



KLIMATFÖRÄNDRINGAR I FJÄLLEN: VAD SÄGER KLIMATMODELLERNA OM FRAMTIDEN?

ERIK KJELLSTRÖM

”FRAMTIDENS KLIMAT OCH FJÄLLEN”

FJÄLLSÄKERHETSRADET, ÖSTERSUND, 10/11 2023

Observerade förändringar i Sverige

SMHI



Högre temperaturer för alla årstider

Längre sommarsäsong och kortare vintrar

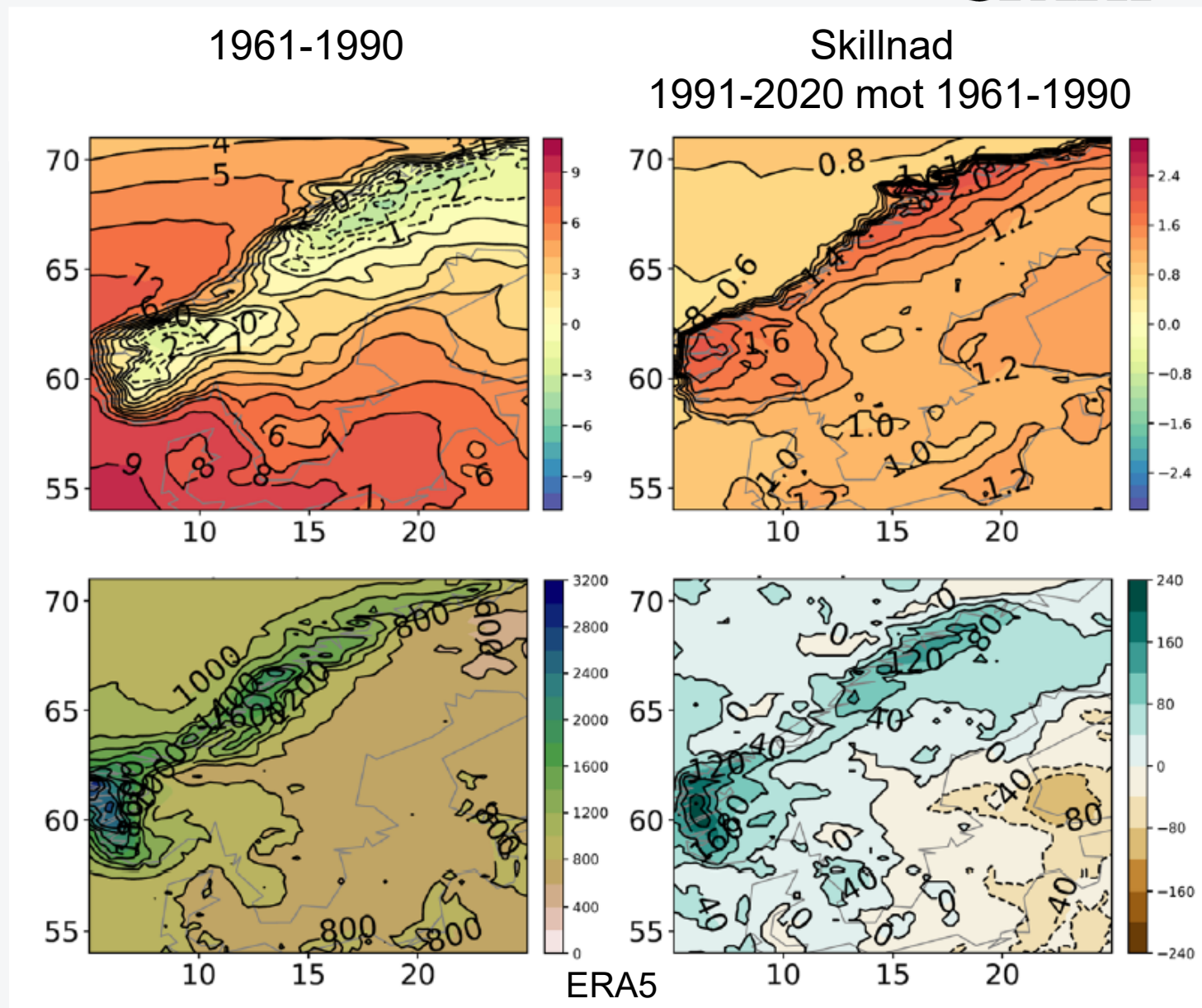
Ändrade temperaturextremer

Mer nederbörd

Kortare snösäsong / mindre havsis

Klimatförändringen extra stor i fjällen

- Stora ökningar i temperatur och nederbörd
- Främst global uppvärmning men också i viss mån vädervariationer
- Globala uppvärmningen slår extra hårt mot bergsområden



Några konsekvenser?

SMHI



The long read

“The treeline is out of control’: how the climate crisis is turning the Arctic green

Reindeer pulling sleighs in Breivikeidet, Norway. Photograph: Morten Falch Sortland/Getty Images



Rekordmycket snö i Kiruna – största snömängden på drygt 20 år

UPPDATERAD 4 FEBRUARI 2020 PUBLICERAD 4 FEBRUARI 2020



Ovädret Hans: Stor förödelse efter översvämning i Åre

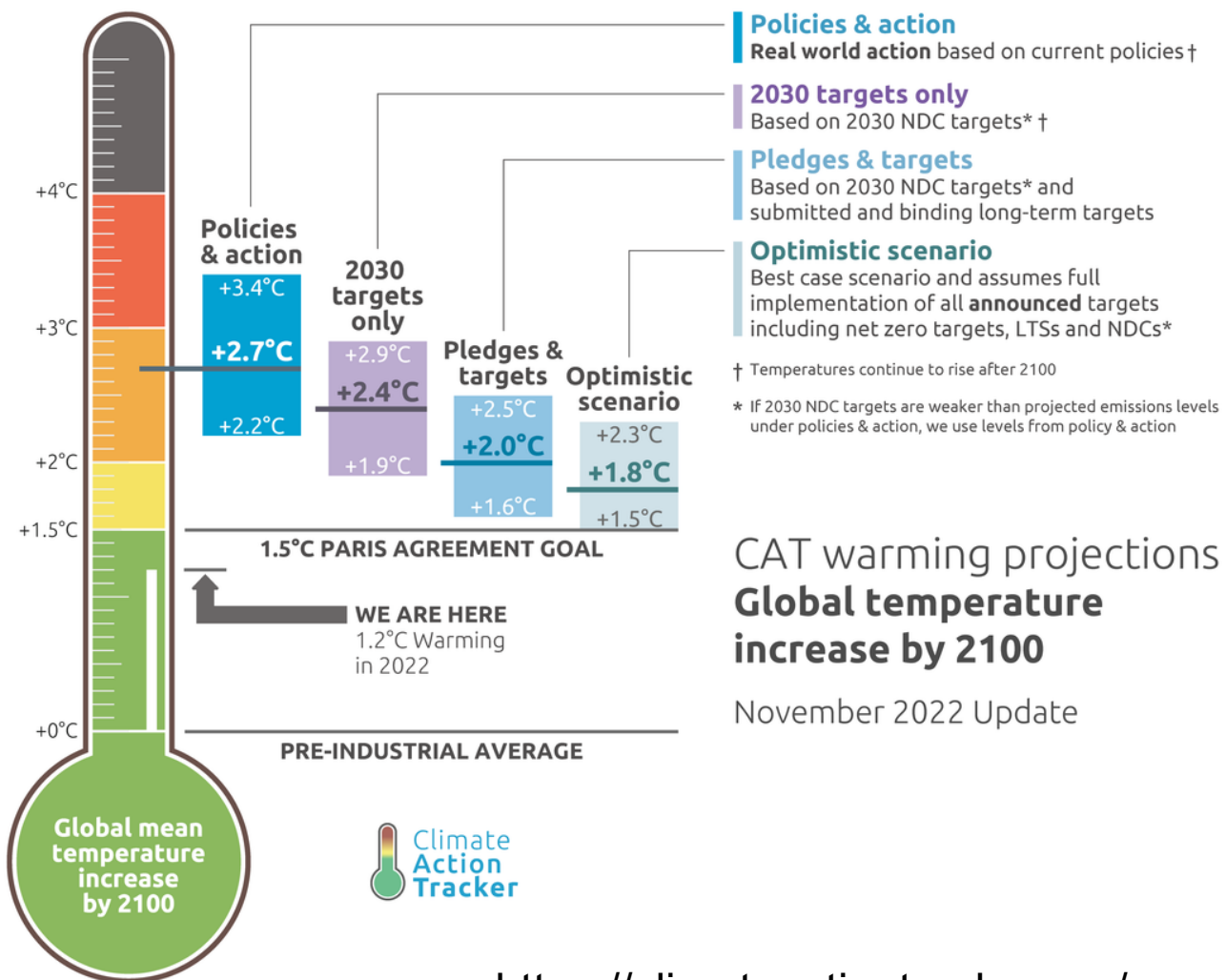
UPPDATERAD 18 AUGUSTI 2023 PUBLICERAD 8 AUGUSTI 2023

News

Shiffrin, Odermatt are favorites again as Alpine skiing season starts amid climate change issues

Amid growing environmental concerns surrounding the sport, the Alpine skiing World Cup season starts with a record snowfall in Austria this weekend

Framtiden är (o)säker



<https://climateactiontracker.org/>

Uppvärmningen fortsätter:

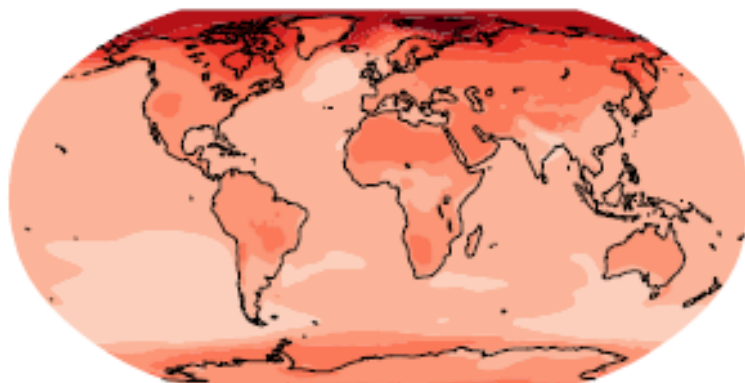
Hur mycket?

- Nuvarande uppvärmningshastighet ca. 0.2°C per decennium
- När 1,5°C inom 20 år
- När 2°C inom ytterligare 25 år

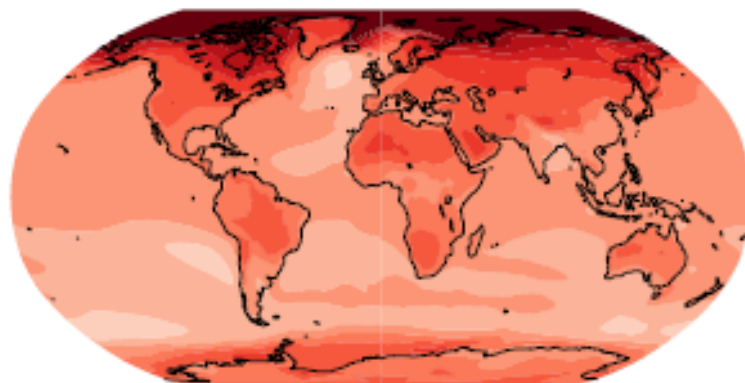
Osäkert vad som händer på längre tidskalor

Regionala skillnader i framtida uppvärmning

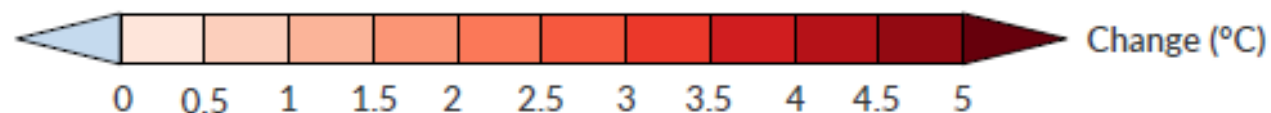
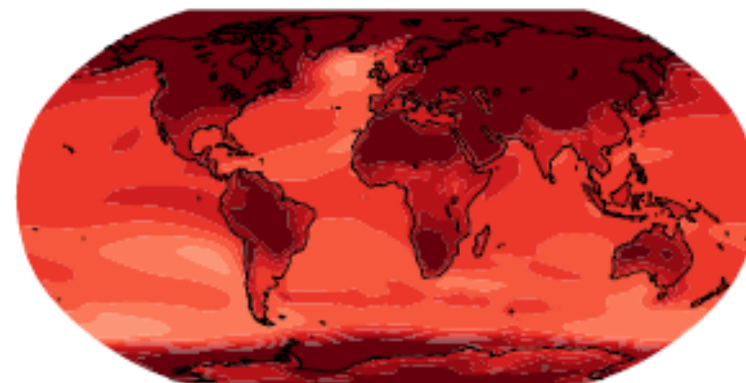
Change at 1.5°C global warming



Change at 2°C global warming



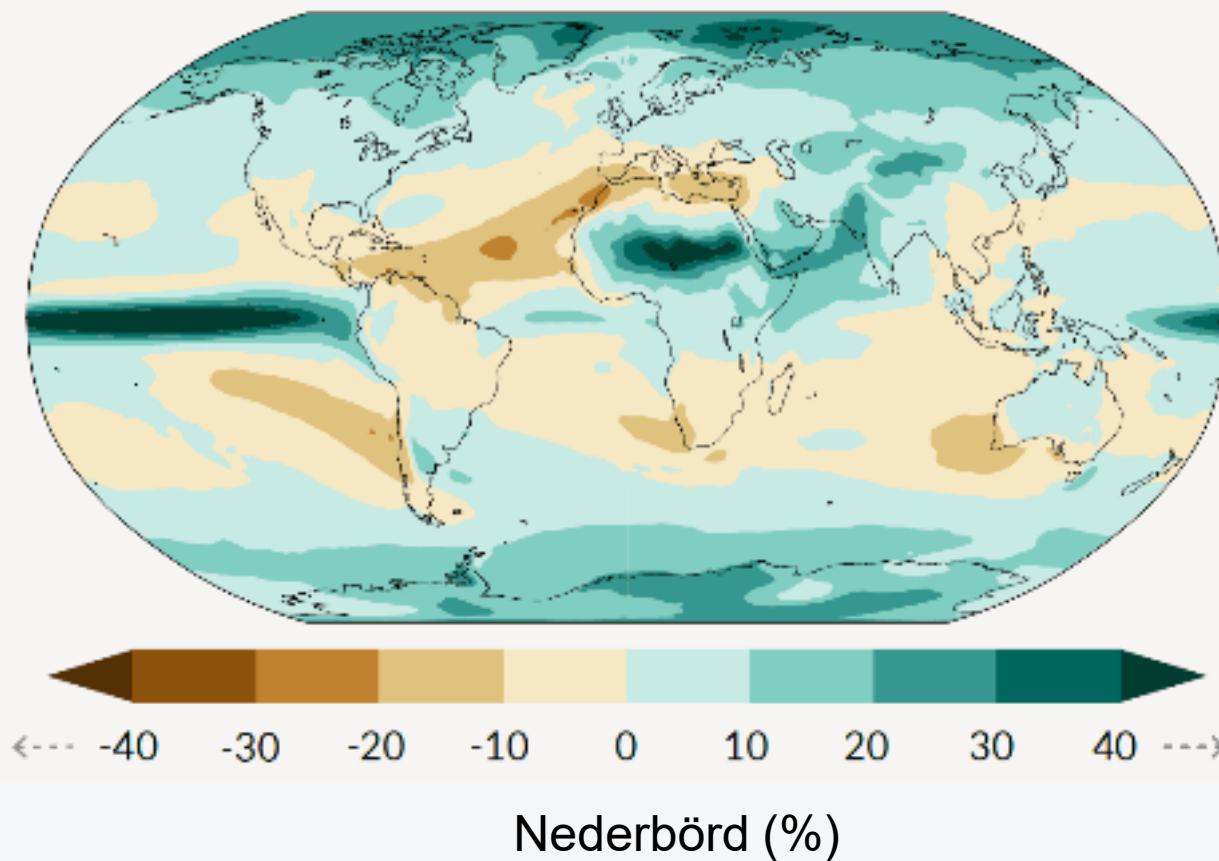
Change at 4°C global warming



Intensivare hydrologiskt kretslopp

- Varmare luft kan innehålla mer vattenånga
- Ökad avdunstning
- Mer nederbörd
- Ökad risk för torka
- Större variabilitet i nederbörden
- Större skillnader mellan "vått" och "torrt"

Vid +2°C global uppvärmning



Mindre snöfall (utom närmast polerna) SMHI

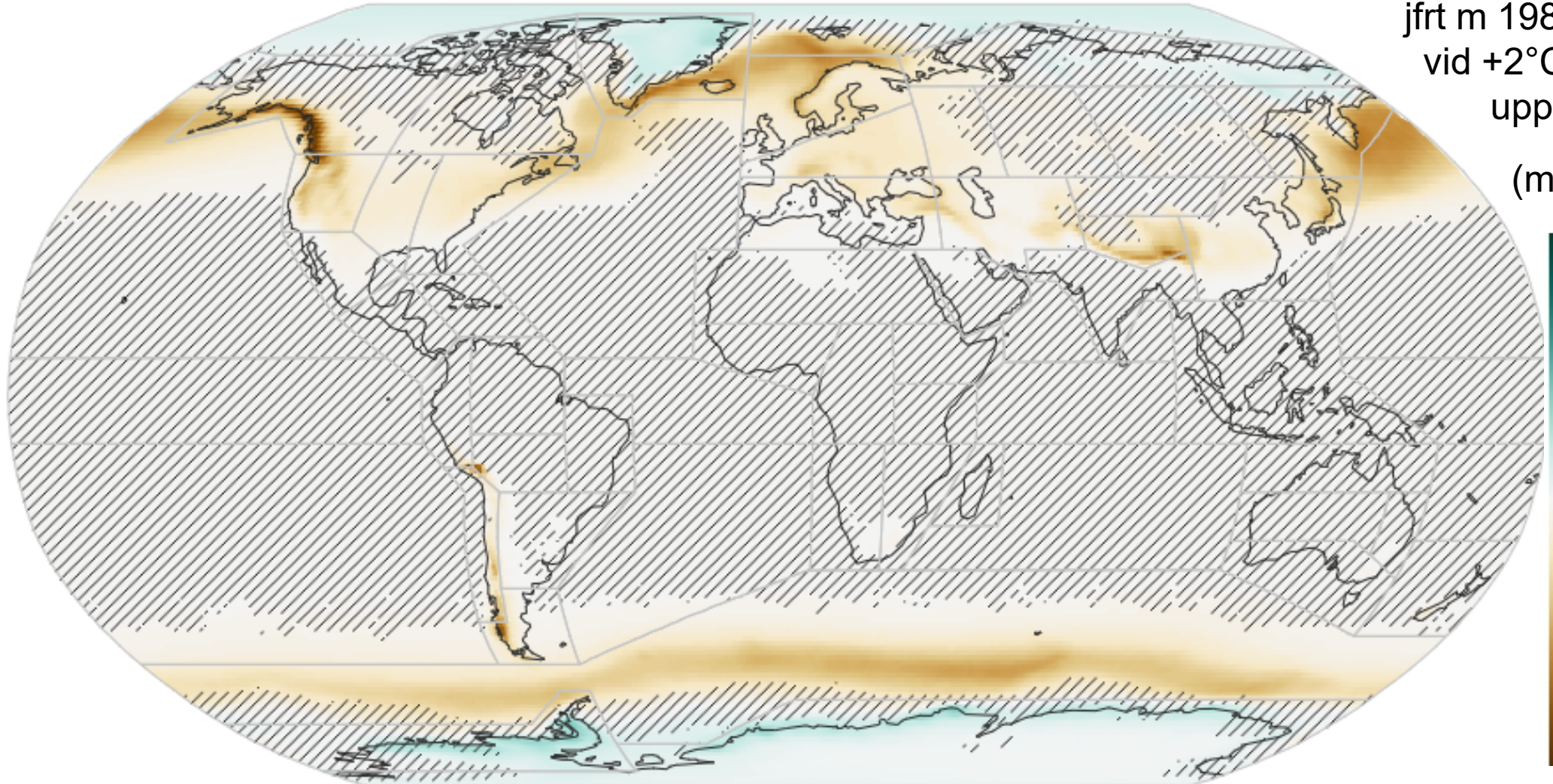
jfrt m 1981-2010
vid +2°C global
uppvärmning

(mm/dag)

0.5

0

-0.5

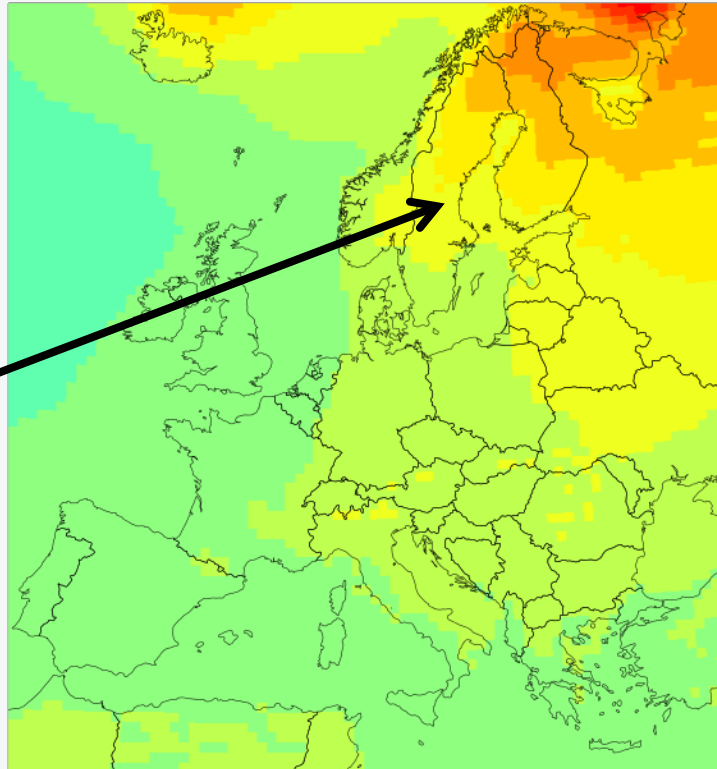


Klimatförändring i Europa

Temperaturförändring (°C) 1971-2000 till 2071-2100 enligt RCP4,5

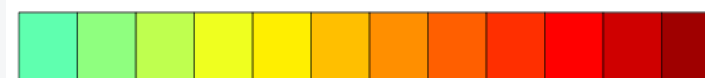
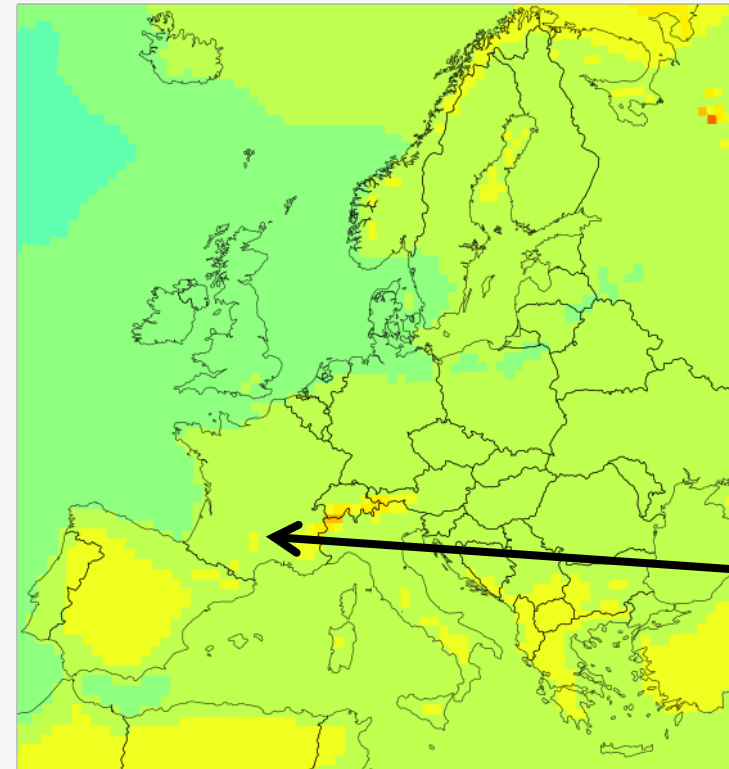
Det blir
varmare.

Särskilt på
vintern i norr



1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

tas (°C)



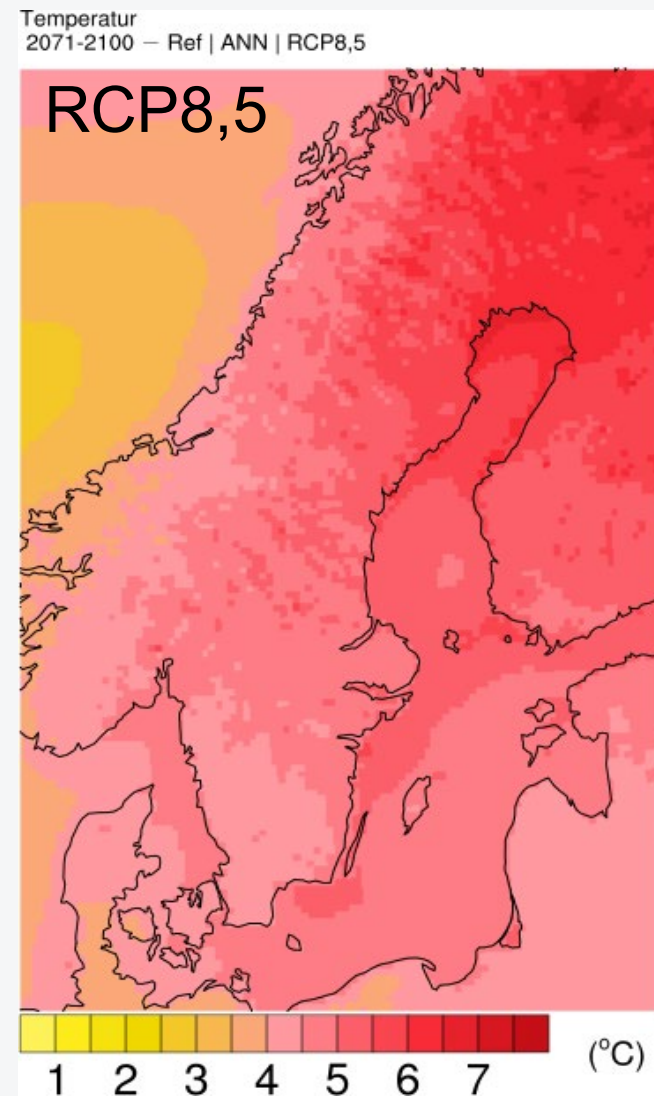
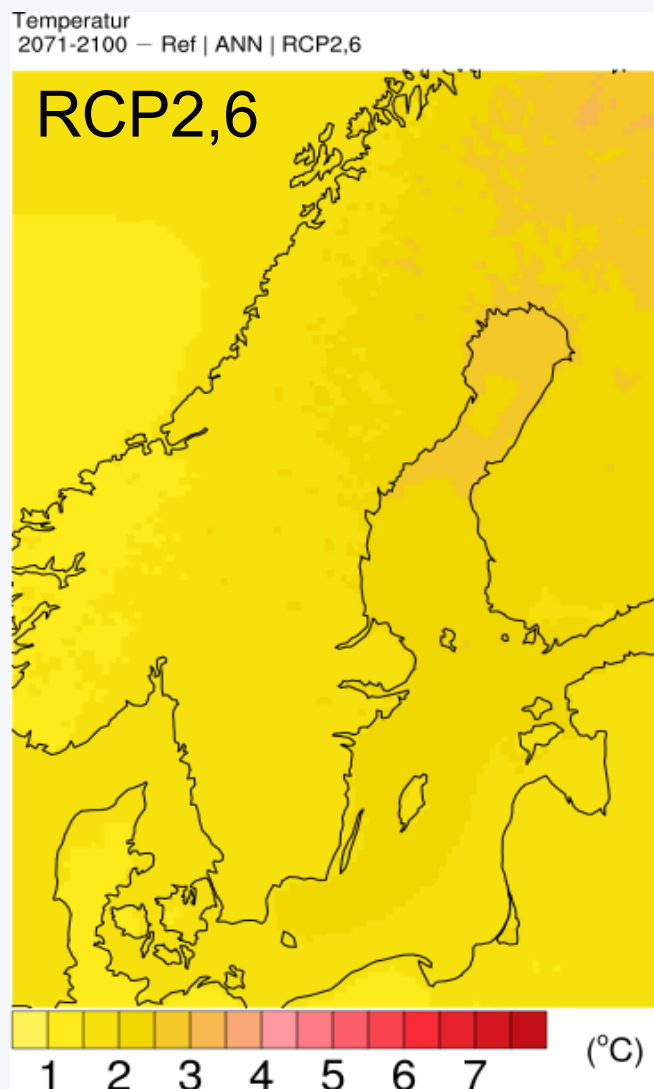
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

tas (°C)

och på
sommaren i
syd.

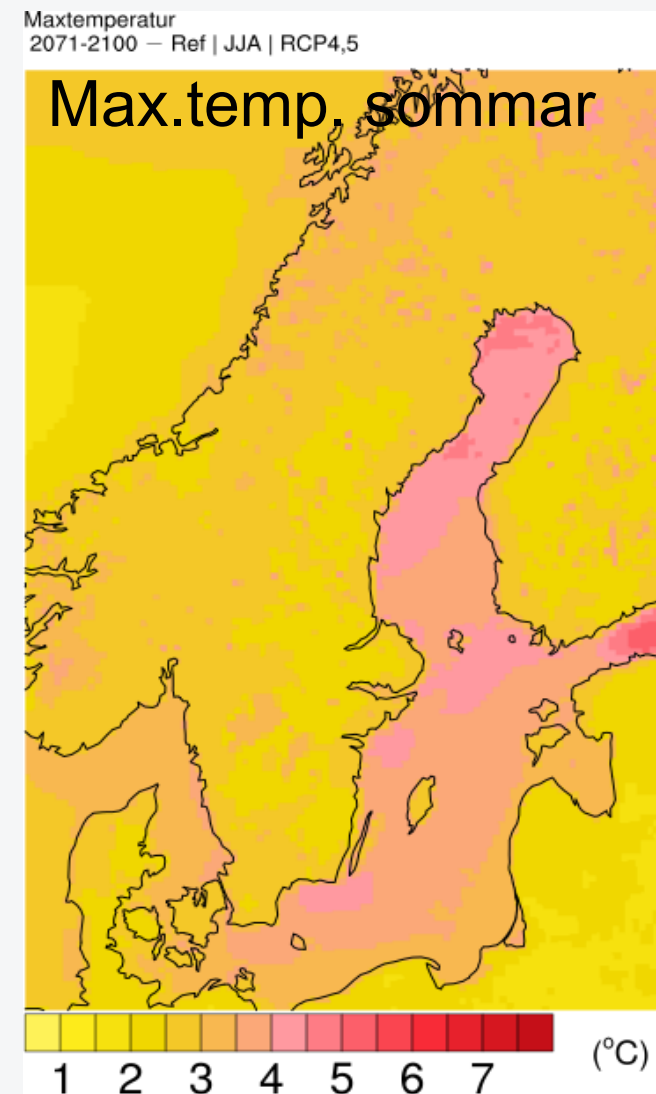
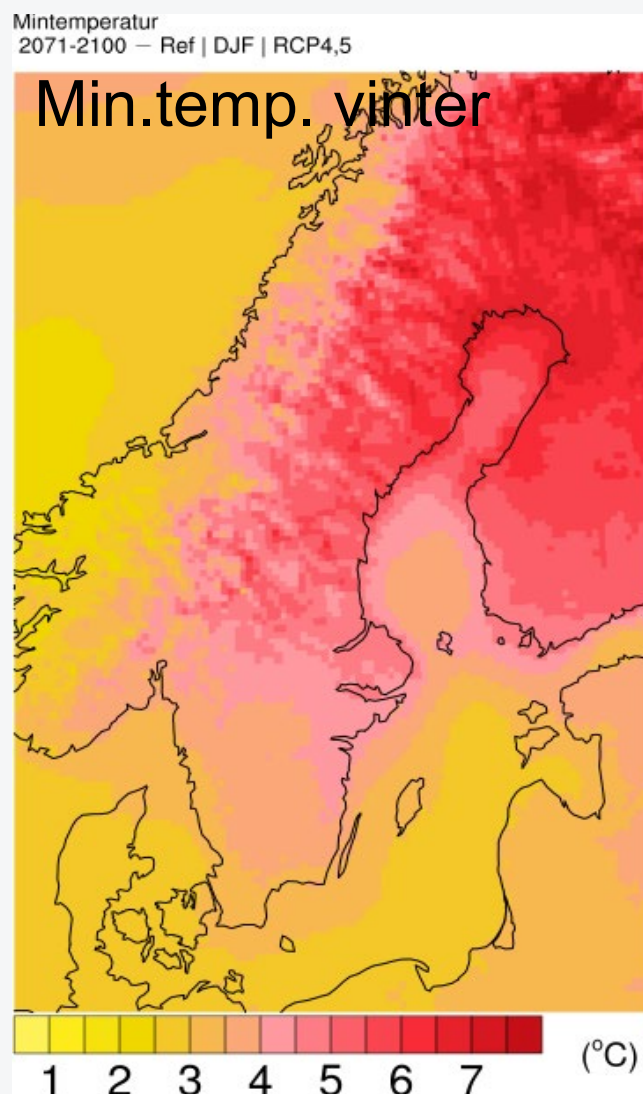
Det blir varmare i Sverige

Temperaturförändring (°C)
1971-2000 till 2071-2100



Det blir varmare

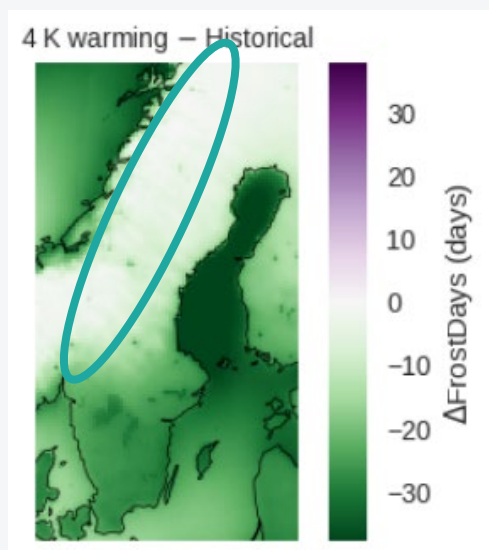
Temperaturförändring (°C)
1971-2000 till 2071-2100
enligt RCP4,5



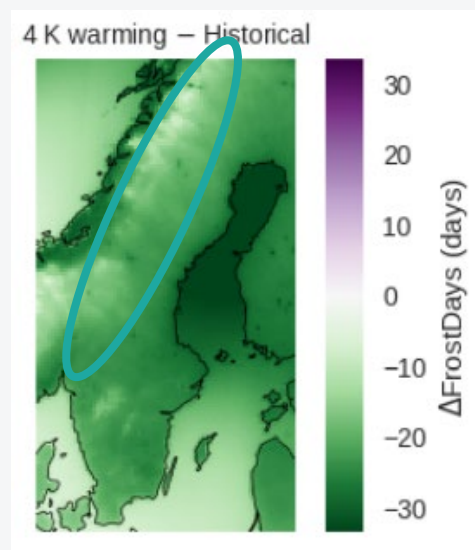
Antal dagar med frost ($T_{\min} < 0^{\circ}\text{C}$)

Vid $+4^{\circ}\text{C}$ global uppvärmning jämfört med 1971-2000

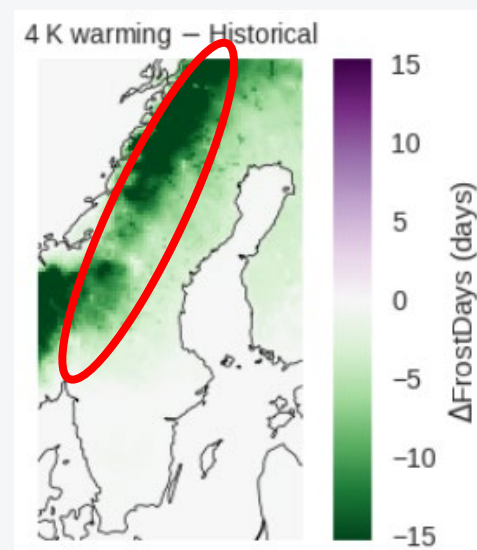
Vinter (DJF)



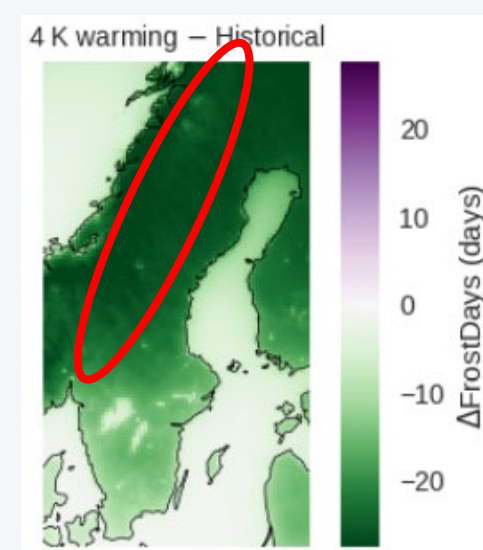
Vår (MAM)



Sommar (JJA)



Höst (SON)



Liten eller ingen ändring i DJF eller på hög höjd i MAM

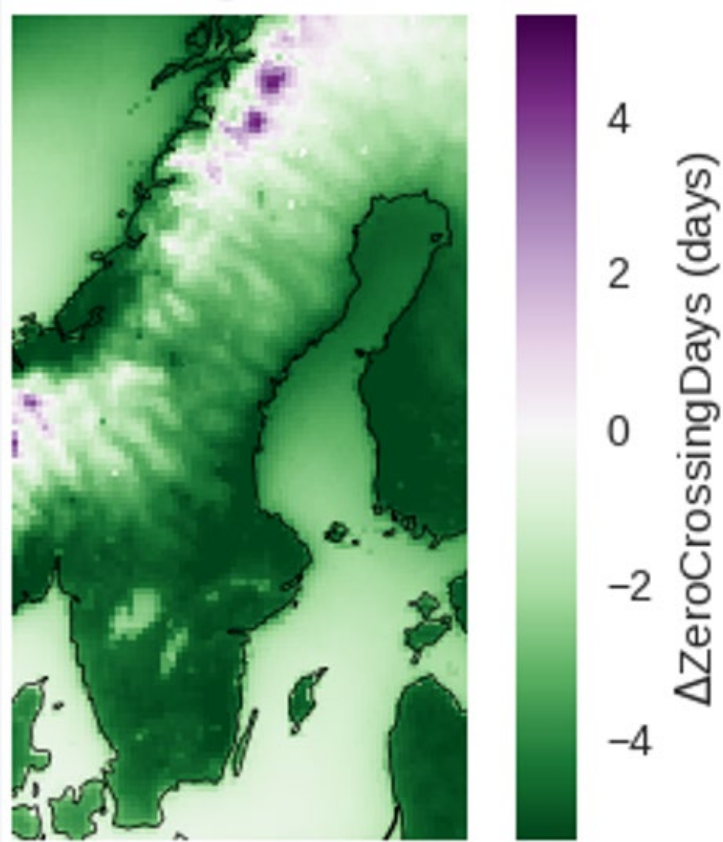
Stor ändring i JJA (särskilt i höglänt terräng) och i SON

Antal dagar med nollgenomgångar

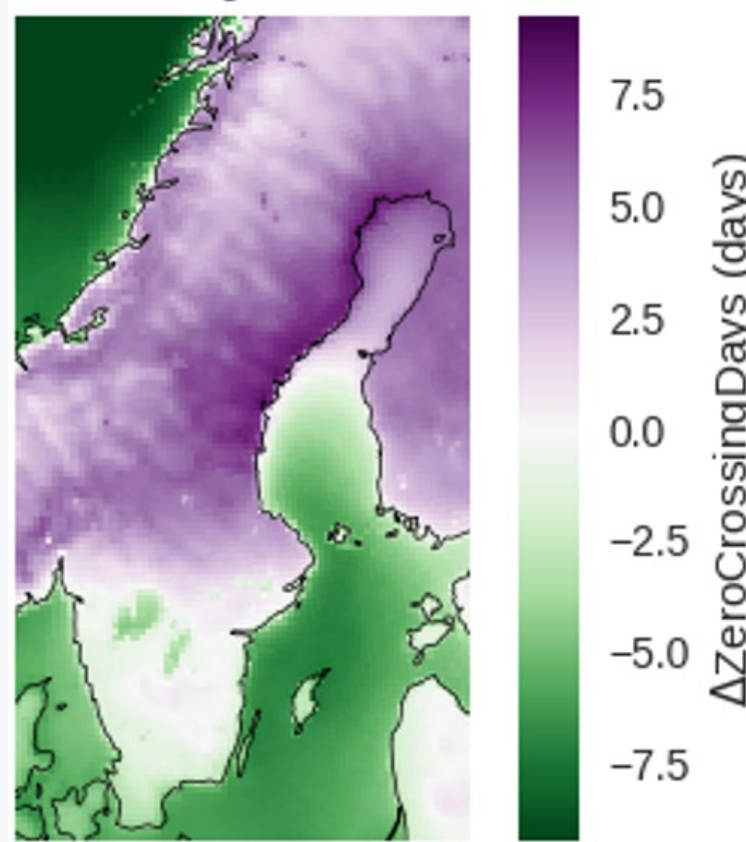
SMHI

Vid +2°C global uppvärmning jämfört med 1971-2000

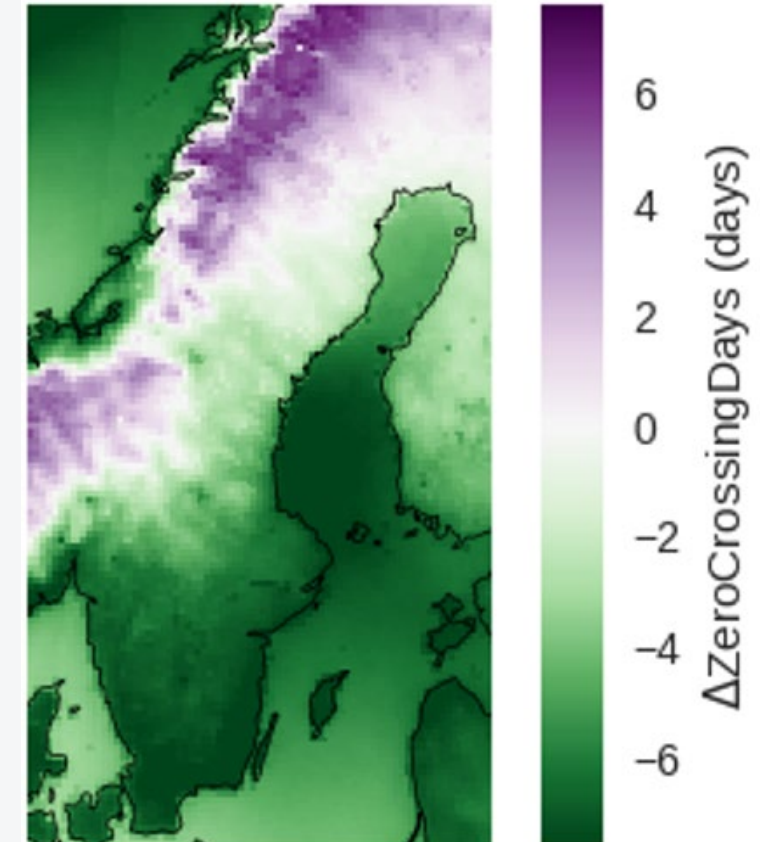
Höst (SON)



Vinter (DJF)

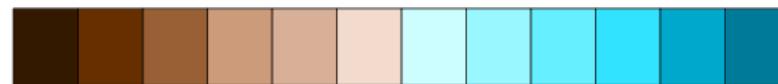
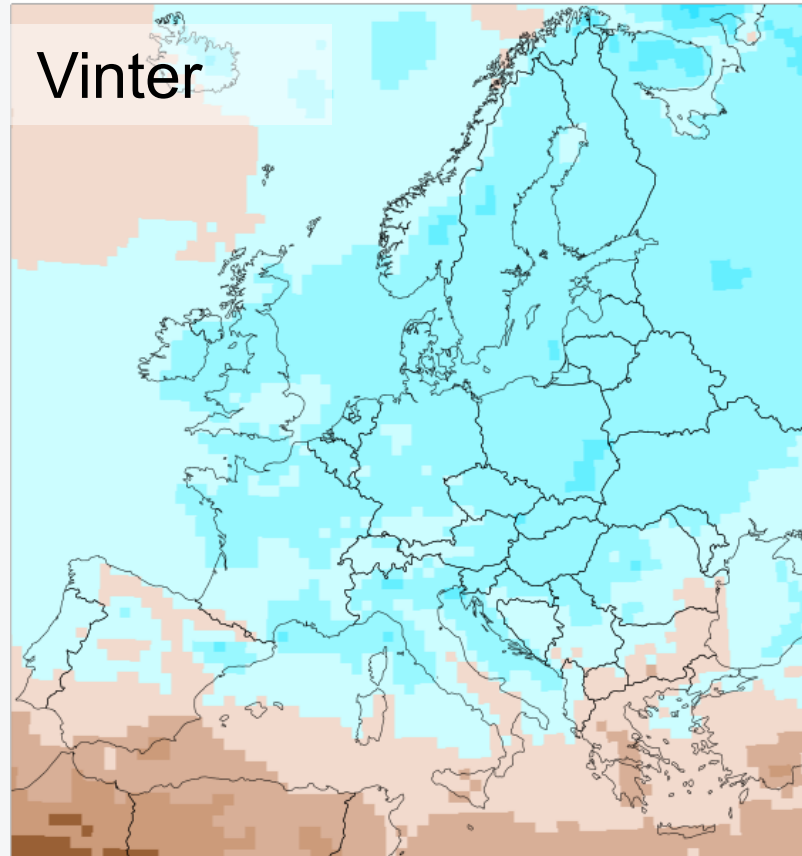


Vår (MAM)

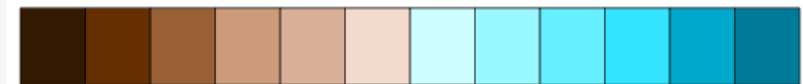
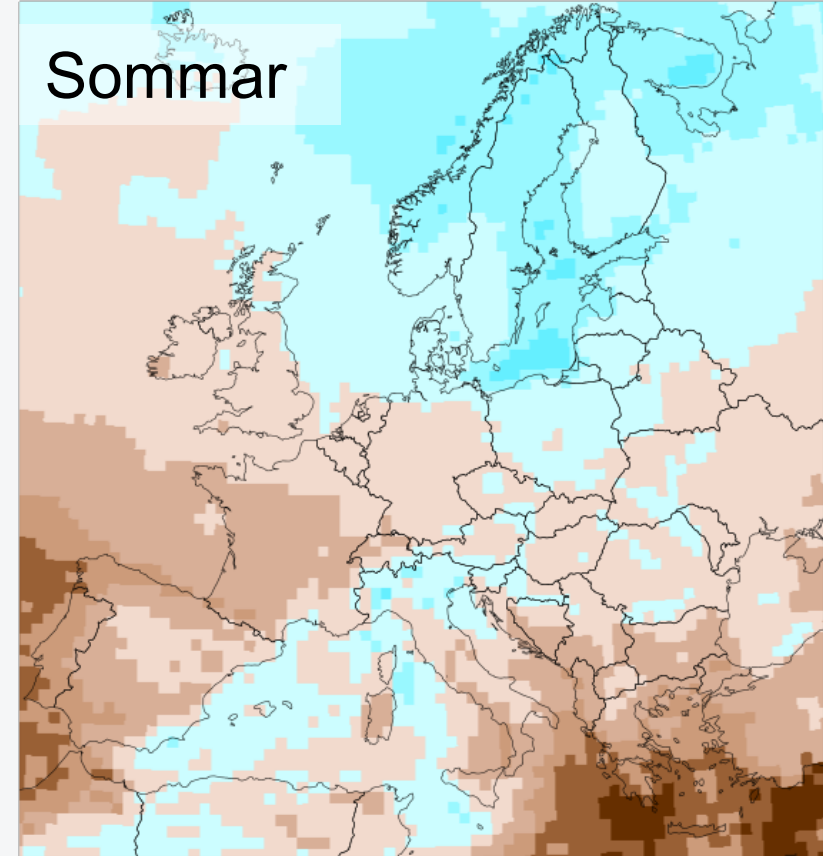


Klimatförändring i Europa

Det blir blötare i norr och torrare i syd.



pr (%)



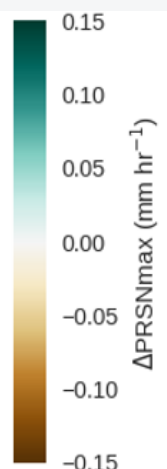
pr (%)

Ändringar i snöfall

Vid +2°C global uppvärmning jämfört med 1971-

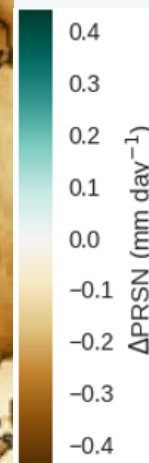
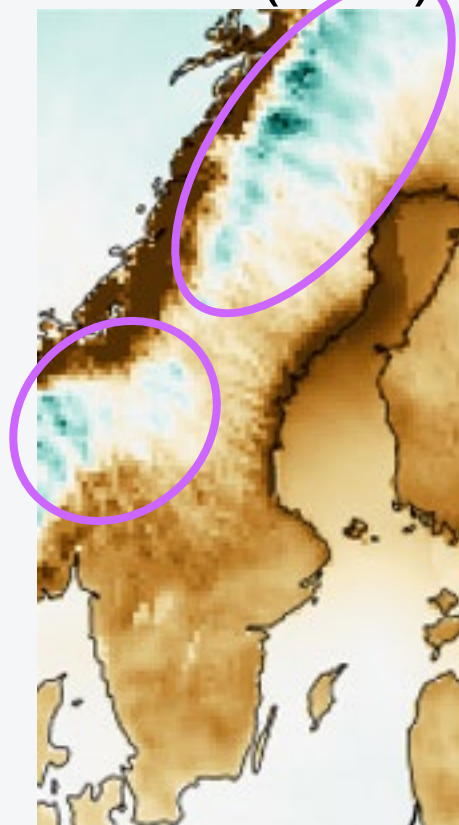
2000

Årsmaxima

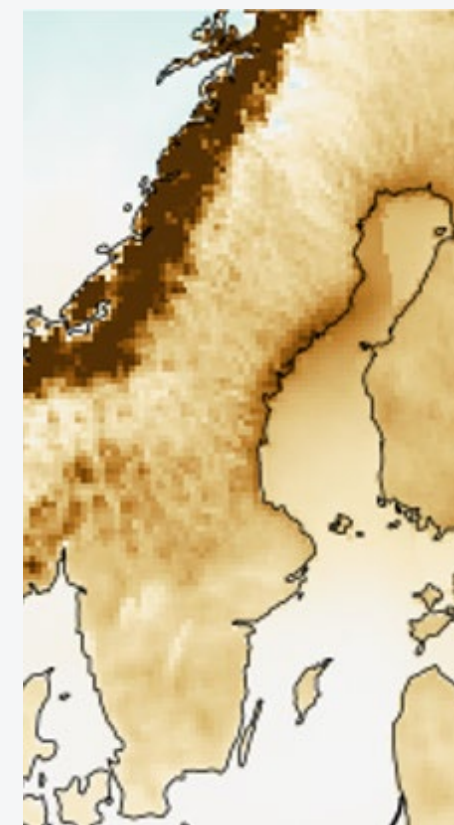


- Ökning i kalla områden på vintern.
- Intensitet hos kraftiga snöfall kan komma att öka.

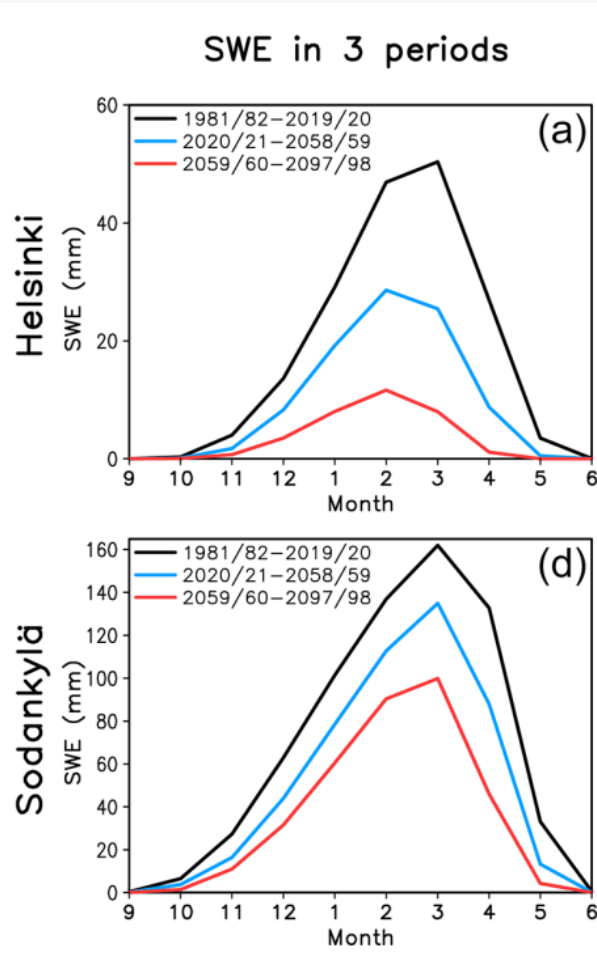
Vinter (DJF)



Årsmedel



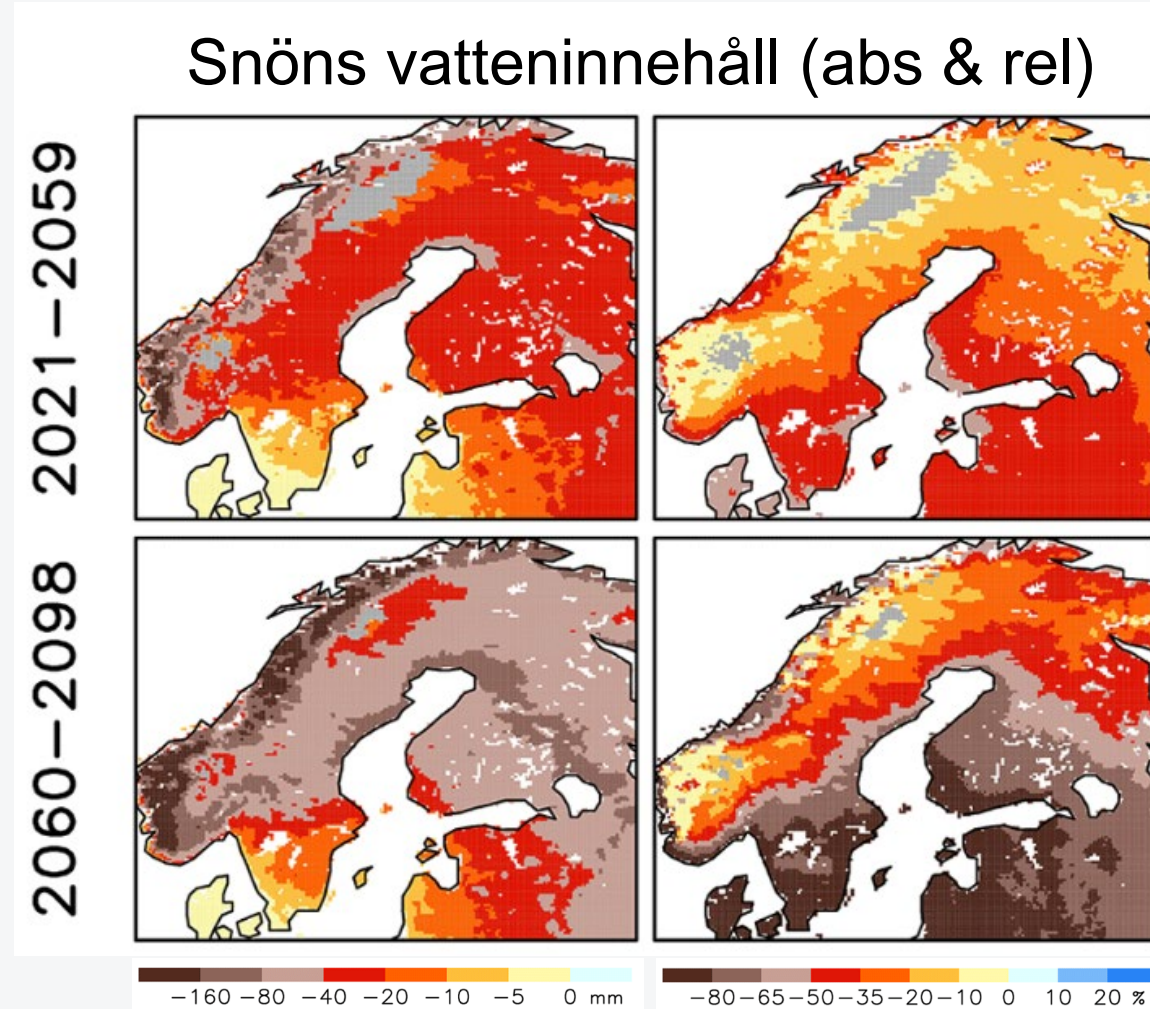
Mindre snö på marken



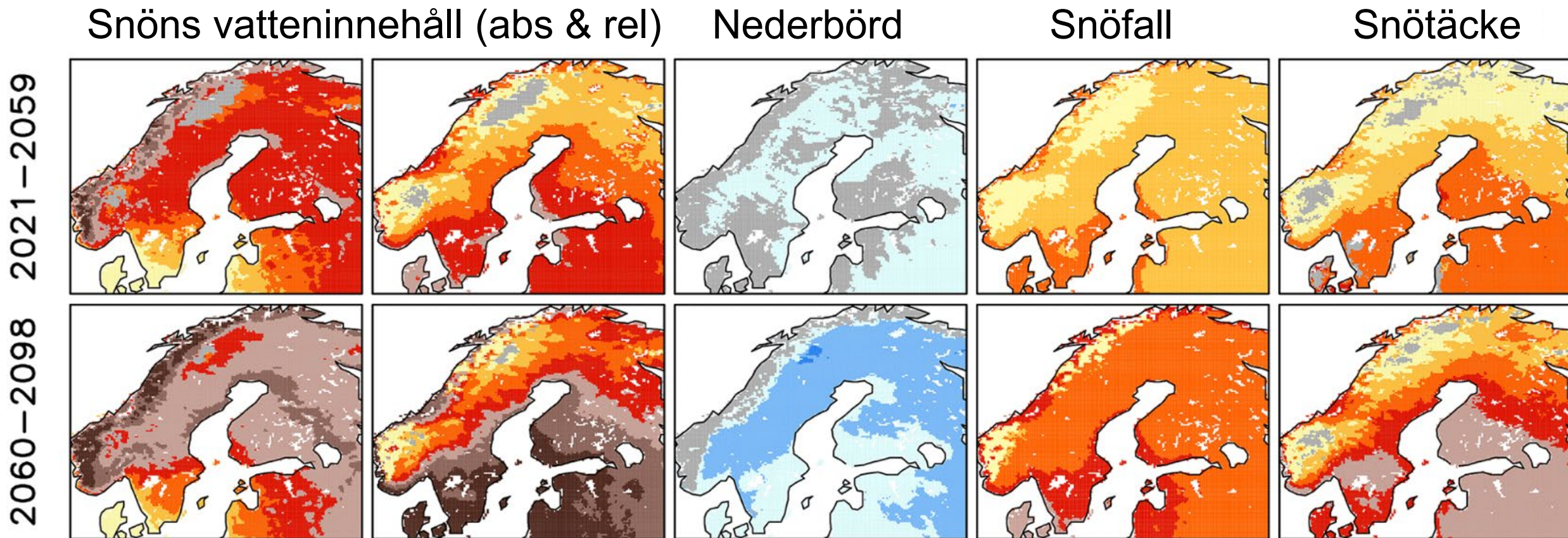
Snöns vatteninnehåll (SWE) i klimatsimuleringar med stor framtida ökning i CO2 (RCP8.5)

- Kortare snösäsong
- Mindre snö på marken
- Osäkert vad som händer på hög höjd

Mars



Mindre snö på marken



Scale, column 1:



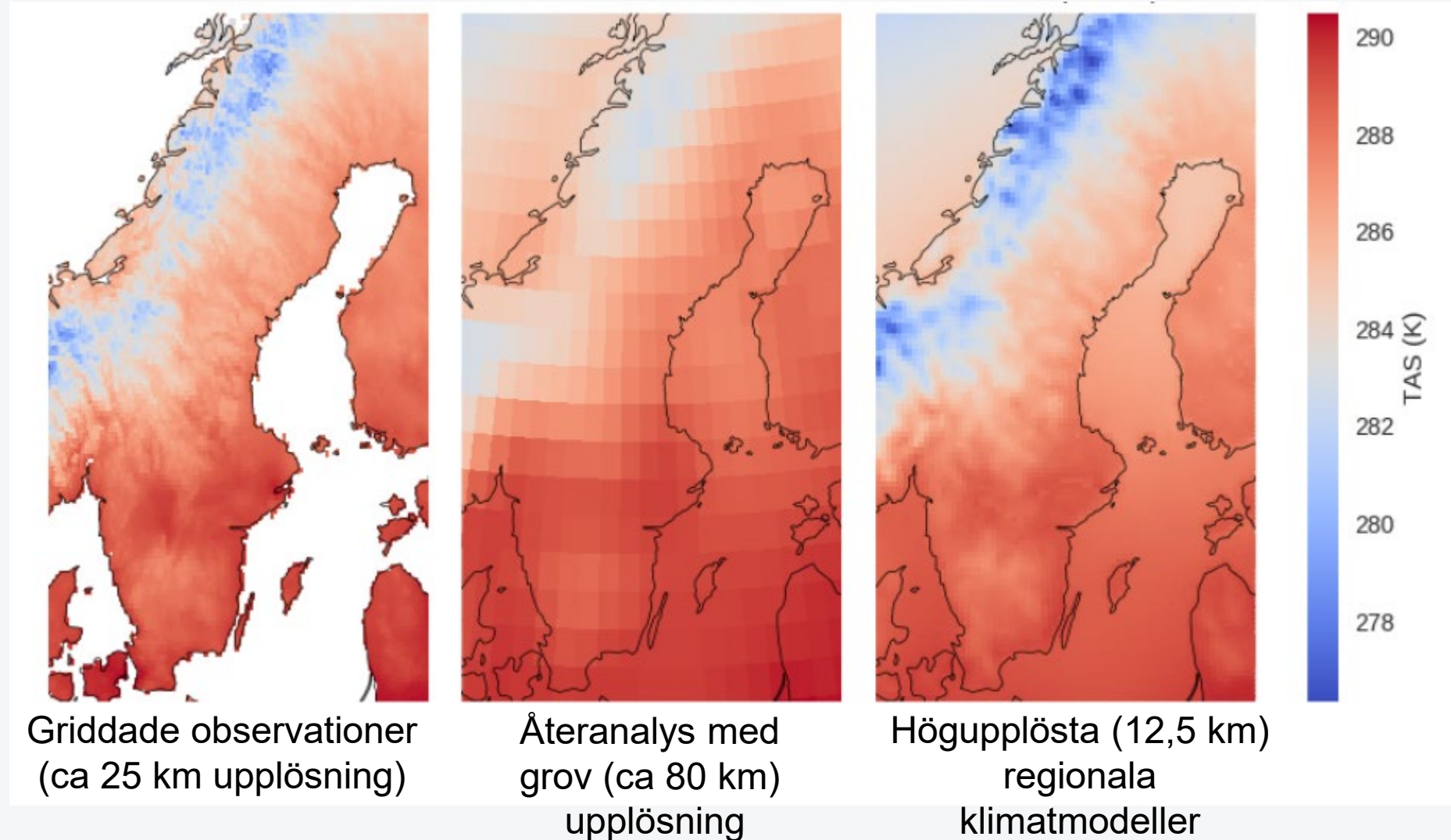
Scale, cols 2–5:



Mars månad

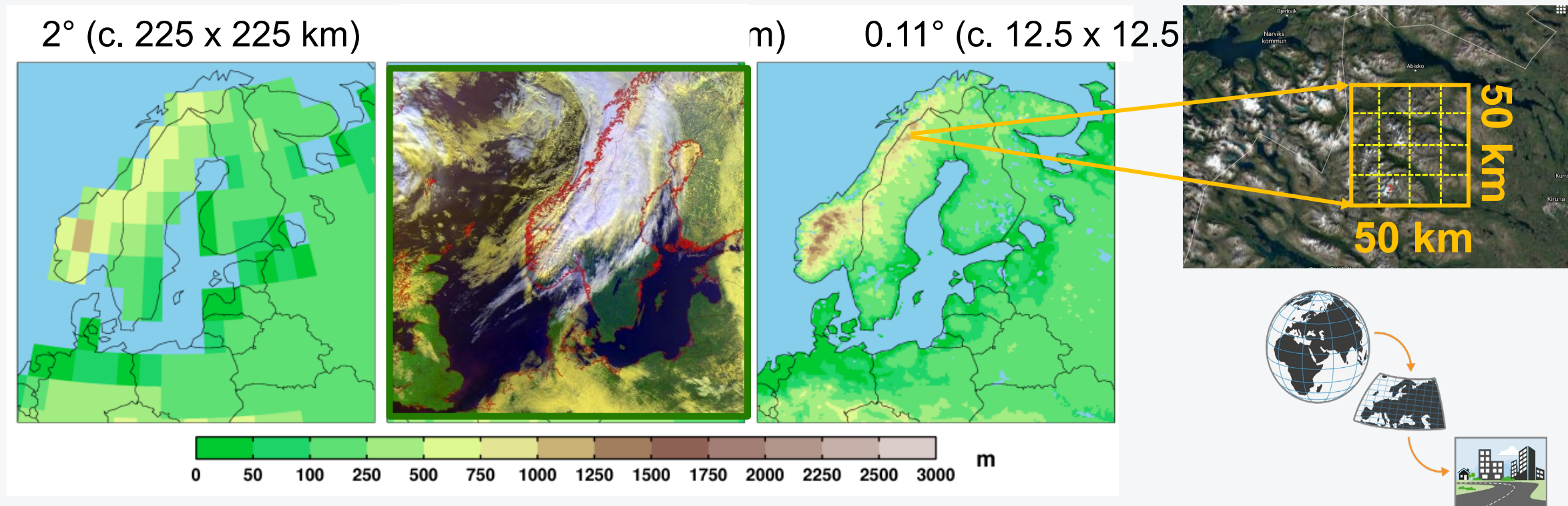
Resultat bygger på högupplösta modeller

Utvärdering av klimatmodeller för historiskt klimat



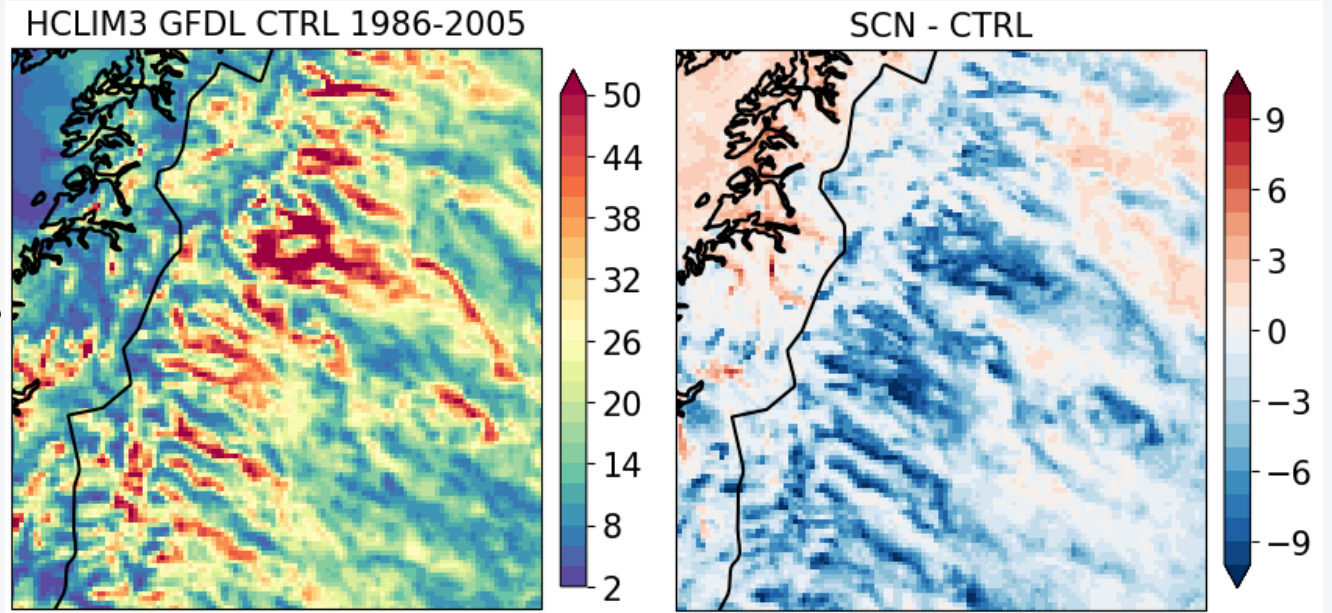
Problem med upplösning i klimatmodeller

- Typisk upplösning i globala klimatmodeller: 125-300 km (CMIP5)
80-300 km (CMIP6)
- Upplösning i regionala klimatmodeller (t ex på www.smhi.se): 12.5 (50) km

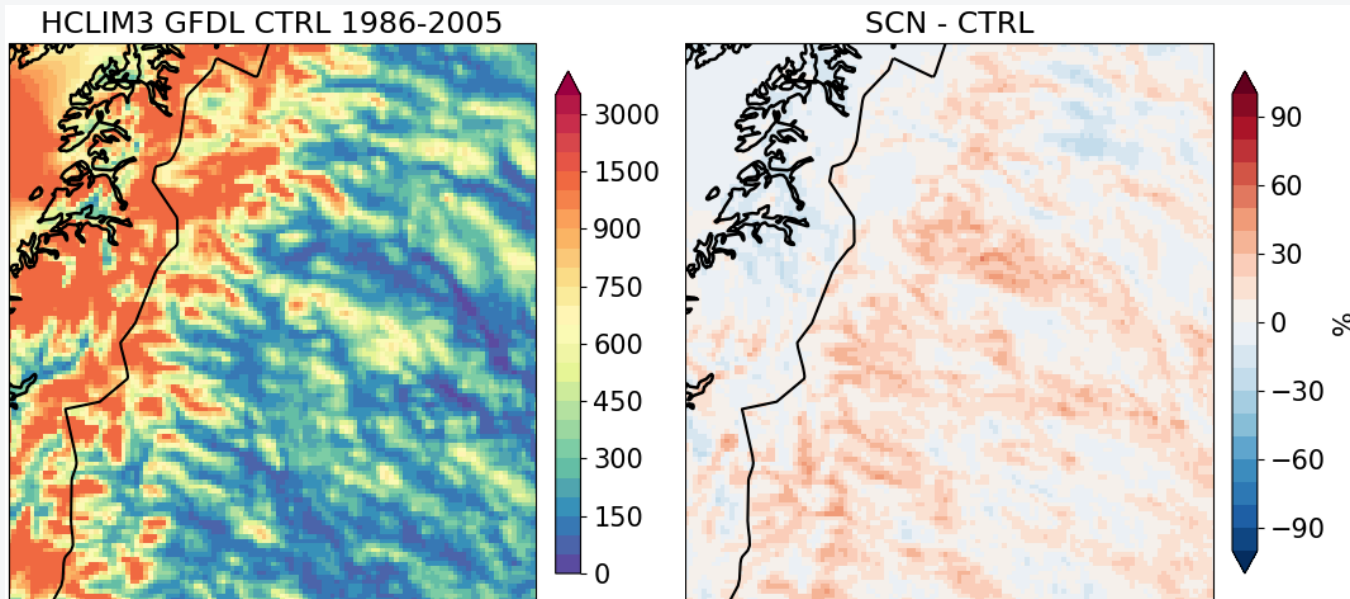


Ändrat vindklimat i fjällen

Antal dagar
medelvind < 4.5 m/s



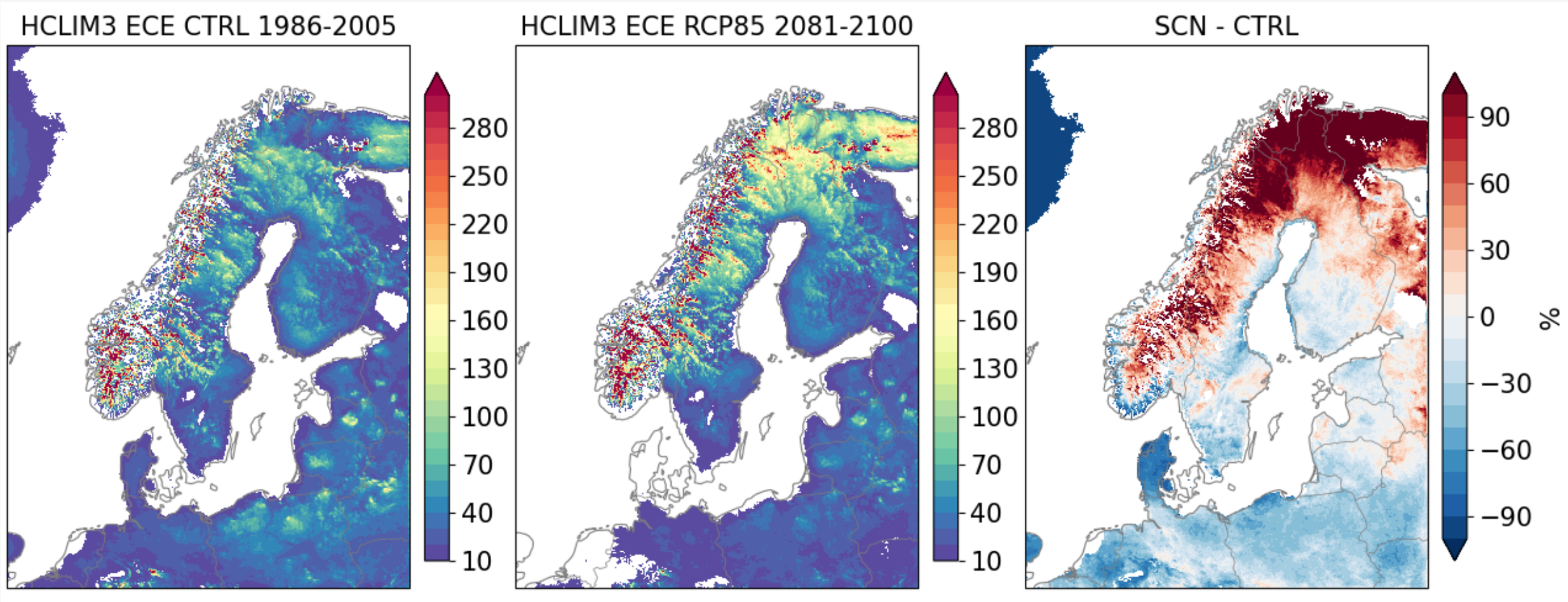
Antal tillfällen [tim/år]
vind > 10 m/s



Stora förändringar i låglänt terräng (uppvärmningen leder till mindre utpräglade inversioner?)

Vindhastighet på 100 m ö marknivån

Nedisningsrisk (DJF)

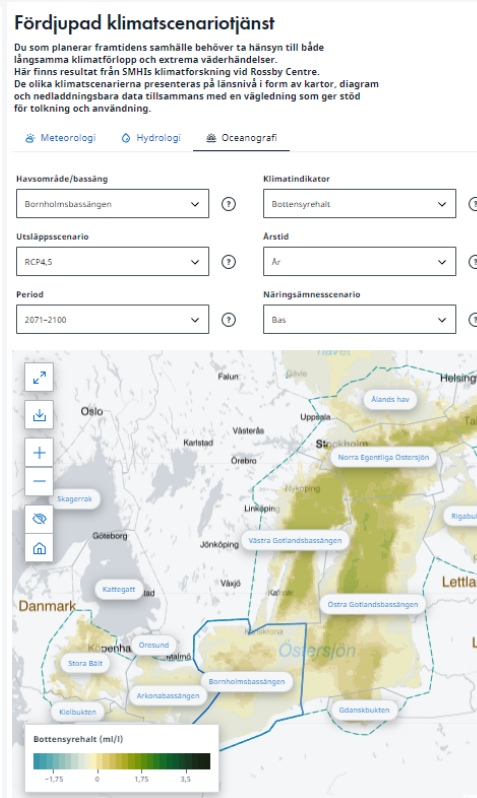
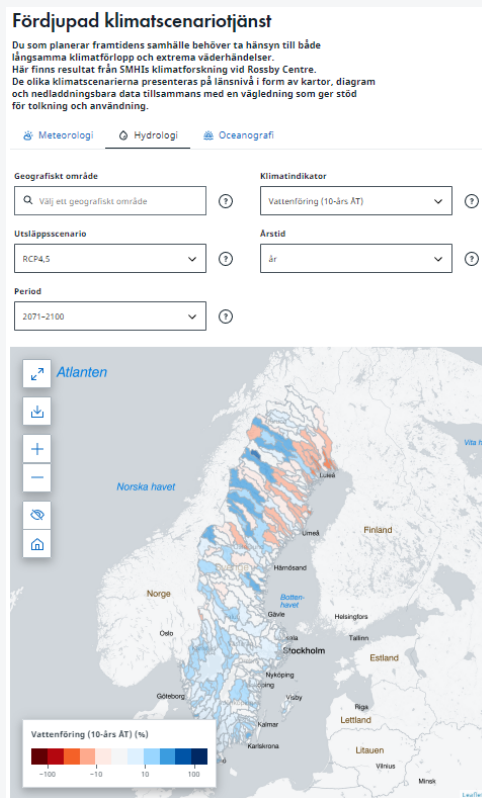
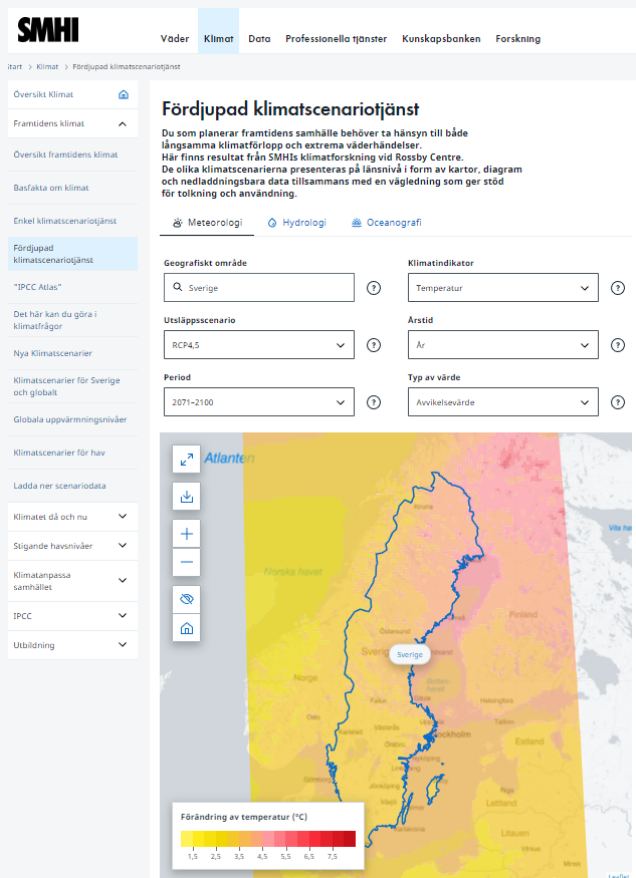


Antal tillfällen (timmar) per år.

[Temperatur i 100m-nivå < 0 °C, Molnvattenmängd i 100m-nivå > 0.5*10⁻⁴]

Regionala klimatscenarier

SMHI



Regionala klimat-scenarier för olika tidsperioder

- Stort antal regionala klimatmodeller
- Tre scenarier
- Biasjusterade data
- Klimatinformation för meteorologi, hydrologi och oceanografi

<https://www.smhi.se/klimat>

Vad är att vänta för fjällen?

SMHI

- Ändrat hydrologiskt klimat
 - Generellt mindre snö på marken
 - Vanligare med regn på snö och smältperioder
 - Mindre och tidigare vårflod
- Senare isläggning och tidigare islossning
- Fortsatt smältande glaciärer
- Tinande permafrost
- Stor påverkan på naturliga ekosystem och samhälle
- Trädgränsen klättrar uppåt i höjdterrängen
- Oavsett åtgärder för minskad klimatpåverkan kommer det att krävas åtgärder för klimatanpassning



Vill ni läsa mera?

SMHI Rapport Klimatologi 61, 2021

SMHI Rapport Klimatologi 64, 2022

<https://www.smhi.se/publikationer/>

Nationella expertrådet för klimatanpassning 2022

<https://klimatanpassningsradet.se/>

Energiforsk rapport 2021 745: Förändringar i klimatet med påverkan på energisektorn i Sverige

Energiforsk rapport 2023 949: Impact of climate change on wind power in Sweden

<https://energiforsk.se/>

SMHI – Rossby Centre

<https://www.smhi.se/forskning/forskningsenheter/klimatforskning>

