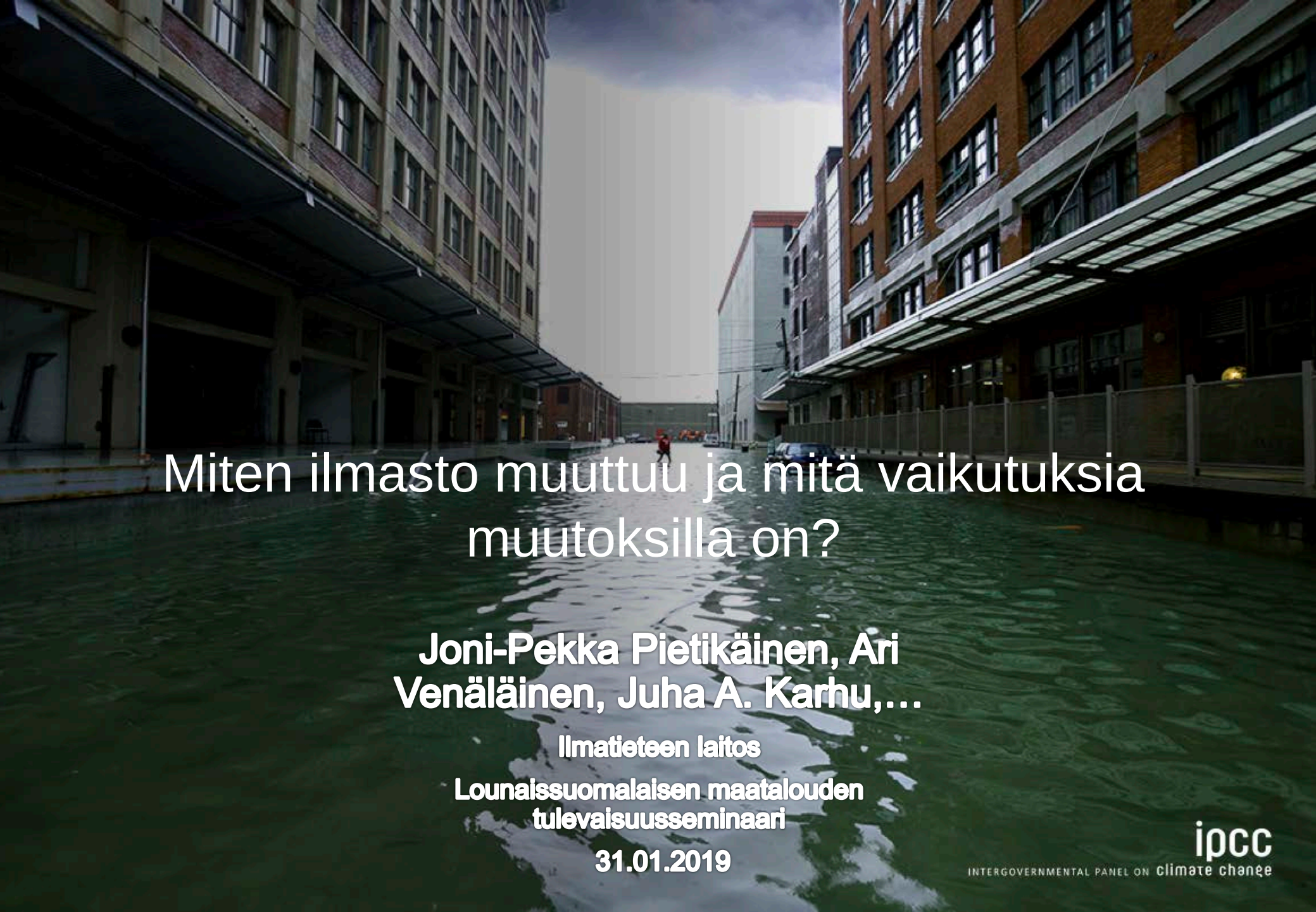




Miten ilmasto muuttuu ja mitä vaikutuksia muutoksilla on?

**Joni-Pekka Pietikäinen, Ari
Venäläinen, Juha A. Karhu,...**

Ilmatieteen laitos

**Lounaissuomalaisen maatalouden
tulevaisuusseminaari**

31.01.2019



Esityksen sisältö

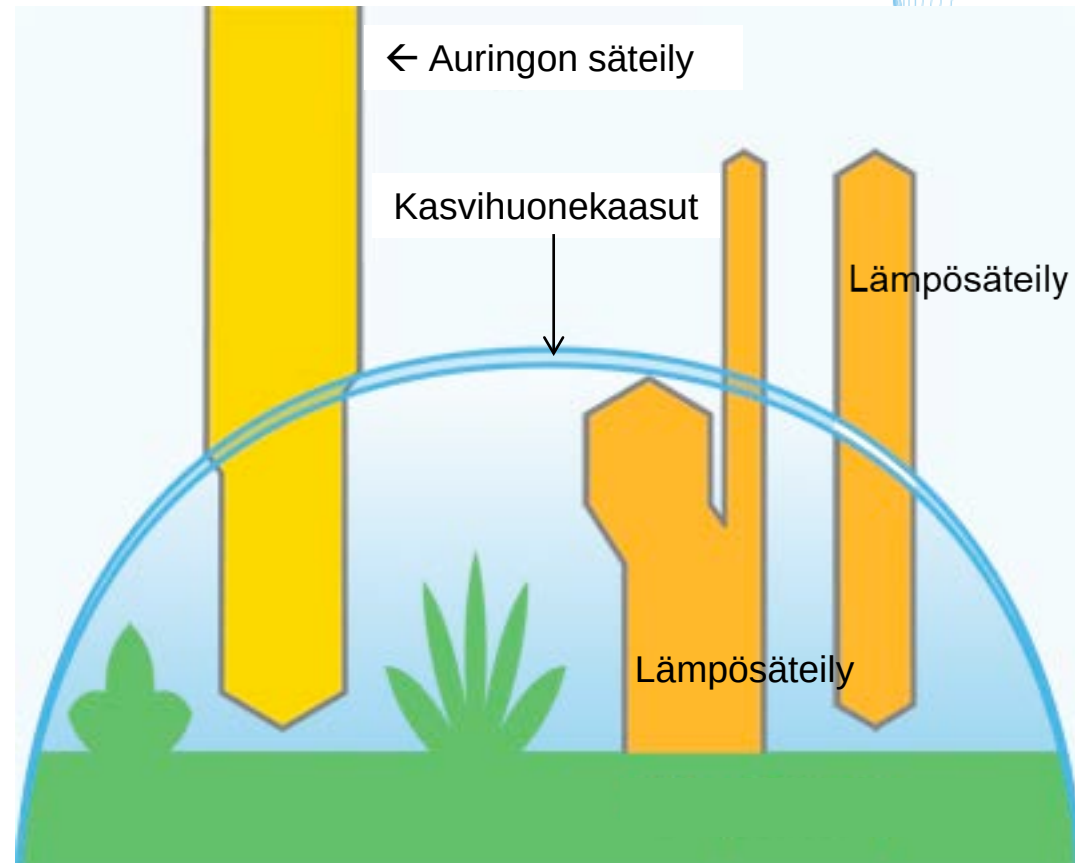
- Kasvihuoneilmiö ja ilmastonmuutos
- Ilmastonmuutos ja sen vaikutukset tähän mennessä
- Odotettavissa oleva ilmastonmuutos ja sen vaikutukset
- Maatalouden ilmastoriskien hallinta





Kasvihuoneilmiö ja ilmastonmuutos

- 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
- Hiilidioksidi on keskeisin ihmisen toiminnoista vapautuva kasvihuonekaasu





Ilmakehän hiilidioksidipitoisuus

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



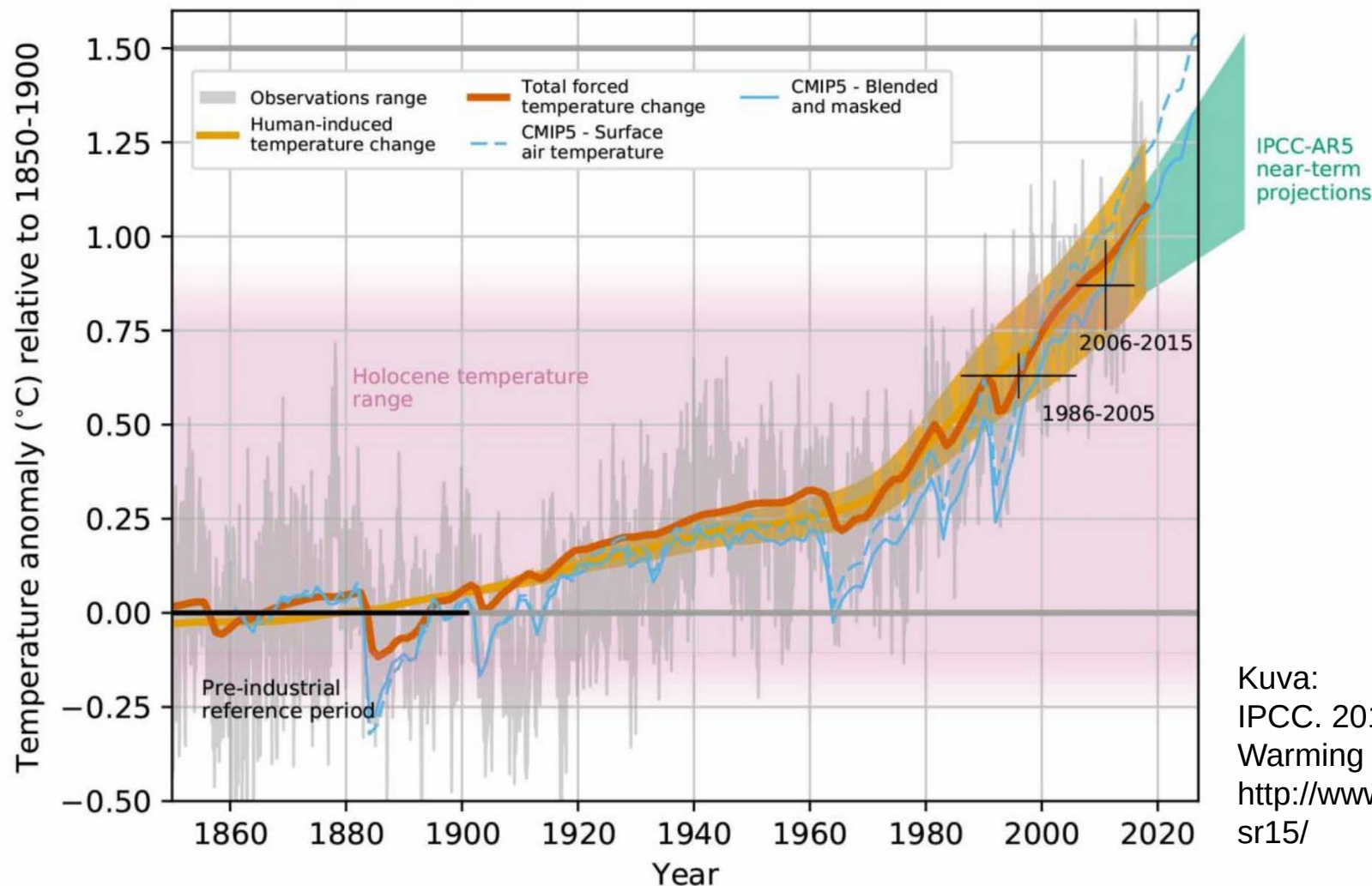


Ilmakehän koostumuksen muutoksen seurauksena maapallon ilmasto muuttuu





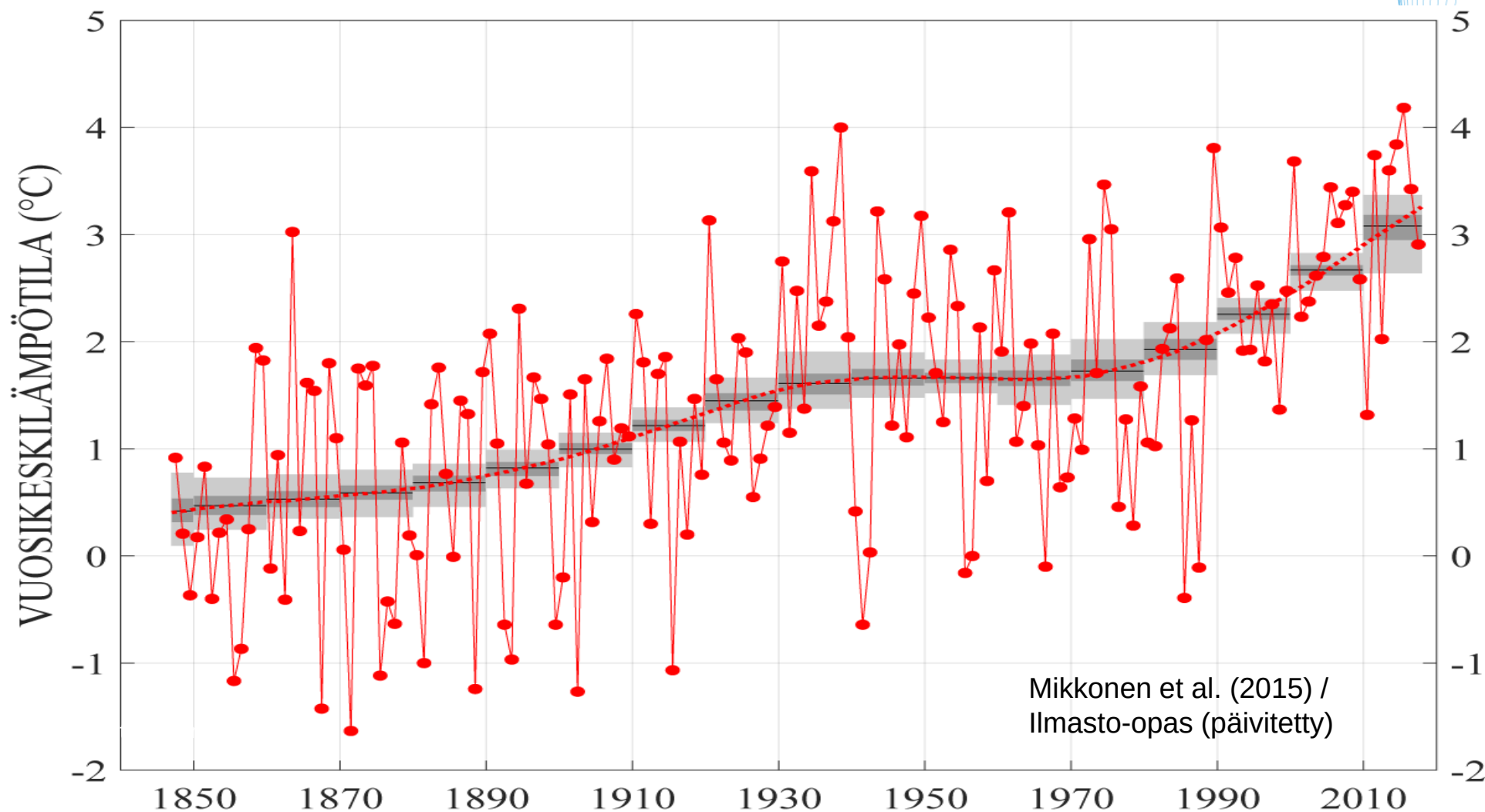
Eri mittausaikasarjat osoittavat lämpötilan nousseen jo noin 1°C



Kuva:
IPCC. 2018. Global Warming of 1.5 °C
<http://www.ipcc.ch/report/sr15/>



Suomessa nousua yli 2°C

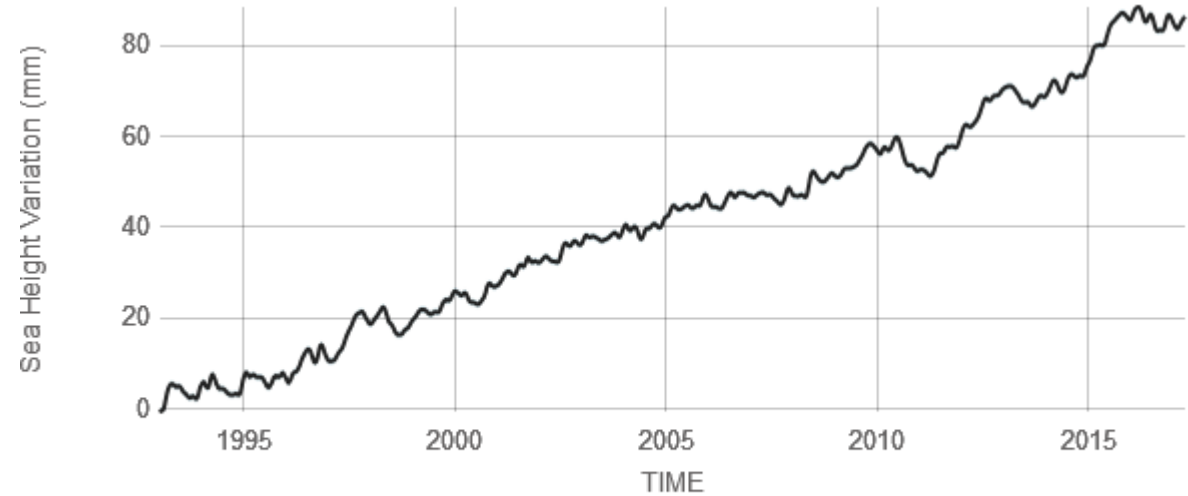




ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

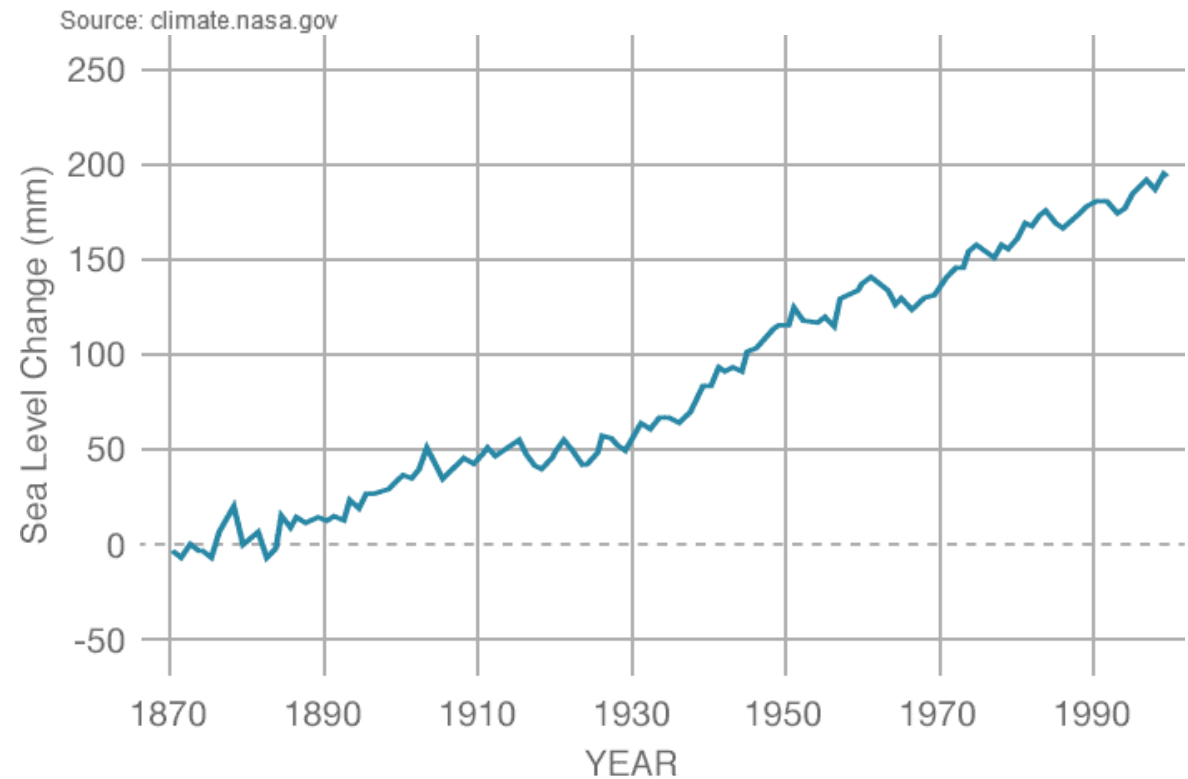
Globaali merenpinnan nousu: + 26 cm 1870-2017

NASA-EUMETSAT
(1993-nykyhetki)



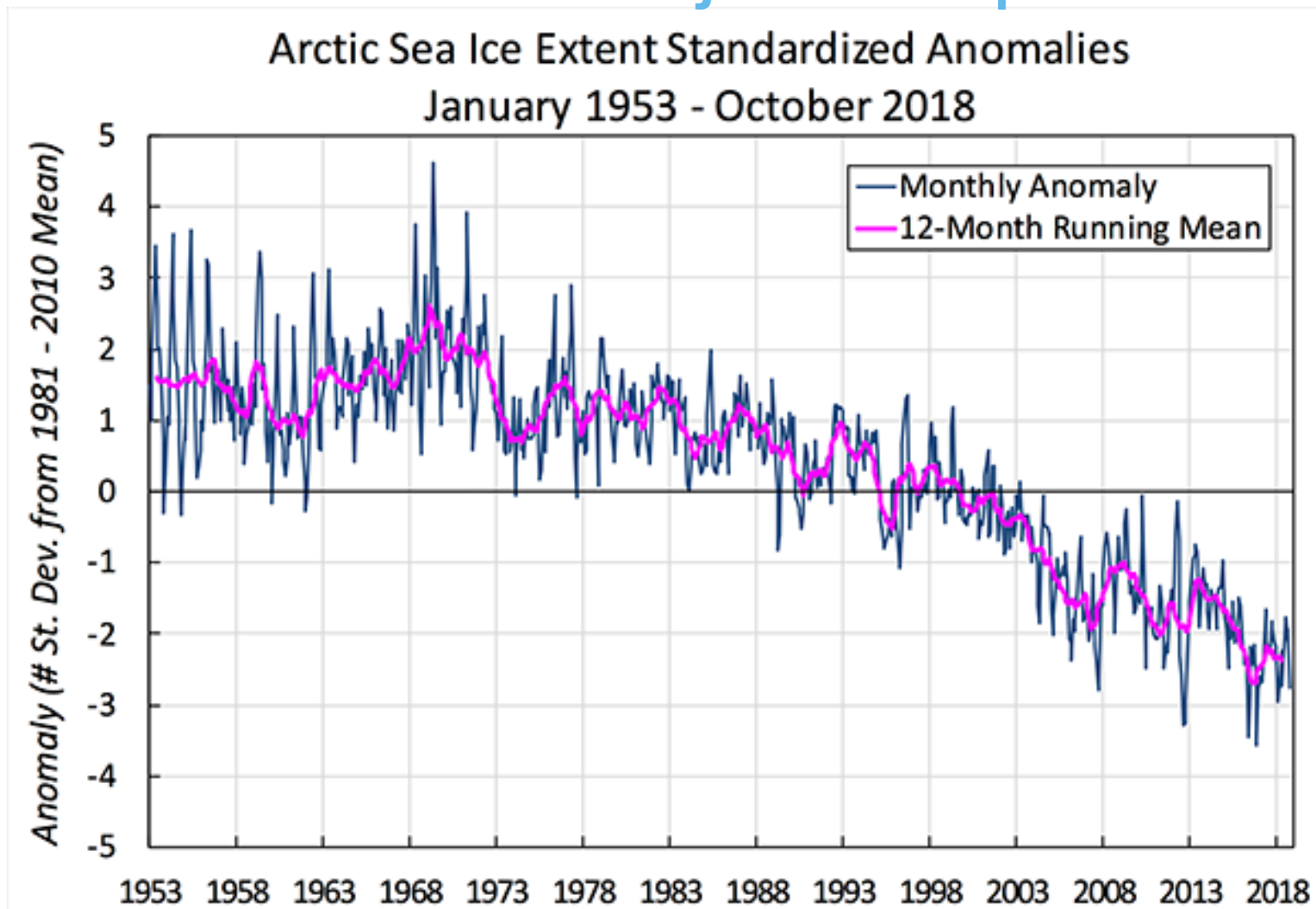
**CO₂ -> meriveden
happamoituminen**

Vuorovesimit-
taukset
(1870-2000)



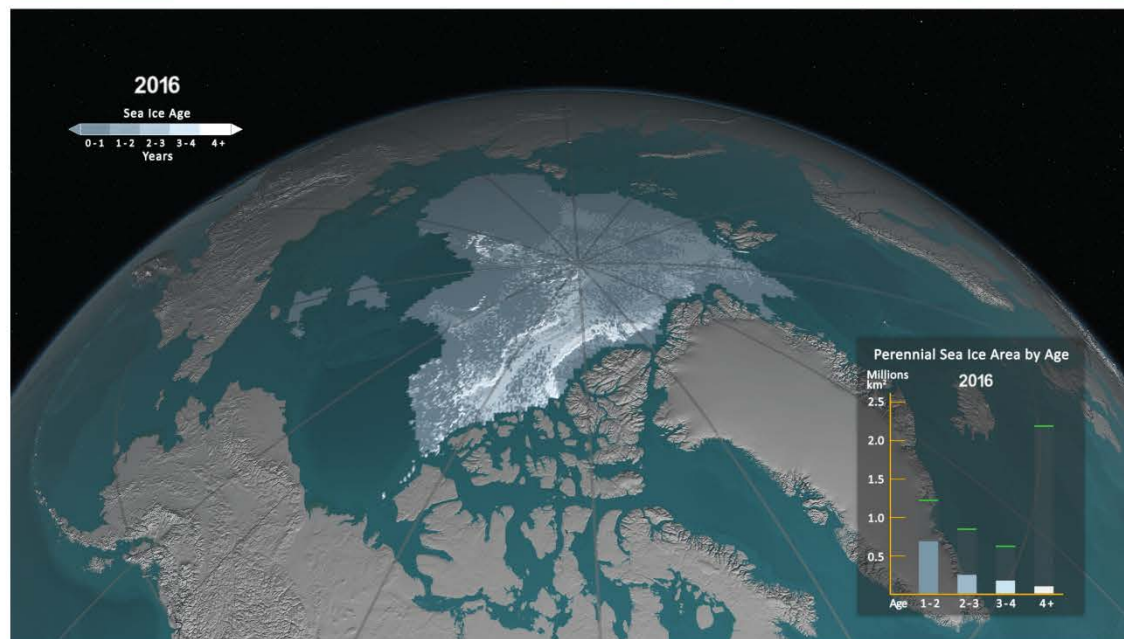
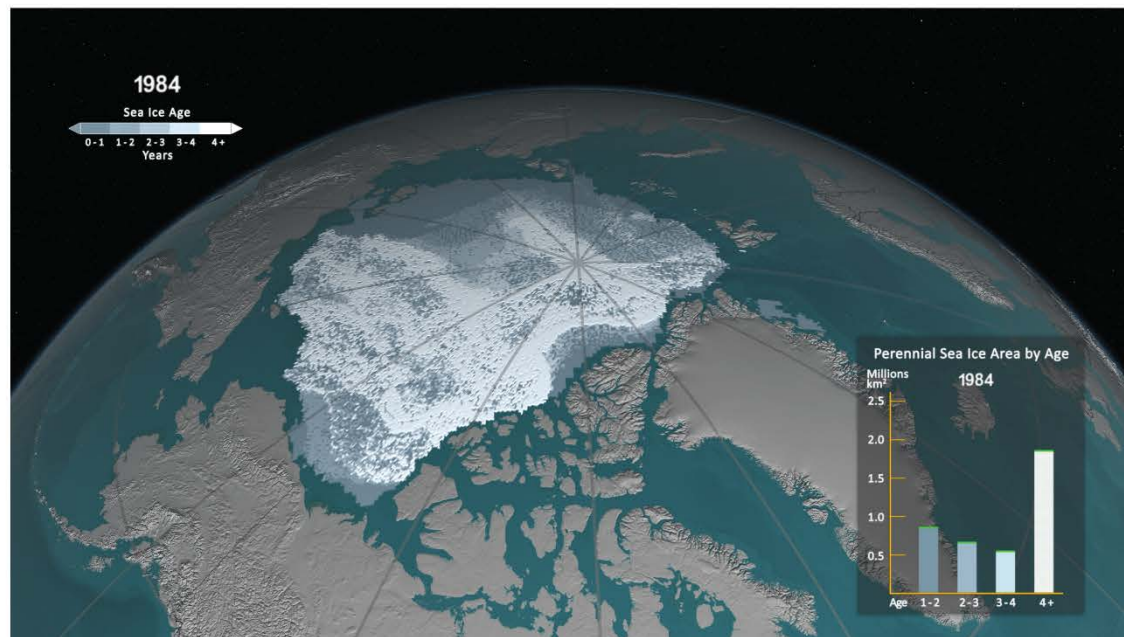


Arktinen merijää hupenee



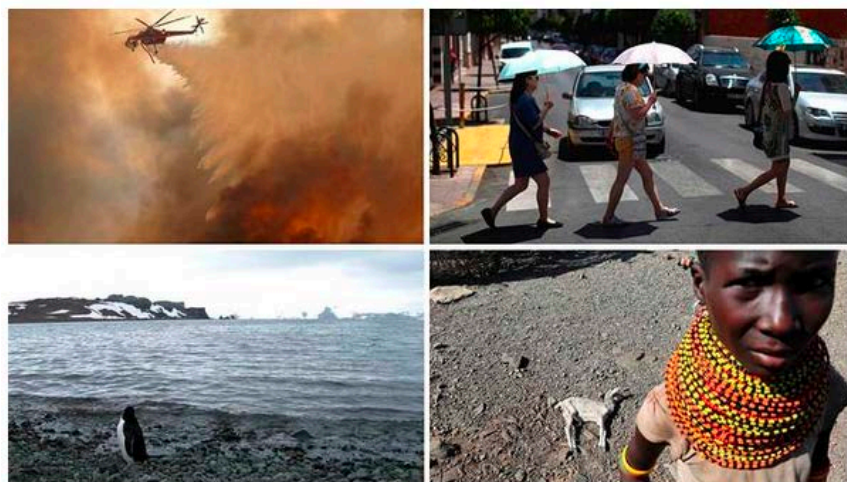


Monivuotinen jää 1984 ja 2016



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)

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 hirvuihin. Itä-Afrikkaa vaivaa ruokakriisi, Etelä-Eurooppaa korvensi kesällä Lucifer, Kalifornian viinialueita paloi syksyllä

Planeetta ennätyslämmin kolmatta vuotta peräkkäin – hiilidioksidi- ja metaanipitoisuudet ovat nyt ennätyslukemissa

Viime vuosi oli maapallon mittaushistorian lämpimin, raportoivat YK ja kaksi arvovaltaista tutkimuslaitosta. Mittaukset ulottuvat vuoteen 1880.

Tavallaan
vuosilta
peräkkäin

Hiilidioksidin määrä ilmakehässä nousi ennätyskorkealle tasolle – näin suuria lukemia ei ole ollut miljooniin vuosiin

Maan ilmakehän hiilidioksidimäärä nousi vuonna 2016 ennätyslukemiin, eikä vastaavaa ole nähty miljooniin vuosiin, kertoi maailman ilmatieteen järjestö WMO.

”Ennätys
sanoo.”
Siksi sekä
tultu jon

Hiilidioksidi ja muut kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa, joka puolestaan lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Laaksosen mukaan kierre menee näin:

TÄNÄ VU
maapallo
Yhdysval

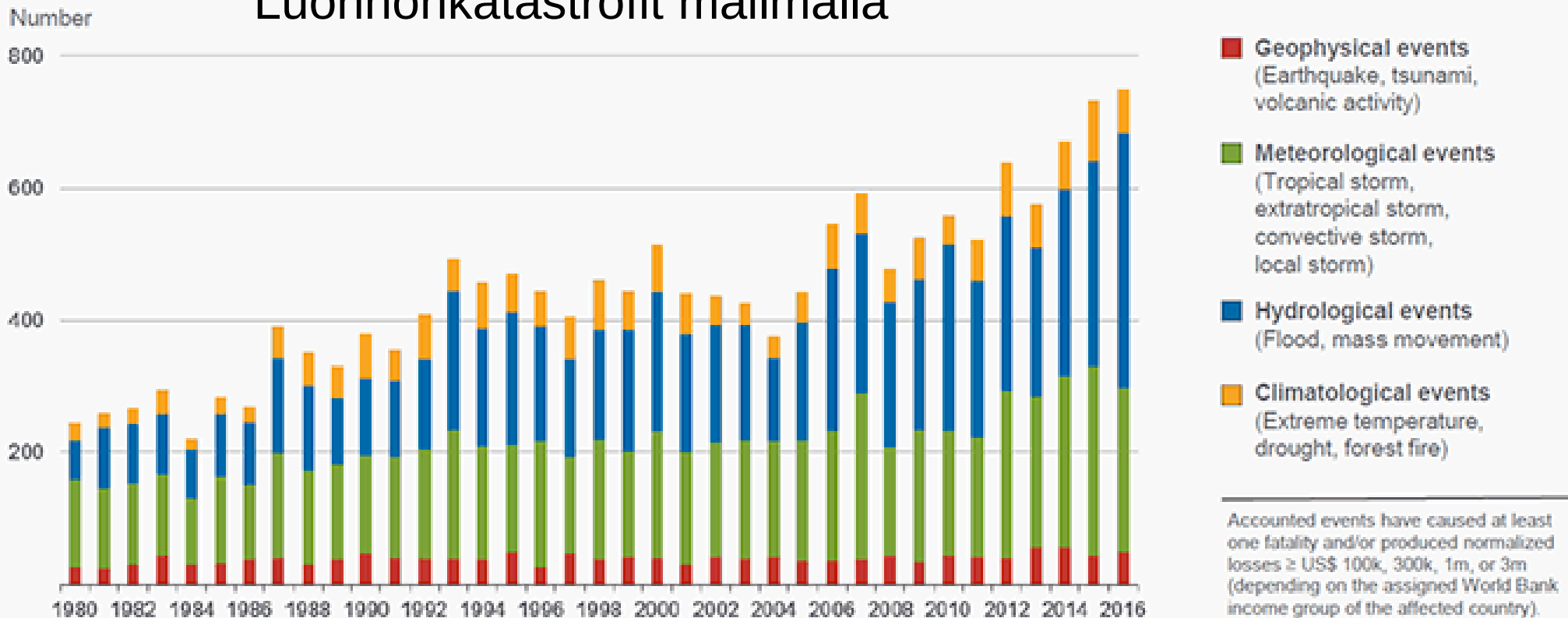
”Ihmisen emittoimasta hiilidioksidista 45 prosenttia jää ilmakehään, ja loppu sitoutuu suunnilleen puoliksi meriin ja kasveihin”, Laaksonen selittää.

”Jos lämpötilakäyrää katsoo pidemmältä ajalta, niin koko ajan se menee ylös ja alas, vaikka trendi onkin ylöspäin”, Laaksonen arvioi.



Sääilmiöiden aiheuttamien vahinkojen määrät ovat kasvaneet

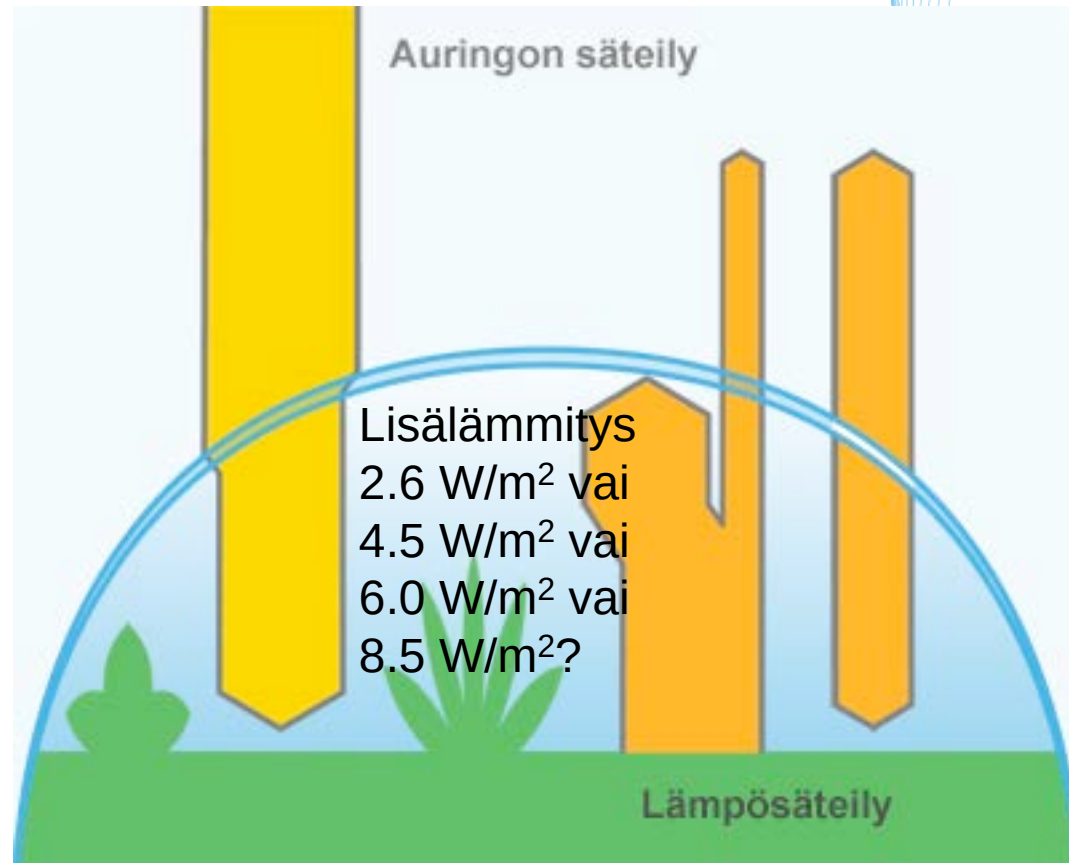
Luonnonkatastrofit maailmalla





Mitä tapahtuu tulevaisuudessa?

- 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.



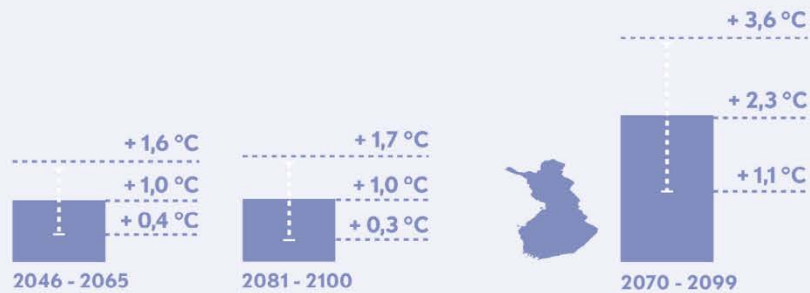
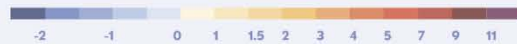
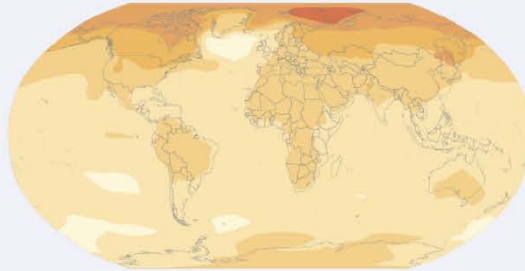
Tulevaisuuden näkymä: Lämpötilan nousu Suomessa suurempaa kuin maailmalla

KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:

TILANNE VUOSINA 2081-2100



MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

VUODEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS SUOMESSA

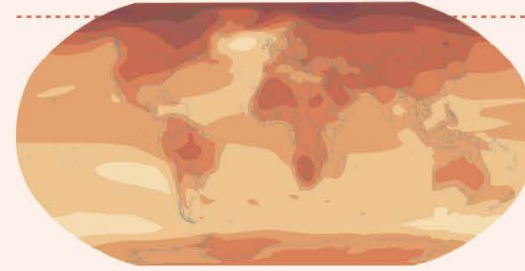
MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005.
(SUOMELLE 1971-2000) KESKILÄMPÖTILAAN.

KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)

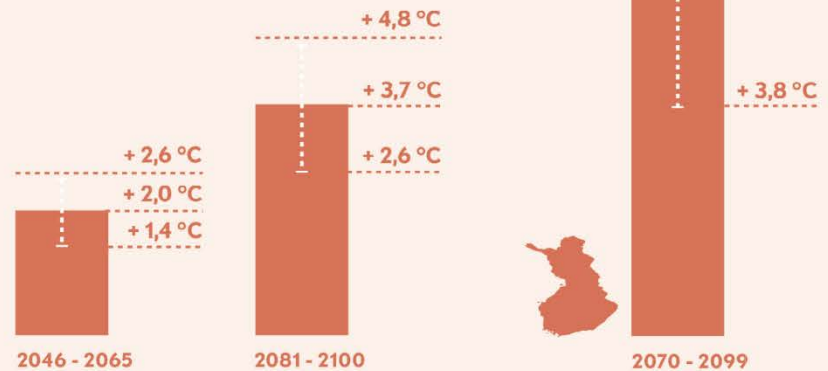
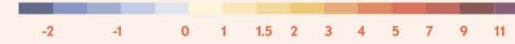
Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

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.

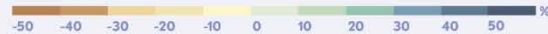
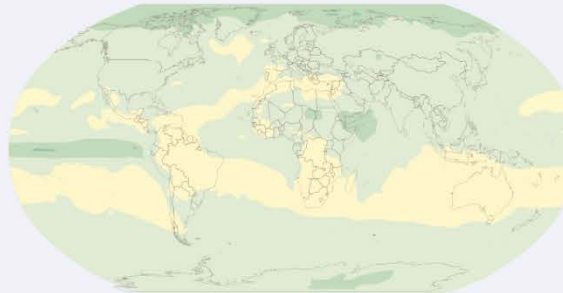
Tulevaisuuden näkymä: Sademäärä kasvaa maailmalla ja Suomessa samaan tahtiin

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

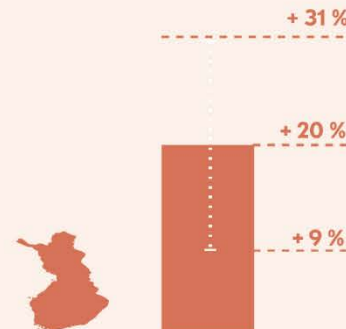
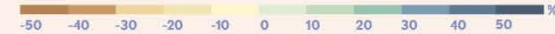
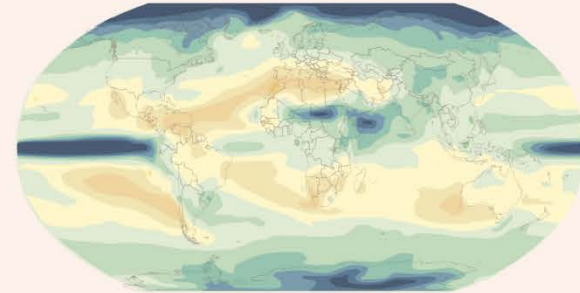
MAAILMANLAAJUISET MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005, SUOMEN MUUTOKSET SUHTEESSA JAKSON 1971-2000 KESKIARVOON.

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

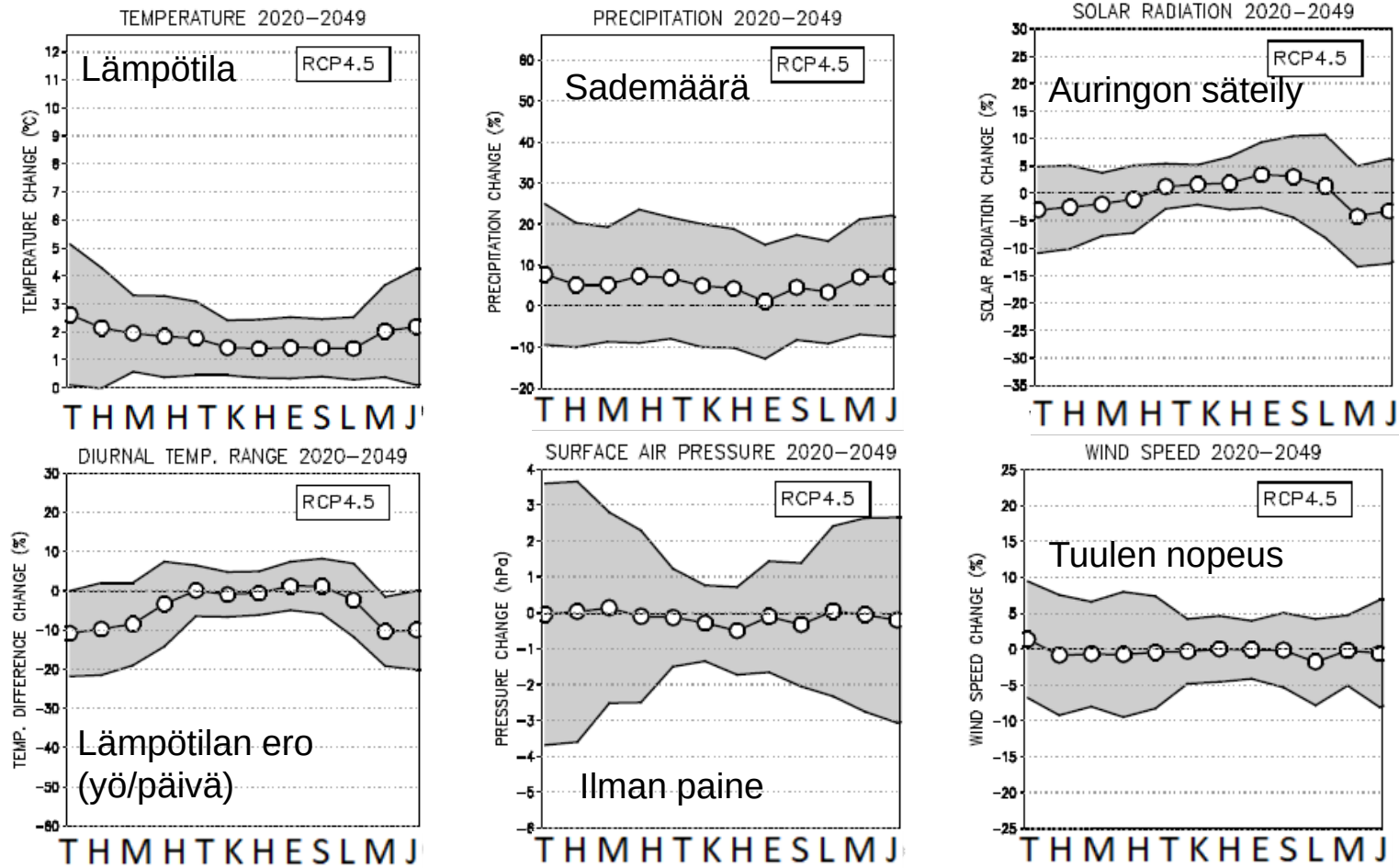
MAAILMANLAAJUISET MUUTOKSET LASKETTU SUHTEESSA JAKSON 1986-2005, SUOMEN MUUTOKSET SUHTEESSA JAKSON 1971-2000 KESKIARVOON.

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

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



Kuukausittaisia muutoksia Suomen ilmastossa mentäessä jaksoon 2020-2049 (suhteessa 1981-2010)





Ilmastonmuutos Suomessa

- **Lämpötila** nousee kaikkina vuodenaikoina, talvella kuitenkin enemmän kuin kesällä.
- Kesällä kaikkein korkeimmat mitattavat lämpötilat kohoavat likimain samaa tahtia kuin keskilämpötilatkin.
- Syksyisin esiintyy yhä lämpimämpiä pidempiä jaksoja, jolloin on roudatonta ja myrskyriskit samalla lisääntyvät.
- Keskimääräiset **tuulen** voimakkuudet pysyvät likimain ennallaan. Voimakkaimpien tuulten osalta muutos on epävarma.
- **Merenn**pinnan keskikorkeuden muutos riippuu paikasta, esim. pk-seudun edustalla nousua useita senttimetrejä.
- Merellä jäät keskimäärin ohenevat ja jään pinta-ala pienentyy. Kuitenkin yksittäisiä runsasjäisiäkin talvia esiintyy vielä.
- Talvella **sataa** selvästi nykyistä enemmän ja aurinkoa nähdään harvemmin.
- Kesällä keskimääräinen sademäärä ei muutu paljon, mutta rankkasateiden arvioidaan voimistuvan → kuivia jaksoja (haihdunta kasvaa myös) → vähemmän tasaista kastelua ja enemmän eroosiota.
- Itä- ja Pohjois-Suomeen on luvassa raskaita lumikuormia ja jäätäviä sateita enemmän kuin aikaisemmin. Etelä- ja Keski-Suomessa sekä rannikkoseudulla tulee olemaan talvisin hyvinkin pimeää ja mustaa, ei niin paljon lumisia olosuhteita.

Huom: Kasvihuonekaasupäästöjen suuruus sanelee muutosten voimakkuuden!



Kasvukausi pitenee ja lämpösumma kasvaa

Kuvissa kasvukauden A. alkamisen, B. loppumisen sekä C. lämpösumman muutokset 1971-2000 => 2070-2099. Tulokset esittävät 22 eri ilmastomallin ennustaman muutoksen keskiarvon (Ruosteenoja ym., 2015).

Päätelmiä:

-Päästöjen rajoittaminen ei juuri vaikuta muutoksen nopeuteen ennen vuotta 2040. Vuosisadan loppupuolella skenaarioitten ero on selvä.

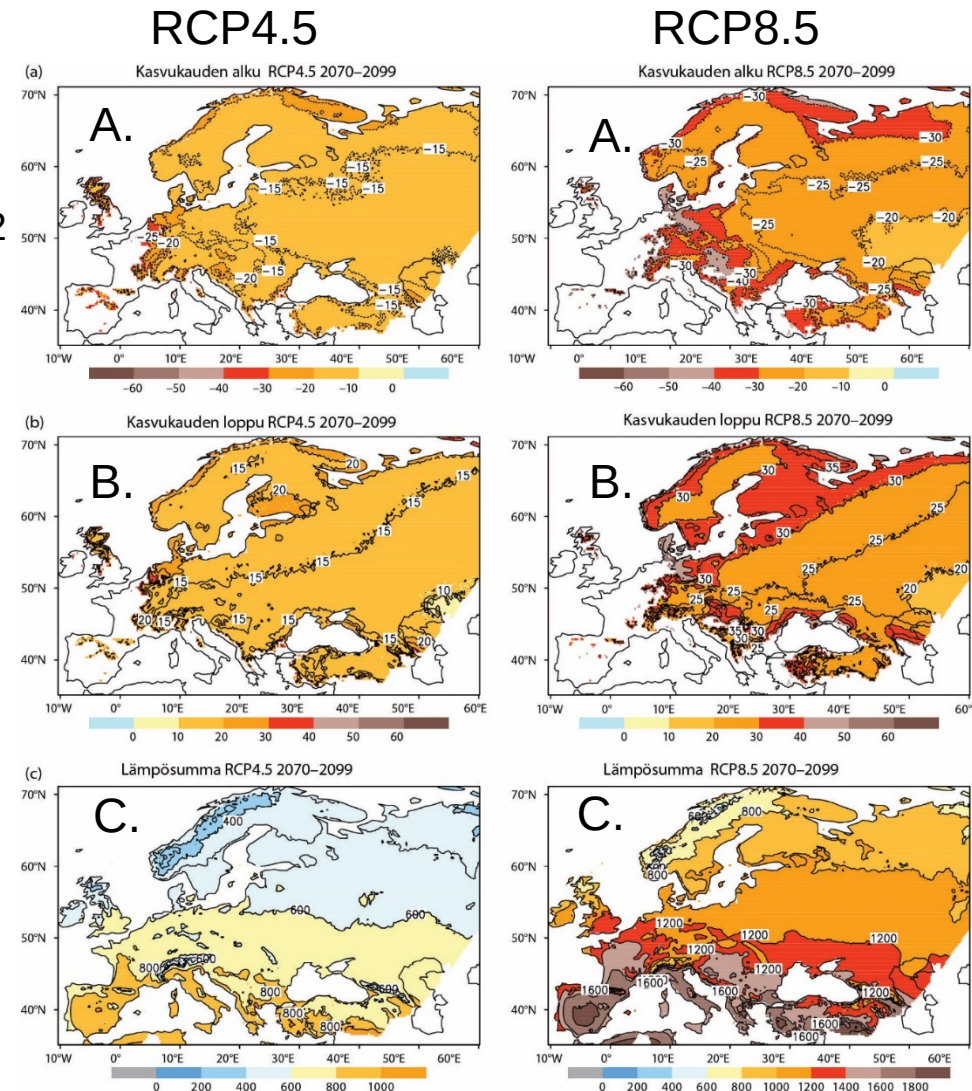
-Parhaan arvion mukaan kasvukausi pidentyisi RCP8.5-skenaarion toteutuessa yhteensä noin kahdella kuukaudella sadassa vuodessa, RCP4.5-skenaarion toteutuessa 1–1.5 kuukaudella.

-Jo vuoden 2050 tienoilla lämpöolot voivat olla Rovaniemellä samantapaiset kuin 1900-luvun lopulla Lounais-Suomessa.

-Päästöjä kohtuullisen tehokkaasti rajoitettaessakin Lounais-Suomeen saataisiin vuosisadan lopulla Puolan-Saksan kasvukaudet.

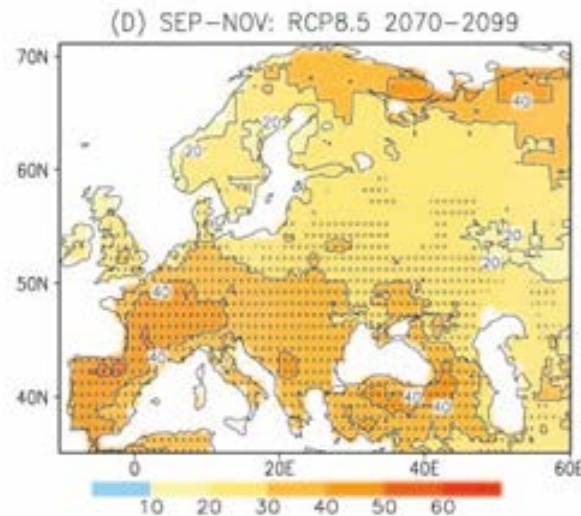
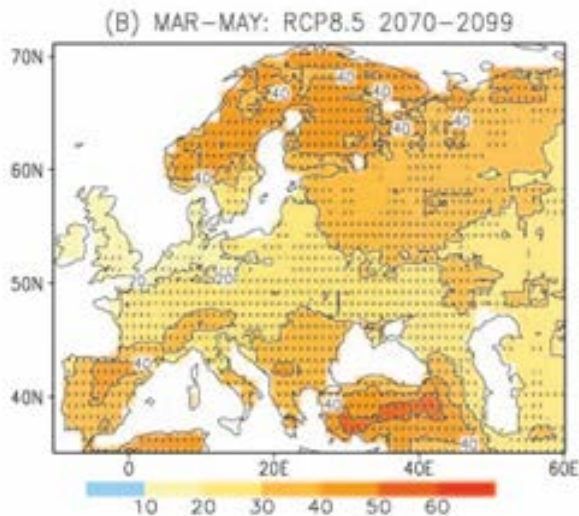
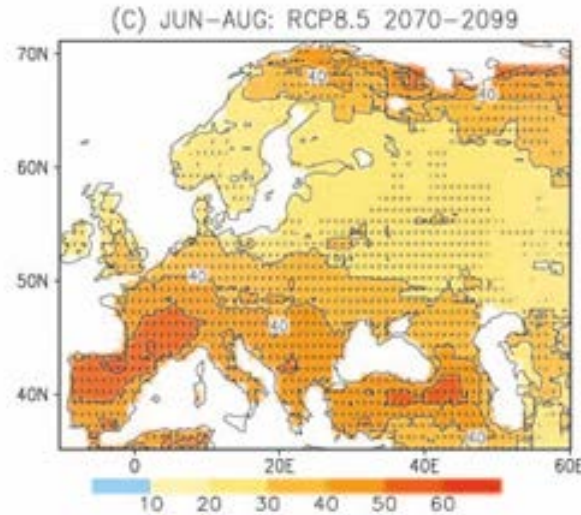
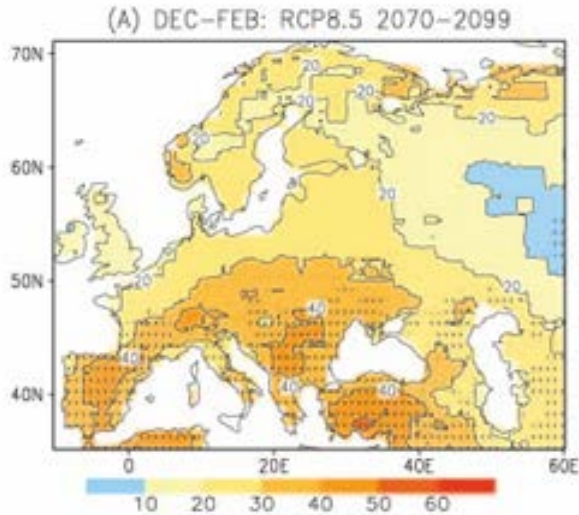
-Päästöjen jatkuvasti kasvaessa mitattaisiin Etelä-Ukrainan tai Ranskan lämpösummia.

Huom! Päivän pituudessa ei luonnollisestikaan muutoksia





Kuivuuko kasvukausi Lounais-Suomessa?



Mallituloksista on haettu kerran 10 vuodessa esiintyvä kuivuus vuosilta 1961 – 2005 ja katsottu kuinka usein vastaava kuivuus esiintyy tulevaisuudessa v. 2070 – 2099 RCP 8.5 skenaariossa.

Rasteroiduilla alueilla muutos on tilastollisesti merkitsevä.



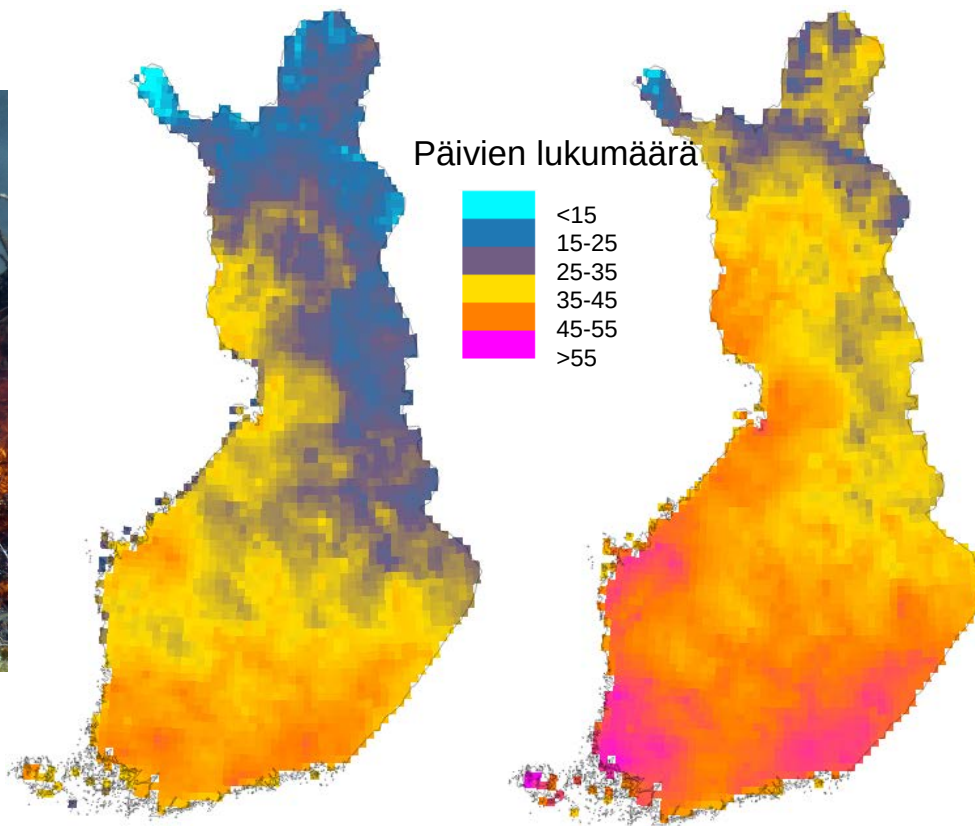
Metsäpalovaara kasvaa

Suuren metsäpalovaaran päivien lukumäärä

1981-2010

2070-2099

Päivien lukumäärä



Kuva: Juho Aalto

RCP4.5-skenaario

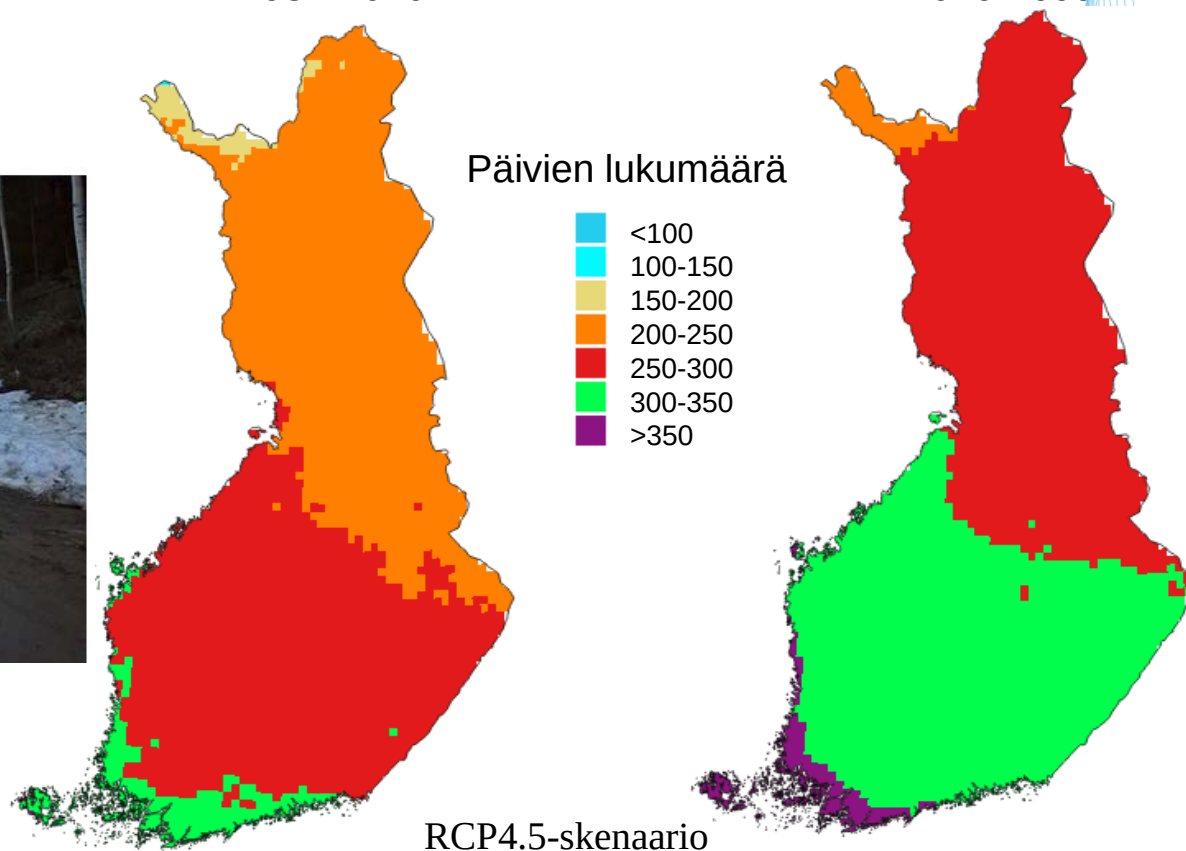


Maan kantavuus heikkenee ja puiden korjuuolosuhteet vaikeutuvat

Sellaisten päivien lukumäärä milloin maassa on routaa alle 20 cm ja lunta vähemmän kuin 40 cm. Laskelmat edustavat turvemaalla kasvavaa mäntymetsää.

1981-2010

2070-2099



RCP4.5-skenaario





Maatalouden sää- ja ilmastoriskejä voidaan hallita etenkin seuraavilla keinoilla

- monimuotoistamalla viljelyä
- tukemalla ja parantamalla viljelyn edellytyksiä
- kehittämällä vesitalouden hallintajärjestelmiä
- parantamalla syyskylvöisten viljelykasvien ja muiden talviaikaisten maanpeitekasvien laajentamisedellytyksiä (esimerkiksi kasvinjalostuksen avulla)
- rajoittamalla kasvintuhoajien määrän kasvua

Lähde:

Sää- ja ilmastoriskien arviointi ja toimintamallit (SIETO) -hanke



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Suomen ilmasto on vaihteleva (jatkossakin). Kiitos!

23.2. 2008



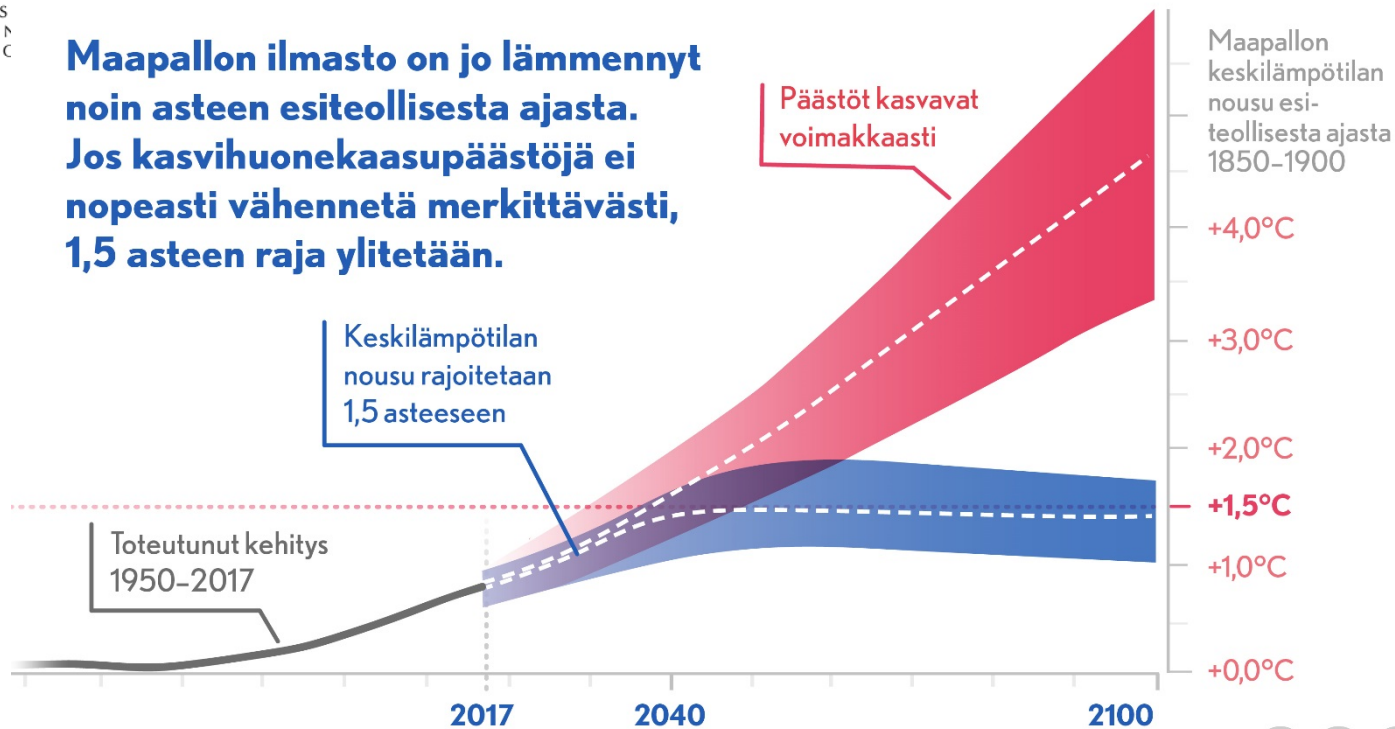
23.2. 2011



Kuvat: Ilkka Juga



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

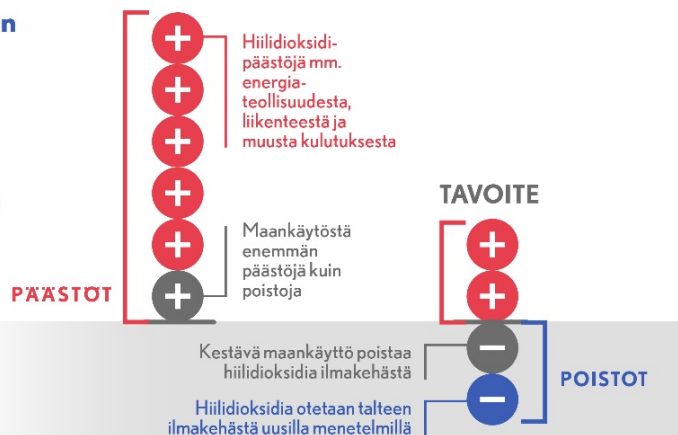


Pohjautuu IPCC:n 1,5 asteen raportin tuloksiin. © Ilmatieteen laitos ja ympäristöministeriö, 2018. Ilmasto-opas.fi.



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

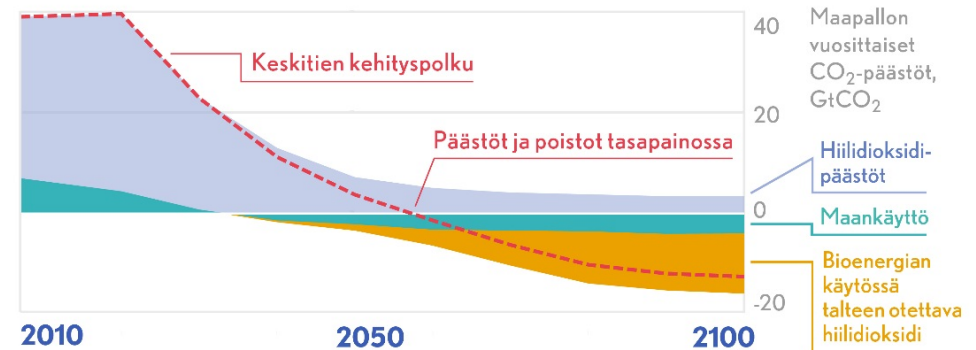
NYKYTILANNE



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



Jotta lämpeneminen voidaan rajoittaa 1,5 asteeseen, päästöjen ja poistojen tulee olla yhtä suuret vuositasan puolivälissä. Mitä hitaammin päästöjä vähennetään, sitä enemmän hiilidioksidia pitää poistaa ilmakehästä.



GtCO₂ = miljardia tonnia hiilidioksidia

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





Useimpien laskelmien mukaan 1,5 asteen tavoite voidaan saavuttaa lämpötilarajan väliaikaisen ylityksen jälkeen.



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



Lämpenemisen riskit ovat sitä suuremmat, mitä enemmän ilmasto lämpenee.

Vedenpuutteesta kärsii tuplasti enemmän ihmisiä

Kaksinkertainen määrä lajeja menettää valtaosan elinympäristöstään

Jäätömien kesien määrä Pohjoisnavalla kymmenkertaistuu

+1,5 °C



+2,0 °C



Maapallon keskilämpötilan väliaikainenkin nousu yli 1,5 asteen aiheuttaa muutoksia, joista osa on pysyviä.

VÄLIAIKAISTA VAHINKOA

Sään ääri-ilmiöt yleistyvät



Kuumuuden terveyshaitat lisääntyvät



Maatalous ja kalastus vaikeutuvat



PERUUTTAMATONTA VAHINKOA

Koralliriuttoja tuhoutuu



Lajeja kuolee sukupuuttoon



Jäätiköt sulavat, rannikotulvat yleistyvät

