



HELSINGIN YLIOPISTO  
HELSINGFORS UNIVERSITET  
UNIVERSITY OF HELSINKI

# Musta hiili vs. kasvihuonekaasut

## – mitä tulisi vähentää

Veli-Matti Kerminen

Helsingin yliopisto

Fysiikan laitos





# Sisältö

## ■ Tausta

- tämänhetkinen säteilypakote
- pienhiukkasten pitoisuuskehitys

## ■ Musta hiili ja hiukkaspäästövähennykset

## ■ Musta hiili vs. kasvihuonekaasut



# Tämän hetkinen säteilypakote (IPCC 2013)

## ■ Kasvihuonekaasut

- Hiilidioksidi 1.7 W/m<sup>2</sup>
- Metaani 0.5 (1.0) W/m<sup>2</sup>
  
- Kaikki kasvihuonekaasut **2.8 (3.0) W/m<sup>2</sup>**

## ■ Pienhiukkaset

- Musta hiili (fossiiliset ja biopolttoaineet) 0.4 W/m<sup>2</sup>
- Musta hiili kokonaisuudessaan 1.1 W/m<sup>2</sup>  
(Bond et al. 2013)
  
- Pienhiukkaset kokonaisuudessaan – 0.9 W/m<sup>2</sup>



## Pienhiukkasten pitoisuusmuutokset

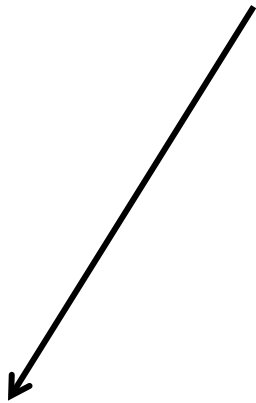
- Pienhiukkaspitoisuudet ovat vähentyneet Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa 80-luvulta lähtien
- Pienhiukkaset ovat lisääntyneet monissa Aasian osissa aina viime aikoihin saakka
- Globaalisti, pienhiukkasten määrä ilmakehässä on ehkä jo saavuttanut huippunsa
- Tulevina vuosikymmeninä, pienhiukkasten määrä ilmakehässä vähenee huomattavasti



# Ihmisen tuottamat pienhiukkaset ilmakehään

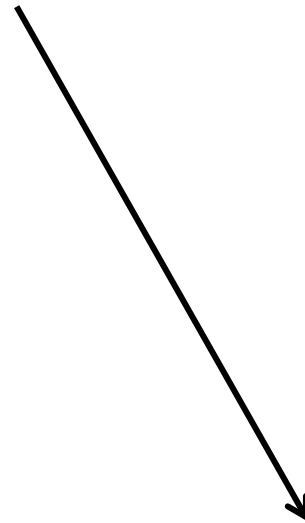


**Ilmasto**



**Ilmanlaatu**

**ympäristö**





- Ilmastonäkökulma: vähennä kasvihuonekaasujen ja mustan hiilen päästöjä!
- Ympäristö/terveysnäkökulma: vähennä kaikkia hiukkaspäästöjä!

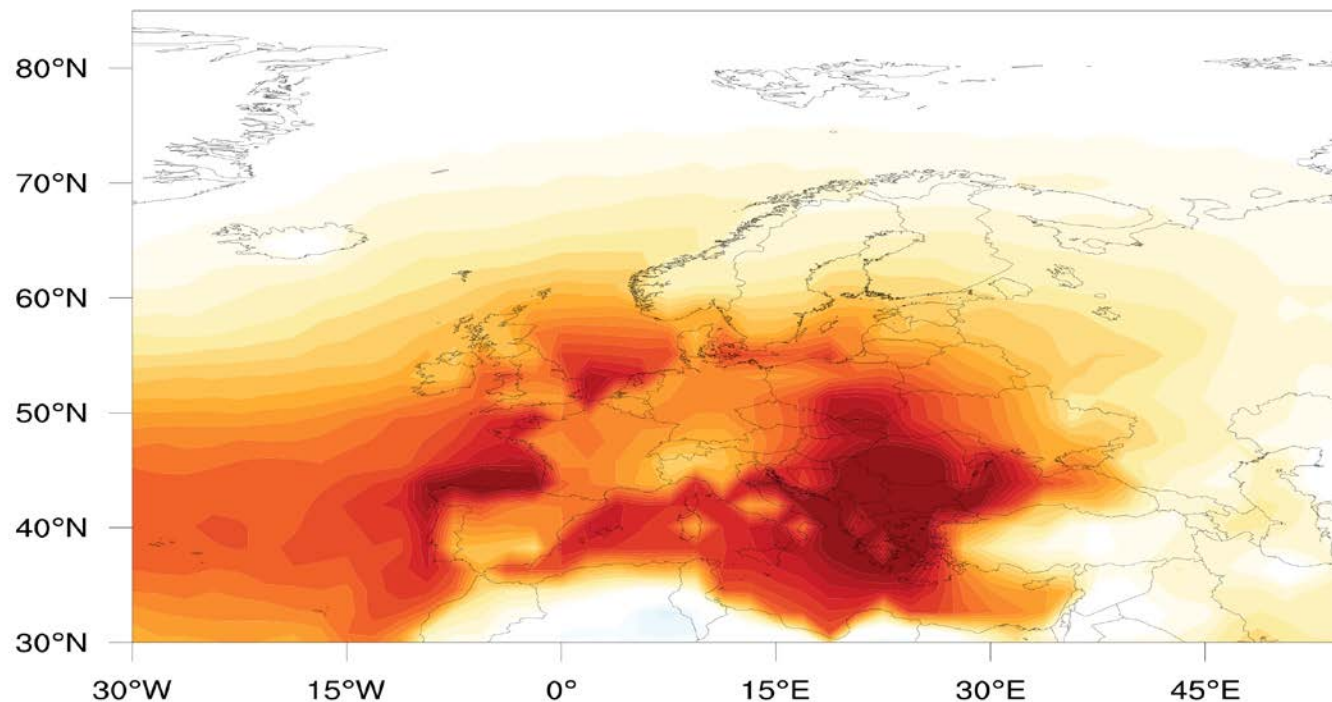


## Musta hiili ja hiukkaspäästöt

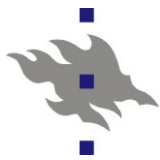
- Käytännössä kaikista mustan hiilen päästölähteistä ilmaan tulee samalla rikkiä ja orgaanisia yhdisteitä, joilla on viilentävä vaikutus
- Pelkän mustan hiilen poistaminen päästöistä on hyvin hankalaa
- päästövähennykset tulee kohdistaa sellaisiin lähteisiin, joissa mustan hiilen osuus on mahdollisimman suuri

- Aerosolien suoran säteilypakotteen muutos Euroopassa
- vuodesta 2005 vuoteen 2030 mennessä nykyisin
- hyväksytyillä päästörajoituksilla (CLEC)

## CLEC (2030) - Base year (2005)

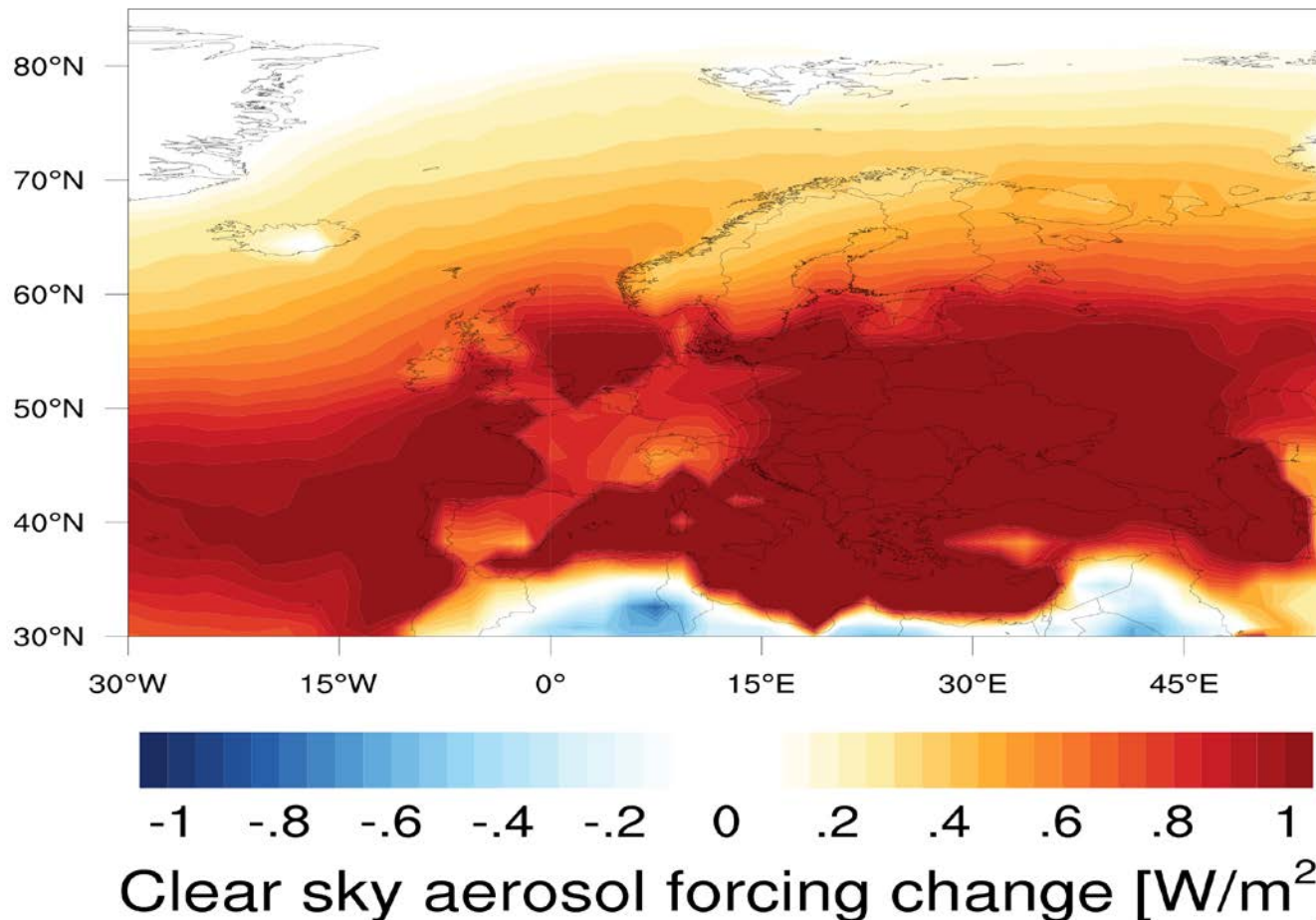


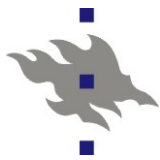




Tilanne on ilmaston kannalta vielä huonompi, jos käyttöön otetaan teknisesti maksimaaliset päästörajoitukset (MFTR)

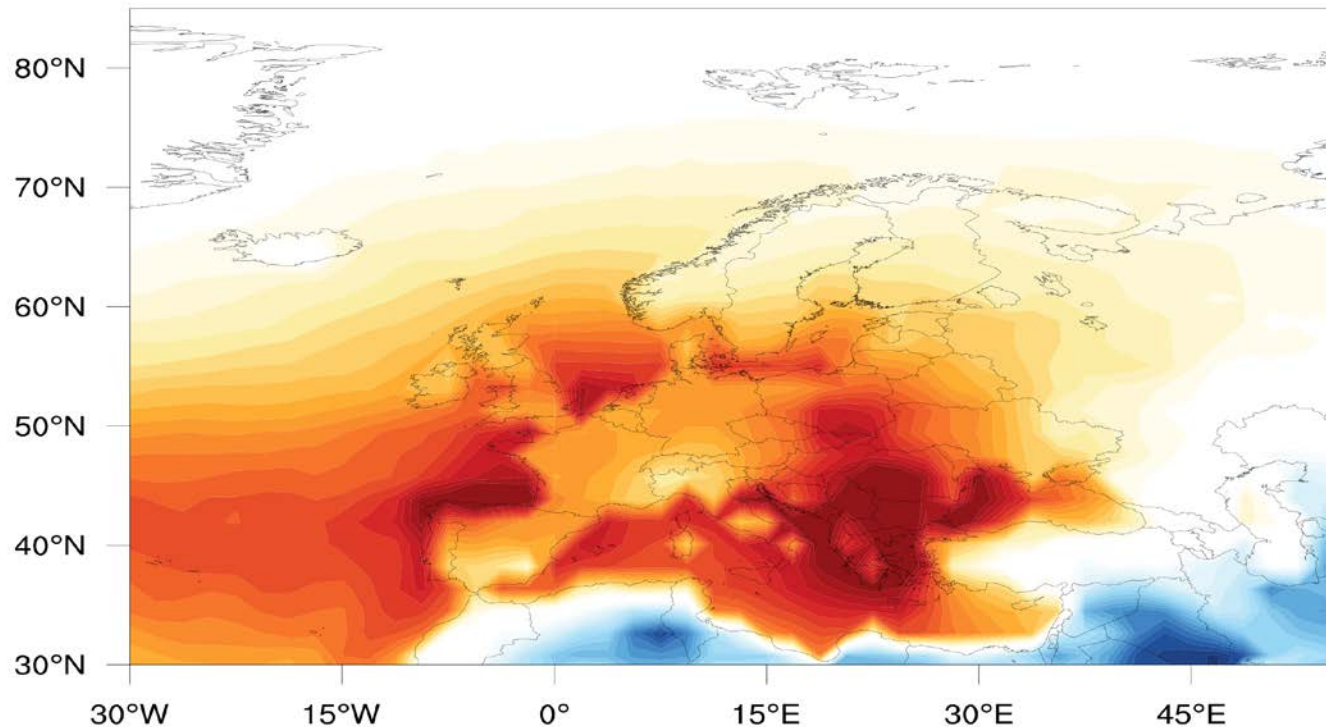
## MFTR (2030) - Base year (2005)





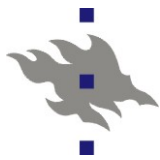
... mutta selkeästi parempi, jos päästöt kohdennetaan sellaisiin lähteisiin, joissa mustan hiilen osuus suuri (BCadd)

## BCadd (2030) - Base year (2005)



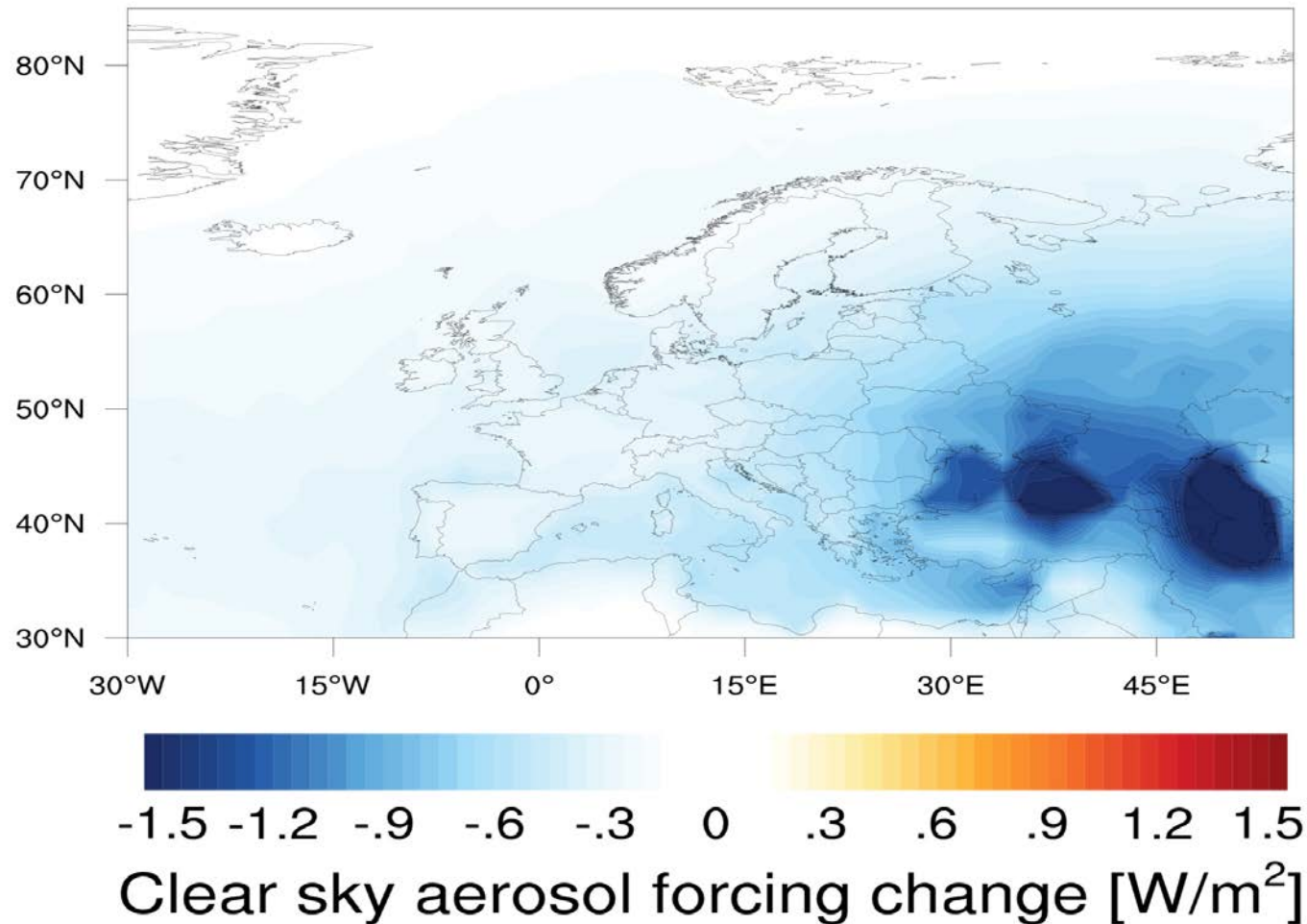
-1 -0.8 -0.6 -0.4 -0.2 0 .2 .4 .6 .8 1

Clear sky aerosol forcing change [ $\text{W}/\text{m}^2$ ]



... mutta selkeästi parempi, jos päästöt kohdennetaan  
sellaisiin lähteisiin, joissa mustan hiilen osuus suuri (BCadd)

## BCadd (2030) - MTRF (2030)





## Musta hiili vs. kasvihuonekaasut

- Kohdennetuilla hiukkaspäästövähennyksillä (mustan hiilen suhteen) on merkitystä, alueellisesti suurtakin
- Kokonaisuudessaan hiukkaspäästövähennykset antanevat tulevaisuudessa ”lämpölisän”



- Jos päästöistä pystyttäisiin poistamaan pelkästään mustaa hiiltä, maksimaalinen globaalihiyöty olisi noin  $1 \text{ W/m}^2$  (epävarmuusväli  $0.27\text{--}2.1 \text{ W/m}^2$ )
- Ilmakehän hiilidioksidin lisääntyminen yksinään on lisännyt säteilypakotetta noin  $0.2 \text{ W/m}^2$  viimeisten kuuden vuoden aikana



→ Mustan hiilen päästövähennyksillä voidaan ostaa aikaa, ehkä vain joitakin vuosia,

pitemmällä tähtäimellä ne eivät ole vaihtoehto kasvihuonekaasupäästövähennyksille