

# Inverkan av förbränningsbetingelser på emitterade vedpartiklar

Esbjörn Pettersson

Det finns inga övertygande bevis på att vedeldningspartiklar är mindre farliga än andra förbränningspartiklar i samma storlek med avseende på sjukdomar i andningsorganen.

Det finns för lite underlag för att bedöma relativa toxiciteten för vedpartiklar för hjärt-kärl sjukdomar eller cancer.

Naeher 2007

Bakgrund

Partikelkaraktistik från småskalig biobränsleeldning

Påverkar förbränningsbetingelserna hälsoeffekterna ?

Sammanfattning

## Partikelemissioner

- Vedpannor, tjärdalar 350-2200 mg/MJ
- Vedpanna, gammal, satseldning 73-260 mg/MJ\*
- Vedpanna, gammal med tank 87-100 mg/MJ\*
- Vedpanna, nyare med tank 11-450 mg/MJ\*
- Vedkaminer 22-180 mg/MJ\*
- Pellet 10-66 mg/MJ

Stoft uppsamlat på filter vid rumstemperatur upp till 12 ggr större än varm provtagn, pellets 1,2 ggr

### 3 typer av vedpartiklar

Sfäriska organiska part.



Mobilitets diam. 100-300 nm  
 Löslighet (H<sub>2</sub>O) löslig-olöslig  
 Innehåller organiskt kol (metoxifenoler, levoglukosan)  
 Betingelser låg temperatur  
 Påträffas startfas låg effekt skogsbränder

Sot (elementärt kol)



50-300 olöslig elementärt kol (kondenserade org, tex PAH)  
 hög temperatur, ofullständig förbr i vanliga eldstäder och pannor

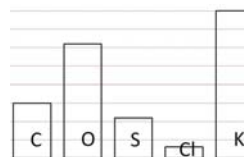
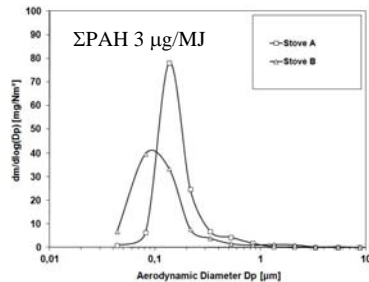
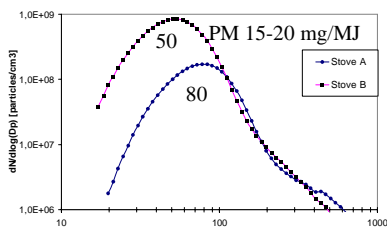
Oorg. ask part.



50-100 löslig alkali salter  
 hög temperatur, fullständig förbr vid optimerad förbränning

### "Fullständig" förbränning

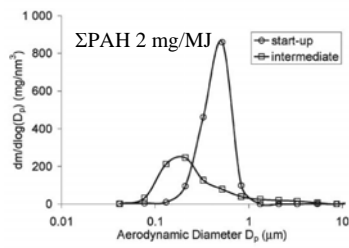
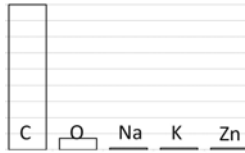
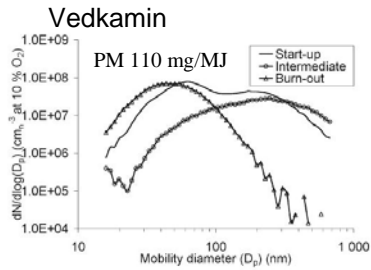
Pelletskaamin



KCl, KSO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Vedpanna, PM 5 mg/MJ

## Sämre vedförbränning



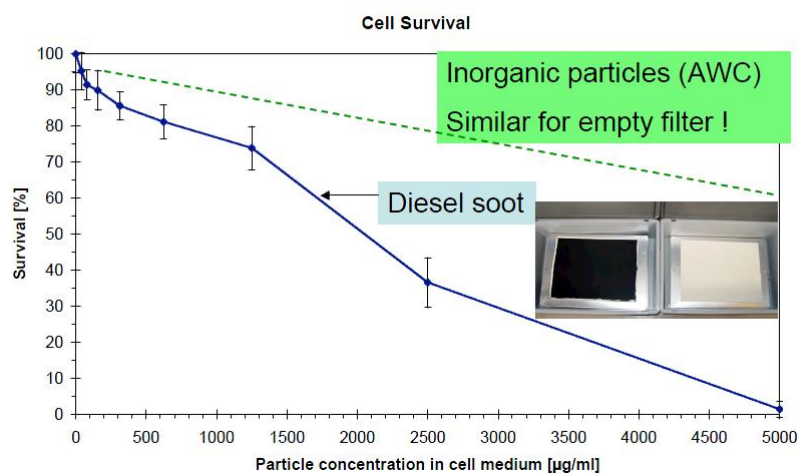
Påverkar förbränningsbetingelserna  
hälsoeffekterna ?

## Effekt av olika förbränningsförhållanden

- Pelletseldning jämfördes med 3 olika vedkaminer
  - gammal vedkamin
  - modern vedkamin
  - kamin med tvåstegs förbränning
- Cell överlevnad
- Partiklar på filter och kondenserbart organiskt material

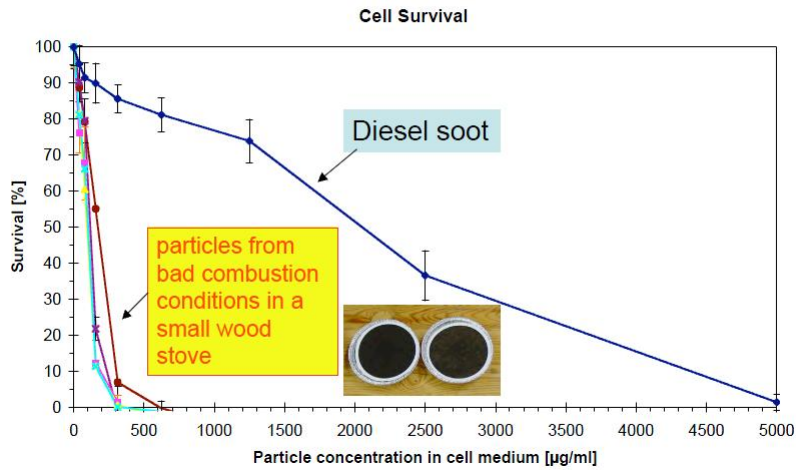
Klippel & Nussbaumer 2007

## Results of Cytotoxicity Tests



Klippel & Nussbaumer 2007

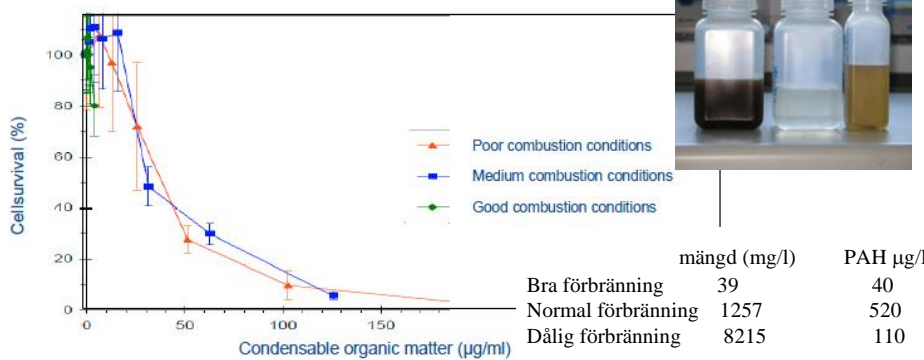
## Results of Cytotoxicity Tests



Klippel & Nussbaumer 2007

Svenska Luftvårdsföreningen 25 oktober 2011

11



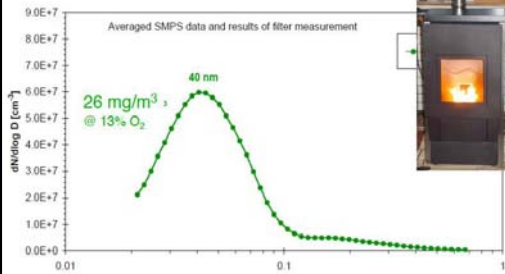
- Bra förbränning < normal förbränning < dålig förbränning
- Kondensatet orsakade högre celldödighet än partiklarna
- Kondensatet samma toxicitet, men olika mängd
- Mängd PAH ger ej toxicitet

Klippel & Nussbaumer 2007

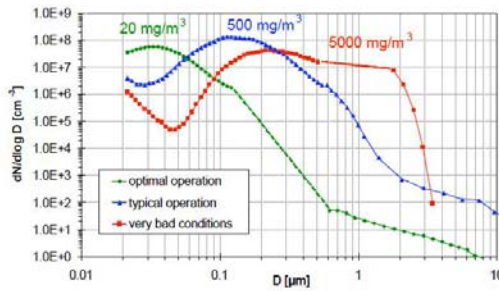
Svenska Luftvårdsföreningen 25 oktober 2011

12

Pellet stove



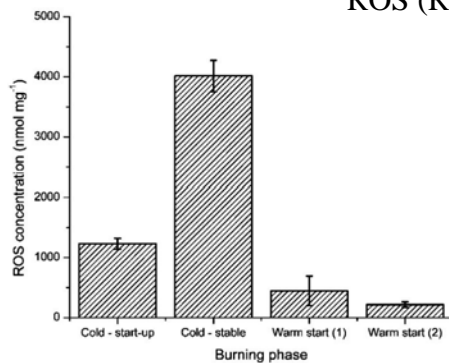
Wood stove



Klippel & Nussbaumer 2007

Olika förbränningsbetingelser vedkamin/pelletsanna

ROS (Reactive oxygen species)

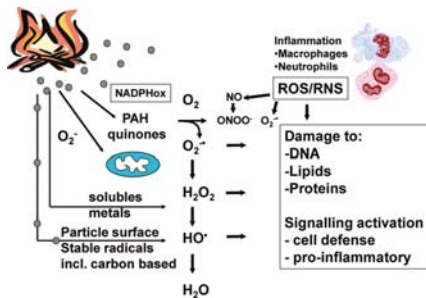


För pelletsannan inget utslag (start, kontinuerlig, strypt luft)

Dålig förbränning för vedkamin– mer ROS, som korrelerar med kolvätehalten.

Miljevic et al. 2010

## Modern vedkamin- låg och hög lufttillförsel + omgivningsprov med vedrök



|              | omgivn | hög O2<br>sot ? | låg O2<br>org ? |
|--------------|--------|-----------------|-----------------|
| Levoglukosan | 44     | 40              | 56              |
| PAH          | 0,28   | 3,3             | 1,3             |
| Lösl komp    | 3,7    | 2,5             | 2,7             |

Djurförsök- inflammation, omgivn vedrök=hög O2 < låg O2  
 Cell- inflammation, ROS, omgivn vedrök= hög O2 < låg O2  
 DNA skador, omgivn vedrök < hög O2 = låg O2

Danielsen et al. 2010, 2011

## Jämförelse normal förbränning och pyreldning i finsk tung murad

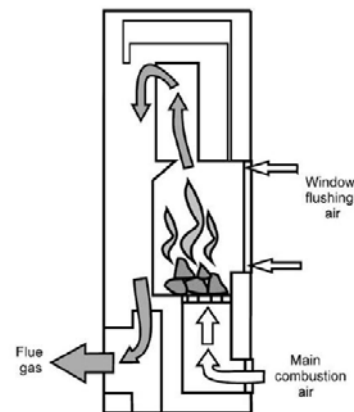
(något strypt drag, större vedinlägg, mindre vedstorlek och ändrat vedinlägg gav samma bränsleförbrukning)

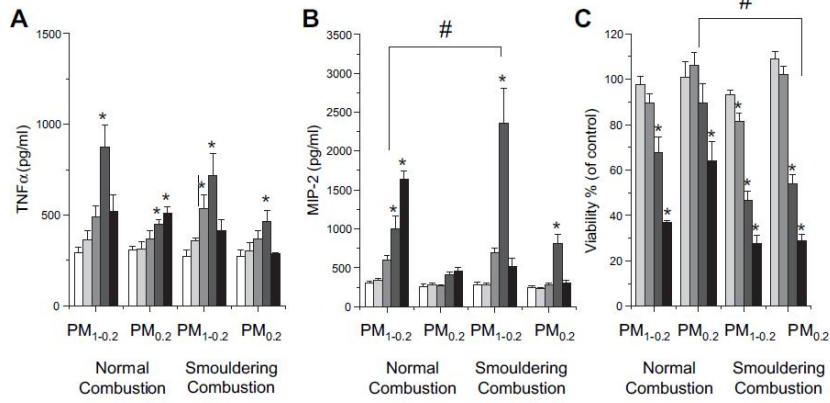
|            | GMD (FMPS)<br>(nm) | GMD (ELPI)<br>(nm) | PM1<br>(g/kg) | PM10<br>(g/kg) |
|------------|--------------------|--------------------|---------------|----------------|
| Normal     | 56                 | 65                 | 1,8           | 2,1            |
| Pyreldning | 118                | 160                | 11,1          | 11,3           |

Tissari et al. 2008

|            | POM | EC  | Ions |
|------------|-----|-----|------|
| Normal     | 33% | 32% | 19%  |
| Pyreldning | 68% | 25% | 2%   |

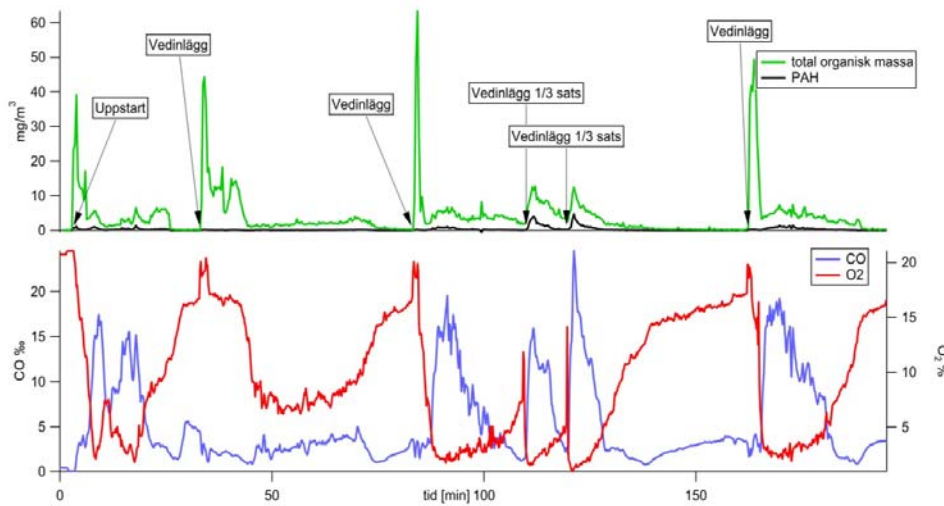
Frey et al. 2009





Jalava et al. 2010

### AMS på partikelemissionerna från en vedkamin

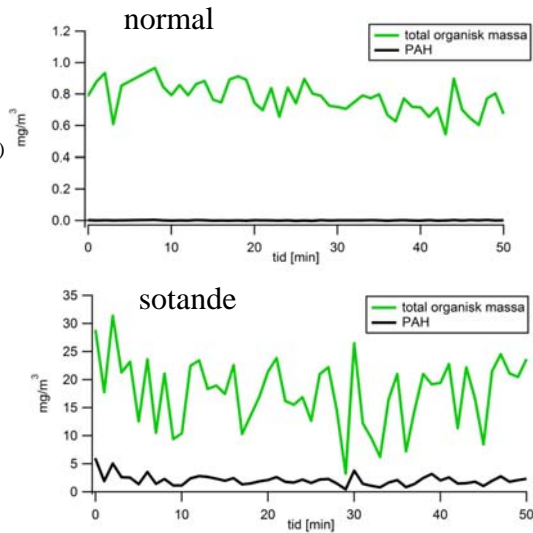


Pagels et al. 2011

## AMS på pelletskamin

|         | part storlek | densitet vid                |
|---------|--------------|-----------------------------|
|         | GMD (nm)     | 140 nm (g/cm <sup>3</sup> ) |
| Normal  | 63           | 1,94                        |
| Sotande | 216          | 1,02                        |

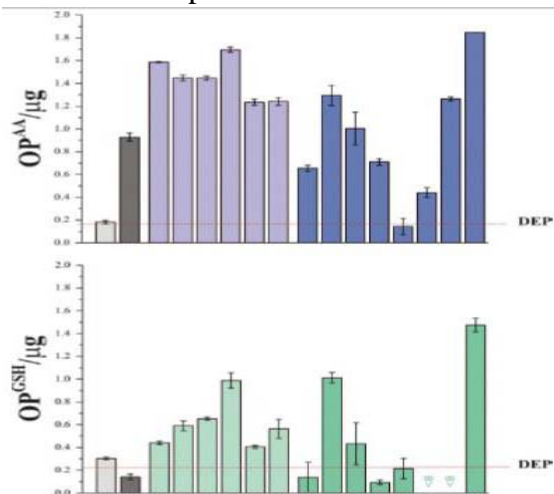
|         | org kol | elementärt kol |
|---------|---------|----------------|
|         | (mg/MJ) | (mg/MJ)        |
| Normal  | < 0,2   | < 0,2          |
| Sotande | 7,5     | 70             |



Pagels et al. 2011

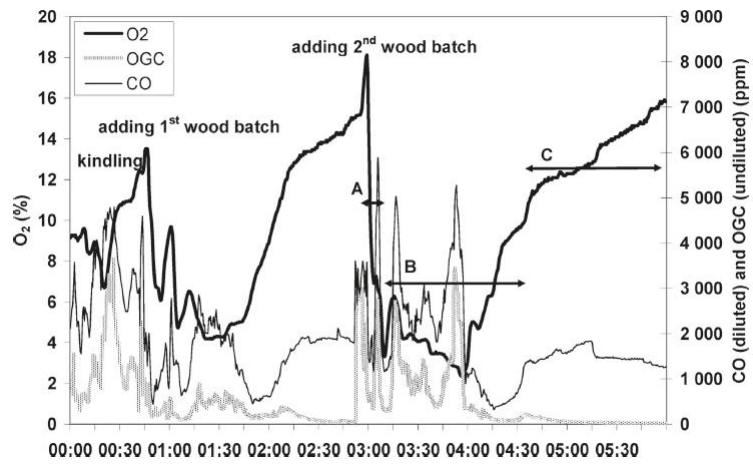
## Oxidativ potential för olika biobränslepartiklar

- Carbon black
- Urban PM
- B1- Björk- Nominell effekt
- B2- Björk – Låg effekt
- B3- Björk- Start
- B4- Björk- Hög effekt
- B5- Pellets- Sotande
- B6- Pellets- Normal
- A1- Björkpellets- Stamved
- A2- Pellets- Stamved
- A3- Näverpellets
- A4- Barkpellets
- A5- Havre
- A6- Salix pellets
- A7- Torv pellets
- A8- Kol

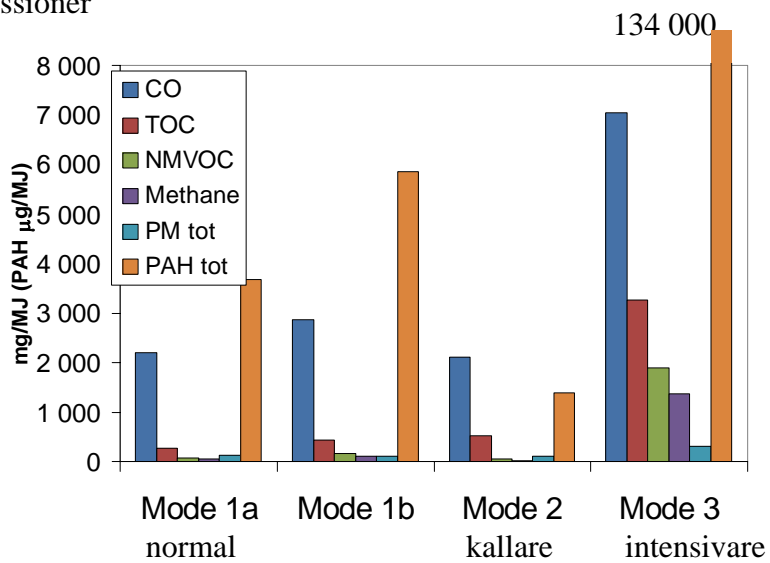


Boman et al. 2011

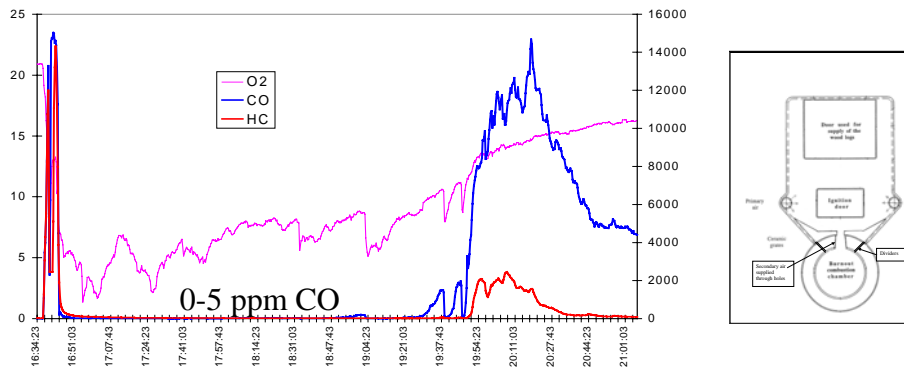
### Samma kamin, annat projekt



### Emissioner



## Vedpanna med omvänd förbränning



Pannan brinner bra med lagom fuktig ved av lagom storlek  
 Mindre och torrare ved gör att pannan brinner för hårt.  
 Lätt att tillverka sot med mycket PAH.

## Sammanfattning

- Förbränningsbetingelserna förefaller kunna påverka hälsoeffekterna.
- Ev har sot med höga PAH halter kraftigare inverkan än andra partiklar. De uppkommer i varm syrefattig miljö. I litteraturen har den typen av förbränningsbetingelser inte beskrivits i någon större utsträckning.
- Arbetet med att fastställa hur förbränningsbetingelserna påverkar hälsoeffekterna har bara börjat och kräver samarbete mellan olika områden, bland annat eldningsteknik, karakterisering av utsläpp/stoft och medicin/toxikologi.