utfordringer der