

Raimo O. Salonen
LKT, erikoistutkija
Kansanterveyslaitos
Ympäristöterveyden osasto

Puun pienpolton terveyshaitat

Pientalojen puulämmitys tuottaa sekä Suomessa että koko Euroopassa kohtuuttoman suuret pienhiukkasten, haihtuvien hiilivetyjen ja polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) päästöt. Näiden epäpuhtauksien aiheuttamia terveysriskejä lisäävät maassamme tapahtunut kaupungistuminen, yhdyskuntarakenteen tiivistyminen, väestön ikääntyminen sekä hengitystieallergioiden ja astman esiintyvyyden voimakas nousu. Savuhaittoihin pitäisi saada välitöntä lievitystä esimerkiksi asukasneuvonnalla, kieltämällä puun ja roskien ulkopoltto ja huonojen puukattiloiden käyttö taajamissa sekä antamalla ympäristösuosituksia vähäpäästöisille pientulisijoille. Savuvalitusten käsittelyyn kunnissa pitäisi saada valtakunnalliset ohjeet. Monitieteisen päästö-, ilmanlaatu- ja terveystutkimuksen avulla Suomella olisi edellytyksiä pyrkiä maailman johtavaksi maaksi puuenergian terveellisessä ja turvallisessa hyödyntämisessä.



Johdanto

Tässä katsauksessa tarkastellaan puun pienpoltosta syntyvien savujen aiheuttamaa ulkoilman pilaantumista sekä siitä johtuvaa väestön altistumista ja terveysriskejä. Talo-kohtaiseen puulämmitykseen liittyy myös sisäilman pilaantumista (savuja tulisijasta, homeita puista) ja siitä seuraavia terveysriskejä.

Puunpoltto on viime vuosikymmeninä lisääntynyt asemakaava-alueilla sijaitsevilla pientaloissa. Osana Suomen ilmastostrategiaa sitä haluttaisiin edelleen lisätä. Puunpoltton päästöt ovat kuitenkin terveyden kannalta täysin säätelemättömiä sekä kansallisesti että Euroopan Unionissa, joten tässä kehityksessä piilee suuri vaara lisääntyvistä terveyshaitoista. Väestön altistumista puunpoltton savuille ja siitä aiheutuvia terveysriskejä lisäävät muun muassa viime vuosikymmeninä tapahtunut voimakas kaupungistuminen, yhdyskuntarakenteen tiivistyminen, väestön ikääntyminen sekä hengitystieallergioiden ja astman esiintyvyyden voimakas nousu.

Miksi tärkeä ilmansuojelukysymys?

Hengitys- ja sydänsairaiden sekä terveiden henkilöiden valitukset puunpoltton savujen aiheuttamista viihtyvyys- ja terveyshaitoista ovat viime vuosina selvästi lisääntyneet. Riitatapauksia on tullut esiin kymmenissä kunnissa ja kaupungeissa ja osasta niistä on tehty valituksia hallinto-oikeuksiinkin. Paikalliset ympäristö- ja terveysviranomaiset ovat kokeneet valitusten käsittelyn vaikeaksi eikä maahamme ole muodostunut mitään yhtenäistä linjaa niiden ratkaisemiseksi. EU-komission 'Puhdasta ilmaa Euroopalle' (CAFÉ) -ohjelman yhteydessä tehdyissä selvityksissä on todettu kiinteillä polttoaineilla (puu, kivihiili) toteutetun pienlämmityksen tuottavan varsin huo-

mattavan osan koko Euroopan pienhiukkaspäästöistä (PM_{2,5}; hiukkasten halkaisija < 2.5 µm) ja niiden sisältämien polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) päästöistä. Lisäksi arviolta 86 % PAH-yhdisteiden tuottamasta n. 400:sta ylimääräisestä keuhkosityöpätapauksesta vuodessa aiheutuu pientalojen puu- ja kivihiililämmityksestä (Holland ym. 2001).

Suomi on toteuttanut hyvin edistyksellistä ilmansuojelupolitiikkaa jo usean vuosikymmenen ajan. Tämän ansiosta teollisuuslaitosten, energiantuotantolaitosten ja viimeksi liikenteen kaasumaisten ja hiukkasmaisten epäpuhtauksien päästöjä on pystytty voimakkaasti vähentämään. Niinpä edelleen säätelemättömän päästösektorin eli puun pienpoltton päästöt ovat monien terveydelle haitallisten epäpuhtauksien osalta kohtuuttoman suuret (kymmeniä prosentteja maan kokonaispäästöistä) verrattuna lämpöenergiana saatavaan kansalliseen hyötyyn (Karvosenoja 2004).

Varoittavana esimerkkinä pienlämmityksen savujen usein vähätellystä haitallisuudesta voidaan pitää Dublinista, Irlannista jokin aika sitten julkaistua tutkimusta (Clancy ym. 2002). Siellä nimittäin kiellettiin kivihiilen vähittäismyynti vuonna 1990 ja ennen hyvin yleinen pientalojen kivihiililämmitys korvattiin puhtaammilla energiamuodoilla. Yhdyskuntailman mustahiilipitoisuus laski välittömästi ja pysyvästi 70 %, mikä osoitti polttoperäisten pienhiukkasten vähentyneen voimakkaasti. Väestön sydäntautikuolleisuus laski 10,3 % ja hengityssairauskuolleisuus jopa 15,5 % kuusivuotisen seurantajakson aikana. Puulämmityksen ja kivihiililämmityksen savukaasujen koostumuksissa on toki eroja eikä tätä havaintoa pidä käyttää pelotteena hyvin toteutettua puunpolttoa vastaan. Tosiasia kuitenkin on, että puuta poltetaan epätäydellisesti (huono tulisija, märkä puu/jätepuu, huono veto) suuressa





Puunpoltto on viime vuosikymmeninä lisääntynyt asemakaava-alueilla sijaitsevis-pientaloissa.

osassa Suomessa nykyisin käytössä olevista tulisijoista, mikä johtaa lukuisten, terveydelle haitallisten epäpuhtauksien suuriin yksikköpäästöihin (Karvosenoja 2004). Kaikelle taajamissa toteutetulle pienlämmitykselle ja ulkopoltolle yhteinen piirre on joka tapauksessa matala päästökorkeus sekä päästöjen heikko laimentuminen ennenkuin lähistön asukkaat altistuvat niille joko ulkona tai asuntojen sisätiloissa.

Haitalliset yhdisteet ja altistuminen

Ilman epäpuhtauksien yksikköpäästöt ovat suuria puun epätäydellisessä palamisessa (Larson ja Koenig 1994). Kaasumaisista epäpuhtauksista eniten muodostuu hiilimonoksidia eli häkää sekä metaania ja lukuisia muita haihtuvia hiilivetyjä. Hiukkasmaisista epäpuhtauksista merkittävimpiä ovat orgaaniset hiiliyhdisteet sekä hienojakoinen alkuainehiili eli noki, joihin yhdistyy sekä pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) että ultrapientien

hiukkasten ($PM_{0.1}$; halkaisija $< 0.1 \mu m$) kokoluokassa terveyshaittahypoteeseja (Salonen 1998). Taulukossa 1 on esitetty tärkeimpiä puunpoltosta peräisin olevia, terveydelle haitallisia epäpuhtauksia sekä niille herkkiä väestöryhmiä, jotka yhteensä muodostavat huomattavan osan maamme koko väestöstä.

Taajamissa sijaitsevien pientalojen puulämmityksen tekee erityiseksi ilmansuojeluongelmaksi matalista savupiipuista tulevat, suuresti vaihtelevat päästöt, jotka pilaavat ihmisten paljon käyttämien ulko- ja sisäympäristöjen ilmanlaatua. Puunpoltto on yleisintä kylminä talvi-iltoina ja -öinä, jolloin esiintyy usein myös heikkotuulisia, savukaasuja huonosti laimentavia säätiloja. Matalalle jäävät kaasumaiset ja hiukkasmaiset epäpuhtaudet kulkeutuvat tehokkaasti kiinteistön painovoimaisen tai suodattamattoman koneellisen ilmanvaihdon kautta sisätiloihin, sillä tehokas epäpuhtauksien suodatus voidaan saada aikaan vain ilmanvaihtojärjestelmään asennetulla aktiivihii-suodattimella. Näin ollen puulämmityksen savukaasut kohottavat merkittävästi sekä lähistön ulkoilman että asuntojen sisäilman epäpuhtauspitoisuuksia ja lisäävät näissä ympäristöissä olevien ihmisten altistumista.

Suomessa on hyvin vähän tutkittu pientalojen puulämmityksen aiheuttamaa asuinalueiden ulkoilman pilaantumista. Hosio-kangas ym. (1999) ovat raportoineet Kuopion keskustassa tammi-huhtikuussa 1994 tehdyistä mittauksista, että n. 11 % ulkoilman hengitettävistä hiukkasista (PM_{10} ; hiukkasten halkaisija $< 10 \mu m$) oli peräisin puunpoltosta. Pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) pitoisuuksia ei tässä tutkimuksessa mitattu, mutta puunpoltton osuus niistä olisi todennäköisesti ollut noin kaksinkertainen. Yhdysvalloista on raportoitu puunpoltton osuudeksi 20 %-90 % kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuudesta ($PM_{2.5}$) talvikaudella (Boman ym. 2003).

Tutkitut ja koetut terveyshaitat

Viime vuosikymmenen puolivälin jälkeen käsitys erityisesti pienhiukkasten ($PM_{2.5}$)

haitallisuudesta Euroopan väestön terveydelle on muuttunut rajusti (WHO 2000 ja 2003). Nykyisten yhdyskuntailman pienhiukkaspitoisuuksien on arvioitu aiheuttavan jopa 100000 ennenaikaista kuolemantapausta (pääasiassa sydän- ja hengityssairauskuolemia) vuodessa, mikä tarkoittaa Euroopan väestön eliniän lyhenevän keskimäärin vuodella ihmisen tuottamien pienhiukkasten vuoksi. Tämän lisäksi miljoonat ihmiset kärsivät vuosittain pienhiukkasten aiheuttamista tai pahentamista sydän- ja hengityssairauksista. Polttoprosesseista (liikenne, pienpoltto, laitospäästöt) syntyneitä pienhiukkasia pidetään pääsyynä kaikkein vakavimpiin haittoihin kuten ennenaikaisiin kuolemiin ja lisääntyneisiin sairaalahoitoihin. Kaupunki-ilman pienhiukkasten pitoisuuksia ja terveystaikutuksia on käsitelty laajemmin tämän lehden aiemmassa erikoisnumerossa (Pekkanen 2002).

Suomessa ei ole tehty tutkimusta puunpolttoympäristöjen pienhiukkasten tai kaasumaisten yhdisteiden terveysvaikutuksista. Taulukossa 2 on kuvattu ulkomaisissa tutkimuksissa hiukkaspitoisuuksiin yhdistyneitä terveyshaittoja. Pienhiukkasiin liittyvä ennenaikaisen kuoleman riski on nykytietämyksen mukaan suurin yli 65-vuotiailla sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavilla. Kaikenikäiset astmaatit ovat hyvin herkkä väestöryhmä, joka reagoi keskimäärin kymmenesosapitoisuuteen ärsyttävää ilman epäpuhtautta verrattuna vastaavanikäiseen terveeseen henkilöön. Ulkoilman epäpuhtauksien ei kuitenkaan ole osoitettu olevan yhteydessä astmakuolemiin ja ne näyttävät selittävän vain pieneltä osalta viime vuosikymmeninä voimakkaasti li-

sääntynyttä astmasairastavuutta.

Puunpoltton savut sekä erikseen niissä olevat ärsyttävät hiilivedyt (mm. formaldehydi, akroleiini) ja hiukkaset ovat kokeellisissa tutkimuksissa heikentäneet keuhkojen makrofagivälitteistä puhdistumaa ja immunologista puolustusta mm. bakteeri-infektioita vastaan (Zelikoff ym. 2002). Yhdysvalloissa puulämmitykseen yhdistetty osuus kaupunki-ilman talvikauden pienhiukkaspitoisuudesta on aiheuttanut bakteerisoluissa mutageenisuutta liikenteestä peräisin olevien hiukkasten ohella (Stevens ym. 1990).

Suomessa viime vuosina lisääntyneissä, hengitys- ja sydänsairaiden henkilöiden tekemissä savuvalituksissa on esiintynyt yhteisiä piirteitä kirjallisuudessa kuvattujen terveyshaittojen kanssa (Taulukot 1 ja 2). Valituksissa on kuvattu naapureiden puunpoltton savujen aiheuttaneen muun muassa pistävää hajua sekä ulkona että asuntojen sisätiloissa (ärsyttävät hiilivedyt) ja siihen liittyneen jyskyttävää päänsärkyä ja pahoinvointia (häkä), silmien kirvelyä ja punoitusta (pienhiukkaset, ärsyttävät hiilivedyt), kurkkukipua, yskää ja hengenahdistusta (pienhiukkaset, ärsyttävät hiilivedyt). Keskipaikkaa tai vaikeaa astmaa sairastavat ovat kertoneet tarvinneensa sekä lyhyt- että pitkäaikaisesta lisälääkitystä pahentuneen sairauden hoitoon. Jotkut ovat ajoittain joutuneet poistumaan kodistaan muualle ilman epäpuhtauksien takia ja käymään jopa sairaalan päivystyspoliklinikalla saamassa tehostetua hoitoa.

Useimmat puunpoltton savuista valittaneet eivät ole vuosiin saaneet apua ongelmiinsa, koska paikallisilla ympäristö- ja terveystas-



Epäpuhtaus	Herkät väestöryhmät	Terveyshaitta
Hiilimonoksidi eli häkä	Sepelvaltimotautia sairastavat Anemiaa sairastavat Raskaana olevat naiset Vastasyntyneet	Kudosten hapenpuutteesta johtuvat perussairaudelle tyypilliset oireet ↑
Ärsyttävät hiilivedyt (kaasuja): - formaldehydi, akroleiini ym.	Astmaatikot	Hengityselinoireet ↑ Keuhkofunktiot ↓ Kohtauslääkkeen tarve ↑
Bentseeni	Yksilöiden välisiä herkkyseroja ei tunneta, lapset?	Leukemian ilmaantuvuus ↑
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	Sepelvaltimotautia sairastavat Keuhkohtaumatautia sairastavat Astmaatikot Kasvuikäiset lapset	Ennenaikainen kuolema, perussairauden pahentuminen ja lisääntynyt hoidon tarve
Pienhiukkasten (PM _{2,5}) syöpävaaralliset yhdisteet: - polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	Yksilöiden välisiä herkkyseroja ei tunneta	Keuhkosyövän ilmaantuvuus ↑

Taulukko 1.
**Puunpienpoltossa
syntyviä ulkoilman
epäpuhtauksia sekä
kirkallisuuden
mukaanniille
herkkiä väestöryh-
miä ja tyypillisiä
terveyshaittoja
(WHO 2000 ja 2003;
Zelikoff ym. 2002).**

omaisilla ei näytä olevan minkäänlaista vaikiintunutta toimintamallia näiden tapausten selvittämiseksi ja ratkaisemiseksi. Tapaukset ovatkin monimutkaisia selvittää, koska savuhaittaa ilmenee ajoittain keskittyen eniten ilta- ja yöaikaan. Valittajat ovat olleet tyytymättömiä siihen, että viranomaiset eivät ole suostuneet tulemaan toteamaan savuhaittaa muuta kuin virkaaikana, jolloin useimmiten mitään ei ole havaittavissa. Heidän on ollut vaikeaa hyväksyä myöskään sitä, että mikään muu näyttö (esim. ulkopuolinen todistaja, valokuva, videonauha) kuin paikallisen viranomaisen toteama savuhaitta ei näytä riittävän tilannetta parantavien määräysten antamiseen. Monet savuvalitukset ovat liittyneet vallitsevien tuulien yläpuolella olevan yhden tai useamman naapurin huonolla vedolla toteuttamaan ”kitupolt-

toon” ns. kaksoispesäkattilassa (puun ja öljyn vuorokäyttö).

Päätelmät

Ilmansaasteita, erityisesti pienhiukkasia, koskevan terveystiedon ja viime vuosina tehtyjen savuvalitusten perusteella voidaan arvioida, että nykyisillä tavoilla toteutettu pientalojen puulämmitys sekä puun ja roskien ulkopoltto muodostavat valtakunnallisesti merkittävän ilmanlaatuongelman asemakaava-alueilla. Tähän ongelmaan pitäisi saada välitöntä lievitystä esimerkiksi asukasneuvonnalla, kieltämällä ulkopoltto ja huonojen puukattiloiden käyttö taajamissa sekä antamalla ympäristösuosituksia vähäpäästöisille pientulisijoille. Savuvalitusten käsittelyyn kunnissa pitäisi saada valtakunnalliset ohjeet.

Taulukko 2.
**Puunpienpoltosta
peräisin oleviin
hengitettävien hiuk-
kasten (PM₁₀) tai
pienhiukkasten (PM_{2,5})
ulkoilmapitoisuuksiin
yhdistettyjä terveys-
haittoja ulkomaisissa
tutkimuksissa (Boman
ym. 2003).**

Kaupunki ja tutkimusvuodet	Väestöryhmä	Terveyshaitta
Christchurch, NZ (1988-93)	Koko väestö	Kuolleisuus hengityssairauksiin ↑
Christchurch, NZ (1994)	Keuhkohtaumatauti >65 v	Keuhko-oireet ↑
Seattle, WA, USA (1987-94)	Astmaatikot < 65 v	Sairaalakäynnit ↑
Seattle, WA, USA (1989-90)	Astmaatikot	Päivystyspoliklinikalla hoidetut astmakohtaukset ↑
Santa Clara County, CA, USA (1988-92)	Astmaatikot	Päivystyspoliklinikalla hoidetut astmakohtaukset ↑
Seattle, WA, USA (1995-96)	Astmaatikot < 18 v	Sairaalakäynnit ↑
Seattle, WA, USA (1988-90)	Astmalapset	Keuhkofunktiot ↓
Seattle, WA, USA (1993-95)	Astmalapset (5-13 v)	Astmaoireet ↑
Port Alberni, BC, CAN (1990-92)	Astmalapset (6-13 v)	Yskä ↑, keuhkofunktiot ↓

Savuvalitusten käsittelyyn kunnissa pitäisi saada valtakunnalliset ohjeet.

Kestävien ratkaisujen tuottamiseksi tarvittaisiin monitieteistä tutkimusta, jossa selvitetään nykyisin käytössä olevissa ja uusissa tulisijoissa syntyvien, terveydelle haitallisten epäpuhtauksien yksikköpäästöjä, puulämmityksen savuista kärsivien asuinalueiden ilmanlaatua sekä altistuvalla väestöllä aiheutuvia terveystarpeita. Maassamme jo olevia hyviä tutkimusvalmiuksia hyväksi käyttäen Suomen kannattaisi pyrkiä maailman johtavaksi maaksi puuenergian terveellisessä ja turvallisessa hyödyntämisessä. Näin voisi avautua myös uusia vintinäkymiä suomalaisten yritysten kehittämille vähäpäästöisille pientulisijaratkaisuille ja saataisiin korjattua se epäkohta, että tällaisille tuotteille ei tällä hetkellä ole juuri mitään kysyntää kotimaassa.

Puuenergian käyttöä lisättäessä olisi tärkeää miettiä, mikä osuus energiasta voitaisiin tuottaa yhdyskuntatason lämpölaitoksissa. Niiden polttoprosessit ovat aina parempia ja yksikköpäästöt pienempiä kuin pientulisijoissa. Lisäksi savukaasut voidaan tehokkaasti puhdistaa polton jälkeen ja näin edelleen vähentää terveydelle haitallisten epäpuhtauksien päästöjä. On hyvä muistaa, että Suomessa käytetyt yhdyskuntien kaukolämpöjärjestelmät ovat olleet keskeinen tekijä puolen vuosisadan aikana tahtuneeseen yhdyskuntailman laadun parantumiseen.

Kirjallisuus

Boman BC, Forsberg AB, Järholm BG. Adverse health effects from ambient air pollution in relation to residential wood combustion in modern society. *Scand J Work*

- Environ Health* 2003;29:251-260.
- Clancy L, Goodman P, Sinclair H, Dockery DW. Effect of air-pollution control on death rates in Dublin, Ireland: an intervention study. *Lancet* 2002;360:1210-1214.
- Holland MR, Jones HH, Berdowski J, Bleeker A, Visschedijk AJH. Economic evaluation of air quality targets for PAHs. Report AEAT/ENV/R0593. Abingdon, UK: AEA Technology Environment, 2001.
- Hosiokangas J, Ruuskanen J, Pekkanen J. Effects of soil dust episodes and mixed fuel sources on source apportionment of PM10 particles in Kuopio, Finland. *Atmos Environ* 1999;33:3821-9.
- Karvosenoja N. Puun pienpoltto päästöinventaaressa. *Ympäristö ja Terveys* 2004;35(2):36-39.
- Larson TV, Koenig JQ. Wood smoke: emissions and noncancer respiratory effects. *Annu Rev Public Health* 1994;15:133-156.
- Pekkanen J. Kaupunki-ilman pienhiukkasten pitoisuudet ja terveysvaikutukset. *Ympäristö ja Terveys* 2002;33. Supplementtinumero: *Ympäristöterveys* 2002.
- Salonen RO. Liikenteen hiukaspäästöt ja terveys Suomessa. *Ympäristö ja Terveys* 1998;29(9-10):59-61.
- Stevens RK, Lewis CW, Dzubay TG, Cupitt LT, Lewtas J. Sources of mutagenic activity in urban fine particles. *Toxicol Indust Health* 1990;6:81-94.
- World Health Organization (WHO). Air Quality Guidelines for Europe. 2nd edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2000.
- World Health Organization (WHO). Health aspects of air pollution with particulate matter, ozone and nitrogen dioxide. Report EUR/03/5042688 of Working group, Bonn, Germany, 13-15 January 2003. Copenhagen, Denmark: WHO Regional Office for Europe, 2003.
- Zelikoff JT, Chen LC, Cohen MD, Schlesinger RB. The toxicology of inhaled woodsmoke. *J Toxicol Environ Health* 2002;5 (Part B):269-282. (V&T)