



Missä mennään ilmastonmuutoksen suhteen

Antti Mäkelä

Useat kalvot: Ari Venäläinen

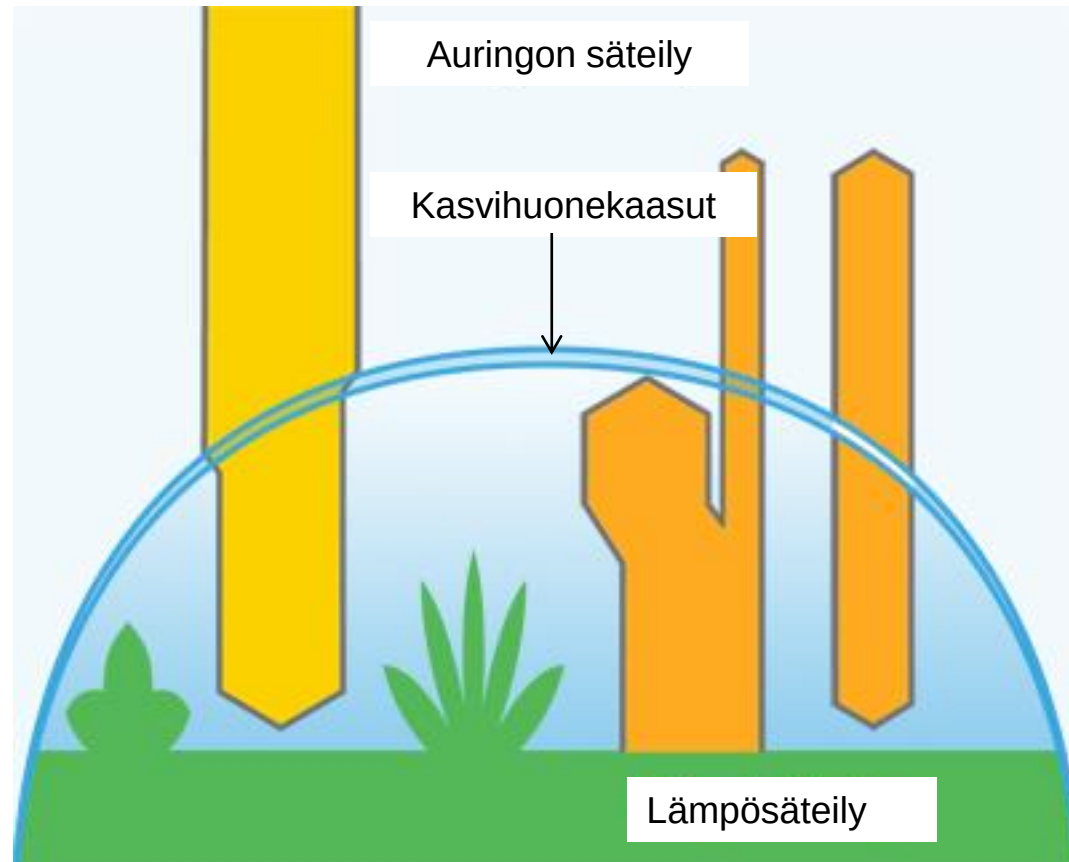
Ilmatieteen laitos

4.2.2020



Yleistä

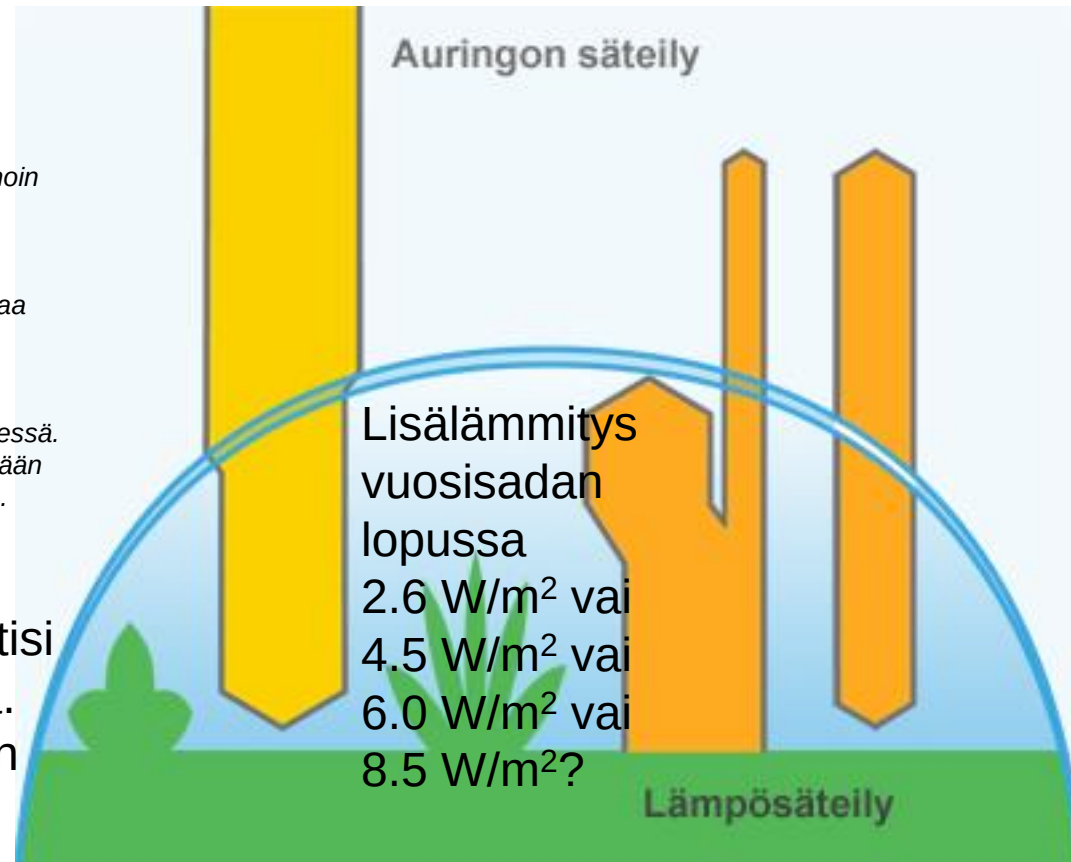
- Kasvihuoneilmiö on elämän kannalta hyvä asia, mutta sen jatkuva, tasainen voimistuminen suhteellisen lyhyessä ajassa ei ole → ilmasto muuttuu
- Maapallon keskilämpötila on kohonnut ihmiskunnan ilmakehään päästäneiden kasvihuonekaasujen johdosta
- Keskeinen kasvihuonekaasu on hiilidioksidi ja sen vapautuminen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





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 tasolla 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.
 - **1.5° C tavoite tuskin toteutuu edes RCP2.6:lla(?)**



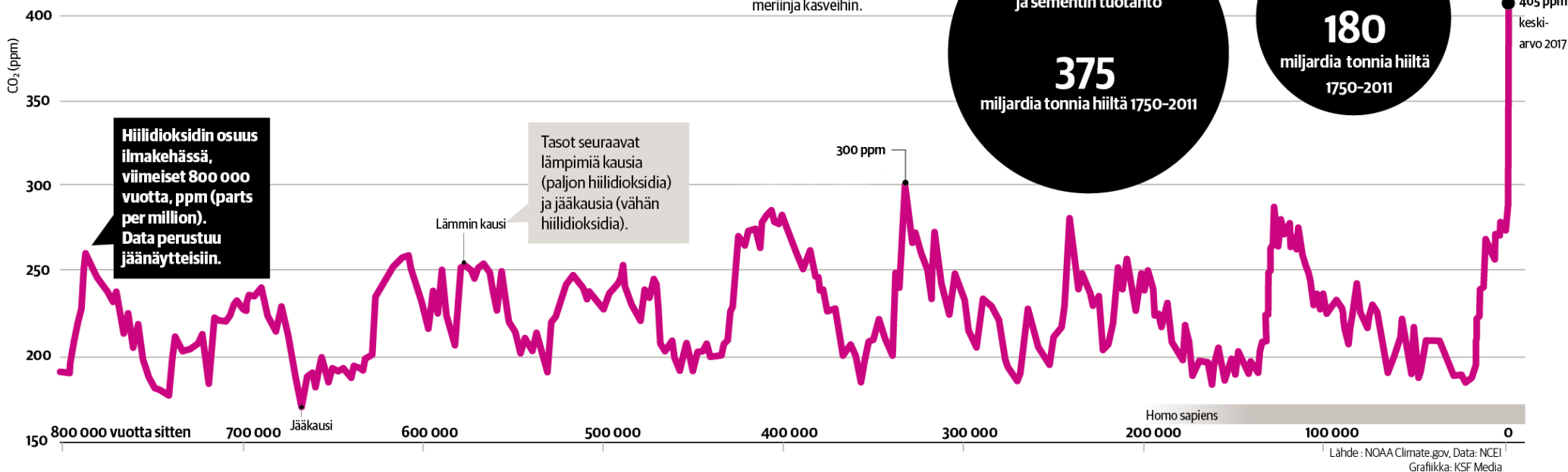


**Mutta eikös maapallon ilmasto
ole vaihdellut ennenkin? Miksi
muka meneillään oleva muutos
on jotenkin erilainen?**



ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIDIPITOISUUS

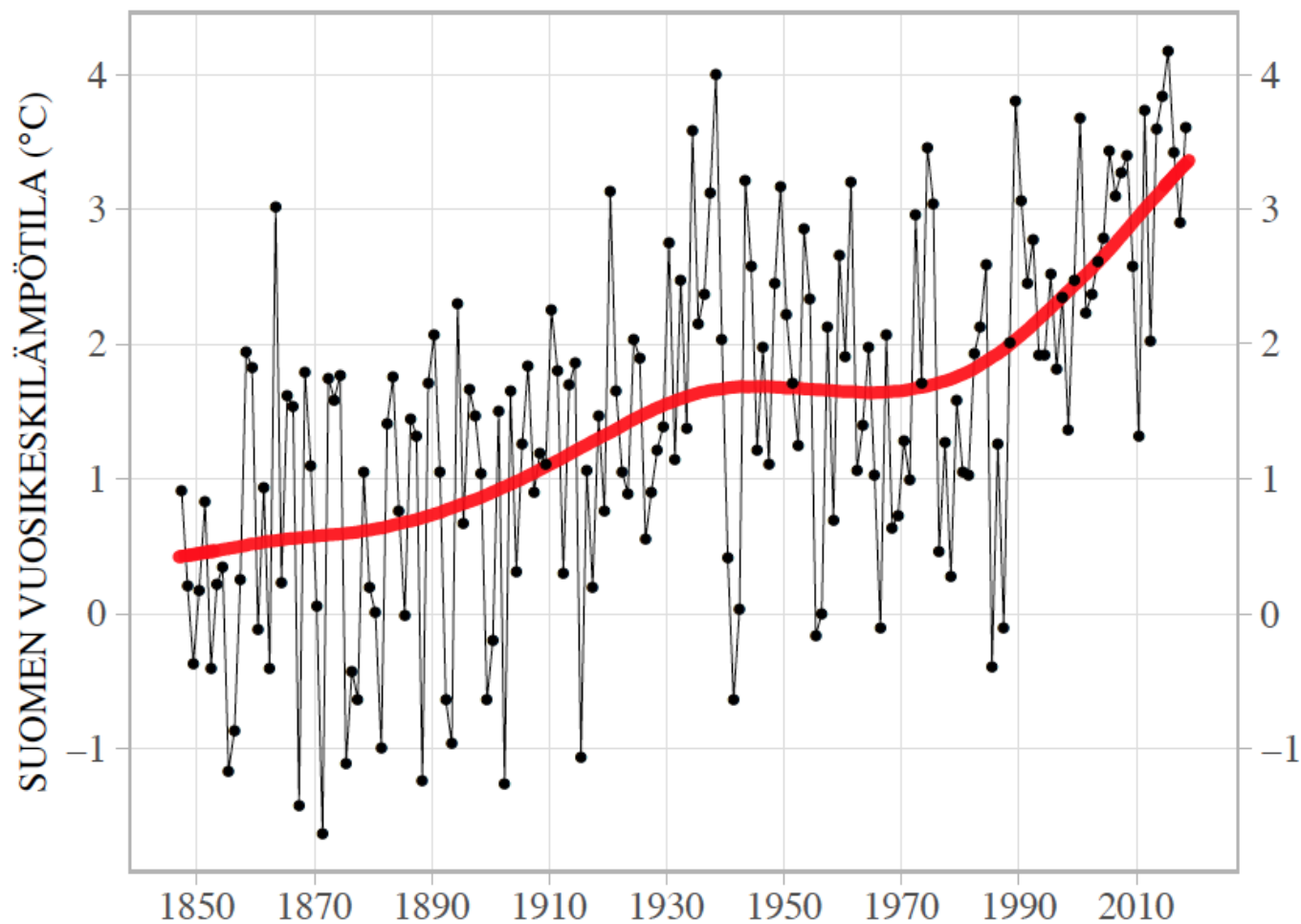
**Enemmän hiilidioksidia
ilmakehässä kuin koskaan
800 000 vuoden aikana**



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



SUOMEN KESKILÄMPÖTILA 1847-2018



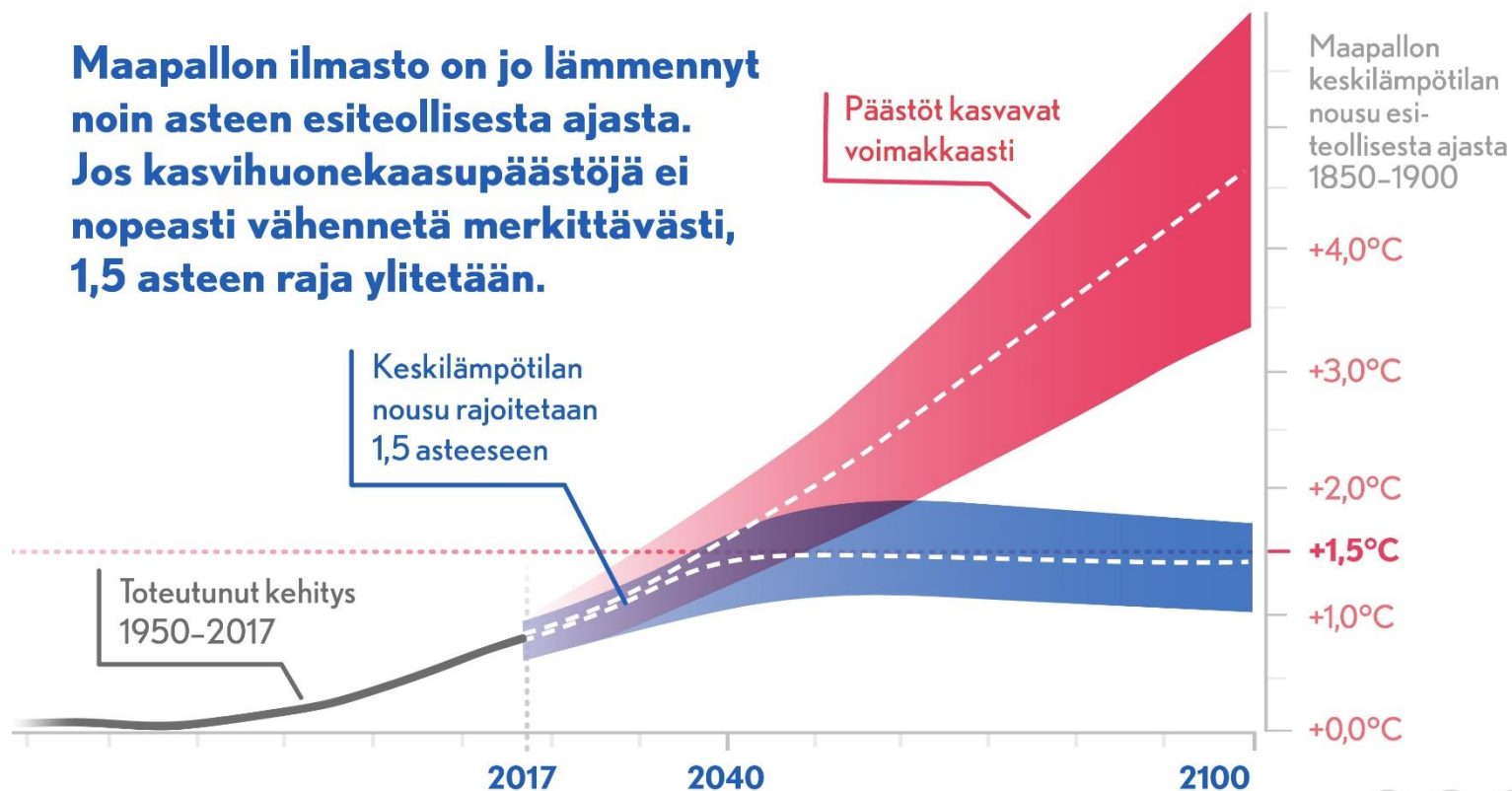


Mitenkäs tilanne jatkuu tästä eteenpäin?



IPCC:n 1,5 asteen erikoisraportissa kuvataan, millaisia vaikutuksia olisi, jos maapallon keskilämpötila nousee yli 1,5 asteen teollistumista edeltävään aikaan verrattuna

Maapallon ilmasto on jo lämmennyt noin asteen esiteollisesta ajasta. Jos kasvihuonekaasupäästöjä ei nopeasti vähennetä merkittävästi, 1,5 asteen raja ylitetään.

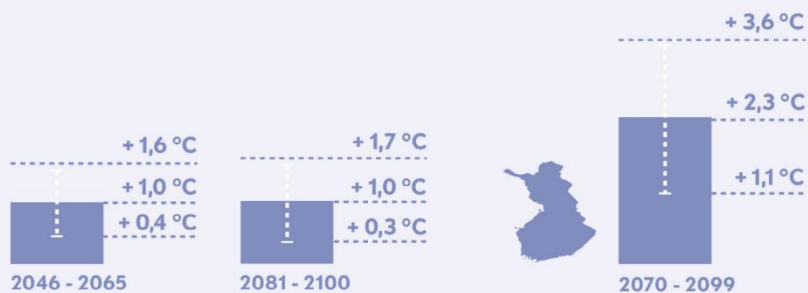
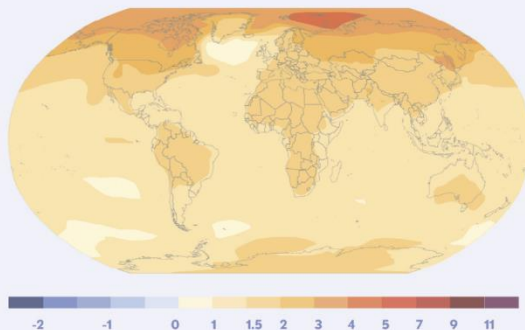


KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:

TILANNE VUOSINA 2081-2100



MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

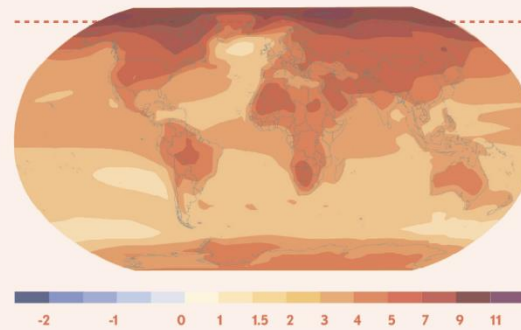
SUOMEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005.
(SUOMELLE 1971-2000) KESKILÄMPÖTILAAN.**KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)**

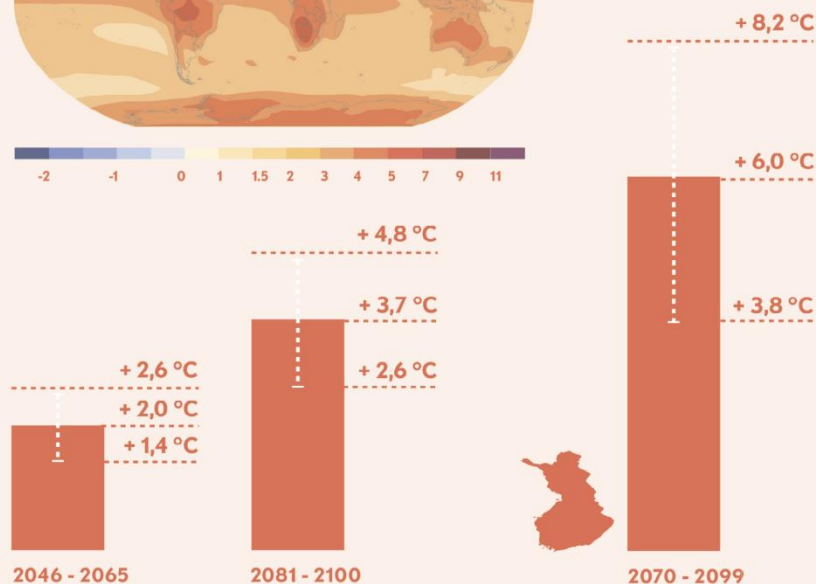
Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:

TILANNE VUOSINA 2081-2100



Arktinen alue lämpenee nopeimmalla tahdilla.



MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

SUOMEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005
(SUOMELLE 1971-2000) KESKILÄMPÖTILAAN.

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

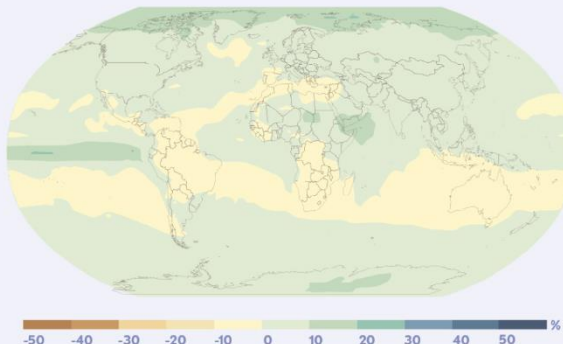
Perustuu IPCC:n 5. arviointiraportin WG1-osaraportin tietoihin. Suomen lukuarvojen lähde: Ilmatieteen laitos.

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

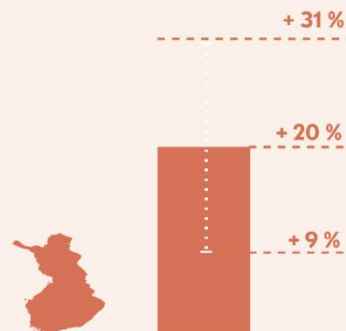
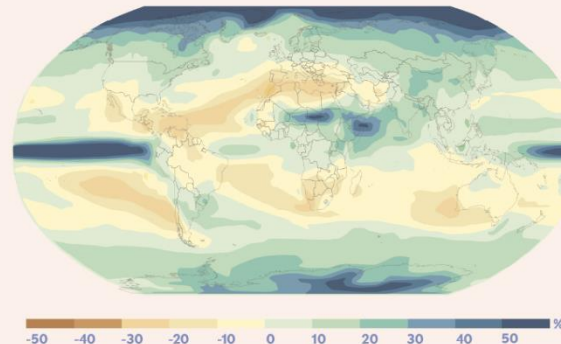
MAAILMANLAAJUISET MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005, SUOMEN MUUTOKSET SUHTEESSA JAKSON 1971-2000 KESKIARVOON.

KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)

Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

KESKIMÄÄRÄINEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN MUUTOS (%):

TILANNE VUOSINA 2081-2100

**SUOMEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN KASVU:**

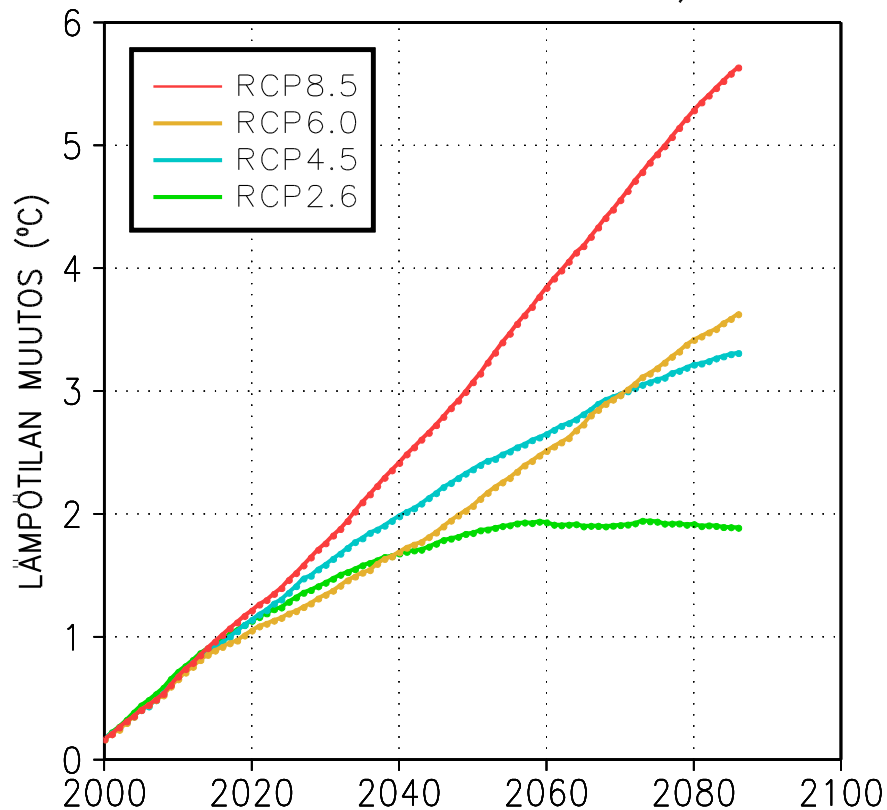
TILANNE VUOSINA 2070-2099

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

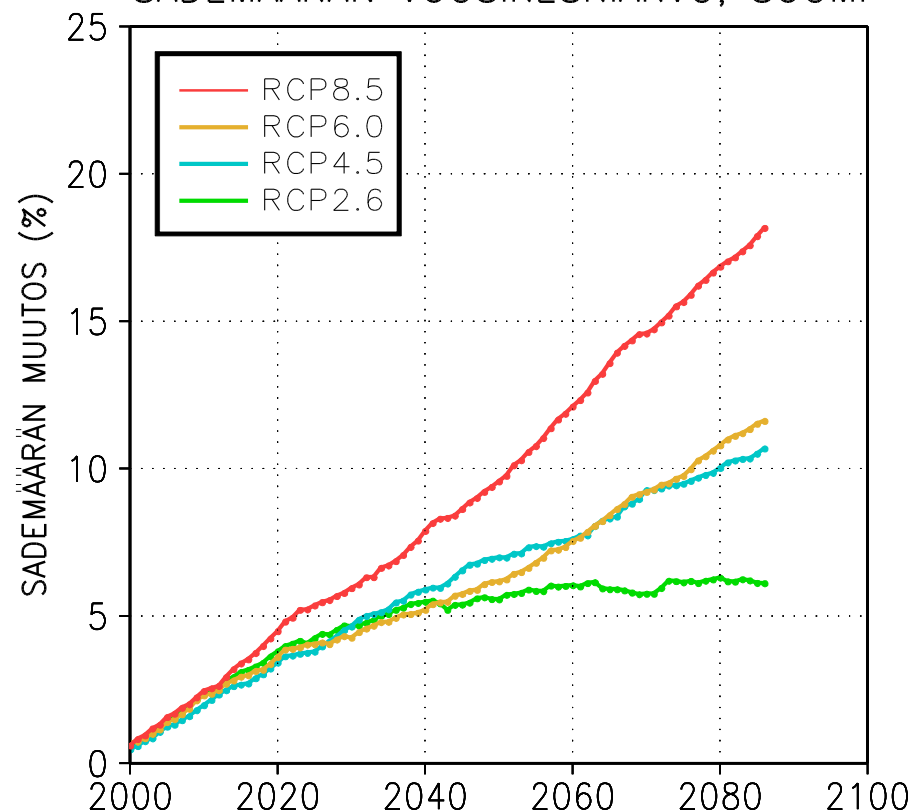


Lämpötilan ja sademäärän muutokset eri päästöskenaarioiden mukaan

LÄMPÖTILAN VUOSIKESKIMÄÄRÄ, SUOMI



SADEMÄÄRÄN VUOSIKESKIMÄÄRÄ, SUOMI





Ilmastonmuutos Suomessa

- Lämpötila nousee kaikkina vuodenaikoina, talvella kuitenkin enemmän kuin kesällä.
- **Talvella sataa selvästi nykyistä enemmän ja aurinkoa nähdään harvemmin.**
- Kesällä kaikkein korkeimmat mitattavat lämpötilat kohoavat likimain samaa tahtia kuin keskilämpötilatkin
- Keskimääräiset tuulen voimakkuudet pysyvät likimain ennallaan. Voimakkaimpien tuulten osalta muutos on epävarma.
- **Kesällä keskimääräinen sademäärä ei muutu paljon, mutta rankkasateiden arvioidaan voimistuvan**
- Merenpinnan keskikorkeus pk-seudun edustalla nousee useita senttimetrejä mannerjäätiköiden sulamisen, Itämeren tuulien sekä maankohoamisen yhteisvaikutuksesta.
- Merellä jäät keskimäärin ohenevat ja jään pinta-ala pienentyy. Kuitenkin yksittäisiä runsasjäisiäkin talvia esiintyy vielä lähivuosikymmeninä.

Huom: muutosten voimakkuuden sanelevat kasvihuonekaasupäästöt



Edellä kuvattujen muutosten vaikutus alkutuotantoon



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Suomen ilmasto on vaihteleva (jatkossakin)

- Lämmin talvi

23.2. 2008



- Luminen talvi

23.2. 2011



Kuvat: Ilkka Juga



Keskimääräinen kasvukausi Suomessa 1981-2010 havaintojen pohjalta

Alku

Loppu

Kesto

Lämpösumma

Sadesumma

PVM

PVM

VRK

°Cvrk

MM

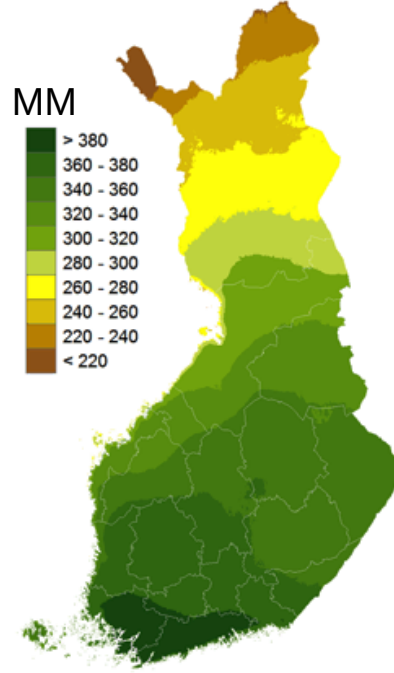
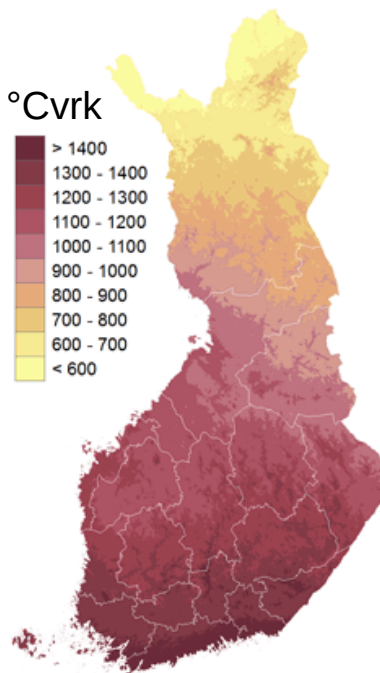
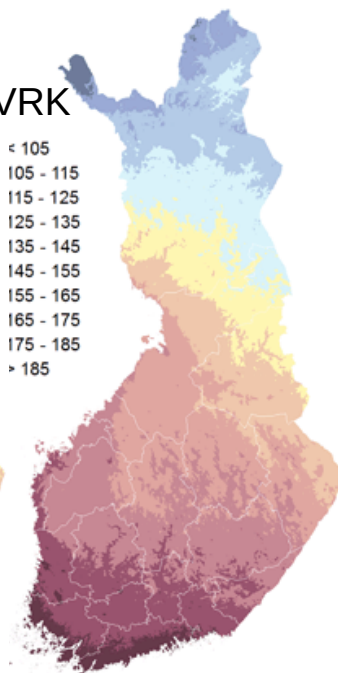
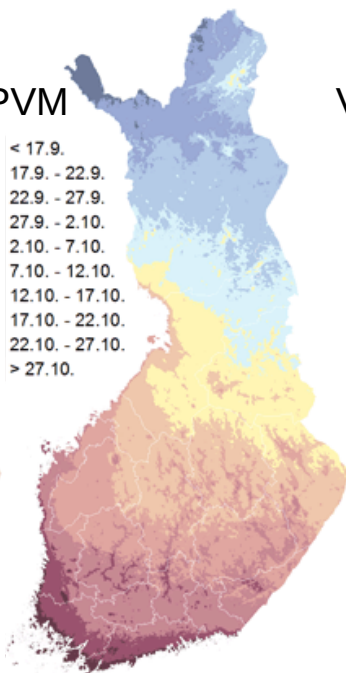
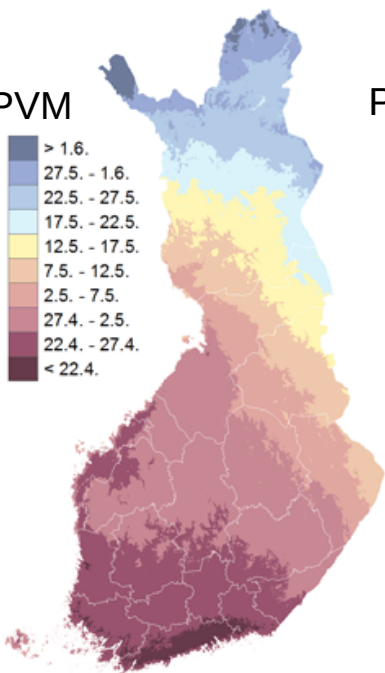
> 1.6.
27.5. - 1.6.
22.5. - 27.5.
17.5. - 22.5.
12.5. - 17.5.
7.5. - 12.5.
2.5. - 7.5.
27.4. - 2.5.
22.4. - 27.4.
< 22.4.

< 17.9.
17.9. - 22.9.
22.9. - 27.9.
27.9. - 2.10.
2.10. - 7.10.
7.10. - 12.10.
12.10. - 17.10.
17.10. - 22.10.
22.10. - 27.10.
> 27.10.

< 105
105 - 115
115 - 125
125 - 135
135 - 145
145 - 155
155 - 165
165 - 175
175 - 185
> 185

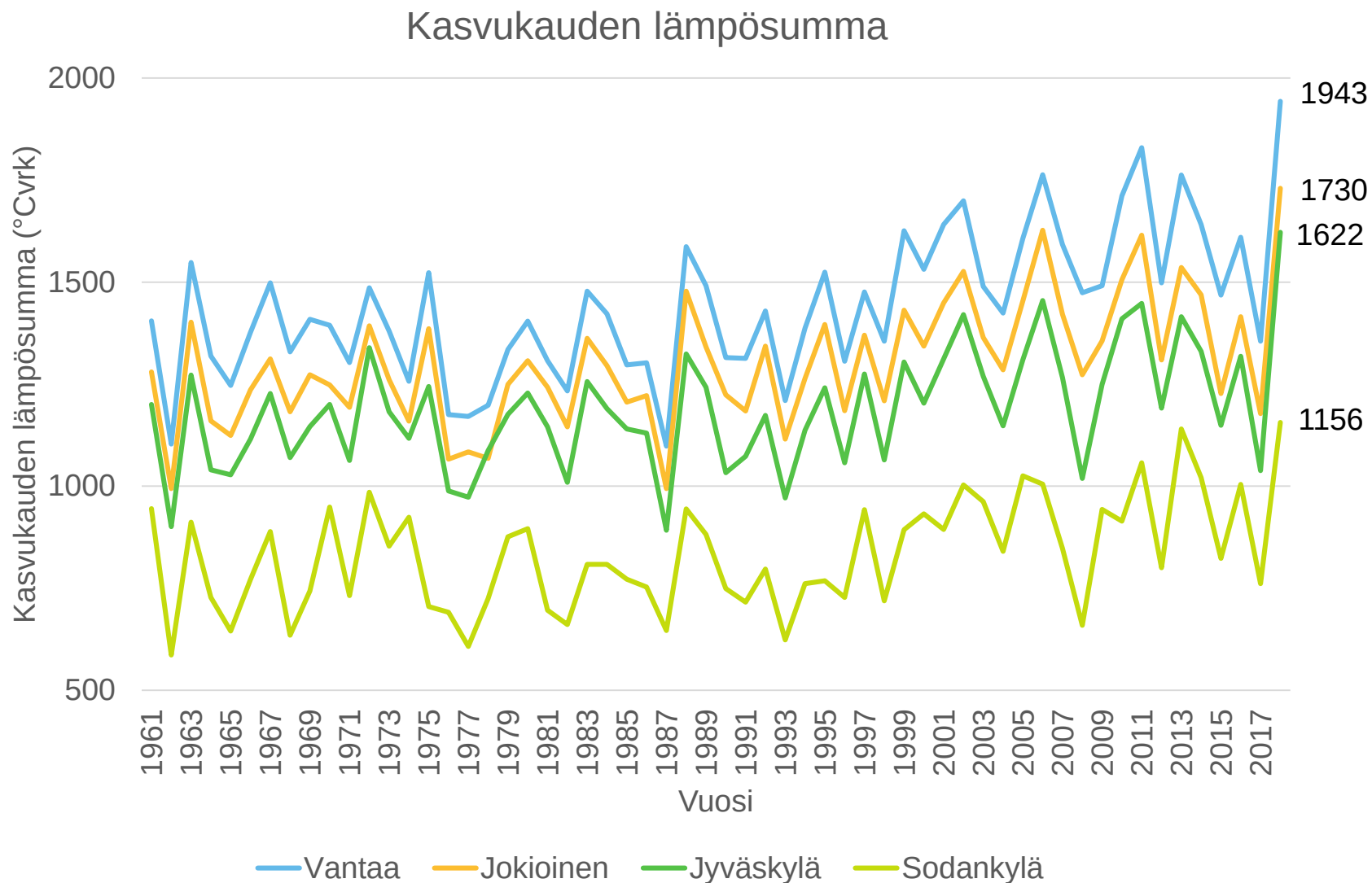
> 1400
1300 - 1400
1200 - 1300
1100 - 1200
1000 - 1100
900 - 1000
800 - 900
700 - 800
600 - 700
< 600

> 380
360 - 380
340 - 360
320 - 340
300 - 320
280 - 300
260 - 280
240 - 260
220 - 240
< 220



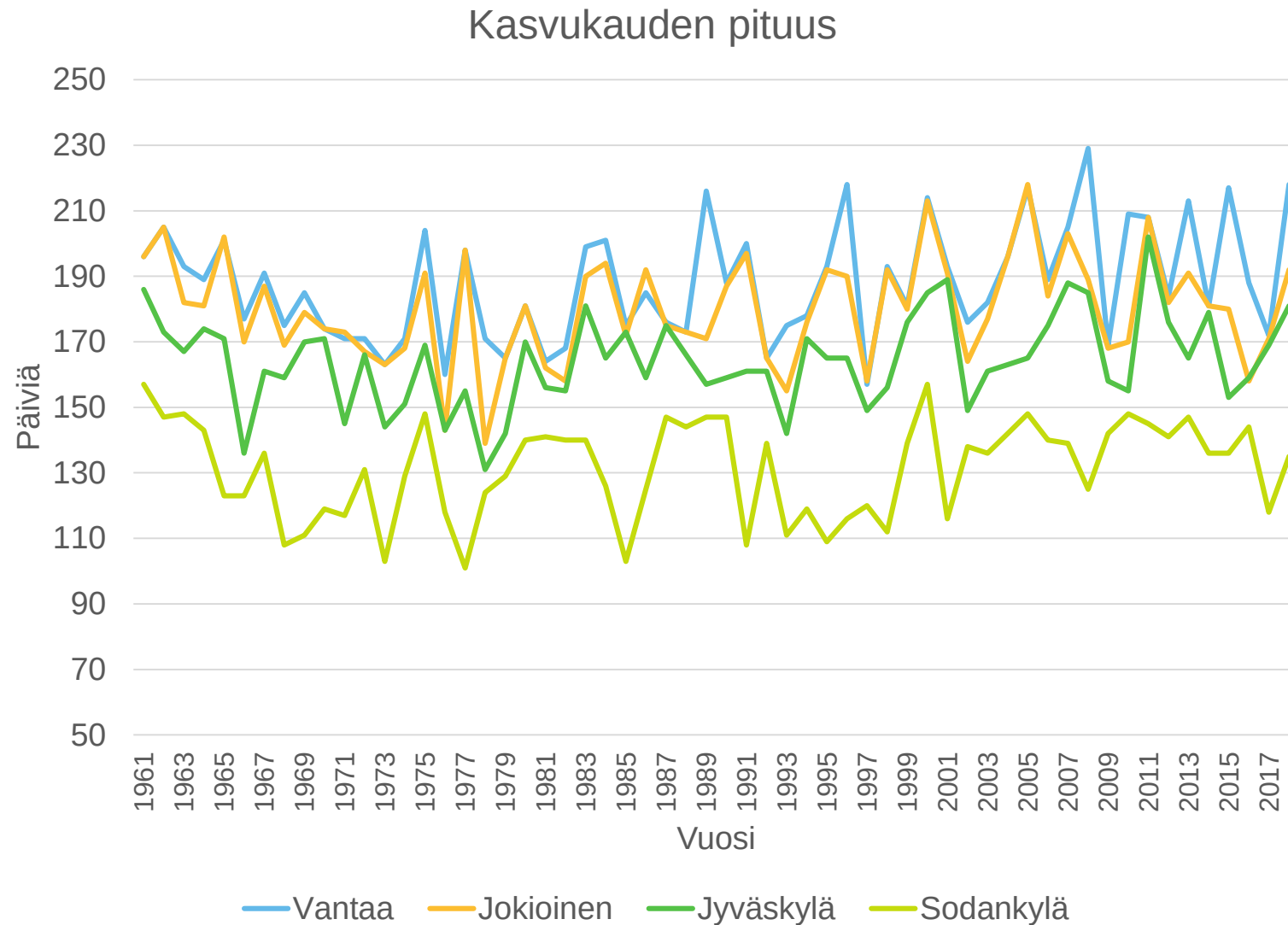


Suomen ilmastolle on tyypillistä vuodesta toiseen tapahtuva vaihtelu





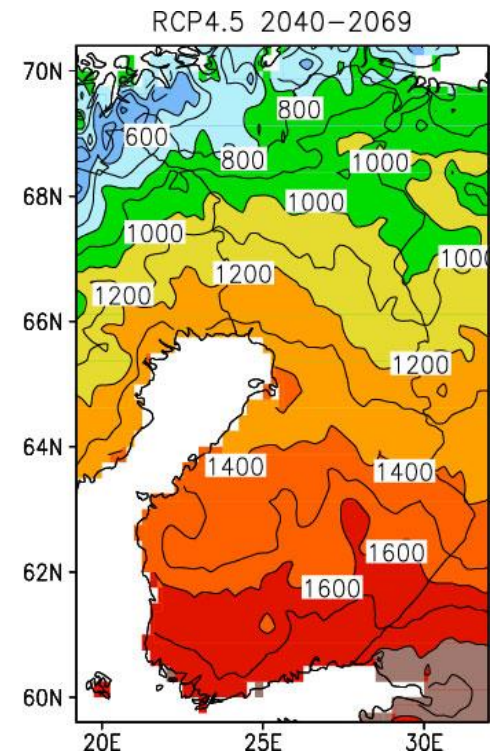
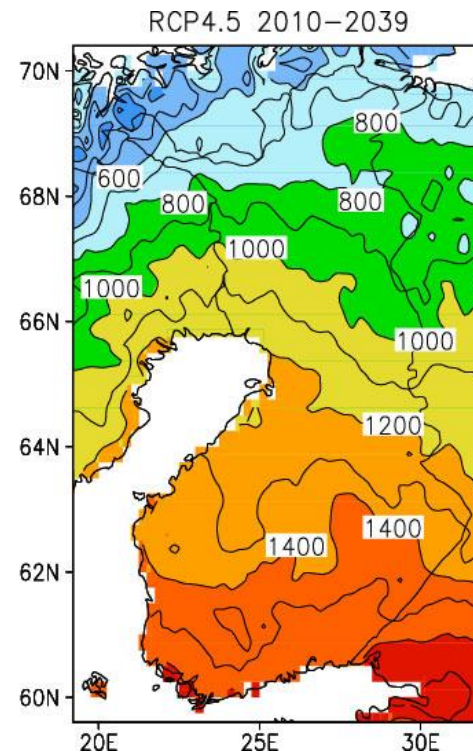
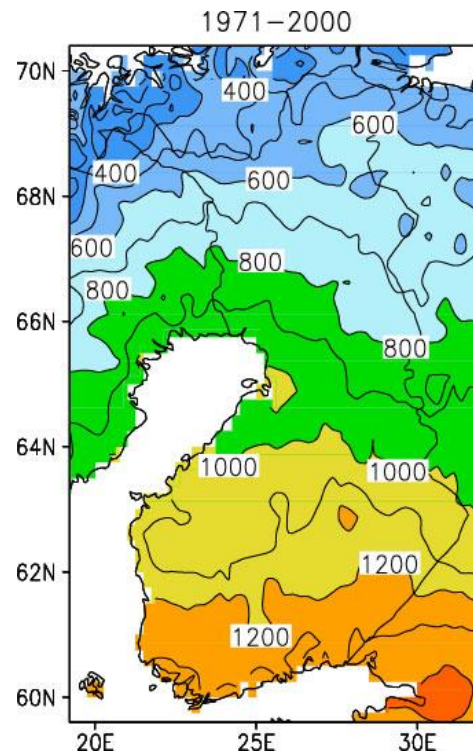
Suomen ilmastolle on tyypillistä vuodesta toiseen tapahtuva vaihtelu





Kasvukauden lämpösumman muutos Suomessa

Kasvuolosuhteet
paranevat mutta
muutos voi
aiheuttaa uusia
riskejä





Tuhohyönteiset voivat hyötyä lämpenevästä ilmastosta





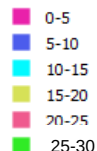
Talvien alhaisimmat lämpötilat

Niiden talvien lukumäärä 30 vuoden aikana jolloin vuorokauden alin lämpötila on laskenut vähintään kerran -27°C alapuolelle RCP4.5-skenaarion toteutuessa.

1980-2009

2070-2099

Vuosien lukumäärä

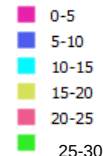


Niiden talvien lukumäärä 30 vuoden aikana jolloin vuorokauden alin lämpötila on laskenut vähintään kerran -35°C alapuolelle RCP4.5-skenaarion toteutuessa.

1980-2009

2070-2099

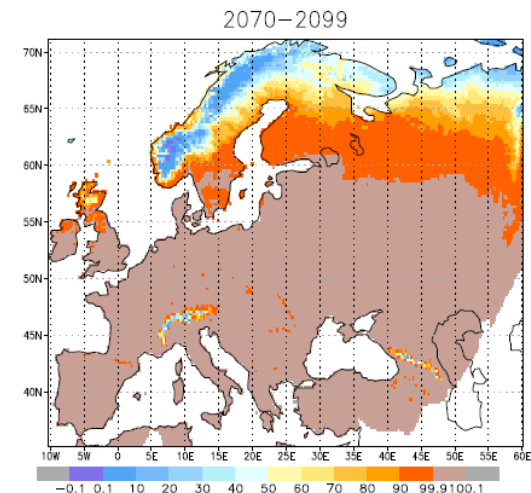
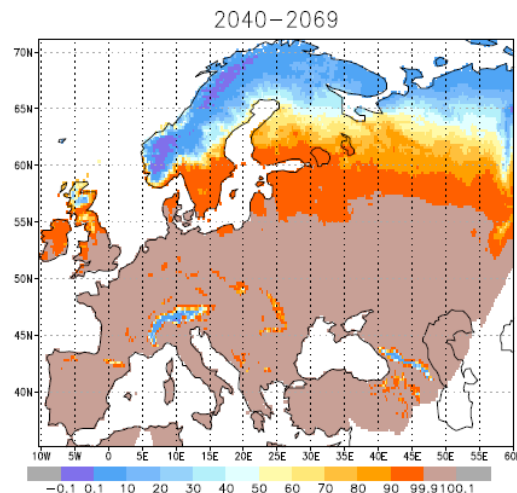
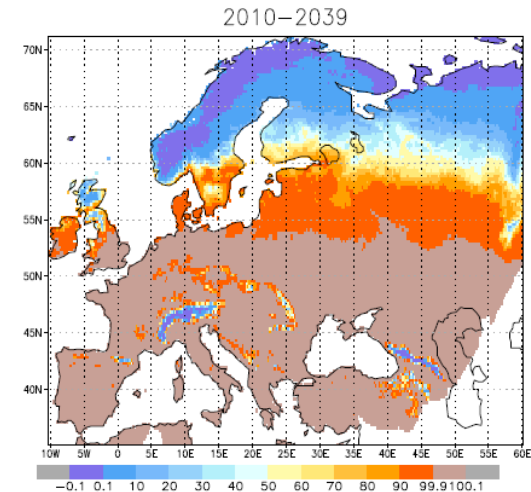
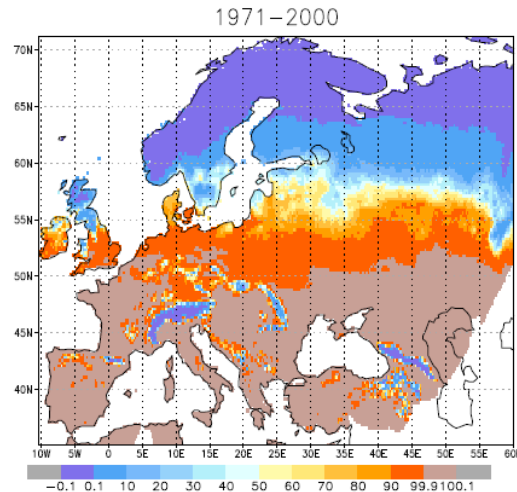
Vuosien lukumäärä



Lämpeneminen mahdollistaa uusia bioottisia tuhoja

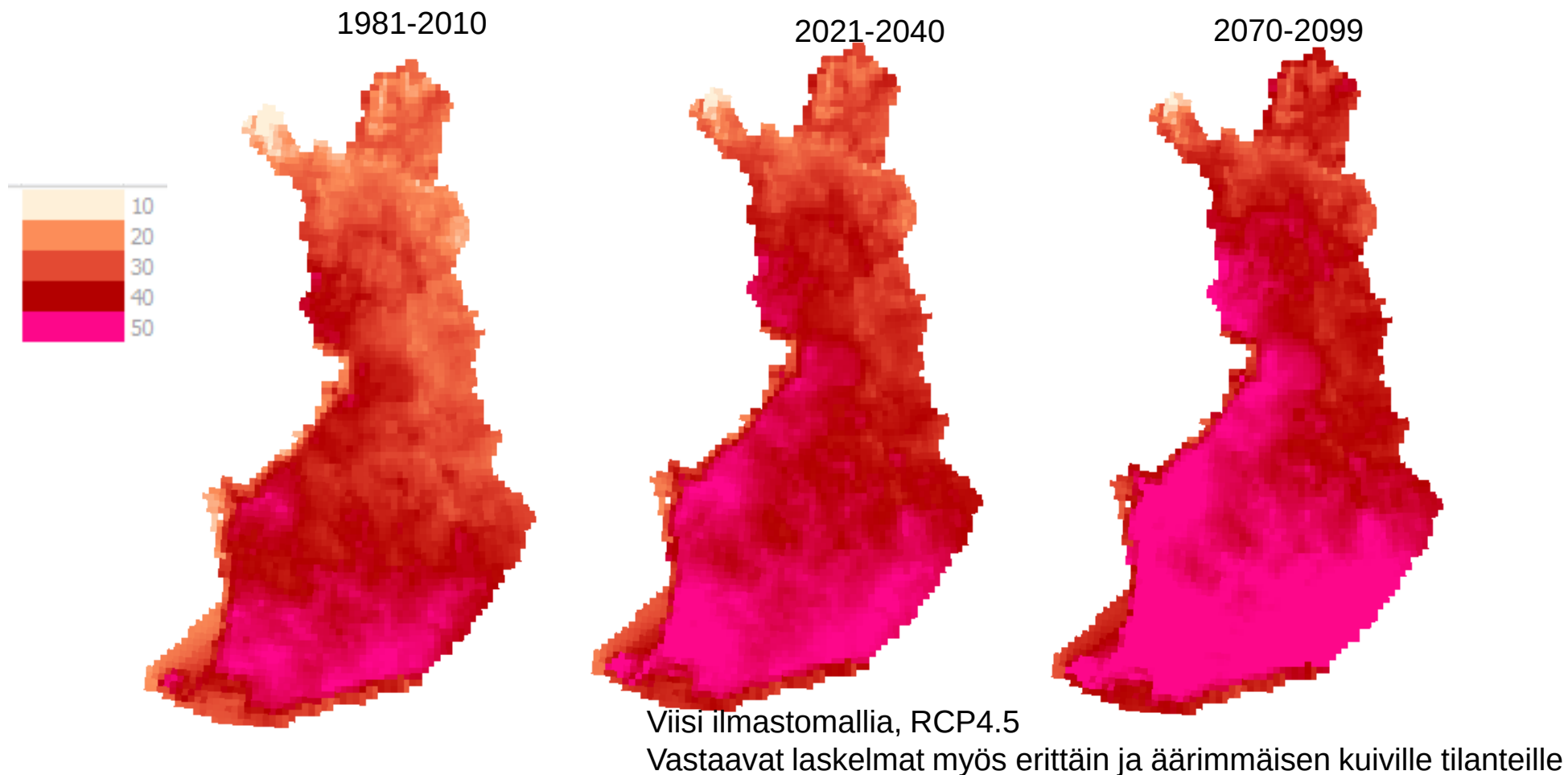


- Yli 1500°C vrk lämpösummien esiintymistodennäköisyys
- RCP8.5 pohjautuen 35 maailmanlaajuiseen ilmastomalliin
- 1500 °C vrk on Kirjanpainajan esiintymisen kannalta kriittinen raja





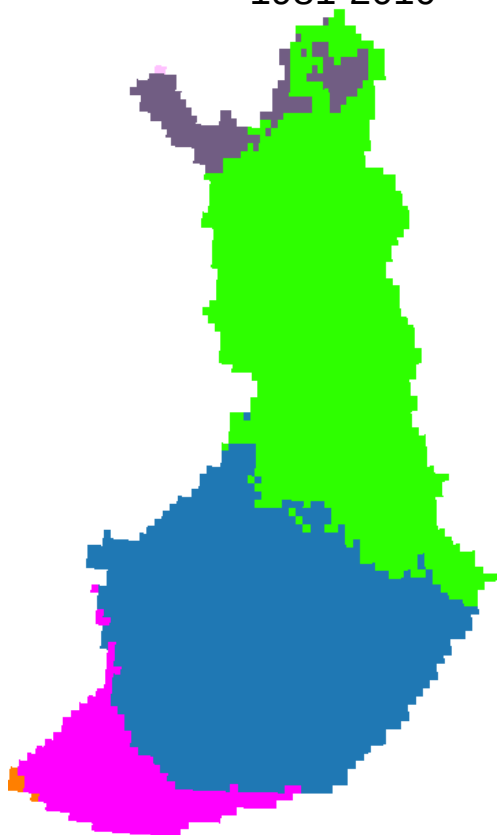
Keskimääräinen päivien lukumäärä (touko-elokuu) jolloin maanpinta kuiva (max 122)



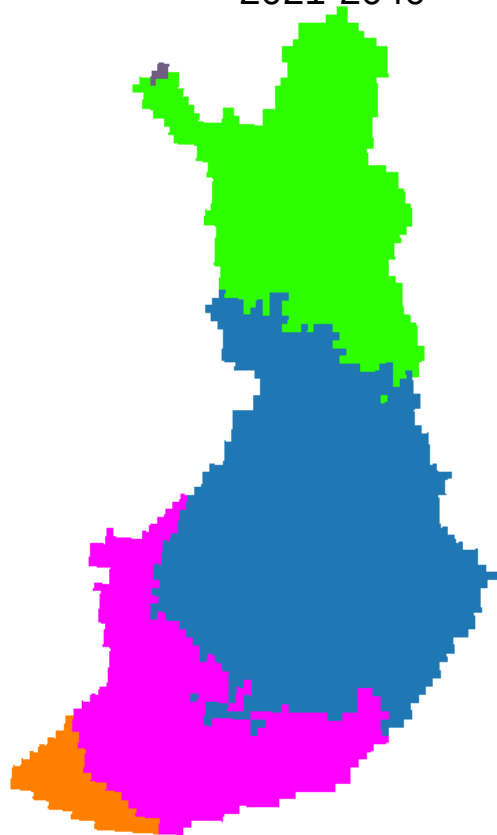


Keskimääräinen vuosittainen päivien lukumäärä jolloin routaa alle 20 cm

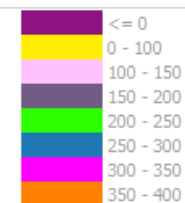
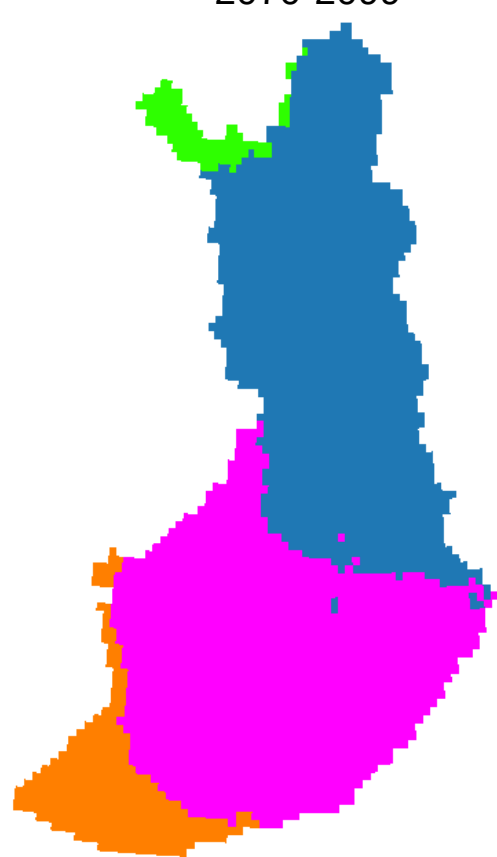
1981-2010



2021-2040



2070-2099



Viisi ilmastomallia, RCP4.5, maaperä turvetta, mäntymetsä
Vastaavat laskelmat on tehty myös sora ja siltti maalle



Antti Mäkelä
Ari Venäläinen

Kiitos!

Ilmatieteen laitos
PL 503
00101 HELSINKI

Email: etunimi.sukunimi@fmi.fi

ilmatieteenlaitos.fi