

PIENHIUKKAS- JA AEROSOLITEKNIIKAN LABORATORIO

## Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys -seminaari

**Pj. Jorma Jokiniemi,**

Kuopion yliopisto ja VTT

Ravintola Domus, Hietaniemenkatu 14,

00100 Helsinki

Tiistai 10.11.2009



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO  
2010

### Seminaarin tausta, tavoite, järjestäjät

- Seminaari järjestetään osana seuraavia tutkimushankkeita:
  - PUPO-poltto: Polttotekniikanlaatan erilaisten pienpolttolaitteiden hiukkaspäästöt ja terveys: kemia-toksisuusmalli (Tekes, yritykset)
  - BIOHER: Biomass and fuel oil in heating systems: greenhouse gas and particle emissions and health risks (Suomen Akatemia)
- Tilaisuuden tavoitteena on tehostaa uusimman tutkimustiedon välitystä yrityksille, viranomaisille, tutkijoille ja tavallisille kansalaisille.
- Seminaarin järjestävät Kuopion yliopisto, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos, Ilmatieteenlaitos, Motiva Oy, Tekes, Suomen Akatemia, Bet-Ker Oy, Dekati Oy, Narvi Oy, NunnaUuni Oy, Tulikivi Oyj, Turun Uunisevät Oy, Vapo Oy ja Wienerberger Oy



---

## PUPO-poltto

- 1.1.2008-31.12.2010, kustannusarvio 549 000 €
- **Kv-yhteistyö:** Grazin teknillinen yliopisto (TUG), rahoitus Itävallasta
- Tausta:
  - Huono puunpoltto lisää ultrapienien ja pienhiukkasten päästöjä sekä hiukkasten PAH-pitoisuutta ja toksisuutta merkittävästi (aiempi hanke).
  - Nykyaikaisten pienpolttolaitteiden ja kiukaiden hiukkaspäästöjen kemiallisesta koostumuksesta ja terveydellisestä haitallisuudesta ei ole riittävästi tietoa.
  - Erityisesti hyvästä palamisesta syntyvän *lentotuhkan (pienhiukkasten) merkitystä terveydelle* ei tunneta.



---

## PUPO-poltto

- Tavoite:
  - Kehittää laajaan mittausaineistoon pohjautuva, helppokäyttöinen malli, jolla voidaan ennustaa polttolaitteen, polttotavan ja polttoaineen vaikutus puun pienpolton päästöihin, hiukkasten kemiaan sekä terveysriskejä kuvaaviin indikaattoreihin.
- Mitattu:
  - Erilaisten pienpolttolaitteiden kaasu- ja hiukkaspäästöjä, hiukkaspäästöjen fysikaalisia ja kemiallisia ominaisuuksia sekä hiukkasten toksikologisia ominaisuuksia.
- Lopputuotteena:
  - Päästöt ja toksisuus pyritään yhdistämään - mistä hiukkasten haitallisuus tulee?
  - Esitetään mitattu tieto "mallina", tietokantana, jota on helppo hyödyntää kenen tahansa.



---

## BIOHER

- Hankkeessa

- Verrataan neljällä eri tavalla tuotetun lämmitysenergian aiheuttamia ilmasto- ja terveysvaikutuksia
  - Raskasöljy vs. biomassa pienvoimalassa
  - Kevyt öljy vs. pelletti pienkiinteistökattilassa
- Arvioidaan pienpoltosta aiheutuvaa päästöille altistumista ja terveyshaittoja.

- Muuta?



---

## Ohjelma 10.11.2009 **aamupäivä**

9.00 **Ilmoittautuminen ja aamukahvi**

*Puheenjohtaja Jorma Jokiniemi, Kuopion yliopisto*

9.30 **Avaus**

*Jorma Jokiniemi, Kuopion yliopisto*

9.40 **Puun pienpolton hiukkaset:**

**Päästöt – leviäminen – altistuminen – terveysvaikutukset**

**Puun pienpolton hiukkaspäästöt** *Jorma Jokiniemi, Kuopion yliopisto*

**Pienpolton hiukkaspäästöjen toksisuus** *Maija-Riitta Hirvonen, THL*

**Kuinka hyvin voidaan arvioida pienpolton päästöjen osuus ulkoilman  
pienhiukkasissa?** *Risto Hillamo, Ilmatieteen laitos*

**Pienhiukkasmonitorointi pientaloalueella** *Jarkko Niemi, YTV*

**Kenttätutkimus pienpolton päästöille altistumisesta ja terveysvaikutuksista**  
*Timo Lanki, THL*

**Pienhiukkasten riskit: osallistuminen ja päätöksenteko**

*Pauliina Ahtoniemi, THL*

12.15 **Lounas**

---



---

## Ohjelma 10.11.2009 **iltapäivä**

- 13.15 Normiehdotus pienille energialaitoksille (1–50 MW)  
*Sirpa Salo-Asikainen, Ympäristöministeriö*
- 13.45 Tulisijojen käyttö ja niiden päästöt pääkaupunkiseudulla *Maria Myllynen, YTV*
- 14.15 Pientalon polttopuun käyttömäärät nyt ja tulevaisuudessa  
*Jukka Torvelainen, Metla*
- 14.45 Kahvi
- 15.15 WHO taustaselvitys: Biomassan poltosta aiheutuvat terveysriskit  
Päästöt, leviäminen ja toksisuus *Raimo Salonen, THL*  
Altistuminen ja terveysvaikutukset *Timo Lanki, THL*
- 15.40 Puun pienpolton terveydelliset ohjeet *Päivi Aalto, Valvira*
- 16.05 Tulisijojen päästönormit – uhka vai mahdollisuus?  
*Heikki Vauhkonen, Tulikivi Oyj*
- 16.30 **Keskustelu**
- 17.00 Tilaisuuden päättäminen
- 



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO 2010

PIENHIUKKAS- JA AEROSOLITEKNIIKAN LABORATORIO

## Puun pienpolton hiukkaspäästöt

**Jorma Jokiniemi**, Jarkko Tissari, Heikki Lamberg, Kati Nuutinen, Jarno Ruusunen, Pentti Willman, Mika Ihalainen, Annika Hukkanen, Terhi Penttilä, Ilpo Nuutinen

Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys -seminaari  
Helsinki, 10.11.2009



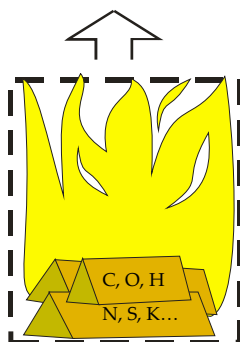
ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO  
2010

## Esityksen sisältö

- Palaminen
- Päästöihin vaikuttavia tekijöitä
- Mittaukset/menetelmät
- Päästöt
  - PM1, OGC, CO
  - Massajakauma
  - Lukumääräjakauma
  - PAH
- Yhteenvedo



**Palaminen** = aineen yhtymistä happeen; kemiallinen reaktio, joka tuottaa lämpöenergiaa.



**Palamisilma**

### Optimaaliset palamisolosuhteet

- korkea palamislämpötila
- riittävä palamisilman määrä
- hyvä sekoittuminen

### Epätäydelliset palamisolosuhteet

(paikallisesti tai kokonaisuudessaan)

Häkä-, hiilivety-, ja nokipäästöt.

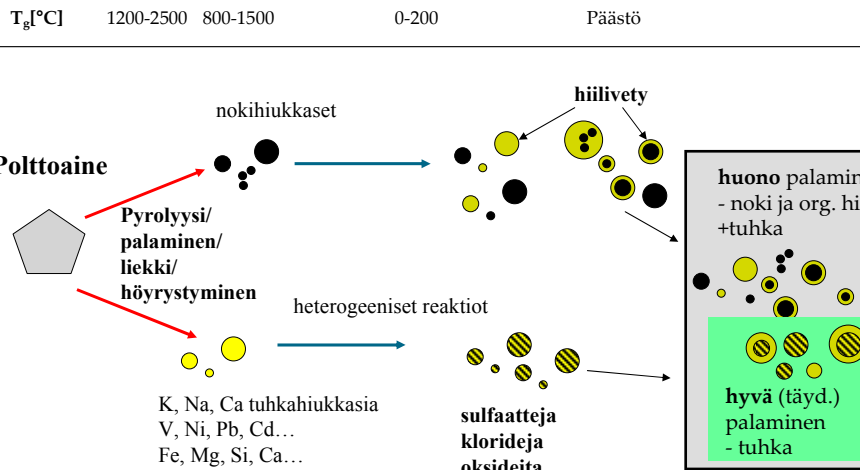
### Savukaasukomponentit

$N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $NO_x$ ,  $SO_2$ ,  $CO$ ,  $C_xH_y$ ,

noki (C), OC, pieniä ja karkeita tuhkahiukkasia (esim.  $K_2SO_4$ ), kiinteää palamatonta polttoainetta.



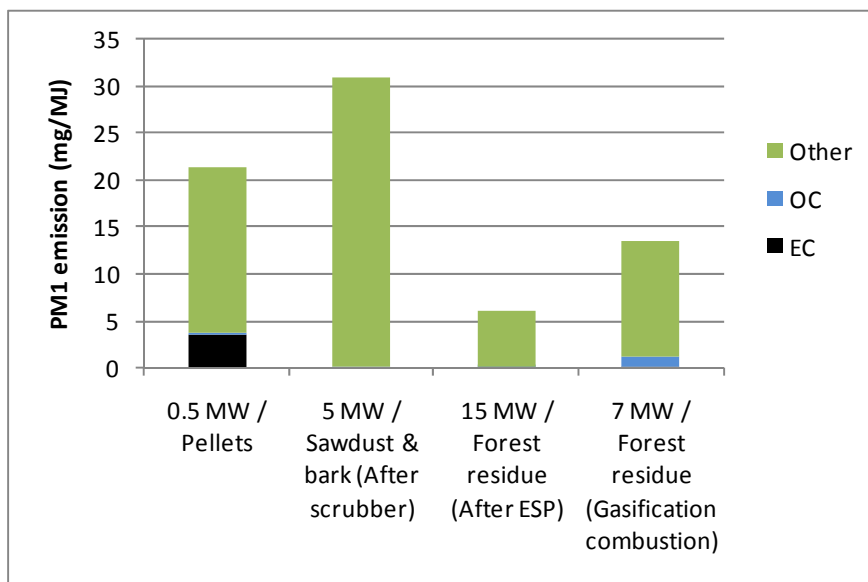
## ■ Pienhiukkasten muodostuminen pienpoltossa



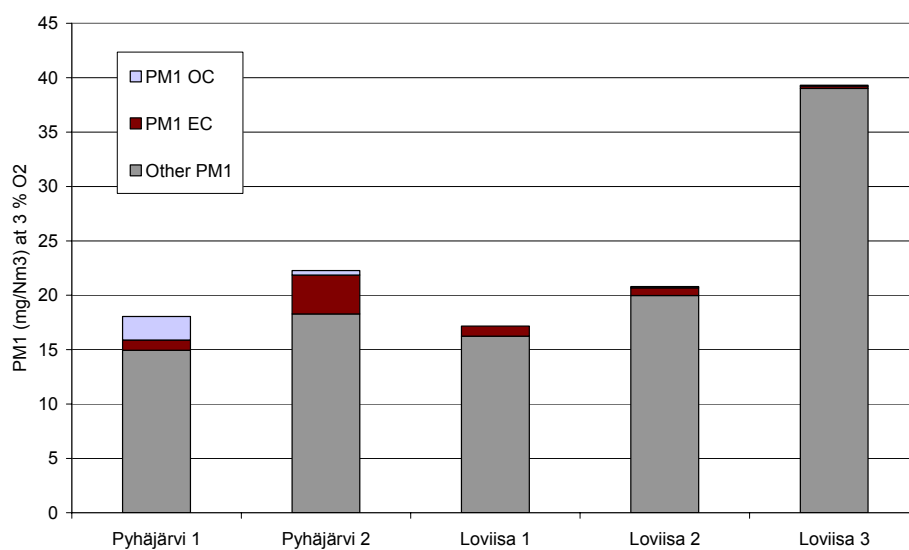
## Päästöt energiantuotannosta

- Isoissa laitoksissa > 50 MW käytetään joko sähkösuodattimia tai letkusuodattimia kemikaaleilla
- Hiukkaspäästöt sähkösuodattimella 1-10 mg/MJ
- Hiukkaspäästöt letkusuodattimella << 10 mg/MJ
- Palaminen on hyvää ja vastaa useimmiten EU:n jätteenpolttodirektiivin vaatimuksia 2 s 850 °C, jolloin PAH, muuta haitalliset orgaaniset komponentit ja noki palavat pois
- Päästöt ovat pieniä ja sisältävät hyvin vähän orgaanista hiiltä (OC, OGC) tai alkuainehiiltä (EC)
- Pienhiukkaspäästöillä on suurempi merkitys prosesseissa, joissa ei ole tehokasta suodatusta ja/tai palaminen on epätäydellistä
- Hyvän pellettipolttimen päästöt voivat olla pieniä ilman suodatustakin < 10 mg/MJ

## Arinakattiloiden pienhiukkaspäästöt – Pienet lämpölaitokset



## Hiilianalysit / POR



## Puun pienpolton päästöihin vaikuttavia tekijöitä

Avotakka, Liesi, Pienkattila, Stokeripoltin + kattila,  
Kiuas, Kamiina, Takkasydän, Varaava takka, Pellettipoltin+kattila ...

Poltto-laite  
(toimintaperiaate,  
ominaisuudet,  
säätötekn.)

Halko, pilke, hake, puru/kuori, pelletti...  
Palakoko, kosteus, tuhkapitoisuus, lämpöarvo...  
Koivu, Kuusi, Mänty, Pyökki, Paju, Ruokohelvi, Sekoituspoltoaine...

Poltto-  
aine

Panoskoko, palakoko, sytytystapa, sytykkeet, toimenpiteet polton aikana  
Ulkoiset olosuhteet: sääolot, veto-olot, ilmanvaihto

Käyttäjät



Palamisilman riittävyys, Lämpötila, palamiskaasujen ja  
ilman sekoittuminen

Palamis-  
olosuhteet

**Päästöt, erit. panospoltossa aikariippuvuus**

Mittaustulokseen vaikuttaa lisäksi käytetty **mittausmenetelmä**:  
mittalaite, laimennus jne.



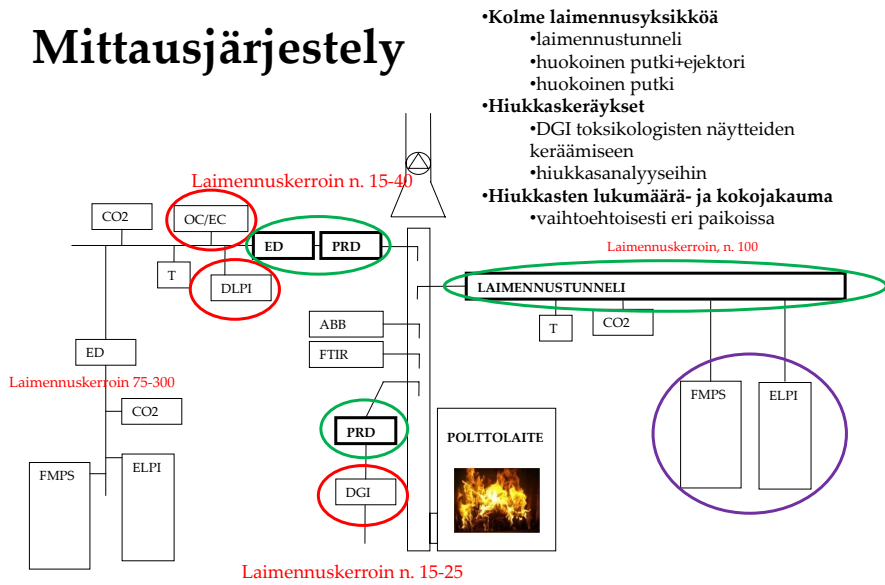
## Mittausmatriisi

	Kaasupäästöt	Pienhiukkaspäästöt					Toksisuus (+ kemia + PAH)	projekti
	ml. kasvihuonekaasut	massa	luku- määrä	kemiallinen koostumus	morfologia	optiset omin.		
Pellettikattila, jakso 1 (P1)	x	x	x	x			Tasainen palaminen	PUPO-p./BIOHER
Pellettikattila, jakso 2 (P2)	x	x	x	x		x	Tasainen palaminen	PUPO-p./BIOHER
Perinteinen takka 1 (C1_1)	x	x	x	x	x	x	Koko poltto (optim.)	PUPO-terveys
Perinteinen takka 1 (C1_2)	x	x	x	x	x	x	Kitupolttio	PUPO-terveys
Perinteinen takka 1 (C1_3)	x	x	x	x			Koko poltto	PUPO-p./BIOHER
Moderni takka 1 (M1)	x	x	x	x				PUPO-p.
Jatkuvalämmitteinen kiuas (SS)	x	x	x	x		x	Sytytys + 1. panos	PUPO-p.
Perinteinen takka 2 (C2)	x	x	x	x			2. Panos 15 min.	PUPO-p.
Perinteinen takka 3 (C3)	x	x	x	x		x		PUPO-p.
Perinteinen takka 4 (C4)	x	x	x	x			2. ja 3. panos	PUPO-p.
Moderni takka 2 (M2)	x	x	x	x			3. ja 4. panos	PUPO-p.
Öljypoltin (POK)								BIOHER
Raskasöljypoltin (POR)								BIOHER
Biomassa, aluelämpö (B)								BIOHER

- Pellettikattila, moderneja takkoja, perinteisiä takkoja, saunan kiuas
- Päästöt, kemia ja toksisuus mitattiin laajasti
- Toksisuusnäytteitä pyrittiin ottamaan sekä koko poltosta, että erilaisista polttotilanteista.



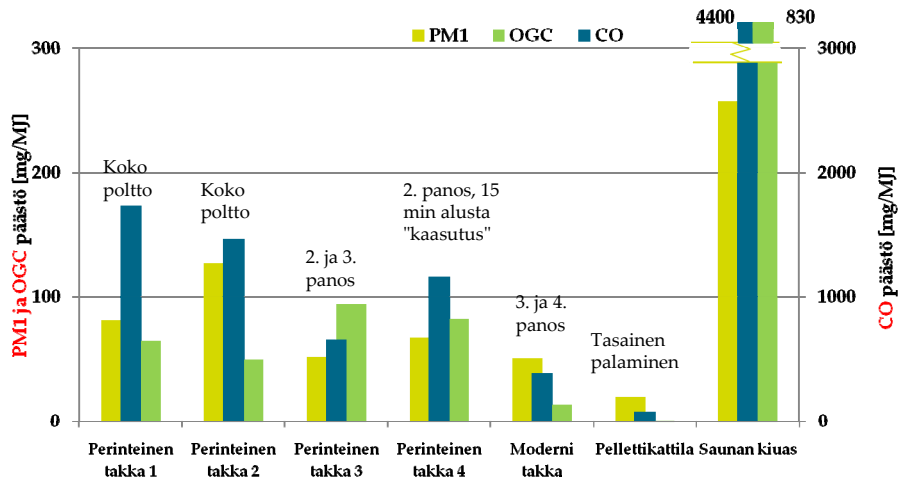
# Mittausjärjestely



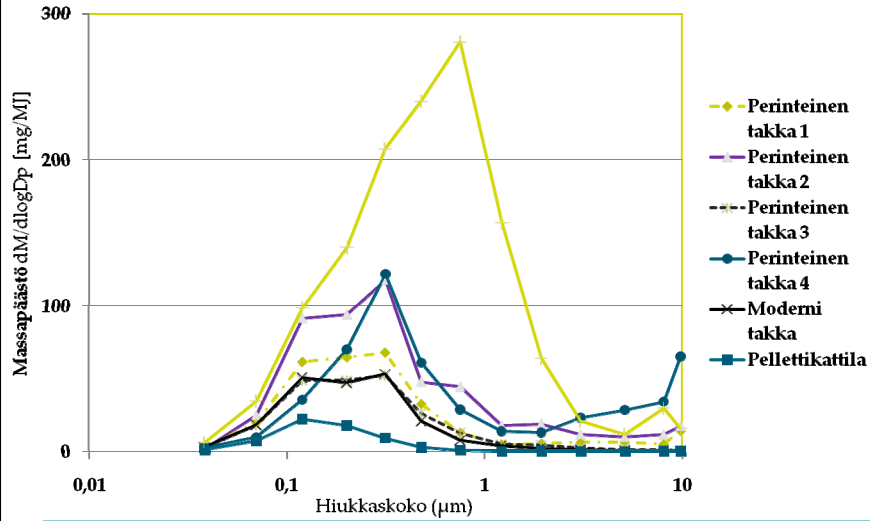
- Kolme laimennusyksikköä
  - laimennustunneli
  - huokoinen putki+ejektor
  - huokoinen putki
- Hiukkaskeräykset
  - DGI toksikologisten näytteiden keräämiseen
  - hiukkanalyysiin
- Hiukkasten lukumäärä- ja kokojakauma
  - vaihtehtoisesti eri paikoissa



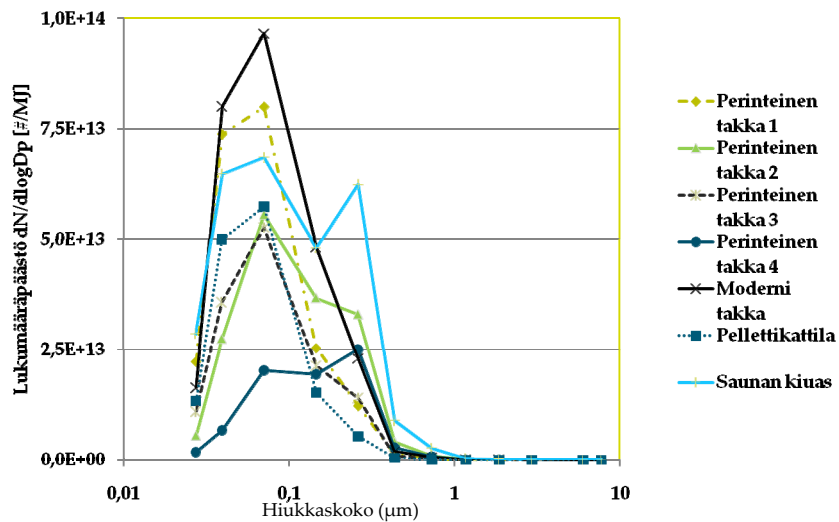
# PM<sub>1</sub>, OGC ja CO päästöt



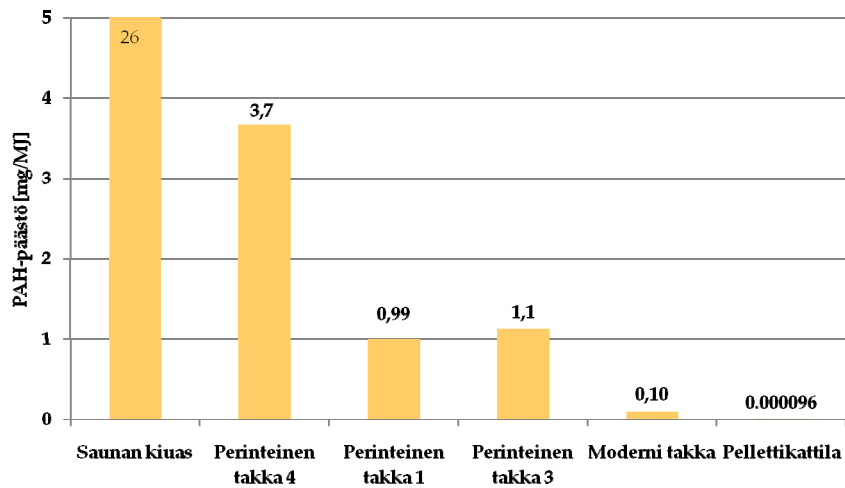
## Hiukkasten **massa**kokojakauma



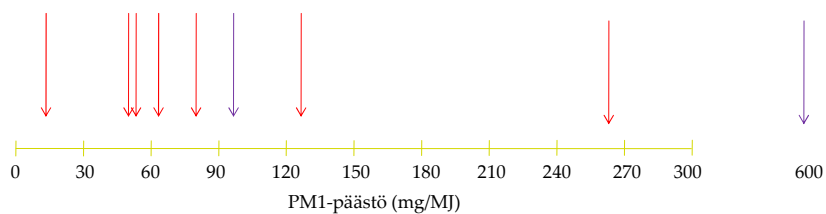
## Hiukkasten **lukumäärä**kokojakauma



## HiukkasPAH-päästöt (summa 32 analysoidusta)

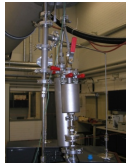
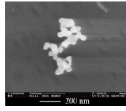
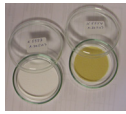


## Malli



- Toksisuuden ja kemiallisen koostumuksen yhteys
- PM1-päästökertoimen yhteys kemialliseen koostumukseen laitetyypeittäin / polttolanteittain
- -> Malli (+tietokanta+tietopaketti) yleisesti hyödynnettäväksi





## Yhteenvetoa

– Päästöjen määrä ja koostumus vaihtelee laitetyypeittäin ja palamistilanteittain.

- Perinteisissä laitteissa kaasupäästöt (CO ja OGC) merkittäviä ja OC hiukkasissa.

– Polttotapa vaikuttaa merkittävästi päästöihin.

- Moderneissa takoissa  $PM_{10}$  hieman alempi tai samaa luokkaa kuin perinteisissä laitteissa.

– Toisiopalaminen kuitenkin parempaa.

» Erot näkyvät erityisesti kaasupäästöissä.

» Myös OC tyypillisesti alempi.

– EC samaa luokkaa.

– PAH päästöt selvästi alempia.

- Kiukaiden päästöt korkeampia kuin muiden laitteiden.

– Yhteys toksisuuteen selvitetään!

