



Miten ilmasto muuttuu?

**Joni-Pekka Pietikäinen, Ari
Venäläinen, ...**

Ilmatieteen laitos

Maankuivatus ja ilmastonmuutos –seminaari

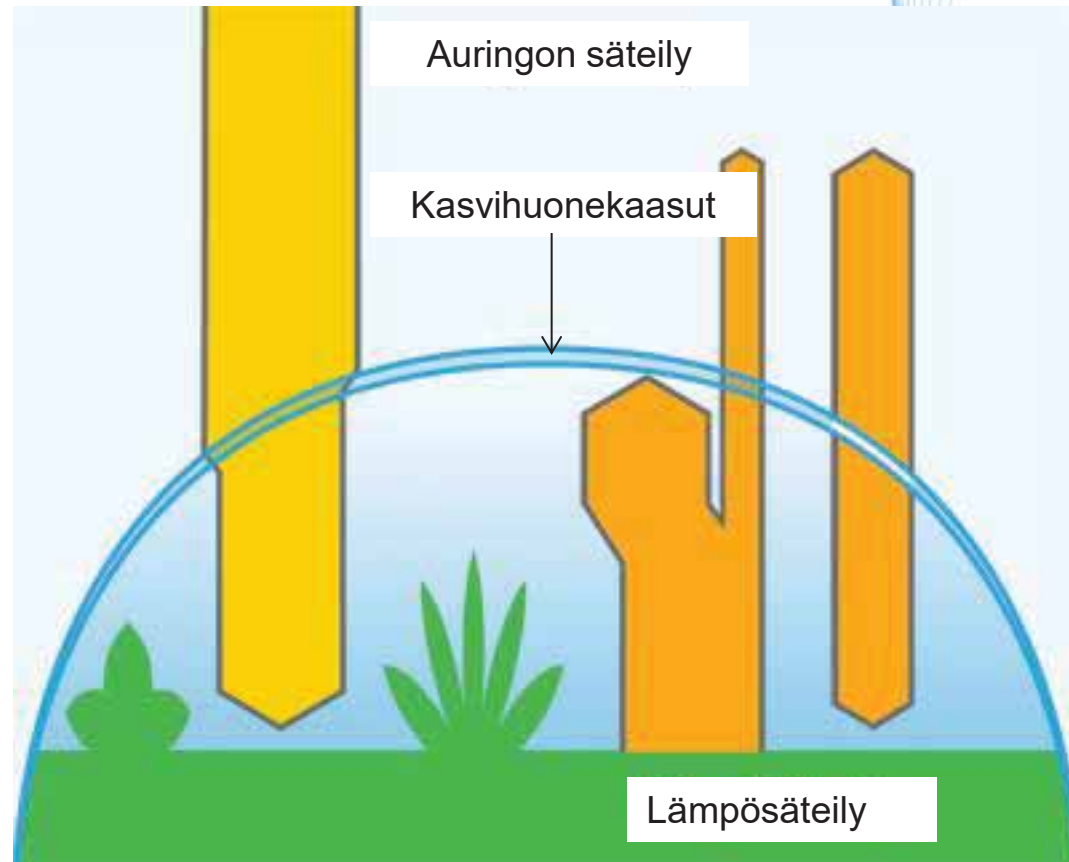
18.10.2018

ipcc

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON Climate Change

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





ILMAKEHÄN HIILIDIOKSIPITOISUUS

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

45 %

ihmisen emittimästä hiilidioksidista
jää ilmakehään. Loput sitoutuu
meriin ja kasveihin.

Suurimmat hiilidioksidilähteet

Fossiiliset polttoaineet
ja sementin tuotanto

375

miljardia tonnia hiiltä 1750–2011

Metsien tuhoaminen,
maankäyttö

180

miljardia tonnia hiiltä
1750–2011

405 ppm
keski-
arvo 2017

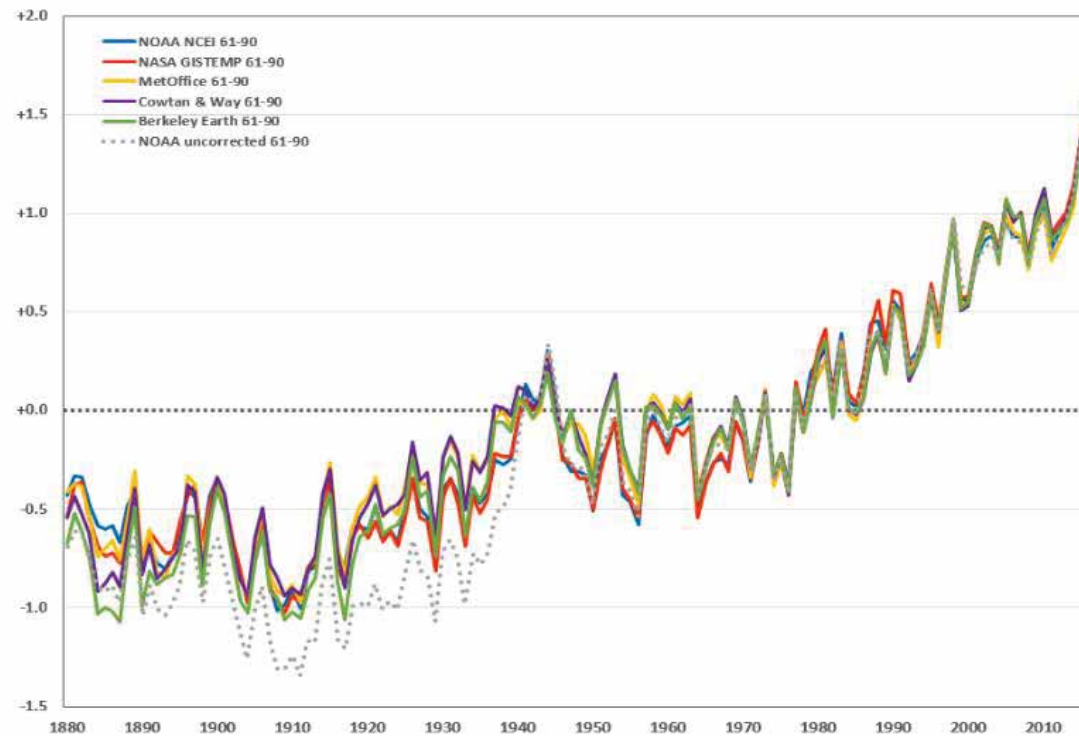


Ilmakehän koostumuksen muutoksen seurauksena maapallon ilmasto muuttuu



Eri mittausaikasjarjat näyttävät lämpötilan nousun

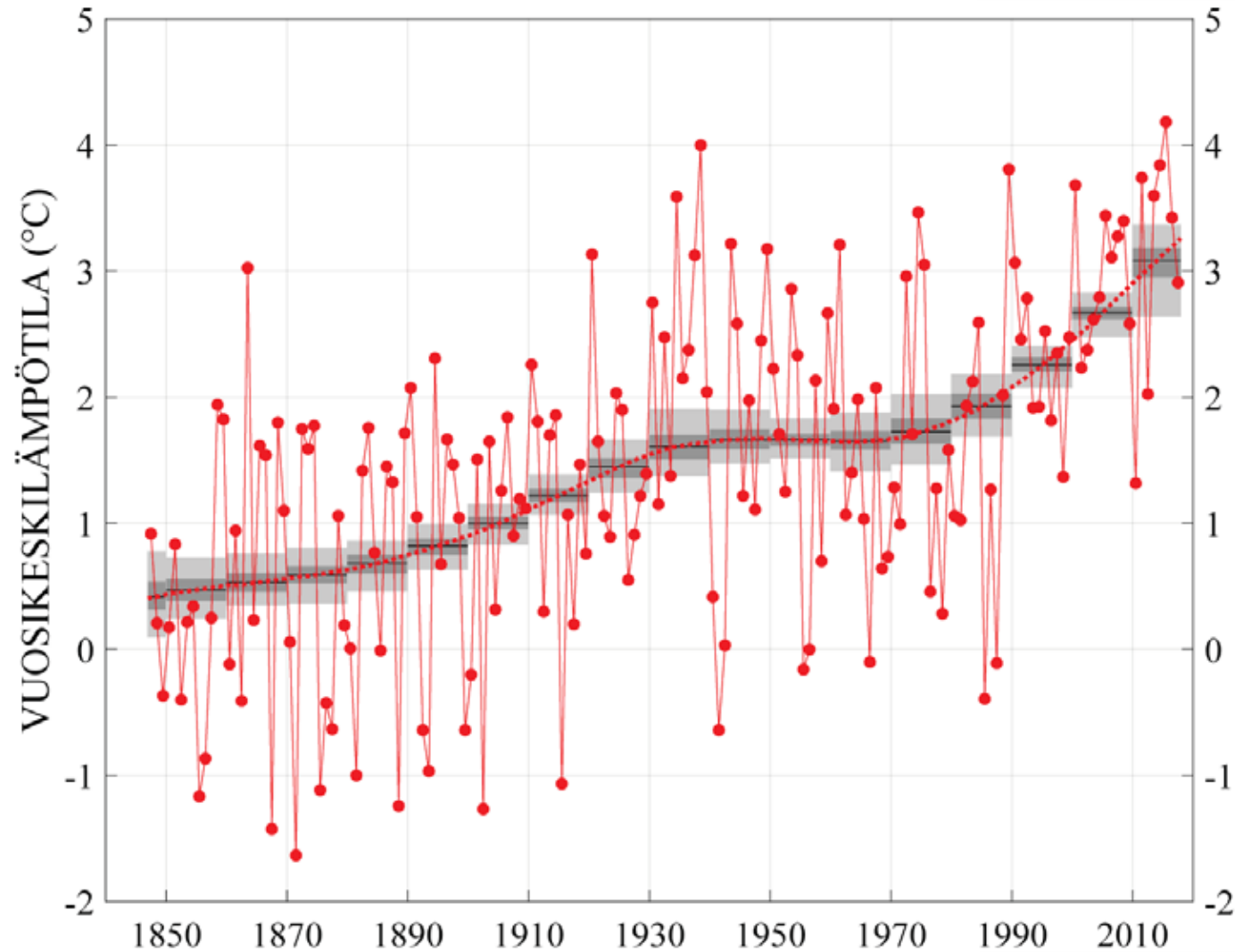
Several major datasets: Relative to a common 1961-90 base period



January 2017 | NOAA/NASA – Annual Global Analysis for 2016



SUOMEN KESKILÄMPÖTILA 1847-2017

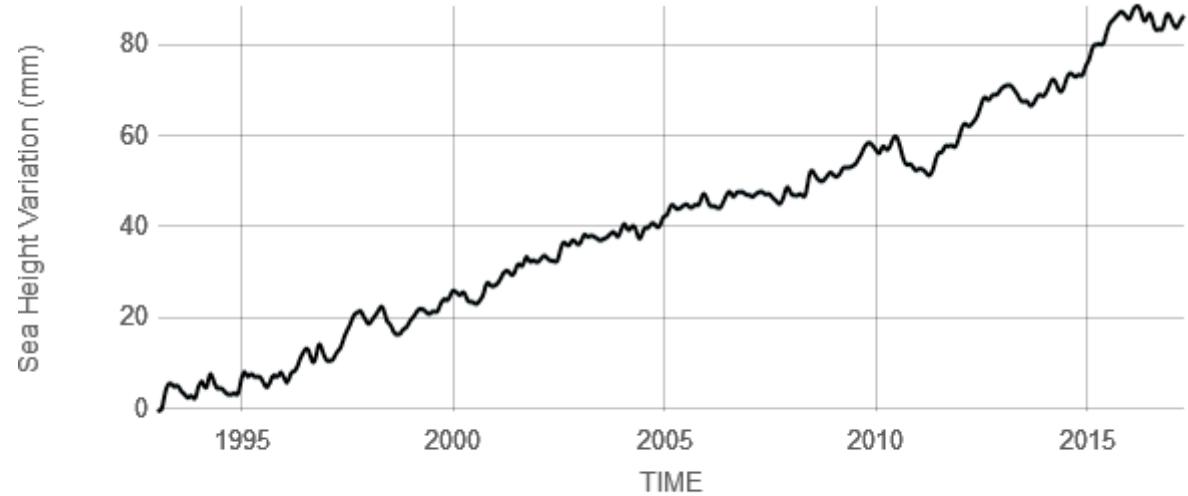




ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

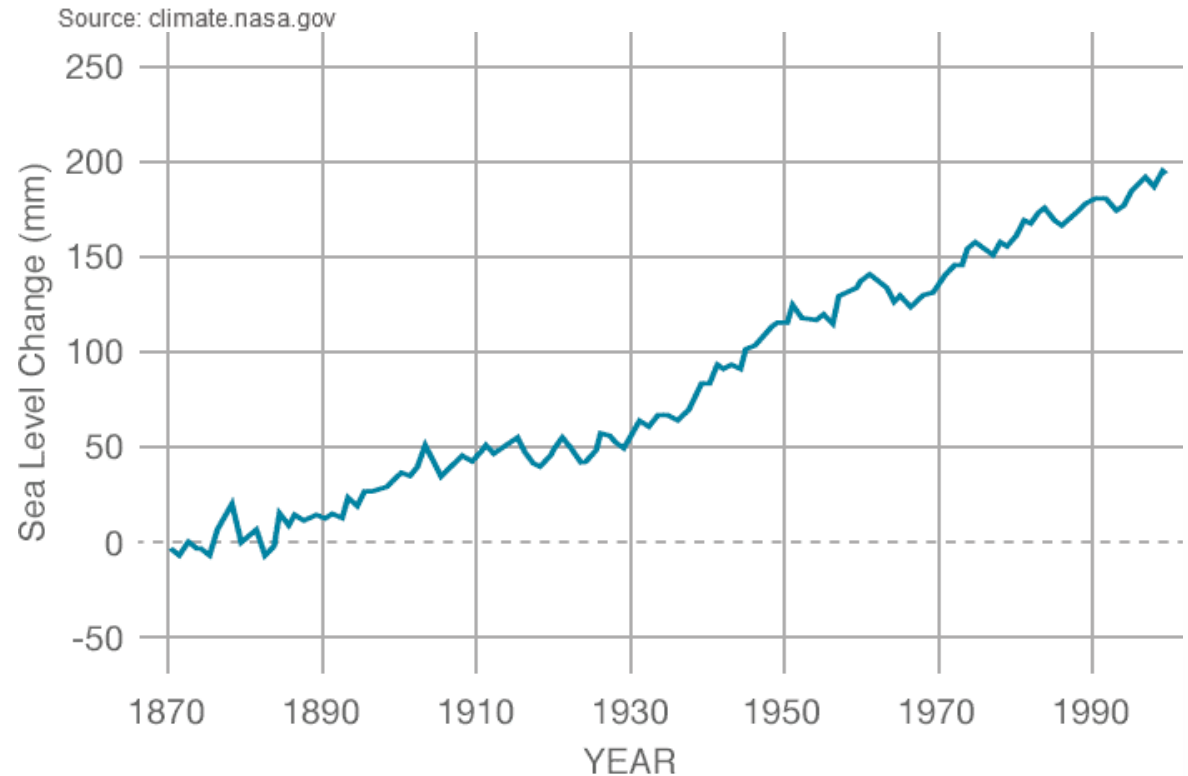
Globaali merenpinnan nousu: + 26 cm 1870-2017

NASA-EUMETSAT
(1993-nykyhetki)



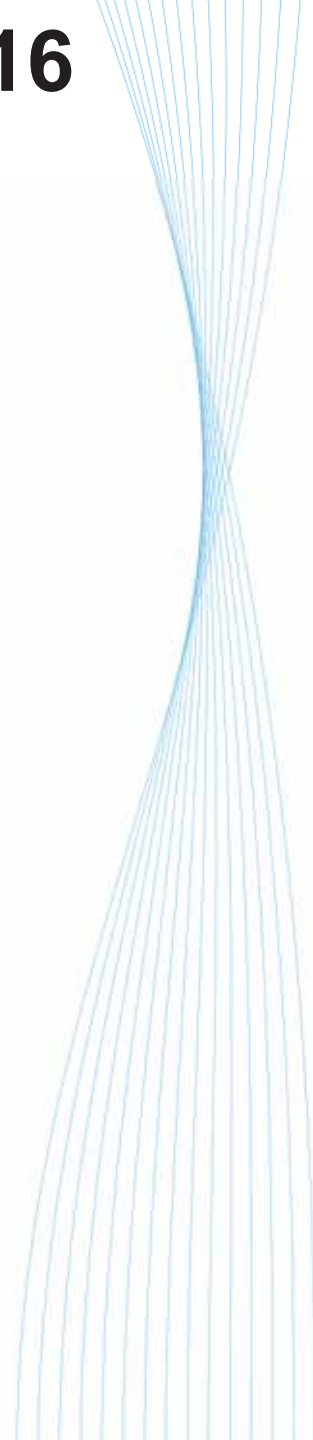
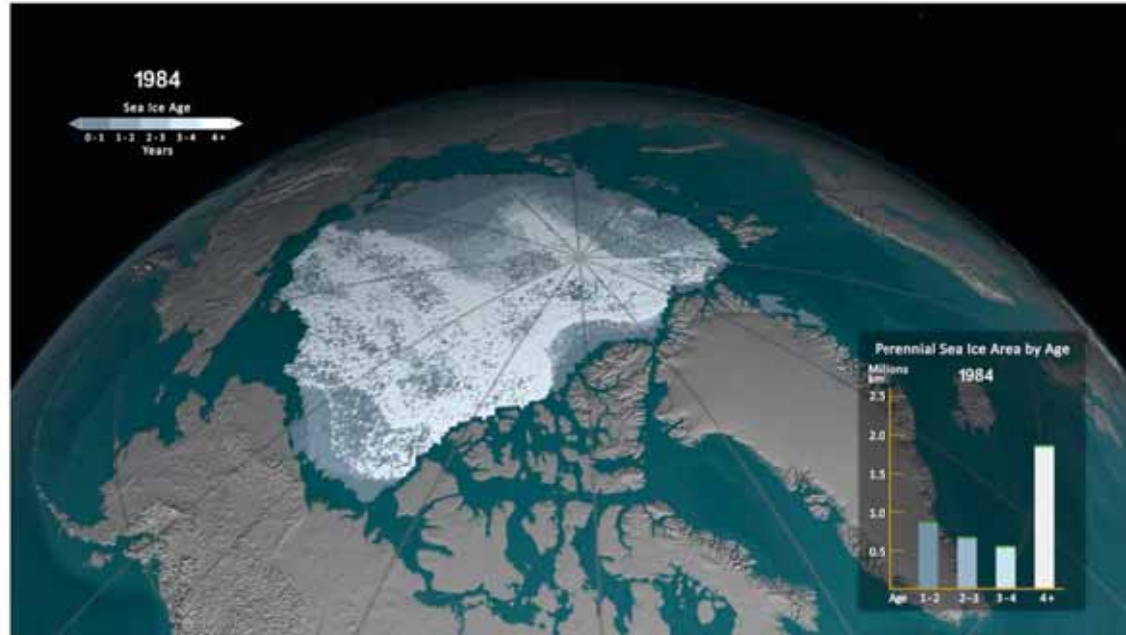
**CO₂ -> meriveden
happamoituminen**

Vuorovesimit-
taukset
(1870-2000)





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-
[E+Home](#) rooppaa 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

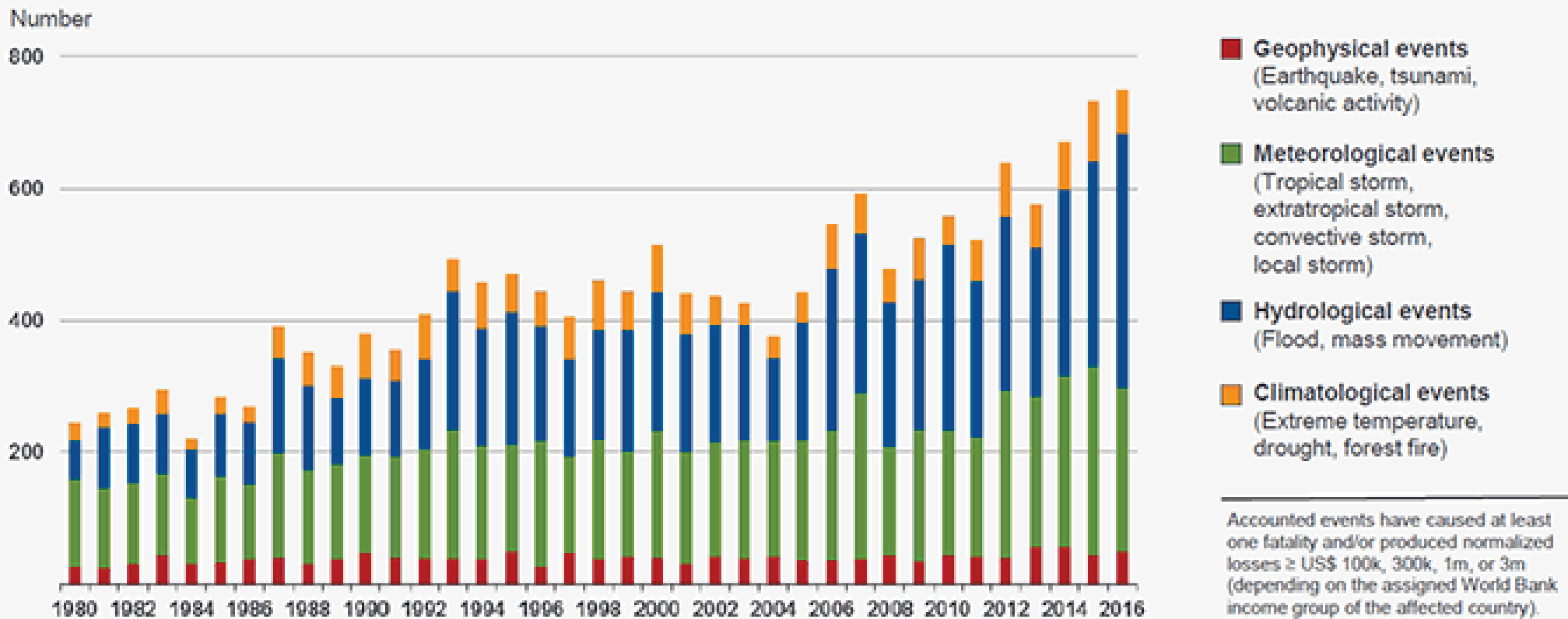
Hiilidioksidi ja muut kasvihuonekaasut lämmittävät ilmastoa, joka puolestaan lisää ilmakehän hiilidioksidipitoisuutta. Laaksosen mukaan kierre menee näin:

TÄNÄ VU
maapallo
Yhdysval

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

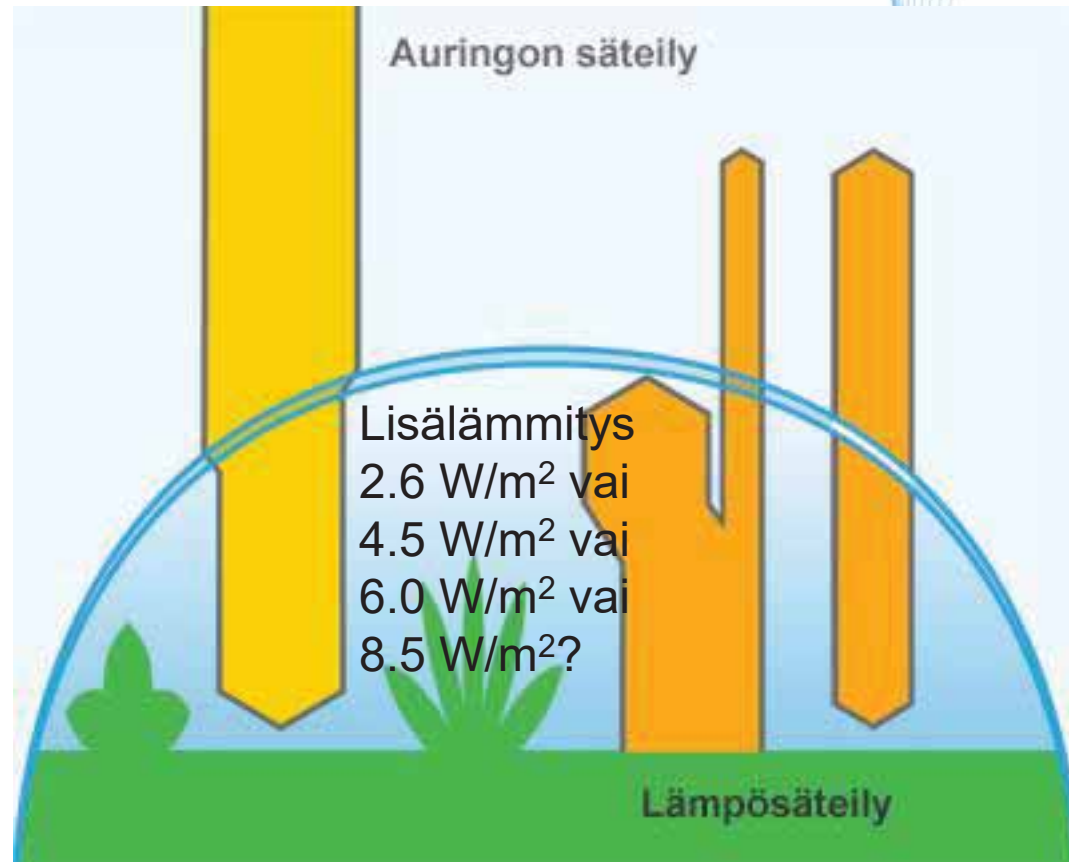
”Jos lämpötilakäyrää katsoo pidemmältä ajalta, niin koko ajan se menee ylös ja alas, vaikka trendi onkin ylöspäin”, Laaksonen arvioi.

Luonnonkatastrofit maailmalla – meteorologisten, hydrologisten ja ilmastollisten ilmiöiden aiheuttaminen vahinkojen määrä kasvanut



Mitä tapahtuu tulevaisuudessa?

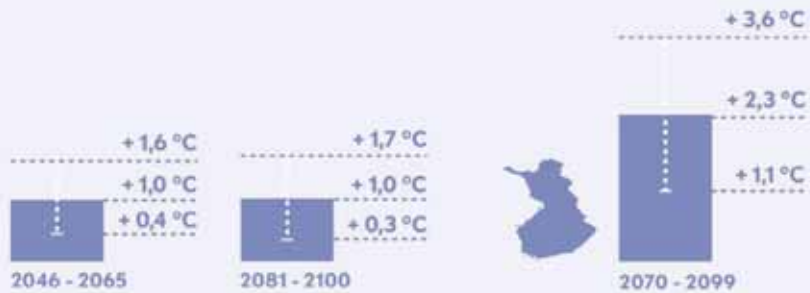
- RCP2.6: Ilmastopolitiikan täydellinen onnistuminen. CO₂:n maailmanlaajuiset päästöt kääntyvät jyrkkään laskuun jo vuoden 2020 jälkeen ja ovat tämän vuosisadan lopulla lähellä nollassa. CO₂:n pitoisuus on korkeimmillaan vuosisadan puolivälissä n. 440 ppm ja alkaa sen jälkeen laskea.
- RCP4.5: Ilmastopolitiikan 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.



KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:
TILANNE VUOSINA 2081-2100



MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

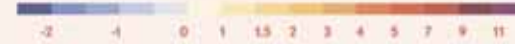
VUODEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS SUOMESSA

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

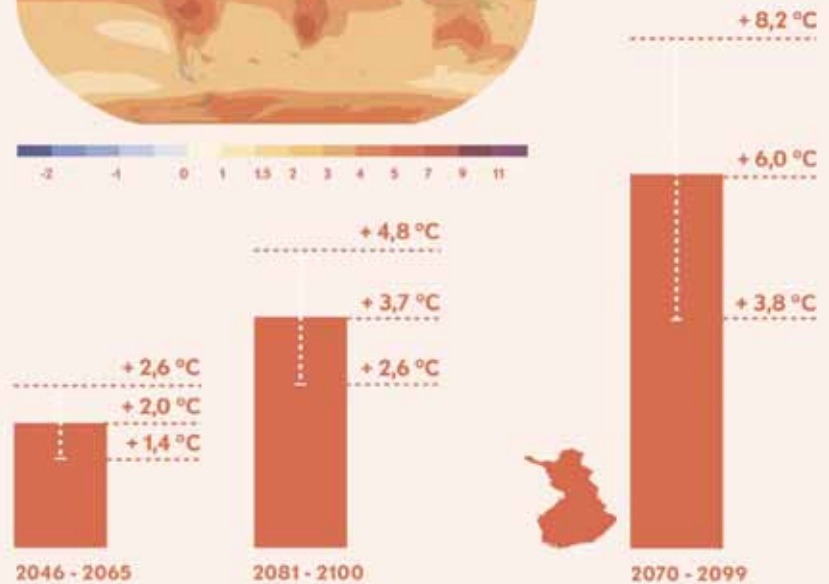
KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)

Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

MALLIEN ENNUSTAMA KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS:
TILANNE VUOSINA 2081-2100



Arktinen alue lämpenee nopeimmalla tahdilla.



MAAPALLON KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS

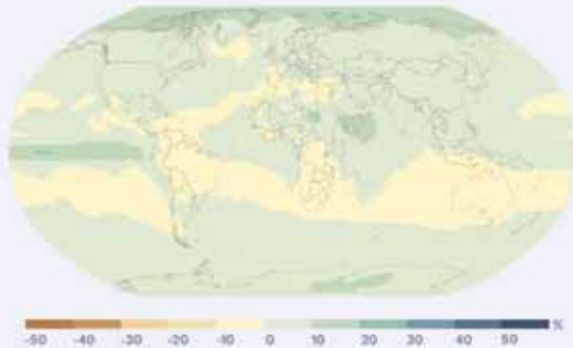
VUODEN KESKILÄMPÖTILAN MUUTOS SUOMESSA

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

KEHITYSPOLKU 1 (RCP 2.6)

Tiukat kasvihuonekaasujen päästöjen rajoitukset

KESKIMÄÄRÄINEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN MUUTOS (%):
TILANNE VUOSINA 2081-2100



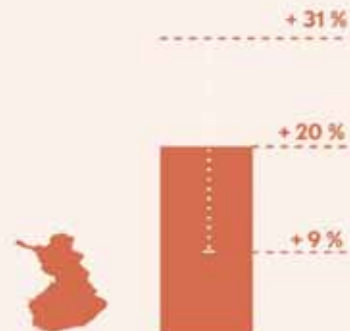
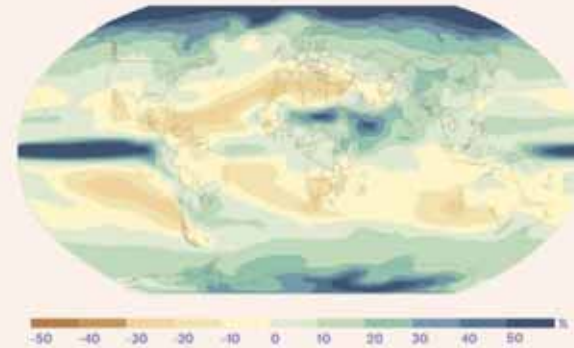
SUOMEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN KASVU:
TILANNE VUOSINA 2070-2099

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

KEHITYSPOLKU 2 (RCP 8.5)

Nykytahdilla kasvavat kasvihuonekaasujen päästöt

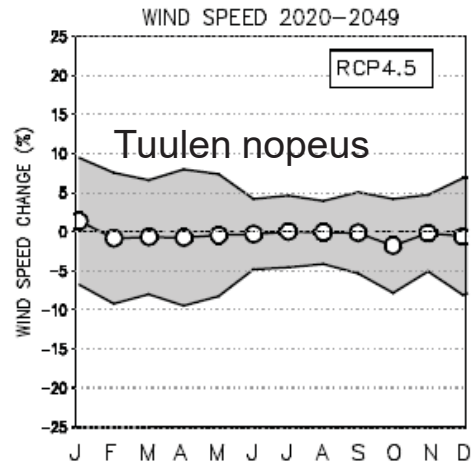
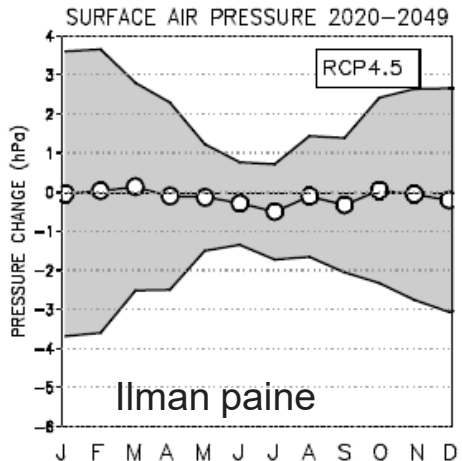
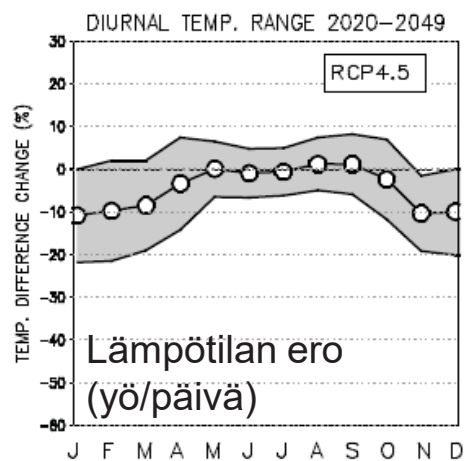
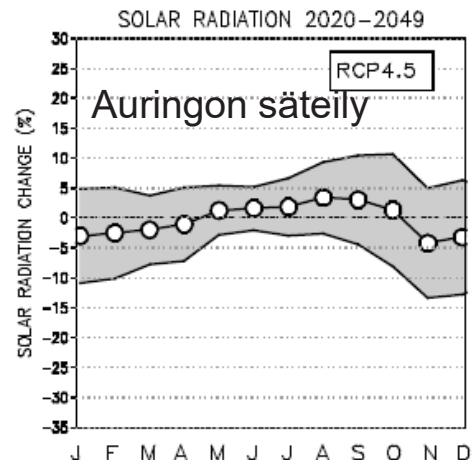
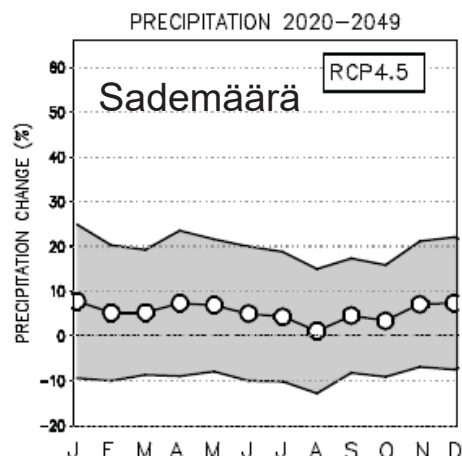
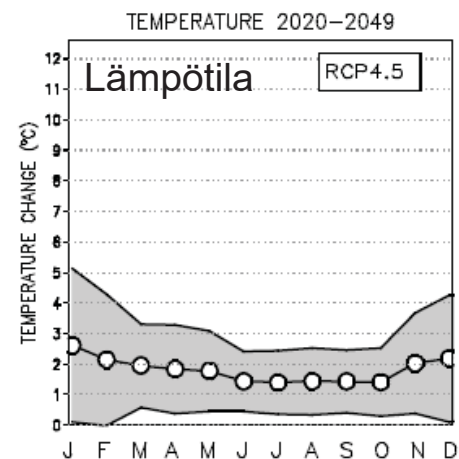
KESKIMÄÄRÄINEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN MUUTOS (%):
TILANNE VUOSINA 2081-2100



SUOMEN VUOTUISEN SADEMÄÄRÄN KASVU:
TILANNE VUOSINA 2070-2099

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

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





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.
- Syksyisin tulee yhä lämpimämpiä pidempiä jaksoja, jolloin on roudatonta ja myrskyriskit samalla lisääntyvä.
- Kesällä keskimääräinen sademäärä ei muutu paljon, mutta rankkasateiden arvioidaan voimistuvan → kuivia jaksoja (haihdunta kasvaa myös) → ei tasaista kastelua.
- Itä- ja Pohjois-Suomeen on luvassa raskaita lumikuormia ja jäätäviä sateita enemmän kuin aikaisemmin. Sitten taas Etelä- ja Keski-Suomessa ja rannikkoseudulla tulee olemaan talvisin hyvinkin pimeää ja mustaa, ei niin paljon lumisia olosuhteita.
- Merenpinnan 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 lähivuosisikymmeninä.

Huom: muutosten voimakkuuden sanelevat kasvihuonekaasupäästöt

Ilmastonmuutoksen vaikutuksia

Kasvukauden alku- ja loppupäivämäärien sekä lämpösumman muutos 1971-2000=>2070-2099 RCP4.5 ja RCP8.5 kasvihuonekaasupäästöskenaarioiden tapauksessa. 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.

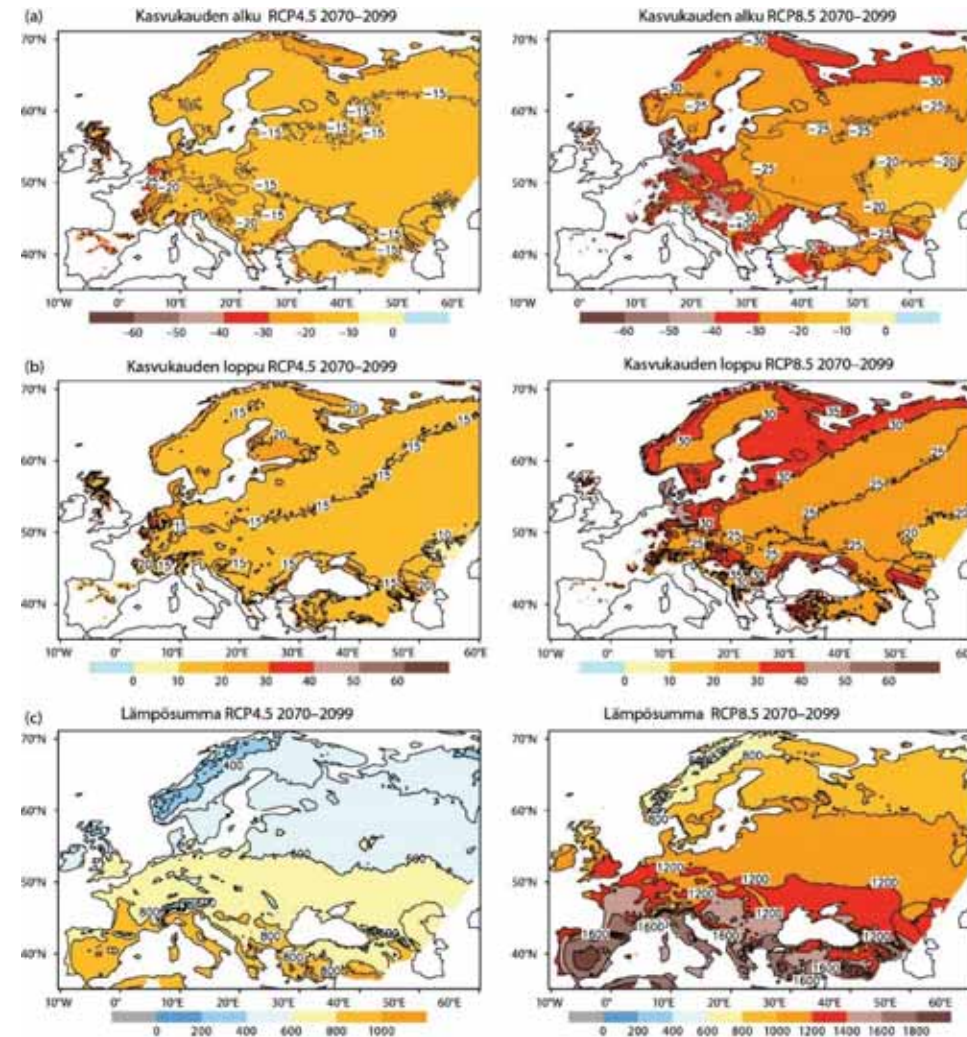
-Parhaan arvion mukaan kasvukausi pidentyisi RCP8.5-skenaarion toteutuessa yhteensä noin kahdella kuukaudella sadassa vuodessa, RCP4.5-skenaarion mukaan 1–1.5 kuukaudella.

-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.

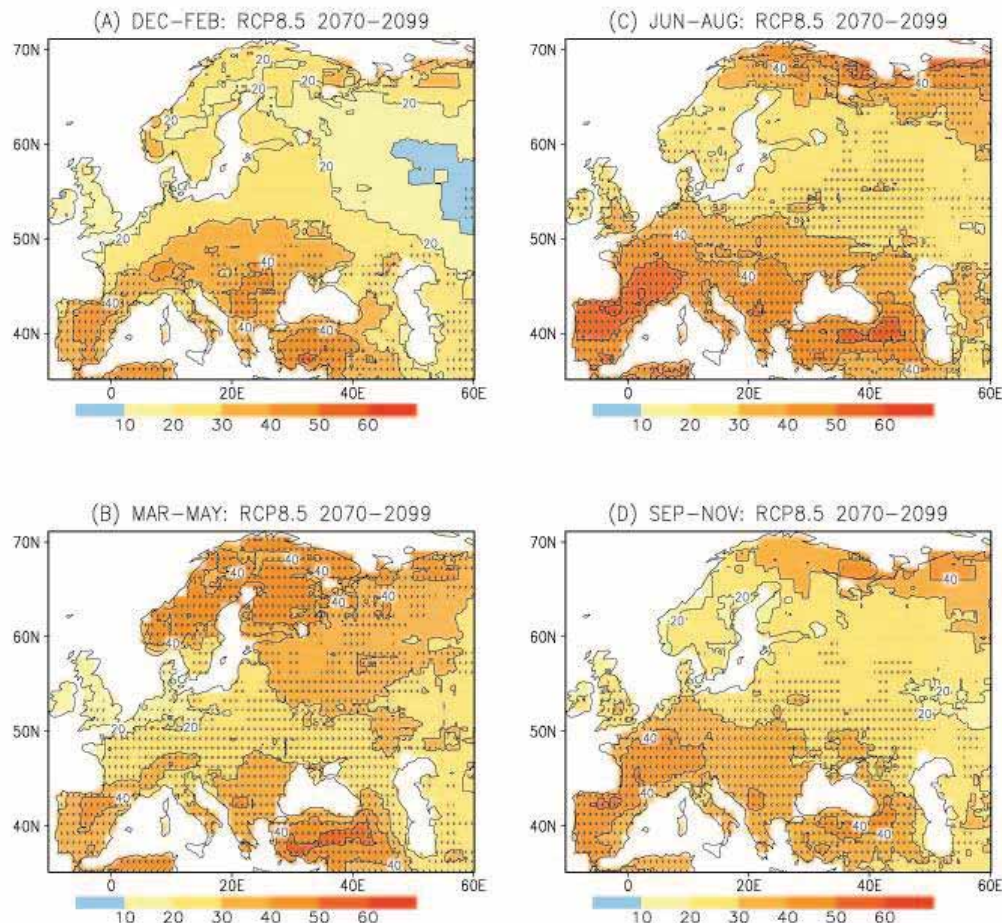
Huom! Päivän pituudessa ei luonnollisestikaan muutoksia





KUIVIEN TILANTEITTEN ESIINTYMINEN TULEVAISUUDESSA

MALLITULOXSISTA HAETTU KERRAN 10 VUODESSA ESIINTYVÄ KUIVUUS V. 1961–2005; KUINKA USEIN NÄIN KUIVAA TULEVAISUUDESSA?



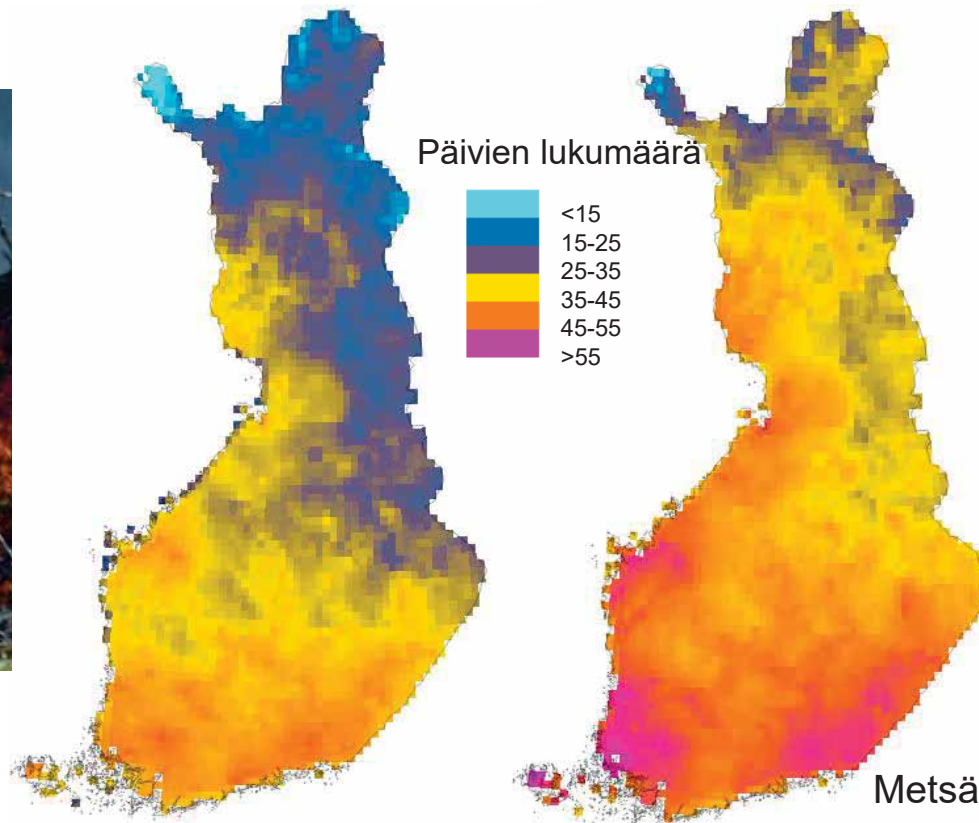
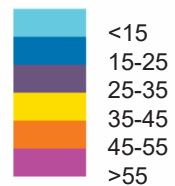
LOUNAIS-EUROOPASSA TOD.NÄKÖISYYS KASVAA 10:STÄ 50–60 %:IIN!

Suuren metsäpalovaaran päivien lukumäärä

1981-2010

2070-2099

Päivien lukumäärä



Metsäpalovaara kasvaa

RCP4.5-skenaario

Kuva: Juho Aalto



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

Maan kantavuus ja puiden korjuuolosuhteet vaikeutuvat

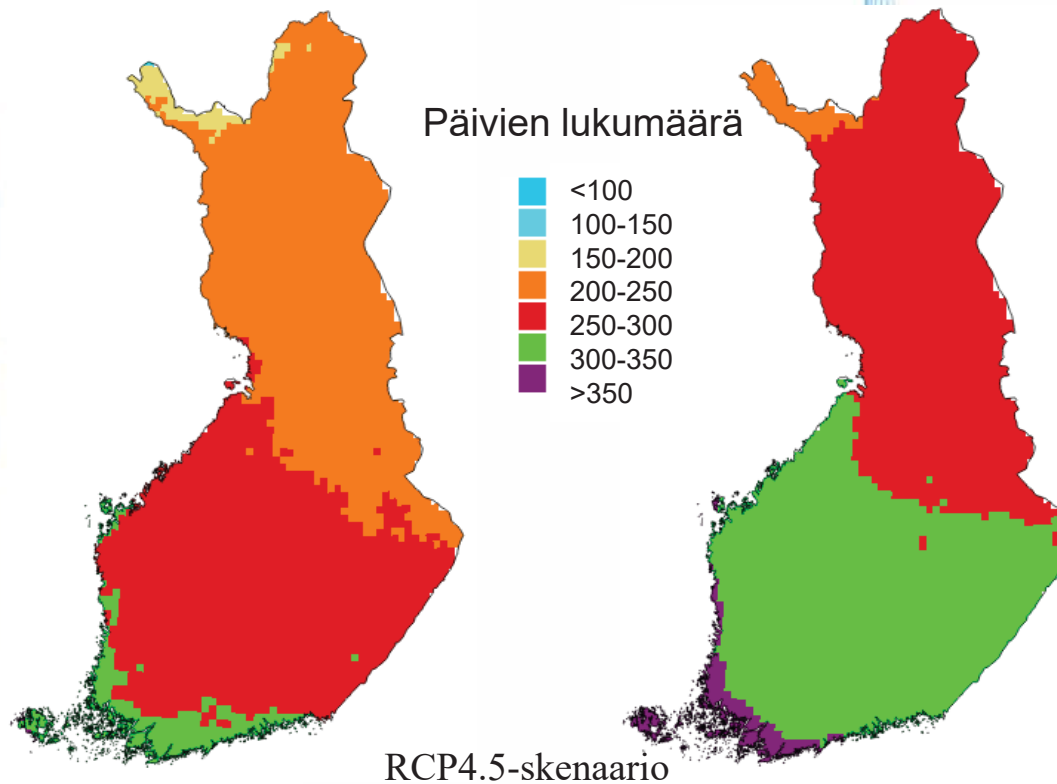
17.4.2018



Lähettäjä: Jani K

1981-2010

2070-2099





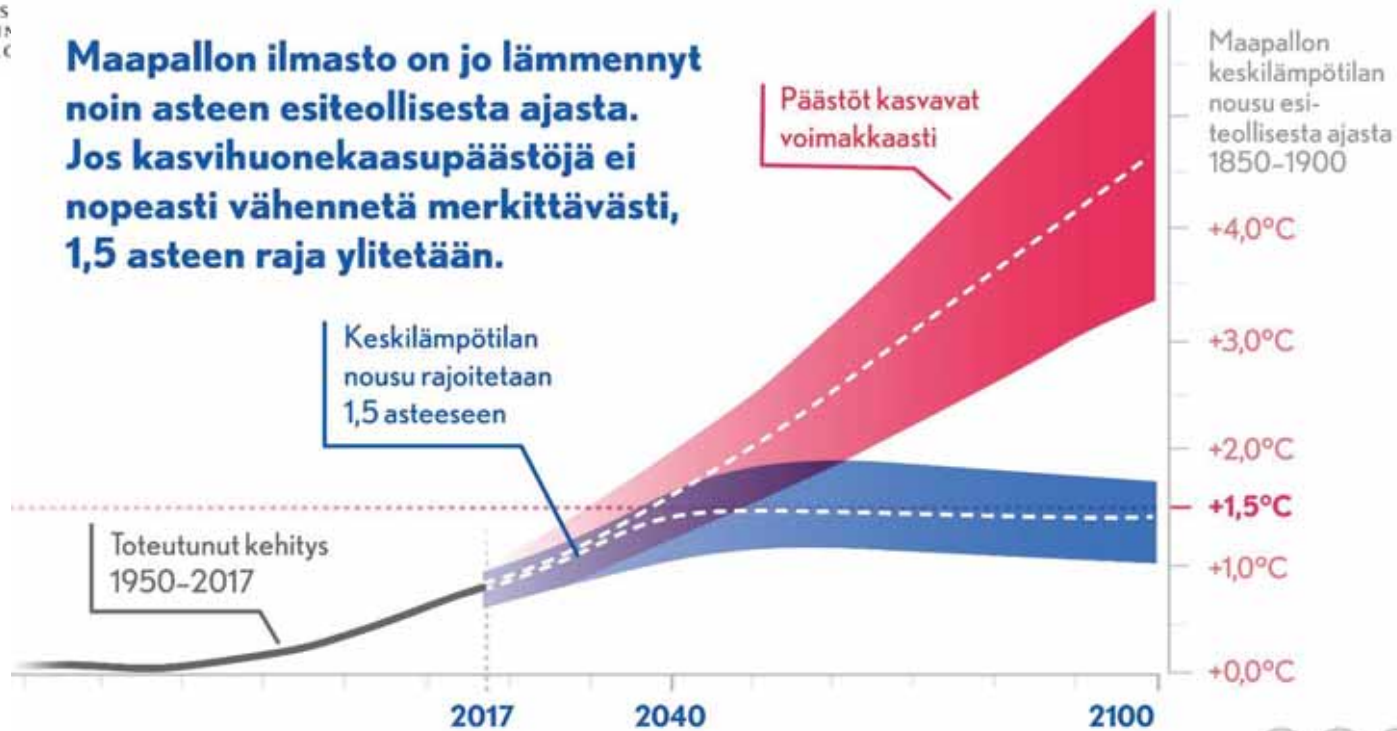
Sää- ja ilmastoriskien arviointi ja toimintamallit (SIETO): Maatalouden sää- ja ilmastoriskejä voidaan hallita etenkin seuraavilla keinoilla

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

Näistä tarkemmin 11:00 Mikael Hildénin esityksessä



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.



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

Jäätömiesten 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 VAHINKOJA

Säännäri-ilmiöt yleistyvät



Kuumuuden terveyshaitat lisääntyvät



Maatalous ja kalastus vaikeutuvat



PERUUTTAMATONTA VAHINKOJA

Koralliriuttoja tuhoutuu



Lajeja kuolee sukupuuttoon



Jäätiköt sulavat, rannikotulvat yleistyvät





Suomen ilmasto on vaihteleva (jatkossakin). Kiitos!

23.2. 2008



23.2. 2011



Kuvat: Ilkka Juga