



## Selvitys bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi

**Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä**

Opastinsilta 6 A  
00520 Helsinki  
puhelin 09 156 11  
faksi 09 1561 2011  
[www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)

# **Selvitys bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi**

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä  
Ympäristöministeriö  
1.10.2012

# Bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittymisalueen arviointi

## 1 Johdanto

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat hiilestä ja vedystä koostuvia yhdisteitä. Osa PAH-yhdisteistä on kaasumaisia ja osa niistä esiintyy hiukkasmuodossa. PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisen palamisen seurauksena. Monet PAH-yhdisteet, kuten bentso(a)pyreeni, lisäävät syöpäriskiä.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivissä 2004/107/EY, joka koskee ilmassa olevia arseenia, kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä sekä polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä, on annettu bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvolle tavoitearvo  $1 \text{ ng/m}^3$ . Tavoitearvo tulisi saavuttaa 1.1.2013 mennessä. Mikäli tavoitearvo ylittyy, jäsenvaltioiden on toimitettava komissiolle tiedot niistä alueista ja taajamista, joissa tavoitearvo ylittyy, tiedot ylitysalueista sekä havaitut pitoisuudet. Lisäksi on toimitettava tiedot ylitysten syistä ja ylityksiin vaikuttavista päästölähteistä sekä ylityksille altistuneista väestöryhmistä. Komissiolle on toimitettava myös tiedot toimenpiteistä, joilla pitoisuuksia on pyritty alentamaan.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvin ja suuntaa-antavin mittauksin, mallintamalla sekä bioindikaattoreiden avulla. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY seuraa pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvin mittauksin 11 kohteessa. Niistä seitsemän sijainti on pysyvä ja neljän paikka harkitaan vuosittain, eli ne ovat nk. siirrettäviä mittausasemia. Mittauksin selvitetään liikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen ja pienpolton vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatua. Mittausasemat on pyritty sijoittamaan edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Erityiskohteissa ilmanlaatua seurataan yleensä vuoden jaksoissa käyttäen siirrettäviä mittausasemia.

Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksien seuranta  $\text{PM}_{10}$ -vertailumenetelmällä aloitettiin vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla. Aikaisempina vuosina näytteet kerättiin suurtehokeräinmenetelmällä, jonka todettiin aliarvioivan pitoisuuksia. Mittaukset ovat osoittaneet, että pientaloalueiden PAH-pitoisuudet voivat nousta puunpolton päästöjen vuoksi melko korkeiksi. Bentso(a)pyreenin tavoitearvon on todettu ylittävän paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla

## 2 Mittauksin havaitut pitoisuudet

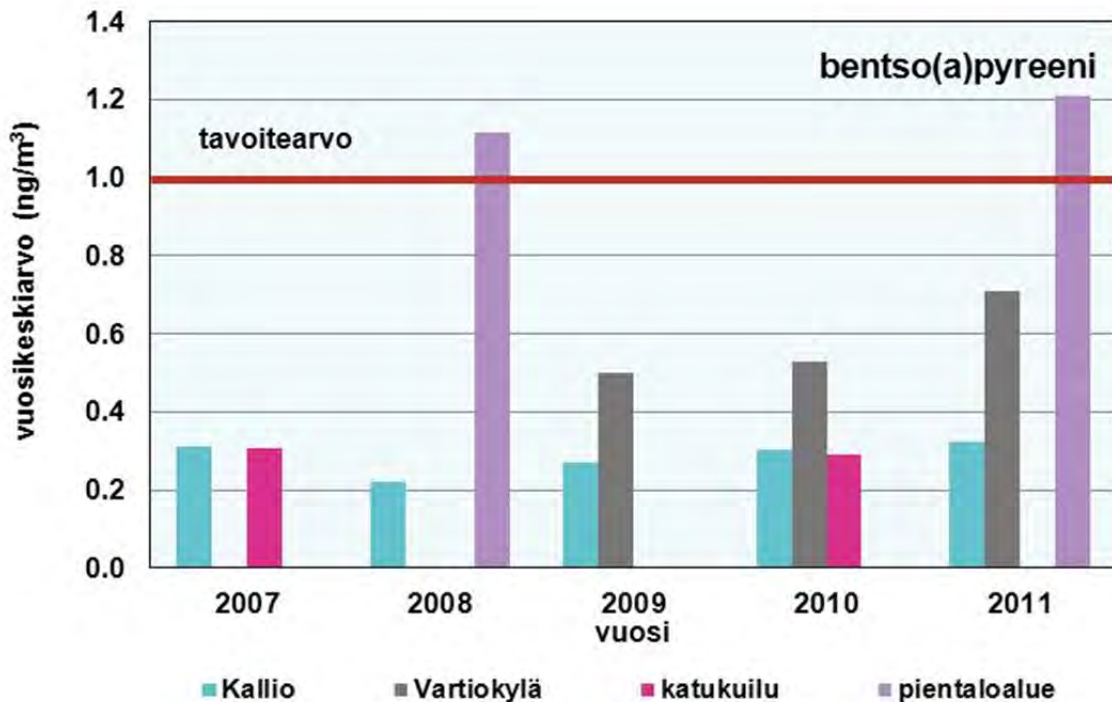
Vuodesta 2007 alkaen PAH-pitoisuuksia on mitattu kaupunkitausta-asemalla Kalliossa Helsingissä. Katukuiluissa PAH-pitoisuuksia on mitattu vuonna 2007 Unioninkadulla ja vuonna 2010 Töölöntullissa. Vantaalla PAH-pitoisuuksia mitattiin pientaloalueella Itä-Hakkilassa vuonna 2008 ja Päiväkummussa vuonna 2011. Vartiokylän pientaloalueella Helsingissä PAH-pitoisuuksia on mitattu vuodesta 2009 alkaen.

Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyi vuonna 2008 Vantaan Itä-Hakkilassa ja vuonna 2011 Päiväkummussa (kuva 1). Myös vuonna 2005 Espoon Lintuvaarassa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli tavoitearvon tasolla. Sen sijaan Vartiokylässä bentso(a)pyreenin pitoisuus on ollut selvästi alle tavoitearvon. Pitoisuudet ovat korkeimmillaan talvikuukausien aikana. Pitoisuudet vaihtelevat pientaloalueiden välillä ja sisällä. Mittausaseman sijoituspaikalla on suuri vaikutus pitoisuustasoihin, sillä lähitaloista peräisin olevat päästöt korostuvat mittaustuloksissa.

Vilkaasti liikennöidyillä alueilla mitatut pitoisuudet ovat olleet samaa tasoa kuin kaupunkitausta-asemalla Kalliossa tai Etelä-Suomen tausta-alueilla mitatut pitoisuudet. Sekä Unioninkadulla v. 2007 että Töölöntullissa v. 2010 bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli vain  $0,3 \text{ ng/m}^3$ . Siten voidaan arvioida, että

liikenteen päästöt eivät ole merkittävä bentso(a)pyreenin lähde pääkaupunkiseudulla. Kallion kaupunkitausta-aseamalla bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo on vaihdellut 0,2 -0,3 ng/m<sup>3</sup> vuosina 2007–2011. Etelä-Suomen tausta-alueella bentso(a)pyreenin pitoisuus on vaihdellut 0,17 - 0,39 ng/m<sup>3</sup> vuosina 2009-2011 (Vestenius, 2012).

Bentso(a)pyreenin lisäksi on kartoitettu puunpolton tärkeimmän merkkiaineen levoglukosaanin pitoisuuksia pääkaupunkiseudulla. Bentso(a)pyreenin ja levoglukosaanin välillä on havaittu merkittävä korrelaatio (Saarnio, 2012, Kousa 2012).



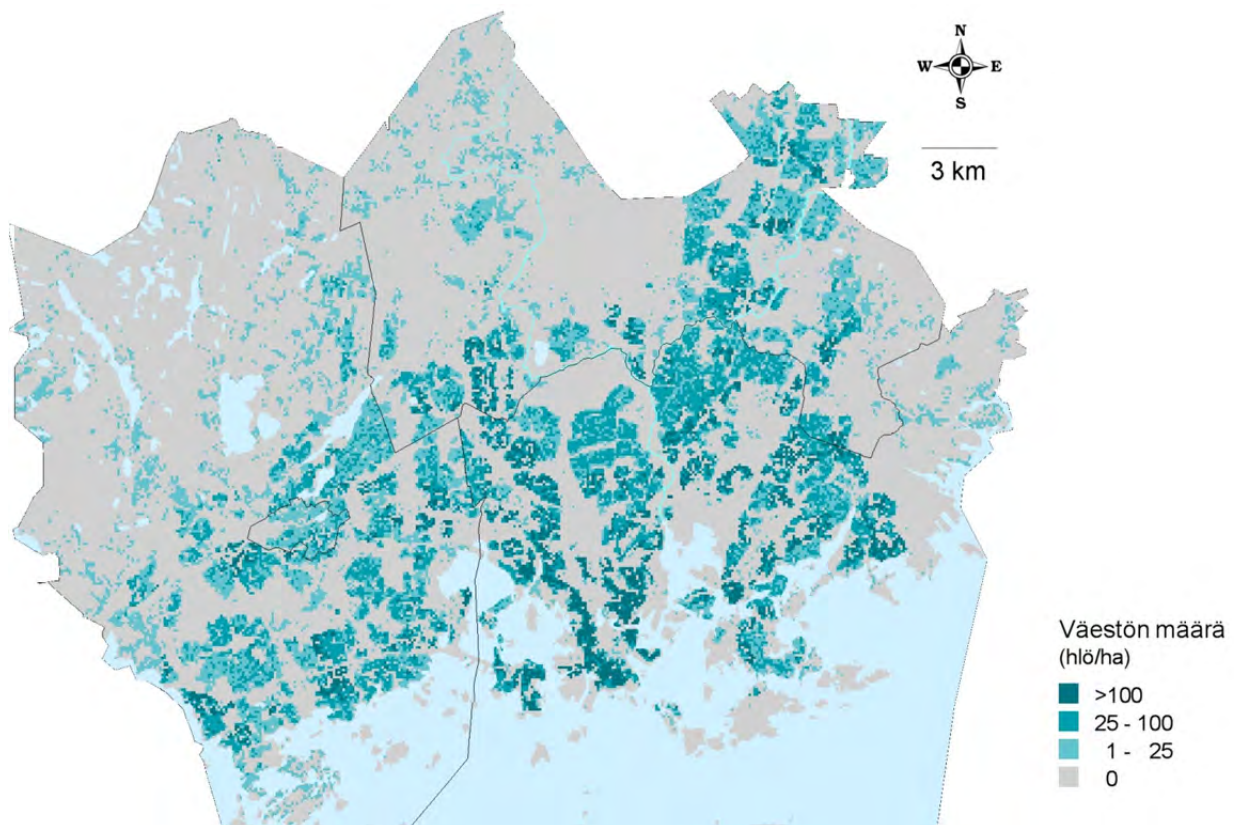
Kuva 1. Pääkaupunkiseudulla mitatut bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot tavoitearvoon verrattuna

### 3 Bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueen arvioinnin perusteet

Pääkaupunkiseudulla asuu n. 1 miljoona asukasta (kuva 2). Omakotitaloja ja paritaloja alueella on noin 66 000 ja näistä n. 90 %:ssa on tulisija.

Ylitysalue on arvioitu käyttäen hyväksi mittauksia ja päästökartoitusta. Mittauksissa tulisijojen käyttö on todettu merkityksellisimmäksi bentso(a)pyreenin päästöjen aiheuttajaksi. Liikenteen päästöillä ei sen sijaan ole merkittävää vaikutusta bentso(a)pyreenin pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla. Tämän vuoksi liikenteen päästöjä ei ole otettu huomioon ylitysaluetta arvioitaessa.





Pohjakartta © Kaupunkimittausosasto, Helsinki 100/2011 © Teema HSY2012

Kuva 2. Pääkaupunkiseudun asukkaat 100 m \* 100 m ruuduissa.

### **3.1 Pienpolton aiheuttamat $PM_{2,5}$ -päästöt ja -pitoisuudet**

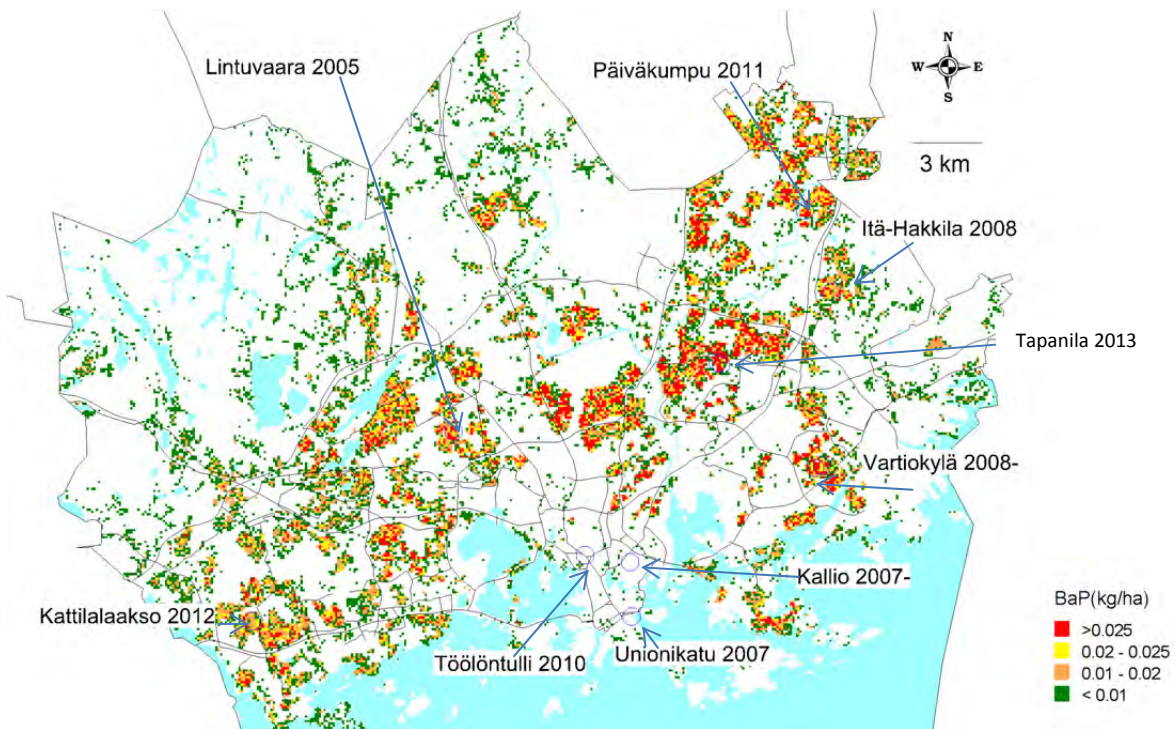
Puun pienpoltoa ja tulisijojen käyttötottumuksia selvitettiin HSY ja Työtehoseuran kyselytutkimuksessa pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2008 tilannetta selvitettiin kolmella kaukolämpöalueen ulkopuolella olevalla asuinalueella. Kysely lähetettiin yhteensä noin 1500 pientalon asukkaalle ja vastausprosentti oli kolmella alueella 38–43 prosenttia. Vuonna 2009 kyselyä varten kerättiin noin 900 pääkaupunkiseudun kaukolämmitteisen pientalon otos ja vastausprosentti vaihteli 36 ja 46 prosentin välillä. HSY arvioi tämän selvityksen pohjalta tulisijojen käytön päästöjä pääkaupunkiseudulla (HSY 2011a).

Näitä pienhiukkasten päästöarviota päivitettiin vuonna 2012 niin, että päästökertoimet ovat yhdenmukaisia Suomen ympäristökeskuksen käyttämien päästökertoimien kanssa vuoden 2010 Tilastokeskuksen rakennustietokantaa (Tilastokeskus 2011) ja HSY:n SeutuCD'11:tä (HSY 2011b) hyödyntäen. Vuonna 2010 tulisijojen käyttö pääkaupunkiseudulla tuotti noin 101 tonnia hiukkasia, joka on 18 prosenttia seudun suorista hiukaspäästöistä (HSY 2012).

Tehdyn päästöarvion perusteella tullaan mallittamaan pienpolton aiheuttamien pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) pitoisuudet pääkaupunkiseudulla (Transphorm 2012).

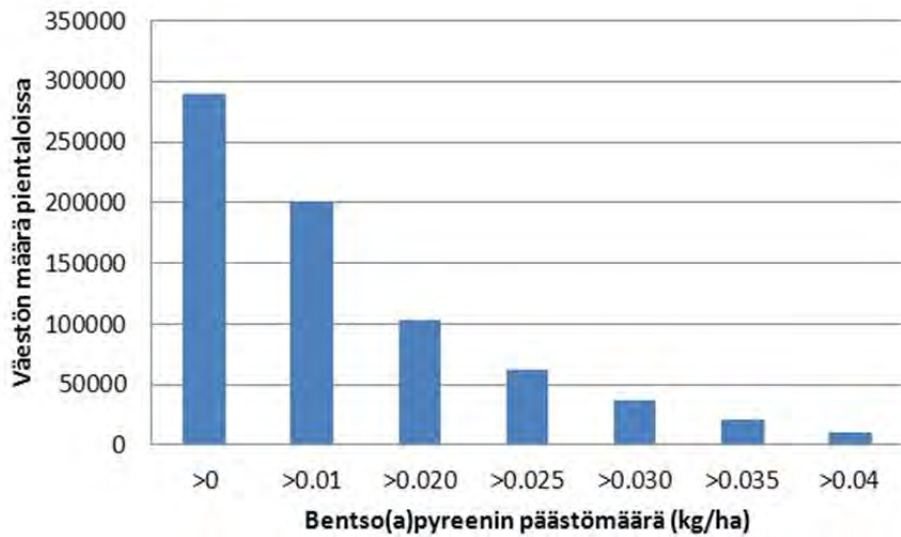
### 3.2 Pienpolton aiheuttamat bentso(a)pyreenin päästöt

Bentso(a)pyreenin päästöt pääkaupunkiseudulla arvioitiin samalla menetelmällä kuin pienhiukkasten päästöt. Päästöarvot tehtiin kolmelle eri päästöluokalle: saunan kiukaat, puukattilat ja muut tulisijat (modernit ja perinteiset takat, avotakat, leivinuunit jne.). Bentso(a)pyreenin päästöarviossa käytetyt päästökertoimet perustuvat Kuopiossa tehtyihin kenttämittauksiin (Tissari ym. 2007). Bentso(a)pyreenin päästökertoimet eri polttotavoilla ja tulisijatyypeillä ovat melko epävarmoja, joten pitoisuuksia ei ole arvioitu mallilaskelmilla.

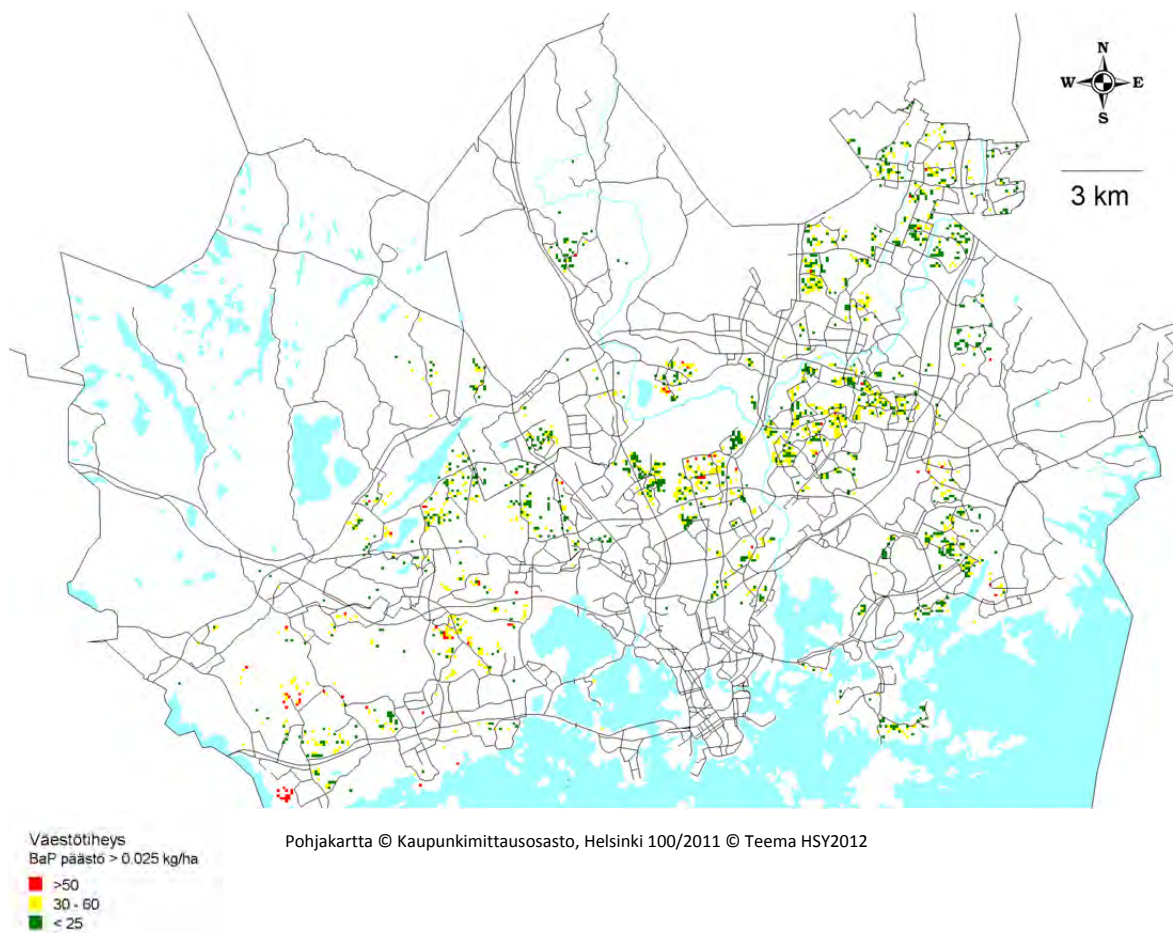


Kuva 4. Puunpolton bentso(a)pyreenipäästöt ja PAH-mittauspaikat pääkaupunkiseudulla.

Mittausten ja päästöarvion perusteella bentso(a)pyreenin tavoitearvo arvioidaan voivan ylittyvän alueilla, joissa bentso(a)pyreenin päästö on yli 0,025 kg/ha. Tällä perusteella bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittävillä alueilla asuu noin 70 000 pientalo- tai rivitaloasukasta eli 6,6 % pääkaupunkiseudun asukkaista (kuva 5). Ylitysalueen suuruus on noin 21 km<sup>2</sup>, kun koko pääkaupunkiseudun pinta-ala on n. 780 km<sup>2</sup> (kuva 6).



Kuva 5. Väestön määrä pientaloissa bentso(a)pyreenin erilaisilla päästötasoilla.



Kuva 6. Pientaloalueet, joilla bentso(a)pyreenin tavoitearvon arvioidaan ylittyvän.



## 4 Toimenpiteet päästöjen ja pitoisuuksien vähentämiseksi

Pääosa bentso(a)pyreerin päästöistä aiheutuu pääkaupunkiseudulla puun pienpoltosta yleisesti ja puulämmitteisten kiukaiden käytöstä erityisesti. Toimenpiteet päästöjen vähentämiseksi on pyritty kohdentamaan erityisesti tulisijojen käyttöön pientaloalueilla.

### 4.1 Normiohjaus ja siihen perustuvat toimenpiteet

Euroopan unionissa selvitetään kiinteitä polttoaineita koskevien laitteiden päästöjä ja päästöjenrajoitustoimia osana energiaa käyttävien tuotteiden ekologista suunnittelua koskevan direktiivin 2009/125/EY, (ns. Ecodesign-direktiivi) toimeenpanoa.

Suomessa ei ole kansallisia määräyksiä kiinteitä polttoaineita käyttäville lämmityskattiloille eikä tulisijoille, kuten varaaville takoille ja pellettikamiinoille. Suomi seuraa aktiivisesti uusien Ecodesign-standardien kehittämistä, joka on osa Euroopan unionin ilmansuojelupolitiikan uudistamista. Ecodesign-standardi kiinteän polttoaineen lämmityskattiloille vähentäisi pienhiukkasten päästöjä arviolta jopa 70 %. Hyvä palaminen vähentää pienhiukkaspäästöjen ohella myös mustan hiilen ja muiden haitallisten yhdisteiden kuten bentso(a)pyreenin päästöjä.

Uusien tulisijojen päästövaatimusten sääntelyllä ei ratkaista jo olemassa oleviin tulisijoihin liittyviä ongelmia. Erityisen ongelmallisina on pidetty ns. kaksoispesäkattiloita, joissa voidaan polttaa öljyn lisäksi puupolttoaineita. Useissa tapauksissa näiden laitteistojen mitoitus on sellainen, että puu sopii käytettäväksi niissä lähinnä varapolttoaineena. Lisäksi ongelmana voi olla liian pieni vesivaraaja tai sen puuttuminen kokonaan. Tämä voi johtaa jatkuvaan polttoon, joka tapahtuu vähentämällä palamisilmaa, jolloin palaminen on epätäydellistä.

Olemassa olevien tulisijojen aiheuttamiin haittoihin voidaan puuttua terveydensuojelulain (763/1994) 27 §:n nojalla. Sosiaali- ja terveydenhuollon tuotevalvontakeskus (STTV) on antanut puun pienpolttoa koskevat ohjeet terveydensuojelulain nojalla vuonna 2008 [http://www.valvira.fi/files/ohjeet/Puun\\_poltto-opas.pdf](http://www.valvira.fi/files/ohjeet/Puun_poltto-opas.pdf).

Haittoihin voidaan puuttua myös ympäristönsuojelulain (86/2000) nojalla. Lain 85 §:n mukaan kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi toimittamansa tarkastuksen nojalla antaa muuta kuin ympäristöluvanvaraista toimintaa koskevan yksittäisen määräyksen, joka on tarpeen ympäristön pilaantumisen ehkäisemiseksi.

Pääkaupunkiseudulla kaupungit ovat valitustapauksissa puuttuneet häiritsevään puunpolttoon. Tarkastuskäynnillä haittoja on pyritty vähentämään antamalla ohjeita oikeista polttoaineista ja polttotavoista sekä tulisijan huollosta ja kunnossapidosta. Tapauskohtaisesti kunnan ympäristö/terveysviranomaisen on voinut antaa määräyksiä tulisijojen käytöstä tai esim. savupiipun korottamisesta, sekä kieltää tietyn tyyppisten tulisijojen käytön tai puun polttamisen sekä vaatia tulisijan korvaamista vähäpäästöisemmällä tulisijalla. Osassa tapauksista on sovellettu edellä mainitun Puun poltto -oppaan ohjeita. Haitan esiintymistä ja mahdollisia terveyshaittoja on arvioitu ympäristö/terveystarkastajan tarkastuskäynneillä sekä haitan aiheuttajan ja haitasta kärsivän pitämällä seurantapäiväkirjoilla ja tarpeen vaatiessa paikan päällä tehdyillä mittauksilla.

Kunnat voivat myös antaa yleisiä kunnallisia määräyksiä puun pienpoltton haittojen ehkäisemiseksi. Määräyksiä voidaan antaa ympäristönsuojelulain 19 §:n mukaisina ympäristönsuojelumääräyksinä, joissa

määrätään toimista, rajoituksista ja rakennelmista, joilla ehkäistään päästöjä ja haitallisia vaikutuksia. Määräykset voivat koskea esim. kiinteän polttoaineen käyttöä määrätyillä alueilla. Vastaavia määräyksiä voidaan antaa lisäksi jätelain (646/2011) 91 §:n mukaisina jätehuoltomääräyksinä. Helsingin, Espoon, Vantaan ja Kauniaisten ympäristösuojelumääräyksissä on annettu määräyksiä puun ja tulisijojen käytöstä. Ympäristösuojelumääräysten mukaan lämmitys- ja ilmanvaihtolaitteistot on säädettävä, huollettava ja niitä on käytettävä siten, ettei päästöistä aiheudu haittaa terveydelle tai yleiselle viihtyvyydelle eikä muutakaan haittaa ympäristölle. Puun tai muun kiinteän polttoaineen polttamisesta tulisijoissa ei saa aiheutua kohtuutonta haittaa naapureille eikä lähiympäristölle. Risujen, hakkuutähteiden ja kasvinlehtien avopoltto on kielletty taajaan asutuilla alueilla. Avopoltolla tarkoitetaan myös polttamista tynnyrissä tai vastaavassa astiassa.

Myös naapuruussuhdelaki (26/1920) antaa tiettyä suojaa haitankärsijöille. Lain 17 §:n mukaan kiinteistöä ei saa käyttää siten, että naapurille tai lähistöllä asuvalle aiheutuu kohtuutonta rasitusta muun muassa liasta, pölystä, hajusta ja melusta. Kun rasituksen kohtuuttomuutta arvioidaan, on otettava huomioon paikalliset olosuhteet, rasituksen voimakkuus ja kesto, rasituksen syntymisen alkamisajankohta sekä muut vastaavat seikat. Naapuruussuhdelain 20 §:n mukaan haitankärsijän on vaadittava rasituksen poistamista tai rasitusta aiheuttavan toiminnan lopettamista sekä vahingon korvaamista kanteella käräjäoikeudessa.

Polttoaineiden, kuten pellettien, brikettien ja tavanomaisen puun laadun standardisoinnin kehittäminen vähentäisi päästöjä myös olemassa olevissa laitteissa. Pääkaupunkiseudulla ja myös muualla Suomessa kuluttajille on tarjolla laadukkaita polttoaineita mm. Internetissä. Myytävän polttopuun mitta- ja laatuvaatimusten osalta noudatetaan pääsääntöisesti EN 14961-5 pilkestandardin mukaisia vaatimuksia. Vaatimukset koskevat mm. myytävän puun kosteuspitoisuutta ja puhtautta.

Pilkkeiden varastoinnilla on oleellinen merkitys puunpolton päästöihin. Puita ei saa varastoida rakennusten seinustalla pelastuslain mukaan (379/2011, 9§) tulipalovaaran vuoksi.

Suomessa rakennuksen omistaja tai haltija vastaa siitä, että tulisijat hormeineen on nuohottu sisäasiainministeriön nuohouksesta annetun asetuksen (539/2005) mukaisesti vähintään kerran vuodessa, lukuun ottamatta yksityiseen käyttöön tarkoitettuja vapaa-ajan asuntoja, joissa nuohousväli saa olla enintään kolme vuotta. Nuohoojat opastavat tarvittaessa myös tulisijan oikeasta käytöstä nuohoustyön yhteydessä.

Pääkaupunkiseudulle on laadittu varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkillisen heikkenemisen varalta (HSY 2010). Sen mukaan asukkaista kehoitetaan välttämään pienpolttoa, jos pienhiukkasten pitoisuudet kohoavat korkeiksi äkillisesti.

## ***4.2 Seuranta, tutkimukset ja viestintä***

Puunpolton osuus hiukkaspäästöistä on merkittävä, ja sen vaikutusta pääkaupunkiseudun ilmanlaatuun selvitetään myös mittauksin. Pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten niiden sisältämän bentso(a)pyreenin ja eräiden muiden polyaromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksia seurataan jatkuvasti pientaloalueella Vartiokylässä. Bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittymisen seurauksena seurantaa on tehostettu ja pitoisuuksia mitataan vuosittain myös siirrettävällä mittausasemalla muualla pääkaupunkiseudun pientaloalueilla.

Pääkaupunkiseudulla on selvitetty puunkäyttömääriä vuosina 2008 ja 2009 kaukolämmitteisissä sekä kaukolämmön ulkopuolissa pientaloissa (HSY 2011a). Yhdistämällä kyselyssä saadut tulokset puun

käyttömääristä ja käytetyistä tulisijoista sekä tiedot pääkaupunkiseudun pientaloista ja niiden ensisijaisista lämmitystavoista arvioitiin pienpolton aiheuttamat hiukkasten ja bentso(a)pyreenin päästöt.

Pääkaupunkiseudulla on osallistuttu moniin tutkimuksiin, joissa on selvitetty puunpolton päästöjä, niiden leviämistä ja haittoja sekä kehitetty seurantamenetelmiä. Esimerkkejä tällaisista tutkimuksista ovat

- Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys - PUPO (Tissari ym., 2007)
- Pienhiukkasten lähipäästöjen terveysriskit: puun pienpoltto ja tieliikenne - PILTTI (Ahtoniemi ym., 2010)
- Using monosaccharide anhydrides to estimate the impact of wood combustion on fine particles in the Helsinki Metropolitan Area. (Saarnio et al., 2012)
- Small area level registry data in analysis of mortality by exposure to local wood smoke among urban population in Finland (Pasanen et al. 2012)
- Transport related air pollution and health impacts – integrated methodologies for assessing particulate matter (Transphorm 2012)

Pääkaupunkiseudulla on tulisijojen käyttäjiä valistettu oikeista puun polton tavoista usean vuoden ajan. Opas pienpolton oikeisiin käyttötapoihin –Savumerkit- ilmestyi vuonna 2004 ja sitä on jaettu mm. omakotialueille. Pääkaupunkiseudun ilmansuojeluohjelmassa vuosille 2008-2016 tunnistettiin tulisijojen käytön rooli ilmanlaadun heikentäjänä ja sen myötä pääkaupunkiseudulla on lämmityskauden alussa tiedotettu puun polton oikeista tavoista internetin ja median avulla.

Oikeita puun polttotapoja ja keinoja päästöjen vähentämiseksi käsittelevä esite julkaistaan vuonna 2012. Nuohoojat jakavat esitteen kaikkiin pääkaupunkiseudun pientaloihin lämmityskaudella 2012–2013. HSY ja Nuohousalan keskusliitto järjestävät aiheesta seminaarin pääkaupunkiseudun nuohoojille kampanjan yhteydessä. Samalla tiedotetaan median kautta taitavasta tulisijan käytöstä päästöjen vähentämiseksi ja naapurisovun säilyttämiseksi. Kampanjasta kehitetään yhteistyössä Suomen ympäristökeskuksen kanssa toimintamalli, jota levitetään käyttöön myös muualla Suomeen. Toimintamallia kokeillaan pääkaupunkiseudun lisäksi myös muualla Uudellamaalla vuonna 2013.

## 5 Yhteenveto

Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittauksissa on havaittu bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittävän paikoin pientaloalueilla. Tavoitearvon ylittymisen laajuutta on arvioitu pääkaupunkiseudulla vuosina 2007–2011 tehtyjen PAH- ja levoglukosaanimittausten sekä päästöarvion avulla. Päästöarvio perustuu kyselytutkimukseen, jossa selvitettiin puun polttoa ja tulisijojen käyttöä erilaisilla pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Päästöjen alueellinen jakautuminen on arvioitu ottamalla huomioon pientalokiinteistöjen sijainti sekä tiedot niiden pääasiallisista lämmitysmuodoista. Päästöt on arvioitu 100 x 100 metrin ruutuihin, ja bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittyminen on arvioitu saatujen päästötiheyksien perusteella. Lisäksi on arvioitu tavoitearvon ylittävillä bentso(a)pyreenin pitoisuuksille altistuvien asukkaiden määrä ottamalla huomioon kunkin pientalon asukasmäärä. Arvion mukaan tavoitearvon ylittyvällä pientaloalueilla asuu yhteensä noin n. 70 000 asukasta ja ylitysalueen suuruus on n. 21 km<sup>2</sup>.

Pääkaupunkiseudulla on toteutettu useita toimenpiteitä PAH-pitoisuuksien alentamiseksi ja haittojen vähentämiseksi. Toimenpiteitä ovat olleet normiohjaus, ilmanlaadun seuranta sekä tutkimukset. Tutkimuksissa on selvitetty puun polton päästöjä sekä päästöjen leviämistä ja haittoja. Lisäksi tutkimustietoa hyödyntäen on kehitetty seurantamenetelmiä sekä valistettu tulisijojen käyttäjiä oikeista puun polton tavoista

## Lähteet

Ahtoniemi, P., Tainio, M., Tuomisto, J.T., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Porvari, P., Karppinen, A., Kangas, L., Kukkonen, J., Health risks from nearby sources of fine particulate matter: domestic wood combustion and road traffic (PILTTI), 2010. National Institute for Health and Welfare. Report 3/2010, Helsinki.

HSY 2010. Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen. HSY:n julkaisuja 8/2010.

HSY 2011a. Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudun pientaloista, Gröndahl, T., Makkonen, J., Myllynen, M., Niemi, J. & Tuomi, S. HSY moniste 2011.

HSY 2011b. SeutuCD'11. <http://www.hsy.fi/seututieto/kaupunki/paikkatiedot/seutucd/Sivut/default.aspx>

HSY 2012. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011. Malkki, M., Matilainen, L., Kousa, A., Myllynen, M., Niemi, J., Loukkola K., HSY:n julkaisuja 9/2012.

Kousa, A., Niemi, J., Svens, A., Teinilä, K., Hillamo, R., Koskentalo T., 2012. The effect of local wood combustion on fine particles in suburban small house areas in the Helsinki Metropolitan Area. European Aerosol Conference 2012 Granada, Spain.

Pasanen, K., Pukkala, E., Myllynen, M., Koskentalo, T. and Salonen, R.O., 2012. Small area level registry data in analysis of mortality by exposure to local wood smoke among urban population in Finland. SYTYKE-vuosiseminaari 1-2.10.2012, Kuopio.

Saarnio, K., Niemi, J., Saarikoski, S., Aurela, M., Timonen, H., Teinilä, K., Myllynen, M., Frey, A., Lamberg, H., Jokiniemi, J., Hillamo, R., 2012. Using monosaccharide anhydrides to estimate the impact of wood combustion on fine particles in the Helsinki Metropolitan Area. Boreal Environment Research 17, 163-183.

Tilastokeskus 2011. Asuminen. Rakennukset ja kesämökit. Rakennukset (lkm, m<sup>2</sup>) käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan. <http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/Asu/rakke/rakke.fi.asp>

Tissari, J., Salonen, R.O., Vesterinen, R., Jokiniemi, J., 2007. Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys. Kuopion yliopiston ympäristötieteen laitoksen monistesarja 2/2007.

Tissari, J., Hytönen, K., Lyyränen, J., Jokiniemi, J., 2007. A novel field measurement method for determining fine particle and gas emissions from residential wood combustion. Atmospheric Environment 41, 8330-8344.

Transphorm 2012. <http://www.transphorm.eu/>

Vestenius, M., 2012. Ilmatieteen laitos. Kirjallinen tiedoksiänto 23.8.2012.





**Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä**

PL 100, 00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki  
Puh. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, [www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)

**Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster**

PB 100, 00066 HRM, Semaförbron 6 A, 00520 Helsingfors  
Tfn. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, [www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)

**Helsinki Region Environmental Services Authority**

P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki  
Tel. +358 9 15611, Fax +358 9 1561 2011, [www.hsy.fi](http://www.hsy.fi)