ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastonmuutos - missä mennään? Mihin tullaan?

Heikki Nevanlinna,

Ilmatieteen laitos

tutkimuspäällikkö - Viestintä & Havaintopalvelut

heikki.nevanlinna@fmi.fi

(09)1929 4649

10.8.2010

HY/Avoin yliopisto

Luentomateriaali (pdf) on saatavilla täältä:

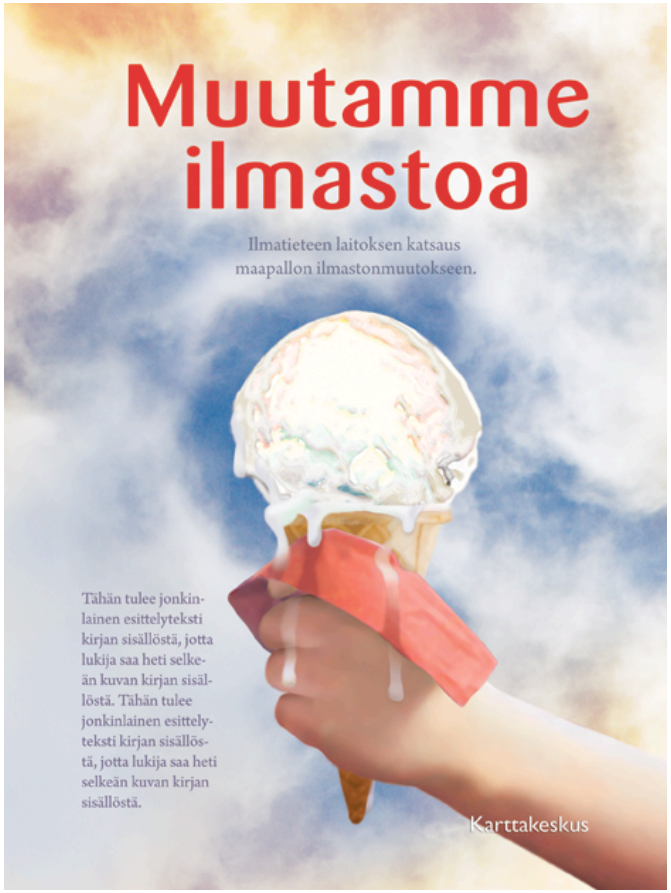
www.ava.fmi.fi/MAGN/HY_avoin.pdf

Tietoja luennoitsijasta:

- FK (HY) (fysiikka, matematiikka, geofysiikka, kemia) 1973
- FT (HY) Geofysiikka 1981
- Geofysiikan dosentti 1982
- 1974-1986 HY Geofysiikan laitos
- 1987- Ilmatieteen laitos (IL), tutkimuspäällikkö (geofys.os., avaruustutkimus, havaintopalvelut, IL-viestintä)
- Julkaisut: n. 100 tieteellistä julkaisua (geomagnetismi, revontulet, avaruussää), n. 100 muuta tutkimusta ja populaarikirjoituksia
- Kirjoittanut ja toimittanut 4 kirjaa (ilmastonmuutos, avaruussää ja geofysiikan historia)

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmatieteen laitos: Tietoa ilmaston muutoksesta



- Kirjan tarkoituksena on välittää suurelle yleisölle tieteellistä tietoa ilmastonmuutoksesta ja sen syistä lukijalle ymmärrettävässä muodossa.
- Tiedonjulkistamisen valtionpalkinto 2009
- Kirjoittajina 11 asiantuntijaa Ilmatieteen laitokselta
- Kustantaja Karttakeskus Oy
- **www.fmi.fi/ilmastonmuutos/**

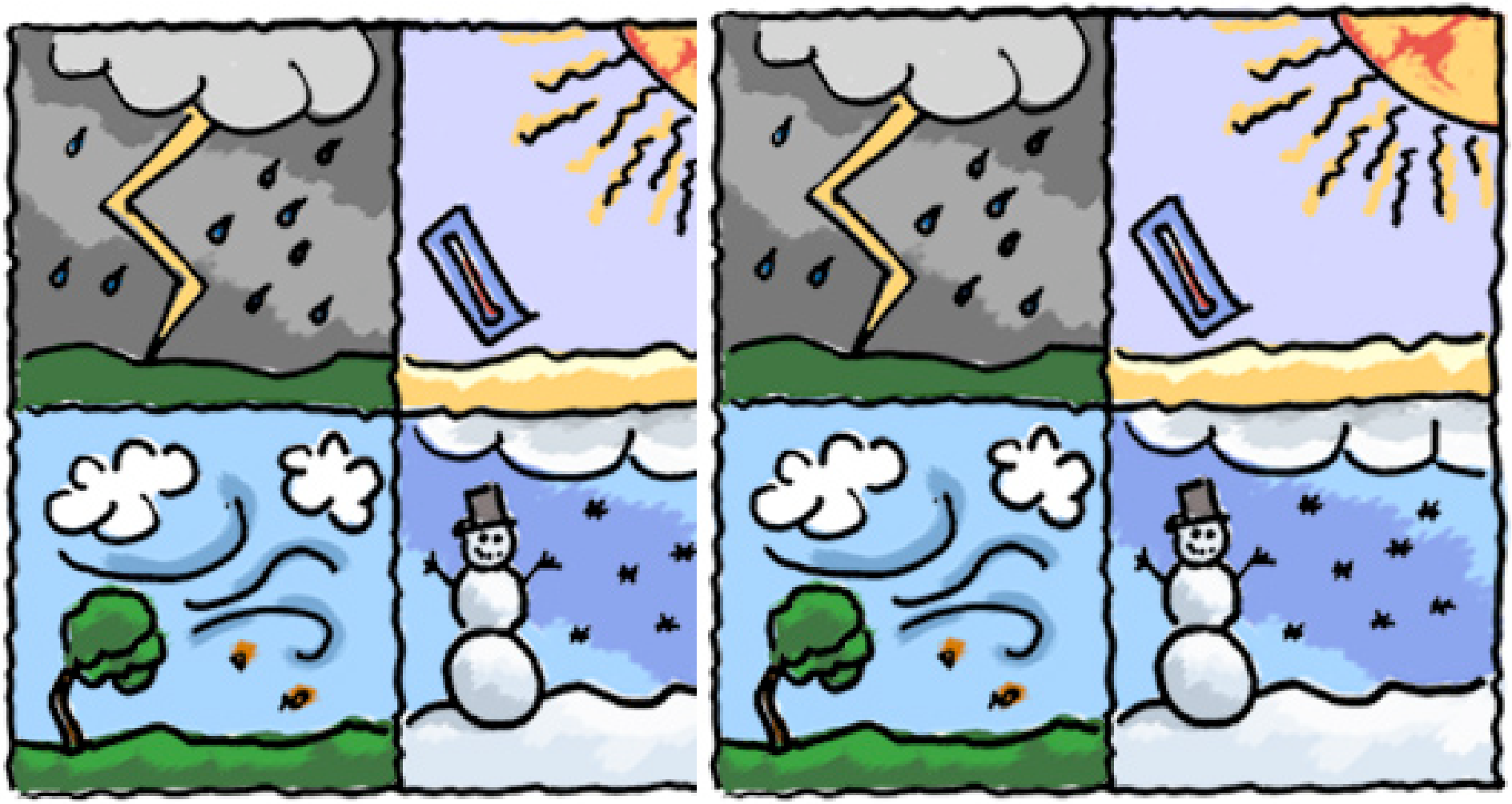
"*Jos minun olisi valittava yksi ainoa ilmaston-muutoskirja käsikirjastooni, päätyisin tähän teokseen.*" Helsingin Sanomat, Johanna Mannila 2.12.2008.

Luennon pääkohtia

- Kasvihuoneilmiö ja sen voimistuminen
- Aerosolit ilmastonmuutoksessa. Säteilypakote
- Havaitut lämpötilan muutokset maapallolla ja Suomessa
- Meret ja jäätiköt ilmastonmuutoksessa
- Ilmastoennusteet 2050-2100 globaalisti, Suomi
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (ei kuitenkaan ns. ”Climategate”)
- Yhteenveto, johtopäätöksiä

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Sää ja ilmasto - mitä ne ovat?



Sää on säämuuttujien (lämpötila, ilmanpaine, sademäärä, tuulen nopeus- ja suunta, ilman kosteus jne.) tila määrätyssä paikassa tiettynä hetkenä.

Ilmasto on jonkin paikan säämuuttujista laskettu pitkän ajan keskiarvo. Ilmasto on säiden tilasto. Tyypillinen vertailukauden pituus on 30 vuotta, jonka puitteissa ilmastonmuutosta tarkastellaan. Nykyinen Suomen normaalikausi on 1971-2000, seuraava 1981-2010.

"*Climate is what we expect, weather is what we get*" (Mark Twain)

Ilmastonmuutoksen syitä ovat *luonnolliset tekijät - ilmasto vaihtelee aina -*, mutta nyt myös ihmiskunnan osuus on merkittävästi mukana maapallon luontaisen kasvihuoneilmiön muuttajana.

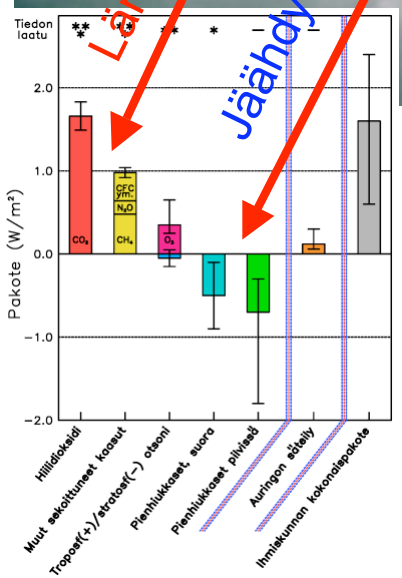
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

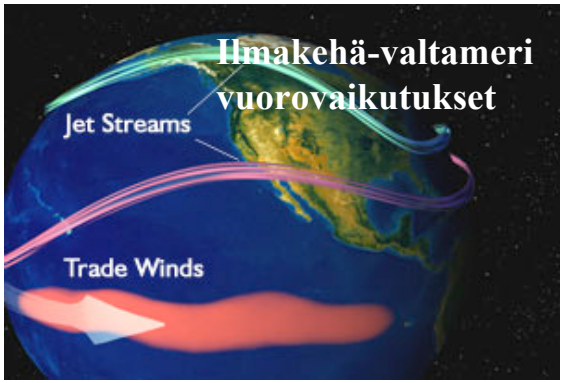
Kasvihuoneilmiö ja kasvihuonekaasut

Helsingin yliopiston kasvitieteellinen puutarha, Kaisaniemi

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

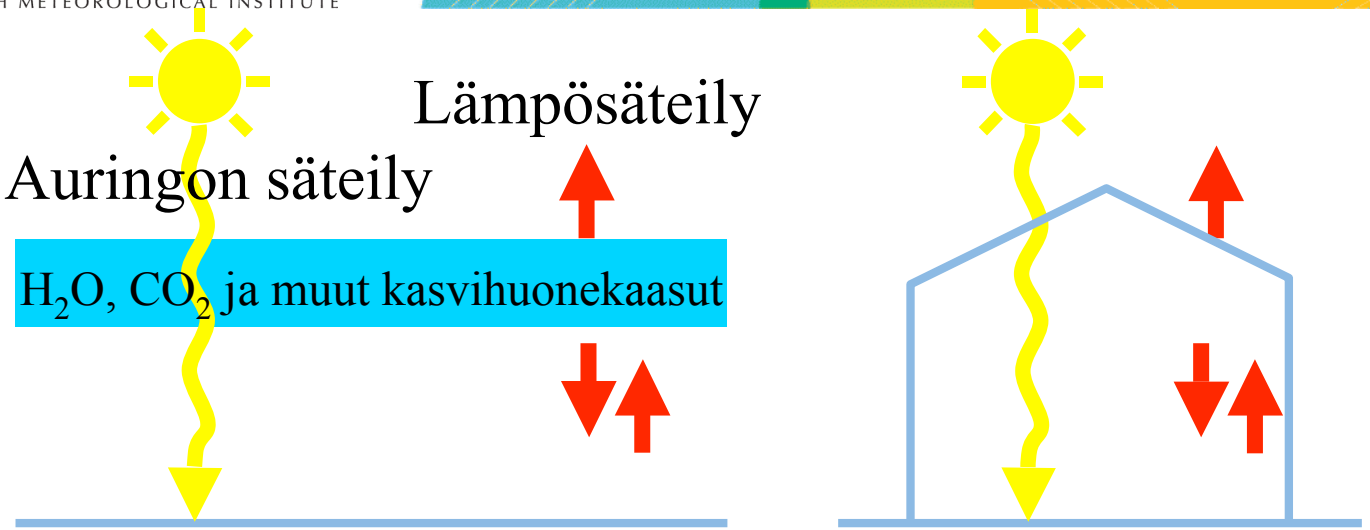
Ilmastonmuutokseen vaikuttavia tekijöitä





ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

KASVIHUONEILMIÖ: HYVÄÄ JA PAHAA



Kasvihuoneilmiö on luonnollinen ilmakehän ominaisuus. Kasvihuonekaasut (vesihöyry, hiilidioksidi, metaani, ilokaasu, jne.) vähentävät lämpösäteilyn karkaamista avaruuteen.

HYVÄÄ: Ilman luonnollista kasvihuoneilmiötä Maan pintalämpötila olisi n. 35ºC alhaisempi. Kasvihuoneilmiö mahdollistaa nykymuotoisen elämän maapallolla. Ihmistoiminnan (mm. fossiiliset polttoaineet, metsien hävittäminen) aiheuttama kasvihuonekaasujen lisääntyminen voimistaa kasvihuoneilmiötä. Tuloksena on maapallon laajuinen ilmastonmuutos, joka vaikuttaa kaikkialla: ENIMMÄKSEEN PAHAA

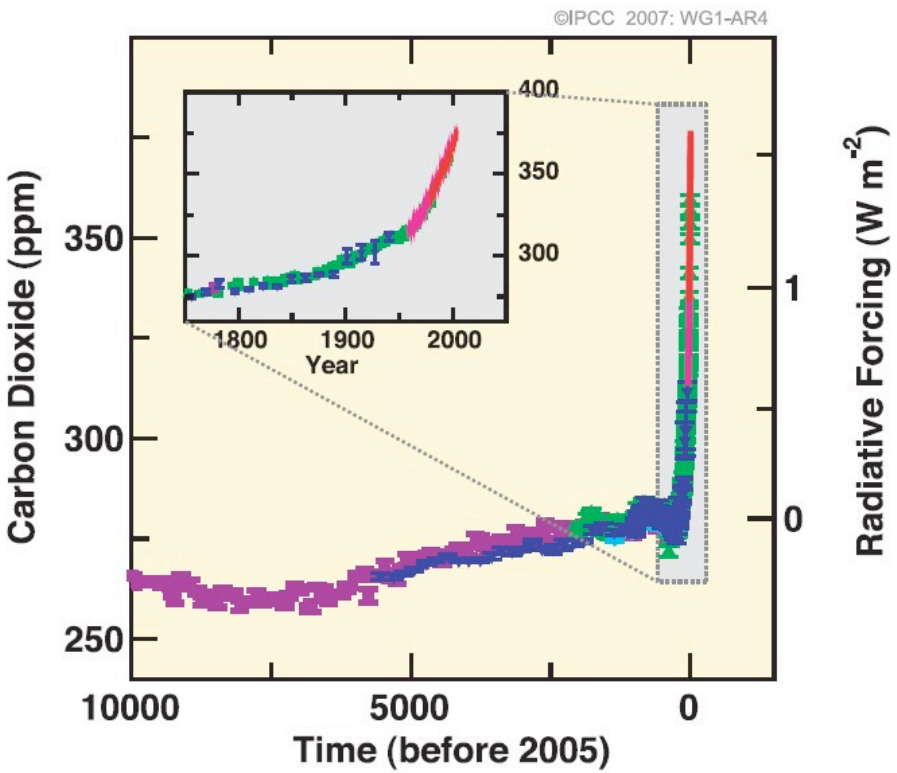
Kasvihuoneilmiön historiaa 1800-luvulta

1824: Joseph Fourier esitti hypoteesin ilmakehän kasvihuone-efektistä

1858: John Tyndall mittasi kokeellisesti hiilidioksidin ja vesihöyryn kasvihuonevaikutukset

1896: Nobel-kemisti Svante Arrhenius laski kasvihuone-vaikutuksen ilmakehässä. Palautevaikutuksineen (H_2O) CO_2:n tuplaaminen nostaa lämpötilaa 5-6 °C, kun nykyinen käsitys on 2-4.5 °C

Hiilidioksidin pitoisuus 10 000 vuoden ajalta



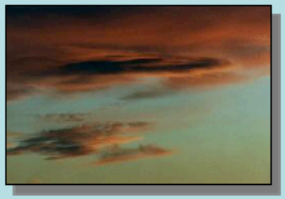
CO_2 vaihtelee luontaisesti jääkaudesta toiseen 180 - 280 ppm kymmenientuhansien vuosien aikaskaalassa. Nyt ihmisen toimesta ollaan tasossa 389 ppm, joka on yli kolmanneksen enemmän kuin koskaan useaan miljoonaan vuoteen.

Ihmiskunta on voimallisesti kajonnut ilmakehän koostumuksen luonnolliseen vaihteluun

Mihin kasvihuonepäästöt menevät?

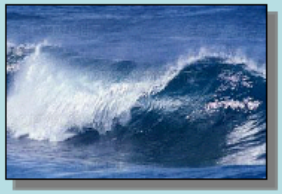
Ihmisen emissioista n. puolet jää ilmaan

- 45% ilmakehään
  - Kasvaa 0.24 %/y

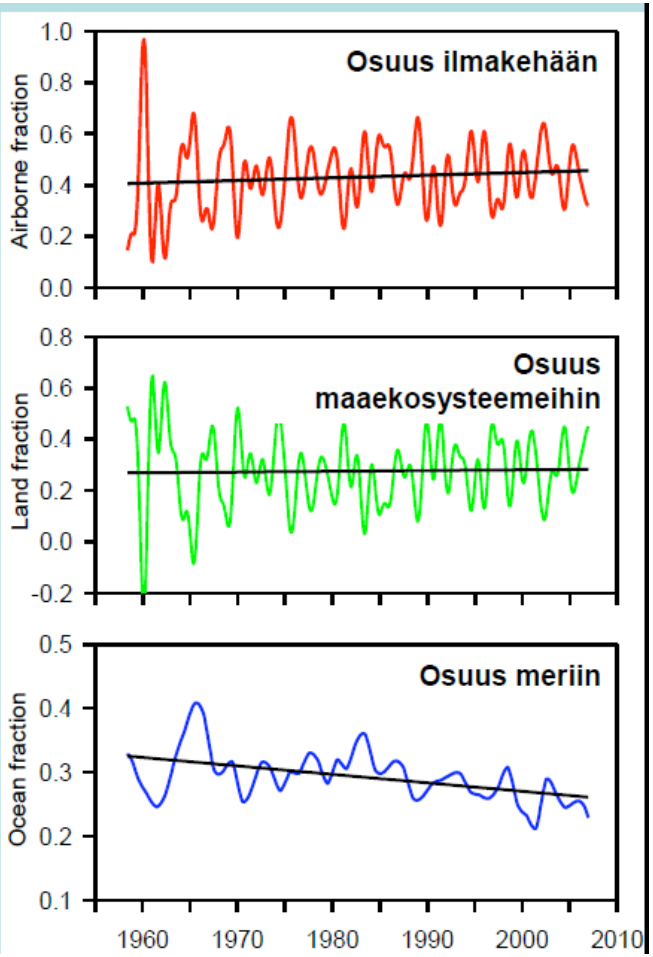


- 30% maa-
- kasvillisuuteen
  - Stabiili

- 25% meriin
  - Pienenee 0.8 %/y

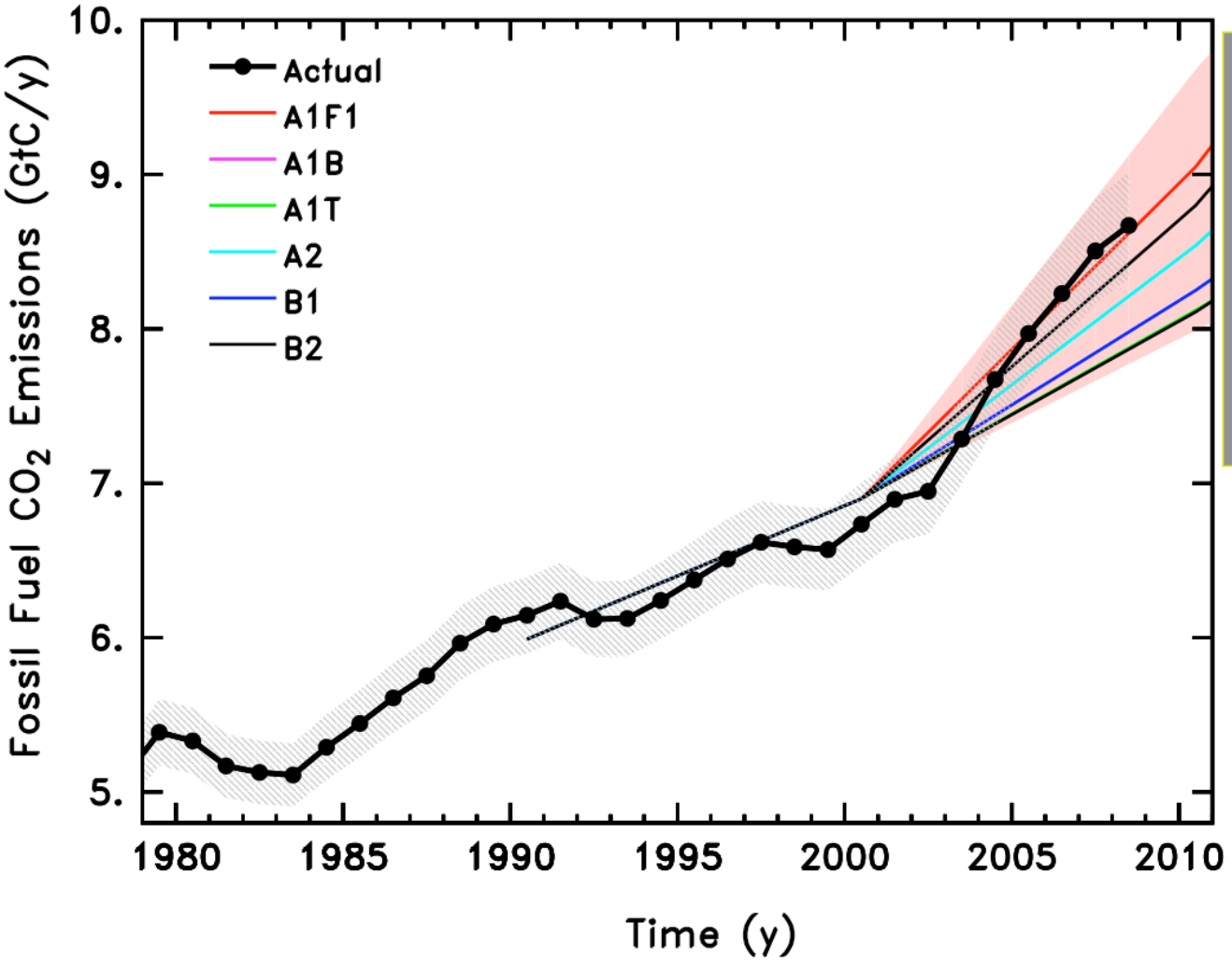


Canadell et al. (2007) PNAS
Raupach et al. (2008) Biogeosciences



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

GLOBAALIT CO_2-PÄÄSTÖT 1980-2008



CO2-päästöjen toteutunut kehitys noudattaa A1FI-skenaariota ("fossil intensive"), jossa v. 2100 CO2-pitoisuus on kolminkertaistunut (n. 1000 ppm)

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Aerosolit ja tulivuoret ilmastonmuutoksessa

Eyjafjalla huhtikuu 2010

Aerosolien vaikutus ilmaston-muutoksessa

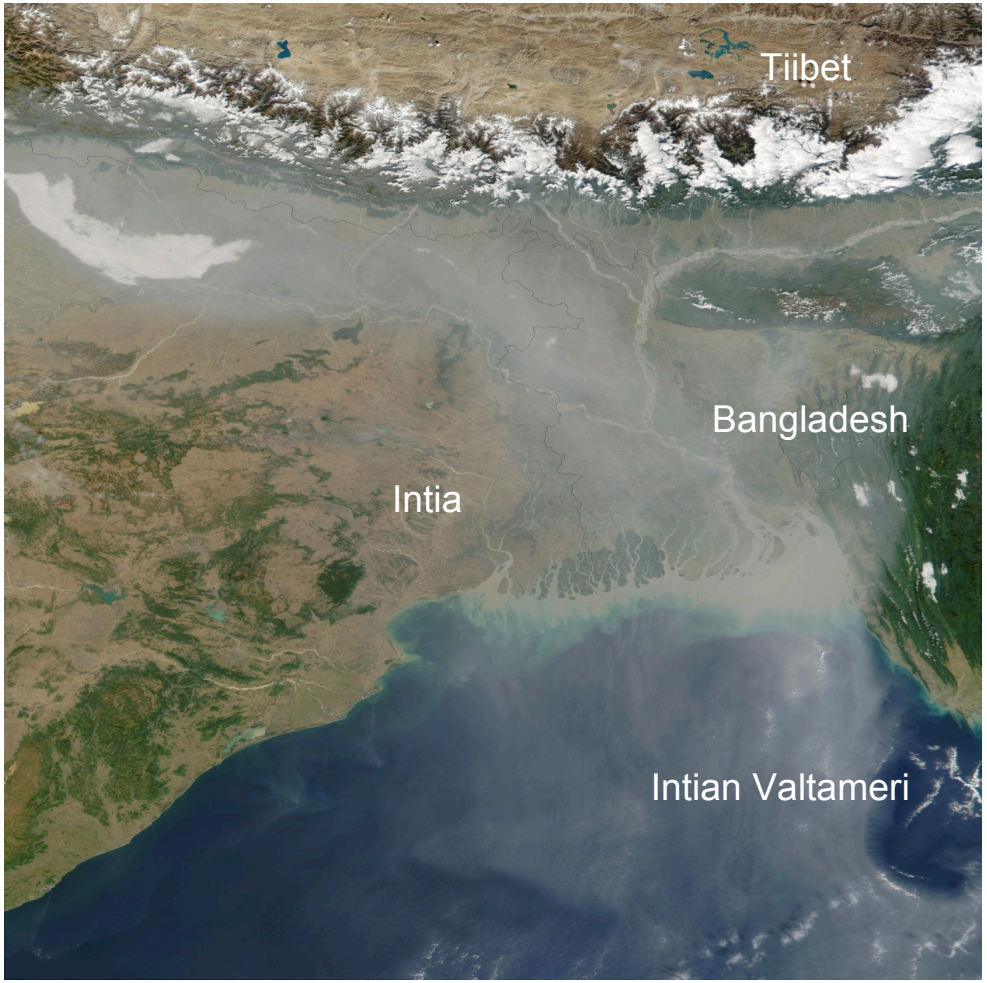
- Aerosolit viilentävät maapalloa, mutta niiden vaikutus jää tulevina vuosina hiilidioksidin aiheuttaman lämpenemisen varjoon
- Kasvihuonekaasujen säteilypakote on noin +2,6 W/m^2, aerosolien noin -1,0 W/m^2
- Paikallisesti aerosolien ilmastovaikutukset pysyvät merkittävinä
- Mustaa hiiltä sisältävät aerosolit?
- Tulivuoripurkauksissa maapallon lämpötila laskee merkittävästi (Pinatubo 1992: -0.5 °C)

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Aerosolit samentavat ja jäähdyttävät ilmakehää

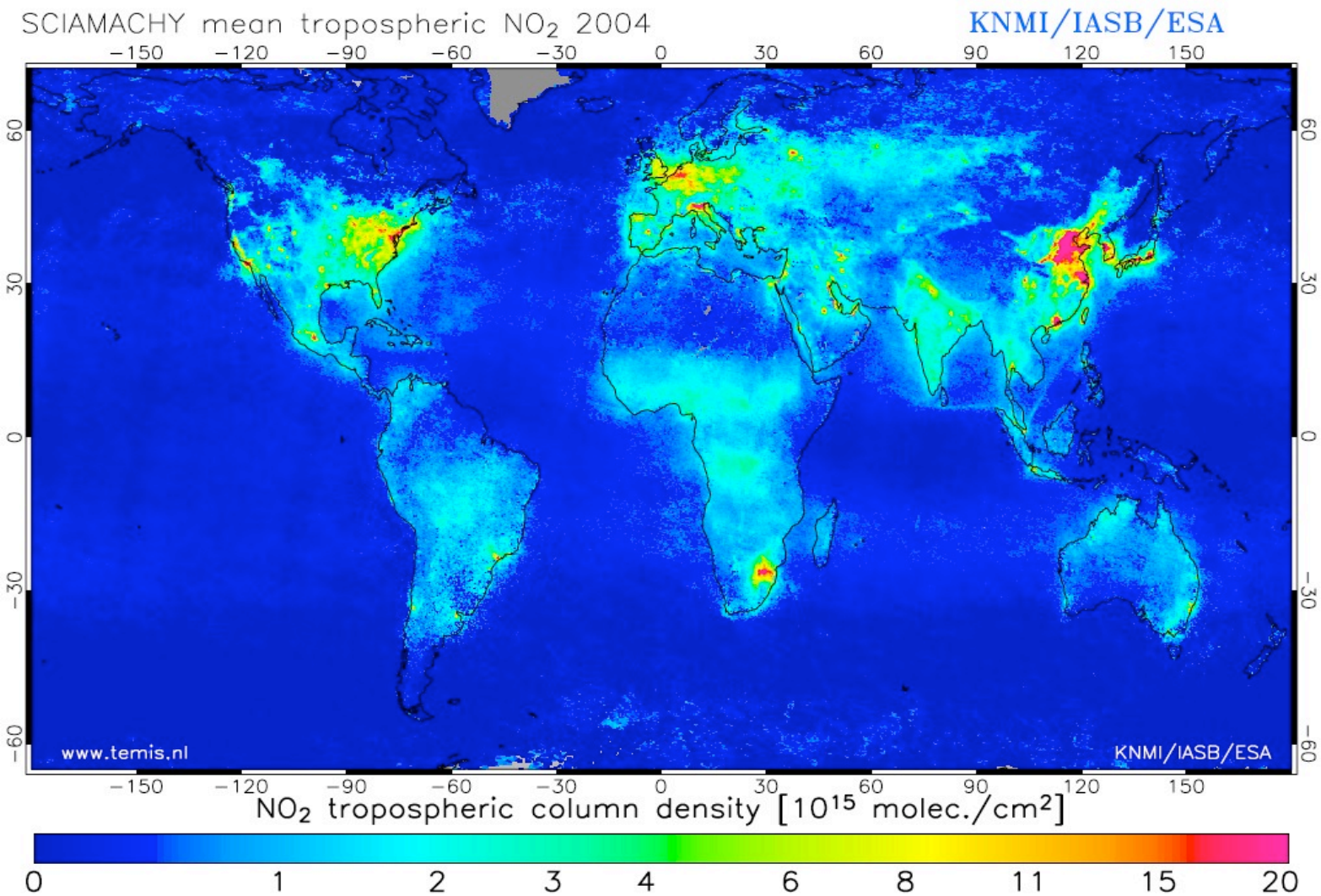
Kuvat: Ismo K. Koponen ja Petteri Mönkkönen

Aerosolipilviä (”Brown Clouds”) Aasiassa

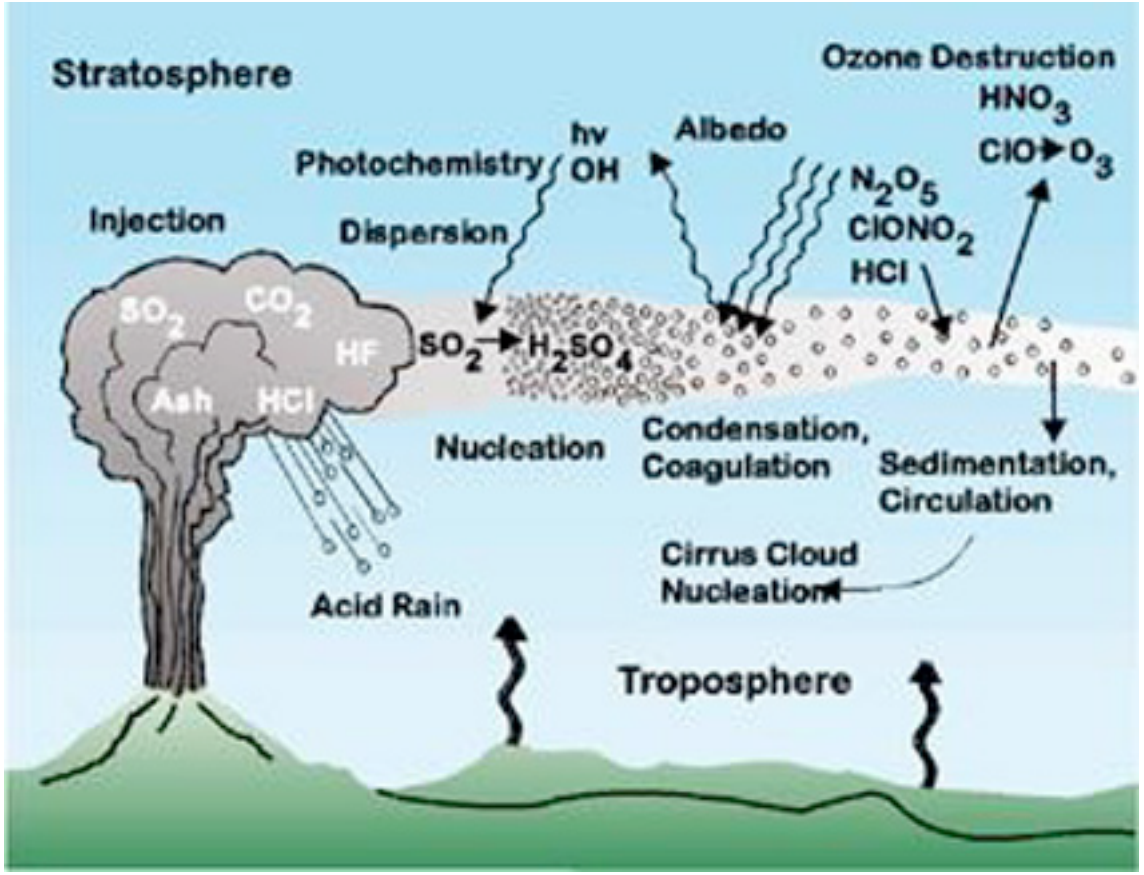


Fossiilisista polttoaineiden palamistuotteista ja muista polttojätteistä syntyy laajoille alueille aerosolien ja mustan hiilen pilviä, jotka ovat merkittäviä paikallisia ilmastonmuutostekijöitä

Ilmansaastelähteitä: typpioksidi NO_2



Tulivuoripurkauksien vaikutus ilmastoon



Jos tulivuoren purkauskaasut nousevat ylös stratosfääriin (> 20 km) siitä aiheutuu yleensä ilmastollisia häiriöitä moneksi vuodeksi. Maapallo viilenee. Syynä ovat mm. tulivuori-kaasujen rikkidioksidi, joka muuntuu ylhäällä rikkihapoksi. Se heijastaa auringon säteilyä ja siten alhaalla jäähtyy, mutta stratosfääri lämpenee Mukana on myös otsonia tuhoavia kemiallisia aineita.

Viimeksi merkittävin tällainen purkaus oli Pinatubo Filippiineillä v. 1991

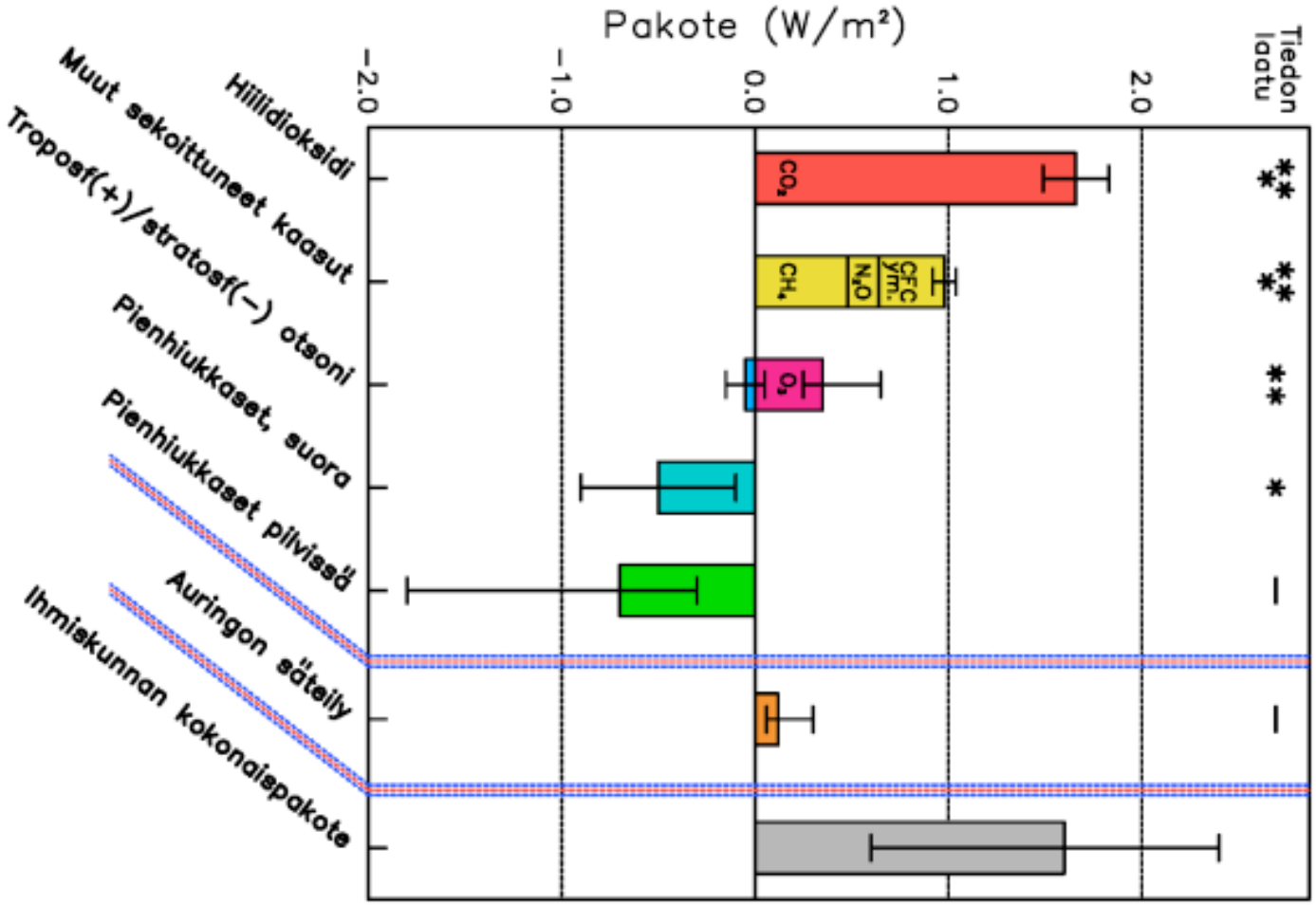
Eyjafjallan purkaus keväällä 2010 ei aiheuttanut ilmastollisia häiriöitä, koska purkauspilvi jäi stratosfääriä alemmas 3-5 km korkeudelle

Suuria tulivuoripurkauksia, joilla on ollut ilmastovaikutuksia: Laki 1783, Tambora 1815, Krakatao 1883, Mt. Katmai 1912, Mt. St.Helens 1980

Ilmasto ja aerosolihiukkaset

- **Hyvät aerosolihiukkaset**
  - Hidastavat ilmastonmuutosta
  - Metsistä ja muusta biosfääristä
- **Pahat aerosolihiukkaset**
  - Kiihdyttävät ilmastonmuutosta
  - Musta hiili (noki) epätäydellisestä palamisesta
  - Energiantuotannosta ja liikenteestä
- **Hiukkaset ja terveys**

Ilmastoa muuttavat tekijät (säteilypakotteet) 1750-2005

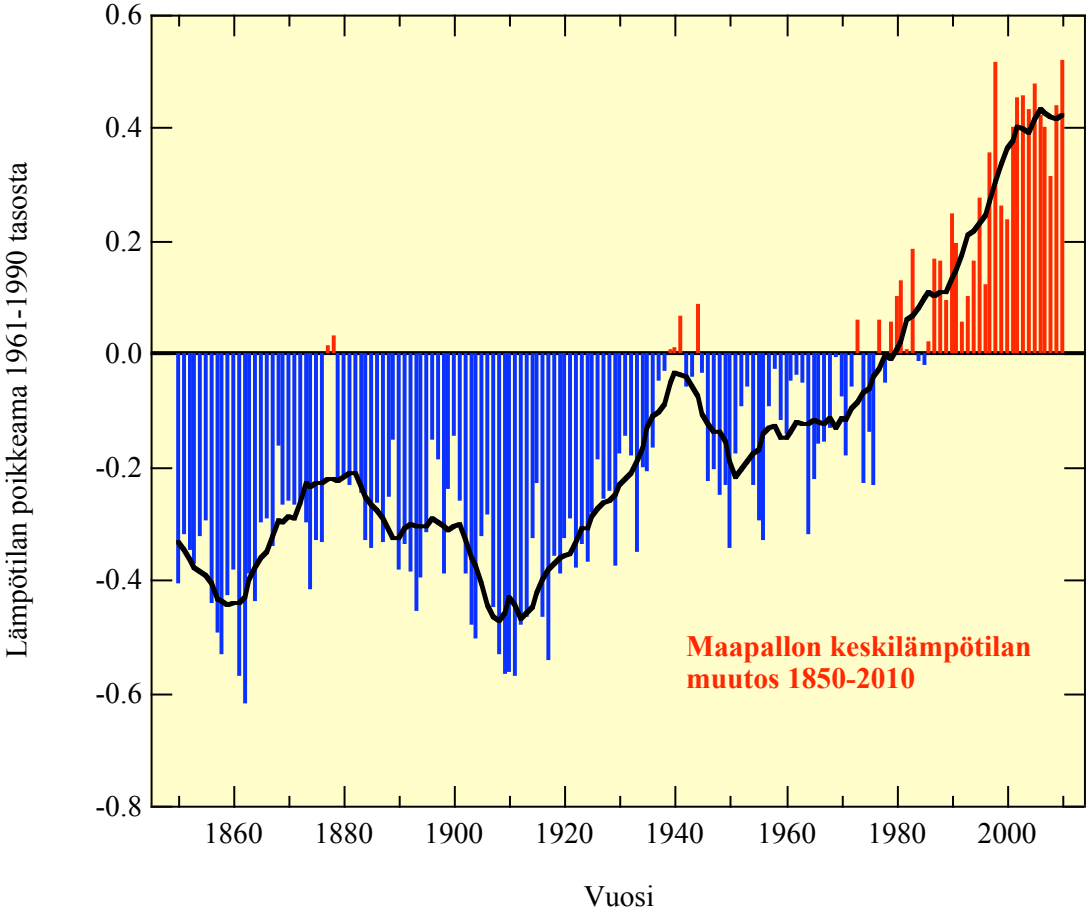


ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Havaitut lämpötilan muutokset

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Maapallon lämpötilan kehitys 1850-2010

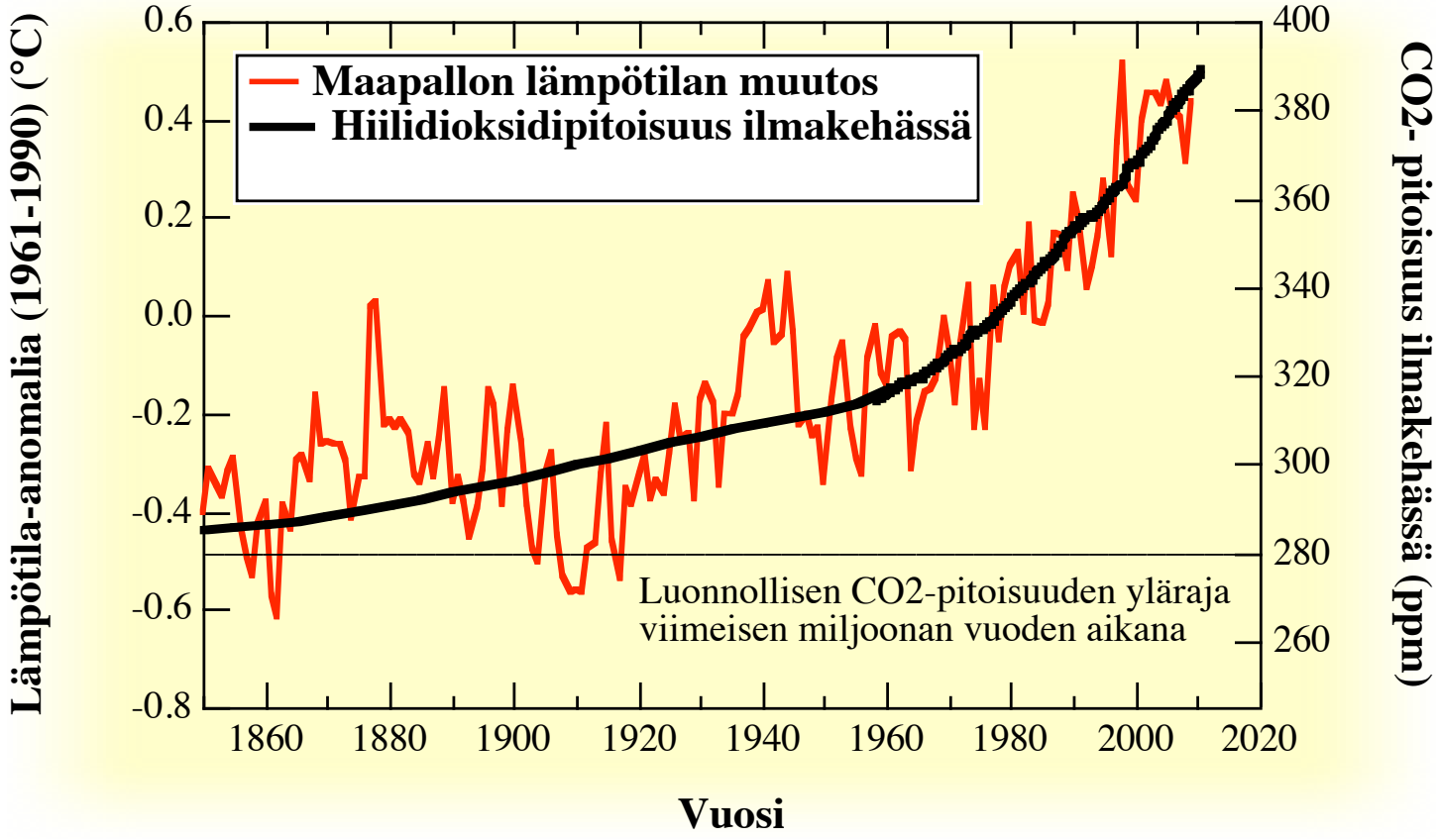


Lähde: Hadley Centre, Climatic Research Unit, Univ. of East-Anglia, UK

Kuva: © Ilmatieteen laitos

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

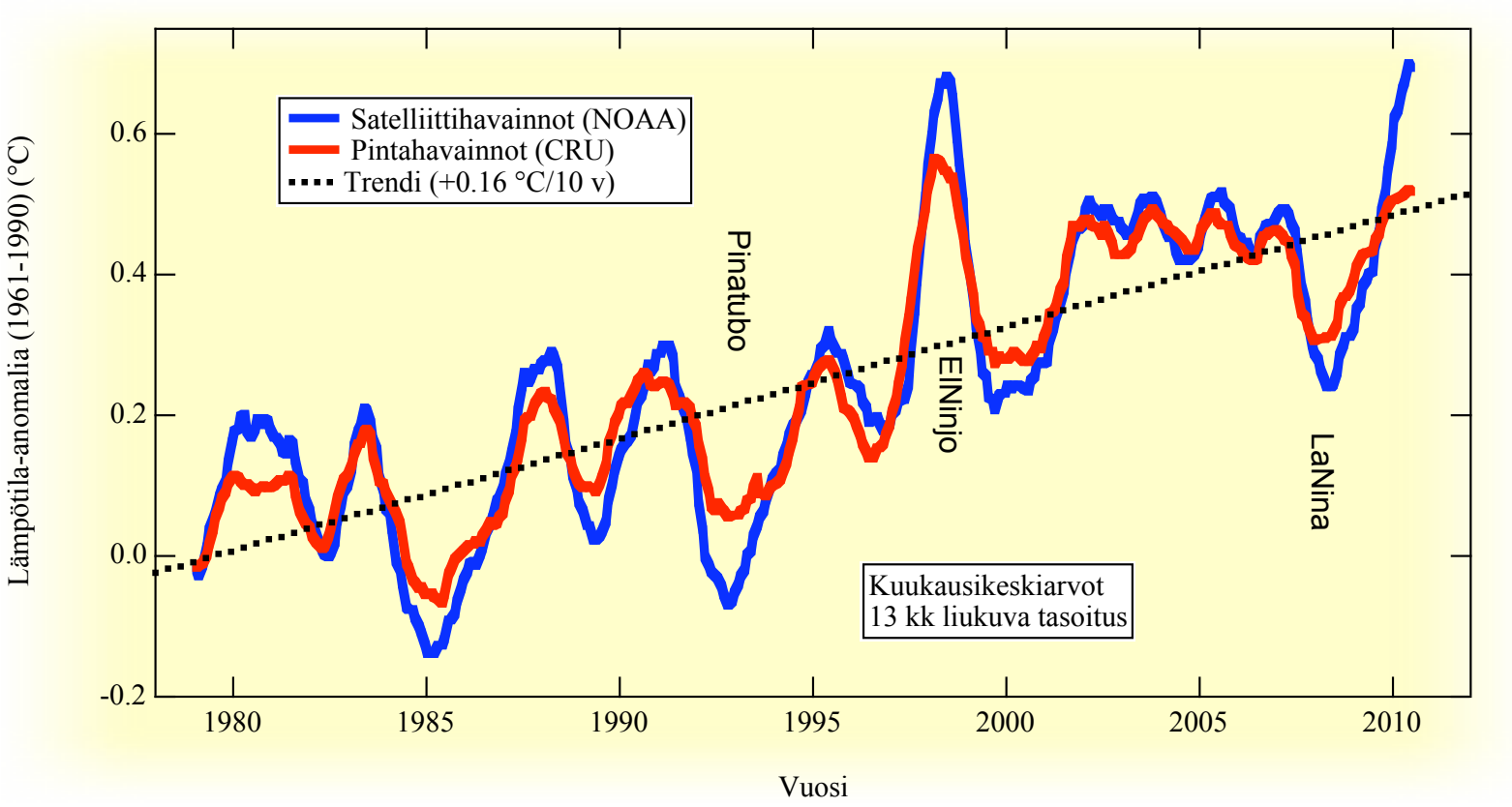
CO_2-pitoisuus kasvaa - lämpötila nousee



CO_2-pitoisuus vuonna 2010 on 389 ppm. Se on kasvanut vuodesta 1850 noin 35 % ja se on korkeammalla tasolla ainakin miljoonaan vuoteen.

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

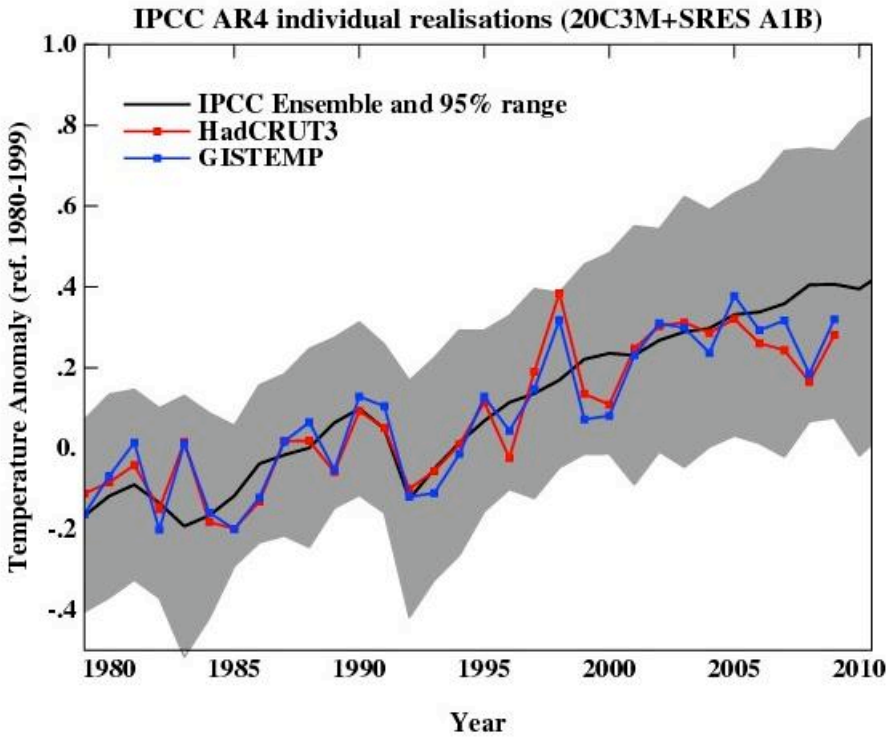
Maapallon lämpötila nousee +0,16 °C/10 v



1979 - 2010

Satelliitti- ja pintahavainnot näyttävät samanlaista vaihtelua ja kasvua

Havaittu lämpötilanmuutos vs. ilmastomallisimulaatiot

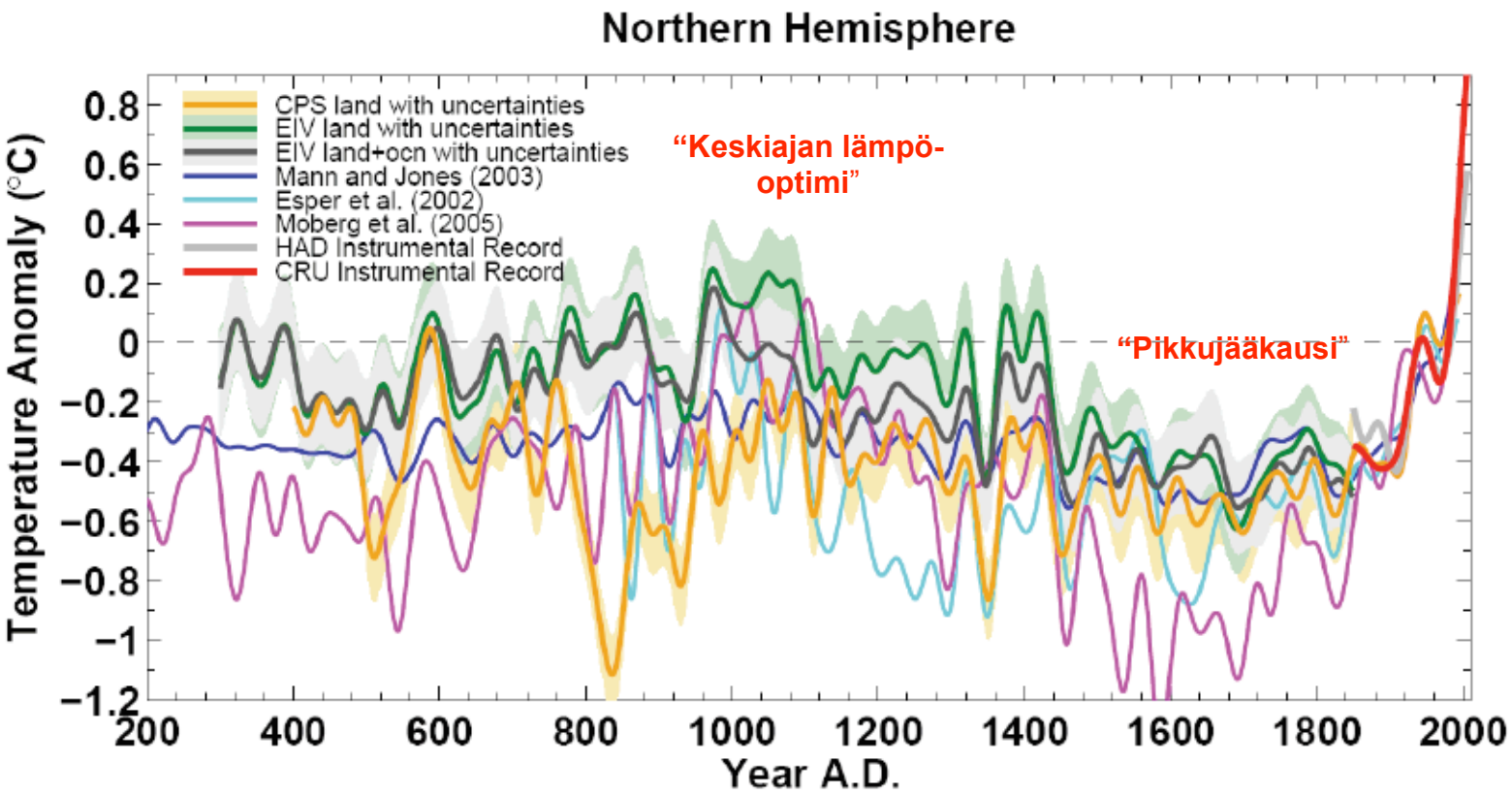


Luvut poikkeamia vuosien 1980-1999 keskilämpötilasta

- Maapallon keskilämpö on noussut 2000-luvulla hiukan hitaammin kuin ilmastomallisimulaatioissa keskimäärin
- Ero voi hyvin selittyä ilmaston luonnollisella vaihtelulla: samanlaisia hitaan lämpenemisen jaksoja malleissakin

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

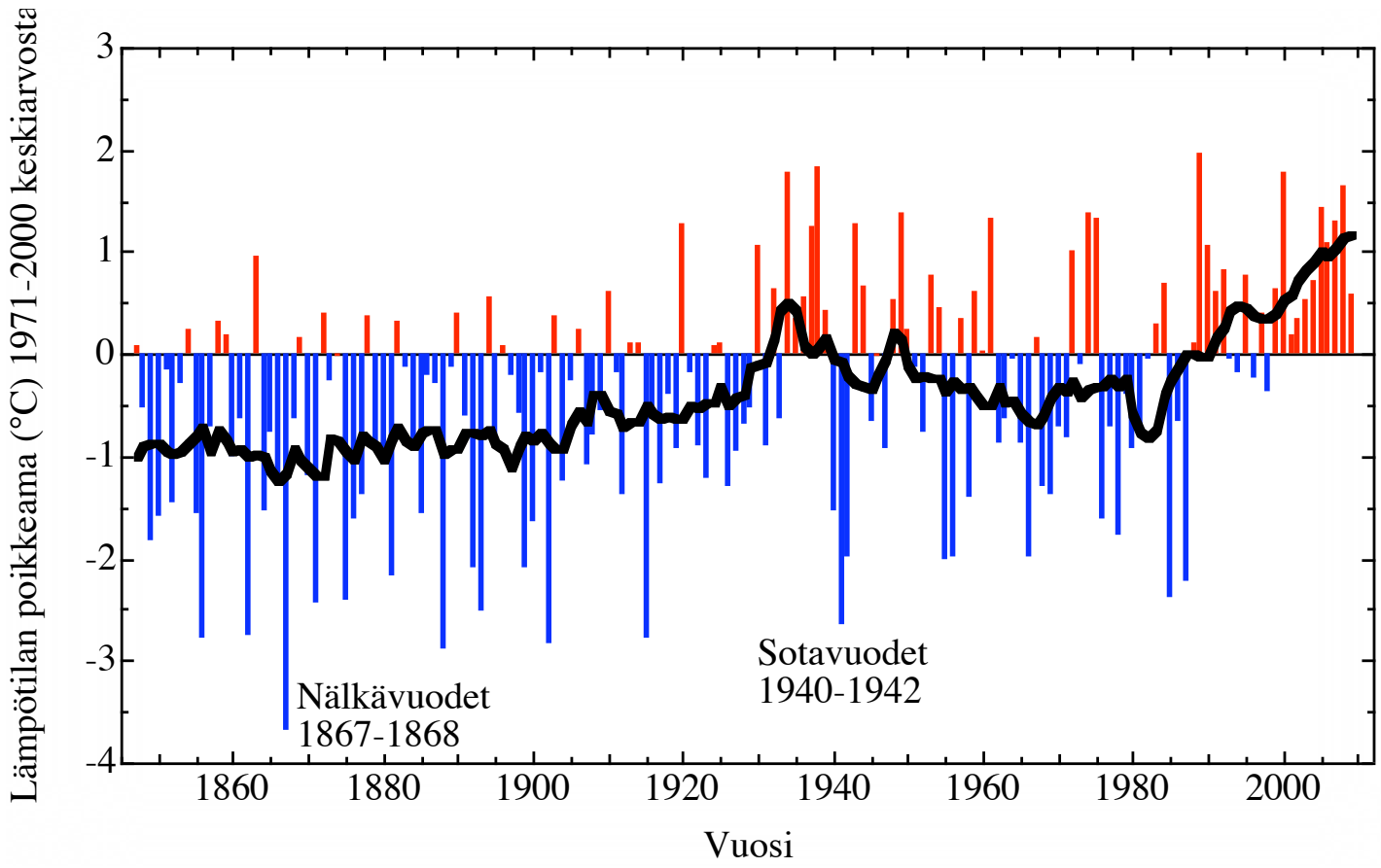
Pohjoisen pallonpuoliskon lämpötila A.D. 200-2000



Lämpötila on nyt korkeampi kuin yli 1500 vuoteen.
Kuva: Mann et al., 2008

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Suomen lämpötilan kehitys 1847-2009



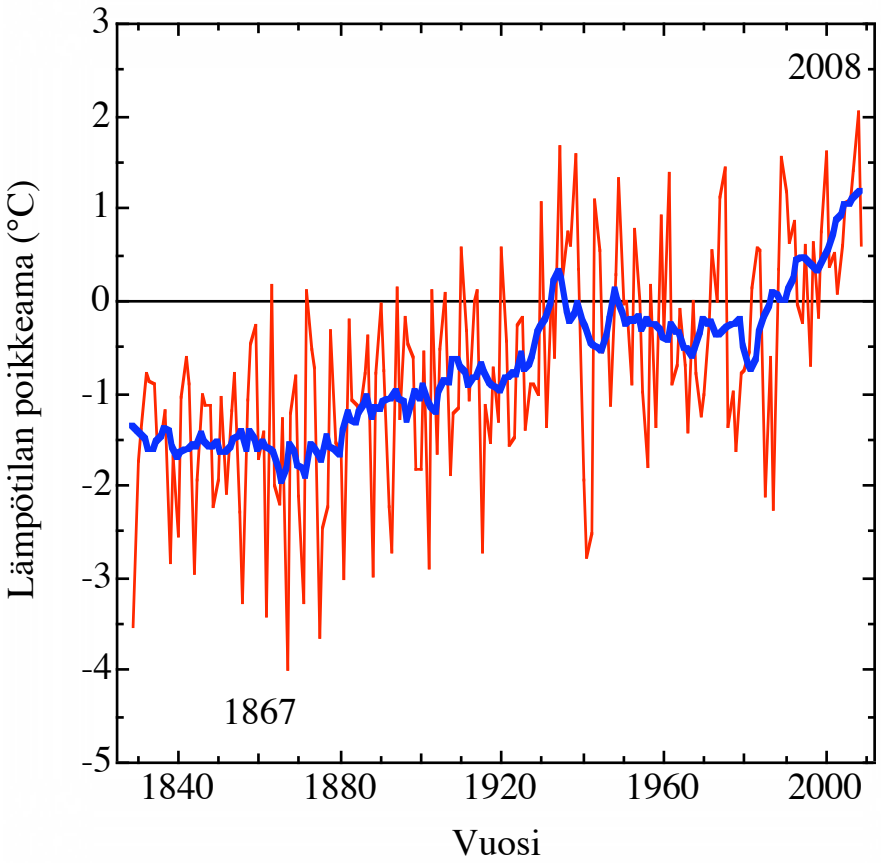
Kylmin lämpötila Suomessa: Kittilä 28.1.1999 - 51,5 °C,
korkein: Liperi 29.7.2010 +37,2 °C

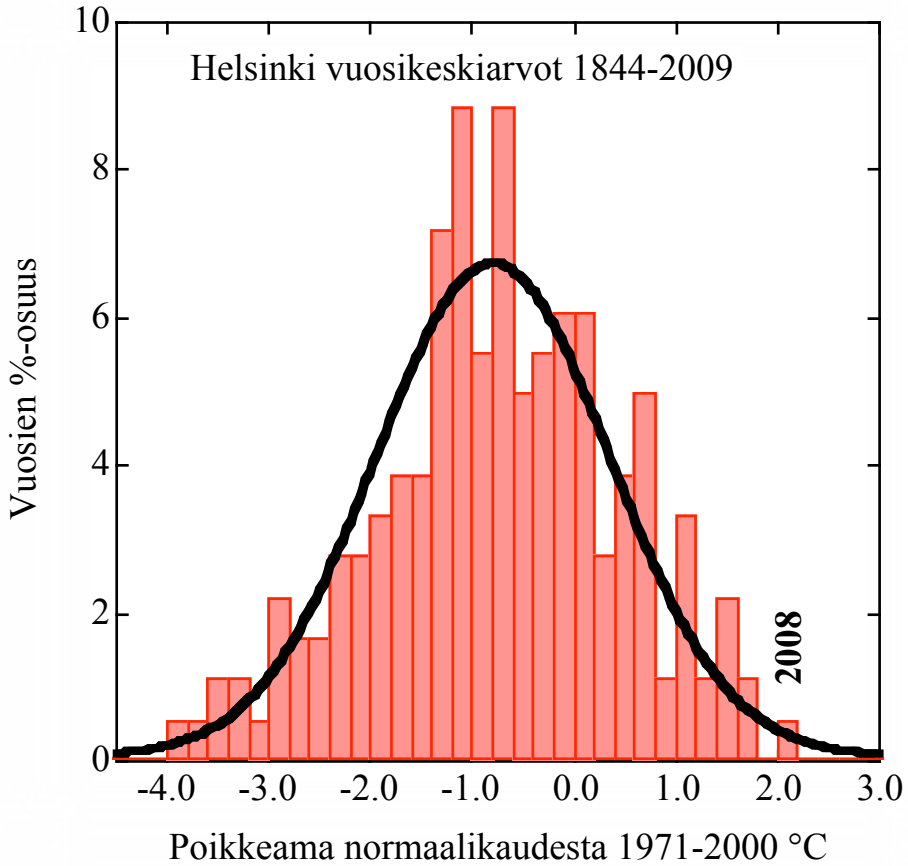
Kuva: © Ilmatieteen laitos

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Helsingin lämpötilat 1829-2009

Vuosi 2008 oli lämpimin 179 vuoteen. Talvi 2009/10 oli 8. kylmin 50 vuoteen. Heinäkuu 2010 lämpimin 166 vuoteen





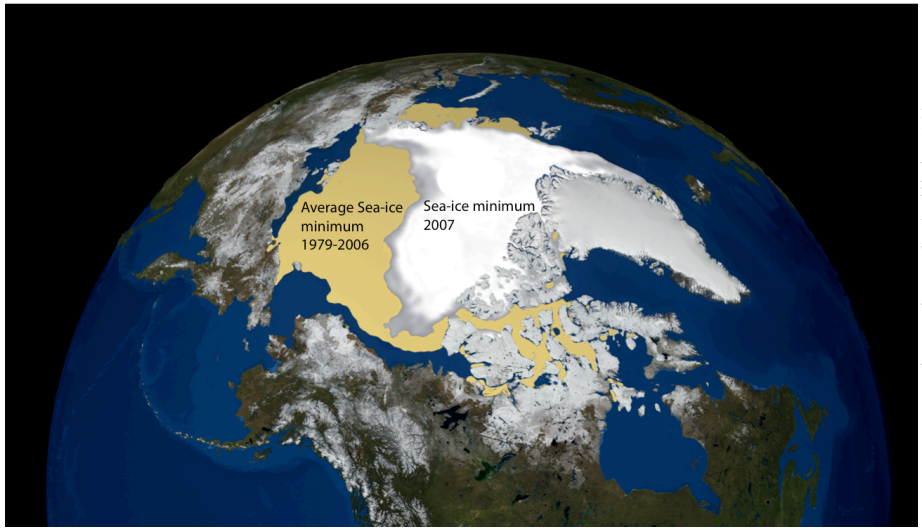
Säät vaihtelevat – mikä on tavallista, mikä poikkeuksellista?

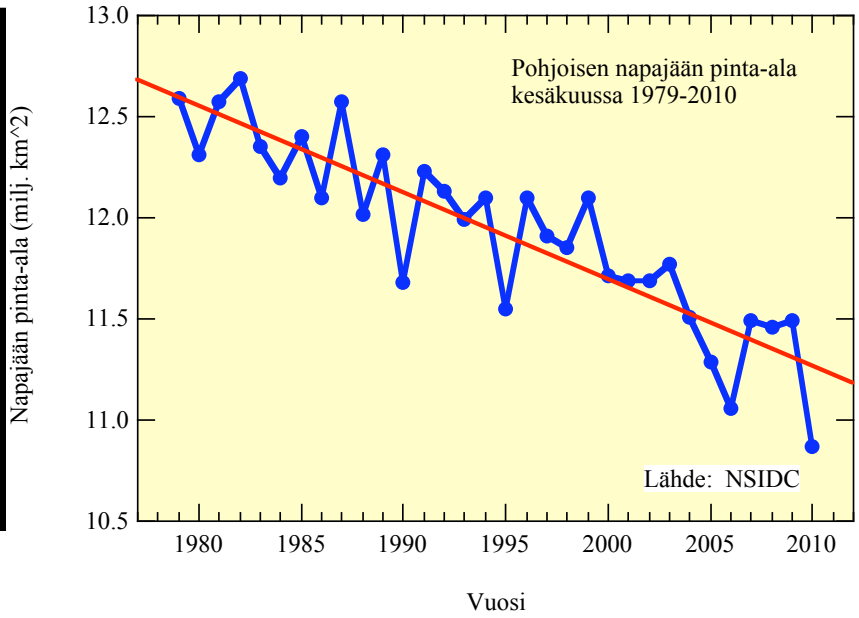
- Suomen ilmastolle on tyypillistä suuri **luonnollinen vaihtelu**
  - → Säät voivat vaihdella nopeasti päivästä toiseen – tai voivat olla vaihtelemattakin…
  - → Sääolot saattavat olla peräkkäisinä vuosina hyvin erilaiset
- Miksi?
  - **Atlantti vs. Euraasia**, merellinen vs. mantereinen – ilmavirtauksen suunta määrää meillä vallitsevan sään
  - **Matala- ja korkeapaineet** vaihtelevine reitteineen ja voimakkuuksineen

  ”Vuodet eivät ole veljeksiä”
  - Tarkasteltaessa Suomen säätä riittävän kauan saadaan kuitenkin selville säätilojen pitkäaikainen tilastollinen käyttäytyminen
    - Löydetään tietyt keskiarvot ja vaihteluvälit, sekä ääriarvot

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Pohjoisen jäämeren kesänajan jääpeite pienenee…





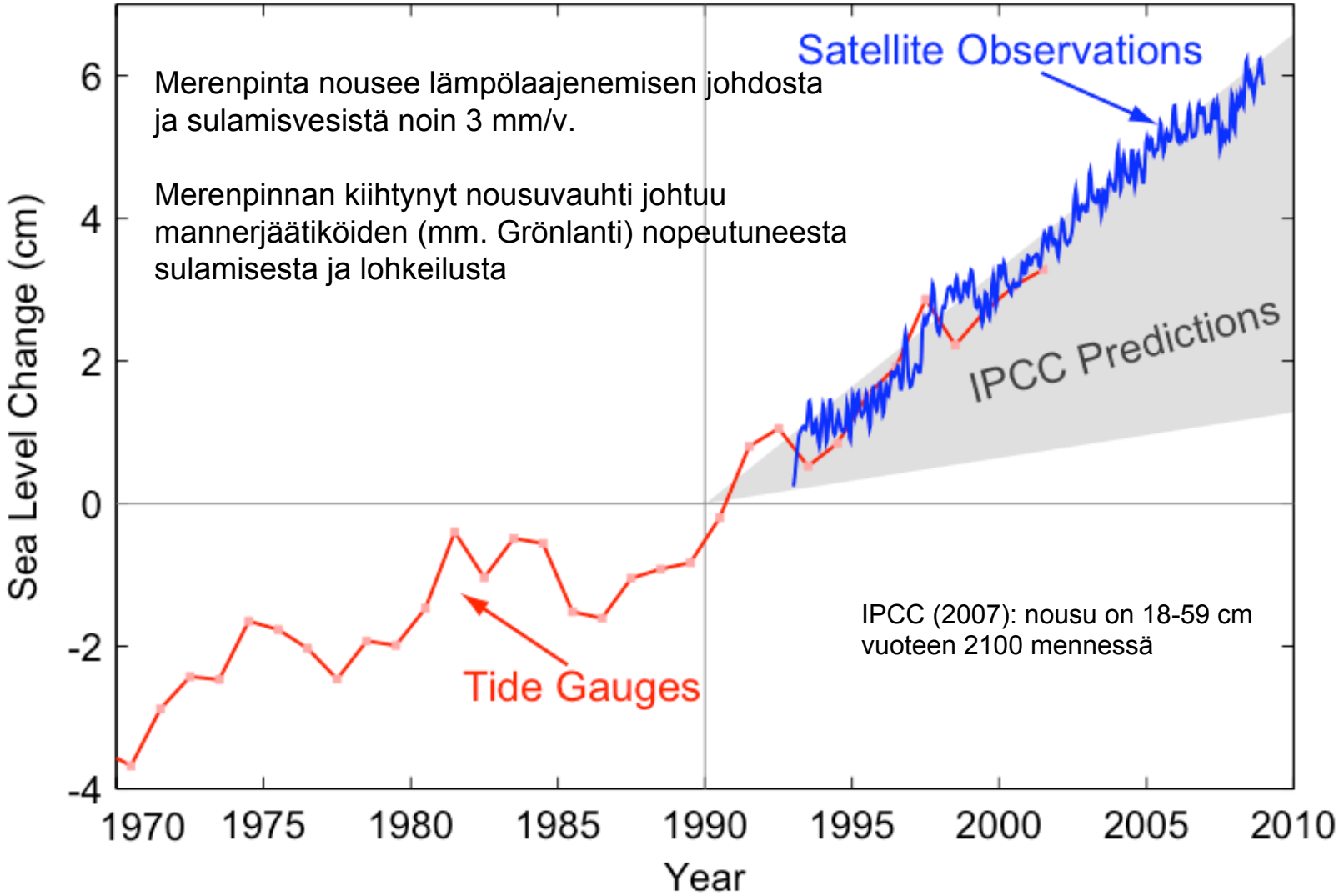
Pohjoisen jäämeren jää on vähentynyt nopeammin kuin yhdessäkään ilmastomallissa. Etelämantereella jään määrä on lievässä kasvussa.

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Meret ja jäätiköt ilmastonmuutoksessa

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Merenpinnan nousu 1970-2010



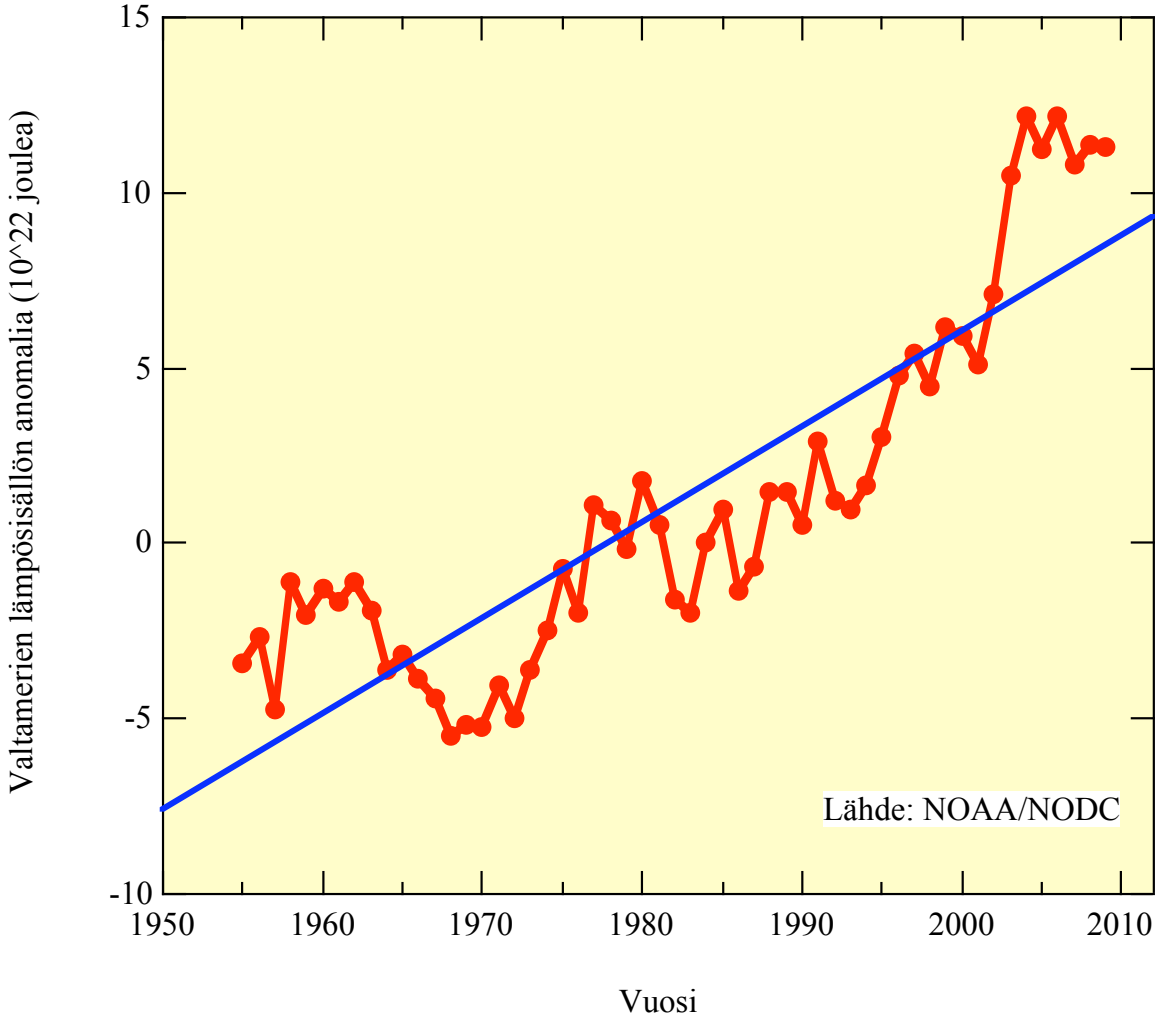
Merenpinta nousee lämpölaajenemisen johdosta ja sulamisvesistä noin 3 mm/v.

Merenpinnan kiihtynyt nousuvauhti johtuu mannerjäätiköiden (mm. Grönlanti) nopeutuneesta sulamisesta ja lohkeilusta

IPCC (2007): nousu on 18-59 cm vuoteen 2100 mennessä

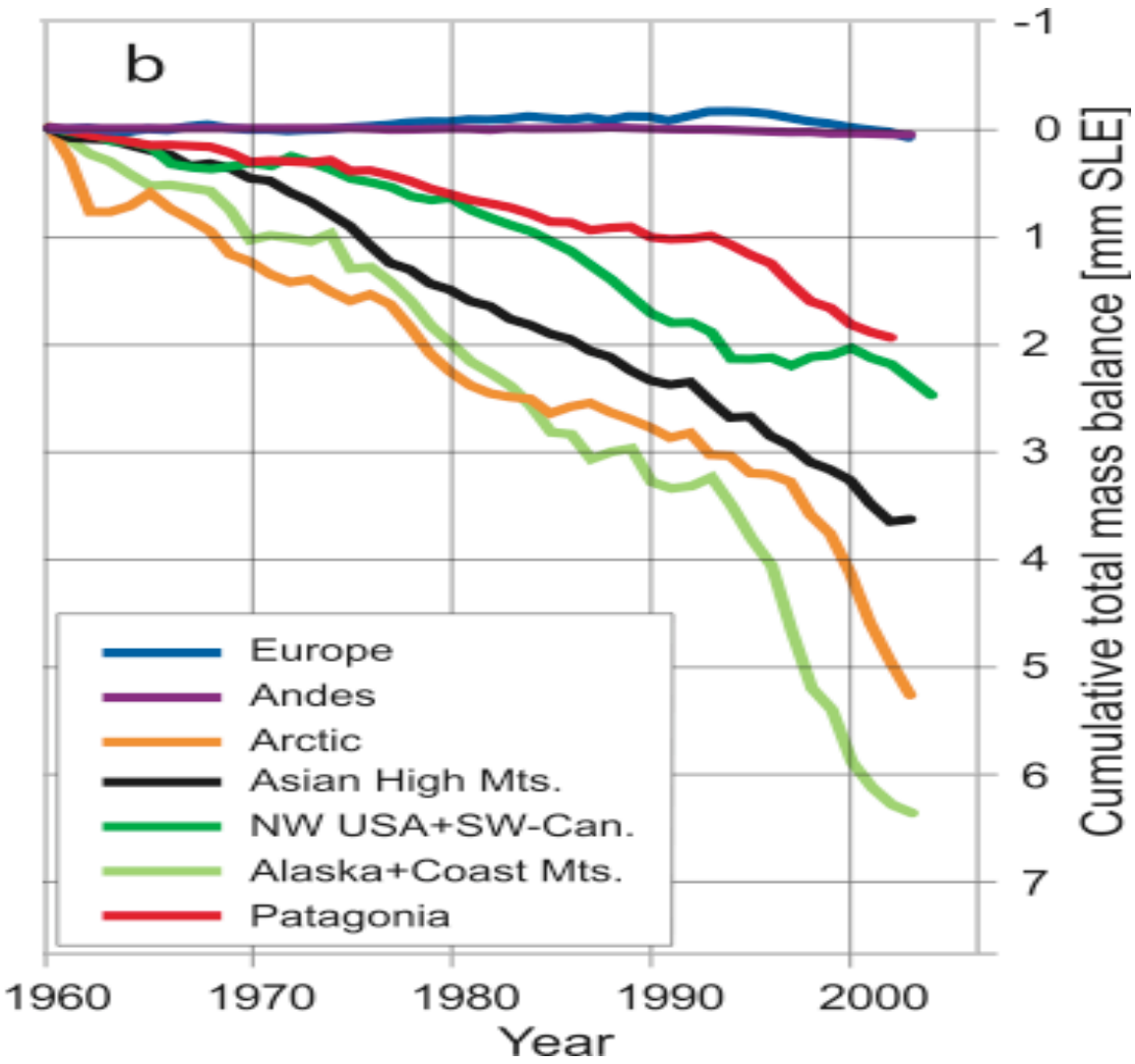
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Merten lämpeneminen 1955-2009



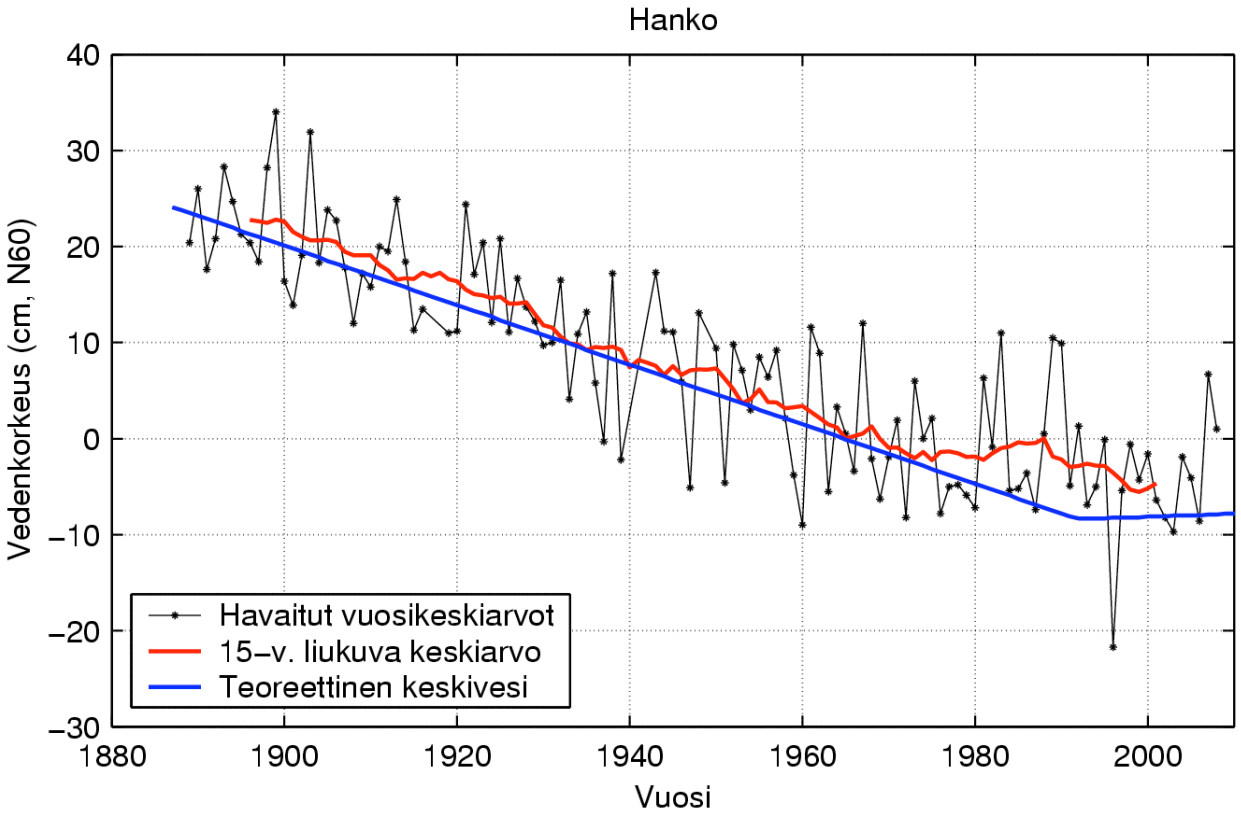
Merien (0-700 m) lämpösisältö jouleina (J)

JÄÄTIKÖIDEN MASSAKATO



Itämeren vedenkorkeuteen vaikuttavat tekijät

- Valtameren pinta
- Maan kohoaminen
- Itämeren vesibalanssi
- Suolaisuus
- Tuulet ja ilmanpaine



=> Pitkällä aikavälillä valtameren pinnan nousun ja maankohoamisen suhde pääasiassa määrää sen, laskeeko vai nouseeko merenpinta maan suhteen.

Ilmastonmuutosindikaattoreita

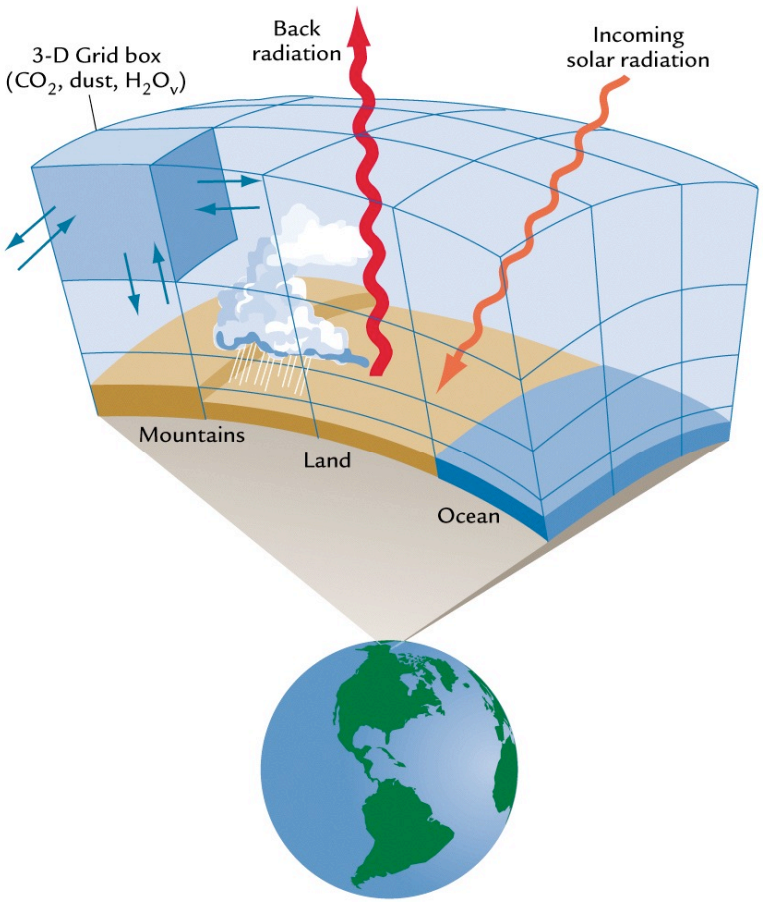
(NOAA State of the Climate in 2009)

- Hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen pitoisuus voimakkaassa nousussa
- Pintalämpötilat ovat selvässä nousussa edelleen
- Merenpinta nousee
- Valtamerten pintavedet lämpenevät
- Arktinen merijää vähenee
- Merten pintalämpötila nousee
- Pohjoisen pallonpuoliskon lumipeite supistuu
- Ilmakehän vesihöyryn määrä lisääntyy
- Jäätiköt menettävät massaansa
- Merialueiden ilman lämpötila nousee
- Alailmakehän lämpötila nousee
- Stratosfäärin lämpötila laskee

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastoennusteet aikavälille 2050- 2100

Ilmastomalli simuloi ilmakehän fysikaalisia muutoksia



Basic Equations

Conservation of momentum:

$$\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} = -(\vec{V} \bullet \nabla)\vec{V} - \frac{1}{\rho}\nabla p - \vec{g} - 2\vec{\Omega} \times \vec{V} + \nabla \bullet (k_m \nabla \vec{V}) - \vec{F}_d$$

Conservation of energy:

$$\rho c_p \frac{\partial T}{\partial t} = -\rho c_p (\vec{V} \bullet \nabla)T - \nabla \bullet \vec{R} + \nabla \bullet (k_T \nabla T) + C + S$$

Conservation of mass:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = -(\vec{V} \bullet \nabla)\rho - \rho(\nabla \bullet \vec{V})$$

Conservation of H_2O (vapor, liquid, solid):

$$\frac{\partial q}{\partial t} = -(\vec{V} \bullet \nabla)q + \nabla \bullet (k_q \nabla q) + S_q + E$$

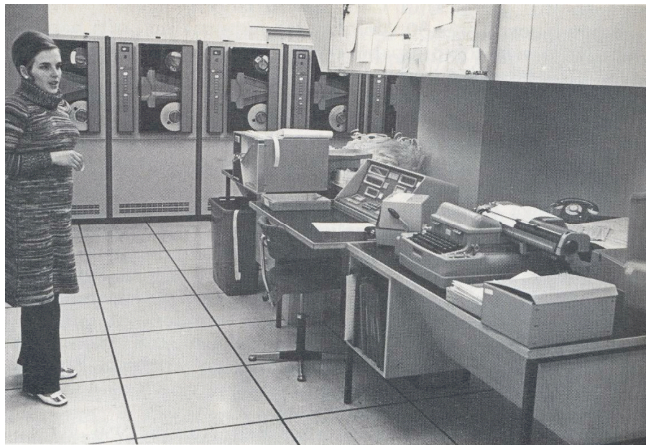
Equation of state:

$$p = \rho R_d T$$

V = velocity
T = temperature
p = pressure
ρ = density
q = specific humidity
g = gravity
Ω = rotation of earth
F_d = drag force of earth
R = radiation vector
C = conductive heating
c_p = heat capacity, const. p
E = evaporation
S = latent heating
S_q = phase-change source
k = diffusion coefficients
R_d = dry air gas constant

Supertietokone sää- ja ilmastomallien laskennassa

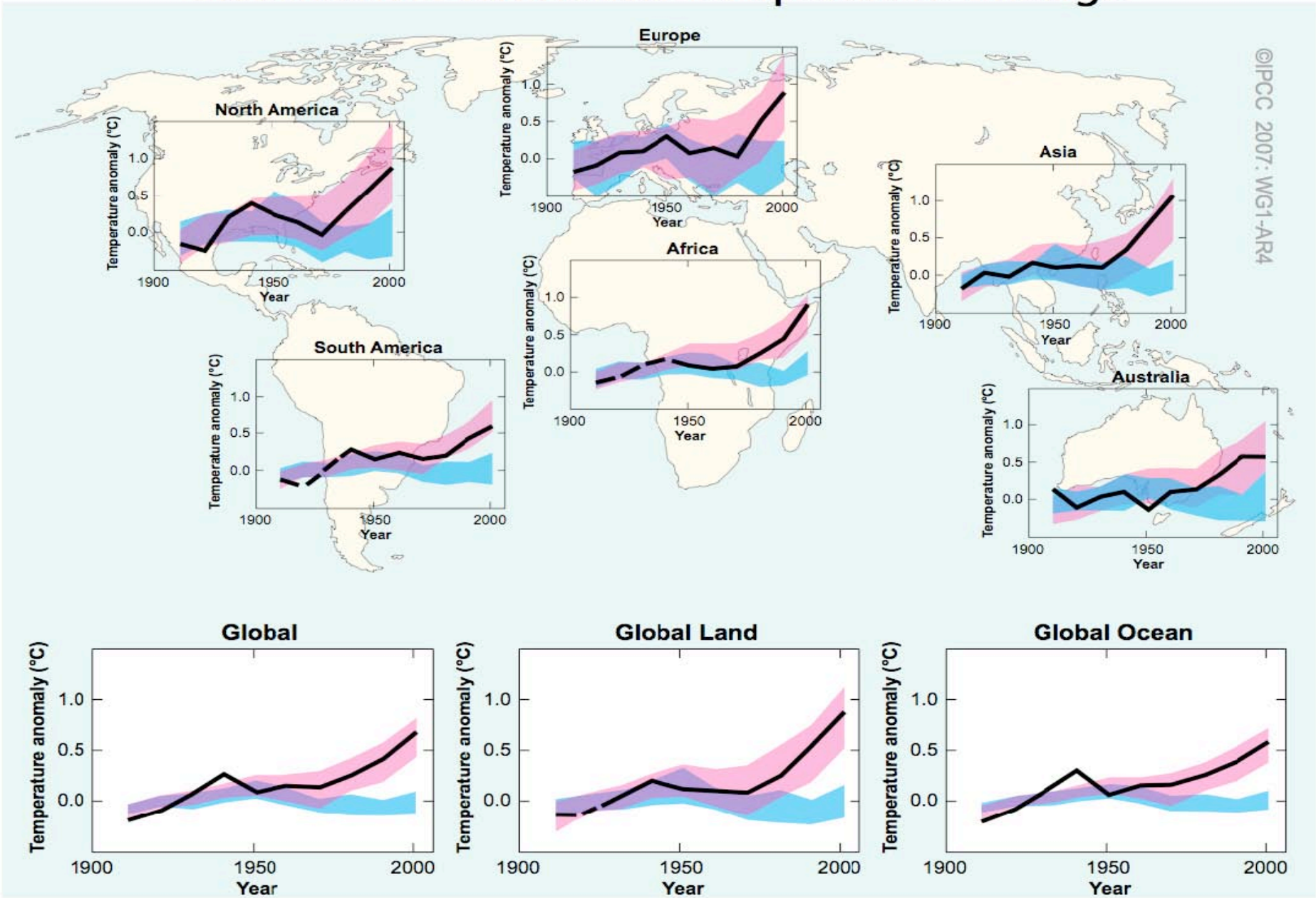
- **Suurteholaskentaympäristöt 2000-luvulla**
  - IL SGI Altix (2005-2010)
    - 1,8 Tflops
  - IL/CSC Cray XT5m (2009-)
    - 34,6 Tflops



Ensimmäinen tietokone IL:ssa v. 1969
100 000 laskutoimitusta sekunnissa

Cray supertietokonen 2009. Suomen toiseksi tehokkain tietokone: 35 000 miljardia laskutoimitusta sekunnissa

Global and Continental Temperature Change



Ilmastomallien tuloksia

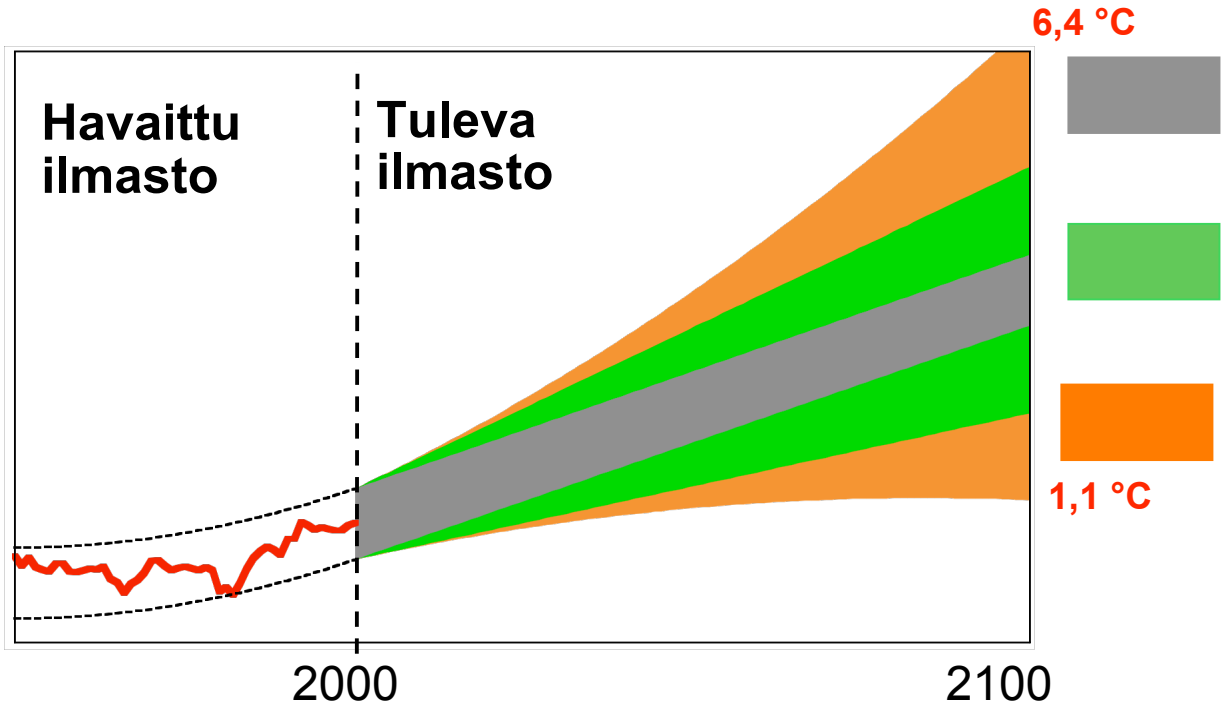
Sininen: lämpötilan luonnollinen vaihtelu. Punainen: lämpötila, kun ihmisperäiset kasvihuonekaasut huomioidaan

Miten ilmakehän lämpötila nousee:

- **Lämpötilan nousu (ΔT) (tasapainotilassa), kun ilmakehän CO_2-pitoisuus kasvaa kaksinkertaiseksi (280 ppm - 560 ppm) esiteollisesta ajasta (1750) noin vuoteen 2050.**
- **Vain 2 x CO_2: $\Delta T \approx +1.1$ °C**
- **Kun palautevaikutukset (mm. H_2O:n voimistava kasvihuonevaikutus) otetaan huomioon, niin $\Delta T \approx +2.0 \ldots +4.5$ °C, todennäköisimmin +3.0 °C.**
- **Ihmiskunnan tulevat energiaratkaisut (päästöt, rajoitukset yms.), niin $\Delta T \approx +1.1 \ldots +6.4$ °C vuonna 2095 verrattuna tasoon 1990.**

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Miksi tulevaisuuden ilmastoa ei voi ennustaa tarkasti?



Ilmasto vaihtelee luonnostaan

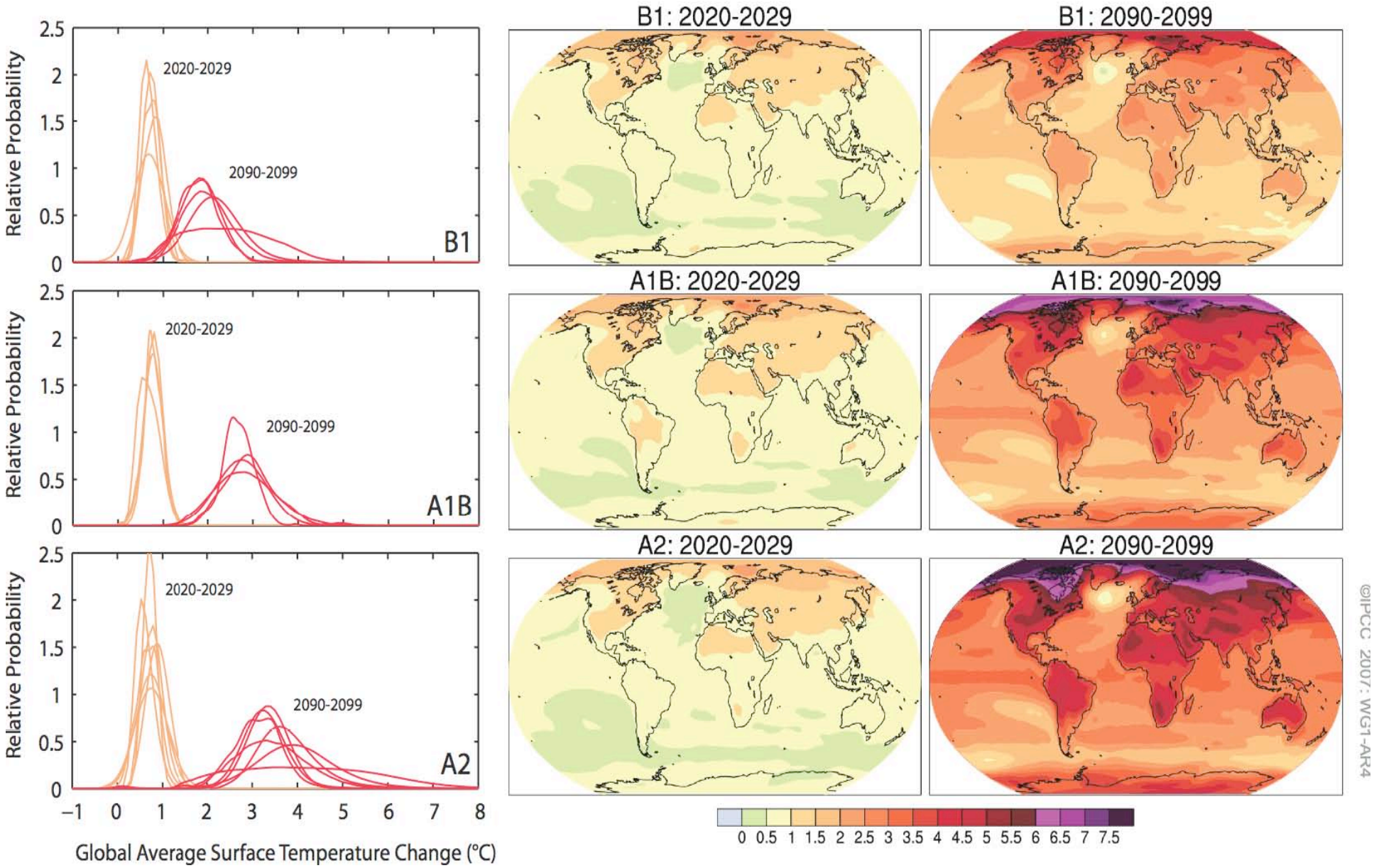
Mallittamiseen liittyy epävarmuutta

Päästöt riippuvat ihmiskunnan tulevista toimista

EPÄVARMUUKSIEN SUURUUS:	Lähi-tulevaisuus	Vuosisadan loppu
Luonnollinen vaihtelu	+	+
Mallit	(+)	++
Päästöskenaariot		++

Lähde: Jouni Räisänen (HY)

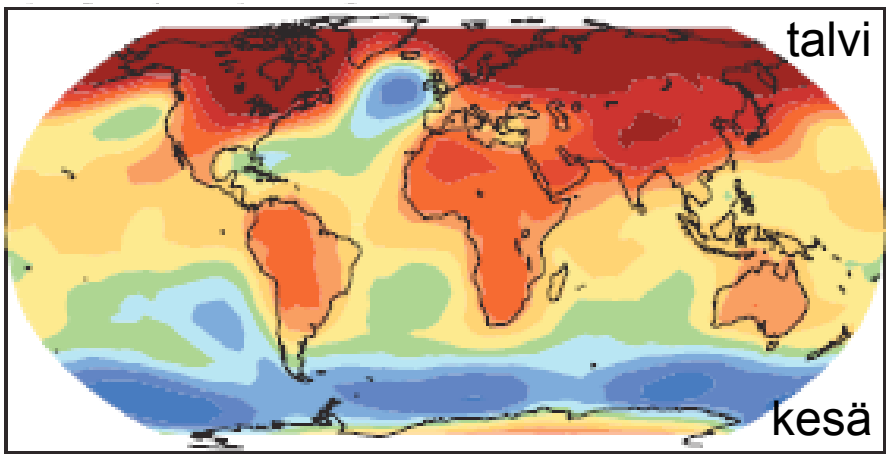
AOGCM Projections of Surface Temperatures



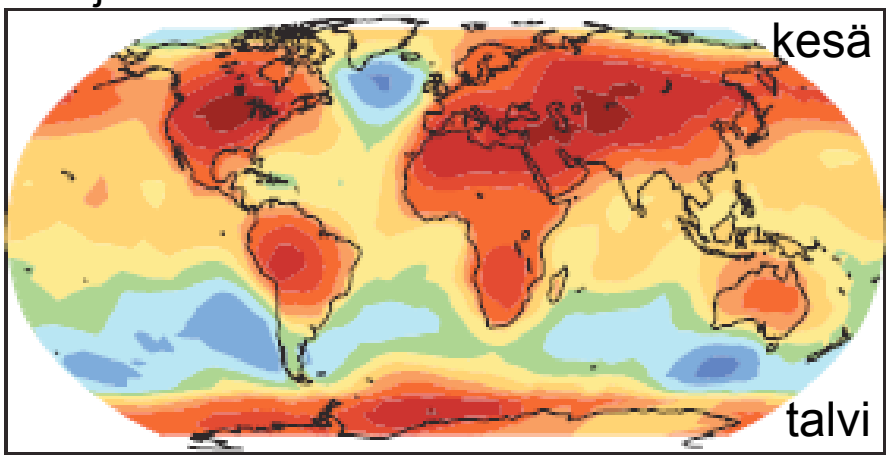
©IPCC 2007: WG1-AR4

Eniten lämpenevät mantereet ja pohjoinen napa-alue

Todennäköisyys, että lämpeneminen* >2°C



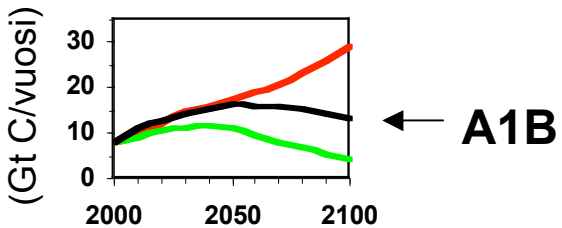
Yllä: joulu-helmikuu Alla: kesä-elokuu



- Kaikkialla maapallolla lämpenee
- Muutosten maantieteelliset piirteet
  - samanlaiset kuin mitä havaittu viime vuosikymmenien aikana
  - riippumattomat päästöskenaarioista
- Lumi- ja jääpeitteet kutistuvat, ikirouta ohenee
- Myrskyradat (=säähäiriöiden tyypilliset esiintymisalueet) siirtyvät napoja kohti

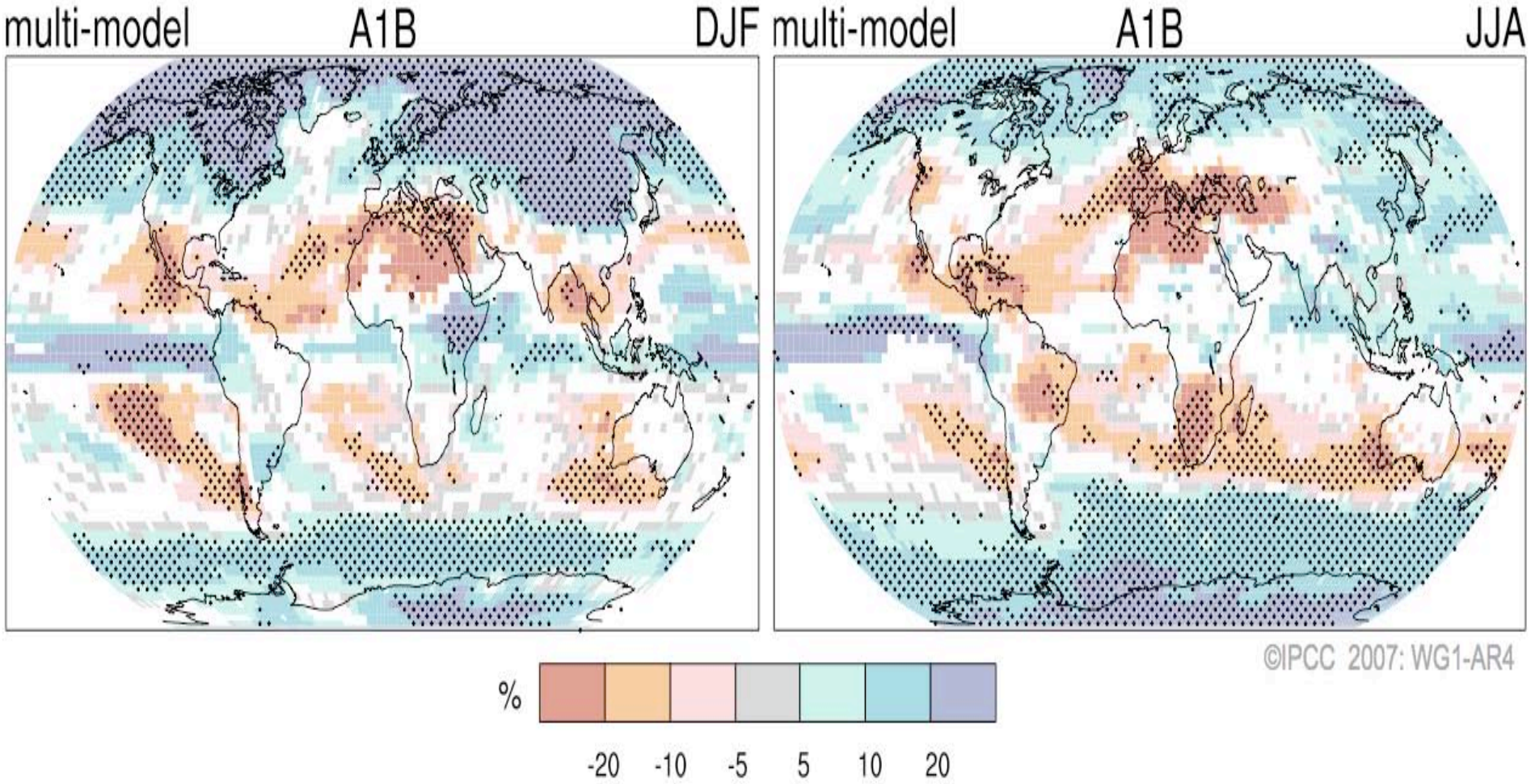
* v.1980-1999 => v. 2080-2099

Päästöskenaario



Lähde: IPCC (2007)

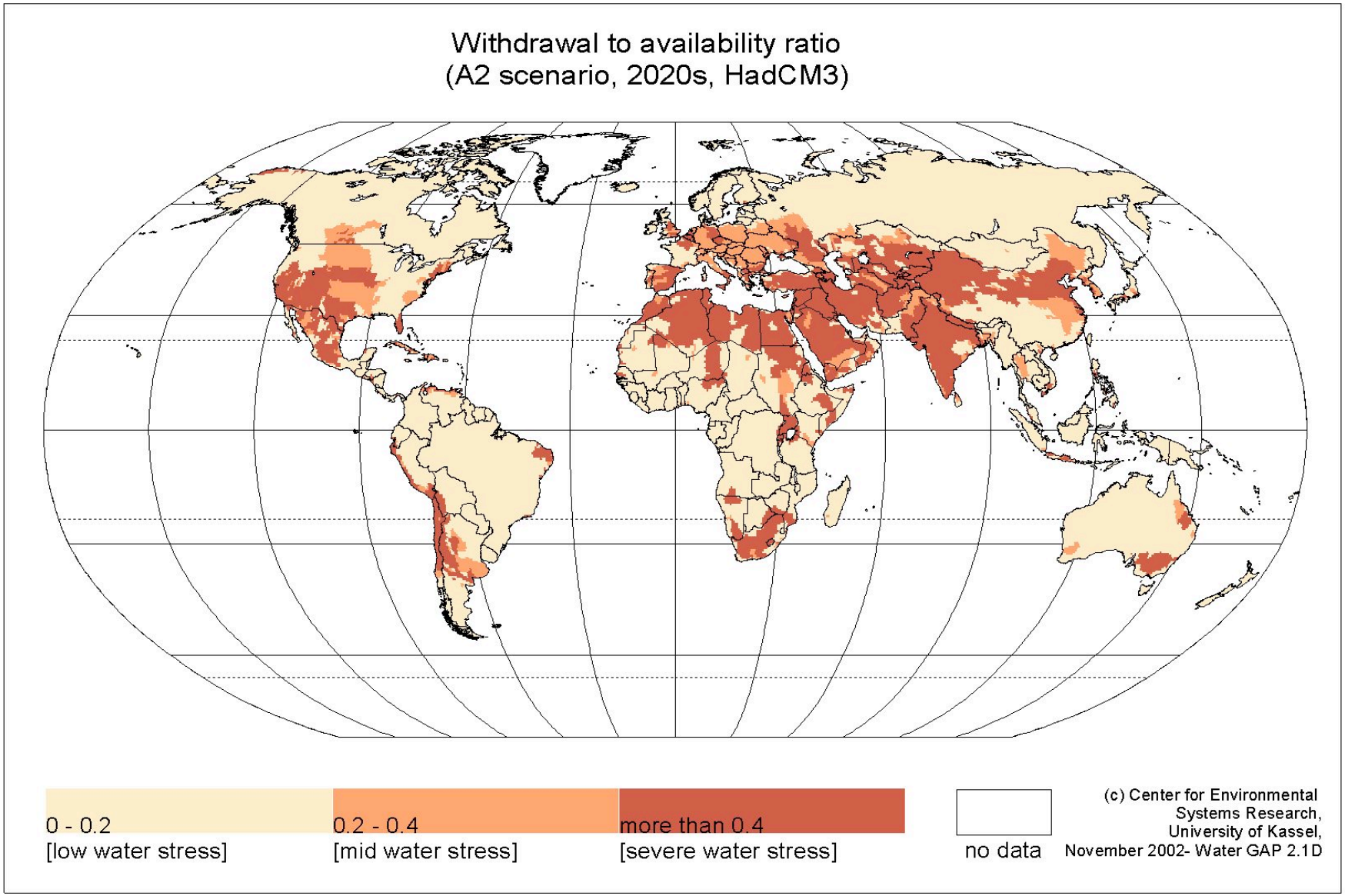
SADEMÄÄRIEN MUUTOS 2100 MENNESSÄ



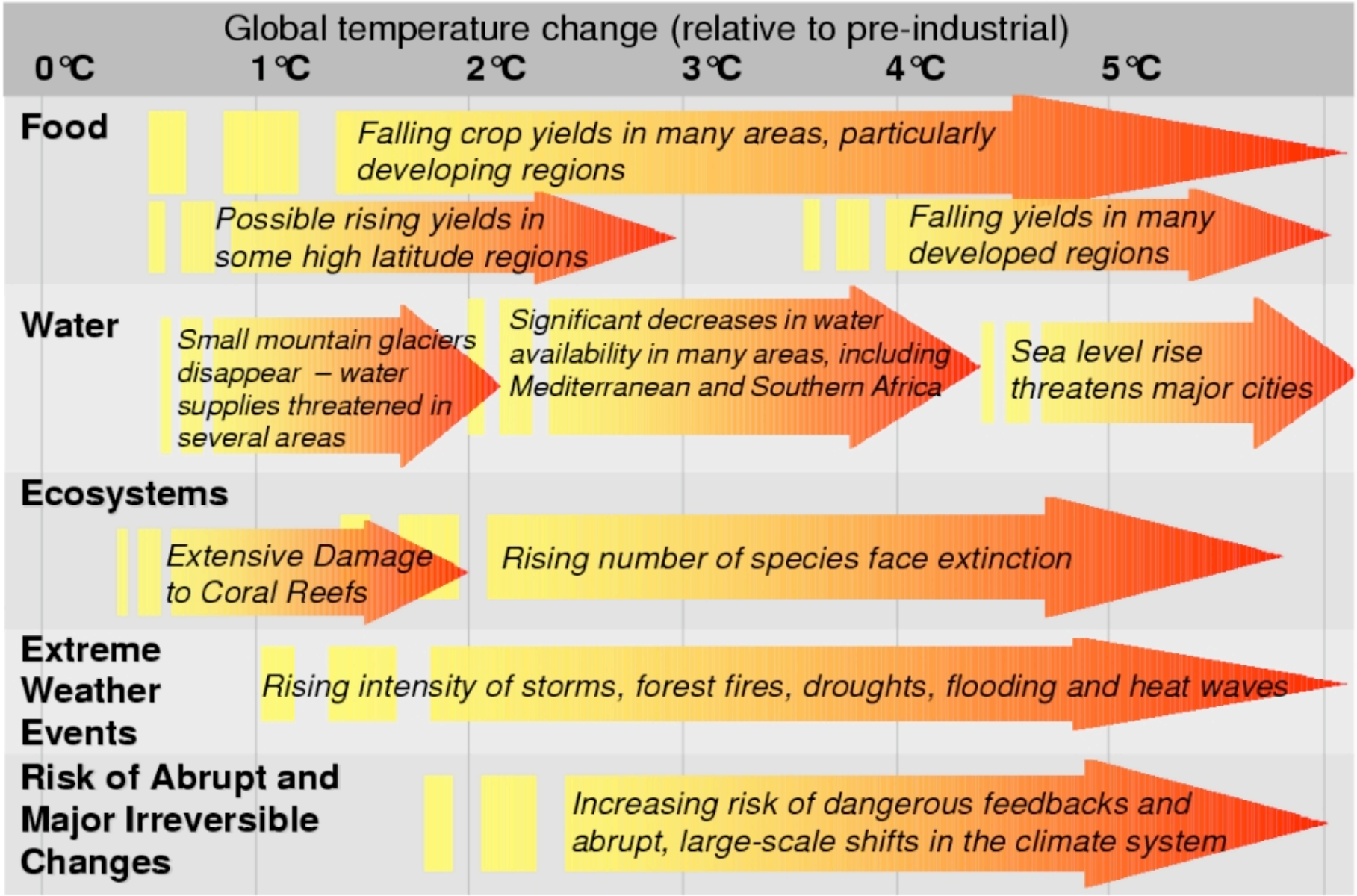
Vähenee .....Nousee

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

MAKEAN VEDEN PUUTEALUEET 2020

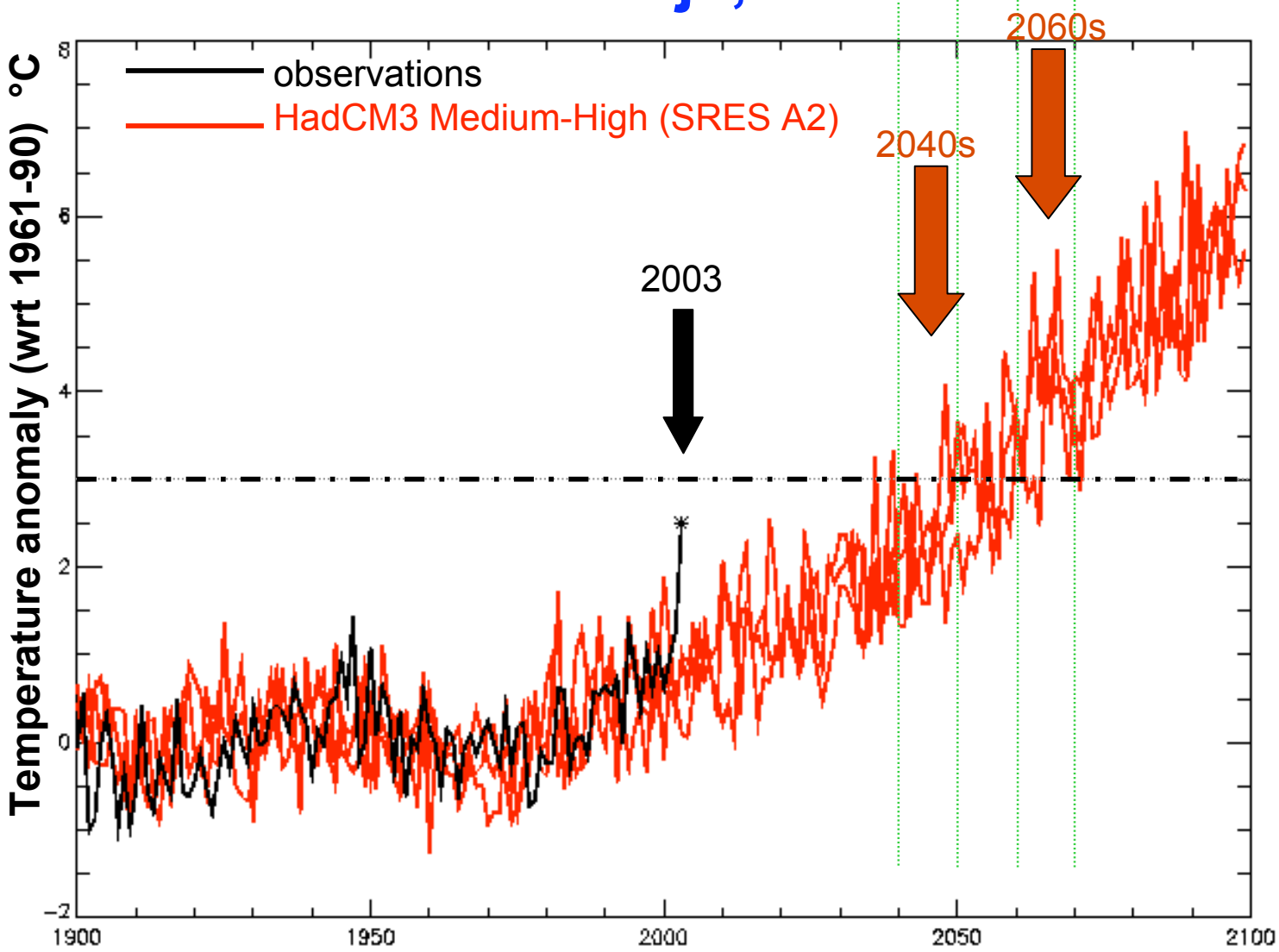


Projected Impacts of Climate Change



STERN 2006

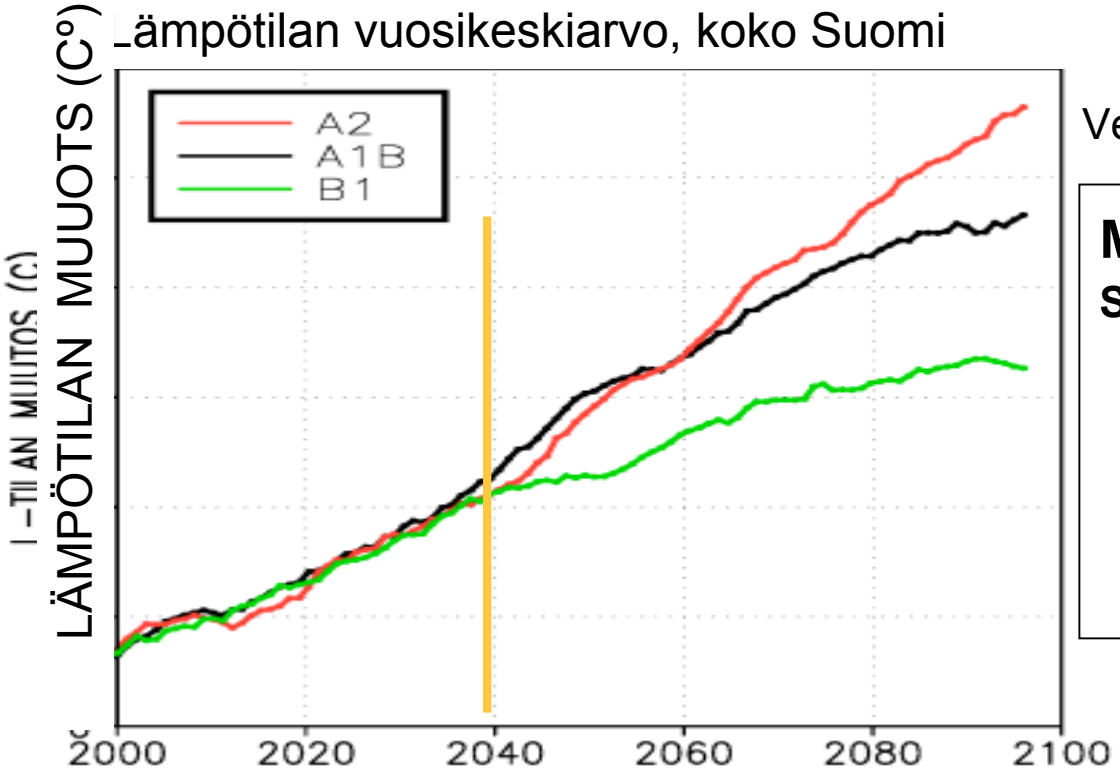
Euroopan 2003 ja 2010 kesälämpötilat: 2040 normaaleja, 2060 viileitä



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Suomi lämpenee lähivuosikymmeninä noin 0.4±0.1°C/10v.

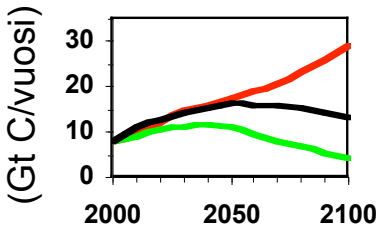
Lämpötilan vuosikeskiarvo, koko Suomi



Vertailujaksona v.1971-2000

Muutos (°C) 2070-2099	
Skenaario	**Lämpötilan nousu**
A2	5.1 (3.1 – 7.0)
A1B	4.4 (2.5 – 6.3)
B1	3.2 (1.5 – 4.9)

Päästöskenaario



- Lämpeneminen on suunnilleen sama kaikissa skenaarioissa noin vuoteen 2040 saakka. Myöhemmin erot kasvavat.

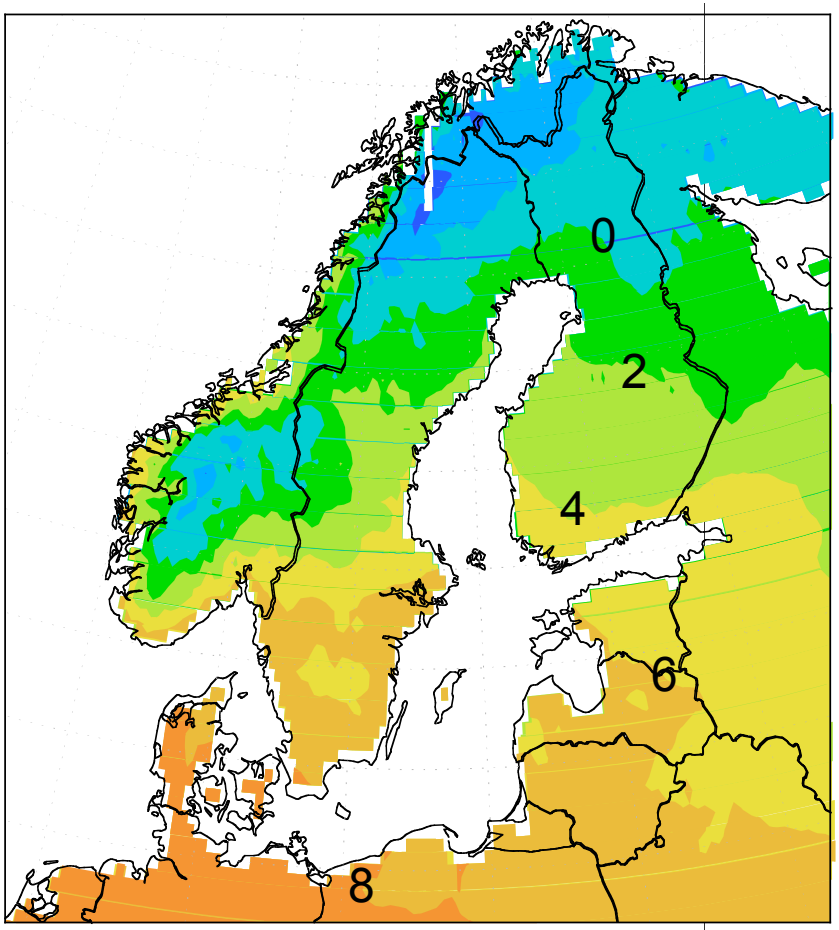
© Ilmatieteen laitos

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

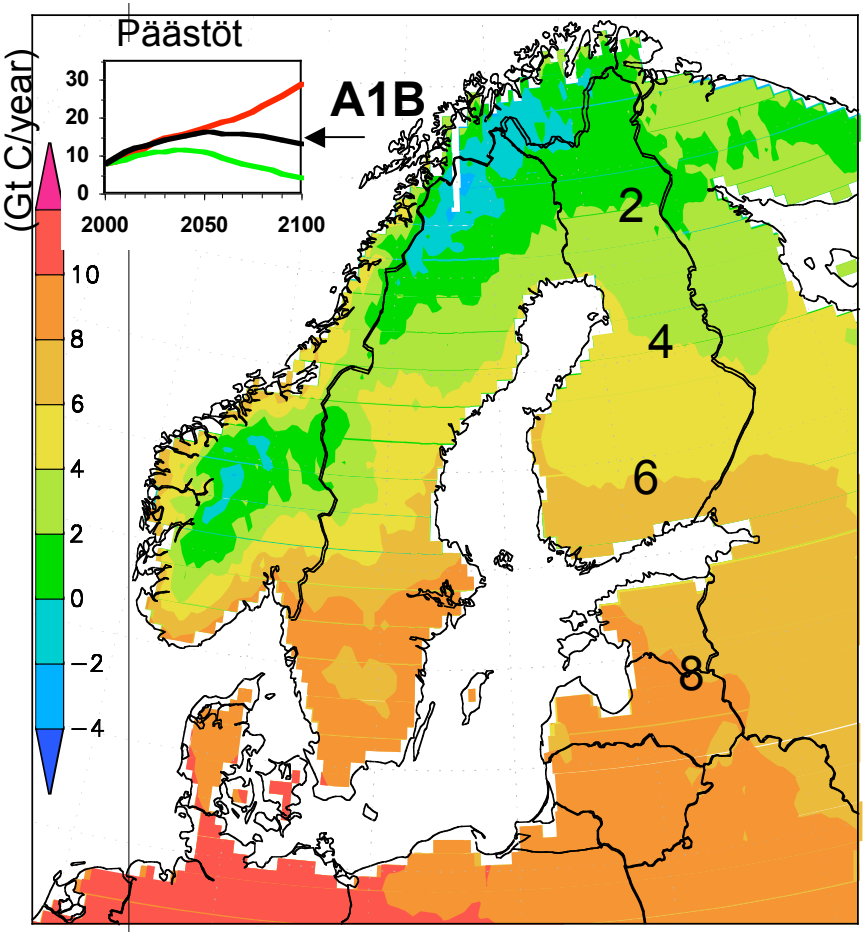
Etelä-Suomen keskilämpötilat siirtyvät kohti pohjoista

- isompien päästöjen tapauksessa muutokset vielä suurempia

v. 1971-2000



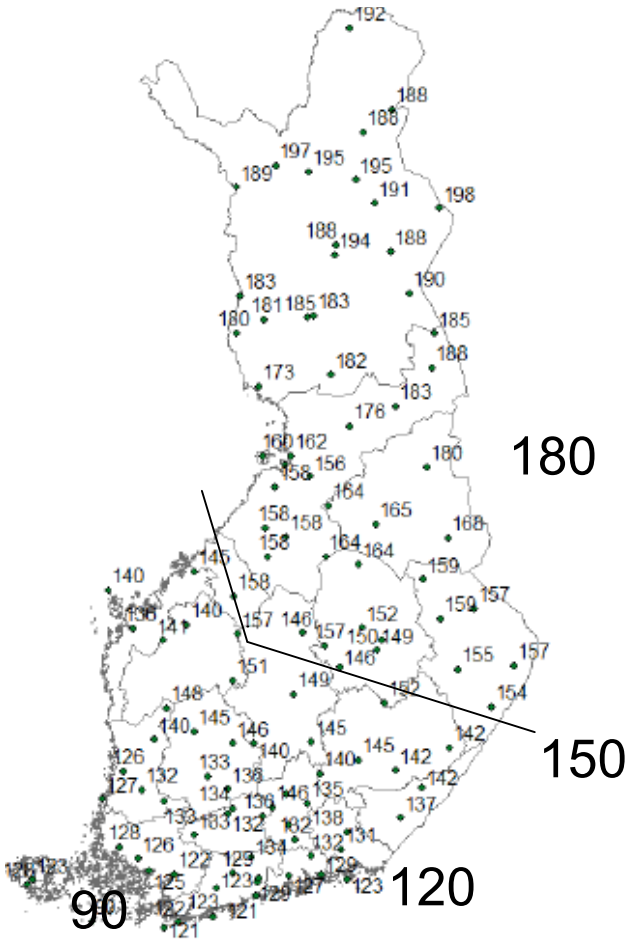
v. 2030-2059 A1B



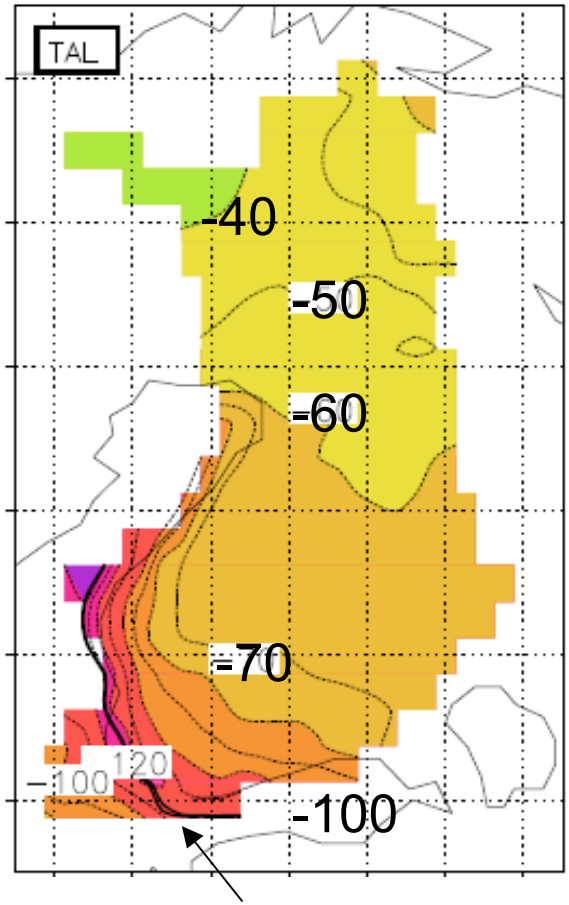
ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Terminen talvi lyhenee voimakkaasti

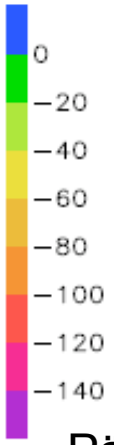
Keskiarvo v. 1971-2000



Muutos v. 1971-2000 => v. 2070-2099

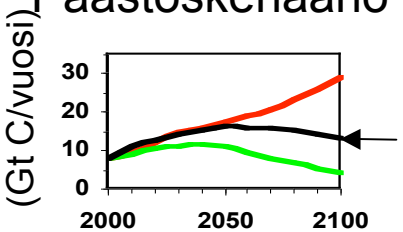


Muutoksen yksikkö: vrk



A1B

Päästöskenaario



Mustan viivan länsipuolella ei <u>keskimäärin</u> enää termistä talvea

(terminen talvi: aikajakso, jolloin vrk:n keskilämpötila pysyy <0ºC)

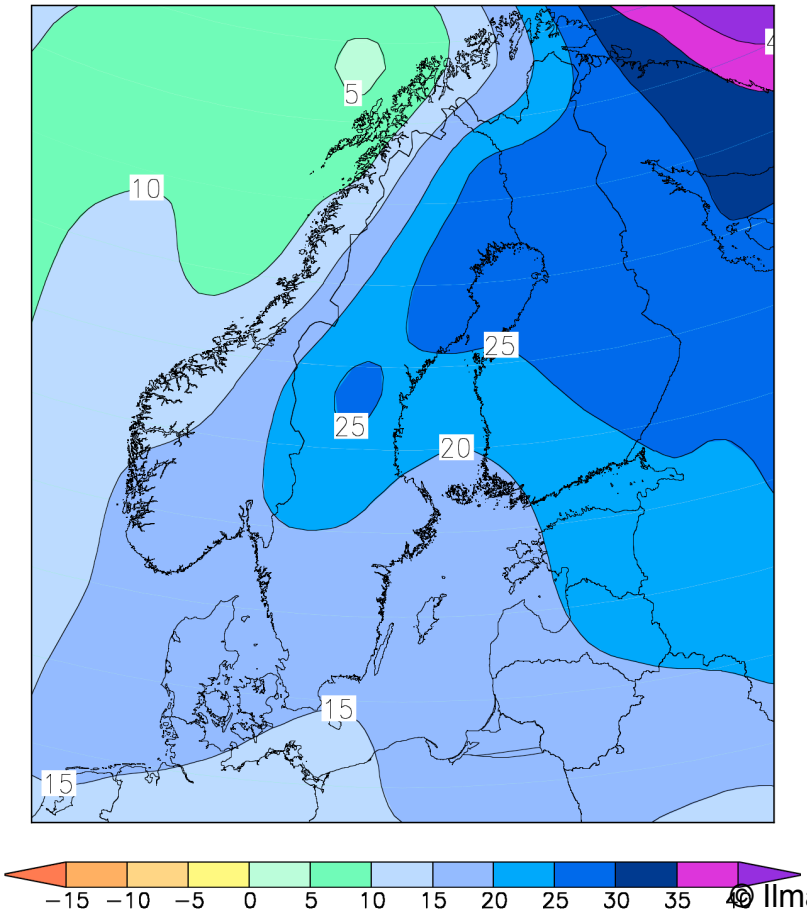
Jylhä et al. (2009)

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Etenkin talvisateet lisääntyvät

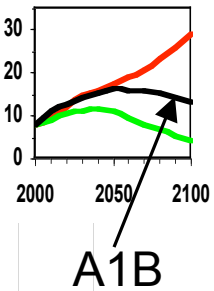
- Samalla talviset vesisateet yleistyvät
- Pohjois-Suomessa %-muutos suurempi kuin Etelä-Suomessa

1971-2000 => 2070-2099, joulu-helmikuu

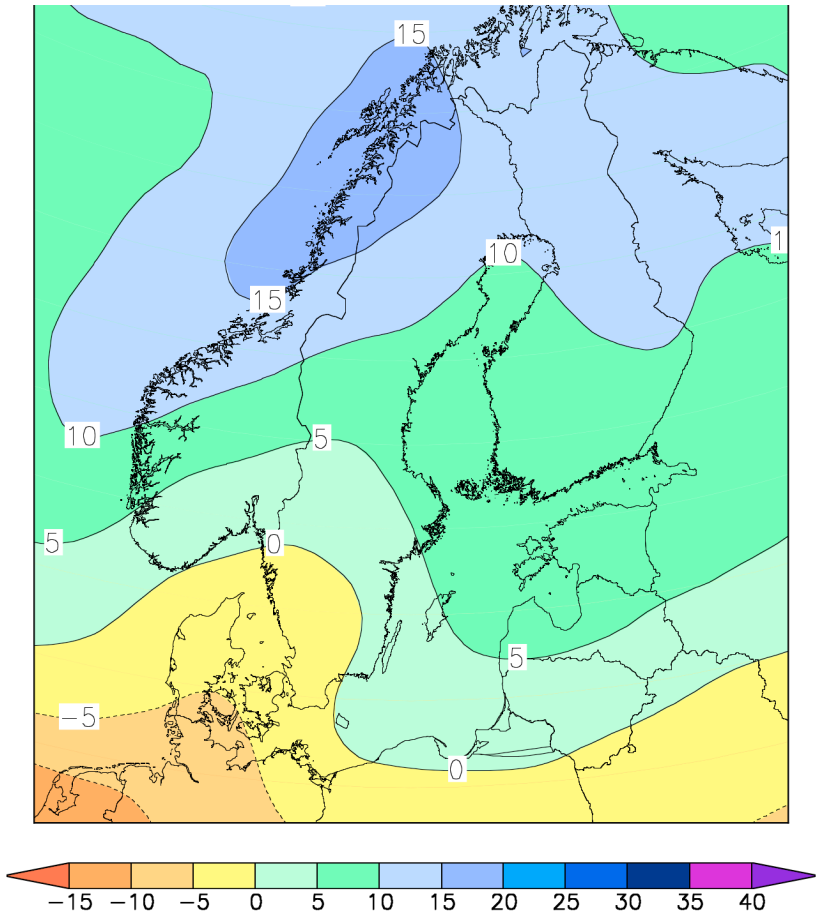


Yksikkö: %

Päästöt



1971-2000 => 2070-2099, kesä-elokuu



© Ilmatieteen laitos

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmastonmuutos kansainvälisesti

World Meteorological Organization

Weather • Climate • Water

IPCC

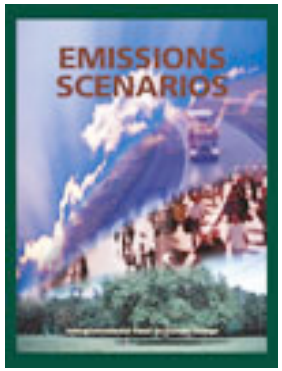
Intergovernamental Panel On Climate Change

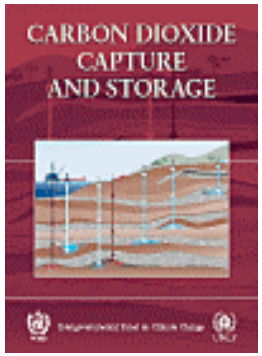
Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (*IPCC: perustajat WMO ja UNEP*) keskeinen tehtävä on ollut perustamisesta 1988 alkaen laajojen yhteen-vetoraporttien laatiminen. Paneelin pääarvioinnit on tehty 1990, 1995, 2001 ja uusin 2007 -> http://www.ipcc.ch -> www.ymparisto.fi/IPCC

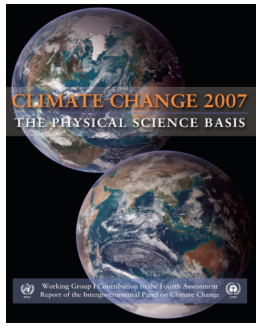
IPCC ei varsinaisesti tutki, vaan asiantuntijat referoivat ja arvioivat julkaistua tieteellistä aineistoa. Työ tarjoaa auktoriteettia omaavan tieteellisen näkemyksen

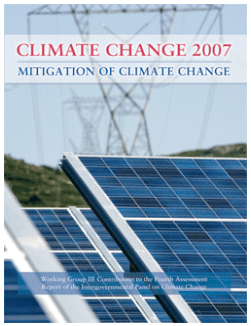
1. *Ilmaston tilasta ja kehityksestä*
2. *Ilmastonmuutosten vaikutuksista…*
3. *Ilmastonmuutosten hillinnästä*

Muut raportit









IPCC, Hallitusten Välinen Ilmastopaneeli

- Perustettu 1979 WMO:n ja UNEP:n toimesta, 192 maata
- Arviointiraportit ilmaston menneestä ja tulevasta tilasta, vaikutuksista ja torjunnasta 1990, 1995, 2001 ja 2007
- 2007 kirjoittajina 1250 maailman johtavaa asiantuntijaa, arvioijana 2500 asiantuntijaa
- Koostuu yhteenvedosta kaikesta vertaisarvioidusta kirjallisuudesta sitten edellisen raportin
- Työ ja kirjoittajien valinta asiantuntijoiden käsissä, valinnat tieteellisen kompetenssin pohjalta
- Kolme laajaa tiederaporttia ja niistä tiivistetty ”Summary for Policymakers”
- Viides arviointiraportti 2013, valmisteilla

Suomen IPCC-ryhmä 2008-2014

- Kansallinen IPCC-koordinointi on Ympäristöministeriön (YM) alaisuudessa
- YM on asettanut IPCC-ryhmän, jossa on 29 jäsentä. Ryhmän puheenjohtajana on Ilmatieteen laitoksen pääjohtaja Petteri Taalas
- Työryhmän tehtäviä ovat

  - toimia IPCC:n kansallisena verkkona

  - vastata Suomen kantojen ja näkemysten kokoamisesta ja esittämisestä IPCC:n raportteihin

  - tiedottaa IPCC:n työn tuloksista ja työn vaiheista

  - edistää suomalaisten asiantuntijoiden osallistumista IPCC-työhön

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Johtopäätöksiä

Tiedeyhteisön teesejä:

- ilmastonmuutosta tapahtuu kaiken aikaa luonnollisista syistä, mutta,
- ihmisellä on tapahtumissa merkittävä muutosta vahvistava rooli, ja
- globaalisti niiden seurauksilla on voittopuolisesti negatiiviset vaikutukset ja että
- asialle olisi tarpeen tehdä jotakin, mutta
- kahden asteen nousuraja on kova pala toteuttaa.
- Viimeaikainen lämpenemisen hidastuminen ei ole todiste ilmastonmuutosten pysähtymisestä.

Tiedeyhteisön teesejä - 2:

- Grönlannin ja Etelämantereen mannerjäätiköiden ennakoitua nopeampi sulaminen ja poikiminen mereen?
- Arktisen merijään kesäaikainen häviäminen?
- Tundran ja maaperän ikijään sulaminen – metaanipäästöt uudelleen kasvuun?
- Golf-virran voimakkuus – paljonko hidastuu?
- Merten happamoituminen – planktonin sietokyky?
- Amazonaksen kuivuminen?
- Tieteelliset yllätykset – ekosysteemien kestokyky?

Johtopäätöksiä Suomen osalta

- Ilmastonmuutos tulee etenemään ainakin 2060-luvulle asti. Tähän mennessä Suomessa lämpötila on noussut 1800-luvulta + 1.4 C. Keväät aikaistuvat, talvet leudontuvat, sateisuus lisääntyy
- Ilmastonmuutoksen torjunta ja siihen sopeutuminen tarjoaa myös liiketoimintamahdollisuuksia
- Maataloustuotanto tehostuu, metsien kasvu kiihtyy (myös haittakasvillisuus), lämmitysenergian tarve vähenee, vesivoimaa lisää
- Maan kohoaminen ei välttämättä riitä kompensoimaan meriveden pinnan nousua Itämerellä, rannikkotulvat yleistyvät
- Jos päästöjä ei rajoiteta, maataloudelle ja ihmiselämälle suotuisa maa-ala supistuu 100-200 vuoden aikajänteellä
- Yllätykset mahdollisia

Kriisiytymisen uhkia

- Talous- ja turvallisuuspoliittisen intressin voimistuminen Arktisella alueella, jännityksen kasvu öljy- ja kaasuvarojen jakamiseen liittyen, meriliikenteen kasvu alueella
- Ravinnontuotannon häiriintyminen, jännitteet ravinnon saatavuuteen liittyen
- Niukkenevien vesivarojen käyttöön liittyvät jännitteet eri maiden välillä ja valtioiden sisällä (maatalous, teollisuus, juoma/käyttövesi)
- Tulvien ja meriveden pinnan nousun ja sääilmiöiden aiheuttamat taloudelliset ja inhimilliset katastrofit ja niiden seurannaisvaikutukset
- Köyhyyden, aliravitsemuksen ja pakolaisuuden lisääntyminen
- Radikalisoituminen ja poliittisten jännitteiden kasvu elinolosuhteiden huonontuessa

ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

KIITOS!