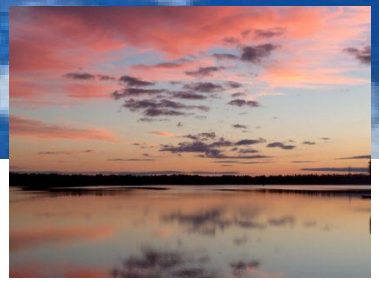
Puun pienpolton päästöjen muutunta ilmakehässä



UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND

Pienpolttoseminaari, Kuopio, 23.5.2018

FMI

Pienpoltto tuottaa merkittävän määrän päästöjä ilmakehään.

Suomessa

- 40 % pienhiukkaspäästöistä (PM2.5)
- 55 % ilmastoa lämmittävistä mustahiilipäästöistä
- Yli 80% terveydelle haitallisista PAH-päästöistä
- 40 % VOC-päästöistä

THL report

Miksi on tärkeää ymmärtää pienpolton päästöjen muutunta ilmakehässä?

1. Ilmastovaikutukset

2. Vaikutukset ilman laatuun

3. Terveysvaikutukset

1. Ilmastovaikutukset

2. Vaikutukset ilman laatuun

3. Terveysvaikutukset

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundääristen orgaanisten ja epäorgaanisten aerosolien muodostuminen ilmakehässä
- Mustan hiilen ominaisuudet muuttuvat
- Vaikutukset pilvien muodostukseen

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundääristen orgaanisten ja epäorgaanisten aerosolien muodostuminen ilmakehässä
- Mustan hiilen ominaisuudet muuttuvat
- Vaikutukset pilvien muodostukseen

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

Sekundäärisellä epäorgaanisella aerosolilla tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy epäorgaanisten prekursorikaasujen hapettumisessa.

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundäärisellä epäorgaanisella aerosolilla tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy epäorgaanisten prekursorikaasujen hapettumisessa.

- Esimerkiksi ammoniumsulfaatin (hiukkasfaasi) muodostuminen rikkidioksidista (kaasufaasi).

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundäärisellä epäorgaanisella aerosolilla tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy epäorgaanisten prekursorikaasujen hapettumisessa.
- Esimerkiksi ammoniumsulfaatin (hiukkasfaasi) muodostuminen rikkidioksidista (kaasufaasi).
- Epäorgaanisten aineiden hapetusreaktiot tunnetaan suhteellisen hyvin.

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

Sekundäärisellä orgaanisella aerosolilla (SOA) tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy orgaanisten prekursorikaasujen (VOC) hapettumisen seurauksena.

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundäärisellä orgaanisella aerosolilla (SOA) tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy orgaanisten prekursorikaasujen (VOC) hapettumisen seurauksena.
- Ilmakehässä esiintyy 10 000-100 000 erilaista VOC-yhdistettä, jotka käyttäytyvät eri tavoin ilmakehässä.

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

- Sekundäärisellä orgaanisella aerosolilla (SOA) tarkoitetaan sitä hiukkasmassaa, joka syntyy orgaanisten prekursorikaasujen (VOC) hapettumisen seurauksena.
- Ilmakehässä esiintyy 10 000-100 000 erilaista VOC-yhdistettä, jotka käyttäytyvät eri tavoin ilmakehässä.
- SOA muodostaa merkittävän osan ilmakehän aerosolimassasta.

THL report

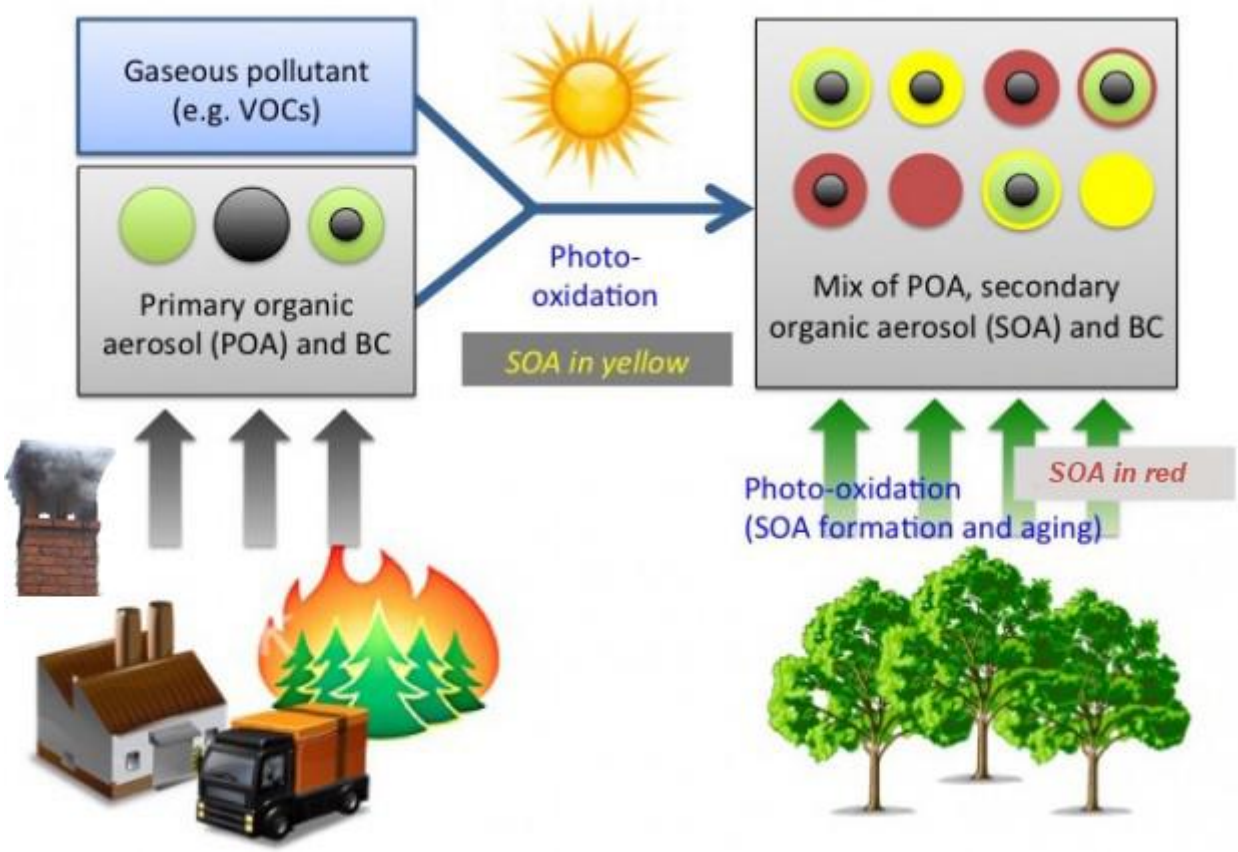
Päästöt muuntuvat ilmakehässä:

Pelkkien primääripäästöjen mittaaminen ei riitä

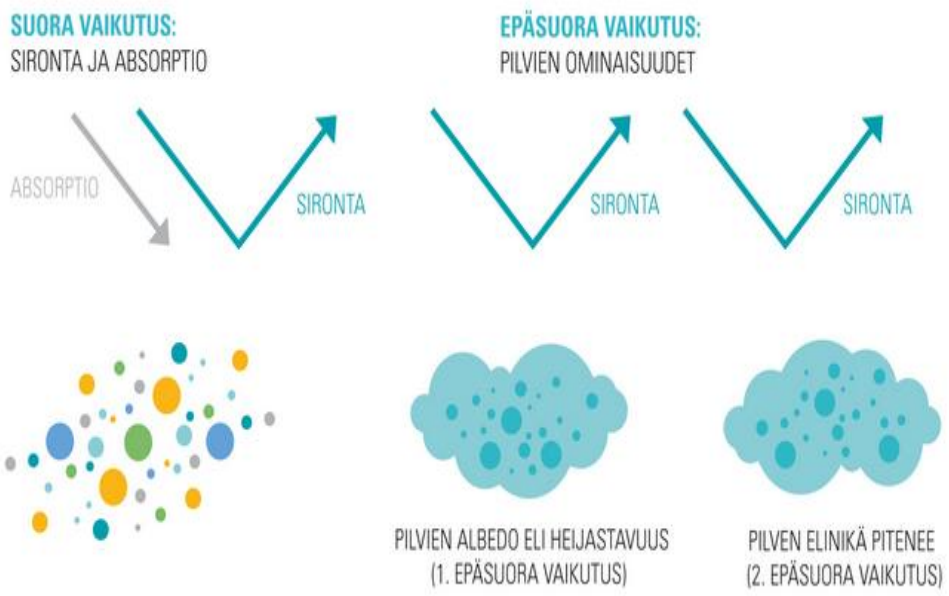
- Esimerkiksi puun pienpolton tuottama SOA:n päästömäärä on tyypillisesti yhtä suuri kuin primäärisen päästön (POA).
- Kostean puu tuottaa erityisen korkeita SOA päästöjä.
- Bensamoottorille SOA voi olla yli 10 kertaa suurempi kuin primäärinen aerosoli (Simonen et al., 2015)

THL report

Päästöt muuntuvat ilmakehässä



Lee et al., 2015

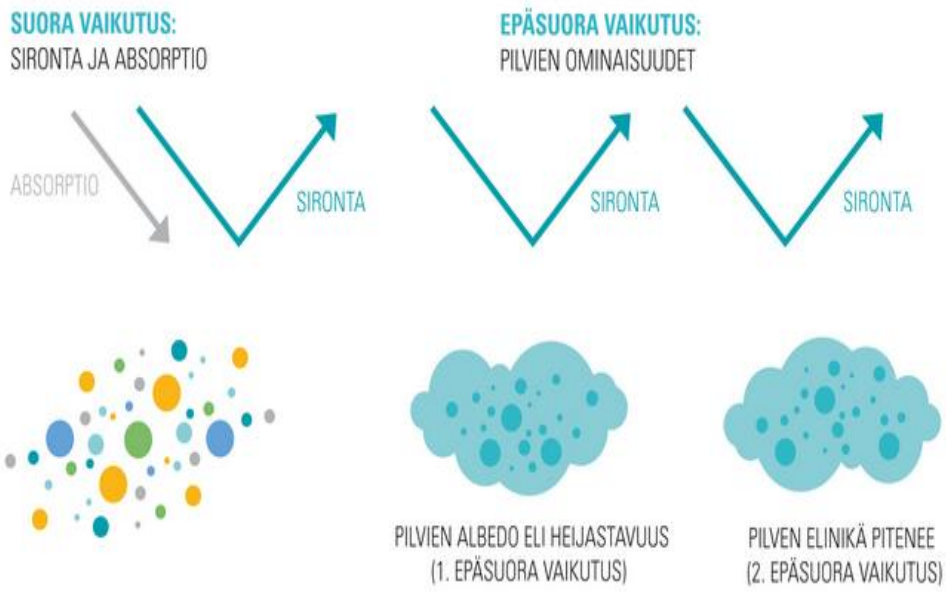


- Tiivistyäkseen vesihöyry tarvitsee ulkoisen tiivistymisytimen jonka pinnalle veden kondensaatio alkaa – jokaisen pilvipisaran sisällä on siis aerosolihiukkanen, esimerkiksi nokihiukkanen.

- Aerosolit ovat siis pilvien ”rakennusainetta”.

www.ilmasto.nyt

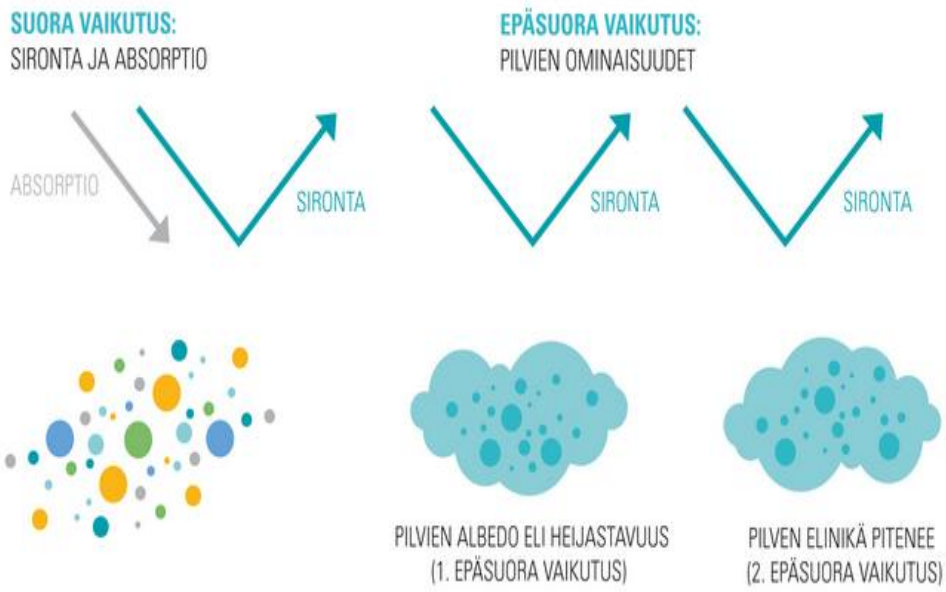
Päästöt muuntuvat ilmakehässä



Aerosolit vuorovaikuttava auringon säteilyn kanssa suoraan sirottamalla säteilyä takaisin tai absorboimalla säteilyä sekä epäsuorasti toimimalla pilvipisaroiden tiivistysytiminä.

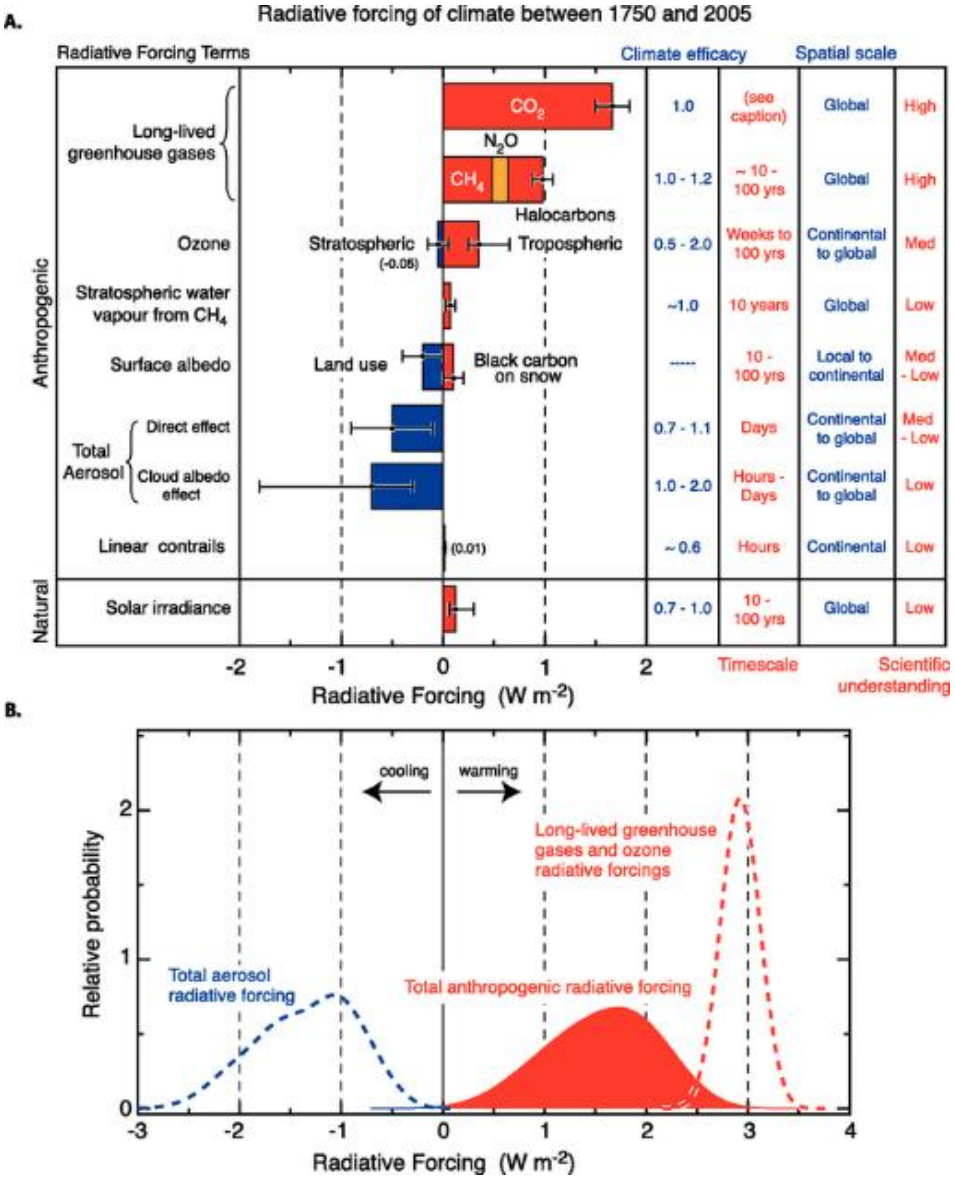
www.ilmasto.nyt

Päästöt muuntuvat ilmakehässä



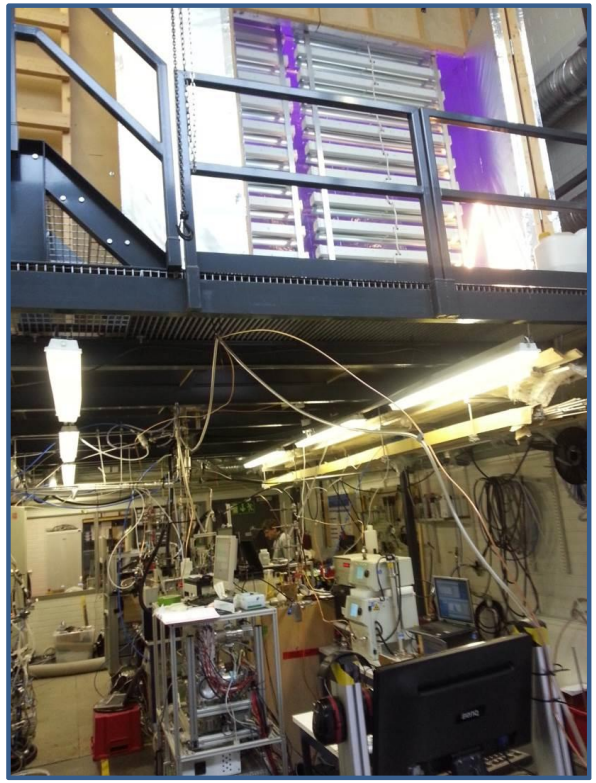
IPCC:n mukaan aerosolien aiheuttama kokonaissäteilypakote on -0.9 W/m^2 , josta suora vaikutus on -0.4 W/m^2 ja epäsuora vaikutus on -0.5 W/m^2.

www.ilmasto.nyt


A.
Radiative forcing of climate between 1750 and 2005
Radiative Forcing Terms
Climate efficacy
Spatial scale
Long-lived greenhouse gases
CO2
N2O
CH4
Halocarbons
1.0
(see caption)
Global
High
1.0 - 1.2
~ 10 - 100 yrs
Global
High
Ozone
Stratospheric
(-0.05)
Tropospheric
0.5 - 2.0
Weeks to 100 yrs
Continental to global
Med
Stratospheric water vapour from CH4
~1.0
10 years
Global
Low
Surface albedo
Land use
Black carbon on snow
-----
10 - 100 yrs
Local to continental
Med - Low
Total Aerosol
Direct effect
0.7 - 1.1
Days
Continental to global
Med - Low
Cloud albedo effect
1.0 - 2.0
Hours - Days
Continental to global
Low
Linear contrails
(0.01)
~ 0.6
Hours
Continental
Low
Anthropogenic
Natural
Solar irradiance
0.7 - 1.0
10 - 100 yrs
Global
Low
-2
-1
0
1
2
Radiative Forcing (W m-2)
Timescale
Scientific understanding
B.
cooling
warming
Long-lived greenhouse gases and ozone radiative forcings
Total aerosol radiative forcing
Total anthropogenic radiative forcing
Relative probability
0
1
2
-3
-2
-1
0
1
2
3
4
Radiative Forcing (W m-2)

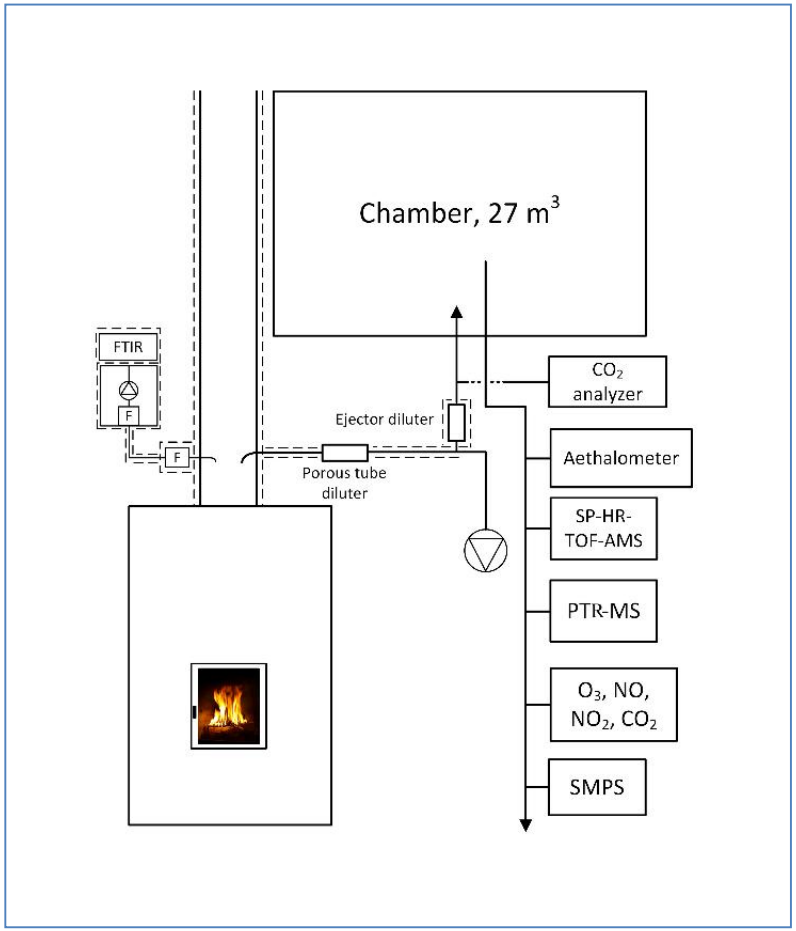
ICPP report

TUTKIMUS ILMARI POLTTOTUTKIMUSYKSIKÖSSÄ



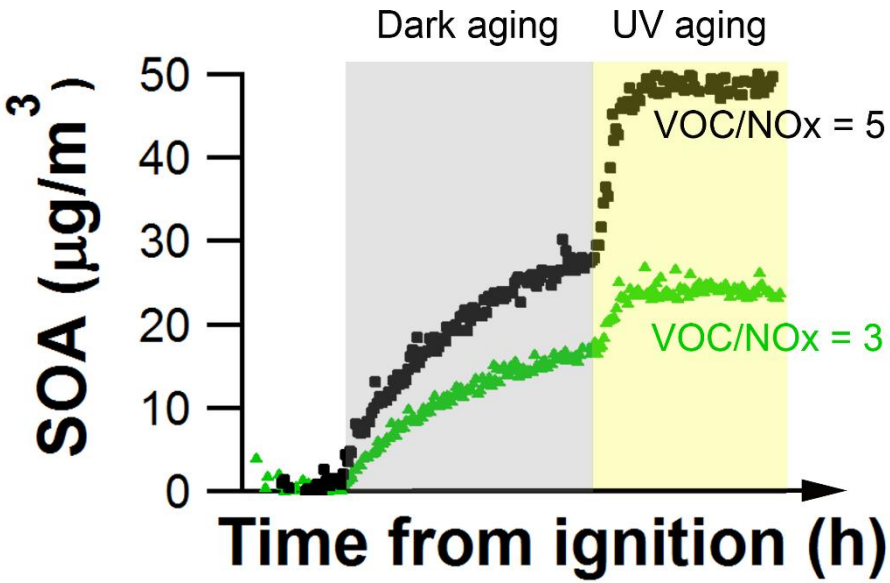
- HICE2015 kokeet tehtiin 29 m^3 Teflon kammiossa (Leskinen et al., 2015 *AMT)*
- Päästölähteenä käytettiin panospolttoa (2.5 kg puuhalkoja)

Kammiotutkimukset Ilmarissa



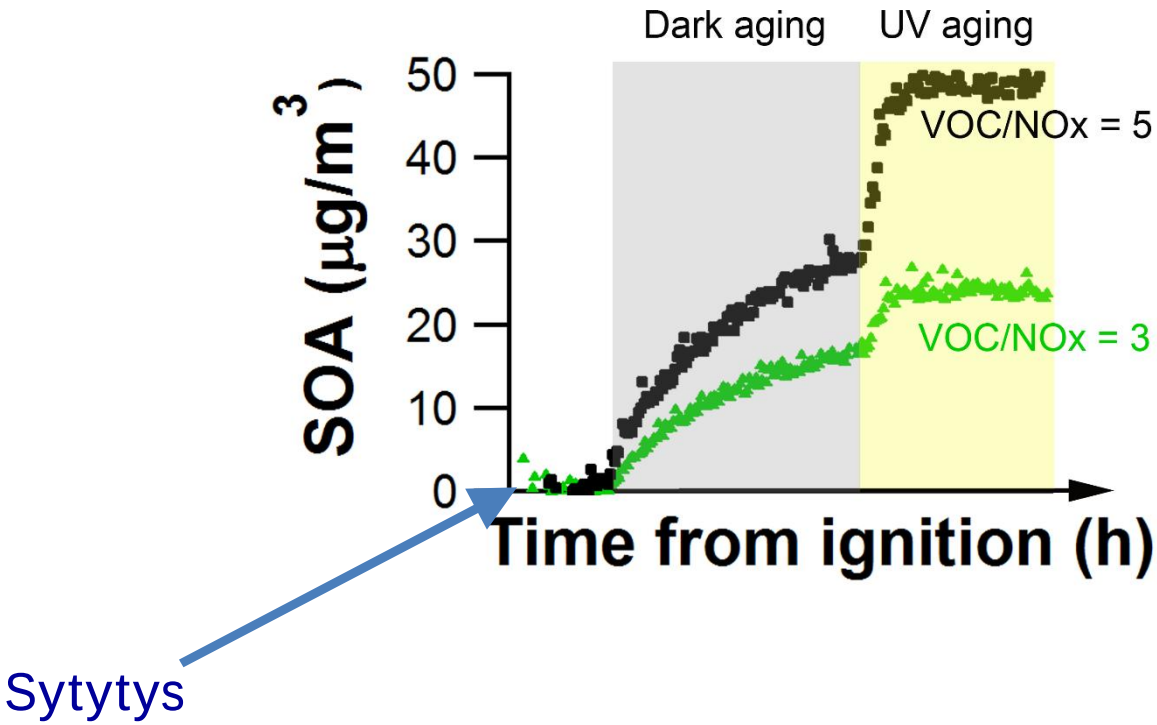
Tiitta et al. (2016) *ACP*

Kammiotutkimukset Ilmarissa



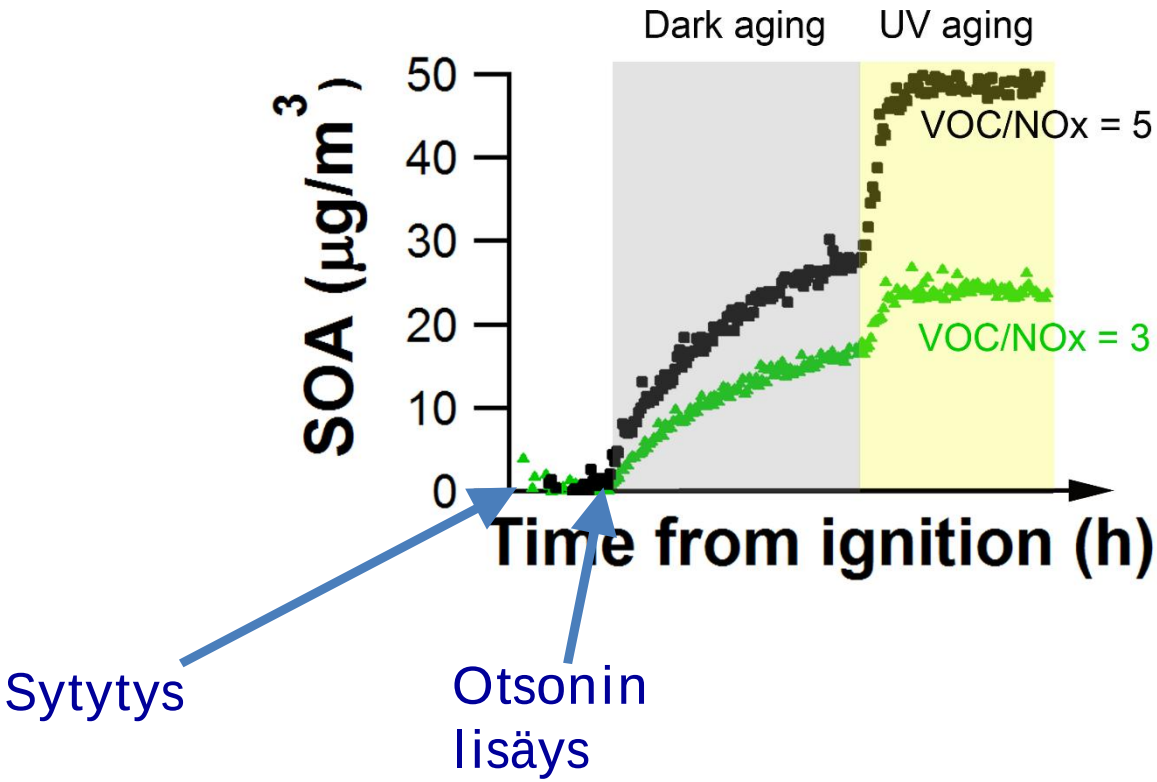
Tiitta et al. (2016) *ACP*

Kammiotutkimukset Ilmarissa



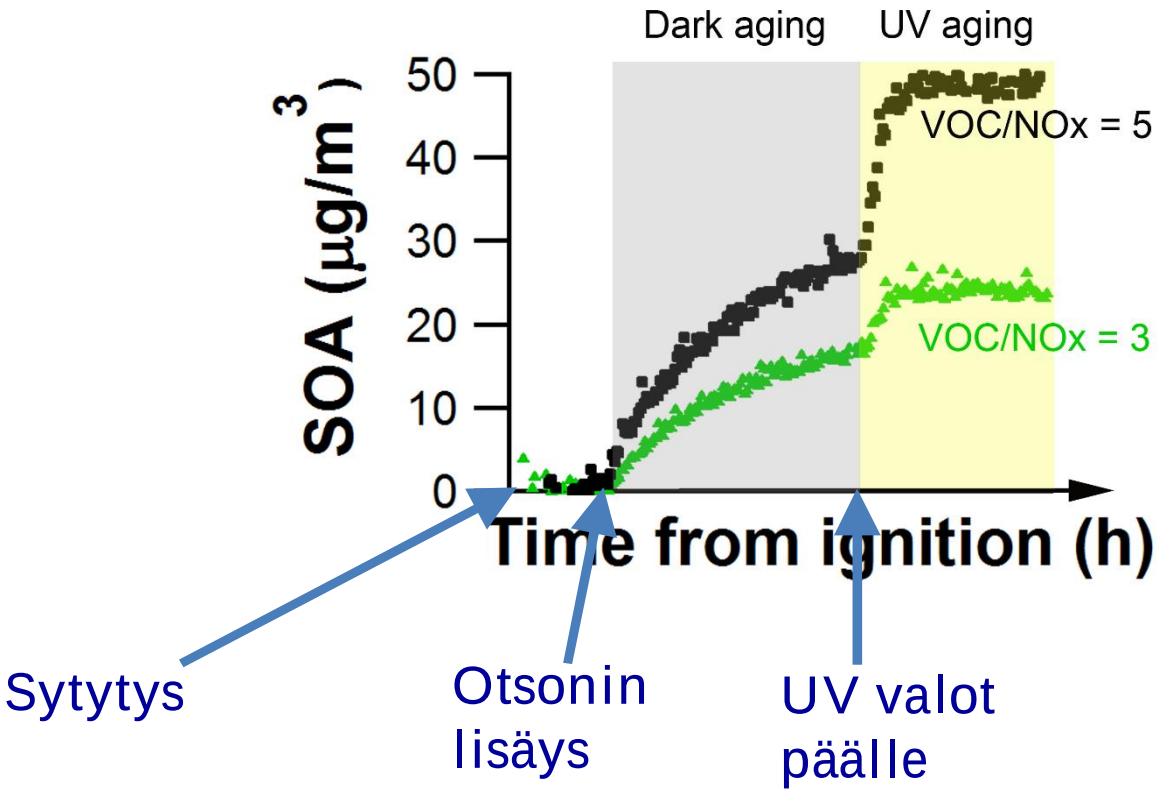
Tiitta et al. (2016) *ACP*

Kammiotutkimukset Ilmarissa



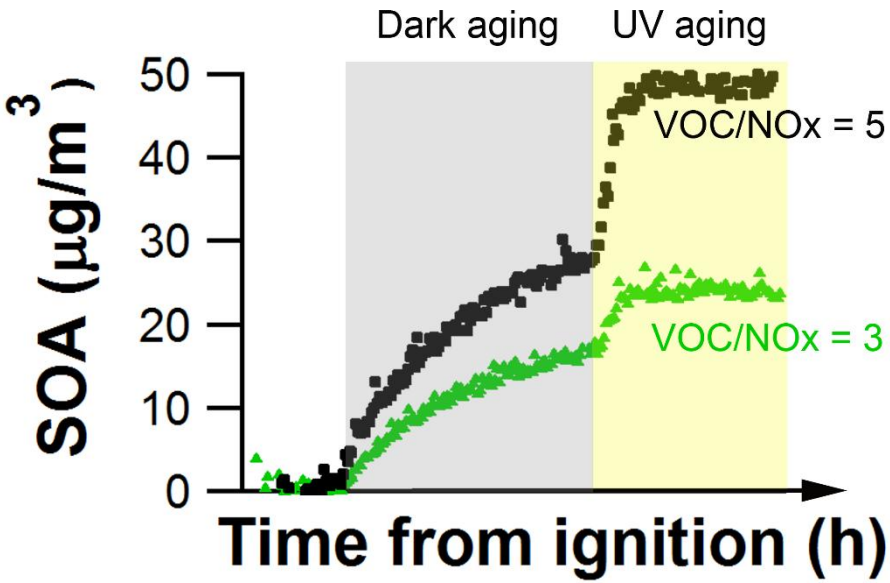
Tiitta et al. (2016) *ACP*

Kammiotutkimukset Ilmarissa



Tiitta et al. (2016) *ACP*

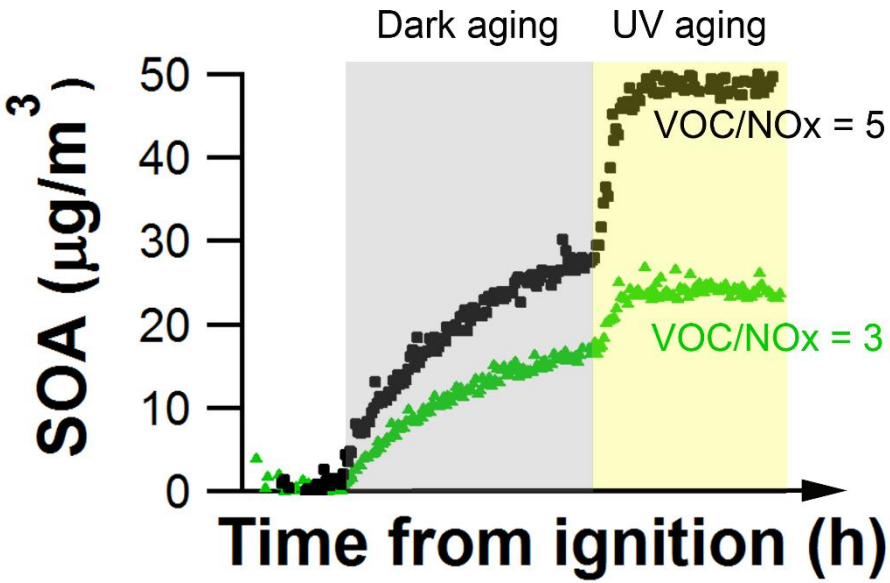
Kammiotutkimukset Ilmarissa



Päästöjen ikääntyminen/muutunta kammiossa keskimäärin kaksinkertaisti OA:n päästön.

Tiitta et al. (2016) *ACP*

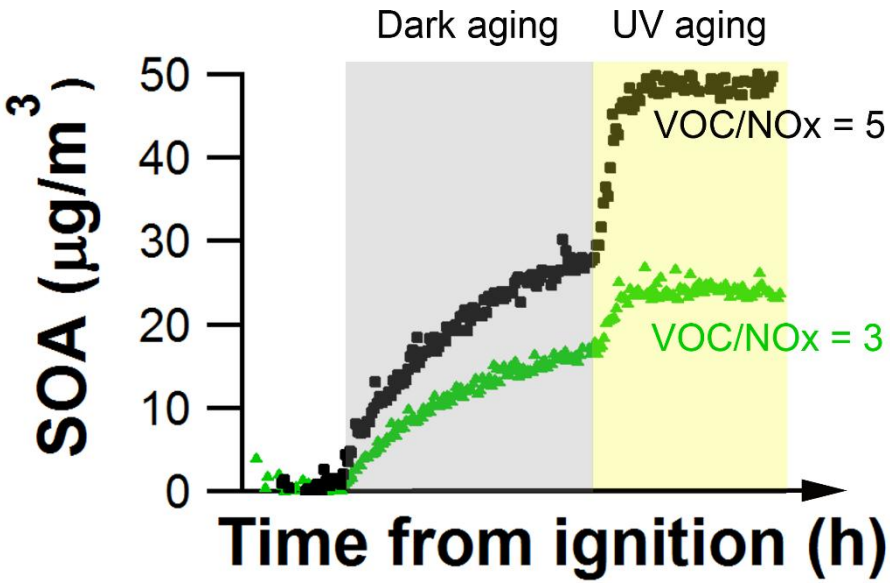
Kammiotutkimukset Ilmarissa



Pimeällä hapetusreaktiot olivat hitaampia ja SOA:ta syntyi hieman vähemmän kuin UV ikäännytyksessä (kerroin 1.7).

Tiitta et al. (2016) *ACP*

Kammiotutkimukset Ilmarissa



OA:n koostumus erilainen pimeäikääntymisen jälkeen
-> organonitraattien muodostuminen pimeäkääntymisessä.

Tiitta et al. (2016) *ACP*

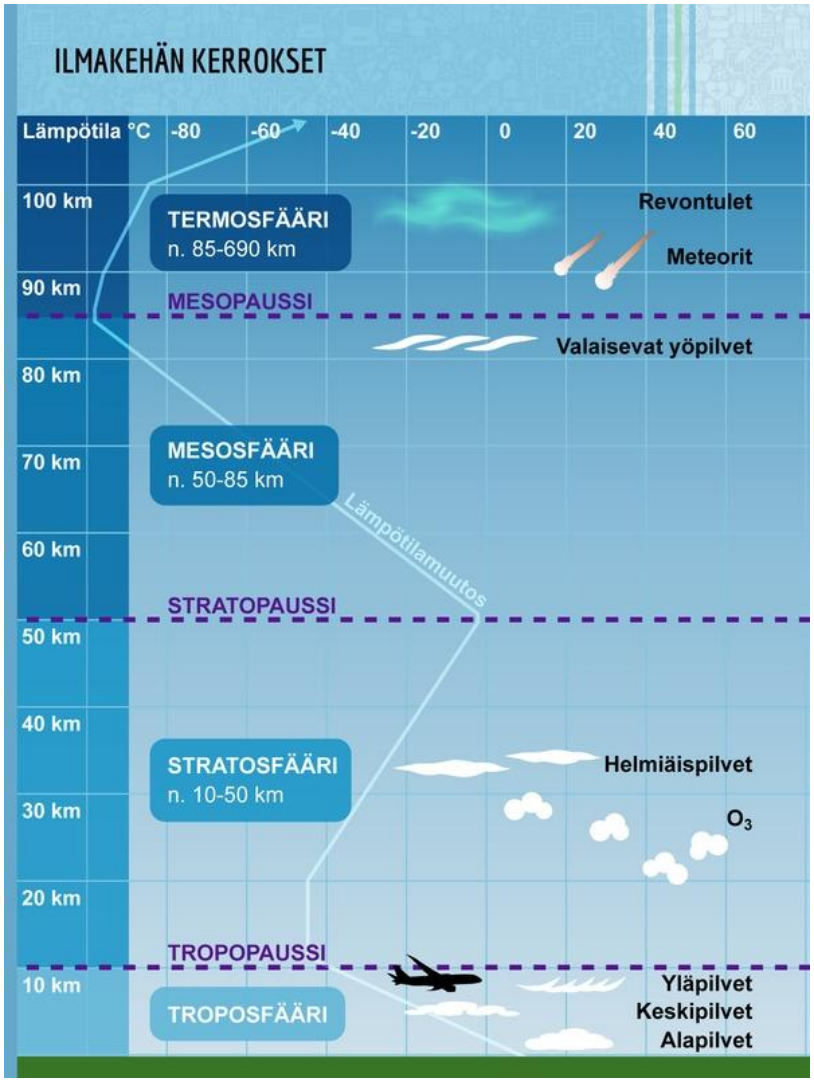
Yhteenvetona, pelkkien primääripäästöjen mittaaminen ei riitä puun pienpolton vaikutusten kokonaisarviointiin.

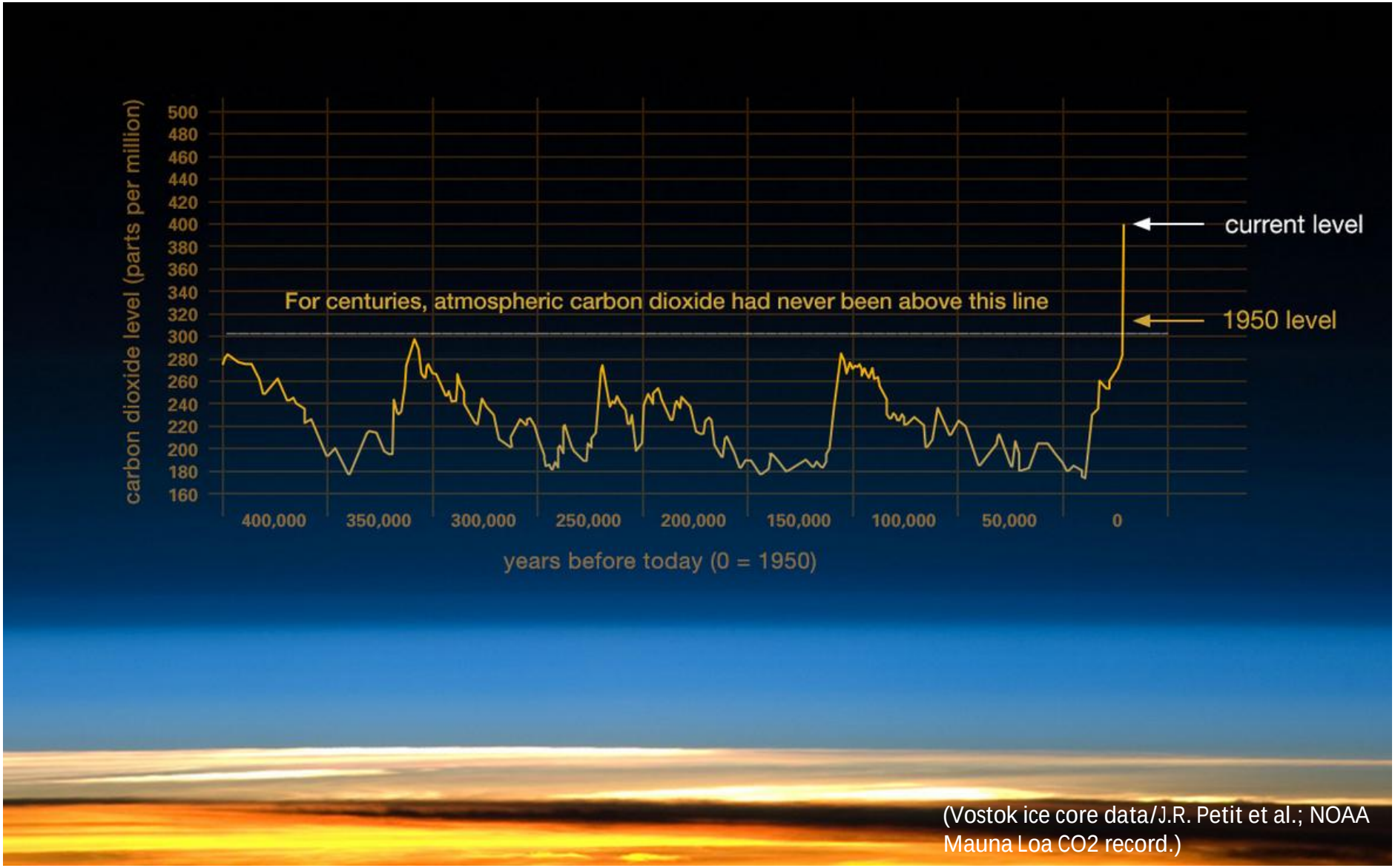
- SOA on tärkeä osa puun pienpolton päästöjä.
- Mustahiili lämmittää ilmastoa, muut aerosolipäästöt viilentävät

Petri.Tiitta@uef.fi

Kiitos mielenkiinnostasi!

Petri.Tiitta@uef.fi


ILMAKEHÄN KERROKSET
Lämpötila °C
-80
-60
-40
-20
0
20
40
60
100 km
90 km
80 km
70 km
60 km
50 km
40 km
30 km
20 km
10 km
TERMOSFÄÄRI
n. 85-690 km
Revontulet
Meteorit
MESOPAUSSI
Valaisevat yöpilvet
MESOSFÄÄRI
n. 50-85 km
Lämpötilamuutos
STRATOPAUSSI
STRATOSFÄÄRI
n. 10-50 km
Helmiäispilvet
O_3
TROPOPAUSSI
TROPOSFÄÄRI
Yläpilvet
Keskipilvet
Alapilvet



(Vostok ice core data/J.R. Petit et al.; NOAA Mauna Loa CO2 record.)