

A photograph of a city street completely flooded with water. The water is dark and reflects the surrounding buildings and the overcast sky. On the left, a tall brick building with many windows and ground-floor openings stands. On the right, another brick building with a modern glass-enclosed upper section is visible. In the distance, a person is wading through the water. The overall mood is somber and illustrates the impact of climate change.

Ilmastonmuutoksen vaikutukset tiemerkintäalaan

Antti Mäkelä

Ilmatieteen laitos

Tiemerkintäpäivät 16.2.2018



Ilmastomuutosviestintää

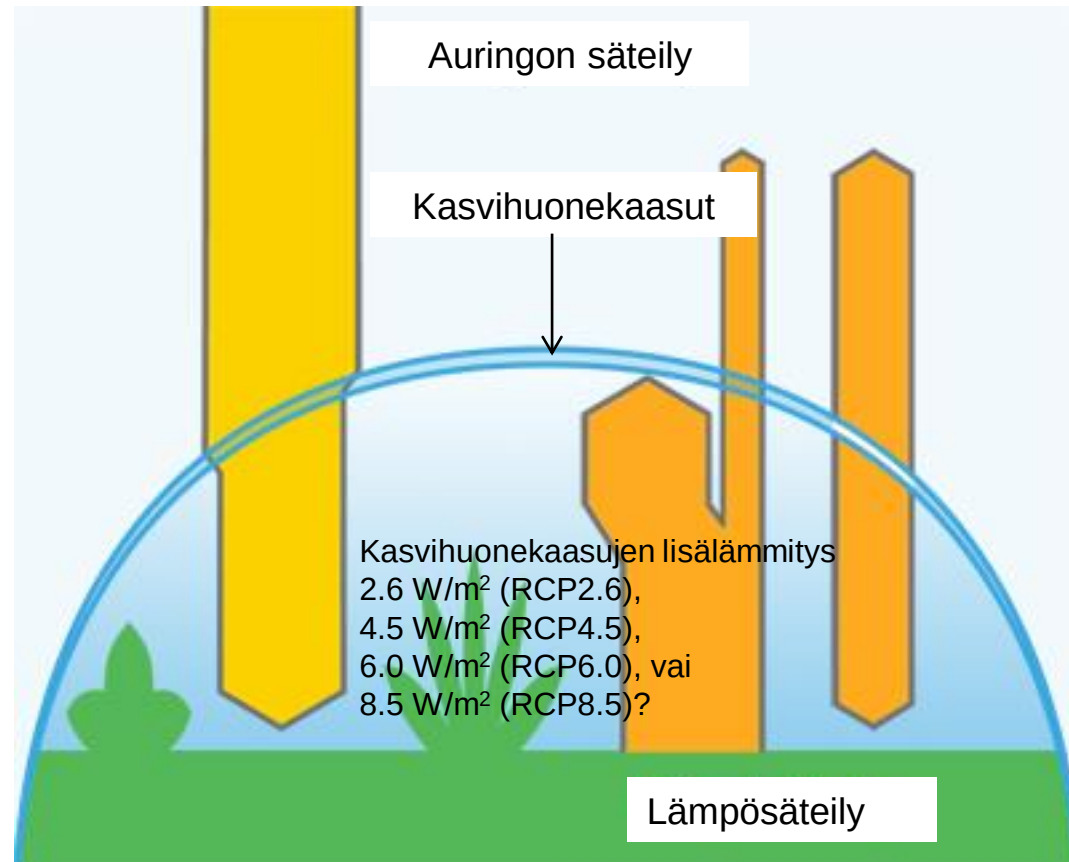
- Suuri osa tämän esityksen materiaaleista löytyy Ilmasto-opas.fi –sivustolta:
 - <https://ilmasto-opas.fi/fi/>
- Mäkelä et al. (2016): Ilmastomuutos pääkaupunkiseudulla. IL-raportteja.
 - <https://helda.helsinki.fi/handle/10138/170155>





Yleistä

- Maapallon keskilämpötila on kohonnut ihmiskunnan ilmakehään päästäneiden kasvihuonekaasujen johdosta
- Kasvihuoneilmiö on elämän kannalta hyvä asia, mutta sen jatkuva, tasainen voimistuminen suhteellisen lyhyessä ajassa ei ole → ilmasto muuttuu
- Keskeinen kasvihuonekaasu on hiilidioksidi ja sen vapautuminen ihmisen toiminnoissa

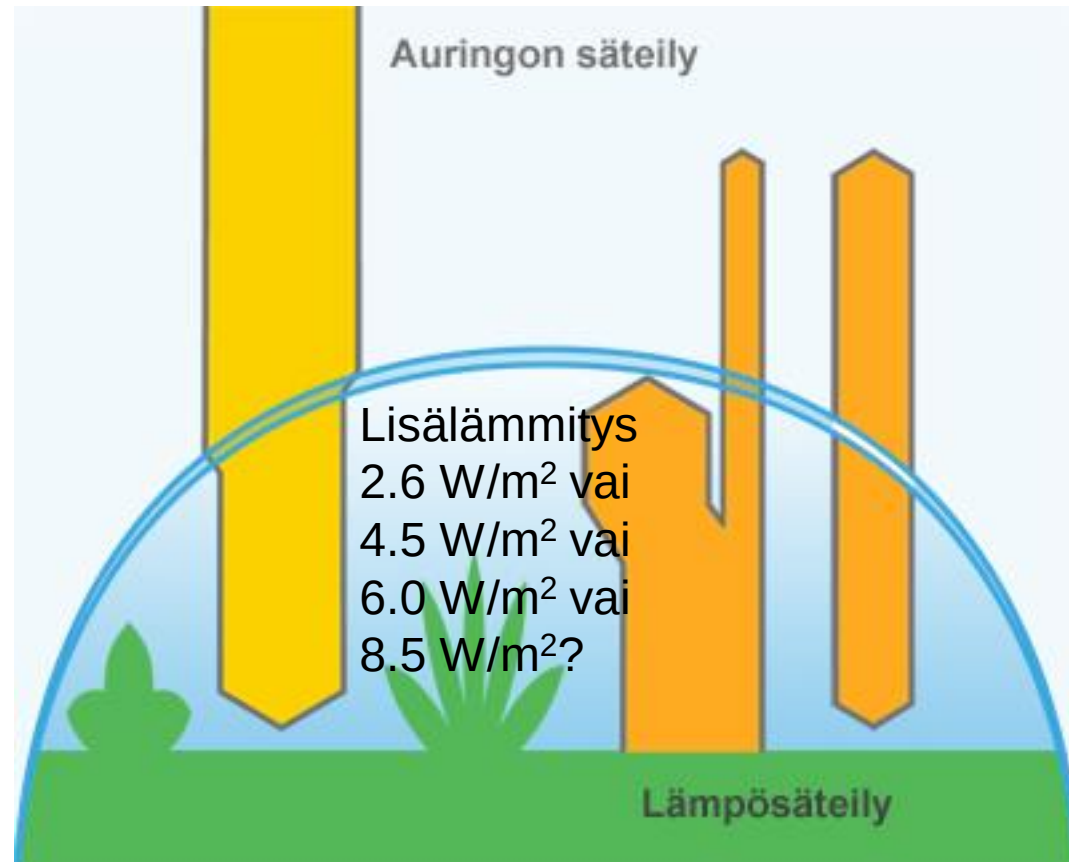




Yleistä

- RCP2.6: Ilmastopolitiikan täydellinen onnistuminen. CO₂:n maailmanlaajuiset päästöt kääntyvät jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat tämän vuosisadan lopulla lähellä nollatasoa. CO₂:n pitoisuus on korkeimmillaan vuosisadan puolivälissä n. 440 ppm ja alkaa sen jälkeen laskea.
- RCP4.5: Ilmastopolitiikan osittainen onnistuminen. CO₂:n päästöt kasvavat aluksi hieman mutta kääntyvät laskuun vuoden 2040 tienoilla. Vuosisadan loppupuolella pitoisuuden kasvu taittuu, ja tuolloin CO₂:ta on ilmakehässä noin kaksinkertainen määrä teollistumista edeltävään tasoon verrattuna.
- RCP6.0: Päästöt pysyvät aluksi suunnilleen nykyisellä tasollaan mutta ovat myöhemmin tällä vuosisadalla melko suuria. (Tällainen kehityskulku vaikuttaa epärealistiselta.)
- RCP8.5: Pyrkimys päästöjen rajoittamiseen kokee täydellisen haaksirikon. CO₂:n päästöt kasvavat nopeasti ja kolminkertaistuvat vuoteen 2100 mennessä. CO₂:n pitoisuus kohoaisi tuolloin yli kolminkertaiseksi teollistumista edeltävään aikaan verrattuna. Pitoisuus kasvaisi nopeasti vielä vuoden 2100 jälkeenkin.
- Käytännössä RCP4.5-skenaarion toteutuminen vaatisi jo melko tiukkaa päästöjen rajoittamista. RCP2.6 skenaario olisi jo äärimmäisen haastava.

2/26/2018

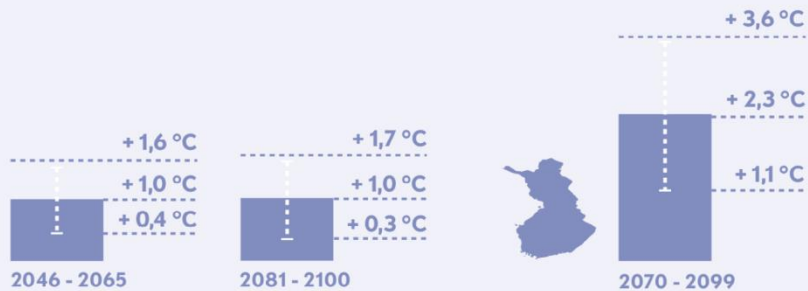
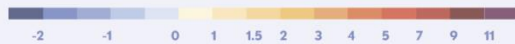
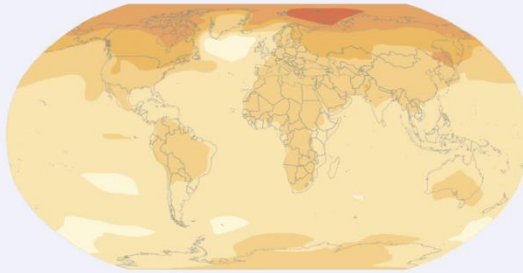


KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:

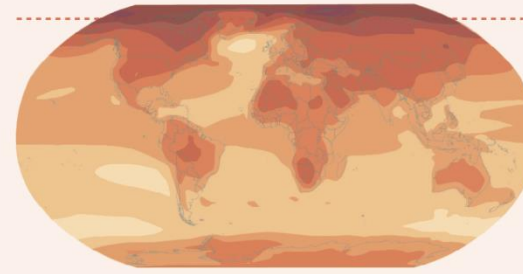
TILANNE VUOSINA 2081-2100

**MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS****VUODEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS SUOMESSA**MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005.
(SUOMELLE 1971-2000) KESKILÄMPÖTILAAN.**KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)**

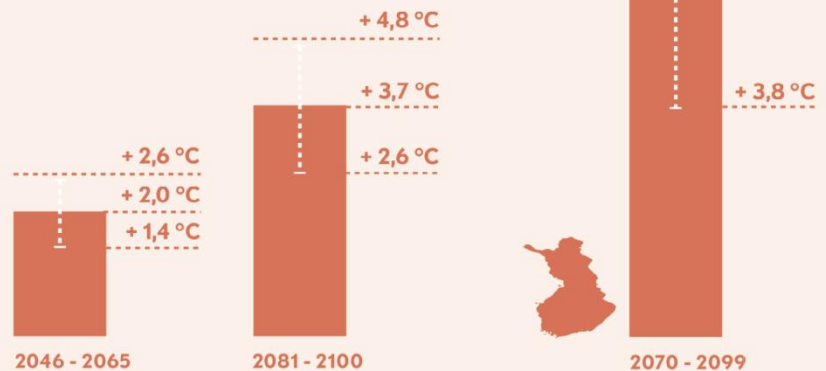
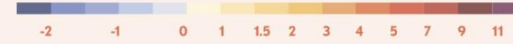
Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:

TILANNE VUOSINA 2081-2100



Arktinen alue lämpenee nopeimmalla tahdilla.

**MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS****VUODEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS SUOMESSA**MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005.
(SUOMELLE 1971-2000) KESKILÄMPÖTILAAN.

Tulevaisuutta koskevista arvoista annetaan niiden laskennallinen paras arvio ja todennäköinen luotettavuusväli.

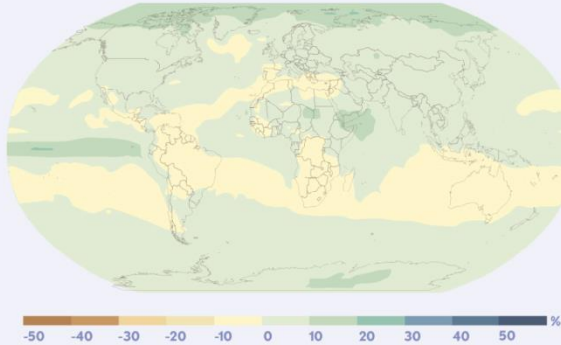
Perustuu IPCC:n 5. arviointiraportin WG1-osaraportin tietoihin. Suomen lukuarvojen lähde: Ilmatieteen laitos.

KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

KESKIMÄÄRÄINEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN MUUTOS (%):

TILANNE VUOSINA 2081-2100

**SUOMEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN KASVU:**

TILANNE VUOSINA 2070-2099

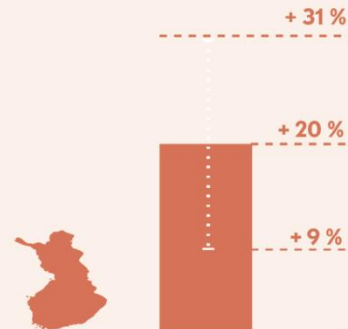
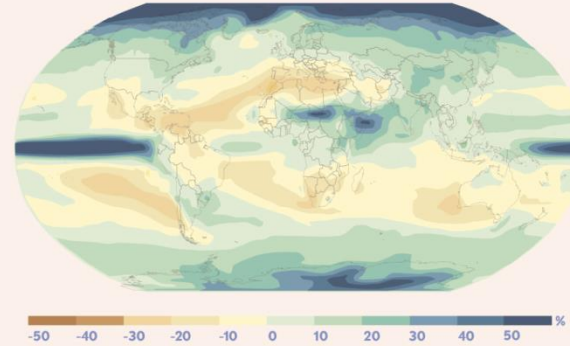
MAAILMANLAAJUISET MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005, SUOMEN MUUTOKSET SUHTEESSA JAKSON 1971-2000 KESKIARVOON.

KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)

Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

KESKIMÄÄRÄINEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN MUUTOS (%):

TILANNE VUOSINA 2081-2100

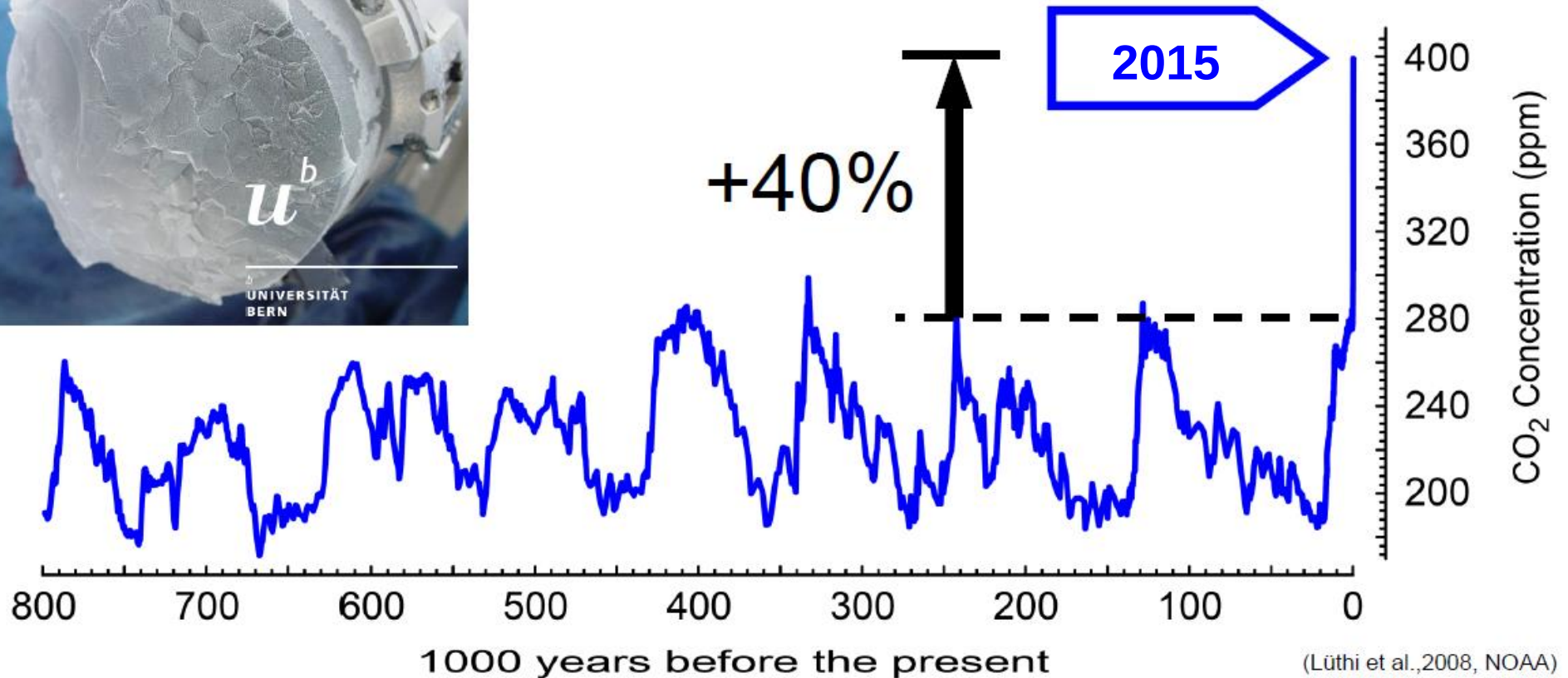
**SUOMEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN KASVU:**

TILANNE VUOSINA 2070-2099

MAAILMANLAAJUISET MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005, SUOMEN MUUTOKSET SUHTEESSA JAKSON 1971-2000 KESKIARVOON.



ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIPITOISUUS



Hiilidioksidin, metaanin ja dityppioksidin pitoisuudet ovat nykyään korkeampia kuin koskaan vähintään 800 000 vuoteen.



Kasvihuonekaasujen pitoisuuden kasvu, lämmittävän säteilypakotteen voimistuminen ja havaittu ilmaston lämpeneminen ovat sopusoinnussa sen kanssa, miten ymmärrämme ilmastojärjestelmän toimivan.



Missä mentiin 2017?



Lämpöennätykset rikkoutuvat, napajäät sulavat, eläimet kuolevat sukupuuttoon ja ihmiset nälkään – Vuosi on ollut ilmaston kannalta poikkeuksellisen huono

Mariat, irmat ja luciferit tulevat lisääntymään ja pahenemaan vielä tämän jutun lukijoiden elinaikana, uskoo Ilmatieteen laitoksen ilmastopäällikkö Ari Laaksonen. HS kävi hänen kanssaan läpi viime kuukausien rajuja ilmastouutisia.



Poikkeukselliset sääolot ovat koetelleet maapalloa viime vuosina. (KUVA: REUTERS)

08.10.14

Kaisa Hakkarainen HS

Julkaistu: 5.11. 16:30



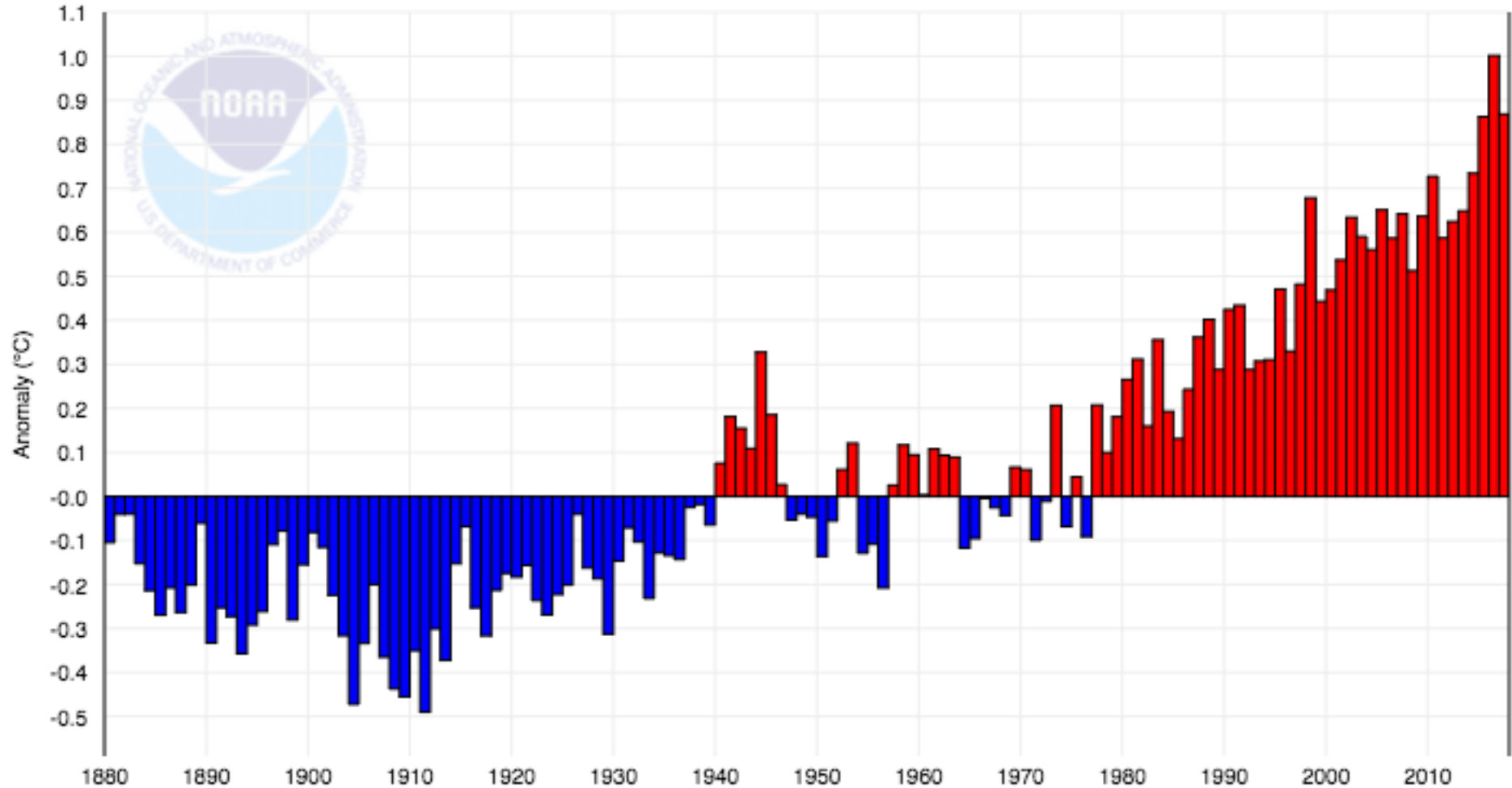
"NÄIN suuria lukemia ei ole ollut miljooniin vuosiin", kertoi otsikko lokakuussa. Juttu kertoi maapallon ilmakehässä pyörivästä kasvihuonekaasu hiilidioksidista.

Vuosi on ollut hirvittävä. Itä-Afrikkaa vaivaa ruokakriisi, Etelä-Amerikkaan rooppaa korvensi kesällä Lucifer, Kalifornian viinialueita paloi syksyllä



Keskilämpötilan poikkeama tammi-syys (vs. 1900-luvun ka)

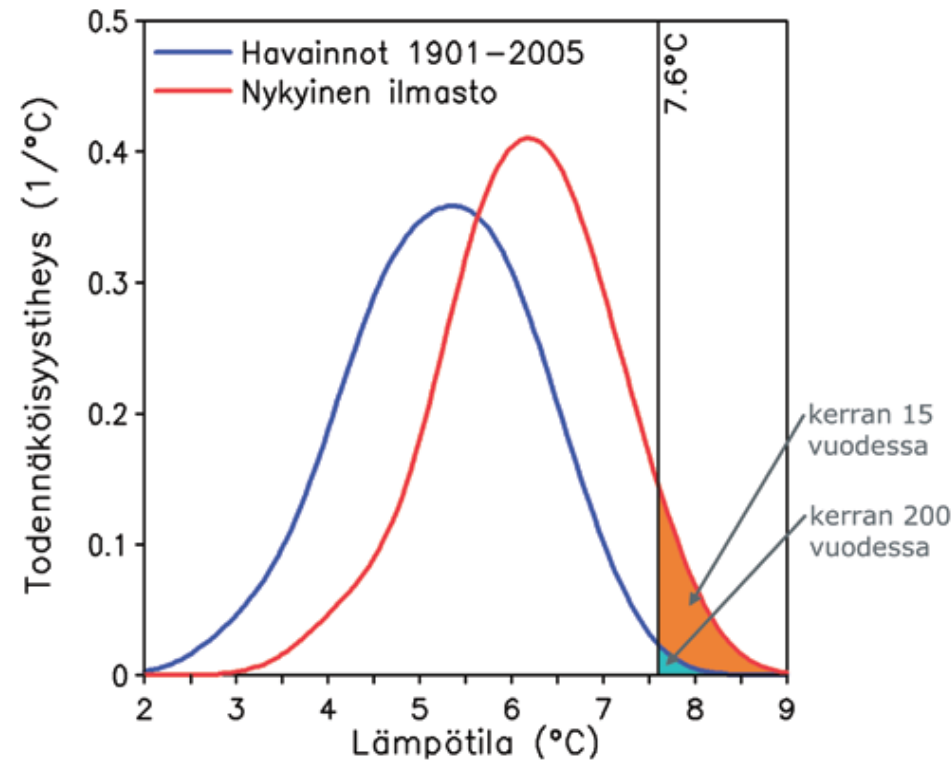
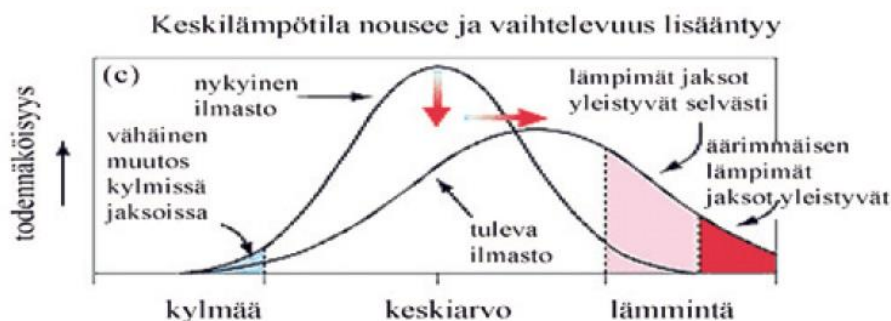
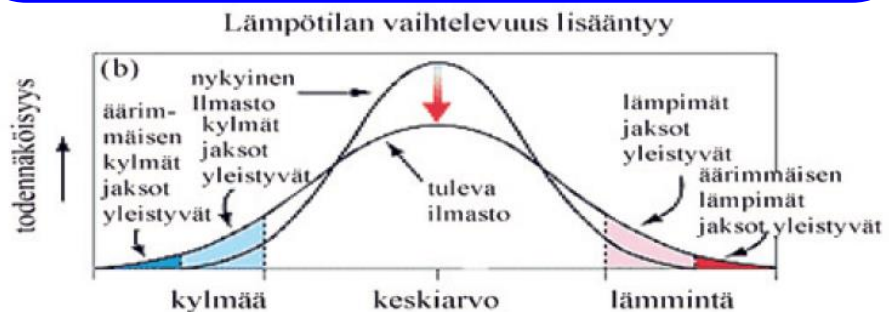
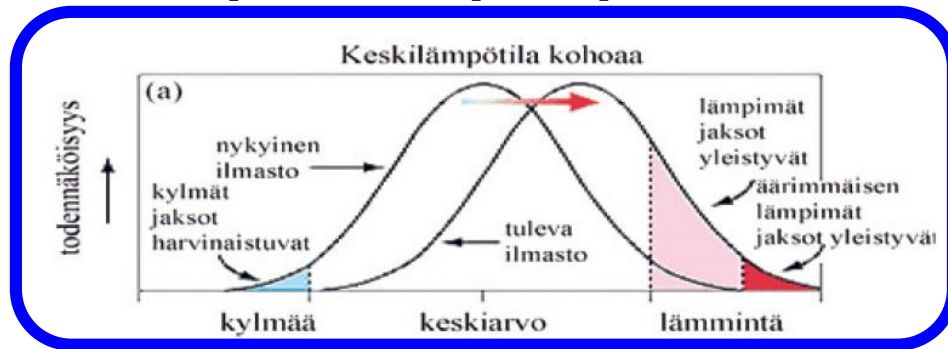
Global Land and Ocean Temperature Anomalies, January-September





Ääri-ilmiöt ja ilmastonmuutos

Pieni muutos keskiarvossa → suhteellisen suuri muutos ääripäässä (ääripakkaset, helteet, rankkasateet)

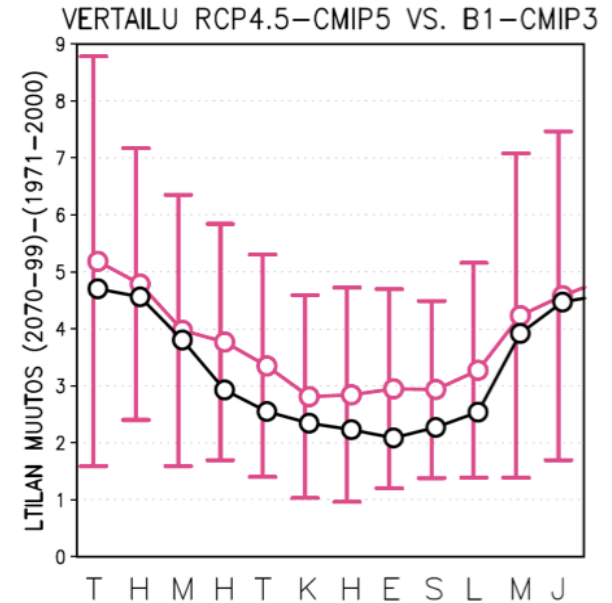
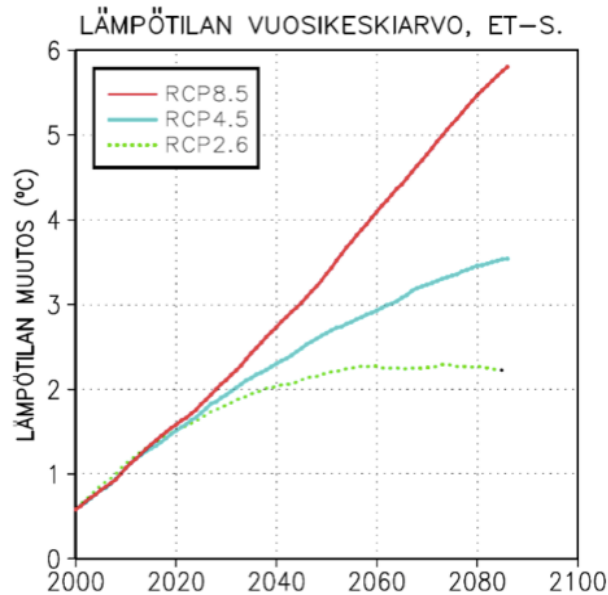


Räisänen, 2009



Lämpötila Etelä-Suomessa

- Lämpötila nousee seuraavat pari vuosikymmentä joka tapauksessa
- Sen jälkeen muutoksen suunnan määrää päästökehitys
- Lämpeneminen hieman voimakkaampaa uusimman mallisukupolven mukaan
- Muutos on suurin talvella
- Keskilämpötilojen ohella myös korkeimmat havaitut lämpötilat kohoavat

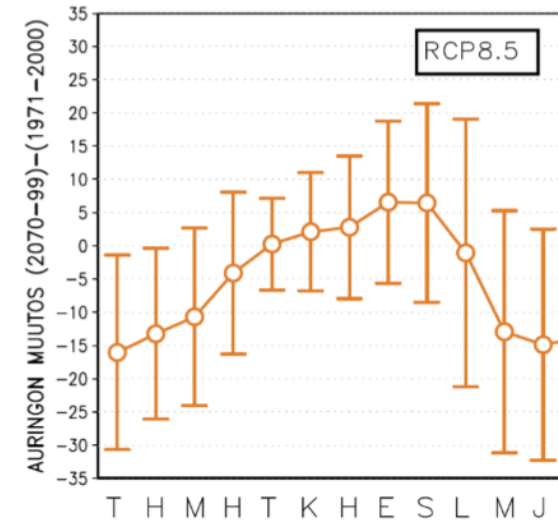
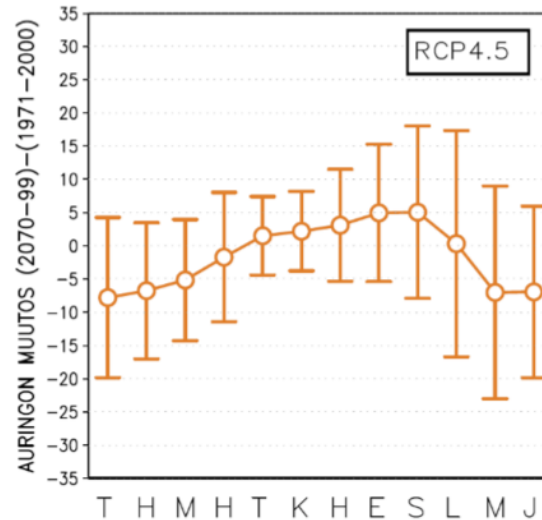


Kuva 4: Vasen: lämpötilan muutos pääkaupunkiseudulla eri päästöskenaarioiden mukaan. Oikea: lämpötilan muutos kuukausittain RCP4.5 skenaarion mukaan sekä vertailun vuoksi edellisen mallisukupolven RCP4.5 vastaavin skenaario (B1-CMIP3; musta väri). Punaiset pystyjanat kuvaavat 90%-luottamusväliä. (Ruosteenoja 2013).



Pilvisyys ja aurinko

- Pilvisyys ja sadanta lisääntyy etenkin talvella
- Talvella vähemmän aurinkoa ja harmaammat ja pimeämmät talvet

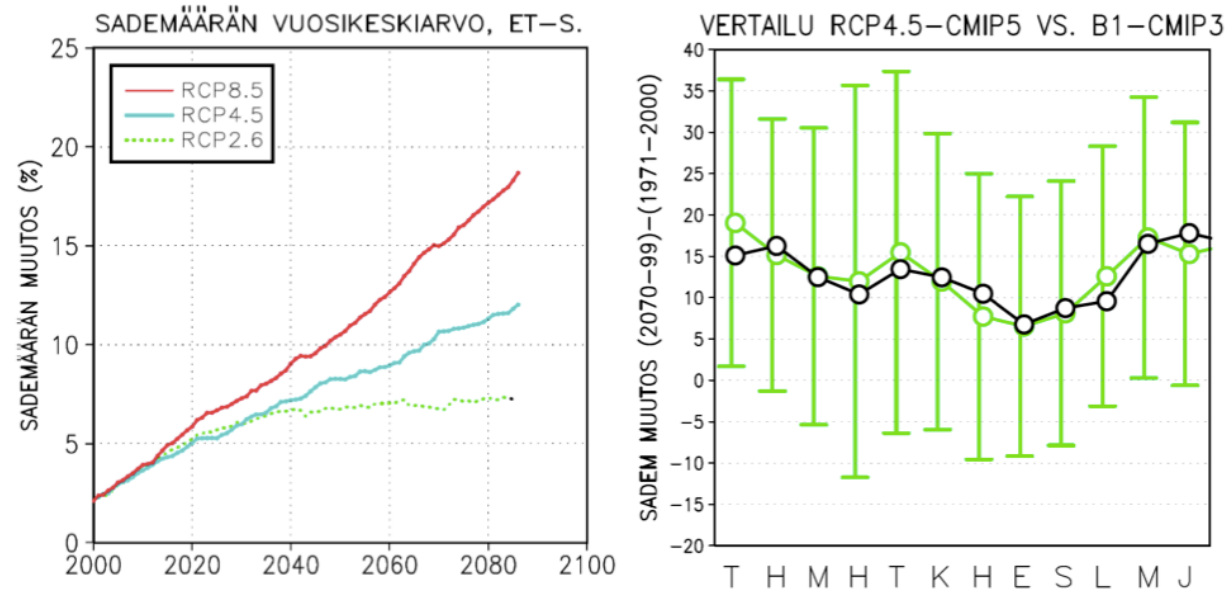


Kuva 6: Maan pinnalle tulevan auringonsäteilyn määrän muutos (prosentteina) Suomessa vuoden eri kuukausina siirryttäessä jaksosta 1971–2000 jaksoon 2070–2099.



Sade

- Sateet lisääntyvät, etenkin talvella
- Kesällä keskimääräinen sadanta ei muutu huomattavasti, mutta rankimmat sateet voimistuvat

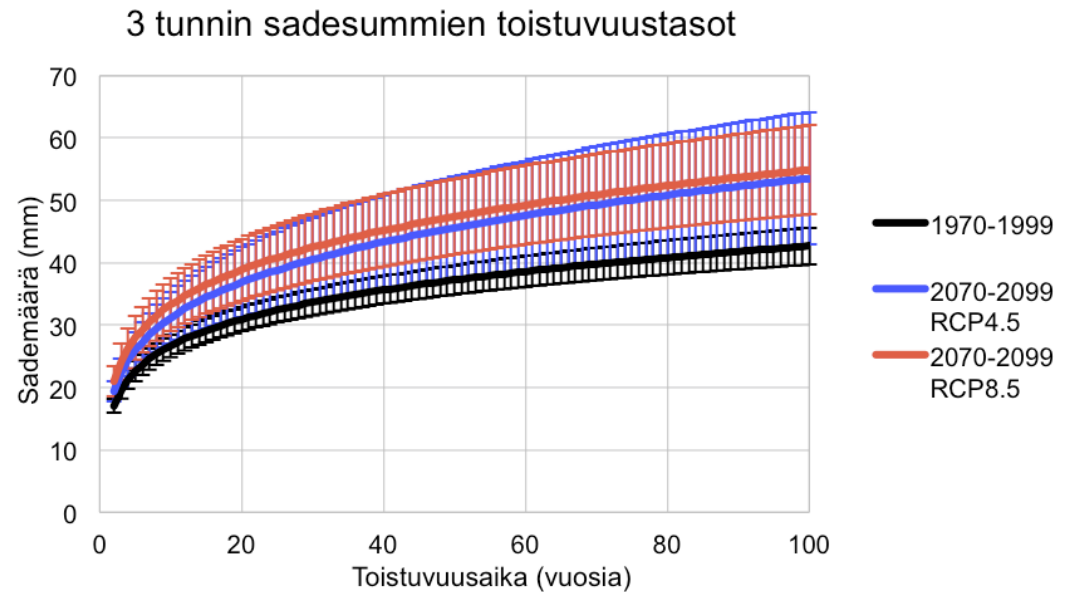


Kuva 7: Vasen: sademäärän muutos pääkaupunkiseudulla eri päästöskenaarioiden mukaan. Oikea: sademäärän muutos kuukausittain RCP4.5 skenaarion mukaan sekä vertailun vuoksi edellisen mallisukupolven vastaava skenaario (B1-CMIP3; musta väri). Vihreät pystyjanat kuvaavat 90%-luottamusväliä. (Ruosteenoja 2013).



Rankkasateet

- Toistuvuushavainnollistus:
 - nykyilmaston 1/20 a rankkasade on ~1/10 a vuonna 2100
 - nykyilmaston 1/100 a rankkasade on ~1/30 a vuonna 2100



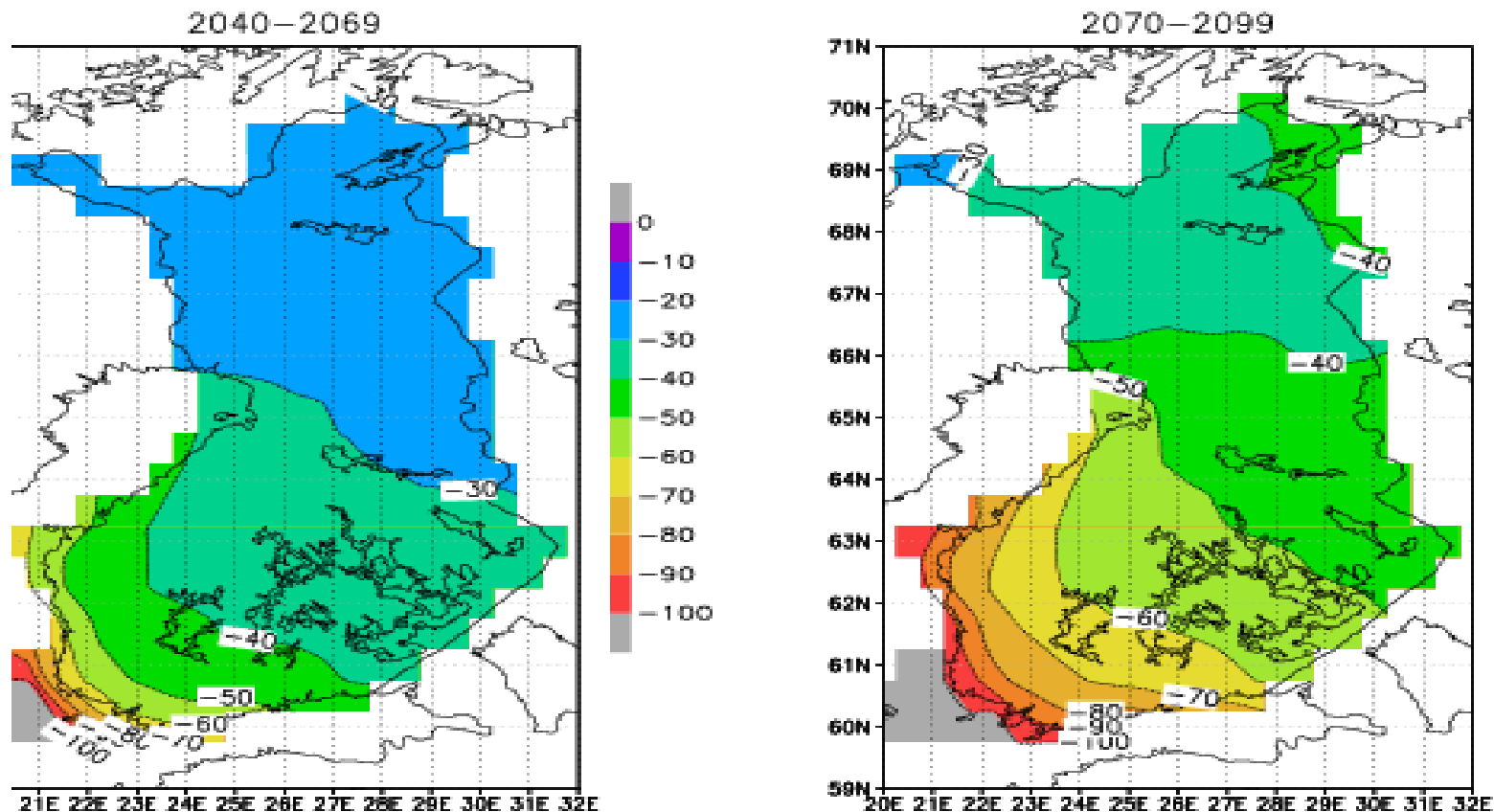
Kuva 11: Suurimpien kolmen tunnin sadekertymien toistuvuustasot viiden RCA4-mallilla alueellisesti tarkennettujen ilmastomallien tulosten perusteella Helsingin ympäristössä 30-vuotisjaksoilla 1970–1999 (musta käyrä) ja 2070–2099 (sininen käyrä; RCP4.5-skenaario ja punainen käyrä; RCP8.5-skenaario). Yhtenäiset käyrät kuvaavat mallitulosten keskiarvoa ja mallitulosten välinen keskihajonta on esitetty pylväillä.



Tämä on nykyilmastoa!

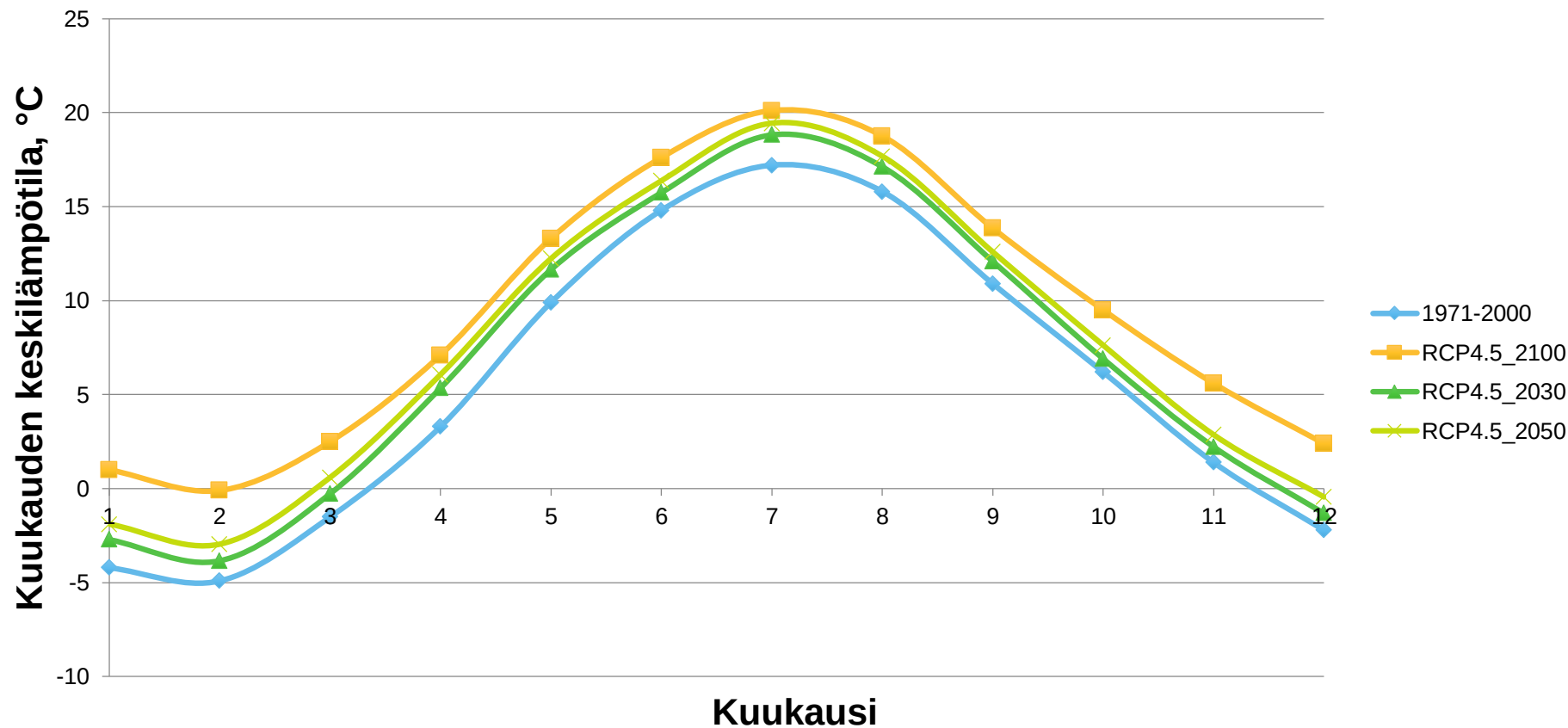


Roudan muutos (%) avoimella alustalla (esim. tiet, pihat)





Kuukausikeskilämpötilan muutos Helsingissä, RCP4.5





Miten ilmastonmuutos vaikuttaa tiemerkinäalaan?

- Talvikausi lyhenee
- Sateet lisääntyvät ja rankistuvat
- Routa vähenee
- Lämpötilan vaihtelut 0°C molemmin puolin
- ?
- ?



Kiitos mielenkiinnosta!

Antti Mäkelä

Ilmatieteen laitos

PL 503

00101 HELSINKI

Email: etunimi.sukunimi@fmi.fi

ilmatieteenlaitos.fi

