

ACCLIM –hankkeen tuloksia

**Ilmastonmuutosarviot ja asiantuntijapalvelu
sopeutumistutkimuksia varten**



ILMATIETEEN LAITOS



HELSINGIN YLIOPISTO



Hankkeen vetäjä: Kirsti Jylhä

Ilmatieteen laitos

**ISTO-ohjelman ilmastohanke:
ACCLIM (2006-2008)
ACCLIM II (2008-2011)**

www.mmm.fi/ISTO

**Ilmastomuutokseen
sopeutumisen
tutkimusohjelma**

ISTO



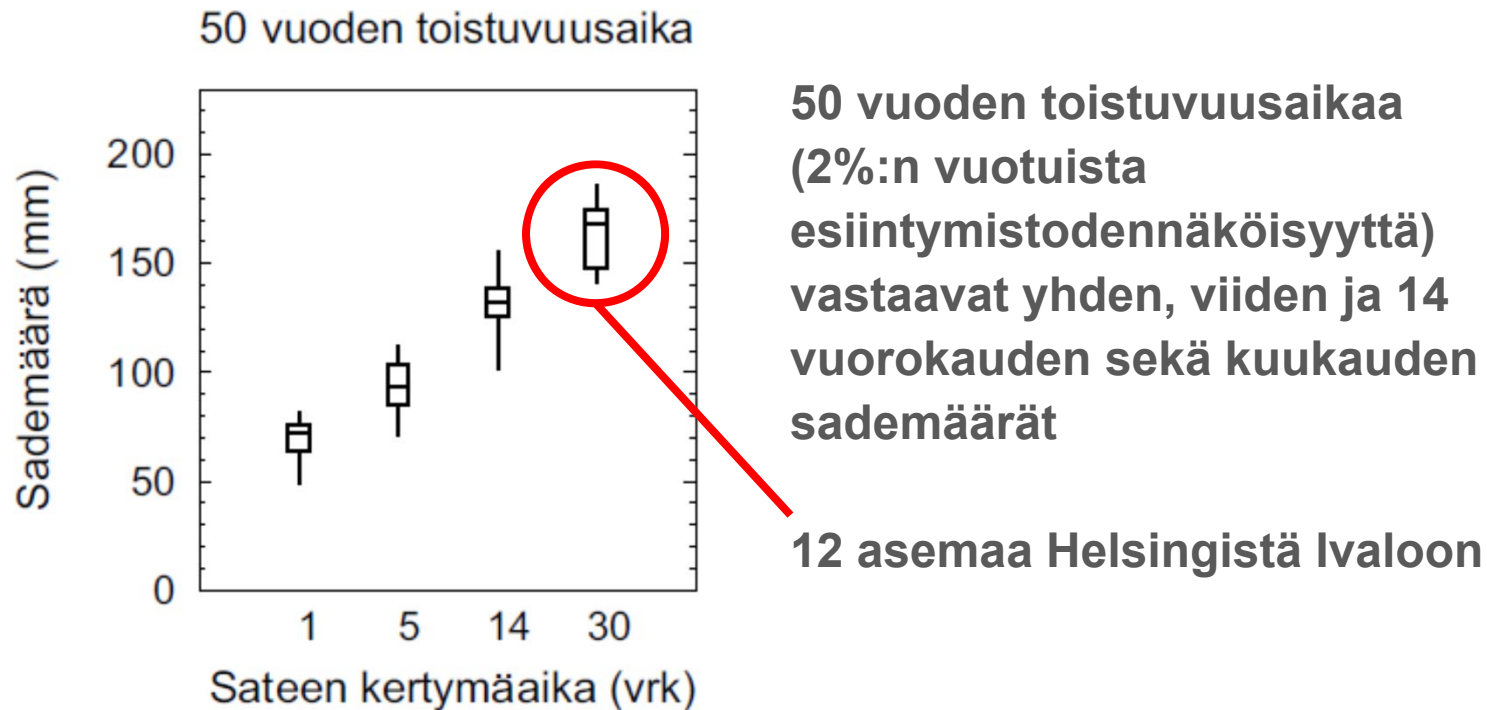
Kuva: Timo Veteli

www.finessi.info/ISTO

Mitä uutta ?

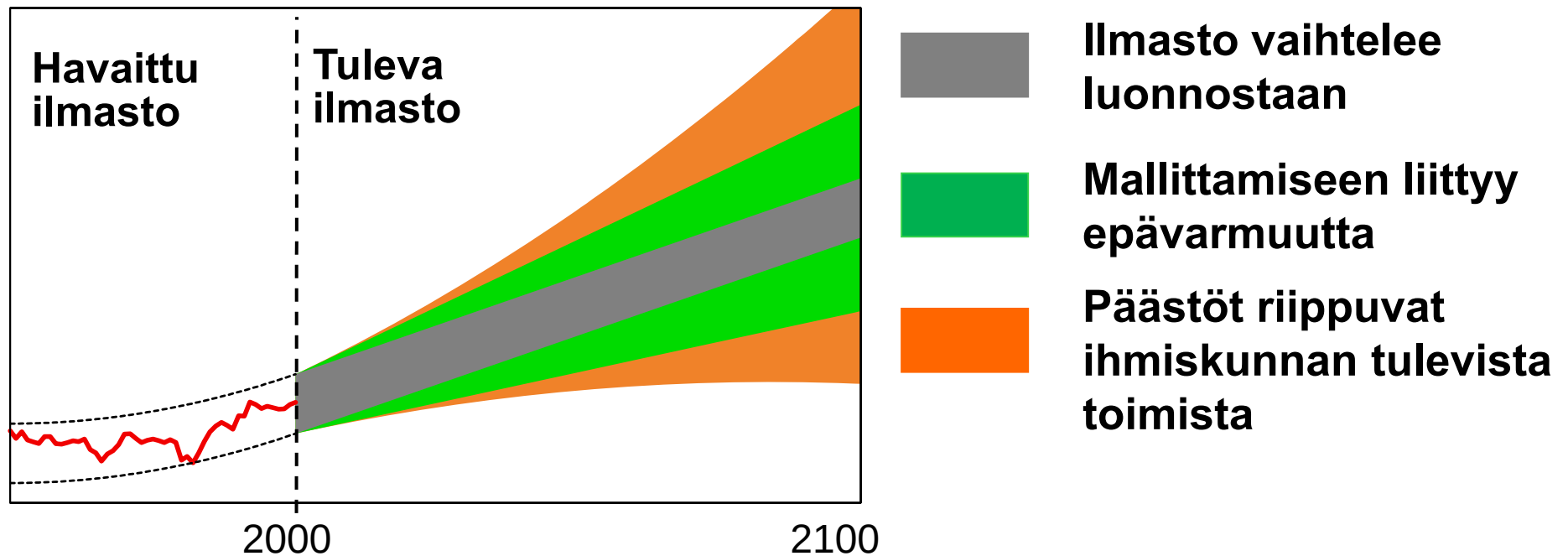
- ✓ Laajempi kirjo ilmastosuureita (mm. sadepäivien lkm, pilvisuus)
- ✓ Säähavaintojen entistä pidemmät aikasarjat ja hila-aineistot (10x10 km²:n ruudukossa)
- ✓ Sään ja ilmaston ääri-ilmiöiden toistuvuusajat
- ✓ Malliaineistojen aiempaa parempi ajallinen ja alueellinen erotuskyky (vrk-aineistoja kk-aineistojen ohella)
- ✓ Aiempaa huomattavasti laajempi ilmastomallien joukko
→ Tulosten luotettavuus (paras arvio ja epävarmuusväli)
- ✓ Todennäköisyysennusteet epävarmuuksien käsittelyyn
- ✓ Laajeneva joukko tulosten käyttäjiä

ACCLIM tutki havaintojen perusteella sään ääritilanteiden esiintymistä nykyilmastossa



Parhaiden arvioiden vaihtelu 12 havaintoaseman aineistossa. Symbolissa erottuvat (alhaalta ylös) minimi, 25. prosenttipiste, mediaani, 75. prosenttipiste ja maksimi.

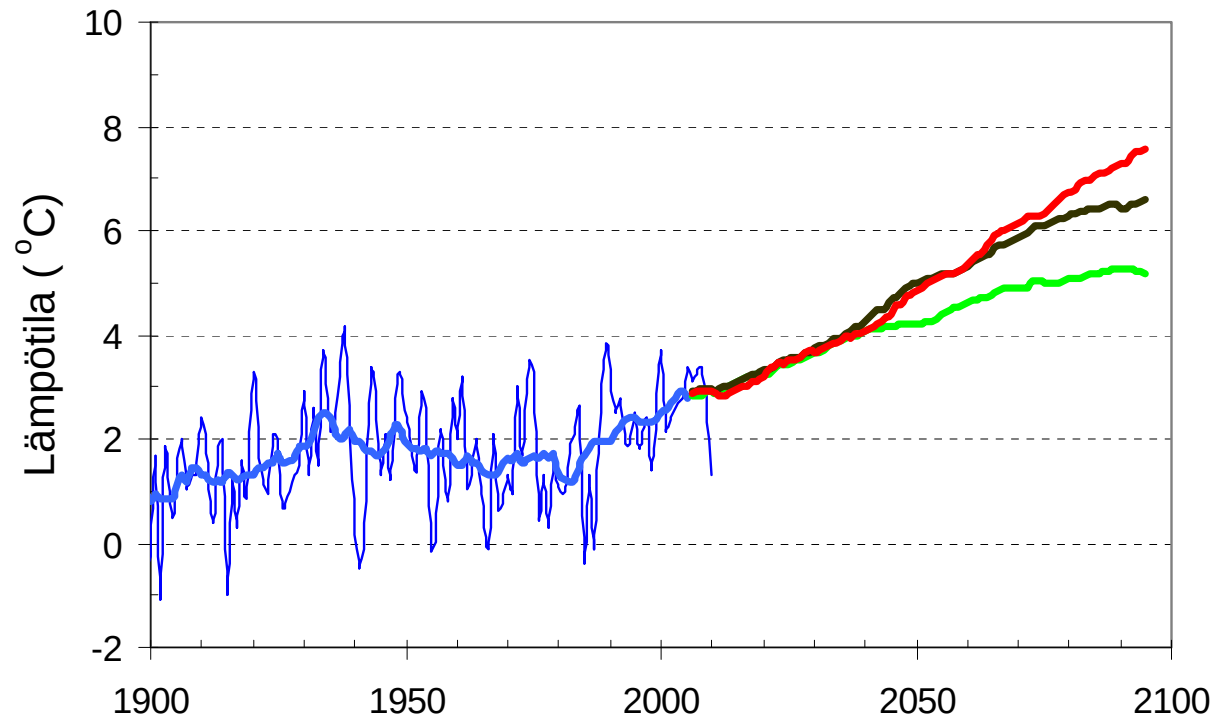
Miksi tulevaisuuden ilmasto ei voi ennustaa tarkasti?



- Mitä pienempää maantieteellistä aluetta tarkastellaan, sitä suurempi on luonnollisen vaihtelun merkitys
- Vuosisadan loppupuolen ilmasto riippuu suuresti ihmiskunnan tulevista kasvihuonekaasupäästöistä

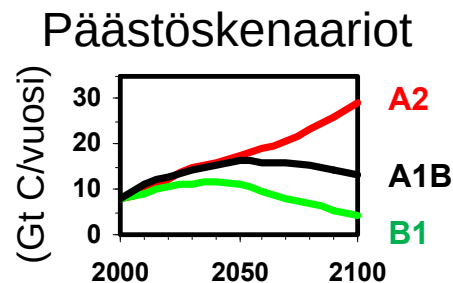
Suomi lämpenee lähivuosisikymmeninä $\sim 0.4 \pm 0.1^\circ\text{C}/10 \text{ v.}$

Suomen keskilämpötila: havainnot ja skenaariot



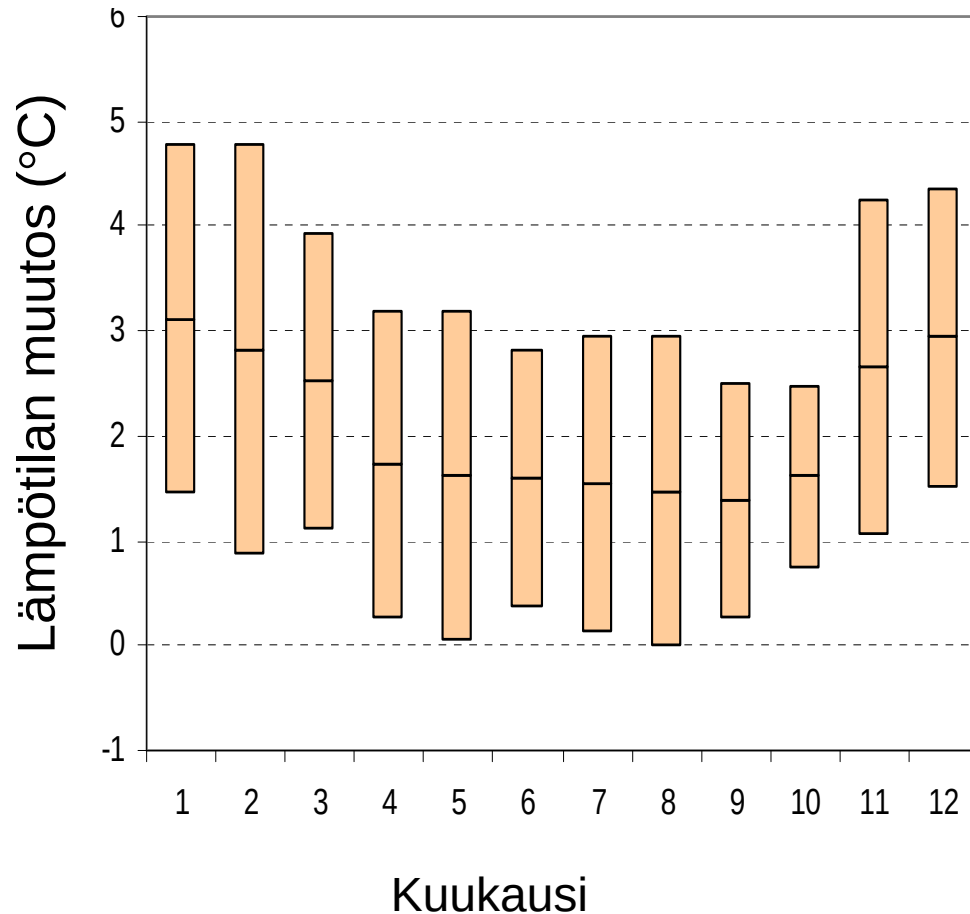
Muutos ($^\circ\text{C}$) 2070-2099	
Skenaario	Lämpötilan nousu
A2	5.1 (3.1 – 7.0)
A1B	4.4 (2.5 – 6.3)
B1	3.2 (1.5 – 4.9)

19 mallin antama
paras arvio
(suluissa 90%:n
epävarmuushaarukka),
kun vertailujaksona on
1971-2000

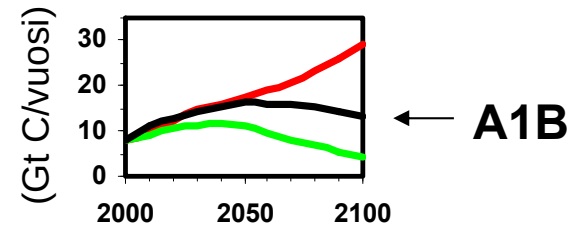


Etenkin talvilämpötilat tulevat kohoamaan

Suomi v. 1971-2000 => v. 2020-2049



Päästöskenaario

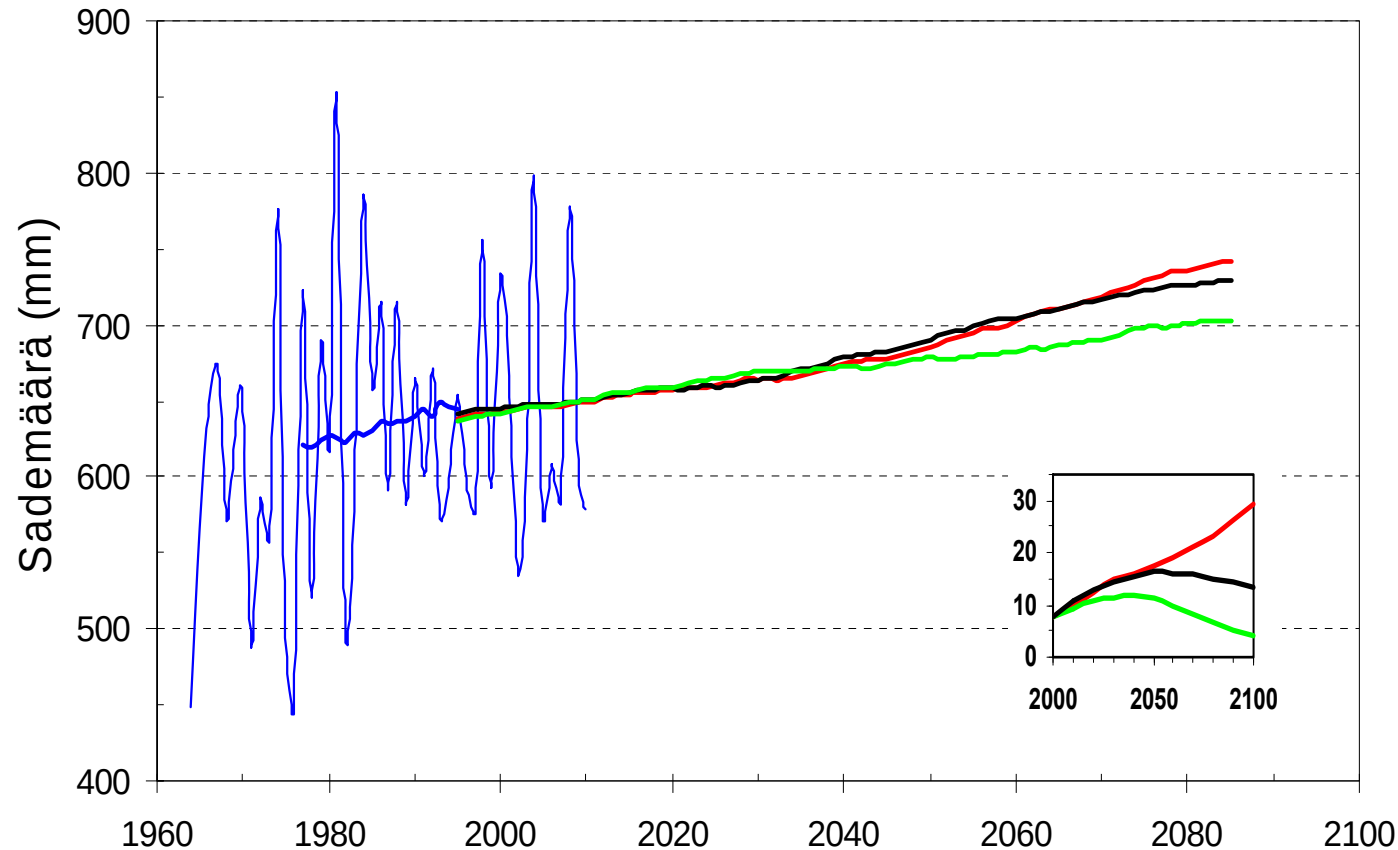


Muutoksen paras arvio ja 90%:n todennäköisyysväli "siltä väliltä" -skenaarion (A1B) toteutuessa

- 19 ilmastomallin väliset erot
- Ilmaston luontainen vaihtelu

Vuotuiset sademäärät kasvavat Suomessa

Lammin havainnot & skenaario pisteelle (61°N, 21°N)



Mitä pienempää aluetta ja lyhyempää ajanjaksoa tarkastellaan, sitä suurempi luonnollisesta vaihtelusta aiheutuva epävarmuus

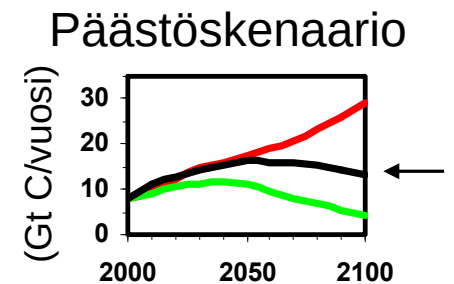
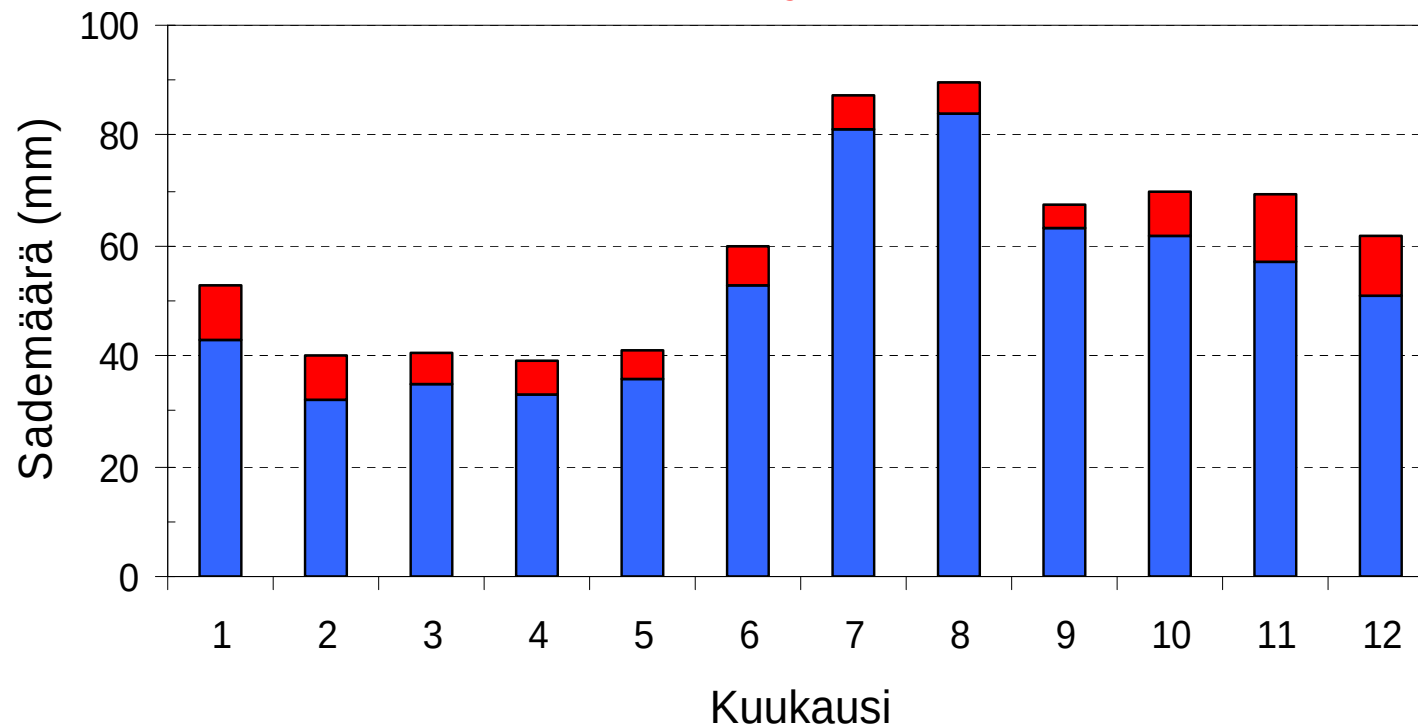
- Ajan myötä myös sateisuuden muutokset ylittävät luontaisen vaihtelun
- Rankkasateet voimistuvat

Talven sademäärät kasvavat suhteellisesti eniten

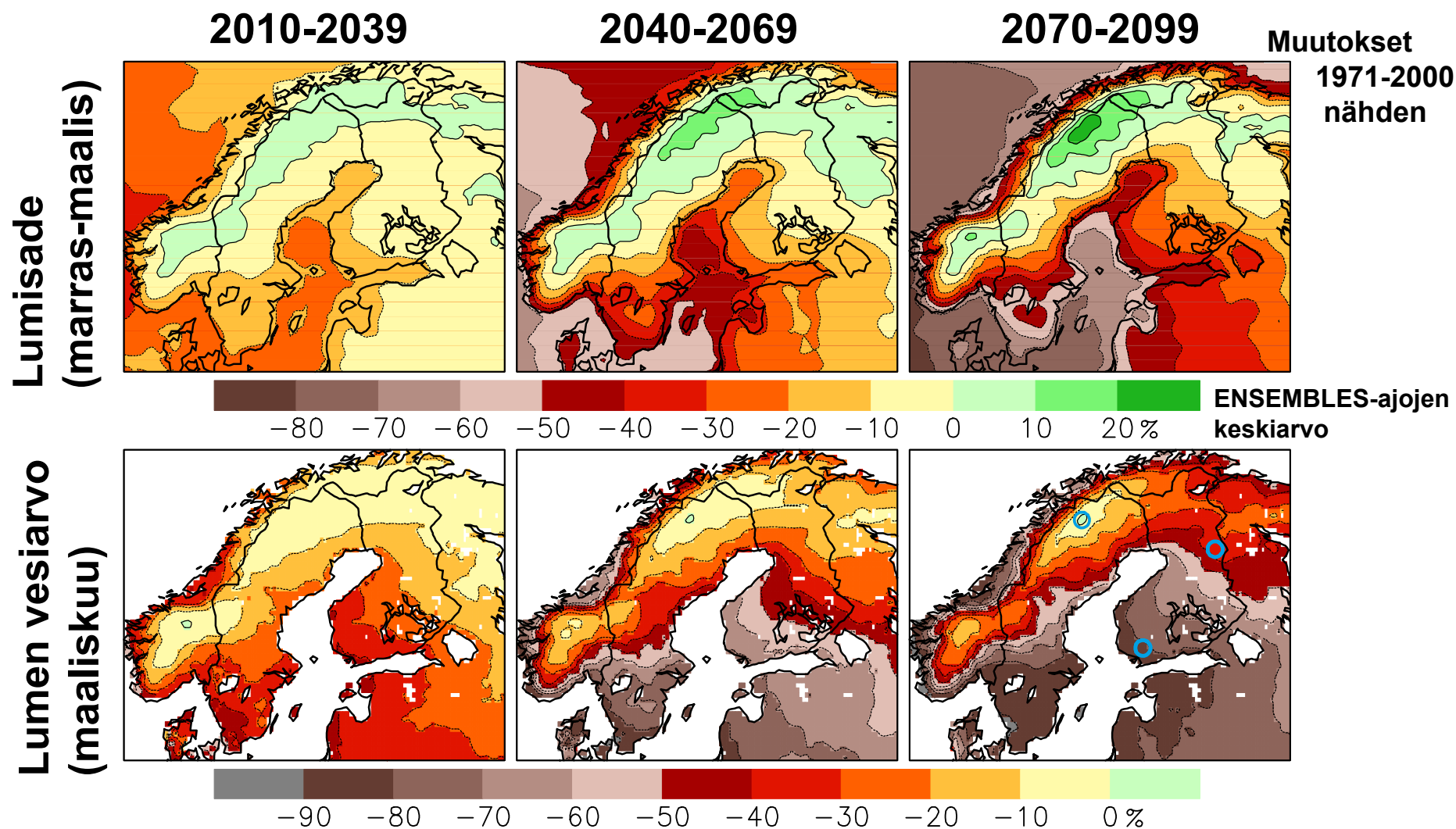
- mutta myös tulevaisuudessa kesäsateet ovat runsaimpia

Lammin havainnot v. 1971-2000 ja

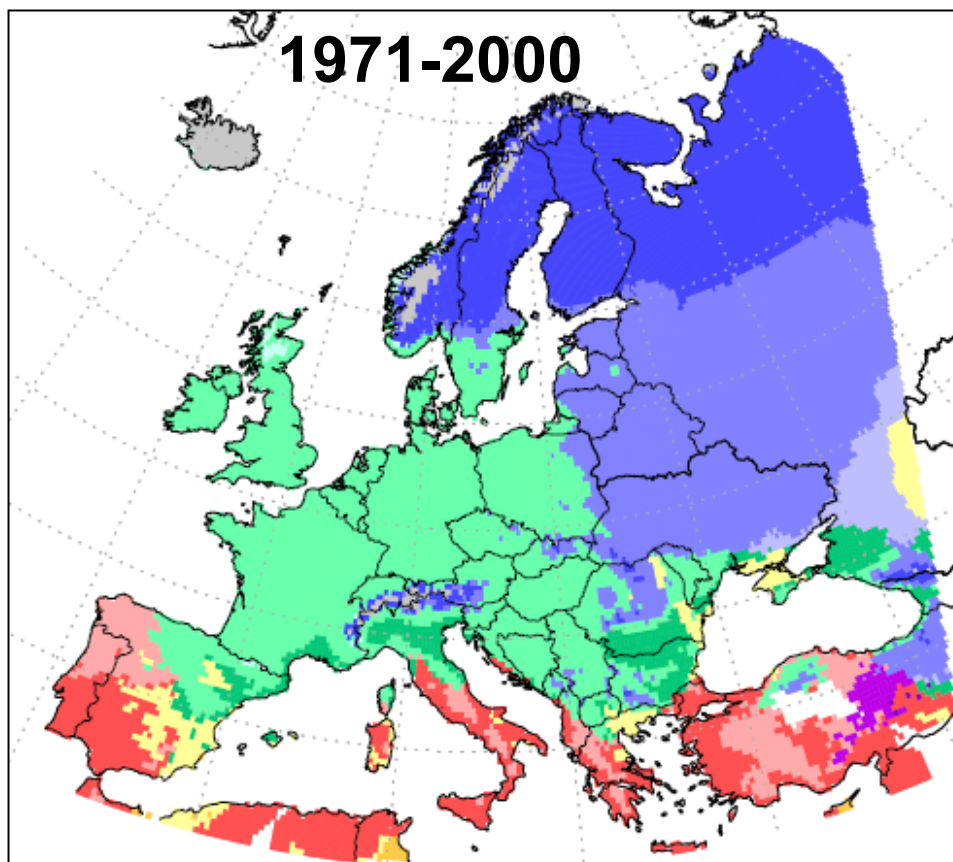
mallien keskiskenaario jaksolle 2070-2099



Lumi vähenee mutta runsaslumiset talvet eivät kokonaan katoa (A1B-skenaario)



Ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista



Mitä pidempi ja lämpimämpi kesä,
sitä tummempi punainen ja keltainen,
mutta vaaleampi sininen ja vihreä

Polaari-ilmastot

■ Tundrailmasto

Kylmätalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

■ Kuivat kesät

Leutotalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

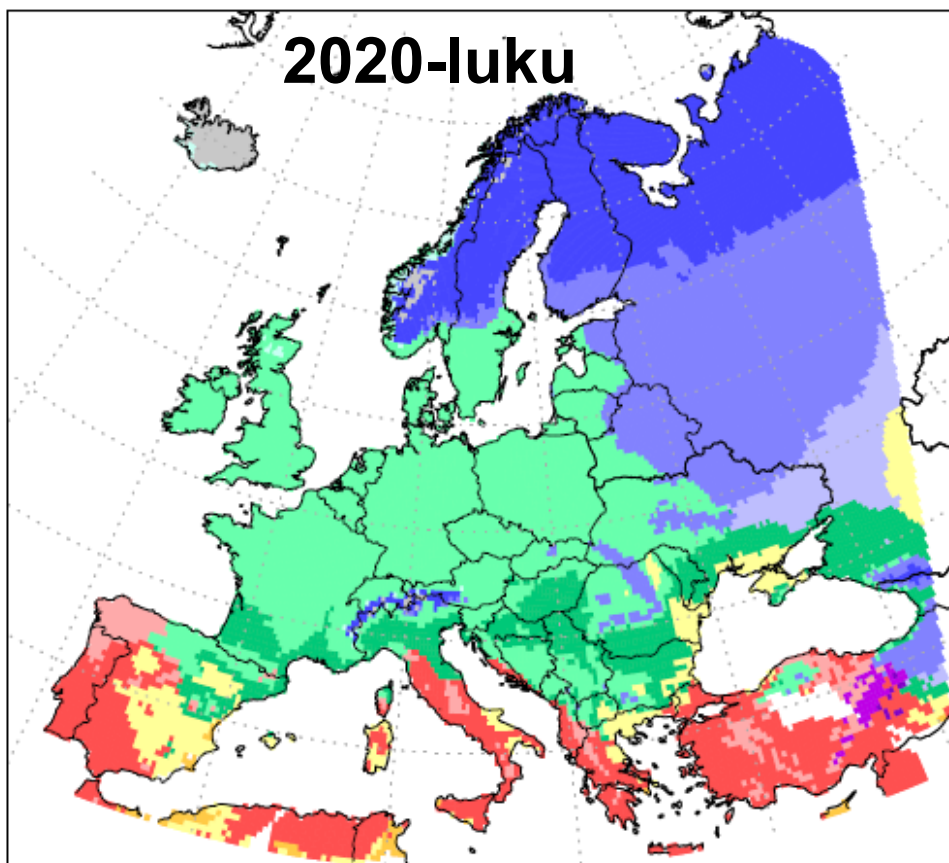
■ Kuivat kesät

Kuivat ilmastot

■ Aroilmasto

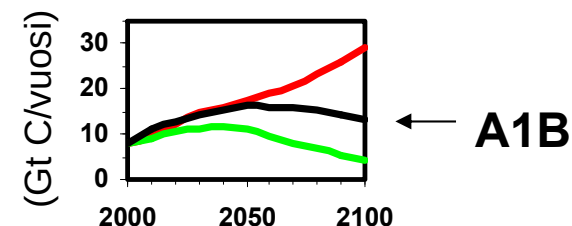
■ Kuuma aroilmasto

Ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista



Mitä pidempi ja lämpimämpi kesä,
sitä tummempi punainen ja keltainen,
mutta vaaleampi sininen ja vihreä

Päästöskenaario



Polaari-ilmastot

■ Tundrailmasto

Kylmätalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

■ Kuivat kesät

Leutotalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

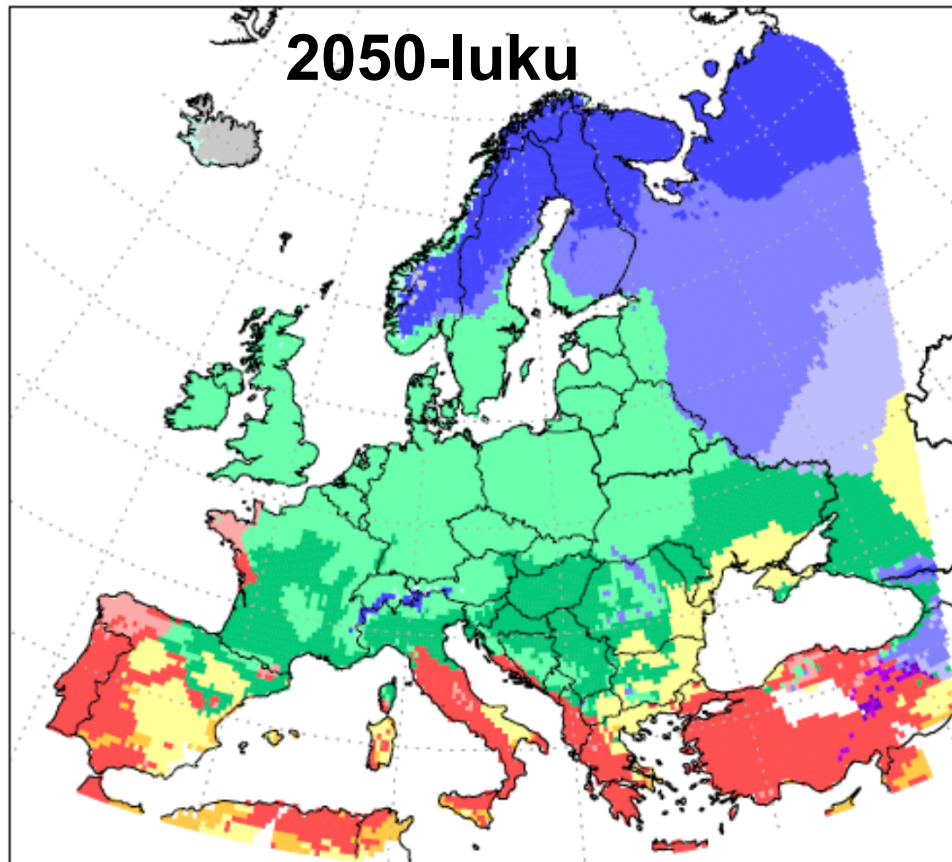
■ Kuivat kesät

Kuivat ilmastot

■ Aroilmasto

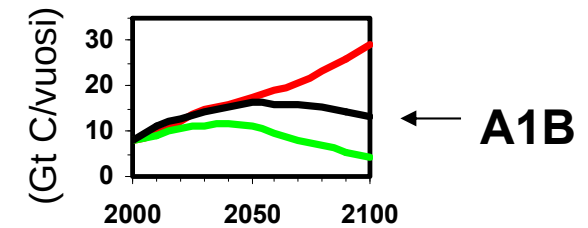
■ Kuuma aroilmasto

Ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista



Mitä pidempi ja lämpimämpi kesä,
sitä tummempi punainen ja keltainen,
mutta vaaleampi sininen ja vihreä

Päästöskenaario



Polaari-ilmastot

■ Tundrailmasto

Kylmätalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

■ Kuivat kesät

Leutotalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

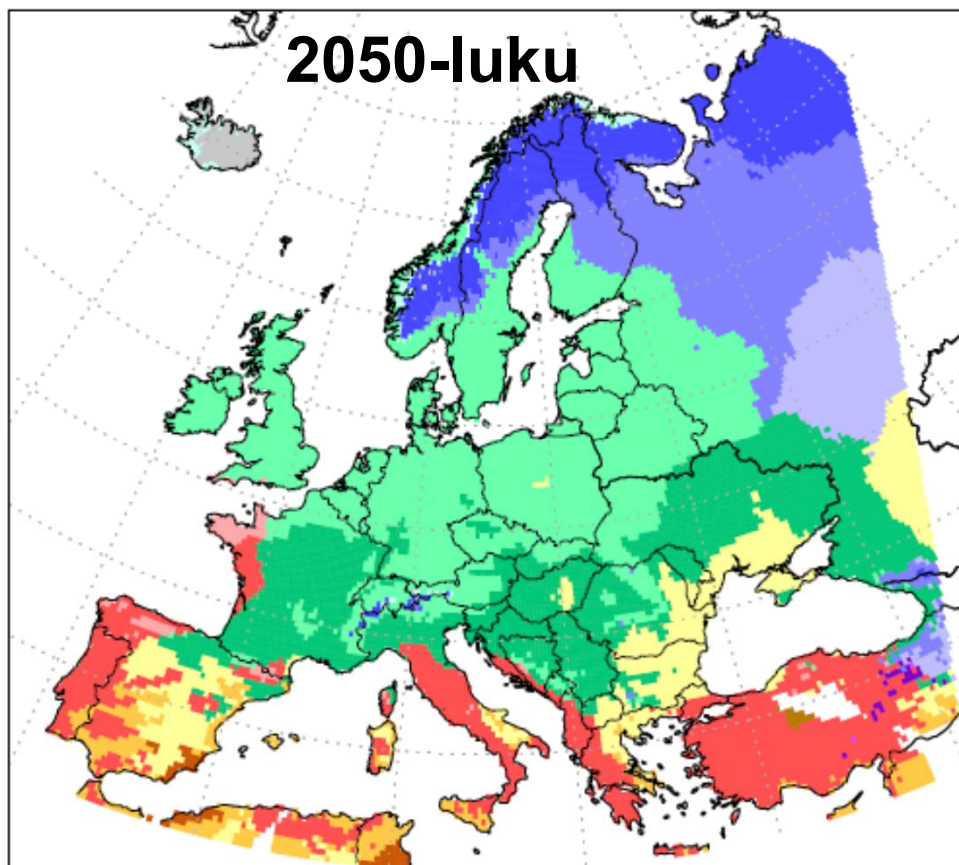
■ Kuivat kesät

Kuivat ilmastot

■ Aroilmasto

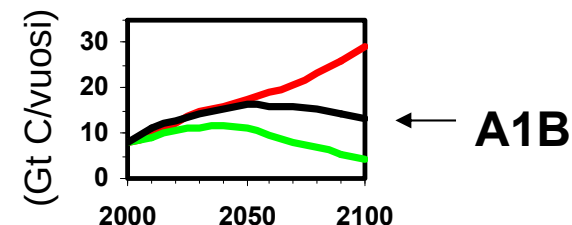
■ Kuuma aroilmasto

Ilmastovyöhykkeet siirtyvät kohti pohjoista



Mitä pidempi ja lämpimämpi kesä,
sitä tummempi punainen ja keltainen,
mutta vaaleampi sininen ja vihreä

Päästöskenaario



Polaari-ilmastot

■ Tundrailmasto

Kylmätalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

■ Kuivat kesät

Leutotalviset ilmastot

■ Sateita läpi vuoden

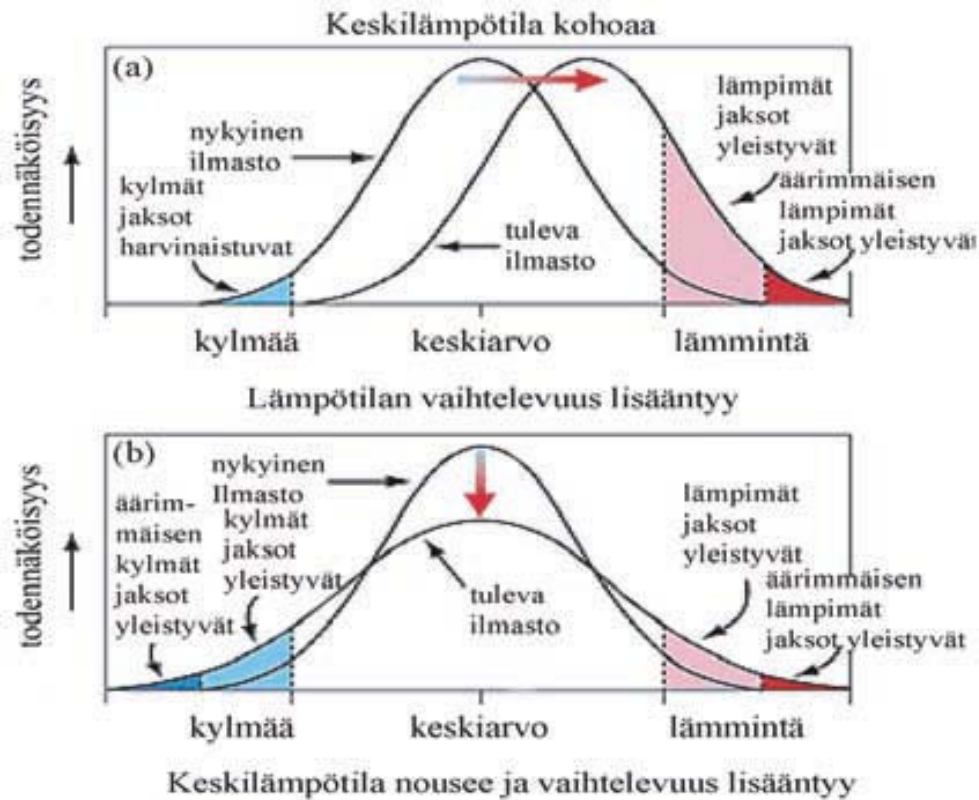
■ Kuivat kesät

Kuivat ilmastot

■ Aroilmasto

■ Kuuma aroilmasto

Ilmastonmuutos ja äärevien sääilmiöiden esiintyminen



Lämpimämpi ilmasto

- Enemmän lämmintä säätä
- Vähemmän kylmää säätä

Myös vaihtelun suuruus voi muuttua, suuntaan tai toiseen

- Tällöin muutokset jakauman eri päissä erisuuruisia

Joka tapauksessa säiden vaihtelu jatkuu!



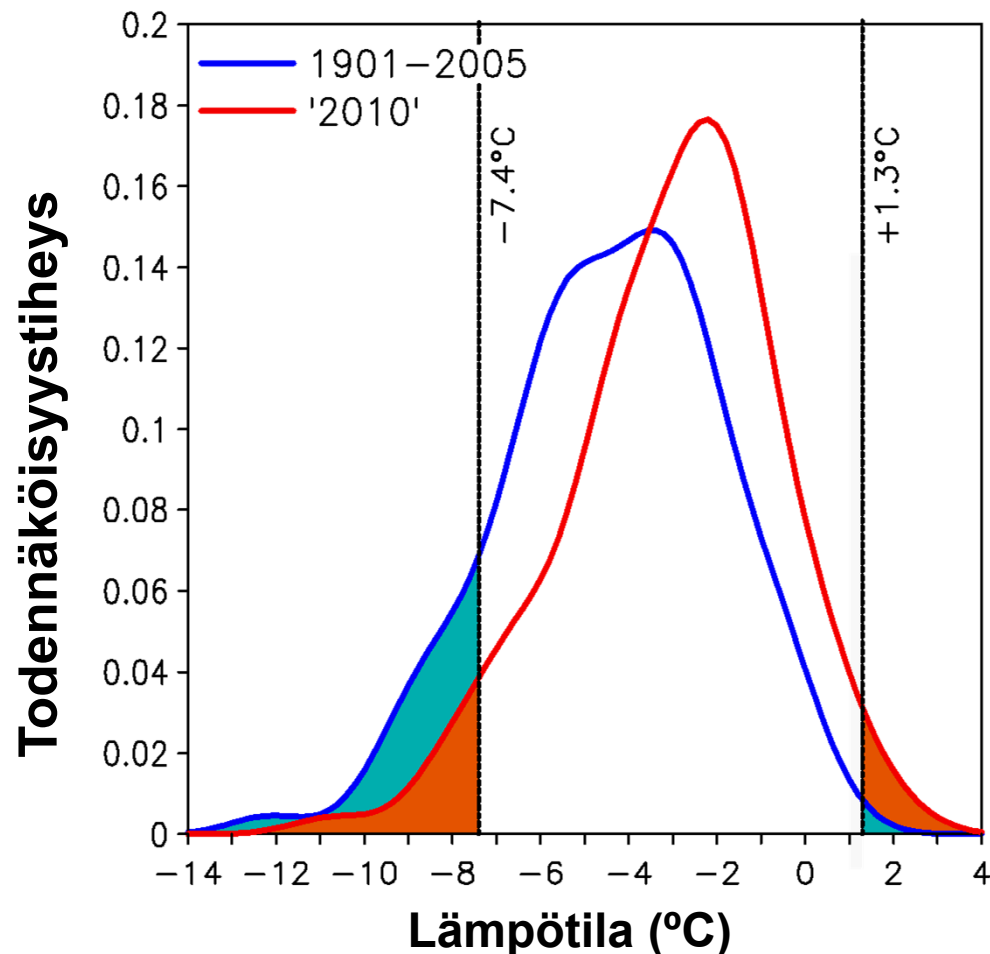
Talvi 2007/2008 toistaiseksi Helsingin mittaushistorian lämpimin



- **1900-luvun alusta lukien**

- 2007-2008 **kaikkein leudoin** talvi
- 2009-2010 **14. kylmin** (mutta kylmin v. 1987 jälkeen)
- 2010-2011 **15. kylmin**

Kylmät talvet harvinaistuvat ja leudot yleistyvät



Kuinka usein vähintään yhtä leutoa kuin 2007-08 (+1.3°C)?

1901-2005: ~0.5%

2010: 3%

Kuinka usein vähintään yhtä kylmää kuin 2009-10 (-7.4°C)?

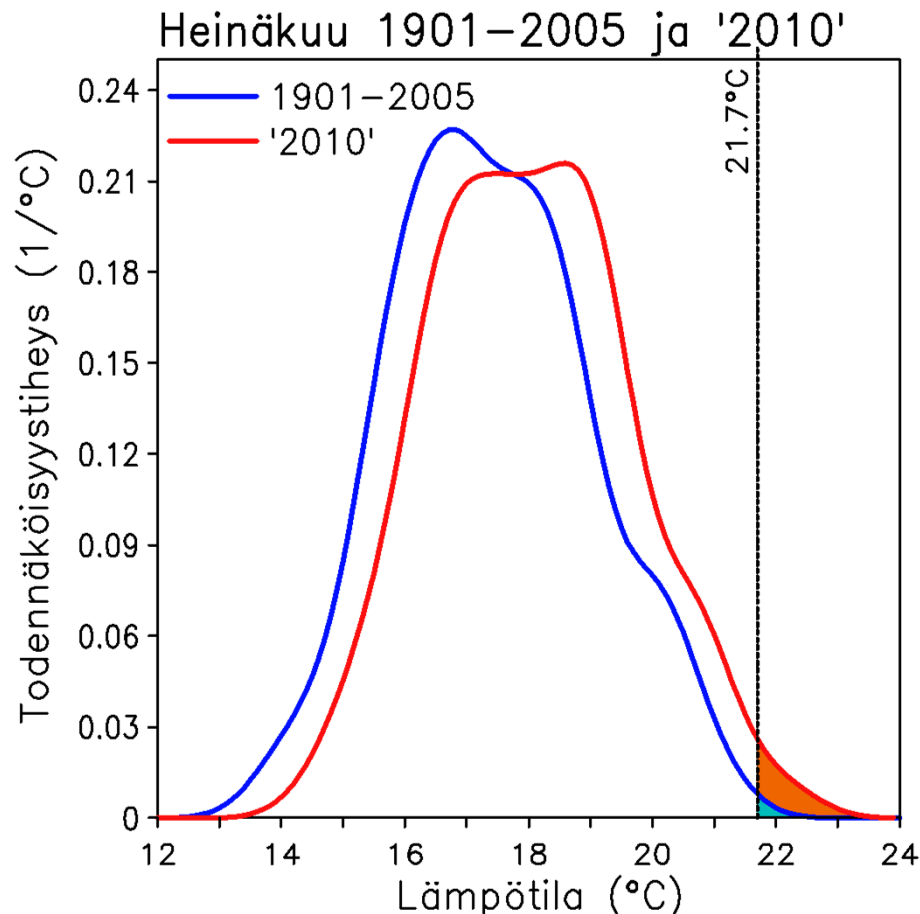
1901-2005: 13%

2010: 6%

Todennäköisyys ~ pinta-ala!

Alkuperäisistä ja korjatuista havainnoista arvioidut todennäköisyysjakaumat

Lämpimien heinäkuiden todennäköisyys kasvaa



*Kuinka usein Helsingissä
heinäkuussa vähintään +21.7°C?*

V. 1901-2005 havaintojen
perusteella $p \sim 0.3\%$
(kerran n. **300** vuodessa)

Nykyisessä ilmastossa (2010)
(havainnot + mallitulokset)
 $p \sim 1.7\%$ (kerran n. **60** vuodessa)

**Tulevaisuudessa tällaisten
”huippulämpimien”
heinäkuiden todennäköisyys
edelleen kasvaa**

Ilmaston maailmanlaajuisen lämpenemisen myötä myös Suomen ilmasto muuttuu

Talvella enemmän ja suurempia muutoksia kuin kesällä

- ✓ lämpötila kohoaa
- ✓ sademäärä kasvaa selvästi, vesisateiden osuus suurenee
poutapäivät harvenevat
- ✓ lumipeite hupenee
- ✓ routakerros ohenee
- ✓ ilman suhteellinen kosteus lisääntyy hieman
- ✓ auringonsäteily vähenee
- ✓ tuulet voimistunevat hieman ja suunta muuttuu lännenpuoleisemmaksi

Kesäpuolella vähemmän muutoksia

- ✓ lämpötila kohoaa, mutta vähemmän kuin talvella
- ✓ helteet lisääntyvät
- ✓ rankkasateet voimistuvat

<http://www.ilmatieteenlaitos.fi/acclim>

Kiitos!

ACCLIM



Valikoima ACCLIM-hankeen julkaisuja:

Räisänen, J. and Eklund, J., 2011. [21st century changes in snow climate in Northern Europe as simulated by regional climate models in the ENSEMBLES project: a high-resolution view from ENSEMBLES regional climate models](#). Climate Dynamics, DOI: 10.1007/s00382-011-1076-3.

Gregow, H., Ruosteenoja, K., Pimenoff, N. and Jylhä, K., 2011. [Changes in the mean and extreme geostrophic wind speeds in Northern Europe until 2100 based on nine global climate models](#). Int. J. Climatol., DOI: 10.1002/joc.2398.

Fronzek, S., Carter, T.R., Räisänen, J., Ruokolainen, L. and Luoto, M., 2010. [Applying probabilistic projections of climate change with impact models: a case study for sub-arctic peatlands in Fennoscandia](#). Climatic Change, 99, 515-534, doi:10.1007/s10584-009-9679-y.

Jylhä, K., Tuomenvirta, H., Ruosteenoja, K., Niemi-Hugaerts, H., Keisu, K. and Karhu, J.A., 2010. [Observed and projected future shifts of climatic zones in Europe, and their use to visualize climate change information](#). Weather, Climate, and Society, 2: 148-167

Ruosteenoja, K., Räisänen, J. and Pirinen, P., 2010. [Projected changes in thermal seasons and the growing season in Finland](#). International Journal of Climatology, n/a. doi: 10.1002/joc.2171

Ylhäisi, J.S., Tietäväinen, H., Peltonen-Sainio, P., Venäläinen, A., Eklund, J., Räisänen, J. and Jylhä, K., 2010. [Growing season precipitation in Finland under recent and projected climate](#). Nat. Hazards Earth Syst. Sci., doi:10.5194/nhess-10-1563-2010.

Jylhä, K., Ruosteenoja, K., Räisänen, J., Venäläinen, A., Tuomenvirta, H., Ruokolainen, L., Saku, S. ja Seitola, S., 2009. [Arvioita Suomen muuttuvasta ilmastosta sopeutumis-tutkimuksia varten. ACCLIM-hankkeen raportti 2009](#) Ilmatieteen laitos, Raportteja 2009:4, 102 s.

Venäläinen, A., Jylhä, K., Kilpeläinen, T., Saku, S., Tuomenvirta, H., Vajda, A. & Ruosteenoja, K. 2009. [Recurrence of heavy precipitation, dry spells and deep snow cover in Finland based on observations](#). Boreal Env. Res. 14: 166-172.

Räisänen, J. and L. Ruokolainen, 2008b. [Ongoing global warming and local warm extremes: a case study of winter 2006-2007 in Helsinki, Finland](#). Geophysica, 44, 45-65.

Ruokolainen, L. and J. Räisänen, 2007. [Probabilistic forecasts of near-term climate change: sensitivity to adjustment of simulated variability and choice of baseline period](#). Tellus A 59 (3), 309-320.