

# WHO-taustaselvitys: Biomassan poltosta aiheutuvat terveysriskit

## Päästöt, leviäminen ja toksisuus

Raimo O. Salonen  
LKT, dosentti

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos (THL)  
Ympäristöterveyden osasto  
Kuopio

Puun pienpoltto –seminaari, Helsinki 10.11.2009



## Mistä on kyse?

---

- YK:n Euroopan talouskomission (UNECE) toimialaan kuuluvan ilmansaasteiden kaukokulkeumasopimuksen (Convention on Long-range Transboundary Air Pollution) terveysryhmän (LRTAP-TFH) 12. kokous Bonnissa 25.-26.5.2009.
- WHO European Centre for Environment and Health (WHO-ECEH) koordinoi LRTAP-TFH:n toimintaa
- WHO-ECEH ja LRTAP-TFH:n jäsenet lukuisista Euroopan maista haluavat edistää hiukkasmaisten saasteiden (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub>) ja terveysnäkökohtien huomioon ottamista LRTAP:n seuraavassa päivityksessä v. 2010



## Biomassan poltosta syntyvien ilmansaasteiden terveysvaikutukset (Lanki & Salonen)

- Taustaselvitys kattaa **puun pienpolton lämmityksessä** sekä massiiviset metsäpalot ja muut kasvillisuuspalot (ml. maatalous)
- Kehittyneiden Euroopan maiden lisäksi tietoa heikommin kehittyneiden maiden tilanteesta (relevanttia tietoa itäisimmän Euroopan maille)
- **Koko vaikutusketjun tarkastelu**
  - Päästölähteet, päästöt, päästöjen leviäminen ja mittaaminen, päästöjen (erityisesti hiukkasten) toksisuus, ilmanlaatu, henkilökohtainen altistuminen, epidemiologisissa tutkimuksissa todetut terveyshaitat
- Suositukset henkilökohtaisen altistumisen ja terveyshaittojen vähentämiseksi
- Taustaselvityksen yhteenveto kokousraportissa UNECE:lle (v. 2010 mahdollisesti katsausartikkeli kv-lehteen):  
[www.unece.org/env/documents/2009/EB/wge/ece.eb.air.wg.1.2009.12.e.pdf](http://www.unece.org/env/documents/2009/EB/wge/ece.eb.air.wg.1.2009.12.e.pdf)



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Pienpolton päästölähteet

- Puun pienpolttolaitteet heikosti kehittyneissä maissa ilman savuhormia, ei lämmön varautumista rakenteisiin / veteen
- **Palamisolosuhde vaikuttaa voimakkaasti päästöihin, epätäydellisessä palamisessa suuret päästöt hyvään palamiseen verrattuna (jopa x 100 kehittyneissäkin maissa)**
  - $PM_1$  ↑↑ ja hiukkasten PAH-pitoisuus ↑↑, CO ↑ ja VOC ↑↑ (mm. formaldehydi, akroleiini, bentseeni)
  - Kehittyneissä maissa huonoimpia kaminat, saunankiukaat ja öljykattiloista muunnetut kattilalaitokset, joissa ei ole vesivaraajaa
  - **Levoglukosaani** ja sen steroisomeerit mannosaaani ja galaktosaani (= monosakkaridianhydridejä, MA) hyviä epätäydellisen palamisen osoittajia
  - Hyvässä palamisessa **epäorgaaniset suolat** ↑ (mm.  $K_2SO_4$ , KCl,  $K_2CO_3$ )
- **Puun pienpolton osuus kaikista  $PM_1$ -päästöistä 20-40% useimmissa EU-maissa, suuri osuus myös PAH- ja VOC-yhdisteiden kokonaispäästöistä**



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Pienpolttua suosivien asuin- alueiden ilmanlaatu

- Lähellä epätäydellisen palamisen pienlähteitä lämmitys-  
kaudella  $PM_{10}$  ↑ ja hiukkasten PAH-pitoisuus ↑, CO ↑ ja VOC ↑
  - $PM_{2.5}/PM_{10}$  -tuntihuiput kehittyneissä maissa tyypillisesti 100-300  $\mu g/m^3$ , heikosti kehittyneissä maissa > 1  $mg/m^3$
  - $PM_{2.5}/PM_{10}$  -vuorokausihuiput kehittyneissä maissa 25-100  $\mu g/m^3$ , heikosti kehittyneissä maissa > 100  $\mu g/m^3$
  - $PM_{2.5}/PM_{10}$  -vuosipitoisuudet lievemmin kohonneita, PAH-  
vuosipitoisuudet voimakkaasti kohonneita (etenkin  
lämmityskaudella)
  - Puulämmityksen osuus 20-95% lämmityskauden tai -kuukauden  
ulkoilman  $PM_{2.5}$ -pitoisuudesta mittauskampanjoissa
- Levoglukosaani ja kokonais-MA parhaimmat puun pienpolton  
merkkiaineet ulkoilman hiukkasissa, myös oksalaattia ja  
vesiliukoista kaliumia käytetty

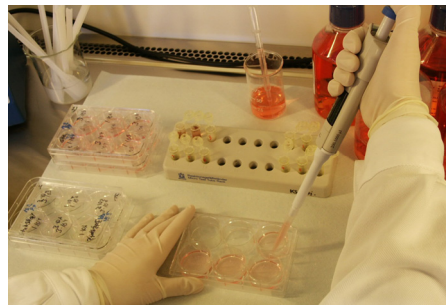
## Kontrolloidut ihmistutkimukset puun pienpolton päästöjen vaikutuksista



## Tuloksia kontrolloiduista ihmistutkimuksista

- Vähän kontrolloituja ihmistutkimuksia: oireet, hengityksen ja sydämen & verenkierron toiminta sekä tulehdusmuutokset hengitysteissä ja verenkierrossa
- Ruotsalais-tanskalaiset tutkimukset ovat laimentaneet puun pienpolton päästöt  $PM_{2.5}$ -pitoisuuteen 200-300  $\mu g/m^3$  (CO ~10  $mg/m^3$ ) terveiden henkilöiden altistuksessa, kesto 4 h
  - Todettu lieviä nenän ja silmien oireita, verenkierrossa rasvojen hapettumista ja lisääntynyttä tulehdusta
  - Seuraavana päivänä otetussa verisolunäytteessä ei DNA-vaurioita

## Kontrolloidut solu- ja eläintutkimukset puun pienpolton päästöjen vaikutuksista



## Tuloksia kontrolloiduista solu- ja eläintutkimuksista

- **Kohonnut solutoksisuus ja solusyklin häiriytyminen (makrofagit, epiteelisolut) → keuhkojen kudonvaurioita, tulehdusvaste ↓, virusten ja bakteerien puhdistuma keuhkojen ääreisosissa ↓ (~ keuhkokuumeriski ↑), solujen perimävaurioiden voimistuminen**
- **Kohonnutta veren tulehdusta raportoitu; voi aiheuttaa epäsuorasti kudonvaurion seurauksena**
- **Päästöhiukkaset mutageenisia Amesin testissä ja DNA-vaurioita nisäkkäiden hengitysteiden epiteelisoluissa (~ keuhkosityöpäriski ↑), mahdollisesti haitallisia sikiölle**
  - Löydökset yhteydessä hiukkasten kohonneisiin PAH-pitoisuuksiin
- **Muita epäiltyjä vaikutuksia: hengityselinten allergisoituminen ↑, verenpaine ↑**



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS

## Suosituksia

- **Tehokkaampia, vähäpäästöisiä puun pienpolttolaitteita käyttöön**
  - Toteutumisen esteenä Euroopassa laitteiden tehokkuusvaatimusten ja päästörajojen sekä yhtenäisten päästömittausmenetelmien puuttuminen
- **Lisää tutkimusta tarvitaan**
  - Riittävän pitkiä ilmanlaadun mittauskampanjoita puun pienpolttoa suosivilla asuinalueilla
  - Kokeellisia ihmistutkimuksia: oireiden, hengityksen ja sydämen & verenkierron toiminnan ja tulehdusmuutosten / toksisuuden väliset yhteydet
  - Solu- ja eläintutkimukset: palamisolosuhteiden, hiukkasten kemiallisen koostumuksen ja toksikologisten vaikutusten väliset yhteydet



TERVEYDEN JA  
HYVINVOINNIN LAITOS