



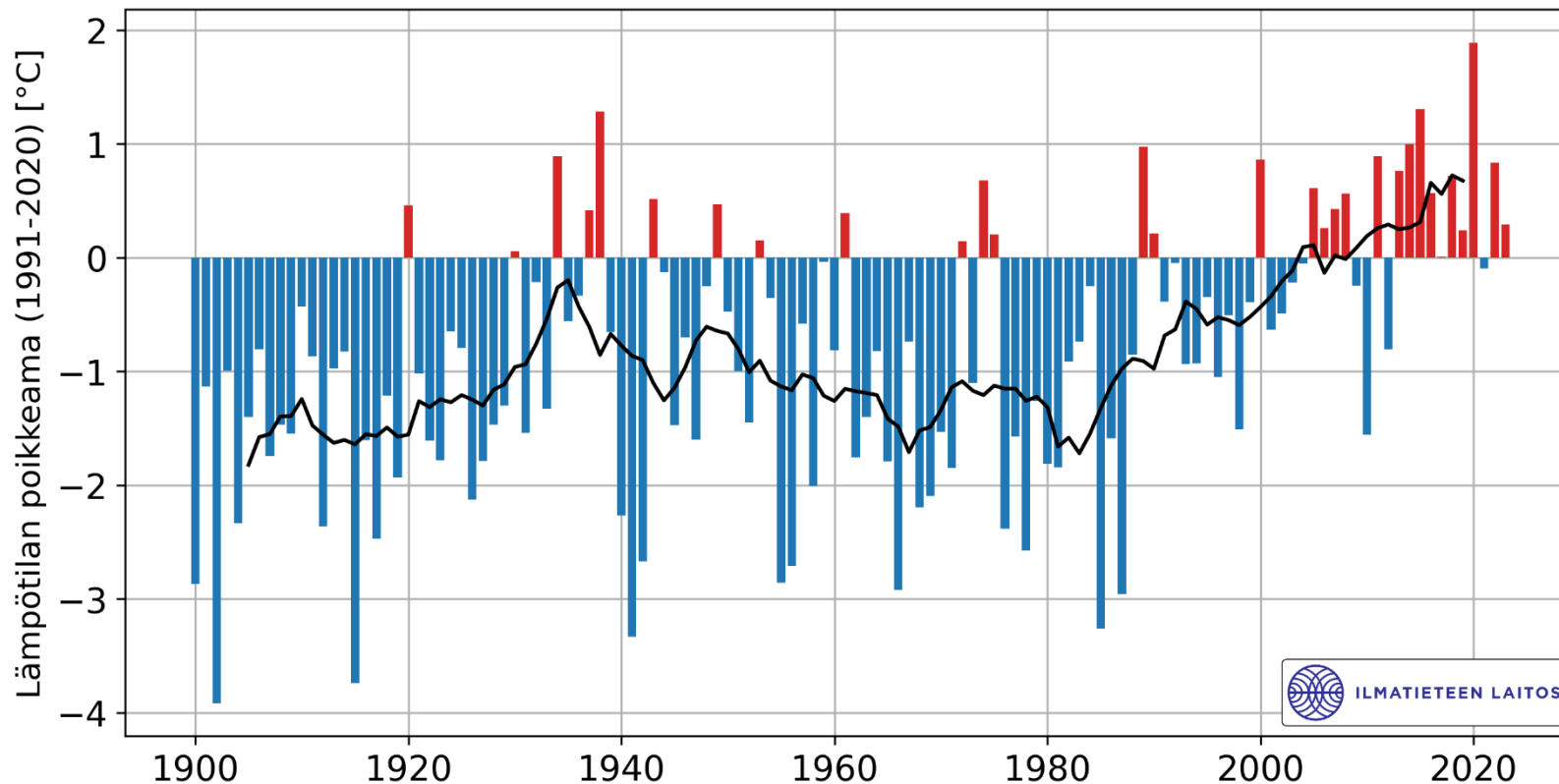
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastonmuutos Suomessa ja tulevaisuuden skenaariot

Ilari Lehtonen, Juha Aalto
Ilmatieteen laitos
20.3.2024



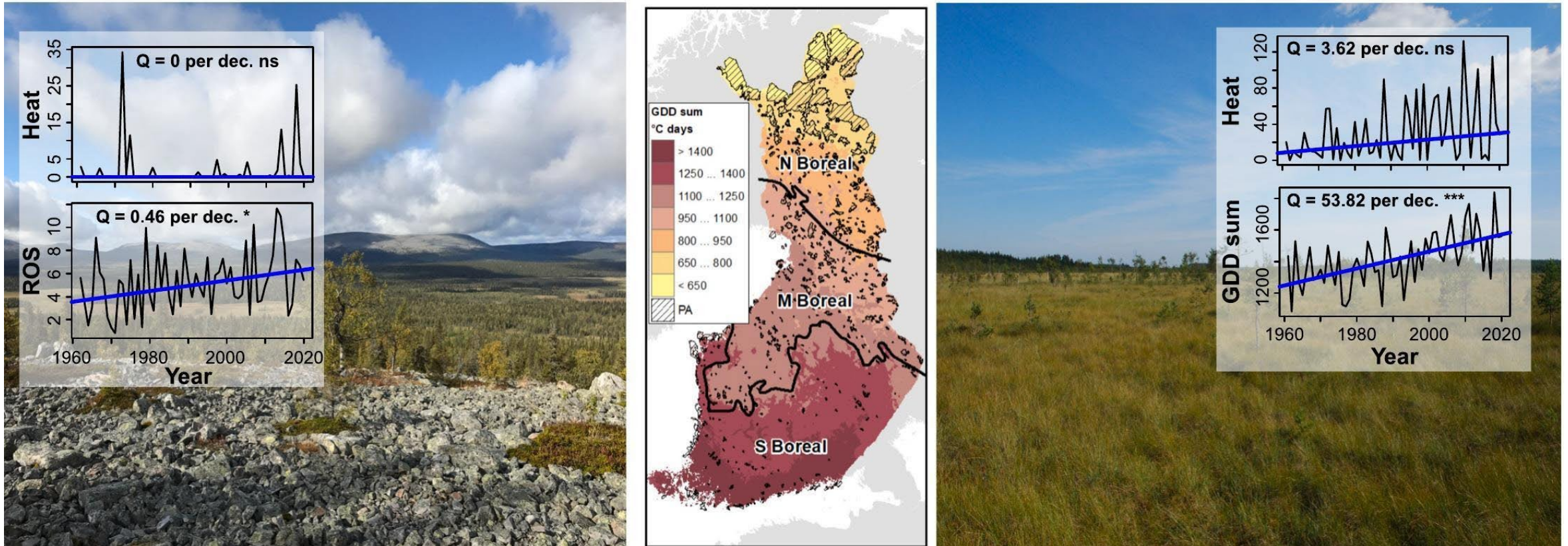
Suomen keskilämpötila on noussut yli 2°C



Keskilämpötilan poikkeama jakson 1991–2020 keskiarvosta Suomessa vuosina 1900–2023.

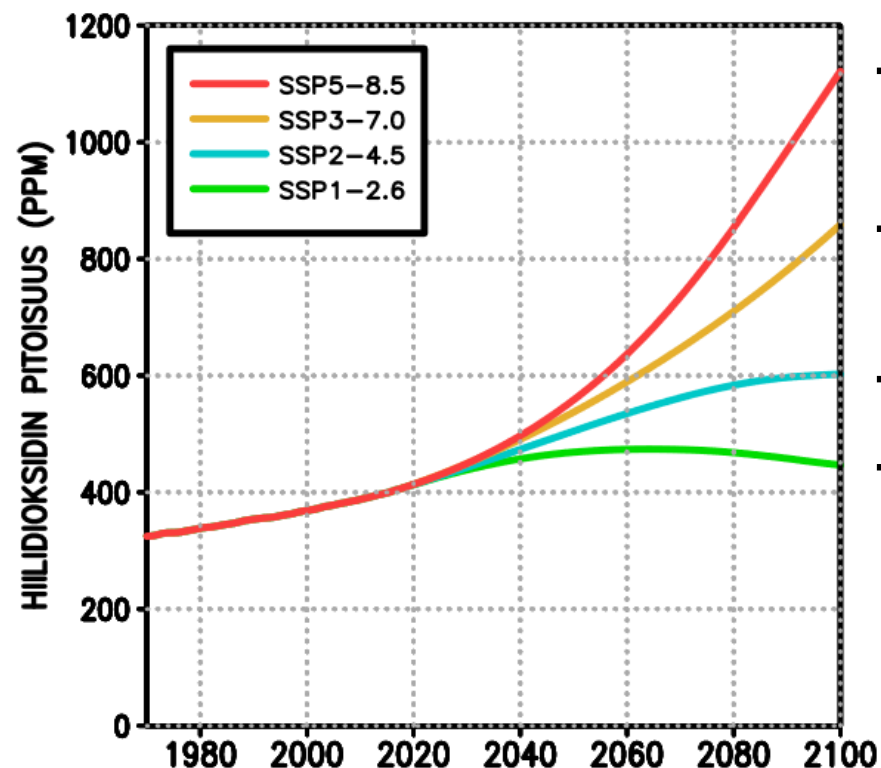
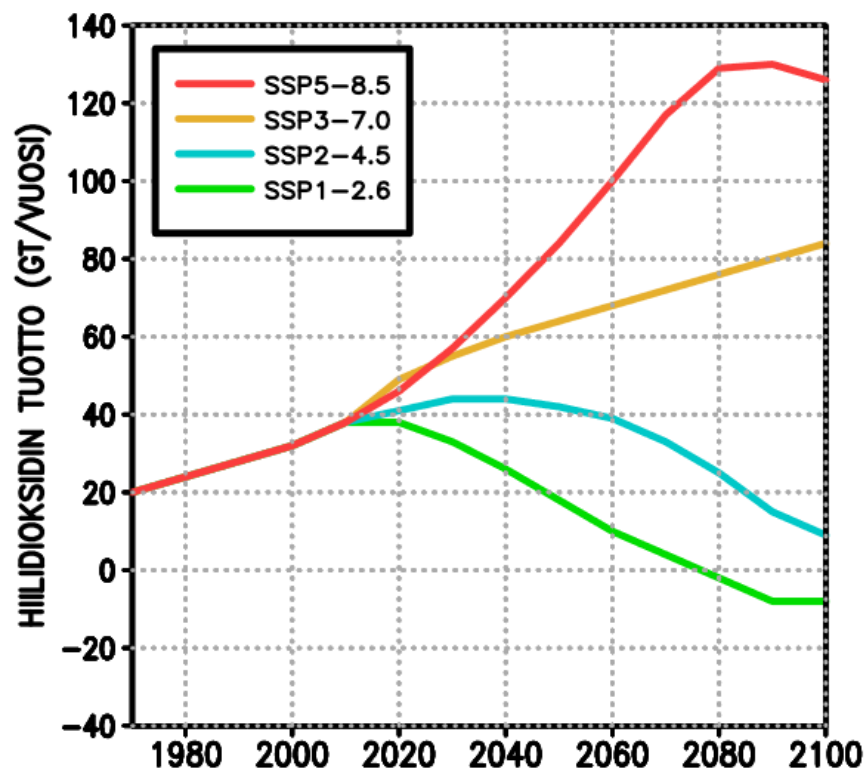
- 1980-luvun jälkeen keskilämpötila on noussut Suomessa lähes 0,5 °C vuosikymmenessä. Normaalikausi 1991–2020 oli noin 0,9 °C lämpimämpi kuin jakso 1961–1990.
- Globaali keskilämpötila on noussut samaan aikaan noin 0,2 °C vuosikymmenessä.
- Vuosi 2023 oli globaalisti lämpimin mitattu vuosi. Vuoden keskilämpötila oli noin 1,5 °C esiteollisen ajan keskiarvoa korkeampi.

Bioilmastollisissa trendeissä on suurta alueellista vaihtelua



- Aalto et al. (2023): Bioclimate change across the protected area network of Finland. *Sci. Tot. Environ.*, **893**: 164782.

Tulevaisuuden kehityspolut



+3,3...+5,7 °C

+2,8...+4,6 °C

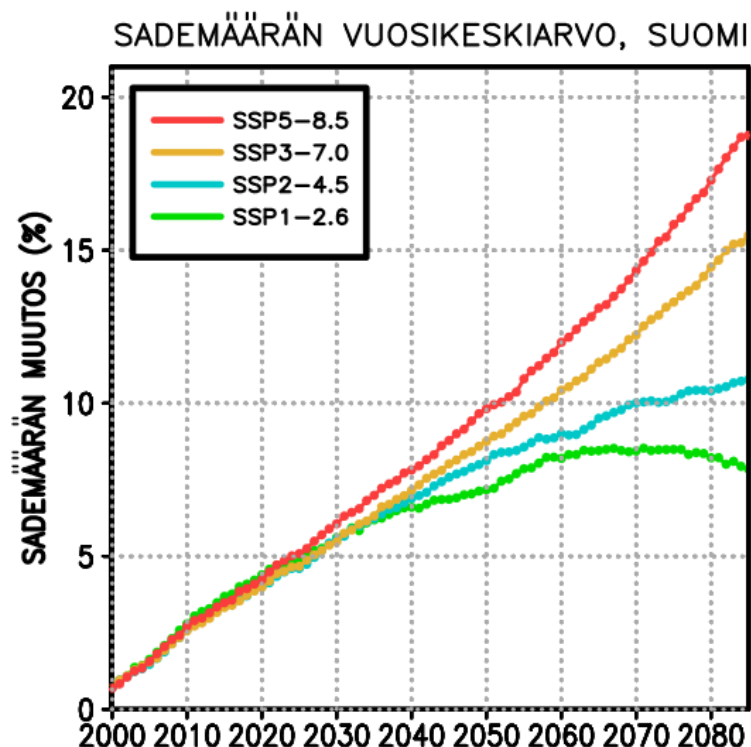
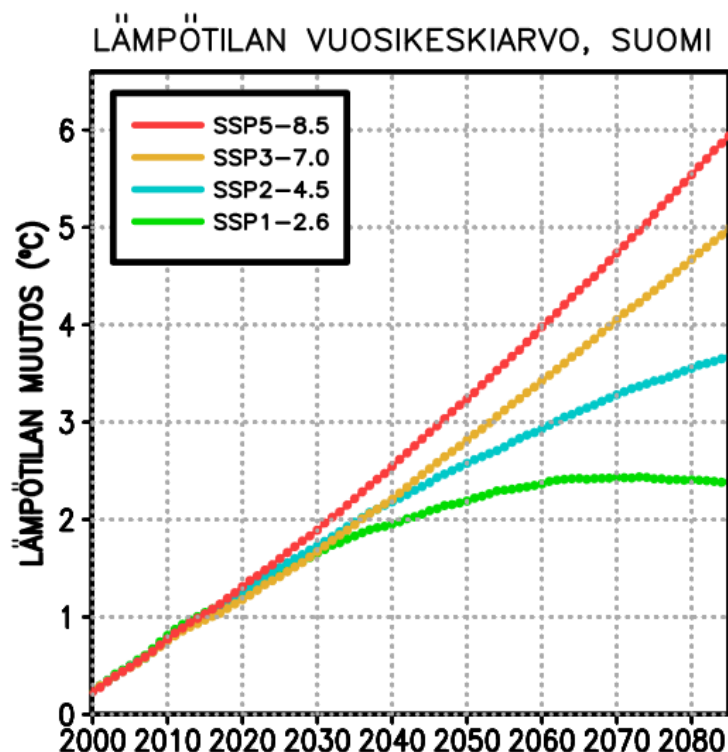
+2,1...+3,5 °C

+1,3...+2,4 °C

Globaalin
keskilämpötilan
muutos esiteolliseen
aikaan verrattuna

Skenaarioihin liittyvät lukuarvot (2.6, 4.5, 7.0 ja 8.5) kuvaavat säteilypakotteen muutosta (lämmitysvaikutusta) watteina neliometriä kohti vuodesta 1750 vuoteen 2100.

Lämpötilan ja sademäärän ennustetut muutokset Suomessa

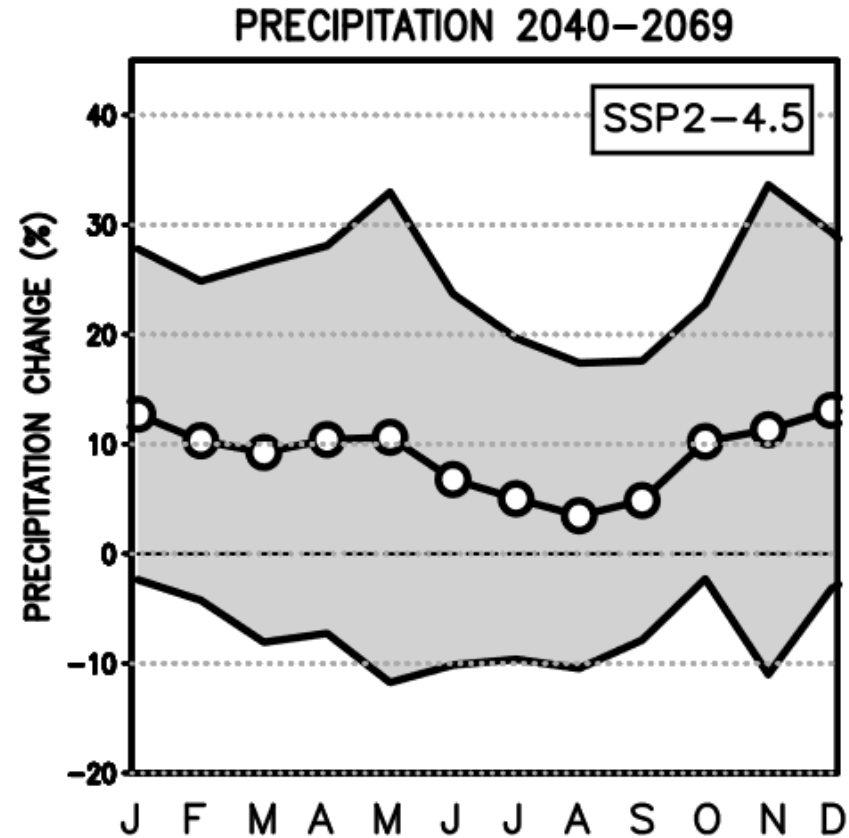
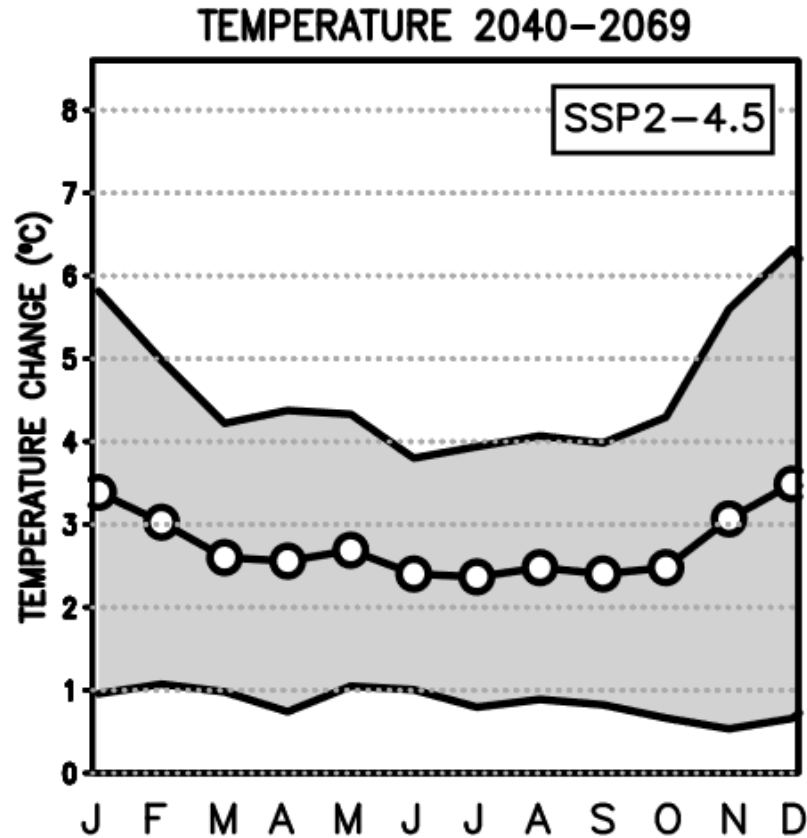


- Seuraavien ~30 vuoden aikana lämpötilan ennustetaan nousevan Suomessa 1–2 °C.
- Lämpenemisvauhti vuosisadan lopulla riippuu suuresti kasvihuonekaasujen maailmanlaajuisten päästöjen kehityksestä.
- Sademäärä kasvaa vastaavasti eniten suurten päästöjen skenaarioissa.

Vuoden keskilämpötilan ja sademäärän ennustettu muutos Suomessa verrattuna jakson 1981–2010 keskiarvoon. Tulokset perustuvat usean ilmastomallin keskiarvoon.



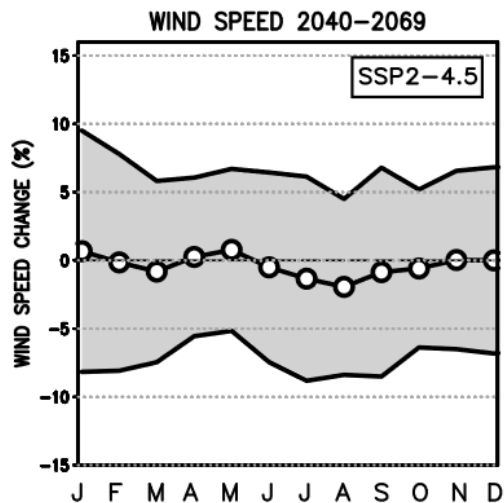
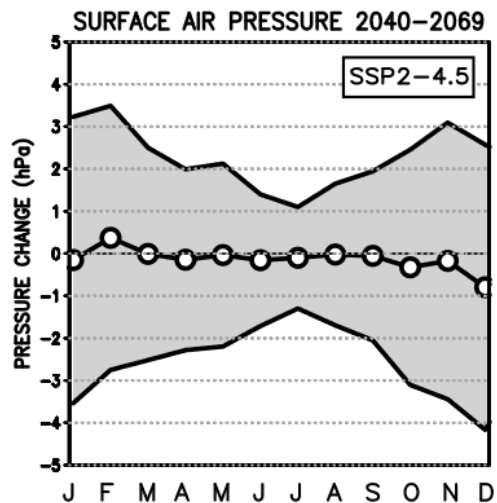
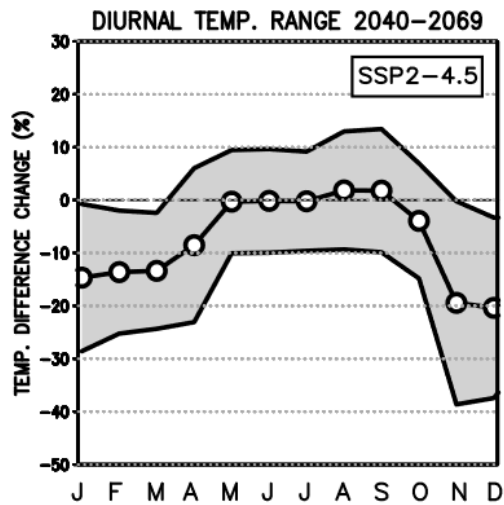
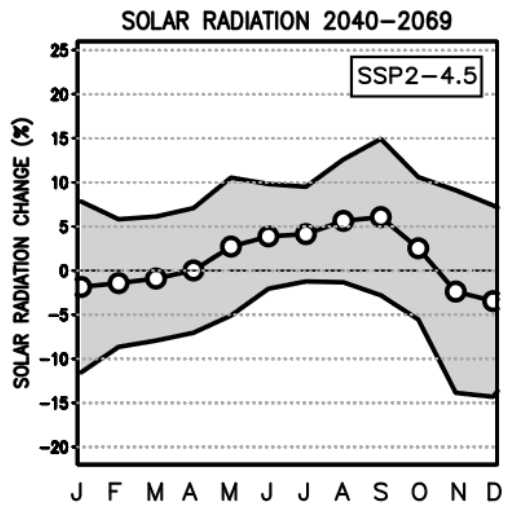
Muutokset lämpötilassa ja sademäärässä ovat suurimpia talvella



Lämpötilan ja sademäärän ennustettu muutos kuukausittain jaksojen 1981–2010 ja 2040–2069 välillä (SSP2-4.5-skenaario).

- Ruosteenoja and Jylhä (2021): Projected climate change in Finland during the 21st century calculated from CMIP6 model simulations. *Geophysica*, **56**: 39–69.

Ennustettuja muutoksia muissa ilmastomuuttujissa



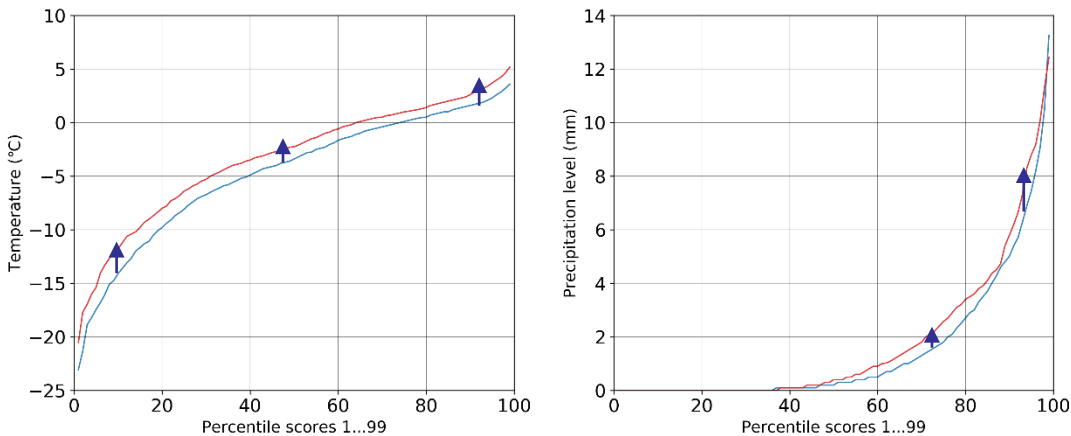
- **Auringonsäteilyn** (ylh. vas.) ennustetaan lisääntyvän jonkin verran kesällä ja alkusyksystä.
 - **Lämpötilan vuorokausivaihtelun** (ylh. oik.) odotetaan vaimenevan talvella.
 - **Ilmanpaine** (alh. vas.) ja **tuulen nopeus** (alh. oik.) eivät todennäköisesti muutu paljoakaan.
-
- Ruosteenoja and Jylhä (2021): Projected climate change in Finland during the 21st century calculated from CMIP6 model simulations. *Geophysica*, **56**: 39–69.

Foster-hankkeessa tuotettu harhakorjattu ilmastoaineisto

Päivittäinen hila-aineisto (10×10 km) Suomen alueelle

- RCP4.5 ja RCP8.5 skenaariot
- Aineisto kattaa vuodet 1971–2100
- Kalibrointijakso 1971–2005
- Muuttujat
 - Vuorokauden **alin**, keskimääräinen ja **ylin lämpötila**
 - **Sademäärä**
 - **Tuulen nopeus**
 - **Globaalisäteily**
 - **Kyllästysvaja**
 - Suhteellinen kosteus
- Mallit:
 - ICHEC-EC-EARTH
CLMcom-CCLM4-8-17, SMHI-RCA4 (r12i1p1)
KNMI-RACMO22E (r1i1p1)
 - IPSL-IPSL-CM5A-MR
IPSL-WRF381P (r1i1p1)
 - MPI-M-MPI-ESM-LR
CLMcom-CCLM4-8-17, SMHI-RCA4 (r1i1p1)
 - NCC-NorESM1-M
GERICS-REMO2015 (r1i1p1)

Harhankorjausmenetelmä: kvantiilikorjaus



Esim, mallinnettu lämpötila -0,90 °C korjataan lukemaksi 0,15 °C.

Mallinnettu sademäärä 5,00 mm korjataan sademääräksi 5,77 mm.

Prosentti-piste	Mallinnettu	Havaittu
65	-1,00 °C	0,10 °C
66	-0,80 °C	0,20 °C

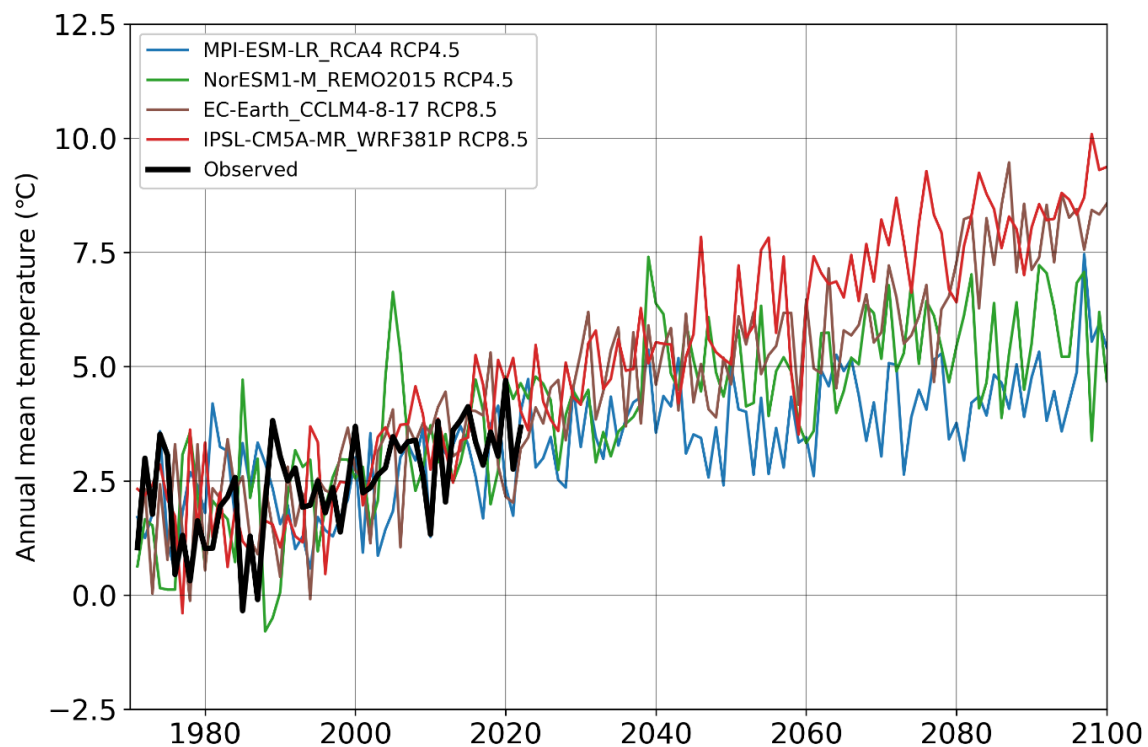
Prosentti-piste	Mallinnettu	Havaittu
89	4,80 mm	5,40 mm
90	5,01 mm	5,79 mm

iLand-mallisimulaatioihin valittiin neljä harhakorjattua malliajkoa

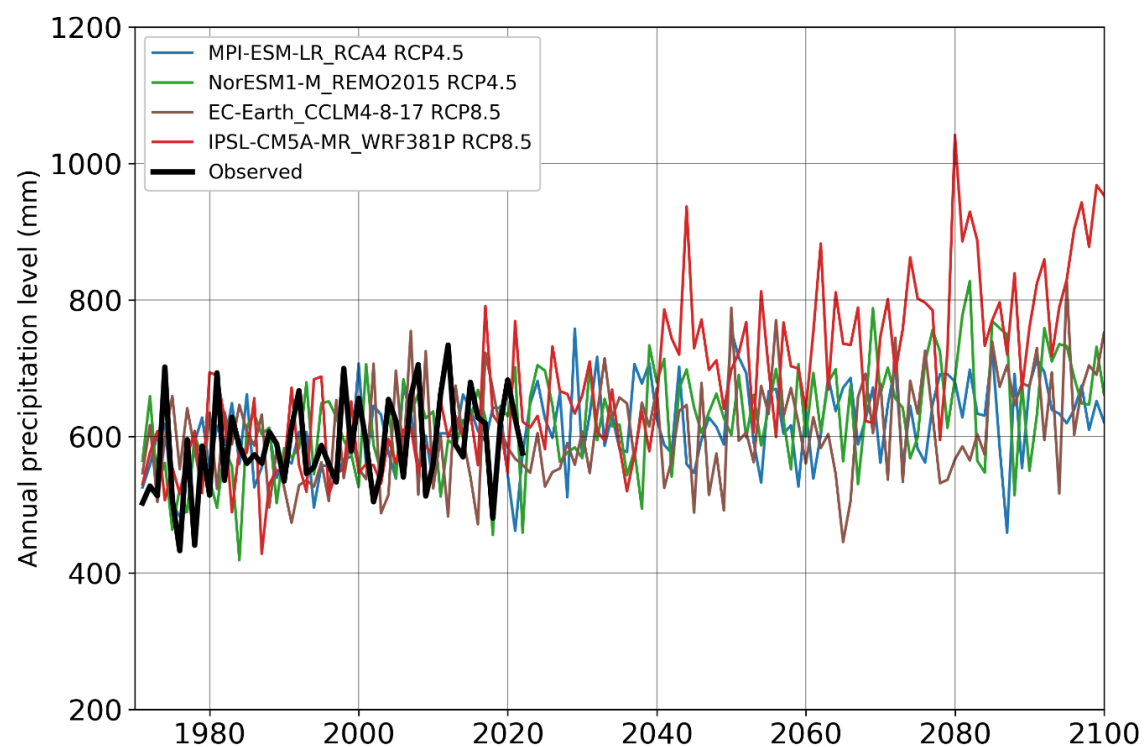
- **MPI-MPI-ESM-LR_r1i1p1_SMHI-RCA4_v1a (RCP4.5): viileä ja kuiva skenaario**
Vuoden keskilämpötilan muutos +2,3 °C ja sademäärän lisäys 8,8 % jaksojen 1981–2010 ja 2070–2099 välillä Suomessa
- **NCC-NorESM1-M_r1i1p1_GERICS-REMO2015_v1 (RCP4.5): keskitason skenaario**
Vuoden keskilämpötilan muutos +3,2 °C ja sademäärän lisäys 13,8 % jaksojen 1981–2010 ja 2070–2099 välillä Suomessa
- **ICHEC-EC-Earth_r12i1p1_CLMcom_CCLM4-8-17_v1 (RCP8.5): lämmin ja kuiva skenaario**
Vuoden keskilämpötilan muutos +5,0 °C ja sademäärän lisäys 11,2 % jaksojen 1981–2010 ja 2070–2099 välillä Suomessa
- **IPSL-IPSL-CM5A-MR_r1i1p1_IPSL-WRF381P_v1 (RCP8.5): lämmin ja sateinen skenaario**
Vuoden keskilämpötilan muutos +5,9 °C ja sademäärän lisäys 40,1 % jaksojen 1981–2010 ja 2070–2099 välillä Suomessa

Aineistot interpoloitiin 1×1 km:n hilaan.

Vuoden keskilämpötilan ja sademäärän kehitys valituissa simulaatioissa



Vuoden keskilämpötilat Suomessa 1971–2100 neljän harhakorjatun malliajon perusteella. Paksu tumma viiva esittää havaittuja vuoden keskilämpötiloja 1971–2022.

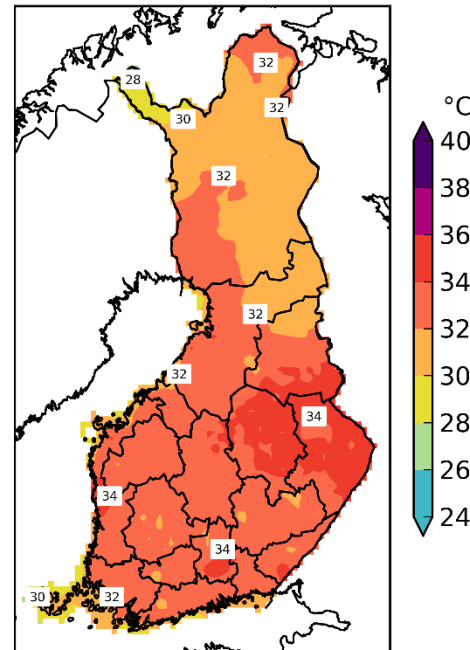


Vuoden keskimääräiset sademäärät Suomessa 1971–2100 neljän harhakorjatun malliajon perusteella. Paksu tumma viiva esittää havaittuja sademääriä 1971–2022.

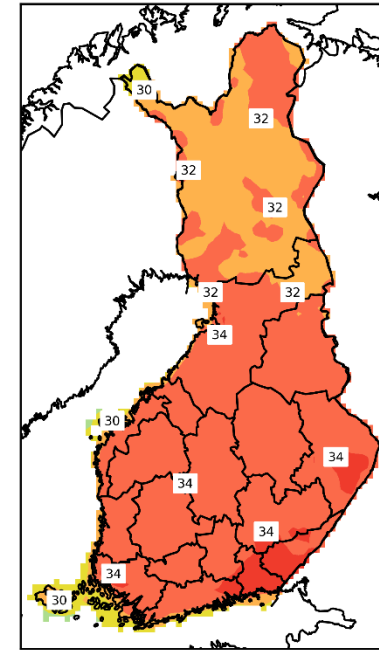
Esimerkkejä hankkeessa tuotetusta aineistosta

Vuorokauden
maksimilämpötilan 50
vuoden toistuvuustasot
nyky- ja tulevaisuuden
ilmastossa

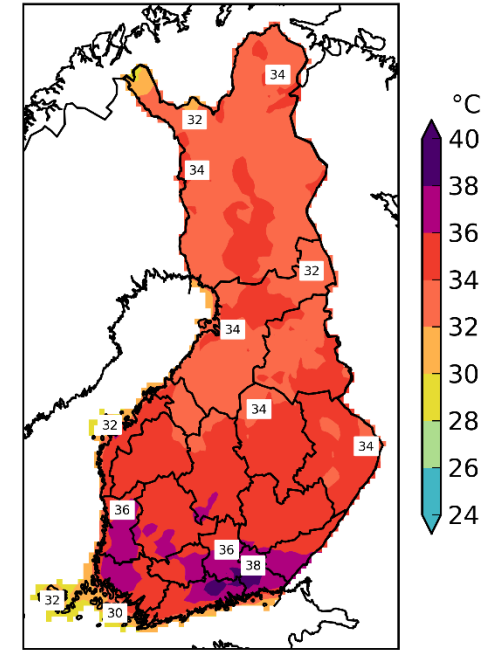
(a) 2001-2022 Havainnot



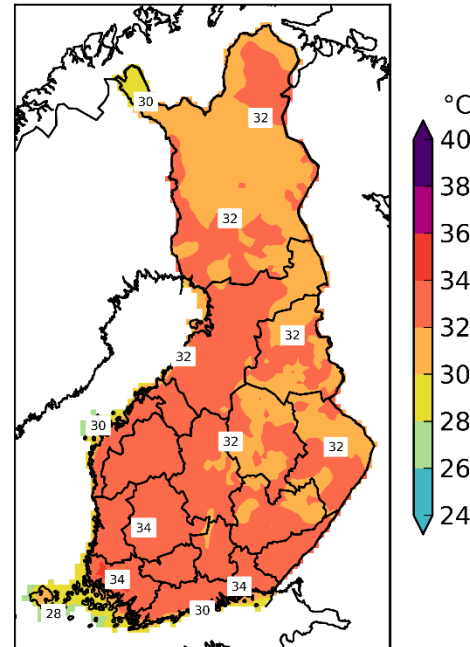
(b) 2041-2060 RCP4.5



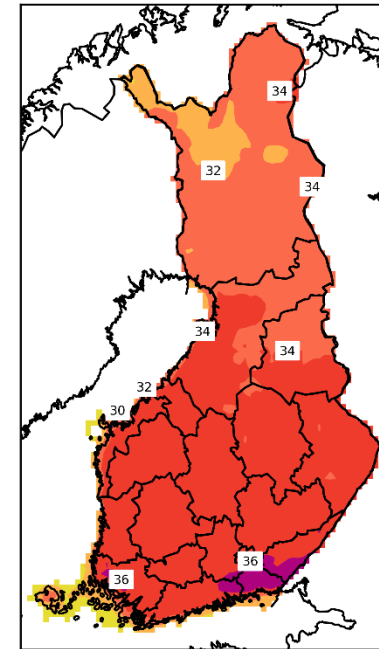
(c) 2081-2100 RCP4.5



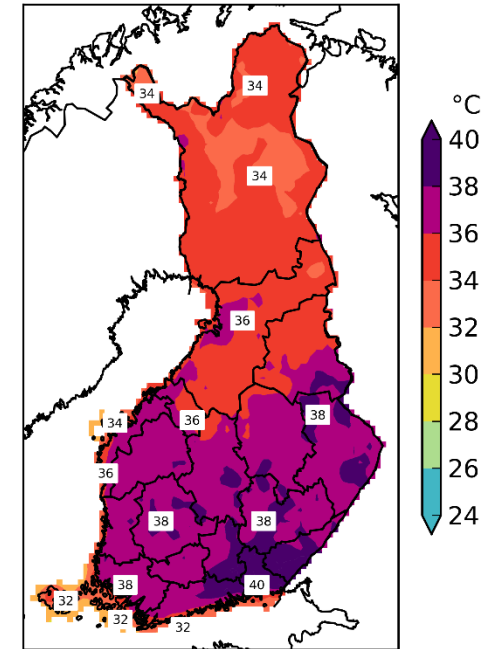
(d) 2001-2022 Mallit



(e) 2041-2060 RCP8.5



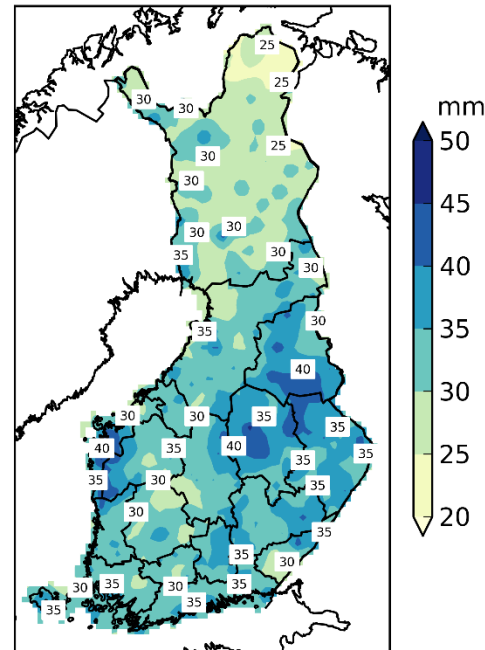
(f) 2081-2100 RCP8.5



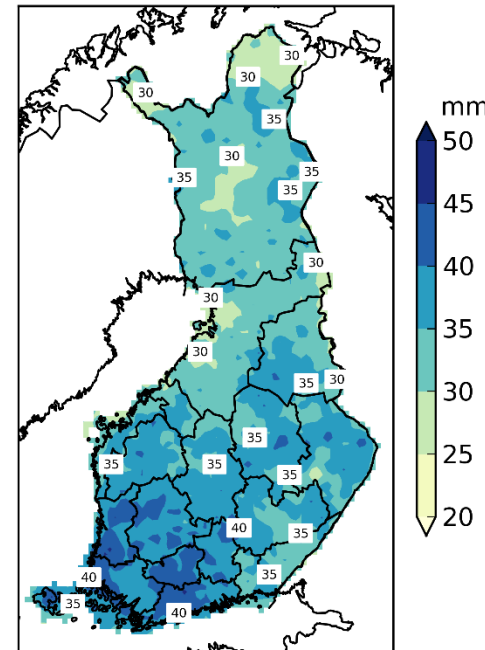
Esimerkkejä hankkeessa tuotetusta aineistosta

Vuorokauden
maksimisademäärän 5
vuoden toistuvuustasot
nyky- ja tulevaisuuden
ilmastossa

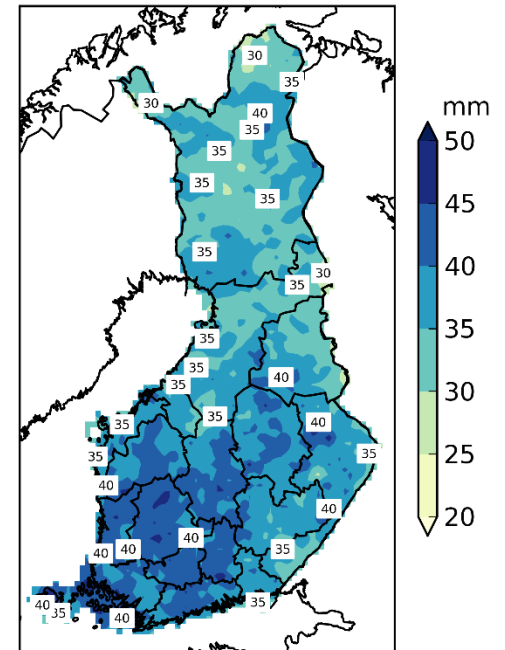
(a) 2001-2022 Havainnot



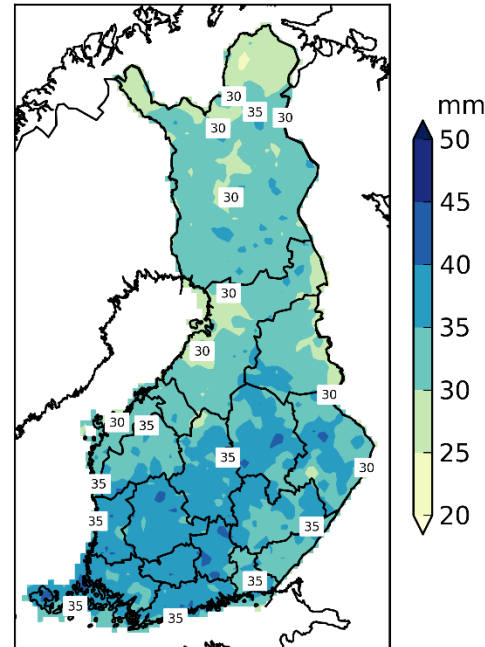
(a) 2041-2060 RCP4.5



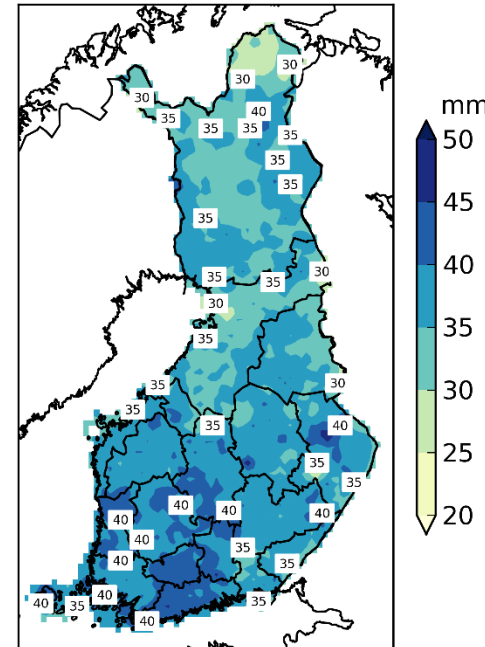
(a) 2081-2100 RCP4.5



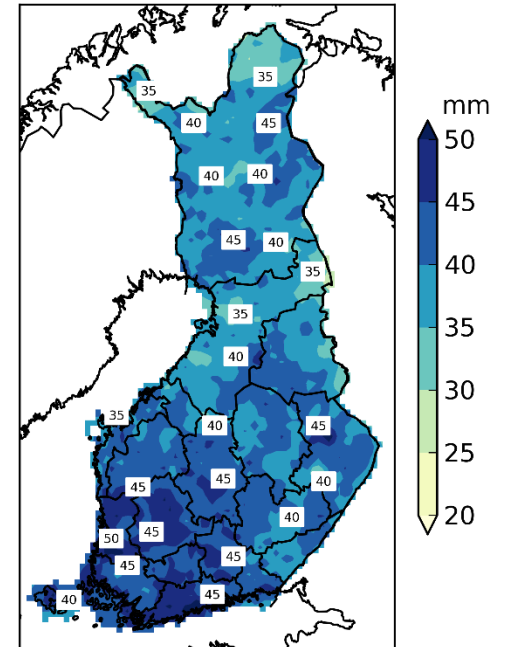
(a) 2001-2022 Mallit



(a) 2041-2060 RCP8.5



(a) 2081-2100 RCP8.5





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Kiitos mielenkiinnostanne!

Yhteystiedot:

Ilari.lehtonen@fmi.fi

Juha.aalto@fmi.fi

18.10.2024 Nimi

