

ILMANLAADUN ARVIOINTI SUOMESSA
PIENHIUKKASPITOISUUDET (PM_{2,5})

Birgitta Alaviippola
Harri Pietarila

ILMATIETEEN LAITOS – ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 5.10.2011

SUMMARY

The reform of ambient air quality legislation in European Union brought together the former Air Quality Framework Directive and three Daughter Directives. The directive 2008/50/EC of the European Parliament and of the Council on ambient air quality and cleaner air for Europe (CAFE directive) came into force in June 2008. Within two years the content of the directive should be integrated in the national legislation. In Finland the change of the environment protection act came into force 20.1.2011 (*L 13/2011*) and the new air quality degree came into force 25.1.2011 (*Vna 38/2011*).

According to the CAFE directive the Member States of EU should assess air quality in their territories on the basis of common methods and criteria. The Member States shall assess the concentration levels compared to given upper and lower assessment thresholds as well as determine zones and agglomerations for the air quality monitoring and management. The minimum requirements for air quality monitoring depend on the population and levels of concentrations in zones. For these purposes Finnish Meteorological Institute (FMI) has prepared the air quality assessment for fine particulate matter (PM_{2.5}) concentrations in Finland on assignment of the Ministry of the Environment.

This report presents the observed PM_{2.5} concentrations in Finland during the assessment period 2004–2008. The assessment is based on a combination of three assessment methods: emission inventories, air quality monitoring and local and regional scale dispersion modeling. The main emission sources of PM_{2.5} are traffic and energy and heat production, especially small-scale wood burning. The long-range transport of particulate matter constitutes major part of the observed PM_{2.5} concentrations while the domestic emission sources play a minor role.

Generally, the annual PM_{2.5} concentrations are well below the limit value 25 µg/m³ in Finland. According to the monitored and modeled concentrations the highest concentrations appear in traffic environments in the Helsinki Metropolitan Area where the concentrations exceed the lower assessment threshold (LAT) 12 µg/m³. Everywhere else in Finland concentrations are below LAT. For the most part of Finland the PM_{2.5} concentration levels are around 5–10 µg/m³ both in urban and background areas. Higher concentrations are observed in Southern Finland because of the transboundary nature of particles and the particle concentrations decrease towards north. In Finnish Lapland the PM_{2.5} concentrations are approximately 3 µg/m³. PM_{2.5} concentrations presented in this report were revised according to the results of the demonstration of equivalence of particle measurement methods.

For monitoring and management of the PM_{2.5} concentrations in Finland 14 zones were determined. The Helsinki Metropolitan Area is the agglomeration and the other 13 zones correspond to the regional ELY-centers (Centre for Economic Development, Transport and the Environment) dealing with environmental issues.

In order to determine the minimum numbers of sampling points for particle measurements, the concentration levels of thoracic particles (PM₁₀) were re-assessed as well in this report. The exceedances of PM₁₀ assessment thresholds are more common than the exceedances of PM_{2.5} assessment thresholds. Thereby, the PM₁₀

concentrations define the obligation for particle measurements in zones in Finland. Upper assessment threshold for PM_{10} was exceeded in two zones (agglomeration and zone Uusimaa) while lower assessment threshold was exceeded in rest of the 12 zones.

The minimum number of fixed measurement sites in Finland for particulate matter concentrations (both $PM_{2.5}$ and PM_{10}) is 28 stations: 6 stations in agglomeration and 1–3 stations in other zones. For the assessment of the national exposure reduction target and average exposure indicator, the minimum number of urban background stations is 1–2 sites. The urban background station in Kallio, Helsinki is nominated for the assessment of general exposure of population. For the monitoring of air quality in rural background areas, three $PM_{2.5}$ monitoring sites were determined. Background stations in Virolahti, Hyytiälä and Matorova will be maintained by FMI.

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	5
2	PIENHIUKKASPÄÄSTÖT	6
3	LAINSÄÄDÄNTÖ	11
3.1	Pienhiukkaspitoisuuden tavoite- ja raja-arvot	11
3.2	Altistumisen vähennystavoite ja pitoisuuskatto	11
3.3	Hiukkaspitoisuuksien mittausvelvoitteet	12
4	PIENHIUKKASPITOISUUKSIEN MITTAUKSET	16
5	MITATUT PIENHIUKKASPITOISUUDET SUOMESSA	18
5.1	Pienhiukkasten pitoisuustasot	18
5.2	Pienhiukkaspitoisuuksien ajallinen vaihtelu	21
5.3	Lyhytaikaiset pienhiukkasmittaukset	25
5.4	Mitattujen pienhiukkaspitoisuuksien suhde arviointikynnykseen	27
5.5	Hiukkasten kemiallinen koostumus	28
6	PIENHIUKKASPITOISUUKSIEN LEVIÄMISMALLINNUS	29
6.1	Leviämismallit	29
6.1.1	SILAM	29
6.1.2	UDM-FMI	30
6.1.3	CAR-FMI	32
6.2	Alueellisen mittakaavan leviämismallilaskelmat	33
6.3	Paikallisen mittakaavan leviämismallilaskelmat	36
7	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	40
8	VIITELUETTELO	45
	LIITTEET	

1 JOHDANTO

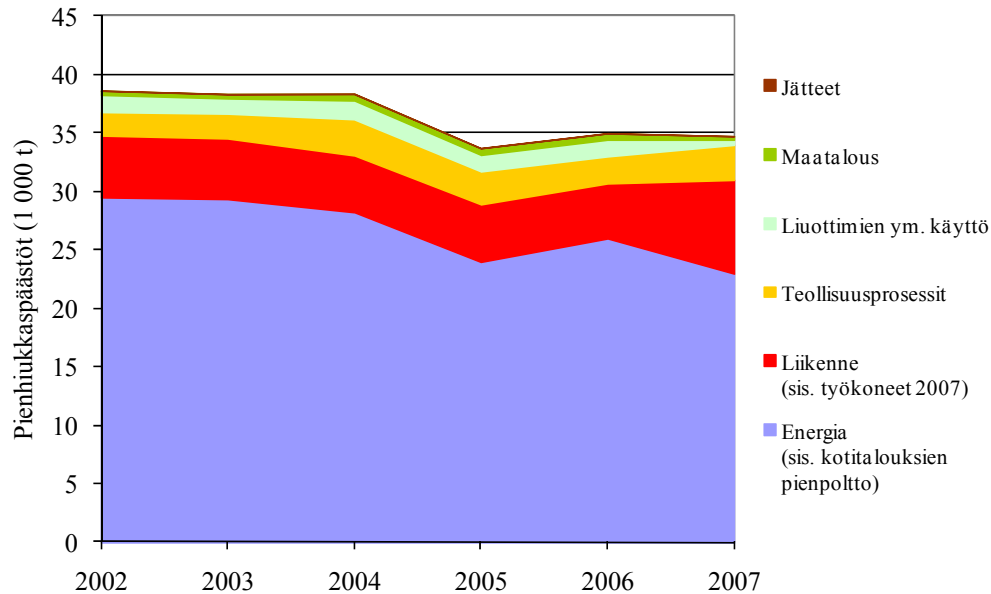
Ilmanlaatua koskeva yhteisölainsäädäntö uudistui vuonna 2008, jolloin ilmanlaadun puitedirektiivi ja tytärdirektiivit – metalleja ja PAH-yhdisteitä koskevaa direktiiviä lukuun ottamatta – yhdistettiin. Uusi Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta (2008/50/EY) tuli voimaan 11.6.2008. Direktiivin kansallinen täytäntöönpano tulisi suorittaa viimeistään kahden vuoden kuluttua direktiivin voimaantulosta. Direktiivi saatettiin Suomessa kansalliseen lainsäädäntöön ympäristönsuojelulain (L 13/2011) muutoksella, joka tuli voimaan 20.1.2011 sekä ilmanlaatuasetuksella, joka tuli voimaan 25.1.2011 (Vna 38/2011).

Ilmanlaatudirektiivin mukaan EU:n jäsenvaltioiden tulisi seurata ilmanlaatua EU:n alueella yhteisin menetelmin ja arviointiperustein. Kukin jäsenmaa arvioi ilman epäpuhtauksien pitoisuustasot koko alueellaan ja raportoi komissiolle ilmanlaadun seuranta-alueiden luokituksen suhteessa arviointikynnyksiin. Jatkuvan ilmanlaadun seurannan vähimmäismäärä ja menetelmät riippuvat seuranta-alueen asukasmäärästä ja pitoisuuksien tasosta verrattuna arviointikynnyksiin. Ilmanlaadun arvioinnin tulosten perusteella voidaan määrittää ilmanlaadun seurannan vähimmäisvaatimukset eri seuranta-alueilla.

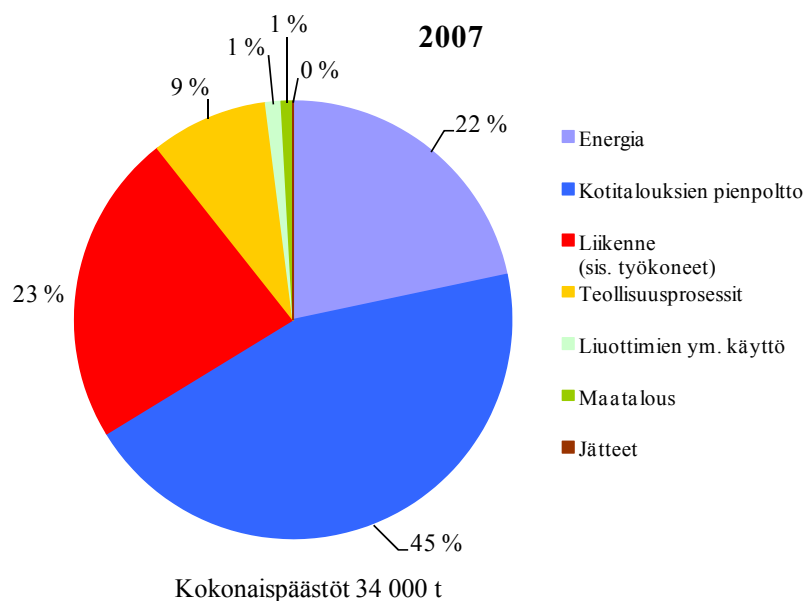
Ilmatieteen laitos on arvioinut ympäristöministeriön toimeksiannosta Suomen pienhiukkaspitoisuudet ja määritellyt seuranta-alueet pienhiukkaspitoisuuksien seuranta- ja hallintaa varten. Pienhiukkaspitoisuuksien suhde arviointikynnyksiin on arvioitu vuosien 2004–2008 pitoisuuksien perusteella. Arvioinnin tuloksina on esitetty ilmanlaadun mittausten ja leviämismallinnusten perusteella saadut tiedot pienhiukkasten pitoisuustasoista sekä taustatietoja pienhiukkasten päästölähteistä ja kaukokulkeutuvasta hiukkasmassasta. Hajapäästölähteiden aiheuttaman hiukkaskuormituksen seurantaan tarvittavien mittausasemien (PM_{2,5} ja PM₁₀) vähimmäislukumääriä on tarkasteltu seuranta-alueittain. Pienhiukkasten altistumisen vähennystavoitteen ja pitoisuuskaton arvioimiseksi Suomessa tulisi olla 1–2 kaupunkitausta-asemaa. Väestön altistumista pienhiukkaspitoisuuksille arvioidaan Helsingin Kallion kaupunkitausta-aseman pitoisuuksien perusteella. Pienhiukkasten taustapitoisuuksia seurataan kolmella maaseututausta-asemalla: Virolahdella, Hyytiälän asemalla Juupajoella ja Matorovan asemalla Pallaksella.

2 PIENHIUKKASPÄÄSTÖT

Pienhiukkasia vapautuu ilmaan polttoaineiden palamisessa, erityisesti autoliikenteessä, puun pienpoltossa ja energian- ja lämmöntuotannossa. Euroopan talouskomission (UNECE) kaukokulkeutumis sopimuksen (CLRTAP, Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution) mukaisesti raportoidut Suomen pienhiukkaspäästöt on esitetty kuvissa 1–2 ja taulukossa 1 (*SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009*).



Kuva 1. Pienhiukkaspäästöjen kehittyminen 2002–2007 (*SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009*). Vuoden 2007 päästöraportoinnissa myös työkoneiden päästöt lasketaan osaksi liikenteen päästöjä. Aikaisemmin ne ovat kuuluneet energiasektoriin.



Kuva 2. Pienhiukkaspäästöjen jakautuminen eri päästösektoreihin vuonna 2007 (*SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009; IPTJ, 2009*).

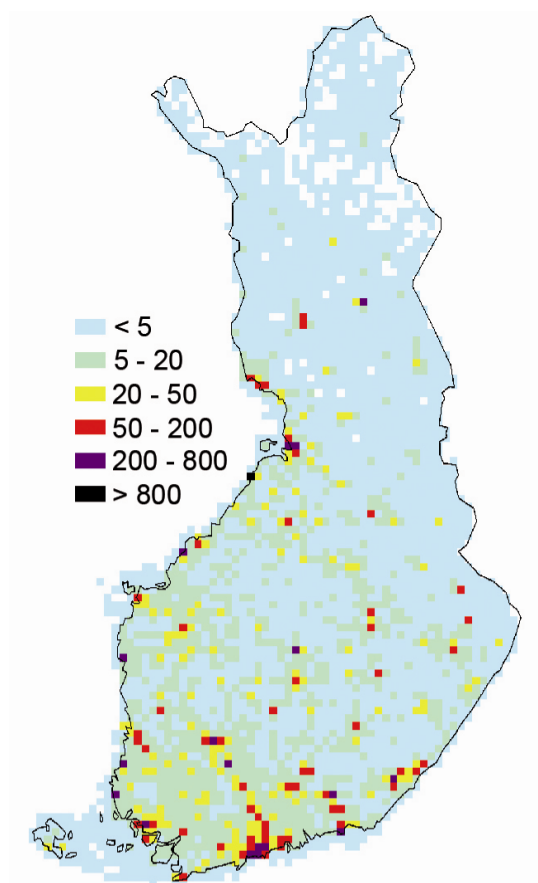
Taulukko 1. Pienhiukkaspäästöt 2002–2007 (SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009).

PM _{2,5} päästöt (1 000 t)	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Energia (sis. kotitalouksien pienpolton)	29,5	29,35	28,24	24	26	23
Liikenne (sis. työkoneet v. 2007 lähtien)	5,32	5,22	4,87	4,9	4,7	8
Teollisuusprosessit	2,02	2,13	3,1	2,8	2,3	3
Liuottimien ym. käyttö	1,43	1,26	1,58	1,4	1,4	0,4
Maatalous	0,37	0,38	0,57	0,56	0,55	0,3
Jätteet	0,014	0,009	0,014	0,01	0,01	0
Yhteensä	38,7	38,3	38,4	34	35	34

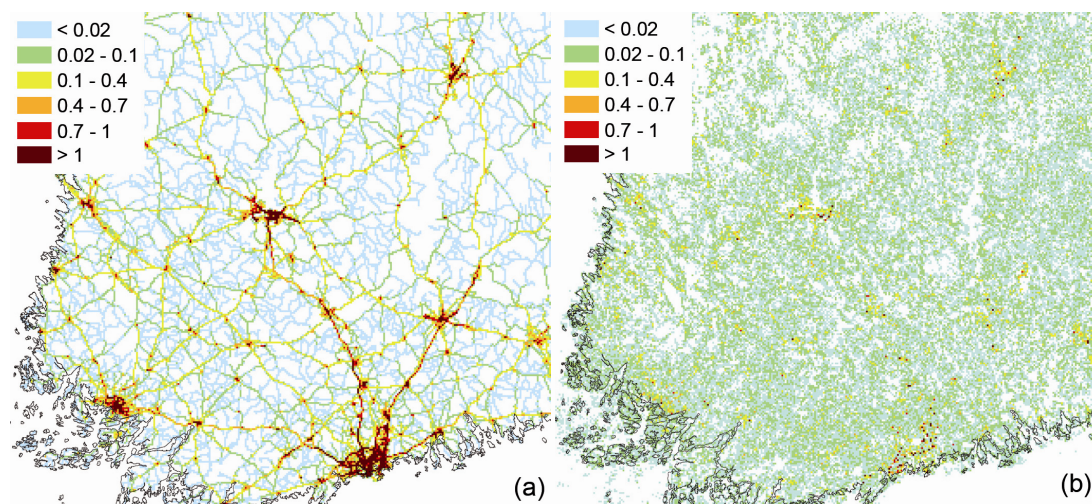
Päästöinventaarion perusteella pienhiukkasten vuoden 2007 kokonaispäästöistä (34 kt) suurin osa oli peräisin energian- ja lämmöntuotannosta (22 %), kotitalouksien pienpoltosta (44 %) sekä liikenteestä (23 %). Liikenteen pienhiukkaspäästöistä huomattava osa on peräisin muusta kuin suorista pakokaasupäästöistä. Päästöinventaariorissa ei-pakokaasuperäisiin päästöihin lasketaan tienpintojen, renkaiden ja jarrujen kuluman hiukkaspäästöt, mutta ei tien pölyämisestä aiheutuvia päästöjä. Kotitalouksien pienpolton osuus Suomen pienhiukkaspäästöistä on päästöinventaarion mukaan huomattava (noin 15 kt) (SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009; IPTJ, 2009). Suomen ympäristökeskuksen päästöskenaariomalliin (FRES, Finnish Regional Emission Scenario) perustuvien tutkimusten mukaan kotitalouksien pienpolton päästöt olivat vuodelle 2000 arvioituna 7,6 kt (23 % kokonaispäästöstä 30 kt) (KARVOSENOJA *et al.*, 2008).

Suomen ympäristökeskus on mallintanut FRES-päästöskenaariomallilla pienhiukkasten alueelliset päästöt $10 \times 10 \text{ km}^2$ ja $1 \times 1 \text{ km}^2$ resoluutiolla vuodelle 2000 (kuvat 3 ja 4) ((KARVOSENOJA, 2008). Pienhiukkaspäästöjen mallinnus on tehty osana KOPRA (Kokonaismalli pienhiukkasten päästöjen, leviämisen ja riskin arviointiin) ja PILTTI (Pienhiukkasten lähipäästöjen terveysriskit: puun pienpoltto ja tieliikenne) -hankkeita. Tulosten mukaan puun pienpoltto ja liikenne olivat suurimmat pienhiukkasten päästölähteet vastaten molemmat noin 23 % Suomen PM_{2,5} kokonaispäästöistä. Liikenteen päästöistä suorien pakokaasupäästöjen osuus on 13 % ja tien pinnasta, renkaista ja jarruista irtoavien sekä tien pölyämisestä aiheutuvien pienhiukkaspäästöjen osuus on 10 %. Kuvasta 4 ilmenee, kuinka liikenteen pienhiukkaspäästöt keskittyvät taajamiin ja vilkkaasti liikennöityjen maanteiden varsille. Puun pienpoltosta peräisin olevat pienhiukkaspäästöt ovat jakautuneet alueellisesti melko tasaisesti johtuen puun pienpolton merkittävästä osuudesta maaseudulla ja haja-asutusalueilla. Ero päästöjen alueellisessa jakautumisessa näkyy altistuksessa niin, että liikenteen pienhiukkaspäästöille altistutaan enemmän kuin puun pienpolton pienhiukkaspäästöille (AHTONIEMI, P. *et al.*, 2010; TAINIO, M. *et al.*, 2008).

Suomen ympäristökeskuksen pienpoltolle tekemien eri päästöarvioiden huomattava ero johtuu siitä, että päästöinventaariorissa on käytetty yhtä päästökerrointa kaikentyyppiselle pienpoltolle kun taas FRES-päästöskenaariomallissa käytetään eri polttolaitetyypeille mittauksiin perustuvia erilaisia päästökertoimia. Päästöarviointien perusteet on tarkoitus yhtenäistää jatkossa.



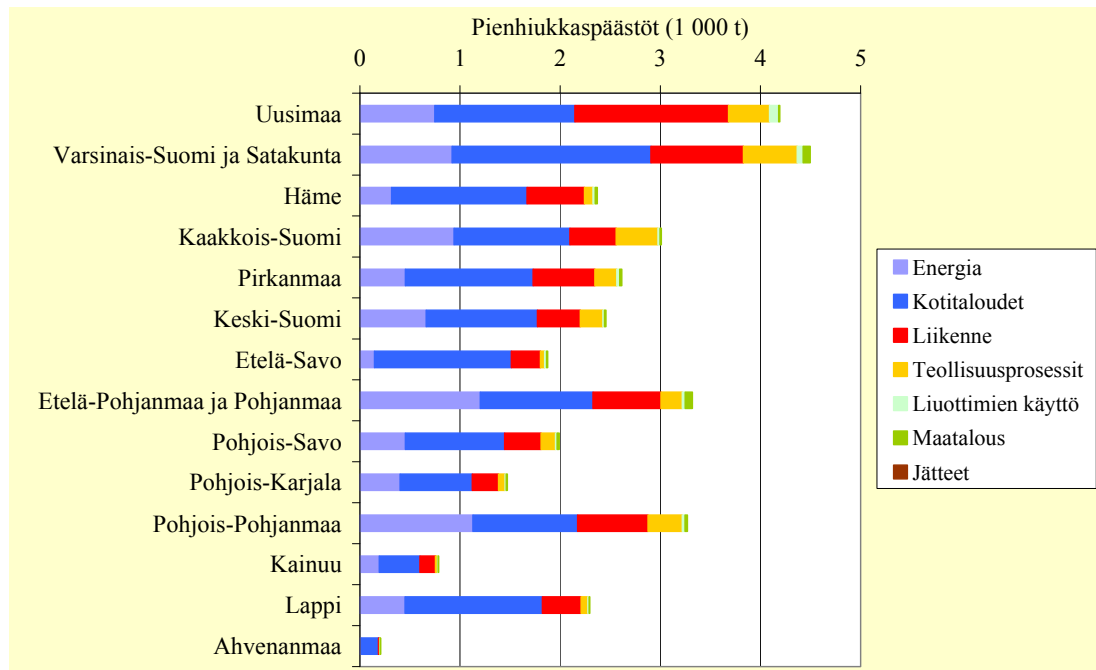
Kuva 3. Pienhiukkasten kokonaispäästöjen alueellinen jakauma Suomessa vuonna 2000 esitettynä $10 \times 10 \text{ km}^2$ ruudukossa (t/a) (KARVOSENOJA, 2008).



Kuva 4. Tieliikenteen (a) ja puun pienpolton (b) pienhiukkaspäästöt (t/a) Suomen etelä- ja lounaisosassa vuonna 2000 esitettynä $1 \times 1 \text{ km}^2$ erotuskyvyllä (KARVOSENOJA, 2008).

Päästöinventaarion eri päästösektoreiden pienhiukkaspäästöt on esitetty seuranta-alueittain kuvassa 5. Pienhiukkasten kokonaispäästöt ovat suurimmat Uudenmaan sekä Varsinais-Suomen ja Satakunnan seuranta-alueilla. Uudellamaalla suurin osa pienhiukkaspäästöistä on peräisin liikenteestä. Muilla seuranta-alueilla suurin

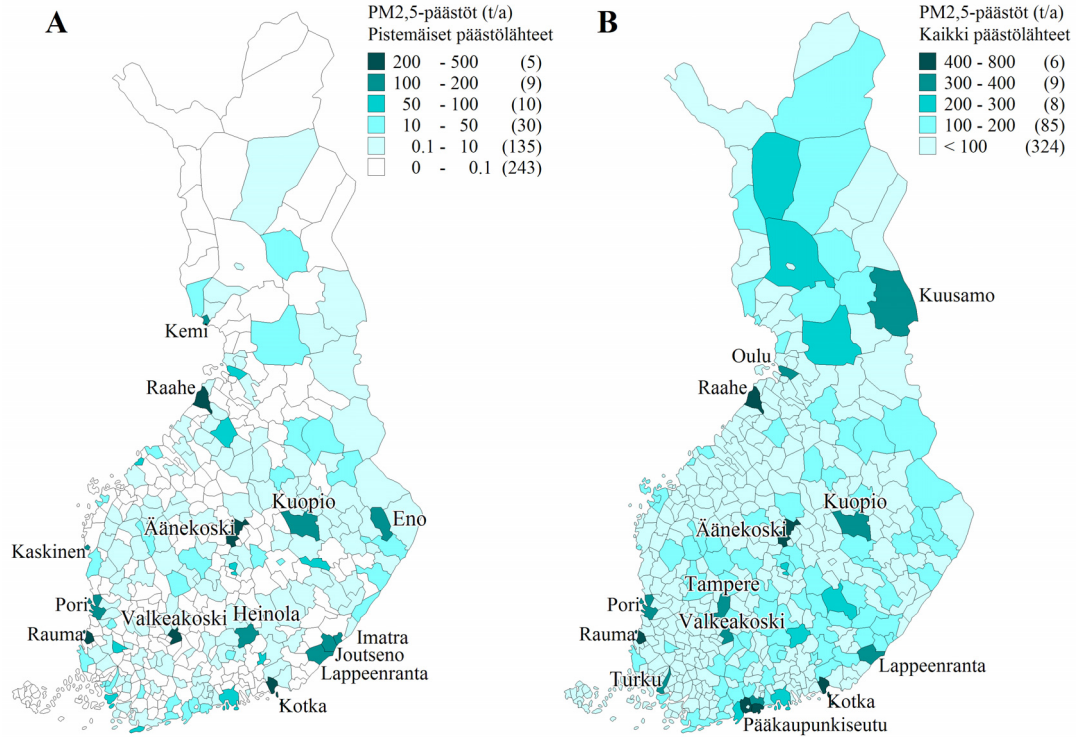
pienhiukkaspäästöjen lähde on energian- ja lämmöntuotanto tai kotitalouksien pienpoltto.



Kuva 5. Pienhiukkaspäästöt seuranta-alueittain vuonna 2007 (IPTJ, 2009). Kuvassa on esitetty lisäksi Ahvenanmaan alueen päästöt.

Pienhiukkaspäästöjen kunnittainen jakauma on esitetty kuvassa 6. Kuvassa 6A on esitetty pistemäisten päästölähteiden päästöt ja kuvassa 6B on pistepäästölähteiden lisäksi mukana kaikki laskennalliset päästöt (mm. liikenne ja pienpoltto). Teollisuusprosesseista vapautuvien pienhiukkaspäästöjen osuus kokonaispäästöistä on noin 9 % (ks. kuva 2). Pistelähteiden pienhiukkaspäästöt ovat suurimmillaan teollisuuspaikkakunnilla Kotkassa, Raumalla, Äänekoskella, Valkeakoskella, Lappeenrannassa ja Raahessa. Suurimmat pienhiukkaspäästölähteet on esitetty laitoksittain liitteessä 1. PM_{2,5}-päästöjen lisäksi liitteen taulukossa on mainittu myös laitosten aiheuttamat hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja kokonaisleijuman (TSP) päästöt.

Edellä esitetyissä päästöinventaariorissa eivät ole mukana esimerkiksi kulutuksesta tai maastopaloista aiheutuvat hiukkaspäästöt eivätkä kaasumaisten epäpuhtauksien muuntumisen tuloksena syntyvät sekundääriset hiukkaset. Näiden ja ulkomaisista päästölähteistä peräisin olevan kaukokulkeuman vaikutus Suomen pienhiukkaspitoisuuksiin on kuitenkin huomattava.



Kuva 6. Kunnittaiset pienhiukkaspäästöt (t/a) vuonna 2007. Kuvassa A on esitetty pistemäisten päästölähteiden päästöt ja kuvassa B on kuntien kaikki pienhiukkaspäästöt (*IPITJ*, 2009). Suluissa on mainittu ko. luokkaan kuuluvien kuntien lukumäärä kuntien kokonaismäärästä 432 vuonna 2007.

3 LAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Pienhiukkaspitoisuuden tavoite- ja raja-arvot

Ilmanlaatudirektiivissä (2008/50/EY) on annettu pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudelle tavoite- ja raja-arvot (taulukko 2). Tavoitearvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuli alittaa 1.1.2010 mennessä ja raja-arvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tulee saavuttaa vuoteen 2015 mennessä. 2. vaiheen raja-arvo $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on suuntaa-antava raja-arvo, jota komissio tarkastelee uudelleen vuonna 2013. Suomessa saatettiin ilmanlaatuasetuksella (Vna 38/2011) voimaan pienhiukkaspitoisuuden raja-arvo $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jota sovelletaan heti tavoitearvon sijasta.

Taulukko 2. Pienhiukkaspitoisuuden tavoitearvo ja raja-arvot (2008/50/EY).

	PM _{2,5} vuosikeskiarvo	Saavutettava
Tavoitearvo	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.1.2010
Raja-arvo (1. vaihe)	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.1.2015
Raja-arvo (2. vaihe)	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	1.1.2020

Myös Maailman terveysjärjestö (WHO) on antanut pienhiukkasille suosituksenomaisia ohjearvoja: vuosikeskiarvopitoisuudelle ohjearvon $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja korkeimmalle vuorokausipitoisuudelle ohjearvon $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (WHO, 2006).

3.2 Altistumisen vähennystavoite ja pitoisuuskatto

Ilmanlaatudirektiivissä (2008/50/EY) on säädetty pienhiukkaspitoisuuksille väestön altistumisen vähennystavoite ja altistumisen pitoisuuskatto. Näiden toteutumista arvioidaan keskimääräisen altistumisindikaattorin (AEI=Average Exposure Indicator) avulla. AEI:n laskenta perustuu kaupunkitausta-asemilla suoritettuihin pienhiukkasmittauksiin. Kaupunkitausta-asemien tulee sijaita yli 100 000 asukkaan kaupungeissa. AEI lasketaan pienhiukkaspitoisuuksien kolmen kalenterivuoden liukuvana keskiarvona. Suomessa arvioidaan AEI ensimmäisen kerran vertailuvuodelle 2011, joka on vuosien 2009, 2010 ja 2011 keskiarvopitoisuus. Tavoitteena on kaupunkien taustapitoisuuksien yleinen aleneminen.

Altistumisen vähennystavoite (ERT=Exposure Reduction Target) vuoden 2010 AEI:n suhteen on esitetty taulukossa 3. Väestön pienhiukkasaltistusta tulee vähentää pitoisuustasosta riippuen 0–20 % vuoteen 2020 mennessä. Jos kolmen vuoden keskiarvopitoisuus jää kaupunkitausta-asemilla alle $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, on altistumisen vähennystavoite nolla prosenttia.

Altistumisen pitoisuuskatto (ECO=Exposure Concentration Obligation) $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on raja-arvojen kaltainen ja sitova velvoite, joka tulee alittaa vuoteen 2015 mennessä. Velvoitteen toteutumista arvioidaan kaupunkitausta-asemien pitoisuuksien perusteella.

Taulukko 3. Altistumisen vähennystavoite (2008/50/EY). Vähennystavoite tulee toteutua vuoteen 2020 mennessä. AEI = Average Exposure Indicator

Alkuperäinen PM _{2,5} pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Altistumisen vähennystavoite vuoden 2010 AEI:n suhteen (%)
$\leq 8,5$	0 %
$> 8,5 - 13$	10 %
$13 - < 18$	15 %
$18 - < 22$	20 %
≥ 22	Kaikki tarvittavat toimet $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ saavuttamiseksi

3.3 Hiukkaspitoisuuksien mittausvelvoitteet

Ilmanlaadun mittausvelvoitteet seuranta-alueilla määräytyvät pitoisuuksien suhteesta ylempään ja alempaan arviointikynnykseen. Pienhiukkaspitoisuuksien ylempi arviointikynnys on $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja alempi arviointikynnys $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ylempi arviointikynnys on pitoisuus, jota korkeammissa pitoisuuksissa seuranta-alueella jatkuvat mittaukset ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä ja jota alemmissa pitoisuuksissa jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi. Ylemmän arviointikynnyksen alittuessa voidaan ilmanlaadun arvioinnissa käyttää jatkuvien mittausten ja suuntaa-antavien mittausten tai mallintamistekniikoiden yhdistelmää. Alemman arviointikynnyksen alittuessa ilmanlaadun seurantaan riittävät mallintamiseen ja objektiiviseen arviointiin perustuvat menetelmät. Arviointikynnys katsotaan ylittyneeksi, kun pitoisuudet ovat ylittäneet arviointikynnyksen pitoisuustason vähintään kolmena vuotena viimeisten viiden vuoden aikana. Pienhiukkasten pitoisuustaso on arvioitu vuosien 2004–2008 pitoisuuksien perusteella.

Ilmanlaatudirektiivin (2008/50/EY) mukaan kiinteiden näytteenottopaikkojen vähimmäislukumäärä määritetään seuranta-alueilla¹ ja väestökeskittymissä² hiukkaspitoisuuksien ja asukasmäärien perusteella (taulukko 4). Näytteenottopaikat on tarkoitettu hajakuormituslähteiden vaikutusten seurantaan. Seuranta-alueiden hiukkaspitoisuustaso suhteessa arviointikynnyksiin määritetään sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien että pienhiukkaspitoisuuksien perusteella.

Taulukko 4. Kiinteissä mittauksissa käytettävien ja hajapäästölähteiden hiukkaspitoisuuksien seurantaan tarkoitettujen näytteenottopaikkojen vähimmäislukumäärä seuranta-alueilla (2008/50/EY).

Seuranta-alueen asukasmäärä	Kun hiukkaspitoisuudet ylittävät ylemman arviointikynnyksen	Kun hiukkaspitoisuudet ovat ylemmän ja alemman arviointikynnyksen välissä
0 – 249 000	2	1
250 000 – 499 000	3	2
500 000 – 749 000	3	2
750 000 – 999 000	4	2
1 000 000 – 1 499 000	6	3
1 500 000 – 1 999 000	7	3
2 000 000 – 2 749 000	8	4
2 750 000 – 3 749 000	10	4
3 750 000 – 4 749 000	11	6
4 750 000 – 5 999 000	13	6
≥ 6 000 000	15	7

Taulukon 4 näytteenottopaikkojen lukumäärällä tarkoitetaan PM₁₀ ja PM_{2,5} asemien yhteismäärää. Jos PM_{2,5}- ja PM₁₀-pitoisuutta mitataan samalla mittausasemalla, lasketaan ne kahdeksi erilliseksi näytteenottopaikaksi. Jäsenvaltion alueella PM_{2,5}- ja PM₁₀-hiukkasten näytteenottopaikkojen kokonaismäärät saavat poiketa toisistaan korkeintaan tekijällä 2. Tämä sääntö koskee taulukon mukaan laskettua mittausasemien vähimmäismäärää.

Seuranta-alueen näytteenottopaikkoihin on kuuluttava vähintään yksi kaupunkien tausta-alueita edustava mittausasema ja yksi liikenneympäristöä edustava mittausasema edellyttäen, että näytteenottopaikkojen lukumäärää ei tarvitse nostaa. Koko jäsenvaltion alueella kaupunkien tausta-alueita ja liikenneympäristöä edustavien mittausasemien kokonaismäärät saavat poiketa toisistaan korkeintaan tekijällä 2. Tämäkin sääntö koskee taulukon mukaan laskettua mittausasemien vähimmäismäärää.

Seuranta-alueen asemien lukumäärän ylittäessä taulukon 4 vähimmäismäärän, voi hengitettäviä hiukkasia mittaavia asemia olla yli kaksi kertaa enemmän kuin pienhiukkaspitoisuutta mittaavia asemia. Samoin liikennetyypin asemia voi olla yli kaksi kertaa enemmän kuin kaupunkitausta-asemia vähimmäismäärän ylittyessä.

¹ engl. zone = jäsenvaltioiden rajaama osa niiden alueesta ilmanlaadun arviointia ja hallintaa varten

² engl. agglomeration = alue, joka on 250 000 asukasta suurempi väestökeskittymä

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille määritetyt arviointikynnykset ovat uudessa ilmanlaatudirektiivissä (2008/50/EY) korkeammat kuin ensimmäisessä tytärdirektiivissä (1999/30/EY) säädetty arviointikynnykset (taulukko 5). Tämän vuoksi hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylitä arviointikynnyksiä enää yhtä laajalti eikä jatkuvia hengitettävien hiukkasten mittauksia edellytetä enää kaikilla seuranta-alueilla.

Taulukko 5. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien arviointikynnykset (2008/50/EY; 1999/30/EY).

PM ₁₀ arviointikynnykset		24 tunnin keskiarvo	Vuosikeskiarvo
Uudet arviointikynnykset (2008/50/EY)	Ylempi arviointikynnys	35 µg/m ³ sallittuja ylityksiä 35 krt/vuosi	28 µg/m ³
	Alempi arviointikynnys	25 µg/m ³ sallittuja ylityksiä 35 krt/vuosi	20 µg/m ³
Vanhat arviointikynnykset (1999/30/EY)	Ylempi arviointikynnys	30 µg/m ³ sallittuja ylityksiä 7 krt/vuosi	14 µg/m ³
	Alempi arviointikynnys	20 µg/m ³ sallittuja ylityksiä 7 krt/vuosi	10 µg/m ³

Hengitettävien hiukkasten seuranta-alueet ovat Suomessa vastanneet alueellisten ympäristökeskusten (AYK) aluerajoja (13 kpl) ja lisäksi pääkaupunkiseutu on ollut oma seuranta-alueensa. 1.1.2010 aluehallinto uudistui ja ilmanlaadun seurantaan liittyvät tehtävät hoidetaan nykyisin elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksissa (ELY). ELY-keskuksia on yhteensä 15 kpl, joista 13 keskuksessa hoidetaan ympäristöasioita. Aluerajoiltaan ELY-alueet vastaavat edelleen AYK-alueita.

Hajakuormituslähteiden lisäksi tulee tapauskohtaisesti arvioida myös pistemäisten päästölähteiden – lähinnä lupavelvollisten laitosten – aiheuttamaa kuormitusta. Mittausasemien lukumäärän riittävyyttä arvioitaessa on otettava huomioon päästöjen määrä, ilman epäpuhtauksien leviäminen päästölähteen lähialueella sekä väestön mahdollinen altistuminen.

Altistumisen vähennystavoitteen arvioimiseksi kaupunkitausta-asemien vähimmäismääräksi on direktiivissä (2008/50/EY) asetettu yksi asema miljoonaa väestökeskittymissä ja yli 100 000 asukkaan kaupungeissa asuvaa asukasta kohti. Suomessa oli vuonna 2009 kahdeksan yli 100 000 asukkaan kaupunkia (Helsinki, Espoo, Vantaa, Tampere, Turku, Oulu, Jyväskylä ja Lahti). Yhteensä näissä kaupungeissa asuu noin 1,7 miljoonaa asukasta, joten kaupunkitausta-asemien minimimäärä on Suomessa 1–2 asemaa. Kaupunkitausta-asemia voidaan käyttää myös raja-arvoseurantavelvoitteen täyttämiseen.

Iltanlaatudirektiivi edellyttää pienhiukkaspitoisuuksien mittaamista myös maaseudun tausta-alueilla, jotka eivät sijaitse lähellä merkittäviä epäpuhtauslähteitä. Mittausten tavoitteena on saada riittävästi tietoa taustapitoisuuksista pilaantuneempien alueiden tasojen arvioimiseksi, kaukokulkeuman vaikutusten arvioimiseksi sekä

päästölähdeanalyysien ja mallintamisen tueksi. Tausta-alueilla tulisi mitata vähintään pienhiukkasten kokonaismassapitoisuutta ja kemiallista koostumusta ja ilmoittaa pitoisuudet vuosikeskiarvoina. Kemiallisesta koostumuksesta olisi mitattava ainakin taulukossa 6 mainitut aineet. Tausta-asemia tulisi olla yksi 100 000 km² kohti eli Suomessa tulisi olla kolme tausta-asemaa. Tarvittaessa seuranta on sovitettava yhteen ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumisen tarkkailua ja arviointia koskevan Euroopan yhteistyöohjelman (EMEP) seurantastrategian ja mittausohjelman kanssa. Raja-naapureina olevat jäsenvaltiot voivat sopia yhden tai useamman yhteisen mittausaseman perustamisesta kyseisten jäsenvaltioiden naapurialueet kattavalle mittausalueelle.

Taulukko 6. Pienhiukkasmassasta tausta-alueilla mitattavat aineet (2008/50/EY).

SO ₄ ²⁻	Na ⁺	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Alkuainemuodossa oleva hiili (EC)
NO ₃ ⁻	K ⁺	Cl ⁻	Mg ²⁺	Orgaaninen hiili (OC)

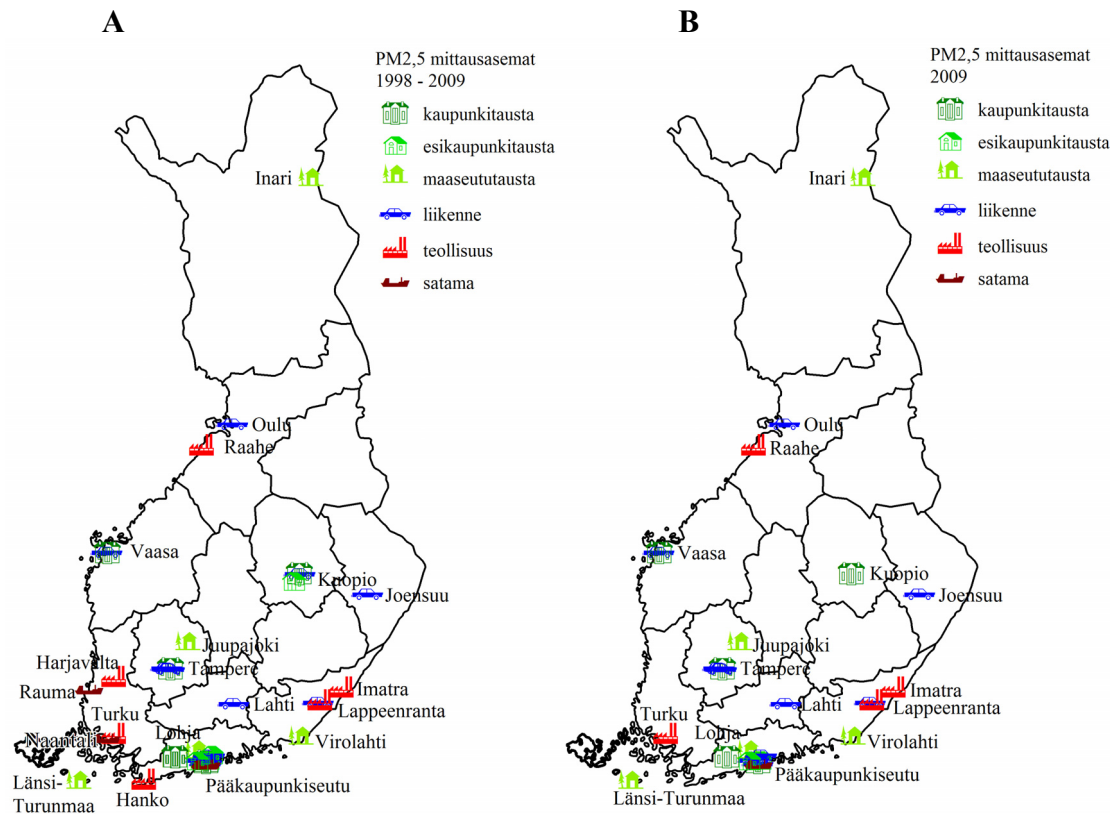
4 PIENHIUKKASPITOISUUKSIEN MITTAUKSET

Pienhiukkaspitoisuuksien mittaukset on aloitettu Suomessa vuonna 1998 Helsingin Vallilassa. Vuodesta 1999 lähtien Pääkaupunkiseudun Yhteistyövaltuuskunta (YTV) (nyk. Helsingin seudun ympäristöpalvelut, HSY) on mitannut pienhiukkasia myös Helsingin Kallion kaupunkitausta-aseamalla. Pääkaupunkiseudulla pienhiukkaspitoisuuksia on seurattu lisäksi Helsingin Mannerheimintielle ja Espoon Luukin tausta-aseamalla. Vuoden 2009 alusta HSY on seurannut pienhiukkaspitoisuuksia myös liikenneympäristöissä Espoon Leppävaarassa ja Vantaan Tikkurilassa, pientaloalueella Helsingin Vartiokylässä sekä Lohjan kaupunkitausta-aseamalla. Siirrettävillä mittausasemilla pienhiukkasia on mitattu vuosina 2008–2010 vuoden ajan pientaloalueilla Vantaan Itä-Hakkilassa ja Espoon Tuomarilassa, vilkasliikenteisten teiden läheisyydessä Hämeentiellä ja Töölöntullissa sekä satama-alueilla Länsisatamassa, Katajanokalla ja Etelärannassa. Lyhytaikaisia pienhiukkaspitoisuuksien mittauksia on suoritettu myös Helsingissä Runeberginkadulla ja Kumpulassa SMEAR III-aseamalla (Station for measuring Forest Ecosystem – Atmosphere Relations).

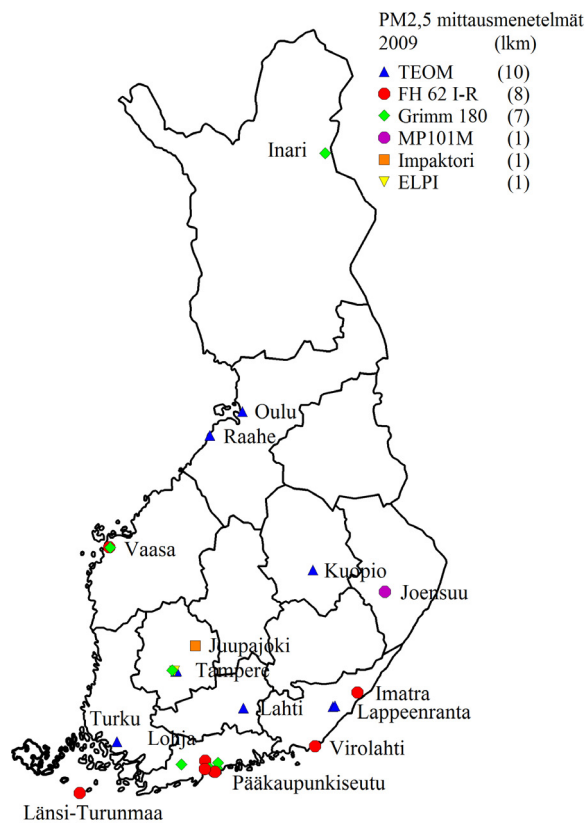
Pääkaupunkiseudun ulkopuolella pienhiukkaspitoisuuksia on seurattu vuodesta 2002 lähtien Oulussa ja Vaasassa. Kuopiossa pienhiukkasmittaukset aloitettiin 2005 ja Imatralla 2007. Vuosina 2008–2009 pienhiukkasseuranta on käynnistynyt useilla muillakin paikkakunnilla: Lahdessa, Turussa, Tampereella, Lappeenrannassa, Joensuussa ja Raahessa. Ilmatieteen laitos on seurannut pienhiukkaspitoisuuksia tausta-asemilla Utössä ja Virolahdella vuodesta 2003 lähtien sekä Inarin Raja-Joosepissa vuosina 2009–2010. Helsingin yliopiston Hyytiälän SMEAR II-metsäasemalla Juupajoella on kerätty erikokoisia hiukkasnäytteitä ($PM_{1-2,5}$, $PM_{2,5-10}$ ja $PM_{>10}$) impaktorilla vuodesta 1999 lähtien. Lyhyempiä pienhiukkasten mittauskampanjoita on viime vuosina toteutettu Lohjan keskustassa, pientaloalueella Kuopion Kurkimäessä sekä teollisuusalueilla Hangossa ja Harjavallassa.

Kuvassa 7A on esitetty kaikkien vuosien 1998–2009 välillä tehdyt pienhiukkasmittaukset ja kuvassa 7B vuonna 2009 käynnissä olleet pienhiukkasmittaukset. Kartoissa on havainnollistettu symbolilla asemien sijaintia ja mittausympäristöä. Vuonna 2009 pienhiukkaspitoisuutta mitattiin Suomessa 26 kiinteällä mittausasemalla, joista 11 oli liikenneasemia, 6 kaupunki/esikaupunkitausta-asemia, 5 maaseutu-tausta-asemia ja 4 teollisuuden vaikutuspiirissä olevia asemia. Liitteessä 2 on esitetty metatiedot kaikista pienhiukkasten mittausasemista: mittausympäristö, mittauksen alku- ja loppuajankohta, mittausmenetelmä, mittalaite ja näytteenottokorkeus.

Kuvassa 8 on esitetty pienhiukkaspitoisuuksien mittauksissa vuonna 2009 käytetyt menetelmät. Pienhiukkasia mitataan Suomessa yleisimmin värähtelytaajuuden muutokseen perustuvalla menetelmällä (TEOM) tai betasäteilyn absorptioon perustuvalla menetelmällä (FH 62 I-R). Muutamilla uusilla mittausasemilla on otettu käyttöön laservalon sirontaan perustuva mittalaite (Grimm). Juupajoen Hyytiälässä hiukkaspitoisuuksia mitataan keräinmenetelmällä.



Kuva 7. (A) Suomessa vuosina 1998–2009 suoritettut pienhiukkasmittaukset ja (B) vuonna 2009 käynnissä olleet pienhiukkasmittaukset seuranta-alueittain. (ILSE, 2009).



Kuva 8. Pienhiukkasten mittausmenetelmät seuranta-alueittain vuonna 2009 (ILSE, 2009).

Tampereen Pirkankadun asemalla käytetään hiukkasten sähköiseen varaamiseen perustuvaa menetelmää (ELPI). ELPI-laitteella mitattuja tuloksia ei ole käytetty arvioinnissa, sillä laite on kehitetty hiukkasten lukumääräpitoisuuksien mittaamiseen ja sen on todettu yliarvioivan massapitoisuuksia.

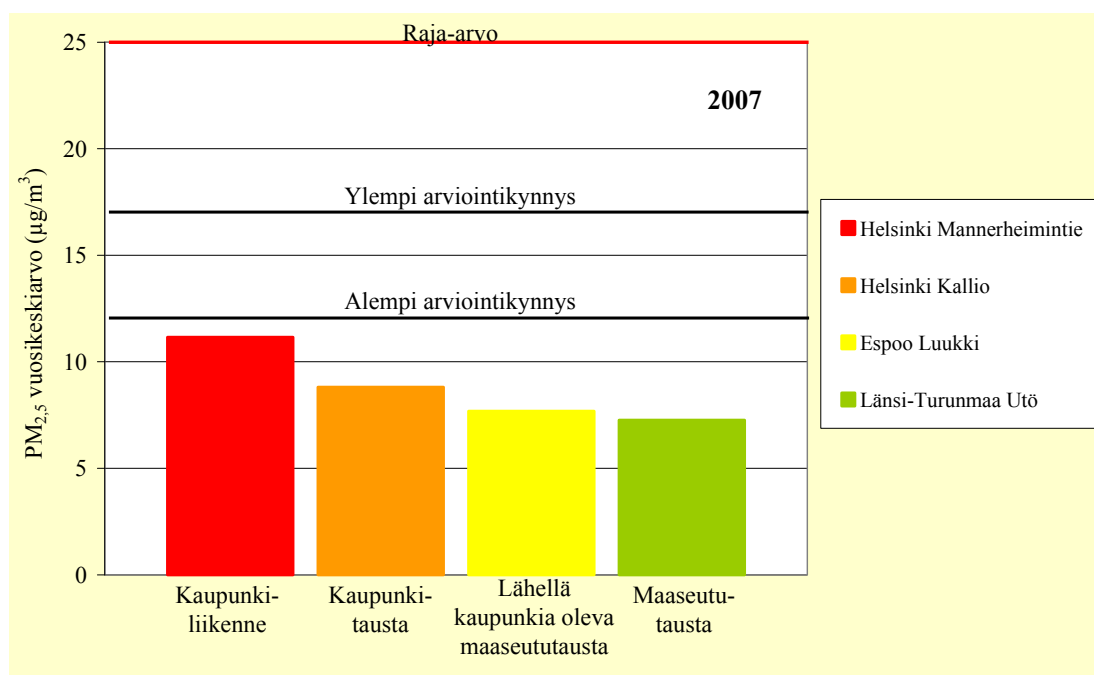
Ilmatieteen laitos suoritti vuosina 2007–2008 PM₁₀- ja PM_{2,5}-hiukkasmittalaitteiden vertailumittauksia (WALDEN *et al.*, 2010). Vertailumittausten tulokset on esitelty tutkimusraportissa, joka on ladattavissa ilmanlaatuportaaliissa (<http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/julkaisu/pdf/vertailulab/PM-equivalence%20report-FMI.pdf>). Pienhiukkaspitoisuuksien arvioinnissa tarkastellut pitoisuudet on korjattu PM_{2,5}-laittevertailusta saatujen korjausyhtälöiden avulla. Pitoisuuksien korjauksen yhteydessä on huomioitu ilmanlaadun mittaajalla jo käytössä olleet korjauskertoimet. Ilmanlaadun mittaajien käyttämät kertoimet ja eri laitteille PM_{2,5} vertailumittausten tuloksena saadut korjauskertoimet on esitetty liitteessä 3. Raportissa arvioidut hengitettävien hiukkasten arviointikynnysten ylitykset perustuvat korjaamattomiin pitoisuuksiin. PM₁₀ laitevertailusta ei saatu edustavia tuloksia, sillä vertailumittausten aikana ei esiintynyt ekvivalenttisuuden osoittamiseen vaadittuja, riittävän korkeita pitoisuuksia. Aineiston puutteellisuus heikensi tulosten laajempaa soveltamista. Arviointikynnysten ylityksiä arvioitaessa käsitellään nimenomaan havaittuja korkeimpia pitoisuuksia.

5 MITATUT PIENHIUKKASPITOISUUDET SUOMESSA

5.1 Pienhiukkasten pitoisuustasot

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvolle määritetty raja-arvo 25 µg/m³ alittuu kaikkialla Suomessa. Korkeimmillaan vuosipitoisuus on ollut Helsingin vilkkaasti liikennöidyillä keskusta-alueilla noin 12–14 µg/m³. Helsingin Kallion kaupunkitausta-aseamalla vuosipitoisuudet ovat olleet noin 9–12 µg/m³. Maaseututausta-alueilla pitoisuustaso on Etelä-Suomessa noin 7–10 µg/m³, Keski-Suomessa noin 4–7 µg/m³ ja Pohjois-Suomessa noin 3 µg/m³.

Kuvassa 9 on esitetty pienhiukkasten vuosipitoisuuksia eri mittausympäristöissä Etelä-Suomessa vuonna 2007. Pääkaupunkiseudun asemista Mannerheimintie edustaa pitoisuutta Helsingin keskustassa vilkasliikenteisen kadun varrella, Kallio kaupunkitaustapitoisuutta ja Luukki taustapitoisuutta suurkaupungin ulkopuolella. Pitoisuuserot erityyppisten mittausympäristöjen välillä ovat melko pieniä: kaupunkiympäristön päästölähteet kohottavat vuositasolla pitoisuuksia liikenneympäristöissä noin 3–4 µg/m³ ja kaupunkitausta-alueilla noin 1–2 µg/m³ taustapitoisuuksista. Pienhiukkasten taustapitoisuudesta valtaosa on kaukokulkeutunutta hiukkasainesta (primäärisiä ja sekundäärisiä hiukkasia) ja vain muutama µg/m³ on alueellista taustakuormitusta. Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan myös kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksista.



Kuva 9. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet erityyppisissä mittausympäristöissä 2007. (ILSE, 2009). Pitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti (WALDEN *et al.*, 2010).

Pienhiukkasten pitoisuudet ovat suurimmillaan Suomen etelä- ja kaakkoisosissa. Pitoisuudet pienenevät pohjoiseen ja länteen päin mentäessä. Pitoisuuksien arvioidaan olevan pienimmillään Pohjois-Suomen puhtailla tausta-alueilla. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet ovat olleet Ilmatieteen laitoksen tausta-asemalla Pallaksella noin $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja oletettavasti valtaosa hiukkasmassasta on alle $2,5 \mu\text{m}$ kokoisia hiukkasia. Ilmatieteen laitoksen Inarin Raja-Joosepin tausta-asemalla pienhiukkaspitoisuuden keskiarvo oli ajanjaksolla toukokuu 2009 – toukokuu 2010 noin $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet esiintyvät hiukkasten kaukokulkeumaepisodien aikana. Suurimmat pitoisuudet havaitaan kun ilmavirtaukset ovat etelän- tai idänsuuntaisia. Kuvassa 10 on tarkasteltu tuulensuunnittain keskimääräisiä pienhiukkasten tuntipitoisuuksia eri mittausasemilla vuosina 2004–2008. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla keskimäärin suurimmillaan koillisen ja etelän välisillä tuulilla, mikä kuvastaa ulkomailta kaukokulkeutuneiden hiukkasten huomattavaa vaikutusta myös pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksiin. Pienhiukkasia kaukokulkeutuu useimmiten Venäjän ja Baltian suunnalta. Osalla asemista lähilähteiden kuten liikenteen päästöjen osuus pitoisuuksista voi olla myös huomattava.

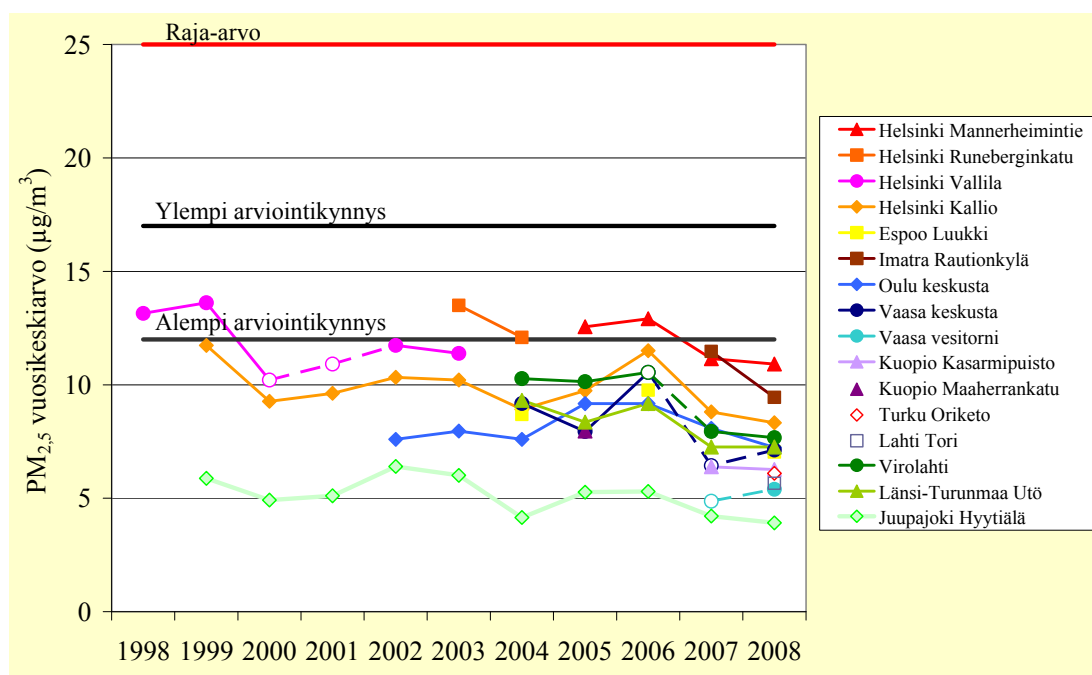
Kaikki raportissa esitetyt pienhiukkaspitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti lukuun ottamatta Turun Orikedon pitoisuuksia, jotka on mitattu laitevertailuun kuulumattomalla laitteella, kuvien 13–14 episodien lyhytaikaispitoisuuksia ja kappaleen 5.3 pitoisuuksia, joissa on esitetty mittauskampanjoiden tuloksia. Liitteessä 4 on esitetty sekä alkuperäiset mitatut että laitevertailun perusteella korjatut pienhiukkasten vuosipitoisuudet.



Kuva 10. Pienhiukkasten keskimääräiset tuntipitoisuudet tuulensuunnittain vuosina 2004–2008 (ILSE, 2009). Pitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti (Walden et al., 2010).

5.2 Pienhiukkaspitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Pienhiukkaspitoisuuksia on seurattu Suomessa 1990-luvun lopusta lähtien (kuva 11, liite 4). Pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää suuntausta. Kaukokulkeuman vuosittainen vaihtelu on ollut määräävä tekijä vuosikeskiarvon vaihtelussa. Kaukokulkeumaepisodiksi tulkitaan pääkaupunkiseudulla tilanne, jolloin pienhiukkasten 24 tunnin liukuva keskiarvopitoisuus ylittää $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Kallion mittausasemalla vähintään yhden tunnin ajan ja pitoisuus kohoaa samanaikaisesti myös Luukissa. Vuosina 1999–2008 pitoisuuden $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien kaukokulkeumaepisodien yhteiskesto oli pääkaupunkiseudulla suurin vuosina 2006 (15 vrk), 2002 (9 vrk), 2005 (7,5 vrk) ja 1999 (7 vrk) sekä pienin vuosina 2000 (0,5 vrk), 2007 (1 vrk), 2001 (1,5 vrk) ja 2004 (2 vrk). Pitoisuuden vuosikeskiarvot ovat Etelä-Suomessa vastaavasti keskimääräistä korkeampia tai matalampia näinä vuosina. Kaukokulkeumaepisodien yhteiskesto oli suurin vuonna 2006, jolloin maahan kulkeutui poikkeuksellisen paljon maasto- ja metsäpalojen savuja Venäjältä (NIEMI *et al.* 2006, 2009).



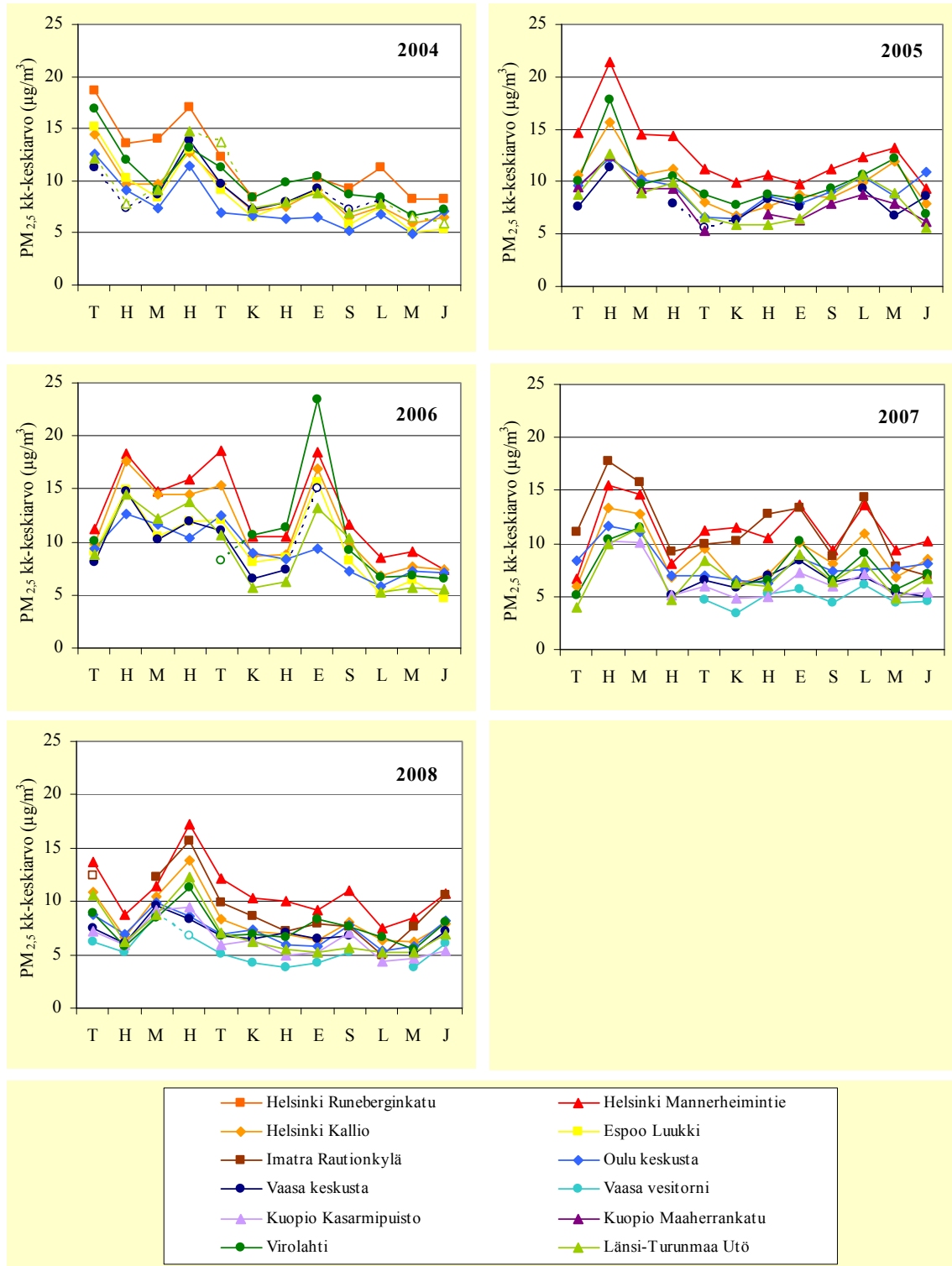
Kuva 11. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet Suomessa vuosina 1998–2008 (ILSE, 2009). Pitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti (Walden *et al.*, 2010) lukuun ottamatta Turun Orikedon pitoisuuksia, jotka on mitattu laitevertailuun kuulumattomalla laitteella. Tulokset on esitetty katkoviivojen ja valkoisten symboleiden avulla, kun mittausten ajallinen kattavuus on 50–75 %.

Korkeimmat pienhiukkasten vuosipitoisuudet on Suomessa havaittu Helsingin vilkasliikenteisillä alueilla. Itärajalla sijaitsevilla Imatran ja Virolahden mittausasemilla pienhiukkasten vuosipitoisuudet ovat myös ylittäneet $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet pienenevät pohjoiseen ja länteen päin mentäessä. Keski-Suomen tausta-alueilla pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat tasoa $4\text{--}7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pohjois-Suomessa pitoisuustaso on noin $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Yleisesti Suomessa kaupunkialueilla,

pääkaupunkiseudun ulkopuolella, pienhiukkaspitoisuudet ovat suuruusluokkaa 5–10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

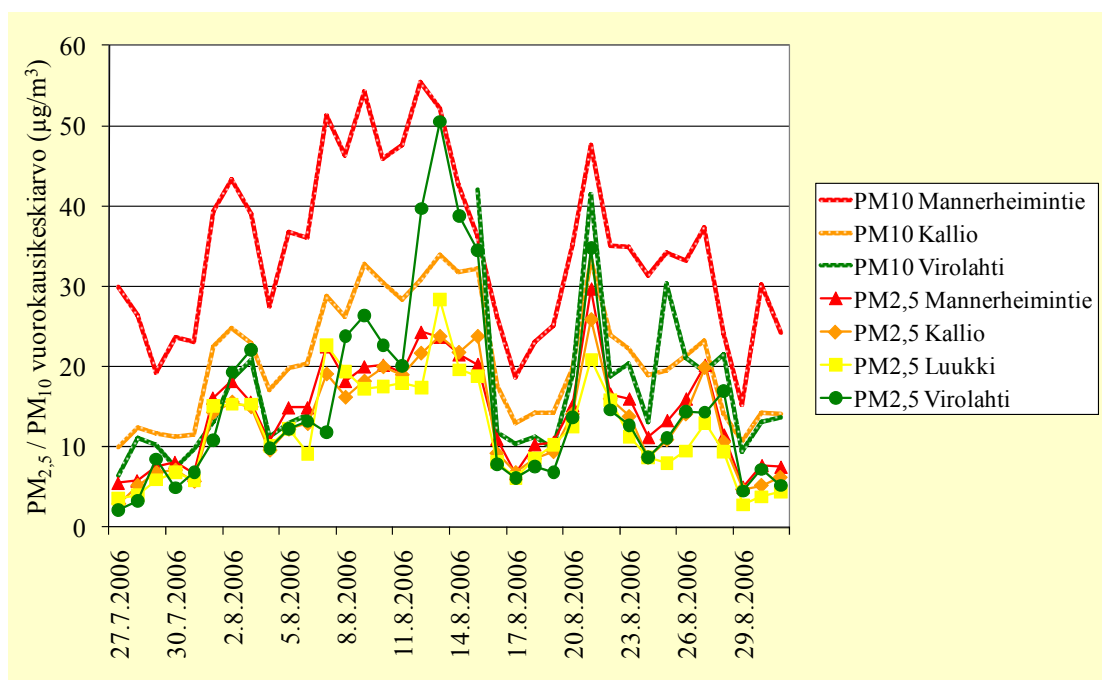
Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvot ovat mukana arvioinnissa, jos tuntiarvojen kattavuus on ollut vähintään 50 % vuoden tunneista. Kuvissa 11–12 ja 16 on merkitty katkoviivoin ja valkoisin symbolein vuosipitoisuudet, jolloin ajallinen kattavuus on ollut 50–75 %. Esitetyt vuosipitoisuudet ovat hiukkaslaitevertailun tulosten mukaan korjattuja pitoisuuksia. Liitteessä 4 on esitetty myös alkuperäiset mitatut vuosipitoisuudet.

Pienhiukkaspitoisuuksien kuukausittainen vaihtelu on hyvin samansuuntaista Suomen eri osissa ja eri ympäristöissä sijaitsevilla mittausasemilla (kuva 12). Kaukokulkeuma ilmenee usein samanaikaisina kohonneina pitoisuuksina laajoilla alueilla, jolloin kaupunkien väliset pitoisuuserot tasaantuvat ja pitoisuudet kohoavat myös tausta-alueilla. Vuoden 2006 elokuussa Venäjän metsäpaloalueilta kulkeutuneet hiukkaset ovat selvästi nähtävissä myös pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvoissa kaikilla mittausasemilla. Korkein kuukausikeskiarvopitoisuus havaittiin lähellä Venäjän rajaa sijaitsevalla Virolahden tausta-asemalla.



Kuva 12. Pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot vuosina 2004–2008 (ILSE, 2009). Pitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti (Walden et al., 2010). Tulokset on esitetty katkoviivojen ja valkoisten symboleiden avulla, kun mittausten ajallinen kattavuus on 50–75 %.

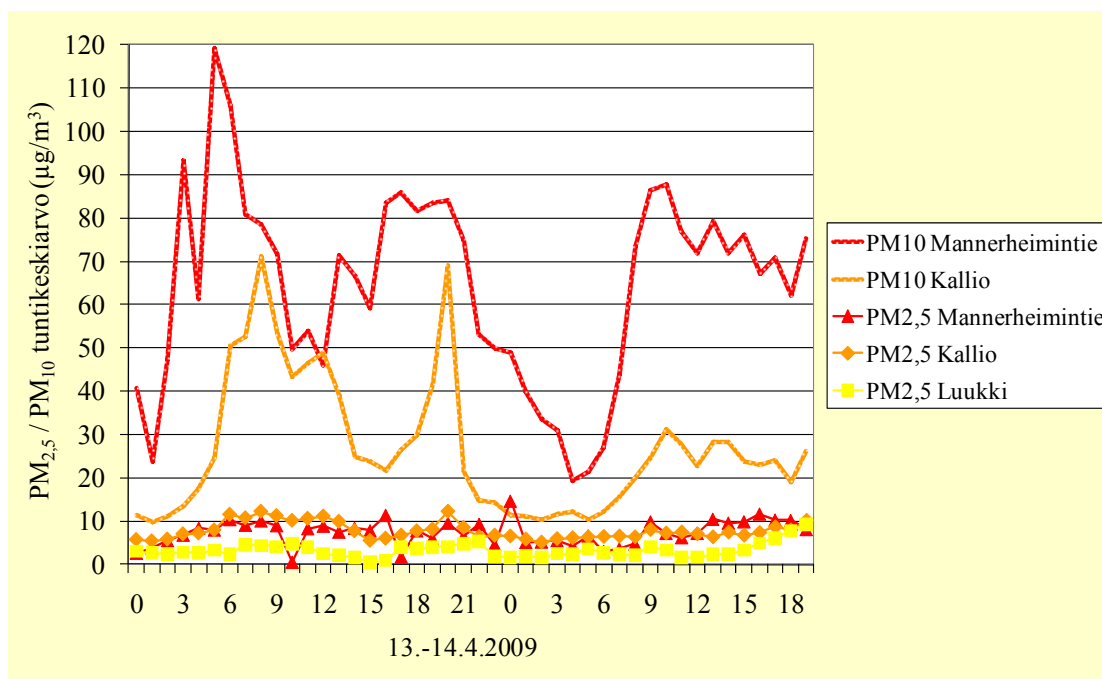
Kuvassa 13 on esitetty tarkemmin elokuun 2006 metsä- ja maastopaloepisodin aikana mitattuja pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksia pääkaupunkiseudulla sekä Virolahden maaseututausta-aseamalla. Tarkastelujaksolla kaukokulkeuma hallitsi pienhiukkaspitoisuuksien vaihtelua ja pienhiukkasten pitoisuustaso oli sama kaikilla pääkaupunkiseudun mittausasemilla. Virolahden tausta-asema oli lähempänä paloalueita ja siellä pienhiukkasten pitoisuustaso oli vähintään samantasoinen, mutta ajoittain korkeampi kuin pääkaupunkiseudulla. Helsingin hengitettävien hiukkasten mittauksissa näkyy kaukokulkeutuneiden metsäpalosavujen lisäksi myös paikallisten päästöjen vaikutus. Karkeiden hiukkasten (2,5–10 µm) suurin päästölähde Helsingissä on liikenteen ja tuulen nostama katupöly, mistä syystä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet nousevat selvästi korkeammiksi vilkasliikenteisen kadun vierellä (Mannerheimintie) kuin kaupunkitausta-alueella (Kallio). Virolahdella karkeiden hiukkasten osuus hengitettävien hiukkasten pitoisuudesta pysyy metsäpaloepisodin aikana enimmäkseen pienenä. Osa Virolahden hengitettävien hiukkasten pitoisuustuloksista on episodin ajalta hylätty.



Kuva 13. Pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet elokuun 2006 kaukokulkeumaepisodin aikana (ILSE, 2009). Pitoisuuksia ei ole korjattu hiukkaslaitevertailusta saaduilla korjauskertoimilla.

Keväisin lumien sulaessa ja katujen kuivaessa kaupungeissa esiintyy korkeita hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia, jotka johtuvat liikenteen ja tuulen kaduilta nostattamasta pölystä (ANTTILA & SALMI, 2006). Katupöly on peräisin pääasiassa liukkauden torjuntaan käytetystä hiekoitushiekasta ja talvirenkaiden kuluttamista katupinnoitteista. Valtaosa katupölystä on karkeita hiukkasia, mutta siinä esiintyy myös pieniä määriä pienhiukkasia (KUPIAINEN, et al. 2006). Kuvassa 14 on esimerkki kevään 2009 katupölyepisodista 13.–14.4.2009 Helsingissä. Tuulen suunta oli lännen ja pohjoisen väliltä, jolloin kaukokulkeuman osuus pienhiukkaspitoisuudesta on alhainen. Luukissa mitattu pitoisuus edustaa tässä

tilanteessa hyvin alueellista taustapitoisuutta. Vaikka katupöly nostaa hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Mannerheimintien ja Kallion mittausasemilla korkeiksi, kohoavat pienhiukkaspitoisuudet vain muutaman $\mu\text{g}/\text{m}^3$ taustatasosta ja siitä osa on muita paikallisia päästöjä kuin katupölyä.



Kuva 14. Katupölyepisodin aikana 13.–14.4.2009 pääkaupunkiseudulla mitatut pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet (ILSE, 2009). Pitoisuuksia ei ole korjattu hiukkaslaitevertailusta saaduilla korjauskertoimilla.

5.3 Lyhytaikaiset pienhiukkasmittaukset

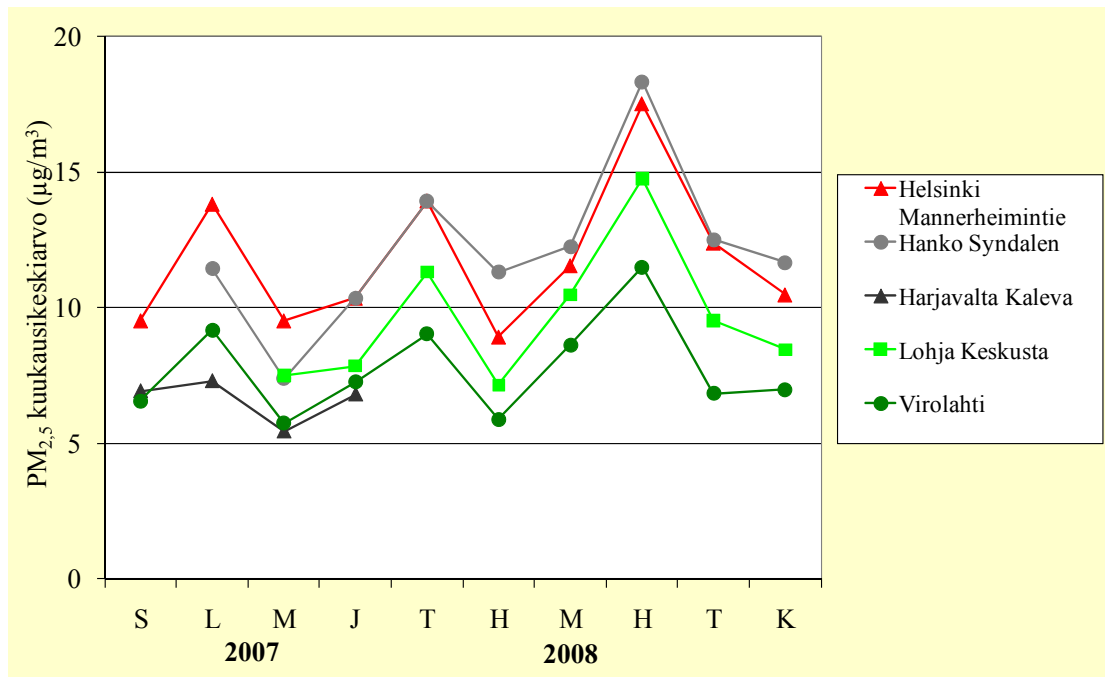
Ilmatieteen laitos on mitannut Lohjan keskustan kaupunkitausta-asemalla pienhiukkaspitoisuuksia jaksolla 17.10.2007–27.6.2008 (ALAVIIPOLA & PESONEN, 2008a). Tavoitteena oli kartoittaa Lohjan keskustan ulkoilmassa olevien pienhiukkasten pitoisuustasot ja arvioida eri päästölähteiden vaikutuksia pitoisuuksiin. Pienhiukkaspitoisuuden keskiarvo oli mittausjaksolla $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ilmatieteen laitos on mitannut Hangossa Ovako Wire Oy Ab:n Koverharin terästehtaan lähistöllä pienhiukkasten pitoisuuksia jaksolla 26.9.2007–26.6.2008 (ALAVIIPOLA & PESONEN, 2008b). Syndalenin mittausasema sijaitsee noin kilometrin etäisyydellä terästehtaasta vallitsevan tuulen alapuolella. Mittausasema sijaitsee Syndalenin ampuma-alueella, jossa on muutamia puolustusvoimien rakennuksia, mutta ei vakituista asutusta. Mittausten tavoitteena oli kartoittaa terästehtaan toiminnan aiheuttamaa hiukkaskuormitusta laitoksen ympäristöön. Mittausjakson keskiarvopitoisuus oli $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Harjavallassa on mitattu ulkoilman pienhiukkaspitoisuuksia 24.8.–31.12.2007. Mittaukset on tehty Kalevassa, lähellä Harjavallan keskustaan sijaitsevalla mittausasemalla noin 0,8 kilometrin etäisyydellä teollisuusalueesta. Mittausasema

sijaitsee osittain vallitsevien tuulten alapuolella. Neljän kuukauden pituisen mittausjakson keskiarvopitoisuus oli $6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kuvassa 15 on esitetty Lohjalla, Hangossa ja Harjavallassa mitattujen pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot sekä vastaavat tulokset Helsingin Mannerheimintieltä ja Virolahden tausta-asemalta. Pitoisuudet vaihtelevat kaikilla asemilla samansuuntaisesti. Huhtikuussa 2008 hiukkaspitoisuuksia kohottivat samanaikaisesti sekä katupöly että hiukkasten kaukokulkeumaepisodi. Hangossa terästehtaan lähellä pitoisuudet ovat Mannerheimintien tasoisia ja ajoittain korkeampiakin. Lohjalla ja Harjavallassa pienhiukkaspitoisuudet ovat keskimääräistä kaupunkitasoa.

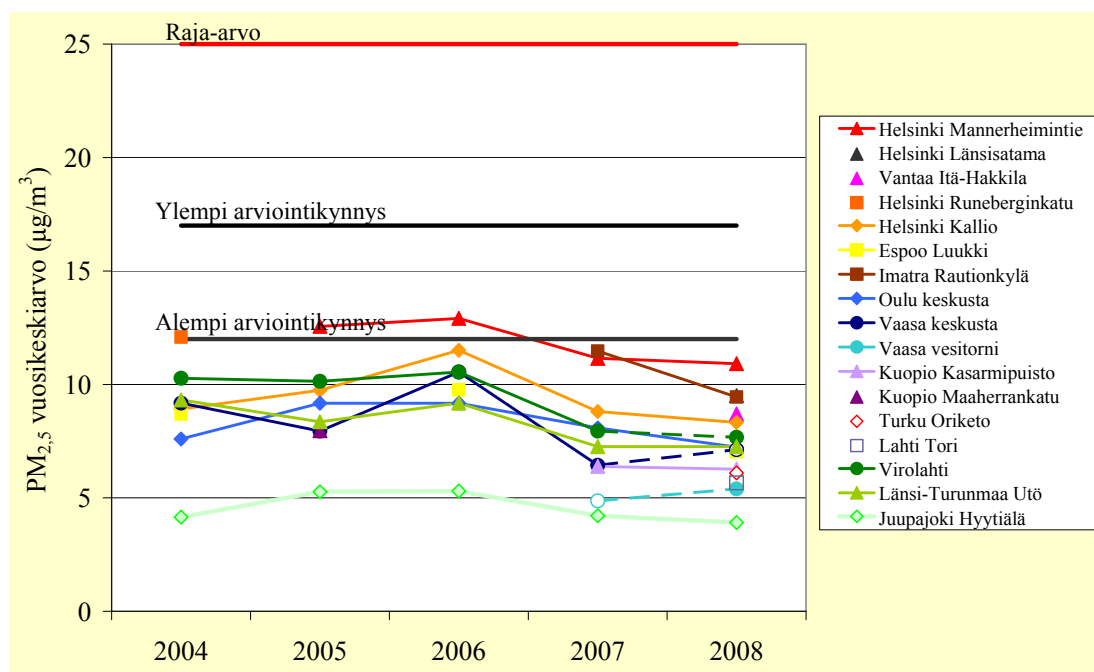


Kuva 15. Pienhiukkaspitoisuuden kuukausikeskiarvot Lohjalla, Hangossa, Harjavallassa, Helsingin Mannerheimintiellä ja Virolahdella aikavälillä syyskuu 2007 – kesäkuu 2008. Pitoisuuksia ei ole korjattu hiukkaslaitevertailusta saaduilla korjauskertoimilla.

Ilmatieteen laitos on mitannut pienhiukkaspitoisuuksia Kuopion Kurkimäessä pientalovaltaisella alueella 12.1.–5.4.2006 (PIETARILA *et al.*, 2007). Kurkimäessä puun pienpoltto on merkittävin hiukkaspäästölähde, sillä autoliikenne lähiympäristössä on vähäistä ja asuinalue sijaitsee 15 km etäisyydellä Kuopion keskustasta. Pienhiukkaspitoisuuksien keskiarvo mittausjakson aikana oli $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5.4 Mitattujen pienhiukkaspitoisuuksien suhde arviointikynnyksiin

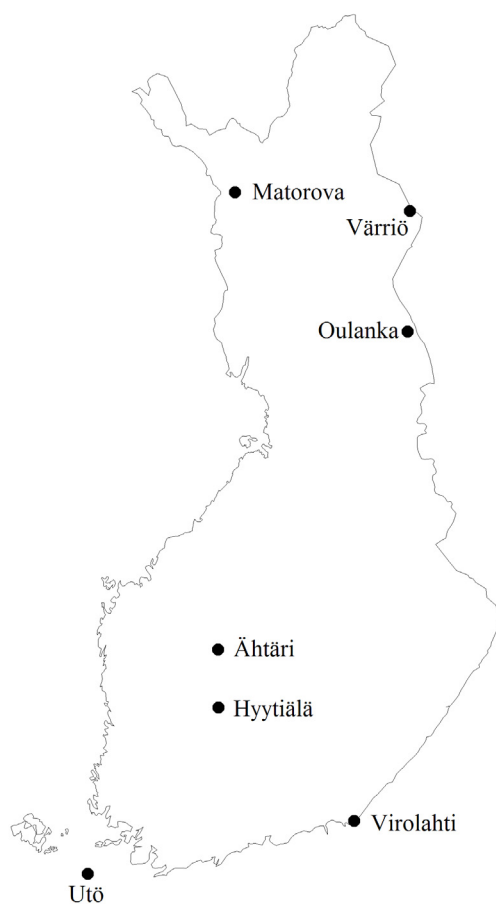
Pienhiukkaspitoisuuksille määritelty ylempi arviointikynnys alittuu mittaustulosten mukaan selvästi kaikkialla Suomessa. Alemman arviointikynnyksen numeroarvo $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on ylittynyt arviointiajanjaksolla 2004–2008 mittauksissa Suomessa ainoastaan Helsingin vilkasliikenteisillä alueilla Mannerheimintielle ja Runeberginkadulla (kuva 16). Arviointikynnyksen numeroarvo on ylittynyt arviointiajanjaksolla Mannerheimintielle kahtena vuotena neljästä mittausvuodesta ja Runeberginkadulla vuonna 2004. Arviointikynnys katsotaan ylittyneeksi kun se ylittyy vähintään kolmena vuotena viidestä. Jos tietoja on saatavilla lyhyemmältä ajalta kuin viideltä vuodelta, jäsenvaltiot voivat yhdistää lyhyet mittausjaksot, jotka on toteutettu sellaisina vuodenaikoina ja sellaisissa paikoissa, joille korkeimmat epäpuhtaustasot todennäköisesti ovat tyypillisiä ja määrittää näiden perusteella ylempien ja alemmien arviointikynnysten ylitykset. Yhdistämällä Mannerheimintien ja Runeberginkadun mittaustulokset voidaan arvioida, että alempi arviointikynnys ylittyi 2004–2008 Helsingin keskustassa vilkasliikenteisimpien katujen varsilla. Muualla Suomessa pienhiukkaspitoisuudet alittavat mittausten perusteella alemman arviointikynnyksen pitoisuustason.



Kuva 16. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet Suomessa arviointiajanjaksolla 2004–2008 (ILSE, 2009). Pitoisuudet on korjattu laitevertailun tulosten mukaisesti (Walden *et al.*, 2010) lukuun ottamatta Turun Orikedon pitoisuuksia, jotka on mitattu laitevertailuun kuulumattomalla laitteella. Tulokset on esitetty katkoviivojen ja valkoisten symboleiden avulla, kun mittausten ajallinen kattavuus on 50–75 %.

5.5 Hiukkasten kemiallinen koostumus

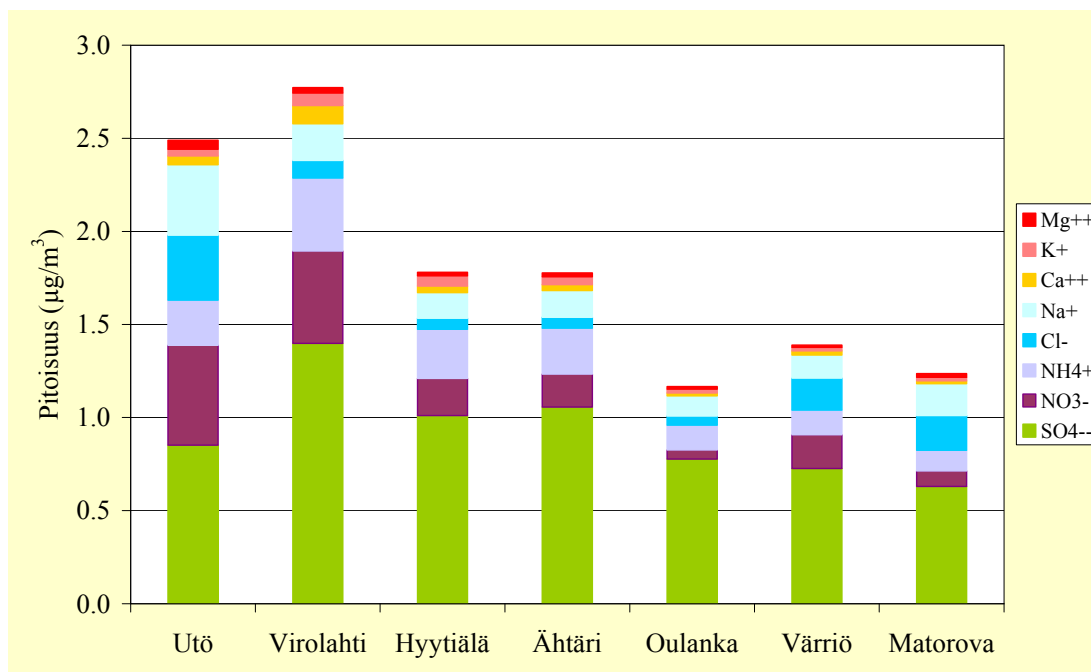
Ilmatieteen laitos on mitannut vuodesta 2003 lähtien hiukkasten kemiallista koostumusta viidellä EMEP-asemalla¹: Utössä, Virolahdella, Ähtärissä, Oulangalla ja Matorovalla. Lisäksi Ilmatieteen laitos on mitannut hiukkasten koostumusta yhteistyössä Helsingin yliopiston kanssa Värriön SMEAR I-asemalla² vuodesta 2005 ja Hyytiälän SMEAR II-asemalla vuodesta 2003. Asemien sijainnit näkyvät kuvassa 17. Näytteet on kerätty vuosina 2003–2006 2-tasokeräimillä Whatman 40-lasikuitusuodattimille. Vuodesta 2007 alkaen näytteet on kerätty 3-tasokeräimellä Millipore Fluoropore 3 µm teflonsuodattimille. Keräysmenetelmä ei vastaa hiukkaskokoa PM_{2,5} vaan on lähellä hiukkaskokoa PM₁₀. Analyysimenetelmä on ionikromatografia. Näytteistä on analysoitu kaikki direktiivin (2008/50/EY) edellyttämät ionikomponentit (ks. taulukko 6). Alkuainehiiltä tai orgaanista hiiltä ei näytteistä ole analysoitu. Kuvassa 18 on esitetty hiukkasten kemiallinen koostumus maaseututausta-asetilla vuonna 2007.



Kuva 17. Maaseututausta-asetat, joilla mitataan hiukkasten kemiallista koostumusta.

¹ EMEP = CO-operative programme for monitoring and evaluation of the long-range transmissions of air pollutants in Europe

² SMEAR = Station for measuring Forest Ecosystem – Atmosphere Relations



Kuva 18. Hiukkasten kemiallinen koostumus tausta-alueilla vuonna 2007.

6 PIENHIUKKASPITOISUUKSIEN LEVIÄMISMALLINNUS

6.1 Leviämismallit

Ilman epäpuhtauksien leviämismallit voidaan jaotella sen mukaan, kuinka laajaa aluetta tarkastellaan. Maanosan tai valtion kattava alue on käytössä ilman epäpuhtauksien kaukokulkeutumislaskelmissa. Paikallisia malleja ovat esimerkiksi ilmanlaatumallit, joilla selvitetään ilman epäpuhtauksien leviämistä yhdellä paikkakunnalla tai yhden teollisuuslaitoksen ympäristössä. Ilmatieteen laitoksella pienhiukkasmallinnuksessa käytetyistä leviämismalleista SILAM on alueellisen mittakaavan malli ja UDM-FMI sekä CAR-FMI ovat paikallisen skaalan malleja.

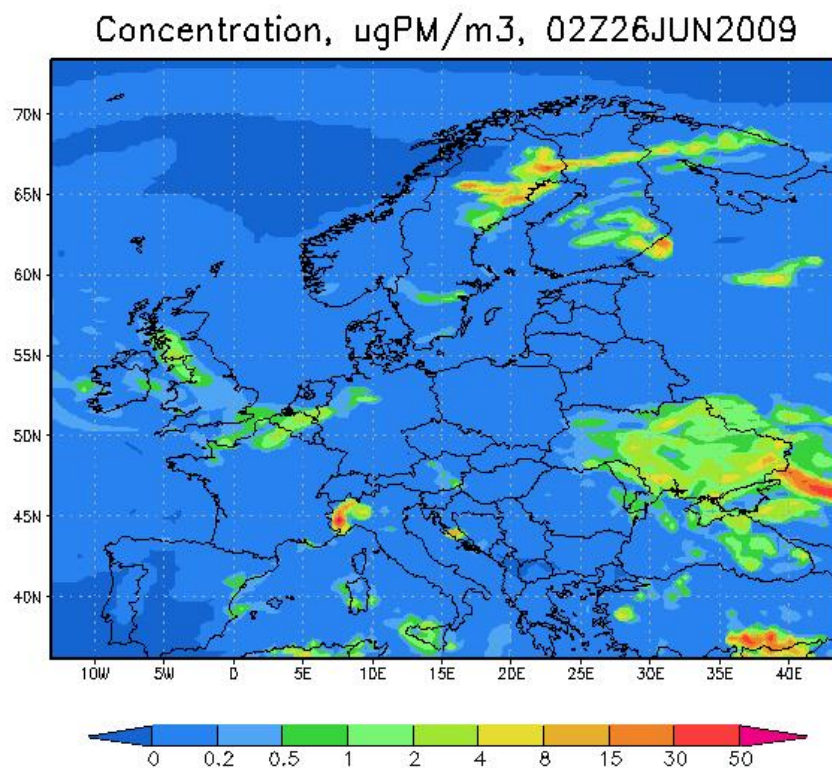
Ilmanlaatudirektiivissä (2008/50/EY) on annettu laatutavoitteet mallintamisen epävarmuudelle. Epävarmuus määritetään enimmäispoikkeamana mitatuista ja mallinnetuista raja-arvoihin verrannollisista pitoisuuksista ottamatta huomioon tapahtumien ajoitusta. Mallintamisen laatutavoite hiukkaspitoisuuksien (PM_{2,5} ja PM₁₀) vuosikeskiarvolle on 50 %. Lyhytaikaisten hiukkaspitoisuuksien arvioiminen malleilla on vaikeaa, minkä vuoksi vuorokausikeskiarvoille ei ole vielä direktiivissä määritetty sallittua epävarmuutta.

6.1.1 SILAM

Ilmatieteen laitos ja VTT ovat kehittäneet SILAM-mallin (SOFIEV et al, 2006) alunperin ydinvoimalaitosonnettomuuksien varalle. Onnettomuustilanteessa mallilla laskettaisiin radioaktiivisen aineen kulkeutuminen, pitoisuus ja laskeuma. Mallia voidaan käyttää myös pienhiukkasten sekä joidenkin kemiallisten yhdisteiden

pitoisuuksien ja kulkeutumisen ennustamiseen. Sitä käytetään mm. ennustettaessa metsäpalojen savujen kulkeutumista ja pienhiukkaspitoisuuksien muodostumista (kuva 19). Ennuste perustuu paloalueiden satelliittihavaintoihin, joissa palopesäkkeet erottuvat ympäristöstään selvästi lämpimämpinä. Mallin meteorologinen syöttötieto saadaan säänennustusmalleista (mm. HIRLAM). Metsäpaloennuste on nähtävissä myös ilmanlaatuportaaliassa (www.ilmanlaatu.fi/ilmany/silam/).

SILAM-mallia on validoitu laajasti hätätilannetyyppisiä järjestelmiä ja todellisia havaintoja vasten. Ilmanlaatumallien välisiä evaluointeja suoritetaan COST-728, EU-GEMS ja ESA-PROMOTE projekteissa, joissa rakennetaan monimallikokonaisuuksia ja verrataan niitä havaintoja vasten. SILAM-malli on myös mukana Euroopan keskipitkien säänennusteiden keskuksen (ECMWF) jatkuvassa online verifikaatiossa: (http://gems.ecmwf.int/d/products/raq/verification/plot_RAQ_mean_scores/).

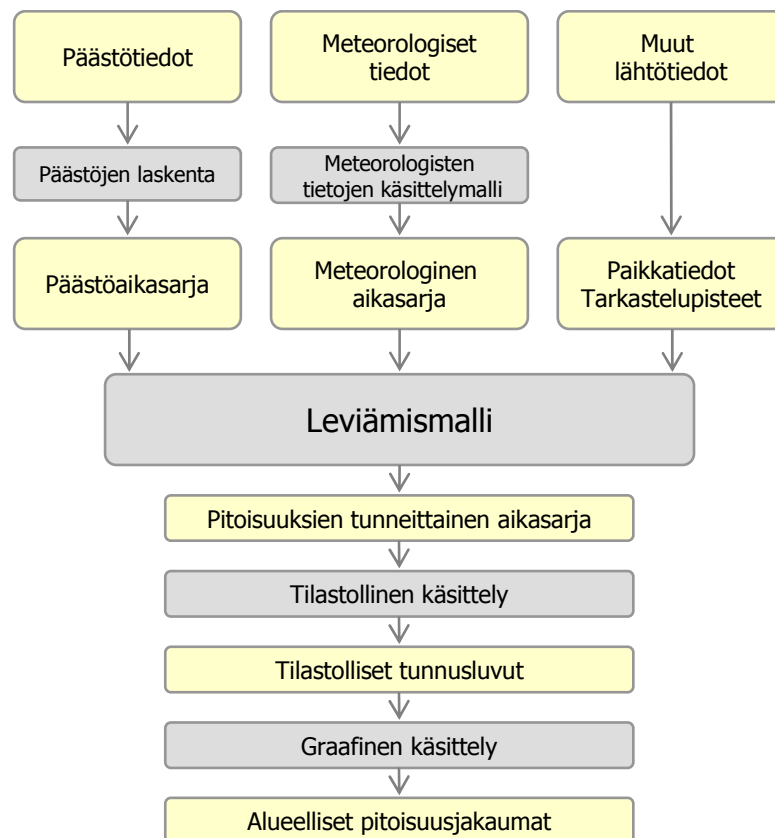


Kuva 19. Esimerkkikuva SILAM-metsäpaloennusteesta 26.6.2009 (<http://silam.fmi.fi>).

6.1.2 UDM-FMI

Ilmatieteen laitoksella on kehitetty mallijärjestelmä UDM-FMI (Urban Dispersion Modelling system) kaupunkialueen ilmanlaadun arvioimiseksi. Tällä ns. kaupunkimallilla voidaan arvioida pistemäisistä lähteistä vapautuvien päästöjen aiheuttamia ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ulkoilmassa. Mallijärjestelmään sisältyy päästöjen leviämismalli sekä meteorologista aineistoa käsittelevä malli (kuva 20). Kaupunkimallia voidaan käyttää yhdessä muiden paikallisen mittakaavan leviämismallien kanssa, esimerkiksi tieliikenteen päästöjen leviämismallin kanssa.

Päästöjen leviämisen kuvaus kaupunkimallissa pohjautuu Gaussin leviämisyhtälöitä noudattavaan viuhkamalliin (ns. plume model). Pistemäisten lähteiden päästöjen leviämisessä kaupunkimalli huomioi ns. nousulisän, joka muodostuu, kun piipusta vapautuvat savukaasut nousevat mekaanisen liikkeen ja lämpösisäلتönsä vuoksi päästölähteen huippua korkeammalle. Tällä päästöjen nousulisällä (plumerise) on huomattava vaikutus keskimääräiseen leviämiskorkeuteen ja maanpintatasolle muodostuviin ilmansaasteiden pitoisuuksiin. Päästöjen leviämiseen saattavat vaikuttaa ilmavirtauksien kulkua häiritsevät kohteet kuten päästölähdettä ympäröivät rakennukset, korkea puusto tai itse piippu. Tällöin leviämisessä voi esiintyä systemaattisesti alaspäin suuntautuvaa liikettä, josta käytetään nimitystä savupainuma (downwash). Tällöin ilmansaasteet eivät pääse leviämään ja laimenemaan tavanomaisesti, jolloin päästölähteen läheisyyteen voi muodostua korkeita pitoisuuksia. Savupainumailmiön huomioon ottaminen on tärkeää etenkin päästölähteillä, joiden päästökorkeus on pieni suhteessa lähirakennuksiin. Leviämislaskelmissa huomioidaan myös maastonmuotojen vaikutus päästöjen kulkeutumiseen. Mallin tieteelliset perusteet on kuvattu julkaisussa *Karppinen et al., 1998*.



Kuva 20. Kaavio Ilmatieteen laitoksella kehitettyjen paikallisen skaalan leviämismallien (UDM-FMI ja CAR-FMI) toiminnasta.

Kaupunkimallia sovellettaessa hyödynnetään Ilmatieteen laitoksella kehitettyä meteorologisen aineiston käsittelymenetelmää MPP-FMI (Meteorological pre-processing model). Menetelmä tuottaa leviämismallin tarvitsemat ilmakehän

rajakerroksen tilaa kuvaavat muuttujat meteorologisista säähavainnoista. Tällä ilmakehän rajakerroksen parametrisointimenetelmällä voidaan kuvata tarkasti ilmakehän todellisia olosuhteita ja ottaa huomioon päästölähteisiin liittyvä fysiikka.

Leviämismalliin syötetään tutkimusaluetta koskevat tiedot, kuten päästölähteen sekä päästöjen ja savukaasujen ominaisuudet, meteorologinen aineisto, taustapitoisuudet ja alueen topografia. Leviämismallilaskelmat suoritetaan Ilmatieteen laitoksen supertietokoneilla. Leviämismalli laskee ilmansaasteiden pitoisuuksia tunnin aika-askeleella kunnes koko meteorologisten tietojen aikasarja (1–3 vuotta = 8 760–26 304 laskentatuntia) ja päästölähteiden tunneittaiset päästöaikasarjat on käyty läpi. Malli tuottaa erilaisia meteorologisia olosuhteita vastaavien pitoisuuksien tunneittaisen aikasarjan, josta voidaan laskea ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia tunnuslukuja.

UDM-FMI-mallijärjestelmää on testattu kattavasti kaupunkialueiden ilmanlaadun mittauksia vasten (*KARPPINEN et al., 2000a, b; KOUSA et al., 2001*). Esimerkiksi Turun ja Kouvolan seutujen ilmanlaatuselvityksissä mallijärjestelmän on todettu antavan mallinnuksen laatutavoitteet täyttäviä tuloksia. Mallinnettujen ja mitattujen hiukkasten vuosipitoisuuksien ero oli 13–25 % sallitun epävarmuuden ollessa 50 % (*SALMI et al., 2009; SALMI et al., 2010*). Tarkempi kuvaus UDM-FMI mallista löytyy EIONET:n (European Environment Information and Observation Network) mallien dokumentointi järjestelmästä:

<http://pandora.meng.auth.gr/mds/showlong.php?id=121>

6.1.3 CAR-FMI

Liikenteen päästöjen leviämisen kuvaamiseen on Ilmatieteen laitoksella kehitetty viivalähdemalli CAR-FMI (Contaminants in the Air from a Road). Viivalähdemallilla voidaan laskea liikenteen päästöjen aiheuttamia pitoisuuksia halutuissa pisteissä eri etäisyyksillä liikenneväylästä. Viivalähdemalli on Gaussin yhtälöihin perustuva avoimen väylän malli, joka on suunniteltu käytettäväksi ympäristössä, jossa on vähän rakennuksia ja muita ilmapvirtausten kulkuun vaikuttavia esteitä. Viivalähdemallissa liikenneväylää kuvataan peräkkäisinä lyhyinä viivoina, joista kustakin vapautuu ympäristöönsä erikseen laskettavan suuruinen päästö. Mallin tieteellistä perustaa on kuvattu mm. julkaisuissa *Karppinen et al. 2000a* ja *Härkönen et al. 1996*.

Liikenteen päästöjen leviämislaskelmissa huomioidaan viivalähteinä tarkasteltavien kadun- ja tienosien sijainti, liikennemäärät, ajoneuvojakaumat ja päästöihin vaikuttavat tekijät, kuten eri ajoneuvotyyppien suoriteosuudet ja nopeusriippuvat päästökerroinfunktiot. Liikennemäärien ja päästöjen ajallisen vaihtelun kuvaaminen perustuu yleensä suoritettuihin liikennelaskentoihin. Jokaiselle viivalähteelle määritetty keskimääräinen päästö lasketaan eri ajoneuvotyyppien suoriteosuuksilla painotettujen päästökertoimien ja keskimääräisen vuorokausiliikenteen perusteella.

Viivalähdemallin lähtötiedoiksi tarvitaan päästöaikasarjan lisäksi 1–3 vuoden pituinen meteorologisten havaintojen aikasarja, tutkimusalueen ilmanlaatua kuvaava taustapitoisuus ja tutkimusalueen topografia. Leviämismallia ajetaan superlaskentaympäristössä kaupunkimallin tavoin. Leviämismallin laskentatuloksista voidaan arvioida yksittäisen liikenneväylän vaikutus lähialueen pitoisuuksiin tai koko

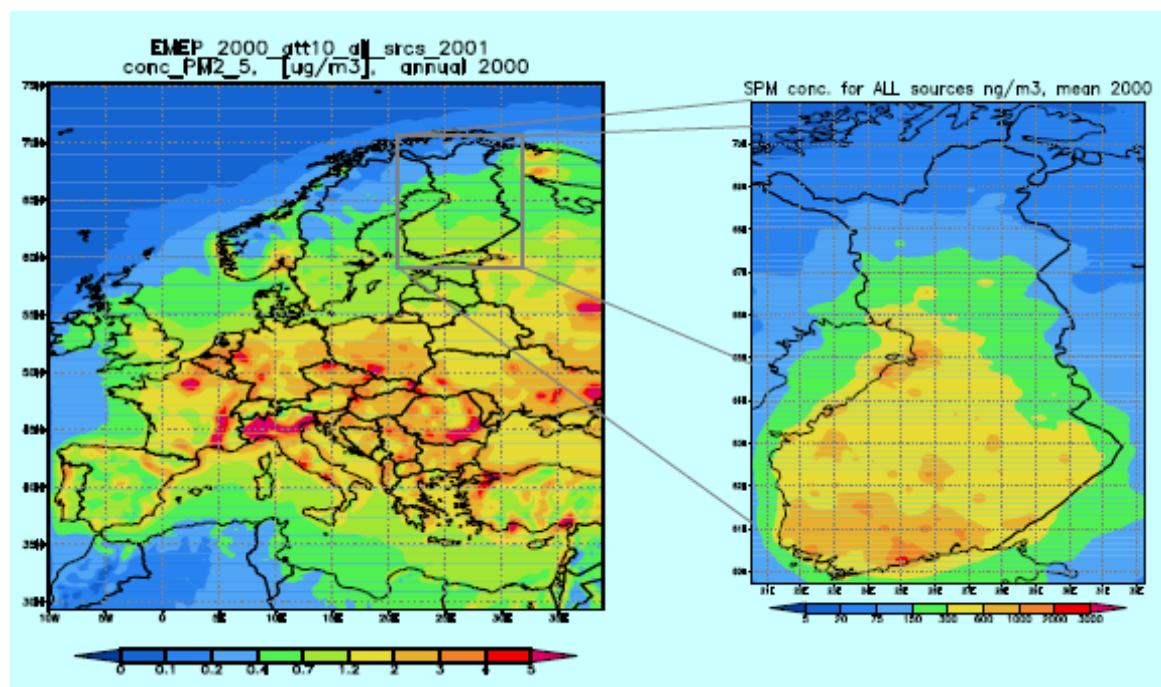
tutkimusalueen liikenneverkon päästöjen kokonaisvaikutus ilman epäpuhtauspitoisuuksiin.

CAR-FMI-mallia on validoitu pääteiden läheisyydessä suoritettujen mittauskampanjoiden tuloksia vasten (*HÄRKÖNEN et al., 1997; KUKKONEN et al., 2001*). Lisäksi mallien välistä vertailua on suoritettu CAR-FMI ja CALINE4 (US-EPA) mallien kesken. Molemmilla malleilla arvioidut pitoisuudet olivat yhteneväisiä mitattujen pitoisuuksien kanssa (*LEVITIN et al., 2005*). Tarkempi kuvaus CAR-FMI mallista löytyy EIONET:n mallien dokumentointi järjestelmästä:

http://pandora.meng.auth.gr/mds/showlong.php?id=103#d_50

6.2 Alueellisen mittakaavan leviämismallilaskelmat

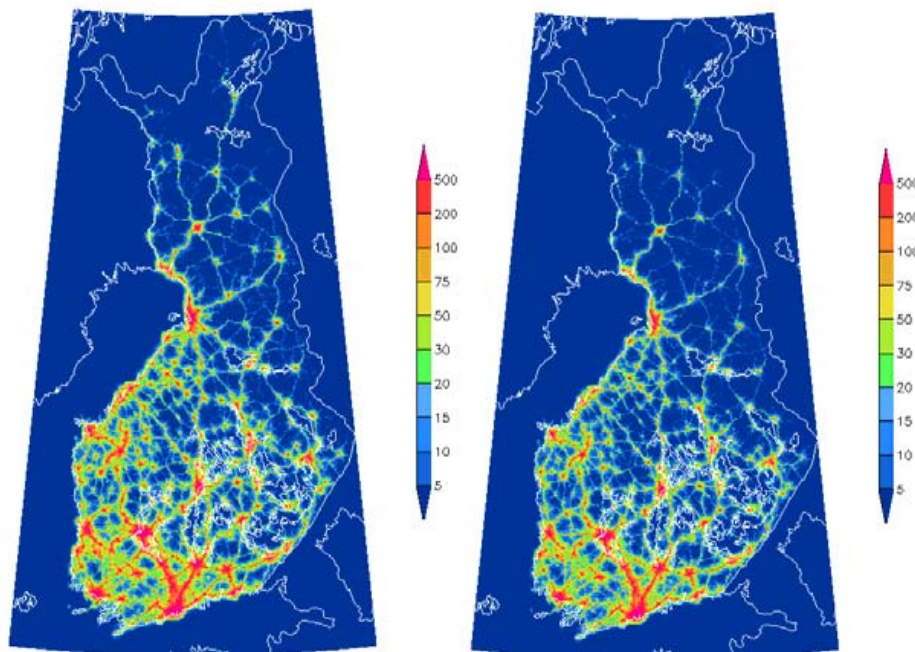
SILAM-leviämismallilla on KOPRA-projektin yhteydessä laskettu primäärihiukkasten leviäminen Suomen ja koko Euroopan alueelle (kuva 21). Mallilaskelmien resoluutio on Euroopan alueella $30 \times 30 \text{ km}^2$ ja Suomen alueella $5 \times 5 \text{ km}^2$. Suomen alueen mallilaskelmissa on huomioitu vain kotimaiset päästölähteet eikä mukana ole alueellisia taustapitoisuuksia. Tulosten mukaan kotimaisten päästölähteiden aiheuttamat pienhiukkasten pitoisuudet olisivat pääkaupunkiseudulla suuruusluokkaa $1\text{--}3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, muissa suurimmissa kaupungeissa $0,6\text{--}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Etelä-Suomen tausta-alueilla $0,3\text{--}1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Keski-Suomen tausta-alueilla $0,3\text{--}0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomen tausta-alueilla alle $0,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2000.



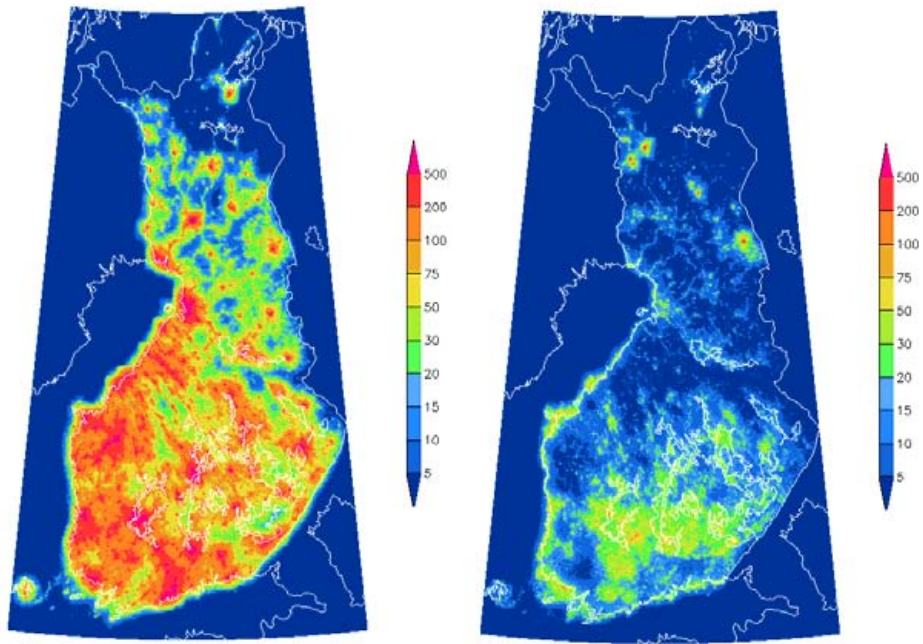
Kuva 21. SILAM-mallilla arvioidut primääristen pienhiukkasten pitoisuudet Euroopassa ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Suomessa (ng/m^3) vuonna 2000 (*KUKKONEN et al., 2007*). $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1000 \text{ ng}/\text{m}^3$. Oikeanpuoleisessa kuvassa esitetyissä tuloksissa on laskentaan otettu mukaan vain kotimaiset lähteet.

PILTTI-projektissa on mallinnettu puun pienpolton ja tieliikenteen pienhiukkaspäästöjen aiheuttamat keskimääräiset pienhiukkaspitoisuudet päästöjen lähialueilla. Projektissa on laskettu UDM-FMI-leviämismallilla päästöluokittaisia lähde-kohde-matriiseja, jotka kuvaavat yksikköpäästön leviämistä. Yksikkömatriisit on yhdistetty päästöjen alueelliseen jakaumaan, jotta on saatu laskettua pienhiukkasten pitoisuustasot koko Suomen alueelle. Liikenteen päästöistä on tarkasteltu erikseen suoria päästöjä ja resuspensiopäästöjä (kuva 22). Suoriin päästöihin kuuluvat autojen pakokaasupäästöt. Resuspensiopäästöihin kuuluvat autojen renkaista ja jarruista irtoavat hiukkaset sekä tiestä nouseva pöly. Resuspensiopäästöjen aiheuttamat pienhiukkaspitoisuudet ovat tulosten mukaan hieman pienempiä kuin suorien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet, mutta alueellinen jakauma on samanlainen korkeimpien pitoisuuksien keskittyessä pääteiden varsille. Puun pienpolton päästöt on jaettu asuinrakennuksissa ja vapaa-ajan rakennuksissa tapahtuvaan puulämmitykseen (kuva 23). Puunpolton päästöjen aiheuttamien pienhiukkaspitoisuuksien jakauma on erilainen erityyppisissä asuinmuodoissa johtuen vapaa-ajan asuntojen pienemmästä lukumäärästä ja erilaisesta sijainnista verrattuna puuta käyttäviin asuinrakennuksiin.

Keskimääräinen väestöpainotettu altistuminen liikenteen ja puun pienpolton päästöille oli $2,46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2000. Altistumisesta suurin osa aiheutui liikenteen pienhiukkaspäästöistä: suorien pakokaasupäästöjen vaikutus oli $1,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja resuspensiopäästöjen $0,81 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Puun pienpolton pienhiukkaspäästöille altistumisen osuus oli $0,58 \mu\text{g}/\text{m}^3$, josta valtaosa ($0,56 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aiheutui asuinrakennusten puulämmityksestä vapaa-ajan asuntojen vaikutuksen ollessa marginaalinen (AHTONIEMI, et al. 2010).



Kuva 22. Tieliikenteen suorien päästöjen (vasemmalla) ja resuspensiopäästöjen (oikealla) aiheuttama pienhiukkaspitoisuus vuonna 2000 (ng/m^3) (TAINIO et al., 2008; AHTONIEMI, et al., 2010). $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1\,000 \text{ ng}/\text{m}^3$.



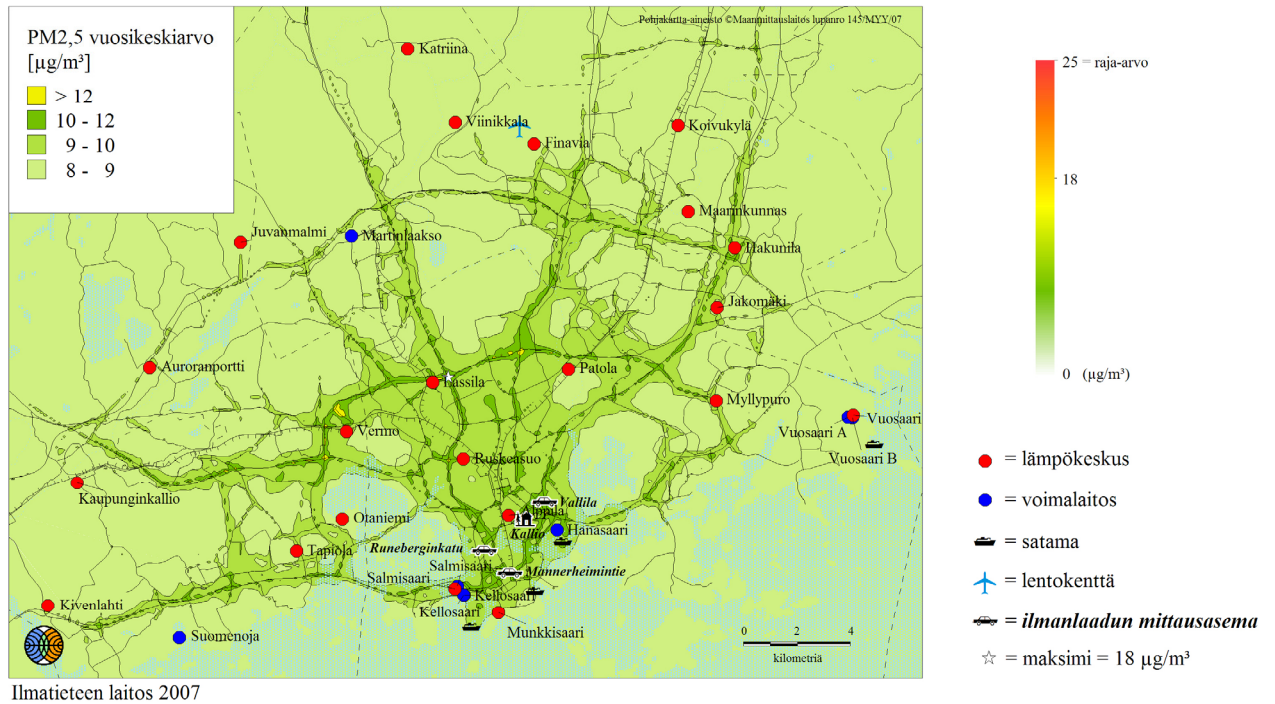
Kuva 23. Asuinrakennusten (vasemmalla) ja vapaa-ajan rakennusten (oikealla) puunpolton päästöjen aiheuttama pienhiukkaspitoisuus vuonna 2000 (ng/m^3) (TAINIO *et al.*, 2008; AHTONIEMI, *et al.*, 2010). $1 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 1\,000 \text{ ng}/\text{m}^3$.

6.3 Paikallisen mittakaavan leviämismallilaskelmat

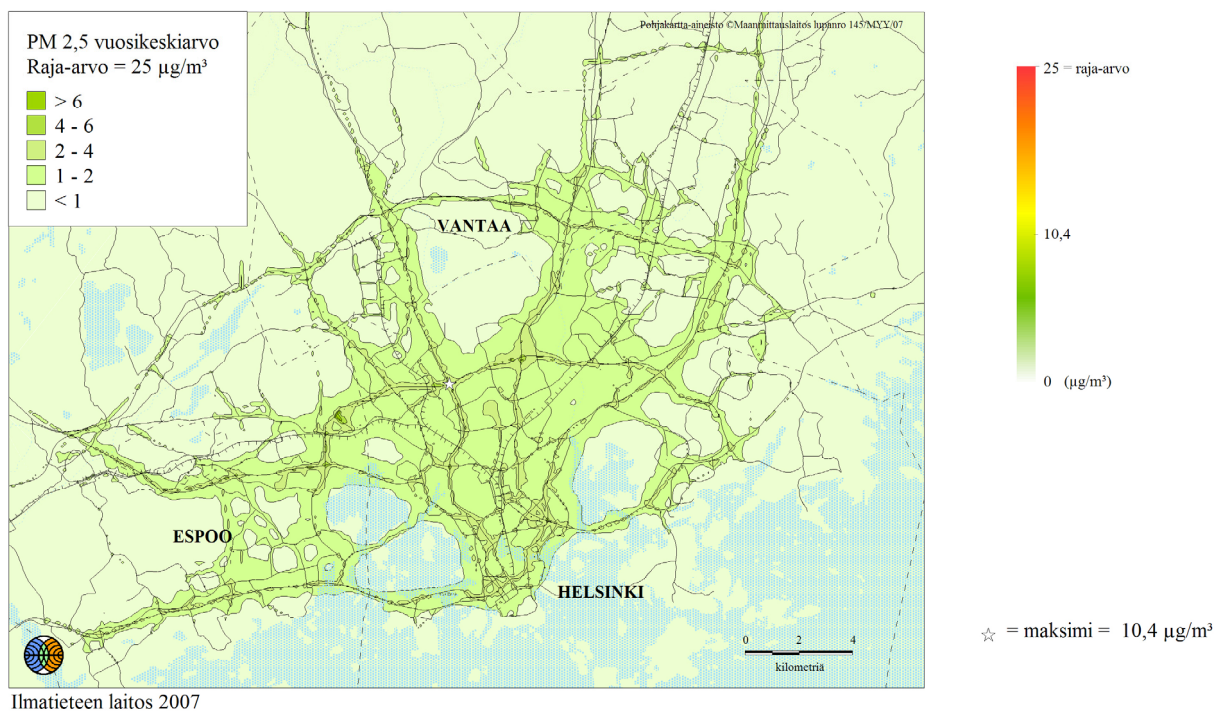
Pääkaupunkiseudun päästölähteiden aiheuttamia pienhiukkaspitoisuuksia on arvioitu Ilmatieteen laitoksella leviämismallilaskelmien avulla (*LAPPI et al., 2008*). Tutkimuksessa arvioitiin tieliikenteen, energiantuotannon, satamatoiminnan ja laivaliikenteen hiukkaspäästöjen sekä alueellisen taustapitoisuuden aiheuttamia pienhiukkaspitoisuuksia pääkaupunkiseudulla. Pienpolton päästöt eivät olleet mukana leviämismallilaskelmissa. Mallinnuksessa käytettiin Ilmatieteen laitoksella kehitettyjä leviämismalleja: kaupunkimallia (UDM-FMI) pistemäisten päästölähteiden laskentaan ja avoimen väylän viivalähdemallia (CAR-FMI) liikennepäästöjen laskentaan. Pienhiukkasten taustapitoisuutena käytettiin mallinnuksessa Helsingin seudun ympäristöpalveluiden (HSY) Espoon Luukin tausta-aseman vuosien 2004 ja 2006 pienhiukkasmittausten tuloksia. Luukin tausta-asemalla pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus on ollut noin $7\text{--}8\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Taustapitoisuudet ovat korjaamattomia tuloksia, sillä mallilaskelmat on suoritettu ennen hiukkaslaitteiden vertailumittauksia.

Leviämismallilaskelmien tuloksena saatu pääkaupunkiseudun päästölähteiden aiheuttama pienhiukkasten vuosipitoisuuden alueellinen jakauma vuonna 2005 on esitetty kuvassa 24. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus on suuressa osassa Helsinginniemeä noin $9\text{--}10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja muualla pääkaupunkiseudulla noin $8\text{--}9\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vilkkaimpien teiden ja väylien varsilla pienhiukkasten vuosipitoisuus voi olla $10\text{--}12\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pääväylien risteysalueilla enemmänkin. Mallilaskelmien mukaan suurin yksittäinen pienhiukkaspitoisuus $18\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ muodostui Hämeenlinnanväylän ja Kehä I:n risteysalueen keskelle. Ko. risteysalueella pitoisuustaso $12\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi korkeintaan 70–120 metrin etäisyydellä risteyksen keskipisteestä. Mallitulosten mukaan pienhiukkaspitoisuuksien alempi arviointikynnys $12\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ voi ylittyä vilkkaimpien pääväylien ja Kehä I:n risteysalueilla ja mahdollisesti liikenneväylien ulkopuolellakin. Tutkimusalueen yhdessä laskentapisteessä ylittyi myös ylempi arviointikynnys $17\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Suuressa osassa pääkaupunkiseutua alempi arviointikynnys kuitenkin alittuu.

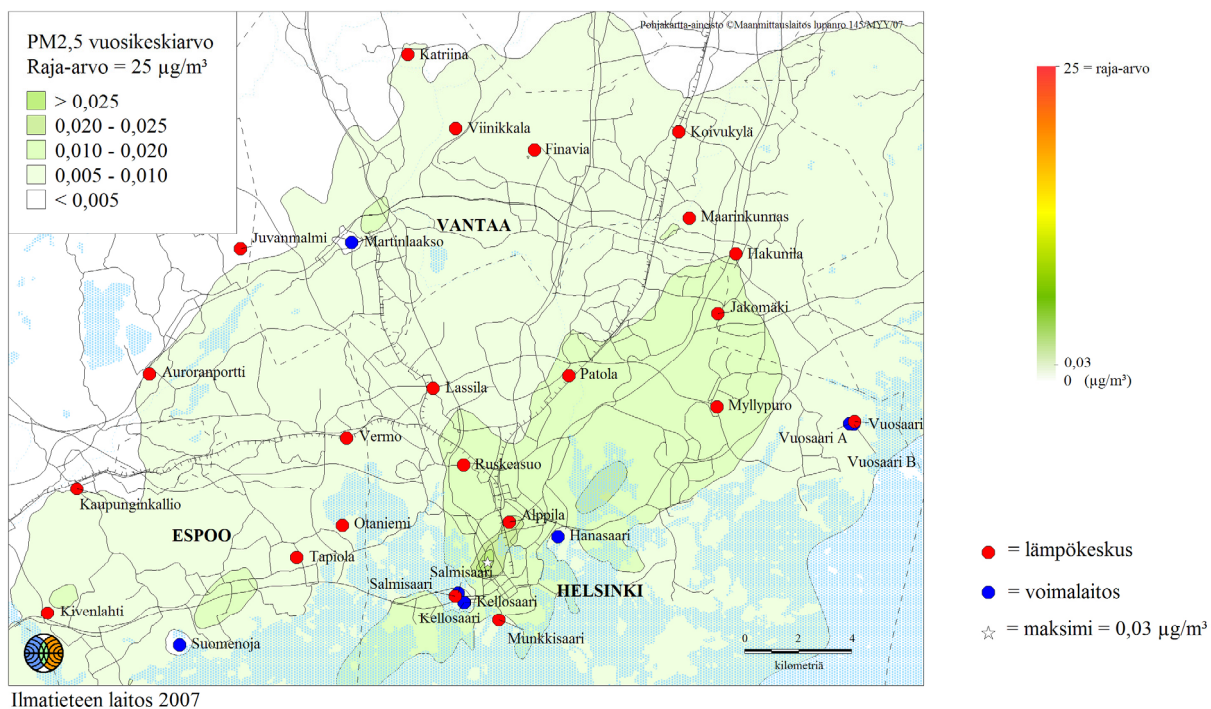
Valtaosa pääkaupunkiseudun ilman pienhiukkaspitoisuuksista aiheutuu autoliikenteen päästöistä ja alueellisista taustapitoisuuksista. Muiden paikallisten päästölähteiden, kuten energiantuotannon, osuus on hyvin pieni. Kuvissa 25–27 on esitetty leviämismallilaskelmien tuloksina saadut tieliikenteen, energiantuotannon ja satamatoiminnan päästöjen aiheuttamat pienhiukkaspitoisuudet vuonna 2005.



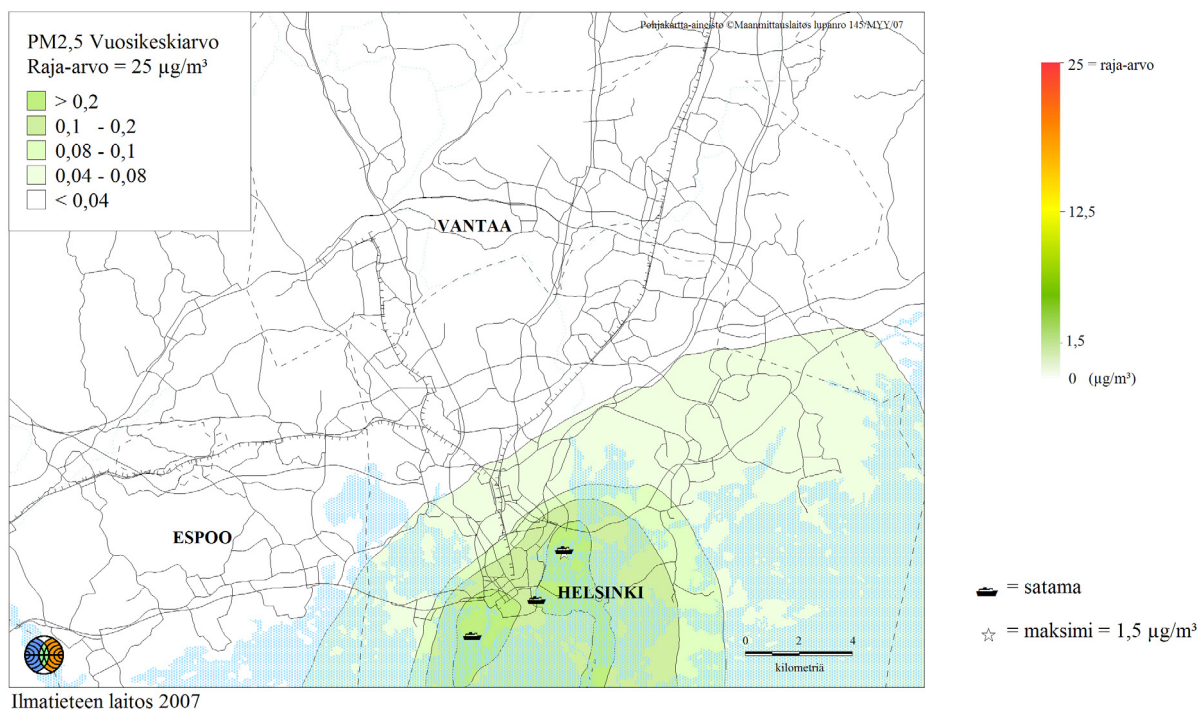
Kuva 24. Kaikkien päästölähteiden (pl. pienpolton päästöt) leviämismallinnuksen tuloksena saatu pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 (LAPPI *et al.*, 2008).



Kuva 25. Tieliikenteen päästöjen aiheuttama pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 (LAPPI *et al.*, 2008).



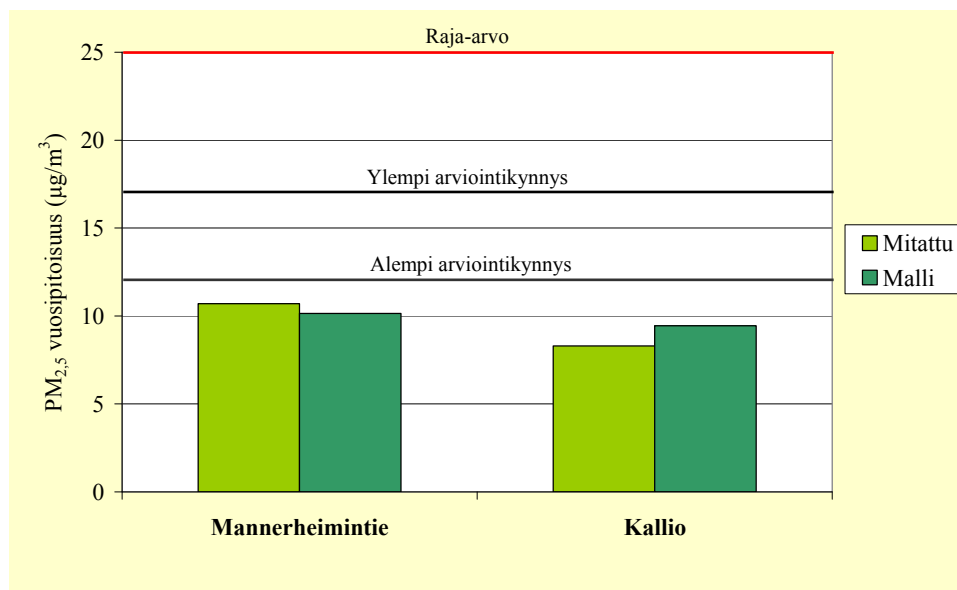
Kuva 26. Energiantuotannon päästöjen aiheuttama pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 (LAPPI *et al.*, 2008).



Kuva 27. Satamatoiminnan päästöjen aiheuttama pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 (LAPPI *et al.*, 2008).

HSY on mitannut pienhiukkaspitoisuuksia vuonna 2005 Helsingin Kalliossa ja Mannerheimintieellä. Leviämismallilla arvioitujen pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvojen yhteensopivuus ilmanlaadun mittaustulosten kanssa oli melko hyvä (kuva 28). Kun mallituloksia vertaa ilmanlaadun mittausasemilla mitattuihin pienhiukkaspitoisuuksiin, ovat mallinnetut pitoisuudet Mannerheimintieellä noin 5 % pienempiä ja Kalliossa noin 10 % suurempia kuin mitatut hiukkaspitoisuudet. Ilmanlaatudirektiivin (2008/50/EY) mukainen laatutavoite mallintamisen epävarmuudelle on hiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvolle 50 %. Malli täyttää erittäin hyvin hiukkasmallinnukselle annetun laatutavoitteen.

Leviämismalli aliarvioi pitoisuuksia keskusta-alueilla ja katukuilumaisissa ympäristöissä, sillä avoimen väylän viivalähdemalli ei huomioi liikenneperäisten päästöjen leviämistä ja laimenemista estäviä rakennuksia. Vertailua tehtäessä on myös huomioitava, että mallinnuksessa käytetyt Luukin taustapitoisuudet ovat vuosilta 2004 ja 2006, sillä vuoden 2005 mittausaineistot eivät olleet käytettävissä laatuongelmien vuoksi. Vuonna 2006 kaukokulkeumaepisodeja esiintyi poikkeuksellisen runsaasti ja vuonna 2004 puolestaan vähän, joten keskiarvo vastanee aika hyvin vuoden 2005 tilannetta taustapitoisuuksien osalta. Esitetyt ilmanlaadun mittaustulokset ovat korjaamattomia pitoisuuksia. Mannerheimintieellä ja Kalliossa on ollut käytössä samanlainen mittalaite vuonna 2005 kuin Luukissa vuosina 2004 ja 2006, joten muutokset pitoisuuksissa olisivat samansuuntaisia sekä malli- että mittaustuloksissa pitoisuuksia korjattaessa.



Kuva 28. Leviämislaskelmien tuloksena saatujen pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuuksien vertailu vuonna 2005 mitattuihin pienhiukkaspitoisuuksiin HSY:n mittauspisteissä. Mitattuja pitoisuuksia ei ole korjattu laitevertailun tulosten mukaan, sillä mallilaskelmien taustapitoisuutena käytetyt Luukin pitoisuudet olivat myös alkuperäisiä pitoisuuksia.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Merkittävimmät kotimaiset pienhiukkasten päästölähteet ovat liikenteen pakokaasut, katupöly ja energian- ja lämmöntuotanto, erityisesti kotitalouksien puun pienpoltto. Liikenteen pienhiukkaspäästöistä huomattava osa on peräisin muusta kuin pakokaasupäästöistä ja pakokaasupäästöjen pienentyessä näiden muiden päästöjen osuus tulee kasvamaan. Päästöjä aiheuttavat tienpintojen, renkaiden ja jarrujen kuluminen sekä liikenteen maasta nostattama pöly. Liikenteen pienhiukkaspäästöt vapautuvat ilmaan matalalta, jolloin vaikutus paikalliseen ilmanlaatuun voi olla huomattava epäedullisissa meteorologisissa olosuhteissa.

Pienhiukkaset kulkeutuvat ilmamassojen mukana tuhansia kilometrejä. Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan Suomessa havaituista pienhiukkaspitoisuuksista. Hiukkasten kaukokulkeumaepisodien aikana ilmanlaatu voi heikentyä voimakkaastikin kun Suomeen kulkeutuu pienhiukkasia ulkomaisista hiukkaspäästölähteistä, esimerkiksi maasto- ja metsäpaloista. Lisäksi sekundäärisiä pienhiukkasia muodostuu muuntumalla kaasumaisista epäpuhtauksista.

Pienhiukkaspitoisuudet ja arviointikynnysten ylittyminen

Pienhiukkasten taustapitoisuus on Suomessa suurin Etelä- ja Kaakkois-Suomessa ja se pienenee pohjoista kohti. Korkeinta taustapitoisuutta edustavalla Virolahden tausta-aseamalla pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat tasoa $8\text{--}10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keski-Suomen tausta-alueilla pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat noin $4\text{--}7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pohjois-Suomessa noin $3\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaupunkien pienhiukkasmittauksissa korkeimmat vuosikeskiarvopitoisuudet $12\text{--}14\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ on mitattu Helsingin keskustan vilkasliikenteisillä alueilla. Yleisesti kaupunkialueilla, pääkaupunkiseudun ulkopuolella, pienhiukkaspitoisuudet ovat suuruusluokkaa $5\text{--}10\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Edellä mainitut pitoisuudet ovat hiukkasvertailumittausten mukaan korjattuja pitoisuustuloksia (WALDEN *et al.*, 2010).

Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan kaupunki-ilmankin pienhiukkaspitoisuuksista. Tämän vuoksi erityyppisissä ympäristöissä sijaitsevien mittausasemien väliset erot pienhiukkaspitoisuuksissa ovat melko pieniä. Alueellisen mittakaavan mallilaskelmien mukaan havaituista pienhiukkaspitoisuuksista vain muutama $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on peräisin kotimaisista päästölähteistä.

Ilmanlaadun mittaustulosten mukaan pienhiukkaspitoisuudet alittavat raja-arvon ja ylemmän arviointikynnyksen kaikkialla Suomessa arviointiajanjaksolla 2004–2008. Alemman arviointikynnyksen taso on ylittynyt arviointijakson aikana Mannerheimintien kahtena vuotena neljästä mittausvuodesta ja Runeberginkadulla vuonna 2004. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen kun kynnystaso ylittyy kolmena vuotena viimeisen viidestä. Jos mittaustuloksia on saatavilla alle viideltä vuodelta, voidaan lyhyitä mittausjaksoja yhdistää, mikäli mittaukset on toteutettu ajankohtana ja paikoissa, joissa korkeimmat epäpuhtausot ovat tyypillisiä. Yhdistämällä Mannerheimintien ja Runeberginkadun mittaustulokset voidaan arvioida, että alempi arviointikynnys ylittyi 2004–2008 Helsingin keskustassa

vilkasliikenteisimpien katujen varsilla. Muualla Suomessa ei mittaustulosten perusteella alempi arviointikynnys ole ylittynyt.

Pääkaupunkiseudulle tehtyt pienhiukkaspäästöjen leviämismallilaskelmat tukevat ilmanlaadun mittaustuloksia. Mallinnustulosten mukaan pienhiukkaspitoisuuden alempi arviointikynnys voi ylittyä pääkaupunkiseudulla vilkkaimpien pääväylien ja Kehä I:n risteysalueilla. Laskenta-alueen korkein yksittäinen pitoisuus muodostui Hämeenlinnanväylän ja Kehä I:n risteykseen. Yhteen laskentapisteeseen muodostunut maksimipitoisuus $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittää niukasti ylemmän arviointikynnyksen $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Suurimmassa osassa pääkaupunkiseutua alempi arviointikynnys kuitenkin alittuu.

Mittausvelvoitteet arviointikynnysten ylittyessä

Ilmanlaatua arvioidaan ja hallinnoidaan ilmanlaatudirektiivin (2008/50/EY) mukaisesti seuranta-alueilla ja väestökeskittymissä. Seuranta-alueet ovat Suomessa aikaisemmin vastanneet alueellisten ympäristökeskusten (AYK) rajoja useiden ilman epäpuhtauspitoisuuksien, mm. hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien, seurannassa. Valtion aluehallinto uudistui 1.1.2010, jolloin alueelliset ympäristökeskukset yhdistyivät mm. TE-keskusten ja tiepiirien kanssa elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksiksi (ELY). ELY-keskuksia on 15 kpl, joista 13 keskuksessa hoidetaan ympäristöasioita. Ilmanlaadun seuranta-alueiden rajat säilyivät kuitenkin ennallaan aluehallintouudistuksen yhteydessä. 13 ilmanlaadun seuranta-alueen lisäksi Suomessa on yksi direktiivin mukainen väestökeskittymä, pääkaupunkiseutu, joka muodostaa oman seuranta-alueensa. Pienhiukkaspitoisuuksien seurannassa seuranta-alueet ovat samat kuin nykyiset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien seuranta-alueet.

Ilmanlaadun mittausvelvoitteet seuranta-alueilla määräytyvät pitoisuuksien suhteesta ylempään ja alempaan arviointikynnykseen. Ilmanlaadun jatkuvia mittauksia on tehtävä seuranta-alueilla, joilla ylempi arviointikynnys ylittyy sekä seuranta-alueilla, joilla ilman hiukkaspitoisuudet ovat ylemmän ja alemman arviointikynnyksen välissä. Jos ilman hiukkaspitoisuudet ovat alemman arviointikynnyksen alapuolella, riittää, että ilmanlaatua seurataan suuntaa antavien mittausten, mallintamistekniikoiden ja vastaavien menetelmien perusteella. Hiukkasmittausasemien vähimmäismäärä seuranta-alueilla määritetään pitoisuustason ja seuranta-alueen asukaslukumäärän perusteella (ks. taulukko 4). Hiukkasmittausasemien vähimmäismäärää arvioidaan sekä pienhiukkaspitoisuuksien että hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien perusteella.

Arviointikynnysten ylittyminen arvioitiin vuosien 2004–2008 pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien ja uusien korkeampien arviointikynnysten (2008/50/EY) perusteella. Arvioinnissa käytetyt hengitettävien hiukkasten mittaustulokset on esitetty liitteessä 5. On huomioitavaa, että hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia ei ole korjattu vertailumenetelmää vastaan, sillä PM_{10} laitevertailun tuloksia ei voitu hyödyntää vertailun aikana puuttuneiden, ekvivalenttisuuden osoittamiseen vaadittujen, korkeiden pitoisuuksien vuoksi. Epävarmuutta arviointikynnysten ylittymisen arviointiin aiheuttaa muutamilla seuranta-alueilla myös korkeimpia pitoisuuksia edustavien, luotettavilla menetelmillä mitattujen tai riittävän pitkien mittausaikasarjojen puuttuminen.

Arvion tulokset on esitetty tarkemmin liitteessä 6 ja yhteenvedona taulukossa 7. Pienhiukkaspitoisuuksien osalta seuranta-alueiden pitoisuustaso suhteessa arviointikynnyksiin on yksinkertaista arvioida. Pienhiukkaspitoisuuksien alempi arviointikynnys alittuu Suomessa pääkaupunkiseutua lukuun ottamatta kaikilla seuranta-alueilla. Pääkaupunkiseudulla alempi arviointikynnys ylittyi vilkasliikenteisissä ympäristöissä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille määritetyt arviointikynnykset ylittyvät useilla seuranta-alueilla, minkä vuoksi hiukkasseurannan mittausvelvoitteet määrittyvät Suomessa lähinnä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien perusteella.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annetut arviointikynnykset ylittyvät helpommin kuin vuosipitoisuuksien arviointikynnykset. Tehdyn arvion mukaan hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ylittivät vuorokausipitoisuuksille annetun ylemmän arviointikynnyksen pääkaupunkiseudulla ja Uudenmaan seuranta-alueella. Muilla 12 seuranta-alueella hengitettävien hiukkasten korkeimmat vuorokausipitoisuudet olivat alemman ja ylemmän arviointikynnyksen välillä. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuuksille annettu ylempi arviointikynnys ylittyy pääkaupunkiseudulla ja alempi arviointikynnys ylittyy Uudellamaalla. Muilla seuranta-alueilla hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet alittavat alemman arviointikynnyksen.

Taulukko 7. Hiukkaspitoisuuksille (PM₁₀ ja PM_{2,5}) annettujen arviointikynnysten ylittyminen ja kiinteiden näytteenottoaikkojen vähimmäislukumäärä seuranta-alueilla.

Seuranta-alue	Väestö 1.1.2009	Hiukkaspitoisuuksille annettujen arviointikynnysten ylittyminen			Hiukkasmittaus- asemien vähimmäismäärä (PM ₁₀ +PM _{2,5})
		> YAK	AAK–YAK	< AAK	
Uusimaa	474 063	×			3
Varsinais-Suomi ja Satakunta	687 666		×		2
Häme	371 510		×		2
Kaakkois-Suomi	318 280		×		2
Pirkanmaa	476 631		×		2
Keski-Suomi	270 701		×		2
Etelä-Savo	157 862		×		1
Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa	368 802		×		2
Pohjois-Savo	248 872		×		1
Pohjois-Karjala	166 744		×		1
Pohjois-Pohjanmaa	454 375		×		2
Kainuu	83 779		×		1
Lappi	184 390		×		1
Pääkaupunkiseutu (HSY-alue)	1 009 656	×			6
					28

Arviointikynnysten ylittymisen arvioinnissa epävarmuutta on erityisesti Kainuun, Lapin ja Keski-Suomen seuranta-alueilla. Yksinomaan arviointiajanjakson 2004–2008 ilmanlaadun mittaustulosten perusteella arvioituna hengitettävien hiukkasten pitoisuuden alempi arviointikynnys alittuisi näillä alueilla. Kainuun seuranta-alueella alempi arviointikynnys alittui arviointiajanjaksolla Kajaanin mittausten perusteella, mutta mittausaseman siirron ja mittausmenetelmän muutoksen jälkeen alempi arviointikynnys on ylittynyt Kajaanissa vuosina 2009 ja 2010. Lapin seuranta-alueella ei ole raja-arvopitoisuuksia valvovaa asemaa. Arviointia varten oli käytettävissä ainoastaan lyhytaikaisten mittausten tuloksia Rovaniemeltä ja Torniota, joiden perusteella alemman arviointikynnyksen arvioidaan ylittyvän Rovaniemellä. Keski-Suomen seuranta-alueella Jyväskylässä hiukkaspitoisuudet alittavat alemman arviointikynnyksen vain hyvin niukasti, mutta asema ei ehkä sijaitse ilmanlaadun kannalta pahimmalla paikalla. Nämä asiat huomioon ottaen asiantuntija-arvio tilanteesta on, että hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille annettu alempi arviointikynnys ylittyisi myös Kainuun, Lapin ja Keski-Suomen seuranta-alueilla.

Hajakuormituslähteiden seurantaan tarkoitettujen hiukkasnäytteenottopaikkojen vähimmäismäärät on esitetty seuranta-alueittain taulukossa 7 ja liitteessä 6. Laskelman mukaan Suomessa tulisi olla yhteensä vähintään 28 hiukkasmittausasemaa. Pääkaupunkiseudulla tulisi olla 6 mittausasemaa, Uudellamaalla 3 mittausasemaa ja muilla seuranta-alueilla kullakin 1–2 mittausasemaa. Hiukkasmittausasemat voivat olla joko hengitettävien hiukkasten tai pienhiukkasten pitoisuuksien seurantaan tarkoitettuja. Suomessa PM_{10} -asemia on selvästi enemmän kuin $PM_{2,5}$ -asemia. Kuitenkin $PM_{2,5}$ -asemia tulisi direktiivin mukaan olla kansallisella tasolla 1/3 hiukkasasemista eli laskelman mukaan 9 mittausasemaa. Sääntö koskee asemien vähimmäismäärää eli jos asemia on enemmän, voi asemien suhde olla erilainen.

Seuranta-alueilla, joilla pitoisuudet ylittävät ylemmän arviointikynnyksen, hiukkasten näytteenottopaikkoihin on kuuluttava vähintään yksi kaupunkien tausta-alueita edustava mittausasema ja yksi liikenneympäristöä edustava mittausasema edellyttäen, että asemien määrää ei tarvitse lisätä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudelle määritetty ylempi arviointikynnys ylittyy pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan seuranta-alueilla. Näiden seuranta-alueiden mittausasemista vähintään yksi tulisi sijaita kaupunkitaustaympäristössä ja vähintään yksi asema tulisi sijaita liikenneympäristössä. Koko maan tasolla tarkasteluna kaupunkitausta-asemia tulisi kuitenkin olla 1/3 hiukkasasemista eli laskelman mukaan 9 mittausasemaa. Tämäkin sääntö koskee direktiivin mukaista asemien vähimmäismäärää.

Hajakuormituslähteiden vaatimien kiinteiden näytteenottopaikkojen lisäksi tulee tapauskohtaisesti huomioida mahdollinen pistepäästölähteiden aiheuttama kuormitus ja jatkuvan seurannan tarve.

Maaseututausta-asemien sijoittaminen

Suomessa tarvitaan pinta-alan perusteella pienhiukkaspitoisuuden mittauksia vähintään kolmella maaseututausta-asemalla. Suomen kannalta kyseeseen voisivat tulla yhteiset mittaukset Ruotsin kanssa Matorovan asemalla Pallaksella. Asema edustaisi molempien maiden pohjoisosaa. Matorovan aseman vastaavasta

yhteiskäytöstä Ruotsin kanssa on jo sovittu direktiivin (2004/107/EY) mukaisen taustaseurannan osalta.

Pienhiukkasten taustapitoisuuden arviointiin käytettävien mittausasemien olisi tarkoituksenmukaista antaa tietoa taustapitoisuudesta ja hiukkasten koostumuksesta maan eri osissa. Mittaukset suositellaan yhdistettäväksi EMEP-asemien yhteydessä suoritettavaan hiukkasten koostumuksen mittaamiseen. Tämä edellyttää keräysmenetelmän muuttamista EMEP-asemilla, alkuainemuodossa olevan ja orgaanisen hiilen määritysten lisäämistä analyysiohjelmaan sekä $PM_{2,5}$ massapitoisuuden määrittämisen aloittamista valituilla asemilla. Suomessa on aloitettu vuonna 2010 direktiivin mukainen näytteenotto ja pääionianalytiikka kolmella maaseututausta-asemalla, Virolahdella, Hyytiälän asemalla Juupajoella ja Matorovan asemalla Pallaksella. Orgaanisen hiilen ja alkuainehiilen mittaukset alkavat samoilla asemilla 2010–2011.

Altistumisen arvioinnissa käytettävien kaupunki-tausta-asemien sijoittaminen

Direktiivissä (2008/50/EY) on annettu väestön pienhiukkassaltistumisen vähentämiseksi altistumisen vähennystavoite, joka määräytyy kaupunkitausta-asemien pienhiukkaspitoisuuksien kolmen vuoden keskiarvon perusteella (AEI=keskimääräisen altistumisen indikaattori). Altistumisen arvioinnissa käytettävien kaupunkitausta-asemien tulee sijaita yli 100 000 asukkaan kaupungeissa. Kaupunkitausta-asemien vähimmäismääräksi on asetettu yksi asema miljoonaa väestökeskittymissä ja yli 100 000 asukkaan kaupungeissa asuvaa asukasta kohti. Suomessa on kahdeksan yli 100 000 asukkaan kaupunkia ja niissä asuu yhteensä noin 1,7 miljoonaa asukasta, joten kaupunkitausta-asemien vähimmäismäärä on 1–2 asemaa. Soveltuvat vähimmäismäärän mukaiset kaksi kaupunkitausta-asemaa sijaitsevat tällä hetkellä Helsingin Kalliossa ja Tampereen Kalevassa. Altistumisen vähennystavoite arvioidaan ensimmäisen kerran vuosien 2009–2011 pitoisuuksista. Hiukkaslaitteiden vertailumittausten mukaisesti korjattujen pienhiukkaspitoisuuksien vuosien 2006–2008 keskiarvo oli Kalliossa $9,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jonka mukaan altistumisen vähennystavoitteeksi tulisi Suomessa 10 % vuoteen 2020 mennessä. Mikäli kolmen vuoden keskiarvopitoisuus jää alle $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ei jäsenmaalle aseteta altistumisen vähennystavoitetta.

8 VIITELUETTELO

AHTONIEMI, P., TAINIO, M., TUOMISTO, J.T., KARVOSENOJA, N., KUPIAINEN, K., PORVARI, P., KARPPINEN, A., KANGAS, L. & KUKKONEN, J., 2010. Health Risks from Nearby Sources of Fine Particulate Matter: Domestic Wood Combustion and Road Traffic (PILTTI). Pienhiukkasten lähipäästöjen terveysriskit: puun pienpoltto ja tieliikenne (PILTTI). Report 3/2010. National Institute for Health and Welfare. 60 p.

ALAVIIPPOLA, B. & PESONEN, R., 2008a. Pienhiukkasten pitoisuusmittaukset Lohjan keskustassa jaksolla lokakuu 2007 - kesäkuu 2008. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 17 s.

ALAVIIPPOLA, B. & PESONEN, R., 2008b. Pienhiukkasten pitoisuusmittaukset Ovako Wire Oy Ab:n Koverharin terästehtaan ympäristössä jaksolla syyskuu 2007 - toukokuu 2008. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 19 s.

ANTTILA, P. & SALMI, T., 2006. Characterizing temporal and spatial patterns of urban PM₁₀ using six years of Finnish monitoring data. *Boreal Env. Res.* 11:463–479.

ILSE, 2009. Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadun seurannan tietojärjestelmä.

IPTJ, 2009. Suomen ympäristökeskuksen ilmapäästötietojärjestelmä.

HÄRKÖNEN, J., VALKONEN, E., KUKKONEN, J., RANTAKRANS, E., LEHTINEN, K., KARPPINEN, A. & JALKANEN, L., 1996. A model for the dispersion of pollution from a road network. Finnish Meteorological Institute. *Publications on air quality No. 23*, Helsinki, Yliopistopaino, 34 s.

HÄRKÖNEN, J., WALDEN, J. & KUKKONEN, J., 1997. Comparison of model predictions and measurements near a major road in an urban area. *International Journal of Environment and Pollution*, Vol. 8, Nos 3-6, p. 761–768

KARPPINEN, A., KUKKONEN, J., NORDLUND, G., RANTAKRANS, E. & VALKAMA, I., 1998. A dispersion modelling system for urban air pollution. *Ilmansuojelun julkaisuja* 28, Ilmatieteen laitos, Helsinki.

KARPPINEN, A., KUKKONEN, J., ELOLÄHDE, T., KONTTINEN, M., KOSKENTALO, T. & RANTAKRANS, E., 2000a. A modelling system for predicting urban air pollution, Model description and applications in the Helsinki metropolitan area. *Atmos. Environ.* 34, pp. 3723–3733.

KARPPINEN, A., KUKKONEN, J., ELOLÄHDE, T., KONTTINEN, M. & KOSKENTALO, T., 2000b. A modelling system for predicting urban air pollution, Comparison of model predictions with the data of an urban measurement network. *Atmos. Environ.* 34, pp. 3735–3743.

KARVOSENOJA, N., 2008. Emission scenario model for regional air pollution. *Monographs Boreal Environ. Res.* 32. Väitöskirja.

KARVOSENOJA, N., TAINIO, M., KUPIAINEN, K., TUOMISTO, J.T., KUKKONEN, J. & JOHANSSON, M., 2008. Evaluation of the emissions and uncertainties of PM_{2.5} originated from vehicular traffic and domestic wood combustion in Finland. *Boreal Environ. Res.* 13, pp. 465–474.

KOUSA, A., KUKKONEN, J., KARPPINEN, A., AARNIO, P., & KOSKENTALO, T., 2001. Statistical and diagnostic evaluation of a new-generation urban dispersion modelling system against an extensive dataset in the Helsinki Area. *Atmos. Environ.* 35, pp. 4617–4628.

KUKKONEN, J., HÄRKÖNEN, J., WALDEN, J., KARPPINEN, A. & LUSA, K., 2001. Evaluation of the dispersion model CAR-FMI against data from a measurement campaign near a major road. *Atmos. Environ.* 35, pp. 949–960.

KUKKONEN, J., KARPPINEN, A., SOFIEV, M., KANGAS, L., KARVOSENOJA, N., JOHANSSON, M., PORVARI, P., TUOMISTO, J., TAINIO, M., KOSKENTALO, T., AARNIO, P., KOUSA, A., PIRJOLA, L. & KUPIAINEN, K., 2007. Kokonaismalli pienhiukkasten päästöjen, leviämisen ja riskin arviointiin – KOPRA. *Tutkimuksia* No. 1. Ilmanlaatu, Ilmatieteen laitos, Helsinki.

KUPIAINEN, K.J., TERVAHATTU, H., RÄISÄNEN, M., MÄKELÄ, T., AURELA, M. & HILLAMO, R., 2006. Size and Composition of Airborne Particles from Pavement Wear, Tires and Traction Sanding. *Environmental Science & Technology* 39, 699–706.

L 13/2011. Laki ympäristönsuojelulain muuttamisesta. Annettu Helsingissä 14.1.2011.

LAPPI, S., LOVÉN, K., RASILA, T. & PIETARILA, H., 2008. Pääkaupunkiseudun päästöjen leviämiselvitys. Energiantuotannon, satamatoiminnan, laivaliikenteen, lentoliikenteen, lentoasematoiminnan ja autoliikenteen typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut. 56 s, 32 liites.

LEVITIN, J., HÄRKÖNEN, J., KUKKONEN, J. & NIKMO, J., 2005. Evaluation of the CALINE4 and CAR-FMI models against measurements near a major road. *Atmos Environ.* 39, pp. 4439–4452.

NIEMI, J., SAARIKOSKI, S., AURELA, M., TERVAHATTU, H., HILLAMO, R., LUOTO, T., AARNIO, P., KOSKENTALO, T., MAKKONEN, U., VEHKAMÄKI, H., HUSSEIN, T., MARTIKAINEN, T. & KULMALA, M., 2006. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999–2005. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Helsinki.

NIEMI, J., MALKKI, M., MYLLYNEN, M., LOUNASHEIMO, J., KOUSA, A., JULKUNEN, A. & KOSKENTALO, T., 2009. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta YTV, Helsinki.

PIETARILA, H., HAAPARANTA, S., HELLÉN, H., RASILA, T., VARJORANTA, R., LINDGREN, K., KAUHANIEMI, M., ALAVIIPPOLA, B.,

HILLAMO, R. & SAARNIO, K., 2007. Kuopion Kurkimäen ilmanlaatatutkimukset. Kirjassa: Tissari, J., Salonen, R.O., Vesterinen, R., ja Jokiniemi, J. (toim.). Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys. PUPO- ja PUPO-terveys -projektien yhteinen loppuraportti. *Kuopion yliopiston ympäristötieteen laitoksen monistesarja 2/2007*. 138 s + 1 liites. Kopijyvä, Kuopio.

SALMI, J., LAPPI, S., RASILA, T., LOVÉN, K. & HANNUNIEMI, H., 2009. Turun seudun päästöjen leviämismalliselvitys. Energiantuotannon, teollisuuden, laivaliikenteen ja autoliikenteen typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki, 30 s. + 66 liites.

SALMI, J., ALAVIIPPOLA, B., RANTA, P., LAPPI, S. & KAUHANIEMI, M., 2010. Kouvola ja Iitin päästöjen leviämismalliselvitys. Energiantuotannon, teollisuuden ja autoliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 26 s + 27 liites.

SOFIEV, M., SILJAMO, P., VALKAMA, I., ILVONEN, M. & KUKKONEN, J., 2006. A dispersion modelling system SILAM and its evaluation against ETEX data. *Atmos. Environ.* 40: 674–685.

SUOMEN YMPÄRISTÖKESKUS, 2009. Air pollutant emissions in Finland 1990–2007. Informative inventory report to the Secretariat of the UNECE Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution. 13th March 2009.

TAINIO, M., KARVOSENOJA, N., AHTONIEMI, P., KUPIAINEN, K., PORVARI, P., KARPPINEN, A., KANGAS, L., KUKKONEN, J. & TUOMISTO, J.T., 2008. Liikenteen ja puun pienpolton pienhiukkasten terveysriskit. Pienhiukkasten lähipäästöjen terveysriskit. Puun pienpolto ja tieliikenne (PILTTI) – projekti. *Ympäristö ja terveys* 10:2008.

Vna 38/2011. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 20.1.2011.

WALDEN, J., HILLAMO, R., AURELA, M., MÄKELÄ, T. & LAURILA, S., 2010. Demonstration of the equivalence of PM_{2.5} and PM₁₀ measurement methods in Helsinki 2007–2008. *Tutkimuksia No. 3*. Finnish Meteorological Institute, Helsinki. 103 p. <http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/julkaisu/pdf/vertailulab/PM-equivalence%20report-FMI.pdf>

WHO, 2006. WHO Air quality guidelines. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. Global update 2005. Copenhagen, WHO Regional Office for Europe.

1999/30/EY. Neuvoston direktiivi ilmassa olevien rikkidioksidin, typpidioksidin ja typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn pitoisuuksien raja-arvoista. Annettu 22.4.1999.

2004/107/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä. Annettu 15.12.2004.

2008/50/EY. Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. Annettu 21.5.2008

LIITTEET

Suurimmat hiukkaspäästölähteet vuonna 2007 (t/a)

Liite 1

Pistepäästölähde	TSP	PM ₁₀	PM _{2,5}	Yhteensä (t/a)
Sunila Oy, Kotka	535	500	435	1471
Metsä-Botnia Oy, Rauma	525	468	388	1380
Rautaruukki Oyj, Rautaruukki Steel, Raah	2802	775	357	3934
Oy Metsä-Botnia Ab, Äänekosken tehdas	407	394	351	1153
UPM-Kymmene Oyj, Tervasaari, Valkeakoski	366	291	229	886
UPM-Kymmene Oyj, Kaukas, Lappeenranta	307	277	187	772
Oy Metsä-Botnia Ab, Kaskinen	206	176	140	523
Stora Enso Enocell Oy, Eno	170	150	100	421
Oy Metsä-Botnia Ab, Joutseno	160	138	99	396
Stora Enso Oyj, Imatra	174	136	98	407
Stora Enso Oyj, Veitsiluoto, Kemi	107	105	92	304
Stora Enso Oyj, Heinola	163	143	91	396
Powerflute Oy Savon Sellu, Kuopio	186	154	90	430
UPM-Kymmene Oyj, Kymi	103	100	87	289
Lännen Rehu Oy, Säkylä	138	119	77	335
Ovako Wire Oy Ab, Koverhar, terästehdas, Hanko	475	206	64	745
Finnsementti Oy, Parainen	86	81	61	229
Stora Enso Oyj, Varkaus	103	91	58	252
Fortum Power and Heat Oy, Haapaveden voimalaitos	204	191	56	451
Neste Oil Oyj, Sköldvik	95	82	53	230
Jyväskylän Energiantuotanto Oy	144	122	53	318
UPM-Kymmene Oyj, Pietarsaari	83	64	43	189
Porin Lämpövoima Oy Aittaluoto	112	95	39	246
Tetra Chemicals Europe Oy, ent. Kemira Kokkolan tehta	70	60	39	170
Stora Enso Oyj, Fine Paper, sellutehdas, Oulu	62	52	34	148
Ovako Bar Oy Ab, terästehdas, Imatra	59	32	32	123
Stora Enso Oyj, Kotka	39	37	32	109
Kainuun Voima Oy, Kajaanin höyryvoimalaitos	89	75	32	196
Puhos Board Oy, Kitee	275	90	31	397
Fortum Power and Heat Oy, Meri-Porin voimalaitos	136	121	29	286
Fortum Power and Heat Oy, Naantal	132	118	28	278
Puhos Board Oy, Keuruu	137	56	25	217
Valio Oy, Seinäjoki	41	31	25	97
PVO-Lämpövoima Oy, Kristiinan voimalaitos	112	100	24	236
Oy Metsä-Botnia Ab, Kemi	46	38	24	109
Kuopion Energia Oy, Haapaniemen voimalaitos	65	61	23	149
Jyväskylän Energiantuotanto Oy, Savelan voimalaitos	62	53	21	136
Mussalon Kaukolämpö Oy ja Nokian Lämpövoima Oy, Mussalon voimalaitos, Kotka	67	63	20	150
Fortum Power and Heat Oy/Fortum Service Oy, Joensuu	57	48	20	125
Fortum Power and Heat Oy, Eno	55	47	20	121
Oulun Energia, Toppilan voimalaitokset, Oulu	64	52	20	136
Outokumpu Chrome Oy, Outokumpu Stainless Oy, ent Avesta Polarit, Tornio	163	31	19	213
Suomen Sokeri Oy, Kirkkonummi	30	23	18	71
Kuitu Finland Oy (ent.Säteri Oy), voimalaitos, Valkeakoski	48	41	17	105
Helsingin Energia, Hanasaaren B-voimalaitos	178	137	17	332
Fortum Power and Heat Oy, Inkoon voimalaitos	72	65	16	153
Vapo Timber Oy, Hankasalmi	71	60	16	147
Raisio Oyj, Raisio teollisuusalue	28	23	16	67
Kemira Pigments Oy, Pori	90	38	15	143
PVO Lämpövoima Oy, Pori	67	60	14	141

Pienhiukkasmittaukset Suomessa 1998–2009

Liite 2

Kunta	Mittausasema	Aluetyyppi	Edustavuus	Alku	Loppu	Menetelmä	Laite	Näytteenotto (m)
Espoo	Luukki	maaseutu	tausta	1.1.2004	14.1.2005	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4,5
				14.1.2005	16.11.2005	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A+FDMS	
				5.1.2006	27.12.2006	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	
				27.12.2006	17.1.2008	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A+FDMS	
				17.1.2008	23.3.2009	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	
				23.3.2009		beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	
Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	1.1.1999	28.12.2006	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4
				28.12.2006	10.11.2008	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	
				10.11.2008	23.3.2009	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	
				23.3.2009		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	
				4.1.2005		beetasäteilyn absorptio	FH 62 I-R	
Helsinki	Runebergink.	kaupunki	liikenne	24.2.2003	31.12.2004	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4,5
Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	1.1.1998	31.12.2003	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4,5
Helsinki	Kumpula	kaupunki	tausta	1.11.2004	26.6.2007	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A+FDMS	4
Helsinki	Vartiokylä	esikaupunki	tausta	20.1.2009		laservalon sironta	Grimm 180	4
Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	1.1.2009		laservalon sironta	Grimm 180	3,5
Espoo	Leppävaara 3	esikaupunki	liikenne	3.1.2009		laservalon sironta	Grimm 180	3,5
Lohja	Nahkurintori 2	kaupunki	tausta	1.1.2009		laservalon sironta	Grimm 180	4
Helsinki	Länsisatama	kaupunki	satama	1.1.2008	31.12.2008	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4
Vantaa	Itä-Hakkila	esikaupunki	tausta	1.1.2008	31.12.2008	laser-diffraktio	Grimm 180	4
Helsinki	Hämeentie	kaupunki	liikenne	1.1.2009	31.12.2009	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	4
Helsinki	Katajanokka	kaupunki	satama	1.1.2009	31.12.2009	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4
Espoo	Tuomarila	esikaupunki	liikenne	2.1.2009	31.12.2009	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4
Kuopio	Maaherankatu	kaupunki	liikenne	1.1.2005	31.12.2005	värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	4
Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	1.2.2007		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	4
Oulu	Keskusta 2	kaupunki	liikenne	4.2.2002		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400	4
Vaasa	Keskusta	kaupunki	liikenne	14.2.2001	23.8.2006	beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4
				2.4.2007		beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	
Vaasa	Vesitorni	kaupunki	tausta	20.4.2007		laservalon sironta	Grimm 180	5
Imatra	Rautionkylä	esikaupunki	teollisuus/tausta	1.1.2007	31.12.2008	beta-säteilyn absorptio	ThermoESMAnderse	8
				7.4.2009		beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	
Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	19.4.2008		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	
Turku	Oriketo	kaupunki	teollisuus	1.5.2008		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1405-DF	4
Lappeenranta	Keskusta 4	kaupunki	liikenne	16.6.2008		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	6
Lappeenranta	Tirilä	esikaupunki	teollisuus/tausta	1.8.2008		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	4
Tampere	Linja-autoasema	kaupunki	liikenne/tausta	12.11.2008		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	5
Tampere	Kaleva	kaupunki	tausta	10.2.2009		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 A	5
Tampere	Epilä 2	esikaupunki	liikenne	18.11.2009		laservalon sironta	Grimm 180	4
Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	9.12.2009		beta-säteilyn absorptio ja valon sironta	Environnement MP101M	6
Raahe	Merikatu	kaupunki	teollisuus	1.10.2009		värahtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	4
Länsi-Turunmaa	Utö	maaseutu	tausta	7.10.2003		beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4,5
Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	15.7.2003		beta-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	4,5
Inari	Raja-Jooseppi	maaseutu	tausta	21.5.2009	27.5.2010	laservalon sironta	Grimm 180	4
Juupajoki	Hyttiälä	maaseutu	tausta	11.2.1999		keräin	Dekati PM10 impaktori	

Ilmanlaadun mittaajien hiukkasmittalaitteissa käyttämät korjausyhtälöt sekä vertailumittauksissa saadut PM_{2,5} korjausyhtälöt

Liite 3

Kunta	Mittausasema	Vuosi	Laite	Mittaajan korjaus	Laitevertailussa suositeltu korjaus	Todellinen korjaus ¹⁾
Espoo	Luukki	2004 ja 2006	FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
		2008	Teom 1400 A	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Helsinki	Kallio 2	1999–2006	FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
		2007–2008	Teom 1400 AB	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Helsinki	Mannerheimintie		FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
Helsinki	Runeberginkatu		FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
Helsinki	Vallila 1		FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
Helsinki	Länsisatama		FH 62 I-R	1.15	1.35	1.17
Vantaa	Itä-Hakkila		Grimm 180	1	0.75	0.75
Kuopio	Kasarmipuisto		Teom 1400 A	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Kuopio	Maaherrankatu		Teom 1400 A	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Oulu	Oulun keskusta 2		Teom 1400 A	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Vaasa	Vaasa vesitorni		Grimm 180	1	0.75	0.75
Vaasa	Vaasan keskusta		FH 62 I-R	1	1.35	1.35
Imatra	Rautionkylä		FH 62 I-R	1	1.35	1.35
Lahti	Tori		Teom 1400 A	1.03x+3	1.25x+1.56	1.21x-2.08
Turku	Oriketo		Teom 1405-DF ²⁾			
Länsi-Turunmaa	Utö		FH 62 I-R	1	1.35	1.35
Virolahti	Virolahti		FH 62 I-R	1	1.35	1.35
Inari	Raja-Jooseppi		Grimm 180	1	0.75	0.75
Juupajoki	Hyttiälä		Dekati PM ₁₀	1	0.89	0.89

¹⁾ Poistettu mittaajan korjaus ja tehty laitevertailun tulosten mukainen suositeltu korjaus

²⁾ TEOM 1405-DF ei ollut mukana laitevertailussa eikä pitoisuuksia ole korjattu

PM_{2,5} vuosikeskiarvopitoisuudet: alkuperäiset mitatut pitoisuudet sekä laitevertailun tulosten perusteella korjatut pitoisuudet. Vuosipitoisuudet on esitetty harmaalla värillä, kun mittauksen ajallinen kattavuus on ollut 50–75 %.

Liite 4

Kunta	Mittausasema	Mitatut PM _{2,5} -pitoisuudet (µg/m ³)											Laitevertailun perusteella korjatut PM _{2,5} -pitoisuudet (µg/m ³)										
		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Espoo	Luukki							7.3		8.2		7.3							8.6		9.6		6.8
Helsinki	Kallio 2		10.0	7.9	8.2	8.8	8.7	7.6	8.3	9.8	9.0	8.6		11.7	9.3	9.6	10.3	10.2	8.9	9.7	11.5	8.8	8.3
Helsinki	Mannerheimintie								10.7	11.0	9.5	9.3								12.6	12.9	11.2	10.9
Helsinki	Runeberginkatu						11.5	10.3										13.5	12.1				
Helsinki	Vallila 1	11.2	11.6	8.7	9.3	10.0	9.7						13.1	13.6	10.2	10.9	11.7	11.4					
Helsinki	Länsisatama											8.1											9.5
Vantaa	Itä-Hakkila											8.7											6.5
Kuopio	Maaherrankatu								8.3										8.0				
Kuopio	Kasarmipuisto										7.0	6.9										6.4	6.3
Oulu	Keskusta 2					8.0	8.3	8.0	9.3	9.3	8.4	7.7					7.6	8.0	7.6	9.2	9.2	8.1	7.2
Vaasa	Keskusta							6.7	5.8	7.7	4.7	5.2						9.2	7.9	10.5	6.4	7.1	
Vaasa	Vesitorni										6.5	7.2										4.9	5.4
Imatra	Rautionkylä									8.5	7.0											11.5	9.5
Lahti	Tori											6.4											5.7
Turku	Oriketo											6.1											
Länsi-Turunmaa	Utö							6.8	6.1	6.7	5.3	5.3						9.3	8.4	9.2	7.3	7.3	
Virolahti	Virolahti							7.5	7.4	7.7	5.8	5.6						10.3	10.1	10.5	7.9	7.7	
Juupajoki	Hyytiälä		6.6	5.5	5.7	7.2	6.8	4.7	5.9	6.0	4.7	4.4		5.9	4.9	5.1	6.4	6.0	4.2	5.3	5.3	4.2	3.9

¹⁾ TEOM 1405-DF ei ollut mukana laitevertailussa.

Arvioinnissa käytetyt PM₁₀ mittaustulokset

Liite 5

						Kattavuudet:	Pitoisuudet:		
						yli 90 %	AAK ylittyy		
						75-90 %	YAK ylittyy		
						alle 75 %	RA ylittyy		
							Keski	90.4 %-	36.kork.
Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	arvo	piste	vrk-arvo
HSY	Vantaa	Askisto	esikaupunki	tausta	2003	37.5	12.5	21.8	15.8
HSY	Espoo	Espoon keskus	kaupunki	liikenne	2007	97.3	18.6	34.1	33.7
HSY	Vantaa	Helsingin pitäjän kk	esikaupunki	liikenne	2004	94.3	21.9	39.8	38.4
HSY	Helsinki	Hämeentie	kaupunki	liikenne	2005	99.2	28.9	52.1	52.1
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2003	99.7	16.4	29.3	29.3
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2004	99.5	13.9	25.2	25.2
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2005	99.7	15.3	28.8	28.8
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2006	99.5	16.6	28.4	28.4
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2007	98.4	16.8	30.0	29.8
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2007	98.4	16.8	30.0	29.8
HSY	Helsinki	Kallio 2	kaupunki	tausta	2008	97.3	14.3	24.6	24.5
HSY	Espoo	Kauklahti	esikaupunki	liikenne	2003	93.7	16.5	27.3	27.2
HSY	Espoo	Kivenlahti	esikaupunki	liikenne	2004	75.7	18.6	34.6	28.4
HSY	Vantaa	Kivistö	esikaupunki	liikenne	2006	92.9	16.9	29.7	29.5
HSY	Vantaa	Lentoasema	tuntematon	liikenne	2007	98.4	18.8	30.8	30.6
HSY	Espoo	Leppävaara 2	esikaupunki	liikenne	2003	100.0	20.7	37.5	37.5
HSY	Espoo	Leppävaara 2	esikaupunki	liikenne	2004	97.8	18.6	32.5	32.5
HSY	Espoo	Leppävaara 3	esikaupunki	liikenne	2005	98.9	22.7	41.2	41.2
HSY	Espoo	Leppävaara 3	esikaupunki	liikenne	2006	98.9	20.2	34.1	34.1
HSY	Espoo	Leppävaara 3	esikaupunki	liikenne	2007	97.8	20.1	35.9	35.8
HSY	Espoo	Leppävaara 3	esikaupunki	liikenne	2008	98.6	18.7	31.3	31.3
HSY	Espoo	Lintuvaara	esikaupunki	tausta	2005	94.5	18.5	32.4	31.8
HSY	Espoo	Luukki	maaseutu	tausta	2003	96.4	11.8	23.6	23.6
HSY	Helsinki	Mannerheimintie	kaupunki	liikenne	2005	98.1	30.5	57.4	57.2
HSY	Helsinki	Mannerheimintie	kaupunki	liikenne	2006	100.0	30.1	51.0	51.0
HSY	Helsinki	Mannerheimintie	kaupunki	liikenne	2007	98.9	29.1	49.7	49.7
HSY	Helsinki	Mannerheimintie	kaupunki	liikenne	2008	99.5	28.1	49.1	49.1
HSY	Espoo	Pohjois-Tapiola	kaupunki	liikenne	2006	97.0	21.4	37.6	37.3
HSY	Helsinki	Runeberginkatu	kaupunki	liikenne	2003	84.4	33.7	56.6	52.5
HSY	Helsinki	Runeberginkatu	kaupunki	liikenne	2004	98.6	24.4	45.8	45.8
HSY	Vantaa	Tammisto	esikaupunki	liikenne	2005	93.2	22.4	43.9	43.3
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2003	96.4	22.6	39.0	38.3
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2004	99.2	20.2	35.2	35.2
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2005	99.5	22.6	40.5	40.5
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2006	98.6	20.8	36.4	36.4
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2007	99.5	18.9	31.0	31.0
HSY	Vantaa	Tikkurila 3	esikaupunki	liikenne	2008	99.5	16.9	30.2	30.2
HSY	Helsinki	Töölö	kaupunki	liikenne	2003	99.5	23.1	43.0	43.0
HSY	Helsinki	Töölö	kaupunki	liikenne	2004	94.5	19.6	37.2	34.9
HSY	Helsinki	Töölöntulli	kaupunki	liikenne	2006	97.0	37.9	67.0	63.2
HSY	Helsinki	Unioninkatu	kaupunki	liikenne	2007	97.0	22.7	42.5	40.7
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2003	99.7	19.4	34.6	34.6
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2004	99.5	16.9	30.3	30.3
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2005	99.5	19.8	35.8	35.8
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2006	98.9	19.6	31.3	31.3
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2007	97.5	19.1	33.5	33.5
HSY	Helsinki	Vallila 1	kaupunki	liikenne	2008	99.2	17.9	31.0	31.0
HSY	Helsinki	Vallila 2	kaupunki	tausta	2003	44.7	15.7	28.6	22.2
UUS	Hanko	Hanko, Kauppatori	tuntematon	tuntematon	2006	31.5	27.9		30.4
UUS	Järvenpää	Järvenpää	kaupunki	liikenne	2006	86.0	21.3	41.7	40.5
UUS	Kerava	Kerava	kaupunki	liikenne	2005	98.1	22.8	40.9	40.7

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
UUS	Hyvinkää	Hyvinkää	tuntematon	tuntematon	2008	40.2	28.8		29.9
UUS	Hyvinkää	Hyvinkää 2	tuntematon	tuntematon	2008	57.9	11.9	19.0	16.0
UUS	Lohja	Lohja, Keskusta	kaupunki	tausta	2006	91.0	15.9	27.8	27.0
UUS	Lohja	Lohja, Keskusta	kaupunki	tausta	2007	100.0	14.2	24.5	24.5
UUS	Lohja	Lohja, Keskusta	kaupunki	tausta	2008	99.7	12.3	23.4	23.4
UUS	Porvoo	Mannerheiminkatu	kaupunki	liikenne	2004	99.2	21.4	36.4	36.4
UUS	Porvoo	Mannerheiminkatu	kaupunki	liikenne	2007	97.8	20.8	38.1	37.6
UUS	Lohja	Nahkurintori	kaupunki	tausta	2003	100.0	16.1	30.3	30.3
UUS	Lohja	Nahkurintori	kaupunki	tausta	2004	100.0	14.5	25.3	25.3
UUS	Lohja	Nahkurintori	kaupunki	tausta	2005	98.6	16.8	29.3	29.3
UUS	Lohja	Nahkurintori	kaupunki	tausta	2006	8.5	15.4		
UUS	Hanko	Syndalen	maaseutu	teollisuus	2004	7.7	17.8		
UUS	Hanko	Syndalen	maaseutu	teollisuus	2005	37.3	23.3		28.7
UUS	Hanko	Syndalen	maaseutu	teollisuus	2007	91.2	17.0	30.5	29.8
UUS	Lohja	Virkkalan terveysasema	esikaupunki	tausta	2004	7.4	6.2		
UUS	Lohja	Virkkalan terveysasema	esikaupunki	tausta	2005	43.8	12.7		18.0
LOS	Turku	Aninkaistensilta	kaupunki	liikenne	2003	99.2	22.1	38.7	38.7
LOS	Turku	Aninkaistensilta	kaupunki	liikenne	2004	100.0	20.0	36.9	36.9
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2003	79.2	14.3	28.1	25.8
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2004	92.3	16.3	33.9	31.7
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2005	82.7	21.7	40.0	37.8
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2006	93.2	16.0	29.4	28.8
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2007	97.0	12.7	21.3	21.0
LOS	Rauma	Hallikatu	kaupunki	liikenne	2008	100.0	12.9	24.2	24.2
LOS	Pori	Itätulli	kaupunki	liikenne	2003	65.2	25.4	46.7	39.0
LOS	Pori	Itätulli 2	kaupunki	liikenne	2004	85.2	18.7	35.6	32.7
LOS	Pori	Itätulli 2	kaupunki	liikenne	2005	98.6	20.3	36.2	36.2
LOS	Kaarina	Kaarina	kaupunki	tausta	2004	81.7	13.5	28.7	26.5
LOS	Kaarina	Kaarina	kaupunki	tausta	2005	100.0	12.6	24.1	24.1
LOS	Kaarina	Kaarina	kaupunki	tausta	2006	99.2	13.1	26.3	26.3
LOS	Kaarina	Kaarina	kaupunki	tausta	2007	100.0	12.6	21.5	21.5
LOS	Kaarina	Kaarina	kaupunki	tausta	2008	99.5	10.4	18.0	18.0
LOS	Harjavalta	Kaleva	esikaupunki	teollisuus	2007	51.8	15.5	26.1	20.4
LOS	Harjavalta	Kaleva	esikaupunki	teollisuus	2008	65.3	10.1	16.5	13.9
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2003	100.0	15.3	28.8	28.8
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2004	100.0	14.2	26.5	26.5
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2005	97.0	13.5	24.3	24.2
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2006	97.5	14.0	25.9	25.8
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2007	99.2	13.1	23.1	23.1
LOS	Naantali	Naantalin keskusta	kaupunki	liikenne	2008	99.2	11.5	20.1	20.1
LOS	Harjavalta	Pirkkalan työkeskus	esikaupunki	teollisuus	2007	99.5	11.6	17.5	17.5
LOS	Harjavalta	Pirkkalan työkeskus	esikaupunki	teollisuus	2008	99.5	10.3	16.0	16.0
LOS	Pori	Porin keskusta	kaupunki	liikenne	2006	46.3	22.4		32.2
LOS	Pori	Porin keskusta	kaupunki	liikenne	2007	99.5	16.1	26.3	26.3
LOS	Pori	Porin keskusta	kaupunki	liikenne	2008	99.5	16.8	31.4	31.4
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2003	98.9	14.0	26.0	26.0
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2004	98.1	13.5	23.9	23.8
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2005	96.7	15.7	26.8	25.7
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2006	99.2	14.6	27.5	27.5
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2007	98.6	15.2	25.4	25.4
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2007	98.6	15.2	25.4	25.4
LOS	Raisio	Raision keskusta	kaupunki	liikenne	2008	100.0	13.8	23.1	23.1
LOS	Harjavalta	Torttilan koulu 1	esikaupunki	teollisuus	2003	28.5	8.0	13.8	8.7
LOS	Harjavalta	Torttilan koulu 1	esikaupunki	teollisuus	2004	27.6	7.2	13.3	7.7
LOS	Harjavalta	Torttilan koulu 1	esikaupunki	teollisuus	2005	27.7	8.5	15.6	9.6
LOS	Harjavalta	Torttilan koulu 1	esikaupunki	teollisuus	2006	28.5	10.2	18.5	11.0
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2003	98.1	21.1	37.6	37.5
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2004	92.3	20.7	36.2	35.3
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2005	100.0	20.7	36.1	36.1
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2006	97.8	16.2	30.1	29.2
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2007	98.6	17.8	32.8	32.8
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2007	98.6	17.8	32.8	32.8
LOS	Turku	Turun kauppatori	kaupunki	liikenne	2008	99.2	17.4	30.2	30.2
LOS	Turku	Oriketo	esikaupunki	teollisuus	2008	66.7	8.9	14.4	13.4
HAM	Hämeenlinna	Cygnauksenkadun puisto	kaupunki	tausta	2003	38.1	19.6		25.1
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2003	85.8	17.0	31.7	28.8

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2004	97.3	15.9	28.8	28.1
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2005	99.5	14.2	22.5	22.5
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2006	98.6	14.7	27.5	27.5
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2007	99.2	14.6	22.8	22.8
HAM	Heinola	Heinolan keskusta	kaupunki	liikenne	2008	100.0	12.9	20.9	20.9
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2003	56.4	15.1	25.4	21.3
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2004	98.4	18.8	34.9	34.9
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2005	99.7	18.8	35.2	35.2
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2006	76.4	21.4	41.2	36.7
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2007	74.5	15.7	24.1	20.3
HAM	Hämeenlinna	Kaivokatu	kaupunki	liikenne	2008	97.0	17.0	32.9	31.8
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2003	99.7	17.5	31.4	31.4
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2004	99.2	18.2	35.3	35.3
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2005	98.9	19.0	35.5	35.5
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2006	100.0	18.4	33.2	33.2
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2007	100.0	18.7	31.7	31.7
HAM	Lahti	Laune	esikaupunki	liikenne	2008	100.0	17.5	31.3	31.3
HAM	Lahti	Möysä	kaupunki	tausta	2003	29.9	12.7	25.7	13.9
HAM	Lahti	Möysä	kaupunki	tausta	2004	31.7	12.9	25.0	14.9
HAM	Riihimäki	Riihimäki, Hämeenkatu	kaupunki	liikenne	2005	81.4	27.1	54.4	51.5
HAM	Riihimäki	Riihimäki, Hämeenkatu	kaupunki	liikenne	2006	41.4	22.1		27.0
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2003	98.1	16.1	28.0	27.8
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2004	100.0	15.5	28.2	28.2
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2005	98.6	15.8	27.3	27.3
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2006	100.0	15.5	29.4	29.4
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2007	100.0	15.1	25.8	25.8
HAM	Lahti	Tori	kaupunki	liikenne	2008	98.9	16.6	31.4	31.4
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2003	99.5	13.2	23.3	23.3
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2004	87.7	12.2	21.1	20.3
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2005	98.4	14.7	27.5	27.4
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2006	96.7	14.9	26.3	26.2
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2007	99.5	15.2	22.7	22.7
PIR	Valkeakoski	Hiekkatekonurmi	esikaupunki	liikenne	2008	100.0	13.4	21.7	21.7
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2003	37.0	28.2	57.4	39.2
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2004	38.3	24.2	49.1	28.5
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2005	33.2	31.1	63.2	33.5
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2006	31.8	29.8	56.9	29.8
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2006	57.0	19.9	36.2	30.5
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2007	99.2	11.4	20.9	20.9
PIR	Tampere	Koskikatu	kaupunki	liikenne	2008	81.4	8.3	14.4	13.8
PIR	Tampere	Linnainmaa	esikaupunki	liikenne	2003	97.8	17.5	29.8	29.0
PIR	Tampere	Linnainmaa	esikaupunki	liikenne	2004	87.7	16.2	32.0	28.7
PIR	Tampere	Niemi	esikaupunki	tausta	2006	58.4	13.2	24.2	17.8
PIR	Tampere	Niemi	esikaupunki	tausta	2007	99.7	11.8	19.5	19.5
PIR	Tampere	Niemi	esikaupunki	tausta	2008	97.0	11.8	21.2	21.0
PIR	Tampere	Pirkankatu	kaupunki	liikenne	2004	86.3	16.7	36.0	29.7
PIR	Tampere	Pirkankatu	kaupunki	liikenne	2005	100.0	16.9	31.7	31.7
PIR	Tampere	Pirkankatu	kaupunki	liikenne	2006	98.1	17.0	30.8	29.6
PIR	Tampere	Pirkankatu	kaupunki	liikenne	2007	97.5	17.0	29.1	28.8
PIR	Tampere	Pirkankatu	kaupunki	liikenne	2008	100.0	16.7	29.7	29.7
PIR	Tampere	Santalahti	esikaupunki	liikenne	2006	10.7	16.6		6.7
PIR	Tampere	Santalahti	esikaupunki	liikenne	2007	77.8	21.0	40.1	36.0
PIR	Tampere	Santalahti	esikaupunki	liikenne	2008	98.6	17.4	31.8	31.8
PIR	Tampere	Veisu	esikaupunki	liikenne	2005	98.9	15.8	30.1	30.1
PIR	Tampere	Veisu	esikaupunki	liikenne	2006	83.3	16.0	28.3	26.7
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2003	99.7	13.6	25.0	25.0
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2004	99.7	14.9	28.8	28.8
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2005	99.7	14.2	26.3	26.3
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2006	97.5	13.4	24.6	24.5
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2007	97.3	14.8	23.9	23.6
KSU	Jyväskylä	Lyseo 2	kaupunki	liikenne	2008	98.9	12.6	22.1	22.1
KSU	Jämsä	Lääkäritalo	kaupunki	tausta	2003	95.1	11.5	19.9	19.3
KSU	Jämsä	Lääkäritalo	kaupunki	tausta	2004	80.1	10.6	19.9	18.0
KSU	Jämsä	Lääkäritalo	kaupunki	tausta	2005	97.5	10.1	17.1	17.0
KSU	Jämsä	Lääkäritalo	kaupunki	tausta	2006	95.9	10.8	18.9	18.8
KSU	Jämsä	Lääkäritalo	kaupunki	tausta	2008	100.0	9.0	15.0	15.0

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
KSU	Jyväskylä	Palokka 2	esikaupunki	tausta	2003	98.1	11.8	19.1	19.1
KSU	Jyväskylä	Palokka 2	esikaupunki	tausta	2004	99.7	12.3	20.1	20.1
KSU	Jyväskylä	Palokka 2	esikaupunki	tausta	2005	98.4	12.3	21.7	21.5
KSU	Jyväskylä	Palokka 2	esikaupunki	tausta	2006	95.6	14.1	27.0	26.8
KSU	Jyväskylä	Palokka 2	esikaupunki	tausta	2008	99.7	11.1	18.8	18.8
KSU	Suolahti	Suolahti	kaupunki	teollisuus	2003	99.5	10.9	20.5	20.5
KSU	Äänekoski	Äänekoski Hiski	esikaupunki	teollisuus	2004	81.7	13.3	23.1	20.8
KSU	Äänekoski	Äänekoski Hiski	esikaupunki	teollisuus	2005	100.0	13.6	23.7	23.7
KSU	Äänekoski	Äänekoski Hiski	esikaupunki	teollisuus	2006	73.7	13.7	24.9	22.1
KSU	Äänekoski	Äänekoski Hiski	esikaupunki	teollisuus	2007	100.0	13.7	22.9	22.9
KSU	Äänekoski	Äänekoski Hiski	esikaupunki	teollisuus	2008	97.0	12.6	21.2	21.1
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2003	93.4	14.9	23.4	23
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2004	92.1	15.3	27.9	27.4
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2005	93.2	16.3	32	31.1
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2006	96.7	17.3	29.5	29.5
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2007	95.1	16.1	25.4	24.6
LSU	Pietarsaari	Bottenviksvägen	kaupunki	liikenne	2008	95.4	14.7	28.4	26.6
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2003	99.5	14.6	28.0	28.0
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2004	86.6	12.8	24.9	22.8
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2005	99.7	14.7	26.1	26.1
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2006	87.7	16.4	30.7	30.0
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2007	88.2	14.0	25.5	22.9
LSU	Kokkola	Keskusta, Pitkäsillankatu	kaupunki	liikenne	2008	91.3	14.1	25.6	25.1
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki	esikaupunki	teollisuus	2003	12.3	13.4	24.6	7.2
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki3	esikaupunki	liikenne	2003	43.3	11.5		14.9
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki3	esikaupunki	liikenne	2004	97.5	12.4	21.8	21.5
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki3	esikaupunki	liikenne	2006	96.2	12.9	22	22
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki3	esikaupunki	liikenne	2007	94	11	16.5	16.2
LSU	Kristiinankaup.	Kristiinankaupunki3	esikaupunki	liikenne	2008	96.7	11.2	18.3	18.3
LSU	Vaasa	Vaasa vesitorni	kaupunki	tausta	2006	91.5	13.2	27.8	25.5
LSU	Vaasa	Vaasa vesitorni	kaupunki	tausta	2007	87.4	9.0	16.4	15.2
LSU	Vaasa	Vaasa vesitorni	kaupunki	tausta	2007	87.4	9	16.4	15.2
LSU	Vaasa	Vaasa vesitorni	kaupunki	tausta	2008	91.0	11.2	21.2	20.1
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2003	98.6	16.3	30.7	30.7
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2004	90.2	17.2	31.6	28.9
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2005	88.5	15.6	27.7	26.6
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2006	62.7	18.2	33.2	25.7
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2006	62.7	18.2	33.2	25.7
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2007	100.0	13.8	22.5	22.5
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2007	100.0	13.8	22.5	22.5
LSU	Vaasa	Vaasan keskusta	kaupunki	liikenne	2008	90.7	13.9	28.9	27.3
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2003	78.4	7.4	14	12.3
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2004	89.6	15.8	29.1	26.3
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2005	99.2	15.1	28.2	28.2
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2006	99.2	15.1	26.9	26.9
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2007	98.1	13.7	22.4	22
LSU	Seinäjoki	Vapaudentie	kaupunki	liikenne	2008	99.2	15.9	30.6	30.6
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2003	89.3	12.7	21.6	21.0
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2004	94.8	11.8	19.9	19.4
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2005	64.9	12.8	21.5	18.7
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2006	86.8	14.3	27.0	25.6
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2007	97.8	10.6	19.9	19.9
LSU	Kokkola	Ykspihlaja	esikaupunki	teollisuus	2008	99.5	10.6	17.5	17.5
LSU	Ähtäri	Ähtäri 2	maaseutu	tausta	2005	24.7	9.1		8.6
KAS	Hamina	Hamina kaupunki/siirrett.	kaupunki	liikenne	2007	98.6	14.0	25.4	25.4
KAS	Lappeenranta	Ihalainen	esikaupunki	teollisuus	2007	98.1	18.7	30.1	29.8
KAS	Lappeenranta	Ihalainen	esikaupunki	teollisuus	2008	99.7	17.7	31.6	31.6
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2003	87.9	14.5	27.1	25.8
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2004	98.1	13.7	24.2	23.8
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2005	75.1	15.4	27.5	24.8
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2006	96.2	15.9	28.7	28.4
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2007	95.3	14.2	22.9	22.6
KAS	Lappeenranta	Joutsenon keskusta	esikaupunki	liikenne	2008	98.4	13.1	24.4	24.4
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2003	95.6	19.8	33.3	33.1
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2004	98.4	24.2	45.8	45.8
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2005	94.2	17.8	33.3	33.0

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2006	99.7	18.1	33.2	33.2
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2007	99.5	13.7	22.7	22.7
KAS	Kotka	Kirjastotalo	kaupunki	tausta	2008	99.5	12.0	20.7	20.7
KAS	Kotka	Kotkan satama/siirrettävä	esikaupunki	tuntematon	2008	89.6	15.8	29.1	28.7
KAS	Kouvola	Kouvola, Käsityöläiskatu	kaupunki	liikenne	2006	87.7	15.8	29.0	28.0
KAS	Kouvola	Kouvola, Käsityöläiskatu	kaupunki	liikenne	2007	99.5	14.0	22.9	22.9
KAS	Kouvola	Kouvola, Käsityöläiskatu	kaupunki	liikenne	2008	99.5	14.5	27.6	27.6
KAS	Kouvola	Kouvolan keskusta	kaupunki	liikenne	2003	76.7	23.2	40.7	37.0
KAS	Kouvola	Kouvolan keskusta	kaupunki	liikenne	2004	96.2	20.6	30.5	29.8
KAS	Kouvola	Kouvolan keskusta	kaupunki	liikenne	2005	96.4	19.6	32.8	31.8
KAS	Kouvola	Kuusankoski, Mäkiylä	esikaupunki	teollisuus	2007	62.2	24.0	38.0	30.4
KAS	Kouvola	Kuusankoski, Mäkiylä	esikaupunki	teollisuus	2008	82.0	18.0	24.8	22.8
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 2	kaupunki	liikenne	2003	87.4	24.5	46.1	44.5
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 2	kaupunki	liikenne	2004	99.2	18.3	32.0	32.0
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 2	kaupunki	liikenne	2005	97.3	17.0	32.3	32.2
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 2	kaupunki	liikenne	2006	98.6	17.0	33.0	33.0
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 2	kaupunki	liikenne	2007	35.3	21.5		21.6
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 3	kaupunki	liikenne	2007	50.7	15.5	28.2	23.6
KAS	Lappeenranta	Lappeenrannan keskusta 4	kaupunki	liikenne	2008	96.7	16.2	36.8	33.1
KAS	Lappeenranta	Lauritsala	esikaupunki	teollisuus	2007	92.6	14.7	25.3	24.6
KAS	Lappeenranta	Lauritsala	esikaupunki	teollisuus	2008	88.0	14.1	25.9	25.0
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2003	97.0	13.7	25.7	25.5
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2004	98.9	13.3	25.4	25.4
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2005	99.7	13.6	26.7	26.7
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2006	98.9	13.8	26.9	26.9
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2007	97.8	12.4	23.5	23.2
KAS	Imatra	Mansikkala	esikaupunki	tausta	2008	94.3	11.8	23.7	22.4
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2003	97.5	15.9	28.5	28.3
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2004	90.7	15.5	26.9	26.6
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2005	97.8	16.9	33.8	33.8
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2006	96.4	16.6	29.0	28.6
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2007	98.6	17.0	27.7	27.7
KAS	Kotka	Rauhala	esikaupunki	teollisuus	2008	95.9	14.2	24.5	24.2
KAS	Imatra	Rautionkylä	esikaupunki	teollisuus	2003	95.6	11.9	20.1	20.0
KAS	Imatra	Rautionkylä	esikaupunki	teollisuus	2004	100.0	12.5	21.1	21.1
KAS	Imatra	Rautionkylä	esikaupunki	teollisuus	2005	100.0	12.8	22.4	22.4
KAS	Imatra	Rautionkylä	esikaupunki	teollisuus	2006	98.4	13.4	23.7	23.0
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2003	70.1	13.4	22.0	19.9
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2004	96.7	14.3	24.7	24.1
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2005	97.5	14.4	26.7	26.4
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2006	100.0	15.9	27.5	27.5
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2007	96.7	13.6	24.0	23.1
KAS	Imatra	Teppanala	esikaupunki	teollisuus	2008	98.9	13.4	22.1	22.1
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2003	95.9	10.1	17.7	17.3
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2004	99.5	10.0	18.3	18.3
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2005	95.3	11.5	21.9	21.7
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2006	97.0	10.7	19.4	19.1
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2007	99.2	9.9	18.4	18.4
KAS	Virolahti	Virolahti	maaseutu	tausta	2008	100.0	9.1	17.0	17.0
KAS	Virolahti	Virolahti, siirrettävä	maaseutu	liikenne	2005	74.8	12.4	21.8	20.0
ESA	Savonlinna	Olavinkatu	kaupunki	liikenne	2006	71.8	24.6	55.4	36.3
ESA	Savonlinna	Olavinkatu	kaupunki	liikenne	2007	16.2	18.4		10.0
ESA	Mikkeli	Porrassalmenkatu	kaupunki	liikenne	2003	82.2	16.2	28.1	26.3
ESA	Mikkeli	Porrassalmenkatu	kaupunki	liikenne	2004	100.0	15.1	27.9	27.9
ESA	Mikkeli	Porrassalmenkatu	kaupunki	liikenne	2005	100.0	15.6	28.6	28.6
ESA	Mikkeli	Porrassalmenkatu	kaupunki	liikenne	2006	24.7	15.3		15.1
ESA	Pieksämäki	Savontie	kaupunki	liikenne	2007	83.3	15.1	22.4	20.7
PSA	Kuopio	Itkonniemi	esikaupunki	liikenne	2003	97.3	14.7	25.6	25.5
PSA	Kuopio	Itkonniemi	esikaupunki	liikenne	2004	95.1	15.9	22.9	22.4
PSA	Kuopio	Itkonniemi	esikaupunki	liikenne	2005	96.7	14.4	26.4	26.4
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2003	99.5	12.7	22.5	22.5
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2004	99.2	13.3	21.7	21.7
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2005	99.7	13.5	26.1	26.1
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2006	99.7	14.0	26.9	26.9
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2007	98.9	13.1	21.6	21.6
PSA	Kuopio	Kasarmipuisto	kaupunki	tausta	2008	99.5	10.8	18.2	18.2

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
PSA	Kuopio	Kuopio, Hepomäki	maaseutu	teollisuus	2006	28.2	7.9		7.8
PSA	Kuopio	Maaherrankatu	kaupunki	liikenne	2006	80.3	18.5	35.8	32.0
PSA	Kuopio	Maaherrankatu	kaupunki	liikenne	2007	98.1	18.5	30.5	29.5
PSA	Kuopio	Maaherrankatu	kaupunki	liikenne	2008	97.5	13.9	26.3	26.1
PSA	Kuopio	Petonen	kaupunki	tausta	2003	15.1	6.9	16.0	2.0
PSA	Varkaus	Psaari	kaupunki	teollisuus	2003	11.0	9.9		5.0
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2003	23.3	6.5		6.0
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2004	100.0	11.6	19.4	19.4
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2005	99.7	13.2	26.4	26.4
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2006	100.0	13.6	25.5	25.5
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2007	100.0	14.5	25.9	25.9
PSA	Varkaus	Psaari 2	kaupunki	teollisuus	2008	98.9	5.0	13.0	13.0
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2003	100.0	11.2	19.6	19.6
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2004	100.0	11.2	20.7	20.7
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2005	96.4	11.5	21.4	21.2
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2006	99.2	11.9	21.0	21.0
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2007	85.2	10.6	16.7	15.8
PSA	Varkaus	Pääterveysasema	esikaupunki	teollisuus	2008	91.5	3.3	7.5	7.3
PSA	Siilinjärvi	Siilinjärvi, Lehtola	tuntematon	tuntematon	2006	75.9	11.1	21.0	18.8
PSA	Siilinjärvi	Siilinjärvi, Pahkamäki	maaseutu	teollisuus	2006	72.3	10.7	21.6	18.5
PSA	Siilinjärvi	Siilinjärvi, Pahkamäki	maaseutu	teollisuus	2006	72.3	10.7	21.6	18.5
PSA	Siilinjärvi	Sorakuja	esikaupunki	tausta	2003	100.0	12.1	21.8	21.8
PSA	Siilinjärvi	Sorakuja	esikaupunki	tausta	2004	99.5	12.6	21.8	21.8
PSA	Siilinjärvi	Sorakuja	esikaupunki	tausta	2006	98.6	12.6	23.9	23.9
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2003	94.0	13.0	24.6	24.0
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2004	100.0	14.3	27.2	27.2
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2005	100.0	14.7	28.9	28.9
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2006	100.0	17.8	37.2	37.2
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2007	71.0	15.7	26.9	25.1
PKA	Joensuu	Koskikatu 1	kaupunki	liikenne	2008	4.9	15.9		
PPO	Raahe	Lapaluoto	esikaupunki	teollisuus	2003	34.5	16.2	35	23
PPO	Raahe	Lapaluoto	esikaupunki	teollisuus	2004	34.4	16.3	37.1	19.8
PPO	Raahe	Lapaluoto	esikaupunki	teollisuus	2005	33.2	20.5	42	24
PPO	Raahe	Lapaluoto	esikaupunki	teollisuus	2006	26.6	17.1	38.4	16.5
PPO	Raahe	Lapaluoto	esikaupunki	teollisuus	2007	42.5	19.3	37.4	25.2
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2003	97.5	20.1	35	34.8
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2004	96.2	22.9	46	45.3
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2005	99.5	19.3	32.3	32.3
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2006	97.5	19.5	34.5	34.1
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2007	100	18.8	33.1	33.1
PPO	Oulu	Oulun keskusta 2	kaupunki	liikenne	2008	99.5	16.9	31.5	31.5
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2003	97.8	12.1	20.5	20.5
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2004	98.4	12.1	20.6	20.6
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2005	75.3	12.6	23.1	20.9
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2006	91.2	12.3	23	21.2
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2007	100	11.6	18.8	18.8
PPO	Oulu	Pyykösjärvi	esikaupunki	tausta	2008	99.7	10.8	16.6	16.6
PPO	Raahe	Raahen keskusta	kaupunki	liikenne	2003	33.7	17.1	34.0	24.0
PPO	Raahe	Raahen keskusta	kaupunki	liikenne	2004	38.3	15.1	28.1	18.5
PPO	Raahe	Raahen keskusta 2	kaupunki	liikenne	2005	97	18.5	33.4	33.2
PPO	Raahe	Raahen keskusta 2	kaupunki	liikenne	2006	99.7	19.3	38.1	38.1
PPO	Raahe	Raahen keskusta 2	kaupunki	liikenne	2007	99.5	19.6	33.8	33.8
PPO	Raahe	Raahen keskusta 2	kaupunki	liikenne	2008	96.2	17.4	37.3	36.4
PPO	Raahe	Saloinen	esikaupunki	teollisuus	2003	26.6	14.1	32.0	16.0
PPO	Raahe	Saloinen	esikaupunki	teollisuus	2004	24.0	15.9	26.9	16.3
PPO	Raahe	Varikko	kaupunki	teollisuus	2003	35.6	18.8	40	25
PPO	Raahe	Varikko	kaupunki	teollisuus	2004	37.7	15.7	31	20.8
PPO	Raahe	Varikko	kaupunki	teollisuus	2005	41.4	16.8	34	22
PPO	Raahe	Varikko	kaupunki	teollisuus	2006	54.8	16.2	37.5	25.2
PPO	Raahe	Varikko	kaupunki	teollisuus	2007	60.8	16.3	31.9	23.9
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2003	100.0	14.9	23.8	23.8
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2004	100.0	14.8	24.2	24.2
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2005	100.0	13.8	24.4	24.4
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2006	96.2	12.7	20.3	19.9
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2007	90.7	11.6	18.8	17.8
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 2	kaupunki	liikenne	2008	23.8	11.7		11.7

Alue	Kunta	Mittausasema	Alue	Päästö	Vuosi	Kattavuus	Keski arvo	90.4 %- piste	36.kork. vrk-arvo
KAI	Kajaani	Kajaanin keskusta 3	kaupunki	liikenne	2008	76.2	11.0	17.9	17.0
LAP	Inari	Raja-Jooseppi	maaseutu	tausta	2005	18.4	4.1		3.4
LAP	Inari	Raja-Jooseppi	maaseutu	tausta	2006	25.8	4.5		4.6
LAP	Inari	Raja-Jooseppi	maaseutu	tausta	2007	87.9	5	7.6	7.5
LAP	Rovaniemi	Rovaniemi, Rovakatu	kaupunki	liikenne	2006	28.5	24.2		27.2
LAP	Muonio	Sammaltunturi	maaseutu	tausta	2004	33.3	2.9		3.1
LAP	Muonio	Sammaltunturi	maaseutu	tausta	2005	74.5	2.8	4	3.7
LAP	Muonio	Sammaltunturi	maaseutu	tausta	2006	66.3	3	4.3	3.6
LAP	Muonio	Sammaltunturi	maaseutu	tausta	2007	79.5	4.1	7	6.2
LAP	Muonio	Sammaltunturi	maaseutu	tausta	2008	89.1	3.1	5.3	5.2
LAP	Tornio	Tornio, Keskusta	kaupunki	liikenne	2005	21.6	11.3	18.0	10.0
LAP	Tornio	Tornio, Keskusta	kaupunki	liikenne	2005	29.3	20.8		21.7
LAP	Tornio	Tornio, Näätsaari	esikaupunki	teollisuus	2005	31.8	9.4	18.0	11.0
LAP	Tornio	Tornio, Näätsaari	esikaupunki	teollisuus	2005	36.2	13.5		18.1
LAP	Tornio	Tornio, Puuluoto	esikaupunki	teollisuus	2005	23.3	9.7	19.0	8.0
LAP	Tornio	Tornio, Puuluoto	esikaupunki	teollisuus	2005	28.8	10.5		11.2

Liite 6

Seuranta-alue	Väestö 1.1.2009	Pinta-ala (km ²)	ARVIOINTIKYNNYSTEN YLITTYMINEN									Hiukkasmittaus- asemien vähimmäis- määrä (PM ₁₀ +PM _{2,5})	
			PM ₁₀						PM _{2,5}				
			Vuorokausikeskiarvo			Vuosikeskiarvo			Vuosikeskiarvo				
			> YAK	AAK–YAK	< AAK	> YAK	AAK–YAK	< AAK	> YAK	AAK–YAK	< AAK		
Uusimaa	474 063	14 633	×				×				×		3
Varsinais-Suomi ja Satakunta	687 666	32 176		×					×			×	2
Häme	371 510	11 963		×					×			×	2
Kaakkois-Suomi	318 280	14 608		×					×			×	2
Pirkanmaa	476 631	14 469		×					×			×	2
Keski-Suomi	270 701	19 950		×					×			×	2
Etelä-Savo	157 862	18 768		×					×			×	1
Etelä-Pohjanmaa ja Pohjanmaa	368 802	32 191		×					×			×	2
Pohjois-Savo	248 872	20 366		×					×			×	1
Pohjois-Karjala	166 744	21 584		×					×			×	1
Pohjois-Pohjanmaa	454 375	49 946		×					×			×	2
Kainuu	83 779	24 452		×					×			×	1
Lappi	184 390	100 369		×					×			×	1
Pääkaupunkiseutu (HSY-alue)	1 009 656	1 463	×				×				×		6
28													