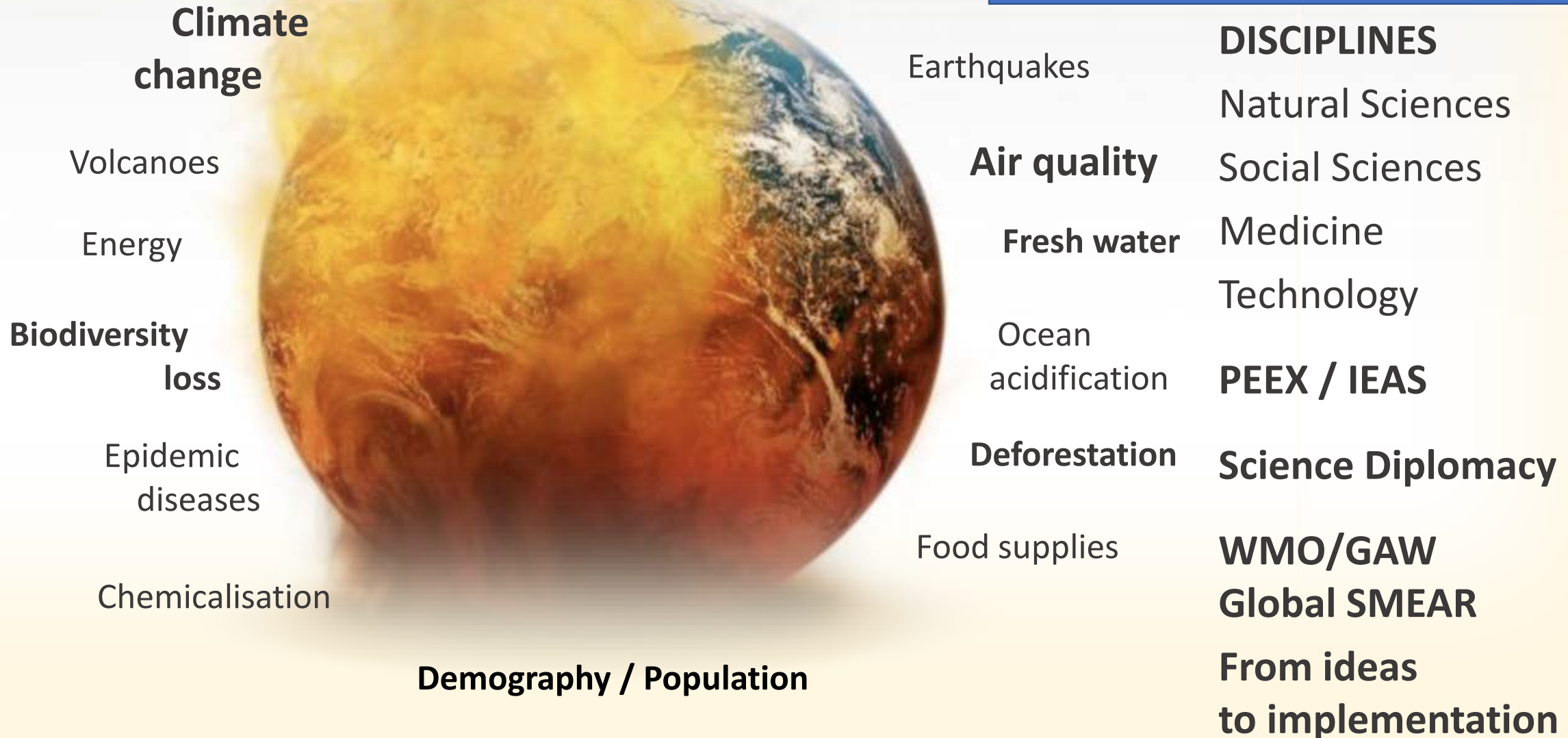


Kokonaisvaltainen kansainvälinen järjestelmä hiilinielujen ja muiden ilmastovasteiden todentamiseen

Markku Kulmala
Helsingin yliopisto
Ilmakehätieteiden keskus (INAR)

CONTRIBUTION TO Solving GRAND CHALLENGES

Maapallolla on luonnollinen kasvihuoneilmiö.
Ilman luonnollista kasvihuoneilmiötä keskilämpötila
n. - 18 °C
Ilmasto muuttuu – mutta miten?



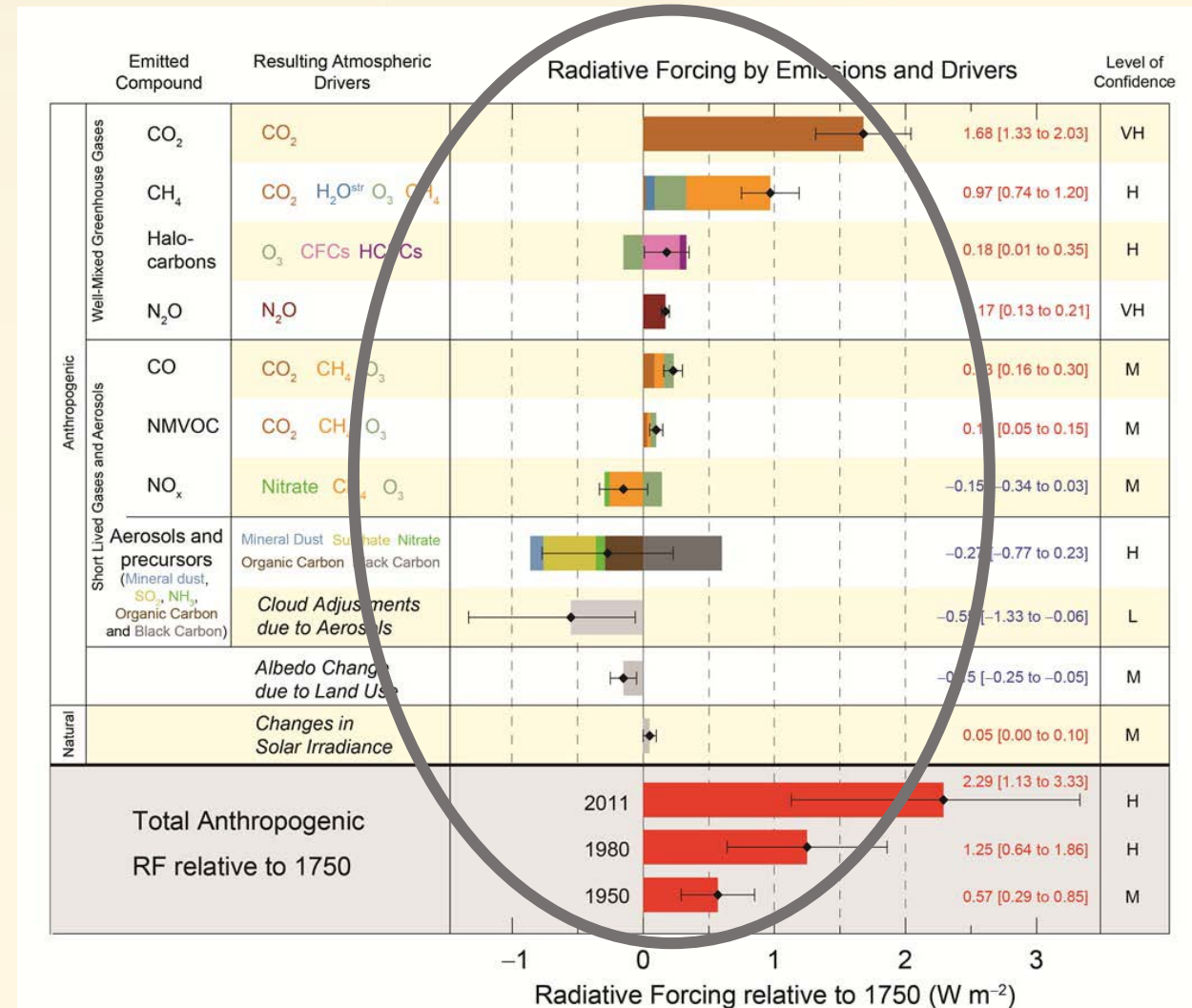
INTEGRATED APPROACH: THE GLOBAL EARTH OBSERVATORY / GLOBAL SMEAR

Current observations (see IPCC 2013) are fragmented:

- 1) Greenhouse gases
- 2) Aerosols
- 3) Air quality
- 4) Ecosystems
- 5) Climate
- 6) ...

Future aspiration: **Integrated approach**

- To understand feedbacks
- To reduce uncertainties
- To mitigate and adapt effectively

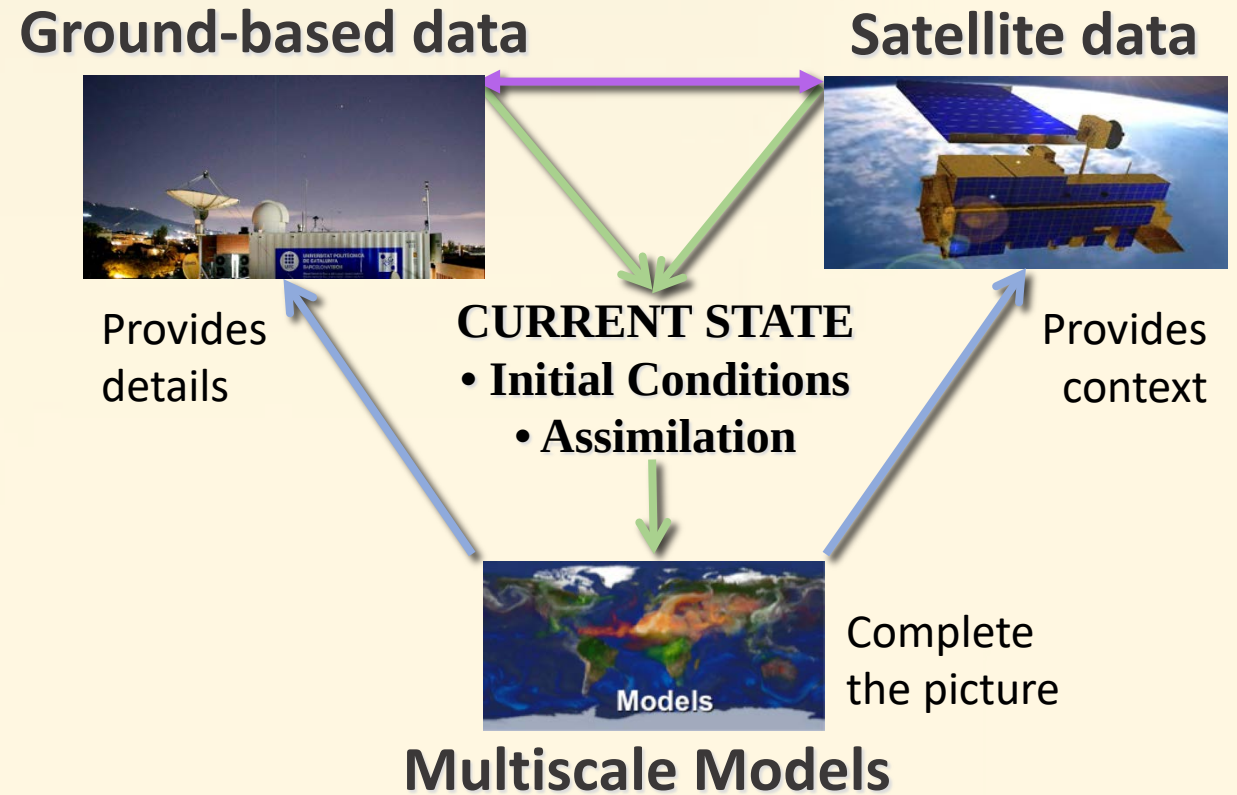


MULTIDIMENSIONAL, MULTIDISCIPLINARY, MULTISCALE APPROACH TO ANSWER GRAND CHALLENGES

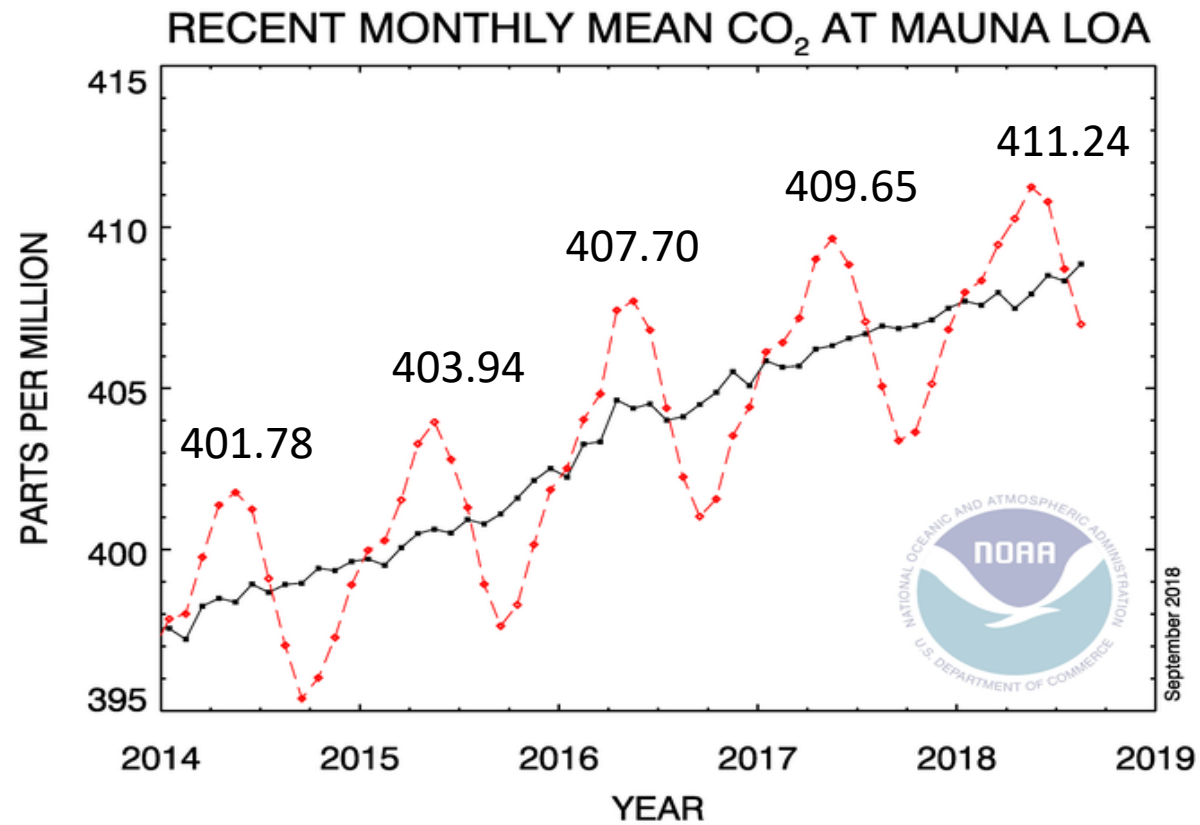
Clear and ambitious vision / from deep understanding to practical solutions

Empirical measurements and modelling / from observations to new theories

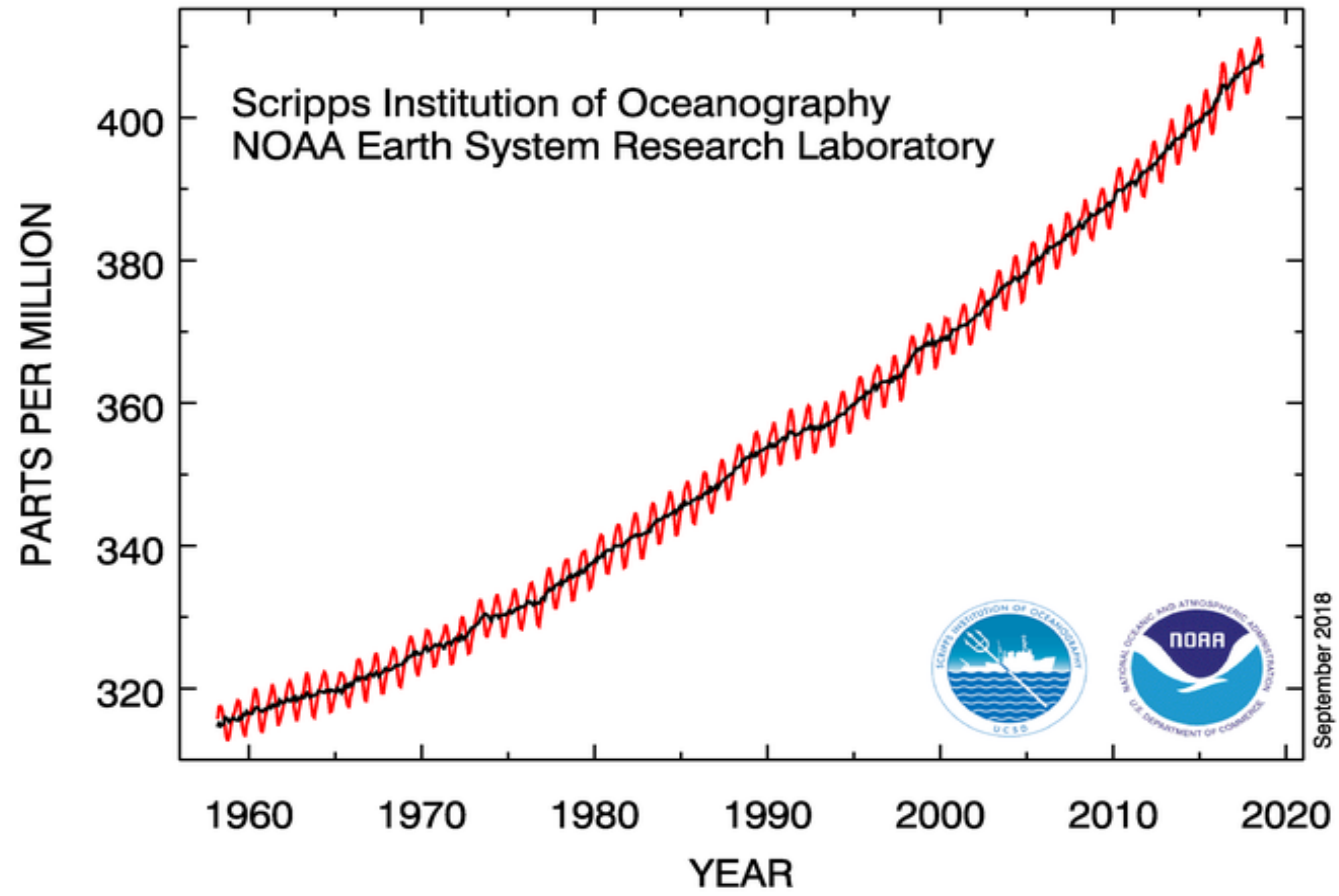
From research to innovations / economic growth and human wellbeing



Recent monthly mean CO₂ at Mauna Loa

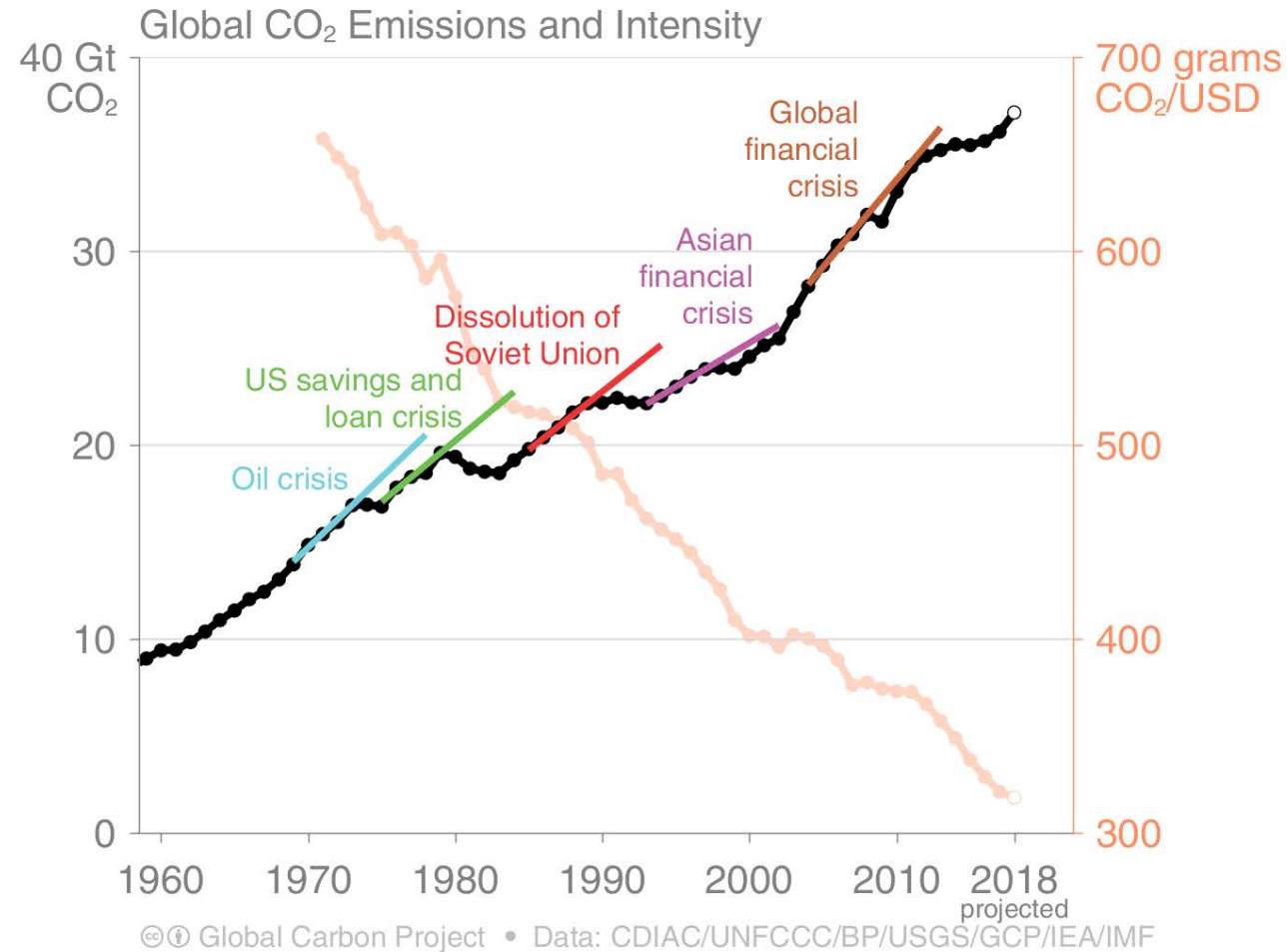


Atmospheric CO₂ at Mauna Loa Observatory



Fossil CO₂ emission intensity

Global CO₂ emissions growth has generally resumed quickly from financial crises. Emission intensity has steadily declined but not sufficiently to offset economic growth.

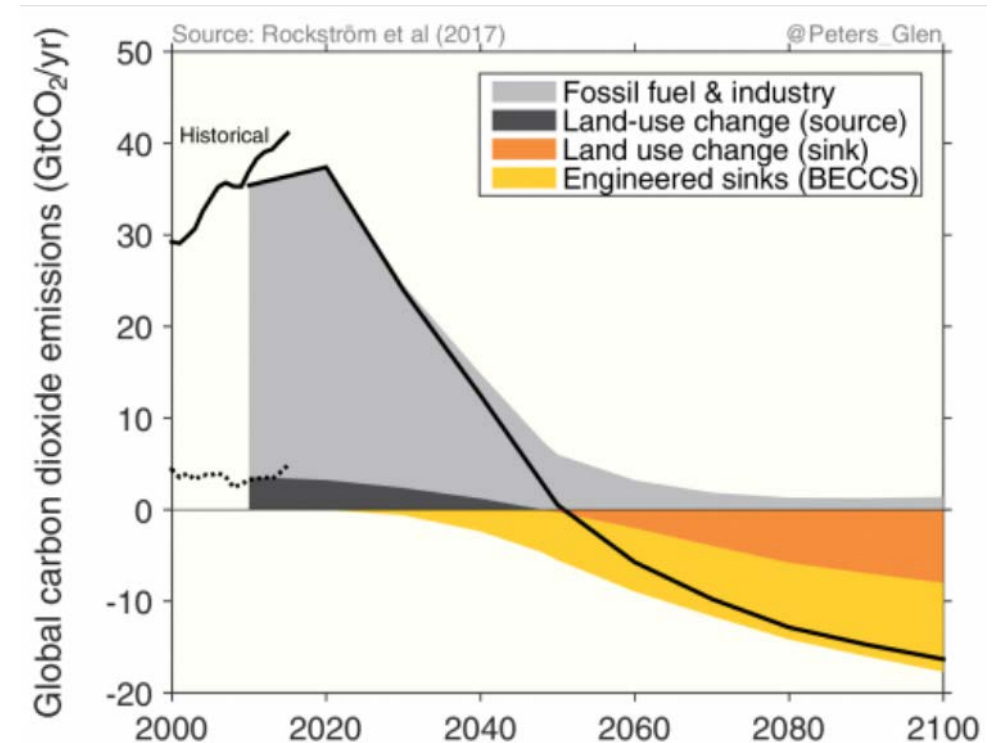


Economic activity is measured in purchasing power parity (PPP) terms in 2010 US dollars.
Source: [CDIAC](#); [Peters et al 2012](#); [Le Quéré et al 2018](#); [Global Carbon Budget 2018](#)

Metsien rooli ilmastonmuutoksen torjunnassa?

- Hiilidioksidipitoisuuden kasvu 2-4 ppm vuodessa
- 30 vuodessa 500 ppm ylittyy, jos ei tehdä mitään
- Globaalisti maankäytön muutos, tärkeimpänä metsäkato, n. 12% kokonaispäästöistä.
- Päästöt saatava vähenemään ja nielut voimistumaan
- Miten voimme voimistaa hiilinieluja
 - Metsiin
 - Maatalousmaihin
 - Muualle
- Potentiaali jopa 37% päästövähennyspolusta vuoteen 2030 mennessä (Griscom ym. 2017)
- Suomi:
 - Nielujen kasvattaminen
 - Varastojen kasvattaminen

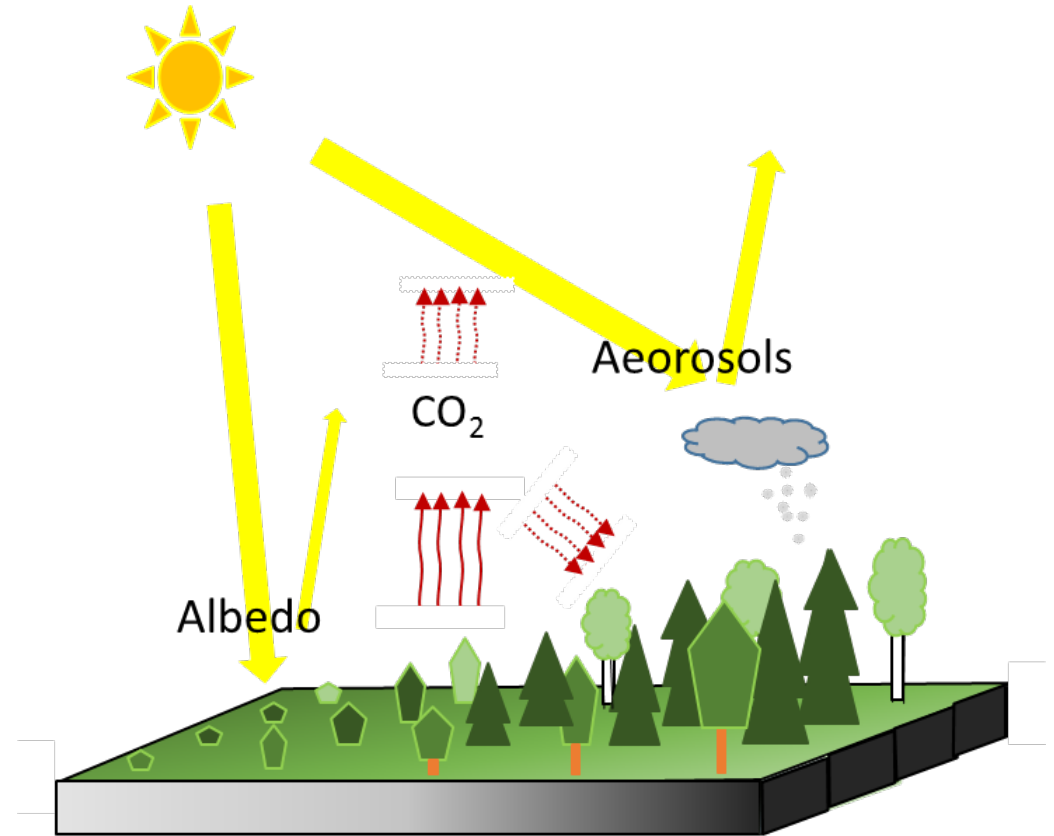
30 vuotta aikaa saavuttaa hiilineutraalius



- Päästöt – Nielut
NYT: vastaa yli 2 ppm vuodessa
30 vuoden päästä: oltava < 0
Eli Nielut isommat kuin Päästöt

Hiilidioksidi ei ole koko totuus...

- Metsien muut ilmastovaikutukset
- Erityisesti havumetsät vähentävät valon takaisinheijastumista (albedo)
- Metsät tuottavat haihtuvia hiiliyhdisteitä (Volatile Organic Compounds, VOCs)
 - ⇒ Vaikuttavat aerosolihiukkasten muodostumiseen
 - ⇒ Vaikuttavat pilvipisaroiden muodostumiseen
- Lisäksi metsät tuottavat omat pilvensä kompensoiden albedo-vaikutusta ja oman sateensa
- Nämä tekijät tulisi ottaa mukaan laskentasäännöstöihin



Tarvitaan jatkuvia, tarkkoja mittauksia ilmastovasteiden määrittämiseksi

SMEAR II Hyytiälä

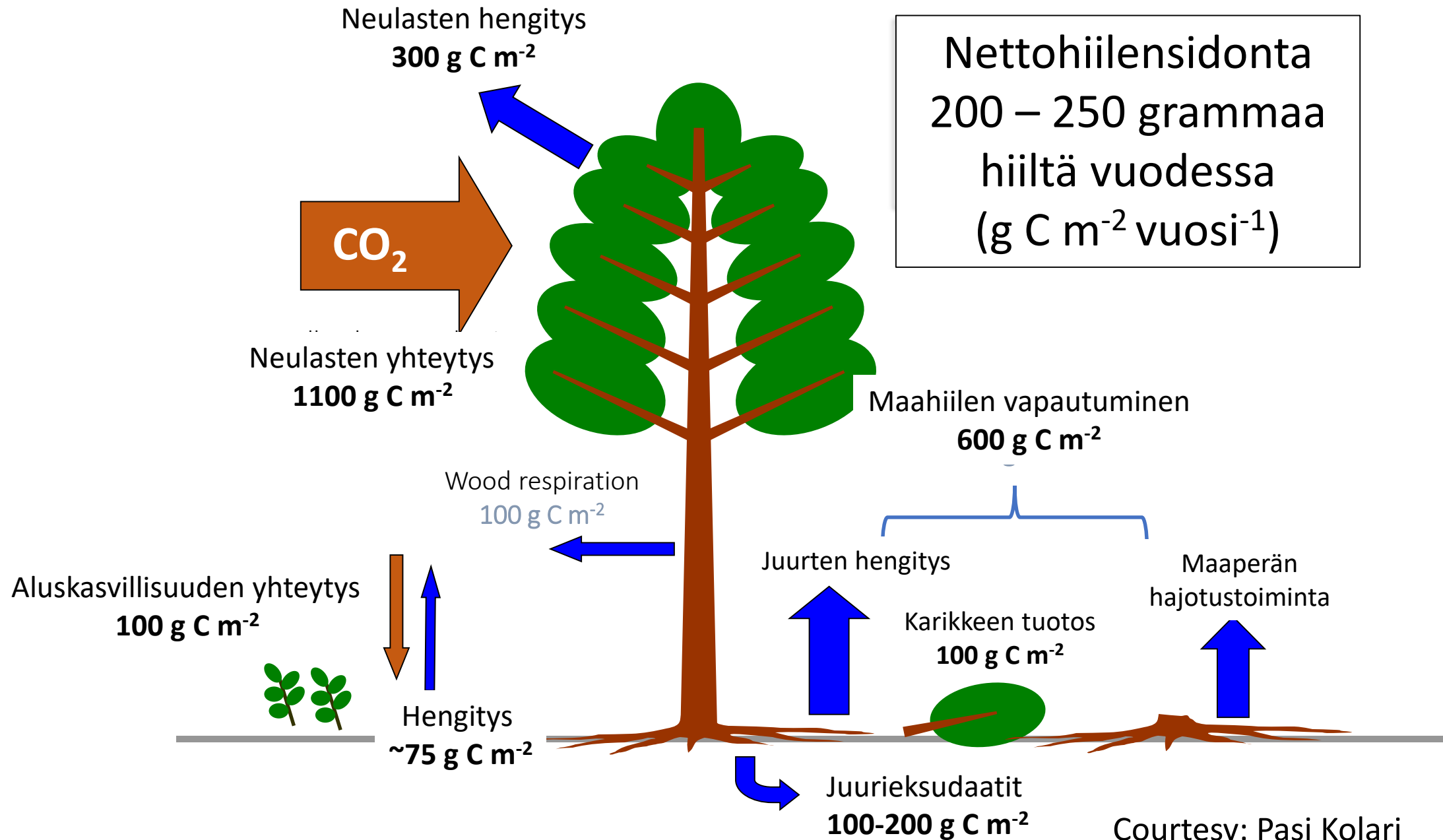


Over 1200
different
Variables

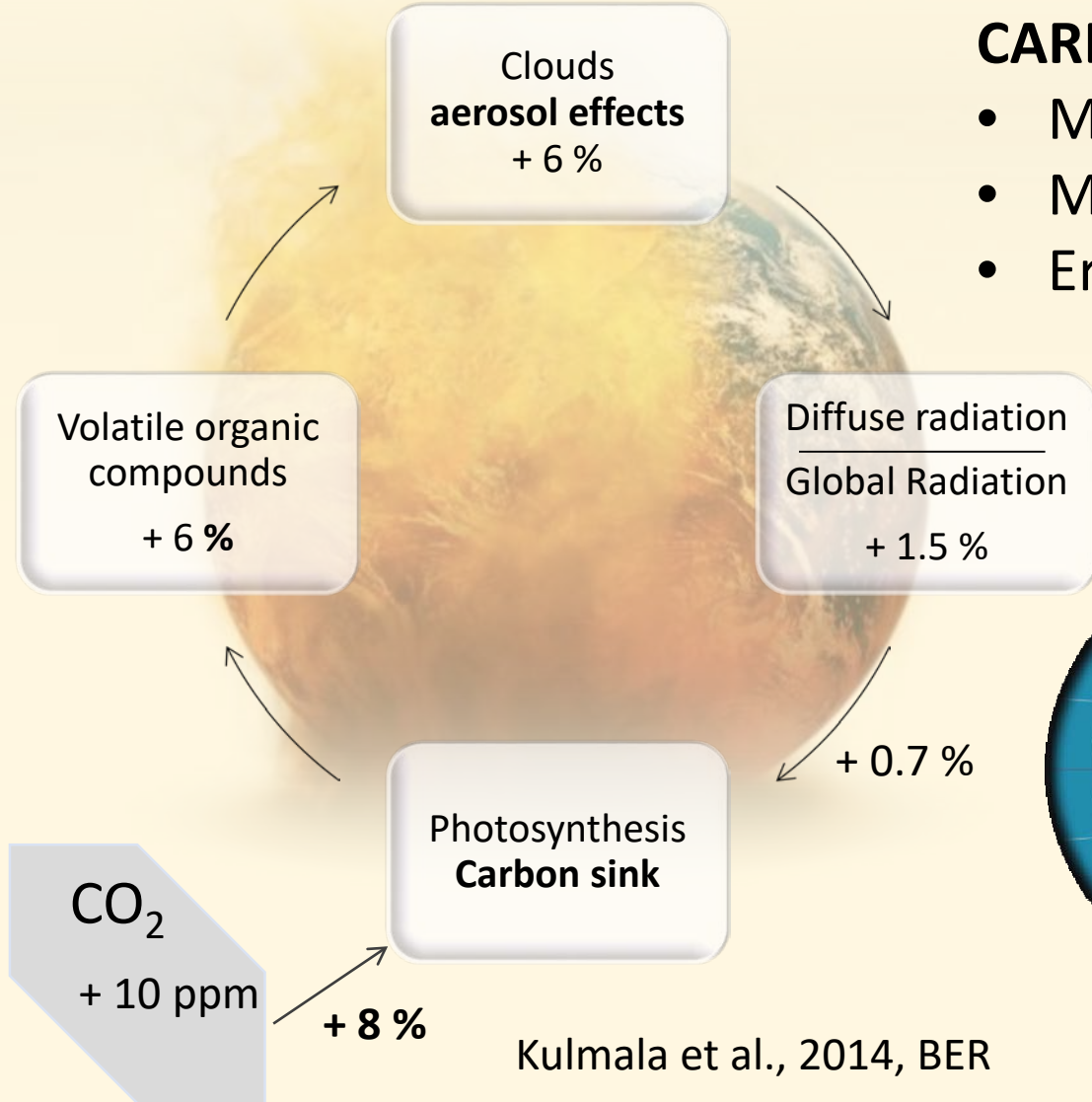
ICOS
ACTRIS
eLTER /
ANAEE



Hiilituotoksen jakautuminen: Prosessit



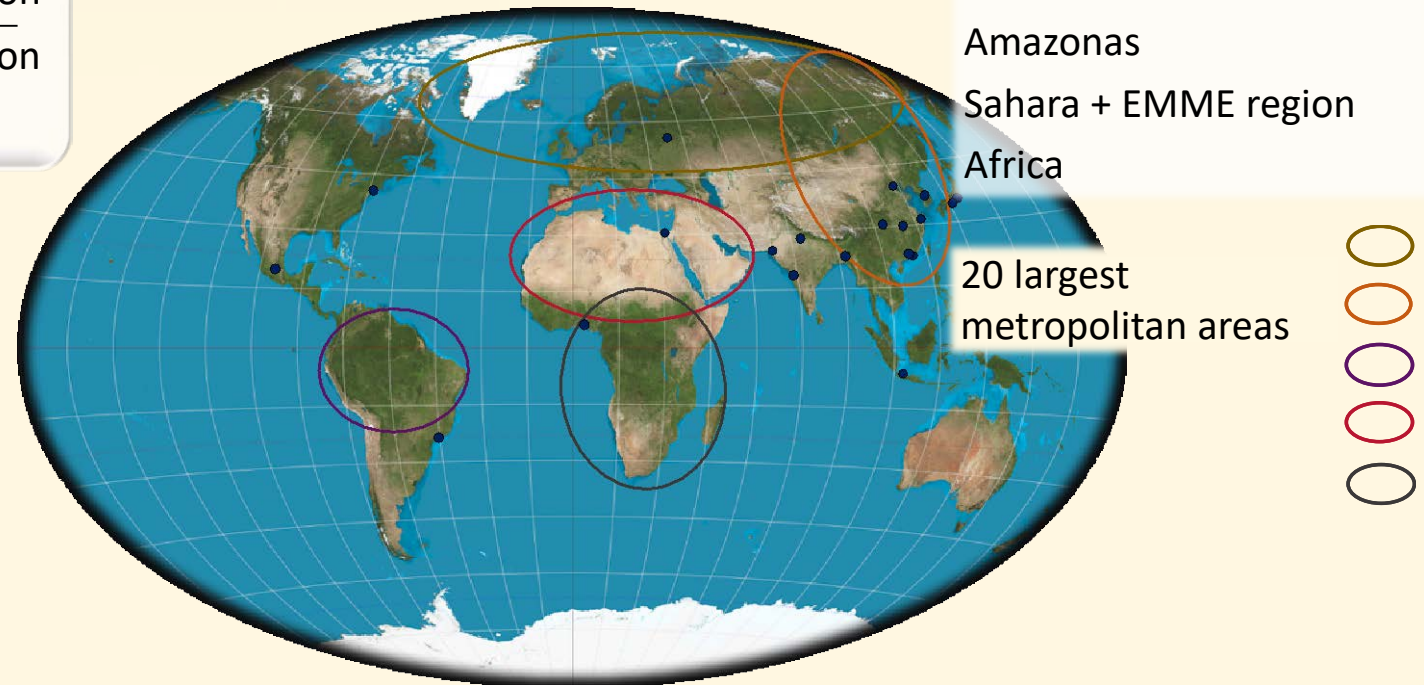
THE POTENTIAL OF SMEAR CONCEPT: GLOBAL COMPREHENSIVE FEEDBACK ANALYSIS



CARBON SINK PLUS

- Metsien vaikutus aerosoleihin ja pilviin
- Max 1.8 x hiilinielu (Hyytiälä / SMEAR II tulokset)
- Erittäin suuret epävarmuudet

=> mittauksia ja mallinnusta



How big forest is enough to make its own precipitation?

- Time over land: ca 70-80 h
- Distance: ca 700 – 1000 km
- Needed area: 1000 km x 1000 km = 1 000 000 km²
 - Sahara: 9 200 000 km²
 - Siberia: 13 100 000 km²
 - Boreal: 22 9500 000 km²

An excellent way to mitigate climate: re-forestation and afforestation?

- How much carbon per Mkm²?
 - Subtropical dry 6.7e15 g (total biomass)
 - Boreal conifer 4.8e15g
- + soil
- Annual flux (total)
 - 2 tn (C)/ha
 - 2e14 g/1 Mkm²
 - We need 50 years for 1 year global emissions
- + With Carbon Sink plus could be 30 years

Pystymme mittamaan Hiilinielu plussan

- Kasvihuonekaasut: ICOS standardit ja protokollat
- VOCT, aerosolihiukkaset, pilvipisarat: ACTRIS protokollat
- Pilvet, sateet: WMO ja satelliitit
- ROAD map:
 1. Kv standardien hyväksyttäminen: KV Metrologia, WMO, IPCC
 2. Uusien edullisten ja tarkkojen mittalaitteiden rakentaminen
 3. Hiilinielujen ja hiilinielu plussan todentaminen
 4. Ansaintalogiikan kehittäminen / kv markkinat
- Aikataulu
 - Kohdat 1-3 mahdollista 24 kk siitä, kun riittävät resurssit toteuttamiseen

Tarvitaan tarkkoja mittauksia & johtajuutta



- Tarkat mittaukset
 - ICOS+ ACTRIS+ ANAEE/eLTER + = Global SMEAR
 - Hierarkiset mittausasemat
- Hiilinielu plus
 - Todennettavuus
 - Edulliset mittaukset kehitettävä
- Kv johtajuus
 - Suomi -> EU -> Globaali
- Ideoista implementaatioon