

Puun polton pienhiukkaset ja päästöjen vähentäminen



Dos. Jarkko Tissari

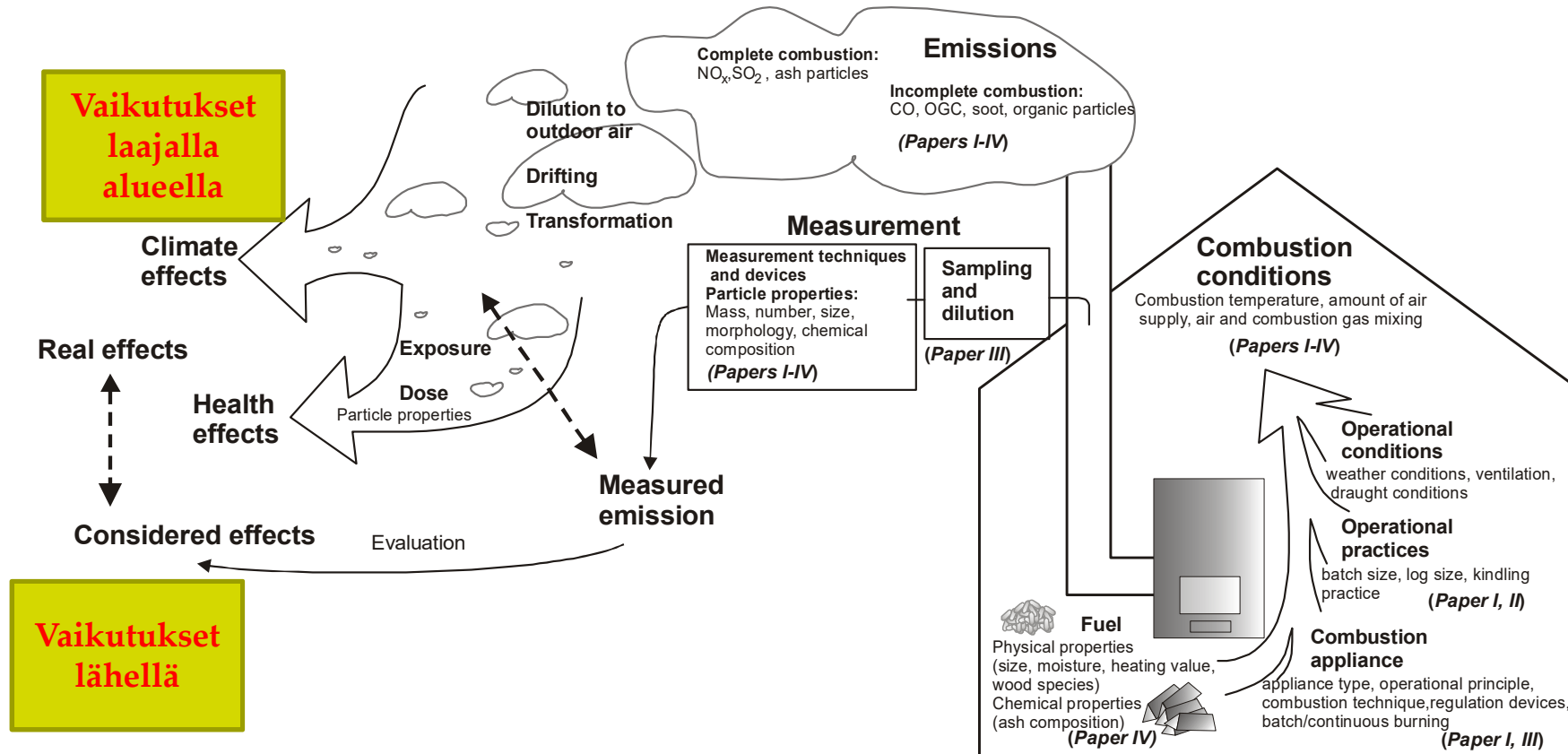
Fine particle and aerosol technology laboratory (FINE)
Department of Environmental and Biological Sciences



UEF // University of Eastern Finland

Puulämmityspäivä, Helsinki 8.2.2017

Mitkä tekijät vaikuttavat päästöihin



Puun polton pienhiukkaset

- Pitoisuus
 - Lukumäärä, massa, pinta-ala, tilavuus-, koostumuspitoisuus
- Koko
 - Aerodynaaminen koko, stokesin koko, sähköinen liikkuvuuskoko, jokin muu koko...
 - Kokojakauma
 - Massa, lukumäärä, kemiallinen koostumus
- Morfologia, tiheys, pintaominaisuudet
- Kemiallinen koostumus
 - OC, EC, metallit, alkuaineet, yhdisteet, PAH

Polttohiukkaset n. 100 nm

1 mm janalle peräkkäin
10 000 kpl.



= 1 cm³

10 µm hiukkasia mahtuu
1000 × 1000 × 1000
= 1 mrd kpl

Polttohiukkasia on tyypillisesti 10-100 miljoonaa (suurempi määrä aiheuttaa törmäilyä, jolloin koko kasvaa ja lukumäärä voi pienentyä).

Puun polttaminen

- Yksinkertaistettuna
 - Palavien aineiden kaasuttamista
 - Kaasujen (CO, CxHy) polttamista (hapettamista)
 - Hiillosvaiheessa hiilen polttamista



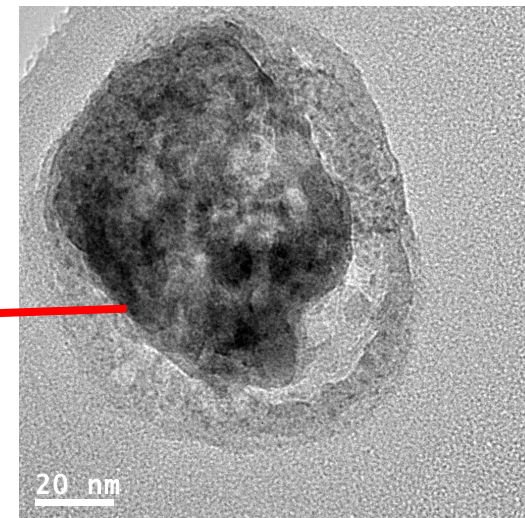
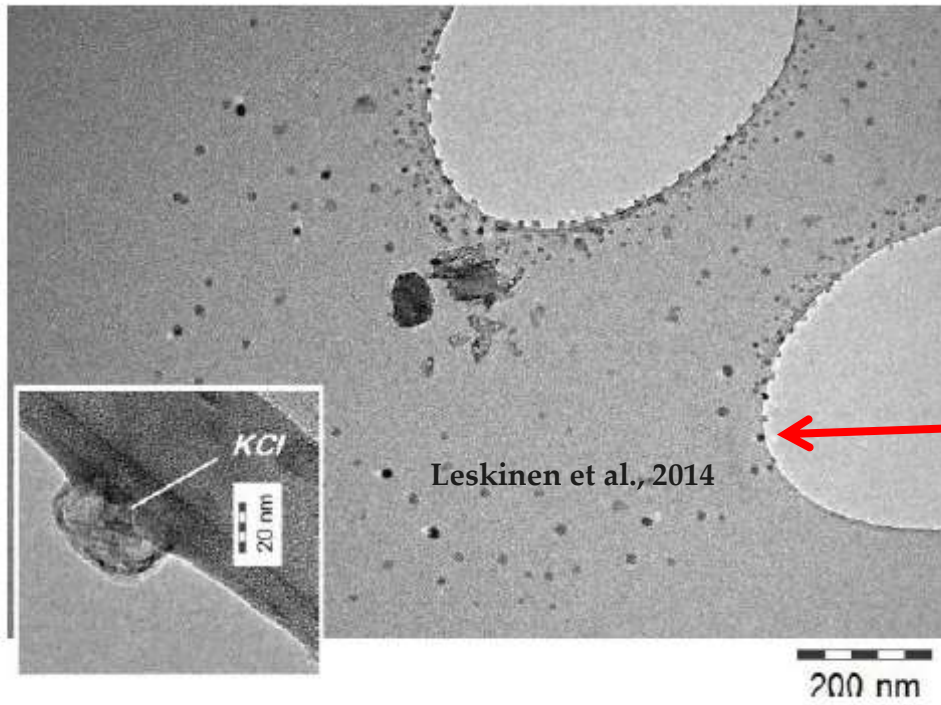
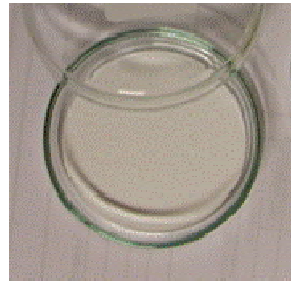


Hiukkasten muodostuminen

■ 1. TUHKA

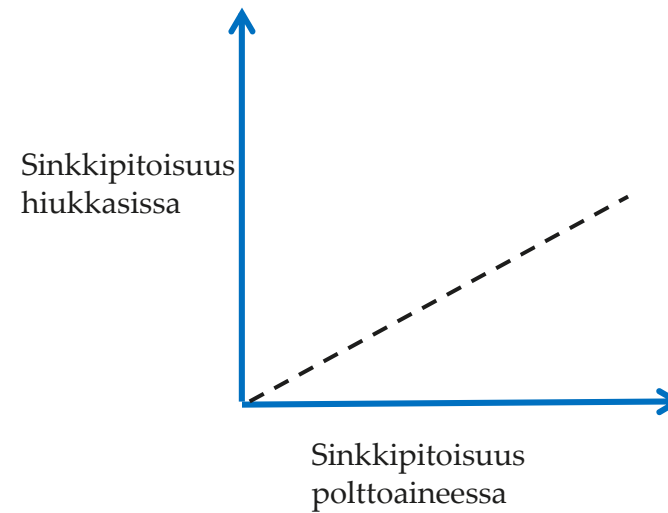
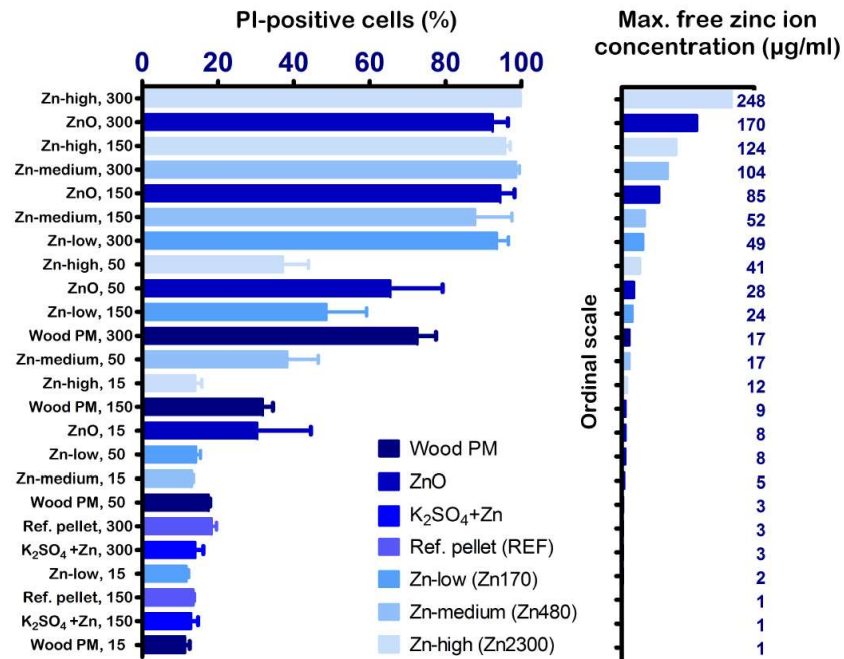
- Puun kaasuuntuessa myös osa palamattomista tuhka-aineista höyrystyy (muuttuu kaasumaiseen muotoon) ja tiivistyy lämpötilan laskiessa hyvin pieniksi hiukkasiksi!
- Tuhkahiukkasia muodostuu myös täydellisissä palamisolosuhteissa!
Esim. Pelletinpoltto

- 1. TUHKA



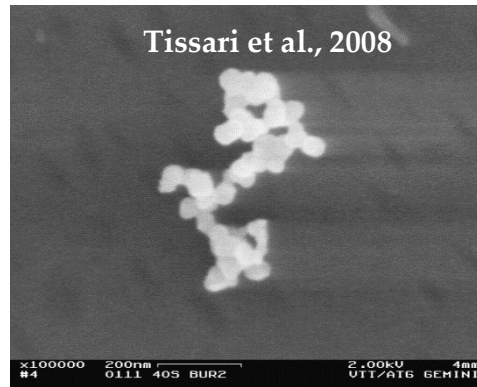
ZnO todettu haitalliseksi

KCl, K₂SO₄ ei todennäköisesti haitallista

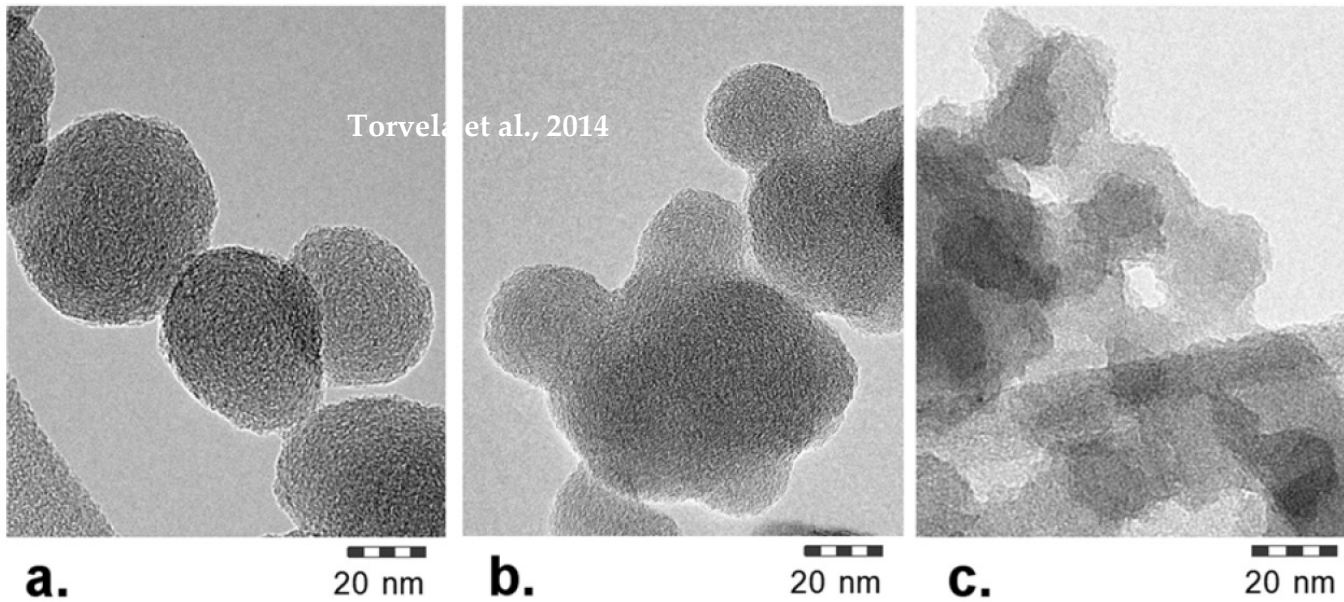


Tiina Torvelan väitöskirja, 2/2015

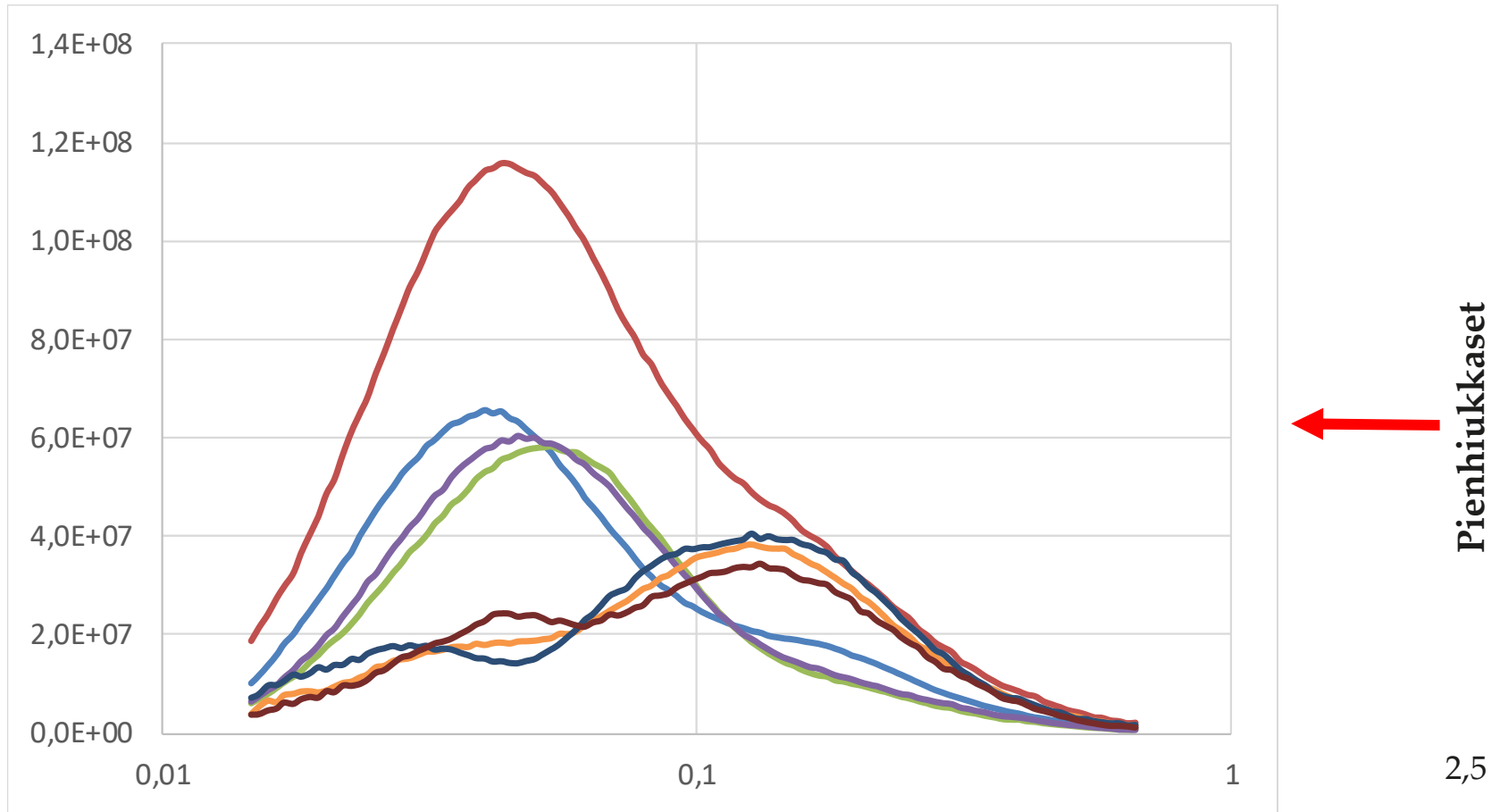
■ 2. NOKI



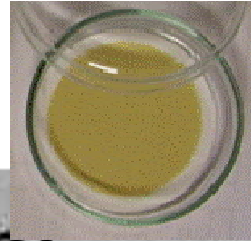
50 nm - 1000 nm agglomeraatteja
Syntyvät liekissä
Palavat liekin ulkovyöhykkeellä
Olosuhteet vaikuttavat hiukkasten ominaisuuksiin.



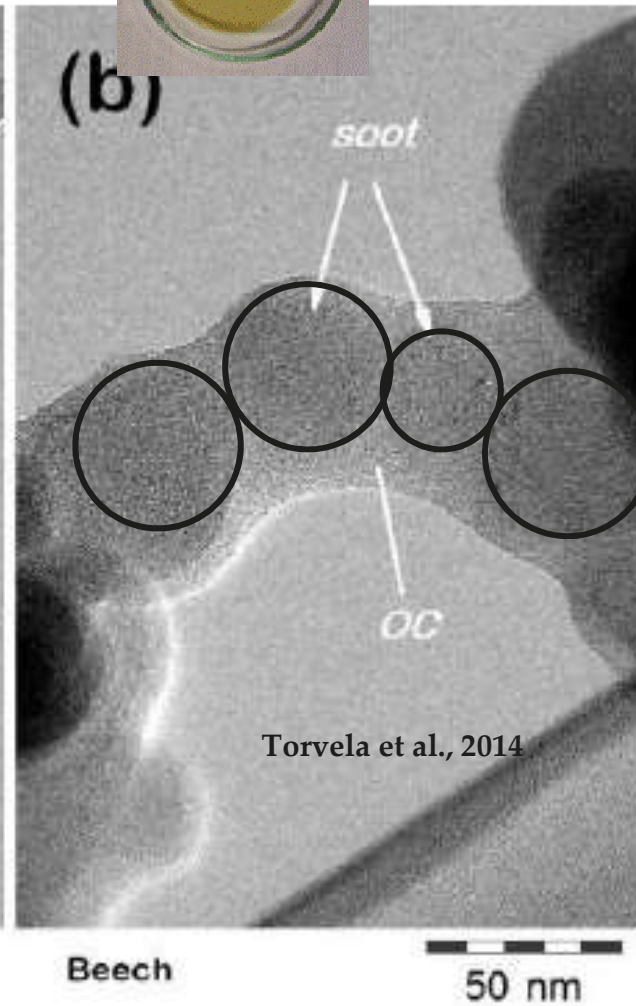
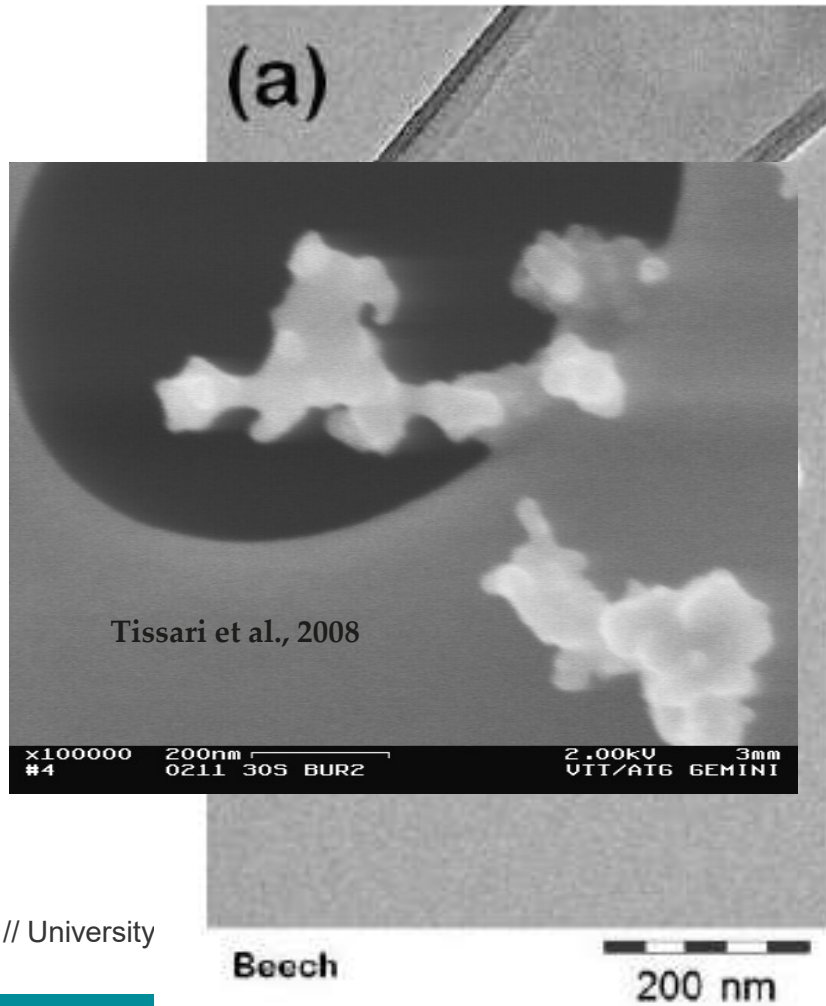
Tuhka ja nokimoodi kokojakaumassa



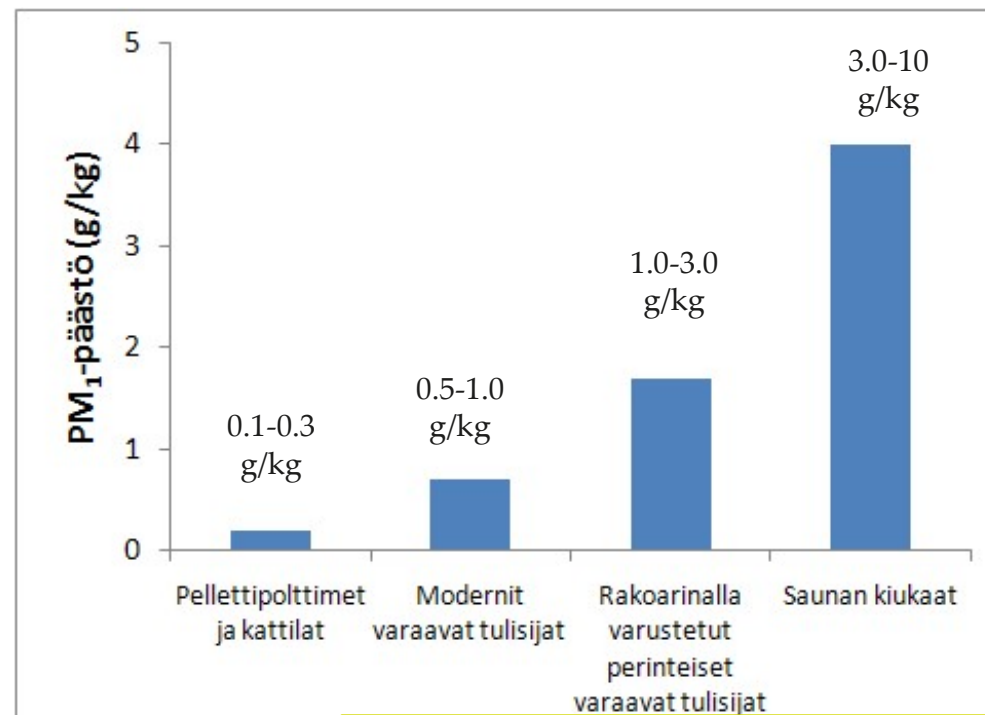
■ 3. Orgaaninen aines



Tiivistyy tuhkan ja noen pinnalle.

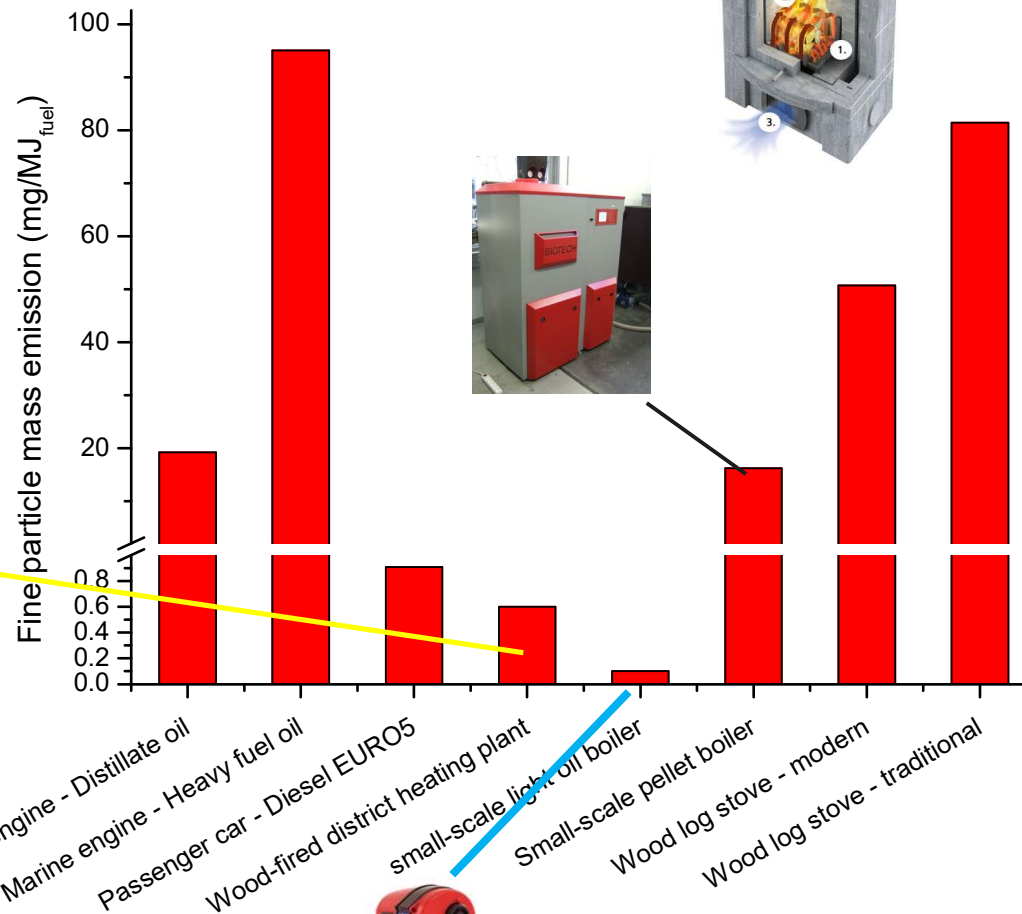


Tyypillisiä PM₁ päästökertoimia



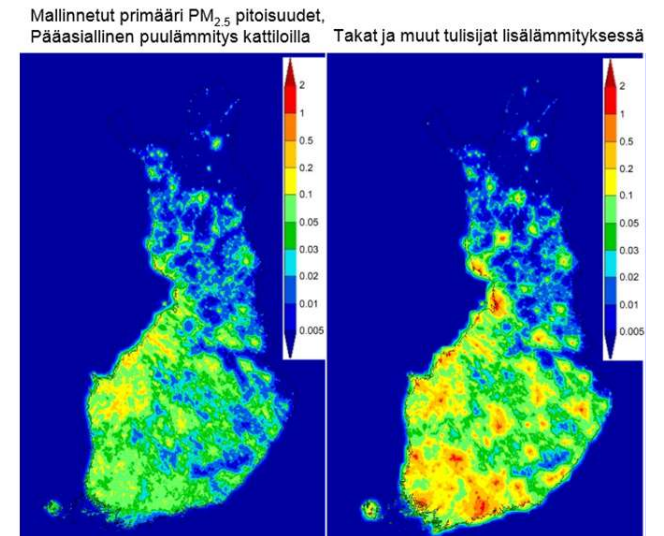
Tissari, J.
Väitöskirja
2008

Vertailua muihin polttolähteisiin: **PM**



Vaikutus ulkoilmapitoisuuksiin

- Lisäys taajama-alueilla $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuosikeskiarvo)
- Helsingin alueella talviaikaan 30-40 % ilmassa olevista hiukkasista on peräisin puun pienpoltosta (Saarnio ym., 2012).
- ”Puunpolttoalueilla” pitoisuudet korkeammat kuin Mannerheimintiellä tai muilla vastaavilla alueilla.



Lähde: NIKO KARVOSENOJA
SYKE

Suurin väestöaltistus aiheutuu takkojen ja kiukaiden päästöistä taajama-alueilla

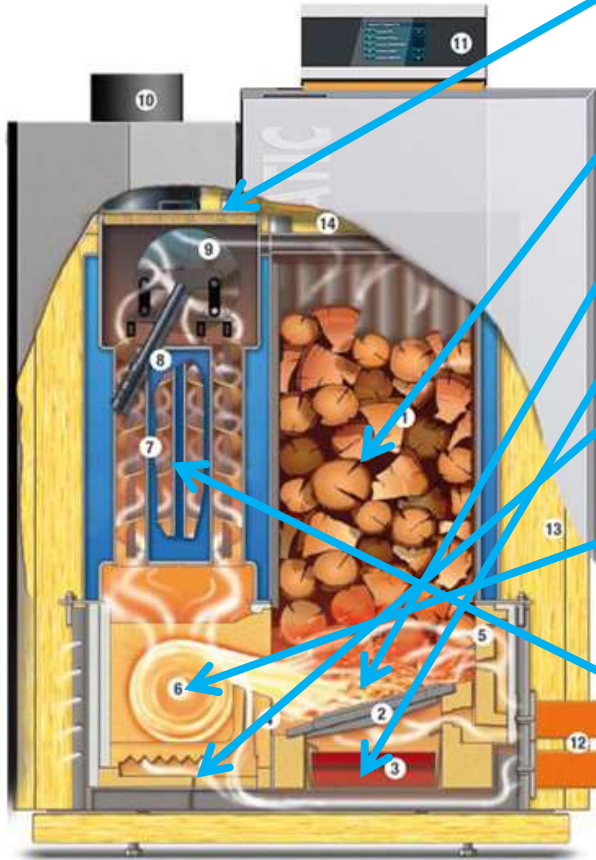
puolenpolton aiheuttamien primääristen PM_{2.5} päästöjen (a) ja väestöaltistuksen (b) jakaantuminen haja-asutus- ja taajama-alueille



Paunu 2012. Emissions of Residential Wood Combustion in Urban and Rural Areas of Finland. Master of Science Thesis.



Hyvien palamisolosuhteiden edellytykset klapin poltossa



Polttoa säätelevä automatiikka,
savukaasupuhallin

Suuri polttoainesäiliö -> jatkuva poltto

Primääri-ilma kaasuttaa

Tuhkan poisto

Toisioilma palotilaan, joka eristetty ->
korkea lämpötila

Savukaasun ja palamisilman sekoitus -
geometria

Tehokas lämmönvaihto (ruuvit)
Lämmönvaihtoputkien automaattinen
nuohous

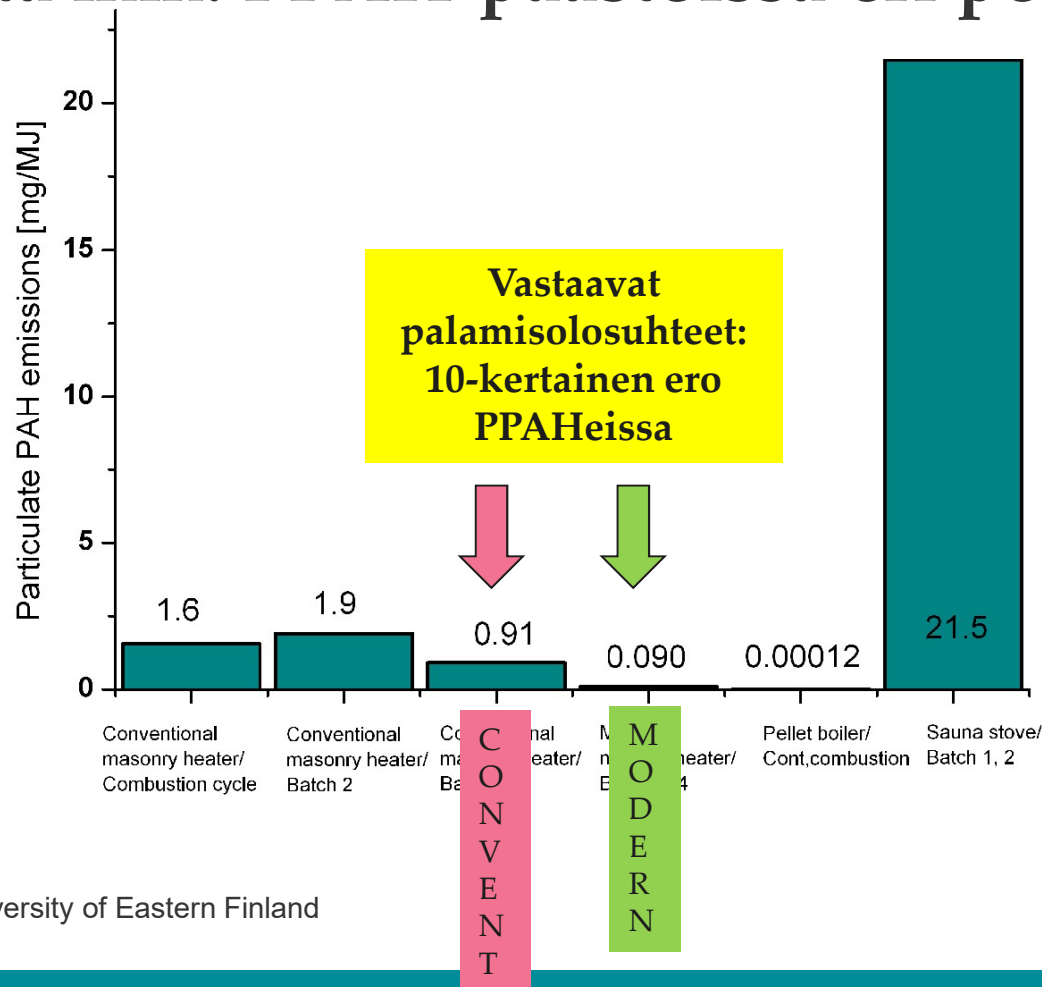
Hyviä, tehokkaita kattiloita löytyy.

Mitä tehtävissä?

- **Polttolaite:** uuden teknologian laitteisiin investoiminen kannattaa, erityisesti puukattiloiden osalta.
 - Vanhaa teknologiaa myynnissä edelleen
 - Hiukkaspäästöt, erityisesti noki ongelma tulisijoissa
 - > kehitystyötä tarvitaan
- Tulisijojen automatisointi?
- Palamisen hyvyyden indikaattorit (vs. käyttö)



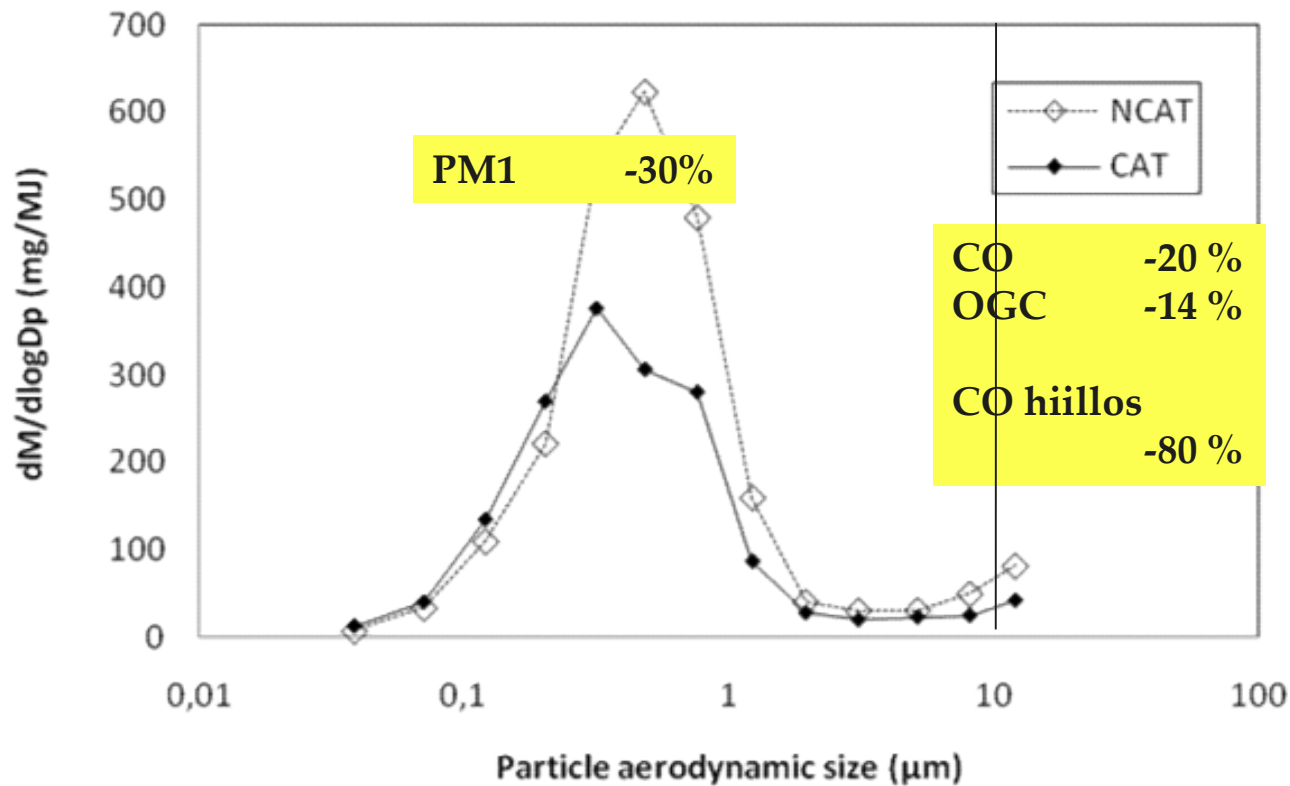
PM päästöissä ei välttämättä merkittäviä eroja, mutta mm. PPAH-päästöissä eri polttilanteissa:



PPAH ehkä yksi parhaista polton laadun (ja hiukkasten toksisuuden) indikaattoreista

Putsarit: katalysaattori kiukaassa, koko poltto

(Hukkanen et al., 2011)



Putsarit: Sähkösuodattimet, katalysaattorit, filterit, kondensoivat lämmönvaihtimet

- Vähän puuta käyttäville kallis.
- Ei riittävän toimiva/tehokas?
- Kattiloihin?
- Kun saadaan toimivia ratkaisuja
-> OK

Käyttötapa?

- Kituutetaan pienellä teholla isoilla klapeilla vs. poltetaan nopeasti varataan lämpö tehokkaasti.
- Poltetaan pitkään (esim. 10 pientä panosta), vs. poltetaan yksi iso panos.
- Pieniä panoksia vs. pesä täyteen.
- Ladotaan tiiviisti vs. ladotaan harvasti.
- Pienet klapit –yksi iso klapi
- Jne.



Mitä tehtävissä?

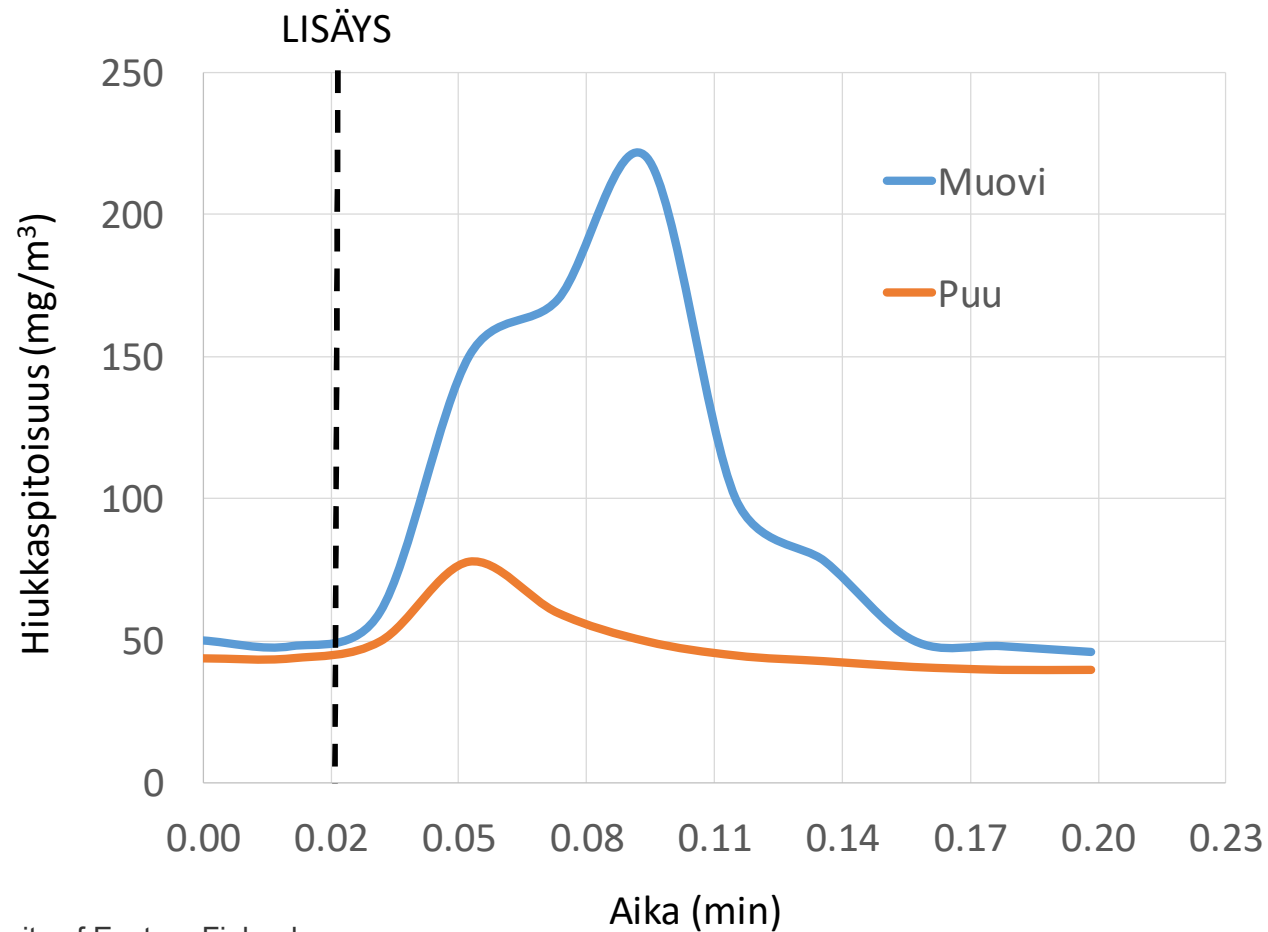
- **Käyttötapa:** tehokkain keino vähentää päästöjä lyhyellä aikavälillä.
 - Tiedotuskampanjat



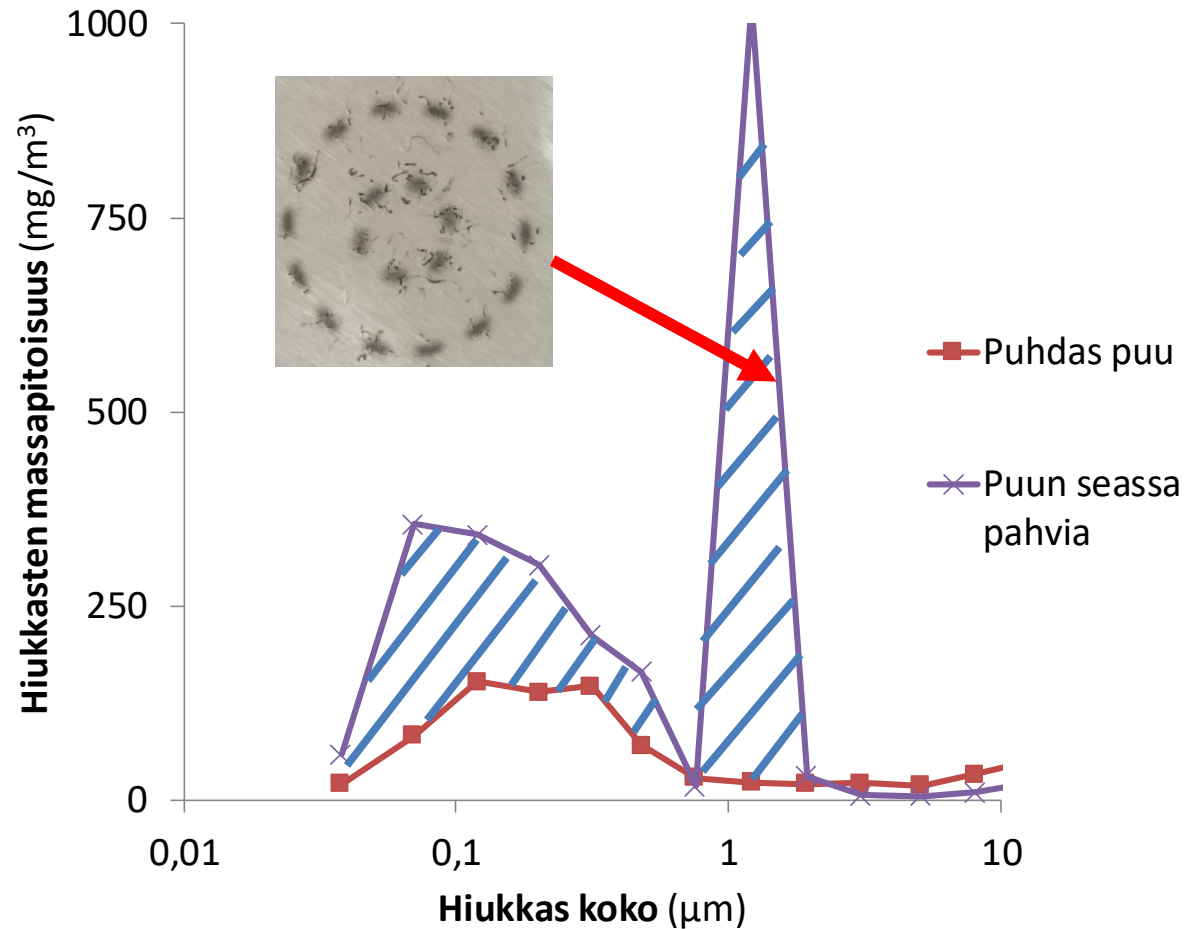
mtv3

Käyttötapa OK?????

50 g lisäys hiilloksen päälle: puutikka vs. leikkelerasia



1. Panoksen polttaminen, puun seassa pahvia



Yhteenveto

- Puun pienpoltolla merkittäviä vaikutuksia ilmastoon ja terveyteen, myös Suomessa.
- **Polttolaite:** uuden teknologian laitteisiin investoiminen kannattaa, erityisesti puukattiloiden osalta.
 - Vanhaa teknologiaa myynnissä edelleen
 - Hiukkaspäästöt, erityisesti noki ongelma tulisijoissa -> **kehitystyötä tarvitaan**
- **Polttoaine:** kuivan polttoaineen käyttö, metallit polttoaineissa?
- **Käyttötapa:** tehokkain keino vähentää päästöjä lyhyellä aikavälillä.
 - Kaikki tulisijat/olosuhteet erilaisia, tarkkoja yleisohjeita vaikea antaa
- **Päästöjen vähentäminen haastavaa sekä teknisesti että lainsäädännöllisesti!**
- Taajama-alueille & toissijaiseen lämmitykseen + kiukaiden päästöihin pitäisi kiinnittää erityinen huomio.

KIITOS!

Pienpolttosimulaattori: Yksikkö tulisijojen päästöjen ja talotekniikan yhteistoiminnan kehittämiseen



UNIVERSITY OF
EASTERN FINLAND

uef.fi

Jarkko Tissari

Yliopistotutkija, Dos.

*Pienhiukkas- ja aerosolitekniiikan
laboratorio
www.uef.fi/fine*

040 355 3237 (työ)
040 583 8780 (koti)
jarkko.tissari@uef.fi

Ympäristö- ja biotieteiden laitos
Yliopistonranta 1, Melania
PL 1627, 70211 Kuopio

- ✓ Pilotointeihin
- ✓ Tuotekehitykseen
- ✓ Koulutukseen
- ✓ Testaukseen
- ✓ Tutkimukseen



Vipuvoimaa
EU:lta
2014–2020

Pienpolttosimulaattorihanke
NABCEA-hanke

UEF // University of Eastern Finland

