



Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008

Raportti:

ilmansuojeluasiantuntija Jarkko Niemi
ilmansuojeluasiantuntija Marjatta Malkki
ilmansuojeluasiantuntija Maria Myllynen
projektisuunnittelija Johannes Lounasheimo
ilmansuojeluasiantuntija Anu Kousa
mittausinsinööri Anssi Julkunen
ilmansuojeluryhmän päällikkö Tarja Koskentalo

Mittausverkon toiminta:

mittausinsinööri Anssi Julkunen
mittausinsinööri Santeri Rinta-Kanto
huoltomestari Jari Bergius
huoltomestari Anders Svens
mittausasiantuntija Aila Mikkola
mittauslaborantti Tero Humaloja

Leijumanäytteiden punnitus ja raskasmetallianalyysit sekä passiivikeräysanalyysit: MetropoliLab
PAH-analyysit: Ilmatieteen laitoksen laboratorio
Hiilivetyjen pitoisuusanalyysit: Työterveyslaitos
Terveysvaikutusarviot: erityisasiantuntija Raimo Salonen, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta
Opastinsilta 6 A
00520 Helsinki
puhelin (09) 156 11
faksi (09) 156 1369
www.ytv.fi

Copyright kartat: Affecto Finland Oy Lupa L 4322; Kaupunkimittausosasto, Helsinki 057/2008
Copyright graafit ja muut kuvat: YTV
Kansikuva: YTV / Hannu Bask

Edita Prima Oy
Helsinki 2009

Esipuhe

Pääkaupunkiseudun ilma on puhdasta Euroopan muihin metropolialueisiin verrattuna. Vuonna 2008 ilmanlaatu oli edellisvuosia parempi eikä voimakkaita inversiotilanteita tai kaukokulkeumaepisodeja esiintynyt.

Typpidioksidin raja-arvo ylittyi edelleen viime vuonna Mannerheimintien mittausasemalla. Suuntaa antavien mittausten perusteella voidaan arvioida, että raja-arvo ylittyy myös muualla Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa ja vilkkaimmin liikennöityjen katujen ja väylien varrella. Typpidioksidipitoisuuksien tulee olla raja-arvojen alapuolella vuoden 2010 alkuun mennessä. Uuden viime vuonna EU-parlamentissa ja -neuvostossa hyväksytyin ilmanlaatudirektiivin mukaan on kuitenkin mahdollista anoa jatkoaikaa enintään vuoden 2015 loppuun asti. Jatkoajan saaminen edellyttää hyviä perusteluita ja voimakkaita toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Jatkoajan hakemista harkitaan myös pääkaupunkiseudulla, mikäli typpidioksidipitoisuuksia ei saada alennettua raja-arvon alapuolelle määräaikaan mennessä. Vuoden 2010 alussa typpidioksidin tuntiraja-arvo tiukkenee, ja sen seurauksena myös korkeiden pitoisuuksien varalle tehdyt valmius- / varautumissuunnitelmat uudistetaan. Samalla nykyiset suunnitelmat yhdistetään ja laajennetaan koko pääkaupunkiseudulle. Varautumissuunnitelma laaditaan korkeiden pienhiukkasten, hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien varalle. Työtä koordinoi YTV Seutu- ja ympäristötieto.

Katupölyn vähentämiseksi toteutetut toimet vaikuttavat, ja jo toisena vuonna peräkkäin hengitettävien hiukkasten raja-arvo ei ylittynyt pääkaupunkiseudulla. Mannerheimintiellä oltiin aivan raja-arvon tuntumassa. Siellä katupölyn lisäksi läheiset työmaat nostivat hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Mannerheimintien hiukkasnäytteistä on teetetty tutkimus, jonka avulla pyritään selvittämään tarkemmin korkeiden pitoisuuksien aiheuttajat, jotta voidaan kohdentaa toimet pitoisuuksien alentamiseksi. EU-komissio on hyväksynyt Suomelle talvihiekoituspoikkeaman, minkä seurauksena Suomi ei ole niiden 15 maan joukossa, joita vastaan on käynnistetty oikeustoimet hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylittymisen vuoksi.

Vuonna 2008 YTV Seutu- ja ympäristötieto laati suunnitelma pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausverkon uudistamisesta. Merkittävimpiä muutoksia ovat ilmanlaadun seurannan aloittaminen pienpolttoa suosivalla pientaloalueella sekä satamatoiminnan aiheuttamien ilmanlaatuvaikutusten seurannan aloittaminen. Pienhiukkasmittauksia laajennettiin ja samalla kokonaisleijumamittaukset lopetettiin. Helsingin Satama tuli mukaan YTV Seutu- ja ympäristötiedon toteuttamaan ilmanlaadun yhteistarkkailuun, ja vuonna 2008 uudistettiin myös pääkaupunkiseudun energiantuotantolaitosten ilmanlaadun yhteistarkkailu. Uudistettu ilmanlaadun seuranta käynnistettiin vuoden 2009 alussa.

Helsingissä 30.5.2009

YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta
Seutu- ja ympäristötieto

Irma Karjalainen
Tietopalvelujohtaja

Tarja Koskentalo
Ilmansuojeluryhmän päällikkö

Tiivistelmäsiivu

Julkaisija: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta			
Tekijät: Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T.	Päivämäärä 12.06.2009		
Julkaisun nimi: Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008			
Rahoittaja / Toimeksiantaja: YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta			
Tiivistelmä: YTV:n Seutu- ja ympäristötieto mittaa ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2008 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu oli kokonaisuudessaan parempi kuin edellisinä vuosina. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli useilla mittausasemilla edellisvuotta vähemmän. Ne aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä. Kevään katupölykausi oli melko pitkä mutta ei kovin voimakas. Voimakkain pölyäminen ajoittui huhtikuun alkuun. Typpidioksidin pitoisuudet nousivat poikkeuksellisen korkeiksi 8.–9. lokakuuta Helsingin ydinkeskustan vilkasliikenteisillä alueilla. Syynä oli tyyni sää ja inversio, jotka estivät ilmansaasteiden laimenemistä. Pienhiukkasten ja otsonin voimakkaita kaukokulkeumia esiintyi vuonna 2008 tavanomainen määrä. Typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon Mannerheimintien mittausasemalla vuonna 2008 kuten aikaisempinakin vuosina. Suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä todettiin typpidioksidin vuosipitoisuuden ylittävän raja-arvon myös Hämeentiellä ja Töölöntullissa vuonna 2008. Raja-arvon arvioidaan ylittävän laajemminkin Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa ja suurten väylien varsilla. Hengitettävälle hiukkasille, pienhiukkasille, typenoksidille, rikkidioksidille, hiilimonoksidille, bentseenille ja lyijylle annetut raja-arvot eivät ylittyneet. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyi, kuten myös otsonipitoisuuden pitkän ajan tavoitteet terveyden ja kasvillisuuden suojelemiseksi. Raskasmetallien pitoisuudet olivat reilusti tavoitearvojen alapuolella. Ohjearvot hengitettävien hiukkasten ja kokonaisleijuman vuorokausipitoisuuksille ylittyivät kevätkaudella. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi viitenä kuukautena Helsingin ydinkeskustassa. Rikkidioksidin ja hiilimonoksidin pitoisuudet olivat selvästi ohjearvojen alapuolella. Pienhiukkasille annettu WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi kaukokulkeumien aikana koko seudulla. Siirrettävällä mittausasemalla todettiin bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittyminen Itä-Hakkilan pientaloalueella, missä puunpolton päästöt nostavat pitoisuustasoa. Länsisatamassa mitattiin korkeita rikkidioksidin ja pienhiukkasten minuutti- ja tuntipitoisuuksia laivan savuviuhkan osuessa mittausasemalle. Kauniaisten keskustassa havaittiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa erityisesti katupölyn sekä ajoittain myös rakennustyömaan vaikutukset. Vuonna 2008 epäpuhtauksien vuosikeskiarvot olivat edellisvuotta matalammat lukuun ottamatta kaukokulkeutuvaa otsonia. Viime vuosina pitoisuudet ovat laskeneet vain lievästi. Voimakkaimmin pitoisuudet laskivat jo aiempina vuosikymmeninä. Vuonna 2008 pääkaupunkiseudun rikkidioksidin, typenoksidien ja hiukkasten kokonaispäästöt vähenivät edellisvuodesta. Hiilimonoksidin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt pysyivät ennallaan. Energiantuotannon osalta erityisesti rikkidioksidipäästöt laskivat, koska kivihiilen käyttö väheni. Liikenne väheni loppuvuodesta, ja autoliikenteen päästöt pienentyivät vuoden 2007 tasosta kaikkien epäpuhtauksien osalta. Myös autoliikenteen hiilidioksidipäästöt olivat edellisvuotta pienemmät. Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun kokonaispäästöt ovat laskeneet hiilidioksidia lukuun ottamatta. Laskeva trendi on tasoittunut viimeisen runsaan kymmenen vuoden aikana.			
Avainsanat: ilmanlaatu, pääkaupunkiseutu			
Sarjan nimi ja numero: YTV:n julkaisuja 15/2009			
ISSN 1796-6965	ISBN (nid.) 978-951-798-748-6 ISBN (pdf) 978-951-798-749-3	Kieli: suomi	Sivuja: 128
YTV Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, PL 521, 00521 Helsinki, puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369			

Sammandragssida

Utgivare: Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Författare: Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T.			Datum 12.06.2009
Publikationens titel: Luftkvalitet i huvudstadsregionen år 2008			
Finansiär / Uppdragsgivare: Huvudstadsregionens samarbetsdelegation			
Sammandrag:			
<p>SAD:s Region- och miljöinformation mäter luftkvaliteten i huvudstadsregionen. År 2008 var luftkvaliteten god eller tillfredsställande största delen av tiden. Luftkvaliteten var i sin helhet bättre än under de föregående åren. På många mätstationsstationer var antalet timmar med dålig eller mycket dålig luftkvalitet färre än föregående år. De förorsakades till största delen av vårens gatudamm.</p> <p>Vårens period med gatudamm var rätt lång, men inte särskilt kraftig. Den kraftigaste dammutvecklingen inträffade i början av april. Halterna av kvävedioxid steg till en exceptionellt hög nivå 8–9 oktober inom de livligt trafikerade områdena i Helsingfors stadskärna. Orsaken var lugnt väder och inversion, som förhindrade en utspädning av luftföroeningarna. Under år 2008 förekom kraftig fjärtransport av finpartiklar och ozon vid ett normalt antal tillfällen.</p> <p>Årskoncentrationen av kvävedioxid överskred gränsvärdet vid mätstationen på Mannerheimvägen år 2008, liksom även under tidigare år. Med en riktgivande passivinsamlingsmetod konstaterades att årskoncentrationen för kvävedioxid överskred gränsvärdet även vid Tavastvägen och Tölö tull år 2008. Gränsvärdet förväntas i vidare omfattning överskridas i Helsingfors livligt trafikerade gatukanjoner och längs de stora trafiklederna. Gränsvärdena för inandningsbara partiklar, finpartiklar, kväveoxider, svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly överskreds inte. Målvärdet för benso(a)pyren överskreds, liksom även målsättningen för ozonhalten, för att på lång sikt skydda hälsa och växtlighet. Tungmetallhalterna låg rejält under målvärdena.</p> <p>Riktvärdena för dygnskoncentrationen av inandningsbara partiklar och totalmängden av svävande partiklar överskreds under vårsäsongen. Riktvärdet för dygnskoncentrationen av kvävedioxid överskreds under fem månader i Helsingfors stadskärna. Koncentrationerna av svaveldioxid och kolmonoxid låg klart under riktvärdena. WHO:s riktvärde för dygnskoncentrationen av finpartiklar överskreds i hela regionen under fjärtransporterna.</p> <p>På de mobila mätstationerna konstaterades en överskridning av målvärdet för benso(a)pyren i Östra Haxböle småhusområde, där utsläppen från vedförbränning höjer koncentrationsnivån. I Västra hamnen uppmättes höga koncentrationer per minut och timme för svaveldioxid och finpartiklar, då ett fartygs rökplym träffade mätstationen. I Grankulla centrum observerades i synnerhet gatudammets och tidvis även en byggarbetsplats påverkan på koncentrationen av inandningsbara partiklar.</p> <p>År 2008 var föroeningarnas årsmedelvärden lägre än föregående år med undantag för fjärtransporterat ozon. Under de senaste åren har koncentrationerna sjunkit endast litet. Kraftigast sjönk koncentrationerna redan under de tidigare årtiondena.</p> <p>År 2008 minskade huvudstadsregionens totalutsläpp av svaveldioxid, kväveoxider och partiklar från föregående år. Utsläppen av kolmonoxid och flyktiga organiska föreningar hölls på tidigare nivå. För energiproduktionens del, så sjönk speciellt svaveldioxidutsläppen, då användningen av stenkol minskades. Trafiken minskade i slutet av året och utsläppen från biltrafiken minskade från års 2007 nivå beträffande alla föroeningar. Även koldioxidutsläppen från biltrafiken var mindre än föregående år. På lång sikt har totalutsläppen minskat, med undantag av koldioxid. Den sjunkande trenden har planat ut under de senaste drygt tio åren.</p>			
Nyckelord: luftkvalitet, huvudstadsregion			
Publikationsseriens titel och nummer: SAD publikationer 15/2009			
ISSN 1796-6965	ISBN (nid.) 978-951-798-748-6	Språk: Finska	Sidantal: 128
	ISBN (pdf) 978-951-798-749-3		
Huvudstadsregionens samarbetsdelegation, PB 521, 0051 Helsingfors, telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369			

Abstract page

Published by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
Author: Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T.			Date of publication 12.06.2009
Title of publication: Air Quality in the Helsinki Metropolitan Area in 2008			
Financed by / Commissioned by: YTV Helsinki Metropolitan Area Council			
<p>Abstract:</p> <p>YTV Regional and Environmental Information monitors air quality in the Helsinki Metropolitan Area using six permanent and three mobile measurement stations. For most of 2008 air quality was either good or satisfactory, and the overall air quality was better than in previous years. There were also fewer hours of poor or very poor air quality at several monitoring stations than in preceding year. Almost all of them were caused by spring-time road dust.</p> <p>The spring dust period in 2008 was fairly long but not especially severe, peaking in early April. Concentrations of nitrogen dioxide in the busy traffic areas of downtown Helsinki were exceptionally high on 8-9 October, due to calm weather and an inversion that retarded the dilution of air pollutants. The number of long-range transport episodes involving fine particles or ozone was normal in 2008.</p> <p>As in previous years, the annual limit value for nitrogen dioxide concentrations was exceeded at the Mannerheimintie monitoring station in 2008. According to measurements by indicative passive samplers, the annual limit value for nitrogen dioxide was exceeded in Hämeentie and Töölöntulli street canyons in 2008. It has been estimated that the limit value is exceeded along the busy street canyons and major highways of Helsinki. The concentrations of thoracic particles, fine particles, nitrogen oxides, sulphur dioxide, carbon monoxide, benzene and lead remained below the limit values. The target value for benzo(a)pyrene was exceeded, as were the long-term health and vegetation protection targets for ozone concentration. Heavy metal concentrations remained well below the target values.</p> <p>The national 24-hour guidelines for thoracic particles and total suspended particles were exceeded in the spring. The corresponding guideline for nitrogen dioxide was exceeded for five months in downtown Helsinki. Concentrations of sulphur dioxide and carbon monoxide remained clearly within the national guideline values. The WHO 24-hour guideline for fine particles was exceeded throughout the region during long-range transport episodes.</p> <p>The three mobile monitoring stations were located in the West Harbour of Helsinki, Kauniainen and Itä-Hakkila. The target value for benzo(a)pyrene was exceeded in an area of small detached houses in Itä-Hakkila due to wood burning emissions. High levels of sulphur dioxide and fine particles were measured in the West Harbour when smoke plumes from ships' engines passed over the monitoring station. In the centre of Kauniainen, spring-time road dust and emissions from a construction site increased concentrations of thoracic particles.</p> <p>The annual average concentrations of air pollutants in 2008 were lower than in the preceding year with the exception of ozone. Only slight reductions in concentrations have been recorded in recent years, compared to more rapid reductions achieved in earlier decades.</p> <p>Total emissions of sulphur dioxide, nitrogen oxides and particulate matter decreased in the Helsinki Metropolitan Area compared to the previous year. Carbon monoxide and VOC emissions were unchanged. Reduced use of coal in energy generation led especially to a fall in sulfur dioxide emissions. Traffic volumes decreased towards the end of the year, with a reduction in emissions of all air pollutants of motor vehicles compared to 2007. Carbon dioxide emissions from traffic were also lower than in the preceding year. With the exception of carbon dioxide, total emissions are falling in the long-term, but this trend has levelled out during the last decade.</p>			
Keywords: Air Quality, Helsinki Metropolitan Area			
Publication Series title and number: YTV:n publications 15/2009			
ISSN 1796-6965	ISBN (nid.) 978-951-798-748-6	Language: Finnish	Pages: 128
	ISBN (pdf) 978-951-798-749-3		
YTV Helsinki Metropolitan Area Council, Box 521, 0051 Helsinki, phone +358 9 15 611, fax +358 9 156 1369			

Sisällysluettelo

1. Johdanto.....	11
2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista	12
2.1 Yleistä.....	12
2.2 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset.....	12
2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset	13
2.4 Vaikutukset epäpuhtauksittain	13
3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2008.....	16
4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna	18
4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuina.....	18
4.2 Tilanne suhteessa raja-arvoihin	22
4.3 Pitoisuudet kynnys- ja tavoitearvoihin verrattuina	24
4.4 Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuina	26
5. Pitoisuuksien ajalliset muutokset.....	29
5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen	29
5.2 Vuodenaikaisvaihtelu.....	32
5.3 Viikopäivävaihtelu	34
5.4 Vuorokausivaihtelu	34
6. Säätila.....	36
7. Ilmanlaatu siirrettävillä mittausasemilla	38
7.1 Länsisatama	38
7.2 Kauniainen	40
7.3 Itä-Hakkila	41
8. Typpidioksidipitoisuudet suuntaa-antavilla mittauksilla	44
9. Ilmanlaadusta tiedottaminen.....	48
9.1 Ilmanlaatuindeksi tiedotuksen apuvälineenä.....	48
9.2 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna	49
10. Episoditilanteet	51
10.1 Kevään katupölykausi	51
10.2 Typpidioksidiepisodit	52
10.3 Pienhiukkasepisodit.....	53
10.4 Otsoniepisodit.....	55
10.5 Valmiussuunnitelmat	55
11. Ilmanlaatu keväällä 2009.....	57
11.1 Säätila.....	57
11.2 Ilmanlaatu	57
12. Päästöt	60
12.1 Liikenne	60
12.2 Pistelähteet.....	64
12.3 Pintalähteet	67
13. Yhteenveto ja johtopäätökset	68
14. Lähdeluettelo	72
Liite 1. Pitoisuudet 2008	75
Liite 2. Kuukausikeskiarvot.....	89
Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut.....	91
Liite 4. YTV:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat	93
Liite 5. Typpidioksidimääritykset suuntaa-antavilla mittauksilla	115
Liite 6. Päästöt.....	119
Liite 7. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2007	123
Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä	125

1. Johdanto

Merkittävimmät kaupunki-ilman laatua heikentävät epäpuhtaudet ovat hiukkaset (PM = particulate matter), typpidioksidi (NO₂), otsoni (O₃), hiilimonoksidi (CO), rikkidioksidi (SO₂) ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Niillä on korkeina pitoisuuksina haitallisia vaikutuksia niin terveyteen ja viihtyvyyteen kuin luontoonkin, ja tämän vuoksi niille on säädetty raja-, kynnys, tavoite- ja ohjearvoja.

Pääkaupunkiseudulla epäpuhtauksia pääsee ilmaan erityisesti liikenteestä, energiantuotannosta ja tulisijojen käytöstä. Liikenteellä on suurin vaikutus ilmanlaatuun, koska sen päästöt purkautuvat matalalle ja lähelle hengityskorkeutta. Pientaloalueilla myös puunpolton päästöt voivat heikentää ajoittain merkittävästi ilmanlaatua. Energiantuotannon päästöt sen sijaan purkautuvat korkealta ja leviävät laajalle alueelle, eivätkä siksi aiheuta korkeita pitoisuuksia. Teknisin keinoin on kyetty vähentämään sekä energiantuotannon että liikenteen päästöjä. Liikennemäärät ja energiantuotanto ovat kuitenkin kasvaneet merkittävästi, mikä on hidastanut suotuisaa kehitystä. Epäpuhtauksia kulkeutuu Suomeen myös maan rajojen ulkopuolelta niin kutsuttuna kaukokulkeumana.

Ilmanlaatu on pääkaupunkiseudulla yleensä melko hyvä, mutta hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuudet kohoavat ajoittain haitallisen korkeiksi etenkin vilkkaasti liikennöityjen teiden ympäristössä. Otsonipitoisuudet ovat ajoittain korkeita keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella. Satamien läheisyydessä rikkidioksidipitoisuudet voivat ajoittain nousta häiritsevän korkeiksi laivaliikenteen päästöjen takia. Yleisemmin rikkidioksidin, lyijyn ja hiilimonoksidin pitoisuudet eivät enää aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös bentseenipitoisuudet ovat alhaisia.

Tässä raportissa tarkastellaan ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla vuonna 2008. Ilmansaasteiden pitoisuuksia verrataan raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoihin, sekä arvioidaan kehitystä viime vuosina. Typpidioksidipitoisuuksia on useiden vuosien ajan arvioitu myös suuntaa-antavilla mittauksilla ja näiden passiivikeräysten tulokset on myös esitetty tässä raportissa. Raportissa on kuvattu myös liikenteen, energiantuotannon ja muiden lähteiden päästöt vuonna 2008 sekä niiden kehitys. Liitteinä on esitetty tekstiä täydentäviä kuvia ja taulukoita sekä kuvaukset mittausasemista ja mittausverkon toiminnasta. Raporttiin on liitetty myös katsaus kevään 2009 ilmanlaadusta.

2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista

2.1 Yleistä

Ilmassa on epäpuhtauksina ihmisen toiminnasta tai luonnosta peräisin olevia haittaavia kaasumaisia tai hiukkasmaisia aineita. Epäpuhtauksien haitat voivat olla maailmanlaajuisia, alueellisia tai paikallisia. Maailmanlaajuisia vaikutuksia ovat kasvihuoneilmiön voimistuminen ja yläilmakehän otsonikato. Alueellisia haittoja ovat esimerkiksi maaperän ja vesistöjen happamoituminen sekä alailmakehän kohonneet otsonipitoisuudet. Paikallisia vaikutuksia ovat lähipäästöjen aiheuttamien ilmansaasteiden haitat ihmisten terveydelle ja lähiympäristölle sekä erilaiset viihtyisyys- ja materiaalihaitat.

Merkittävimpiä kaupunki-ilman epäpuhtauksia Suomessa ovat hiukkaset, typenoksidit, otsoni, rikkidioksidi, hiilimonoksidi ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Muutamilla teollisuuspaikkakunnilla myös pelkistyneet rikkijyhdisteet (TRS) ovat edelleen ilmanlaatuongelma. Kaupunki-ilman epäpuhtauksien päästölähteitä ovat mm. liikenne, energiantuotanto, teollisuus ja pienpoltto.

Päästöt purkautuvat ilmakehän alimpaan kerrokseen, missä ne sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmassa olevien mukana laajoille alueille. Tämän kulkeutumisen aikana epäpuhtaudet voivat reagoida keskenään sekä muiden ilmassa olevien aineiden kanssa ja muodostaa uusia yhdisteitä. Epäpuhtaudet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina märkälasseumana, kuivalasseumana erilaisille pinnoille tai kemiallisesti muuntuen toisiksi yhdisteiksi.

Ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia säädellään raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoilla. Ohjearvot määrittelevät ilmansuojelutyölle ja ilmanlaadulle asetetut kansalliset tavoitteet, ja ne on tarkoitettu ensisijassa ohjeiksi suunnittelijoille. Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia. Ne määrittelevät ilmansaasteille terveysperusteiset korkeimmat hyväksyttävät pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaiset käynnistävät toimia pitoisuuksien alentamiseksi. Kynnysarvot määrittelevät ta-

son, jonka ylittyessä on tiedotettava tai varoitettava kohonneista ilmansaasteiden pitoisuuksista. Tavoitearvoilla tarkoitetaan pitoisuutta tai kuormitusta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa tai pitkän ajan kuluessa.

Typpidioksidin ohjearvot ylittyvät Suomessa yleensä keväisin ja muulloin satunnaisesti suurimpien kaupunkien keskustoissa. Hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvon yleensä keväisin, etenkin vilkkaiden teiden ja katujen varsilla. Rikkidioksidipitoisuuksien ohjearvot saattavat vielä ylittyä joillakin teollisuuspaikkakunnilla. Typpidioksidin ja hiukkasten raja-arvot eivät yleensä ylitä, mutta ylityksiä saattaa esiintyä suurimpien kaupunkien ydinkeskustassa ja vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla kaatuosuuksilla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ylittyy usein myös työmaiden läheisyydessä. Otsonin terveysperusteinen tavoitearvo ja tiedotuskynnyskin saattavat ylittyä keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella.

2.2 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset

Ilmansaasteiden terveyshaitat ovat seurausta altistumisesta ilmassa oleville haitallisille aineille. Altistuminen on sitä suurempaa mitä korkeampia hengitysilmän pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa. Erityisesti kaupunkien keskustoissa ja muuten vilkkaasti liikennöidyillä alueilla liikkuvat ja asuvat ihmiset altistuvat ilmansaasteille. Myös pientaloalueilla tulisijojen savut saattavat lisätä merkittävästi altistumista. Suuri osa ulkoilman kaasumaisista ja hiukkasmaisista haitallisista aineista kulkeutuu rakennusten sisätiloihin. Terveyshaittojen kannalta merkittävimpiä ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista epätäydellisen palamisen lähteistä peräisin olevat pienhiukkaset.

Suomessa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat yleensä kohtalaisen alhaisia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja. Yksilöi-

den herkkyys ilmansaasteille kuitenkin vaihtelee. Niin sanotut herkat väestöryhmät saavat oireita, ja heidän toimintakykynsä saattaa heikentyä jo kohtalaisen pienistä ilmansaastepitoisuuksista. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmatikot, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhko-ahtaumatautia sairastavat sekä lapset. Tyypillisiä lasten oireita ovat nuha ja yskä, kun taas hengitys- ja sydänsairailla voi esiintyä heidän sairauksilleen tyypillisiä oireita, kuten hengenahdistusta tai rintakipua. Talvisin pakkanen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

Äkillisten hengitys- ja sydänoireiden tai allergiaoireiden lievittämiseen määrätyt lääkkeet on hyvä pitää aina mukana. Niitä kannattaa käyttää lääkärin antamien ohjeiden mukaan myös silloin, kun oireet aiheutuvat ilmansaasteille altistumisesta. Puhtaampaan ilmaan (esim. sisätiloihin) siirtyminen on myös keskeinen osa oireiden lievitystä.

2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset

Ilmansaasteet aiheuttavat terveyshaittojen lisäksi haittaa myös luonnolle. Haitallisia luontovaikutuksia ovat vesistöjen ja maaperän happamoituminen sekä rehevöityminen. Lisäksi ilmansaasteet vahingoittavat kasveja sekä suoraan lehtien ja neulasten kautta että juuriston vaurioitumisen myötä. Ilmansaasteiden vaikutukset näkyvät selvästi useiden kaupunkien ja teollisuuslaitosten ympäristössä puiden neulasvaurioina sekä puiden rungolla kasvavien jäkälien vähentymisenä ja vaurioitumisena. Jäkälä voidaan käyttää niin kutsuttuina bioindikaattoreina selvittäessä ilmansaasteiden vaikutusalueen laajuutta.

Pääkaupunkiseudulla bioindikaattoreilla on kartoitettu ilmansaasteiden leviämistä ja vaikutuksia viiden vuoden välein. Edellinen kartoitus on tehty vuonna 2004 (Polojärvi ym. 2005). Tulokset kertovat elinympäristömme nuhraantumisen: asuinalueet valtaavat alaa, viheralueet pirstoutuvat ja liikennealueet kasvavat.

2.4 Vaikutukset epäpuhtauksittain

Hiukkaset

Ilman hiukkasten koko ja kemiallinen koostumus vaihtelevat suuresti. Pienet hiukkaset ovat terveydelle haitallisempia kuin suuret, koska ne pääsevät hengitettäessä keuhkojen ääreisosiin. Suurimmat hiukkaset aiheuttavat kuitenkin likaantumista ja ne voivat olla merkittävä viihtyisyyshaitta. Halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (μm = millimetrin tuhannesosa) kokoisia hiukkasia kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi (PM_{10}), sillä ne kulkeutuvat alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin. Alle 2,5 mikrometrin kokoiset pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$) tunkeutuvat keuhkorakkuloihin asti. Alle 0,1 mikrometrin suuruiset hiukkaset määritellään ultrapieniksi ja ne saattavat tunkeutua keuhkorakkuloista verenkiertoon.

Hiukkasten merkittävimmät päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja puun pienpoltto. Suurin osa kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista on kuitenkin peräisin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat etenkin maaliskuussa, kun jauhautunut hiekoitusseppi ja asfalttipöly nousevat liikenteen vaikutuksesta ilmaan. Katupöly nostaa erityisesti karkeiden hengitettävien hiukkasten ($\text{PM}_{10-2,5}$ eli 2,5–10 mikrometrin kokoluokka) pitoisuuksia. Kaukokulkeumalla puolestaan on suuri vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin. Ultrapienien hiukkasten pitoisuudet ovat korkeimmillaan liikenneväylien välittömässä läheisyydessä, koska niitä on runsaasti liikenteen suorissa pakokaasupäästöissä.

Karkeiden hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kohoaminen lisää hengityselinoireita ja -tulehduksia, heikentää keuhkojen toimintaa sekä lisää sairaalahoitoa vaativia astma- ja keuhkoah- taumakohtauksia. Pienhiukkaset aiheuttavat hengityshaittojen lisäksi sydämen toiminnan häiriöitä ja ne lisäävät myös hengitys- ja sydänsairaiden kuolleisuutta. Yhdyskuntailman pienhiukkasia pidetään länsimaissa kaikkein haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle.

Typenoksidit (NO ja NO₂)

Typenoksideilla (NO_x) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂). Suurin osa ulkoilman typenoksidien pitoisuuksista aiheutuu liikenteen päästöistä, joista raskaan liikenteen osuus on merkittävä. Typenoksidien pitoisuudet ovat suurimmillaan ruuhka-aikoina, erityisesti kevättalvella ja keväällä tyynellä säällä.

Eniten terveyshaittoja aiheuttava typen oksidi on typpidioksidi (NO₂), joka tunkeutuu syvälle hengitysteihin. Se lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoilla sekä korkeina pitoisuuksina supistaa keuhkoputkia. Typpidioksidi voi lisätä hengitysteiden herkkyyttä muille ärsykkeille, kuten kylmälle ilmalle ja siitepölyille.

Typenoksidit vaurioittavat kasvien lehtiä ja neulasia. Ne myös happamoittavat ja rehevöittävät vesistöjä sekä maaperää. Lisäksi typenoksidit osallistuvat alailmakehän otsonin muodostukseen.

Otsoni (O₃)

Otsoni suojelee tai vahingoittaa maan eliöitä riippuen sen esiintymiskorkeudesta ilmakehässä. Korkealla yläilmakehässä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultraviolettia eli UV-säteitä vastaan. Sen sijaan lähellä maanpintaa olevassa alailmakehässä ja hengitysilmassa otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallinen ilmansaaste. On siis olemassa kaksi erillistä otsoniongelmaa: elämää suojaava otsoni on viime vuosikymmeninä vähentynyt yläilmakehässä (otsonikato), ja haitallisen otsonin määrä on lisääntynyt alailmakehässä.

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu auringonsäteilyn vaikutuksesta ilmassa hapen, typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kaupunkien keskustoissa otsonia on vähemmän kuin esikaupunkialueilla ja maaseudulla, koska sitä myös kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa. Samalla kuitenkin syntyy muita haitallisia epäpuhtauksia kuten typpidioksidia.

Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä taajami-

en ulkopuolella. Kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta kohottaa Suomen otsonipitoisuuksia selvästi.

Otsonin aiheuttamia tyypillisiä oireita ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytys. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Kohonneisiin otsonipitoisuuksiin voi myös liittyä lisääntyntä kuolleisuutta ja sairaalahoitoja. Otsoni voi pahentaa siitepölyjen aiheuttamia allergiaoireita.

Otsoni aiheuttaa vaurioita kasvien lehtiin ja neulasiin. Se voi heikentää metsien kasvua ja aiheuttaa viljelyksille satotappioita. Kasvien herkkyyden otsonille vaihtelee kasvilajeittain.

Rikkidioksidi (SO₂)

Ulkoilmassa oleva rikkidioksidi on pääosin peräisin energiantuotannosta ja laivojen päästöistä. Rikkidioksidipäästöt ovat laskeneet huomattavasti viime vuosikymmenten aikana, joten myös pitoisuudet ulkoilmassa ovat nykyisin alhaisia. Joillakin teollisuuspaikkakunnilla ongelmia saattaa edelleen esiintyä etenkin teollisuusprosessien häiriötilanteissa.

Rikkidioksidi ärsyttää suurina pitoisuuksina voimakkaasti ylähengitysteitä ja suuria keuhkoputkia. Se lisää lasten ja aikuisten hengitystieinfektioita sekä astmaatikkojen kohtauksia. Rikkidioksidin aiheuttamia tyypillisiä äkillisiä oireita ovat yskä, hengenahdistus ja keuhkoputkien supistuminen. Astmaatikoita ovat selvästi muita herkempiä rikkidioksidin vaikutuksille ja erityisesti pakkasen voi pahentaa rikkidioksidin aiheuttamia oireita.

Rikkidioksidi happamoittaa maaperää ja vesistöjä. Maaperän happamoituminen saa aikaan kasveille tärkeiden ravinteiden huuhtoutumista ja haitallisten aineiden liukenemista. Vesistöissä happamoituminen voi muuttaa kasvi- ja eläinlajistoa. Luonnon sietokyky eli ns. kriittinen kuormitus ylittyy paikoin Etelä-Suomessa ja joillakin alueilla Pohjois-Suomessa. Rikkidioksidi voi myös suoraan vaurioittaa lehtiä ja neulasia.

Hiilimonoksidi eli häkä (CO)

Ulkoilman häkä on peräisin pääosin henkilöautojen pakokaasuista. Ulkoilman häkäpitoisuudet ovat nykyisin varsin alhaisia polttoaineiden ja moottoritekniikan parantumisen sekä pakokaasujen katalyyttisen puhdistuksen ansiosta. Ruuhkassa moottoriajoneuvon sisäilman häkäpitoisuus voi olla paljon korkeampi kuin kadun varrella.

Häkä aiheuttaa hapenpuutetta, koska se vähentää veren punasolujen hapenkuljetuskykyä. Hiilimonoksidille herkkiä väestöryhmiä ovat sydän- ja verisuonitauteja, keuhkosairauksia ja anemiaa sairastavat sekä vanhukset, raskaana olevat naiset ja vastasyntyneet.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä (VOC) tarkoitetaan suurta määrää erilaisia orgaanisia hiiliyhdisteitä, jotka esiintyvät pääosin kaasumaisessa muodossa. Osa niistä on kuitenkin puoli haihtuvia ja esiintyvät olosuhteista riippuen myös hiukkasmuodossa. VOC-yhdisteitä ovat mm. monet hiilivedyt, alkoholit, ketonit, aldehydit, esterit ja eetterit. Metaania ei yleensä sisällytetä VOC-yhdisteiden kokonaisuuteen päästölaskennassa. VOC-yhdisteet ovat peräisin mm. liikenteestä, teollisuudesta ja pientalojen lämmityksestä sekä kasvillisuudesta.

Monet haihtuvista orgaanisista yhdisteistä ovat haisevia ja ärsyttäviä ja jotkut niistä lisäävät syöpäriskiä. Esimerkiksi syöpävaaraa aiheuttavan bentseenin pitoisuudet ovat koholla vilkasliikenteisissä paikoissa ja paikoin myös asuinalueilla, joilla on runsaasti talokohtaista puulämmitystä. VOC-yhdisteet ja typenoksidit muodostavat alailmakehässä otsonia, joka on terveydelle haitallista ja vaurioittaa kasveja.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat hiilestä ja vedystä koostuvia yhdisteitä, joissa vähintään kaksi aromaattista rengasta on liittyneenä toisiinsa.

Osa PAH-yhdisteistä on kaasumaisia ja osa niistä esiintyy hiukkasmuodossa. PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisen palamisen seurauksena. Monet PAH-yhdisteet, kuten bentso(a)pyreeni, lisäävät syöpäriskiä. Kohonneita PAH-pitoisuuksia esiintyy erityisesti asuntoalueilla, joilla on paljon talokohtaista puulämmitystä. Myös liikenteen päästöt nostavat hieman PAH-pitoisuuksia.

Raskasmetallit

Suomen kaupungeissa esiintyvät lyijypitoisuudet ovat matalia ja laskeneet huomattavasti 1980-luvun tasosta, koska lyijyllisen bensiinin myynti lopetettiin vuonna 1994. Niinpä lyijyn ei katsota enää aiheuttavan merkittävää haittaa lasten kehittyvälle keskushermostolle. Syöpävaarallisten arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat kohonneita erityisesti metalliteollisuusympäristöissä.

Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)

Pelkistyneet, haisevat rikkiyhdisteet ovat pääosin peräisin teollisuudesta, erityisesti selluteollisuudesta ja öljynjalostuksesta, mutta myös jätteenkäsittelystä. Useat pelkistyneet rikkiyhdisteet haisevat pahalle jo hyvin pieninä pitoisuuksina ja alentavat siten viihtyisyyttä. Lisäksi ne aiheuttavat silmien, nenän ja kurkun ärsytysoireita, hengenahdistusta sekä päänsärkyä ja pahoinvointia. Pelkistyneet rikkiyhdisteet saastuttavat ilmaa paikallisesti päästölähteiden läheisyydessä. Tavallisesti korkeita pitoisuuksia esiintyy ilmassa lyhytaikaisesti. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden päästöt ovat viime vuosina vähentyneet.

Hiilidioksidi (CO₂)

Hiilidioksidipäästöjä syntyy kaikessa palamisessa. Fossiilisten polttoaineiden käytöstä syntyvä hiilidioksidi edistää kasvihuoneilmiota, mutta se ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja.

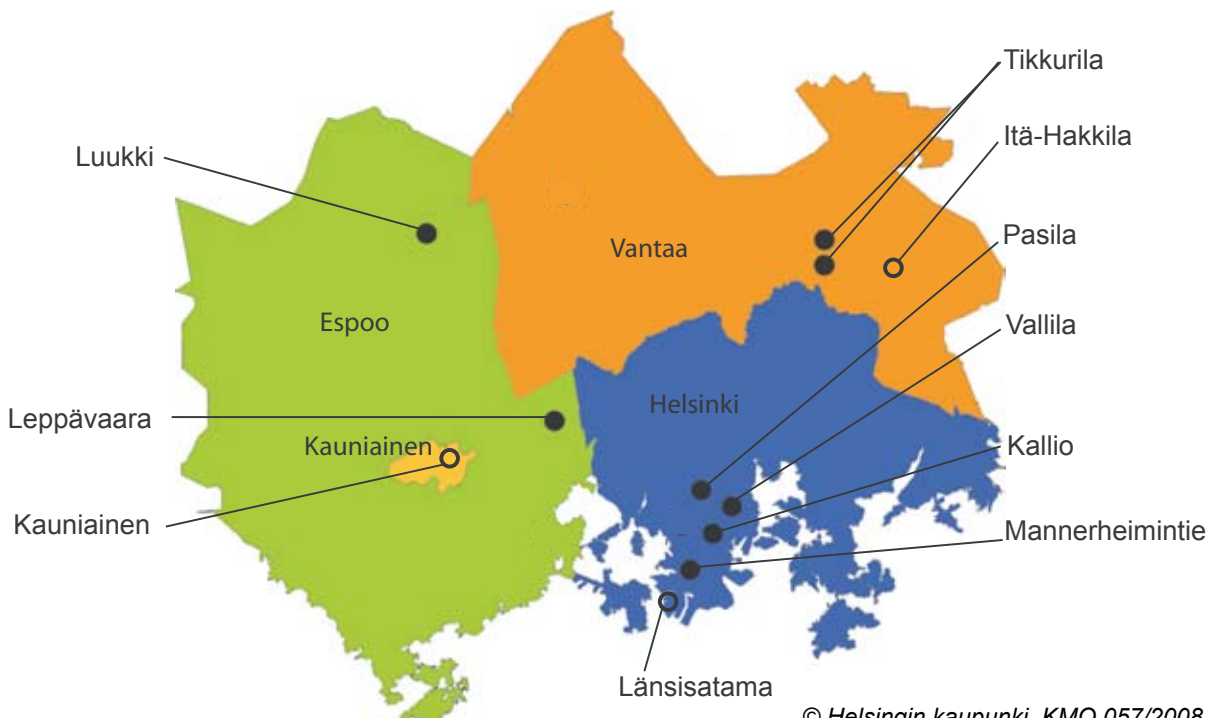
3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2008

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvin ja suuntaa-antavin mittauksin, mallintamalla sekä bioindikaattoreiden avulla. YTV seurasi vuonna 2008 pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvin mittauksin yhdeksässä kohteessa. Niistä kuuden sijainti on pysyvä ja kolmen paikka harakitaan vuosittain, eli ne ovat nk. siirrettäviä mittausasemia (kuva 1 ja taulukko 1). Mittauksin selvitettiin liikenteen ja energiantuotannon vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatua.

Asemilla mitattiin kaupunki-ilman tärkeimpien ilmansaasteiden, hiukkasten (kokonaisleijuma, hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset), typenoksidien (typpimonoksidi ja typpidioksidi), otsonin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuuksia. Kokonaisleijumanäytteistä analysoitiin raskasmetallien pitoisuuksia ja PM₁₀-näytteistä PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. Lisäksi mitattiin säätöilmaa kuvaavia muuttujia. Mittausverkon toimintaa ja mittausasemia sekä itse mittausmenetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteessä 4. Aikaisempien vuosien mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy tietoa paikkatietokartan kautta YTV:n verkkosivuilta (www.ytv.fi → Seutu- ja ympäristötieto-ja → Ilmanlaatua suunnittelijoille).

Ilmanlaatuasetuksessa on määritelty ilmanlaadun seuranta-alueet, joiden alueella pitää hankkia ilmanlaadusta riittävät tiedot jatkuvin tai suuntaa-antavin mittauksin tai käyttämällä erilaisia mallinnus- tai arviointimenetelmiä. Ilmanlaadun seuranta-alueet on pääsääntöisesti jaettu alueellisten ympäristökeskusten toimialueiden mukaisesti. YTV-alue väestökeskittymänä muodostaa kuitenkin oman seuranta-alueen. Mittaustarve, käytettävät mittausmenetelmät ja niiden laajuus riippuvat vallitsevista epäpuhtauksien pitoisuuksista sekä seuranta-alueen tai väestökeskittymän asukasluvusta. Pääkaupunkiseudun asukasluku ylitti miljoonan rajan huhtikuussa 2007 ja se toi lisävaatimuksia mittausten laajuudelle.

Mittausasemat on luokiteltu sijaintinsa, päästölähteiden etäisyyden ja luonteen sekä tulosten edustavuuden mukaan. Sijaintinsa mukaan ne voidaan luokitella kaupunki-, esikaupunki- ja maaseutuasemiksi tai näiden tausta-asemiksi. Tausta-asetat sijaitsevat riittävän etäällä vilkasliikenteisistä kaduista ja muista yksittäisistä päästölähteistä, jotta ne edustavat laajasti ympäröivän alueen ilmanlaatua. Esimerkiksi kaupunkitausta-asetama käytetään väestön yleisen



Kuva 1. YTV:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2008.

Taulukko 1. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut yhdisteet vuonna 2008.

Mittausasema	Edustavuus	PM ₁₀	PM _{2,5}	TSP	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	bentseeni	metallit	PAH
Mannerheimintie	vilkasliikenteinen keskusta	x	x		x		x	x			
Vallila	kantakaupunki, liikenneympäristö	x		x	x	x				x	
Kallio	kantakaupunki, tausta-asema	x	x		x			x	x		x
Leppävaara	vilkasliikenteinen keskus	x		x	x		x			x	
Luukki	maaseutu, tausta-asema		x		x	x		x			
Tikkurila2	esikaupunkialue							x			
Tikkurila3	vilkasliikenteinen keskus	x		x	x		x		x	x	
Länsisatama	sataman vaikutusalue		x		x	x					
Kauniainen	vilkasliikenteinen keskus	x			x						
Itä-Hakkila	pientaloalue	x	x		x				x		x

altistumisen arviointiin kaupunkialueella. Päästöjen luonteen mukaan mittausasemat voidaan luokitella liikenneasemiksi tai teollisuusasemiksi. Teollisuusasemilla mitataan esimerkiksi selluteollisuuden tai energiantuotannon päästöjen paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun. Liikenneasemat sijaitsevat vilkasliikenteisten katujen varsilla ja ne edustavat väestön suurinta altistumista liikenteen päästöille.

Ilmanlaatua pyritään mittaamaan mahdollisimman lähellä hengityskorkeutta. Käytännössä mitauskorkeus on yleensä noin neljä metriä. Mittalaitteiden näytteenotokohdan välittömässä läheisyydessä ei ole ilmapirtaa rajoittavia esteitä, kuten rakennuksia tai puita. Mittausasemat on sijoitettu siten, että näytteenoton etäisyys suurista tienristeyksistä on vähintään 25 metriä ja etäisyys lähimmän ajokaistan keskiviivasta vähintään 4 metriä. Liikenneasemien typpidioksidin ja hiilimonoksidin mittauksissa näytteenotto on pyritty sijoittamaan enintään 5 metrin etäisyydellä ajokaistan reunasta. Otsonimittauksen näytteenotopisteen etäisyys on Mannerheimintien mittausasemaa lukuun ottamatta yli 10 metriä lähimmästä tiestä ja muista päästölähteistä.

Mittausasemat on pyritty sijoittamaan edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Mannerheimintien mittausasema edustaa vilkasliikenteistä kaupunkikeskustaa ja Vallila kuvaa puolestaan yleisemmin Helsingin keskustan liikenneympäristöjä. Kallio kuvaa keskusta-alueen yleistä ilmanlaatua, ja tällä kaupunkitausta-asemalla mitatut pitoisuudet vastaavat tasoa, jolle ihmiset keskimäärin altistuvat

Helsingin keskustan asuinalueilla. Leppävaara ja Tikkurila kuvaavat vilkasliikenteisiä kaupunkiympäristöjä Espoossa ja Vantaalla. Tiedekeskus Heureka Tikkurilassa mitataan otsonipitoisuuksia, ja pitoisuudet kuvaavat otsonitasoa esikaupunkialueella. Luukissa sijaitsee alueellinen tausta-asema, joka kuvaa seudun ilmanlaatua etäällä päästölähteistä.

Siirrettävillä mittausasemilla seurataan ilmanlaatua yleensä vuoden jaksoissa. Vuonna 2008 siirrettävät asemat olivat Helsingin Länsisatamassa, Kauniaisten keskustassa ja Vantaan Itä-Hakkilassa. Länsisataman mittausasema sijaitsi Jätkäsaaren satama-alueella. Mittausten tarkoituksena oli selvittää laiva- ja autoliikenteen sekä satamatoimintojen vaikutusta alueen ilmanlaatuun. Kauniaisten siirrettävällä mittausasemalla selvitettiin Kauniaisten keskustan yleistä ilmanlaatua. Vantaan Itä-Hakkilassa mitattiin pientalo-alueen ilmanlaatua. Mittauksilla selvitettiin yleisesti pientalo-alueiden ilmanlaatua ja puun pienpolton vaikutuksia pitoisuuksiin.

Suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä täydennettiin kiinteiden mittausasemien typpidioksidipitoisuuksien mittauksia 23 kohteessa vuonna 2008. Helsingissä ilmanlaatua selvitettiin niin sanottujen herkkien kohteiden eli koulujen, päiväkotien ja vanhustentalojen läheisyydessä sekä niissä katukuiluissa, joissa ilmanlaadun raja-arvojen on todettu aiemmin ylittyneen. Vantaalla ilmanlaatua selvitettiin Tikkurilan ympäristössä ja Espoossa Leppävaaran katukuilussa.

4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna

4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuina

Ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Ilmansuojelusta vastaavien viranomaisten tulee huolehtia siitä, että pitoisuudet pysyvät raja-arvojen alapuolella. Vertaamalla mittaustuloksia raja-arvoihin saadaan käsitys ilmanlaatuutilanteesta.

Hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin, typenoksidien, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuuksille on annettu raja-arvot ilmanlaatuasetuksella vuonna 2001 (taulukko 2). Vuonna 2008 asetettiin myös pienhiukkasille tavoite- ja raja-arvo EY:n direktiivissä ilmanlaadusta ja sen parantamisesta Euroopassa (taulukko 2). YTV-alueella mitatut pitoisuudet suhteessa raja-arvoihin on esitetty kuvissa 2 a–i ja liitteessä 1.

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2008 hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat 14 ja 28 µg/m³ välillä YTV:n mittausasemilla. Pienimmät pitoisuudet mitattiin Kallion kaupunkitausta-alueella sekä Itä-Hakkilan pientaloalueella ja kor-

keimmat Helsingin vilkasliikenteisessä keskustassa Mannerheimintielle (kuva 2 a). Pitoisuudet alittivat kaikilla mittausasemilla selvästi vuosiraja-arvon (40 µg/m³).

Vuorokausipitoisuuden raja-arvo hengitettävälle hiukkasille ei myöskään ylittynyt vuonna 2008. Lumettoman talven vuoksi kuivat kadut pölyisivät muutamia kertoja jo tammikuussa sekä helmikuun puolivälissä. Maaliskuu oli viileä, mikä vähensi pölyämistä. Keväällä katuja siivottiin riipeästi ja katupölyä hillittiin myös suolaliuoskastelein. Mannerheimintielle raja-arvon ylittyminen oli kuitenkin hyvin lähellä, sillä raja-arvotaso ylittyi 35 kertaa, mikä on suurin sallittu ylitysmäärä (kuva 2 b). Raja-arvon ylittyminen edellyttää, että vuorokausipitoisuudet ylittävät tason 50 µg/m³ vuoden aikana yli 35 kertaa. Muissa mittauspaikoissa raja-arvotason ylitysten määrät olivat edellisvuotta vähäisemmät: Vallilassa 7, Kalliossa 4, Leppävaarassa 12, Kauniaisissa 11, Tikkurilassa 5 ja Itä-Hakkilassa 6 kpl.

Enin osa mittausasemilla havaituista raja-arvotason 50 µg/m³ ylityksistä ajoittui kevään katupölykauteen (kuva 2 b), joka alkoi maaliskuun puolivälissä ja loppui toukokuun alussa. Sen voi-

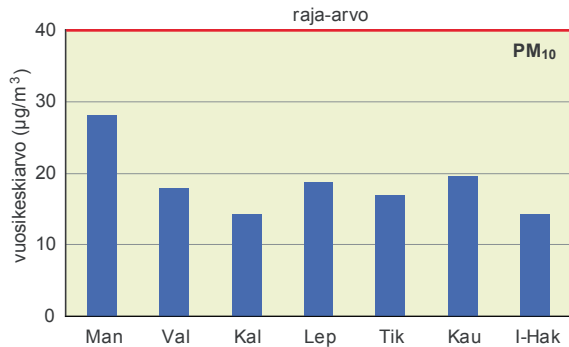
Taulukko 2. EY:n ilmanlaadun raja-arvot, jotka on annettu ilmanlaatuasetuksella vuonna 2001.

Yhdiste	Aika	Raja-arvo, µg/m ³	Sallitut ylitykset	Saavutettava viimeistään
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	vuosi	40	-	voimassa
	vrk	50	35 vrk/vuosi	-"
Pienhiukkaset PM _{2,5}	vuosi	25*	-	1/1/2015
Typpidioksidi NO ₂	vuosi	40	-	1/1/2010
	tunti	200	18 h/vuosi**	-"
Typenoksidit NO + NO ₂	vuosi	30***	-	voimassa
Rikkidioksidi SO ₂	vuosi ja talvi	20***	-	voimassa
	vrk	125	3 vrk/vuosi	-"
	tunti	350	24 h/vuosi	-"
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	10 mg/m ³	-	voimassa
Bentseeni C ₆ H ₆	vuosi	5	-	1/1/2010
Lyijy Pb	vuosi	0,5	-	voimassa

* Uudessa direktiivissä annettiin pienhiukkasille raja-arvo ja sitä vastaava tavoitearvo, joka tulee saavuttaa 1.1.2010 mennessä.

** 1.1.2010 saakka raja-arvo on vuoden tuntiarvojen 98 %-pisteinä (noin 175 h sallitaan vuodessa).

*** Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla.



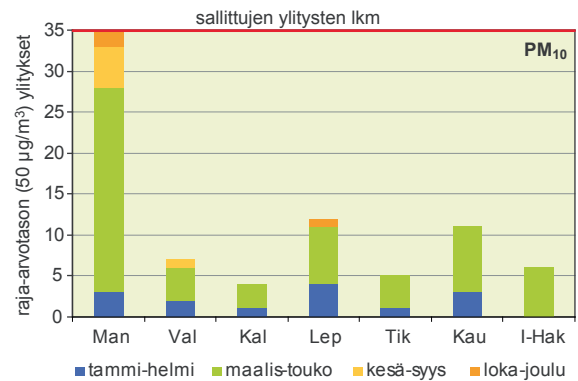
Kuva 2 a. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot raja-arvotasoon verrattuina.

makkain vaihe oli huhtikuun ensimmäisellä viikolla (ks. luku 10.1). Katupöly aiheutti korkeita pitoisuuksia myös tammi–helmikuussa sekä muutamana päivänä loka–joulukuussa. Talvihiekoituksella ja suolauksella sekä nast- ja kitkarenkailta on keskeinen vaikutus raja-arvotason ylittymisiin talven ja kevään pölypäivinä, sen sijaan Mannerheimintien kesäiset raja-arvotason ylitykset aiheutuivat suurelta osin läheisten rakennus-, kisko- ja tietyömaiden pölyämisestä (ks. luku 4.2 sekä Kupiainen ja Stojiljkovic 2009).

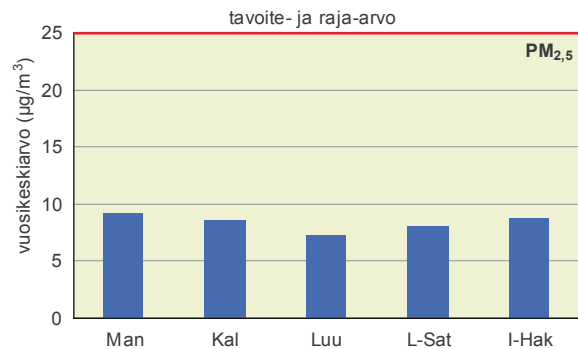
Vuoden 2008 korkeimmat hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet mitattiin kevään katupölykauden aikana. Maksimiarvot vaihtelivat 209 ja 582 µg/m³ välillä eri asemilla. Korkein tuntiarvo mitattiin 1. huhtikuuta klo 20 Kauniaisissa vilkasliikenteisellä keskusta-alueella ja toiseksi korkein 577 µg/m³ Itä-Hakkilassa klo 19. Samana päivänä hiukkaspitoisuudet olivat korkeita kaikilla mittausasemilla. Ne johtuivat katupölystä, jota liikenne nosti ilmaan kuivilta kaduilta, mutta pitoisuuksiin vaikutti myös pienhiukkasten kaukokulkeuma (ks. luvut 10.1 ja 10.3).

Pienhiukkaset

Hiukkasten terveysvaikutuksia on tutkittu runsaasti ja tutkimuksissa saatujen tulosten myötä kiinnostus erityisesti pienhiukkasiin (PM_{2,5}) on kasvanut. Näille halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin (µm) kokoisille hiukkasille on asetettu vuonna 2008 EY:n direktiivissä tavoite- ja raja-arvo, joka on 25 µg/m³ vuosipitoisuudelle. Tavoitearvo tulee saavuttaa 1.1.2010 ja raja-arvo 1.1.2015 men-



Kuva 2 b. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet vuorokausiraja-arvoon verrattuina eli 50 µg/m³ ylittävien vuorokausien määrä. Ylitysten ajankohdat on luokiteltu neljään jaksoon.

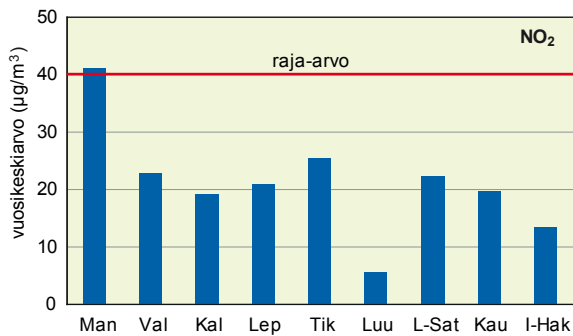


Kuva 2 c. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot tavoite- ja raja-arvoon verrattuina.

nessä. Suomessa pienhiukkaspitoisuudet ovat selvästi alle tämän arvon. Pienhiukkasten pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttaa eniten kaukokulkeuma. Pienempi osuus on peräisin paikallisista lähteistä, kuten liikenteen pakokaasuisista ja puun pienpoltosta.

Maailman terveysjärjestö WHO uudisti vuonna 2005 ohjearvojaan ja antoi ohjearvon pienhiukkasten vuosipitoisuudelle 10 µg/m³ ja vuorokausipitoisuudelle 25 µg/m³ (WHO 2006). Vuosi-ohjearvo on ylittynyt useina vuosina kaikkein vilkkaimmissa liikenneympäristöissä pääkaupunkiseudulla ja vuorokausiohjearvo joka vuosi kaukokulkeumien aikana koko seudulla (ks. luku 10.3).

Vuonna 2008 pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvot olivat melko matalia: Mannerheimintielä 9,3 µg/m³, Itä-Hakkilassa 8,7 µg/m³, Kalliossa 8,6 µg/m³, Länsisatamassa 8,1 µg/m³ ja Luukissa 7,3 µg/m³ (kuva 2 c). Pitoisuudet ovat alhai-



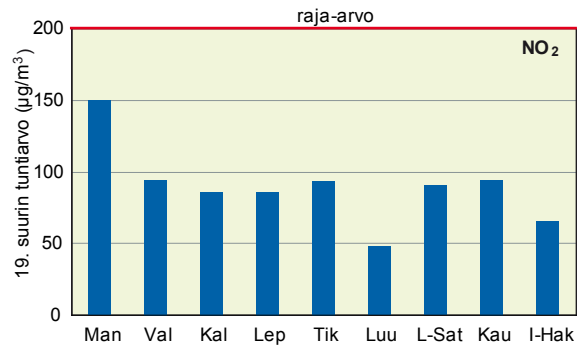
Kuva 2 d. Typpidioksidin vuosikeskiarvot raja-arvoon verrattuina.

sia tavoite- ja raja-arvoon verrattuna. Keskeinen syy mataliin pitoisuuksiin oli se, että pienhiukkasia kaukokulkeutui seudulle melko alhaisina pitoisuuksina vuosikeskiarvona (ks. luku 5.1). Pienhiukkasten lyhytkestoisia voimakkaita kaukokulkeumajaksoja oli kuitenkin tavanomainen määrä (ks. luku 10.3).

Vuoden korkeimmat pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet mitattiin 1.4. kaukokulkeuman aikana, jolloin pitoisuudet olivat Itä-Hakkilassa 48, Mannerheimintiellä 38 sekä Kalliossa ja Luukissa 36 µg/m³. Länsisataman korkein vuorokausipitoisuus 44 µg/m³ ja korkein tuntipitoisuus 183 µg/m³ aiheutuivat 7.1. klo 7 laivan savuviuhkasta, joka osui suoraan mittausasemalle. Kallion korkein tuntipitoisuus 240 µg/m³ johtui ilotulituksen SM-kisoista 5.9. klo 22.

Typpidioksidi ja typenoksidit

Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli 41 µg/m³ Mannerheimintien mittausasemalla, joten vuosiraja-arvo 40 µg/m³ ylittyi (kuva 2 d). Muilla mittausasemilla pitoisuudet vaihtelivat Luukin 6 ja Tikkurilan 25 µg/m³ välillä. Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitettiin lisäksi useissa paikoissa passiivikeräimillä, joka on suuntaa-antava menetelmä. Passiivikeräinmittauksin typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon vuonna 2008 sekä Hämeentiellä että Töölöntullissa (ks. luku 8). Autojen pakokaasuista peräisin olevat typenoksidit aiheuttavat korkeita typpidioksidin pitoisuuksia Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa, vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla ja pääväylien varsilla. Ra-



Kuva 2 e. Typpidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.

ja-arvon ylitysalueista ja ylitysten aiheuttamista toimenpiteistä on kerrottu tarkemmin luvussa 4.2.

Typpidioksidin tuntiraja-arvon ylityksiä ei esiintynyt. Korkein raja-arvoon verrannollinen tuntipitoisuus oli Mannerheimintiellä 150 µg/m³ ja muilla mittausasemilla taso oli alle 100 µg/m³ (kuva 2 e). Tuntipitoisuuden raja-arvo on 200 µg/m³ ja se ylittyy, jos tätä suurempia tuntipitoisuuksia havaitaan yli 175 tuntia vuodessa (1.1.2010 jälkeen 18 tuntia vuodessa). Korkeimmat tuntiarvot mitattiin Mannerheimintiellä (221 µg/m³), Kauniaisissa (143 µg/m³) ja Vallilassa (136 µg/m³) heikkotuulisisä säätilanteissa. Typpidioksidin episoditilanteita on kuvattu tarkemmin luvussa 10.2.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi typenoksideille on myös annettu vuosiraja-arvo 30 µg/m³, joka on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän vuosiraja-arvoon. Luukissa NO- ja NO₂-pitoisuuksien summan vuosikeskiarvo oli 6 µg/m³ ja siten selvästi alle raja-arvon.

Rikkidioksidi

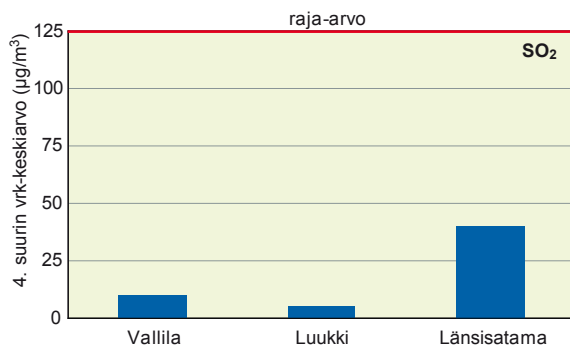
Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2008 selvästi niin tunti-, vuorokausi- kuin vuosiraja-arvonkin alapuolella. YTV:n mittausasemista pitoisuudet olivat korkeimmat Länsisatamassa, jossa vuorokausi- ja tuntiraja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet olivat 40 ja 122 µg/m³, mikä on noin 35 % raja-arvoista. Muutoin rikkidioksidin pitoisuustaso on alhainen pääkaupunkiseudulla (ku-

vat 2 f ja g). Länsisataman pitoisuudet ovat ajoittain korkeita laivojen päästöjen vuoksi (ks. luku 7.1). Vuoden korkeimmat rikkidioksidin tuntipitoisuudet olivat 205 ja 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ne mitattiin 9.9. klo 14 ja 22.4. klo 1.

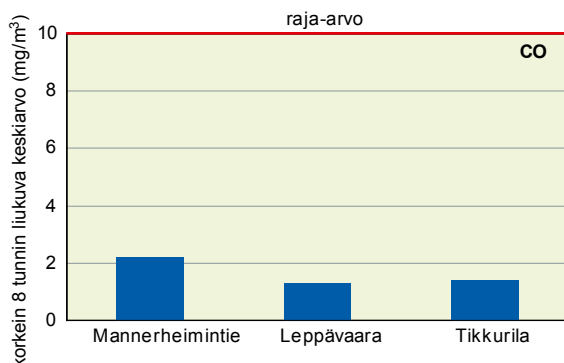
Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidille annettu vuosi- ja talviraja-arvo 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata näihin vuosiraja-arvoihin. Luukin rikkidioksidipitoisuus oli 1,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2008 ja 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ talvikaudella (1.10.2008–31.3.2009), joten pitoisuudet olivat selvästi alle raja-arvojen (liite 1/8).

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidin kahdeksan tunnin keskiarvolle annettu raja-arvo (10 mg/m^3) ei ylittynyt. Korkein kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuus oli Manner-



Kuva 2 f. Rikkidioksidin pitoisuudet vuorokausiraja-arvoon verrattuina.



Kuva 2 h. Hiilimonoksidin pitoisuudet 8 tunnin raja-arvoon verrattuina.

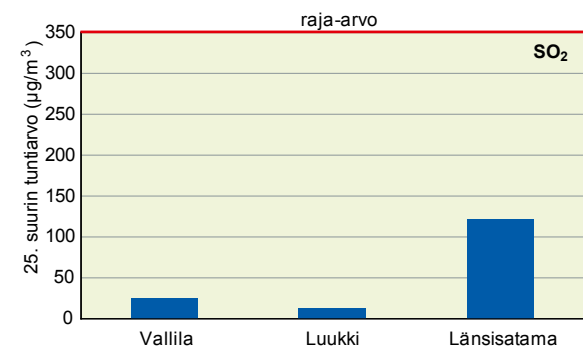
heimintiellä 2,2 mg/m^3 , Tikkurilassa 1,4 mg/m^3 ja Leppävaarassa 1,3 mg/m^3 (kuva 2 h, liite 1/9).

Bentseeni

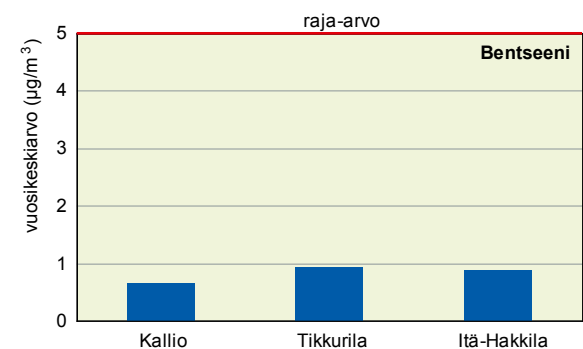
Bentseenin pitoisuuksia mitattiin passiivikeräimenetelmällä kahden viikon jaksoissa Kalliossa, Tikkurilassa ja Itä-Hakkilassa. Bentseenin vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,7, Tikkurilassa 0,9 ja Itä-Hakkilassa 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siis selvästi bentseenin vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella (kuva 2 i). Bentseenipitoisuuksien lisäksi passiivikeräinnäytteistä mitattiin myös eräiden muiden VOC-yhdisteiden pitoisuuksia, joiden vuosikeskiarvot on esitetty liitteessä 1/11.

Lyijy

Kokonaisleijumanäytteistä määritettiin raskasmetallien pitoisuuksia. Lyijypitoisuuden vuosikeskiarvot olivat välillä 0,004–0,005 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siten vain murto-osa vuosiraja-arvosta 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (liite 1/11).



Kuva 2 g. Rikkidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.



Kuva 2 i. Bentseenin vuosikeskiarvot raja-arvoon verrattuina.

4.2 Tilanne suhteessa raja-arvoihin

Ilman epäpuhtauspitoisuuksille asetetut raja-arvot ovat pääkaupunkiseudulla ylittyneet vain Helsingissä. Ylitykset ovat tapahtuneet typpidioksidin vuosiraja-arvon ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon osalta. Ylityspaikat ovat olleet vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla ja ydinkeskustan vilkkaimmin liikennöidyillä alueilla. Lisäksi typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyy suuntaa-antavien passiivikeräintulosten perusteella kaikkein vilkkaimmin liikennöityjen pääväylien välittömässä läheisyydessä.

Helsingin katuosuudet, joilla hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien on arvioitu ylittävän raja-arvot, on esitetty kuvassa 3. Arviotujen ylityskatujen pituus on noin kahdeksan kilometriä. Arvio perustuu ilmanlaadun mittauksiin ja asiantuntija-arvioon vuodelta 2004 (Helsinki 2005). Kuvassa on esitetty myös katuosuuksilla olevien pysyvien (Töölö 1978–2004, Mannerheimintie 2005–) sekä siirrettävien mittausasemien paikat.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylitykset

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat korkeita erityisesti kevään pölykaudella vilkkaasti liikennöidyissä ympäristöissä. Hiekoitussepin ja asfaltin kulumisen vaikutuksesta pitoisuuksiin sekä hiukkasten koostumuksesta on tehty tutkimuksia pääkaupunkiseudulla. Tervahatun ym. (2005) toteuttamassa tutkimuksessa on havaittu hiekkapaperiefektiksi nimetty ilmiö, jonka mukaan hiekoitusmateriaali lisää pölyn määrää ilmassa, mutta suuri osa hiukkasista on kuitenkin peräisin asfaltista. Autonrenkaat yhdessä hiekoitushiekan kanssa irrottavat asfaltista huomattavasti enemmän hiukkasia kuin renkaat yksinään. Käytetyn hiekoitusmateriaalin raekoolla on merkittävä vaikutus syntyvän pölyn määrään: hienojakoinen hiekka jauhautuu ja kuluttaa asfalttia selvästi karkeata hiekkaa enemmän. Myös nastarenkaat ja teiden suolaaminen lisäävät asfaltin pinnan kulumista. Kaikki rengastyypit nostavat tehokkaasti hiukkasia kadulta ilmaan. On havaittu, että erityisesti kitkarenkaat imevät imukupinomaisesti asfaltin huokosissa olevan hienojakoisen aineksen ja nostavat sen tehokkaasti ilmaan. (Tervahattu ym. 2007)



Kuva 3. Helsingin katuosuudet, joissa ilmanlaadun raja-arvojen arvioidaan ylittävän. Arvioidut ylitysalueet on reunustettu mustalla. Ylitysalueilla olevat tai niissä olleet YTV:n ilmanlaadun mittausasemat on merkitty mustin ympyröin. Arkivuorokausiliikennemäärien (ajoneuvoa/vrk vuonna 2007) kuvaamiseen on käytetty väriluokitusta.

Katupölyn lisäksi merkittävää pölyämistä voivat aiheuttaa mm. rakennustyömaat. Mannerheimintien vuoden 2008 pölypäivät johtuivat katupölyn lisäksi läheisten rakennus-, kisko- ja tietyömaiden hiukkasista sekä muutamina päivinä myös kaukokulkeumasta (Kupiainen ja Stojiljkovic 2009).

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden ylittäessä $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy ns. raja-arvotaso. Raja-arvon katsotaan ylittyneen, kun raja-arvotason ylittäviä vuorokausia on vuodessa yli 35 kappaletta. Vuoden 2001 jälkeen hengitettävien hiukkasten raja-arvo on ylittynyt Runeberginkadulla vuonna 2003, Hämeentiellä ja Mannerheimintielle vuonna 2005 sekä Mannerheimintielle ja Töölöntullissa vuonna 2006. Vuonna 2008 raja-arvotaso ylittyi Mannerheimintielle 35 kertaa, mikä on suurin sallittu ylitysmäärä ennen raja-arvon ylitymistä (taulukko 3 a).

Typidioksidin raja-arvon ylitykset

Ulkoilman typidioksidipitoisuudet ovat yleensä korkeita kevättalvella ja keväällä, kun otsonipitoisuudet alkavat kohota ja sääolosuhteet estävät epäpuhtauksien laimenemista. Talvella voi esiintyä voimakkaita ja pitkäkestoisia inversiolianteita, jolloin typidioksidin pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi. Yleensä ns. episodilianteet purkautuvat kuitenkin melko nopeasti, eikä typidioksidin tuntiraja-arvo ole ylittynyt pääkaupunkiseudulla.

Typidioksidin vuosiraja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääkaupunkiseudulla se on ylittynyt Helsingin kuilumaisilla katualueilla sekä ydinkeskustan vilkasliikenteisillä alueilla eli Mannerheimintielle vuosina 2005–2008 sekä Hämeentiellä vuonna 2005 ja Töölöntullissa vuonna 2006 (taulukko 3 b). Suuntaa antavilla passiivikeräyksillä on todettu typidioksidin vuosipitoisuuden ylittäneen raja-arvon sekä vilkkaimman kehätien välittömässä läheisyydessä että Helsingin kuilumaisilla katualueilla (taulukko 3 c).

Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo tuli saavuttaa vuoden 2005 alussa. Koska talvihiekoituksella on merkittävä vaikutus raja-arvon ylittymiseen Helsingissä (Helsinki 2005), voidaan soveltaa ilmanlaatuasetuksen poikkeamaa, joka sallii raja-arvon ylittämisen. Raja-arvon ylittyminen kuitenkin edellyttää toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo on ylittynyt Helsingissä vuosina 2003, 2005 ja 2006.

Taulukko 3 a. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylittävien vuorokausien lukumäärä Helsingin katukuiluissa ja ydinkeskustassa.*

Mittausasema	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
Töölö	32	21	9				
Mannerheimintie				49	37	33	35
Runeberginkatu		41	32				
Hämeentie				41			
Töölöntulli					59		
Unioninkatu						23	

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

Taulukko 3 b. Typidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Helsingin katukuiluissa ja ydinkeskustassa.*

Mittausasema	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08
Töölö	37	34	36				
Mannerheimintie				43	42	42	41
Runeberginkatu			39				
Hämeentie				46			
Töölöntulli					54		
Unioninkatu						36	

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

Taulukko 3 c. Suuntaa-antavilla passiivikeräyksillä todetut typidioksidin yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosipitoisuudet.

Paikka	'04	'05	'06	'07	'08
Pakila, Kehä I lähialue*	53				
Hämeentie 21** ja 14***, *****		41	48		44
Malminrinne 3**		41			
Kaisaniemenkatu 6A**		47			
Lapinrinne, tunnelisuun lähialue ****				59	
Mannerheimintie 55*****					47

* Malkki ja Kousa 2005

** Myllynen ym. 2006

*** Myllynen ym. 2007

**** Niemi ym. 2008

***** Luku 8

Näistä ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on kuvattu mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten pääsyyt ja laaditut toimenpidesuunnitelmat sekä niiden toteutuminen.

Pääkaupunkiseudulla on laadittu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta ilmansuojeluohjelma pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä tausta-aineistosta (Helsinki 2008a; Espoo 2008a; Kauniainen 2008; Vantaa 2008a; YTV 2008 a, b). Ohjelmat on laadittu vuosille 2008–2016. Toimintaohjelmia tukevat kaupunkien ja YTV:n valmiussuunnitelmat ilmansaaste-episodien varalle (ks. luku 10.5). Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus on toimitettu EU-komissiolle vuonna 2008. Ohjelman toteutusta seurataan ja raportoidaan kolmen vuoden välein.

4.3 Pitoisuudet kynnys- ja tavoitearvoihin verrattuna

Ilmanlaadun kynnysarvot määrittelevät tason, jonka ylityessä väestölle on tiedotettava tai varoitettava kohonneista ilmansaasteiden pitoisuuksista (taulukko 4 a). Tiedotuskynnys ilmaisee tason, jonka ylittyminen voi vaarantaa erityisen herkkien väestöryhmien terveyden. Varoituskynnys puolestaan on pitoisuustaso, jonka ylityessä lyhytaikainenkin altistuminen vaarantaa väestön terveyden. Kynnysarvot on annettu otsonille, rikkidioksidille sekä typpidioksidille. Suomessa ei ole esiintynyt varoituskynnyksen ylittäviä pitoisuuksia. Rikki- ja typpidioksidin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla erittäin matalia suhteessa varoituskynnyksiin. Otsonille annettu tiedotuskynnys on ylittynyt YTV-alueella kerran, 7.5.2004 voimakkaan kaukokulkeman aikaan (ks. luku 10.4).

Tavoitearvot määrittelevät pitoisuuden tai kuormituksen, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa (taulukko 4 b). Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkällä aikajänteellä. Terveysperusteiset

tavoitearvot on annettu otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso(a)pyreenille, joka on syöpäriskiä lisäävä PAH-yhdiste. Lisäksi otsonille on annettu kasvillisuusperusteiset tavoitearvot, joita kuvataan ns. AOT40-indeksin avulla (taulukko 4 b).

Otsoni

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2008 edellisvuotta korkeampia, mutta matalampia kuin vuonna 2006. Vuoden 2008 korkein otsonipitoisuus mitattiin Luukissa huhtikuun 4. päivänä, jolloin kaukokulkeutui runsaasti myös pienhiukkasia (ks. luvut 10.3 ja 10.4). Otsonin korkein tuntipitoisuus ($153 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jäi tällöin kuitenkin selvästi tiedotuskynnyksen ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) alapuolelle.

Terveyden suojelemiseksi annettu otsonin tavoitearvotaso (8 tunnin keskiarvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi vuonna 2008 Tikkurilassa 4 ja Luukissa 10 päivänä. Vuodesta 2010 alkaen ylityspäiviä sallitaan kolmen vuoden keskiarvona enimmillään 25, mutta pitkän ajan tavoitteena on, ettei ylityspäiviä ole lainkaan (kuva 4 a). Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu tavoitearvo vuodelle 2010 alitui, mutta pitkän aikavälin tavoite ylittyi vuonna 2008 (kuva 4 b). Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi annetut pitkän ajan tavoitteet ovat ylittyneet lähes joka vuosi viimeisen 20 vuoden aikana (liite 1/7).

Raskasmetallit ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt

Eräille raskasmetalleille ja bentso(a)pyreenille, joka kuuluu polysyklisiin aromaattisiin hiilivetyihin (PAH), määriteltiin tavoitearvot joulukuussa 2004 EY:n direktiivissä (2004/107/EY) (taulukko 4 b). Suomessa tämä direktiivi saatettiin voimaan asetuksella 15.2.2007.

Raskasmetalleja on mitattu pääkaupunkiseudulla suuntaa-antavalla menetelmällä kokonaisuudesta vuodesta 2000 lähtien. Vuonna 2008 mittauksia tehtiin Vallilassa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa. Raskasmetallien pitoisuudet oli-

Taulukko 4 a. Kynnysarvot otsonille, rikkidioksidille ja typpidioksidille.

Yhdiste	Aika	Tiedotuskynnys, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Varoituskynnys, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Otsoni O_3	tunti	180	240
Rikkidioksidi SO_2	kolme peräkkäistä tuntia	-	500
Typpidioksidi NO_2	kolme peräkkäistä tuntia	-	400

Taulukko 4 b. Tavoitearvot otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso(a)pyreenille sekä pitkän aikavälin tavoitteet otsonille

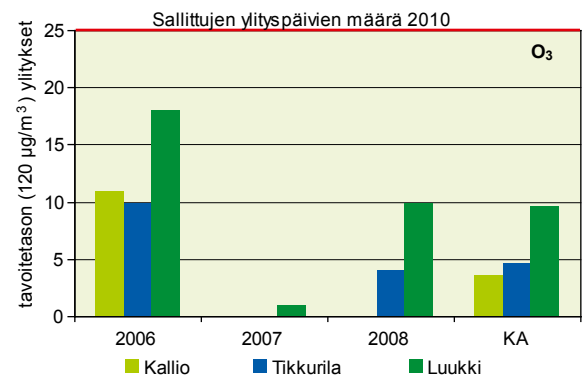
Yhdiste	Aika	Tavoitearvo ja sen saavuttamisaika	Pitkän aikavälin tavoite
Terveyden suojeleminen:			
Otsoni O_3	8 tunnin liukuva keskiarvo	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.1.2010 alkaen sallitut ylitykset 25 päivänä vuodessa kolmen vuoden keskiarvona	120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ei ylityksiä
Arseeni As	vuosi	6 ng/m^3 , 1.1.2013 alkaen	
Kadmium Cd	vuosi	5 ng/m^3 , -"-	
Nikkeli Ni	vuosi	20 ng/m^3 , -"-	
Bentso(a)pyreeni	vuosi	1 ng/m^3 , -"-	
Kasvillisuuden suojeleminen:			
Otsoni O_3	kesä*	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, 1.1.2010 alkaen viiden vuoden keskiarvona	6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$, ei ylityksiä

* 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien tuntipitoisuuksien ja 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ erotuksen kumulatiivinen summa jaksolla 1.5.–31.7. klo 10–22 eli AOT40-indeksi.

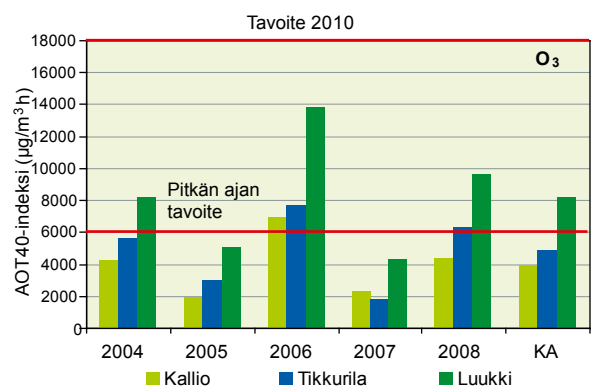
vat selvästi tavoitearvojen alapuolella, eivätkä ne myöskään ylittäneet arviointikynnyksiä, joiden perusteella määräytyy näiden metallien mittaustulokset (liite 1/11).

Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksien seuranta PM_{10} -vertailumenetelmällä aloitettiin vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla. Aikaisempina vuosina näytteet kerättiin suurteho-keräinmenetelmällä, jonka todettiin aliarvioivan pitoisuuksia. Vuonna 2008 PAH-pitoisuuksia mitattiin kaupunkitausta-aseamalla Kalliossa ja pientaloalueella Itä-Hakkilassa. Bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa vain 0,22 ng/m^3 , mutta Itä-Hakkilassa vuosikeskiarvo oli 1,11 ng/m^3 , joka ylittää tavoitearvon (1 ng/m^3). Pitoisuudet olivat korkeimmillaan sydäntalvella ja matalampia kesäkuukausina, mutta Itä-Hakkilassa kuukausittainen vaihtelu oli kesälläkin suurta (liite 2/2).

Myös aikaisempien vuosien mittaukset ovat osoittaneet, että PAH-pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla kohtalaisen korkeiksi ja tavoitearvo ylittynee monin paikoin pääkaupunkiseudulla. Liikenteen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on kohtalaisen pieni. Esimerkiksi Unioninkadun katukulussa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli 0,31 ng/m^3 . Pientaloalueilla puunpolton päästöjen on



Kuva 4 a. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2006–2008 verrattuna terveyden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon. KA = keskiarvo kolmelta vuodelta. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ taso ei ylity yhtään kertaa.



Kuva 4 b. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2004–2008 verrattuna kasvillisuuden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon ja pitkän aikavälin tavoitteeseen. KA = keskiarvo viideltä vuodelta.

todettu nostavan bentso(a)pyreenin pitoisuudet noin tavoitearvon tasolle vuonna 2005 Espoon Lintuvaaran mittauksissa.

4.4 Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuina

Ilmanlaadun ohjearvot ilmentävät kansallisia ilmanlaadun tavoitteita ja ilmansuojelutyön päämääriä, jotka on tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille. Ohjearvoja sovelletaan mm. alueiden käytön, kaavoituksen, rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvot eivät ole luonteeltaan sitovia kuten raja-arvot, vaan ne ohjaavat suunnittelua ja niiden ylittyminen pyritään estämään.

Suomen ohjearvot epäpuhtauksien tunti- ja vuorokausipitoisuuksille annettiin vuonna 1996 terveydellisin perustein. Niissä on otettu huomioon senhetkinen tietämys ilman epäpuhtauksien vaikutuksista herkkiin väestöryhmiin, joihin kuuluvat mm. lapset, vanhuksat ja hengityssairaat. Vuosipitoisuuksia koskevia ohjearvoja ja rikkilaskeman tavoitearvoa määriteltäessä ensisijaisena tavoitteena oli kasvillisuuteen ja muuhun luontoon kohdistuvien haittojen ehkäiseminen. Ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 5.

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2008 hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annettu ohjearvo ylittyi eten-

kin keväällä (kuva 5 a ja b). Ohjearvo ylittyi huh-
tikuussa kaikilla YTV:n mittausasemilla lukuun
ottamatta Kalliota, jonka pitoisuus sivusi ohjear-
voa. Lisäksi ohjearvo ylittyi Mannerheimintiel-
lä helmi- ja toukokuussa sekä Leppävaarassa ja
Kauniaisissa helmikuussa. Ohjearvon ylitykset
aiheutuivat pääasiassa hiekoitussepelistä, asfal-
tista ja suolauksesta peräisin olevan materiaalin
pölyämisestä kaduilla.

Kokonaisleijuma

Ilmassa olevien hiukkasten kokonaismäärää ni-
mitetään leijuvaksi pölyksi tai kokonaisleijumaksi
(TSP). Käytössä oleva tehokeräinmenetelmä ke-
rää hiukkasia, joiden halkaisija on pienempi kuin
noin 50 µm. Kokonaisleijuman pitoisuudet ovat
pääkaupunkiseudulla korkeita etenkin keväällä ja
ohjearvot ylittyvät vilkkaimmin liikennöidyillä alu-
eilla. Vuonna 2008 pitoisuuksia seurattiin Vallilan,
Leppävaaran ja Tikkurilan mittausasemilla.

Kokonaisleijumapitoisuudet olivat vuosiohjearvon
(50 µg/m³) alapuolella kaikilla mittausasemilla.
Vuosikeskiarvo oli Vallilassa 40, Leppävaarassa
42 ja Tikkurilassa 39 µg/m³ (kuva 5 c). Vuorokau-
siohjearvo (120 µg/m³, 98 % -prosenttipiste) sen
sijaan ylittyi. Ohjearvoon verrannolliset pitoisuu-
det olivat Vallilassa 125, Leppävaarassa 175 ja
Tikkurilassa 137 µg/m³ (kuva 5 d). Vuorokausioh-
jearvon ylityksiä on mitattu myös aikaisempina
vuosina. Pitoisuudet olivat matalampia kuin edel-
lisenä vuotena. Vuorokausikeskiarvot olivat kor-

Taulukko 5. Ilmanlaadun ohje-arvot

Yhdiste	Aika	Ohjearvo, µg/m ³	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	vrk	70	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Kokonaisleijuma TSP	vuosi	50	vuosikeskiarvo
	vrk	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Typidioksidi NO ₂	vrk	70	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
	tunti	150	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Rikkidioksidi SO ₂	vrk	80	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
	tunti	250	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	8 mg/m ³	liukuva keskiarvo
	tunti	20 mg/m ³	tuntikeskiarvo
Haisevat rikkidyhdisteet TRS	vrk	10	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo, TRS ilmoitetaan rikkinä

keita maaliskuun puolivälistä toukokuun alkuun (maksimipäivät 2.4.–4.4.).

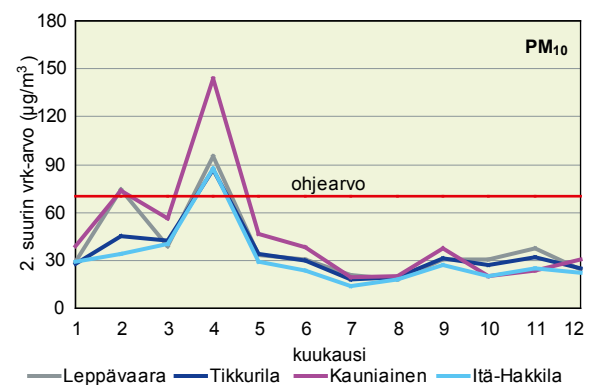
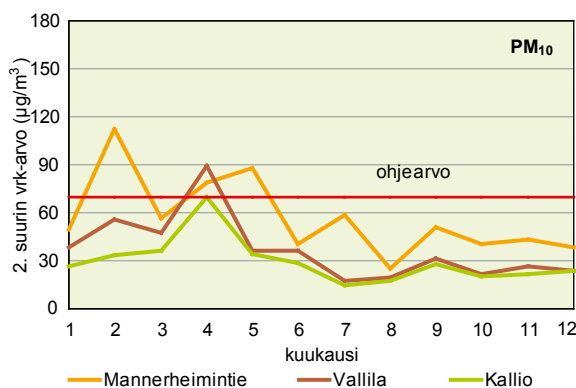
Typpidioksidi

Pääkaupunkiseudulla typpidioksidipitoisuudet nousevat ajoittain haitallisen korkeiksi viikkaimmin liikennöityjen katujen ja teiden varsilla. Typpidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2008 Helsingin keskustassa Mannerheimintien mittausasemalla viitenä kuukautena huhti-, touko-, elo-, syys- ja marraskuussa (kuva 5 e). Muilla mittausasemilla vuorokausiohjearvo ei ylittynyt (kuva 5 e ja f). Typpidioksidin tuntiohjearvo ei ylittynyt millään mittausasemalla (kuva 5 g ja h).

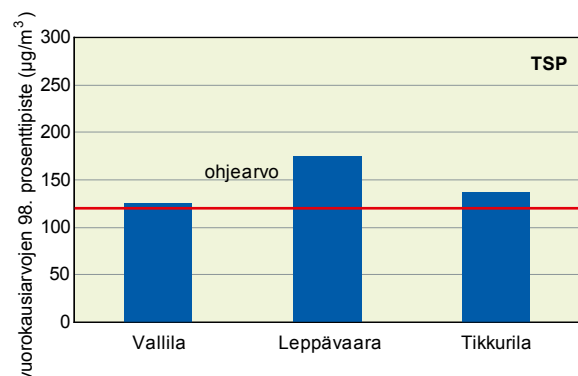
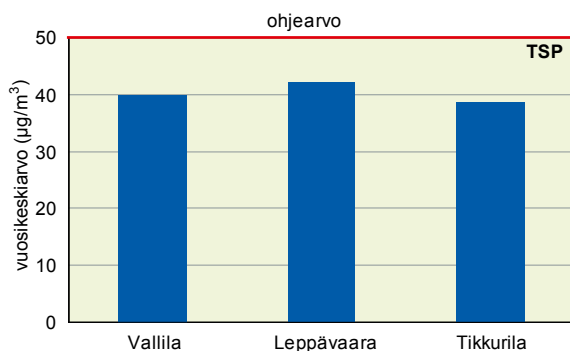
Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi

Rikkidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuudet jäivät ohjearvojen alapuolelle. Korkein rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannollinen pitoisuus oli Vallilassa 10, Luukissa 7 ja Länsisatamassa $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 5 i). Vastaavat tuntiohjearvoon ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet olivat Vallilassa 32, Luukissa 15 ja Länsisatamassa $145 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 5 j). Länsisatamassa laivat aiheuttavat ajoittain korkeahkoja pitoisuuksia (ks. luku 7.1).

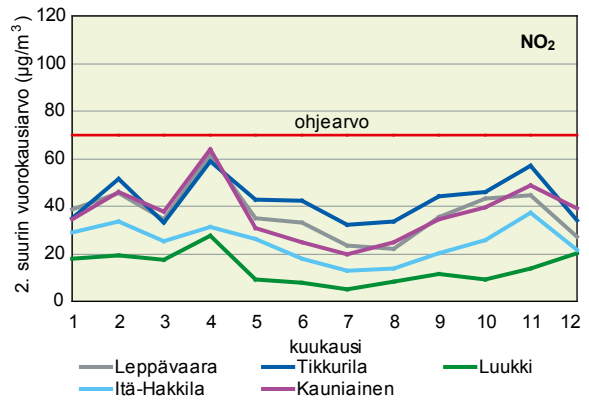
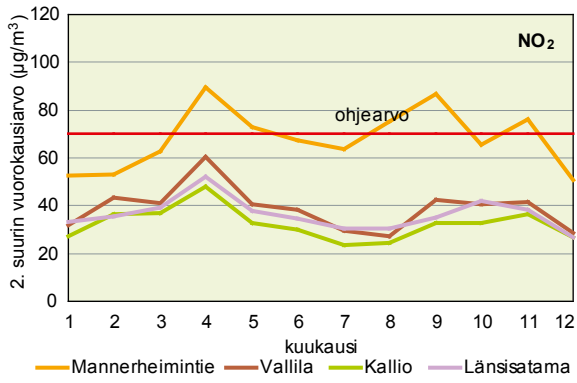
Hiilimonoksidipitoisuuden korkein kahdeksan tunnin liukuva keskiarvo oli Mannerheimintiellä $2,2 \text{ mg}/\text{m}^3$ (ohjearvo $8 \text{ mg}/\text{m}^3$). Korkein tuntipitoisuus $5,9 \text{ mg}/\text{m}^3$ (ohjearvo $20 \text{ mg}/\text{m}^3$) mitattiin 1. elokuuta iltayöllä Mannerheimintiellä. Hiilimonoksidin tunnusluvut on esitetty liitteessä 1/9.



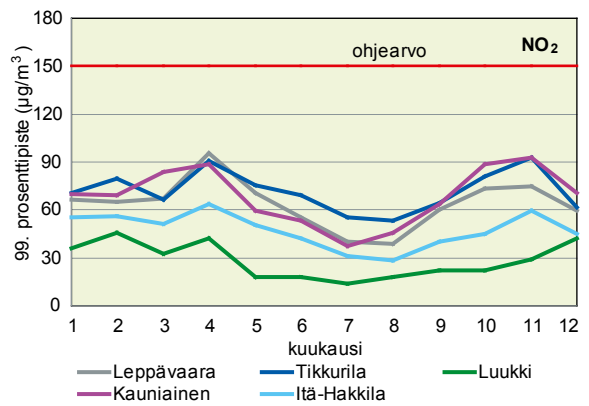
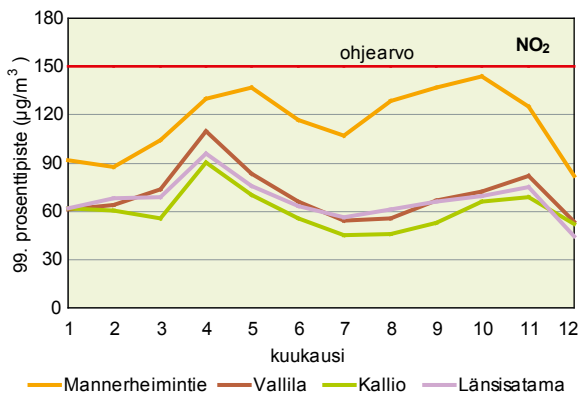
Kuva 5 a ja b. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia vuorokausiohjearvoon verrattuna Helsingin sekä Espoon, Kauniaisten ja Vantaan mittausasemilla.



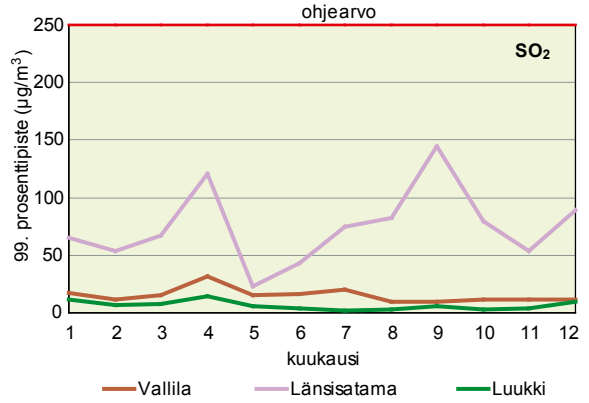
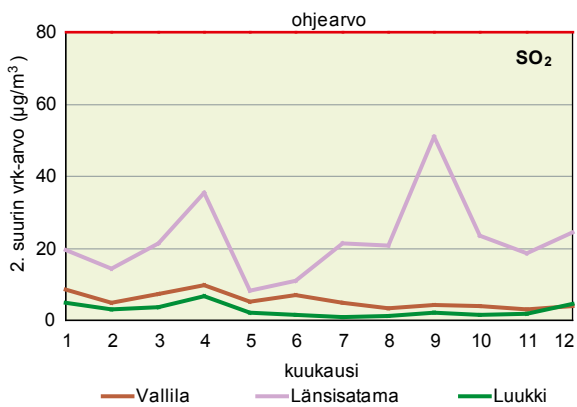
Kuva 5 c ja d. Kokonaisleijumapitoisuuksien vertailu vuosi- ja vuorokausiohjearvoihin.



Kuva 5 e ja f. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet Helsingin sekä Espoon, Kauniaisten ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 5 g ja h. Tuntiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet Helsingin sekä Espoon, Kauniaisten ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 5 i ja j. Rikkidioksidin pitoisuuksia vuorokausi- ja tuntiohjearvoon verrattuina.

5. Pitoisuuksien ajalliset muutokset

Päästöjen määrät ovat muuttuneet vuosien ja vuosikymmenten saatossa sekä pääkaupunkiseudulla että kauempana Euroopassa, mikä on havaittavissa selvinä trendeinä useiden epäpuhtauksien pitoisuuksissa pääkaupunkiseudulla. Pitoisuudet vaihtelevat myös vuodenajan, viikonpäivän ja vuorokaudenajan mukaan, koska sääolosuhteiden ja päästömäärien vaihtelu on melko voimakasta.

5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen

Ilmansaasteiden pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä laskeneet, pysyneet likimain ennallaan tai nousseet vain vähän. Tämä on saavutus, koska seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti.

Rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet ovat nykyisin alhaisia eikä niistä aiheudu juurikaan haittaa terveydelle pääkaupunkiseudulla. Myös typpimonoksidipitoisuudet ovat laskeneet selvästi ja tämä on tapahtunut liikenteen kasvusta huolimatta. Sen sijaan terveydelle haitallisen typpidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet vain lievästi viimeisen kymmenen vuoden aikana YTV:n mittausasemilla.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat pysyneet lähes samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden ajan. Kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista merkittävä osa on katupölyä, varsinkin kevään pölykaudella. Tämän liikenteen epäsuoran hiukaspäästön määrän kehitystä ei tunneta kovin hyvin. Liikenteen suorat hiukaspäästöt ja energiantuotannon päästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen.

Hiukkasten, typpidioksidin ja otsonin pitoisuudet ovat edelleen suhteellisen korkeita ja ne ylittävät paikoin raja-, tavoite- ja ohjearvoja. Toimenpiteet pitoisuuksien alentamiseksi ja esimerkiksi katujen pölyämisen hillitsemiseksi eivät ole toistaiseksi olleet riittävän tehokkaita, ja nykyistä tehokkaampia keinoja selvitetään. 1990-lu-

vulla käyttöönotetut pölyntorjuntakeinot laskivat Helsingin kokonaisleijuman pitoisuuksia, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana pitoisuudet ovat pysyneet ennallaan.

Kesällä 2008 valmistui ilmansuojeluohjelmia, joissa linjataan tarvittavat pitkän aikavälin toimenpiteet mm. hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin raja-arvojen alittamiseksi (ks. luku 4.2). Otsonin ja pienhiukkasten pitoisuuksia vähennetään tehokkaimmin vaikuttamalla kansainvälisesti, koska niiden pitoisuuksiin vaikuttaa merkittävästi kaukokulkeutuminen Suomen rajojen ulkopuolelta.

Viimeisimpien EY:n ilmanlaatudirektiivien myötä mittaushjelmaan on tullut uusia epäpuhtauksia: bentseeni, arseeni, kadmium, nikkeli ja bentso(a)pyreeni. Pitoisuuksia on mitattu vuodesta 2000 lähtien ja pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla yleensä matalia. Puunpoltto nostaa kuitenkin bentso(a)pyreenin pitoisuuden melko korkeaksi paikoin pientaloalueilla. Aikasarjat ovat lyhyitä, joten pitoisuuksissa ei ole nähtävissä selviä trendejä (liite 1/11).

Kokonaisleijuma

Kokonaisleijuman (TSP) pitoisuudet ovat laskeneet Helsingissä 1980-luvun lopulta lähtien, mutta lasku on hidastunut (kuva 6 ja liite 1/3). Tikurilassa ja Leppävaarassa kokonaisleijuman vuosikeskiarvot ovat pysytelleet suunnilleen samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden ajan. Leppävaarassa rakennustyöt nostivat hiukkasipitoisuuksia vuosina 2000–2002. Vuonna 2008 kokonaisleijumapitoisuuden vuosikeskiarvot olivat tasoa 39–42 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ne olivat selvästi edellisvuosia matalampia.

Hengitettävät hiukkaset

Pisimmät hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) mittausarjat on käytettävissä Helsingistä, jossa mitaukset aloitettiin Töölössä 1990-luvun alussa.

Töölössä pitoisuudet laskivat 1990-luvulla, muualla esimerkiksi vilkasliikenteisillä alueilla Vallilassa, Tikkurilassa ja Leppävaarassa pitoisuudet ovat pysyneet lähes ennallaan. Leppävaaran alueen rakennustyöt nostivat pitoisuuksia vuosina 2000–2002 (kuva 6 ja liite 1/2).

Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 kaikilla mittausasemilla hieman edellisvuotta alhaisemmat. Kevään katupölykausi oli heikohko ja pienhiukkasten kaukokulkeumia oli tavanomainen määrä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat vuonna 2008 matalimmat Kalliossa ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja korkeimmat Mannerheimintiellä ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Pienhiukkaset

Pisin yhtenäinen pienhiukkaspitoisuuksien ($\text{PM}_{2,5}$) mittausarja on käytettävissä Kalliosta (kuva 6 ja liite 1/2). Vallilassa mittauksia tehtiin huhtikuusta 1997 joulukuuhun 2003. Luukissa seuranta aloitettiin vuonna 2004 ja Mannerheimintiellä 2005. Näiden mittausarjojen perusteella ei ole havaittavissa selkeää trendiä pienhiukkasten pitoisuuksissa.

Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 hieman matalampia kuin edellisvuonna ja selvästi matalampia kuin vuonna 2006, jolloin itäisen Euroopan avopalojen päästöt nostivat pitoisuuksia. Vuonna 2008 kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten pitoisuudet olivat keskimäärin melko matalia, kuten Luukin alueellisen tausta-aseman vuosipitoisuus osoittaa (kuva 6). Pienhiukkasten voimakkaita kaukokulkeumajaksoja oli kuitenkin tavanomainen määrä (ks. luku 10.3). Kaukokulkeutuneiden hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaasti sääolot, koska ne säätelevät ilmansaasteiden kulkeutumista, muuntumista ja poistumista ilmakehästä sekä vaikuttavat avopalojen ja lämmitystarpeen määrään.

Typenoksidit

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typpimonoksidin (NO) pitoisuudet ovat laskeneet selvästi YTV:n mittausasemilla (kuva 6 ja liite 1/6). Typpimonok-

sidin pitoisuuden laskuun on vaikuttanut erityisesti autojen katalysaattoreiden yleistyminen.

Typpidioksidin (NO_2) pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän ja viimeisten kymmenen vuoden ajan laskeneet vain lievästi esimerkiksi Kalliossa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa (kuva 6 ja liite 1/5). Monet tekijät, mm. typpidioksidin osuuden lisääntyminen päästöissä ja otsonipitoisuuden kasvu vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen, joka ei seuraa typpimonoksidin pitoisuuden muutosta.

Typpimonoksidin vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 kaikilla mittausasemilla matalammat kuin vuonna 2007. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 0,4 ja Mannerheimintien $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä.

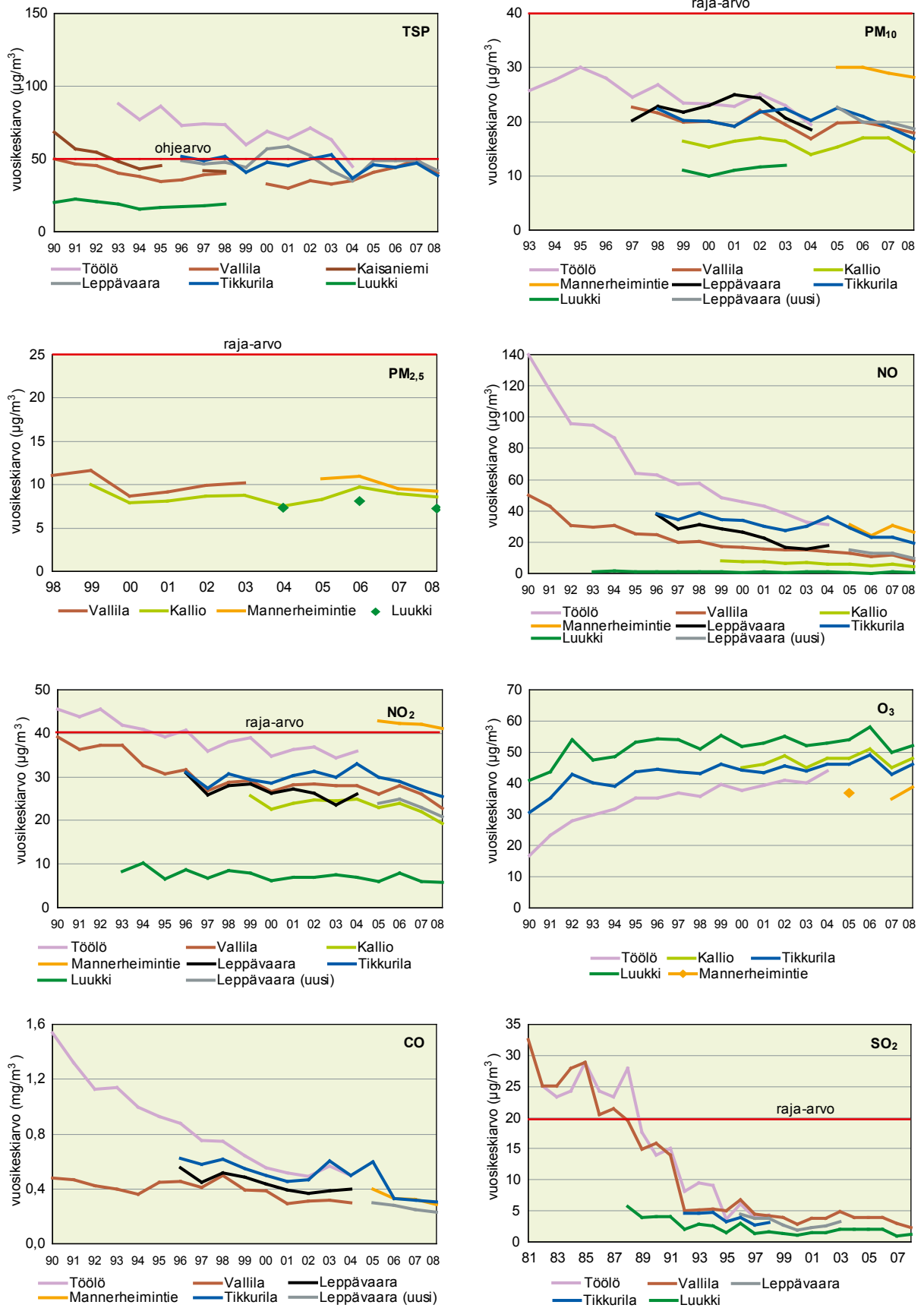
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat kaikilla mittausasemilla hieman edellisvuotta alhaisemmat. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 6 ja Mannerheimintien $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n välillä. Typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon Mannerheimintiellä.

Otsoni

Pitkällä aikavälillä otsonipitoisuudet (O_3) ovat kohonneet pääkaupunkiseudulla (kuva 6, liite 1/7). Pääkaupunkiseudun tausta-asemalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla. Liikenneympäristöissä otsonipitoisuudet ovat nousseet myös viimeisen kymmenen vuoden kuluessa, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien, erityisesti typpimonoksidin, määrä ilmassa on vähentynyt.

Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta nostaa selvästi pitoisuuksia Suomessa. Otsonia muodostavien yhdisteiden päästöjä on vähennetty Euroopassa, mutta pitoisuudet eivät ole meillä toistaiseksi laskeneet.

Vuonna 2008 otsonipitoisuuden vuosikeskiarvo oli korkein Luukissa ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Kalliossa vuosikeskiarvo oli 48, Tikkurilassa 46 ja Mannerheimintiellä $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuositasolla pitoisuudet oli-



Kuva 6. Vuosipitoisuuksien kehittyminen YTV:n ilmanlaadun mittausasemilla.

vat hieman korkeampia kuin vuonna 2007, mutta matalampia kuin vuonna 2006, jolloin otsonin pitoisuudet olivat poikkeuksellisen korkeat helteen kesän ja maastopalojen päästöjen vuoksi.

Rikkidioksidi

Rikkidioksidipitoisuudet (SO_2) ovat laskeneet huomattavasti viimeisten parinkymmenen vuoden aikana (kuva 6 ja liite 1/8). Mittauksia aloitettaessa 1970-luvulla pitoisuustaso oli yli $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mutta nyt pitoisuudet ovat enää muutamia mikrogrammoja kuutiossa. Tärkeimpiä syitä pitoisuustason laskuun ovat olleet aluksi matalien lähteiden (mm. kiinteistökohtainen öljy- ja hiililämmitys) päästöjen väheneminen kaukolämpöön siirtymisen myötä ja 1980-luvun puolivälisestä alkaen rikinpoistolaitosten rakentaminen sekä niukkarikkisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen ja maakaasun käytön yleistäminen. Myös laivaliikenteen päästönormit ovat tiukentuneet.

Rikkidioksidipitoisuudet ovat laskeneet myös Ilmatieteen laitoksen tausta-asemilla sekä muilla mittauspaikekunnilla (Anttila ym., 2003). Pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana pysyneet lähes samalla tasolla. Pitoisuudet ovat nykyisin varsin alhaisia eikä rikkidioksidia enää pidetä merkittävänä ilmanlaatuongelmana. Satamien lähellä esiintyy kuitenkin edelleen ajoittain korkeahkoja pitoisuuksia.

Vuonna 2008 rikkidioksidin vuosikeskiarvot olivat alhaisia: Vallilassa vuosikeskiarvo oli 2,3 ja Luukissa $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet laskivat edellisvuodesta, koska energiantuotannossa käytettiin vähemmän kivihiltä ja toisaalta käytetty kivihiltä oli vähärikkistä. Lisäksi leuto talvi edisti ilman epäpuhtauksien sekoittumista ja laimenemista.

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidipitoisuudet (CO) laskivat 1990-luvulla voimakkaasti Töölössä (kuva 6 ja liite 1/9). Pitoisuuksien lievä lasku jatkuu yhä eri mittausasemilla. Pitoisuustason lasku on aiheutu-

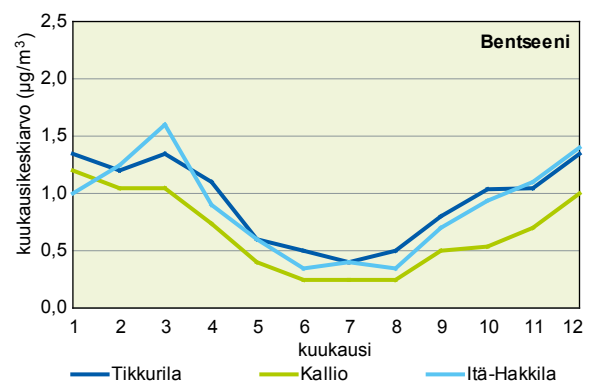
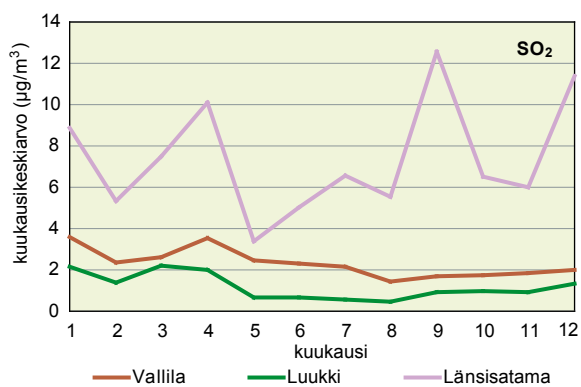
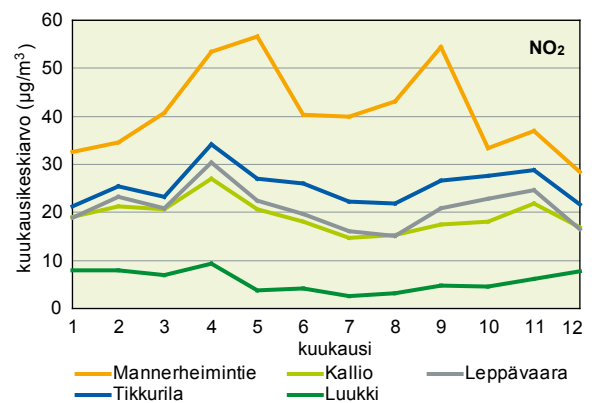
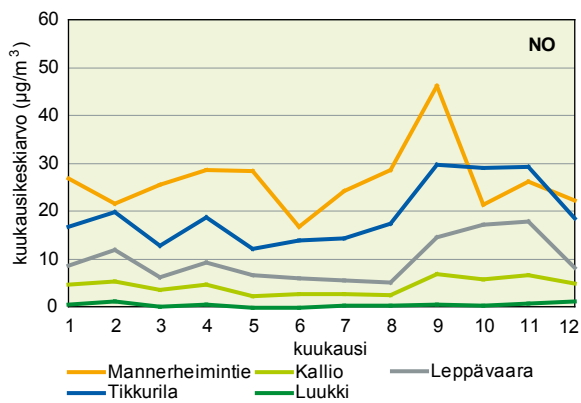
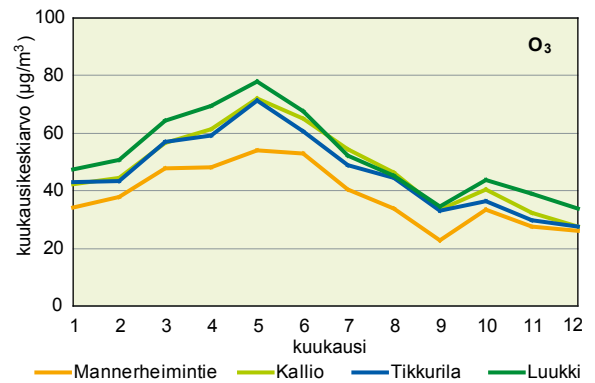
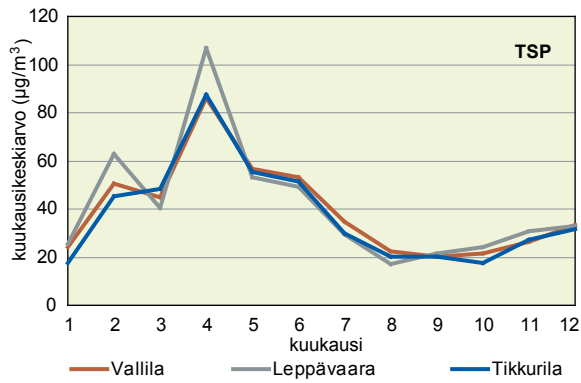
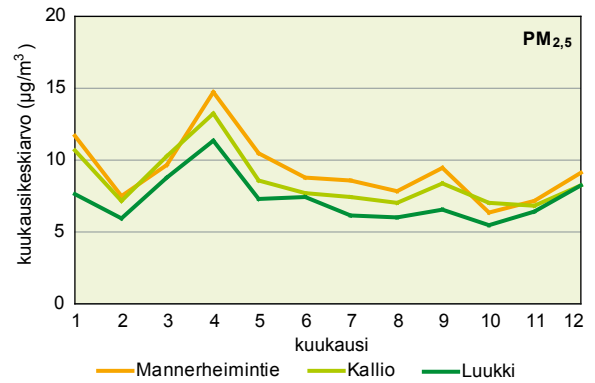
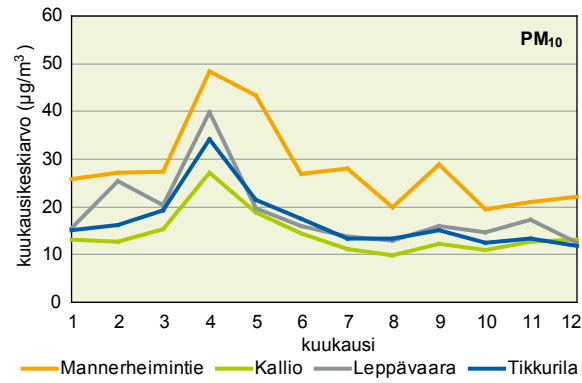
nut henkilöautokannan yleisestä paranemisesta, katalysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuuden kasvusta sekä polttoaineiden laadun paranemisesta. Vuonna 2008 hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat tasoa 0,2–0,3 mg/m^3 .

5.2 Vuodenaikaisvaihtelu

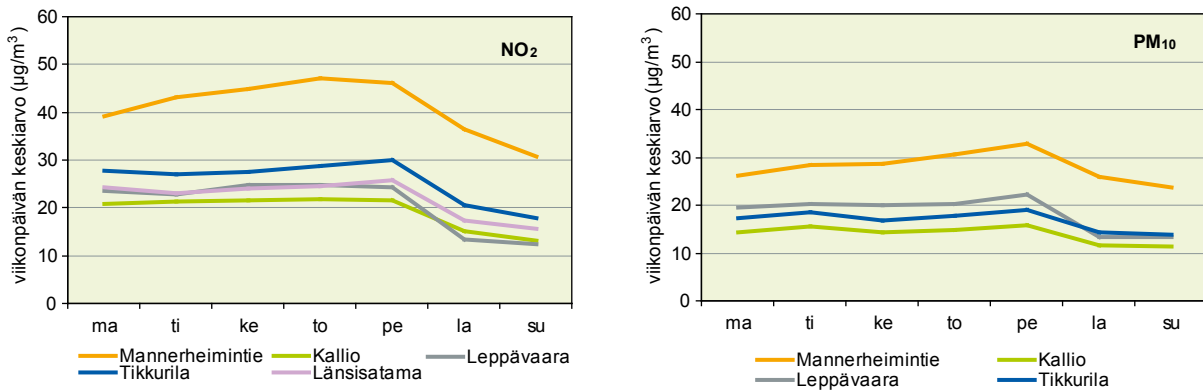
Säätila vaikuttaa epäpuhtauksien laimenemiseen ja sekoittumiseen. Talvella sekoitus- ja laimenemisolosuhteet ovat heikot ja päästöt suuria, joten silloin useimpien epäpuhtauksien pitoisuudet ovat korkeimmillaan (kuva 7). Kesällä ilmansaasteiden laimeneminen ja sekoittuminen on tehokasta ja päästöt ovat lomakaudella pieniä, minkä vuoksi pitoisuudet ovat yleensä matalia otsonia lukuun ottamatta. Lisäksi satamien lähellä rikkidioksidin pitoisuudet voivat kohota kesällä risteilijöiden vuoksi. Pitoisuuksien vaihtelua eri vuodenaikoina on havainnollistettu kuukausikeskiarvojen avulla kuvassa 7. Pitoisuuksien kuukausivaihteluita on esitetty myös liitteessä 2.

Otsonin pitoisuudet kohoavat keväällä ja kesällä. Otsonia muodostuu ilmakehän valokemiallisissa reaktioissa, joten muodostuminen on nopeinta auringonsäteilyn ollessa voimakasta (ks. kuva 11 b). Suuri osa otsonista kaukokulkeutuu meille Keski- ja Etelä-Euroopasta tai Venäjältä.

Hengitettävien hiukkasten ja kokonaisleijuman pitoisuudet ovat korkeita yleensä keväisin. Lumen sulaessa ja katujen kuivuessa liikenne nostaa ilmaan kaduille talven aikana kertynyttä hienojakoista ainesta. Keväällä esiintyy usein myös epäpuhtauksien sekoittumisen ja laimenemisen kannalta epäsuotuisia säätilanteita (ks. kuva 13 b), jotka heikentävät ilmanlaatua. Tällöin esimerkiksi typpidioksidin pitoisuudet voivat kohota korkeiksi. Keväällä on usein myös sateetonta ja ilman kosteus on alhainen (ks. kuvat 10 b ja 11 a), mikä luo otolliset olosuhteet pölyämiseksi. Vuonna 2008 ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelivat melko paljon myös peräkkäisinä kuukausina, koska sääolosuhteet ja erityisesti tuuliolot vaihtelivat eri kuukausien välillä (ks. kuvat 12 b sekä 13 a ja b).



Kuva 7. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat vuodenajan mukaan (kuukausikeskiarvot). Bentseenipitoisuudet on laskettu kahden viikon näytteistä. Lisää kuvia liitteessä 2.



Kuva 8. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat eri viikoppäivinä.

5.3 Viikoppäivävaihtelu

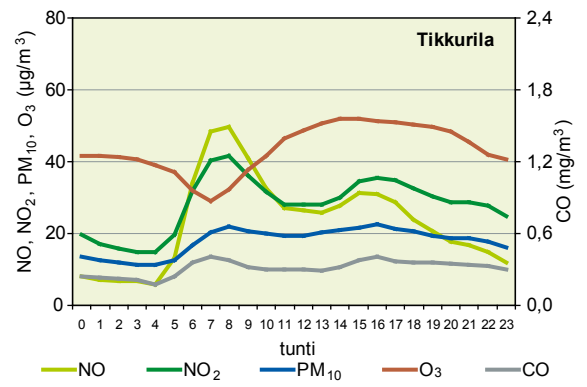
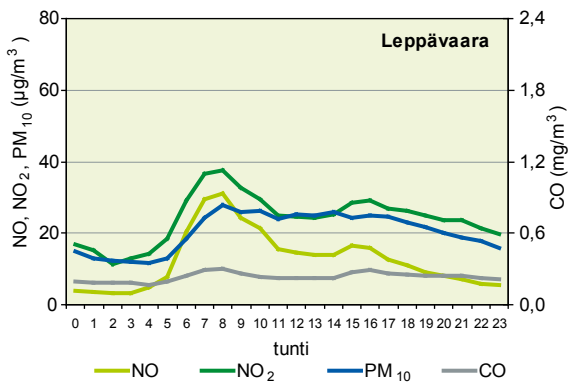
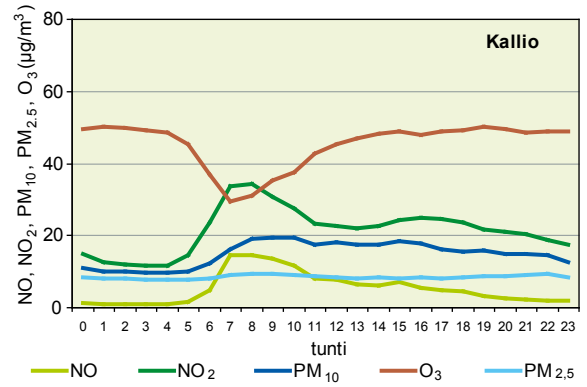
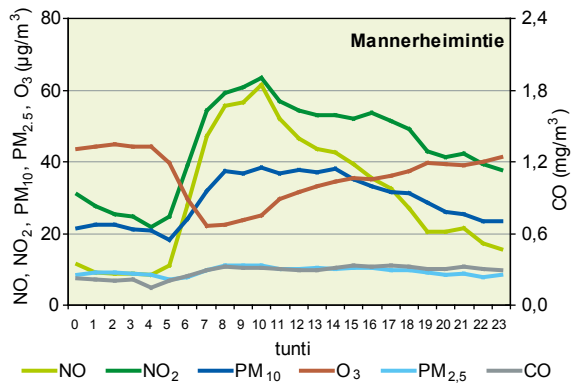
Liikennemäärät vaihtelevat viikoppäivän mukaan. Arkipäivisin liikennemäärät ovat matalimmillaan maanantaina ja korkeimmillaan viikon puolivälissä. Lauantaina ja sunnuntaina liikennemäärät ovat selvästi pienempiä kuin arkipäivinä (KSV 2007). Liikennemäärien vaihtelut näkyvät myös ilmanlaadussa: pitoisuudet ovat korkeita arkipäivinä ja matalia viikonloppuisin (kuva 8).

5.4 Vuorokausivaihtelu

Monien ilmansaasteiden pitoisuudet noudattavat selvästi liikenteen rytmiä kaupunkialueilla. Saastepitoisuudet ovat korkeimmillaan usein aamuruuhkan aikana, laskevat jonkin verran keskipäivällä ja kohoavat jälleen iltaruuhkan aikana.

Iltapäivän ruuhka kestää aamuruuhkaa pidempään, eivätkä pitoisuudet nouse niin korkeiksi kuin aamulla. Aamulla ja illalla tuulen tyyntymisen tai inversion muodostuminen nostavat usein pitoisuuksia.

Otsonipitoisuudet käyttäytyvät muihin epäpuhtauksiin verrattuna käänteisesti kaupunkialueilla, koska muut epäpuhtaudet reagoivat otsonin kanssa kuluttaen sitä. Otsonin muodostuminen vaatii myös auringonsäteilyä. Otsonipitoisuudet ovat matalimpia vilkasliikenteisillä alueilla aamuruuhkan aikaan ja korkeimpia puhtailla tausta-alueilla iltpäivällä ja alkuillasta. Kuvassa 9 ja liitteessä 3 on esitetty epäpuhtauksien vuorokausivaihtelua arkipäivisin. Laskennassa on käytetty koko vuoden aineisto arkipäiviltä. Viikonloppuisin liikenteen rytmi eroaa arkipäivistä.



Kuva 9. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat eri vuorokaudenaikoina arkisin. Lisää kuvia liitteessä 3.

6. Säätila

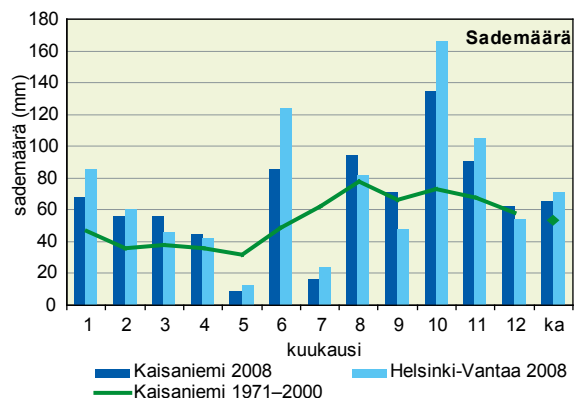
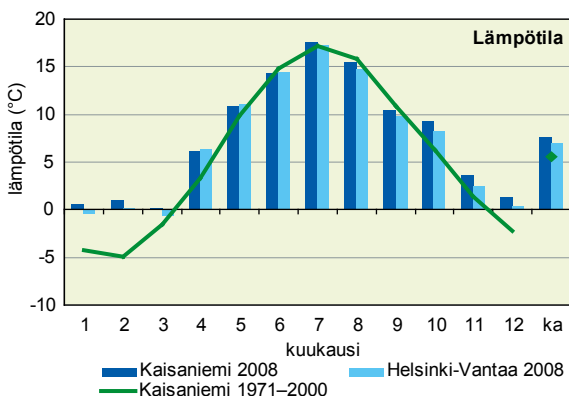
Vuosi 2008 oli lämmin ja sateinen koko Suomessa. Helsingin Kaisaniemessä vuoden keskilämpötila oli 7,6 astetta, mikä on 2 astetta vertailukauden 1971–2000 keskiarvoa korkeampi (kuva 10 a), ja lämpimin vuosi 1829 alkaneessa mitaushistoriassa. Keskilämpötilaa nostivat sekä leuto talvi että lämmin syksy. (Ilmatieteen laitos 2008)

Talvi oli pääkaupunkiseudulla leuto. Tammi- ja helmikuu olivat noin 5–6 astetta ja maaliskuu ja huhtikuu noin 2–3 astetta keskimääräistä lämpimämpiä. Talvisia päiviä oli tavanomaista vähemmän ja vuorokauden keskilämpötila oli alkuvuonna alle nollan vain muutamina päivinä. Terminen kasvukausi alkoi viikkoa odotettua aiemmin jo huhtikuun lopulla. Kesä puolestaan oli viileä ja hellepäiviä kertyi vain noin puolet tavanomaisesta. Syksy oli myös tavanomaista lämpimämpi. Vuorokauden keskilämpötila laski pysyvästi nollan alapuolelle, ja talvi alkoi koko maassa vuoden loppuun mennessä. (Ilmatieteen laitos 2008)

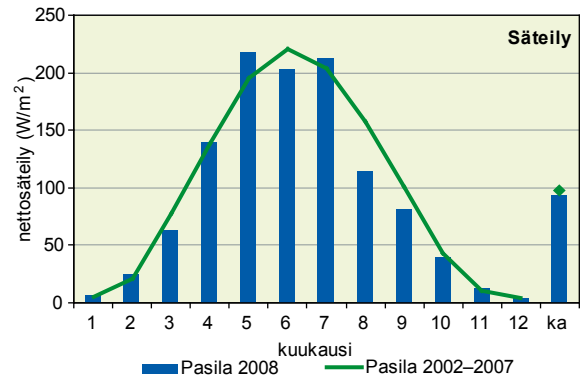
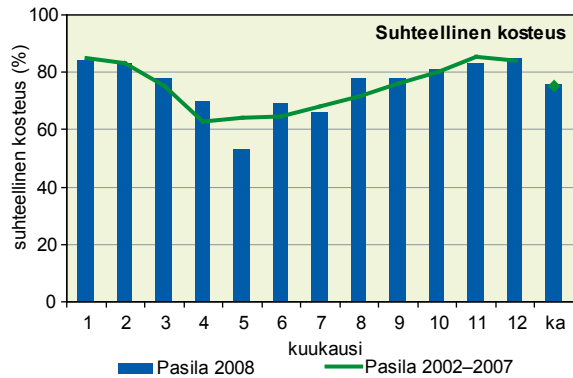
Vuoden sademäärät olivat tavanomaista suurempia koko maassa. Alkuvuosi oli sateinen ja sateet

tulivat paljolti vetenä (kuva 10 b). Talvi oli vähäluminen ja pääkaupunkiseudulla oli paksu lumipeite noin 24.1.–10.2. välisenä aikana. Viimeisen kerran lunta oli maassa 26.3. lumisateen vuoksi. Kevät oli hieman keskimääräistä sateisempi lukuun ottamatta kuivaa toukokuuta. Runsassateisen syksyn jälkeen saatiin 30 cm kerros ensilunta marraskuun 23. päivänä, mutta se pysyi vain vajaan viikon joulukuun vesisateiden alettua. (Ilmatieteen laitos 2008) Ilman suhteellinen kosteus oli tavalliseen tapaan korkea syksyllä ja talvella (kuva 11 a), sillä suhteellinen kosteuden kohoamiseen liittyvät tyypillisesti sateet, matala lämpötila ja vähäinen säteily (kuva 11b).

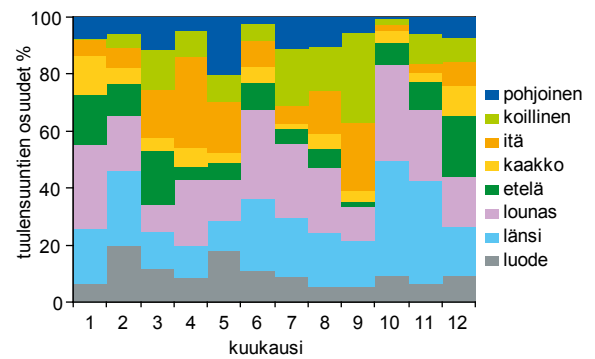
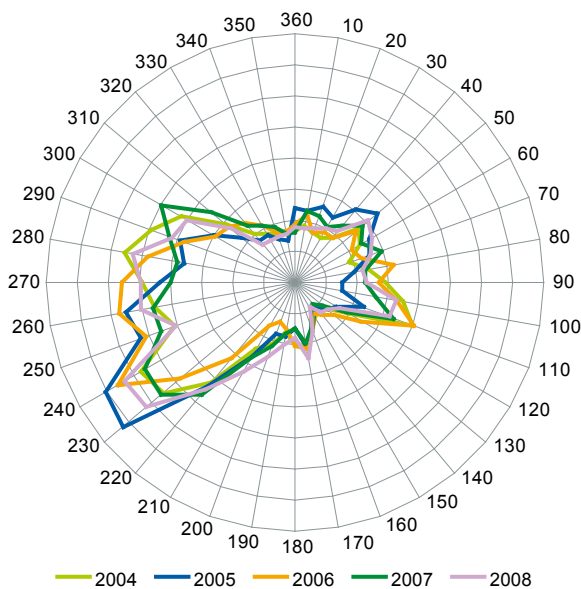
Pääkaupunkiseudulla tuuli puhalsi yleisimmin lounaasta kuten tavallista (kuva 12 a). Kuukausien väliset erot tuulen suunnassa olivat kuitenkin melko suuria. Esimerkiksi toukokuussa 2008 tuuli usein pohjoisesta tai luoteesta, kesäkuussa ja lokakuussa lännestä ja lounaasta (kuva 12 b). Tammi-helmikuu ja loka-marraskuu olivat tuulisia kuukausia (kuva 13 a). Toisaalta myös heikottuulia inversiotilanteita esiintyi erityisesti loka-marraskuussa, voimakkain niistä 9.10. (kuva 13 b).



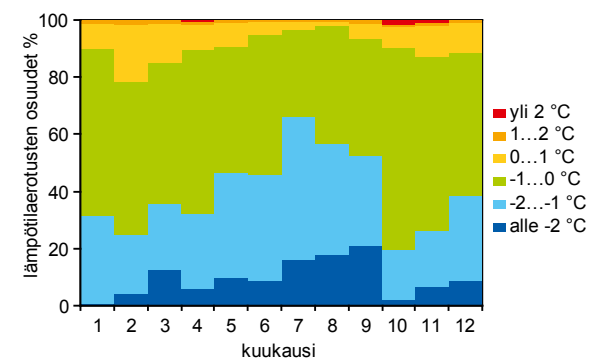
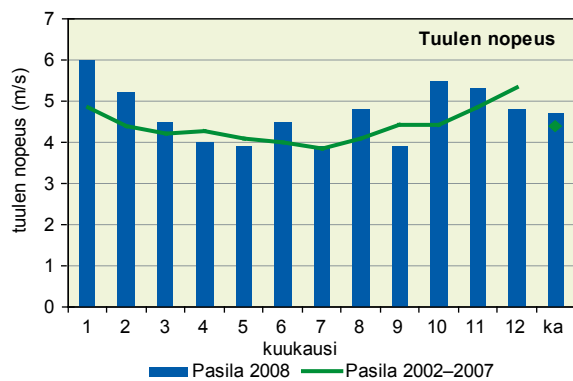
Kuva 10 a ja b. Keskilämpötila (vasen) ja sademäärä (oikea) kuukausittain ja vuosikeskiarvona 2008 sekä vertailujaksolla 1971–2000 Ilmatieteen laitoksen mittauspisteissä (Ilmatieteen laitos 2008).



Kuva 11 a ja b. Ilman suhteellinen kosteus (vasen) ja auringonsäteilyn voimakkuus (oikea) kuukausittain ja vuosikeskiarvona Pasilassa 2008 ja vertailujaksolla 2002–2007.



Kuva 12 a ja b. Tuulensuuntien jakautuminen Pasilassa vuosina 2004–2008 (vasen) ja kuukausittain vuonna 2008. Asteikko vasemmassa kuvassa on 0–8 %.



Kuva 13 a ja b. Tuulen nopeus (vasen) kuukausittain ja vuosikeskiarvona Pasilassa 2008 ja vertailujaksolla 2002–2007. Lämpötilaerotukset (oikea) Pasilassa kattotason ja maan pinnan välillä kuukausittain vuonna 2008. Positiiviset arvot osoittavat maanpintainversioita.

7. Ilmanlaatu siirrettävillä mittausasemilla

YTV:llä on kolme siirrettävää mittausasemaa, joilla seurataan ilmanlaatua vuoden jaksoissa. Näillä mittausasemilla kartoitetaan kohteita, joiden ilmanlaatu on kiinnostava esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, suurten päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Sijoiuspaikat valitaan vuosittain yhdessä kuntien ympäristökeskusten kanssa. Vuonna 2008 siirrettävät mittausasemat sijaitsivat Helsingin Länsisatamassa, Kauniaisissa ja Vantaan Itä-Hakkilassa.

7.1 Länsisatama

Länsisataman mittauksen tarkoituksena oli selvittää ilmanlaatua sataman vaikutusalueella, jonne suunnitellaan uutta asuinrakentamista. Mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Länsisatamassa liikkueensa. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen, autoliikenteen ja työkoneiden päästöt, katupöly sekä kaukokulkeuma. Salmisaaren voimalaitos sijaitsee mittausasemasta 1,3 km luoteeseen ja Munkkisaaren huippu- ja varalämpölaitos 0,6 km etäisyydellä itään.

Mittausasemalla mitattiin typenoksidien, rikkidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Jätkäsaaren satama-alueella, Tarmonkujan päässä olevalle pysäköintialueella. Aseman itäpuolella on matkustajaterminaalille johtava Hietasaarenkuja. Satama-allas ja Jätkäsaarenlaituri sijaitsevat samassa suunnassa 100 metrin etäisyydellä. Matkustajaterminaali sijaitsee mittausaseman eteläpuolella noin 250 metrin etäisyydellä (liite 4).

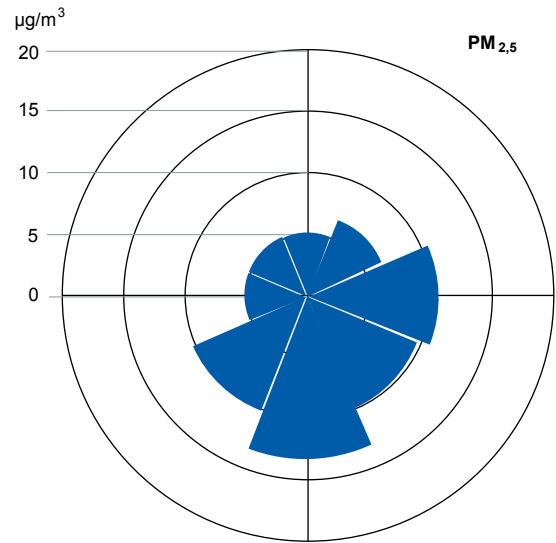
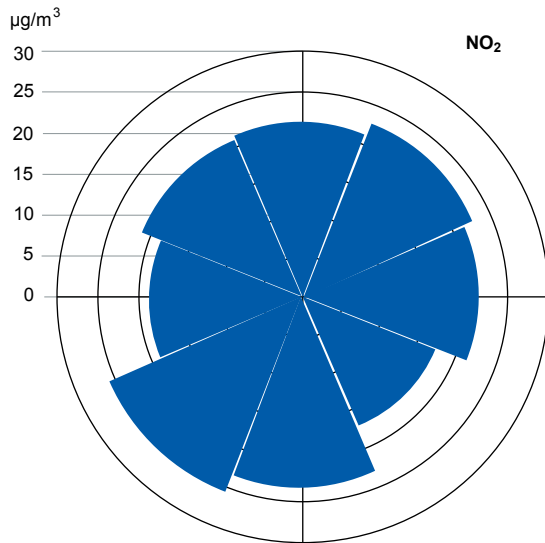
Hietasaarenkujan liikennemäärä oli vuonna 2008 noin 3 800 ajoneuvoa arkivuorokaudessa (Helsinki 2009b). Satamassa oli vilkas matkustaja- ja tavaraliikenne Vuosaaren sataman toiminnan alkuun (23.11.) asti. Tämän jälkeen satama on palvelut matkustajaliikennettä Tallinnaan. Länsiterminaalin kautta kulkee vuosittain yli 3 miljoonaa matkustajaa.

Länsisataman typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on selvästi vähemmän kuin Helsingin vilkasliikenteisessä keskustassa, Mannerheimintien mittausasemalla ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pitoisuus oli samaa tasoa kuin Tikkurilassa ja Leppävaarassa. Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet.

Typpidioksidipitoisuus oli keskimäärin korkeampi, kun tuuli lounaasta tai etelästä (kuva 14 a). Typpidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat sekä laivojen pakokaasupäästöt että laitureille suuntautuva ajoneuvoliikenne.

Typpimonoksidipitoisuus oli keskimäärin korkeampi, kun tuuli etelästä matkustaja-alusten laitureiden suunnalta. Valtaosa liikenteen pakokaasujen typen oksideista vapautuu typpimonoksidina (NO), joka vasta ilmassa hapettuu otsonin (O_3) vaikutuksesta haitalliseksi typpidioksidiksi (NO_2). Matkustaja-alusten laiturit sijaitsevat lähellä mittauspistettä, joten matkustaja-alusten reittiliikenteellä on vaikutusta ilman typpimonoksidipitoisuuteen. Vaikutusta on sekä laivojen pakokaasupäästöillä että laitureille suuntautuvalle ajoneuvoliikenteellä.

Länsisataman pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on hieman matalampi kuin Kallion tausta-aseamalla ($8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pienhiukkasten raja-arvo ja WHO:n vuosiohjearvo eivät ylittyneet, vuorokausiohjearvo ylittyi kaukokulkeumien aikana kuten koko seudulla. Pienhiukkaspitoisuus oli keskimääräistä korkeampi, kun tuuli etelästä (kuva 14 b). Vuositasolla pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma. Kun kaukokulkeuman vaikutus poistetaan, jäljelle jää korkeita lyhytaikaisia pienhiukkaspikkejä matkustaja-alusten laitureiden suunnalta. Korkeimmat pienhiukkasten tuntipitoisuudet mitattiin 6. ja 7.1.2008 (maksimi $183 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Korkeat pitoisuudet johtuivat laivan savuvanasta, joka saapui suoraan mittauspisteeseen. Mikäli 6.–7.1. päivien pitoisuuksia ei oteta huomioon, korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus oli $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

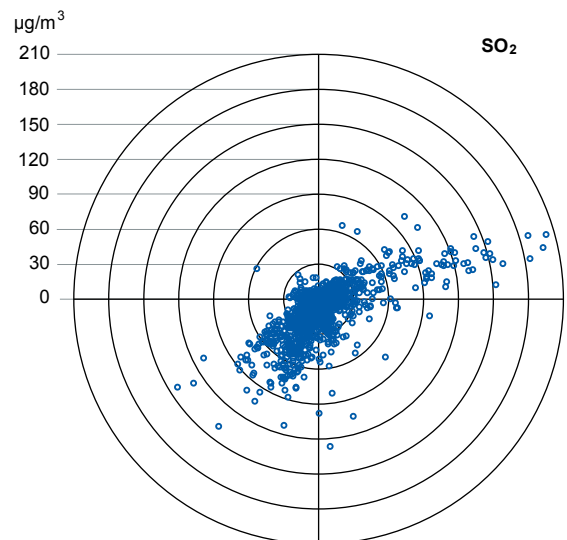


Kuva 14 a ja b. Typpidioksidin ja pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Länsisatamassa vuonna 2008.

Pienhiukkasten tuntipitoisuus oli korkea (yli 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) kahtenatoista päivänä useamman tunnin ajan. Puolet tapauksista oli sellaisia, että pitoisuustaso oli koko seudulla koholla kaukokulkeuman vuoksi, loppuissa oli kyse satamatoiminnan vaikutuksista. Minuuttitasolla tarkasteltuna esim. päivien 7.1. ja 26.3. korkeat pitoisuudet käyttäytyivät samankaltaisesti ja esiintyivät etelätuulella samaan kellonaikaan. Voidaan olettaa, että myös 26.3. korkeat hiukkaspitoisuudet johtuivat laivan savuvanasta. Muita korkeita pitoisuuksia esiintyi itätuulen aikana, kun laiturissa mittausaseman itäpuolella oli samaan aikaan matkustaja-alus.

Rikkidioksidipitoisuudet olivat Länsisatamassa huomattavasti korkeammat kuin muilla mittausasemilla. Rikkidioksidin vuosikeskiarvo oli 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joka oli yli kolminkertainen Vallilan vuosikeskiarvoon (2,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) nähden. Rikkidioksidipitoisuudet kuitenkin alittivat selvästi raja- ja ohjearvot. Korkeimmat rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntiohjearvoon (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet 51 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 145 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin syyskuussa.

Rikkidioksidin tuntipitoisuudet kohosivat korkeiksi erityisesti tuulen puhaltaessa idästä, kun laiturissa oli laiva odottamassa lähtöä (kuva 14 c). Korkeita tuntipitoisuuksia mitattiin myös lounais-tuulten aikana. Korkeahkoja tuntipitoisuuksia (yli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) oli yhteensä 242 kappaletta ja korkei-



Kuva 14 c. Rikkidioksidin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Länsisatamassa vuonna 2008.

ta tuntipitoisuuksia (yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) yhteensä 45 kappaletta, joista kolme neljänestä esiintyi tuulen ollessa idästä, ja aiheutuivat laiturissa odottavasta laivasta.

Korkeimmat rikkidioksidin tuntipitoisuudet (205 ja 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin 9.9.2008 klo 14–15 ja 22.4.2008 klo 01–02, kun laiva odotti itäpuolella olevassa laiturissa. Hetkittäin mitattiin myös erittäin korkeita (yli 500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) minuuttitaso- SO_2 -pitoisuuksia. Näinä hetkinä alus lähti liikkeelle sataman tulolaiturista odotuslaituriin tai odotuslaiturista lähtölaituriin. Tuulensuunta oli lähtölaiturilta päin, yleensä itäpuolella olevalta laiturilta.

Minuuttitaso pitoisuuksista voitiin havaita normaalin matkustajaliikenteen päästöt, mikäli tuulensuunta oli etelän ja lounaan välissä. Tavaraliikenteen vaikutusta ilmanlaatuun ei yhtä selvästi havaittu mittaustuloksista. Tavaraliikenteen laiturit sijaitsivat etäällä mittauspisteestä, joten päästöt ehtivät laimentua ennen kulkeutumista mitattaviksi.

Länsisatamassa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 15 kpl ja ne kaikki aiheutuivat pienhiukkasista (ks. luku 9).

7.2 Kauniainen

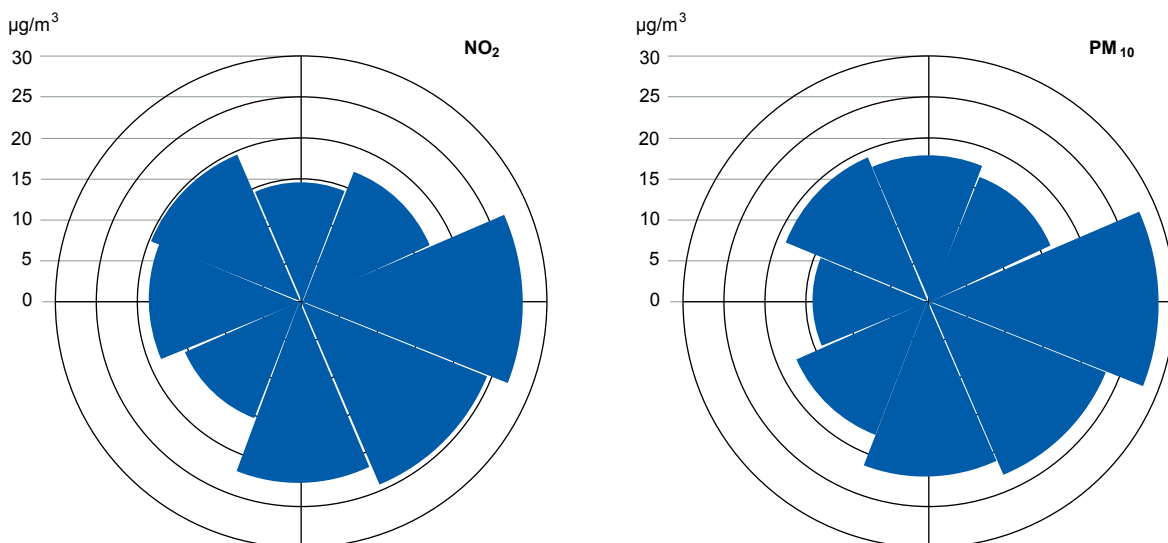
Kauniaisten mittausten tavoitteena oli selvittää Kauniaisten keskustan ilmanlaatua, johon vaikuttavat liikenne, katupöly ja vuonna 2008 myös rakennustyömaa. Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Kauniaisten keskustassa liikkeessään ja asuessaan. Tuloksia käytetään arvioitaessa ilmanlaadun kehittymistä Kauniaisissa sekä kaupunkisuunnittelussa keskustan tiivistymisen vaikutusta ilmanlaatuun. Mittauspaikan lähistöllä on seurattu ilmanlaatua myös vuosina 1989, 1991 ja 2000.

Mittauspaikka sijaitsi Tunnelitien länsilaidalla ostoskeskuksen edustalla lähellä Kauniaistentien risteystä. Suojaavan rakennuskorttelin takana oli

rakennustyömaa. Tunnelitien itälaidalla on asfaltoitu pysäköintialue. Tunnelitien liikennemäärä oli 13 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa. Kauniaistentien liikennemäärä oli 14 500 Tunnelities-tä itään ja 9 400 Tunnelitiestä länteen (Visakova 2009). Mitatut ilman epäpuhtaudet olivat typenoksidit ja hengitettävät hiukkaset (liite 4).

Kauniaisissa typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on noin puolet Helsingin ydinkeskustan tasosta ja samaa tasoa Kallion tausta-aseman kanssa. Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet. Pitoisuudet olivat keskimääräistä korkeampia, kun tuulen suunta oli idästä, kaakosta tai etelästä eli liikenneväylien ja pysäköintialueen suunnasta (kuva 15 a). Vuonna 2000 vuosikeskiarvo oli samaa tasoa eli $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aarnio ym. 2001).

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on matalampi kuin Helsingin ydinkeskustassa, mutta selvästi korkeampi Kallion tausta-asemaan verrattuna. Vuonna 2000 vuosikeskiarvo oli $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Aarnio ym. 2001). Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi Kauniaisissa helmi- ja huhtikuussa 2008. Pitoisuudet olivat keskimääräistä korkeampia, kun tuulen suunta oli idästä, kaakosta tai etelästä eli liikenneväylien ja pysäköintialueen suunnasta (kuva 15 b).



Kuva 15 a ja b. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Kauniaisissa vuonna 2008.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso ylittyi Kauniaisissa lähinnä katupölyn takia tammi-kesäkuussa yhteensä 11 päivänä, mikä on vain kolmasosa sallitusta ylitysmäärästä (35 kpl/vuosi). Huhtikuun ensimmäisellä viikolla ylityksiä kertyi maanantaista perjantaihin jokaisena päivänä. Suurin arvo mitattiin 2.4., jolloin vuorokausipitoisuus oli $172 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2000 raja-arvotaso ylittyi 18 kertaa. Huhtikuun alkuvuorokaudella 2008 pitoisuuksiin vaikutti myös pienhiukkasten kaukokulkeuma (ks. luvut 10.3 ja 4.1.)

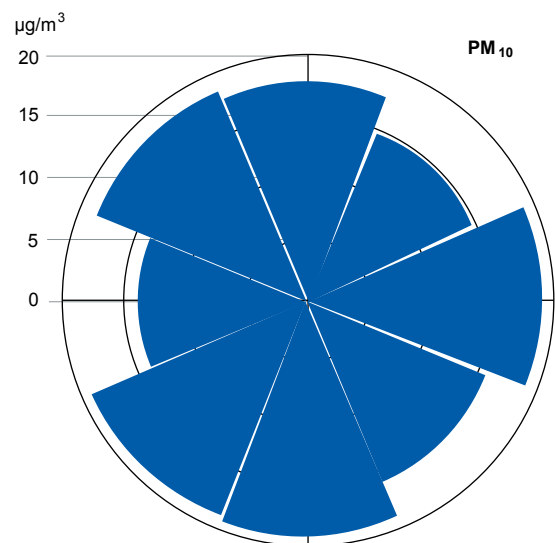
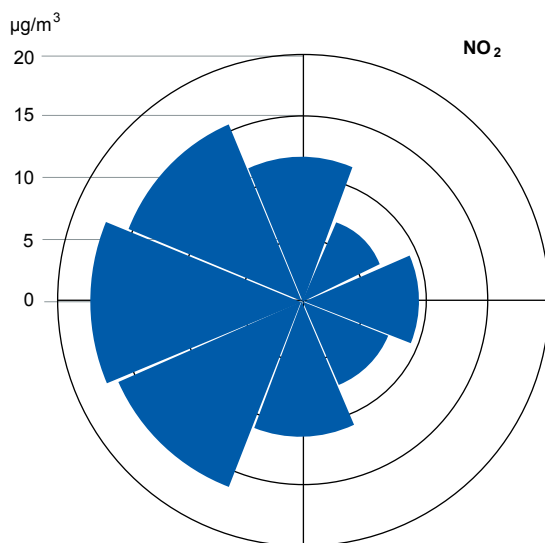
Rakennustyömaalla tehtiin alkuvuodesta purkutöitä, jotka aiheuttivat tammikuussa korkeahkoja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Vuoden mittaan rakentamisen vaikutus näkyi siten, että rakennustyömaalta kulkeutui maa-aineksia ja pölyä sekä renkaissa että kuormissa lähiympäristöön. Toisaalta katujen puhtaanapitoa oli tehostettu ja kunnossapito seurasi ilmanlaatumittauksia, tilannetta ja reagoi myös niihin. Rakentamisen johdosta raskasta liikennettä oli enemmän kuin tavanomaisesti kaupungin keskusta-alueella. (Visakova 2009)

Kauniaisissa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 108 kpl ja ne kaikki aiheutuivat katupölystä (ks. luku 9).

7.3 Itä-Hakkila

Itä-Hakkilan mittausten tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua seudulle tyypillisellä vanhalla, vähäliikenteisellä pientaloalueella, joka on kaukolämpöverkon ulkopuolella. Mittausten avulla arvioitiin tulisijojen käytön, lähiliikenteen ja katupölyn vaikutusta alueen ilmanlaatuun. Mitatut ilman epäpuhtaudet olivat typenoksidit, hengitettävät hiukkaset, pienhiukkaset, bentseeni ja bentso(a)-pyreeni.

Mittausasema sijaitsi kevyen liikenteen väylän ja omakotitonttien välisellä kaistaleella lähellä Koulutien, Liinarinteen ja Palttinatien risteystä (liite 4). Koulutie oli mittausasemasta itään 12 metrin etäisyydellä, ja sen liikennemäärä oli 2 700 ajoneuvoa arkivuorokaudessa. Aseman eteläpuolella kulkevan Palttinatien liikennemäärä oli noin 2 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa (Virtanen, J. 2009). Liinarinne sijaitsi aseman lounaispuolella, ja sen liikennemäärä oli hyvin vähäinen verrattuna Koulun- ja Palttinatiehen. Suurista pääteistä lähimpinä olivat Lahdentie ja Lahdenväylä, noin 0,7 ja 1 kilometrin etäisyydellä lännessä. Mittausaseman ympäristössä oli pientaloasutusta, erityisesti pohjois- ja länsipuolella. Maastonmuodot ovat alueella vaihtelevia ja mittausasema sijaitsi aluetta halkovan purolaakson länsirinteellä.



Kuva 16 a ja b. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Itä-Hakkilassa vuonna 2008.

Itä-Hakkilassa typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on vain noin kolmasosa vuosiraja-arvosta. Vuosikeskiarvo oli selvästi matalampi kuin Kalliossa ($19 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mutta korkeampi kuin alueellisella tausta-aseamalla Luukissa ($6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Typpidioksidin tuntiraja-arvo ja ohjearvot eivät myöskään ylittyneet. Itä-Hakkilan typpidioksidipitoisuudet olivat matalia, koska mittauspaikan lähistöllä oli vain vähän liikennettä. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin, kun tuuli puhalsi Lahdentien ja Lahdenväylä suunnalta (kuva 16 a). Etäisyys näihin vilkasliikenteisiin teihin oli kuitenkin kilometrin luokkaa, joten korkeimmatkin tuntipitoisuudet ($82 \mu\text{g}/\text{m}^3$) jäivät melko mataliksi.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso ylittyi Itä-Hakkilassa 6 kertaa vuoden aikana, mikä on vain kuudesosa sallitusta ylitysmäärästä (35 kpl/vuosi). Raja-arvotaso ylittyi Itä-Hakkilassa hieman useammin kuin Tikkurilassa (5 kpl) ja Kalliossa (4 kpl). Raja-arvotaso ylittyi maaliskuussa ja johtui pääosin katupölystä, joka oli peräisin lähikaduilta ja jalkakäytäviltä. Vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi Itä-Hakkilassa huhtikuussa, kuten muillakin YTV:n mittausasemilla. Toisin sanoen keväinen katupöly voi aiheuttaa korkeita hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia myös vähäliikenteisillä asuinalueilla. Vuonna 2008 korkeimmat hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet havaittiin juuri vähäliikenteisissä mittauspaikoissa: Itä-Hakkilassa ($577 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Kauniaisissa ($582 \mu\text{g}/\text{m}^3$) huhtikuun 1. päivänä.

Tuulensuunnalla ei ollut kovin selvää vaikutusta hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin Itä-Hakkilassa (kuva 16 b). Pitoisuudet olivat kuitenkin hieman keskimääräistä korkeammat, kun tuuli puhalsi lähikatujen suunnalta idästä (Koulutie), etelästä (Palttinate) tai lounaasta (Liinarinne).

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli Itä-Hakkilassa $8,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on melko korkea verrattuna muiden YTV:n mittausasemien tuloksiin. Vuosikeskiarvo oli korkeampi kuin Luukissa ($7,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$), Länsisatamassa ($8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Kalliossa ($8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mutta hieman matalampi kuin Mannerheimintien mittausasemalla ($9,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Pienhiukkasten vuosipitoisuus oli kaikilla YTV:n mittausasemilla selvästi alle vuosiraja-arvon

($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja hieman alle WHO:n vuosiohjearvon ($10 \mu\text{g}/\text{m}^3$). WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sitä vastoin ylittyi kaikilla YTV:n mittausasemilla useina päivinä. Pääsyy näihin ylityksiin oli kaukokulkeuma.

Pääkaupunkiseudun paikalliset erot pienhiukkasten pitoisuuksissa johtuvat pääosin liikenteen ja puunpolton päästöistä. Itä-Hakkilassa puunpolton päästöt on keskeinen syy korkeahkoon pitoisuustasoon. Tulisijojen käyttö näkyi pienhiukkasten pitoisuuksissa erityisesti kylmänä vuodenaikana. Esimerkiksi helmi-huhtikuussa ja marraskuussa pienhiukkasten kuukausikeskiarvot olivat Itä-Hakkilassa korkeammat kuin millään muulla YTV:n mittausasemalla (liite 2/1).

Puunpoltto näkyi korkeina tuntipitoisuuksina varsinkin tyynellä tai heikkotuulisella säällä. Esimerkiksi $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien tuntikeskiarvojen määrä oli vuonna 2008 Itä-Hakkilassa 191, Mannerheimintien 137, Länsisatamassa 95, Kalliossa 78 ja Luukissa 65 kappaletta. Korkeita tuntipitoisuuksia esiintyi Itä-Hakkilassa eniten iltaisin (klo 17–00, ks. liite 3/2), jolloin esimerkiksi takkoja ja saunan kiukaita käytetään paljon. Useina päivinä pienhiukkaspitoisuudet olivat korkeita myös yöllä tai aamulla.

Bentseenipitoisuuden vuosikeskiarvo oli Itä-Hakkilassa $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on vain noin kuudesosa raja-arvosta ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Bentseenin pitoisuuksia mitattiin myös Kallion ja Tikkurilan mittausasemilla, ja niiden vuosikeskiarvot ($0,7$ ja $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) olivat samaa luokkaa kuin Itä-Hakkilassa. Bentseenin keskeisiä lähteitä ovat sekä liikenne että puun pienpoltto.

Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli Itä-Hakkilan PM_{10} -näytteissä $1,11 \text{ ng}/\text{m}^3$, joka ylittää tavoitearvo ($1 \text{ ng}/\text{m}^3$). Puunpoltto on alueella bentso(a)pyreenin päälähde, sillä liikenteen päästöillä on seudulla melko pieni vaikutus sen pitoisuuksiin. Esimerkiksi bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli vain $0,22 \text{ ng}/\text{m}^3$ Kalliossa vuonna 2008 ja $0,31 \text{ ng}/\text{m}^3$ Unioninkadun katukuilussa vuonna 2007. Bentso(a)pyreenin korkeimmat pitoisuudet mitattiin sydäntalvella, mutta kesälläkin pitoisuudet olivat paljon korkeammat Itä-Hakkilassa kuin

Kalliossa (liite 2/2). Myös aikaisempien vuosien mittaukset ovat osoittaneet, että bentso(a)pyreenin pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla kohtalaisen korkeiksi ja tavoitearvo ylittyy monin paikoin pääkaupunkiseudulla (ks. luku 4.3). YTV tekee vuosina 2009–2010 tarkennetun arvi-

on puun pienpolton päästöistä ja ilmanlaatuvaikutuksista koko pääkaupunkiseudulle.

Itä-Hakkilassa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 27 kpl, joista 20 aiheutui katupölystä ja 7 pienhiukkasista (ks. luku 9).

8. Typpidioksidipitoisuudet suuntaa-antavilla mittauksilla

Jatkuvatoimisia ilmanlaatumittauksia voidaan täydentää suuntaa-antavilla mittauksilla käyttäen esim. passiivikeräimiä. Passiivikeräimet ovat edullisia ja menetelmällä voidaan arvioida pitoisuuksia samanaikaisesti useilla eri alueilla, korkeuksilla tai etäisyyksillä esimerkiksi liikenteen vaikutuspiirissä.

Jatkuvilla mittauksilla saatua tietoa pääkaupunkiseudun typpidioksidipitoisuuksista täydennettiin vuonna 2008 passiivikeräyksillä 23 kohteessa. Helsingissä ilmanlaatua selvitettiin niin sanottujen herkkien kohteiden eli koulujen, päiväkotien ja vanhainkotien läheisyydessä. Lisäksi keräyksiä tehtiin niissä katukuiluissa, joissa ilmanlaadun raja-arvojen on arvioitu ylittyvän eli Töölöntullissa, Hämeentiellä kahdessa kohtaa, Runeberginkadulla ja Nordenskiöldin aukiolla (ks. luku 4.2). Vantaalla ilmanlaatua selvitettiin Tikkurilan ympäristössä ja Espoossa Leppävaaran katukuilussa. Mittauskohteet valittiin yhdessä kaupunkien ympäristökeskusten kanssa, ja ne on esitelty tarkemmin liitteessä 5. Näytteitä kerättiin kuukauden jaksoissa koko vuoden ajan.

Helsingin herkkien kohteiden ilmanlaatumittaukset ovat osa herkkien kohteiden melu- ja ilmanlaatuselvitystä. Ilmanlaatua selvitettiin päiväkotien ja koulujen piha-alueilla: päiväkoti Aleksi keskustassa, päiväkoti Kalinka ja suomalais-venäläinen koulu Hämeenlinnanväylän läheisyydessä, päiväkoti Käpylinna Mäkelänkadun läheisyydessä, Töölö daghemmet ja Zacharias Topeliusskolan Topeliuksenkadun läheisyydessä, Åshöjdens grundskolan Sturenkadun läheisyydessä, Ala-Malmin ala-aste Latokartanontien läheisyydessä, Englantilainen koulu Paciuksenkadun vaikutuspiirissä ja Munkkiniemen ala-aste Turunväylän läheisyydessä. Lisäksi ilmanlaatua mitattiin vanhainkotien ja vanhustentalojen läheisyydessä: Bertahemmet Hämeenlinnanväylän läheisyydessä, Käpyrinne Koskelantien läheisyydessä ja Munkkiniemen vanhusten asuintalo Huopalahdentien läheisyydessä.

Vantaalla selvitettiin passiivikeräimillä ilmanlaatua eri puolilla Tikkurilan keskustaa. Mittauksia

tehtiin vilkkaimpien teiden läheisyydessä: Asematien ja Kielotien risteys, Valkoisenlähteentien ja Talvikkien risteys sekä Asematien ja Kielotien risteys, jossa on ollut mittausasema syyskuusta 1993 toukokuuhun 1995 saakka. Lisäksi mitattiin Tikkuriraitin kävelytiellä Talvikkien läheisyydessä. Espoossa Leppävaarassa selvitettiin ilmanlaatua Leppävaarankadun katukuilussa.

Keräysmenetelmällä saadaan pitoisuuksien kuukausikeskiarvoja, joista lasketaan vuosikeskiarvo. Pitoisuuksien perusteella arvioidaan typpidioksidin vuosiraja-arvon ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittymistä. Menetelmää on esitelty liitteessä 4/1 ja tarkemmin erillisessä muistiossa (Loukkola ym. 2004). Kuvissa 17a–m on esitetty pitoisuuksien vuosikeskiarvot eri kohteissa kartalla. Kuukausikeskiarvot on koottu liitteeseen 1/10. Aikaisempien vuosien vuosiraja-arvon ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittävät tulokset on esitetty myös luvussa 4.2. Lisäksi aikaisempien vuosien mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy tietoa paikkatietona YTV:n verkkosivuilta (www.ytv.fi → Seutu- ja ympäristötietoja → Ilmanlaatua suunnittelijoille).

Helsingin katukuilut

Töölöntullissa ja Hämeentie 14 kohdalla typpidioksidin vuosipitoisuudet (47 ja $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittivät raja-arvon ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) vuonna 2008 (kuvat 17a ja b). Kummassakin paikassa on mitattu raja-arvon ylitys aiemmissa mittauksissa: Töölöntullin mittausasemalla vuonna 2006 ($54 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sekä Hämeentiellä vuoden 2006 passiivikeräinmittauksissa ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja toisella puolella katua mittausasemalla vuonna 2005 ($46 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Avonaisemmalla kohdalla Hämeentietä, Hämeentien ja Haapaniemenkadun risteuksen tuntumassa, jäätii raja-arvon alapuolelle ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Samalla kohdalla mitattiin passiivikeräinmenetelmällä vuonna 2006 ja vuosikeskiarvo oli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Runeberginkadulla jäätii myös raja-arvon alapuolelle ($36 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja pitoisuus oli hieman alempi kuin vuonna 2004 jatkuvatoimisella mittauksella mitattu vuosipitoisuus ($39 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nordenskiöldin aukiolla, jossa ennen sijaisi Töölön mittausase-

ma, sen sijaan jäätii selvästi raja-arvotason alapuolelle (27 µg/m³).

Helsingin herkäät kohteet

Korkein vuosipitoisuus mitattiin päiväkotii Aleksin pihalla. Typpidioksidin vuosipitoisuus (26 µg/m³) oli kuitenkin selvästi alle raja-arvon. Lähes samaa tasoa olevia pitoisuuksia mitattiin vilkasliikenteisen Hämeenlinnanväylän läheisyydessä sijaitsevien päiväkotii Kalinkan ja suomalais-venäläisen koulun piha-alueelta (25 µg/m³) sekä vanhainkoti Bertahemmetin pihalta (24 µg/m³). Vanhainkoti Bertahemmetin kohdalla väylän liikennemäärä on huomattavasti pienempi (39 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa) kuin päiväkotii Kalinkan tai suomalais-venäläisen koulun läheisyydessä (67 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa). Bertahemmet tosin sijaitsee lähempänä väylää (n. 28 m) kuin päiväkodin tai koulun piha (40 m). Päiväkotii Aleksin pihalla pitoisuudet olivat korkeimmat kesällä, kun taas Hämeenlinnanväylän läheisyydessä pitoisuudet olivat korkeimmillaan talvisaikaan (liite 1/10).

Typpidioksidin vuosipitoisuus oli samalla tasolla Sturenkadun läheisyydessä Åshöjdens grundskolan pihalla (21 µg/m³) sekä Koskelantien läheisyydessä vanhainkoti Käpyrinteen pihalla (21 µg/m³).

Latokartanontien läheisyydessä Ala-Malmin alasteen pihalla ja Mäkelänkadun läheisyydessä olevan päiväkotii Käpylinnan pihalla pitoisuudet olivat samaa tasoa, vaikka Mäkelänkatu (43 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa) on huomattavasti vilkasliikenteisempi kuin Latokartanontie (14 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa). Päiväkotii sijaitsi kuitenkin melko etäällä Mäkelänkadusta (53 m), kun taas koulun piha oli lähellä Latokartanontietä (19 m) ja avoin tien suuntaan.

Topeliuksenkadun läheisyydessä sijaisevien kohteiden Tölö Daghemmet ja Zacharias Topeliuskolan pihalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 19 µg/m³ ja Turunväylän läheisyydessä sijaitsevan Munkkiniemen alasteen pihalla 19 µg/m³.

Alhaisimmat vuosipitoisuudet mitattiin Munkkiniemen vanhusten asuintalon (18 µg/m³) ja Englantilaisen koulun piholla (17 µg/m³). Mittaukset tehtiin Munkkiniemen vanhusten asuintalon sisäpihalla, joka oli hyvin tuulettuva. Englantilainen koulu sijaitsi suhteellisen etäällä (46 m) vilkkaasta Paciuksenkadusta (53 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa) ja paikka oli hyvin tuulettuva.

Tikkurilan ympäristö

Tikkurilan jatkuvatoimisella asemalla mitattu vuosipitoisuus (25 µg/m³) oli korkeampi kuin Tikkurilan ympäristössä mitatut pitoisuudet. Korkein typpidioksidin vuosikeskiarvo mitattiin Lummetien ja Kielotien risteyksessä (22 µg/m³). Pitoisuudet olivat hieman tätä alempia Valkoisenlähteen tien ja Talvikkitien risteyksessä (20 µg/m³). Talvikkitien läheisyydessä Tikkuraitilla sekä Asematien ja Kielotien risteyksessä mitatut pitoisuudet olivat samaa tasoa (19 µg/m³). Asematien ja Kielotien risteyksessä mitattu pitoisuus oli huomattavasti alhaisempi kuin samassa paikassa vuonna 1994 mitattu typpidioksidin vuosipitoisuus (30 µg/m³).

Leppävaaran katukuilu

Leppävaarankadun katukuilussa pitoisuudet olivat korkeimmillaan kuilumaisimmassa osassa kaatua, vaikka liikenteen määrä oli siellä selvästi alhaisempi kuin lähempänä Kehä I:tä sijaitsevilla mittauspaikoissa. Leppävaarankatu 18C kohdalla vuosipitoisuus oli 21 µg/m³, joka oli sama kuin Leppävaaran mittausasemalla mitattu vuosipitoisuus Kehä I läheisyydessä. Leppävaarankatu 11A kohdalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 18 µg/m³ ja Leppävaarankatu 8 kohdalla 19 µg/m³.

Mittausten epävarmuus

Tuloksia arvioitaessa on syytä ottaa huomioon, että tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia jatkuvatoimisiin mittauksiin mittauksellisista syistä. Vuositasolla passiivikeräykset ovat Kallion kaupunkitaustan jatkuvatoimisiin mittauksiin verrattuna olleet samalla tasolla. Passiivimittaukset

tosin ovat yliarvioineet noin 5 % pitoisuuksia vilkasliikenteisen Mannerheimintien jatkuvatoimisten mittausten tuloksiin verrattuna. Kuukausita-

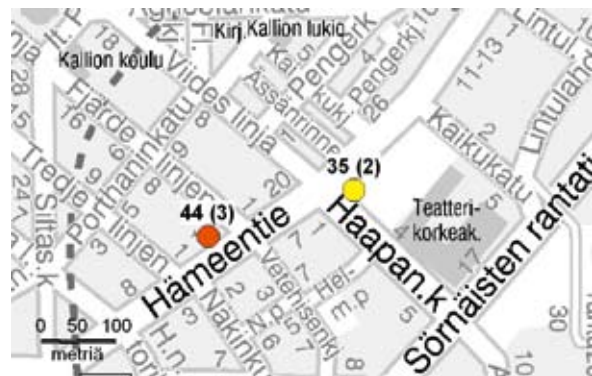
solla passiivimittaukset ovat yli- tai aliarvioineet pitoisuuksia enimmäkseen alle 10 %, mutta joskus jopa 30 %.

Kuva 17 a–m. Typpiidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) passiivikeräimin arvioituina vuonna 2008, suluissa mittaustekojen numerot (paikkakuvaukset ks. liite 5).

a) Töölö daghemmet ja Zacharias Topeliuskolan (7), Nordenskiöldin aukio (6) ja Töölöntulli, Mannerheimintie 55 (8)



b) Hämeentien ja Haapaniemekadun risteys (2) ja Hämeentie 14 (3)



c) Runeberginkatu 49 b (5)



d) Helsingin keskusta, päiväkotiki Alekski (4)



e) Päiväkoti Kalinka ja suomalais-venäläinen koulu (20)



f) vanhainkoti Bertahemmet (21)



g) Åshöjdens grundskola (1)



h) Päiväkoti Käpylinna (22) ja vanhainkoti Käpyrinne (23)



i) Ala-Malmin ala-aste (19)



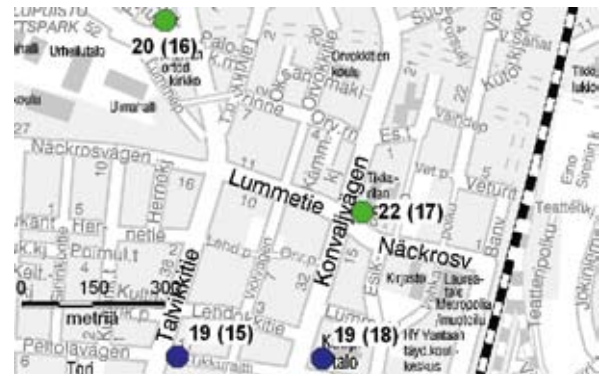
j) Munkkiniemen ala-aste (11)



k) Englantilainen koulu (9) ja Munkkiniemen vanhusasuntalo (10)



l) Vantaa, Tikkurilan keskusta (15, 16, 17, 18)



m) Espoo, Leppävaarankatu (12, 13, 14)



Typidioksidipitoisuuden keskiarvo (µg/m³)

- > 40
- 30.1 - 40
- 20.1 - 30
- < 20.1

9. Ilmanlaadusta tiedottaminen

Asukkaat voivat seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaatuutilannetta verkkosivuilla, kännykän selaimella, ilmanlaatu-äytöiltä, radioista, televisiosta sekä sanomalehdistä. Jos ilmanlaatu heikkenee voimakkaasti ja terveyshaitat ovat mahdollisia herkille yksilöille, YTV tiedottaa tilanteesta asukkaille ja viranomaisille. YTV vastaa tällaisessa episodissa viestimisestä asukkaille ilmanlaadusta ja sen vaikutuksista, ja pääkaupunkiseudun kaupungit puolestaan vastaavat suosituksista ja toimenpiteistä.

YTV:n verkkosivuilla oli vuonna 2008 seurattavissa ilmanlaatu ja saasteiden pitoisuudet 9 eri mittausasemalta. Reaaliaikaiset ilmanlaatu-tiedot ovat olleet saatavilla verkkosivuilta vuodesta 1996 alkaen. Tekniikkaa on hyödynnetty siten, että ilmanlaatuutilanteen voi tarkistaa myös matkapuhelimen selaimella osoitteessa <http://mobi.ytv.fi>.

Arkiaamujen ilmanlaadusta välitetään tietoa aktiivisesti myös tiedotusvälineiden kautta. Ilmanlaadusta informoidaan asukkaita joka arkiaamu Ylen aamu-TV:n kautta sekä radiossa Ylen aikaisen ja Radio Helsingin kautta. Ilmanlaadun vaihtelua on vuonna 2008 voinut seurata myös Helsingin Sanomien sääsivuilta arkipäivisin.

Pääkaupunkiseudulla on kahdeksan ilmanlaatu-näyttöä. Ohikulkijat voivat tarkistaa ilmanlaadun Helsingin ja Tikkurilan keskustassa liikkeessaan sekä Helsingin ympäristökeskuksen ikkunasta Kallion urheilukentän laidalla. Vantaalla on lisäksi useita YTV Liikenteen infotauluja, jotka näyttävät myös ilmanlaadun. Näyttöjen sijainnit ovat:

- * Mannerheimintie 5, Yliopiston Apteekin aula
- * Helsinginkatu 24, ikkuna
- * Tikkurilan asema, lipunmyynnin aula
- * Tikkurin Kauppakeskus
- * Korso, Lumo
- * Myyrmäki-talo, kirjasto
- * Myyrmäen kauppakeskus
- * Katriinan sairaala

Ilmanlaatua arvioidaan ja raportoidaan vuosittain ja vuodenajoittain. Sähköisenä verkkosivuilla ja painotuotteina ovat saatavissa vuosiraportti sekä neljännesvuosittain Ilmanlaatu-katsaus, jota jaetaan mm. pääkaupunkiseudun kirjastoissa.

9.1 Ilmanlaatuindeksi tiedotuksen apuvälineenä

Ilmanlaatu-tiedon ja tiedotuksen yksinkertaistamiseksi YTV on kehittänyt ilmanlaatuindeksin. Indeksillä yksinkertaistetaan saastepitoisuuksien ja terveysvaikutusten välinen yhteys. Sanallisessa arvioissa ilmanlaatu-tilanne jaotellaan viiteen luokkaan: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono.

YTV:n ilmanlaatuindeksi kuvaa hetkellistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje-, raja-, kynnys- ja tavoitearvoihin sekä tunnettuihin terveysvaikutuksiin. Indeksillä on lähinnä terveysperusteinen, mutta sen sanallisessa luonnehdinnassa otetaan huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia (taulukko 6). Indeksillä on käytetty Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen asiantuntemusta.

Indeksi lasketaan tunneittain jokaiselle mittausasemalle ja niille ilmansaasteille, joita kyseisellä asemalla mitataan. Indeksissä ovat mukana rikkidioksidin, typpidioksidin, hiilimonoksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet. Jokaiselle epäpuhtaudelle lasketaan pitoisuuksien perusteella indeksi, joista korkein määrää mittausaseman ilmanlaatuindeksin arvon.

YTV:n ilmanlaatuindeksin ensimmäinen versio otettiin käyttöön vuonna 1988, ja nykyisen kaltaisena se on ollut käytössä vuodesta 1993. Indeksillä on uudistettu vuosina 2002 ja 2007. Vuoden 2002 uudistuksessa tarkistettiin taitepisteitä uusien EU:n raja-arvojen mukaisiksi ja muutettiin laskenta kuvaamaan paremmin tuntivaihteluita. Vuonna 2007 otettiin pienhiukkaset indeksiin ja tarkistettiin indeksillä hengitettävien hiukkasten ja

otsonin osalta WHO:n ohjearvojen ja uusimman terveysvaikutustiedon pohjalta. Indeksiluokkien rajat on esitetty taulukossa 7. Suomessa käytetty indeksi eroaa ulkomaisista ilmalaatuindekseistä sekä laskentatavan että pitoisuusrajojen osalta.

9.2 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna

Ilmanlaatu on pääkaupunkiseudulla valtaosan ajasta hyvä ja vilkasliikenteisillä alueilla tyydyttävä. Ilmanlaatu on hyvä etenkin öisin, viikonloppuisin ja tuulisella säällä.

Ilmanlaatu vaihtelee vuodenajan ja sään mukaan. Vuodenaikojen aiheuttama vaihtelu näkyy oheisissa kuvissa (kuvat 18 a–d) tyydyttävien tuntien lisääntymisenä keväällä, mikä johtuu otsonipitoisuuksien kohoamisesta voimakkaan auringonsäteilyn vuoksi. Myös välttävien tuntien määrä kasvaa, koska keväällä aamuruuhka ja huonot laimenemisolosuhteet osuvat samaan aikaan. Keväällä suurin osa ilmanlaadultaan huonoista tunneista johtuu katupölystä.

Ilmanlaatu oli ilmanlaatuindeksillä arvioituna vuonna 2008 parempi kuin edellisinä vuosina. Monilla mittausasemilla ilmanlaatu oli enimmäkseen hyvä kesäkuun ja joulukuun välisenä aikana. Ilma oli erityisen puhdasta lokakuussa, jolloin ilmanlaatu oli jopa Helsingin keskustassa liki puolet ajasta hyvä indeksillä arvioituna.

Helsingin keskustan mittausasemalla ilmanlaatu heikkeni välttäväksi lähes päivittäin. Tämä johtui liikenteen pakokaasuista ja etenkin keväällä katujen ja työmaiden aiheuttamasta pölyämisestä. Muilla vilkasliikenteisten alueiden mittausasemilla pääsyy välttävään ilmanlaatuun oli katupöly, ja satamien vaikutusalueella sekä pientaloalueilla pienhiukkaset. Kallion tausta-asetalla pienhiukkasten pitoisuudet heikensivät ilmanlaadun useammin välttäväksi kuin hengitettävät hiukkaset, otsoni tai typpidioksidi. Luukissa otsoni oli pääasiallinen ilmanlaadun heikentäjä.

Ilmanlaatu oli vuoden kuluessa huono tai erittäin huono Mannerheimintieellä 161, Kauniaisissa 108 ja Leppävaarassa 107 tuntina (taulukko 8). Tilanteet aiheutuivat suurimmaksi osaksi hengitettävistä hiukkasista, erityisesti huhtikuussa. Typpidioksidi heikensi ilmanlaadun huonoksi vain Helsingin keskustassa, 16 tuntina. Yksittäisiä huonoja tunteja aiheutui myös kohonneista pienhiukkasten pitoisuuksista mm. Länsisatamassa ja Itä-Hakkilassa, mutta pääsyy korkeisiin pienhiukkaspitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla on kaukokulkeuma.

Mittausasemien ilmanlaadun vertailua vaikeuttaa se, että mittausasemilla mitataan eri saasteita. Lähes kaikilla mittausasemilla mitattiin hengitettäviä hiukkasia ja typpidioksidia, mutta pienhiukkasia ja otsonia vain osalla mittausasemista. Kuvien 18 a–d mittausasemista pienhiukkasia

Taulukko 6. Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat.

Ilman laatu	Välittömät terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
tydyttävä	hyvin epätodennäköisiä	-"
välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
huono	mahdollisia herkillä yksilöillä	-"
erittäin huono	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	-"

Taulukko 7. Indeksiarvojen määräytyminen ja pitoisuuksien taitepisteet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO mg/m^3).*

Ilmanlaatu	Indeksi	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	TRS
Hyvä	≤50	≤4	≤40	≤20	≤60	≤20	≤10	≤5
Tyydyttävä	51–75	5–8	41–70	21–80	61–100	21–50	11–25	6–10
Välttävä	76–100	9–20	71–150	81–250	101–140	51–100	26–50	11–20
Huono	101–150	21–30	151–200	251–350	141–180	101–200	51–75	21–50
Erittäin huono	≥151	≥31	≥201	≥351	≥181	≥201	≥76	≥51

*Pitoisuudet ovat tuntikeskiarvoja ja indeksit kokonaislukuja.

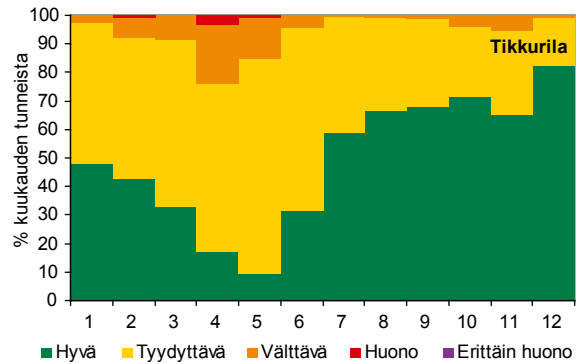
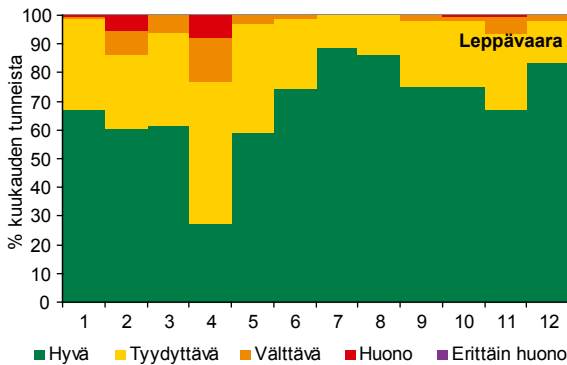
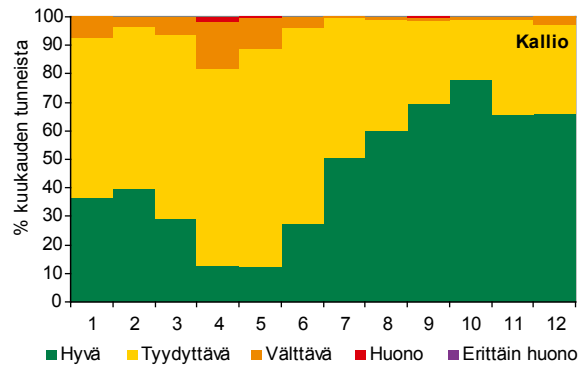
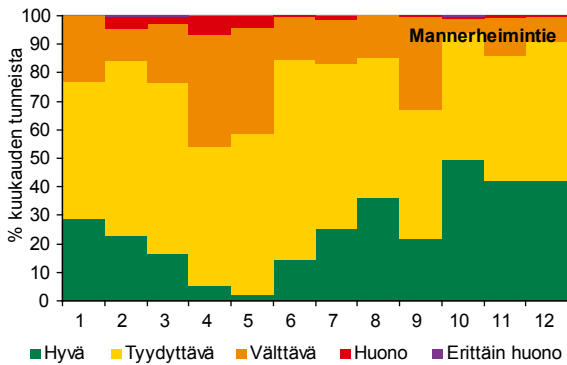
mitattiin vain Kalliossa ja Mannerheimintiellä ja otsonia niiden lisäksi Tikkurilassa. Kuvassa 18 näkyvä ero Tikkurilan ja Leppävaaran ilmanlaa-

dussa johtuu tästä ja siksi ilmanlaatu ilmanlaatuindeksin mukaan luokiteltuna on kesäkuukausina parempi Leppävaarassa kuin Tikkurilassa.

Taulukko 8. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttava ilmansaaste ja tuntien lukumäärä vuonna 2008.

Mittausasema	Ilmansaaste						yhteensä
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	
Mannerheimintie	140	5	16	0	-	0	161
Vallila	43	-	0	-	0	-	43
Kallio	17	5	0	0	-	-	22
Leppävaara	107	-	0	-	-	0	107
Tikkurila	34	-	0	3	-	0	37
Luukki	-	0	0	8	0	-	8
Länsisatama	-	15	0	-	0	-	15
Kauniainen	108	-	0	-	-	-	108
Itä-Hakkila	20	7	0	-	-	-	27

Viiva (-) osoittaa ne komponentit, jotka eivät olleet mukana indeksilaskennassa.



Kuva 18 a–d. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatulokkeihin vuoden 2008 kuukausina. Leppävaarassa ei mitata otsonia, minkä vuoksi Leppävaarassa on enemmän ilmanlaadultaan hyviä tunteja kuin Tikkurilassa.

10. Episoditilanteet

Episodilla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilma-
saasteiden pitoisuudet kohoavat normaalia huo-
mattavasti korkeammiksi useiden tuntien tai vuo-
rokausien ajaksi. Episoditilanne voi syntyä a)
poikkeuksellisessa päästötilanteessa, b) saastei-
den sekoittumisen, laimenemisen ja poistumisen
kannalta epäedullisissa säätilanteissa tai c) kau-
kokulkeuman vaikutuksesta.

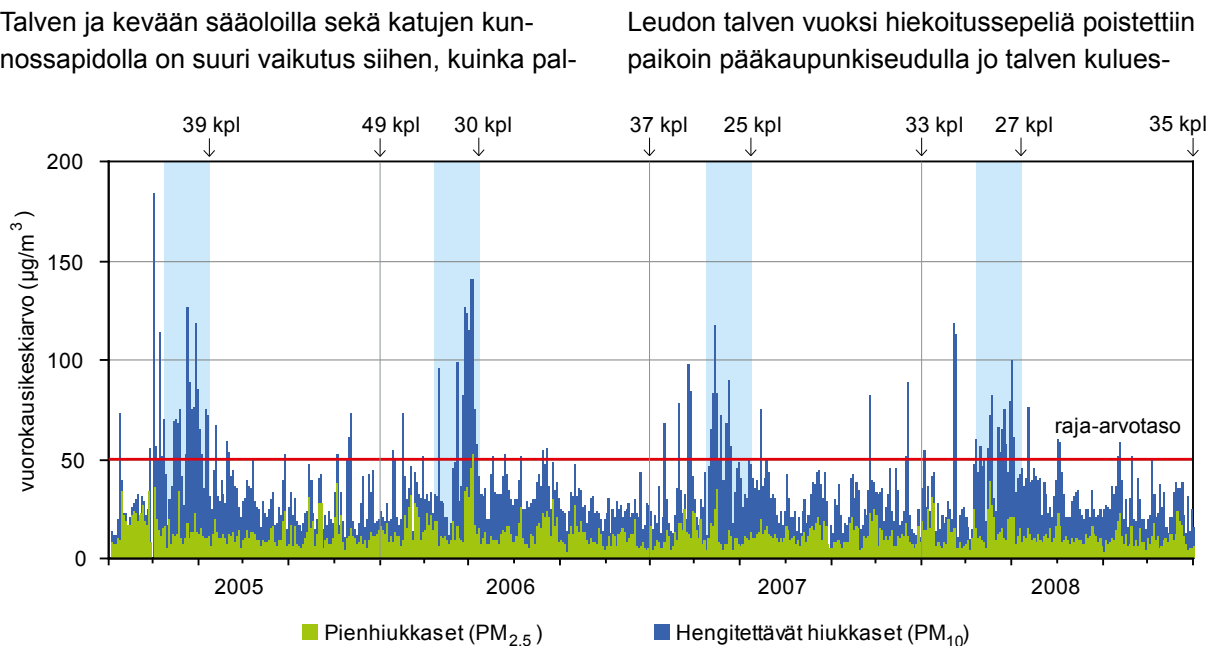
Episoditilanteita aiheuttavat tyypillisesti katupöly
kuivina kevätpäivinä, pakokaasujen typenoksidi-
päästöt heikkotuulisella säällä sekä pienhiukkasten
ja otsonin kaukokulkeumat keväällä ja kesäl-
lä. Joskus erilaiset episodityypit saattavat osua
samaa aikaan. Esimerkiksi joinakin kevätpäivi-
nä ilmassa on runsaasti paikallisen liikenteen ai-
heuttamaa katupölyä ja pakokaasuja sekä kau-
kokulkeutuneita pienhiukkasia ja otsonia. Lisäksi
lepän ja koivun siitepölyt voivat samaan aikaan
hankaloittaa niille allergisten ihmisten oireita.

10.1 Kevään katupölykausi

Talven ja kevään sääoloilla sekä katujen kun-
nossapidolla on suuri vaikutus siihen, kuinka pal-

jon katupölyä kertyy katujen pinnoille ja milloin se
pääsee nousemaan ilmaan katujen kuivahtaes-
sa. Tämän vuoksi kevään katupölykauden ajan-
kohta ja voimakkuus vaihtelevat melko paljon
(kuva 19). Katupölyhiukkasista suurin osa kuu-
luu hengitettävien hiukkasten karkeaan koko-
luokkaan ($PM_{10-2,5}$), joten katupölyllä ei ole kovin
suurta vaikutusta pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) massa-
pitoisuuksiin.

Kevään 2008 katupölykausi alkoi maaliskuun
puolivälissä ja päättyi toukokuun alussa (kuvat
19 ja 20). Poikkeuksellisen lämpimän ja vähälü-
misen talven vuoksi kuivat kadut pölisivät muuta-
mina päivinä jo tammikuun alussa ja helmikuun
puolivälissä. Kevään pahimmat pölypäivät olivat
huhtikuun ensimmäisellä viikolla, kun sää lämpe-
ni voimakkaasti. Huhtikuun puolivälistä alkanut
pitkä kuiva jakso piti hiukkaspitoisuuksia kohol-
la aina toukokuun alkuun saakka. Vasta rajut tuu-
lenpuuskat 5.5. ja sadepäivät 7.5. alkaen puhdis-
tivat viimeisetkin pölyt kaduilta.

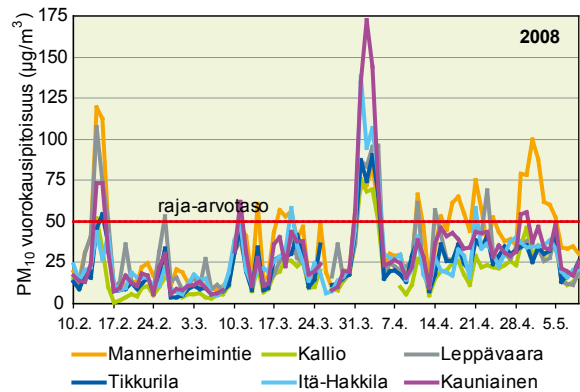


Kuva 19. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) vuorokausipitoisuudet Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2005–2008. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylittävien päivien lukumäärät on osoitettu kuvan yläpuolella kunkin vuoden toukokuun puoliväliin ja joulukuun loppuun mennessä. Vaaleansininen tausta osoittaa tyypillisen voimakkaan katupölykauden ajoittumisjakson, maaliskuun puolivälistä toukokuun puoli-
väliin.

sa tammi-helmikuussa. Useita kohteita jouduttiin kuitenkin hiekoittamaan uudelleen. Varsinainen kevään tehokas hiekanpoisto aloitettiin useilla alueilla jo ennen maaliskuun puoliväliä, ja työt olivat täydessä vauhdissa kuun lopulla. Puhdistus valmistui pääosin vappuun mennessä eli selvästi tavallista aikaisemmin (Myller 2008, Tammisto 2008, Valkeapää 2008, Keski-Kohtamäki 2008). Katujen puhdistuksen ripeä eteneminen näkyi myös ilmanlaadussa. Huhtikuun alun jälkeen hyvin korkeita pitoisuuksia mitattiin enää Mannerheimintien mittausasemalla. Mannerheimintiellä hiukkaspitoisuuksia nosti tavanomaisen katupölyn lisäksi myös läheisiltä rakennus-, kisko- ja tietyömailta kadulle kulkeutuneen maa-aineksen pölyäminen (Kupiainen ja Stojiljkovic 2009).

Kevään pölyisimpinä päivinä katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingissä tätä suolaliuosta käytettiin kerran tammikuun lopulla ja 2–3 kertaa alueesta riippuen huhtikuun alussa pää- ja kokoojakatujen sekä katukuilujen pölyämisen torjumiseksi. Lisäksi työmailta kulkeutuneen maa-aineksen pölyämistä hillittiin muutamina päivinä (Ilvonen 2008). Vantaalla suolaliuoksella kasteltiin pääkatuverkon pahimmat kohteet yhtenä päivänä helmikuun puolivälissä (Tammisto 2008). Espoossa katujen pölyämistä torjuttiin tammi-helmikuussa kolmena ja maaliskuun huhtikuussa 12 päivänä siten, että vilkkaimmin liikennöidyillä kaduilla ja bussireiteillä ajoratojen reuna-alueita kasteltiin laimealla liuoksella (Valkeapää 2008). Kauniaisissa kalsiumkloridilla kasteltiin katujen reunat bussireiteillä viisi kertaa (Keski-Kohtamäki 2008).

Pölyisten päivien eli raja-arvotason ylittäneiden päivien määrä jäi keväällä 2008 edellisiä vuosia alhaisemmaksi. Raja-arvo ylittyi, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus ylittää arvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli 35 kertaa kalenterivuoden kuluessa. Toukokuun puoliväliin mennessä raja-arvotason ylityksiä oli mitattu 4–27 päivänä eri mittausasemilla. Raja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla vuonna 2008. Tosin Mannerheimintiellä raja-arvon ylittyminen oli lähellä (raja-arvotason ylityksiä 35 kpl), koska rakennus-, kisko- ja tietyömailta kulkeutunutta maa-ainesta nousi il-



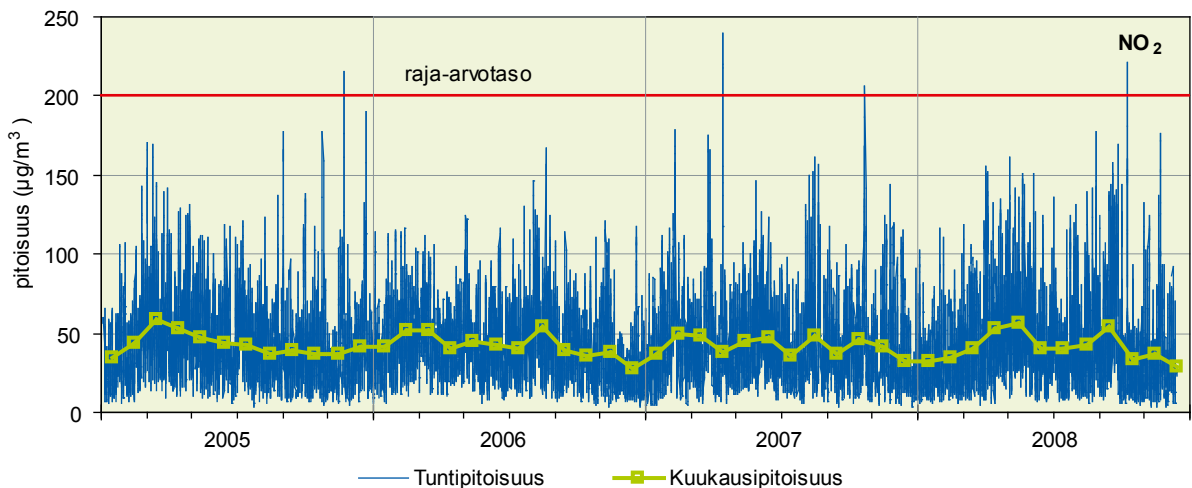
Kuva 20. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoja keväällä 2008.

maan kadulta myös kesän ja syksyn kuluessa. Vuoden 2008 kevät-pölykaudesta on esitetty yksityiskohtaisempi selostus vuoden 2007 ilmanlaaturaportissa (Niemi ym. 2008).

10.2 Typpidioksidiepisodit

Typpidioksidin pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttavat eniten autoliikenteen pakokaasut. Pitoisuudet kohoavat heikkotuulisella säällä vilkasliikenteisillä alueilla erityisesti ruuhka-aikaan. Korkeimmat tuntipitoisuudet havaitaan, kun myös ilmassojen pystysuuntainen sekoittuminen on estynyt inversion vuoksi. Inversiossa kylmän maan pinnan lähellä olevat saasteet jäävät loukuun lämpimän ilmakerroksen alle. Voimakkaita inversioita esiintyy selkeällä ja tyynellä säällä korkeapainetilanteessa, erityisesti talviöinä ja -aamuina, maanpinnan voimakkaan jäähtymisen seurauksena (kuva 13 b). Keväällä ja kesällä aurinko lämmittää ilmakerrokset nopeasti aamupäivällä, jolloin saasteiden sekoittuminen tehostuu. Halla on tyypillinen inversion seuraus alku- ja loppukesällä.

Typpidioksidin pitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti, koska säät ja liikennemäärät vaihtelevat paljon (kuva 21). Vuoden 2008 voimakkain typpidioksidiepisodi oli 9.10. aamuruuhkan aikaan, jolloin tuntipitoisuus ylitti tuntiraja-arvotason ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Mannerheimintien mittausasemalla klo 9 yhden tunnin ajan ($221 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Raja-arvotason ylityksiä sallitaan nykyisin vuodessa noin 175 tunnin ajan ennen kuin itse raja-arvo katso-



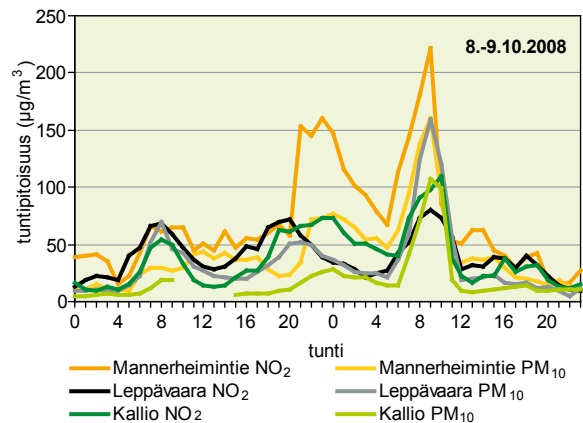
Kuva 21. Typpidioksidin tunti- ja kuukausipitoisuudet Mannerheimintiellä vuosina 2005–2008.

taan ylittyneeksi, mutta vuonna 2010 raja-arvotaso saa ylittyä vain 18 tunnin ajan. Raja-arvotason ylittäviä pitoisuuksia on mitattu aikaisemmin 2000-luvulla yhteensä vain kuuden tunnin ajan: Runeberginkadulla vuonna 2004 ja Mannerheimintiellä vuosina 2005 ja 2007.

Lokakuun 9. päivän aamun korkea typpidioksidipitoisuus Mannerheimintien mittausasemalla johtui tyyneestä säästä ja voimakkaasta inversiosta, jotka estivät autojen pakokaasujen leviämistä ja laimenemista. Lisäksi aamuruuhka oli tavallista pahempi, koska junaliikenne oli lähes pysähdyksissä. Typpidioksidin pitoisuus alkoi nousta jo edellisenä iltana (kuva 22), koska inversiokerros muodostui jo illan kuluessa. Myös hiukkaspitoisuudet nousivat. Episodi oli voimakkain Helsingin ydinkeskustan vilkasliikenteisellä alueella, mutta typpidioksidin ja hiukkaspitoisuudet kohosivat myös muualla pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisissä ympäristöissä.

10.3 Pienhiukkasepisodit

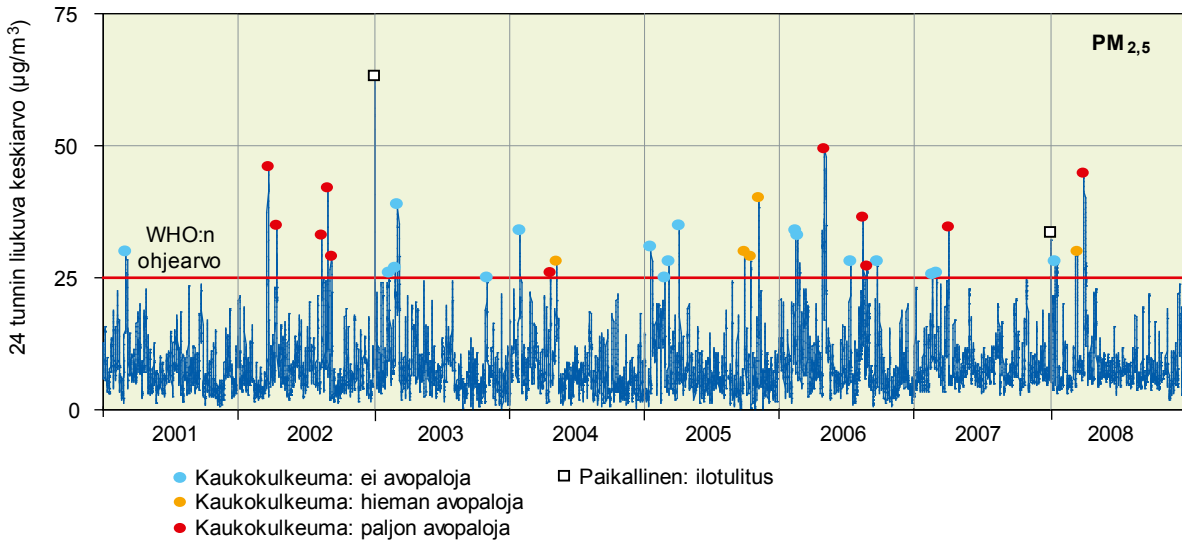
Pienhiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat pääkaupunkiseudulla erityisesti kaukokulkeuma, liikenne ja pientalojen tulisijojen käyttö. Kaukokulkeuma aiheuttaa keskimäärin yli puolet pienhiukkasten pitoisuudesta jopa pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisimmillä alueilla. Suurin osa pienhiukkasten korkeista vuorokausipitoisuuksista johtuu voimakkaista kaukokulkeumista (kuva 23). Viime vuosina pääkaupunkiseudulla on vakiintunut tul-



Kuva 22. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet 8.–9.10.2008.

kinta, että kaukokulkeumaepisodi on tilanne, jossa pienhiukkasten 24 tunnin liukuva keskiarvo ylittää $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Kalliossa ja pitoisuus nousee samanaikaisesti korkeaksi myös Luukissa (Niemi ym. 2006, 2009). Toisin sanoen pienhiukkasten 24 tunnin pitoisuudet ovat Kalliossa vähintään noin kolminkertaisia vuosikeskiarvoon verrattuna ja sama kuin WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Kaukokulkeumaepisodien aikaan pienhiukkasta suuri osa on yleensä peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä, kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta (kuva 23). Noin puolet kaukokulkeumaepi- sodeista on sellaisia, että tavanomaisten saasteiden lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu hieman tai paljon Itä-Euroopan avopaloista, kuten maastopaloista ja peltojen kulotuksista. Voimakkaim-



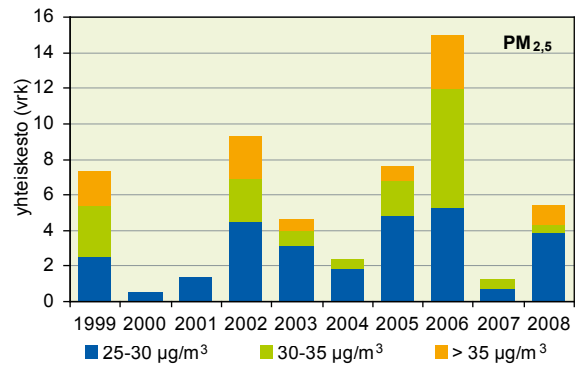
Kuva 23. Pienhiukkasten päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta YTV:n kaupunkitausta- asemalla Helsingin Kalliossa vuosina 2001–2008.

mat kaukokulkeumat esiintyvät yleensä keväällä maaliskuussa ja syyskesällä, koska tällöin on usein paljon avopaloja Itä-Euroopassa, erityisesti Venäjällä, Valko-Venäjällä ja Ukrainassa. (Niemi ym. 2006, 2009)

Paikalliset ilotulitukset aiheuttavat myös erittäin korkeita pitoisuuksia (tuntimaksimit yli 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), mutta niiden kesto on yleensä vain muutamia tunteja. Lisäksi korkeahkoja tuntipitoisuuksia aiheutuu ajoittain vilkasliikenteisillä alueilla liikenteen päästöistä, pientaloalueilla puunpolton päästöistä ja satamien ympäristössä laivojen päästöistä.

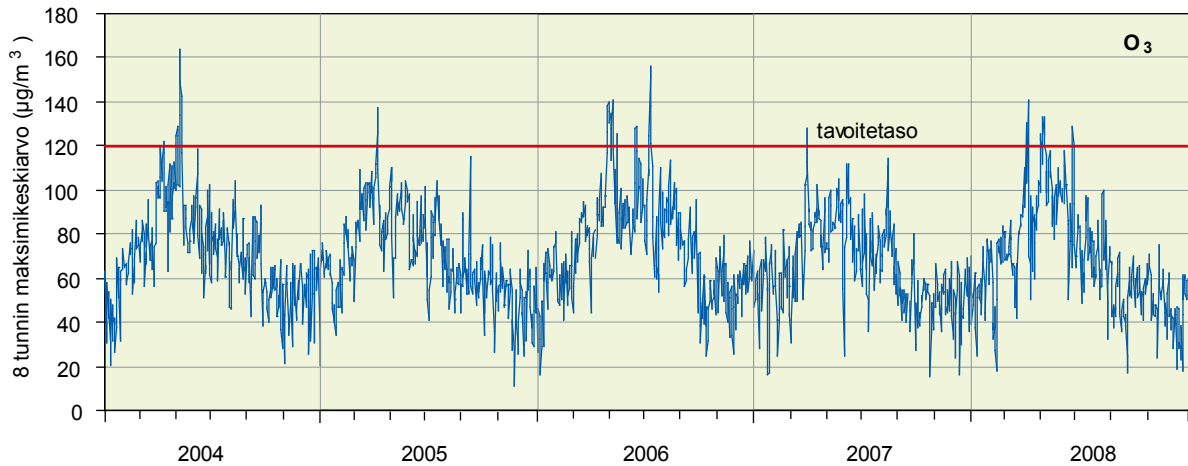
Vuonna 2008 kaukokulkeumaepisodit heikensivät ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla erityisesti kevään kuluessa (kuva 23). Pienhiukkasepisodin yhteiskesto jäi kuitenkin selvästi lyhyemmäksi kuin esimerkiksi vuosina 2002 ja 2006 (kuva 24), jolloin Itä-Euroopan avopaloista kulkeutui savua useaan otteeseen. Vuoden 2008 episodien yhteiskesto oli 5,4 vuorokautta. Kestoon on laskettu mukaan vain episodien voimakkaat vaiheet eli tunnit, joiden aikana aiemmin mainittu episodikriteeri ylittyi.

Vuoden 2008 kaukokulkeumaepisodit olivat tammikuussa (15.–18.1.), maaliskuussa (10.–11.3.) ja huhtikuun alussa (31.3.–4.4.). Episodien aikana ilmajäätävät saapuivat Suomeen Venäjän, Valko-Venäjän, Ukrainan ja Puolan suunnal-



Kuva 24. Pienhiukkasten kaukokulkeumien kesto ja voimakkuus pääkaupunkiseudulla vuosina 1999–2008.

ta. Tammikuun episodin hiukkaset olivat peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä. Maaliskuun ja varsinkin huhtikuun alun episodin aikaan hiukkasia kulkeutui lisäksi peltojen kuluksista ja maastopaloista, joita oli erityisesti Venäjällä, Valko-Venäjällä ja Ukrainassa. Huhtikuun alun episodi oli melko pitkäkestoinen ja voimakas. Esimerkiksi pienhiukkasten tuntipitoisuudet olivat Kalliossa tällöin korkeimmillaan peräti kuuksinkertaisia ($54 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattuna vuosikeskiarvoon. Myös otsonin, katupölyn ja typpidioksidin pitoisuudet nousivat korkeiksi episodin aikaan (ks. luvut 10.1 ja 10.4).



Kuva 25. Otsonin korkeimmat päivittäiset 8 tunnin pitoisuudet Luukissa vuosina 2004–2008.

10.4 Otsoniepisodit

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu ilmassa auringonsäteilyn vaikutuksesta hapen, typenoksidien ja VOC-yhdisteiden välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kevät- ja kesäkausi on otollisinta aikaa otsoninmuodostukselle (kuva 25). Suomeen kaukokulkeutuu runsaasti otsonia muualta Euroopasta. Meteorologisilla tekijöillä on suuri vaikutus otsonin muodostumiseen ja kulkeutumiseen, minkä vuoksi ajallinen vaihtelu pitoisuuksissa on melko voimakasta.

Otsonipitoisuudet ovat Suomessa korkeimmat maaseudulla, sillä kaupunkien keskustoissa sitä kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa. Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuudet ovat yleensä korkeimmat alueellisella tausta-asemalla Luukissa. Väestölle tiedottamisen kynnyksarvo ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on ylittynyt pääkaupunkiseudulla vain kahden tunnin ajan viimeisen 20 vuoden aikana, 7.5.2004 kaukokulkeuman aikaan. Vuoden 2008 korkein otsonipitoisuus mitattiin Luukissa huhtikuun 4. päivä. Korkein tuntipitoisuus oli tällöin $153 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on selvästi alle tiedotuskynnyksen ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Otsonipitoisuus ylitti terveyden suojelemiseksi annetun pitkän aikavälin tavoitetason (8 tunnin keskiarvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) useina päivinä vuonna 2008 (kuva 25). Ylityspäiviä oli huhtikuun alussa (1.4. ja 4.4.), huhti-toukokuun vaihteessa (26.4., 27.4., 30.4. ja 1.–4.5.) ja juhannusviikolla (19–20.6.). Ylityspäiviä oli Luukin mittausasemalla yh-

teensä 10 kpl ja Tikkurilassa 4 kpl, joten ylityspäiviä esiintyi melko tavanomainen määrä (liite 1/7). Huhtikuun alun ja huhti-toukokuun vaihteen ylityspäivinä otsonia kaukokulkeutui Itä-Euroopasta. Otsoni oli muodostunut Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä ja avopaloista peräisin olevista VOC- ja typenoksidipäästöistä. Huhtikuun alun episodin aikaan myös katupölyn, typpi-dioksidin ja kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten pitoisuudet nousivat korkeiksi (ks. luvut 10.1 ja 10.3). Juhannusviikolla otsonin tavoitetason ylityspäivinä ilmavirtaukset saapuivat Keski- ja Itä-Euroopasta.

10.5 Valmiussuunnitelmat

Ilmanlaadun heikkenemisen varalta kaupungeilla on valmius- ja varautumissuunnitelmia. Näillä suunnitelmilla luodaan yhteinen toimintamalli eri toimijoiden kesken ja pyritään estämään ilmanlaadun raja-arvojen ylittyminen.

Valmiussuunnitelmia tarvitaan ilmansaasteiden pitoisuuksien ylittäessä tai ollessa vaarassa ylittää ilmanlaadun raja-arvot, jotka ovat terveysperusteisia. Helsingissä tällaisia vakavia tilanteita saattaa seurata liikenteen aiheuttamien typpidioksidin tai katupölyn pitoisuuksien kohoamisesta tai savuista, jotka kulkeutuvat voimakkaista maasto- tai rakennuspaloista. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma on uusittu vuonna 2007 (Viinanen 2007). Espoo on laatinut vuonna 2006 valmiussuunnitelman liikenteen aiheut-

tamien korkeiden typpidioksidipitoisuuksien varalle (Manni-Loukkola 2006). Suunnitelmat on tehty yhteistyönä kaupungin virastojen kesken ja esimerkiksi Helsingin kaupungin suunnitelman laadinnassa on ollut edustajia ympäristökeskuksesta, rakennusvirastosta, kaupunkisuunnitteluvirastosta, liikennelaitoksesta, terveyskeskuksesta, pelastuslaitokselta ja poliisista sekä YTV:stä.

Ilmanlaadun heikentyessä merkittävästi tiedotetaan asukkaille tilanteesta ja altistumisen vähentämiskeinoista. Ilmanlaatuun vaikuttamisen keinot ovat rajalliset. Katujen pölyämisen aiheuttamia hiukkaspitoisuuksia voidaan vähentää kastelemalla kadut suolaliuoksella. Liikenteen typenoksidipäästöjä voidaan vähentää rajoittamalla liikennettä. Jos pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi, tulee harkittavaksi liikenteen rajoittaminen, mikä vaikuttaa liikkumiseen koko YTV-alueella. Sen vuoksi YTV:llä on seudullinen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepäosan varalta (YTV 2004). YTV:n Seutu- ja ympäristötiedon rooli näissä valmiussuunnitelmissa on seurata epäpuhtauksien pitoisuuksia ja tiedottaa tarvittaessa viranomaisille ja kansalaisille ilmanlaadun heikkenemisestä.

Toimenpiteisiin katupölyhaittojen alentamiseksi ryhdytään varautumissuunnitelman mukaan, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy. Mikäli hiukkaspitoisuudet ovat korkeita ja pölyämisen ennustetaan jatkuvan, Helsingin ympäristökeskus pyytää rakennusvirastoa ja Uudenmaan tiepiiriä ryhtymään toimenpiteisiin pölyämisen hillitsemiseksi. Tällöin kastellaan laimealla suolaliuoksella kaupungin alueella olevat suurimmat tiet. Hiukkaspitoisuuksien ollessa korkeita YTV tiedottaa tilanteesta asukkaille.

Vuonna 2008 pääkaupunkiseudun kunnat ehkäisivät pölyämistä useaan otteeseen kastelemalla katuja kalsiumkloridilla. Helsingin ympäristökeskus antoi kerran varautumissuunnitelman mukaisen toimenpiteiden pyynnön (2.4.) katujen pölyämisen vähentämiseksi ja YTV tiedotti korkeista hiukkaspitoisuuksista kerran (2.4.).

Typpidioksidipitoisuudet kohoavat korkeiksi etenkin silloin, kun tyyni sää ja inversio estävät liikenteen päästöjen laimenemista. Valmiussuunnitelman mukaiset toimenpiteet käynnistetään ja valmiustilaa kohotetaan asteittain tuntipitoisuuden ylittäessä 150 tai $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tietyn tuntimäärän ajan ja tietyllä alueella. Helsingin varautumissuunnitelmassa ja Espoon valmiussuunnitelmassa vaiheina ovat ennakkovaroitus ja kolme valmiustilaa (perusvalmius, tehostettu valmius ja täysvalmius). Toimenpiteet alkavat tiedottamisesta ja valistamisesta jatkuen maksuttomaan joukkoliikenteeseen ja päättyen voimakkaampaan keinoon eli liikenteen rajoittamiseen.

Vuonna 2008 typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet kertaakaan valmiussuunnitelman ennakkovaroituskyynnystä, jolloin ilmanlaatu olisi ollut huono yli kolmen tunnin ajan useammalla mittausasemalla. Typpidioksidin tuntiraja-arvotaso ylittyi Helsingin keskustan mittausasemalla vain yhden tunnin ajan (9.10. klo 9).

Helsinki on ainoana kaupunkina laatinut toimintamallin suurten palojen aiheuttamien pienhiukkaspitoisuuksien kohoamisen varalle. Pienhiukkaspitoisuudet voivat nousta korkeiksi kaukokulkeumien tai suurten maastopalojen vaikutuksesta. Toimenpiteet käynnistyvät pienhiukkasten pitoisuuden ylittäessä $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli kolmen tunnin ajan tai kohotessa äkillisesti korkeiksi. Tilanteessa tehostetaan tiedotusta ilmanlaadusta, suosituksista ja terveysvaikutuksista. Vakavien savuhaittojen vuoksi väestöä voidaan varoittaa hätätiedotteella.

Pienhiukkasten pitoisuudet ylittivät kaukokulkeumien varalle tehdyn varautumissuunnitelman mukaisen ennakkovaroituskyynnyskolmeen otteeseen, jolloin viranomaisille tiedotettiin asiasta. Kaukokulkeumat olivat lyhytaikaisia eivätkä antaneet aiheutta varoittaa asukkaita korkeista pienhiukkaspitoisuuksista.

11. Ilmanlaatu keväällä 2009

11.1 Säätila

Talvi oli säätilastojen valossa Etelä-Suomessa keskimääräistä leudompi ja vähäsateinen. Pääkaupunkiseudulla alkuvuosi oli talvinen usean vuoden jälkeen. Tammikuun alussa maa oli paljas, mutta kuun lopulla alkoi pitkä talvinen jaks. Pysyvä lumipeite saatiin pääkaupunkiseudulle tammikuun lopulla ja se säilyi koko helmi- ja maaliskuun. Vielä maaliskuun lopussa oli reiluja yöpakkasia, jotka hidastivat pientareiden sulamista. (Ilmatieteen laitos 2009) Huhtikuun alussa lämpötilat nousivat ja viimeiset lumet sulivat sateiden myötä huhtikuun 10. päivän tienoilla.

Talvi oli pääkaupunkiseudulla keskimääräistä leudompi. Tammi- ja helmikuun olivat noin asteen vertailujaksoa 1971–2000 lämpimämpiä, kun taas maaliskuu ja huhtikuun olivat lähellä keskiarvoa. Tammi-helmikuun vaihteessa mitattiin talven alhaisimmat lämpötilat, joka oli Helsinki-Vantaalla -18 ja Kaisaniemessä -15,5 astetta. Terminen kasvukausi alkoi pääkaupunkiseudulla huhtikuun lopussa (23.4.) (Ilmatieteen laitos 2009). Koivujen lehdet puhkesivat pääkaupunkiseudulla vapun jälkeisellä viikolla.

Kevät oli pääkaupunkiseudulla vähäsateinen. Sademäärät olivat pitkän ajan keskiarvoihin verrattuna keskimääräistä pienempiä tammi-helmikuussa. Sateet tulivat vielä maaliskuussa Etelä-Suomessakin lumena tai räntänä, mutta määrät olivat pieniä. Huhtikuun oli hyvin vähäsateinen ja kuiva. (Ilmatieteen laitos 2009)

11.2 Ilmanlaatu

Pääkaupunkiseudun ilma oli talvella melko puhdasta. Säätekijät olivat ilmanlaadulle suopeita: lumipeite kesti tammikuulta maaliskuun loppuun eikä kovia pakkasia tai ilmansaasteiden laimennemistä estäviä, talvelle tyypillisiä inversiotilanteita juuri esiintynyt. Ilmansaasteiden pitoisuudet olivat alhaisia ja ilmanlaatu oli valtaosan ajasta tyydyttävä. Huonoa ilmanlaatu oli useimmin katupölyn vuoksi.

Tammi- ja helmikuussa 2009 ilmansaasteiden pitoisuudet olivat pääkaupunkiseudulla matalahkoja. Tammikuun alkupuolella oli pakkaspäiviä, jolloin liikenne nosti pölyä ilmaan kuivilta kaduilta, ja hiukkaspitoisuudet kohosivat ajoittain etenkin Helsingin keskustassa ja katukuiluissa. Pölyämistä hillitsi seudulle kuun lopulla saatu pysyvä lumipeite ja hiukkaspitoisuudet olivat korkeita vain yksittäisinä tunteina ja raja-arvotaso ylittyi Mannerheimintien vain kolmena päivänä tammi-helmikuussa. Maaliskuussa liikenteen pakokaasut heikensivät ilmanlaadun välttäväksi lähes päivittäin Helsingin vilkasliikenteisessä keskustassa ja katukuiluissa sekä ajoittain myös pääväylien varsilla. Tulisijojen käyttö heikensi ajoittain ilmanlaatua pientaloalueilla kevään kuluessa, mikä näkyi Vartiokylän mittausaseman tuloksista erityisesti maaliskuussa. Huhtikuussa ilmanlaatua heikensi lähinnä kuivien katujen pölyäminen.

Ilmanlaatu oli huono talven kuluessa autojen pakokaasujen ja inversiotilanteen takia vain muutamana päivänä. Typpidioksidin pitoisuudet olivat korkeita 11.2., jolloin ilmanlaatu oli huono tai erittäin huono Helsingin kantakaupungissa ja pääväylien varsilla Espoossa. Ilmanlaatu oli keväällä huono useimmin hengitettävien hiukkasten vuoksi. Näitä tunteja oli keskusta-alueilla 16–61, pääväylien varsilla 20–48 ja katukuiluissa 115 kappaletta.

Typpidioksidipitoisuudet olivat korkeita talvella lähinnä Helsingin vilkasliikenteisillä alueilla ja yksittäisinä tunteina pääväylien varsilla. Vuorokausipitoisuudelle annettu ohjearvo ylittyi tammi- maaliskuussa Mannerheimintien mittausasemalla ja huhtikuussa Hämeentiellä. Typpidioksidin pitoisuudet kohosivat korkeimmillaan tuntipitoisuuteen 150–160 µg/m³. Pitoisuudet olivat korkeita esimerkiksi heikkotuulisena pakkasjaksona 10.–11.2. Espoon pääväylien lähialueilla, Tikkurilassa ja Helsingin keskustassa.

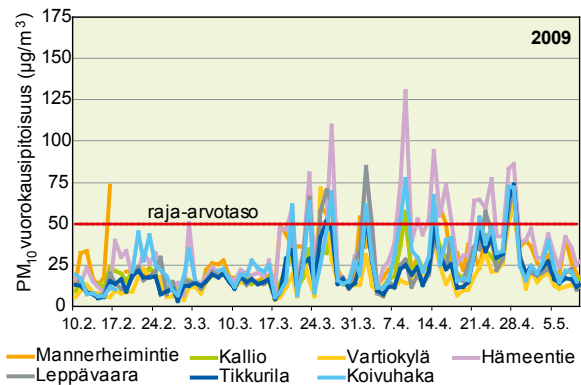
Pienhiukkasten voimakkaita kaukokulkeumia oli poikkeuksellisen vähän tammi-huhtikuussa 2009, eivätkä kaukokulkeumaepisodin kriteerit (ks. luku 10.3) ylittyneet kertaakaan. YTV aloitti pienhiuk-

kasten seurannan Kallion tausta-aseamalla vuonna 1999, ja kriteerit ylittäviä kaukokulkeumia on esiintynyt joka kevätkausi ennen tätä vuotta. Pienhiukkasten pitoisuudet nousivat kuitenkin melko korkeiksi muutaman kerran myös kevätkaudella 2009. Pienhiukkasten vuoksi ilmanlaatu oli huonoa tai erittäin huonoa uudenvuoden iltotulitusten vuoksi Helsingin kantakaupungissa aamuyön tunteina. Tammikuun 22. päivänä klo 7–12 pienhiukkasten pitoisuuksia nostivat Narvan suunnalta kaukokulkeutuneet hiukkaset. Pahimpaan katupölyaikaan huhtikuussa pienhiukkasia kulkeutui pääkaupunkiseudulle kahteen otteeseen. Korkeahkoja pitoisuuksia mitattiin 13.–15.4. ja 26.–29.4., jolloin hiukkaset olivat peräisin itäisen Euroopan tavanomaisista päästölähteistä sekä avopaloista, joita oli Venäjällä, Valko-Venäjällä ja Ukrainassa. Avopaloista peräisin olevia hiukkasia oli runsaasti ilmassa Itä-Euroopassa huhtikuussa, mutta ilmavirtaukset eivät onneksi saapuneet kertaakaan Suomeen suoraan paloalueilta.

Otsonipitoisuudet ovat yleensä keväällä vuoden korkeimpia. Huhtikuussa otsonipitoisuudet olivat keväälle tyypillisesti koholla, mutta taso oli matalampi kuin useina keväinä aiemmin. Otsonia kulkeutui seudulle pienhiukkasten kanssa ja pitoisuudet kohosivat korkeiksi huhtikuun lopussa (26.–28.4.). Otsonipitoisuus ylitti terveysperusteisen pitkän ajan tavoitteen ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 tunnin liukuva keskiarvo) Luukissa 3 päivänä huhtikuussa, yhteensä 24 tunnin ajan. Tikkurilassa, Kalliossa ja Mannerheimintielle tavoitearvo ylittyi 6–14 tunnin ajan. Kevään korkein otsonin tuntipitoisuus $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin Luukissa 26.4.2009.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeita useilla mittausasemilla maaliskuun lopulla. Hiukkaspitoisuudet alkoivat nousta maaliskuun 18. päivänä (kuva 26), jolloin ilmankosteus laskee ja Helsingin keskustan paljaat kadut pölyivät. Hiukkasia oli ilmassa useilla mittausasemilla 25.–27.3, jolloin sää oli kylmä ja liikennevirrat nostivat laajalti katupölyä ilmaan. Huhtikuun kuivuus jatkoi liikennealueiden ja pientareiden pölyämistä, joka kesti koko kuun ajan. Hiukkaspitoisuudet olivat korkeita etenkin Hämeentien katukuiluissa ja pääväylien varsilla kuten Kehä I Leppävaarassa,

Kehä III Koivuhaassa ja Turunväylä Tuomarilasassa. Vielä huhtikuun lopulla 27.–28. päivänä hiukkaspitoisuudet nousivat korkeiksi ja pölyämistä hillittiin kostuttamalla tienpintoja pölyä sitovalla suolaliuksella. Kuivien tienpintojen pölyäminen hiipui vapun jälkeisellä viikolla, jolloin hiukkaspitoisuudet alenivat sateiden ja luonnon vihertymisen myötä.



Kuva 26. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoja keväällä 2009.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet ylittivät raja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ huhtikuun loppuun mennessä Hämeentien 19, Mannerheimintien 13, Koivuhaassa 10, Leppävaarassa 9, Tikkurilassa 4, Vartiokylässä 4, Vallilassa 3 ja Kalliossa 3 kertaa. Raja-arvo ylittyy, kun ylityksiä on vuoden kuluessa yli 35 kappaletta. Keväällä 2009 pölyisiä päiviä kertyi aiempia vuosia vähemmän. Ohjearvo hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kuukauden 2. suurin arvo) ylittyi Hämeentien mittausasemalla maalisi- ja huhtikuussa sekä huhtikuussa myös Leppävaarassa ja Koivuhaassa. Kevään 2009 ohjearvoihin verrannolliset ilmansaasteiden pitoisuudet sekä kuukausikeskiarvot on esitetty liitteen 1 sivuilla 12–13.

Varsinainen kevään tehokas hiekanpoisto alkoi pääkaupunkiseudulla maalisi-huhtikuun vaihteessa. Lumisena talvena hiekoitussepeleä kului viime vuosia enemmän. Kaduille oli kertynyt talvella runsaasti hienojakoista ainesta, joka sulii nopeasti maalisi-huhtikuun vaihteessa. Yöpakkaset viivyttivät pientareiden sulamista ja katujen puhdistuksen aloittamista. Hiekannosto saatiin valmiiksi

huhtikuussa, mutta puhdistus katujen pesuineen valmistui vasta toukokuussa.

Katujen puhdistus aloitettiin tavalliseen tapaan pää- ja kokoojakaduilta sekä vilkkailta kevyen liikenteen väyliltä, minkä jälkeen siivous eteni asuntokaduille ja hiljaisille kevyenliikenteen väylille. Kadulta kerättiin harjalaitteilla ensin karkea aines, jonka jälkeen tienpinnat imulakaistiin ja pestiin. Sateinen sää ja lämpöasteet edistävät puhdistusta. Hidastavia tekijöitä ovat yöpakkaset, lumisateet ja kuiva sää, jolloin pinnat joudutaan kostuttamaan. Kuivien tienpintojen pölyämistä hillittiin kastelemalla niitä laimealla kalsiumkloridilla sisältävällä suolaliuoksella. Pääkaupunkiseudulla katujen liukkauden torjuntaan käytetään suurimmaksi osaksi hiekoitussepeä, josta hienoaineksi on seulottu ja pesty pois pölyhaittojen vähentämiseksi.

Helsingissä katujen puhdistus aloitettiin yöpakkasten vuoksi huhtikuun alussa ja laajamittaisena vasta pääsiäisen jälkeen (vko 16). Pääosin Helsingin kadut oli pesty ja hiekoitussepeä poistettu vappuun mennessä ja siivousta viimeisteltiin vielä toukokuussa. Hiekanpoiston jälkeen Helsingin kaupunki jatkoi tärkeimpien väylien lisäpesua ja harjausta kerran viikossa vähentääkseen niiltä leviävän pölyn määrää vielä katupölykauden päätyttyäkin. (Vättö 2009)

Vantaalla käytettiin lumisena talvena hiekoitussepeä noin 30 % keskimääräistä talvea vähemmän. Liukkaudentorjuntaa kehitettiin ja jalkakäytävillä ja pyöräteillä käytettiin pestyä turvahiekkaa, jossa ei ole pyöräilyä haittaavia teräviä särmiä. Pitkälle säilynyt lumipeite ja yöpakkaset viivyttivät laajamittaista katujen puhdistusta, johon päästiin Vantaalla maaliskuun viimeisellä viikolla (vko 13). Puhdistus alkoi kevyen liikenteen väyliltä ja vilkkaimmin liikennöidyiltä alueilta, joilta puhdistus eteni keskusta-alueille ja kohti reuna-alueita. Pääosa hiekannostosta saa-

tiin tehtyä huhtikuun loppuun (vko 18) mennessä. Viimeiset asuinalueet ja polanteiden alta paljastuneet siivoamattomat kohteet puhdistettiin vappun jälkeisellä viikolla. (Tammisto 2009)

Espoon kaduilta hiekanpoisto aloitettiin täydellä teholla huhtikuun alussa (viikolla 14) vilkkaimmin liikennöidyiltä kevyen liikenteen väyliltä ja pääkaduilta. Pääosin hiekat oli poistettu huhtikuun loppuun mennessä. Katujen pesut sekä tonttikatujen harjaukset valmistuivat toukokuun loppuun mennessä. Hiekkeruussa ja kuivilla säillä pölyämistä torjuttiin kastelemalla kadun pintaa vedellä ja ajoratojen reuna-alueilla myös miedolla suolaliuoksella. (Valkeapää 2009)

Kauniaisissa hiekkaa poistettiin kaduilta jo tammikuussa katujen ollessa vielä paljaita. Talven kuluessa liukkauden torjuntaan käytettiin edellistalvia runsaammin hiekoitussepeä, jonka puhdistus kaduilta aloitettiin täydellä teholla 31.3. Puhdistus eteni vilkkailta kevyen liikenteen väyliltä ja pääkaduilta hiljaisemmille reiteille. Hiekat saatiin poistettua pääosin 15.4. ja kadut pestyä vappuun mennessä. Puhdistuksen viimeistely valmistui 5.5. (Keski-Kohtamäki 2009)

Kevättalvella 2009 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingissä suolaliuoksella kasteltiin tienreunoja pölysimillä alueilla sekä kahdesti koko kaupungin alueen pääkatuja, kokoojakatuja ja pääväyliä (16.4. ja 29.4.). Vantaan keskusta-alueita kasteltiin kalsiumkloridiliuoksella tammikuussa kerran ja huhtikuun lopussa kattavasti koko pääkatualueita (Tammisto 2009). Espoossa katujen pölyämistä torjuttiin jo talven kuluessa kastelemalla laimealla kalsiumkloridiliuoksella vilkkaimmin liikennöityjen katujen ja bussireittien ajoratojen reuna-alueita (Valkeapää 2009). Kauniaisissa kalsiumkloridilla kasteltiin pääkadut kerran (30.3) (Keski-Kohtamäki 2009).

12. Päästöt

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Erityisesti autoliikenteellä on suuri vaikutus ilmanlaatuun vilkasliikenteisillä alueilla, koska päästöt vapautuvat matalalta. Pientalovaltaisilla asuinalueilla tulisijojen käyttö voi olla tärkein ilmanlaatuun vaikuttava tekijä, mutta kiinteistöjen erillislämmityksen päästöt tunnetaan vielä huonosti. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän teollisuutta, joten sen osuus alueen kokonaispäästöistä on pieni. Teollisuuden päästöistä aiheutuu kuitenkin toisinaan paikallisia ongelmia, kuten haju- ja pölyhaittoja.

Taulukossa 9 ja kuvassa 27 on esitetty arvio pääkaupunkiseudun päästöistä ilmaan. Vuonna 2008 rikkidioksidin päästöt vähenivät 26 % edellisvuoteen verrattuna. Hiukkaspäästöt laskivat 10 % ja typenoksidit 5 %. Häkä- ja VOC-päästöt säilyivät käytännössä ennallaan. Lievä tilastollinen kasvu näissä epäpuhtauksissa (1–3 %) johtuu energiantuotannon päästöistä, jotka otettiin aiemmista vuosista poiketen mukaan päästöarvioon. Rikkidioksidin päästöjen voimakas lasku on pääasiassa seurausta siitä, että Helsingin energian voimalaitoksilla maakaasun käyttö syrjäytti edelleen kivihiihen käyttöä. Hiukas- ja typenoksidipäästöjä laskivat edellä mainitun muutoksen lisäksi myös autoliikenteen suoritteiden väheneminen.

Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet merkittävästi. Viimeisen kymmenen vuoden aikana trendi on ollut lievästi laskeva erityisesti autoliikenteen vähentyneiden päästöjen ansiosta (kuva 27). Energiantuotannon epäpuhtauksien päästöt vaihtelevat vuosittain melko voimakkaasti. Seuraavissa luvuissa käsitellään erikseen kuttakin päästösektoria. Kasvihuonekaasupäästöt on esitetty tarkemmin raportissa Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030 (YTV 2007).

12.1 Liikenne

Autoliikenne

Tärkeimpiä autoliikenteestä aiheutuvia päästöjä ovat hiukkaset, typenoksidit, hiilimonoksidi ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), jotka ovat pääosin hiilivetyjä. Suorien päästöjen lisäksi liikenne nostattaa ilmaan teiden pinnalta erikokoisia hiukkasia (resuspensio), jotka ovat peräisin mm. asfaltin kulumisesta ja hiekoitussepelistä. Näitä autoliikenteen epäsuorien päästöjen määriä on hyvin vaikea arvioida.

Pääkaupunkiseudun autoliikenteen pakokaasupäästöt on arvioitu VTT:n LIISA-las-

Taulukko 9. Epäpuhtauksien päästöt pääkaupunkiseudulla vuonna 2008.

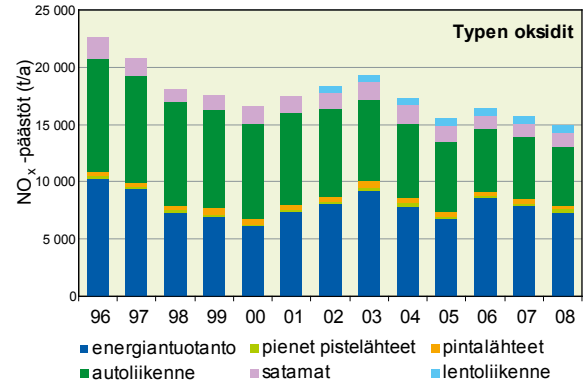
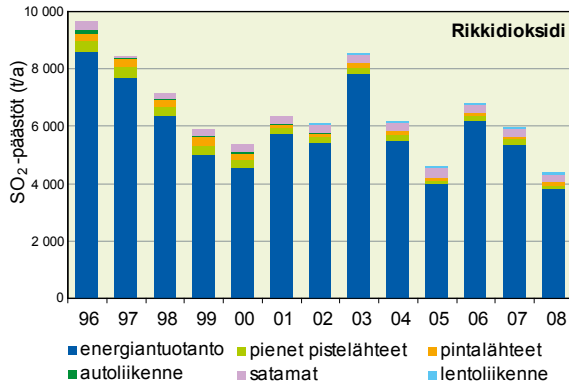
	SO ₂		NO _x		Hiukkaset		CO		VOC	
	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
Energiantuotanto	3 820	87	7 383	49	223	24	845	3	160	3
Pienet pistelähteet										
VAHTI*	109	2	204	1	27	3	140	1	365	7
Muut**	28	1	27	0	10	1			437	8
Pintalähteet										
Kevyt polttoöljy***	96	2	335	2	29	3				
Tulisijat****			105	1	300	32	4 080	16	1 800	35
Autoliikenne	7	0	5 081	34	274	29	19 395	75	2 244	43
Satamat	291	7	1 290	9	70	8	174	1	75	1
Lentoliikenne	56	1	668	4	1	0	1 246	5	88	2
Yhteensä	4 404	100	15 090	100	933	100	25 881	100	5 168	100

*Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot vuonna 2007.

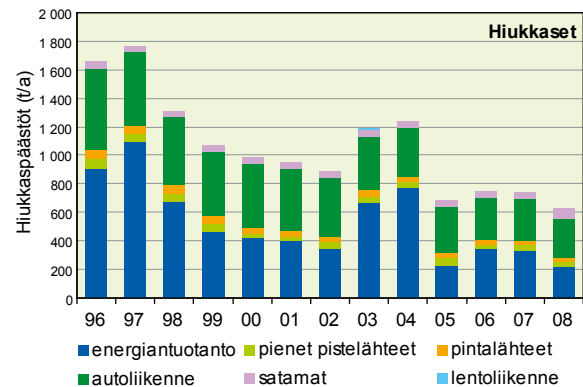
**Kunnille ilmoitetut muut päästöt vuonna 2008.

***Arvio kevyen polttoöljyn käytön päästöistä.

****Arvio vuodelle 2000.



Kuva 27 a–c. Päästötrendit pääkaupunkiseudulla 1996–2008. Lentoliikenteen päästötrendi on saatavilla vuodesta 2002 alkaen. VOC- ja CO-päästöjen osalta ei ole käytettävissä yhtenäistä pitkää trenditarkastelua.



kentäjärjestelmällä (VTT 2009). Laskentaa varten saadaan liikennesuoritteet katujen osalta kunnilta ja yleisten teiden osalta Tiehallinnolta. Autoliikenteen päästöjen kehittyminen on esitetty kuvassa 28 ja liitteessä 6/2.

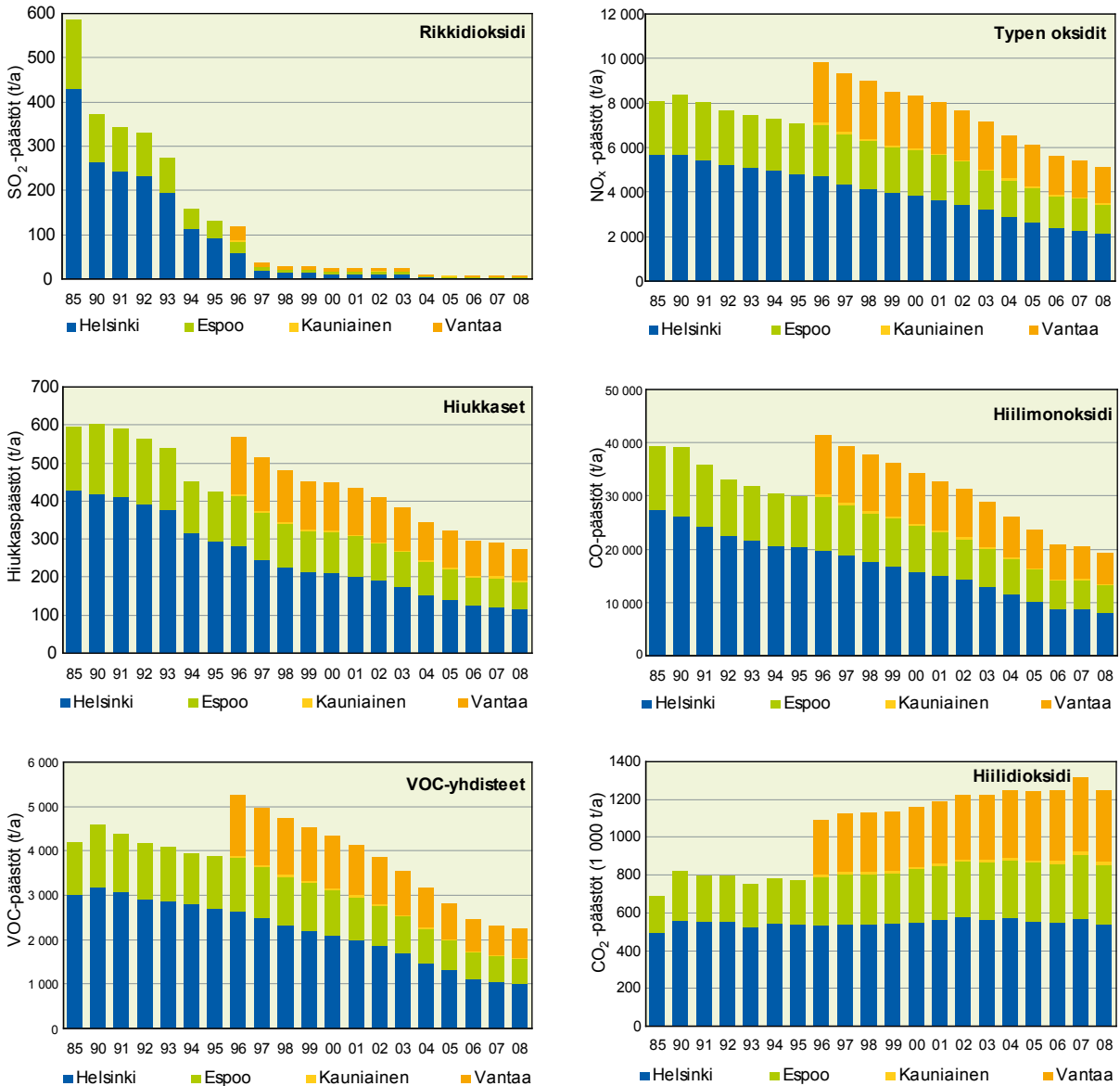
Autoliikenteen päästöt vähenivät edellisvuodesta epäpuhtaudesta riippuen 3–6 %. Aiemmistä vuosista poiketen liikennesuorite ja polttonesteenkulutus, ja siten myös hiilidioksidipäästöt laskivat. Liikennesuorite väheni pääkaupunkiseudulla liki 2 %, kun edellisvuonna kasvu oli kolmen prosentin luokkaa. Eniten liikennemäärät laskivat raskaassa liikenteessä loppuvuonna alkaneen taloudellisen taantuman vaikutuksesta. Tämän lisäksi liikenteen päästöihin otettiin vuonna 2008 mu-

kaan kahden prosentin hiilineutraaliksi oletettu biopolttoaineen osuus, mikä vähentää CO₂-päästöjä vastaavasti 2 %. (Mäkelä 2009a)

Pääkaupunkiseudun autoliikenteen typenoksidien päästöistä 44 % on peräisin henkilöautoista, 31 % kuorma-autoista, 16 % linja-autoista ja 8 % pakettiautoista (taulukko 10). Hiukkaspäästöistä puolestaan 43 % muodostuu henkilöautoista, 23 % kuorma-autoista, 10 % linja-autoista ja 23 % pakettiautoista. Hiukkaspäästöt ovat lähes täysin peräisin dieselajoneuvoista. Hiilimonoksidipäästöistä 93 % on lähtöisin henkilöautoliikenteestä, erityisesti bensiinillä kulkevista ajoneuvoista. (Mäkelä 2009b)

Taulukko 10. Eri ajoneuvoluokkien osuudet (%) autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2008.

	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC	Suurite
Henkilöautot, bensiini, ei kat.	14	1	39	39	8
Henkilöautot, bensiini, kat.	17	1	48	32	54
Henkilöautot, diesel	13	41	5	6	21
Pakettiautot, bensiini	0,3	0,04	2	2	0,3
Pakettiautot, diesel	8	23	2	4	9
Linja-autot	16	10	1	5	2
Kuorma-autot	31	23	2	13	5



Kuva 28 a–f. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla. Vantaan ja Kauniaisten liikennemääristä ei ole riittävästi tietoja ennen vuotta 1995.

Koko maan tie- ja katuverkolla liikennesuoritteen kasvu pysähtyi vuonna 2008. Syys-joulukuussa kuorma-autoliikenne väheni edellisvuoden samaan ajankohtaan nähden peräti viisi prosenttia. Liikennesuoritteen kokonaisuutos oli -0,1 prosenttia. (Tiehallinto 2009)

Helsingissä syksyn liikennemäärät laskivat niin ikään vuodesta 2007. Helsingin niemen rajalla vähennys oli kolme ja kantakaupungin rajalla kaksi prosenttia. Myös kaupungin rajalla liikenne väheni vajaan prosentin. Helsingin autokanta jatkoi kasvuaan ollen viisi prosenttia vuoden 2007 lukemaa suurempi, mutta liikennekäytössä olevia

autoja oli vuoden lopussa kuitenkin hieman edellisvuotta vähemmän. Pyöräily väheni edelleen: mittauspisteestä riippuen pyöräilijöiden määrä laski kesä-elokuussa 5–11 % edellisvuodesta. Kesä 2008 oli varsin viileä. (Helsinki 2009a)

Espoossa ajoneuvoliikenne väheni syksystä 2007 syksyyn 2008 kojelaskentojen mukaan keskimäärin 1 %. Espoon katuverkossa vähennys oli hieman pienempi. Tiehallinnon yleisillä teillä liikennemäärät vähenivät runsaan prosentin. (Espoo 2009). Vantaalla liikennemäärät vähenivät katuverkossa reilun prosentin ja säilyivät yleisillä teillä ennallaan (Virtanen 2009). Liitteessä 7 on

esitetty koko YTV-alueen pääkatujen ja pääväylien liikennemäärät syksyllä 2007.

Ajoneuvotekniikan ja polttoaineiden kehitys käänsivät autoliikenteen päästöt laskuun 1990-luvun alussa. Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori, joka on vähentänyt typenoksiidi-, hiilimonoksidi- ja VOC-päästöjä. Myös uudet polttoaineet ovat vähentäneet bensiinautojen hiilivety-, hiilimonoksidi- ja rikkipäästöjä sekä dieselautojen rikkidioksidin- ja hiukkaspäästöjä. Liikenteen lyijypäästöt loppuivat, kun lyijyn lisääminen bensiiniin lopetettiin. Dieselajoneuvoissa hapettavat katalysaattorit ovat yleistyneet ja vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta ne ovat lisänneet haitallisen typpidioksidin osuutta pako-kaasuissa. Dieselautojen osuus on Suomessa ollut melko alhainen, mutta osuus on tuntuvassa kasvussa.

Autoliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet liikennemäärien lisääntymisen myötä. Ajoneuvotekniikan kehitys on vähentänyt autojen polttoaineen kulutusta, mutta toisaalta autojen koko on 2000-luvulla kasvanut. Vuoden 2008 alussa voimaan tullut autoverouudistus on kuitenkin kääntänyt ensirekisteröityjen henkilöautojen CO₂-päästöt laskuun ja edelleen lisännyt dieselajoneuvojen osuutta (Autoalan Tiedotuskeskus 2009).

Satamat

Satamatoiminnan vuosittaiseen päästöarvioon sisällytetään laivaliikenteen päästöt Helsingin satama-alueella ja merellä noin 2–3 km asti laitureista. Mukana ovat laivaliikenteen päästöjen lisäksi muun satamatoiminnan, kuten työkoneiden, satamassa asioivien rekkujen, kuorma- ja henkilöautojen päästöt sekä sataman erillislämmityksen päästöt. Näistä päästöistä suurin osa, esimerkiksi rikkidioksidipäästöistä likimain 80 %, vapautuu ilmaan laivojen ollessa laiturissa. Huviveneilyn päästöjä ei tunneta, ja ne eivät siten sisälly näihin päästöihin.

Edellisvuodesta sataman päästöt kasvoivat yhdisteestä riippuen 6–40 %, vaikka aluskäyntien määrä väheni. Päästöjen laskenta uudistui, joten kasvun syitä on vaikea arvioida. Alustyyppit ovat muuttuneet siten, että aluskoko Tallinnan liikenteessä on kasvanut, mutta toisaalta kyseiset laivat ovat uusia ja teknisesti aiempaa kehittyneempiä (Vuorivirta 2009). Lisäksi Vuosaaren sataman toiminnan käynnistyttyä marraskuussa, loppui tarvasatamatoiminta Länsisatamassa ja Sörnäisten satamassa. Sataman päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 1–9 % pääkaupunkiseudun päästöistä.

Lentoliikenne

Lentoliikenteen päästöarvioissa ovat mukana Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemat. Lentoliikenteen päästöihin on laskettu mukaan lentokoneiden LTO-syklin (ks. Lyhenteitä ja määritelmiä Liite 8) aikaiset päästöt sekä Ilmailulaitos Finavian maakaluston päästöt (taulukko 9; liite 6/3). Arvion mukaan lentoliikenteen päästöt muodostavat noin 90 % ja Finavian maakaluston päästöt noin 2 % lentoasema-alueen päästöistä. Lentoasema-alueella on myös muita päästöjä, jotka eivät sisälly Finavian raportointiin päästöihin: mm. muiden toimijoiden, kuten lento-, rahi- ja maahuolintayhtiöiden maakaluston päästöt sekä sotilasilmailun ja helikoptereiden päästöt. Lentoaseman lämpövoimalaitoksen päästöt sisältyvät pistelähteiden päästöihin. (Kara 2009)

Ilmailulaitos Finavia ilmoittaa VOC-päästöt kansainvälisten IPCC:n kasvihuonekaasujen raportoinnin ohjeiden mukaisesti. Näihin VOC-päästöihin sisältyy myös metaani, jonka osuus IPCC:n arvion (IPCC 1997) mukaan on noin 10 %. YTV raportoi VOC-päästöt ilman metaania, joten vertailukelpoisuuden vuoksi Finavian ilmoittamista VOC-päästöistä on vähennetty 10 %. Näin lasketut päästöt vastaavat muiden päästölähteiden raportoimia VOC-päästöjä, joihin ei sisälly metaania. Vuoteen 2006 asti YTV:n vuosiraporteissa metaani oli mukana lentoliikenteen VOC-päästöissä. (Rusko 2008)

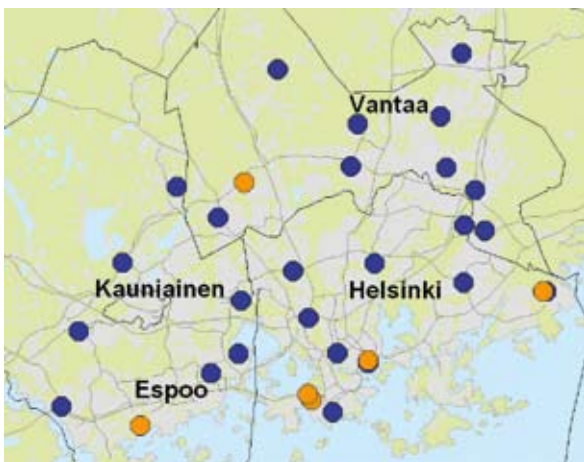
Nousujen ja laskeutumisten määrä lisääntyi Helsinki-Vantaan lentoasemalla edelliseen vuoteen verrattuna noin 4 %. Polttoaineen kulutus kasvoi 4 %. LTO-syklin aikaisten päästöjen kokonaismäärät kasvoivat yhdisteestä riippuen 1–6 %. Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen lentoyhtiöiden lentokonekaluston muutoksista. Ominaispäästöt ja polttoaineenkulutus ovat erilaiset eri konetyypeillä. (Kara 2009) Lentoliikenteen ja Finnavian maakaluston yhteenlaskettu päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 0,1–5 % pääkaupunkiseudun päästöistä.

Junaliikenne

Junaliikenteen suorat päästöt ovat pienet, koska liikennöinti pääkaupunkiseudulla tapahtuu suurimmaksi osaksi sähköjunilla. Väliisiä päästöjä muodostuu sähköntuotannosta, mutta ne sisältyvät osittain tässä raportissa esitettyihin energiantuotannon päästötietoihin.

Työkoneet

Työkoneiden päästöjä on arvioitu valtakunnallisesti VTT Yhdyskuntatekniikassa vuodelle 2004. Pääkaupunkiseudun päästöosuutta ei kuitenkaan voida erotella koko maan päästöistä. Työkoneiden typenoksidien päästöt suhteessa koko Suomen tieliikenteen päästöihin ovat noin 44 % ja hiukkaspäästöt noin 93 %. On arvioitu, että työ-



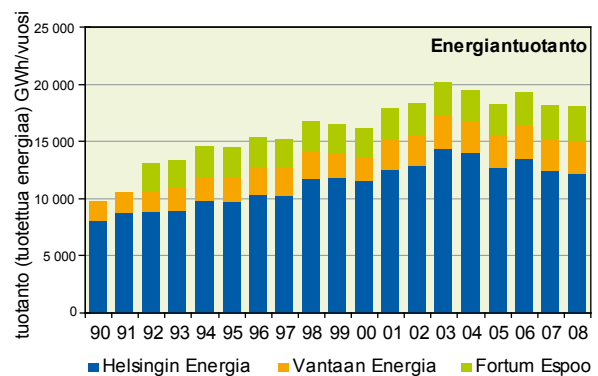
Kuva 29. Voimalaitosten ja huippulämpökeskusten sijainti pääkaupunkiseudulla. Voimalaitokset on merkitty oranssilla ja lämpökeskukset sinisellä.

koneiden päästöt saavuttivat huippunsa 2000-luvun alussa, minkä jälkeen niiden on oletettu hiilimonoksidipäästöjä lukuun ottamatta tasaantuvan tai jopa laskevan. Työkoneiden typenoksi- ja hiukkaspäästöt tulevat pääasiallisesti dieselkäyttöisistä koneista. Pienten bensiinikäyttöisten koneiden kuten ruohonleikkureiden ja moottorisahojen lukumäärä on suuri, mutta niiden päästöillä on merkitystä vain hiilimonoksidin ja VOC-yhdisteiden suhteen. (TYKO 2005)

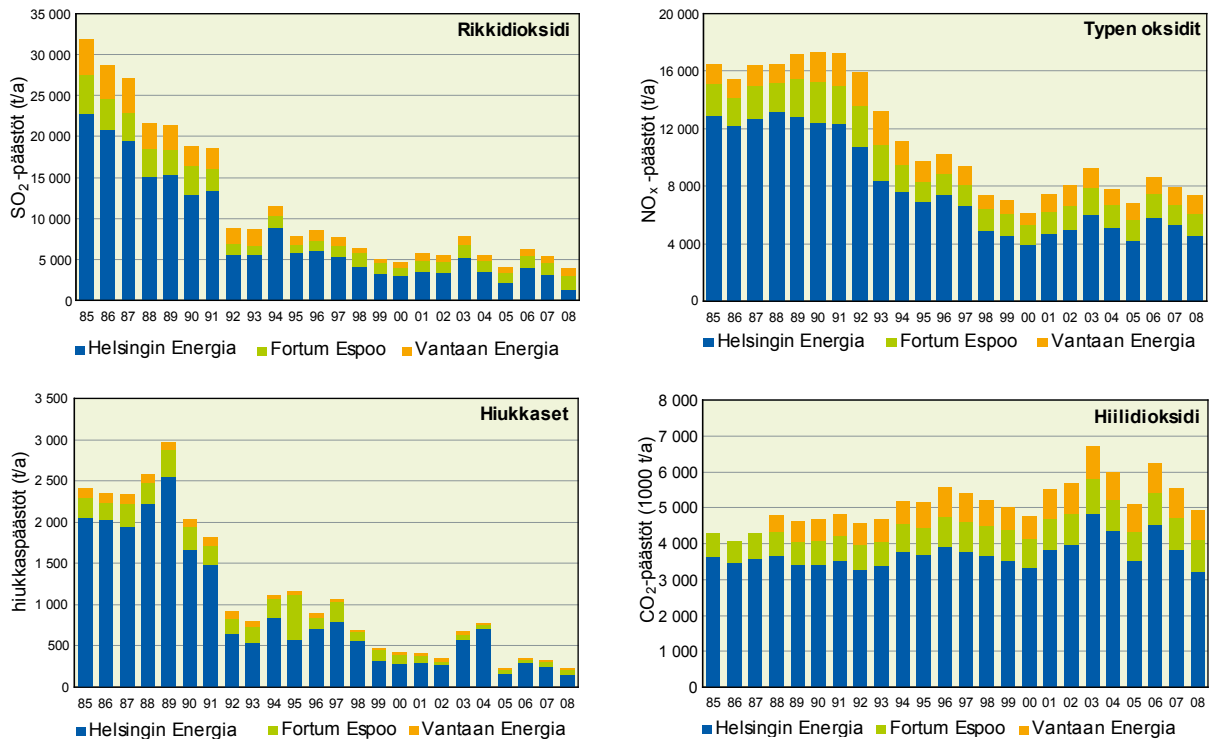
12.2 Pistelähteet

Energiantuotanto

Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökeskusten käyttö rajoittuu yleensä kylmiin kausiin. Energiantuotannon päästöt purkautuvat korkeista piipuista, joten ne leviävät laajalle alueelle eivätkä yleensä aiheuta paikallisesti korkeita pitoisuuksia. Pääkaupunkiseudulla energiantuotantoyhtiöitä on kolme: Helsingin Energia, Fortum Power and Heat Oy (tässä raportissa Fortumin Espoon tuotanto) ja Vantaan Energia Oy. Yhtiöillä on alueella kuusi voimalaitosta ja 29 lämpökeskusta, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 29. Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö on tuotettu pääosin sähkön ja lämmön yhteistuotannolla, jolloin polttoainetta säästyy noin 40 % verrattuna siihen, että ne tuotettaisiin erikseen. Päästöt vähenevät samassa suhteessa.



Kuva 30. Energiantuotannon kehittyminen vuosina 1990–2008. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia.



Kuva 31 a–d. Energiantuotannon päästöjen kehittyminen vuosina 1985–2008

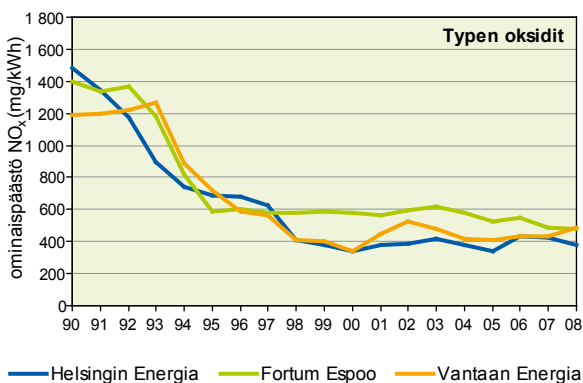
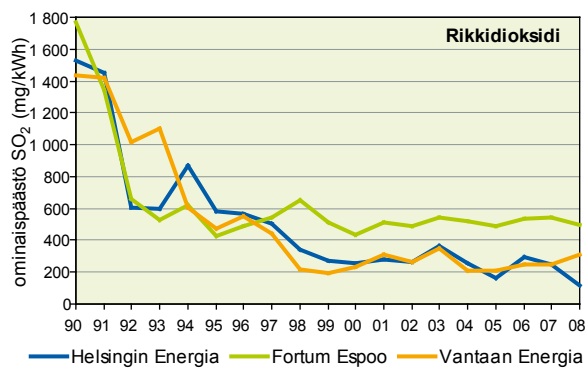
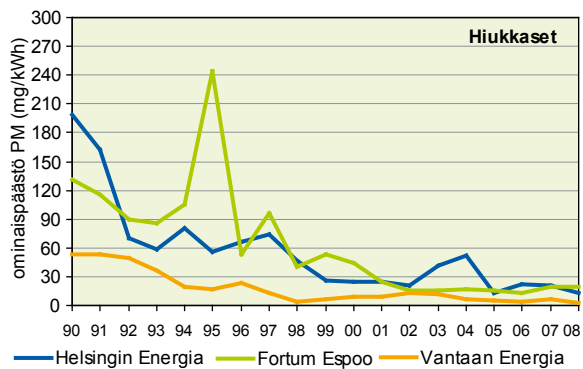
Energiantuotanto väheni pääkaupunkiseudulla 1,6 % vuoden 2007 tasosta (kuva 30). Tuotantoon käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärä aleni noin 6 %. Kivihiilen voimakkaasti laskenutta kulutusta korvattiin osin maakaasulla, jonka osuus polttoaineista nousi yli 60 prosentin. Pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöt lasivat: rikkidioksidipäästöt 29 %, typenoksidipäästöt 7 % ja hiukkaspäästöt 33 %. Vuosien välinen vaihtelu tuotantomäärissä ja päästöissä on kuitenkin melko voimakasta, ja esimerkiksi viimeisen viiden vuoden jaksolla ei selkeää trendiä ole havaittavissa.

Lämpimästä säästä ja pohjoismaisesta sähkömarkkinatilanteesta johtuen Helsingin Energian päästöt lasivat vuonna 2008. Yhteenlaskettu sähkön ja kaukolämmön tuotanto väheni edellisvuodesta 2,5 % (kuva 30). Päästöjen pieneneeseen vaikutti eniten kivihiilen käytön väheneminen kolmanneksella. Laitoksilla poltettu hiili oli lisäksi hyvin vähärikkistä, ja rikkidioksidipäästöt lasivat yli 50 %. Hiukkaspäästöt alenivat noin 40 % ja typenoksidit 15 % (kuva 31). Päästöjen luparajat alitettiin selvästi. (Helsingin Energia 2009; Häyrynen 2009)

Vantaan Energian tuotantomäärät ja polttoaineen kulutus säilyivät vuoden 2007 tasolla, öljyn kulutus laski hieman. Martinlaakson voimalaitoksen typenoksidien ja rikkidioksidin päästöt suurentivat hieman, mikä näkyy kasvuna yhtiön kokonaispäästöissä. Sen sijaan hiukkaspäästöt lasivat huomattavasti. Kasvusta huolimatta päästöt ovat pysyneet ympäristölupien raja-arvojen sisällä. Vantaan Energian lämpökeskusten päästöt ilmaan olivat yhdisteestä riippuen 18–49 % edellisvuotta pienemmät. (Vantaan Energia 2009; Tienhaara 2009)

Fortumin Espoossa sijaitsevien laitosten yhteenlaskettu sähkön ja kaukolämmön tuotanto pysyi edellisen vuoden tasolla. Rikkidioksidipäästöt lasivat 3 % vuoden 2007 tasosta, sen sijaan hiukkaspäästöt kasvoivat noin 10 % ja typenoksidipäästöt jonkin verran. (Fortum Espoo 2009). Varsinaisia päästöhäiriöitä ei vuonna 2008 ollut lukuun ottamatta lyhyttä hiukkaspäästöjä aiheuttanut häiriötä Suomenojan voimalaitoksella huhtikuussa (Fortum Heat, Ahonen 2009).

Kymmenessä vuodessa pääkaupunkiseudun sähköntuotanto on kasvanut noin 15 % ja kaukolämmön tuotanto 5 %. Pitkällä aikavälillä tuotan-



Kuva 32 a–c. Ominaispäästöt ja niiden kehittyminen energiantuotantolaitosten tuottamaa energiaa kohden.

tomäärät ovat kasvaneet vielä enemmän, mutta tästä huolimatta energiantuotannon päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet selvästi. Kehitykseen on myötävaikuttanut erityisesti rikinpoistolaitosten käyttöönotto sekä polttoaine- ja polttotekniset muutokset. Viimeisen 5–10 vuoden aikana selvää kehityssuuntaa ei kuitenkaan ole havaittavissa: päästötaso on säilynyt jokseenkin ennallaan, joskin vuosien välinen vaihtelu on ollut huomattavaa. Myös energiantuotannon ominaispäästöjen suhteen trendi on edellä kuvatun kaltainen (kuva 32). Vuosittaiset muutokset johtuvat sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta sekä vesivoiman saatavuudesta. Merkittävä tekijä on edelliseen liittyen myös yhteispohjoismainen sähköntuotantorakenne kunakin vuonna.

Pienet pistelähteet

Pienten pistelähteiden päästöillä tarkoitetaan tässä muiden kuin edellä mainittujen voimalaitosten ja huippulämpökeskusten päästöjä. Näitä muita ympäristölupavelvollisia päästölähteitä pääkaupunkiseudulla ovat mm. muiden toimijoiden lämpökeskukset, jätevedenpuhdistamot, lääketehtaat, painolaitokset, pakkausteollisuus, maa-

laamot, polttoainevarastot ja asfalttiasemat. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän pieniä lupavelvollisia laitoksia, mutta matalan päästökorkeuden takia niillä voi kuitenkin olla paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun.

Pienten pistelähteiden päästöt ovat aiempina vuosina sisältäneet vain ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään raportoidut päästöt. Vuonna 2007 mukaan otettiin myös muut ympäristölupavelvollisten pistelähteiden päästöt, jotka ilmoitetaan kunnille, mutta joita ei raportoida VAHTI:in. Polttonesteiden jakeluasemien VOC-päästöt on ilmoitettu vain Helsingin osalta (Puttonen 2009; Lyly 2009). Espoosta (Manni-Loukkola 2009) ja Vantaalta (Juopperi 2009) nämä tiedot puuttuvat. Muilta osin raportointi on hieman viime vuotta kattavampaa: Vantaalta ovat mukana murskaamot, asfaltti- ja betoniasemat sekä pienet lämpölaitokset. Kauniaisissa merkittäviä pieniä pistelähteitä ei ole (Granlund-Blomfelt 2009). Taulukossa 9 esitetyissä luvuissa VAHTI-päästöt ovat vuodelta 2007, koska tuoreimmat päästötiedot eivät vielä ole ympäristöhallinnon rekistereissä. Muiden pienten pistelähteiden päästöt ovat vuodelta 2008.

Pistelähteiden osuus kaikista päästöistä pysyi vuonna 2008 edellisvuoden tasolla, vaihdellen yhdisteestä riippuen häkä- ja NO_x -päästöjen yhdestä prosentista VOC-päästöjen 15 %:iin. Vuosivaihtelu voi kuitenkin olla suurta. VAHTI-järjestelmään raportoiduista päästöistä SO_2 -päästöt vähenivät noin 30 % ja hiukkaset 25 %. NO_x - ja häkäpäästöt kasvoivat noin 50 % ja VOC:t 15 % (VAHTI 2009). Kasvu aiheutui pääosin Helsingin telakasta, josta ei vuonna 2007 raportoitu päästöjä. Kaiken kaikkiaan näiden lupavelvollisten päästölähteiden päästöt ovat pääkaupunkiseudulla vähentyneet kymmenessä vuodessa (1998–2007) seuraavasti: hiukkaset ja typenoksidit 30 %, rikkidioksidi 45 % ja VOC-yhdisteet 65 %.

12.3 Pintalähteet

Ilmaan vapautuu epäpuhtauksia myös pienistä päästölähteistä, joita ei säädelä ympäristölupamenettelyllä. Näitä ovat esimerkiksi talokohtainen ja pienten teollisuuslaitosten lämmitys sekä kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö. Tällaisten pienten pintalähteiden päästöt tunnetaan puutteellisesti. Tässä raportissa on arvioitu ne päästöt, joita syntyy kevyen polttoöljyn käytöstä ja puun pienpoltosta pääkaupunkiseudulla.

Päästöarvio perustuu pääkaupunkiseudun vuoden 2008 kevyen polttoöljyn myyntitietoihin (Öljyalan Palvelukeskus 2009), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten raportoimat kevyen

polttoöljyn käyttömäärät. Energiatilaston mukaan Suomessa puolet kevyestä polttoöljystä käytetään rakennusten ja 17 % teollisuuskiinteistöjen lämmityksessä. Työkoneiden osuus on 23 % ja rakennustoiminnan noin 15 % kokonaiskulutuksesta (Tilastokeskus 2008). Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöjen laskeminen perustuu kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli Kasvenerin erillislämmityksen päästökertoimiin. Pintalähteiden päästöissä ei viime vuosina ole tapahtunut suuria muutoksia. Ne ovat 2–3 % pääkaupunkiseudun päästöistä (taulukko 9). Vuonna 2008 kevyttä polttoöljyä myytiin kuitenkin 7 % edellisvuotta vähemmän, ja päästöt alenivat vastaavasti. Arvio on kuitenkin melko karkea ja puutteellinen.

Puun pienpoltosta aiheutuvia päästöjä ei arvioida vuosittain pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2000 tulisijojen käytöstä arvioitiin pääkaupunkiseudulla aiheutuvan hiukkaspäästöjä 300 tonnia (Haaparanta ym. 2003). Paikallisesti pientaloalueella tulisijojen käyttö nostaa hiukkas- ja VOC-pitoisuuksia. Päästöjen haitallisuutta lisää matala päästökorkeus.

Puunpoltton päästöjä ja tulisijojen käyttötottumuksia tutkitaan parhaillaan, ja päästökertoimista on viime vuosina saatu uutta tietoa. Suomen hiukkaspäästöistä arvioidaan 25 prosentin aiheutuvan puun pienpoltosta (Karvosenoja ym. 2005). Pääkaupunkiseudulla puunkäyttötottumukset poikkeavat muusta Suomesta. YTV selvittää pääkaupunkiseudun pienpoltton päästöjä tarkemmin vuosina 2009 ja 2010.

13. Yhteenveto ja johtopäätökset

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla 2008

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Ilmanlaatu on meillä keskimäärin melko hyvä, mutta erityisesti keväisin katupölyhiukkasten sekä ajoittain liikenteen typpidioksidin, kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet ovat korkeita.

Indeksiluokittelun perusteella ilmanlaatu oli vuonna 2008 suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu oli kokonaisuudessaan parempi kuin edellisinä vuosina. Monilla mittausasemilla ilmanlaatu oli enimmäkseen hyvä kesäkuun ja joulukuun välisenä aikana. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli useilla asemilla edellisvuotta vähemmän. Tilanteet aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä. Liikenteen pakokaasujen typpidioksidi heikensi ilmanlaadun huonoksi vain Helsingin keskustassa 16 tuntina. Yksittäisiä huonoja tunteja aiheutui pienhiukkasten vuoksi mm. Länsisatamassa ja Itä-Hakkilassa sekä otsonin takia erityisesti Luukissa. Kaukokulkeumalla on keskeinen vaikutus sekä pienhiukkasten että otsonin pitoisuuksiin.

Kevään katupölykausi oli melko pitkä mutta ei kovin voimakas, koska talvi oli leuto ja vähäluminen sekä kevät varhainen. Lumettomat kadut pölyivät joitain kertoja jo tammi-helmikuussa. Katupölykausi alkoi maaliskuun puolivälissä ja päättyi toukokuun alussa sateiden pestessä loput pölyt kaduilta. Voimakkain pölyviikko ajoittui huhtikuun alkuun. Katujen ripeä puhdistus ja kastelu kalsiumkloridiliuoksella hillitsivät pölyämistä. Mannerheimintien mittausasemalla oli myös kesällä ja syksyllä joitain pölyisiä päiviä. Ne johtuivat katupölyn lisäksi läheisten rakennus-, kisko- ja tietöymäiden pölyistä sekä muutamina päivinä myös kaukokulkeumasta.

Typpidioksidin pitoisuudet nousivat poikkeuksellisen korkeiksi useiden tuntien ajaksi lokakuun 8.–9. päivänä erityisesti Helsingin ydinkeskustan vilkasliikenteisillä alueilla. Syynä oli tyyni sää ja inversio, jotka estivät ilmansaasteiden laimeutumista. Lisäksi 9.10. aamuruuhka oli normaalia

pahempi, koska junaliikenne oli lähes pysähdyksissä. Ilmassa oli myös runsaasti katupölyä.

Pienhiukkasten voimakkaita kaukokulkeumia oli kevään kuluessa muutamia: tammikuussa, maaliskuussa ja huhtikuun alussa. Niiden yhteiskesto jäi selvästi lyhemmäksi kuin esim. vuosina 2002 ja 2006. Erityisesti huhtikuun episodin aikaan hiukkasia kulkeutui Itä-Euroopan tavanomaisten lähteiden lisäksi peltojen kulotuksista ja maastopaloista. Myös otsonin, katupölyn ja typpidioksidin pitoisuudet nousivat tällöin korkeiksi.

Typpidioksidin raja-arvo ylittyi Helsingissä

Raja-arvo typpidioksidin vuosipitoisuudelle ylittyi vuonna 2008 Helsingin keskustassa Mannerheimintien mittausasemalla. Raja-arvo on ylittynyt myös aikaisempina vuosina Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukuiluissa: Mannerheimintiellä vuosina 2005–2007, Hämeentiellä vuonna 2005 ja Töölöntullissa vuonna 2006. Myös suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä on todettu typpidioksidin vuosipitoisuuden ylittävän raja-arvon Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukuiluissa sekä suurimpien väylien välittömässä läheisyydessä.

Muiden epäpuhtauksien, eli hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn, pitoisuudet pysyivät raja-arvojen alapuolella. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon ylitys oli kuitenkin lähellä Mannerheimintien mittausasemalla, sillä ylitysvuorokausia kertyi yhteensä korkein sallittu määrä 35 kpl. Tämä raja-arvo on ylittynyt useina aikaisempina vuosina Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukuiluissa: Mannerheimintiellä, Runeberginkadulla, Hämeentiellä ja Töölöntullissa.

Raja-arvon ylittyessä kunnan on ryhdyttävä toimenpiteisiin pitoisuuksien alentamiseksi. Pääkaupunkiseudulla on laadittu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen

johdosta ilmansuojeluohjelma. Ohjelman tavoitteena on pitoisuuksien alentaminen ja ilmanlaadun parantaminen. Ilmansuojeluohjelman kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä tausta-aineistosta. Ohjelmat ovat laadittu vuosille 2008–2016. Kokonaisuus on toimitettu EU-komissiolle vuonna 2008, ja sen toteutumista seurataan ja siitä raportoidaan kolmen vuoden välein.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo tuli saavuttaa jo vuoden 2005 alussa. Koska talvihiekotus on keskeinen syy raja-arvon ylittymiseen Helsingissä, voidaan soveltaa ilmanlaatuasetuksen poikkeamaa, joka sallii raja-arvon ylittämisen. Raja-arvon ylittyminen edellyttää kuitenkin toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Aikaisempien vuosien ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on esitetty mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten syyt ja laaditut toimenpidesuunnitelmat sekä niiden toteutuminen.

Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyi

Bentso(a)pyreenin vuosipitoisuus oli kaupunkitausta-asemalla Kalliossa selvästi tavoitearvoa pienempi, mutta ylitti sen Itä-Hakkilan pientaloalueella, jossa puunpolton päästöt nostavat pitoisuustasoa. Myös aikaisempien vuosien mitaukset ovat osoittaneet, että bentso(a)pyreenin pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla kohdalaisen korkeiksi ja tavoitearvo ylittyy monin paikoin pääkaupunkiseudulla. Raskasmetallien (arseeni, kadmium, nikkeli) pitoisuudet olivat reilusti tavoitearvojen alapuolella.

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2008 edellisvuotta hieman korkeampia. Pitoisuudet alittivat vuodelle 2010 annetun terveysperusteisen tavoitearvon, mutta ylittivät pitkän ajan tavoitteen Tikkurilassa ja Luukin tausta-asemalla. Myös kasvillisuusvaikutusten perusteella annettu vuoden 2010 tavoitearvo alittui, mutta pitkän aikavälin tavoite ylittyi.

Hiukkasten ja typpidioksidin ohjearvot ylittyivät

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annettu ohjearvo ylittyi Kallion tausta-asemaa lukuun ottamatta kaikilla YTV:n mittausasemilla huhtikuussa, Mannerheimintiellä lisäksi helmi- ja toukokuussa sekä Leppävaarassa ja Kauniaisissa myös helmikuussa. Ylitykset aiheutuivat erityisesti hiekoitussepelistä, asfaltista ja suolauksesta peräisin olevan hienojakoisen materiaalin pölyämisestä lumettomilta ja kuivilta tienpinnoilta. Kokonaisleijuman vuorokausiohjearvo ylittyi Valtillassa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa, vuosiohjearvo sen sijaan ei ylittynyt millään mittausasemalla.

Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi Mannerheimintiellä viitenä kuukautena. Pitoisuuksia nostavat vilkas liikenne ja heikosti tuulettuva ympäristö. Katuja reunustavat rakennukset estävät epäpuhtauksien laimenemista. Rikkidioksidin ja hiilimonoksidin ohjearvojen ylityksiä ei todettu millään mittausasemalla.

Maaailman terveysjärjestön WHO:n ohjearvo pienhiukkasten vuosipitoisuudelle ei ylittynyt vuonna 2008 pääkaupunkiseudun mittausasemilla. Vuorokausiohjearvo ylittyi kaukokulkeumien aikana koko seudulla.

Siirrettävät asemat kiinnostavissa paikoissa

Siirrettävillä mittausasemilla kartoitetaan kohteita, joiden ilmanlaatu on kiinnostava esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Siirrettävät mittausasemat sijaitsivat kiinnostavissa paikoissa ja niillä saatiin suunnittelua hyödyttävää tietoa paikallisesta ilmanlaadusta. Siirrettävillä mittausasemilla todettiin bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylittyminen Itä-Hakkilan pientaloalueella, jossa puunpolton päästöt nostavat pitoisuustasoa. Länsisatamassa mitattiin korkeita rikkidioksidin ja pienhiukkasten minuutti- ja tuntipitoisuuksia laivan savuviuhkan osuessa mittausasemalle. Kauniaisten keskustassa havaittiin

hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa erityisesti katupölyn sekä ajoittain myös rakennustyömaan vaikutukset.

Vuosipitoisuuksien kehittyminen

Ilmansaasteiden pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä epäpuhtaudesta riippuen laskeneet, pysyneet likimain ennallaan tai nousseet vain vähän. Tämä on saavutus, koska seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti. Ilmanlaadussa tapahtuneiden muutosten arviointia vaikeuttaa se, että joidenkin mittausasemien sijaintia on jouduttu vaihtamaan. Toisaalta uudet mittausasemat ovat tuoneet seudun ilmanlaadun ongelmat selkeästi esiin.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 hieman matalammat kuin edellisvuonna. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia on mitattu pisimpään Helsingissä. Mittaukset laajenivat Espooseen ja Vantaalle 1990-luvun puolivälin jälkeen. Pitoisuudet ovat pysyneet viimeisen kymmenen vuoden ajan lähes ennallaan.

Kokonaisleijuman pitoisuudet ovat Helsingissä laskeneet 1980-luvun lopulta lähtien, mutta lasku on hidastunut. Tikkurilassa ja Leppävaarassa kokonaisleijuman vuosikeskiarvot ovat pysytelleet suunnilleen samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden ajan. Vuonna 2008 vuosikeskiarvot olivat edellisvuosia matalampia.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 hieman matalampia kuin edellisvuonna. Pienhiukkasten voimakkaita kaukokulkeumajaksia kertyi melko tavanomainen määrä. Pienhiukkasten pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selkeää trendiä viimeisen kymmenen vuoden kuluessa.

Typimonoksidin vuosikeskiarvot olivat kaikilla mittausasemilla edellisvuotta matalammat. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typimonoksidin pitoisuudet ovat laskeneet selvästi YTV:n mittausasemilla. Typimonoksidin pitoisuuden laskuun on

vaikuttanut erityisesti autojen katalysaattoreiden yleistyminen.

Typidioksidin pitoisuudet olivat Mannerheimintielle lähes edellisvuoden tasolla ja kaikilla muilla mittausasemilla hieman alhaisemmat. Pitkällä aikavälillä typidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti hitaammin kuin typimonoksidin pitoisuudet ja katukuiluissa ne ovat voineet jopa kasvaa. Viimeisen kymmenen vuoden ajan typidioksidipitoisuudet ovat laskeneet vain lievästi esimerkiksi Kalliossa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa. Monet tekijät, mm. typidioksidin osuuden lisääntyminen päästöissä ja otsonipitoisuuden kasvu vaikuttavat typidioksidin pitoisuuteen, joka ei siksi seuraa suoraan typimonoksidin pitoisuuden muutosta.

Otsonipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat vuonna 2008 hieman korkeampia kuin edellisenä vuonna, jolloin pitoisuudet olivat puolestaan vähän tavallista matalampia. Pitkällä aikavälillä otsonipitoisuudet ovat kohonneet pääkaupunkiseudulla. Tausta-asemalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla. Liikenneympäristöissä otsonin pitoisuudet ovat nousseet edelleen myös viimeisen kymmenen vuoden kuluessa, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien, erityisesti typimonoksidin, määrä ilmassa on vähentynyt.

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat hyvin alhaisia. Pitoisuudet laskivat edellisvuodesta, koska energiantuotannossa käytettiin runsaasti maakaasua ja vähärikkistä kivihiltä. Lisäksi leuto talvi edisti ilman epäpuhtauksien sekoittumista ja laimenemista. Pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti pääkaupunkiseudulla 1970-luvun lopulta, jolloin mittaukset aloitettiin. Viimeisen 10 vuoden aikana pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat pysyneet suunnilleen samalla tasolla. Pitoisuudet ovat nykyisin niin alhaisia, että rikkidioksidia ei enää pidetä merkittävänä ilmanlaatuongelmana. Satamien lähellä esiintyy kuitenkin ajoittain korkeita minuutti- ja tuntipitoisuuksia.

Hiilimonoksidipitoisuuksien lievä lasku jatkuu yhä eri mittausasemilla. Pitkällä aikavälillä hiilimonoksidipitoisuudet ovat yleisesti laskeneet, selvimmin Helsingin keskustassa. Pitoisuudet ovat nykyään kaikilla mittausasemilla matalia.

Päästöt edelleen laskussa

Vuonna 2008 rikkidioksidipäästöt laskivat pääkaupunkiseudulla 26 %, hiukkaspäästöt 10 % ja typenoksidipäästöt 5 % edellisvuoden tasosta. Vuosien välinen vaihtelu on kuitenkin melko voimakasta erityisesti energiantuotannon määrissä ja päästöissä. Tämän vuoksi pääkaupunkiseudun kokonaispäästöissä ei ole havaittavissa esimerkiksi viimeisen viiden vuoden jaksolla selkeää trendiä. Vuonna 2008 energiantuotantoon käytetyistä polttoaineista kivihiilen osuus laski tuntuvasti, ja maakaasun osuus kasvoi. Tämän myötä

erityisesti rikkidioksidipäästöt vähenivät voimakkaasti. Muita tekijöitä myönteiseen energiantuotannon päästökehitykseen olivat leuto talvi, hyvä pohjoismainen vesivoimatilanne ja kivihiilen alhainen rikkipitoisuus.

Autoliikenteen päästöt vähenivät yhdisteestä riippuen 3–6 % vuoteen 2007 verrattuna. Liikennesuorite ja polttonesteen kulutus vähenivät lähes 2 %, ja myös hiilidioksidipäästöt kääntyivät laskuun. Eniten liikennemäärät laskivat raskaassa liikenteessä. Muusta liikenteestä poiketen lentoliikenteen päästöt kasvoivat hieman edellisvuodesta.

Pitkällä aikavälillä päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet hiilidioksidia lukuun ottamatta. 1990-luvun puoliväliin saakka päästöt vähenivät jyrkästi, mutta lasku on sen jälkeen tasoittunut. Vuosivaihtelut voivat kuitenkin olla suuria.

14. Lähdeluettelo

- Aarnio, P., Myllynen, M., Koskentalo, T. 2001. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2000. YTV:n julkaisuja C 2001:8. YTV, Helsinki.
- Anttila, P., Alaviippola, B., Salmi, T. 2003. Ilmanlaadun seuranta – mitatut pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä vertailua eurooppalaiseen pitoisuustasoon. Ilmanlaadun julkaisuja 33. Ilmatieteen laitos, Helsinki.
- Autoalan Tiedotuskeskus 2009. Tilastot. Ensirekisteröinnit. <<http://www.aut.fi>>
- Espoo 2008a. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008–2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.
- Espoo 2009. Liikenne Espoossa 2008. Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä B 92:2009. Espoon kaupunki.
- Fortum Espoo 2009. Fortum Power and Heat Oy. Päästötiedot vuodelta 2008
- Fortum Heat, Ahonen, T. 2009. Fortum Power and Heat Oy. Kirjallinen tiedonanto 30.4.2009.
- Granlund-Blomfelt, A-L. 2009. Kauniaisten ympäristötoimi. Kirjallinen tiedonanto 19.3.2009
- Haaparanta, S., Myllynen, M., Koskentalo, T. 2003. Pienpoltto pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:18. YTV, Helsinki.
- Helsingin Energia 2009. Päästötiedot vuodelta 2008.
- Helsinki 2005. Selvitys 4.1 2005 hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylittymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2008a. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008. Helsingin kaupunki.
- Helsinki, 2009a. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2008. Helsinki suunnittelee 2009:5. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2009b. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennemääräkartta 2008. [MapInfo-dokumentti].
- Häyrinen, A. Helsingin Energia. Kirjallinen tiedonanto 29.4.2009.
- Ilmatieteen laitos 2008. Ilmastokatsaukset vuodelta 2008.
- Ilmatieteen laitos 2009. Ilmastokatsaukset vuodelta 2009.
- Iivonen, S. 2008. Helsingin kaupunki, Rakennusvirasto, Ympäristötuotanto. Suullinen tiedonanto 20.5.2008.
- IPCC 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
- Juopperi, S. 2009. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 17.4.2009
- Kara, J. 2009. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 24.4.2009
- Karvosenoja N., Porvari P., Raateland A., Tuomisto J. T., Tainio M., Johansson M. ja Kousa A. 2005: In: Topcu S., Yardim M.F., Bayram A., Elbir T., Kahye C (eds). Emission modeling in the assessment of PM_{2,5} from traffic and residential wood combustion. Proceedings of the 3rd Air Quality Management Conference, Istanbul 26-30 September, Izmir, Turkey. P. 581-590, ISBN 975-00331-1-6.
- Kauniainen 2008. Kauniaisten ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Hyväksytty 27.5.2008.
- Keski-Kohtamäki, V. 2008. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Suullinen tiedonanto 9.5.2008.
- Keski-Kohtamäki, V. 2009. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Suullinen tiedonanto 6.5.2009.

- KSV 2007. Liikennemäärät Helsingin pääkatuverkossa. Syyskuu 2006, Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennesuunnitteluosasto, 4/2007.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A. 2009. Mannerheimintien PM₁₀-hiukkasten koostumus ja lähteet raja-arvon ylityspäivinä 2008, 5.3.2009 luonnos
- Loukkola, K., Koskentalo, T., Humaloja, T. 2004. Passiivikeräinmenetelmän uudistaminen syksyllä 2003. Muistio 2/2004, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Lyly, O. 2009. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 18.3.2009.
- Malkki, M., Kousa, A. 2005. Ilmanlaadun typpidioksidimääritykset 2004, eri etäisyyksillä, eri korkeuksilla. Muistio 1/2005, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Manni-Loukkola, S. 2006. Espoon kaupungin valmiussuunnitelma koskien varautumista liikenteen aiheuttaman typpidioksidipitoisuuden kohoamiseen. Espoon ympäristökeskus, Monistesarja 6/2006.
- Manni-Loukkola, S. 2009. Espoon ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 15.4.2009.
- Myller, T. 2008. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Kirjallinen tiedonanto 9.5.2008.
- Myllynen, M., Aarnio, P., Koskentalo, T., Malkki, M., 2006. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. YTV:n julkaisuja B 2006:8, Helsinki.
- Myllynen, M., Haaparanta, S., Julkunen, A., Koskentalo, T., Kousa, A., Aarnio, P. 2007. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2006. YTV:n julkaisuja 12/2007. YTV, Helsinki.
- Mäkelä, K. 2009a. VTT. Suullinen tiedonanto 4.5.2009.
- Mäkelä, K. 2009b. VTT. YTV-alueen tieliikenteen päästöt laskettuna LIISA 2007 – laskentajärjestelmällä.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Luoto, T., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Martikainen, J., Vehkamäki, H., Hussein, T., Kulmala, M., 2006. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999–2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B2006:18. YTV, Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Westphal, D.L., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Vehkamäki, H., Kulmala, M. 2009. Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999–2007. Atmospheric Environment, 43(2009): 1255 -1264.
- Niemi, J.V., Väkevä, O., Kousa, A., Weckström, M., Myllynen, M., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2008. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2007. YTV:n julkaisuja 8/2008. YTV, Helsinki.
- Polojärvi, K., Niskanen, I., Haahla, A. Ellonen, T. 2005. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan maakuntien alueen ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuosina 2004 ja 2005. Uudenmaan ympäristökeskus, Helsinki. Alueelliset ympäristöjulkaisut 385. ISBN 952-11-1984-5.
- Puttonen, P. 2009. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 24.3.2009.
- Rusko, N. 2008. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 10.4.2008.
- Simola, R. 2009. Kirjallinen tiedonanto 14.4.2009.
- Tammisto, E. 2008. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Suullinen tiedonanto 9.5.2008.
- Tammisto, E. 2009. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2009.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Räisänen, M. 2005. Tutkimuksia katupölyn koostumuksesta ja lähteistä. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2005:12. YTV, Helsinki.

- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 14/2007.
- Tiehallinto, 2009. Tiehallinnon tiedote 22.1.2009
- Tienhaara, V. 2009. Kirjallinen tiedonanto 4.5.2009.
- Tilastokeskus 2008. Energiatilasto - Vuosikirja 2007.
- TYKO 2005. Työkoneiden päästömalli. VTT. <<http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>>
- VAHTI 2009. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Poiminnat Ympäristöhallinnon tietojärjestelmän ilmapäästöraporteista, maaliskuuhuhtikuu 2009.
- Valkeapää, V. 2008. Espoon kaupunki, katuylläpito. Kirjallinen tiedonanto 9.5.2008.
- Valkeapää, V. 2009. Espoon kaupunki, katuylläpito. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2009.
- Vantaa 2008a. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.
- Vantaa 2008b. Autoliikenne Vantaalla, liikennemääräkartta 2007. Vantaa, Maankäytön ja ympäristön toimiala.
- Vantaan Energia 2009. Päästötiedot vuodelta 2008.
- Viinanen, J. 2007. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma ilman epäpuhtauspitoisuuksien äkilliseen kohoamiseen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisu 10/2007.
- Virtanen, J., 2009. Vantaan kaupunki. Kuntatekniikan keskus. Kirjallinen tiedonanto 25.3.2009.
- Visakova, M. 2009. Kirjallinen tiedonanto 4.5.2009.
- VTT 2009. Liisa 2007. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä. <<http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>>
- Vuorivirta, K., 2009. Helsingin satama. Kirjallinen tiedonanto 27.4.2009.
- Vättö, J. 2009. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Kirjallinen tiedonanto 6.5.2009.
- WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. World Health Organization.
- YTV 2004. Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:15. YTV, Helsinki.
- YTV 2007. Pääkaupunkiseudun ilmastostrategia 2030. YTV:n julkaisu 24/2007. YTV, Helsinki.
- YTV 2008a. YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016. YTV:n julkaisu 10/2008. YTV, Helsinki.
- YTV 2008b. Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla. Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot. YTV:n julkaisu 11/2008. YTV, Helsinki.
- Öljyalan Palvelukeskus, 2009. Kirjallinen tiedonanto 24.4.2009.

Liite 1. Pitoisuudet 2008

Hengitettävät hiukkaset PM₁₀

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Kau	I-Hak
1	50	38	27	29	28	39	29
2	113	56	34	74	45	73	34
3	57	48	37	39	43	56	40
4	79	90	70	95	87	144	88
5	88	37	34	33	34	47	29
6	40	37	28	30	30	39	23
7	59	17	15	21	18	20	14
8	25	19	18	18	19	20	18
9	51	32	28	31	31	37	27
10	40	21	20	30	27	20	20
11	43	27	21	37	32	23	25
12	38	24	24	25	25	31	22

Ohjearvo on 70 µg/m³ ja siihen verrataan kuukauden toiseksi suurinta vuorokausipitoisuutta.

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Kau	I-Hak
1	26	18	13	16	15	21	14
2	27	18	13	25	16	19	14
3	27	21	15	20	19	22	17
4	48	36	27	40	34	47	32
5	43	23	19	20	21	25	18
6	27	20	14	16	18	19	13
7	28	13	11	14	13	13	9
8	20	12	10	13	13	13	10
9	29	15	12	16	15	16	12
10	19	12	11	15	12	13	9
11	21	13	13	17	13	13	11
12	22	13	13	13	12	15	11

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Kau	I-Hak
1	96	100	98	100	100	80	91
2	100	100	96	97	98	100	100
3	100	97	97	98	97	97	100
4	100	100	98	100	100	99	100
5	99	100	98	99	99	100	100
6	100	99	98	100	99	97	100
7	99	96	100	96	97	99	100
8	100	98	91	99	98	97	100
9	96	96	99	95	100	99	100
10	100	99	98	100	100	100	100
11	97	99	89	99	99	98	100
12	100	97	99	91	100	98	100

Pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Kal	Luu	L-Sat	I-Hak
1	12	11	8	11	11
2	7	7	6	6	9
3	10	10	9	10	11
4	15	13	11	13	15
5	10	9	7	7	8
6	9	8	7	7	7
7	9	7	6	6	5
8	8	7	6	6	6
9	9	8	7	8	8
10	6	7	5	6	7
11	7	7	6	6	8
12	9	8	8	9	9

Pienhiukkasten (PM_{2,5}) mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Luu	L-Sat	I-Hak
1	97	100	94	100	91
2	99	91	95	100	100
3	99	100	100	98	100
4	100	99	99	100	100
5	99	100	100	100	100
6	99	100	85	100	100
7	99	99	97	100	100
8	100	100	100	100	100
9	89	100	99	100	100
10	100	94	100	98	100
11	97	88	100	98	100
12	97	100	99	92	100

Yhteenveto hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja pienhiukkasten (PM_{2,5}) mittauksista, µg/m³

	Vuosi-keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo	36. suurin vuorokausiarvo (PM ₁₀)
Man	28	119	411	50
Val	18	96	453	31
Kal	14	76	265	25
Lep	19	107	230	31
Tik	17	90	209	31
Kau	20	172	582	34
I-Hak	14	113	577	25
Man PM _{2,5}	9	38	96	
Kal PM _{2,5}	9	36	240	
Luu PM _{2,5}	7	36	49	
L-Sat PM _{2,5}	8	44	183	
I-Hak PM _{2,5}	9	48	86	

PM₁₀ vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

PM₁₀ vuorokausiraja-arvo on 50 µg/m³ ja siihen verrataan vuoden 36. suurinta vuorokausipitoisuutta.

PM_{2,5} vuosiraja-arvo on 25 µg/m³

Liite 1/2

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuuksien vuosikeskiarvot, µg/m³

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	26*	28*	30*	28*	25	27	23	23	23	25	23	20				
Man													30	30	29	28
Val					23	22	20	20	19	22	20	17	20	20	19	18
Kal							16	15	16	17	16	14	15	17	17	14
Lep2					20	23	22	23	25	24	21	19				
Lep3													23	20	20	19
Tik						22	20	20	19	22	23	20	23	21	19	17
Luu							11	10	11	12	12					
Kau																20
I-Hak																14
Val (m)	22		19	19	17	17		16	16	16	16					
Man PM _{2,5}													10,7	11,0	9,5	9,3
Val PM _{2,5}						11,1	11,6			9,9	10,2					
Kal PM _{2,5}							10,0	7,9	8,1	8,7	8,8	7,6	8,3	9,8	9,0	8,6
Run PM _{2,5}											12*	10*				
Luu PM _{2,5}												7,4		8,2		7,3
L-Sat PM _{2,5}																8,1
I-Hak PM _{2,5}																8,7

* Tuloksia alle 90 %.

m= manuaalinen menetelmä

Hengitettävien hiukkasten raja-arvon numeroarvon ylitysten lukumäärä

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	19*	27*	47*	31*	21	38	9	16	21	32	21	9				
Man													49	37	33	35
Val					10	8	1	7	5	19	9	4	11	13	10	7
Kal							0	3	3	10	2	4	2	10	6	4
Lep2				3**	10	28	6	22	32	27	14	16				
Lep3													22	14	16	12
Tik						23	7	10	13	22	16	12	23	18	13	5
Luu							0	0	2	2	1					
Kau																11
I-Hak																6

Vuorokausiraja-arvo on 50 µg/m³. Raja-arvon numeroarvon ylityksiä sallitaan 35 kpl vuodessa.

* Tuloksia alle 90 %. ** Tuloksia alle 75 %.

Typpidioksidi NO₂

Typpidioksidin raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

	Man	Val	Kal	Lep3	Tik	Luu	L-Sat	Kau	I-Hak
Vuosikeskiarvo	41	23	19	21	25	6	22	20	13
19. suurin tuntikeskiarvo	150	95	86	86	94	48	90	94	65
tuntiarvojen 98. %-piste	111	65	56	62	70	26	63	64	46

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Tuntiraja-arvo on vuoteen 2010 saakka 200 µg/m³, johon verrataan tuntiarvojen 98. %-pistettä. Vuodessa pitoisuus saa olla noin 175 tuntia arvon yläpuolella. Vuonna 2010 tuntiraja-arvoon 200 µg/m³ verrataan vuoden 19. suurinta tuntipitoisuutta.

Tuntiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Luu	L-Sat	Kau	I-Hak
1	92	61	62	67	70	36	62	70	56
2	88	64	61	65	80	46	68	69	56
3	104	74	56	67	66	33	69	84	51
4	130	110	90	95	91	43	96	89	64
5	137	83	71	70	75	18	76	59	51
6	117	66	56	55	69	18	63	53	42
7	107	54	45	40	56	14	57	37	31
8	129	56	46	39	54	18	61	46	29
9	137	67	53	60	65	22	66	64	40
10	144	72	66	73	81	22	70	89	45
11	125	82	69	75	93	29	75	93	59
12	82	54	52	60	62	42	44	71	45

Ohjearvo on 150 µg/m³ ja siihen verrataan kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipistettä.

Vuorokausiohjearvoon verrannolliset typpidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Luu	L-Sat	Kau	I-Hak
1	53	32	27	39	35	18	33	34	29
2	53	44	36	45	52	19	36	46	33
3	63	41	37	35	33	18	39	38	25
4	90	60	48	61	59	27	52	64	31
5	73	41	33	35	43	9	38	31	26
6	68	38	30	33	42	8	34	25	18
7	63	29	24	24	32	5	30	20	13
8	75	27	25	22	34	8	30	25	14
9	87	42	33	35	44	11	35	35	20
10	66	41	33	43	46	9	42	40	26
11	76	42	37	44	57	14	38	49	37
12	51	29	27	27	34	20	27	39	22

Ohjearvo on 70 µg/m³ ja siihen verrataan kuukauden toiseksi suurinta vuorokausipitoisuutta.

Typpidioksidipitoisuuden tunti- ja vuorokausimaksimit, µg/m³

	Man	Val	Kal	Lep	Tik	Luu	L-Sat	Kau	I-Hak
Tuntimaksimi	221	136	109	120	120	73	116	143	82
Vuorokausimaksimi	97	62	55	72	68	27	55	65	44

Otsoni O₃

Terveyden suojelemiseksi annetun pitkän aikavälin tavoitteen (120 µg/m³ 8-h liukuva keskiarvo) ylityspäivien lukumäärä, kpl

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3				
Man																0	0	0	0
Kal											0	0	2	0	4	2	11	0	0
Tik	0	0	8	3	1	0	4	2	1	2	1	0	3	0	6	1	10	0	4
Luu	1	0	14	3	7	4	18	9	5	3	3	0	5	2	9	2	18	1	10

Kasvillisuuden suojelemiseksi annetun AOT40-indeksin arvot

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	1,1*	0,4	0,6	0,4	0,9	3,0				
Man																0,5	1,6*	0,4	1,0
Kal											2,0	2,5	4,9	2,3	4,2	2,0	7,0	2,3	4,4
Tik	0,6	1,6	7,2	4,6	3,5	3,8	3,8	5,0	4,0	5,8	3,7	2,4	4,3	3,2	5,7	3,1	7,7	1,8	6,3
Luu	2,8	1,8	15,7	7,6	6,7	8,1	8,1	11,2	6,4	11,0	6,6	6,7	9,8	8,9	8,2	5,1	13,8	4,3	9,7

* Tuloksia alle 90 %.

AOT40 = 80 µg/m³ ylittävien tuntipitoisuuksien kertymä jaksolla 1.5.–31.7. klo 10-22, yksikkö µg/m³ h.

Pitkän aikavälin tavoitteena on alittaa 6 000 µg/m³ h.

HUOM! Tilan säästämisen vuoksi taulukon luvut on jaettu tuhannella, joten todelliset arvot saa kertomalla luvut tuhannella.

Otsonipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	101	106	126	116	113	109	143	118	116	115	124	106	124	123	152				
Man																120	149	123	124
Kal										100	125	116	156	138	163	133	169	142	136
Tik	116	114	162	143	136	128	137	147	143	137	129	112	162	121	182	135	157	117	149
Luu	145	120	166	145	141	143	163	150	153	145	134	123	138	132	188	145	162	132	153

Otsonipitoisuuden suurimmat vuorokausikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	61	84	75	78	80	84	96	84	74	85	80	86	85	92	107				
Man																82	99	78	87
Kal										81	85	90	94	93	118	108	116	88	99
Tik	85	88	105	101	97	90	106	86	96	98	94	86	88	95	112	103	121	84	95
Luu	97	90	122	91	108	95	132	103	108	100	101	92	94	103	108	121	126	94	107

Otsonipitoisuuden vuosikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	17	23	28	30	32	35	35	37	36	40	38	39	41	40	44				
Man																37		35	38
Kal											45	46	49	45	48	48	51	45	48
Tik	31	35	43	40	39	44	45	44	43	46	44	43	46	44	46	46	49	43	46
Luu	41	44	54	48	48	53	54	54	51	55	52	53	55	52	53	54	58	50	52

Otsonipitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Kal	Tik	Luu
1	34	42	43	48
2	38	44	43	51
3	48	57	57	64
4	48	61	59	70
5	54	72	71	78
6	53	65	61	68
7	40	54	49	52
8	34	46	45	45
9	23	33	33	34
10	34	40	36	44
11	28	32	30	39
12	26	28	28	34

Otsonimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Tik	Luu
1	97	99	100	97
2	99	100	100	99
3	99	99	100	99
4	100	99	100	100
5	99	100	100	99
6	99	100	100	90
7	97	100	89	97
8	100	100	100	100
9	90	98	100	100
10	99	93	100	100
11	100	100	100	100
12	100	99	100	100

Hiilimonoksidi CO

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot, mg/m³

Kk	Man	Lep	Tik
1	0,8	0,7	1,0
2	0,8	0,8	1,1
3	0,8	0,6	0,7
4	0,8	0,9	1,1
5	1,7	0,6	0,9
6	2,8	0,4	0,8
7	1,0	0,8	0,8
8	5,9	0,5	2,2
9	1,3	1,3	1,6
10	1,5	1,5	1,4
11	1,4	1,6	1,6
12	1,0	0,9	1,0

Ohjearvo on 20 mg/m³.Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat 8 tunnin liukuvat keskiarvot, mg/m³

Kk	Man	Lep	Tik
1	0,7	0,6	0,7
2	0,6	0,5	0,7
3	0,6	0,4	0,5
4	0,6	0,6	0,6
5	1,0	0,4	0,7
6	1,2	0,3	0,5
7	0,6	0,2	0,6
8	2,2	0,3	1,1
9	0,7	0,6	0,9
10	1,1	0,9	1,0
11	1,0	1,3	1,4
12	0,7	0,7	0,7

Ohjearvo on 8 mg/m³. Raja-arvo on 10 mg/m³.Hiilimonoksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, mg/m³

Kk	Man	Lep	Tik
1	0,3	0,3	0,3
2	0,3	0,3	0,3
3	0,3	0,3	0,3
4	0,4	0,3	0,4
5	0,3	0,2	0,3
6	0,2	0,2	0,3
7	0,2	0,2	0,2
8	0,3	0,2	0,3
9	0,3	0,2	0,3
10	0,2	0,2	0,3
11	0,3	0,3	0,3
12	0,3	0,3	0,3

Hiilimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Lep	Tik
1	96	100	92
2	98	97	99
3	99	100	99
4	99	100	99
5	98	100	99
6	99	92	99
7	98	99	99
8	99	86	99
9	88	99	100
10	92	96	99
11	97	99	99
12	99	95	99

Hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvot, mg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08
Töö	1,5	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5				
Man																0,4	0,3	0,3	0,3
Val	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3				
Lep2							0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4				
Lep3																0,3	0,3	0,3	0,2
Tik							0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3

Suuntaa-antavat mittaukset, typpidioksidi NO₂Passiivikeräysten typpidioksidipitoisuudet, kuukausikeskiarvot sekä vuosikeskiarvot, µg/m³

Helsinki

Paikkanro	1	2	3	4	5	6	7	8
Kk	Sturenkatu	Hämeentie	Hämeentie	Aleksanterin- katu	Runebergin- katu	Nordenskiöldin aukio	Stenbäckin- katu	Töölöntulli
1	19	31	35	19	27	22	15	36
2	20	37	46	24	32	25	20	46
3	22	33	47	24	39	29	21	55
4	28	39	52	35	49	38	25	56
5	21	38	49	28	40	29	19	54
6	19	38	45	30	36	27	14	45
7	16	32	40	28	34	23	14	41
8	17	35	41	24	34	25	16	43
9	26	35	45	29	48	34	22	57
10	20	39	46	24	29	24	16	38
11	23	38	49	27	35	31	22	48
12	19	26	34	20	34	19	25	46
Keskiarvo	21	35	44	26	36	27	19	47

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Helsinki

Paikkanro	9	10	11	19	20	21	22	23
Kk	Mäntytie	Huopalah- dentie	Laajalah- dentie	Latokarta- nontie	Kaarelan- kuja	Matkamie- hentie	Mäkelän- katu	Koskelan- katu
1	17	19	14	18	24	22	17	19
2	19	20	20	23	29	25	21	24
3	19	19	20	19	25	26	22	24
4	25	25	28	25	29	31	27	29
5	17	18	21	19	25	24	20	23
6	14	16	16	18	26	21	18	19
7	13	14	13	16	20	19	16	16
8	12	13	14	14	19	19	17	17
9		18	25	16	18	26	22	22
10	16	19	15	25	30	23	19	20
11	21	23	22	25	30	27	24	24
12	18	17	17	19	24	20	20	19
Keskiarvo	17	18	19	20	25	24	20	21

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Espoo

Vantaa

Paikkanro	12	13	14	15	16	17	18
Kk	Leppävaaran- katu	Leppävaaran- katu	Leppävaaran- katu	Tikkuraitti	Talvikkitie	Lummetie	Asematie
1	17	17	20	20	20	22	22
2	18	19	25	23	25	27	22
3	20		24	19	19	20	19
4	31	25	29	24	26	24	22
5	19	16	14	15	17	22	17
6	20	15	17	17	17	19	16
7	16	14	10	14	14	15	13
8	14	15	18	14	17	19	15
9	20	22	23	14	17	19	17
10	17	17	23	24	25	28	24
11	20	22	28	28	26	29	26
12	21	19	21	20	20	23	19
Keskiarvo	19	18	21	19	20	22	19

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Muut komponentit

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vuosikeskiarvot, ng/m³

	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Bentseeni								
Töölö	2070	1770	1530					
Kallio	1050		970	1190	828	854	577	700
Leppävaara		1290						
Tikkurila	1900		1610	1880	1694	1496	1017	930
Luukki		710	710					
Lintuvaara					1055			
Töölöntulli						1751		
Lentoasema							652	
Itä-Hakkila								800
Tolueneeni								
Töölö	6600	5310	4070					
Kallio	3030		2090	2680	1835	1679	1230	1300
Leppävaara		3450						
Tikkurila	6020		4420	5850	4550	4034	2861	2600
Luukki		780	630					
Lintuvaara					2186			
Töölöntulli						4670		
Lentoasema							1012	
Itä-Hakkila								1500
Ksyleenit								
Töölö	5770	5000	3560					
Kallio	2620		1790	2570	1620	1482	1740	1100
Leppävaara		3200						
Tikkurila	6330		4550	6260	4707	4778	3586	2800
Luukki		740	400					
Lintuvaara					1519			
Töölöntulli						4248		
Lentoasema							961	
Itä-Hakkila								1300

Raskasmetallipitoisuuksien vuosikeskiarvot, ng/m³

	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
As									
Töö	0,9	0,8	0,8	*	1,5				
Val	0,9	0,7	0,7	*	1,5	1,7	0,8	0,6	0,6
Lep2/3		1,0	0,9	*	1,6	0,9	0,7	0,6	0,5
Tik		1,0	1,0	*	1,7	1,1	0,9	0,7	0,6
Ni									
Töö	2,4	2,4	2,5	2,9	2,8				
Val	2,6	2,2	2,2	3,0	2,6	2,8	4,2	3	3,5
Lep2/3		2	1,8	1,7	2	1,7	2,2	1,7	1,8
Tik		1,7	1,8	1,8	4,3	2,5	2	2,1	1,9
Cd									
Töö	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2				
Val	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Lep2/3		0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Tik		0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Pb									
Töö	10	10	8	7	7				
Val	9	6	5	8	6	6	6	6	5
Lep2/3		7	6	5	6	5	5	5	4
Tik		7	9	8	10	7	6	6	5

* Alle määrittäysrajan

As = arseeni

Ni = nikkeli

Cd =kadmium

Pb = lyijy

Kevätkausi 2009

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2009, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Häm	Koi
1	60	27	24		19	21		29
2	49	26	24	23	29	25	33	43
3	61	41	35	63	66	46	80	63
4	58	53	57	51	72	65	94	73

Ohjearvo on 70 µg/m³.

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009 µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Häm	Koi
1	27	14	15		11	11		14
2	24	16	16	13	16	14	21	19
3	27	20	19	18	23	19	31	24
4	36	29	28	21	31	28	54	35

Pienhiukkaspitoisuuksien (PM_{2,5}) kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009, µg/m³

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo
1	9	9		8	8	8	8		
2	12	11	10	10	10	10	9		13
3	10	10	10	10	10	8	8	11	12
4	9	10	10	11	10	7	8	13	12

Typidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2009 µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	128	70	68		65	94	25	63	86	79	81
2	143	79	63	66	91	101	40	57	97	117	90
3	143	79	67	60	75	84	42	60	101	88	84
4	115	75	65	54	70	84	29	64	122	84	86

Ohjearvo on 150 µg/m³.

Typidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2009 µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	73	36	34		38	45	14	35	48	45	50
2	87	43	36	35	50	61	17	26	69	63	64
3	76	35	32	26	39	53	20	27	68	48	56
4	65	41	34	27	38	52	14	32	74	47	56

Ohjearvo on 70 µg/m³.

Typidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009 µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	46	24	22		23	28	7	23	34	27	28
2	47	27	23	18	29	33	8	18	43	35	33
3	50	26	23	16	26	31	9	16	48	33	30
4	44	23	20	16	22	29	5	19	48	28	30

Typimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009 µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	30	11	6		11	20	0	10	47	22	17
2	27	12	6	6	16	27	2	5	58	29	23
3	25	8	4	2	8	19	0	5	59	17	14
4	22	6	3	2	7	16	0	5	50	14	11

Kevätkausi 2009

Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	26	32		30	40
2	33	42	45	40	49
3	45	57	60	55	65
4	54	65	65	61	72

Rikkidioksidin tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2009, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	Kat
1	24	7	46
2	21	16	31
3	16	19	33
4	12	9	41

Ohjearvo on $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rikkidioksidin vrk-ohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2009, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	Kat
1	14	3	17
2	11	6	12
3	7	7	10
4	5	5	12

Ohjearvo on $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Rikkidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	Kat
1	5	1	7
2	5	3	6
3	3	3	4
4	3	2	4

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot kevätkaudella 2009, mg/m^3

Kk	Man	Var	Tik
1	0,9		1,7
2	1,0	1,5	1,6
3	0,8	2,0	1,4
4	0,9	1,5	1,0

Ohjearvo on $20 \text{mg}/\text{m}^3$.

Hiilimonoksidipitoisuuden korkeimmat 8h keskiarvot kevätkaudella 2009, mg/m^3

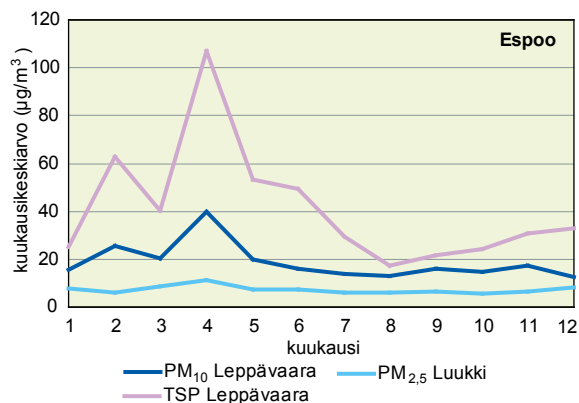
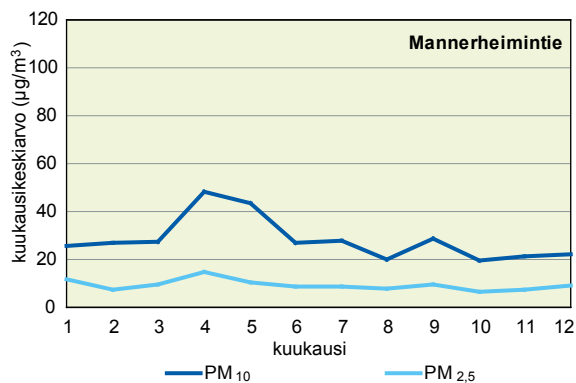
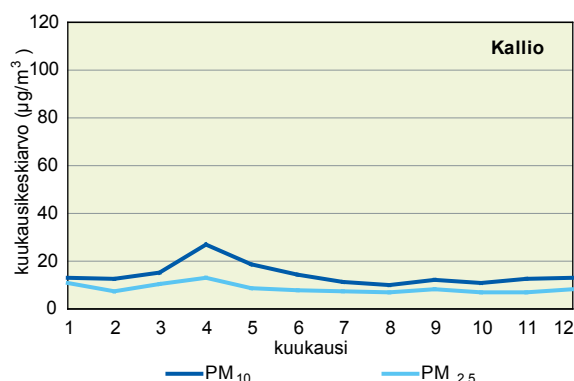
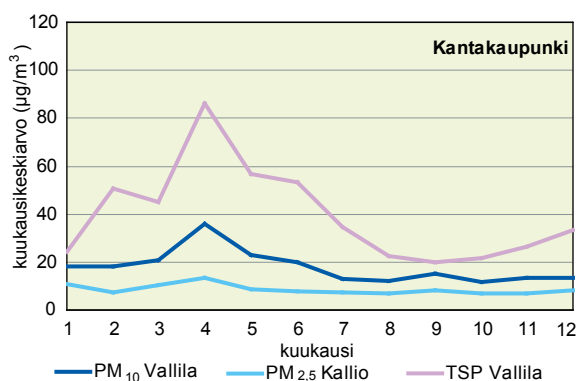
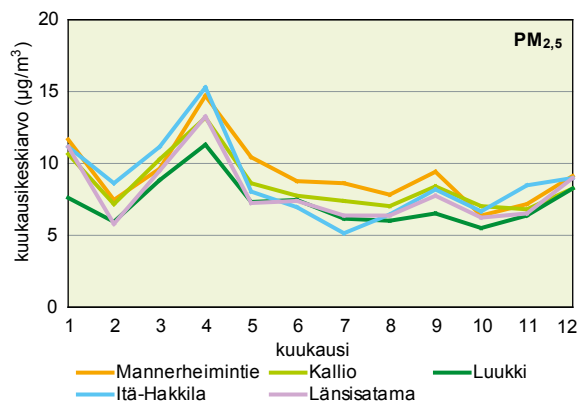
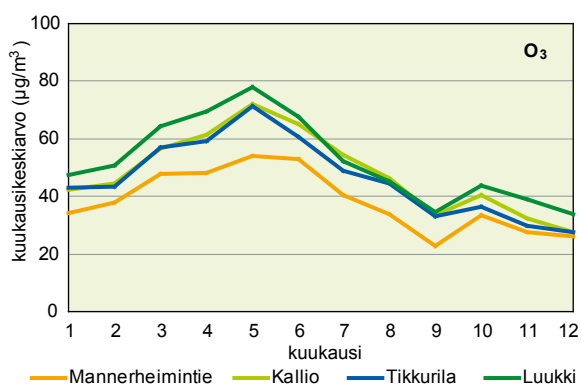
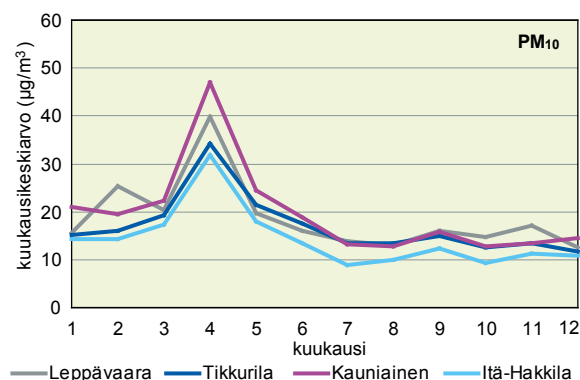
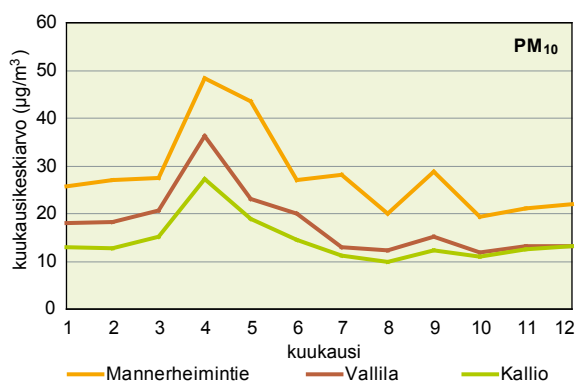
Kk	Man	Var	Tik
1	0,7		1,1
2	0,6	0,9	1,0
3	0,6	0,6	0,7
4	0,6	0,5	0,6

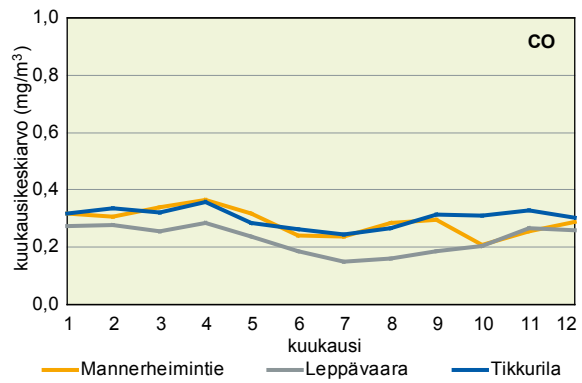
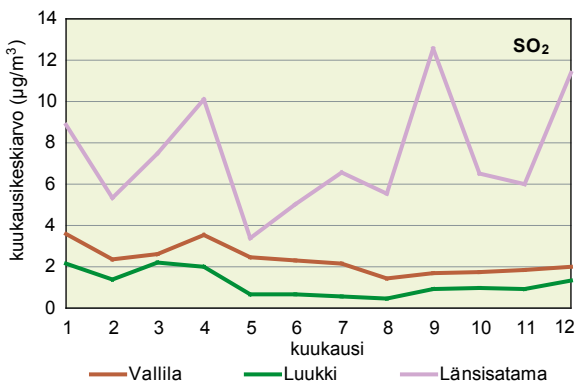
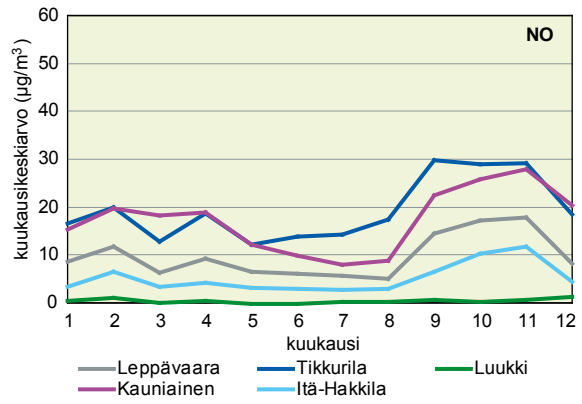
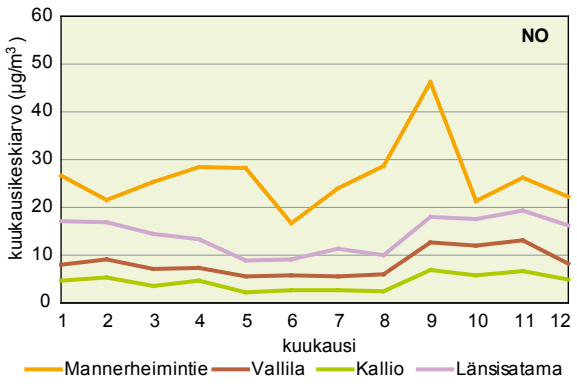
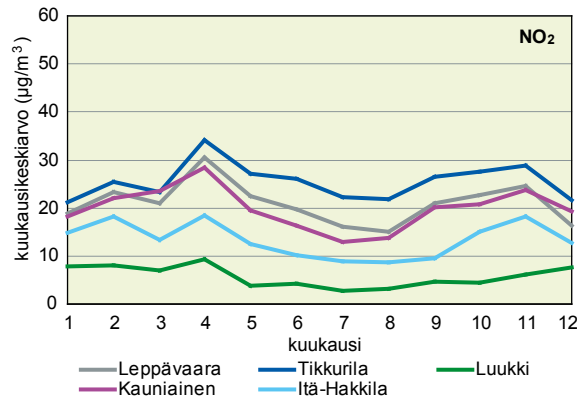
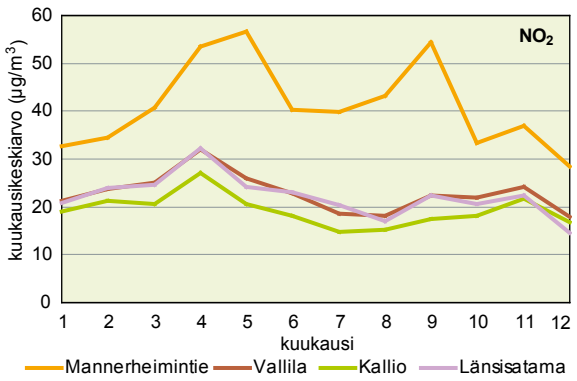
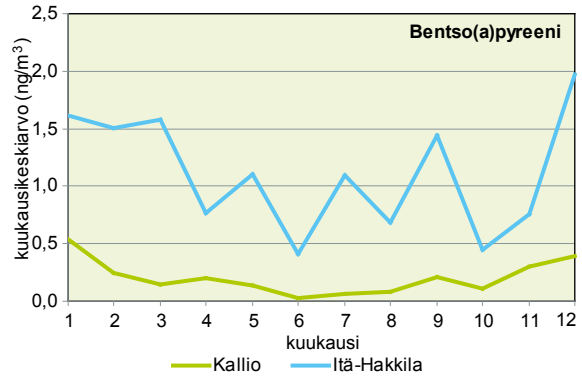
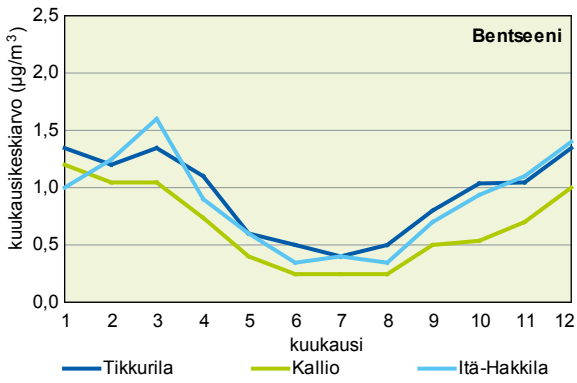
Ohjearvo on $8 \text{mg}/\text{m}^3$.
Raja-arvo on $10 \text{mg}/\text{m}^3$.

Hiilimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2009, mg/m^3

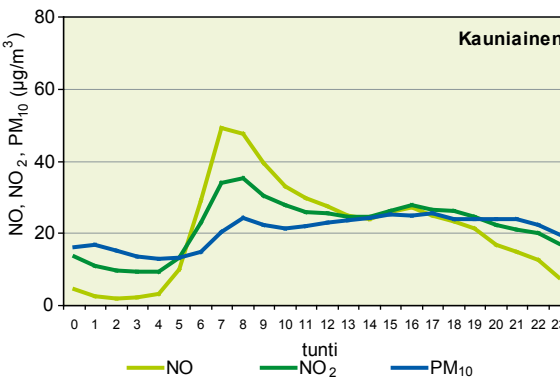
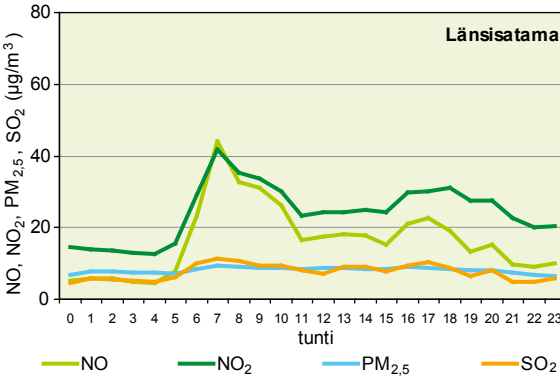
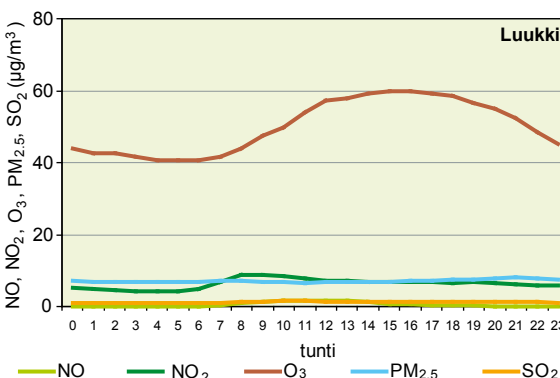
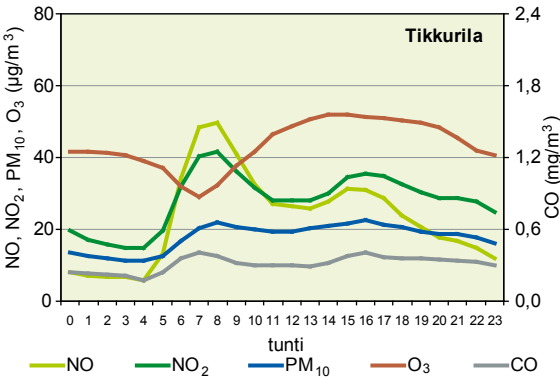
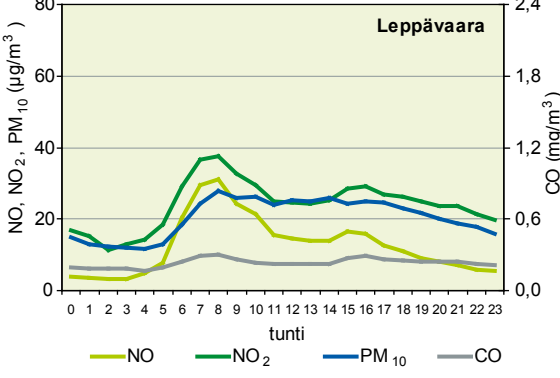
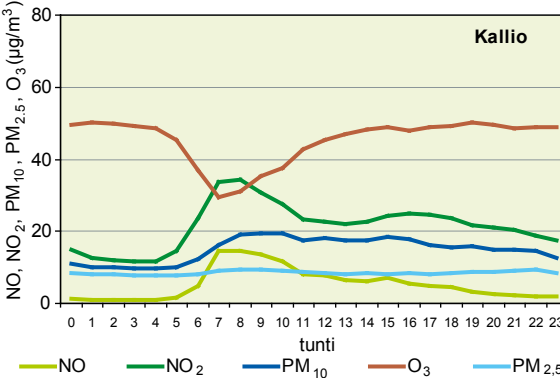
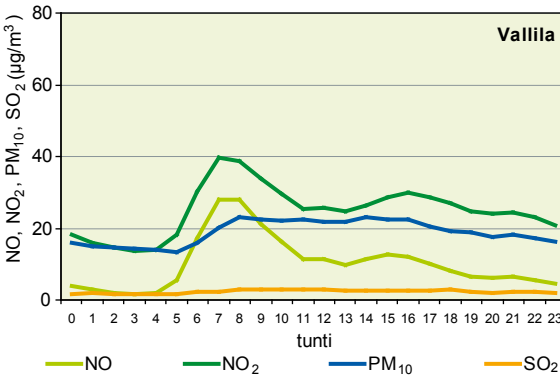
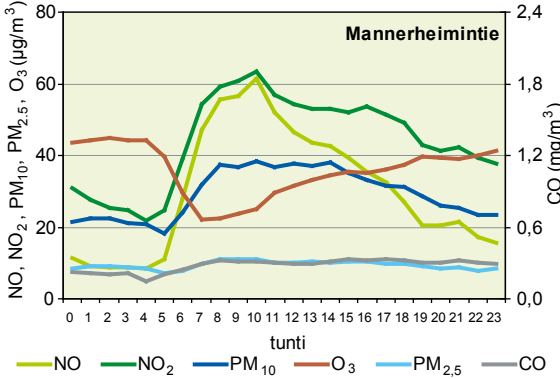
Kk	Man	Var	Tik
1	0,3		0,4
2	0,3	0,3	0,4
3	0,3	0,3	0,3
4	0,3	0,2	0,3

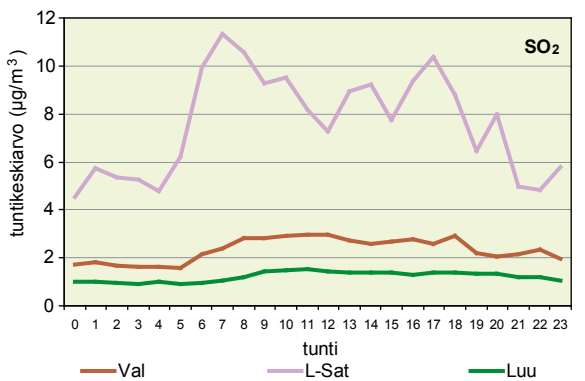
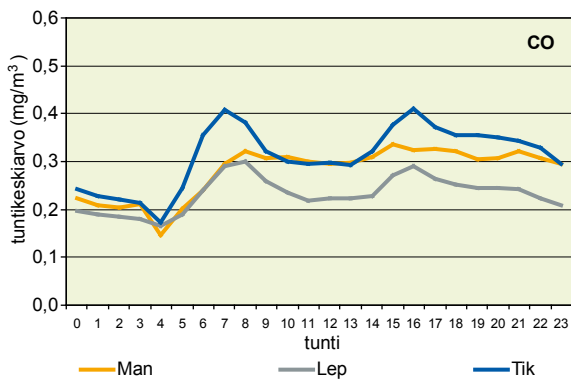
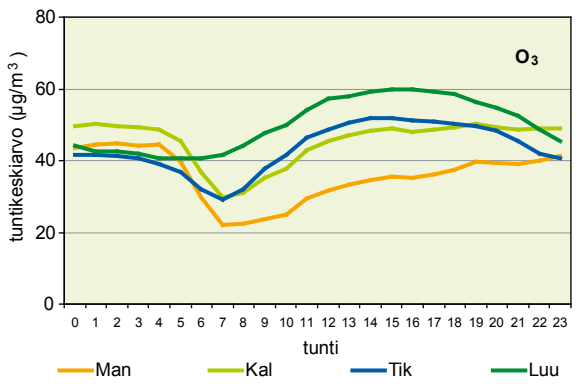
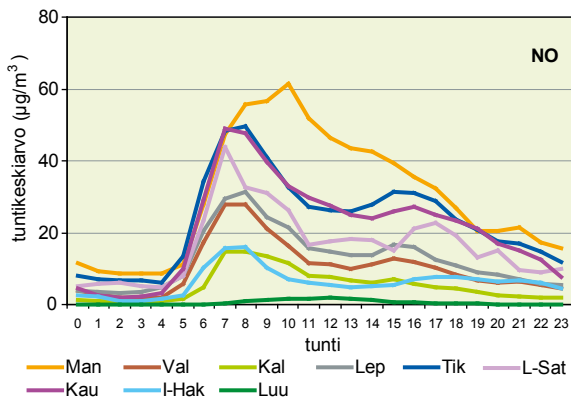
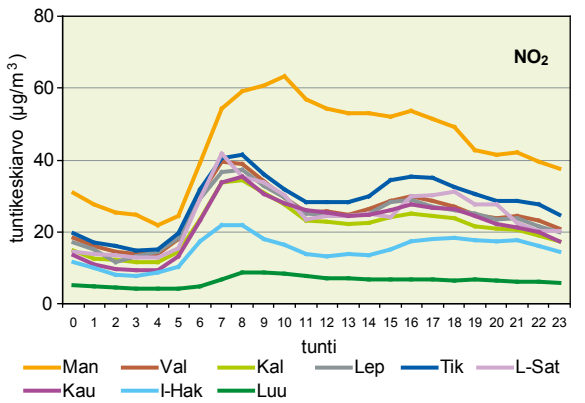
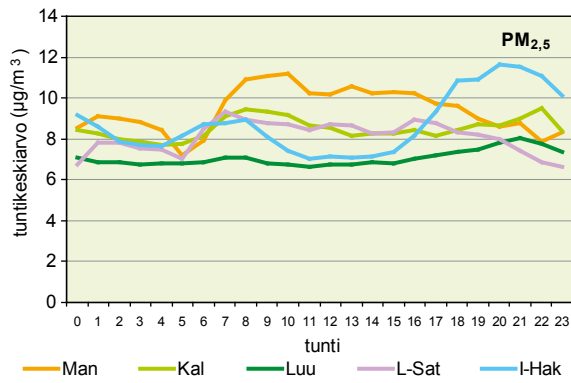
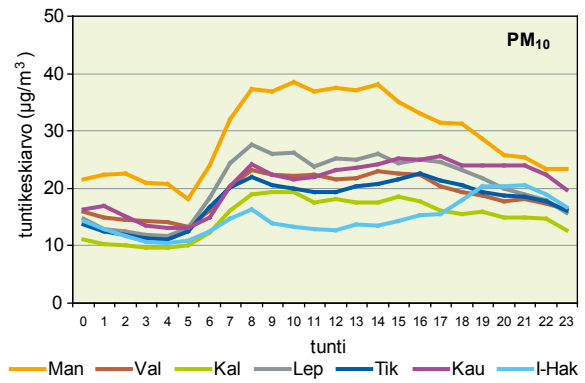
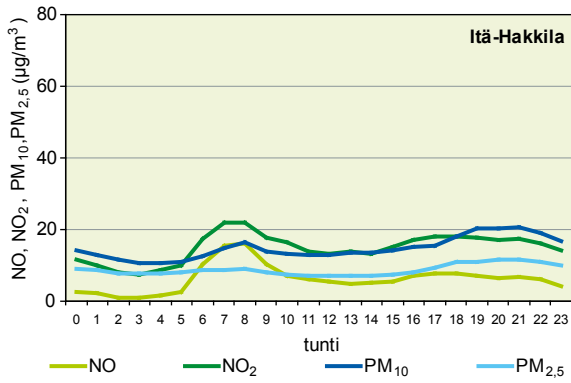
Liite 2. Kuukausikeskiarvot





Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut





Liite 4. YTV:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat

Mittausverkon toiminta vuonna 2008

Mittausasemat

Vuonna 2008 pääkaupunkiseudun mittausverkkoon kuului kuusi pysyvää nk. monikomponentti-asemaa: Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Leppävaara, Luukki ja Tikkurila (Heureka ja Neilikkatie). Ilmanlaatua mittaavien asemien lisäksi mittausverkkoon kuuluu meteorologinen asema, joka sijaitsee Itä-Pasilassa. Siirrettävät ilmanlaadun mittausasemat oli sijoitettu Länsisatamaan, Kautiaisten keskustaani ja Vantaan Itä-Hakkilaan. Mittausasemien sijainti, niiden ympäristö ja pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät sekä mitattavat parametrit, näytteenottokorkeudet, laitteet ja menetelmät on kuvattu seuraavilla sivuilla.

Mittausasemien toiminta

Pysyvillä mittausasemilla saatiin kaikkina kuukausina riittävästi mittaustuloksia ohjearvoihin vertaamiseksi. Samoin tuloksia saatiin vuoden aikana riittävästi raja-arvoihin vertaamiseksi.

Siirrettävien asemien mittaukset saatiin käynnistettyä heti tammikuun alusta. Siirrettävilläkin asemilla mittaustuloksia saatiin ohje- ja raja-arvoihin vertaamiseen riittävä määrä.

Manuaalisia kokonaisleijuman vuorokausinäytteitä on kerätty joka toinen vuorokausi. Vallilan, Leppävaaran ja Tikkurilan kokonaisleijumanäytteistä on tehty raskasmetallianalyysit.

Mittausmenetelmät ja mittalaitteet

TSP-suodattimet tasapainotettiin vakiokosteuteen (45–55 % käyttäen apuna neljäkidevedellistä kalsiumnitraattia) ja punnittiin ennen ja jälkeen keräyksen. Raskasmetallit analysoitiin kuukauden kokoomanäytteistä ICP-MS-laitteistolla (HP 4500). Koska käytetty raskasmetallipitoisuuksien määrittäminen ei ole referenssimenetelmä (eli analyysit on tehty kokoomanäytteistä ja käytetty lasikuitusuodatin ei ole standardin mukainen), tuloksia on pidettävä ainoastaan suuntaa antavina. Punnitus ja raskasmetallianalyysit

tehtiin Helsingin kaupungin organisaatioon kuuluvassa Metropolilab-laboratoriossa.

PAH-pitoisuudet määritettiin hengitettävistä hiukkasista. Näytteet kerättiin Micro PNS referenssikeräimillä, joissa virtaus on 2,3 m³ tunnissa. Suodattimina käytettiin teflonsuodattimia, joiden halkaisija oli 47 mm. PAH-yhdisteiden pitoisuudet määritettiin Ilmatieteen laitoksen laboratoriossa kuukauden kokoomanäytteistä.

Bentseenin ja muiden aromaattisten hiilivetyjen pitoisuudet määritettiin passiivikeräinmenetelmällä. Näytteet kerättiin Perkin-Elmerin teräsputkiin, joihin oli pakattu Carbopack-B-adsorbenttia. Keräysjakso oli kaksi viikkoa. Analyysit tehtiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa kaasukromatografi-massaspektrometrimenetelmällä.

Typidioksidipitoisuuksien passiivikeräinmäärittämisessä käytettiin IVL-keräimiä, joissa typidioksidi absorboitiin natriumhydroksidin ja natriumjodidin seoksella impregnoituille suodattimille. Keräysaika oli yksi kuukausi. Näytteistä analysoitiin nitriittipitoisuus Griess-Salzmännin menetelmällä spektrofotometrisesti Metropolilab-laboratoriossa.

EU-direktiivit edellyttävät, että ilmansaasteiden mittauksessa käytetään referenssimenetelmää tai muuta sellaista menetelmää, joka antaa referenssimenetelmän kanssa yhdenmukaisia tuloksia. YTV käyttää typenoksidien, rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja otsonin pitoisuusmittauksiin referenssimenetelmiä. Hengitettävien hiukkasten referenssimenetelmiksi on määritelty kolme keräinmenetelmää, mutta YTV käyttää pitoisuuksien mittaamiseen jatkuvatoimisia menetelmiä. Tulosten yhteneväisyyden osoittamiseksi Ilmatieteen laitos ja YTV vertasivat Vallilassa syksystä 2000 kesään 2001 jatkuvatoimisia laitteita (TEOM ja FH 62-IR) ja Kleinfiltergerätiä, joka on yksi referenssikeräimistä. Vertailun mukaan jatkuvatoimiset laitteet antavat referenssimenetelmän kanssa riittävän yhdenmukaisia tuloksia

eikä korjauskerrointa tarvita. Vuoden 2008 alussa otettiin käyttöön uuden tyyppinen jatkuvatoiminen hiukkasmittalaite (Grimm Model 180). Grimm'n PM₁₀ tulokset on korjattu kertoimella 0,82 ja PM_{2,5} tulokset kertoimella 0,73.

Mittalaitteiden kalibrointi ja huolto

Mittalaitteet kalibroidaan mittaussuunnitelmassa määritellyin väliajoin ja huolletaan säännöllisesti laitetoimittajien ohjeiden mukaisesti. Huollon yhteydessä määritetään laitteiden toistettavuus ja tehdään monipistekalibrointi laitteiden lineaarisuuden selvittämiseksi sekä määritetään typenoksidianalysaattoreiden NO₂-konvertterin hyötysuhde, jota käytetään hyväksi tulosten laskennassa. Vuoden 2002 alussa typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiilimonoksidianalysaattoreiden kalibroinnissa otettiin käyttöön uusi kalibrointimenetelmä: kenttäkalibroinneissa kalibrointikaasut tuotettiin käyttämällä Horiba APMC 360 -laimenninta ja aiempaa väkevämpiä kaasupulloja. Kaasupullojen pitoisuudet sekä laimentimesta syötettyjen kalibrointikaasujen pitoisuudet määritettiin kansallisessa referenssilaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella.

Typenoksidianalysaattoreiden NO- ja NO_x-kanavat kalibroidiin kerran kuussa nollakaasulla ja kalibrointikaasulla, jonka pitoisuus oli 800 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 200, 400, 600 ja 800 ppb. Kalibrointikaasut tuotettiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 8 ppm. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysaattorin NO₂-konvertterin hyötysuhde. Ennen kalibrointikierrosta kenttäkalibroinnissa käytettävän kaasun pitoisuutta verrattiin toisella laimentimella väkevämästä NO-pullosta (pitoisuus 24 ppm, tarkkuus 2 %) tuotettuun kaasuun.

Typenoksidianalysaattoreille on tehty pysyvässä mittausasemilla automaattinen nolla- ja alue-tason tarkistus laimealla NO-kaasulla (noin 700 ppb) kerran viikossa. Siirrettävillä mittausasemilla on tehty automaattinen nollan tarkistus päivittäin. Näiden tarkistusten avulla on seurattu lait-

teiden stabiiliutta ja toimintaa. Tuloksia ei niiden perusteella ole kuitenkaan korjattu.

Rikkidioksidianalysaattorit kalibroidiin joka toinen kuukausi nollakaasulla ja kaasulla, jonka rikkidioksidipitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 80, 120 ja 160 ppb. Kalibrointikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 1 ppm. Kalibrointikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibrointikierrosta väkevämästä SO₂-pullosta (pitoisuus 10 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Rikkidioksidianalysaattoreissa on ollut käytössä myös päivittäinen automaattinen nolla- ja alue-tason tarkistus. Näiden tarkistusten avulla on seurattu laitteiden stabiiliutta, mutta tuloksia ei niiden perusteella ole kuitenkaan korjattu.

Hiilimonoksidianalysaattorit kalibroidiin joka toinen kuukausi nollakaasulla ja kaasulla, jonka hiilidioksidipitoisuus oli 16 ppm. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 4, 8, 12 ja 16 ppm. Kalibrointikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 150 ppm. Kalibrointikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibrointikierrosta toisesta CO-pullosta (pitoisuus 150 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Otsonianalysaattorit kalibroidiin kerran kuussa nollakaasulla ja kaasulla, jonka pitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 60, 80, 160 ppb. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysaattorin O₃-sruuberin hyötysuhde. Kalibroinnit suoritettiin vertaamalla otsonilaitteita referenssianalysaattoriin (API MODEL 703 E), jossa on otsonilähde. Tämä laite puolestaan kalibroidiin vertaamalla Ilmatieteen laitoksen standardifotometriin (SPR#37).

Jatkuvatoimisten hiukkasanalysaattoreiden virtaukset on kalibroitu puolen vuoden välein Bronchorst massavirtamittarin avulla. Massamit-

tauksen kalibrointi on tehty kerran vuodessa TEOM:lle määrittämällä värähtelytaajuus tunnetulla massalla. FH 62 I-R:n massanmittaus on kalibroitu puolen vuoden välein mittaamalla kalibrointilevyn β -säteilyn absorptio.

Tehokeräinten (TSP) virtaukset on määritetty mittaamalla painehäviö keräimen pohjan läpi suodattimen vaihdon yhteydessä sekä puhtaalla että kerätyllä suodattimella. Virtausmittaus on kalibroitu hiilten vaihdon yhteydessä (2–3 kertaa vuodessa) vertaamalla paine-eromittarin antamaa lukemaa Bronchorst-massavirtamittarilla saatuun tulokseen.

Jatkuvatoimisten hiukkasmittausten laadun varmistamiseksi on tehty Vallilan mittausasemalla vuosina 1999 ja 2000 interkalibrointi, jossa jatkuvatoimisten hiukkasanalysaattoreiden (FH 62 I-R

PM₁₀ ja PM_{2,5}) antamia tuloksia verrattiin Ilmatieteen laitoksen virtuaali-impaktoreilla saatuihin tuloksiin. Jatkuvatoimisten laitteiden ja virtuaali-impaktorien antamat tulokset olivat hyvin yhdenmukaisia. Samanlaisia tuloksia saatiin, kun TEOM- ja FH 62 I-R -PM₁₀-analysaattoreiden tuloksia verrattiin referenssikeräimeen (KleinfILTERgerät).

Typenoksidi-, hiilimonoksidi- ja rikkidioksidimittausten laadun varmistamiseksi YTV:n mittausverkko osallistui Ilmatieteenlaitoksen kansallisen ilmanlaadun vertailulaboratorion järjestämiin vertailumittauskierroksiin. Osana vertailumittauksia oli mittausaseman ja mittausverkon toiminnan auditointi. Vertailuja on suoritettu joulukuussa 2003 ja kesäkuussa 2006. Vuoden 2006 vertailumittauksissa olivat mukana myös otsonimittaukset.

Mittausmenetelmät ja mittalaitteet

Komponentti	Mittausmenetelmä	Laitetyyppi	Mittausasema
Rikkidioksidi (SO ₂)	UV-fluoresenssi	Thermo Electron Model 43 A /43 C	Vallila, Luukki
Typen oksidit (NO ja NO _x)	kemiluminenssi	Horiba APNA 360/370	Länsisatama
Hiilimonoksidi (CO)	IR-absorptio	Horiba APMA 360	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara3, Tikkurila3, Luukki, Kallio2, Länsisatama, Itä-Hakkila, Kaunianen
Otsoni (O ₃)	UV-absorptio	Thermo Electron Model 49/49C/49i	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara3, Tikkurila3
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Kallio2, Tikkurila2, Luukki, Mannerheimintie
	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Leppävaara3, Tikkurila3, Kallio2
	optinen menetelmä	Grimm 180	Mannerheimintie, Vallila, Kaunianen
	keräin	MicroPNS-LVS	Itä-Hakkila
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Kallio2, Itä-Hakkila
	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Mannerheimintie, Länsisatama
	optinen menetelmä	Grimm 180	Kallio2, Luukki
Kokonaisleijuma (TSP)	suurtehokeräin	General Metalworks Inc.	Itä-Hakkila
		Tmi Muovimatti	Vallila
Märkälasseuma	laskeumakeräin	NILU-keräin	Leppävaara2, Tikkurila3
Tuulen nopeus	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Luukki
Tuulen suunta	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Pasila
Lämpötila	Pt-100-anturi	Vaisala DTS 12, HMP 45 D	Pasila
Suhteellinen kosteus		Vaisala HMP 30U/HMP 45D	Vallila, Luukki
Sadeaika		Vaisala DPD 12A	Pasila
Sademäärä		Vaisala RG 13 H	Luukki
Ilmanpaine		Vaisala DPA 503	Pasila
Kokonaisstäteily		Vaisala CM 14	Pasila
Nettosäteily		Vaisala CM 14	Pasila

Mannerheimintie (Man)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Mannerheimintie 5
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , CO, O ₃ , hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀), pienhiukkaset (PM _{2,5})
Koordinaatit (KKJ):	6673484:2552319
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 6 m (N 60)

Mannerheimintien mittausasema aloitti toimintansa vuoden 2005 alussa. Helsingin keskustan ilma-laatu mittaava asema siirtyi Mannerheimintielle Töölöstä, koska Töölön mittausasema sijaitsi liian lähellä vilkasliikenteistä risteystä eikä täyttänyt Ilmanlaatuasetuksen vaatimuksia. Mannerheimintien mittausasemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin keskustassa vilkasliikenteisten katujen varsilla liikkuessaan.

Mannerheimintie on mukulakivipäällysteinen ja nelikaistainen katu, jonka keskellä on kaksi raitiotiekaistaa. Katua reunustaa 6-kerroksinen yhtenäinen rakennusseinämä ja kadun leveys on 47 metriä. Mittauspisteen etäisyys ajokaistan reunasta on 2 ja lähimmästä risteyksestä 35 metriä.

Mannerheimintien liikennemäärä on 22 800, Kaivokadun 8 000 ja Simonkadun 14 100 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2009b). Keskustassa on runsaasti jalankulkijoita, ja mittauspisteen ohi kulkee noin 50 000 jalankulkijaa vuorokaudessa. Liikenne ja katupöly ovat suurimmat ilmanlaatuun vaikuttavat päästöt. Pistelähteiden vaikutus mittaustuloksiin on vähäinen, ja lähimmät voimalaitokset ovat 2 km etäisyydellä, Salmisaari lännessä ja Hanasaari koillisessa.

Vallila (Val)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Hämeentie 84–90
Mittausparametrit:	SO ₂ , NO, NO ₂ , hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀ , jatkuvatoiminen), kokonaisleijuma (TSP), josta määritetään metallit
Koordinaatit (KKJ):	6676180:2553650
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 27 m (N60)

Vallilan mittausasema sijaitsee Hauhonpuistossa lähellä Hämeentien ja Hauhontien risteystä. Asema on 14 m:n etäisyydellä Hämeentiestä ja 40 m:n etäisyydellä Hauhontiestä. Matkaa Sturenkadulle on noin 300 m ja Mäkelänkadulle noin 200 m.

Hämeentiellä on Hauhonpuiston kohdalla neljä auto- ja kaksi raitiotiekaistaa. Vuonna 2008 lähikatujen keskimääräiset liikennemäärät olivat Hämeentiellä oli noin 14 200, Sturenkadulla 18 600 ja Mäkelänkadulla 23 800 ajoneuvoa (Helsinki 2009b). Pitoisuuksiin vaikuttavat myös Hanasaaren voimalaitos ja Sörnäisten satama, jotka sijaitsevat noin 1,5 km kaakkoon mittausasemasta. TSP-mittauksia on tehty aiemmin viereisen vaunuhallin katolla, ja vuoden 2004 alussa keräin siirrettiin mittausaseman katolle.

Vallilan mittausasema edustaa yleisiä olosuhteita kantakaupungin liikenneympäristössä.

Kallio (Kal)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Kallion urheilukenttä
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , O ₃ , bentseeni, hengittävät hiukkaset (PM ₁₀), pienhiukkaset (PM _{2,5}), PAH
Koordinaatit (KKJ):	6675470:2552920
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N60)

Kallion urheilukentälle perustettiin kaupunkitausta-asema vuoden 1999 alussa. Mittauspiste sijaitsee kaupunkialueella, mutta etäällä vilkkaista teistä ja päästölähteistä. Vilkkaimmat lähikadut ovat Helsinginkatu (etäisyys 80 metriä) ja Sturenkatu (etäisyys 300 metriä). Keskimääräinen arkivuorokausiilikenne vuonna 2008 oli Helsinginkadulla noin 8 400, Sturenkadulla noin 30 100 ja Aleksis Kivenkadulla 12 000 ajoneuvoa (Helsinki 2009b). Suurin lähialueen päästölähde on Hanasaaren voimalaitos, joka on noin 1 km:n etäisyydellä mittausasemasta kaakkoon.

Kallion mittausasemalla mitatut epäpuhtauksien pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat yleisesti Helsingin keskustan asuinalueilla. Vilkkaiden liikenneväylien lähellä pitoisuudet nousevat selvästi Kallion mittaustuloksia korkeammiksi.

Vartiokylä (Var)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

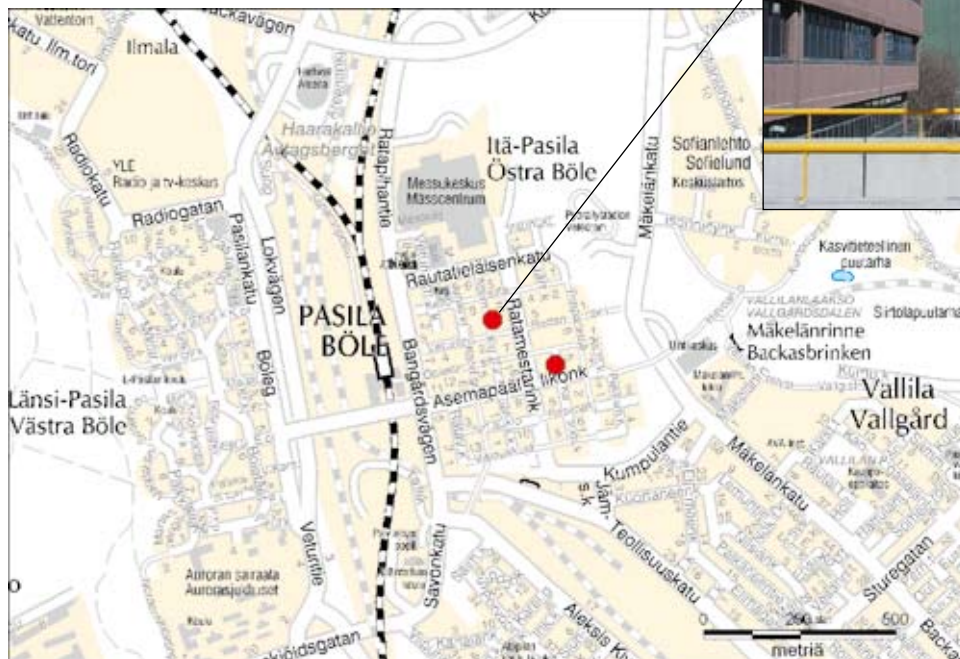
Osoite:	Huivipolku
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , O ₃ , CO, hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀), pienhiukkaset (PM _{2,5}), PAH, bentseeni
Koordinaatit (KKJ):	6679655:2561285
Näytteenottokorkeus:	4 m

Vartiokylän mittausasema aloitti toimintansa vuoden 2009 alusta alkaen. Mittausasema on pysyvä ja sen tulokset kuvaavat ilmanlaatua pientaloalueella sekä alueellista taustapitoisuutta. Mittauksilla selvitetään pientaloalueiden yleistä ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Mittauksilla arvioidaan tulisijojen käytön vaikutusta erityisesti pienhiukkasten ja polyaromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksiin sekä alueellista otsonin taustapitoisuutta.

Mittausasema sijaitsee puiston laidalla keskellä pientaloaluetta. 60 metrin etäisyydellä kulkee Riskutie, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne on 2 400 ajoneuvoa. Liikennemäärä läheisellä Kiviportintielle on 2 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Etäisyys Kehä I:een on 1 km ja Itäväylään 750 metriä. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Kehä I:llä on 46 600 ajoneuvoa ja Itäväylällä 19 600 ajoneuvoa (Helsinki 2009b).

Aseman mittaus tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vähäliikenteisillä asuinalueilla. Ilmanlaatuun alueella vaikuttavat pääasiassa pienpoltto, alueellinen päästöjen kulkeutuminen sekä lähiliikenteen päästöt.

Pasila, meteorologinen asema (Pas)

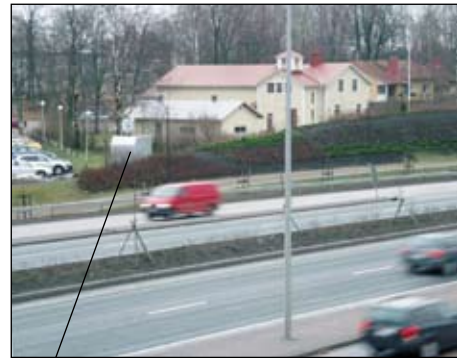


© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Asemamiehenkatu 4
Mittausparametrit:	tuulennopeus ja -suunta, kosteus, lämpötila, sademäärä, kokonais- ja nettosäteily, ilmanpaine
Koordinaatit (KKJ):	6676930:2552240
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 53 m, merenpinnasta 78 m (N60)

Meteorologinen mittausasema perustettiin Itä-Pasilaan vuoden 2001 lokakuussa. Asema sijaitsee Järjestö-talon katolla 53 metrin korkeudella maanpinnasta. Pasilassa mitataan maanpintatasossa myös lämpötilaa ja suhteellista kosteutta Kasöörinkadun varrella. Lisäksi säämuuttujia mitataan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen mittauspisteessä.

Leppävaara (Lep)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Upseerinkatu 3
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, kokonaisleijuma (TSP), hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), metallit kokonaisleijumasta
 Koordinaatit (KKJ): 6678592:2545461
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 10 m (N60)

Leppävaaran pysyvän mittausaseman sijainti muuttui vuoden 2005 alussa, jolloin Leppävaara 3 aloitti toimintansa Upseerinkatu 3:ssa. Mittausasema sijaitsee avoimella paikalla pysäköintialueen ja Perkkään kappelin välisellä nurmialueella. Lähin rakennus on noin 30 metrin etäisyydellä oleva toimistorakennus. Asema sijaitsee meluvallin vieressä. Etäisyys Kehä I:n reunaan on noin 15 metriä.

Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin Kehä I:n liikenne. Vuonna 2008 keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Kehä I:llä oli noin 75 100 ajoneuvoa, etäämmällä Turuntielle 13 500 ajoneuvoa ja viereisellä Perkkääntielle 8 200 ajoneuvoa (Espoo 2009). Teollisuutta läheisyydessä on vähän. Lähin lämpökeskus on Vermossa, ja sen polttoaineina ovat raskas polttoöljy ja maakaasu. Lämpökeskus sijaitsee vajaan kilometrin päässä mittausasemasta itään.

Mittaustulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa.

Luukki (Luu)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:

Luukinranta 10

Mittausparametrit:

SO₂, NO, NO₂, O₃, sadeaika, lämpötila, pienhiukkaset (PM_{2,5}), märkälasseuma

Koordinaatit (KKJ):

6689340:2538280

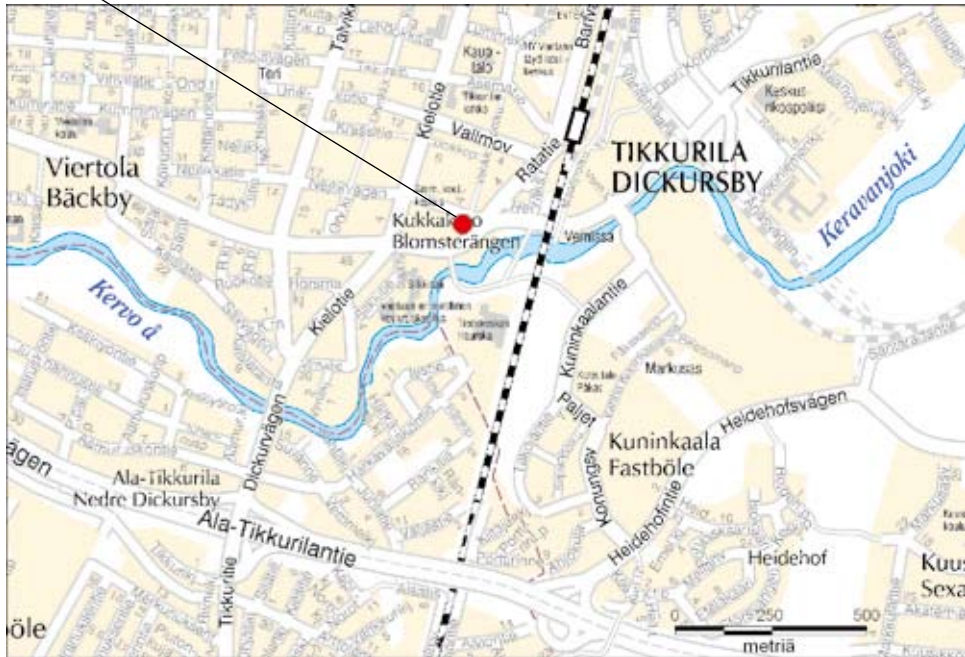
Näytteenottokorkeus:

maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 64 m (N60)

Mittausasema on pääkaupunkiseudun niin kutsuttu alueellinen tausta-asema, joka kuvaa ilmanlaatua seudun taajamien ulkopuolella maaseutumaisessa ympäristössä. Luukin mittausasema sijaitsee Espoossa Luukinjärven rannalla. Vuoden 2002 alussa mittaukset siirtyivät leirikeskuksen katolta erilliseen rakennukseen noin 20 metriä lähemmäs järveä. Laskeumaa kerättiin aiemmin ulkorakennuksen katolta. Mittausasema on avoimella paikalla ja etäällä vilkasliikenteisistä liikenneväylistä ja suurista pistelähteistä.

Etäisyys Vihdintielle on noin 0,8 km. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2008 oli Vihdintiellä Luukintien risteyksen kohdalla noin 6 600 ajoneuvoa (Espoo 2009). Piha-alueen ulkopuolella on metsäinen ulkoilualue. Mittaustuloksiin vaikuttaa satunnaisesti viereisen leirikeskuksen toiminta. Rakennus on ahkerassa käytössä: kesäisin alueella majoittuu leiriläisiä jatkuvasti, talvisin vähintään viikonloppuisin. Kesäisin saunaa lämmitetään päivittäin ja grilliä käytetään useita kertoja viikossa. Talvisin lisälämmönlähteenä käytetään avotakkaa sähkölämmityksen ohella. Pihalla on myös hiekkapohjainen leikkikenttä.

Tikkurila 3 (Tik 3)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

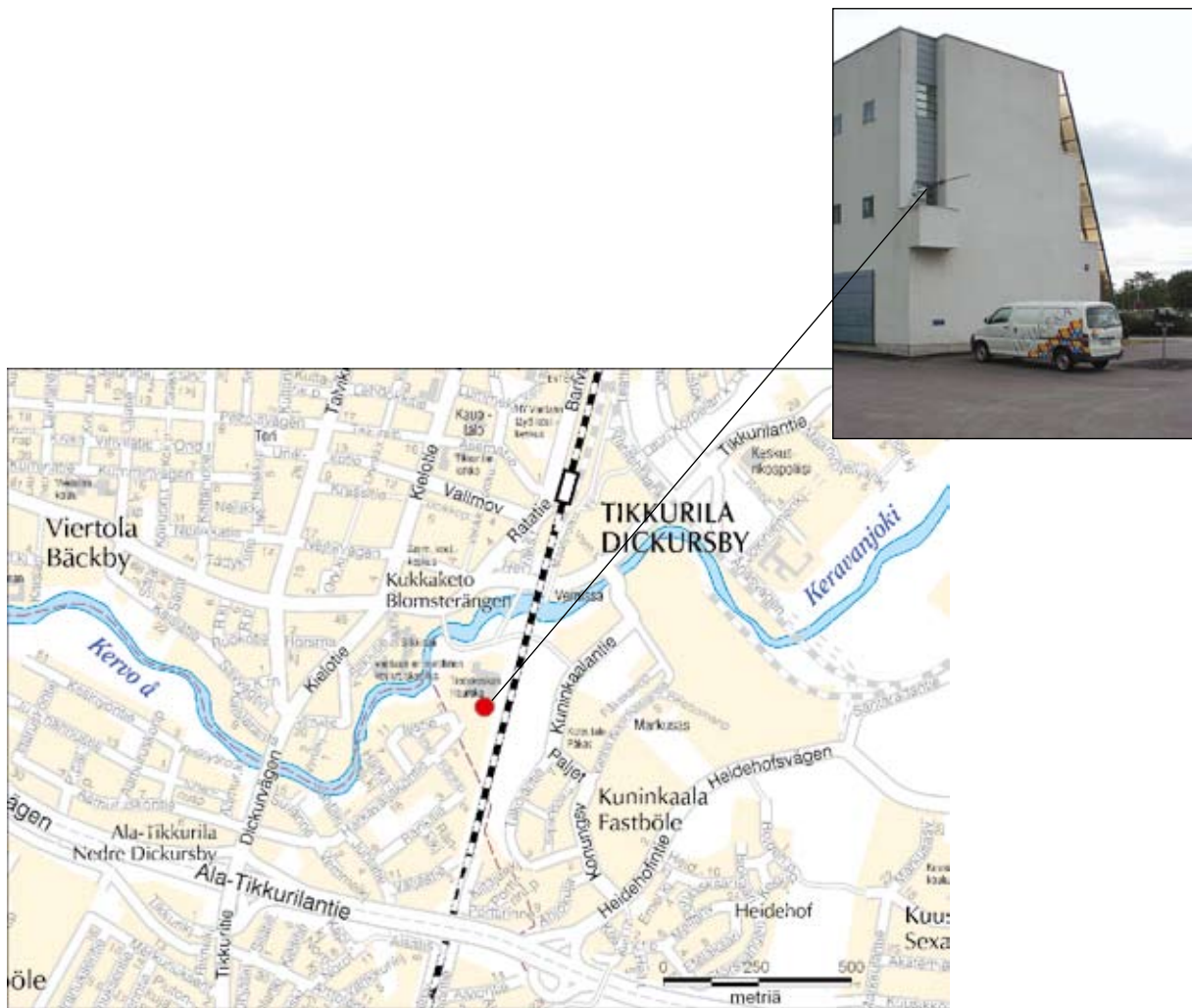
Osoite:	Neilikkatie
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , CO, bentseeni, kokonaisleijuma (TSP), hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀), kokonaisleijumasta lyijy ja eräitä raskasmetalleja
Koordinaatit (KKJ):	6686970:2557674
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N43)

Tikkurilan mittausasema aloitti toimintansa vuoden 1996 alussa, ja tällöin aseman NO_x- ja hiukkasmitauksilla korvattiin aiemmin Tikkurilan Heurekassa tehdyt mittaukset. Asema sijaitsee lähellä Tikkurilantien, Neilikkatien ja Ratatien liikennevaloristeystä jalkakäytävien rajaamalla nurmikkoalueella. Tikkurilantie on etäisyyttä 7 m, läheiseen risteykseen 27 m ja jalkakäytävän reunaan 4 m. Lähistöllä on 50 metrin etäisyydellä 7-kerroksisia asuintaloja ja 70 m etäisyydellä hotelli Vantaa. Maasto on avointa etelään ja kaakkoon.

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa lähialueen vilkas liikenne. Pitoisuuksiin on vaikuttanut se, että vuoden 2003 loka-marraskuussa läheiseen risteykseen tulivat liikennevalot ja Ratatien toiselle puolelle valmistui hotellin lisärakennus. Vuonna 2008 liikennemäärä Tikkurilantiellä oli noin 12 400, Ratatiellä noin 12 000 ajoneuvoa ja Kielotiellä noin 17 600 ajoneuvoa vuorokaudessa (Virtanen 2009).

Asema edustaa vilkasliikenteisen keskuksen ilmanlaatua Vantaalla.

Tikkurila 2 (Tik 2)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Tiedekeskus Heureka
 Mittausparametrit: O_3
 Koordinaatit (KKJ): 6686639:2557749
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 6 m, merenpinnasta 21,4 m (N43)

Tikkurilan toinen mittausasema sijaitsee Tiedekeskus Heurekassa noin puolen kilometrin päässä Tikkurilan keskustasta. Mittausaseman läheisyydessä vilkkaimmin liikennöidyt väylät ovat Kehä III 600 metrin, Kielotie 500 metrin ja Tikkurilantie 200 metrin etäisyydellä.

Mittausasemalla seurataan laajemman alueen yleistä otsonipitoisuutta. Pitoisuuksia nostaa kaukokulkeutuminen, ja niitä vähentävät mm. liikenteen päästöt.

Länsisatama (Län, siirrettävä 2008)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Tarmonkuja
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , SO ₂ , pienhiukkaset (PM _{2,5})
Koordinaatit (KKJ):	6672015:2551323
Näytteenottokorkeus:	4 m

Länsisataman siirrettävä mittausasema oli sijoitettu Jätkäsaaren satama-alueelle, Tarmonkujan päässä olevalle pysäköintialueella. Ympäristössä on runsaasti muitakin parkkipaikkoja sekä muutamia huolto-, varasto- ja terminaali rakennuksia. Aseman itäpuolella on matkustajaterminalille johtava Hietasaarenkuja. Satama-allas ja Jätkäsaarenlaituri sijaitsevat samassa suunnassa 100 metrin etäisyydellä mittausasemasta. Matkustajaterminali sijaitsee mittausaseman eteläpuolella noin 250 metrin etäisyydellä.

Hietasaarenkujan liikennemäärä on noin 3 800 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2009b). Laivaliikenne alueella on vilkasta. Länsisatama oli vuonna 2008 Suomen konttiliikenteen keskus ja satamasta on päivittäiset laiva- ja pika-alusyhteydet Tallinaan ja Rostockiin. Länsiterminalin kautta kulkee vuosittain yli 3 miljoonaa matkustajaa.

Aseman mittauksien tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Länsisatamassa liikkuaan. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen, terminaalin asioivien ajoneuvojen ja työkonien päästöt sekä katupöly. Salmisaaren voimalaitos sijaitsee mittausasemasta 1,3 km luoteeseen, mutta sen vaikutus mittauksiin on vähäinen.

Kauniainen (Kau, siirrettävä 2008)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Tunnelitie
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)
Koordinaatit (KKJ):	6677837:2540609
Näytteenottokorkeus:	4 m

Kauniaisten keskustassa seurattiin ilmanlaatua vuoden 2008 ajan. Mittauksilla arvioidaan liikenteen, rakennustyömaiden ja katupölyn vaikutusta ilmanlaatuun. Tuloksia käytetään arvioitaessa ilmanlaadun kehittymistä Kauniaisissa.

Mittausasema sijaitsi Kauniaisten keskustassa Tunnelitien varrella. Etäisyys aseman itäpuolella kulkevan Tunnelitien reunaan oli 2 metriä ja eteläpuolella kulkevaan Kauniaistentien reunaan 25 metriä. Tunnelitien ja Kauniaistentien liikennevalo-ohjattu risteys oli 27 metrin etäisyydellä mittausasemasta. Aseman länsipuolella kulkee kevyen liikenteen väylä, ja heti tämän jälkeen 8 metrin etäisyydellä mittausasemasta oli 9 metriä korkea kauppakeskusrakennus.

Tunnelitien liikennemäärä on 14 000 (Simola 2009), ja Kauniaistentien liikennemäärä 12 900 ajoneuvoa vuorokaudessa (Espoo 2009).

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Kauniaisten keskustassa liikkueensa ja asuessaan. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa liikenne ja katupöly. Päästöjen leviämiseen vaikuttavat lähialueen rakennukset.

Itä-Hakkila (I-Hak, siirrettävä 2008)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Liinarinne 22
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀), pienhiukkaset (PM _{2,5}), bentseeni, PAH
Koordinaatit (KKJ):	6687237:2561703
Näytteenottokorkeus:	4 m

Vantaan Itä-Hakkilassa seurattiin pientaloalueen ilmanlaatua vuoden 2008 ajan. Mittausten avulla arvioidaan tulisijojen käytön, lähiliikenteen ja katupölyn vaikutusta alueen ilmanlaatuun. Tulosten avulla arvioidaan yleisesti pientaloalueiden ilmanlaatua ja paikallisten päästöjen osuutta etenkin pienhiukkasten ja polyaromaattisten hiilivetyjen osalta.

Mittausasema sijaitsi kevyenliikenteen väylän ja omakotitonttien välisellä kaistaleella lähellä Koulutien, Liinarinteen ja Palttinatien risteystä. Aseman sijaintipaikan itäpuolella 12 metrin etäisyydellä kulkee Koulutie, jonka liikennemäärä on 2 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Liikennemäärä mittausaseman eteläpuolella kulkevalla Palttinatiellä on noin 2 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Virtanen 2009).

Mittausaseman sijaintipaikan pohjois- ja länsipuolella on pientalotontteja. Maasto nousee loivasti kohti pohjoista. Lähimmät rakennukset ovat 35 metrin etäisyydellä asemasta. Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle asukkaat altistuvat pääkaupunkiseudun vähäliikenteisillä asuinalueilla, jotka ovat kauko-
lämmön ulkopuolella. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa liikenteen päästöt, katupöly, kauko-
kulkeuma ja pienpoltto.

Katajanokka 2 (Kat 2, siirrettävä 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Katajanokanranta
 Mittausparametrit: NO, NO₂, SO₂, pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6673019:2554245
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Vuoden 2009 alusta mittausverkkoon lisättiin uusi siirrettävä mittausasema, jonka avulla selvitetään satamatoimintojen vaikutusta ilmanlaatuun. Tulosten avulla voidaan arvioida laivojen päästöjen ja ajoneuvoliikenteen vaikutusta pitoisuuksiin.

Mittausasema sijaitsee Katajanokan terminaalien ja risteilijälaiturin lähistöllä. Ympäristö on avointa ja tuulettuvaa. Liikennemäärä viereisellä kadulla, Katajanokanrannassa, on noin 3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2009b).

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Eteläsataman läheisyydessä liikkessaan ja asuessaan. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat laivojen, terminaalien asioiden ajoneuvojen ja muun liikenteen päästöt sekä katupöly.

Hämeentie (Häm, siirrettävä 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

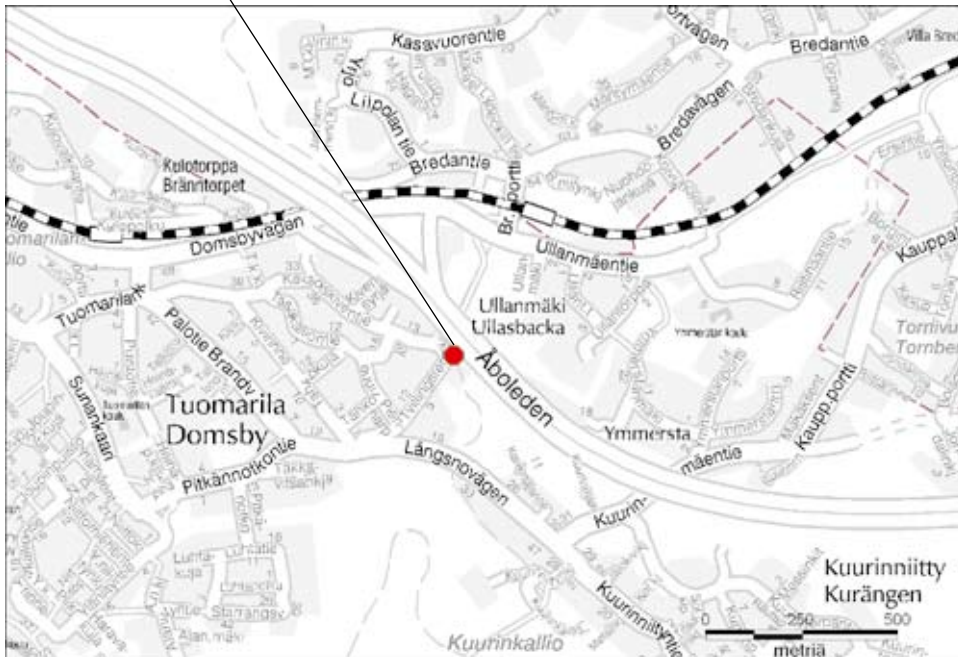
Osoite: Hämeentie 7B
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6674840:2553190
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Hämeentiellä vilkasliikenteisessä katukuilussa seurataan ilmanlaatua vuoden 2009 ajan. Ilmanlaatua on mitattu samassa paikassa vuonna 2005 ja todettu raja-arvojen ylittyvän hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin osalta.

Mittausasema sijaitsee osoitteessa Hämeentie 7. Asema on Hämeentien reunassa osittain pysäköintiruudussa ja osittain jalkakäytävällä. Hämeentie on 32 metriä leveä katukuilu ja sitä reunustavat 6–7-kerroksiset kerrostalot kadun molemmin puolin. Katu on nelikaistainen ja sillä on kahdet raitiotiekiskot. Lähimmät risteykset ovat liikennevaloristeysiksi ja etäisyys niihin on 35–65 metriä.

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa viereinen Hämeentie, joka on katukuilu. Sen liikennemäärä on 17 900 ajoneuvoa vuorokaudessa. Mittausaseman kaakkoispuolella risteää Viides Linja ja Haapaniemenkatu, joiden liikennemäärät ovat 7 400–8 300 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2009b). Alueella ei ole teollisuutta, mutta mittauspisteestä itään 600–800 metriä sijaitsee Hanasaaren voimalaitos ja huippulämpökeskus. Asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa.

Tuomarila (Tuo, siirrettävä 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

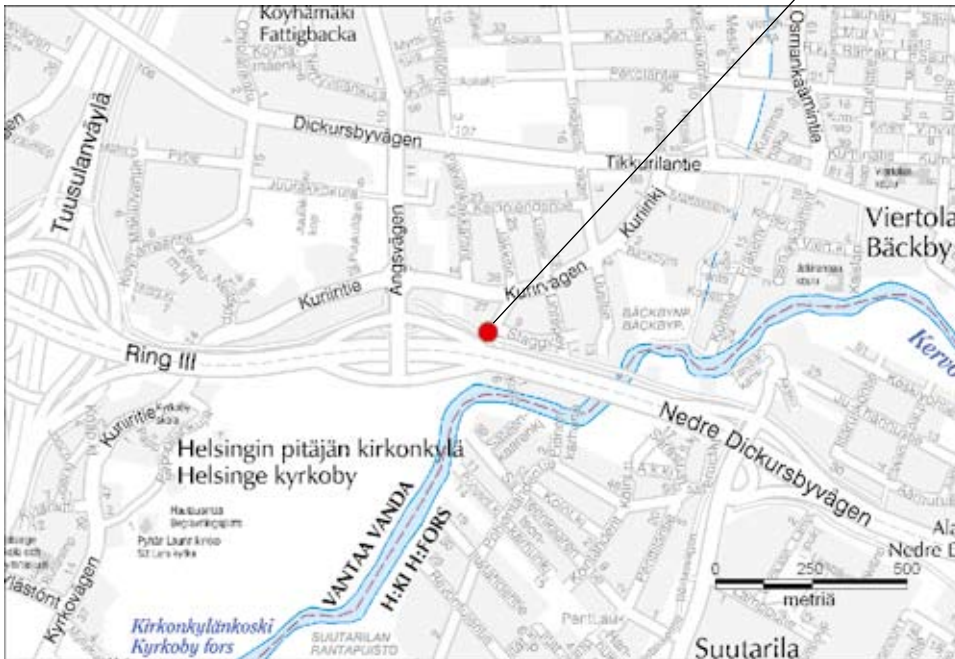
Osoite: Kaksoiskiventie
 Mittausparametrit: NO, NO₂, pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6677094:2538926
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Espoon Tuomarilassa seurataan ilmanlaatua vuoden 2009 ajan. Mittausasema sijaitsee Kaksoiskiventien aivan Turunväylän laidalla.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua vilkasliikenteisen pääväylän varrella. Mittausten avulla arvioidaan liikenteen päästöjen vaikutusta ilmanlaatuun. Jatkuvien mittausten lisäksi arvioidaan keräinmenetelmällä päästöjen laimenemista etäisyyden suhteen.

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Tuomarilan kohdalla Turunväylän liikennemäärä on noin 61 500 ajoneuvoa vuorokaudessa ja väylän suunta on kaakko-luode (Espoo 2009). Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääväylän lisäksi lähialueen tulisijojen käyttö.

Koivuhaka (Koi, siirrettävä 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Jäkkitie
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)
Koordinaatit (KKJ):	6686699:2555593
Näytteenottokorkeus:	4 m

Vantaan Koivuhaassa seurataan ilmanlaatua vuoden 2009 ajan. Mittausasema sijaitsee Jäkkitien päässä, Kehä III:n meluaidan pohjoispuolella. Etäisyys meluaitaan on 13 metriä.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua vilkasliikenteisen pääväylän varrella. Jatkuvien mittausten lisäksi keräinmenetelmällä arvioidaan päästöjen laimenemista etäisyyden suhteen.

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Koivuhaan kohdalla Kehä III:n liikennemäärä on noin 51 300 ajoneuvoa vuorokaudessa ja väylän suunta on itä-länsi. Niittytien liikennemäärä on 10 600 ja Kuriiritien liikennemäärä 5 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Virtanen 2009). Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääväylän lisäksi lähialueen tuulisijojen käyttö ja läheisen pyörätien pölyäminen. 4 metriä korkea meluaita vaikuttaa päästöjen leviämiseen.

Töölö (Töö, lopetettu 2004)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Nordenskiöldin aukio
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , CO, O ₃ , kokonaisleijuma (TSP), metallit (kokonaisleijumanäytteistä), hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)
Koordinaatit (KKJ):	6675220:2551030
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 14 m (N 60)

Töölön mittausasema sijaitsi viiden vilkasliikenteisen kadun risteysalueella. Töölössä mitattiin ilmanlaatua vuosina 1978–2004. Aseman paikkaa siirrettiin vuonna 1994 viidellä metrillä, mutta tämän ei katsota vaikuttaneen merkittävästi mitattaviin pitoisuuksiin. Viimeisenä mittausvuotena Nordenskiöldin kadun liikennemäärät olivat vuorokaudessa noin 14 400, Mechelininkadulla noin 24 800, Topeliuksenkadulla 16 900 ja Linnankoskenkadulla noin 11 800 ajoneuvoa. Liikennemäärät pysyivät viimeisinä mittausvuosina lähes samoina. Salmisaaren voimalaitos on noin 2 km:n ja Hanasaaren noin 3 km:n etäisyydellä mittausaseman paikasta.

Töölön mittausasemalla mitatut epäpuhtauspitoisuudet edustivat ilmanlaatua Helsingin keskustassa vilkasliikenteisessä ympäristössä.

Leppävaara 2 (Lep 2, lopetettu 2004)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite:	Valurinkuja
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , CO, kokonaisleijuma (TSP), hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀), metallit kokonaisleijumasta
Koordinaatit (KKJ):	6679080:2545360
Näytteenottokorkeus:	maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 12 m (N60)

Leppävaara 2:n mittausasema sijaitsi Valurinkujalla vuoden 1996 alusta vuoden 2004 loppuun saakka. Mittausaseman ympäristö oli avointa ja ympärillä kasvoi nuoria lehtipuita. Lähimmät rakennukset olivat 20–30 metrin etäisyydellä. Asemalta oli matkaa Turuntielle noin 50 m, Kehä I: lle noin 100 m ja näiden liittymän ramppiin noin 25 m.

Vuonna 2004 Kehä I:n syksyn keskimääräinen arkivuorokausiliikenne oli noin 66 500, Turuntien noin 29 100 ajoneuvoa ja rampin noin 15 000. Vermon lämpökeskus, jonka polttoaineina ovat raskas polttoöljy ja maakaasu, sijaitsi noin kilometrin päässä mittausasemasta kaakkoon.

Mittaustulokset kuvasivat vilkasliikenteisen keskuksen ilmanlaatua Espoossa. Ilmanlaatuun alueella vaikutti voimakkaimmin vilkasliikenteinen pääväylä, Kehä I. Leppävaarassa tehtiin vuosina 2001–2003 laajamittaisia rakennustöitä, jotka vaikuttivat alueen ilmanlaatuun.

Liite 5. Typpidioksidimääritykset suuntaa-antavilla mittauksilla

Vuoden 2008 paikkakuvaukset

1) Sturenkatu 6, Åshöjdens grundskola.

Avoin ja tuulettuva paikka. Piha on avoin kohti Sturenkatua. Keräin on kiinnitetty valopylvääseen leikkialueen reunalla. Pihan ja kadun välissä on parkkipaikka. Keräimen etäisyys parkkipaikan reunaan on 4 m ja Sturenkatuun 24 m. Sturenkadun liikennemäärä on 32 300 ajoneuvoa vuorokaudessa.

2) Hämeentie, Hämeentien ja Haapaniemenkadun risteys.

Keräin on ristikkopylväässä Väinö Tannerin aukion kulmassa. Etäisyys Hämeentiestä on noin 4 metriä. Hämeentien toisella laidalla on 7-kerroksinen kerrostalo (korkeus 25 m), joten kohta on puoliavoin ja melko hyvin tuulettuva Hämeentien alkuosan kuilumaisen osuuden jälkeen. Etäisyys Hämeentiestä 3,5 m ja Haapaniemenkadusta 6 m. Haapaniemenkadun puoleinen kerrostalo on 7-kerroksinen n. 20–25 m korkea. Hämeentien liikennemäärä arkena on 19 900 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus siitä on 21 %. Haapaniemenkadun liikennemäärä on noin 8 300 ajoneuvoa vuorokaudessa.

3) Hämeentie 14, Kolmannen ja neljännen linjan välissä.

Keräin on pylväässä katukuilussa kadun pohjoislaidalla. Etäisyys kadun reunasta on noin 4 metriä ja talon seinästä noin 0,5 m. Paikka on huonosti tuulettuva. Etäisyys Kolmannen linjan risteyksestä 75 m ja Neljännen linjan risteyksestä 22 m. Rakennusten korkeus 25 m (8 kerrosta). Katukuilun leveys on 32 m. Hämeentien liikennemäärä arkena on 19 900 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus siitä on 21 %. Vuonna 2006 tällä kohdalla mitattiin korkein vuosikeskiarvo ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Hämeentien mittauksissa.

4) Aleksanterinkatu 1, Päiväkoti Aleks-Alexia.

Keräin on sisäpihahalla. 1-kerroksinen päiväkotireunustaa Aleksanterinkadulle ja Pohjoisrantaan päin. Pihan toisella reunalla on 2-kerroksinen talo (korkeus n. 8 m) ja Mariankadulle päin on korkea aita (korkeus 2,5 m). Keräin on kiin-

nitetty päiväkodin vesiränniin, leikkialueen reunalla. Keräimen etäisyys Mariankadulle on 17 m. Aleksanterinkadun liikennemäärä on 6 800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Itäpuolella olevan Pohjoisrannan liikennemäärä on noin 32 500 ja Mariankadun noin 2 800 ajoneuvoa vuorokaudessa.

5) Runeberginkatu 49B.

Keräin on kiinnitetty vesiränniin Runeberginkadulla. Kadulla on 2+2 ajokaistaa, joiden välissä on raitiotiekiskot. Kadun leveys on noin 24 metriä ja sitä ympäröivät rakennukset ovat 23 metriä korkeita, joten se on rakenteeltaan katukuilu. Etäisyys lähimmästä risteyksestä on n. 50 m. Runeberginkadun liikennemäärä on noin 24 800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Samalla paikalla sijaisi vuosina 2003 ja 2004 jatkuvatoiminen mitausasema.

6) Nordenskiöldin aukio.

Aukiolla sijaisi vuosina 1978–2004 mitausasema (Töölö) viiden vilkasliikenteisen kadun risteysalueella. Paikka on hyvin tuulettuva. Etäisyys Mechelininkatuun on 4 m, Topeliuksenkatuun 10 m ja Linnankoskenkatuun 8,5 m. Nordenskiöldin kadulla kulkee vuorokaudessa noin 14 700, Mechelininkadulla noin 23 400, Topeliuksenkadulla noin 18 100 ja Linnankoskenkadulla noin 19 100 ajoneuvoa.

7) Stenbäckinkatu 14 ja 7B, Zacharias Topeliusskolan ja Tölö Daghemmet.

Keräin on kiinnitetty valaisinympylväeseen lasten leikkipaikan Topeliuksenkadun puoleisella reunalla. Paikka on avoin ja hyvin tuulettuva. Etäisyys Topeliuksenkatuun 11 m sekä Stenbäckinkatuun n. 90 m. Topeliuksenkadun liikennemäärä on 18 100 ja Stenbäckinkadun 2 700 ajoneuvoa vuorokaudessa.

8) Mannerheimintie 55, Töölöntulli.

Keräin on kiinnitetty ajoradan reunassa olevaan puuhun. Kadulla on 2+2 ajokaistaa, joiden välissä on raitiotievaunukiskot. Katu on noin 24 metriä leveä ja ympäröivät rakennukset ovat 21 metriä korkeita. Etäisyys Reijolankadun liikennevaloristeykseen on 39 metriä. Mannerheimintien liiken-

nemäärä on noin 47 200 ja Reijolankadun noin 23 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Samalla paikalla sijaitsi vuonna 2006 jatkuvatoiminen mittausasema.

9) Mäntytie 14, Englantilainen koulu.

Koulu sijaitsee mäen päällä. Jyrkän mäen alla on vilkasliikenteinen Paciuksenkatu sekä Meilahdentien risteys. Keräin oli kiinnitetty sadevesiränniin koulun seinustalla syyskuuhun saakka. Syyskuussa alkoi koulun julkisivuremontti ja keräin jouduttiin siirtämään läheiseen valaisinpylvääseen loppuvuoden ajaksi. Koulu on n. 16 m (4 kerrosta) korkea. Paikka on hyvin tuulettuva. Etäisyys Mäntytiestä on 20 m ja Paciuksenkadulta 46 m. Mäntytien liikennemäärä on vähäinen (n. 800 ajoneuvoa vuorokaudessa), mutta Paciuksenkadun liikennemäärä on 52 700 ajoneuvoa vuorokaudessa.

10) Huopalahdentie 5, Munkkiniemen vanhusten asuintalo.

Sisäpiha, joka on avoin kadulle ajoaukon verran. Keräin on kiinnitetty sadevesiränniin oleskelupihan tien puoleisessa reunassa. Etäisyys Huopalahdentien ensimmäiseen kaistaan (ei paljoa liikennettä, n. 500 ajoneuvoa vuorokaudessa) on 12 m, varsinaiselle tielle 24 m. Rakennusten korkeus n. 20 m. Huopalahdentie liikennemäärä on 39 300 ajoneuvoa vuorokaudessa.

11) Laajalahdentie 32, Munkkiniemen ala-aste.

Avoin ja hyvin tuulettuva piha. Keräin on mäännyssä leikkipaikan Turunväylän puoleisella reunalla. Etäisyys Turunväylästä 20 m, vähän puus- toa välissä. Turunväylän liikennemäärä on 37 200 ajoneuvoa vuorokaudessa.

12) Leppävaarankatu 8.

Keräin on kiinnitetty kiinteistön ikkunan edessä olevaan pystyputkeen bussipysäkin välittömässä läheisyydessä. Kadun leveys on 30 m. Keräimen etäisyys ajokaistaan on 9 m. Rakennuksen korkeus on n. 22 m (7 kerrosta). Vastapäätä oleva hotelli on 8 kerrosta korkea. Etäisyys Kehä I:een on noin 160 m. Leppävaarankadun liikennemäärä on n. 10 400 ja Kehä I:n noin 78 400 ajoneuvoa vuorokaudessa.

13) Leppävaarankatu 11A.

Keräin on kiinnitetty Leppävaarankadun ja Ratsukadun kulmauksessa olevan parvekkeen alaosan ritilään. Leppävaarankadun leveys on 30 m. Rakennukset kummallakin puolella Leppävaarankatua ovat noin 17 m korkeita (5 kerrosta). Keräimen etäisyys Ratsukatuun on 8 m. Leppävaarankadun liikennemäärä on n. 5 000 ja Ratsukadun noin 7 800 ajoneuvoa vuorokaudessa.

14) Leppävaarankatu 18C.

Keräin on kiinnitetty vesiränniin. Rakennus on n. 25 m (8 kerrosta) korkea ja vastapäätä olevissa rakennuksissa on 5 ja 8 kerrosta. Leppävaarankadun leveys on 30 m. Etäisyys Leppävaarankadun reunasta on 6,5 m. Etäisyys lähimmästä risteävästä kadusta, Huvilinnanmäestä, on noin 20 m. Leppävaarankadun liikennemäärä on n. 5 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

15) Tikkuraitti 37.

Tikkuraitti on vilkas kävelykatu Tikkurilan keskustassa. Keräin on kiinnitetty valaisinpylvääseen, joka on keskellä Tikkuraittia. Talvikkitie on 15,5 m etäisyydellä ja sen liikennemäärä on 11 900 ajoneuvoa vuorokaudessa.

16) Läntisen Valkoisenlähteentien ja Talvikkitien risteys.

Keräin on teiden risteyksessä sähköpylväässä Läntisen Valkoisenlähteentien pohjoispuolella ja Talvikkitien länsipuolella (risteyksen luoteispuolella). Ympäristö on avoin ja hyvin tuulettuva. Ympärillä on pientaloasutusta. Etäisyys Talvikkitiestä on 15 m ja etäisyys risteykseen on 22 m. Talvikkitien liikennemäärä on 19 700 ja Läntisen Valkoisenlähteentien 15 900 ajoneuvoa vuorokaudessa.

17) Lummetien ja Kielotien risteys.

Keräin on teiden risteyksessä valaisinpylväässä Lummetien pohjoispuolella ja Kielotien itäpuolella (risteyksen koillispuolella). Etäisyys Lummetiehen on 6 m ja risteykseen 10 m. Kielotien toisella puolella sijaitsee samalla etäisyydellä asuintalo. Lummetien liikennemäärä on 11 600 ja Kielotien 13 600 ajoneuvoa vuorokaudessa.

18) Asematien ja Kielotien risteys.

Lauri Lairalan aukio, avoin ympäristö. Keräin on pylväässä. Lähistöllä on bussipysäkki Kielotien varrella sekä parkkipaikka. Etäisyys Asematiehen on noin 10 m ja Kielotiehen 31 m. Kielotien liikennemäärä on 13 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Samassa paikassa on mitattu jatkuvatoimisesti ilmanlaatua syyskuun 1993 ja toukokuun 1995 välisenä aikana.

19) Latokartanontie 16, Ala-Malmin ala-aste.

Avoin piha Latokartanontien suuntaan päin. Tie on pihaa korkeammalla noin 2,5 m. Koulurakennukset sijaitsevat pihatilan toisella laidalla (rakennusten korkeus 7,5 m). Pihan ja tien välissä on joitain puita. Keräin on kiinnitetty valvontakameran jalustaan. Etäisyys Latokartanontiehen on 19 m ja Latokartanontien liikennemäärä on 13 800 ajoneuvoa vuorokaudessa.

20) Kaarelankuja 4 ja 2, Päiväkoti Kalinka ja suomalais-venäläinen koulu.

Avoin koulupiha. Keräin on valaisinpylväässä hiekkakentän Hämeenlinnanväylän puoleisella reunalla. Meluaita alkaa päiväkodin pihan kohdalla. Etäisyys Hämeenlinnanväylään on n. 40 m ja pihan ja tien välissä on tiheää puustoa, meluvalli ja pyörätie. Puuston korkeus on n. 25 m. Etäisyys Kehä I:n lähimpään ajoramppiin on n. 200 m. Hämeenlinnanväylän liikennemäärä on 66 900 ja Kehä I:n 101 800 ajoneuvoa vuorokaudessa.

21) Matkamiehentie 2, Vanhainkoti Bertahemmet.

Piha on avoin Hämeenlinnanväylälle päin. Keräin on valopylväässä pihalla, jossa on paljon pensaita. Korkeat L:n muotoiset rakennukset sijaitsevat pihatilan takalaidalla. Rakennusten korkeus n. 12 m. Etäisyys Matkamiehentiehen 8 m ja Hämeenlinnanväylälle 28 m. Matkamiehentien liikennemäärä on 6 400 ja Hämeenlinnanväylän 39 300 ajoneuvoa vuorokaudessa.

22) Mäkelänkatu 86, Päiväkoti Käpylinna.

Keräin on kiinnitetty leikkipihan valaisinpylväeseen. Rakennukset suojaavat pihaa Mäkeläncadulle päin. Aukko rakennusrintamassa on 33 m etäisyydellä keräimestä ja aukon leveys on 20 m. Etäisyys on Mäkeläncadusta 53 m. Rakennukset 13 m korkeita (4 kerrosta). Mäkeläncadun liikennemäärä on 43 400 ajoneuvoa vuorokaudessa.

23) Koskelantie 26, Vanhainkoti Käpyrinne.

Keräin on vesirännissä oleskelupihan kulmalla. Piha on avoin Koskelantien suuntaan. Rakennuksen korkeus on 16 m (5 kerrosta). Rakennus on tietä korkeammalla noin 2 m. Etäisyys Koskeläncadun ensimmäiselle ajoradalle 18 m, välissä on tietöitä ja etäisyys varsinaiselle Koskelantielle on 36 m. Koskelantien liikennemäärä on 28 000 ajoneuvoa vuorokaudessa.

Liikennemäärätiedot: Espoo (Espoo 2009), Helsinki (Helsinki 2009b) ja Vantaa (Vantaa 2008b).

Liite 6. Päästöt

Energiantuotannon päästöt

SO ₂ tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	20 739	3 979	4 066
1987	19 472	3 478	4 188
1988	15 012	3 582	3 099
1989	15 308	3 067	3 007
1990	12 814	3 600	2 445
1991	13 292	2 742	2 583
1992	5 543	1 376	1 896
1993	5 592	1 100	2 025
1994	8 866	1 420	1 145
1995	5 865	971	965
1996	6 070	1 229	1 280
1997	5 357	1 341	1 035
1998	4 160	1 663	542
1999	3 252	1 318	451
2000	2 962	1 056	545
2001	3 543	1 350	854
2002	3 369	1 351	727
2003	5 192	1 598	1 017
2004	3 482	1 403	582
2005	2 056	1 337	587
2006	3 954	1 566	697
2007	3 091	1 577	695
2008	1 422	1 532	866

NOx tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	12 185	1 961	1 314
1987	12 731	2 201	1 478
1988	13 201	1 929	1 347
1989	12 875	2 596	1 726
1990	12 429	2 848	2 036
1991	12 325	2 729	2 180
1992	10 752	2 842	2 273
1993	8 406	2 464	2 333
1994	7 594	1 878	1 681
1995	6 934	1 343	1 463
1996	7 348	1 507	1 369
1997	6 651	1 442	1 325
1998	4 912	1 479	989
1999	4 536	1 509	938
2000	3 906	1 404	824
2001	4 698	1 494	1 222
2002	5 004	1 641	1 456
2003	6 017	1 829	1 402
2004	5 110	1 571	1 144
2005	4 214	1 432	1 128
2006	5 806	1 599	1 221
2007	5 335	1 404	1 194
2008	4 568	1 462	1 353

Hiukkaset tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	2 030	210	106
1987	1 947	277	109
1988	2 225	249	97
1989	2 555	324	87
1990	1 674	266	90
1991	1 482	236	97
1992	643	185	93
1993	548	179	67
1994	832	242	36
1995	567	559	34
1996	708	135	54
1997	793	239	32
1998	570	102	10
1999	315	138	14
2000	291	107	21
2001	309	65	26
2002	273	43	34
2003	587	45	36
2004	709	44	21
2005	169	39	16
2006	301	39	10
2007	258	55	17
2008	155	61	7

CO ₂ 1000 tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1988	3 676	648	467
1989	3 418	632	565
1990	3 404	679	593
1991	3 535	693	577
1992	3 286	696	587
1993	3 391	668	600
1994	3 780	786	618
1995	3 700	752	689
1996	3 922	847	809
1997	3 774	837	786
1998	3 654	847	708
1999	3 537	848	622
2000	3 321	811	628
2001	3 830	867	812
2002	3 961	884	836
2003	4 839	983	899
2004	4 354	866	765
2005	3 527	816	758
2006	4 522	907	798
2007	3 837	903	790
2008	3 217	904	789

Autoliikenteen päästöt

Hel-sinki	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	CO	Hiuk	VOC	CO ₂
1985	429	5 662	27371	427	3 022	493
1986	416	5 957	28 184	458	3 201	541
1987	389	5 892	27799	451	3 234	550
1988	337	5 872	27 452	448	3 277	552
1989	310	5 802	27 050	430	3 265	564
1990	264	5 649	26 261	418	3 191	564
1991	243	5 447	24 260	411	3 060	549
1992	235	5 212	22 381	391	2 918	549
1993	195	5 108	21 701	377	2 852	522
1994	113	4 983	20 787	318	2 779	547
1995	92	4 839	20 242	295	2 702	537
1996	60	4 705	19 761	281	2 638	534
1997	18	4 333	18 714	244	2 479	538
1998	14	4 161	17 671	227	2 323	541
1999	14	3 975	16 857	216	2 213	546
2000	11	3 814	15 799	211	2 085	553
2001	11	3 646	15 088	202	1 986	562
2002	11	3 463	14 200	189	1 848	576
2003	11	3 190	12 953	174	1 679	569
2004	4	2 895	11 574	155	1 481	571
2005	3	2 651	10 215	141	1 306	557
2006	3	2 420	8 854	127	1 124	552
2007	3	2 277	8 285	121	1 049	566
2008	3	2 149	8 092	117	1 017	541

Espoo	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	CO	Hiuk	VOC	CO ₂
1985	158	2 412	11 802	169	1 179	200
1990	110	2 709	12 754	186	1 401	257
1991	99	2 561	11 545	179	1 317	245
1992	95	2 450	10 652	170	1 255	246
1993	79	2 377	10 223	163	1 216	231
1994	45	2 274	9 601	134	1 160	237
1995	37	2 265	9 592	129	1 158	239
1996	26	2 334	10 122	132	1 213	255
1997	10	2 277	9 619	124	1 161	267
1998	7	2 152	9 149	114	1 104	264
1999	7	2 040	8 868	105	1 067	266
2000	6	2 075	8 579	108	1 033	281
2001	6	2 012	8 133	106	979	288
2002	6	1 910	7 771	100	927	298
2003	6	1 778	7 245	94	852	299
2004	2	1 655	6 656	86	767	308
2005	2	1 540	6 031	80	685	308
2006	2	1 412	5 361	73	594	309
2007	2	1 447	5 365	76	592	345
2008	2	1 304	5 134	71	557	316

Kauni-ainen	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	CO	Hiuk	VOC	CO ₂
1996	1	84	405	5	50	10
1997	0	82	385	5	48	11
1998	0	77	369	5	46	10
1999	0	73	360	4	44	10
2000	0	74	346	4	43	11
2001	0	72	326	4	41	11
2002	0	68	312	4	38	12
2003	0	62	273	3	33	12
2004	0	58	252	4	31	13
2005	1	56	226	5	28	14
2006	0	51	205	5	23	15
2007	0	53	205	6	23	17
2008	0	47	195	3	22	12

Van-taa	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	CO	Hiuk	VOC	CO ₂
1996	30	2 711	11 075	150	1 339	289
1997	11	2 637	10 630	142	1 288	306
1998	8	2 592	10 482	135	1 265	311
1999	8	2 436	10 083	127	1 210	309
2000	6	2 362	9 682	126	1 164	317
2001	7	2 281	9 321	122	1 120	326
2002	7	2 210	8 991	117	1 059	341
2003	7	2 080	8 436	111	982	346
2004	3	1 922	7 776	100	883	354
2005	2	1 839	7 200	96	805	362
2006	2	1 742	6 518	89	715	374
2007	2	1 653	6 123	86	661	390
2008	2	1 581	5 974	84	648	377

Päästöt kunnittain

Helsinki	Tonnia / vuosi				
	SO ₂	NO _x	Hiuk- kaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 422	4 568	155	721	129
Autoliikenne	3	2 149	117	8 092	1 017
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	24	140	7	100	137
Muut**	15	20	5		413
Pintalähteet	38	133	12		
Satamat	291	1 290	70	174	75
Lentoliikenne	0	2	0	382	5
Yhteensä	1 794	8 302	365	9 469	1 775

Espoo	Tonnia / vuosi				
	SO ₂	NO _x	Hiuk- kaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 532	1 462	61	125	31
Autoliikenne	2	1 304	71	5 134	557
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	43	35	10	26	96
Muut**	5	2	1		0
Pintalähteet	27	93	8		
Yhteensä	1 608	2 897	151	5 285	684

Kauniainen	Tonnia / vuosi				
	SO ₂	NO _x	Hiuk- kaset	CO	VOC
Autoliikenne	0	47	3	195	22
Pintalähteet	1	4	0		
Yhteensä	1	51	3	195	22

Vantaa	Tonnia / vuosi				
	SO ₂	NO _x	Hiuk- kaset	CO	VOC
Energiantuotanto	866	1 353	7		
Autoliikenne	2	1 581	84	5 974	648
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	43	28	9	14	132
Muut**	8	5	4		23
Pintalähteet	30	105	9		
Lentoliikenne	56	666	1	865	83
Yhteensä	1 001	3 737	115	6 853	887

Huom! Näissä taulukoissa yhteenlasketut päästöt eroavat taulukon 9 päästöistä siten, että näissä taulukoissa ei ole pientalojen tulisijojen päästöjä. Pienpolton päästöt eivät päivity vuosittain eikä niitä ole arvioitu kunnittain.

*Ympäristönsuojelun VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot v. 2007

**Kunnille ilmoitetut muut päästöt v. 2008

Liite 7. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2007



Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä

Altistuminen	= ihmisen ja epäpuhtauden kohtaaminen, ts. ihminen ja epäpuhtaus ovat samanaikaisesti samassa tilassa. Altistuksen määrään vaikuttavat epäpuhtauden pitoisuus ja kyseisessä tilassa vietetty aika
CO	= hiilimonoksidi, häkä. Väritön, hajuton ja mauton kaasu
CO ₂	= hiilidioksidi, kasvihuonekaasu
Episodi	= tilanne, jossa ilman epäpuhtaudet kohoavat huomattavasti normaalia korkeammiksi. Episoditilanteessa sää on epäpuhtauksien sekoittumisen ja laimenemisen kannalta epäedullinen. Suomessa merkittävimmät yhdisteet episodin muodostumiseen ovat typenoksidit ja hiukkaset, joiden pääasiallinen lähde on katuliikenne. Myös kaukokulkeutuneet pienhiukkaset aiheuttavat ajoittain episodeja
Ilmanlaatuindeksi	= ilmanlaadun mittari, joka perustuu eri komponenttien vertaamiseen niiden ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. Indeksien laskemisessa otetaan huomioon SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , CO ja O ₃ , joista lasketaan alaindeksi. Näistä korkein arvo määrää indeksin. Indeksini on jaettu 5 luokkaan; hyvästä erittäin huonoon.
Ilmansaasteet	= ihmisen toiminnasta peräisin olevia haittaa aiheuttavia kaasumaisia tai hiukkasmaisia aineita
Inversio/ Maanpintainversio	= tilanne, jossa maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Tällöin erityisesti matalalta tulevat päästöt eivät pääse kunnolla laimenemaan ja sekoittumaan.
KAVL	= keskimääräinen arkivuorokausiliikenne (ajoneuvoa / arkivuorokausi)
LTO-sykli	= Landing and Take Off Cycle; sisältää lentokoneen lentoalähdön ja laskeutumisen 0–915 m (3000 jalan) korkeudella sekä liikkumisen lentoasema-alueella. Alueellisesti tämä korkeus vastaa 18 kilometrin matkaa koneen laskeutuessa ja 6 km koneen noustessa.
Mikrogramma	= µg, tuhannesosa milligramma, ts. miljoonasosa grammaa
NO	= typpimonoksidi, ilmassa nopeasti typpidioksidiksi hapettava kaasu
NO ₂	= typpidioksidi, punaruskea, vesiliukoinen kaasu
NO _x	= typenoksidit (NO + NO ₂ , NO ₂ :ksi laskettuna)
O ₃	= otsoni, typenoksideista ja VOC-yhdisteistä ilmassa muodostuva kaasu. Yläilmakammissä toimii suojakilpenä UV-säteilyä vastaan, mutta hengitysilmassa on haitallinen ilmansaaste.
Ohjearvot	= kansallisia vuonna 1996 voimaan tulleita epäpuhtauksien tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksien ohjeellisia arvoja.
Pintalähde	= pieni päästölähde, joka ei ole ympäristölupavelvollinen. Esimerkiksi talokohtainen lämmitys ja muu pienpoltto, työkoneet, maatalouden ja kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö.
Pistelähde	= sijainniltaan pysyvä päästölähde, jonka päästömäärät mitataan säännöllisesti, tässä ympäristölupavelvolliset laitokset
Pitoisuus	= epäpuhtauden määrä tietyssä määrässä ilmaa, esitetään tässä yleensä mikrogrammaa epäpuhtautta kuutiometrissä ilmaa (µg/m ³)
PAH	= polysykliset aromaattiset hiilivedyt
PM _{2,5}	= pienhiukkaset, halkaisijaltaan alle 2,5 µm
PM ₁₀	= hengitettävät hiukkaset, halkaisijaltaan alle 10 µm
Raja-arvo	= määrittelee suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Ilmansuojelusta vastaavien viranomaisten tulee huolehtia niiden alapuolella pysymisestä.
SO ₂	= rikkidioksidi, vesiliukoinen, väritön kaasu
TRS	= pelkistyneet, haisevat rikkiyhdisteet
TSP	= kokonaisleijuma, kaikki ilmassa leijuvat hiukkaset
VOC	= haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Kaasumaisia yhdisteitä, jotka voivat reagoida typenoksidien ja hapen kanssa auringonvalossa valokemiallisia hapettimia (otsonia) muodostaen.

www.ytv.fi

**YTV Pääkaupunkiseudun
yhteistyövaltuuskunta**

Seutu- ja ympäristötieto,
PL 521 (Opastinsilta 6 A), 00521 Helsinki
Puhelin (09) 156 11, faksi (09) 156 1369
etunimi.sukunimi@ytv.fi

**Huvudstadsregionens
samarbetsdelegation**

Region- och miljööinformation
PB 521 (Semaforbron 6 A), 00521 Helsingfors
Telefon (09) 156 11, telefax (09) 156 1369
fornamn.efternamn@ytv.fi

YTV:n julkaisuja 15/2009

ISSN: 1796-6965
ISBN (nid.): 978-951-798-748-6
ISBN (pdf): 978-951-798-749-3