



ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

# Ilmatieteen laitos

SÄÄ – MERI – ILMASTO – AVARUUS

2.10.2019

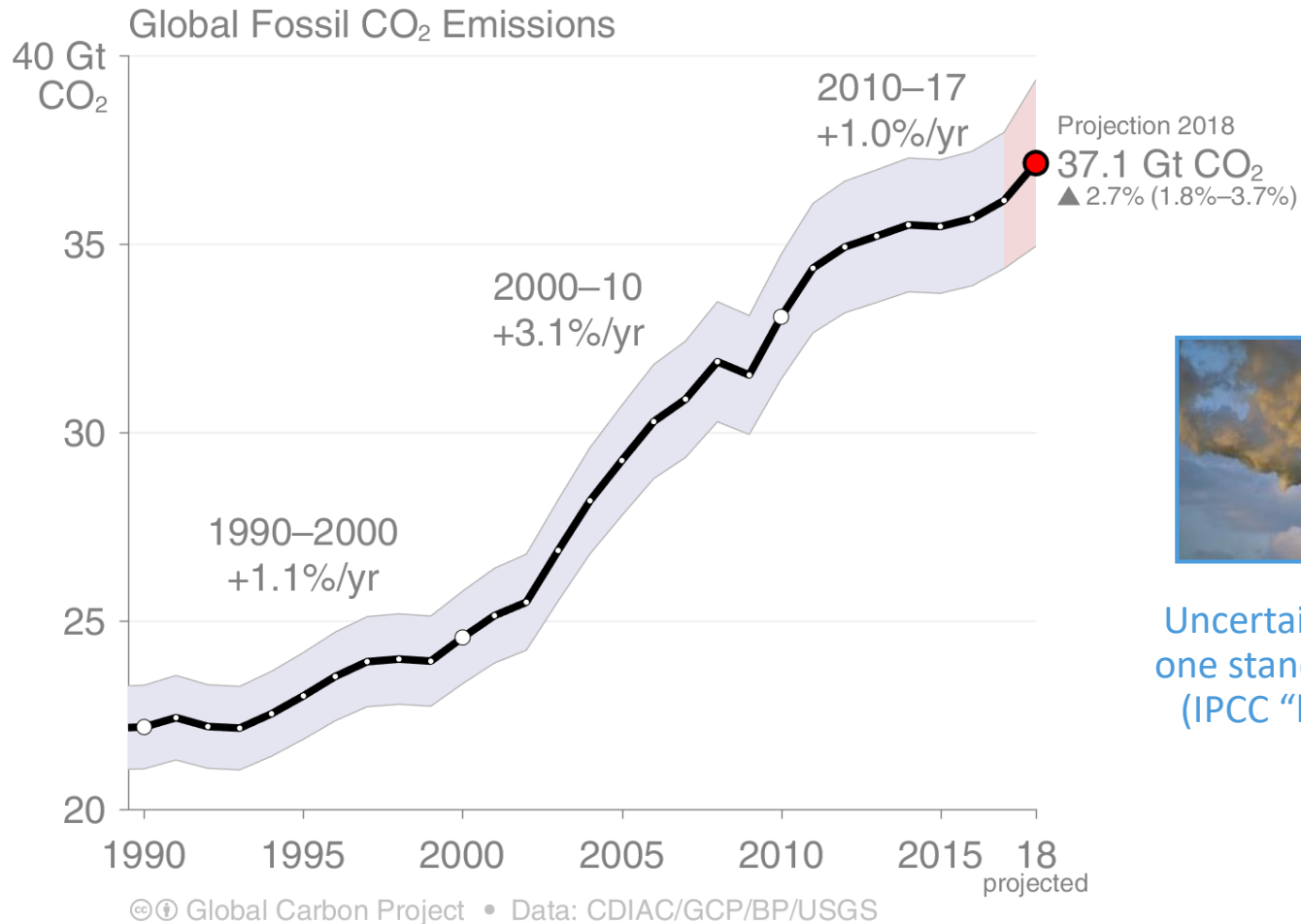
Juhani Damski



# Global Fossil CO<sub>2</sub> Emissions

Global fossil CO<sub>2</sub> emissions: 36.2 ± 2 GtCO<sub>2</sub> in 2017, 63% over 1990

- Projection for 2018: 37.1 ± 2 GtCO<sub>2</sub>, 2.7% higher than 2017 (range 1.8% to 3.7%)



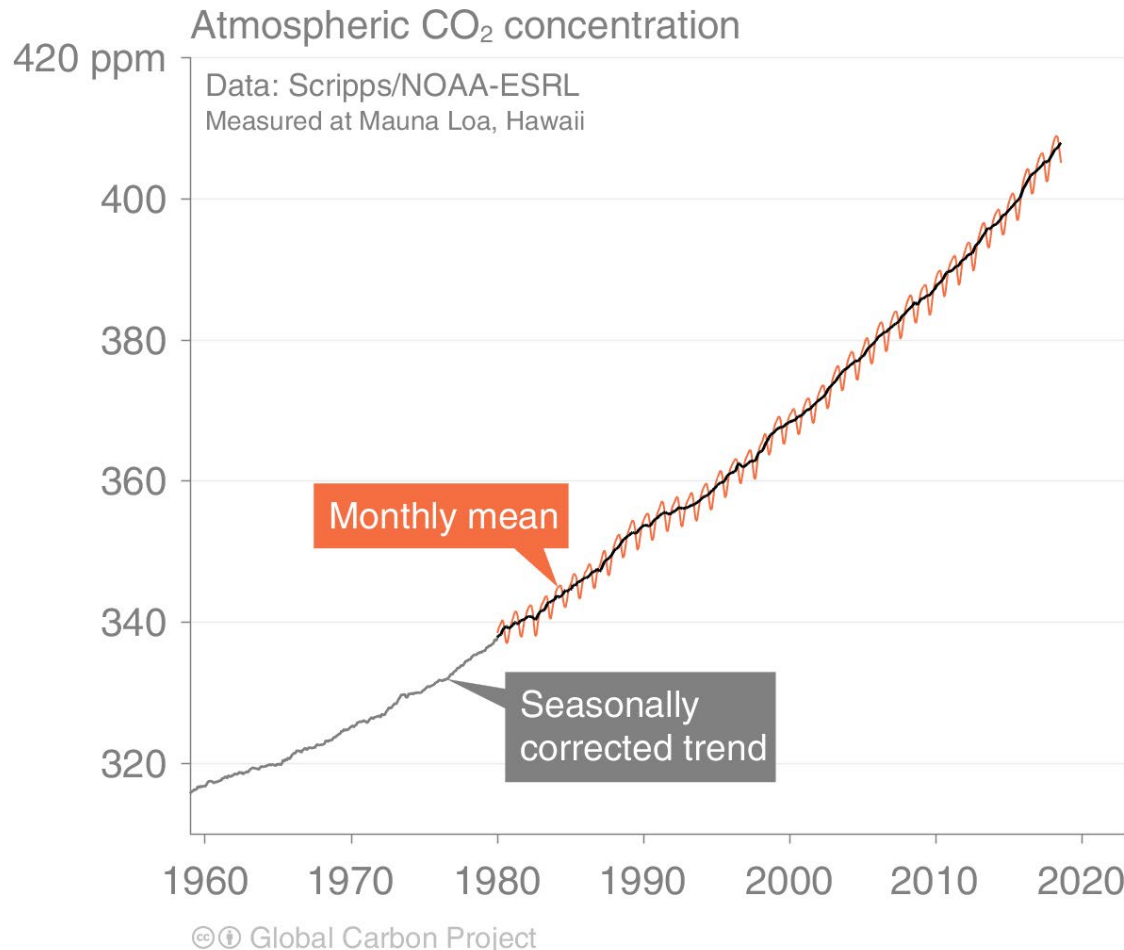
Uncertainty is ±5% for one standard deviation (IPCC “likely” range)

Estimates for 2015, 2016 and 2017 are preliminary; 2018 is a projection based on partial data.

Source: [CDIAC](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

# Atmospheric concentration

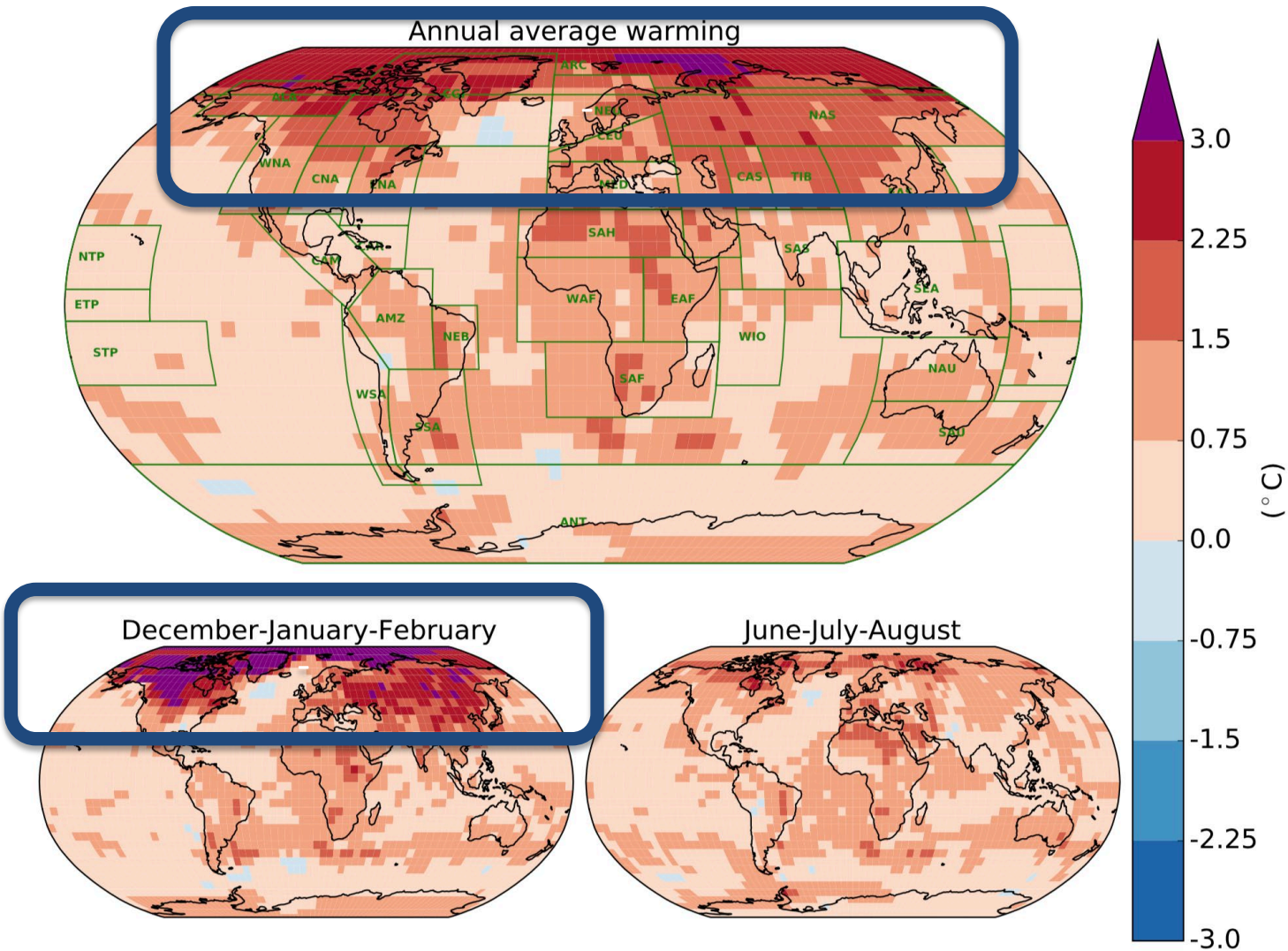
The global CO<sub>2</sub> concentration increased from ~277ppm in 1750 to 405ppm in 2017 (up 46%)  
 2016 was the first full year with concentration above 400ppm



Globally averaged surface atmospheric CO<sub>2</sub> concentration. Data from: NOAA-ESRL after 1980; the Scripps Institution of Oceanography before 1980 (harmonised to recent data by adding 0.542ppm)  
 Source: [NOAA-ESRL](#); [Scripps Institution of Oceanography](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

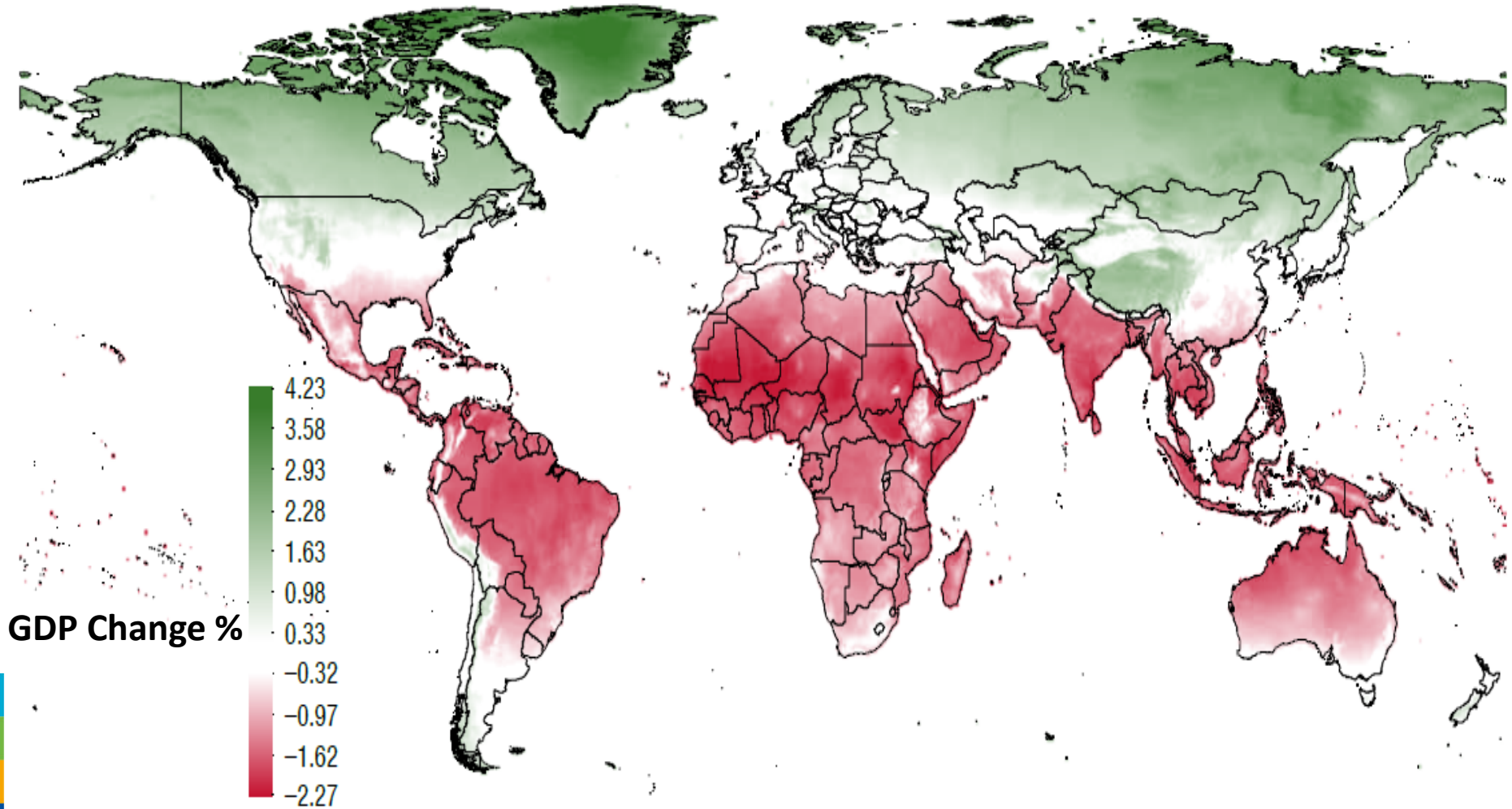
# Warming so far

Regional warming in the decade 2006-2015 relative to preindustrial

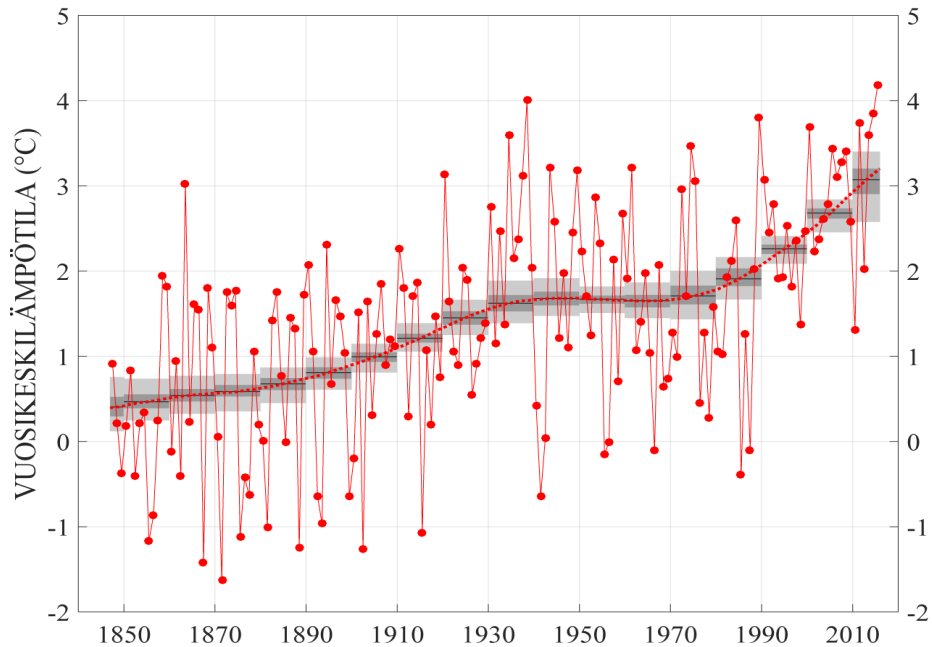


# Uneven economic impact of current warming

## Effect of 1°C temperature increase on per capita output



# Vaihtelevuudesta huolimatta ilmastonmuutos näkyy jo



Muutos Suomessa yli 2°C

Globaali muutos ~1°C

Suomessa muutos suurin  
alkutalvesta (esim.  
joulukuussa lähes 5°C)



# Olosuhteet Suomessa ovat muutoksessa



# Ilmastoriskien uskottava torjunta vaatii todennettavissa olevia toimia

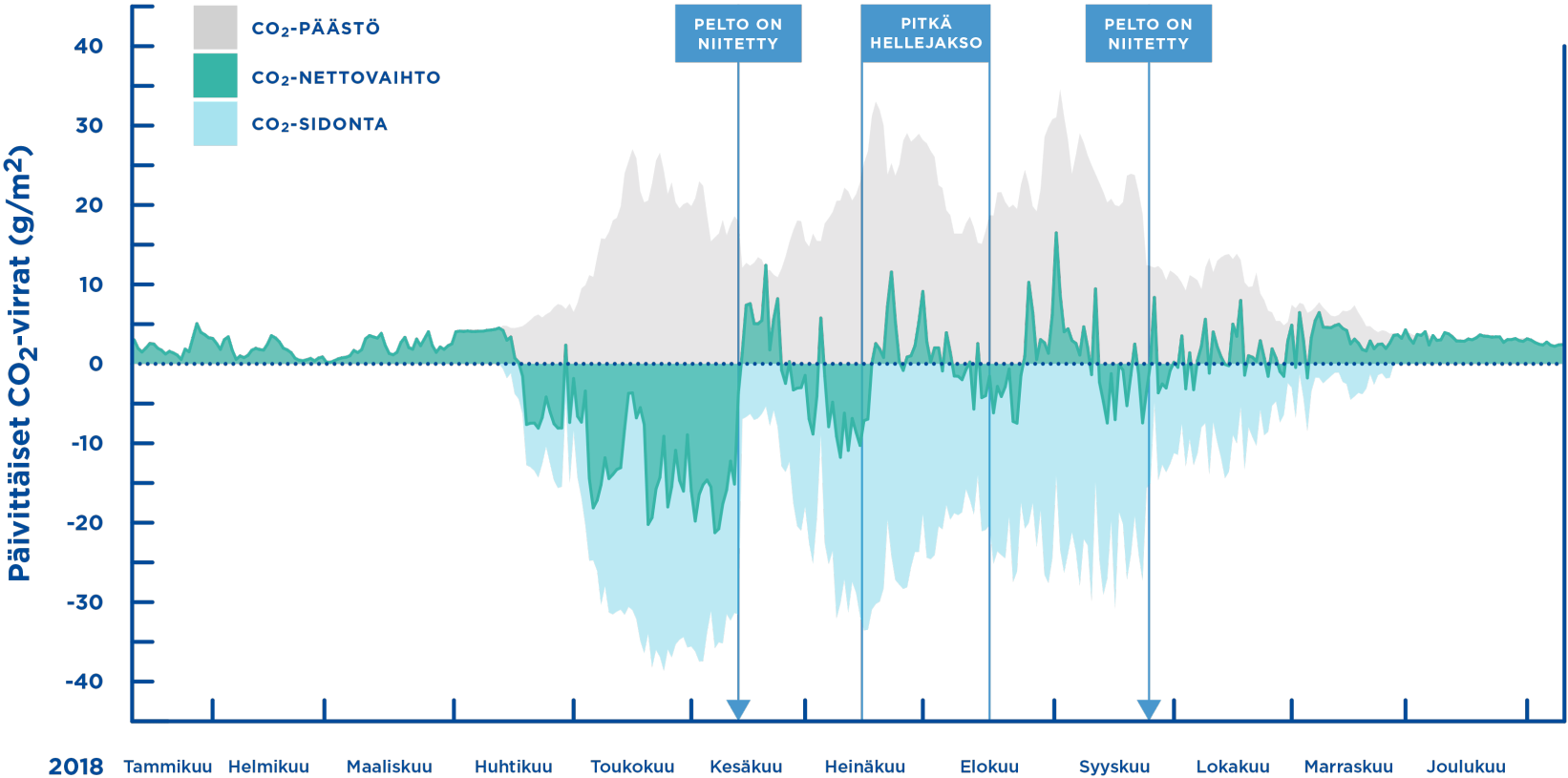
- Ilmastonmuutosta on hillittävä
- Väistämättömiin muutoksiin on kuitenkin varauduttava jo nyt
- Päästövähennysten lisäksi hiilidioksidia on poistettava ilmakehästä (mm. hiilinielut)
- Pitkäaikaisten ja luotettavien mittausten avulla
  - voidaan seurata ilmastonmuutoksen kehittymistä
  - todentaa hillintätoimenpiteiden vaikutuksia
- Euroopan korkeatasoisimpia ilmastoalan mittaussverkostoja johdetaan Suomesta





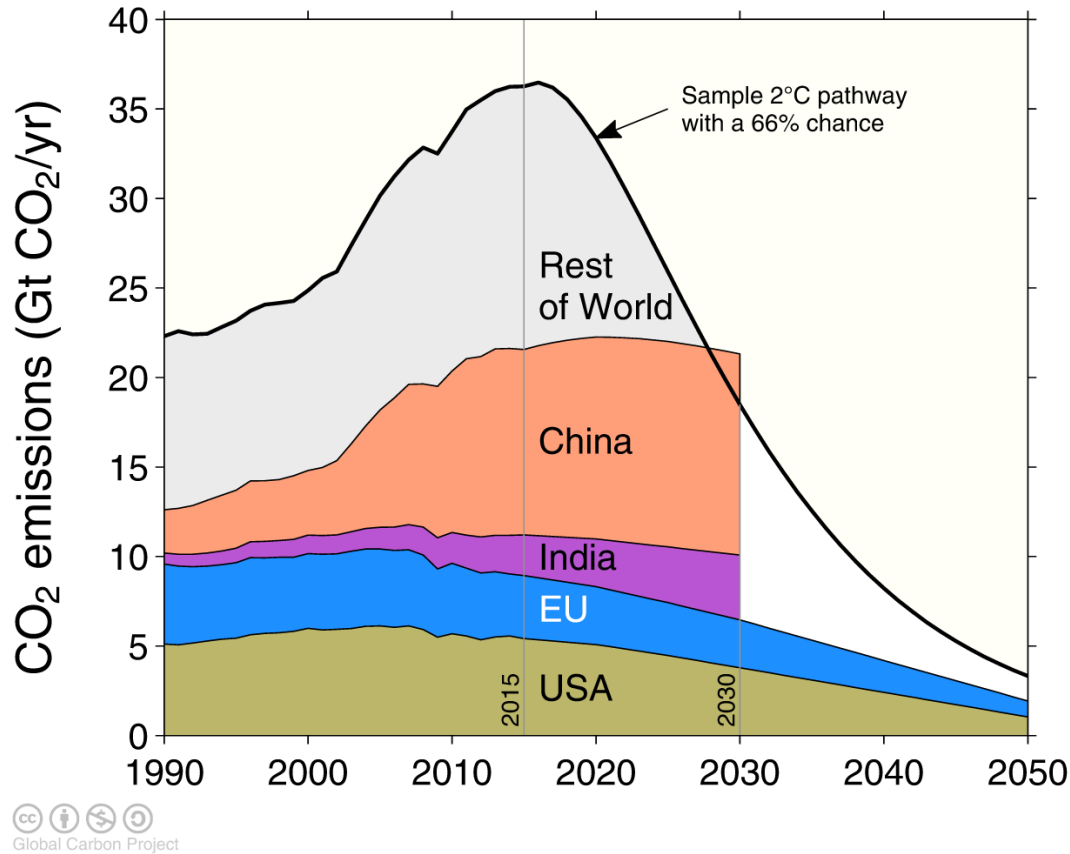
# Esimerkki: Maaperän toiminta hiilinieluna

## PELLON HIILITASETTA VOIDAAN MITATA JATKUVASTI



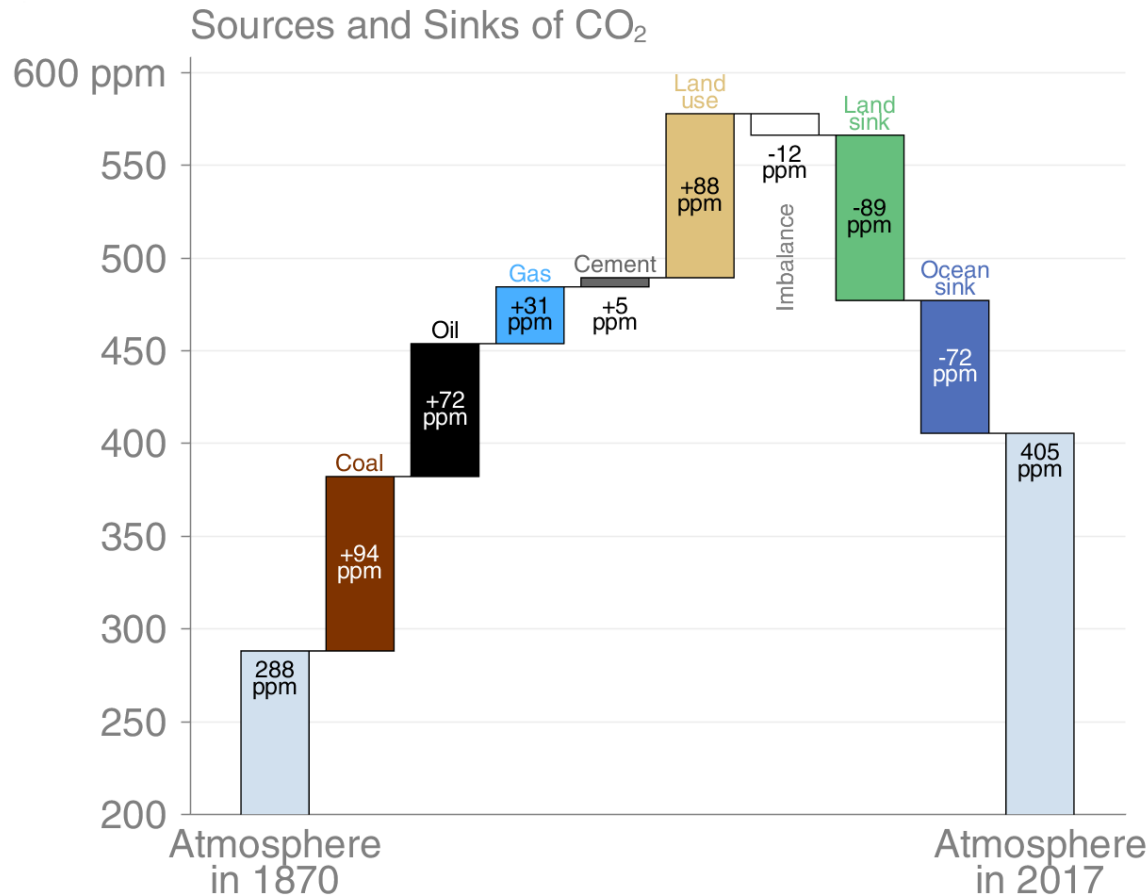
# The emission pledges (INDCs) of the top-4 emitters

The emission pledges from the US, EU, China, and India leave no room for other countries to emit in a 2°C emission budget (66% chance)



# Global carbon budget

The cumulative contributions to the global carbon budget from 1870  
 The carbon imbalance represents the gap in our current understanding of sources & sinks



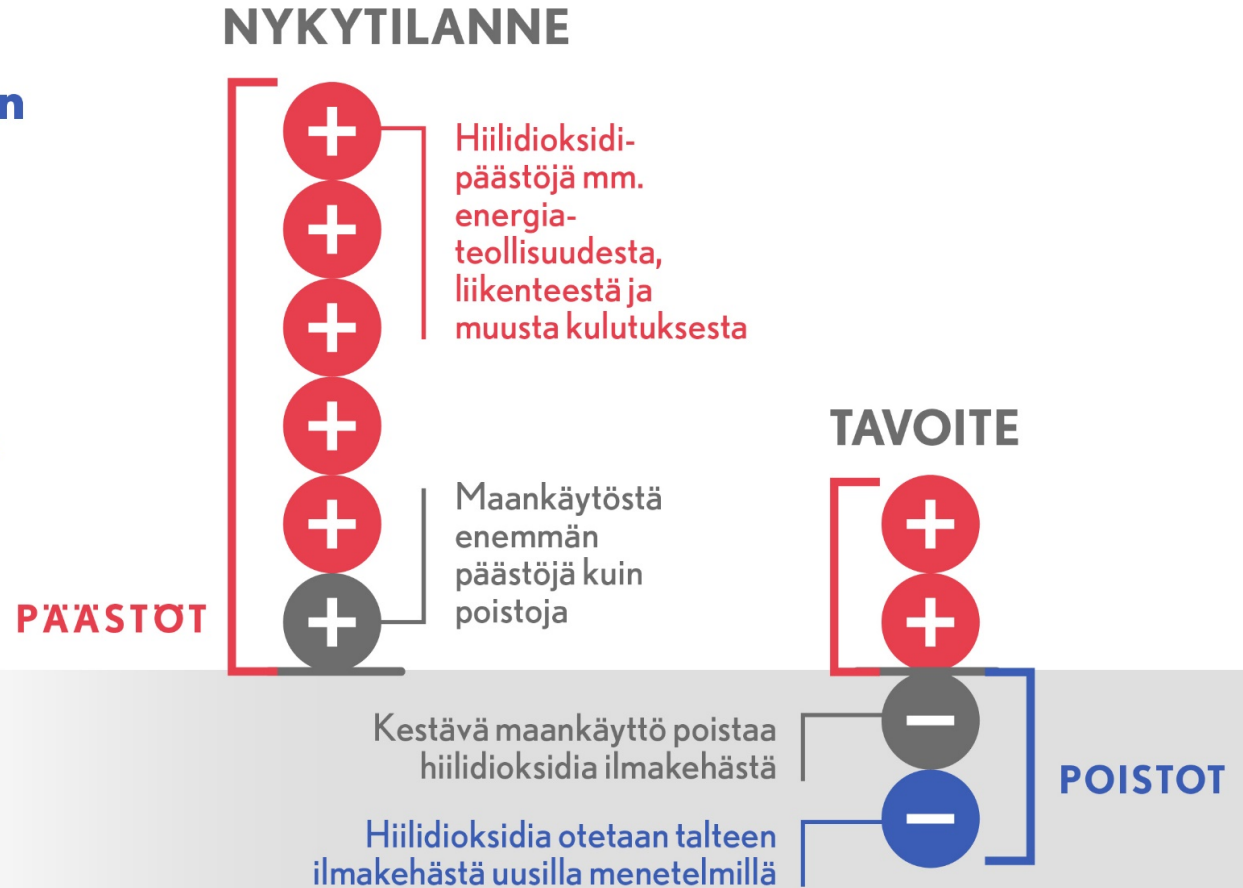
© Global Carbon Project • Data: CDIAC/GCP/NOAA-ESRL/UNFCCC/BP/USGS

Figure concept from [Shrink That Footprint](#)

Source: [CDIAC](#); [NOAA-ESRL](#); [Houghton and Nassikas 2017](#); [Hansis et al 2015](#); [Joos et al 2013](#); [Khatiwala et al. 2013](#); [DeVries 2014](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

# Päästöjen vähennys ei yksin riitä

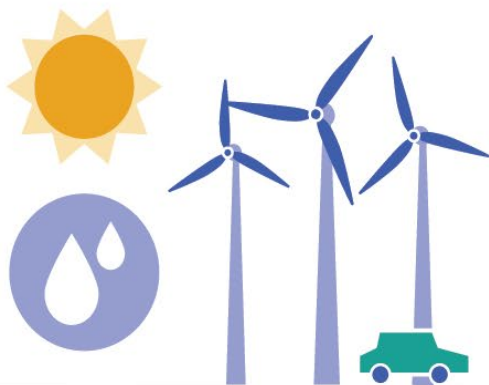
Jotta maapallon lämpeneminen voidaan rajata 1,5 asteeseen, hiilidioksidipäästöt pitää viivyttelämättä kääntää jyrkkään laskuun. Hiilidioksidin päästöjen ja poistojen tulee olla yhtä suuret vuosisadan puolivälissä.



Pohjautuu IPCC:n 1,5 asteen raportin tuloksiin. © Ilmatieteen laitos ja ympäristöministeriö, 2018. Ilmasto-opas.fi.



**Tarvitaan nopeita ja radikaaleja muutoksia sekä tuotannossa että kulutuksessa, jotta maapallon lämpeneminen rajoittuisi 1,5 asteeseen.**



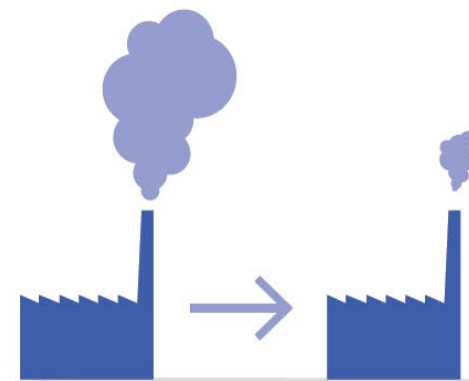
## **ENERGIA**

Energiaa kulutetaan vähemmän ja tehokkaammin. Vuoteen 2050 mennessä suurin osa energiasta tuotetaan uusiutuvilla energianlähteillä.



## **MAANKÄYTTÖ**

Huolehditaan hiilinieluista ja sidotaan hiilidioksidia maaperään. Lisätään ruuantuotannon tuottavuutta ja kasvien osuutta ruokavaliossa.



## **TEOLLISUUS**

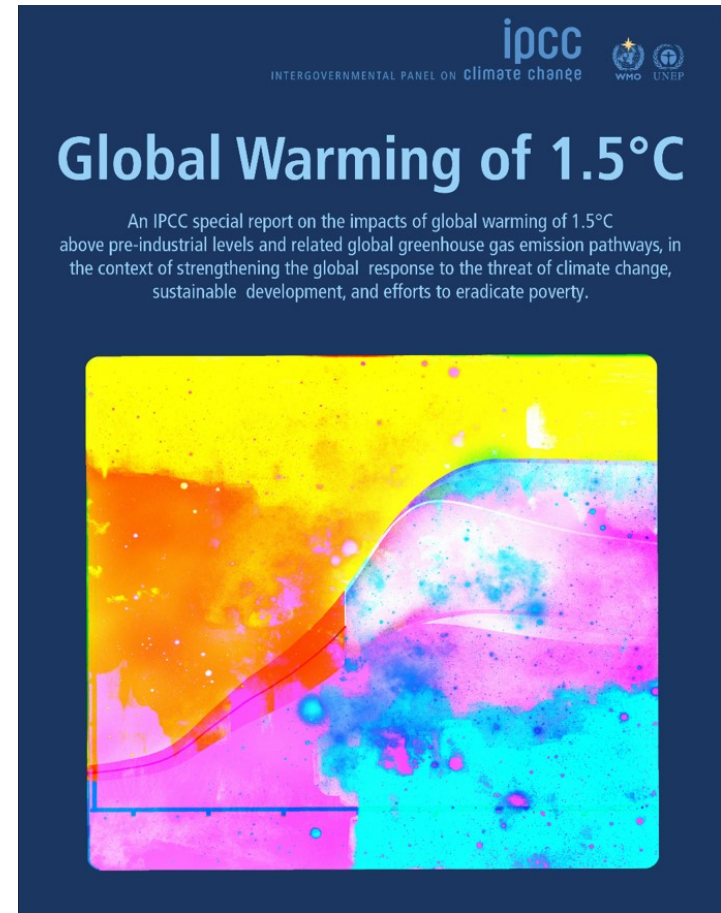
Teollisuuden päästöjä vähennetään 70–90 % vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoteen 2010.

Pohjautuu IPCC:n 1,5 asteen raportin tuloksiin. © Ilmatieteen laitos ja ympäristöministeriö, 2018. Ilmasto-opas.fi.



# IPCC

- perustettu 1988
- kokoaa ja arvioitu tutkimustietoa päätöksentekijöitä varten
- ”policy relevant, but policy neutral”
- laajat arviointiraportit noin 7 vuoden välein
- arviointisyklin aikana erikoisraportteja rajatuista teemoista



# Kiinteistö- ja rakennussektori

KIRA-sektori on nykyisellään merkittävä energian loppukuluttaja ja siten kasvihuonekaasujen lähde

Energiankulutuksen kasvu johtunut erityisesti taloudellisesta ja väestönkasvusta

Sektorikohtaiset tutkimukset indikoivat, että laajalla keinovalikoimalla on mahdollista alentaa merkittävästi KIRA-sektorin energiankulutusta



# Mitä siis tehdä?

Loppukäyttösektorien kolme keskeistä tavoitetta:

- 1) energiatehokkuuden parantaminen
- 2) energiankysynnän alentaminen
- 3) sähköistäminen

Rakennusten pitkäikäisyyden vuoksi vaaditaan välittömiä toimia pois energia- ja hiili-intensiivisyydestä

Teknisten ratkaisujen ohella tarvitaan lainsäädäntöä, koulutusta ja tehokkaita toimeenpanomekanismeja





# Käyttöön laaja keinovalikoima

- olemassa olevien rakennusten konvertoiminen nollapäästöisiksi, perusparannukset
- uusien rakennusten tulee olla passiivi- tai nollapäästötaloja
- rakennusten suunnittelulla alennetaan lämmitys- ja jäähdytystarvetta
- vähähiiliset rakennusmateriaalit, materiaalien uudelleenkäyttö ja kierrätys
  
- energian säästö rakennusten vaippaa parantamalla, eristys
- energiatehokkaat koneet ja laitteistot, tehokas integrointi
- tehokas asuinpinta-alan ja veden lämmitys, hukan minimointi
- energiatehokas valaistus
- ilmastointilaitteiden huolto ja päivitys



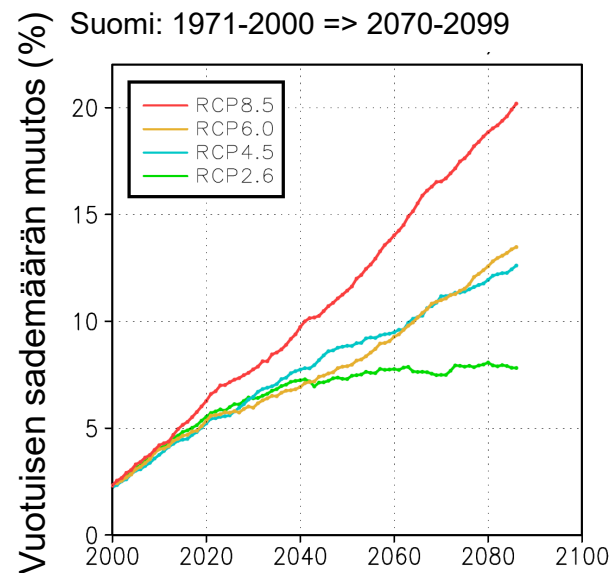
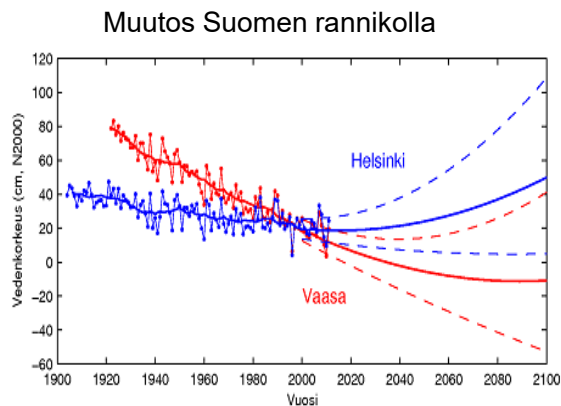
# Käyttöön laaja keinovalikoima

- sähköistäminen
- hiilettömällä energiamuodoilla tuotettu kaukolämpö ja -jäähdytys
- kiinteistökohtaiset uusiutuvan energian lähteet ja varastointi, esim. aurinkopaneelit
  
- kuluttajien valinnat, tarjonnan suuntautuminen
- fiksujen toimintatapojen mahdollistaminen (esim. alhaisemmat sisälämpötilat, pyykkien kuivatus vähäenergisisillä tavoilla)
- älykodin mahdollisuudet
  
- kaupunkisuunnittelu: rakentamisen ja vähäpäästöisen liikenteen integrointi
- energiatehokkuusstandardien kiristäminen

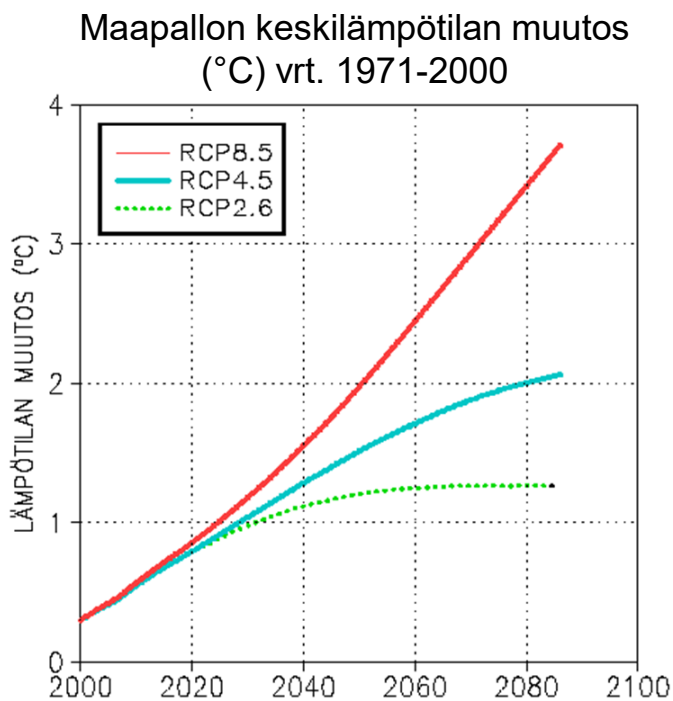


# Ilmastonmuutoksen huomiointi

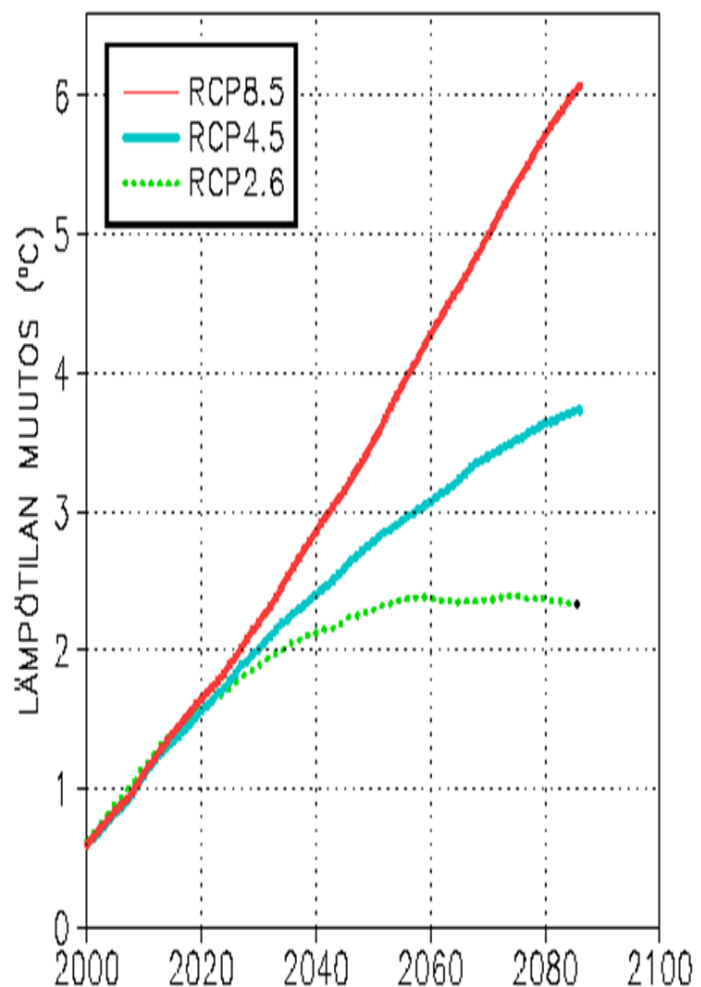
- merenpinnan nousu, rannikkotulvat
- sään ääri-ilmiöt
- lisääntyvät sateet
- kohoava lämpötila



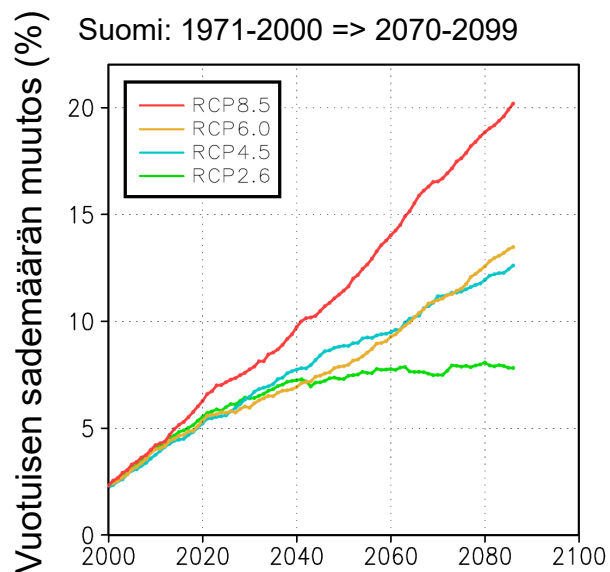
# Suomen lämpötila kohoaa keskiarvoa nopeammin



Suomen keskilämpötilan muutos (°C)



# Sateet runsastuvat



Muuttuja	Alue	Talvi	Kevät	Kesä	Syksy	Vuosi
<b>Keskimääräinen sademäärä</b>	Pohjois-Suomi	kasvaa huomattavasti	kasvaa	kasvaa	kasvaa	kasvaa
	Etelä-Suomi	kasvaa	kasvaa	ennallaan	kasvaa	kasvaa
<b>Sadepäivien määrä</b>	Pohjois-Suomi	lisääntyy	ennallaan	ennallaan	lisääntyy	lisääntyy
	Etelä-Suomi	lisääntyy	ennallaan	ennallaan	ennallaan	lisääntyy
<b>Rankkasateiden voimakkuus</b>	Pohjois-Suomi	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy
	Etelä-Suomi	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy	lisääntyy
<b>Sateettomien poutajaksojen pituus</b>	Pohjois-Suomi	lyhenee	ennallaan	ennallaan	lyhenee	lyhenee
	Etelä-Suomi	lyhenee	ennallaan	ennallaan	ennallaan	ennallaan

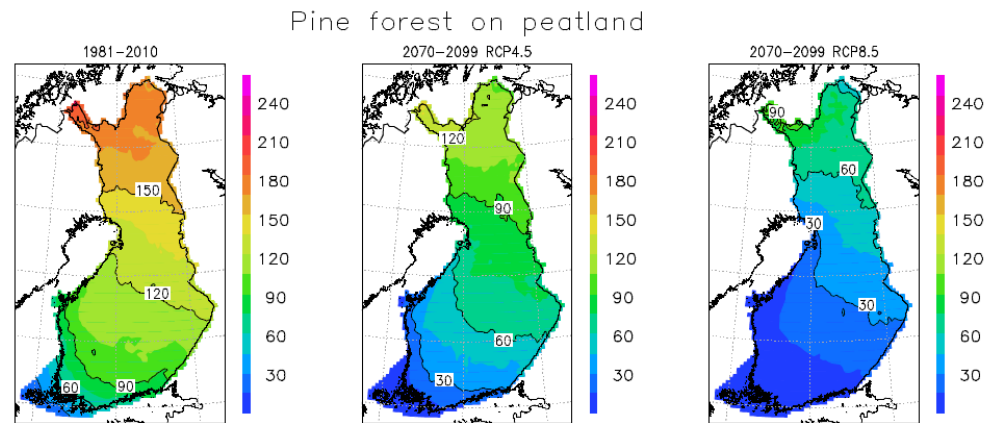
# Sopeutumisvelka kasvaa jatkuvasti: Ilmastonmuutokseen sopeutuminen on välttämätöntä

- Valtamerten pinnannousu kiihtyy ja jatkuu satoja vuosia, vaikka Pariisin sopimuksen tavoitteet saavutettaisiin.
- Globaalin valtameren pinnannousu on 3,2 mm/vuodessa.
- Suomessa Suomenlahdella vuosisadan lopussa vuoden 2005 kaltaisia tulvia voi esiintyä joka toinen vuosi.
- Muita selkeitä esimerkkejä sopeutumistarpeista
  - Haitallisia ääri-ilmiöitä esiintyy useammin
  - Osa ääri-ilmiöistä on pitkäkestoisempia
  - Ääri-ilmiöt heikentävät elinolosuhteita: aiheuttavat satotappioita, sytyttävät laajoja metsäpaloja, johtavat teiden sortumisiin, romahduttavat rakennusten kattoja, vääntävät telekommunikaatiomastoja, pakottavat ihmiset muuttamaan omilta alueiltaan



# Ilmastomuutoksen vaikutustutkimus

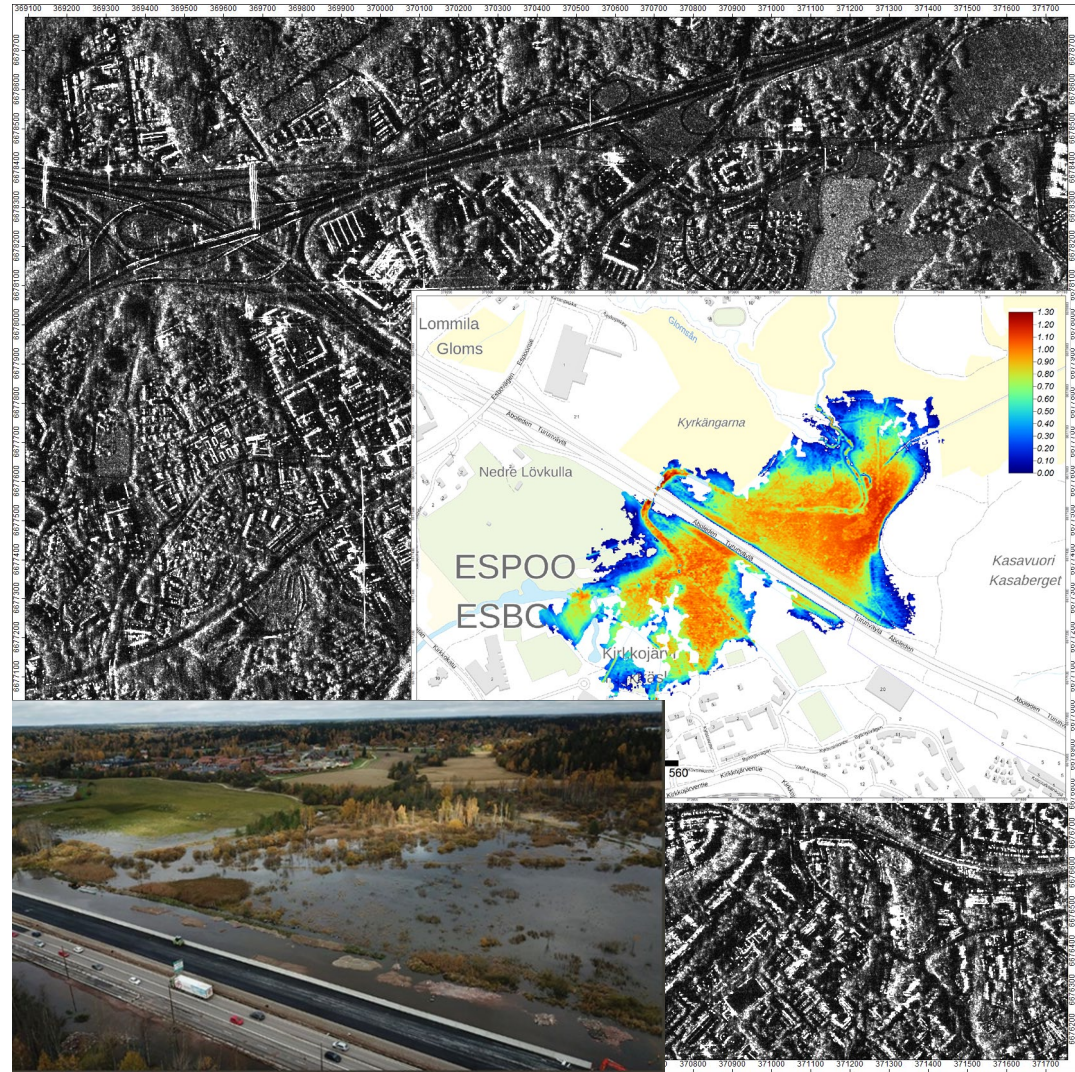
- Muuttuva ilmasto ja sään ääri-ilmiöt erityisesti Suomessa
- Sopeutuminen ja varautuminen sekä riskit etenkin maatalous-, metsä-, vesi-, liikenne ja energiasektoreilla
- Ilmastopalvelut ja niiden markkinakehitys



**Fig. 4.** Average annual number of days with good bearing capacity in three different combinations of forest and soil types during 1981–2010 and 2070–2099 under the RCP4.5 and RCP8.5 scenarios as indicated by the soil frost model and multi-model mean of six global climate models downscaled onto a  $0.1^\circ \times 0.2^\circ$  grid covering Finland.

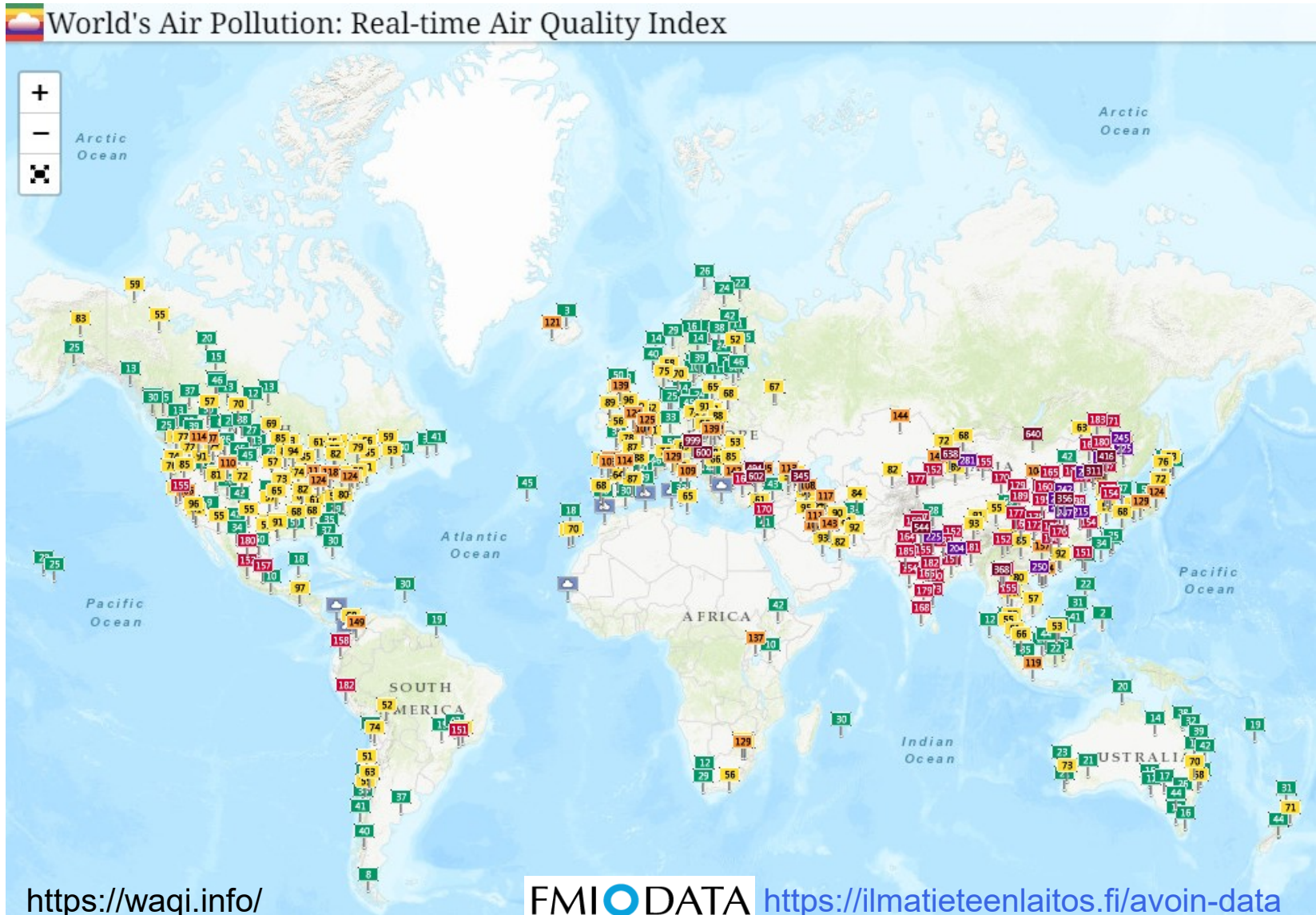
# FLOOD MONITORING

- Annual flooding of rivers in Bothnia
  - Spring floods due snow melt
  - Autumn floods due heavy rain
- Use of Synthetic Aperture Radar (SAR) provides weather independent observation
- Detection of Flooded areas both in open areas and forested regions
- Operational service for regional authorities in collaboration with SYKE
  - Flood covered area, Flood depth
  - Forest floods





# Suomessa on maailman puhtain ilma



# Laaja palveluvalikoima yhteiskunnan tukena

## Tutkimus- ja asiantuntijapalvelut

### Lakisääteiset viranomaispalvelut 24/7

- **LUOVA** – luonnononnettomuuksien globaali varoitusjärjestelmä
- Räätelöidyt palvelut eri sektoreille
- Varoitustoiminta

[www.ilmatieteenlaitos.fi](http://www.ilmatieteenlaitos.fi)

- Suomen 2. arvostetuin kotimainen verkkobrändi 2018

### Sääsovellus

- Paikallissääennusteet, havainnot, varoitukset ym.
- Kansalaishavainnot

### Twitter

- @meteorologit: >160 000 seuraajaa; tietoa säästä; eritystilanteet
- @IlmaTiede - @FMI\_space - @FMI\_Marine

### Avoin data ja lähdekoodi

- Kaikki IL:n havaintotiedot, ennustetietoja, säämallidata avointa
- Yrityskäyttäjää lähes 30 toimialalta
- Vuonna 2018: yli 220 miljoonaa pyyntöä latauspalvelussa



# Korkeatasoinen tiede yhteiskunnan tukena

NATURE GEOSCIENCE | VOL 9 | JULY 2016 | www.nature.com/naturegeoscience

news & views

ATMOSPHERIC CHEMISTRY

## The return of ethane

Ethane emissions can lead to ozone pollution. Measurements at 49 sites show that long-declining atmospheric ethane concentrations started rising in 2010 in the Northern Hemisphere, largely due to greater oil and gas production in the USA.

Hannele Hakola and Heidi Hellén

Exposure to high concentrations of ground-level ozone can trigger asthma or weakening of lung function, and cause considerable damage to vegetation. Ozone is formed in the atmosphere from reactions involving nitrogen oxides and non-methane hydrocarbons, such as ethane. In the presence of sunlight, ozone levels can increase when emissions of these compounds are high, temperatures are warm, and the sun is shining. The way to control ozone concentrations is to reduce the emissions of the precursor gases, including ethane. From 1984 to 2010, ethane emissions decreased from 14.3 to 11.3 teragrams of ethane per year, mainly as a result of reduced lignite fossil fuel emissions. However, writing in *Nature Geoscience*, Hällén presents measurements of atmospheric ethane from a global observation network that indicate that the declining trend stopped and reversed in the Northern Hemisphere between 2009 and 2011. Ethane, which is the longest-lived non-methane hydrocarbon, is emitted naturally from a variety of sources, including volcanoes, biomass burning, fossil carbon deposits, fire, and anthropogenic sources.



## Early snowmelt significantly enhances boreal springtime carbon uptake

Jouni Pulliainen<sup>1\*</sup>, Mika Aurela<sup>2</sup>, Tuomas Laurila<sup>3</sup>, Tuula Aalto<sup>3</sup>, Matias Takala<sup>4</sup>, Miia Salminen<sup>5</sup>, Markku Kulmala<sup>6</sup>, Alan Barr<sup>4,d</sup>, Martin Heimann<sup>7</sup>, Anders Lindroth<sup>8</sup>, Ari Laaksonen<sup>9</sup>, Chris Derksen<sup>9</sup>, Annikki Mäkelä<sup>9</sup>, Tiina Markkanen<sup>9</sup>, Juha Lemmetyinen<sup>9</sup>, Jouni Susilo<sup>10</sup>, Sigrid Dengel<sup>11</sup>, Ivan Mammarella<sup>12</sup>, Juha-Pekka Tuovinen<sup>13</sup>, and Timo Vesala<sup>13,h,i</sup>

<sup>1</sup>Finnish Meteorological Institute, FIN-00101 Helsinki, Finland; <sup>2</sup>Department of Physics, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finland; <sup>3</sup>Climate Research Division, Environment and Climate Change Canada, Toronto, ON M3H 5T4, Canada; <sup>4</sup>Global Institute for Water Security, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK S7N 3H5, Canada; <sup>5</sup>Max Planck Institute for Biogeochemistry, 07701 Jena, Germany; <sup>6</sup>Department of Physics, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finland; <sup>7</sup>Department of Physical Geography and Ecosystems Science, Lund University, SE-22362 Lund, Sweden; <sup>8</sup>Department of Forest Sciences, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finland; <sup>9</sup>Climate & Ecosystem Sciences Division, Lawrence Berkeley National Laboratory, Berkeley, CA 94721; <sup>10</sup>and <sup>11</sup>Vuokko Plant Science Centre, University of Helsinki, FI-00014 Helsinki, Finland

Edited by F. Stuart Chapin III, University of Alaska, Fairbanks, AK, and approved

We determine the annual timing of spring recovery from spaceborne microwave radiometer observations across northern hemisphere boreal evergreen forests for 1979–2014. We find a trend of advanced spring recovery of carbon uptake for this period, with a total average shift of 8.1 d (2.3 d/decade). We use this trend to estimate the corresponding changes in gross primary production (GPP) by applying in situ carbon flux observations. Micrometeorological CO<sub>2</sub> measurements at four sites in northern Europe and North America indicate that such an advance in spring recovery would have increased the January–June GPP sum by 29 g C m<sup>-2</sup> (8.4 g C m<sup>-2</sup> (3.7%)/decade). We find this sensitivity of the mea-

LETTER

29 JUNE 2017 | VOL 546 | NATURE

doi:10.1038/nature22806

## Surface tension prevails over solute effect in organic-influenced cloud droplet activation

Jurgita Ovadnevaite<sup>1</sup>, Andreas Zuend<sup>2</sup>, Ari Laaksonen<sup>3,4</sup>, Kevin J. Sanchez<sup>5,6</sup>, Greg Roberts<sup>3,6</sup>, Darius Ceburnis<sup>1</sup>, Stefano Decesari<sup>7</sup>, Matteo Rinaldi<sup>7</sup>, Natasha Hodas<sup>8,9</sup>, Maria Cristina Facchini<sup>7</sup>, John H. Seinfeld<sup>8</sup> & Colin O'Dowd<sup>1</sup>

ARTICLES

<https://doi.org/10.1038/nature22806>

nature  
geoscience

## Major secondary aerosol formation in southern African open biomass burning plumes

Ville Vakkari<sup>1\*</sup>, Johan P. Beukes<sup>2</sup>, Miikka Dal Maso<sup>3</sup>, Mika Aurela<sup>4</sup>, Miroslav Jospovic<sup>2</sup> and Pieter G. van Zyl<sup>5</sup>

Open biomass burning contributes significantly to air quality degradation and associated human health impacts over large areas. It is one of the largest sources of reactive trace gases and fine particles to Earth's atmosphere and consequently a major source of cloud condensation nuclei on a global scale. However, there is a large uncertainty in the climate effect of open biomass burning aerosols due to the complexity of their constituents. Here, we present an exceptionally large dataset on southern African savannah and grassland fire plumes and their atmospheric evolution, based on 5.5 years of continuous measurements from 2010 to 2015. We find that the mass of submicrometre aerosols more than doubles on average, in only three hours of daytime aging. We also evaluate biomass burning aerosol particle size distributions and find a large discrepancy between the observations and current model parameterizations, especially in the 30–100 nm range. We conclude that accounting for near-source secondary organic aerosol formation and using measurement-based size distribution parameterizations in smoke plumes is essential to better constrain the climate and air quality effects of savannah and grassland fires.

ILMATIETEEN LAITOKS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

147  
CONTRIBUTIONS

IMPACTS OF WEATHER AND CLIMATE  
ON MORTALITY AND SELF-HARM  
IN FINLAND

REIJA RUUHILA

Väitös:  
Ilmastonmuutoksen terveysriskeihin on  
varauduttava myös Suomessa

VALTIONEUVOSTON  
SELVITYS- JA TUTKIMUSTOIMINTA

## Keinot edistää sää- ja ilmatorien hallintaa

Gregow H, Carter T, Groundstroem F, Haavisto R, Haanpää S, Halonen M, Harjanne A, Hildén M, Jakkila J, Juhola S, Jurgilevich A, Kokko A, Kollanus V, Lanki T, Luhtala S, Miettinen I, Mäkelä A, Nurmi V, Ojemark K, Parjanne A, Pellonen-Sainio P, Perrels A, Pihli-Sihvola K, Punkka A-J, Raivio T, Räsänen A, Sääntä K, Tuomenvirta H, Veijalainen N, Zacheus O

Ilmasto-  
opas.fi



ILMATIETEEN LAITOKS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE