



Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Opastinsilta 6 A
00520 Helsinki
puhelin 09 156 11
faksi 09 1561 2011
www.hsy.fi

Copyright

Pohjakartat:

© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 100/2011 © Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013 © Espoon Kaupunki
Kaupunkimittausyksikkö © Vantaan kaupungin mittausosasto 2013

Kuvat: HSY

Kansikuva: HSY / Kai Widell

Edita Prima Oy
Helsinki 2013

Raportti:

ilmansuojeluasiantuntija Päivi Aarnio
ilmansuojeluasiantuntija Liisa Matilainen
mittausinsinööri Kati Loukkola

Mittaustoiminta:

huoltomestari Jari Bergius
mittausinsinööri Anssi Julkunen
ilmansuojeluasiantuntija Anu Kousa
mittausinsinööri Santeri Rinta-Kanto
huoltomestari Anders Svens
projektityöntekijä Jarkko Turpeinen

Raskasmetalli-, passiivikeräys-, hiilivety- ja PAH-analyysit:
MetropoliLab

Terveysvaikutusarviot:

dosentti Raimo Salonen ja
dosentti Timo Lanki Terveysten ja hyvinvoinnin laitos

Esipuhe

Pääkaupunkiseudulla ilmanlaatu on edelleenkin hyvä Euroopan muihin metropolialueisiin verrattuna. Ilmanlaatuongelmia ovat edelleen liikenteen päästöjen aiheuttamat korkeat typpidioksidipitoisuudet, keväinen katupöly ja puunpoltosta peräisin olevat hiukkaset ja PAH-yhdisteet.

Typpidioksidipitoisuuksien alentaminen raja-arvon alapuolelle aiheuttaa haasteita Helsingissä. Nykyisin raja-arvo ylittyy Helsingin keskustan vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa. Raja-arvo piti saavuttaa vuoteen 2010 mennessä, mutta EU:n komissio hyväksyi Suomen hakemuksen ja myönsi jatkoaikaa vuoteen 2015 asti. Helsingin kaupunki on käynnistänyt selvityksen mahdollisuuksista raja-arvon saavuttamiselle määräaikaan mennessä. HSY arvioi pitoisuuksien kehittymistä. Ajoneuvotekniikan kehitys vähentää typenoksidipäästöjä, mutta ajoneuvokannan uusiutuminen on hidasta. Sen lisäksi pitää toteuttaa muita toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Raja-arvon saavuttamista vaikeuttaa liikennemäärien kasvu uusien asuinalueiden rakentamisen myötä.

Katupölyn torjumiseksi toteutetut toimenpiteet, erityisesti kastelu laimealla suolaliuoksella kevään pölyisinä päivinä, ovat olleet tehokkaita ja pitoisuuksia on saatu alennettua kaupunkien kaduilla. Vuonna 2012 raja-arvo tason ylittäviä pölyisiä päiviä oli enimmilläänkin alle 10 päivää, kun muutama vuosi sitten niitä oli vielä yli 30. Pääväylien varsilla mitattiin korkeita pitoisuuksia, ja ELY-keskuksen kanssa onkin sovittu kastelun tehostamisesta maanteillä alueilla, joilla on asutusta. Keväällä 2013 saatiin päätökseen Nasta-tutkimusohjelma, jossa selvitettiin autojen nastarenkaiden vaikutuksia hiukkaspitoisuuksiin ja asukkaiden terveyteen sekä arvioitiin mahdollisuuksia vähentää nastarenkaiden käyttöä. Hankkeessa todettiin nastoilla olevan huomattava vaikutus hiukkaspitoisuuksiin ja päädyttiin asettamaan tavoite nastarenkaiden käytön vähentämiseksi liikenneturvallisuudesta kuitenkin tinkimättä.

Puunpolton on todettu heikentävän ilmanlaatua, ja EU:n bentso(a)pyreenin pitoisuudelle asettama tavoitearvo ylittyy paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2012 laadittiin selvitys, jossa arvioitiin alueet, joilla tavoitearvo todennäköisesti ylittyy sekä tavoitearvon ylittäville pitoisuuksille altistuvien asukkaiden määrä. Selvitykseen koottiin myös bentso(a)pyreenin pitoisuuksiin vaikuttavia kaupunkien ja valtion toimenpiteitä. Puunpolton haitallisten päästöjen määrää on mahdollista vähentää huomattavasti oikeilla polttotavoilla ja käyttämällä kuivaa puuta. HSY käynnisti vuonna 2012 viestintäkampanjan puunpolton päästöjen vähentämiseksi. Kampanjan aikana nuohoojat jakavat jokaisen pääkaupunkiseudun omakotitaloon oppaan puunpoltosta ja muutenkin opastavat tulisijojen käyttäjiä oikeisiin polttotapoihin. Kampanja laajenee ensi syksynä muualle Uudellemaalle ja myös Etelä-Karjalassa, Pohjois- ja Etelä-Savossa ollaan kiinnostuneita toteuttamaan vastaava kampanja.

Helsingissä 21.5.2013

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY
Seutu- ja ympäristötieto



Irma Karjalainen
Tulosaluejohtaja



Tarja Koskentalo
Ilmansuojeluyksikön päällikkö

Tiivistelmä

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY mittaa ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2012 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli kaikilla mittausasemilla edellisvuotta vähemmän. Ne aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ylittyi siirrettävällä mittausasemalla Kehä I:n pientareella. Ylitystä ei kuitenkaan raportoida EU:lle, sillä mittausasema oli tutkimuskäytössä. Pysyvillä mittausasemilla vuorokausiraja-arvotason 50 µg/m³ ylittäviä päiviä oli yleisesti edellisvuotta vähemmän. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi Leppävaarassa ja Kehä I:n varrella kevään pölykaudella ja Kehä I:n varrella myös marraskuussa. Pienhiukkaspitoisuudet pysyivät raja-arvon ja WHO:n terveysperusteisen vuosiohjearvon alapuolella kaikilla mittausasemilla. Sen sijaan WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi mittausasemasta riippuen 2-8 päivänä. Pääsyy ylityksiin oli pienhiukkasten kaukokulkeuma seudulla ja lisäksi ylityksiä aiheuttivat muutamana päivänä liikenteen ja pienpolton päästöt heikkotuulisissa inversio-tilanteissa.

Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli edellisvuotta matalampi ja selvästi alle raja-arvon. Pitoisuudet ylittivät kuitenkin edelleen raja-arvon Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa. Typpidioksidin tuntiraja-arvotaso ylittyi Mannerheimintiellä seitsemän ja Vallilassa neljä tuntia. Typpidioksidin vuorokausi- ja/tai tuntiohjearvon ylityksiä mitattiin Mannerheimintiellä, Vallilassa, Kehä I:n varrella, Leppävaarassa ja Tikkurilassa.

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2012 useimmilla mittausasemilla edellisvuotta matalampia ja ne alittivat sekä terveysperusteiset että kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut vuoden 2010 tavoitearvot ja pitkän ajan tavoitteet. Vuonna 2012 mitattiin bentso(a)pyreenin pitoisuuksia pientaloalueilla Helsingin Vartiokylässä ja Espoon Kattilalaaksossa sekä kaupunkitausta- asemalla Kalliossa. Pitoisuudet olivat tavoitearvon alapuolella. Rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuudet olivat matalia eivätkä ylittäneet raja- tai ohjearvoja. Länsisatamassa havaittiin kuitenkin Munkkisaaren huippulämpökeskuksen sekä laivaliikenteen päästöjen aiheuttavan ajoittain huomattavan korkeita rikkidioksidin lyhytaikaispitoisuuksia.

Julkaisija

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Tekijät

Päivi Aarnio, Liisa Matilainen,
Kati Loukkola

Päivämäärä

17.6.2013

Julkaisun nimi

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012

Avainsanat

ilmanlaatu, pääkaupunkiseutu

Sarjan nimi ja numero: HSY:n julkaisuja 5/2013

ISSN-L 1798-6087

ISBN (nid.) 978-952-6604-68-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-69-5

ISSN (nid.) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Kieli: suomi

Sivuja: 120

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY
puhelin 09 156 11, faksi 09 1561 2011
www.hsy.fi

Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat sekä pitkällä aikavälillä että viimeisten yhdentoista vuoden aikana laskeneet otsonia lukuun ottamatta. Tämä on tapahtunut siitä huolimatta, että seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti.

Vuonna 2012 typenoksidien päästöt pysyivät edellisvuoden tasolla, rikkidioksidin päästöt puolestaan kasvoivat 24 % ja hiukkaspäästöt 4 %. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt vähenivät 5 % ja hiilimonoksidin päästöt 9 %. Pitkällä aikavälillä eri epäpuhtauksien päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet selvästi.

Sammandrag

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster HRM mäter luftkvaliteten i huvudstadsregionen. År 2012 var luftkvaliteten största delen av tiden god eller tillfredsställande. Antalet timmar med dålig eller mycket dålig luftkvalitet var färre än föregående år på alla mätstationer. De orsakades mestadels av vårens gatudamm.

Dygnsgränsvärdet för inandningsbara partiklar överskreds på den mobila mätstationen invid Ring I, i trafikledens omedelbara närhet. Överskridningen rapporteras dock inte till EU, eftersom stationen var i bruk i forskningssyfte. På de permanenta mätstationerna var dagarna som överskred dygnsgränsvärdesnivån $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ allmänt taget färre än föregående år. Dygnsriktvärdet för inandningsbara partiklar överskreds i Alberga och invid Ring I under vårens dammperiod och invid Ring I även i november. Koncentrationen av finpartiklar höll sig under gränsvärdet och WHO:s hälsobaserade årsriktvärde på alla mätstationer. Däremot överskreds WHO:s dygnsriktvärde under 3-8 dagar, beroende på mätstation. Den viktigaste orsaken för överskridningar var fjärrtransport av finpartiklar och därtill orsakade trafikens och den småskaliga förbränningens utsläpp överskridningar under inversionssituationer med svag vind.

På Mannerheimvägens mätstation i Helsingfors stadskärna var årskoncentrationen för kvävedioxid lägre än föregående år och låg klart under gränsvärdet. Koncentrationerna överskred dock fortsättningsvis gränsvärdet i Helsingfors livligt trafikerade gatukanjoner. Koncentrationsnivån för timgränsvärdet överskreds sju timmar på Mannerheimintie och fyra timmar i Vallila. Överskridningar av dygns- och/eller timriktvärdet för kvävedioxid mättes på Mannerheimvägen, i Vallgård, invid Ring I, i Alberga och i Dickursby.

Ozonhalterna var år 2012 lägre än föregående år på de flesta mätstationer och underskred målvärdena för år 2010 samt del långsiktiga målen. År 2012 mättes koncentrationerna av benso(a)pyren inom småhusområden i Botby i Helsingfors och i Kitteldalen i Esbo, samt på stadsbakgrundsstationen i Berghäll. Koncentrationerna låg under målvärdet. Koncentrationerna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly var låga och överskred inte gräns- eller riktvärdena. I Västra hamnen observerades dock att utsläppen från Munkholmens toppvärmecentral och fartygstrafiken tidvis orsakade avsevärt höga korttidskoncentrationer.

Utgivare

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

Författare

Päivi Aarnio, Liisa Matilainen,
Kati Loukkola

Datum

17.6.2013

Publikationens namn

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012

Nyckelord

luftkvalitet, huvudstadsregionen

Publikationsseriens titel och nummer:

HRM:s publikationer 5/2013

ISSN-L 1798-6087

ISBN (hft) 978-952-6604-68-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-69-5

ISSN (hft) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Språk: finska

Sidor: 120

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HSY

telefon 09 156 11, fax 09 1561 2011

www.hsy.fi

Koncentrationerna av luftföroreningar i huvudstadsregionen har, såväl på lång sikt, som under de senaste elva åren sjunkit, med undantag för ozon. Detta har skett trots att regionens invånar- och trafikmängder samt energiproduktion har ökat kraftigt.

År 2012 låg kväveoxidutsläppen kvar på samma nivå som föregående år, svaveldioxidutsläppen ökade 24 % och partikelutsläppen 4 %. Utsläppen av flyktiga organiska föreningar minskade 5 % och kolmonoxidutsläppen 9 %. På lång sikt har utsläppen av olika föroreningar i huvudstadsregionen klart minskat.

Abstract

Helsinki Region Environmental Services Authority HSY monitors air quality in the Helsinki metropolitan area. In 2012 air quality in the region was most of the time good or satisfactory. The number of hours with poor or very poor air quality was at all monitoring sites smaller than during the previous year. Poor or very poor air quality was in most cases due to spring time street dust.

The 24-hour limit value for thoracic particles was exceeded at the mobile monitoring site near the Kehä I ring road. At the permanent monitoring sites the number of days with the 24-hour average concentration above $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ was clearly lower than during the previous years. The national 24-hour guideline for thoracic particles was exceeded at Leppävaara and Kehä I monitoring sites during the street dust period and at Kehä I monitoring site also in November. The concentrations of fine particles did not exceed the EU limit value or the WHO annual guideline value. The WHO 24-hour guideline was, however, exceeded during 2 to 8 days depending on the monitoring site. The exceedances were mainly caused by long range transport of particles. Besides these, the emissions from traffic and small scale wood burning caused a few exceedances of the WHO 24-hour guideline in ground based inversion situations with low wind speeds.

At the Mannerheimintie monitoring station in the city centre of Helsinki the annual average concentration of nitrogen dioxide was lower than in 2011 and clearly below the limit value. The limit value was, however, still exceeded at many places in busy street canyons of Helsinki. The concentration level of the one hour limit value was exceeded seven hours at Mannerheimintie monitoring site and four hours in Vallila. The national 24-hour and/or one-hour guideline were exceeded at Mannerheimintie, Vallila, Kehä I, Leppävaara, and Tikkurila monitoring sites.

The concentrations of ozone were in 2012 lower than in 2011 at most monitoring stations, and they were below the target values and long term objectives for the protection of human health and also for the protection of vegetation. The concentrations of benzo(a)pyrene were monitored in detached house areas in Vartiokylä, Helsinki and in Kattilalaakoso, Espoo and also at the urban background monitoring station in Kallio, Helsinki. The concentrations stayed below the target value. The concentrations of sulphur dioxide, carbon monoxide, benzene, and lead were low and did not exceed the limit values or the guidelines. In Länsisatama the Munkkisaari district heating plant and ship traffic caused, however, relatively high concentrations of sulphur dioxide from time to time.

Published by

Helsinki Region Environmental Services Authority

Author

Päivi Aarnio, Liisa Matilainen,
Kati Loukkola

Date of

publication
17.6.2013

Title of publication

Air Quality in the Helsinki Metropolitan Area in 2012

Keywords

Air Quality, Helsinki Metropolitan Area

Publication series title and number:

HSY publications 5/2013

ISSN-L 1798-6087

ISBN (print) 978-952-6604-68-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-69-5

ISSN (print) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Language: Finnish

Pages: 120

Helsinki Region Environmental Services Authority

PO Box 100, 00066 HSY
Tel. +358 9 156 11, Fax +358 9 1561 2011
www.hsy.fi

The concentrations of air pollutants have decreased in the long run and also during the past eleven years except for ozone. This has happened despite the fact that the population and the traffic volumes have increased in the metropolitan area.

In 2012 the emissions of nitrogen oxides were at the same level as in the previous year. On the other hand, the emissions of sulphur dioxide increased 24 % and those of particles with 4 %. The emissions of volatile organic compounds decreased with 5 % and those of carbon monoxide with 9 %. In the long run the emissions of air pollutants have decreased in the Helsinki metropolitan area except for carbon dioxide.

Sisällys

1. Johdanto	7	9. Mustan hiilen pitoisuudet	43
2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista	8	10. Hiukkasten lukumääräpitoisuudet	45
2.1 Yleistä	8	11. Typpidioksidipitoisuudet keräinmenetelmällä	47
2.2 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset	8	11.1 Passiivikeräinkartoitukset raja-arvoa valvovissa kohteissa	47
2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset	9	11.2 Passiivikeräinkartoitukset erityiskohteissa Helsingissä	48
2.4 Vaikutukset epäpuhtausittain	9	11.3 Passiivikeräinkartoitukset Espoossa	48
3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2012	12	11.4 Passiivikeräinkartoitukset Kauniaisissa	48
4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna	14	11.5 Loittonevat mittausarjat Helsinki ja Vantaa	49
4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuna	14	11.6 Lentoaseman ja sataman passiivikeräinkartoitukset	50
4.2 Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet	17	12. Säätö	51
4.3 Pitoisuudet kynnys- ja tavoitearvoihin verrattuna	19	13. Ilmanlaatu keväällä 2013	53
4.4 Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuna	21	14. Päästöt	54
5. Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu	23	14.1 Liikenne	55
5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen	23	14.2 Pistelähteet	59
5.2 Vuodenaikaisvaihtelu	26	14.3 Pintalähteet	61
5.3 Viikonpäivävaihtelu	27	15. Yhteenveto ja johtopäätökset	62
5.4 Vuorokausivaihtelu	27	16. Lähdeluettelo	65
6. Ilmanlaatu erityiskohteissa	28	Liite 1. Pitoisuudet	67
6.1 Kehä I	28	Liite 2. Kuukausikeskiarvot	85
6.2 Kattilalaakso	30	Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut	87
6.3 Hakunila	31	Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat	91
6.4 Länsisatama (Hernesaari)	32	Liite 5. NO₂- ja SO₂-määritykset suuntaa-antavilla menetelmillä	110
7. Episoditilanteet	34	Liite 6. Päästöt	115
7.1 Kevään katupölykausi	34	Liite 7. Liikennemäärät päätieverkoilla syksyllä 2011	118
7.2 Typpidioksidiepisodit	35	Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä	119
7.3 Pienhiukkasepisodit	36		
7.4 Otsoniepisodit	38		
7.5 Varautuminen episoditilanteisiin	39		
8. Ilmanlaatu indeksillä arvioituna	40		
8.1 Ilmanlaatuindeksi	40		
8.2 Ilmanlaadusta tiedottaminen	40		
8.3 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna	40		

1. Johdanto

Tässä raportissa tarkastellaan ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla vuonna 2012. Ilmansaasteiden pitoisuuksia verrataan raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoihin sekä kriittisiin tasoihin ja arvioidaan niiden kehitystä viime vuosina. Raportissa kuvataan myös liikenteen, energiantuotannon ja muiden lähteiden päästöt vuonna 2012 sekä niiden kehitys. Liitteissä on esitetty tekstiä täydentäviä kuvia ja taulukoita sekä kuvaukset mittausasemista ja mittausverkon toiminnasta. Raporttiin on liitetty myös katsaus kevään 2013 ilmanlaadusta.

Merkittävimmät kaupunki-ilman laatua heikentävät epäpuhtaudet ovat hiukkaset (PM = particulate matter), typpidioksidi (NO₂), otsoni (O₃), hiilimonoksidi (CO), rikkidioksidi (SO₂), haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC) sekä eräät polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH) kuten bentso(a)pyreeni. Epäpuhtauksilla on korkeina pitoisuuksina haitallisia vaikutuksia niin terveyteen ja viihtyvyyteen kuin luontoonkin, ja tämän vuoksi niille on säädetty raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvot sekä kriittiset tasot.

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 katujen ja teiden ympäristössä. Otsonipitoisuudet ovat ajoittain korkeita keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittävät tavoitearvon paikoitellen pientaloalueilla. Satamien läheisyydessä rikkidioksidipitoisuudet voivat ajoittain nousta häiritsevän korkeiksi laivaliikenteen päästöjen takia. Yleensä rikkidioksidi-, lyijy- ja hiilimonoksidipitoisuudet eivät enää nykyään aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös arseenin, kadmiumin ja nikkelin sekä bentseenin pitoisuudet ovat matalia.

2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista

2.1 Yleistä

Ilmassa on epäpuhtauksina ihmisen toiminnasta ja luonnosta peräisin olevia haittaa aiheuttavia kaasumaisia ja hiukkasmaisia aineita. Epäpuhtauksien haitat voivat olla maailmanlaajuisia, alueellisia tai paikallisia. Maailmanlaajuisia vaikutuksia ovat kasvihuoneilmion 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, haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), polyykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH), raskasmetallit ja musta hiili (BC). Muutamilla teollisuuspaikkakunnilla myös pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS) ovat edelleen ilmanlaatuongelma. Kaupunki-ilman epäpuhtauksien päästölähteitä ovat mm. liikenne, pienpoltto, energiantuotanto ja teollisuus.

Päästöt purkautuvat ilmakehän alimpaan kerrokseen, missä ne sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmassojen 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 märkälaskemuksina, kuivalaskemuksina 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 tason, 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.

Typidioksidin ohjearvot ylittyvät Suomessa yleensä talvisin ja muulloin satunnaisesti suurimpien kaupunkien keskustoissa. Hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvon yleensä keväisin, etenkin vilkkaiden teiden ja katujen varrella. Rikkidioksidipitoisuuksien ohjearvot saattavat vielä ylittyä joillakin teollisuuspaikkakunnilla. Typidioksidin ja

hiukkasten raja-arvot eivät yleensä ylity, mutta ylityksiä saattaa esiintyä suurimpien kaupunkien ydinkeskustoissa ja vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ylittyy joskus myös työmaiden läheisyydessä. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet saattavat ylittää tavoitearvon pientaloalueilla. Otsonipitoisuuksille terveys- ja kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut pitkän ajan tavoitteet ylittyvät Suomessa, erityisesti taajamien ulkopuolella. Otsonin tiedotuskynnys saattaa ylittyä keväisin ja kesäisin, mutta ylitykset ovat harvinaisia.

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 matalia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille kuitenkin vaihtelee. Niin sanotut herkäät väestöryhmät saavat oireita ja heidän toimintakykynsä saattaa heikentyä jo kohtalaisen pienistä ilmansaasteipitoisuuksista. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä lapset. Tyypillisiä lasten oireita ovat nuha ja yskä, kun taas hengitys- ja sydänsairailta voi esiintyä heidän sairautelleen tyypillisiä oireita, kuten hengenhädistystä tai rintakipua. Talvisin pakkakanen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

Äkillisten hengitys- ja sydänoireiden tai allergiaoireiden lievittämiseen määrätty 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 rungotla kasvavien jäkälien vähentymisenä ja vaurioitumisena. Jäkälää voidaan käyttää niin kutsuttuina bioindikaattoreina selvitetäessä ilmansaasteiden vaikutusalueen laajuutta.

Pääkaupunkiseudulla bioindikaattoreilla on kartoitettu ilmansaasteiden leviämistä ja vaikutuksia viiden vuoden välein. Viimeisin kartoitus on tehty vuonna 2009 (Huuskonen ym. 2010). Tulokset kertovat elinympäristömme nuhraantumisesta: 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 suuriset hiukkaset määritellään ultrapieniksi ja ne saattavat tunkeutua keuhkorakkuloista verenkiertoon.

Pääkaupunkiseudun ulkoilmassa olevien hiukkasten paikallisia päästölähteitä ovat liikenne, puun pienpoltto ja energiantuotanto. Lisäksi seudulle kulkeutuu hiukkasia muualta Suomesta ja ulkomailta. Suurin osa kaupunkilman hengitettävistä hiukkasista on peräisin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat etenkin maaliskuuhuhtikuussa, kun jauhautunut asfaltista ja hiekotussepelistä talven aikana jauhautunut pöly nousee liikenteen vaikutuksesta ilmaan. Katupöly nostaa erityisesti karkeiden hengitettävien hiukkasten ($\text{PM}_{2,5-10}$ 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.

Ulkoilman hiukkasia pidetään länsimaissa kaikkein haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Hiukkasten päivittäisten pitoisuuksien lyhytaikainen kohoaminen lisää sydän- ja hengityselinoireita sekä hengityselin- ja sydänsairauksista johtuvia sairaalakäyntejä ja kuolleisuutta. Lyhytaikaista altistumista haitallisempaa on kuitenkin pitkäaikainen altistuminen hiukkasille. Esimerkiksi asuminen vilkasliikenteisen tien välittömässä läheisyydessä voi lisätä selvästi altistumista ja johtaa ääritapauksissa hengityselin- ja sydänsairauden kehittymiseen sekä eliniän lyhenemiseen.

Typenoksidit (NO ja NO_2)

Typenoksideilla (NO_x) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO_2). Suurin osa ulkoilman typenoksidien pitoisuuksista aiheutuu liikenteen päästöistä, joista raskaan liikenteen osuus on merkittävä. Typenoksidien pitoisuudet ovat suurimmillaan ruuhka-aikoina, erityisesti talvella ja keväällä tyynellä säällä.

Eniten terveyshaittoja aiheuttava typen oksidi on typpidioksidi (NO_2), joka tunkeutuu syvälle hengitysteihin. Se lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoilla sekä korkeina pitoisuuksina supistaa keuhkoputkia. Typpidioksidi voi lisätä hengitysteiden herkkyyttä muille ärsykeille, 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 (O_3)

Otsoni suojelee tai vahingoittaa maan eliöitä riippuen sen esiintymiskorkeudesta ilmakehässä. Korkealla yläilmakähdessä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultravioletti- 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 yläilmakähdessä (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 taajamien 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 lisääntynyttä 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 herkkyyks 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 matalia. 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 astmaattikkojen kohtauksia. Rikkidioksidin aiheuttamia tyypillisiä äkillisiä oireita ovat yskä, hengenahdistus ja keuhkoputkien supistuminen. Astmaattikot 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)

Kaupunki-ilman häkä on peräisin pääosin henkilöautojen pakokaasuista. Ulkoilman häkäpitoisuudet ovat nykyisin varsin matalia 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 vanhuksat, 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 puolihihtuvia ja esiintyvät olosuhteista riip-

puen myös hiukkasmuodossa. VOC-yhdisteitä ovat mm. monet hiilivedyt, alkoholit, ketonit, aldehydit, esterit ja eetterit. Metaania ei yleensä sisällytetä VOC-yhdisteiden kokonaismäärään 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 liittynyt 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 kehityvälle keskushermostolle. Syöpävaarallisten arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat kohonneita erityisesti metalliteollisuusympäristöissä.

Musta hiili (BC)

Mustalla hiilellä tarkoitetaan voimakkaasti valoa sitovia hiukkasia, joissa on korkea epäorgaanisen hiilen pitoisuus. Valtaosa mustasta hiilestä sijoittuu pienhiukkasten kokoluokkaan (<2,5 µm). Mustaa hiiltä vapautuu ilmaan polttoprosesseissa. Tärkeimmät päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat dieselaajoneuvot, puun pienpoltto, laivaliikenne ja kaukokulkeuma. Ulkolähteistä peräisin oleva musta hiili tunkeutuu tehokkaasti sisätiloihin.

Musta hiili on yhdistetty kasvihuoneilmion voimistumiseen, koska se sitoo tehokkaasti lämmittävää auringon säteilyä, sekä terveyshaittoihin. Epäorgaaninen hiili itsessään ei ole erityisen haitallista, mutta polttoprosesseissa vapautuvaan hiileen on aina sitoutuneena terveydelle haitallisia metalleja ja orgaanisia yhdisteitä. Mustan hiilen pitoisuus on hyvä polttoperäisten pienhiukkasten pitoisuuden mitta.

Lyhytaikainen altistuminen korkeille polttoperäisten hiukkasten pitoisuuksille on yhdistetty sydän- ja hengityselinsairauksien pahenemiseen sekä kohonneeseen kuoleman riskiin kroonisesti sairailta henkilöillä. Suurimmat terveyshaitat aiheutuvat pitkäaikaisesta vuosia kestävästä altistumisesta. Korkeille mustan hiilen pitoisuuksille altistuvat esimerkiksi suurempien teiden varsilla asuvat, jos rakennuksessa ei ole tehokasta tuloilman suodatusta. Vilkkaasti liikennöidyn tien lähellä asuminen on tutkimuksissa ollut yhteydessä esimerkiksi kohonneeseen astman ja sydänsairauden riskiin.

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 kasvihuoneilmiötä, mutta se ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja.

3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2012

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvatoimisin mittauksin, keräinmenetelmin, mallintamalla sekä bioindikaattoreiden avulla. Vuonna 2012 HSY seurasi pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvatoimisin mittauksin 11 kohteessa. Kuvassa 3.1. on esitetty vuoden 2012 mittausasemien sijainti. Mittausasemista seitsemän on pysyviä ja neljän paikka harkitaan vuosittain eli ne ovat nk. siirrettäviä mittausasemia.

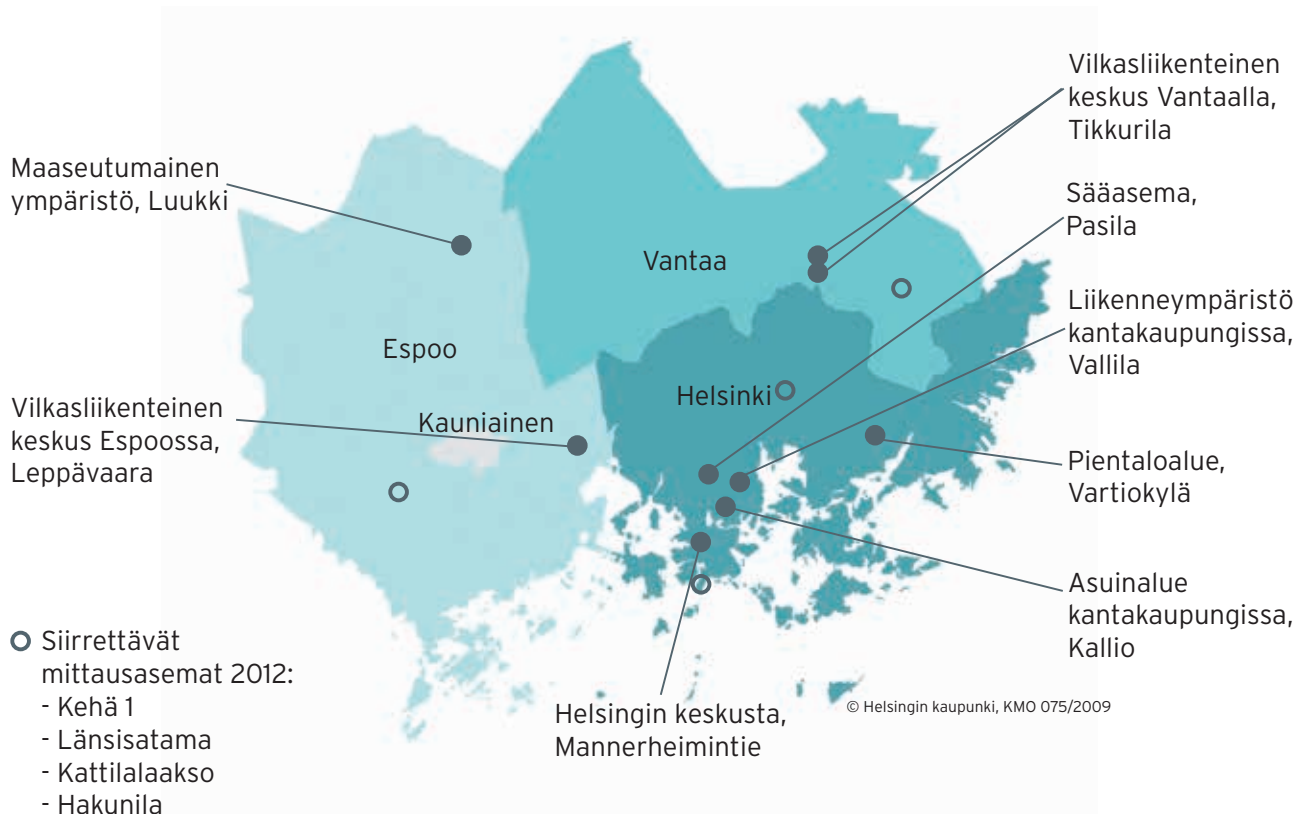
Mittauksin selvitettiin liikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen ja pienpolton päästöjen vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatua. Asemilla mitattiin kaupunki-ilman tärkeimpien ilmansaasteiden, hiukkasten (hengitettävät hiukkaset, pienhiukkaset, hiukkasten lukumäärä), typenoksidien (typpimonoksidi ja typpidioksidi), otsonin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja mustan hiilen pitoisuuksia. PM_{10} -näytteistä analysoitiin raskasmetallien ja PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. Lisäksi mitattiin säätilaa kuvaavia muuttujia. Taulukossa 3.1 on esitetty mittausasemittain vuonna 2012 mitatut ilmansaasteet. Mittausverkon toimintaa ja mittausasemia sekä itse mittausmenetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteessä 4. Aikaisempien vuosien mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy tietoa paikkatietokartan kautta HSY:n verkkosivuilta (www.hsy.fi → Seutu- ja ympäristötieto → Ilmanlaatu → Ilmanlaadun arviointi → Mittausasemat kartalla).

Mittausasemat on sijoitettu edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Mannerheimintien mittausasema edustaa vilkasliikenteistä kaupunkikeskustaa ja Vallila kuvaa puolestaan yleisemmin Helsingin keskustan liikennenympäristöjä. Kallio kuvaa kantakaupungin yleistä ilmanlaatua, ja tällä kaupunkitausta-asemalla mitatut pitoisuudet kuvaavat tasoa, jolle ihmiset keskimäärin altistuvat Helsingin keskustan asuinalueilla. Vartiokylän mittausaseman tulokset kuvaavat ilmanlaatua pientalo-alueella sekä alueellista taustapitoisuutta. Leppävaara ja Tikkurila kuvaavat vilkasliikenteisiä kaupunkiympäristö-

ja Espoossa ja Vantaalla. Tiedekeskus Heureka Tikkurilassa mitatut otsonipitoisuudet kuvaavat otsonitasoa esikaupunkialueella. Luukissa sijaitsee alueellinen tausta-asema, joka kuvaa seudun ilmanlaatua etäällä päästölähteistä. Luukin mittauksia voidaan hyödyntää myös ilmansaasteiden kaukokulkeumien arvioinnissa. Luukin mittausasema siirrettiin vuoden 2012 toukokuussa Luukinjärven rannalta osoitteesta Luukinranta 10 noin 200 m länteen Suur-Helsingin golf-kentän laidalle Luukintien varteen. Ympäristön olosuhteet muuttuivat niin vähän, että siirrolla ei ole juurikaan vaikutusta pitoisuuksiin.

Siirrettävillä mittausasemilla seurataan ilmanlaatua erityiskohteissa vuoden jaksoissa. Vuonna 2012 siirrettiävät mittausasemat sijaitsivat Helsingissä Länsisataman alueella Hernesaassa ja Kehä I varrella Malmilla, Espoossa Kattilalaaksossa ja Vantaalla Hakunilassa Lahdenväylän läheisyydessä. Länsisataman mittauksien tavoitteena oli arvioida satamatoiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttivat pääasiassa laivojen päästöt Länsisatamassa sekä Munkkisaaren huippulämpökeskuksen päästöt. Kehä I:n mittausaseman tarkoituksena oli selvittää ilmansaasteiden pitoisuuksia vilkasliikenteisen väylän välittömässä läheisyydessä. Kehä I:n mittauksia käytetään mm. pölyntorjunnan kehittämiseen. Espoon Kattilalaaksossa tehdyillä mittauksilla selvitettiin pientaloalueen ilmanlaatua sekä puun pienpolton vaikutuksia siihen. Kattilalaakson mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pientaloalueilla, joissa käytetään paljon puuta lämmönlähteenä. Vantaan Hakunilan mittausaseman mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua vilkasliikenteisen väylän läheisyydessä. Hakunilassa mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudulla vilkasliikenteisten pääväylien varsilla.

Vuonna 2012 kartoitettiin passiivikeräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia 46 mittauspisteessä eri puolilla pääkaupunkiseutua ja rikkidioksidin pitoisuuksia neljässä pisteessä satama-alueilla (luku 11).



Kuva 3.1. HSY:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2012.

Taulukko 3.1. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut yhdisteet vuonna 2012.

Mittausasema	Edustavuus	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	VOC	metallit	PAH	BC	Hiukkasten lukumäärä
Mannerheimintie	vilkasliikenteinen keskusta	x	x	x		x	x					
Vallila	kantakaupunki, liikenneympäristö	x		x	x							
Kallio	kantakaupunki, tausta-asema	x	x	x			x	x	x	x	x	
Vartiokylä	pientaloalue	x	x	x		x	x	x		x		
Leppävaara 4	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x								
Luukki	maaseutu, tausta-asema		x	x	x		x					
Tikkurila 2	esikaupunkialue						x					
Tikkurila 3	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x		x		x				
Länsisatama	sataman vaikutusalue		x	x	x							
Kehä I	pääväylän vaikutusalue	x	x	x							x	x
Kattilalaakso	pientaloalue		x	x						x		
Hakunila	pääväylän vaikutusalue		x	x								

4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna

4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuna

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

Hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, typpidioksidin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuuksille on vahvistettu raja-arvot valtioneuvoston ilmanlaatuasetuksella 38/2011 (taulukko 4.1). Pääkaupunkiseudulla mitatut pitoisuudet suhteessa raja-arvoihin on esitetty liitteessä 1.

Kriittisillä tasoilla tarkoitetaan sellaista ilmansaasteepitoisuutta, jota suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa suoria haitallisia vaikutuksia kasvillisuudessa ja ekosysteemeissä (taulukko 4.2.)

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2012 hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat pääkaupunkiseudun mittausasemilla välillä 10-25 µg/m³ (kuva 4.1). Pienimmät pitoisuudet mitattiin Vartiokylän pientaloalueella (Luukin tausta-aseamalla ei tehty mittauksia) ja korkeimmat Helsingissä Kehä I:n varrella Malmilla. Pitoisuudet alitivat kaikilla mittausasemilla selvästi vuosiraja-arvon (40 µg/m³).

Vuorokausipitoisuuden raja-arvo ylittyi niukasti siirrettävällä mittausasemalla Kehä I:n varressa Malmilla (36 yli-

tyspäivää). Raja-arvo katsotaan ylittyneeksi, kun vuorokausipitoisuudet ylittävät tason 50 µg/m³ vuoden aikana yli 35 kertaa. Ylityksiä oli Mannerheimintiellä seitsemän, Vallilassa kolme, Kalliossa ja Vartiokylässä ei yhtään, Leppävaarassa kymmenen ja Tikkurilassa yksi (kuva 4.2). Yliytysten määrät olivat yleisesti edellisvuotta pienempiä. Kehä I:n piennaralueella mitattua raja-arvon ylitystä ei raportoida EU:lle, sillä asema oli tutkimuskäytössä eikä altistuvia asukkaita ole näin lähellä väylää.

Suurin osa raja-arvotason ylityksistä ajoittui kevään katu-
pölykauteen maaliskuun huhtikuulle (luku 7.1). Vielä toukokuussa ylityksiä esiintyi Mannerheimintiellä ja Kehä I:n varrella kahtena päivänä ja Vallilassa kerran. Kehä I:n varrella raja-arvotaso ylittyi lisäksi kahtena päivänä tammi-helmikuussa ja yhdeksänä päivänä syksyllä loka-marraskuussa nastarengas- ja hiekoituskauden alettua.

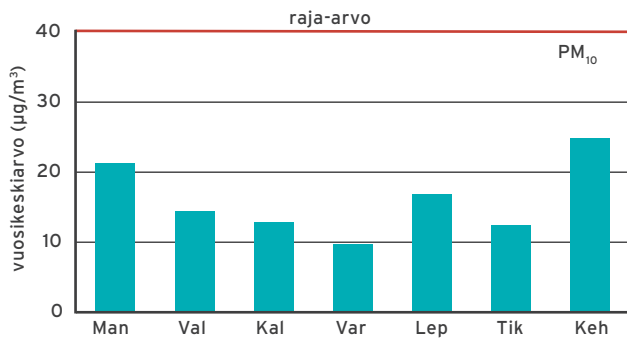
Vuoden korkeimmat hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kallion 35 ja Kehä I:n 165 µg/m³ välillä ja tuntipitoisuudet Kallion 101 ja Leppävaaran 495 µg/m³ välillä (liite 1). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin kevään pölykaudella maaliskuussa. Kevätpölykauden pitoisuuksia on tarkemmin kuvattu luvussa 7.1.

Taulukko 4.2. Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi annetut kriittiset tasot.

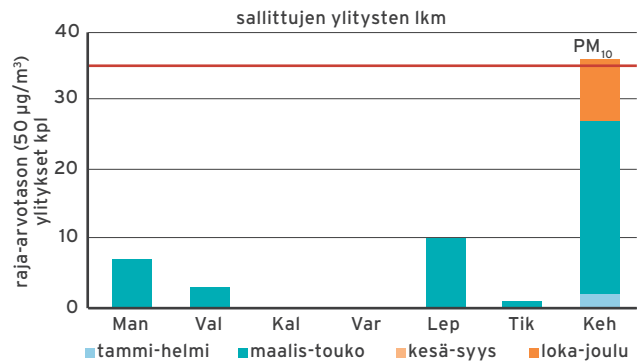
Yhdiste	Aika	Kriittinen taso, µg/m ³
Rikkidioksidi SO ₂	kalenterivuosi ja talvi	20
Typenoksidit NO _x	kalenterivuosi	30

Taulukko 4.1. EY:n ilmanlaadun raja-arvot.

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	-	voimassa
Typpidioksidi NO ₂	vuosi	40	-	voimassa
	tunti	200	18 h/vuosi	-"-
Rikkidioksidi SO ₂	vrk	125	3 vrk/vuosi	voimassa
	tunti	350	24 h/vuosi	-"-
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	10 mg/m ³	-	voimassa
Bentseeni C ₆ H ₆	vuosi	5	-	voimassa
Lyijy Pb	vuosi	0,5	-	voimassa



Kuva 4.1. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot.



Kuva 4.2. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet vuorokausiraja-arvoon verrattuina eli 50 µg/m³ ylittävien vuorokausien määrä. Ylitysten ajankohdat on luokiteltu neljään jaksoon.

Pienhiukkaset

Pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttaa eniten kaukokulkeuma. Pienempi osuus on peräisin paikallisista lähteistä kuten liikenteen pakokaasuisista, katupölystä ja puun pienpoltosta. Pienhiukkaspitoisuuksien vuorokausiraja-arvo on 25 µg/m³ eikä se ylity missään pääkaupunkiseudulla.

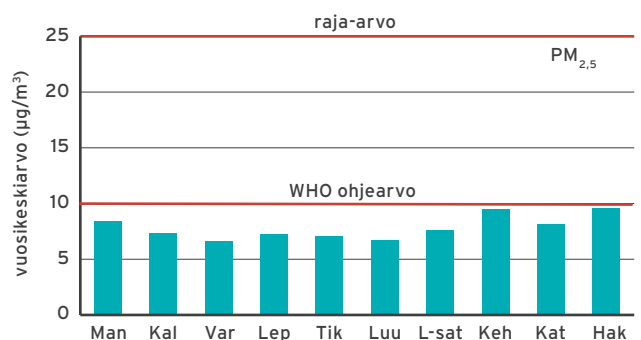
Maailman terveysjärjestö WHO:n ohjearvo pienhiukkasten vuosipitoisuudelle on huomattavasti EU:n raja-arvoa matalampi eli 10 µg/m³. WHO on antanut vuorokausipitoisuudelle ohjearvon 25 µg/m³ (WHO 2006). WHO:n vuosiohjearvo on ylittynyt useina vuosina vilkkaimmissa liikennepäristöissä pääkaupunkiseudulla ja vuorokausiohjearvo joka vuosi kaukokulkeumien vuoksi koko seudulla. Vuorokausiohjearvo ylittyy epäsuotuisissa sääolosuhteissa paikoin myös liikenteen ja puun pienpoltton päästöjen vuoksi.

Vuonna 2012 pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat selvästi edellisvuotta matalampia ja sekä raja-arvon että WHO:n ohjearvon alapuolella. Vuosikeskiarvo vaihtelivat Luukin 6,7 ja Hakunilan 9,6 µg/m³:n välillä (kuva 4.3). Keskeinen syy matalampiin pitoisuuksiin oli pienhiukkasten vähäinen kaukokulkeutuminen seudulle (luku 7.3). WHO:n vuorokauden ohjearvotason (25 µg/m³) ylittäviä päiviä oli Mannerheimintielle, Kalliossa ja Länsisatamassa neljä, Vartiokylässä kaksi, Leppävaarassa kolme, Tikkurilassa viisi, Luukissa kolme, Kehä I:n varrella kahdeksan, Kattilalaaksossa kuusi ja Hakunilassa viisi (kuva 4.4). Ylitykset johtuivat suurimmaksi osaksi kaukokulkeumasta. Myös paikallisen liikenteen päästöt myötävaikuttivat ylityksiin vilkasliikenteisillä alueilla. Lisäksi puun pienpoltolla oli selvä vaikutus ylitysten määrään Kattilalaaksossa. Ylityksiä oli Mannerheimintielle, Vartiokylässä, Leppävaarassa sekä Luukissa selvästi edellisvuotta vähemmän, Kalliossa yksi enemmän ja Tikkurilassa saman verran kuin vuonna 2012.

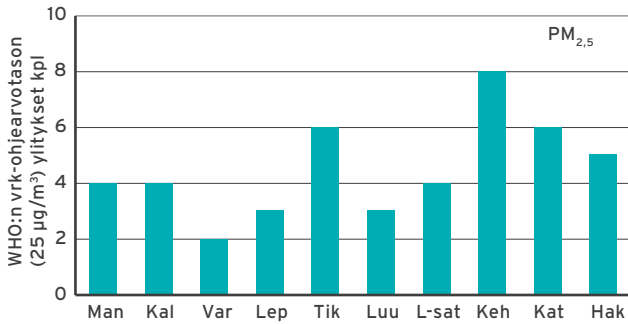
Vuoden korkeimmat pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kallion, Vartiokylän ja Leppävaaran 29 ja Kehä I:n 37 µg/m³:n välillä. Korkeimmat tuntipitoisuudet puolestaan vaihtelivat Länsisataman 54 ja Hakunilan

252 µg/m³:n välillä. Hakunilan korkein tuntipitoisuus aiheutui uudenvuoden iltotulituksista. Korkeimmat vuorokausipitoisuudet esiintyivät yleisesti maaliskuun alussa olleen kaukokulkeumaepisodin aikana, mutta Kehä I:llä kuitenkin helmikuun alussa heikkotuulisessa inversiotilanteessa. Korkeiden pitoisuuksien episodeja on tarkemmin kuvattu luvussa 7.2

Pienhiukkasille on ilmanlaatuasetuksessa määritelty kansallinen altistumisen pitoisuuskatto (20 µg/m³ 31.12.2015 alkaen) sekä altistumisen vähennystavoite. Koko Suomen altistumisen pitoisuuskaton toteutumisen seurannassa sekä altistumisen vähennystavoitteen laskennassa käytetään nk. altistumisindikaattoria. Se lasketaan pääkaupunkiseudun Kallion mittausaseman mittaustulosten kolmen kalenterivuoden liukuvana keskiarvona. Esim. vuoden 2010 keskimääräinen altistumisindikaattorin arvo on Kallion mittausasemalla mitattu vuosien 2009-2011 pitoisuuskeskiarvo. Altistumisindikaattorin arvoksi vuodelle 2010 on saatu 8,3 µg/m³, mikä on selvästi alle altistumisen pitoisuuskaton. Altistumisen vähentämistavoite on 0 %, jos altistumisindikaattorin arvo on ≤ 8,5 µg/m³. Suo- melle ei siis tällä perusteella tullut altistumisen vähentämistavoitetta.



Kuva 4.3. Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot vuonna 2012. Raja-arvo on 25 µg/m³ ja WHO:n ohjearvo 10 µg/m³.



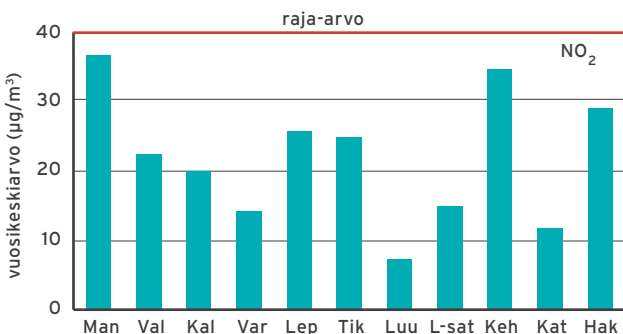
Kuva 4.4. WHO:n pienhiukkasten vuorokausiohjearvon 25 µg/m³ ylittävien päivien lukumäärät vuonna 2012.

Typpidioksidi ja typenoksidit

Vuonna 2012 typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat Luukissa mitatun 7 ja Mannerheimintien mittausasemalla mitatun 37 µg/m³:n välillä. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla vuosiraja-arvon (40 µg/m³) alapuolella. Pitoisuudet olivat Tikkurilassa selvästi edellisvuotta matalammat ja muilla mittausasemilla hieman matalammat tai edellisvuoden tasolla.

Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitettiin useissa paikoissa suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä. Näissä mittauksissa typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon vuonna 2012 Helsingin keskustan katukuiluissa, eli Mannerheimintien Töölöntullissa, Hämeentiellä ja Mäkeläkadulla (ks. luku 11). Lisäksi raja-arvo ylittyi Eliel Saarisen tien tunnelissa bussipysäkillä sekä Helsinki-Vantaan lentoasemalla terminaali 1:n ja terminaali 2:n edessä.

Typpidioksidin tuntiraja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla. Tuntipitoisuuden raja-arvo on 200 µg/m³ ja se ylittyy, jos tätä suurempia tuntipitoisuuksia havaitaan yli 18 tuntia vuodessa. Vuonna 2012 raja-arvotason ylittäviä pitoisuuksia mitattiin Mannerheimintiellä seitsemän ja Vallilassa neljä tuntia, muilla mittausasemilla ei lainkaan.



Kuva 4.5. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot. Raja-arvo on 40 µg/m³.

Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat tuntiarvot vaihtelivat Luukin 63 µg/m³ ja Mannerheimintien 252 µg/m³ välillä, ja korkeimmat vuorokausiarvot Luukin 37 µg/m³ ja Mannerheimintien 130 µg/m³ välillä.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi typenoksideille on annettu kriittinen taso 30 µg/m³ (taulukko 4.2). Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän tasoon. Luukissa NO- ja NO₂-pitoisuuksien vuosikeskiarvojen summa oli 7 µg/m³ ja siten selvästi alle kriittisen tason.

Rikkidioksidi, hiilimonoksidi ja lyijy

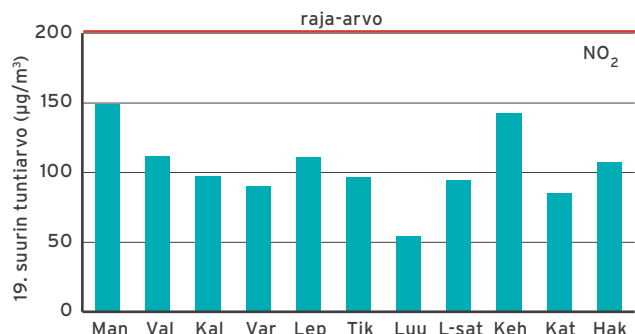
Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2012 selvästi raja-arvojen alapuolella. Vuorokausiraja-arvoon (125 µg/m³) ja tuntiraja-arvoon (350 µg/m³) verrannolliset pitoisuudet olivat Länsisatamassa 63 ja 127 µg/m³, Vallilassa 12 ja 20 µg/m³ ja Luukissa 6 ja 13 µg/m³. Vaikka raja-arvot eivät ylittyneetkään, niin Länsisatamassa pitoisuudet kohosivat ajoittain huomattavan korkeiksi laivojen ja Munkkisaaren huippulämpökeskuksen päästöjen vuoksi. Näitä tilanteita on tarkemmin kuvattu luvussa 6.4. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat Luukin 1 ja Länsisataman 6 µg/m³:n välillä.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on rikkidioksidille annettu kriittinen taso 20 µg/m³ kalenterivuodelle ja talvikaudelle (taulukko 4.2). Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän tasoon. Luukin rikkidioksidipitoisuudet olivat selvästi kriittisten tasojen alapuolella.

Hiilimonoksidin kahdeksan tunnin keskiarvolle annettu raja-arvo (10 mg/m³) alittui selvästi. Korkein kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuus oli 1,6 mg/m³ ja se mitattiin Mannerheimintiellä helmikuussa.

Lyijypitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,006 µg/m³, mikä oli vain murto-osa vuosiraja-arvosta 0,5 µg/m³.

Pääkaupunkiseudulla mitatut rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet suhteessa raja-arvoihin on esitetty liitteessä 1.



Kuva 4.6. Typpidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.

Bentseeni

Bentseenin pitoisuuksia mitattiin passiivikeräinmenetelmällä kahden viikon jaksoissa Kalliossa, Vartiokylässä ja Tikkurilassa. Bentseenin vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,7, Vartiokylässä 0,8 ja Tikkurilassa 1,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siis selvästi bentseenin vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella. Bentseenipitoisuuksien lisäksi passiivikeräinnäytteistä mitattiin myös eräiden muiden VOC-yhdisteiden pitoisuuksia. Tulokset on esitetty liitteessä 1.

4.2 Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet

Ilman epäpuhtauspitoisuuksille asetetut raja-arvot ovat pääkaupunkiseudulla ylittyneet vain Helsingissä. Kuvassa 4.7 on esitetty ne Helsingin katuosuudet, joilla hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien arvioitu voivan ylittää raja-arvot. Arvioitujen ylityskatujen pituus on noin kahdeksan kilometriä. Arvio perustuu ilmanlaadun mittauksiin ja asiantuntija-arvioon vuodelta 2004 (Helsinki 2005). Kuvassa on esitetty myös pysyviä ja siirrettäviä mittausasemien paikat sekä ko. kaduilla olleet typpidioksidin passiivikeräyspaikat. Punaisin symbolein on merkitty ne paikat, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvo on ylittynyt viimeisimmissä mittauksissa tai passiivikeräyksissä.

Pääkaupunkiseudulla on laadittu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta ilmansuojeluohjelmat pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n (nykyisin Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY) laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä tausta-aineistosta (Helsinki 2008; Espoo 2008; Kauniainen 2008; Vantaa 2008; YTV 2008 a, b). Ohjelmat on laadittu vuosille 2008-2016. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus on toimitettu EU-komissiolle vuonna 2008. Ohjelman toteutumista seurataan ja siitä raportoidaan ympäristönsuojelulain (13/2011) mu-

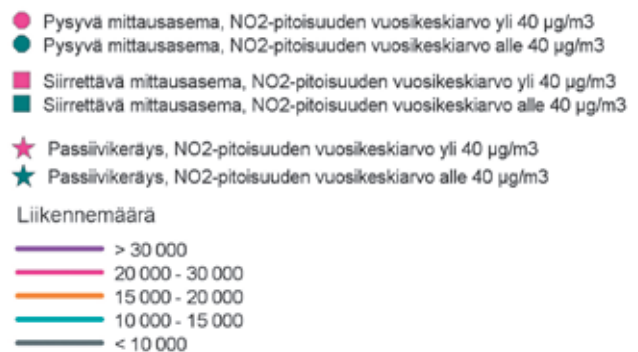


kaisesti vuosittain ELY-keskukselle ja ympäristöministeriölle. Pitkäjärjestelmien toimintaohjelmien lisäksi pääkaupunkiseudulle on laadittu varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen (HSY 2010b) (luku 7.5).

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 vain vuosina 2003, 2005 ja 2006. Näistä ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on kuvattu mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten pääsyyt ja laaditut toimenpidesuunnitelmat sekä niiden toteutuminen.

Helsingin kaupungin toimenpiteet katupölyn vähentämiseksi ovat olleet tehokkaita ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat alentuneet viime vuosina. Raja-arvon ylityksiä ei ole vuoden 2006 jälkeen mitattu Helsingin katuverkossa (taulukko 4.3).

Kehä I:n piennaralueella vuonna 2012 mitattua raja-arvon ylitystä ei raportoida EU:lle sillä asema oli tutkimuskäytössä eikä altistuvia asukkaita ole näin lähellä väylää. Tulosten perusteella on kuitenkin vuonna 2013 tehostettu koko pääkaupunkiseudun pääväylien pölynsidontakasteleluun liittyviä käytäntöjä: Jos pääväylillä raja-arvotasa uhkaa ylittyä, HSY lähettää siitä viestin Tieliikennekeskukseen, joka puolestaan välittää sen toimenpidepyynnönä urakoitsijoille. Urakoitsijat kirjaavat toimenpidepyynnön johdosta toteutetut kastelut Tieliikennekeskuksen LIITO-järjestelmään ja HSY raportoi toimenpiteet kuntien ympäristötarkastajille.



Kuva 4.7. Helsingin katuosuudet, joissa ilmanlaadun raja-arvojen arvioidaan ylittyvän. Punaisin symbolein on merkitty ne paikat, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvo on ylittynyt viimeisimmissä mittauksissa.

Pääkaupunkiseudulla on tehty runsaasti tutkimuksia liittyen katupölyn lähteisiin ja haittojen vähentämisen mahdollisuuksiin (Tervahattu ym. 2007, Kupiainen ym. 2009, 2011, 2012, Kupiainen ja Stojiljkovic 2009, Kupiainen ja Ritola 2013). Vuonna 2011 käynnistyi nelivuotinen REDUST-tutkimushanke, jonka tavoitteena on löytää parhaat talvikunnossapidon keinot, joilla katupölyä voidaan vähentää, sekä edesauttaa näiden keinojen käyttöönottoa (www.redust.fi). Hankkeen koordinaattorina toimii Helsingin ympäristökeskus. Hankkeen toteutuksessa ovat mukana myös HKR, Espoo, Vantaa, HSY, Metropolia Ammattikorkeakoulu ja Nordic Envicon Oy. Hankkeen rahoitukseen on saatu EU Life+ -rahoitustukea.

NASTA-tutkimusohjelmassa on vuosina 2011-2013 selvitetty, olisiko Helsingissä mahdollista parantaa kaupunki-ilman laatua ja vähentää katujen ylläpitokustannuksia vähentämällä nastarenkaiden käyttöä. Erityisesti tutkittiin, mikä olisi vähentämisen vaikutus liikenneturvallisuuteen. Tutkimusohjelmaa koordinoi Helsingin rakennusvirasto ja sitä rahoittivat rakennusviraston lisäksi Helsingin ympäristökeskus ja kaupunkisuunnitteluvirasto, HSY, liikenne- ja viestintäministeriö, liikenteen turvallisuusvirasto, liikennevirasto, sosiaali- ja terveysministeriö, Vantaan kaupunki ja ympäristöministeriö (www.nasta.fi) (HKR 2013, Kupiainen ym. 2013).

Typidioksidin raja-arvo tuli saavuttaa vuonna 2010. Ilmansuojeluohjelmien toimenpiteet eivät kuitenkaan ole ehtineet vaikuttaa riittävästi, ja raja-arvo ylittyy edelleen useissa katukuiluissa (taulukko 4.4). Liikenteen päästöt ja dieselautojen osuuden kasvu ovat pääsyytä raja-arvojen ylittymiseen. EU-komissio on antanut jäsenmaille mahdollisuuden anoa jatkoaikaa raja-arvon saavuttamiseen. Suomi on saanut jatkoaikaa raja-arvon saavuttamiseksi Helsingissä vuoden 2015 alkuun asti. Helsingin jatkoaikehakemuksessa osoitettiin, että typidioksidin pitoisuudet laskevat raja-arvon alapuolelle vuoteen 2015 mennessä joukkoliikenteen kehittämiseen liittyvien hankkeiden ja liikennemäärien vähenemisen ansiosta. Liikennemäärät eivät kuitenkaan ole vähentyneet odotetulla tavalla, vaan niiden ennustetaan lähivuosina jopa kasvavan. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto käynnisti vuonna 2012 selvityksen raja-arvon saavuttamiseksi tarvittavista toimenpiteistä. Selvityksen laatimiseen osallistuvat myös Helsingin ympäristökeskus, HSL ja HSY.

Taulukko 4.3. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylittävien vuorokausien lukumäärä Helsingin katukuiluissa ja ydinkeskustassa. *

Mittausasema	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Töölö	32	21	9								
Mannerheimintie				49	37	33	35	30	24	19	7
Runeberginkatu		41	32								
Hämeentie				41				21			
Töölöntulli					59				30		
Unioninkatu						23					
Mäkelänkatu										28	

* Raja-arvon ylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

Taulukko 4.4. Typidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Helsingin katukuiluissa ja ydinkeskustassa. *

Mittausasema	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Töölö	37	34	36								
Mannerheimintie				43	42	42	41	41	41	39	37
Runeberginkatu			39								
Hämeentie				46				43			
Töölöntulli					54				53		
Unioninkatu						36					
Mäkelänkatu										50	

* Raja-arvon ylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

4.3 Pitoisuudet kynns- ja tavoitearvoihin verrattuina

Ilmanlaadun kynnsarvot (VN 38/2011) määrittelevät tason, jonka ylityessä väestölle on tiedotettava tai väestöä on varoitettava kohonneista ilma-asteiden pitoisuuksista. Kynnsarvot on annettu otsonille, rikkidioksidille sekä typpidioksidille (taulukko 4.5). Tiedotuskynns ilmaisee tason, jonka ylittyminen voi vaarantaa erityisen herkkien väestöryhmien terveyden. Varoituskynns puolestaan on pitoisuustaso, jonka ylityessä lyhytaikainenkin altistuminen vaarantaa väestön terveyden. Suomessa ei ole esiintynyt varoituskynns ylittäviä pitoisuuksia. Rikki- ja typpidioksidin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla erittäin matalia suhteessa varoituskynnsiin. Otsonille annettu tiedotuskynns on ylittynyt pääkaupunkiseudun alueella 7.5.2004 voimakkaan kaukokulkeman aikaan (luku 7.4).

Tavoitearvot määrittelevät pitoisuuden tai kuormituksen, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa (taulukko 4.6). Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkällä aikajänteellä. Terveysperusteiset tavoitearvot on annettu otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso(a)pyreenille. Lisäksi otsonille on annettu kasvillisuusperusteiset tavoitearvot, joita kuvataan ns. AOT40-indeksin avulla (taulukko 4.6).

Otsoni

Otsonipitoisuuden 8 tunnin keskiarvot eivät ylittäneet $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kertaakaan vuoden 2012 aikana. Vuosina 2010–2012 keskimääräiset ylityspäivien lukumäärät vaihtelivat asemasta riippuen kahdesta neljään. Vuodesta 2010 alkaen ylityspäiviä sallitaan kolmen vuoden keskiarvona enimmillään 25, mutta pitkän ajan tavoitteena on, ettei ylityspäiviä ole lainkaan (kuva 4.8), joten otsonipitoisuudet jäivät sekä vuoden 2010 tavoitearvon että pitkän ajan tavoitteen alapuolelle. Pitoisuudet alittivat myös kasvillisuuden suojelemiseksi annetut tavoitearvot (kuva 4.9). Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi annetut pitkän aikavälin tavoitteet ovat ylittyneet useimpina vuosina viimeisten 20 vuoden aikana (liite 1).

Taulukko 4.5. Otsonin, rikkidioksidin ja typpidioksidin kynnsarvot.

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

Taulukko 4.6. Otsonin, arseenin, kadmiumin, nikkelin ja bentso(a)pyreenin tavoitearvot sekä otsonin pitkän ajan tavoitteet.

Yhdiste	Aika	Tavoitearvo ja sen saavuttamisaika	Pitkän ajan tavoite
Terveysperusteinen suojeleminen:			
Otsoni O_3	8 tunnin liukuva keskiarvo	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 1.1.2010 alkaen ylityksiä sallittu 25 kpl/vuosi kolmen vuoden keskiarvona	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ei ylityksiä
Arseeni As	vuosi	$6 \text{ ng}/\text{m}^3$, 1.1.2013 alkaen	
Kadmium Cd	vuosi	$5 \text{ ng}/\text{m}^3$, -"-	
Nikkeli Ni	vuosi	$20 \text{ ng}/\text{m}^3$, -"-	
Bentso(a)pyreeni	vuosi	$1 \text{ ng}/\text{m}^3$, -"-	
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 (joista ensin on vähennetty $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) summa jaksolla 1.5.-31.7. klo 10-22 eli AOT40-indeksi.

Raskasmetallit ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt

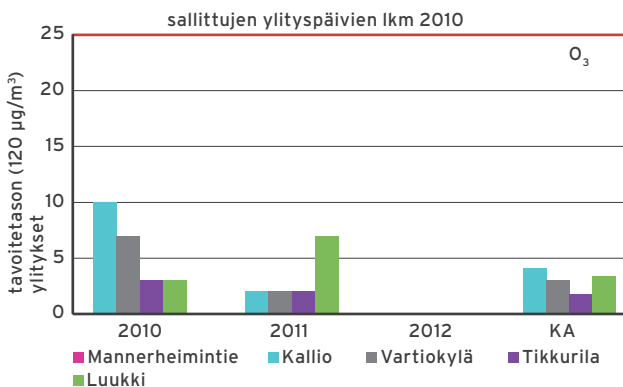
Eräille raskasmetalleille ja bentso(a)pyreenille, joka kuuluu polysyklisiin aromaattisiin hiilivetyihin (PAH), on määritelty tavoitearvot valtioneuvoston asetuksella 164/2007 (taulukko 4.6).

Raskasmetalleja on mitattu pääkaupunkiseudulla vuodesta 2000 lähtien. Vuonna 2012 mittauksia tehtiin Kalliossa. Raskasmetallien pitoisuudet olivat selvästi tavoitearvojen alapuolella, eivätkä ne myöskään ylittäneet arviointikynnyksiä, joiden perusteella määräytyy näiden metallien mittausvelvoite (liite 1).

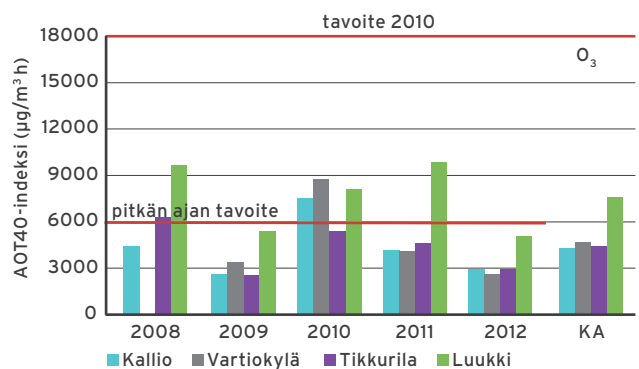
Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksien seuranta PM_{10} -vertailumenetelmällä kerätyistä näytteistä aloitettiin vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla. Aikaisempina vuosina näytteet kerättiin suurtehokeräinmenetelmällä, jonka todettiin aliarvioivan pitoisuuksia. Vuonna 2012 PAH-pitoisuuksia mitattiin kaupunkitausta-asemalla Kalliossa sekä pientaloalueilla Vartiokylässä ja Kattilalaaksossa. Bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,3, Vartiokylässä 0,5 ja Kattilalaaksossa 0,6 ng/m^3 . Pitoisuudet eivät ylittäneet tavoitearvoa millään mittausasemalla (kuva 4.10).

Pääkaupunkiseudulla tehdyt mittaukset ovat osoittaneet, että pientaloalueiden PAH-pitoisuudet voivat nousta puunpolton päästöjen vuoksi melko korkeiksi. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo voi siten ylittyä paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla kuten tapahtui vuonna 2008 Vantaan Itä-Hakkilassa ja vuonna 2011 Päiväkummussa. Myös vuonna 2005 Espoon Lintuvaarassa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli tavoitearvon tasolla. Vartiokylässä bentso(a)pyreenin pitoisuus on kuitenkin ollut selvästi alle tavoitearvon. Pitoisuudet vaihtelevat pientaloalueiden välillä ja sisällä. Myös mittausaseman sijoituspaikalla on suuri vaikutus pitoisuustasoihin, sillä lähitaloista peräisin olevat päästöt korostuvat mittaus tuloksissa. Sen sijaan liikenteen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on kohtalaisen pieni. Sekä Unioninkadulla v. 2007 että Töölöntullissa v. 2010 bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli vain 0,3 ng/m^3 .

Tavoitearvon ylittymisen vuoksi HSY teki vuonna 2012 EU-komissiolle selvityksen tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi. Selvityksessä arvioitiin, että tavoitearvon ylitysalueen suuruus on noin 21 km^2 ja tällä alueella asuu noin 70 000 pientalo- ja rivitaloasukasta. (HSY ja Ympäristöministeriö 2012).



Kuva 4.8. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2010-2012 verrattuna terveyden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon. KA = keskiarvo kolmelta vuodelta. Pitkän ajan tavoitteena on, että ylityksiä ei olisi lainkaan.



Kuva 4.9. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2008-2012 verrattuna kasvillisuuden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon ja pitkän ajan tavoitteeseen. KA = keskiarvo viideltä vuodelta.

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 (VN 480/1996). Niissä on otettu huomioon senhetkinen tietämys ilman epäpuhtauksien vaikutuksista herkkiin väestöryhmiin, joihin kuuluvat mm. lapset, vanukset sekä hengitys- ja sydänsairaat. Ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 4.7.

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2012 hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu ohjearvo ylittyi Leppävaarassa maaliskuussa ja Kehä I:n varrella maalisi-, huhti- ja marraskuussa (kuvat 4.11 a ja b). Ohjearvon ylitykset aiheutuivat katupölystä.

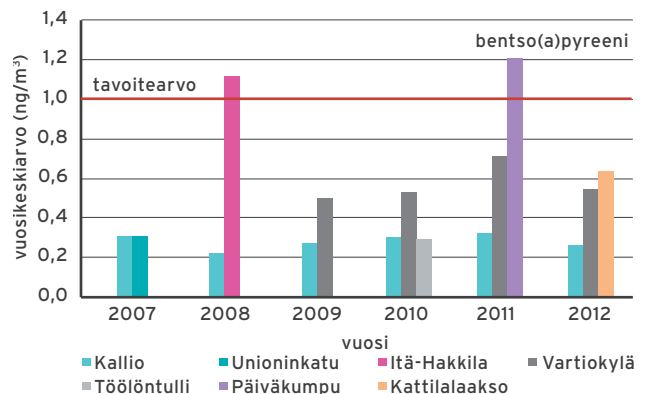
Typidioksidi

Typidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2012 Mannerheimintiellä tammi-maaliskuussa ja Kehä I:n varrella helmi- ja maaliskuussa. Leppävaarassa ja Tikkurilassa vuorokausiohjearvo ylittyi vain maaliskuussa, muilla asemilla ylityksiä ei ollut (kuvat 4.12 a ja b). Typidioksidin tuntiohjearvo ylittyi helmikuussa Mannerheimintiellä, Vallilassa ja Kehä I:n varrella (liite 1).

Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi

Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2012 ohjearvojen alapuolella. Länsisatamassa (Hernesaaressa) ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet olivat kuitenkin helmi- ja joulukuussa poikkeuksellisen korkeita lähinnä Munkki-saaren huippulämpökeskuksen päästöjen vuoksi. Länsisatamassa pitoisuuksia kohottivat myös laivaliikenteen päästöt. Korkein rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrannollinen pitoisuus oli Länsisatamassa 69, Vallilassa 12 ja Luukissa 7 µg/m³. Tuntiohjearvoon (250 µg/m³) verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat Luukin 18 ja Länsisataman 136 µg/m³ välillä (liite 1). Länsisataman pitoisuuksia on lähemmin tarkasteltu luvussa 6.

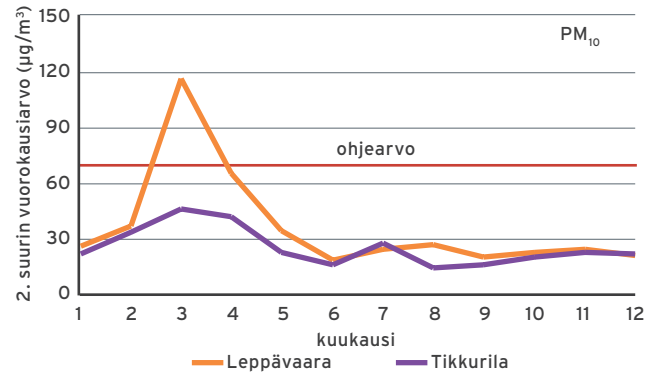
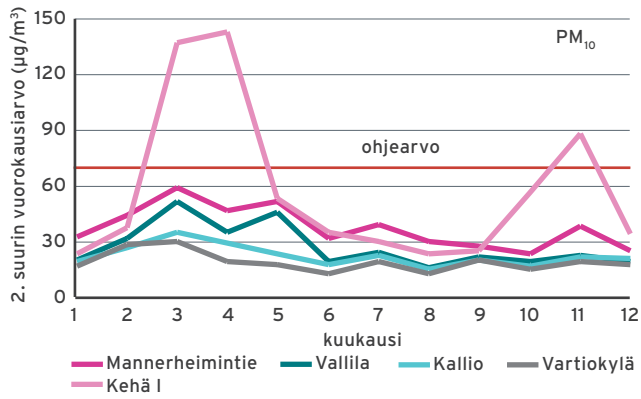
Hiilimonoksidipitoisuuden korkein kahdeksan tunnin liukuva keskiarvo 1,6 mg/m³ (ohjearvo on 8 mg/m³) mitattiin helmikuussa Mannerheimintiellä. Korkein tuntipitoisuus 3,0 mg/m³ (ohjearvo on 20 mg/m³) mitattiin elokuussa Tikkurilassa (liite 1).



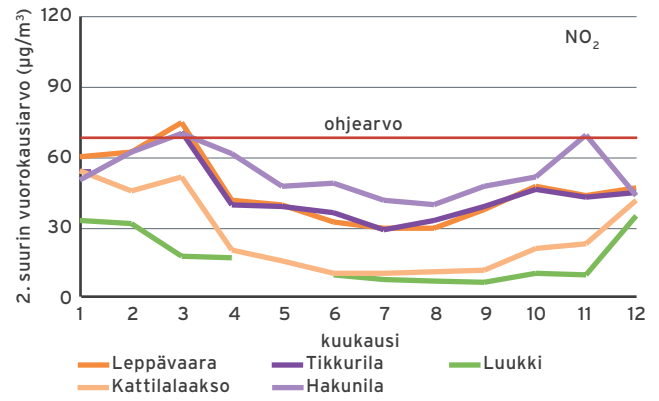
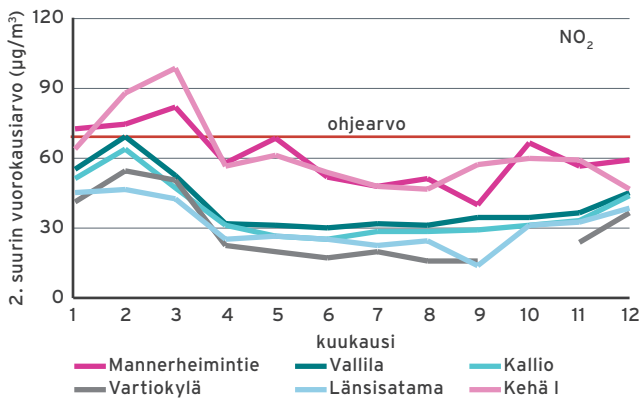
Kuva 4.10. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuosina 2007 - 2012.

Taulukko 4.7. Ilmanlaadun ohjearvot.

Yhdiste	Aika	Ohjearvo, µg/m ³ CO mg/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 rikkijhdisteet TRS	vrk	10	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo, TRS ilmoitetaan rikkinä



Kuvat 4.11 a ja b. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet verrattuina vuorokausiohjearvoon.



Kuvat 4.12 a ja b. Tyypidioksidipitoisuudet vuorokausiohjearvoon verrattuina.

5. Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

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

5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen

Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat laskeneet pitkällä aikavälillä otsonia lukuun ottamatta. Tämä on saavutus, koska seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti.

Myös viimeisten 11 vuoden aikana on pitoisuuksissa tapahtunut selviä muutoksia (kuva 5.1 ja liite 1). Pitoisuuksien vuosikeskiarvojen muutoksen tilastollista merkitsevyyttä on tarkasteltu Ilmatieteen laitoksen MAKESENS-analyysillä (Salmi ym. 2002). MAKESENS käyttää ei-parametrissa Mann-Kendall-testiä trendin havaitsemiseen sekä ei-parametrissa Senin menetelmää trendin suuruuden määrittämiseen. Verrattaessa MAKESENS-menetelmää muihin pitoisuustason lineaarisen muutoksen arviointimenetelmiin MAKESENS ei ole herkin havaitsija (Anttila ja Tuovinen 2010). Merkitsevyytaso on luokiteltu kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosipitoisuudet vaihtelivat pysyvillä mittausasemilla vuonna 2012 Vartiokylän 10 ja Mannerheimintien $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n välillä. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla edellisvuotta matalammat.

Pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet pysyivät pitkään lähes ennallaan. Poikkeuksena Leppävaaran alueella rakennustyöt nostivat pitoisuuksia 2000-luvun alussa. Sen sijaan

viime vuosina katujen tehostettu puhdistus ja kastelu kalsiumkloridiliuoksella ovat pääsääntöisesti vähentäneet katupölyn pitoisuuksia (kuva 5.1). Myös liikenteen suorat hiukkaspäästöt ja energiantuotannon hiukkaspäästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen.

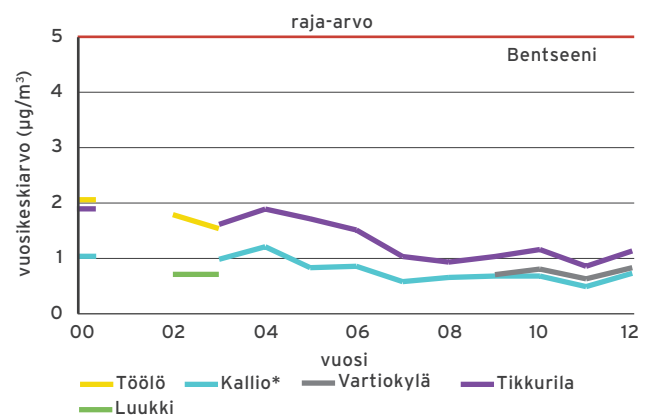
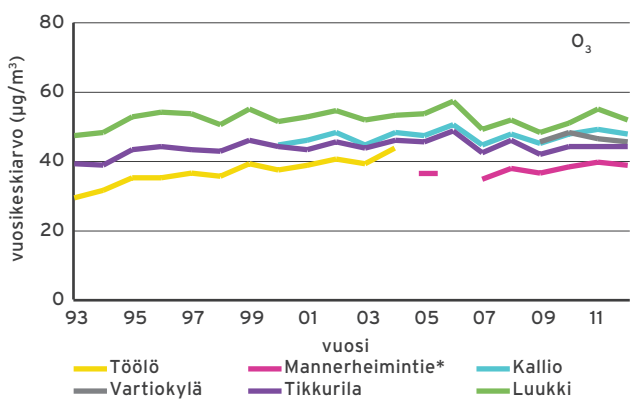
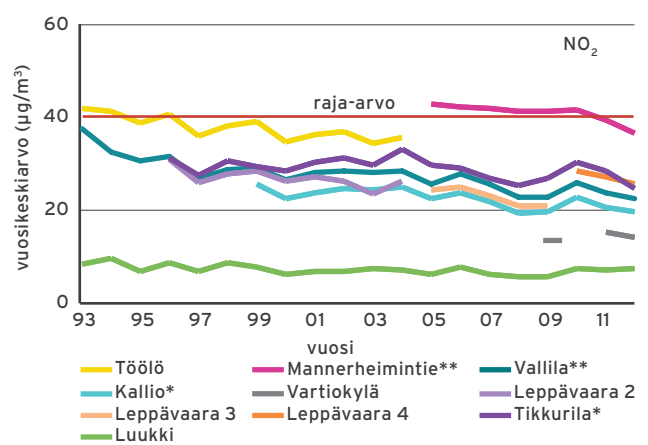
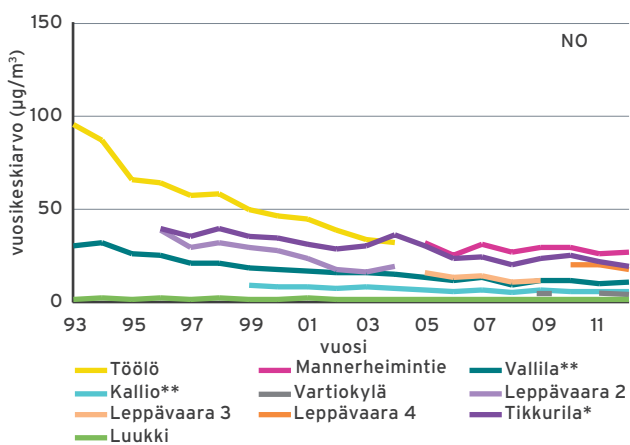
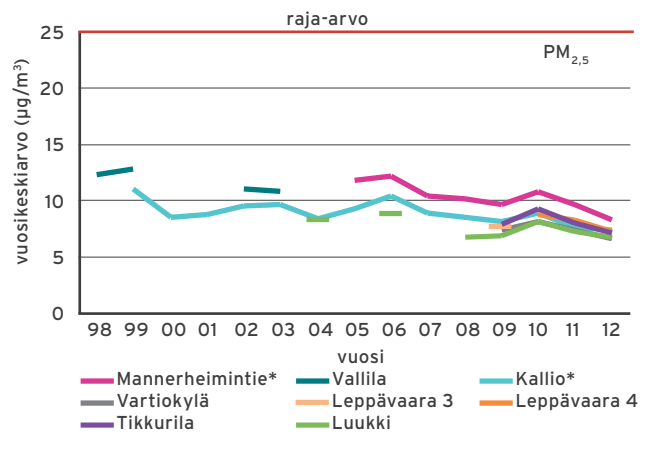
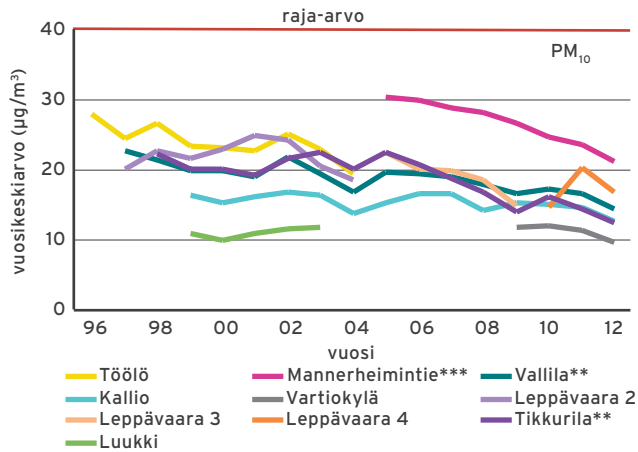
Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien pienentyminen viimeisten yhdentoista vuoden aikana on ollut Vallilassa ja Tikkurilassa merkitsevää ja Mannerheimintiellä erittäin merkitsevää (mittauksia vuodesta 2005 alkaen).

Pienhiukkaset

Pienhiukkaspitoisuuksien ($PM_{2,5}$) vuosikeskiarvot olivat vuonna 2012 pääkaupunkiseudun mittausasemilla alemmat kuin vuosina 2010 tai 2011. Pitoisuudet olivat kaikilla pysyvillä mittausasemilla sekä siirrettävillä asemilla Länssitatomassa ja Kattilalaaksossa tasoa $7-8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vilkasliikenteisten pääväylien Kehä I:n ja Lahdenväylän varrella Hakunilassa sijainneilla siirrettävillä mittausasemilla keskiarvot olivat korkeammat eli hieman alle $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pääkaupunkiseudulla pienhiukkasten pisin yhtenäinen mitaussarja on käytettävissä Kalliosta eli vuodesta 1999 alkaen. Luokissa seuranta aloitettiin vuonna 2004 ja Mannerheimintiellä 2005. Vuodesta 2009 alkaen pienhiukkasia on mitattu myös Vartiokylässä, Leppävaarassa ja Tikkurilassa sekä erityiskohteissa. Vuonna 2010 pienhiukkasmittauksissa otettiin käyttöön uudet korjausyhdistälöt (liite 4), ja vastaava muunnos on tehty takautuvasti kaikille tässä raportissa esitettävillä pienhiukkastuloksille. Vuosikeskiarvot ovat eri mittausasemilla vaihdelleet välillä $7-13 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Sääolot vaikuttavat suuresti kaukokulkeutuneiden hiukkasten pitoisuuksiin, koska ne säätelevät ilmansaasteiden kulkeutumista, muuntumista ja poistumista ilmakehästä sekä vaikuttavat avopalojen ja lämmitystarpeen määrään. Tilastollisen analyysin perusteella pienhiukkasten pitoisuuksien lasku on ollut Mannerheimintiellä vuosina 2005-2012 ja Kalliassa vuosina 2002-2012 melkein merkitsevää (kuva 5.1). Myös muualla Suomessa pienhiukkasten pitoisuudet ovat saattaneet hieman laskea (Anttila ja Tuovinen 2010).



Kuva 5.1. Vuosipitoisuuksien kehittyminen pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyys on laskettu 11 vuoden ajalta (2002-2012) tai sinä aikana aloitetun mittauksen aloitusvuodesta lähtien. Merkitsevyytaso on merkitty tähdillä: * melkein merkitsevää, ** merkitsevää, *** erittäin merkitsevää.

Typenoksidit

Vuonna 2012 typpidioksidin (NO₂) vuosikeskiarvopitoisuudet vaihtelivat Luukissa mitatun 7 ja Mannerheimintiellä mitatun 37 µg/m³:n välillä. Vuosipitoisuudet olivat Luukissa ja Kalliossa edellisvuoden tasolla, muilla pysyvillä mitta-asemilla edellisvuotta matalammat. Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typpidioksidin (NO₂) pitoisuudet ovat laskeneet vain vähän ja selvästi hitaammin kuin typimonoksidin (NO). Monet tekijät, mm. sääolot, otsonipitoisuuden vaihtelut sekä dieselautojen määrän kasvu ja typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuksiin (Anttila ym. 2011). Kuitenkin suunta on oikea ja tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien pientyminen on ollut viimeisten yhdentoista vuoden aikana Kalliossa ja Tikkurilassa melkein merkittävä ja Mannerheimintiellä (vuosina 2005–2012) sekä Vallilassa merkittävä (kuva 5.1).

Typimonoksidin vuosikeskiarvot olivat vuonna 2012 Leppävaarassa ja Tikkurilassa selvästi ja Vartiokylässä hieman edellisvuotta matalammat. Kalliossa ja Mannerheimintiellä pitoisuudet olivat edellisvuoden tasolla ja Vallilassa hieman korkeammat. Pitoisuudet vaihtelivat Luukissa mitatun 1 µg/m³:n ja siirrettävällä mitta-asemalla Kehä I:llä mitatun 29 µg/m³:n välillä.

Typimonoksidin (NO) pitoisuudet laskivat selvästi 1990-luvulla pääkaupunkiseudun mitta-asemilla. Laskuun vaikuttivat erityisesti autojen katalysaattorit. Viime vuosina pitoisuudet ovat pysyneet lähes ennallaan. Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien lasku on viimeisen yhdentoista vuoden aikana ollut Tikkurilassa melkein merkittävä ja Kalliossa sekä Vallilassa merkittävä.

Otsoni

Otsonipitoisuuksien (O₃) vuosikeskiarvot vaihtelivat vuonna 2012 Mannerheimintien 39 ja Luukin 52 µg/m³:n välillä. Pitoisuudet olivat Tikkurilassa hieman vuotta 2011 korkeammat, muilla mitta-asemilla hieman matalammat. Otsonipitoisuudet kohosivat pääkaupunkiseudulla erityisesti 1990-luvun alussa ja ovat pysyneet siitä lähtien suunnilleen ennallaan (kuva 5.1). Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien kasvu viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut vain Mannerheimintiellä melkein merkittävä.

Otsonipitoisuuden kasvu Mannerheimintiellä on seurausta siitä, että otsonia kuluttavien saasteiden pitoisuus ilmassa on vähentynyt. Yleisesti otsonipitoisuudet ovat liikenneympäristöissä matalampia kuin tausta-asemilla, koska kaupunkiympäristöissä otsonia kuluu sen reagoimassa mm. typpimonoksidin kanssa. Vuositasolla otsonipitoisuuksien vaihtelu pääkaupunkiseudun eri mitta-asemilla on hyvin samanlaista. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. Otsonia muodostavien yhdisteiden päästöjä on vähennetty Euroopassa, mutta pitoisuudet eivät ole toistaiseksi laskeneet meillä.

Bentseeni ja raskasmetallit

Bentseenin, arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuuksia on mitattu vuodesta 2000 lähtien ja pitoisuudet ovat olleet pääkaupunkiseudulla matalia. Arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuuksissa ei ole nähtävissä selviä trendejä (liite 1). Bentseenin pitoisuustason lasku viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut Kalliossa melkein merkittävä (kuva 5.1). Lyijyn pitoisuudet laskivat voimakkaasti 1990-luvulla lyijyttömään bensiiniin siirtymisen vuoksi ja pitoisuudet ovat nykyisin hyvin matalia (liite 1).

Rikkidioksidi

Rikkidioksidipitoisuuksien (SO₂) vuosikeskiarvot vaihtelivat vuonna 2012 Luukin 1 ja Länsisataman 6 µg/m³:n välillä (liite 1). Pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla yleensä hyvin matalia eikä rikkidioksidi enää ole merkittävä ilmanlaadun ongelma pääkaupunkiseudulla. Satamien ja huippulämpökeskusten lähellä esiintyy kuitenkin ajoittain korkeita lyhytaikaispitoisuuksia, jotka saattavat aiheuttaa haittaa lähistön asukkaille (ks. luku 6).

Rikkidioksidipitoisuudet laskivat huomattavasti 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa. Mittauksia aloitettaessa 1970-luvulla pitoisuustaso oli yli 30 µg/m³, mutta nyt pitoisuudet ovat enää muutamia mikrogrammoja kuutiossa. Tärkeimpiä syitä laskuun olivat aluksi matalien lähteiden (mm. kiinteistökohtainen öljy- ja hiililämmitys) päästöjen väheneminen kaukolämpöön siirtymisen myötä ja 1980-luvun puolivälistä alkaen voimalaitosten rikinpoistolaitosten rakentaminen sekä niukkarikkisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen ja maakaasun käytön yleistymisen. Myös laivaliikenteen päästönormit ovat tiukentuneet. Rikkidioksidipitoisuudet ovat laskeneet myös Ilmatieteen laitoksen tausta-asemilla sekä muilla mitta-asemilla (Anttila ym. 2003; Anttila ja Tuovinen 2010).

Viimeisten yhdentoista vuoden aikana rikkidioksidipitoisuudet ovat Vallilassa edelleen laskeneet tilastollisesti merkittävästi ja Luukissa ne ovat pysyneet ennallaan.

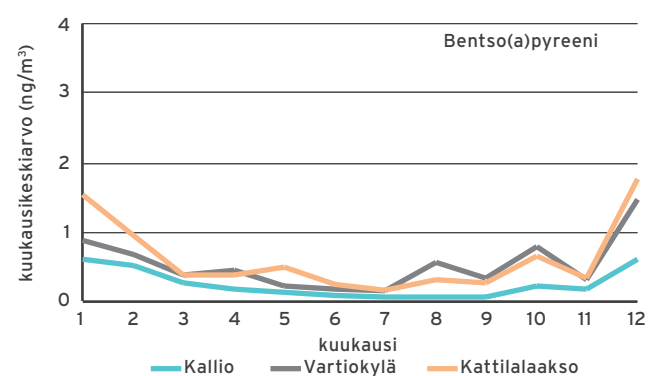
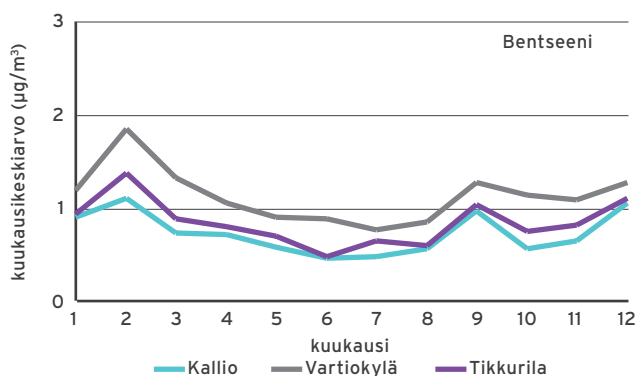
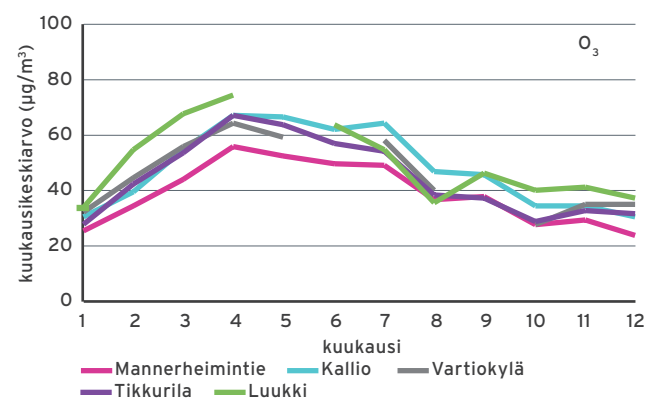
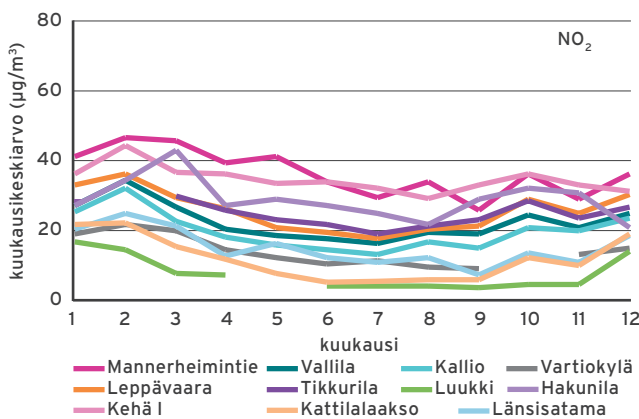
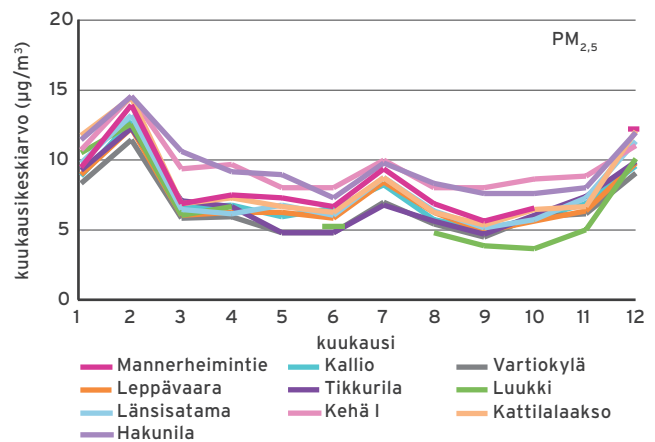
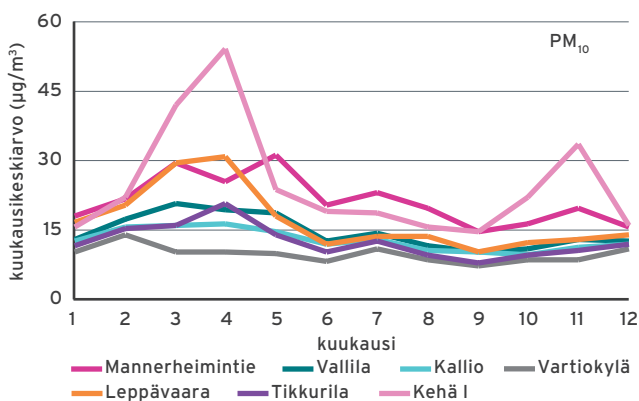
Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidin (CO) pitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat vuonna 2012 tasolla 0,2–0,3 mg/m³. Pitoisuudet laskivat 1990-luvulla voimakkaasti, mikä oli seurausta henkilöautokannan yleisestä paranemisesta, katalysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuuden kasvusta sekä polttoaineiden laadun paranemisesta. Viimeisen yhdentoista vuoden aikana pitoisuustason lasku on ollut Mannerheimintiellä tilastollisesti erittäin merkittävä ja Tikkurilassa merkittävä.

5.2 Vuodenaikaisvaihtelu

Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat vuodenajan mukaan. Keväällä esiintyy usein epäpuhtauksien sekoittumisen ja laimenemisen kannalta epäsuotuisia säätilanteita, jotka heikentävät ilmanlaatua. Kevään pölykaudella hiukkasten pitoisuudet ovat korkeita. Lumen sulaessa ja katujen kuivussa liikenne ja tuuli nostavat ilmaan, asfaltin kulumisessa irronnutta ainesta, kaduilla jauhautunutta hiekoitussepeleitä sekä renkaista ja jarruista kulunutta materiaalia yms. Hiukkaspitoisuudet saattavat kohota myös syksyisin, kun nastarenkaat otetaan käyttöön ja talvihiekoitus aloitetaan. Typpidioksidin pitoisuudet saattavat olla keväällä korkeita, sillä keväällä auringon säteily voimistuu ja otsonipitoisuudet kohoavat, mikä lisää typpimoksidin muuttunutta typpidioksidiksi.

Kesällä lämmöntuotanto ja erityisesti heinäkuussa liikennemäärät ovat alimmillaan, ja myös ilmansaasteiden sekoittuminen ja laimeneminen on tehokkainta. Siten kesällä ilmanlaatu on muita vuodenaikoja parempi. Otsonin pitoisuudet kuitenkin ovat korkeimmillaan keväällä ja kesällä. Otsonia muodostuu ilmakehän valokemiallisissa reaktioissa, joten muodostuminen on nopeinta auringon säteilyn ollessa voimakkainta. Suuri osa otsonista kaukokulkeutuu meille muualta Euroopasta. Ilmakemiallisten reaktioiden voimistuminen kesäisin lyhentää joidenkin ilmansaasteiden, esim. bentseenin elinikää, mikä on osasy talvea matalampiin pitoisuuksiin. Kesä on otollisinta aikaa metsä- ja maastopaloille, jotka ajoittain nostavat pienthiukkasten pitoisuuksia pääkaupunkiseudulla kaukokulkeuman vaikutuksesta.

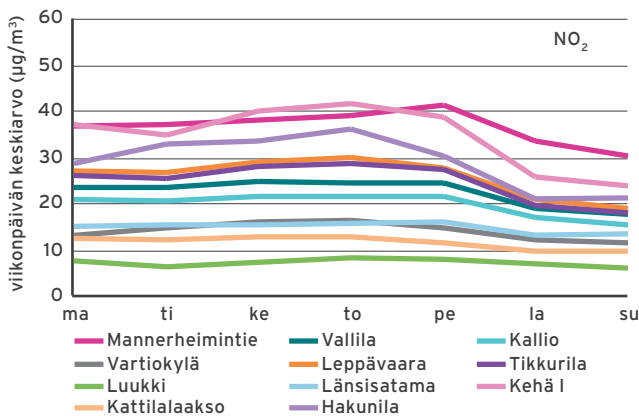


Kuvat 5.2 a-f. Ilmansaasteiden pitoisuudet (kuukausikeskiarvot) vaihtelevat vuodenajoittain. Lisää kuvia liitteessä 2.

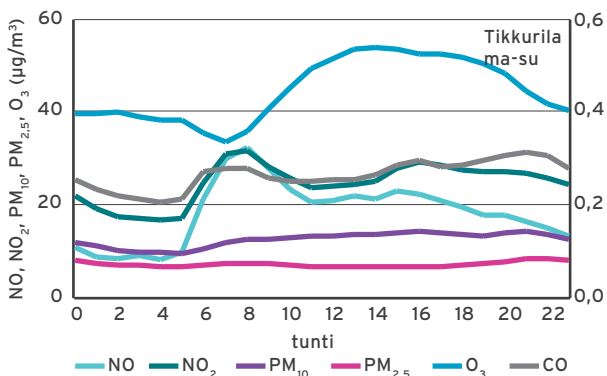
Talvella päästöt ovat suurimmillaan ja sekoitus- ja laimenemisolosuhteet ovat heikoimmat. Tällöin suurien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet, kuten rikkidioksidin, typpi-monoksidin, hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuudet ovat korkeimmillaan. Myös typpidioksidin, pienhiukkasten ja bentso(a)pyreenin pitoisuudet saattavat kohota huomattavasti tavanomaista korkeammiksi talven heikkotulissa säissä ja inversiotilanteissa (kuvat 5.2 a-f).

5.3 Viikonpäivävaihtelu

Liikennemäärät vaihtelevat viikonpäivän mukaan. Liikennemäärien vaihtelut näkyvät myös ilmanlaadussa. Pitoisuudet ovat korkeita arkipäivinä erityisesti vilkasliikenteisillä alueilla ja matalia viikonloppuisin. Viikonpäivien rytmi näkyy kaikilla mittausasemilla (kuva 5.3).



Kuva 5.3. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat eri viikonpäivinä.

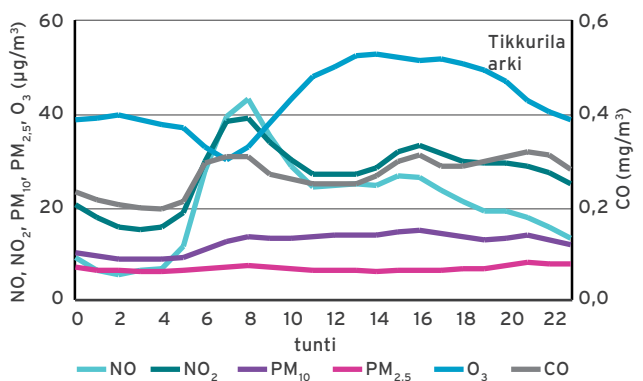


5.4 Vuorokausivaihtelu

Monien ilmansaasteiden pitoisuudet noudattavat selvästi liikenteen rytmiä kaupunkialueilla. Saastepitoisuudet ovat korkeimmillaan usein aamuruuhkan aikana, laskevat keskipäivällä ja kohoavat jälleen iltaruuhkan aikana. Iltapäivän ruuhka kestää aamuruuhkaa pidempään, eivätkä pitoisuudet nouse niin korkeiksi kuin aamulla. Aamulla ja illalla tuulen tyyntyminen tai inversion muodostuminen nostavat usein pitoisuuksia (kuvat 5.4.a ja b).

Otsonipitoisuudet käyttäytyvät muihin epäpuhtauksiin verrattuna käänteisesti kaupunkialueilla, koska muut epäpuhtaudet reagoivat otsonin kanssa kuluttaen sitä. Otsonipitoisuudet ovat matalimpia vilkasliikenteisillä alueilla aamuruuhkan aikaan ja korkeimpia puhtailla tausta-alueilla iltapäivällä ja alkuillasta.

Liitteessä 3 on esitetty epäpuhtauksien vuorokausivaihtelua arkipäivinä. Laskennassa on käytetty koko vuoden aineistoa arkipäiviltä.



Kuvat 5.4 a ja b. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat arkisin jyrkästi eri vuorokaudenaikoina (vasemmalla). Viikonloppuina vaihtelu on vähäisempää (oikealla).

6. Ilmanlaatu erityiskohteissa

HSY:llä on kolme mittausasemaa, joilla seurataan ilmanlaatua erityiskohteissa vuoden jaksoissa. Näillä mittausasemilla kartoitetaan kohteita, joiden ilmanlaatu on kiinnostava esimerkiksi kaavoituksen, asukas-palautteen, suurten päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Sijointipaikat valitaan yhdessä kuntien ympäristökeskusten kanssa. Vuonna 2012 mittausasemat sijaitsivat Helsingissä Malmilla Kehä I:n välittömässä läheisyydessä, Espoossa pientaloalueella Kattilalaaksossa ja Vantaalla Hakunilassa Lahdenväylän varrella. Helsingin eri satama-alueiden ilmanlaatuvaikutuksia seurataan vuoden jaksoissa eri satamissa, vuonna 2012 Länsisatamassa Hernesaaressa.

6.1 Kehä I

Kehä I:n välittömässä läheisyydessä Malmilla seurattiin typenoksidien (NO ja NO₂), hengitettävien hiukkasten (PM₁₀), pienhiukkasten (PM_{2,5}) ja mustan hiilen (BC) pitoisuuksia. Lisäksi kartoitettiin hiukkasten lukumääräpitoisuuksia ja kokojakaamaa (ks. luku 10). Jatkuvien mittausten lisäksi selvitettiin typpidioksidin pitoisuuksia passiivikeräimillä eri etäisyyksillä tiestä sen molemmin puolin. Mittausasema sijaitsi Talttatiellä Kehä I:n pohjois-pientareella noin viiden metrin etäisyydellä Kehä I:n reunasta (ks. liite 4). Sen pohjoispuolella oli Staran tukikohta ja eteläpuolella Malmin hautausmaa. Mittausaseman ympäristö oli avointa ja hyvin tuuletuvaa. Kehä I:n liikennemäärä vuonna 2012 oli noin 69 200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen osuus tästä oli noin 8 %. Tattariharjuntien liikennemäärä oli noin 13 700 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus oli 13 % (Helsinki 2013b).

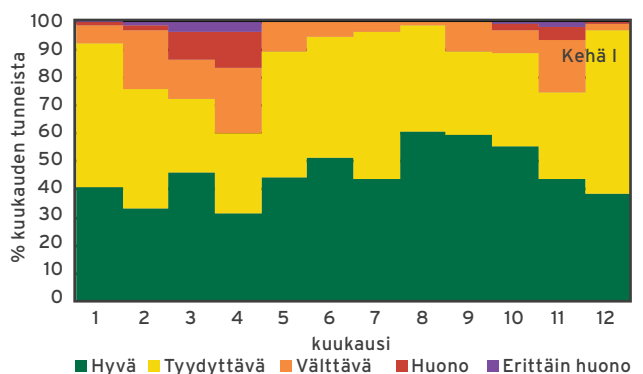
Mittausten tavoitteena oli selvittää, kuinka korkeiksi eri ilmansaasteiden pitoisuudet nousevat väylän välittömässä läheisyydessä. Mittausaseman tuloksia ei raportoida EU:lle, sillä se oli tutkimuskäytössä eikä näin lähellä väylää ole altistuvia asukkaita. Aseman tuloksia käytetään kehitettäessä pölyntorjuntaa ja arvioitaessa pölynsidonnan tarvetta. Lisäksi tuloksia voidaan hyödyntää taustatietona kaupunkisuunnittelussa.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ylittyi niukasti Kehä I:n varrella. Raja-arvotason ylityksiä oli 36 kpl. Raja-arvo katsotaan ylittyneeksi, kun niitä on yli 35 kpl. Vuosikeskiarvo oli 25 µg/m³, mikä oli korkein vuonna 2012 mitatuista, mutta kuitenkin alle vuosiraja-arvon (40 µg/m³). Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohje-arvo ylittyi maaliskuu-, huhti- ja marraskuussa. Hengitettävien hiukkasten korkein tuntipitoisuus oli 391 µg/m³ ja se mitattiin 8. huhtikuuta. Korkein vuorokausipitoisuus 164 µg/m³ mitattiin 10. huhtikuuta.

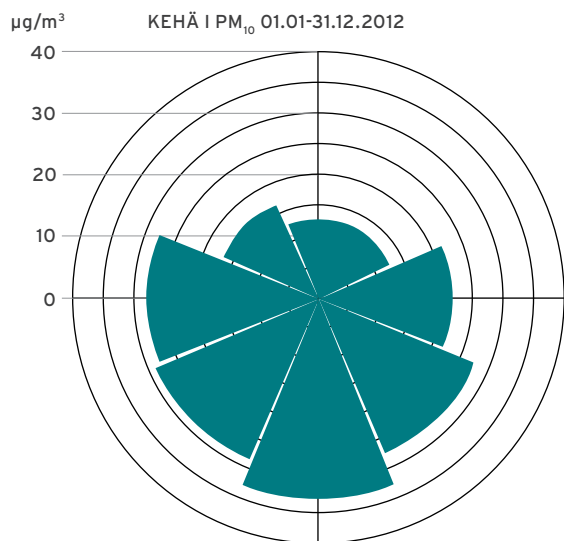
Pienhiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli 9,5 µg/m³, mikä on selvästi alle vuosiraja-arvon (25 µg/m³). Vuosipitoisuus oli lähellä Maailman terveysjärjestön (WHO) antamaa ohjearvoa 10 µg/m³. Pienhiukkasten pitoisuus ylitti WHO:n antaman vuorokausiohje-arvon (25 µg/m³) kahdeksana päivänä.

Musta hiili kuvaa pienhiukkasia paremmin suorien pako-kaasupäästöjen vaikutusta ilmanlaatuun. Mustaa hiiltä mitataan alle yhden mikrometrin kokoisista hiukkasista (PM₁), sillä valtaosa mustasta hiilestä on tässä kokoluokassa. Mustan hiilen pitoisuuden vuosikeskiarvoksi saatiin 1,6 µg/m³. Vuosina 2009–2012 mustan hiilen pitoisuuksia on mitattu viidessä mittauspisteessä ja vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet Kallion 0,7 ja Töölöntullin 2,6 µg/m³ välillä. Mustan hiilen pitoisuuksia on tarkemmin käsitelty luvussa 9.

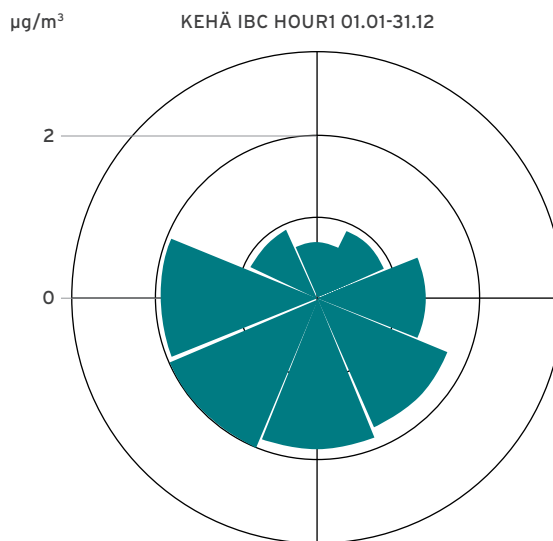
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 35 µg/m³, mikä on hieman vähemmän kuin Mannerheimintiellä, mutta selvästi korkeampi kuin muilla ilmanlaadun mittausasemilla vuonna 2012. Typpidioksidipitoisuudelle annetut raja-arvot eivät ylittyneet. Korkeimmat tuntipitoisuudet eivät ylittäneet kertaakaan raja-arvotasoa (200 µg/m³), kun Mannerheimintiellä ylityksiä oli seitsemän tuntia ja Vallilassa neljä. Typpidioksidin tuntiohje-arvo ylittyi Kehä I:n varrella helmikuussa ja vuorokausiohje-arvo helmikuun ja maaliskuussa. Typpidioksidipitoisuuden suurin tuntipitoisuus oli 198 µg/m³ ja suurin vuorokausipitoisuus 107 µg/m³. Nämä molemmat mitattiin helmikuun 10. päivän inversiotilanteessa.



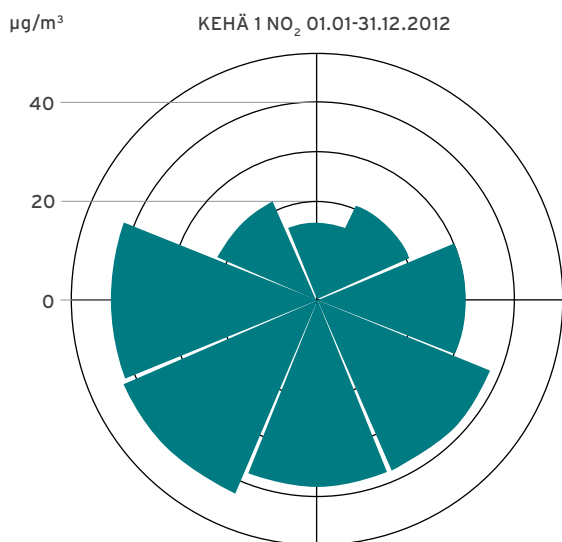
Kuva 6.1. Kehä I:n ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatualueisiin vuoden 2012 kuukausina (otsonin pitoisuuksia ei mitattu).



Kuva 6.2 a. Hengitettävien hiukkasten vuosipitoisuudet eri tuulen suunnilla Kehä I:n mittausasemalla vuonna 2012.



Kuva 6.2 b. Mustan hiilen vuosipitoisuudet eri tuulen suunnilla Kehä I:n mittausasemalla vuonna 2012.



Kuva 6.2 c. Typpidioksidin vuosipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Kehä I:n mittausasemalla vuonna 2012.

Kuvissa 6.2 a - c on esitetty nk. pitoisuusruusut Kehä I:n mittausasemalta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat suurimmat tuulen puhaltaessa etelästä eli suoraan Kehä I:ltä mittausasemalle. Mustan hiilen ja typpidioksidin pitoisuudet ovat suurimmat tuulen puhaltaessa lännestä tai lounaasta eli likimain Kehä I:n suuntaisesti. Pienhiukkasten pitoisuusruusuja ei ole esitetty, sillä kaukokulkeuma vaikuttaa suuresti pitoisuuksiin eikä lähilähteiden vaikutusta siksi voi pitoisuusruusujen perusteella arvioida.

Passiivikeräinmenetelmällä kartoitettiin typpidioksidipitoisuuksien laimenemista siirryttäessä kauemmas Kehä I:stä. Pitoisuudet laskivat melko jyrkästi noin 50 metriin asti, minkä jälkeen lasku hidastui. Tuloksia on tarkemmin esitetty luvussa 11.

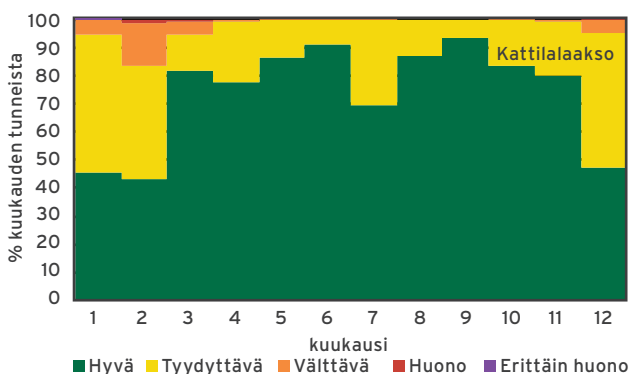
Ilmanlaatuindeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Kehä I:n mittauspisteessä pääosin tyydyttävä tai hyvä (86 % vuoden tunneista) (kuva 6.1). Ilmanlaatu oli välttävää noin 10 % ajasta. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli enemmän kuin muilla mittausasemilla, yhteensä 331 tuntia eli noin 4 % ajasta (ks. luku 8.3). Valtaosa näistä (314 tuntia) aiheutui hengitettävistä hiukkasista. Tulokset osoittavat, että katupölyn vähentämiseen on kiinnitettävä huomiota myös pääväylien varsilla. Vaikka näin lähellä vilkasliikenteisiä pääväyliä ei yleensä ole asuntoja tai nk. herkkiä kohteita, ihmiset saattavat kuitenkin altistua lyhytaikaisesti korkeille katupölypitoisuuksille pyöräteillä, jalkakäytävillä ja bussipysäkeillä. Kehä I:n tulosten perusteella onkin tehostettu pölyntorjuntaa pääväylien varsilla.

6.2 Kattilalaakso

Espoon Kattilalaaksossa mitattiin typenoksidien, pienhiukkasten ja polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksia. Mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat asuessaan pientaloalueilla. Mittausasema sijaitsi Kattilalaaksonkadun eteläpuolella Veistotiellä (ks. liite 4). Lähiympäristössä oli pientaloasutusta ja alueen kaduilla oli vain vähän liikennettä. Vilkkaimmat kadut lähialueella olivat Kattilalaaksonkatu 70 metriä mitta-asemasta pohjoiseen ja Nöykkiönkatu noin 300 metriä itään. Liikennemäärät em. kaduilla vuonna 2012 olivat 3 400 ja 10 200 ajoneuvoa vuorokaudessa, ja raskaan liikenteen osuudet vastaavasti 7 ja 4 % (Espoo 2013). Länsiväylä oli 1,3 km etäisyydellä etelässä. Kattilalaakso on nimensä mukaisesti laakso, mikä heikentää ilman sekoitumista erityisesti pakkasaamuina ja -päivinä.

Mittausten tavoitteena oli kartoittaa yleisesti ilmanlaatu pientaloalueilla ja erityisesti selvittää pienpolton vaikutuksia. Pientaloalueiden ilmanlaatuun vaikuttavat yleensä tulisijojen käyttö, katujen pölyäminen ja liikenteen pako-kaasut. Tulisijojen käyttö on seudulla usein lisälämmitystä, mutta koska asuinalueet ovat kaupunkialueilla tiiviitä, voi lähinaapurille koitua savuhaitta olla merkittävä. Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat ratkaisevasti maastonmuodot ja sääolot, joiden vuoksi ilmanlaatu voi heiketä paikallisesti ja ajoittain.

Ilmanlaadun raja- tai ohjearvot eivät ylittyneet Kattilalaaksossa vuonna 2012. Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli alle kolmannes vuosiraja-arvosta ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja suurin tuntikeskiarvo oli $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (tuntiraja-arvo $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Suurimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat 86 ja $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eli hieman yli puolet ja lähes 75 % ohjearvosta. Typpidioksidin korkein tuntipitoisuus $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin maaliskuun kahdeksannen päivän iltana. Tammikuun 30. päivänä puolestaan mitattiin vuoden korkein vuorokausipitoisuus $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

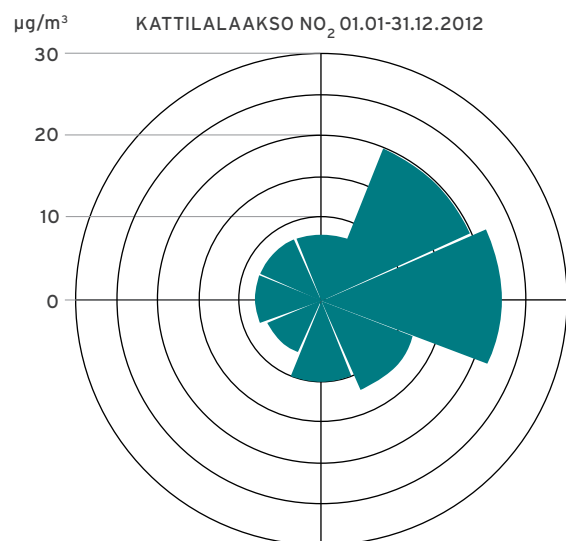


Kuva 6.3. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuiluokkiin vuoden 2012 kuukausina Kattilalaaksossa (hengitetävien hiukkasten ja otsonin pitoisuuksia ei mitattu).

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo Kattilalaaksossa oli $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eli alle raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. Vuosipitoisuus oli samaa tasoa kuin Helsingin keskustassa Mannerheimintielle ja korkeampi kuin esim. liikenneympäristöissä Leppävaarassa ja Tikkurilassa. Pienpolton vaikutus pitoisuuksiin oli siis selvästi havaittavissa. WHO:n vuorokausipitoisuuksille antama ohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi Kattilalaaksossa kuutena päivänä. Suurin pienhiukkasten tuntipitoisuus $84 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin uudenvuoden ensimmäisenä tuntina, ja korkeat pitoisuudet aiheutuivat ilotulituksista. Korkein vuorokausipitoisuus $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin puolestaan maaliskuun 9. päivän kaukokulkeumaepisodin aikana. Helmikuun 10.-11. päivien inversioepisodin aikana tuntipitoisuudet nousivat korkeimmillaan noin $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$:iin ja helmi-maaliskuun kaukokulkeumaepisodeissa jopa $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$:iin. Episoditilanteita on kuvattu laajemmin luvussa 7.

Pääkaupunkiseudun pientaloalueilla on paikoin mitattu EU:n tavoitearvon ylittäviä bentso(a)pyreenipitoisuuksia ja siksi niitä kartoitettiin myös Kattilalaaksossa. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvoksi saatiin $0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$, mikä on selvästi alle tavoitearvon ($1 \text{ ng}/\text{m}^3$). Pitoisuudet olivat kuitenkin korkeammat kuin liikenneympäristöissä Helsingin keskustassa mitatut, joten puunpolton vaikutus oli selvästi havaittavissa myös bentso(a)pyreenin pitoisuuksissa (ks. luku 4.3).

Kuvassa 6.3 on esitetty ilmanlaadun jakautuminen eri indeksiluokkiin kuukausittain. Ilmanlaatu oli Kattilalaaksossa suurimman osan ajasta hyvää tai tyydyttävää. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli 21 ja ne kaikki aiheutuivat korkeista pienhiukkaspitoisuuksista (ks. luku 8.3). Pienpolton vaikutusta ilmanlaatuun kuvaa hyvin se, että pienhiukkasista aiheutuvia huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli Kattilalaaksossa kaksinkertainen määrä verrattuna Hakunilan mitta-



Kuva 6.4. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Kattilalaakson mitta-asemalla vuonna 2012.

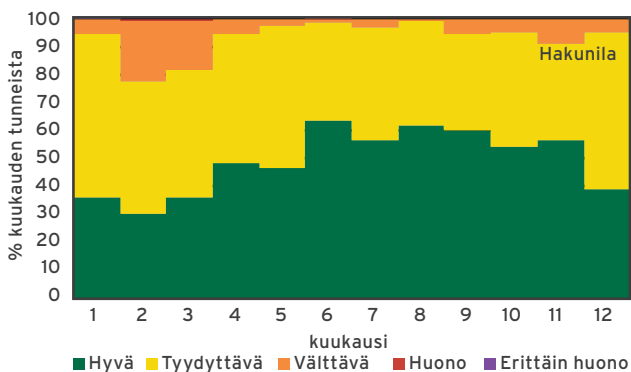
asemaan, joka sijaitti hyvin vilkasliikenteisen Lahdenväylän välittömässä läheisyydessä.

Kuvissa 6.4 on esitetty typpidioksidin pitoisuudet eri tuulen suunnilla. Typpidioksidin pitoisuudet olivat selvästi korkeimmat tuulen puhaltaessa koillisesta tai idästä eli Nöykkiöntien suunnasta. Kaukokulkeumalla on suuri vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin, joten pitoisuusruusun perusteella lähilähteiden vaikutuksia on vaikea arvioida.

6.3 Hakunila

Vantaan Hakunilassa mitattiin typenoksidien (NO ja NO₂) sekä pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuuksia Lahdenväylän varrella. Jatkuvien mittausten lisäksi arvioitiin keräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia Lahdenväylän länsi- ja itäpuolella. Mittausaseman tavoitteena oli kartoittaa ilmanlaatua vilkasliikenteisen väylän läheisyydessä ja tuottaa tietoja kaavoitustyön pohjaksi. Vantaan kaupungin tavoitteena on muodostaa läheisen tiehallinnon varikon ja Jokiniementien eteläpuolella sijaitsevan linja-autovarikon alueista kaupunkimainen keskusta-alue ja lisätä asumista Jokiniementien hyvien joukkoliikenneyhteyksien varrelle.

Mittausasema sijaitti Kaskelanrinne-nimisellä tiellä Lahdenväylän itäpuolella noin 8 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta (ks. liite 4). Näytteenotto tapahtui tien tasoa matalammalla. Mittausaseman ympäristössä oli puustoa. Lahdenväylän liikennemäärä vuonna 2012 oli noin 51 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli noin 7 %. Vajaan puolen kilometrin päässä olevilla Lahdentiellä oli liikennettä noin 6 900 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta noin 5 %. Jokiniementien liikennemäärä oli noin 8 300 ajoneuvoa/vrk (ELY 2013 ja Vantaa 2013).



Kuva 6.5. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuiluokkiin vuoden 2012 kuukausina Hakunilan mittausasemalla (hengitettävien hiukkasten ja otsonin pitoisuuksia ei mitattu).

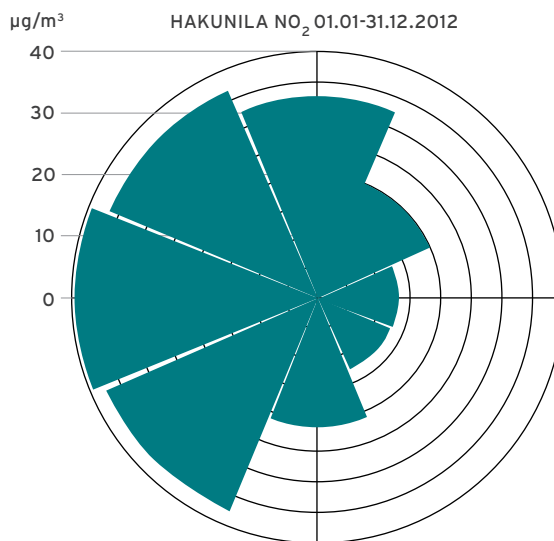
Typpidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. Vuosikeskiarvo oli 29 µg/m³ ja tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus 108 µg/m³ (hieman yli 70 % ja hieman yli puolet raja-arvosta). Myöskään typpidioksidipitoisuudelle annetut ohjearvot eivät ylittyneet. Typpidioksidipitoisuuden suurin tuntiarvo 165 µg/m³ mitattiin helmikuun 10. päivän inversiotilanteessa (ks. luku7). Suurin vuorokausiarvo oli 71 µg/m³ ja se mitattiin maaliskuun 7. päivänä.

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo oli 9,6 µg/m³, joka oli likimain sama kuin Kehä I:n varrella mitattu ja korkeampi kuin muilla mittausasemilla. Vuosipitoisuus oli kuitenkin selvästi alle raja-arvon (25 µg/m³), mutta lähellä WHO:n ohjearvoa (10 µg/m³). WHO:n vuorokausiohjearvo (25 µg/m³) ylittyi viitenä päivänä. Pienhiukkasten suurin tuntiarvo 252 µg/m³ mitattiin uudenvuoden yönä ja se aiheutui ilotulituksista. Suurin vuorokausipitoisuus 34 µg/m³ mitattiin maaliskuun 9. päivänä ja se aiheutui kaukokulkeumasta.

Kuvassa 6.5 on esitetty ilmanlaatu luokiteltuna kuukausittain eri luokkiin. Ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli 14. Niistä 11 aiheutui korkeista pienhiukkaspitoisuuksista ja kolme korkeista typpidioksidipitoisuuksista.

Kuvassa 6.6 on esitetty typpidioksidin pitoisuudet tuulen suunnan mukaan. Typpidioksidin pitoisuudet ovat selvästi korkeimmat tuulen puhaltaessa Lahdenväylän suunnasta tai sen suuntaisesti.

Passiivikeräinmenetelmällä kartoitettiin typpidioksidipitoisuuksien laimenemista siirryttäessä kauemmas Lahdenväylästä. Pitoisuudet laskivat melko jyrkästi noin 50 metrin asti, minkä jälkeen lasku hidastui. Tuloksia on tarkemmin esitetty luvussa 11.



Kuva 6.6. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien tuulen suunnan mukaan Hakunilan mittausasemalla vuonna 2012.

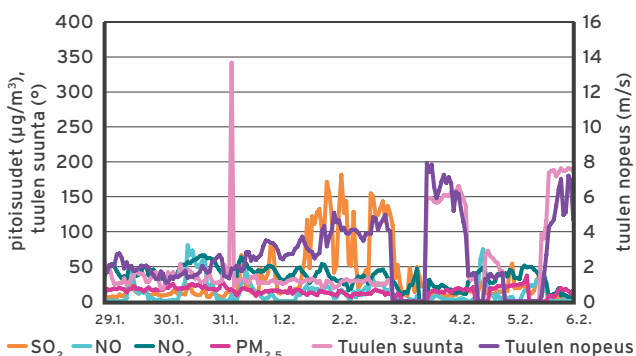
6.4 Länsisatama (Hernesaari)

Hernesaaren eteläkärjessä Hernesaarenlaiturilla mitattiin vuonna 2012 typenoksidien (NO ja NO₂), pienhiukkasten (PM_{2,5}) sekä rikkidioksidin (SO₂) pitoisuuksia. Mittaus-ten tavoitteena oli kartoittaa Länsisataman vaikutuksia ilmanlaatuun. Ympäristö oli avointa ja tuuletuttavaa. Munkkisaaren huippulämpökeskus sijaitsi noin 1 km koilliseen ja Salmisaaren voimalaitos noin 2 km luoteeseen mittaus- asemasta. Länsisataman Jätkäsaaren ja Munkkisaaren lai- turit sijaitsivat mittausasemasta pohjoiseen. Kesällä Hernesaaressa sijaitsevaan Munkkisaaren laituriin rantautuu paljon risteilyaluksia, talvella ainoastaan yksittäisiä aluk- sia. Läheisen kadun, Hernesaarenrannan, liikennemäärä vuonna 2012 oli 3200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen osuus oli noin 21 %.

Jätkäsaaren osayleiskaava on hyväksytty ja alueen ase- makaavoitus on parhaillaan käynnissä. Hernesaaressa on vireillä osayleiskaavan laadinta. Hernesaareen suunni- tellaan asumista, työpaikkoja sekä vapaa-aikaan ja mat- kailuun liittyviä palveluita. Risteilylaivoille suunnitellaan kahden nykyisen laituri paikan lisäksi yksi uusi laituri paika. Hernesaaressa tehtyjen ilmanlaatumittausten tuloksia voidaan hyödyntää alueen suunnittelussa.

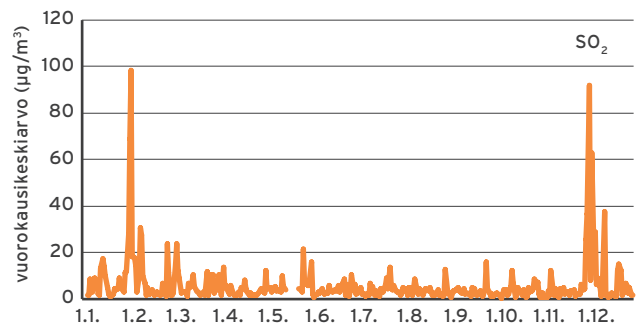
Typidioksidin pitoisuudet eivät Hernesaaressa ylittä- neet raja- tai ohjearvoja. Vuosipitoisuus oli melko matala, 15 µg/m³ ja tuntiraja-arvoon verrannollinen pitoisuus 95 µg/m³. Suurimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon ver- rannolliset pitoisuudet olivat 100 ja 46 µg/m³, ja ne mitat- tiin helmikuussa. Vuoden suurin tuntipitoisuus 141 µg/m³ ja suurin vuorokausipitoisuus 85 µg/m³ mitattiin helmi- kuun 10.-11. päivien episoditilanteessa, jota on tarkemmin kuvattu luvussa 7.

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo oli 7,7 µg/m³ eli selvästi alle raja-arvon. Vuoden suurin tuntipitoisuus oli 54 ja vuorokausipitoisuus 31 µg/m³. Ensin mainittu mitat- tiin maaliskuun 9. päivän ja jälkimmäinen helmikuun 14. päivän kaukokulkeumaepisodin aikana.

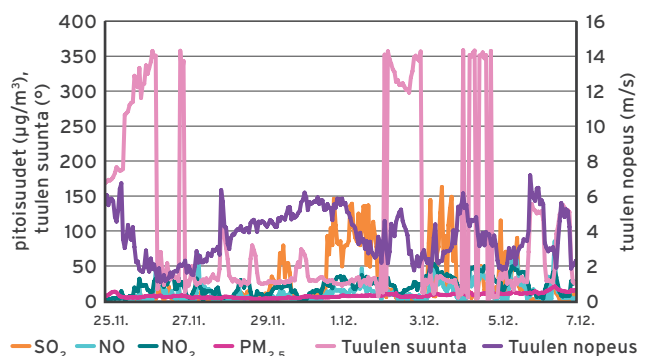


Rikkidioksidin pitoisuudet olivat ajoittain huomattavan korkeita, mutta eivät kuitenkaan ylittäneet raja- tai ohjearvoja. Vuosikeskiarvo oli 6 µg/m³. Tuntiraja-arvoon (350 µg/m³) verrannollinen pitoisuus oli 127 ja vuoro- kausiraja-arvoon (125 µg/m³) verrannollinen pitoisuus 63 µg/m³. Korkeimmat tuntiohjearvoon (250 µg/m³) ja vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrannolliset pitoisuu- det 137 ja 69 µg/m³ mitattiin helmikuussa, samoin suu- rin tuntipitoisuus 181 µg/m³ ja suurin vuorokausipitoisuus 99 µg/m³. Joulukuussa mitatut ohjearvoihin verrannolli- set pitoisuudet olivat lähes yhtä korkeita. Pitoisuuksia ko- hottivat erityisesti Munkkisaaren huippulämpökeskuksen, mutta myös laivaliikenteen päästöt.

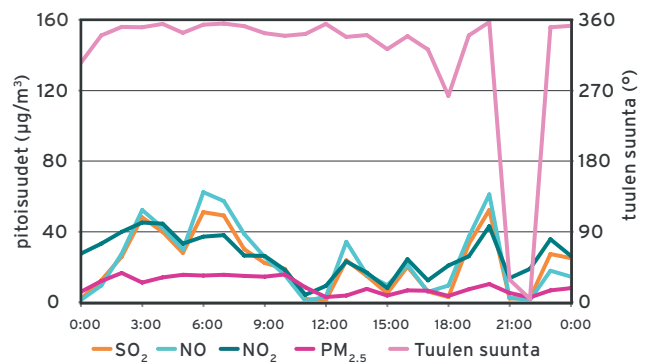
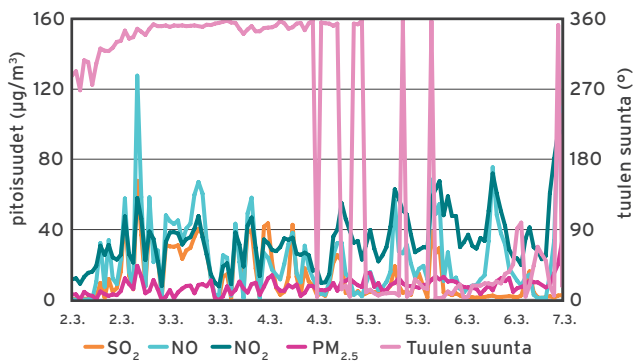
Kuvassa 6.7 on esitetty rikkidioksidipitoisuuden vuoro- kausikeskiarvot Hernesaaressa vuonna 2012. Lämpövoi- malaitos oli käynnissä tammi-helmikuun ja marras-jou- lukuun vaihteessa, jolloin mitattiin vuoden korkeimmat vuorokausipitoisuudet. Kuvissa 6.8 a ja b on esitetty eri ilma- saasteiden pitoisuudet, tuulen suunta ja nopeus edellä mainituilta ajanjaksoilta. Lämpövoimalaitoksen savuvihka osui mittausasemalle tuulen suunnan ollessa koillisesta eli alle 50° ja tuulennopeuden ollessa 2-6 m/s.



Kuva 6.7. Rikkidioksidin vuorokausipitoisuudet Hernesaaren mittausasemalla vuonna 2012.



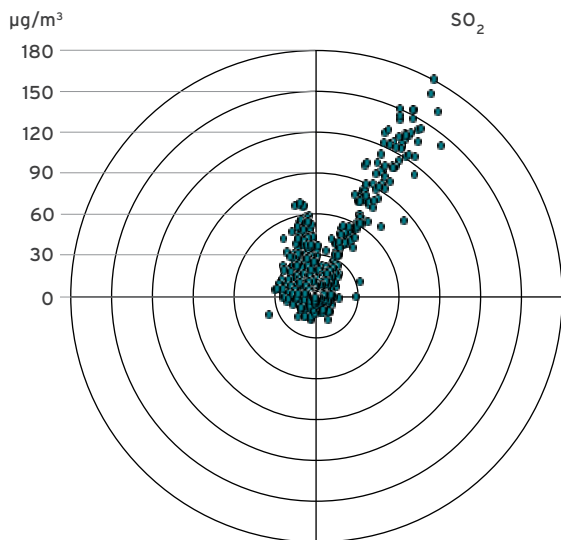
Kuvat 6.8 a ja b. Ilmansaasteiden tuntipitoisuudet Länsisataman mittausasemalla 29.1.-6.2.2012 sekä 25.11.- 7.12.2012.



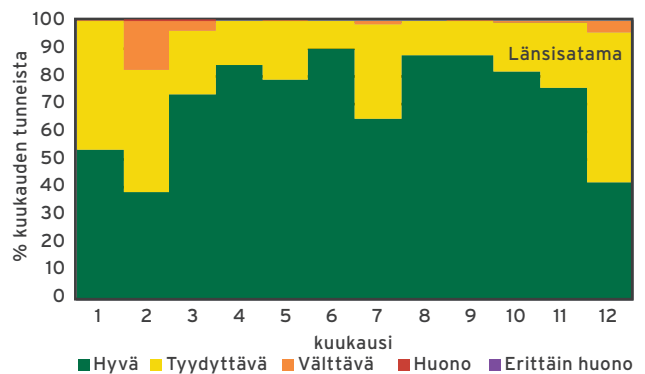
Kuva 6.9 a ja b. Ilmansaasteiden tuntipitoisuudet Länsisataman mittausasemalla 2.-7.3.2012 ja 26.5.2012.

Kuvissa 6.9 a ja b on esitetty vastaavasti esimerkkejä laivaliikenteen päästöjen vaikutuksesta rikkidioksidipitoisuuksiin. Laivojen päästöjen vaikutukset näkyivät mittausasemalla pohjoistuulella. Laivojen päästöt vaikuttivat myös typenoksidien ja hiukkasten pitoisuuksiin, mutta pitoisuudet eivät poikenneet merkittävästi kaupunkialueen yleisestä pitoisuustasosta. Kuvassa 6.10 a esitetty tuuli-analyysi havainnollistaa parhaiten rikkidioksidipitoisuuksien aiheuttajia: lämpökeskuksen vaikutus näkyy koillis- ja laivaliikenteen pohjoissektorissa.

Kuvassa 6.11 on esitetty Länsisataman ilmanlaatu luokiteltuna kuukausittain eri luokkiin. Länsisatamassa ilmanlaatu oli valtaosan ajasta hyvää tai tyydyttävää. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli vain 3 ja ne aiheutuivat pienhiukkasista. Välttävän ilmanlaadun tunteja oli 205 kpl eli 2,4 % ajasta. Rikkidioksidi aiheutti näistä 60 tuntia.



Kuvat 6.10. Rikkidioksidin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Länsisatamassa vuonna 2012.



Kuva 6.11. ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatu-luokkiin vuoden 2012 kuukausina Länsisataman mittausasemalla (hengitettävien hiukkasten ja otsonin pitoisuuksia ei mitattu).

7. Episoditilanteet

Episodilla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmansaasteiden pitoisuudet kohoavat normaalia huomattavasti korkeammiksi useiden tuntien tai vuorokausien ajaksi. Episoditilanne voi syntyä a) poikkeuksellisessa päästötilanteessa, b) saasteiden sekoittumisen, laimenemisen ja poistumisen kannalta epäedullisissa säätilanteissa tai c) kaukokulkeuman vaikutuksesta.

Episoditilanteita aiheuttavat tyypillisesti katupöly kuivina kevätpäivinä, pakokaasujen typenoksidipäästöt inversio-tilanteissa sekä pienhiukkasten ja otsonin kaukokulkeumat keväällä ja kesällä. Joskus erilaiset episodityypit saattavat osua samaan aikaan. Esimerkiksi joinakin kevätpäivinä ilmassa on runsaasti paikallisen liikenteen aiheuttamaa katupölyä ja pakokaasuja sekä kaukokulkeutuneita pienhiukkasia ja otsonia. Lisäksi lepän ja koivun siitepölyt voivat samaan aikaan hankaloittaa niille allergisten ihmisten oireita.

7.1 Kevään katupölykausi

Talven ja kevään sääolot sekä katujen kunnossapito vaikuttavat siihen, kuinka paljon katupölyä kertyy katujen pinnoille ja milloin se nousee ilmaan katujen kuivahtaessa. Tämän vuoksi kevään katupölykauden ajankohta ja voimakkuus vaihtelevat vuosittain (kuva 7.1). Katupölyhiukkasista suurin osa kuuluu hengitettävien hiukkasten karkeaan kokoluokkaan ($PM_{10-2,5}$), joten katupölyllä ei ole kovin suurta vaikutusta pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) massapitoisuuksiin.

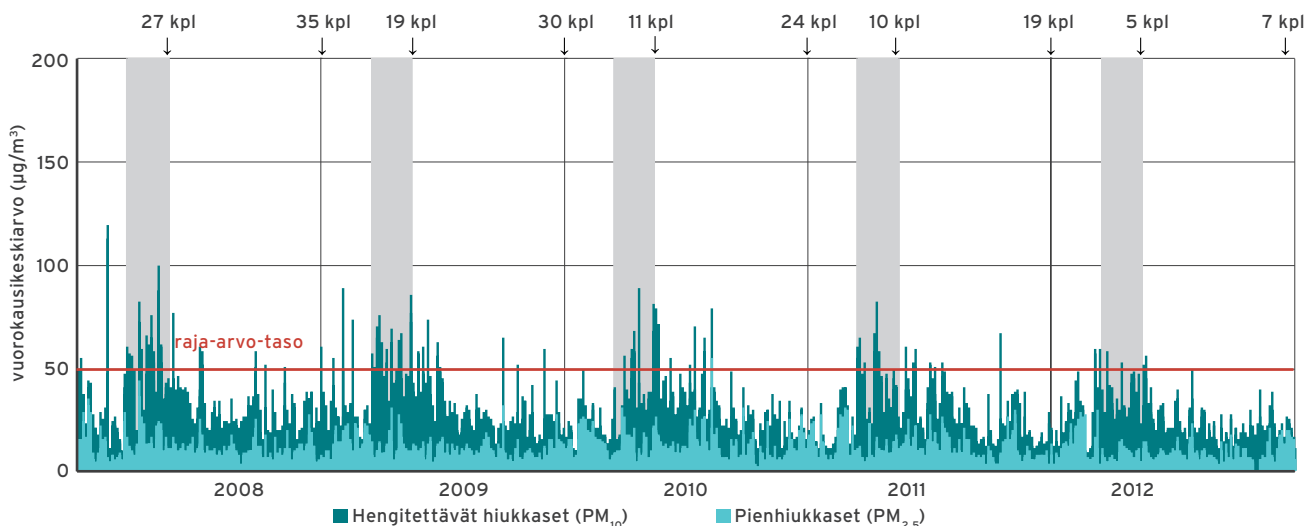
Kevään 2012 katupölykausi oli melko heikko. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylityspäiviä kertyi toukokuun loppuun mennessä Mannerheimintiellä 7, Vallilassa 3, Leppävaarassa 10, Tikkurilassa 1 ja Kehä I varrella 26 päivänä. Yksi Mannerheimintien ylityksistä ei aiheutunut katupölystä, vaan kiskotyömaasta. Ylityspäiviä oli edellistä kevättä vähemmän. Katujen pölyäminen alkoi vilkasliikenteisissä ympäristöissä maaliskuun alussa. Huhtikuun alussa satoi kuitenkin vielä 10–15 cm lumipeite, mikä pääväyliä lukuun ottamatta pienensi hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. 9.4. alkavalla viikolla pölyämi-

nen jatkui myös muualla liikenneympäristöissä. Rajumpaa pölyämistä hillitsivät Helsingin kantakaupungissa katujen tehokas kastelu, kauempana keskustasta lumipeite ja erityisesti kuun loppupuolella melko runsaat sateet. Vielä huhtikuun puolivälissä Helsinki-Vantaalla oli lunta noin 20 cm, mutta sen jälkeen vesisateet sulattivat lumet. Kevään korkein hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin 10.4.2012 Kehä I varrella. Huhtikuun loppupuolella ja toukokuun alussa ajoittaiset sateet vähensivät tehokkaasti katujen pölyämistä. Katupölykauden viimeinen raja-arvotason ylitys tapahtui Vallilassa toukokuun 22.

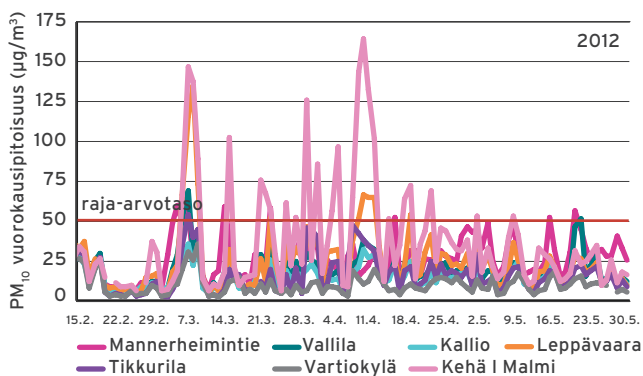
Katujen kevätsiivous alkoi pääkaupunkiseudulla hiekanpoistolla maaliskuun lopulla, mutta huhtikuun alussa takatalvi keskeytti työt ja katuja jouduttiin hiekoittamaan uudelleen. Hiekannosto saatiin tehtyä pääasiassa toukokuun alkuun mennessä. Lopullinen puhdistus ja pesut sekä tonttikatujen harjaukset jatkuivat toukokuun ajan.

Keväällä 2012 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingin kaupungin ympäristökeskus lähetti toimenpidepyynnön katujen kastelemisesta 22.3. Uudenmaan ELY-keskukselle sekä 11.4. Helsingin rakennusvirastolle ja Uudenmaan ELY-keskukselle. 11.4. vastaavan pyynnön ELY-keskukselle teki myös Espoon ympäristökeskus.

Helsingin keskustassa pääkatuja ja katukuilukatuja kasteltiin n. 10 % kalsiumkloridi-liuoksella sateettomina päivinä 5.3. alkaen (Ilvonen 2012). Espoossa ei tarvinnut levittää kalsiumkloridia katujen pölyntorjuntaa varten kertaakaan keväällä 2012. Vesisateet helpottivat katujen puhdistamista huomattavasti. (Korjus 2012). Kauniaisissa levitettiin 16 % kalsiumkloridiliuosta 10.4. tien reunaan katupölyä estämään (Keski-Kohtamäki 2012). Vantaalla pääkatuverkosto käsiteltiin kevään aikana yhden kerran n. 10 % kalsiumkloridi-liuoksella (Tammisto 2012). Uudenmaan elinkeino- ja liikennekeskus kasteli kuntien kanssa sovitut pääväylät 11.4., mutta 22.3. kasteluita ei tehty epävakaisen sään takia (ELY 2012).



Kuva 7.1. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) vuorokausipitoisuudet Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2008-2012. Kuvan yläpuolella ovat hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylittävien päivien lukumäärät kunkin vuoden toukokuun puoliväliin ja joulukuun loppuun mennessä. Harmaa väri osoittaa tyypillisen voimakkaan katupölykauden ajoittumisjakson, maaliskuun puolivälistä toukokuun puoliväliin.



Kuva 7.2. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet kevään 2012 katupölykaudella.

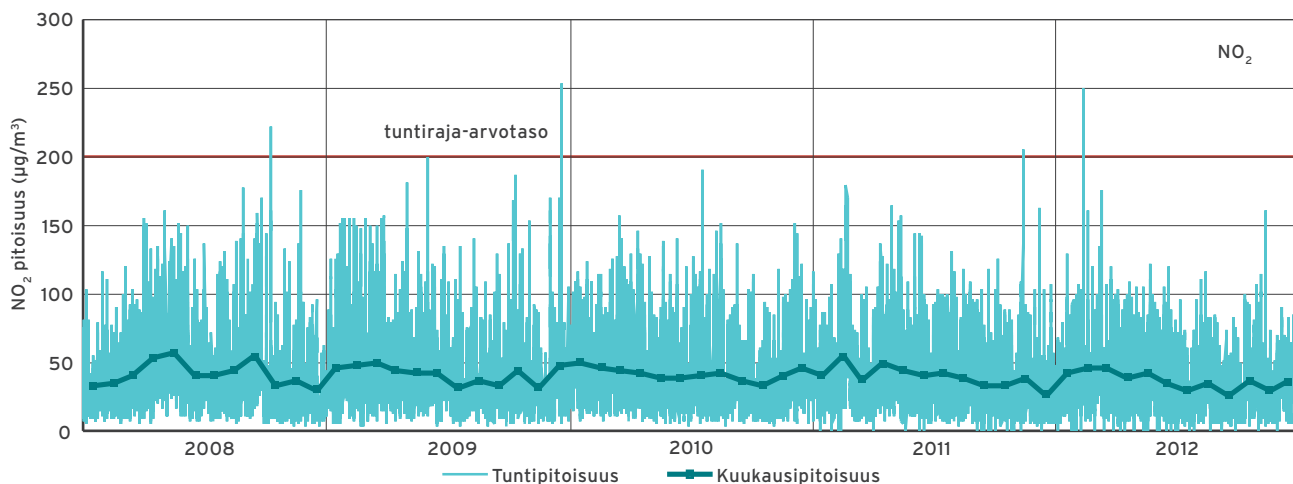
saasteet jäävät loukkuun ylempänä olevan lämpimämmän ilmakerroksen alle. Voimakkaita inversioita esiintyy selkeällä ja tyynellä säällä korkeapainetilanteessa, erityisesti talviöinä ja -aamuina, maanpinnan voimakkaan jäähtymisen seurauksena. Keväällä ja kesällä aurinko lämmittää ilmakerrokset nopeasti aamupäivällä, jolloin saasteiden sekoittuminen tehostuu. Halla on tyypillinen inversion seuraus alku- ja loppukesällä.

Vuonna 2012 korkeiksi luokiteltavia typpidioksidin tuntipitoisuuksia ($> 150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin Mannerheimintiellä yhteensä seitsemäntoista tuntia (kuvat 7.3 ja 7.4) ja Vallilassa yhdeksän tuntia. Lisäksi yli $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n tuntipitoisuuksia mitattiin Kalliolla viisi tuntia, Kehä I varrella 14 tuntia, Leppävaarassa yksi tunti sekä Hakunilassa kolme tuntia.

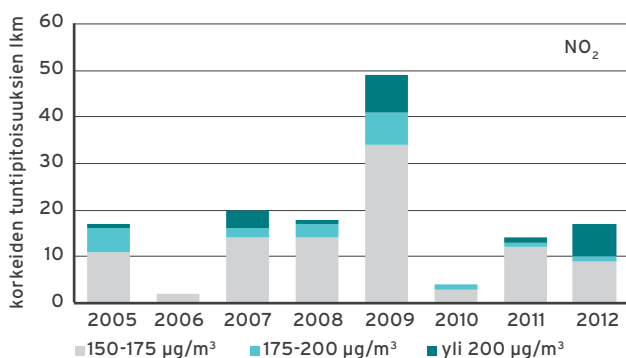
Vuoden 2012 ainoa ilmanlaatu koko pääkaupunkiseudulla merkittävästi heikentänyt typpidioksidiepisodi sattui helmikuun 10.-11. päivien heikkotuulisessa inversiotilanteessa (kuvat 7.5 a ja b). Tässä episoditilanteessa typpidioksidipitoisuus ylitti tuntiraja-arvotason $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mannerheimintiellä seitsemän ja Vallilassa neljän tunnin ajan. Eri mittausasemien korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Luukissa mitatun 60 ja Mannerheimintiellä mitatun $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä. Korkeimmat tuntipitoisuudet olivat asemasta riippuen 5-10-kertaisia vuosikeskiarvoihin verrattuina.

7.2 Typpidioksidiepisodit

Typpidioksidin pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttavat eniten autoliikenteen pakokaasut ja säätila. Pitoisuudet kohoavat heikkotuulisella säällä vilkasliikenteisillä alueilla erityisesti ruuhka-aikaan. Korkeimmat tuntipitoisuudet havaitaan, kun ilmassa on pystysuuntainen sekoittuminen on estynyt inversion vuoksi. Inversiossa maanpinnan lähellä oleva kylmä ja sen sisältämät



Kuva 7.3 Typpidioksidin tunti- ja kuukausikeskiarvot Mannerheimintiellä vuosina 2008-2012.



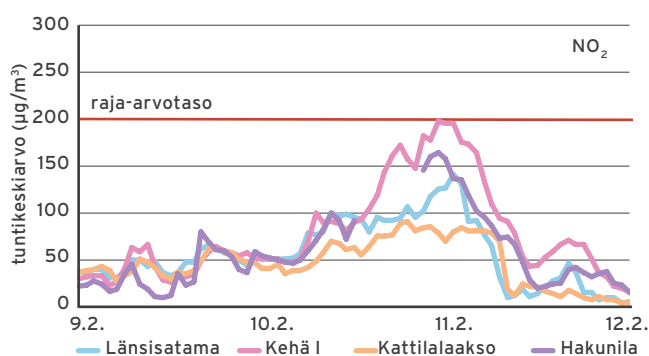
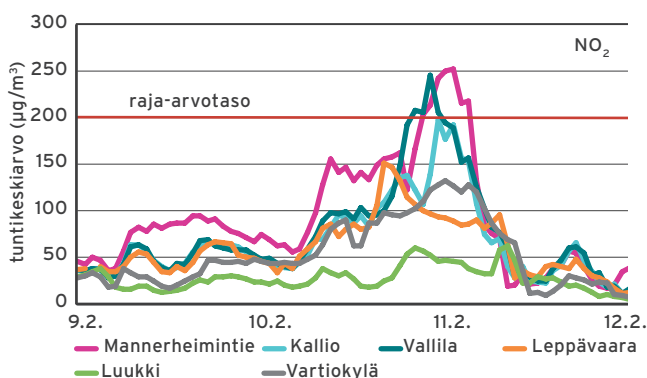
Kuva 7.4. Typpidioksidin korkeiden (> 150 µg/m³) tuntikeskiarvojen määrät Mannerheimintiellä vuosina 2005-2012. Tuntiraja-arvotason (200 µg/m³) ylittäviä tunteja saa olla enintään 18 kpl/vuosi.

7.3 Pienhiukkasepisodit

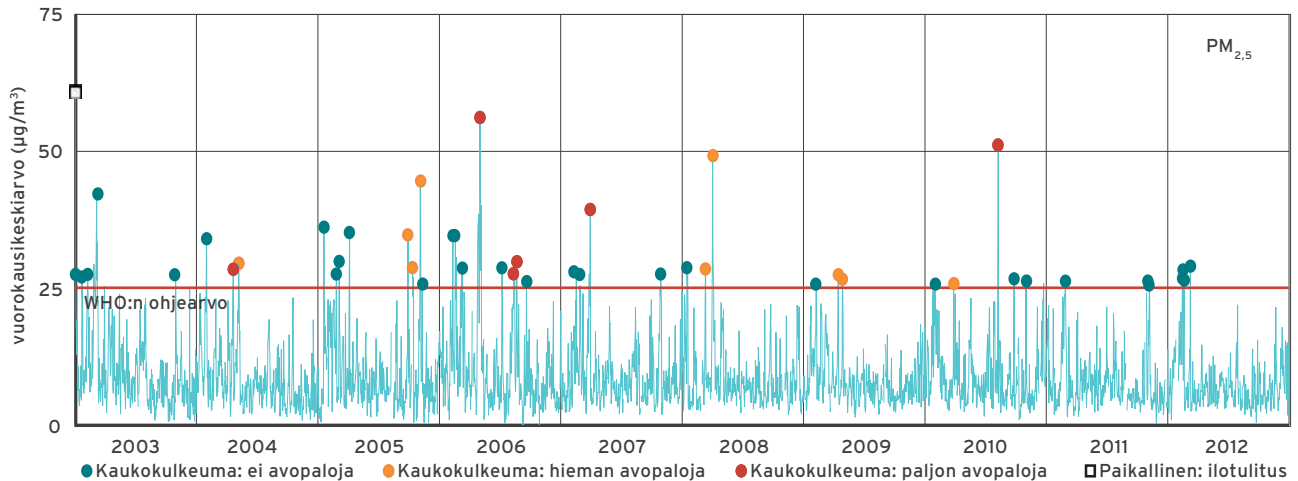
Pienhiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat pääkaupunkiseudulla erityisesti kaukokulkeumat, liikenne ja pientalojen tulisijojen käyttö. Kaukokulkeumat aiheuttavat keskimäärin yli puolet pienhiukkasten pitoisuudesta jopa seudun vilkasliikenteisimmillä alueilla. Tämän vuoksi pienhiukkasten korkeat vuorokausipitoisuudet johtuvat usein pääosin kaukokulkeumasta, varsinkin tausta-asezilla Espoossa Luukissa ja Helsingissä Kalliossa.

Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodiksi pääkaupunkiseudulla on määritelty tilanne, jossa pienhiukkasten vuorokausikeskiarvo ylittää 25 µg/m³ Kalliossa ja pitoisuus nousee samanaikaisesti myös Luukissa.

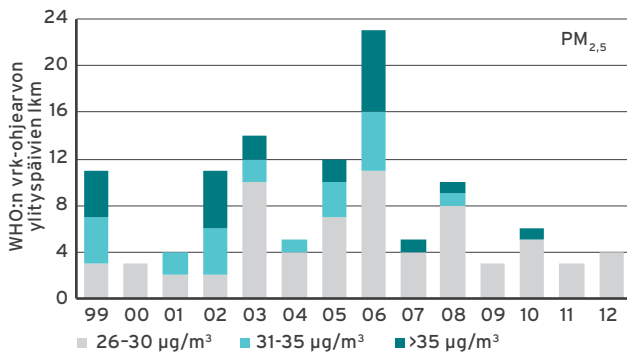
Kaukokulkeumaepisodien aikana suuri osa pienhiukkasta on yleensä peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä, kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta (kuva 7.6). Noin puolet episodeista on sellaisia, että tavanomaisten saasteiden



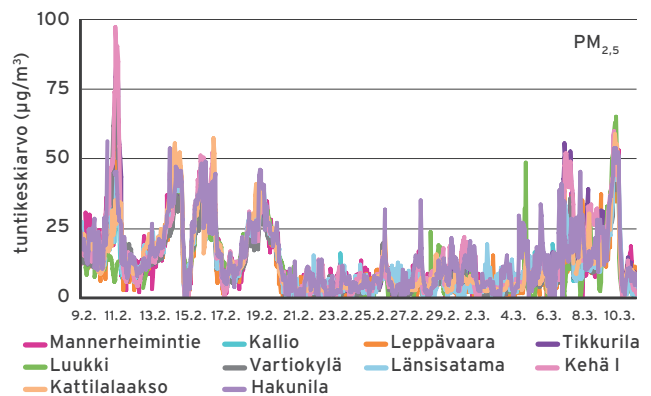
Kuvat 7.5 a ja b. Typpidioksidin tuntikeskiarvot 9.2.-12.2.2012 pääkaupunkiseudun mittausasemilla.



Kuva 7.6. Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot kaupunkitausta- asemalla Helsingin Kalliossa vuosina 2003–2012 ja päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta. Avopalojen merkitystä on arvioitu leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).



Kuva 7.7. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuuden $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien päivien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Kalliossa vuosina 1999–2012. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin pienhiukkasten kaukokulkeumien kestoja ja voimakkuutta.



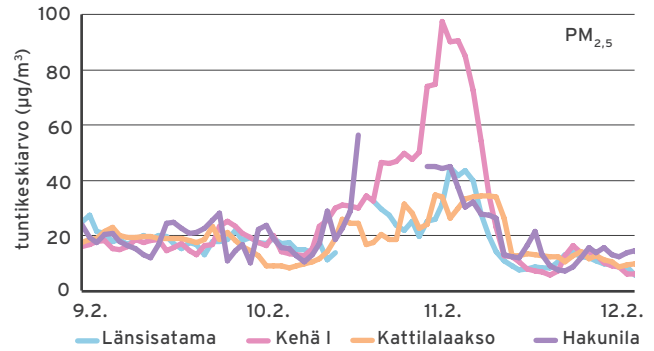
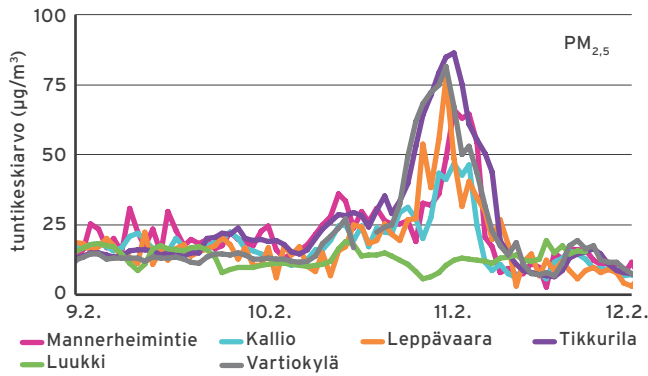
Kuva 7.8. Korkeiden pienhiukkaspitoisuuksien episodit helmi-maaliskuussa 2012.

lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu hieman tai paljon Itä-Euroopan avopaloista, kuten maastopaloista ja peltojen kuloituksista. Voimakkaimmat 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)

Vuoden 2012 pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodeiksi luokiteltavat tilanteet olivat lyhyitä ja melko heikkoja (kuva 7.7). Niitä esiintyi helmikuun 13.–20. välisenä aikana sekä maaliskuun 9. päivänä (kuva 7.8). Vuorokausipitoisuus ylitti $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Kalliossa 14.–15.2., 19.2. sekä 9.3. Pitoisuudet olivat samaan aikaan koholla myös Luukissa. Yhteensä kaukokulkeumaepisodioiden kesto oli noin neljä vuorokautta. Näiden episodien aikana korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Leppävaaran 45 ja Luukin $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n välillä ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet Vartiokylän 27 ja Luukin $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n välillä. Korkeimmat tuntipitoisuudet olivat asemasta riippuen 6–10 -kertaisia ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet 4–5 -kertaisia keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuina.

Korkeita tunti- ja vuorokausipitoisuuksia aiheuttivat kaukokulkeumien lisäksi vilkasliikenteisillä alueilla liikenteen pakokaasut, pientaloalueilla tulisijojen käytön savut ja satamien ympäristössä laivojen päästöt. Helmikuun 10. ja 11. päivinä vallinneessa inversiotilanteessa pienhiukkasten tuntipitoisuudet kohosivat asemasta riippuen 4–12 -kertaisiksi ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet 2–4 -kertaisiksi keskimääräiseen verrattuna. Korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Luukissa mitatun 19 ja Kehä I:n varrella mitatun $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet Luukin 14 ja Kehä I:n $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä (kuvat 7.9 a ja b).

Myös ilotulitukset ja tulipalot aiheuttavat joskus korkeita paikallisia pitoisuushuippuja. Uudenvuoden ilotulitus näkyi selvästi pienhiukkasten pitoisuuksissa esim. Kattilalaaksossa ja Hakunilassa. Vuoden ensimmäisenä päivänä mitattu vuorokausipitoisuus oli Kattilalaaksossa 21 ja Hakunilassa $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hakunilassa uudenvuodenpäivän korkein tuntipitoisuus nousi jopa $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aan, muilla mittausasemilla korkein tuntipitoisuus vaihteli välillä $50\text{--}95 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 7.9 a ja b. Pienhiukkasten pitoisuudet heikkotuulisessa inversiotilanteessa 10.-11.2. 2012.

Mittauspaikasta riippuen WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi pääkaupunkiseudulla 2-8 päivänä vuonna 2012 (luku 4.1, kuva 4.4).

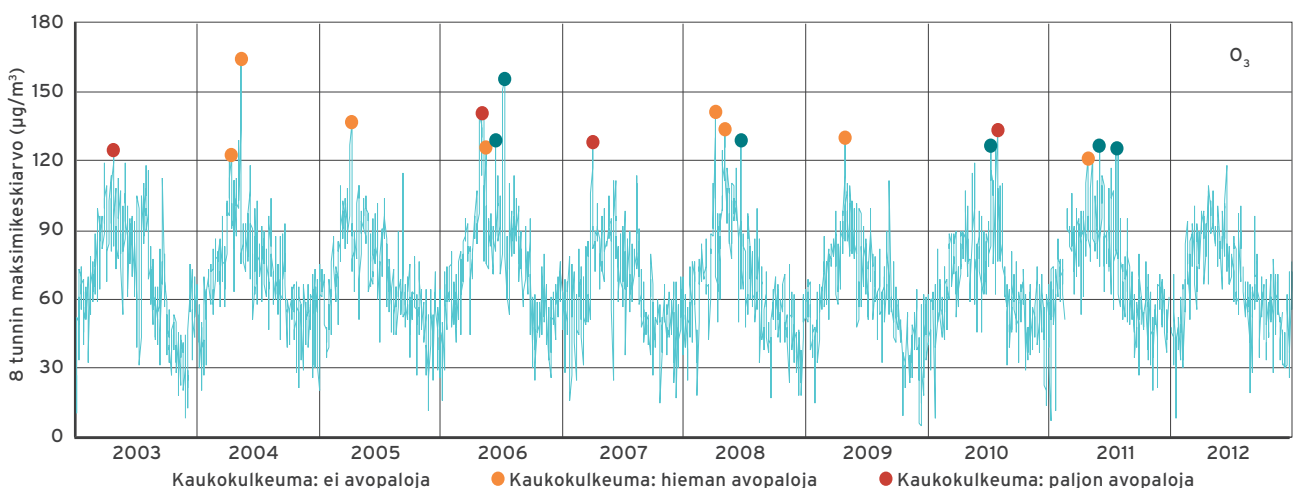
7.4 Otsoniepisodit

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu ilmassa auringonsäteilyn vaikutuksesta hapen, typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kevät- ja kesäkausi ovat otollisinta aikaa otsonimuodostukselle. Suomeen kaukokulkeutuu runsaasti otsonia muualta Euroopasta. Korkeimmat pitoisuushuiput havaitaan yleensä aurinkoisina kevät- ja kesäpäivinä, kun ilmavirtaukset saapuvat Keski- ja Itä-Euroopan saasteisimmilta alueilta. Myös Itä-Euroopan maastopalojen ja peltojen kulotusten päästöt ovat toden-

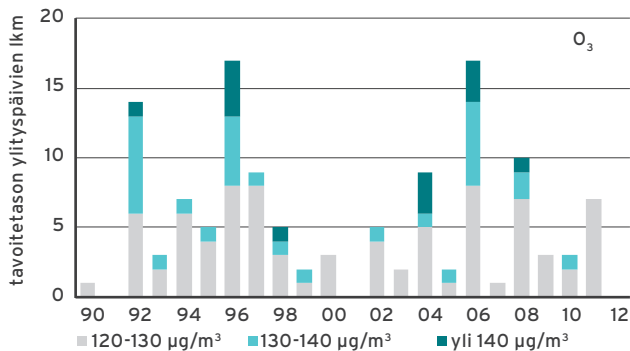
näköisesti usein osasyynä otsoniepisodeihin. Kuvassa 7.10 on esitetty otsonipitoisuuksien vuodenaikaisvaihtelu kymmeneltä viime vuodelta. Otsonipitoisuudet ovat Suomessa korkeimmat maaseudulla, sillä kaupunkien keskustoissa otsonia kuluu reaktioissa muiden ilmaaasteiden kanssa. Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuudet ovat yleensä korkeimmat alueellisella tausta-aseamalla Luukissa.

Väestölle tiedottamisen kynnyksiarvo ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on ylittynyt pääkaupunkiseudulla vain kahden tunnin ajan viimeisen 20 vuoden aikana. Kyseinen ylitys oli kaukokulkeuman aikana 7.5.2004.

Pääkaupunkiseudulla otsoniepisodeiksi on luokiteltu tilanteet, jolloin 8 tunnin keskiarvopitoisuudet ylittävät $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2012 ei tällaisia tilanteita ollut lainkaan (kuvat 7.10 ja 7.11).



Kuva 7.10. Otsonin korkeimmat päivittäiset 8 tunnin keskiarvopitoisuudet alueellisella tausta-aseamalla Espoon Luukissa vuosina 2003-2012. Avopalojen merkitystä kaukokulkeumissa on arvioitu karkeasti pienhiukkasten leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).



Kuva 7.11. Otsonin pitkän aikavälin tavoitteen (120 µg/m³, 8 tunnin liukuva keskiarvo) ylittävien vuorokausien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Luukissa vuosina 1990-2012. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin otsonin kaukokulkeumien kestoa ja voimakkuutta.

7.5 Varautuminen episoditilanteisiin

Pääkaupunkiseudun kaupungeilla on yhteinen vuonna 2010 hyväksytty varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen (HSY 2010b). Tällä varautumissuunnitelmalla korvattiin Espoon ja Helsingin aiemmat varautumissuunnitelmat. Suunnitelmassa on esitetty eri tahojen yhteinen toimintamalli ja sillä pyritään estämään ilmanlaadun raja-arvojen ylittyminen. Suunnitelma laadittiin yhteistyössä pääkaupunkiseudun kuntien, HSY:n, HSL:n, pelastusviranomaisten ja poliisin edustajien kanssa. HSY:n ilmansuojeluyksikön rooli varautumissuunnitelmassa on seurata epäpuhtauksien pitoisuuksia ja tiedottaa tarvittaessa viranomaisille ja kuntalaisille ilmanlaadun heikkenemisestä.

Jos ilmanlaatu heikkenee merkittävästi, tilanteesta ja altistumisen vähentämiskeinoista tiedotetaan. Varautumissuunnitelman mukaisiin toimenpiteisiin katupölyhaittojen alentamiseksi ryhdytään, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus 50 µg/m³ ylittyy. Mikäli pölyämisen ennustetaan jatkuvan, katuja, teitä ja/tai pientareita kas-tellaan laimealla kalsiumkloridiliuoksella, mikä pitää pin-nat pitkään kosteina ja vähentää pölyämistä.

Typpidioksidipitoisuudet kohoavat korkeiksi etenkin sil-loin, kun tyyni sää ja inversio estävät liikenteen päästöjen laimenemista. Varautumissuunnitelman mukaiset toimen-piteet käynnistetään ja varautumista kohotetaan asteit-tain tuntipitoisuuden ylittäessä 150 tai 200 µg/m³ tietyn tuntimäärän ajan ja tietyllä alueella. Toimenpiteet alkavat tiedottamisesta ja suosituksista. Liikenteen typenoksidi-päästöjä voidaan vähentää suosimalla joukkoliikennettä ja välttämällä tarpeetonta ajamista. Jos pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi, ja tilanteen ennustetaan jatkuvan, tu-lee harkittavaksi siirtyminen maksuttomaan joukkoliiken-teeseen ja liikenteen rajoittaminen asteittain. Sen vuoksi on laadittu seudullinen joukkoliikenteen poikkeusliiken-nesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta (YTV 2004). Tämä suunnitelma on tarpeen päivittää vastaamaan vuo-den 2010 varautumissuunnitelman vaatimuksia. Uusimis-työ on käynnistynyt Uudenmaan ELY-keskuksen koordi-noimana vuonna 2012.

Varautumissuunnitelman myötä koko pääkaupunkiseutu on laatinut toimintamallin myös kaukokulkeutuvien pien-hiukkasten tai savujen varalle. Toimenpiteet käynnisty-vät pienhiukkasten pitoisuuden laajalla alueella ylittäessä 40 µg/m³ yli kolmen tunnin ajan tai kohotessa äkillises-ti korkeiksi. Tilanteessa tehostetaan tiedotusta ilmanlaa-dusta, suosituksista ja terveysvaikutuksista. Vakavien sa-vuhaittojen vuoksi väestöä voidaan varoittaa.

Suunnitelmaan on liitetty myös otsonin tiedotus- ja varoi-tuskynnykset (180 ja 240 µg/m³ tunnin ajan), joiden ylit-tyessä tiedotetaan tai annetaan varoitus terveyshaitoista.

8. Ilmanlaatu indeksillä arvioituna

8.1 Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatu-tiedon ja tiedotuksen yksinkertaistamisessa apuna käytetään ilmanlaatuindeksiä. Indeksillä arvioidaan sanallisesti ilmansaasteiden pitoisuuksien ja niiden terveysvaikutusten välistä yhteyttä. HSY:n (aiemmin YTV) kehittämä indeksi jakaa ilmanlaadun viiteen luokkaan hyvästä erittäin huonoon. HSY: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 8.1). Indeksillä kehitettiin 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. Indeksiluokkien rajat on esitetty taulukossa 8.2. Suomessa käytetty indeksi eroaa ulkomaisista ilmalaatuindekseistä sekä lasketavan että pitoisuusrajojen osalta.

8.2 Ilmanlaadusta tiedottaminen

Asukkaat voivat seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaatu-tilannetta HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi/ilmanlaatu sekä ilmanlaatu-näyttöiltä, radioista, televisiosta ja sanomalehdistä. Ajantasaiset ilmanlaatu-tiedot ovat olleet saatavilla HSY:n verkkosivuilta vuodesta 1996 alkaen. Arki-aamujen ilmanlaadusta välitetään tietoa aktiivisesti myös tiedotusvälineiden avulla. Ilmanlaatu-tilanne on asukkaiden seurattavissa joka arki-aamu Ylen Aamu-TV:ssä sekä radiossa Ylen Aikaisen ja Radio Helsingin kanavilla. Ilmanlaadun vaihtelua on voinut seurata myös Helsingin Sanomien kaupunkisivuilta arkipäivisin ja viikoittain Keski-Uusimaa-lehdestä. Lisäksi pääkaupunkiseudulla on useita näyttöjä, joista ohikulkijat voivat seurata myös ilmanlaatu-tietoja keskustoissa tai liikennevälineissä liikkuaan. Vantaalla ja Espoossa on useita HSL:n aika-tilan näyttöjä, jotka näyttävät myös ilmanlaatu-tilanteen. Lisäksi asukkaat voivat halutessaan saada varoituksen korkeista ilmansaaste-pitoisuuksista tekstiviestillä. Maksullinen tekstiviestipalvelu aloitti toimintansa vuonna 2011. Vuosittain ilmanlaadun seurannan tulokset raportoidaan Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla -raportissa ja vuodenajoittain lyhyessä Ilmanlaatu-katsauksessa, joka vuodesta 2013 alkaen julkaistaan sähköisenä HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi/ilmanlaatu.

Jos ilmanlaatu heikkenee voimakkaasti ja terveyshaitat ovat mahdollisia herkille yksilöille, HSY tiedottaa tilanteesta asukkaille ja viranomaisille. HSY viestii tällaisessa episodissa asukkaille ilmanlaadusta ja sen vaikutuksista, ja pääkaupunkiseudun kaupungit puolestaan viestivät suosituksista ja toimenpiteistä.

8.3 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna

Vuonna 2012 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu luokiteltiin hyväksi tai tyydyttäväksi yli 90 % ajasta kaikilla muilla mittausasemilla paitsi Mannerheimintielle, jossa ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä 88 % ajasta ja Kehä I varrella, jossa ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä 85 % ajasta. Ilmanlaatu oli hyvä etenkin öisin, viikonloppuisin ja tuulisella säällä. Kuvisa 8.1 a-g on esitetty pysyvien mittausasemien ilmanlaatuindeksien prosenttiosuudet kuukausittain. Aurinkoisina kesäkuukausina ilmanlaatu on usein tyydyttävä, koska otsonipitoisuudet kohoavat voimakkaasti auringon säteilyn vuoksi. Siksi asemilla, joilla otsonia ei mitattu (Vallila ja Leppävaara), ilmanlaatu on indeksillä arvioituna kesällä muita asemia parempi (kuva 8.1 a-g). Loppukeuhkain ja syksyisin ilmanlaatu on usein hyvä, mikä johtuu suotuisista laimenemisolosuhteista ja kosteasta säästä. Mittausasemien ilmanlaadun vertailua vaikeuttaa se, että mittausasemilla mitataan jossain määrin eri saasteita. Taulukosta 8.3 käyvät ilmi ne komponentit eli ilmansaasteet, jotka ovat olleet mukana kunkin mittausaseman indeksilaskennassa. Siirrettävien asemien vuoden 2012 ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatu-luokkiin on esitetty luvussa 6.

Vuonna 2012 oli huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tunteja selvästi edellisvuotta vähemmän kaikilla pysyvillä mittausasemilla. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttaneet saasteet sekä tuntimäärät ja on esitetty taulukossa 8.3. Huono tai erittäin huono ilmanlaatu aiheutui pääosin joko hengitettävistä hiukkasista tai pienhiukkasista. Hengitettävien hiukkasten aiheuttamat ilmanlaadullisesti huonot ja erittäin huonot tunnit esiintyivät suurimmaksi osaksi katupölykaudella. Pienhiukkasten aiheuttamat huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunnit osuivat pääosin helmi- ja maaliskuulle. Typpidioksidin heikensi ilmanlaadun huonoksi tai erittäin huonoksi helmikuun inversion aikana (luku 7.2).

Taulukko 8.1. Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat.

Ilman laatu	Välittömät terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
Hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
Tyydyttävä	hyvin epätodennäköisiä	-"-
Välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
Huono	mahdollisia herkillä yksilöillä	-"-
Erittäin huono	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	-"-

Taulukko 8.2. Indeksiarvojen määrytyminen ja pitoisuuksien taitepisteet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO mg/m^3)*

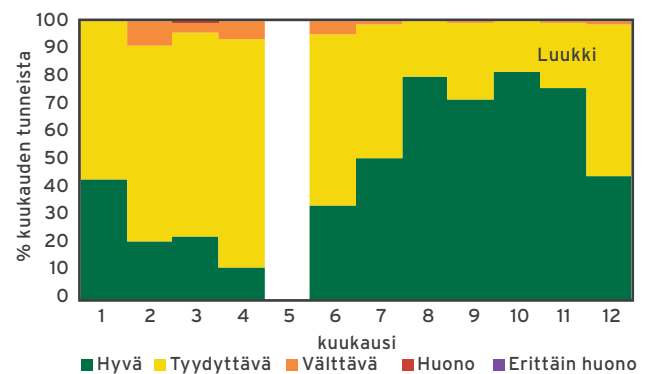
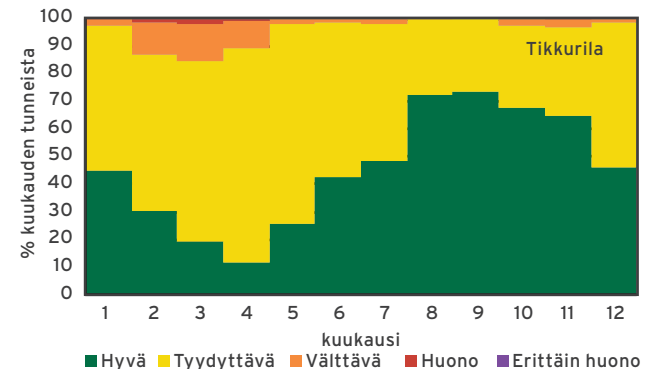
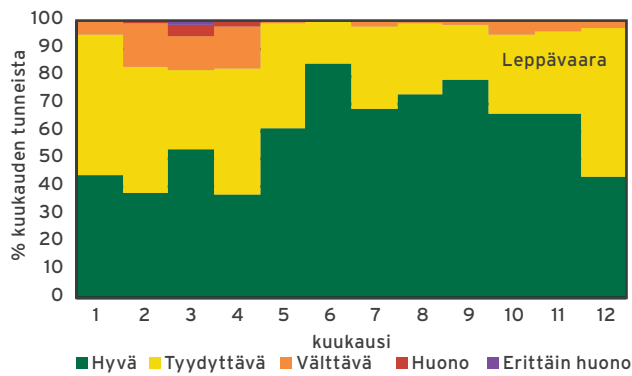
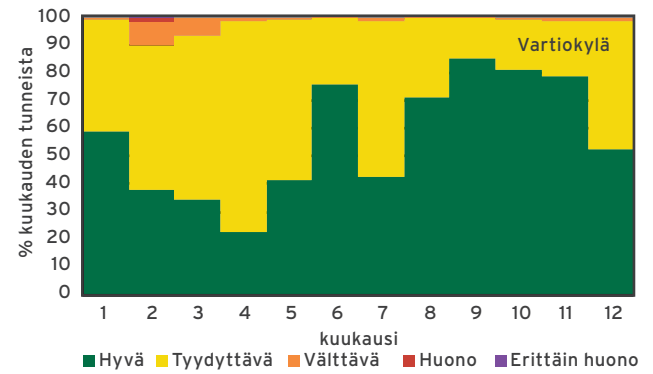
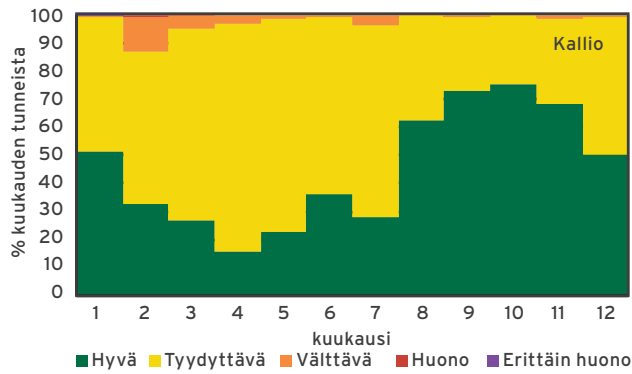
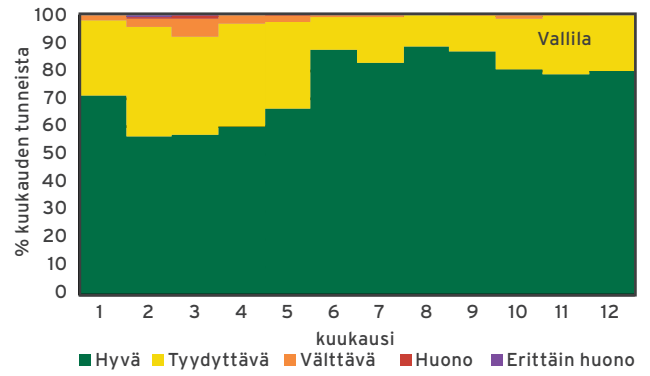
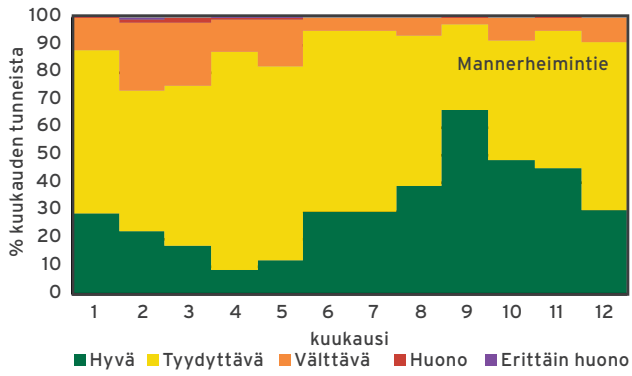
Ilmanlaatu	Indeksi	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	TRS
Hyvä	≤50	≤4	≤40	≤20	≤60	≤20	≤10	≤5
Tyydyttävä	51-75	5-8	41-70	21-80	61-100	21-50	11-25	6-10
Välttävä	76-100	9-20	71-150	81-250	101-140	51-100	26-50	11-20
Huono	101-150	21-30	151-200	251-350	141-180	101-200	51-75	21-50
Erittäin huono	≥151	≥31	≥201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

*Pitoisuudet ovat tuntikeskiarvoja ja indeksit kokonaislukuja.

Taulukko 8.3. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tuntien määrät ja ne aiheuttava ilmansaaste vuonna 2012.

Mittausasema	Ilmansaaste						
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	YHT.
Mannerheimintie	24	4	16	0	-	0	44
Vallila	12	-	9	-	0	-	21
Kallio	0	4	5	0	-	-	9
Vartiokylä	0	7	0	1	-	0	8
Leppävaara	54	4	1	-	-	-	59
Tikkurila	16	16	0	0	-	0	32
Luukki	-	7	0	0	0	-	7
Länsisatama	-	2	0	-	0	-	2
Kehä I	311	14	3	-	-	-	328
Kattilalaakso	-	21	0	-	-	-	21
Hakunila	-	11	3	-	-	-	14

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



Kuvat 8.1 a-g. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatualueisiin vuoden 2012 kuukausina. Luukin mittausasemalta puuttuvat toukokuun tulokset mittausaseman siirron vuoksi.

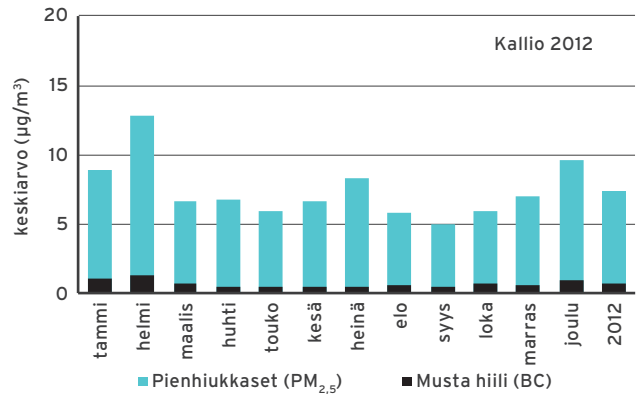
9. Mustan hiilen pitoisuudet

HSY aloitti mustan hiilen (BC) pitoisuuden seurannan pääkaupunkiseudulla helmikuussa 2009. Mustaa hiiltä mitataan alle yhden mikrometrin kokoisista hiukkasista, sillä valtaosa mustasta hiilestä on PM₁-kokoluokassa. Mittausten alkuvaiheessa (16.2.-25.6.2009) mustaa hiiltä mitattiin PM_{2,5}-kokoluokasta, mutta kokoluokamuutoksella on vain vähäinen vaikutus tuloksiin. Mustan hiilen mittausten tavoitteena on saada entistä tarkempi käsitys polttoeräisten pienhiukkasten pitoisuusvaihtelusta ja lähteistä pääkaupunkiseudulla. Tulevina vuosina seurataan mm. pitoisuuksien kehittymistä vilkasliikenteisillä alueilla, sillä ajoneuvojen kiristyttyjen hiukaspäästönormien ennakoidaan vähentävän tehokkaasti mustan hiilen päästöjä.

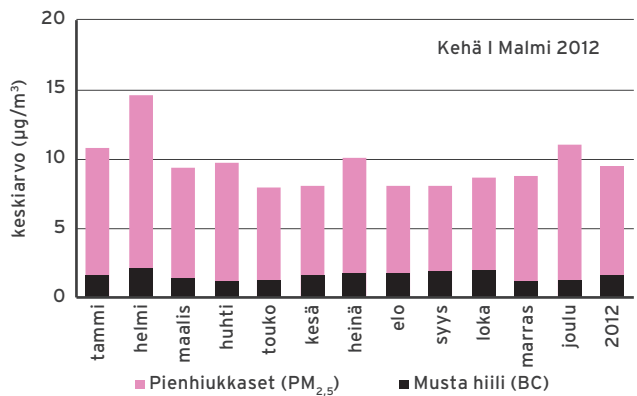
Vuonna 2012 mustaa hiiltä mitattiin kaupunkitausta- asemalla Kalliossa sekä siirrettävällä mittausasemalla Kehä I:n varrella. Vuonna 2011 mustan hiilen pitoisuusmittauksia tehtiin Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa Mannerheimintielle, vuonna 2010 Töölöntullin vilkasliikenteisessä katukuilussa ja vuonna 2009 Vartiokylän pientaloalueella. Mustan hiilen vuosipitoisuus oli Kalliossa 0,7 ja Kehä I:n varrella 1,6 µg/m³. Mustan hiilen vuosi- ja kuukausikeskiarvot on esitetty kuvissa 9.1 ja 9.2 sekä liitteessä 1.

Mustan hiilen pitoisuuksissa ei näkynyt selvää vuodenaikavaihtelua Kehä I:n mittausasemalla. Sen sijaan Kalliossa korkeimmat kuukausikeskiarvopitoisuudet esiintyivät kuitenkin vuoden kylmimpinä kuukausina eli tammi-, helmi- ja joulukuussa (kuvat 9.1 ja 9.2). Kylminä kuukausina ilmansaasteiden sekoittuminen on heikompaa ja lisäksi puun pienpolton päästöt nostavat pitoisuuksia. Mustasta hiilestä valtaosa on alle 1 mikrometrin kokoisissa hiukkasissa, joten mittaustulosten perusteella voidaan laskea kohtalaisen tarkasti mustan hiilen osuus koko pienhiukkasmassasta. Kalliossa musta hiili muodosti 9 % ja Kehä I varrella 17 % pienhiukkasten massapitoisuudesta vuosikeskiarvona (kuvat 9.1 ja 9.2). Mannerheimintielle vastaava luku oli 14 %, Vartiokylässä 11 % ja Töölöntullissa peräti 20 % (Malkki ym. 2011, 2012).

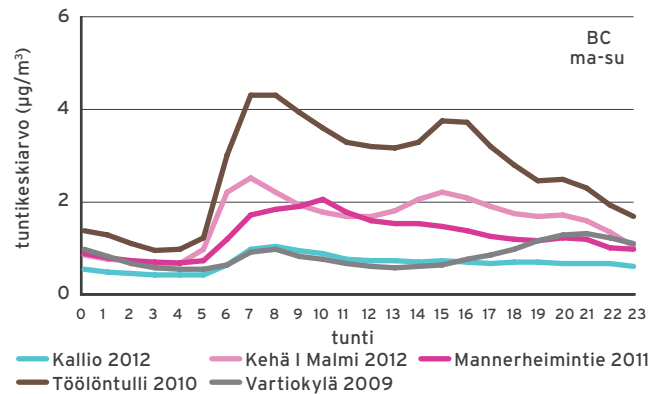
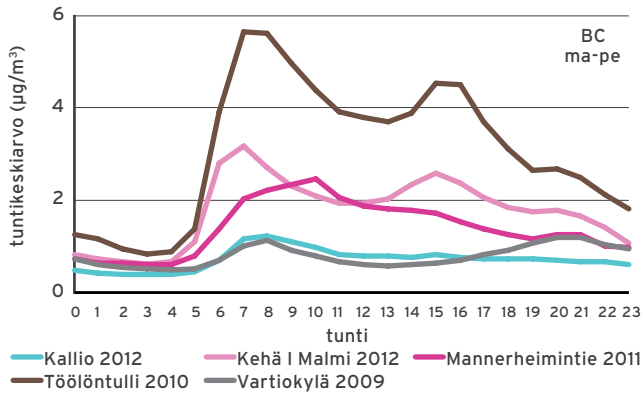
Pääkaupunkiseudulla mitatut mustan hiilen pitoisuudet ovat olleet mittauspaikesta riippuen noin 2-10 kertaa korkeampia kuin Etelä-Suomen tausta- asemilla (Hyvärinen ym. 2011). Syynä pääkaupunkiseudun korkeisiin pitoisuuksiin ovat paikallisen liikenteen ja puun pienpolton päästöt ja osaltaan myös kaukokulkeuma. Paikallisten päästöjen suuri merkitys näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa eri vuorokaudenaikoina (kuvat 9.3 a ja b). Korkein mustan hiilen tuntikeskiarvo Kalliossa oli 10 µg/m³, ja se mitattiin 10.2.2012 klo 23 heikkotuulisessa inversiotilanteessa. Korkein tuntipitoisuus Kehä I varrella oli 13 µg/m³, ja se mitattiin samaisessa inversiotilanteessa 11.2.2012 klo 3.



Kuva 9.1. Pienhiukkasten ja mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Kalliossa vuonna 2012.

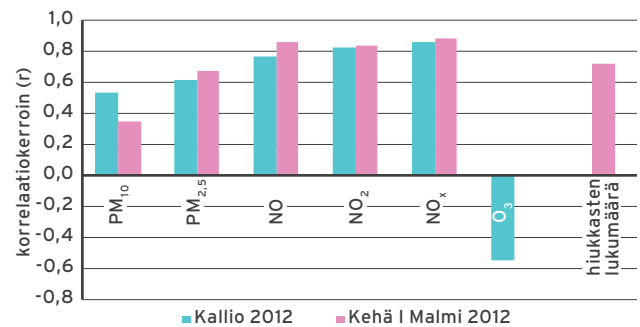


Kuva 9.2. Pienhiukkasten ja mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Kehä I varrella vuonna 2012.



Kuvat 9.3 a ja b. Mustan hiilen pitoisuuksien vaihtelu vuorokaudenajan mukaan maanantai-perjantai (vasemmalla) sekä maanantai-sunnuntai (oikealla).

Mustan hiilen pitoisuudet korreloivat parhaiten typenoksidien ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksien kanssa (kuva 9.4), mikä osoittaa paikallisen liikenteen olevan keskeinen mustan hiilen päästölähde. Suhteellisen hyvä korrelaatio pienhiukkasten kanssa viittaa myös siihen, että kaukokulkeuma on mustan hiilen lähde. Mustan hiilen ja hengitettävien hiukkasten välinen positiivinen korrelaatio on melko heikko, koska hengitettävien hiukkasten pitoisuuteen vaikuttaa voimakkaasti katupöly. Otsonin ja mustan hiilen välillä on puolestaan negatiivinen korrelaatio, sillä paikallisista päästölähteistä peräisin olevat saasteet (erityisesti NO) toimivat otsoniniehuna kaupunkialueilla.



Kuva 9.4. Mustan hiilen ja muiden mitattujen ilmansaasteiden välinen riippuvuus korrelaatiokertoimella ilmaistuna Kalliossa ja Kehä I:n varrella vuonna 2012.

10. Hiukkasten lukumääräpitoisuudet

Hiukkasten lukumäärämittausten tavoitteena on saada käsitys hiukkasten lukumäärästä erilaisissa ympäristöissä sekä saada tietoa pitoisuustasojen mahdollisesta muuttumisesta pääkaupunkiseudulla ajan kuluessa. Autojen vuonna 2015 kiristyvien päästönormien myötä myös hiukkasten lukumäärää päästöissä aletaan säädellä. HSY aloitti hiukkasten lukumäärän seurannan pientaloalueella Vartiokylässä vuonna 2009 (mittausalue 6-1000 nm). Vuonna 2010 hiukkasten lukumäärää mitattiin katukuilussa Töölöntullissa (mittausalue 6-1000 nm), vuonna 2011 Helsingin keskustassa Mannerheimintielle (mittausalue 9-1000 nm) ja vuonna 2012 Kehä I varrella (mittausalue 9-1000 nm).

Helsingin yliopisto mittaa jatkuvasti hiukkasten lukumäärää kaupunkitausta-aseamalla (SMEAR III) yliopiston kampusalueella Kumpulassa. Kumpulassa hiukkasten lukumäärään vaikuttaa läheinen Kustaa Vaasan tie (etäisyys n. 150 m), jonka liikennemäärä on noin 44 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa.

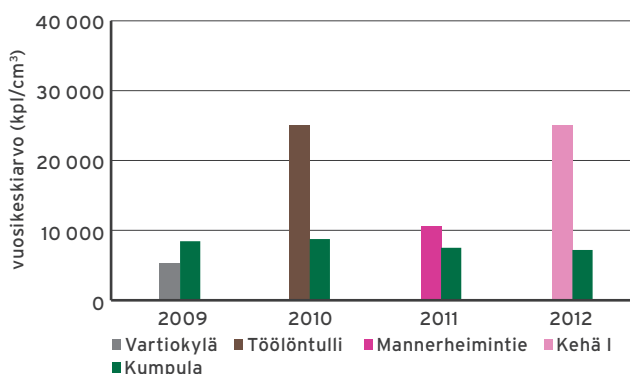
Kuvassa 10.1 on esitetty hiukkasten lukumääräpitoisuuksien vuosikeskiarvot ja kuvassa 10.2 kuukausikeskiarvot vuosien 2009–2012 mittauksista. HSY:n mittausarjat eivät ole kattaneet koko vuotta missään mittauspaikassa. Vuosipitoisuudet olivat pientaloaluetta edustavassa Vartiokylässä noin 5 000 kpl/cm³, liikenneympäristöissä Töölöntullissa ja Kehä I:n varrella noin 25 000 kpl/cm³ ja Mannerheimintien mittausasemalla hieman yli

10 000 kpl/cm³. Kumpulassa vuosipitoisuudet ovat olleet noin 7 000–9 000 kpl/cm³ (Helsingin yliopisto 2013a).

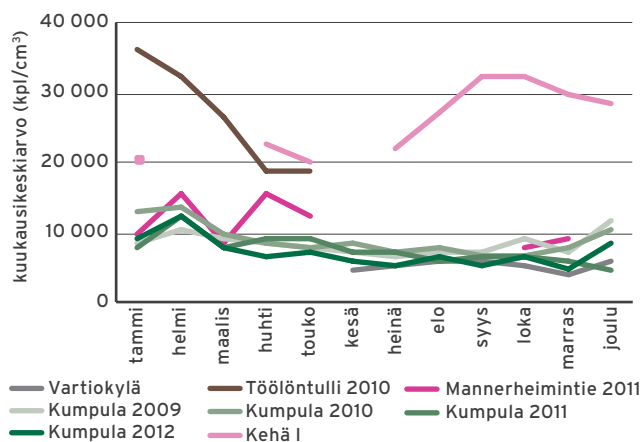
Suomessa maaseututausta-asemilla hiukkasten lukumäärät ovat huomattavasti alhaisempia kuin kaupungissa mitatut. Saaristomeren sisääntuloväylän varrella Utöissä hiukkasten lukumäärä on ollut noin 3 200 kpl/cm³ (mittausalue 7-500 nm) ja Lapissa Värriön luonnonpuistossa lähellä Venäjän rajaa 700 kpl/cm³ (mittausalue 8-460 nm) (dal Maso ym. 2008).

Tukholmassa hiukkasten lukumääräpitoisuus Hornsgatanin vilkasliikenteisessä katukuilussa oli 23 200 kpl/cm³ vuonna 2012 (mittausalue > 4 nm) (SLB 2013). Tanskassa vuonna 2010 hiukkasten lukumääräpitoisuus oli Kööpenhaminan keskustassa 16 000 kpl/cm³, kaupunkitausta-aseamalla 6 800 kpl/cm³ ja maaseudun tausta-aseamalla 3 800 kpl/cm³ (mittausalue 6-700 nm) (Massling ym. 2011).

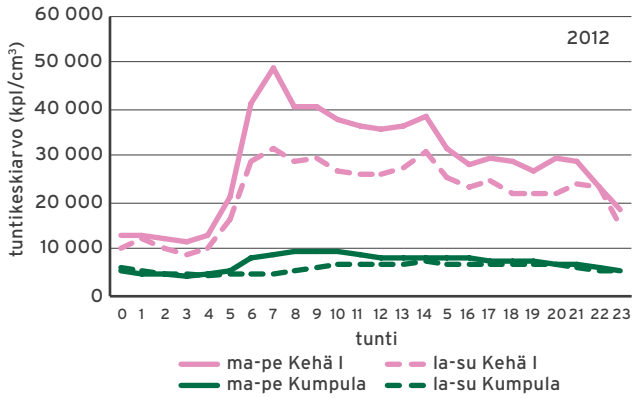
HEAPSS tutkimuksessa mitattiin hiukkasten lukumäärää (mittausalue 7 nm:stä muutamaan mikrometriin) Helsingissä, Tukholmassa, Augsburgissa, Barcelonassa ja Roomassa toukokuusta 2001 joulukuuhun 2003. Pitoisuudet Barcelonassa ja Roomassa (43 500–39 200 kpl/cm³) olivat noin nelinkertaisia Helsinkiin (11 000 kpl/cm³), Tukholmaan (10 300 kpl/cm³) tai Augsburgiin (10 200 kpl/cm³) verrattuna (Aalto ym. 2005).



Kuva 10.1 Hiukkasten lukumääräpitoisuuksien vuosikeskiarvot HSY:n ja Helsingin yliopiston Kumpulassa mitausasemilla vuosina 2009–2012.

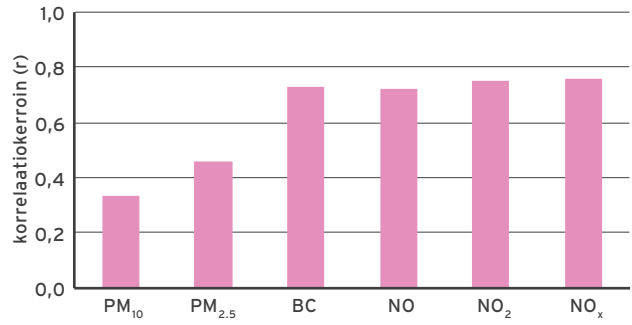


Kuva 10.2. Hiukkasten lukumääräpitoisuuksien kuukausikeskiarvot HSY:n ja Helsingin yliopiston Kumpulassa mitausasemilla vuosina 2009–2012.



Kuva 10.3. Hiukkasten lukumäärien vaihtelu vuorokaudenajan suhteen ma-pe ja la-su HSY:n Kehä I:n ja Helsingin yliopiston Kumpulan mittausasemalla vuonna 2012.

Paikallisten päästöjen vaikutus pitoisuuksiin näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa viikonpäivän ja vuorokauden ajan mukaan (kuva 10.3, liite 3). Kehä I:n pitoisuudet olivat korkeimmillaan aamupäiväruuhkan aikana, päivällä pitoisuudet hieman laskivat, mutta kohosivat uudelleen iltapäiväruuhkan aikana. Kumpulan kaupunkitausta- asemalla aamu- ja iltapäiväruuhkan vaikutus oli huomattavasti vähäisempi. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla alhaisimmillaan aamuyöstä, jolloin myös liikenne on vähäisintä.



Kuva 10.4. Hiukkasten lukumäärän ja muiden mitattujen ilmansaasteiden välinen riippuvuus korrelaatiokerroimella ilmaistuna Kehä I:n mittausasemalla vuonna 2012.

Hiukkasten lukumääräpitoisuus korreloi Kehä I:n varrella parhaiten typenoksidien ja mustan hiilen pitoisuuksien kanssa, mikä osoittaa, että niillä on yhteinen lähde eli liikenteen päästöt (kuva 10.4).

11. Typpidioksidipitoisuudet keräinmenetelmällä

Jatkuvatoimisia ilmanlaatumittauksia täydennetään suuntaa-antavilla passiivikeräinmittauksilla. Keräinten avulla voidaan määrittää ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia vähällä vaivalla ja edullisesti. Typpidioksidin passiivikeräyksiä on tehty vuodesta 1992 alkaen. Vuonna 2004 otettiin käyttöön IVL-tyyppinen keräin, jolla saadaan määritettyä kuukausipitoisuuksia. Vertailumittauksissa on todettu, että kylminä talvikuukausina menetelmä yliarvioi ja kesäkuukausina aliarvioi pitoisuuksia. Vuositasolla IVL-keräimillä määritetyt NO₂-pitoisuudet vastaavat hyvin jatkuvatoimisella kemiluminesenssin menetelmällä määritettyjä tuloksia (kuva 11.1).

Vuonna 2012 typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin 47 kohteessa koko vuoden ajan. Mittauksia tehtiin raja-arvoa valvovissa kohteissa, sataman vaikutusalueella, lentokentän alueella, tunnelien lähiympäristöissä, eri etäisyyksillä vilkkaasti liikennöidyistä pääväylistä, erityiskohteissa Koskelantiellä sekä Kauniaisissa. Kohteiden sijainnit (keräimen numero suluissa) ja vuosikeskiarvot on esitetty kuvien 11.3-11.9 kartoissa, kuukausikeskiarvot liitteessä 1 ja tarkemmat paikkakuvaukset sekä liikennemäärätiedot liitteessä 5.

11.1 Passiivikeräinkartoitukset raja-arvoa valvovissa kohteissa

Vuodesta 2008 lähtien on keräinmenetelmällä seurattu typpidioksidipitoisuuksia kohteissa, joissa aiemmin on mitattu jatkuvatoimisella menetelmällä raja-arvon ylitys tai joissa arvioidaan raja-arvon ylittävän. Tulokset on esitetty kuvassa 11.2.

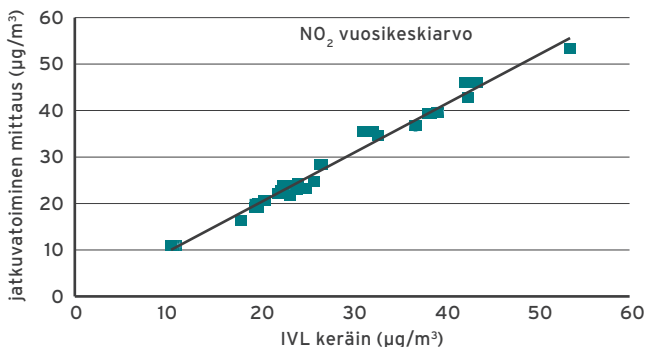
Töölön mittausasema sijaitsi vuosina 1978-2004 Nordenskiöldin aukiolla. Typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitys mitattiin asemalla viimeksi vuonna 1996, jonka jälkeen pitoisuudet laskivat alle raja-arvon. Passiivikeräinmenetelmällä vuosina 2008-2012 määritetyt pitoisuudet ovat olleet selvästi raja-arvon alapuolella.

Hämeentien vilkasliikenteisessä katukuilussa mitattiin jatkuvatoimisesti typpidioksidin pitoisuuksia vuosina 2005 ja 2009. Molempina vuosina vuosiraja-arvo ylittyi pitoisuuksien ollessa 43 ja 46 µg/m³. Keräinmenetelmällä on samassa paikassa mitattu raja-arvon ylitys vuosina 2009-2012. Vuosipitoisuudet ovat olleet 43-49 µg/m³

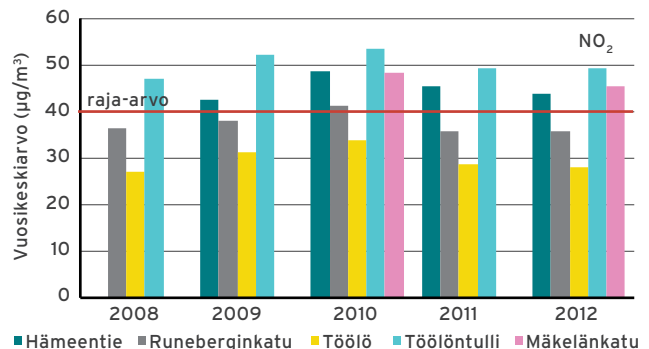
Runeberginkadun katukuilussa mitattiin jatkuvatoimisesti typpidioksidin pitoisuuksia vuosina 1997, 2003 ja 2004. Mittauksissa vuosipitoisuus oli hieman alle raja-arvon (37-39 µg/m³). Keräinmenetelmällä raja-arvo ylittyi vuonna 2010, muina vuosina pitoisuudet ovat olleet raja-arvon alapuolella.

Töölöntullissa, Mannerheimintien erittäin vilkkaassa katukuilussa, mitattiin jatkuvatoimisesti typpidioksidin pitoisuuksia vuosina 2006 ja 2010. Molempina vuosina raja-arvo ylittyi selvästi ja vuosipitoisuudet olivat 54 ja 53 µg/m³. Keräinmenetelmällä vuosina 2008-2012 mitatut pitoisuudet ovat olleet 47-54 µg/m³ eli selvästi yli raja-arvon.

Mäkelänkadulla mitattiin vuonna 2011 raja-arvon ylitys (50 µg/m³) jatkuvatoimisella mittausasemalla. Ylitys on havaittu myös keräinmenetelmällä vuosina 2010 (48 µg/m³) ja 2012 (45 µg/m³).



Kuva 11.1. Typpidioksidin vuosipitoisuudet rinnakkain tehdyissä keräinmäärityksissä ja jatkuvatoimisissa mittauksissa.



Kuva 11.2. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosipitoisuudet raja-arvoa valvovissa kohteissa.

11.2 Passiivikeräinkartoitukset erityiskohteissa Helsingissä

Koskelantien ja Lahdenväylän läheisyydessä sijaitsevan asuintalon ympäristössä kartoitettiin typpidioksidin pitoisuuksia neljässä mittauspisteessä. Tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua vilkasliikenteisten väylien välittömässä läheisyydessä sijaitsevien asuntojen ympäristössä. Typpidioksidin vuosipitoisuudet olivat 23–31 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 11.3). Korkein pitoisuus mitattiin talon itäpäädyssä, Koskelantien vieressä.

Kehä III:n länsipäässä olevan Vuosaaren tunnelin pohjoisen suuaukon vieressä mitattiin typpidioksidin vuosikeskiarvoksi 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja eteläisen suuaukon yläpuolella 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet jäivät alle raja-arvon ja mitä todennäköisimmin myös alle ohjearvojen (kuva 11.4).

Elieel Saarisen tien joukkoliikennetunnelissa sijaitsevalla linja-autopysäkillä typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se ylitti raja-arvon. Pitoisuus oli sama kuin edellisenä vuotena.

11.3 Passiivikeräinkartoitukset Espoossa

Espoossa selvitettiin liikenteen päästöjen leviämistä Lepävaarassa Kehä I:n tunnelin (nk. Mestarintunnelin) läheisyydessä. Typpidioksidipitoisuuksia mitattiin seitsemässä mittauspisteessä (numerot 24–30). Korkein pitoisuus (27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin tunnelin eteläisen suuaukon läheisyydessä, osoitteessa Harakantie 20 sijaitsevan kiinteistön pihalla noin 25 metrin etäisyydellä Kehä I:n reunasta. Muissa mittauspisteissä typpidioksidin vuosipitoisuus vaihteli välillä 16–25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 11.5).

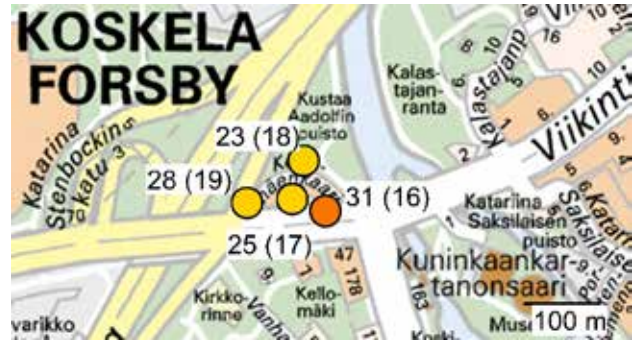
11.4 Passiivikeräinkartoitukset Kauniaisissa

Kauniaisissa typpidioksidin passiivikeräyksiä tehdään kahdessa mittauspisteessä, joista toinen on pysyvä piste ja toinen vuosittain paikkaa vaihtava kohde (kuva 11.6). Tunnelitien ja Kauniaistentien risteyksessä on mitattu typpidioksidia vuodesta 2007 lähtien. Vuosipitoisuus on vaihdellut välillä 20–23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ersintien vieressä sijaitsevassa mittauspisteessä tietyt vaikuttivat tuloksiin. Typpidioksidin vuosikeskiarvoksi saatiin 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Typpidioksidin vuosipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) keräinmenetelmällä

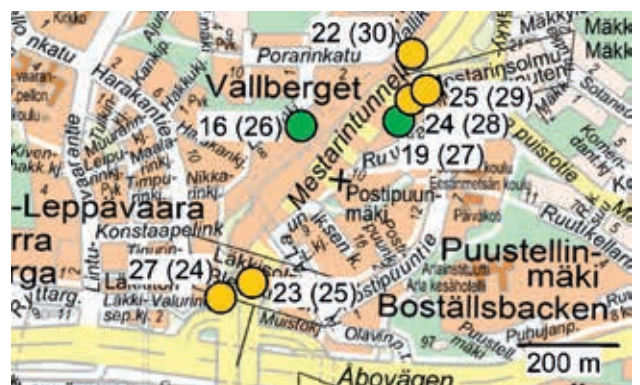
- ≥ 40
- 30 - 39
- 20 - 29
- ≤ 19



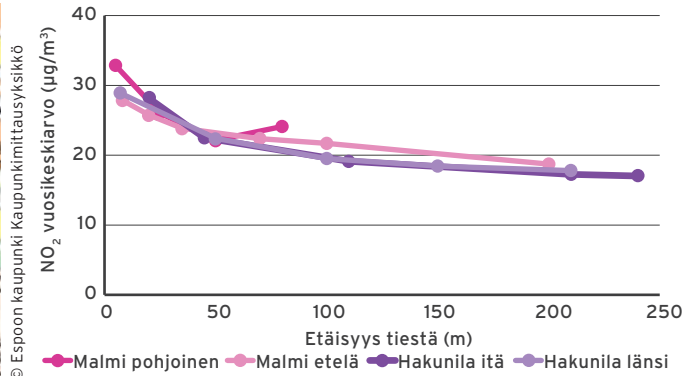
Kuva 11.3. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Koskelantie 72:n ympäristössä vuonna 2012.



Kuvat 11.4 a ja b. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Vuosaaren tunnelin ympäristössä.



Kuva 11.5. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Mestarintunnelin ympäristössä.



Kuva 11.6. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosipitoisuudet (µg/m³) Kauniaisissa.

11.5 Loittonevat mittaussarjat Helsinki ja Vantaa

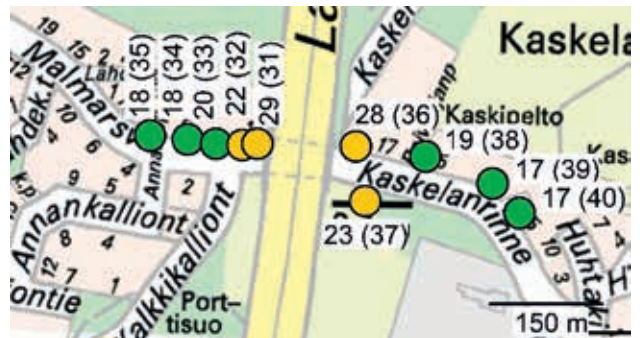
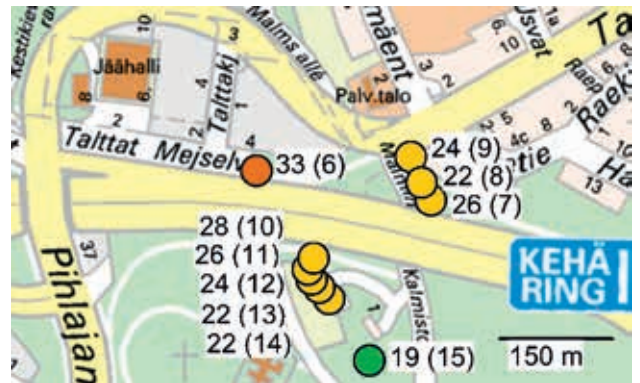
Liikenteen päästöjen leviämistä ja laimenemista selvitettiin mittaamalla typpidioksidia keräinmenetelmällä eri etäisyyksillä pääväylästä Kehä I:n ja Hakunilan mittausasemien läheisyydessä (kuvat 11.7 a-c).

Kehä I:n pohjoispuolella oli kolme mittauspistettä Malmin Kalmistontien vieressä. 25 metrin etäisyydellä Kehästä typpidioksidin vuosipitoisuus oli 26 µg/m³. Etäisyyden kasvaessa 50 metriin vuosipitoisuus laski 22 µg/m³:aan. 80 metrin etäisyydellä Kehästä pitoisuuksiin vaikuttivat myös Tattariharjuntien liikenteen päästöt ja vuosipitoisuudeksi saatiin 24 µg/m³. Mittausaseman katolla 5 metrin etäisyydellä Kehä I:stä saatiin vuosipitoisuudeksi 33 µg/m³.

Kehä I:n eteläpuolella Malmin hautausmaan aidan vieressä oli kuusi mittauspistettä. Typpidioksidin vuosipitoisuus väheni 28 µg/m³:sta 19 µg/m³:aan etäisyyden kasvaessa 8 metrillä 200 metriin Kehä I:stä.

Hakunilassa Lahdenväylän länsipuolella oli viisi mittauspistettä. Lähin piste sijaitsi noin 7 m etäisyydellä Lahdenväylästä ja siinä typpidioksidin vuosipitoisuudeksi saatiin 29 µg/m³. Muut mittauspisteet sijaitsivat 50-210 metrin etäisyydellä Lahdenväylästä, ja niissä typpidioksidin vuosipitoisuudet vaihtelivat välillä 18-22 µg/m³.

Lahdenväylän itäpuolella mittauspisteet sijaitsivat 20-240 metrin etäisyydellä, ja niissä typpidioksidin vuosipitoisuudet vaihtelivat välillä 28-17 µg/m³.

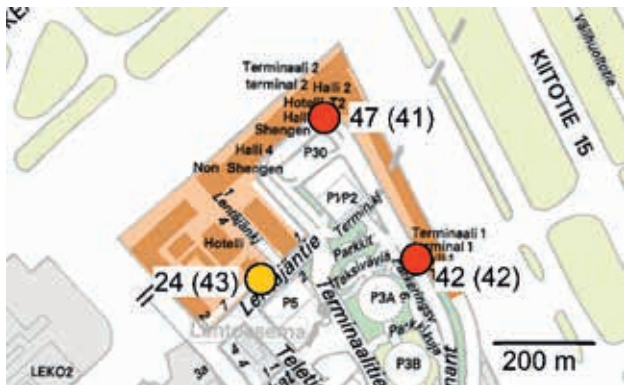


Kuvat 11.7 a-c. Typpidioksidipitoisuuden laimeneminen etäisyyden kasvaessa liikenneväylään nähden.

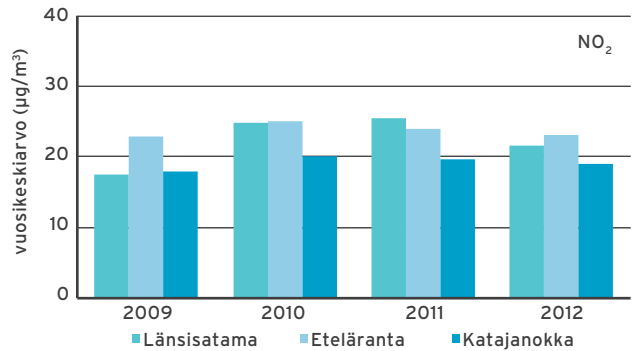
11.6 Lentoaseman ja sataman passiivikeräinkartoitukset

Typidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin kolmessa mittauspisteessä Helsinki-Vantaan lentoaseman ympäristössä (kuva 11.8). Typidioksidipitoisuuden vuosiraja-arvo ylittyi terminaali 1:n ja terminaali 2:n edessä sijaitsevilla mittauspisteissä, joissa vuosipitoisuuksiksi saatiin 42 ja 47 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Lentäjätie 3:n mittauspisteessä pitoisuudeksi saatiin 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Typidioksidipitoisuuden vuorokausi-ohjearvo ylittyy todennäköisesti terminaalien edessä. Yliittyminen on mahdollista myös Lentäjätie 3:n mittauspisteessä.

Helsingin satamissa kartoitettiin typidioksidin pitouksia kolmessa mittauskohdeessa (kuva 11.9). Länsisatamassa typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Katajanokalla 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Etelärannassa 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet olivat hieman matalampia edellisvuoteen nähden, erityisesti Länsisataman pitoisuus laski, koska lähistön rakennustyöt olivat päättyneet eivätkä enää vaikuttaneet pitoisuuksiin.



Kuva 11.8. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typidioksidin vuosipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Helsinki-Vantaan lentoasemalla.



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Kuvat 11.9 a-c. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Helsingin satamissa.

12. Säätila

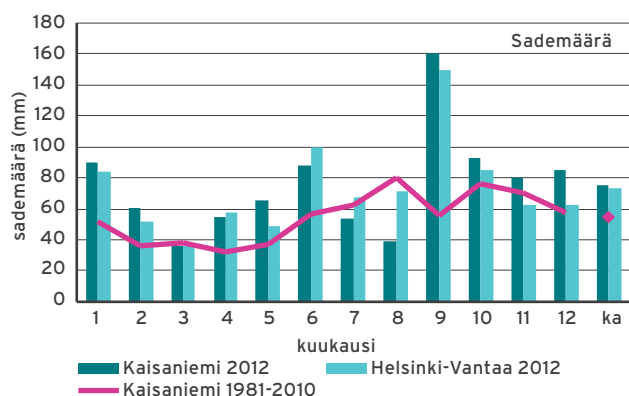
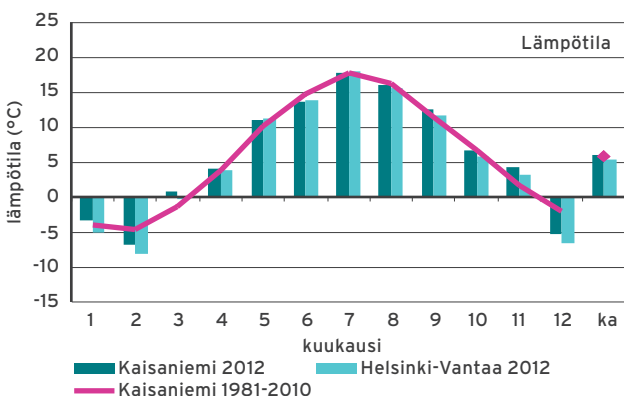
Vuonna 2012 kuukausien keskilämpötilat olivat samalla tasolla kuin vertailujaksolla 1981-2010 alku- ja loppuvuotta lukuun ottamatta. Erityisesti helmi- ja joulukuu olivat vertailujaksoa kylmempiä ja maaliskuu ja marraskuu olivat hieman lämpimämpiä (kuva 12.1). Verrattaessa vuoden 2012 ja vertailujakson 1981-2010 sademääriä vuosi 2012 oli sateisempi, erityisesti syyskuussa 2012 satoi vertailujaksoa huomattavasti runsaammin (kuva 12.2). (Ilmatieteenlaitos 2012)

Vuoden 2011/ 2012 talvi oli myöhässä pitkän ajan keskiarvoon verrattaessa. Ensimmäinen ehjä lumipeite saatiin Helsingin Kaisaniemeen 3.1.2012. Etelärannikolla terminen talvi alkoi 6.-7.1.2012 eli tällöin vuorokauden keskilämpötila jäi pysyvästi nollan alapuolelle. Talvi oli runsasluminen. Kevät alkoi Etelä-Suomessa kaksi viikkoa keskimääräistä aikaisemmin eli 10. maaliskuuta. Kevään eteneminen kuitenkin pysähtyi maaliskuun lopun kylmiin ilmoihiin ja jatkui huhtikuussa. Helsinki-Vantaalla vuorokauden keskilämpötila nousi pysyvästi nollan yläpuolelle (terminen kevät) huhtikuun kymmenes päivä. Kevät jatkui sateisena toukokuuna ja muuttui sateiseksi kesäksi. Kesän keskilämpötila (kesä-elokuu) oli Helsingin Kaisaniemessä 15,8 astetta, joka oli 2,5 astetta edellisvuotta alhaisempi. Vuoden 2012 sateisin kuukausi oli syyskuu. Helsingin Kumpulan sademäärä oli syyskuussa 177 mm, Helsingin Kaisaniemessä sademäärä kohosi 160 millimetriin. Vuosien 1981-2012 keskimääräinen sademäärä syyskuussa on Kaisaniemessä 56 mm ja Helsinki-Vantaalla 64 mm. Terminen syys (vuorokauden keskilämpötila 0-10 °C) alkoi etelärannikolla 6. lokakuuta eli muutaman viikon keskimääräistä myöhemmin. Lokakuun lopulla satoi lunta, joka kuitenkin sulii pois. Marraskuu oli keskimääräistä lauhempi, terminen talvi alkoi marraskuun 29. päivä. Marraskuun 30. päivä Helsinki-Vantaalla oli jo pysyvä lumipeite. Joulukuu oli hieman keskimääräistä kylmempi. (Ilmatieteenlaitos 2012).

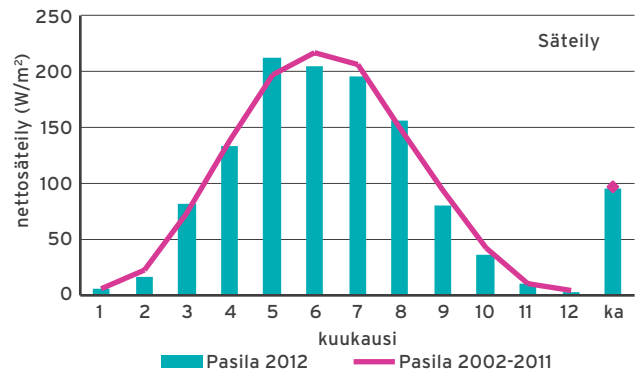
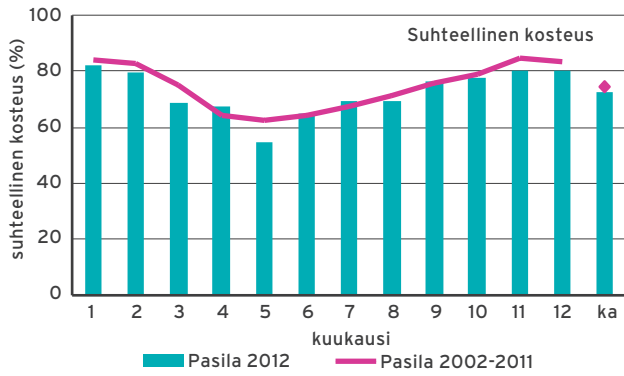
Ilman suhteellinen kosteus laskee pahimpaan kevätpöly-aikaan ja on kuukausikeskiarvoina tarkasteltuna pienimmillään runsaat 60 %. Pääkaupunkiseudulla vuonna 2012 ilma oli erityisesti toukokuussa tavanomaista kuivempaa, toukokuun keskimääräinen suhteellinen kosteus oli 55 % (kuva 12.3). Auringon säteilyn koko vuoden keskiarvo oli vertailujakson 2002-2011 keskimääräisellä tasolla, mutta kesä-, heinä- ja syyskuussa 2012 auringon säteily oli selkeästi vertailujaksoa vähäisempää (Kuva 12.4).

Pääkaupunkiseudun tuulensuunnan vuosittaiset vaihtelut on esitetty kuvassa 12.5, vuonna 2012 pääkaupunkiseudun yleisimmät tuulensuunnat olivat länsi ja lounas. Tuulensuunnan kuukausittainen jakautuminen on esitetty kuvassa 12.6., kuukausien väliset erot tuulen suunnassa olivat suuria. Vuonna 2012 pohjoistuulta esiintyi eniten maaliskuussa ja etelätuulta joulukuussa, idästä tuuli useimmin huhtikuussa ja lännestä marraskuussa. Keskimääräinen tuulennopeus oli vuonna 2012 samalla tasolla kuin vuosien 2002-2011 keskimääräinen tuulennopeus (kuva 12.7).

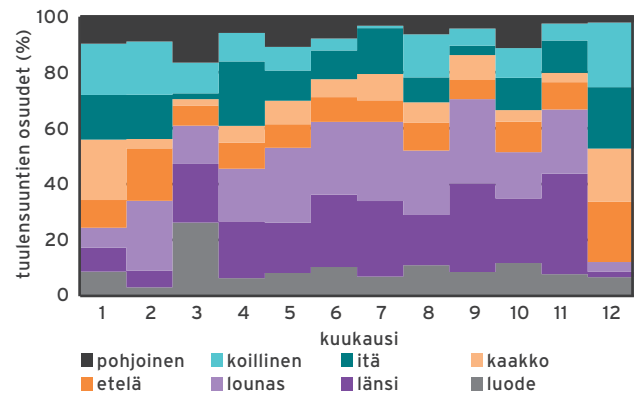
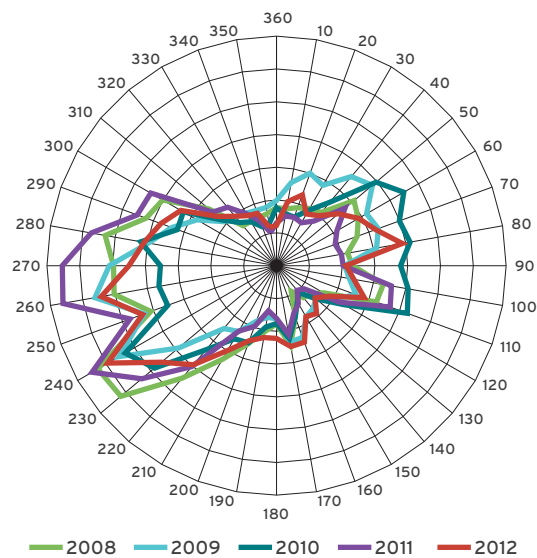
Inversioita esiintyy kylmällä ja tyynellä säällä. Kuvassa 12.8 on esitetty lämpötilaerotukset 32 merin ja 4 metrin mittauskorkeuden välillä Helsingin Kumpulassa, positiiviset arvot osoittavat maanpintainversiot. Inversiossa maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempään lämpimämmän ilman alle, jolloin matalalle tulevat päästöt eivät pääse sekoittumaan ja laimenemaan. Vuonna 2012 inversioita esiintyi vähän ja ne olivat kestoiltaan lyhytaikaisia. Inversioiden aikana esiintyy usein episodeja, jolloin ilmaaasteiden pitoisuudet kohoavat normaalia korkeammiksi (luku 7).



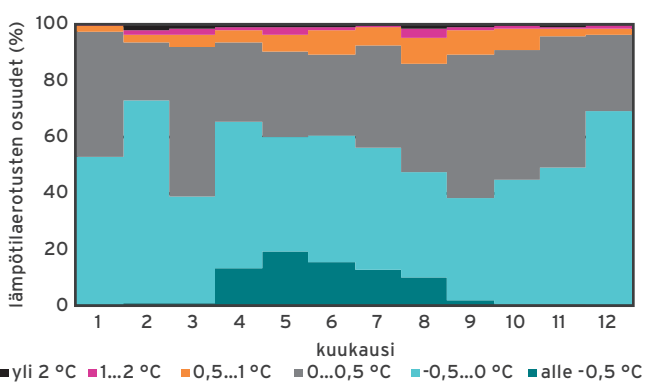
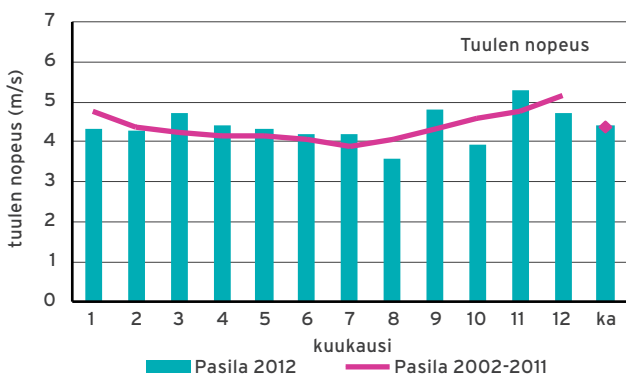
Kuvat 12.1 ja 12.2. Keskilämpötila ja sademäärä kuukausittain ja vuosikeskiarvoina 2012 sekä vertailujaksolla 1981-2010 Ilmatieteen laitoksen mittauspisteissä (Ilmatieteen laitos 2012, 2013).



Kuvat 12.3 ja 12.4. Ilman suhteellinen kosteus ja auringonsäteilyn voimakkuus kuukausittain ja vuosikeskiarvoina Pasilassa 2012 ja vertailujaksolla 2002-2011.



Kuvat 12.5 ja 12.6. Tuulensuuntien jakautuminen Pasilassa vuosina 2008-2012 (asteikko 0 - 7 %) ja kuukausittain vuonna 2012.



Kuva 12.7 Tuulen nopeus kuukausittain ja vuosikeskiarvoina Pasilassa 2012 ja vertailujaksolla 2002-2011.

Kuva 12.8 Lämpötilaerotukset 32 metrin ja 4 metrin mitauskorkeuden välillä Helsingin yliopiston Kumpulan kampuksella kuukausittain vuonna 2012 (Helsingin yliopisto 2013b, Järvi ym. 2009). Positiiviset arvot osoittavat maanpintainversiot.

13. Ilmanlaatu keväällä 2013

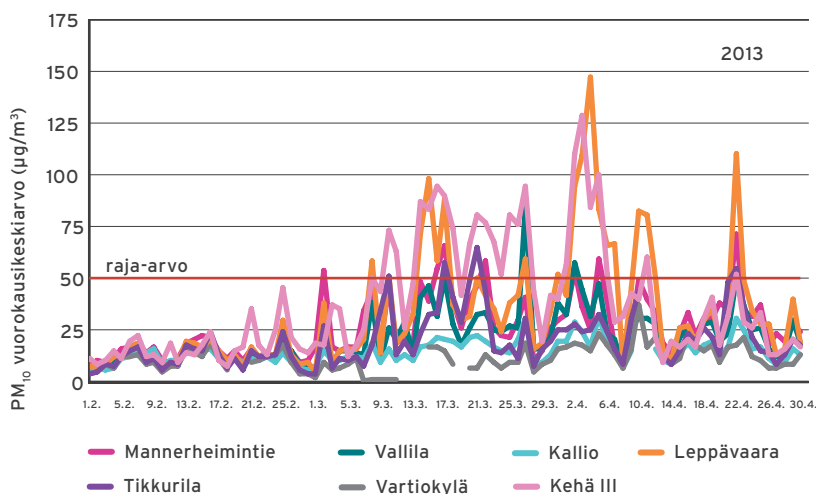
Vuoden 2013 kevät alkoi 1,5-3 viikkoa keskimääräistä myöhemmin. Maaliskuussa auringonpaistetunteja oli keskimääräistä enemmän, mutta lämpötila oli keskimääräistä kylmempi. Terminen kevät käynnistyi huhtikuussa, huhtikuun ylin lämpötila mitattiin Helsingin Kumpulassa 25.4. Keskimäärin terminen kevät käynnistyy maan eteläosissa maaliskuun lopulla. Myös lumi säilyi maassa edellisvuotta pidempään. Lumen sulamista hillitsivät yöpakkaset, jotka myös viivästyttivät katujen puhdistusta. (Ilmatieteen laitos 2013).

Kevään 2013 katupölykausi oli edellisvuotta pahempi. Lumien sulamisvedet hillitsivät hieman päiväsaikaista pölyämistä, mutta koska yöpakkaset estivät katujen puhdistuksen, katupölykausi jatkui toukokuulle. Kuvassa 13.1 on esitetty hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausikeskiarvot 1.2.-30.4.2013. Huhtikuun loppuun mennessä PM_{10} -pitoisuus oli ylittänyt raja-arvotason Mannerheimintie 7, Vallilassa 2, Leppävaarassa 17, Tikkurilassa 4 ja Kehä III:n varrella Varistossa 24 päivänä. Raja-arvo katsotaan ylittyneeksi, jos näitä ylityspäiviä on enemmän kuin 35. Raja-arvotason ylityspäivinä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeampia kuin vuonna 2012, mutta lukumäärällisesti raja-arvotason ylitykset useimilla mittausasemilla olivat samalla tasolla kuin edellisnä vuotena. Ainoastaan Leppävaarassa ylityksiä oli edellisvuotta merkittävästi useammin.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjarvo ylittyi Leppävaarassa ja Kehä III:n varrella maaliskuu- ja huhtikuussa. Typpidioksidin vuorokausiohjarvo puolestaan ylittyi vain Kehä III:n varrella tammi-, helmi- ja maaliskuussa. Myös typpidioksidin tuntiohjarvo ylittyi Kehä III:n varrella maaliskuussa. Kehä III:n mittausasema on tutkimuskäytössä eikä altistuvia asukkaita ole näin lähellä väylää.

Keväällä 2013 esiintyi myös lyhytkestoisia typenoksidin ja pienhiukkasepisodeja. Huomattavin pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodi sattui tammikuun loppupuolella, mutta pitoisuudet pysyivät melko matalina. Erityisesti maaliskuussa esiintyi heikkotuulisia inversiotilanteita, joiden aikana vilkkaasti liikennöidyillä alueilla liikenteen pakokaasut ja katupöly heikensivät ilmanlaadun ajoittain huonoksi, paikoitellen jopa erittäin huonoksi.

Kevään 2013 ilmanlaadusta raportoidaan tarkemmin kesäkuussa 2013 ilmestyvässä Ilmanlaatukatsauksessa, joka ilmestyy sähköisenä HSY verkkosivuilla www.hsy.fi > Seutu- ja ympäristötieto > Ilmanlaatu > Ilmanlaatu tiedotus > Ilmanlaatukatsaus.



Kuva 13.1. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausikeskiarvot helmi-huhtikuussa 2013.

14. Päästöt

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Erityisesti autoliikenteellä on suuri vaikutus ilmanlaatuun vilkasliikenteisillä alueilla, koska päästöt vapautuvat matalalta. Energiantuotannon päästöt puolestaan vapautuvat korkeista piipuista, joten niillä on vain vähäinen vaikutus hengitysilman laatuun. Pientalovaltaisilla asuinalueilla tulisijojen päästöt voivat ajoittain heikentää ilmanlaatua merkittävästi. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän teollisuutta, joten sen osuus alueen kokonaispäästöistä on pieni. Teollisuuden päästöistä aiheutuu kuitenkin toisinaan paikallisia ongelmia, kuten haju- ja pölyhaittoja.

Vuonna 2012 typenoksidipäästöt pysyivät samalla tasolla, rikkidioksidin päästöt kasvoivat 24 % ja hiukkaspäästöt 4 %, VOC-päästöt vähenivät 5 % ja hiilimonoksidipäästöt 9 % edelliseen vuoteen verrattuna. Taulukossa 14.1 on esitetty arvio pääkaupunkiseudun päästöistä ilmaan vuonna 2012. Kunnittain vuoden 2012 päästöt on esitetty liitteessä 6. Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet merkittävästi. Viimeisen kymmenen vuoden aikana trendi on ollut lievästi laskeva erityisesti autoliikenteen vähentyneiden päästöjen ansiosta. Energiantuotannon päästöt vaihtelevat vuosittain melko voimakkaasti, mutta suuntaus on erityisesti hiukkaspäästöjen osalta laskeva (kuva 14.1). Kasvihuonekaasupäästöt eivät sisälly tähän raporttiin, niistä HSY laatii erillisen raportin, joka ilmestyy seuraavan kerran syksyllä 2013.

Taulukko 14.1. Epäpuhtauksien päästöt ja eri päästölähteiden osuudet kokonaispäästöistä pääkaupunkiseudulla vuonna 2012.

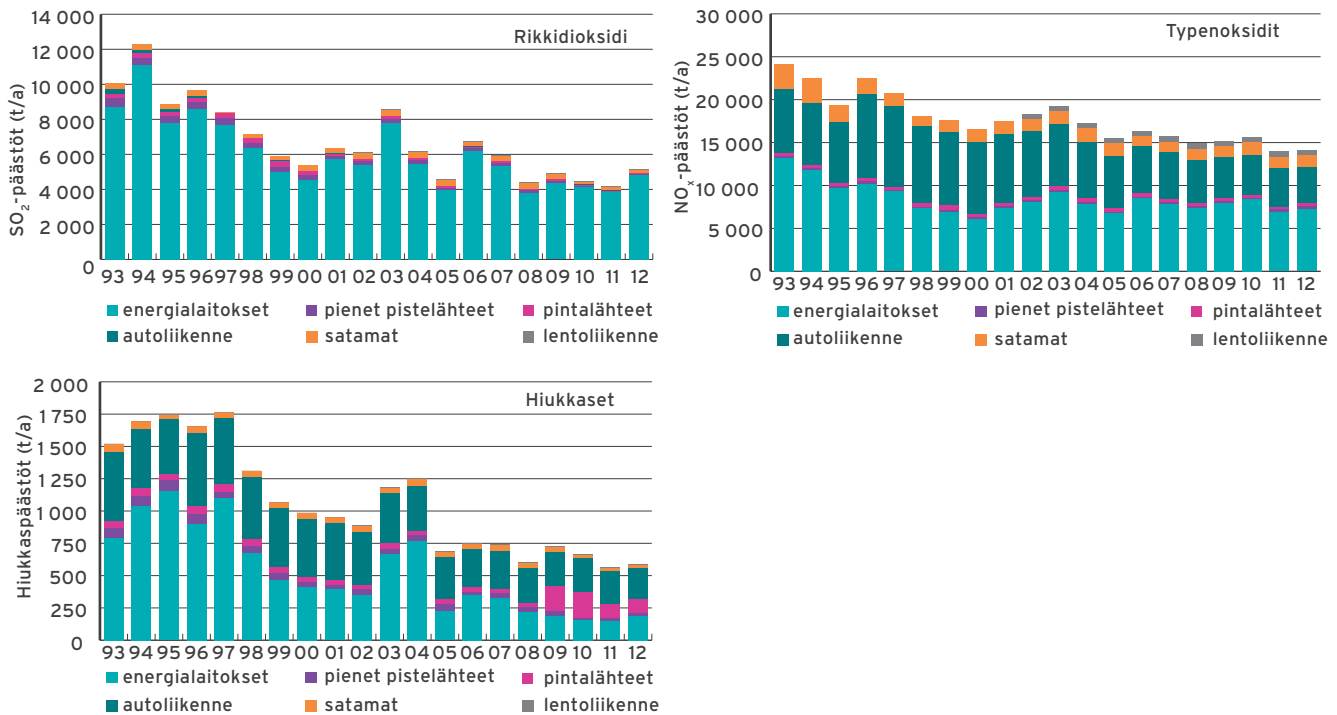
	SO ₂		NO _x		Hiukkasia		CO		VOC	
	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
Pistelähteet										
Energiantuotanto	4 832	93	7 327	52	187	32	677	4	111	4
VAHTI*	49	1	266	2	15	3	295	2	229	8
Muut**	2	0	44	0	10	2			483	16
Pintalähteet										
Kevyt polttoöljy***	72	1	252	2	6	1				
Tulisijat****			56	0	101	17	1 924	10	402	13
Liikenne										
Autoliikenne	8	0	4 237	30	241	41	15 120	80	1 659	55
Satamat	155	3	1 346	10	24	4	129	1	59	2
Lentoliikenne	50	1	576	4	1	0	851	4	61	2
Yhteensä	5 168	100	14 103	100	585	100	18 997	100	3 003	100

*Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot vuodelta 2011

**Kunnille ilmoitetut muut päästöt vuonna 2012

***Arvio kevyen polttoöljyn käytön päästöistä vuonna 2012

****Hiukkasten päästöarvio päivitetty 2012



Kuva 14.1. Päästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 1993–2012. Lentoliikenteen päästötietoja on ollut käytettävissä vuodesta 2002 alkaen. Vantaan ja Kauniaisten pakokaasupäästöt puuttuvat vuosilta 1993–1995. Pintalähteet sisälsivät ainoastaan kevyen polttoaineen ennen vuotta 2009 ja vuodesta 2009 lähtien myös puun pienpolton päästöt.

14.1 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. Nämä autoliikenteen epäsuorat päästöt tunnetaan puutteellisesti, eivätkä ne ole mukana HSY:n päästöinventaarissa.

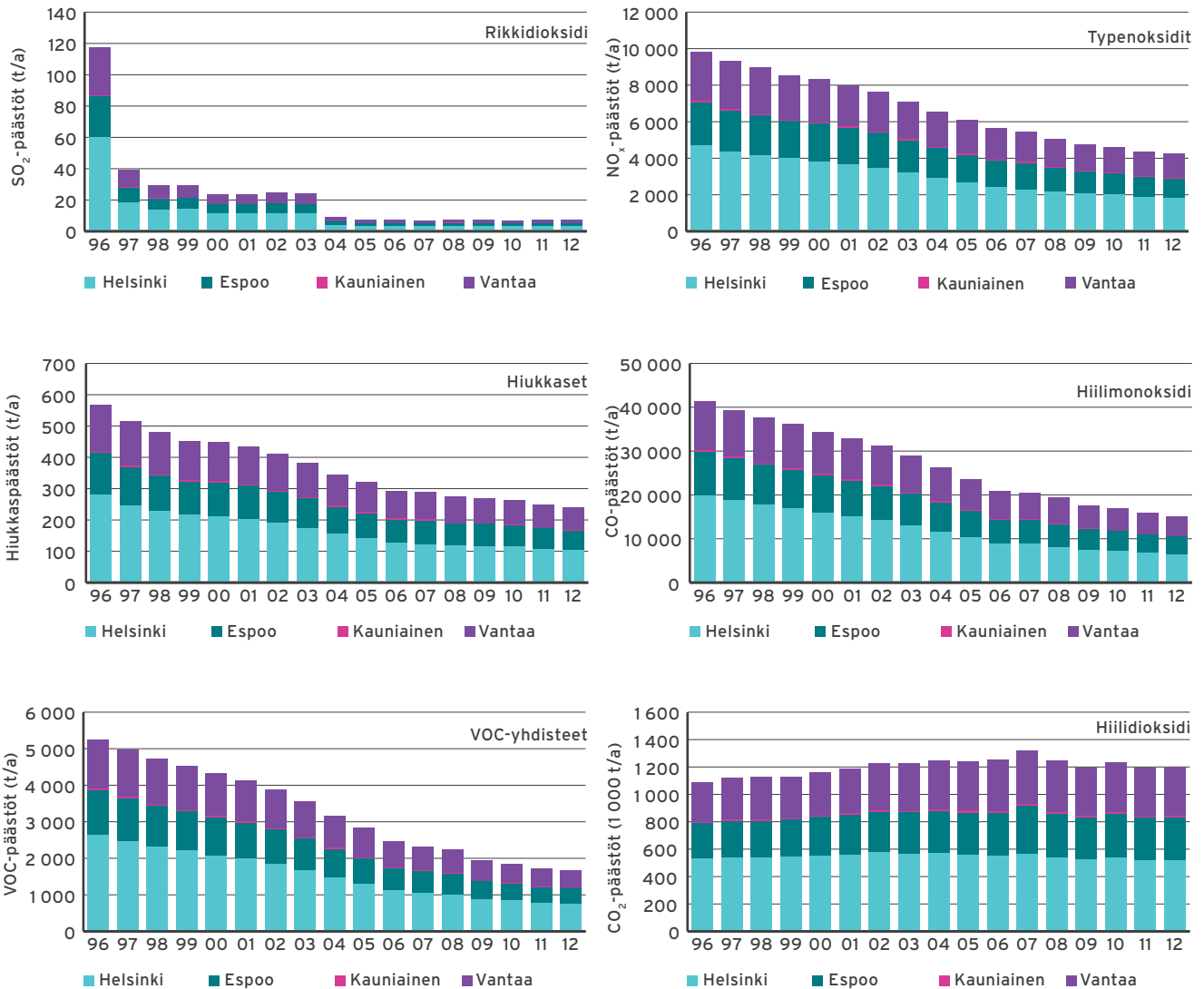
Pääkaupunkiseudun autoliikenteen päästöt on arvioitu VTT:n LIISA-laskentajärjestelmällä (VTT 2013). LIISA-laskentajärjestelmässä pääkaupunkiseudun liikennesuoritteet on saatu kunnilta ja Liikennevirastosta (Liikennevirasto 2013).

Liikennemäärien kasvusta huolimatta autoliikenteen päästöt ovat jatkuvasti laskeneet. Vuonna 2012 autoliikenteen typenoksidien ja hiukkasten päästöt vähenivät 3 % ja hiilimonoksidin sekä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt 4 % edellisvuoteen verrattuna (kuva 14.2).

Liitteessä 7 on esitetty koko pääkaupunkiseudun pääkattujen ja pääväylien liikennemäärät syksyllä 2011.

Vuonna 2012 katalysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuus liikennesuoritteesta oli hieman yli puolet (taulukko 14.2). Niiden osuus häkäpäästöistä oli yli 50 %, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä yli 30 %, typenoksidien päästöistä hieman alle 20 % ja hiukkaspäästöistä vain 1 %. Ilman katalysaattoria olevien henkilöautojen osuus suoritteesta oli pieni, alle 5 %, mutta niiden osuus haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöistä oli lähes 40 % ja häkäpäästöistäkin yli neljännes. Myös kuorma-autojen osuus suoritteesta oli pieni, mutta niiden osuus typenoksidien ja hiukkasten päästöistä huomattava. Diesel-käyttöisten henkilöautojen osuus suoritteesta oli hieman alle 30 %, mutta niiden osuus hiukkaspäästöistä oli yli 40 %. (Mäkelä 2013)

Keskimääräinen liikennemäärä oli Helsingissä vuoden 2012 lopussa vajaa puoli prosenttia pienempi kuin edellisenä vuonna. Liikenne väheni sekä niemen (keskustan) että kantakaupungin rajalla vajaan kaksi prosenttia. Poikkitaajamajalla liikenne väheni vajaan prosentin. Helsingissä oli vuoden 2012 lopussa liikennekäytössä noin 234 000 autoa (83 % rekisteröidyistä) eli noin 0,5 % vähemmän



Kuva 14.2. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 1996-2012.

kuin vuonna 2011. Liikennekäytössä olevia henkilöautoja oli 342 henkilöautoa 1000 asukasta kohden eli 2 % vähemmän kuin vuonna 2011. (Helsinki 2013a)

Vuonna 2012 liikennesuorite Espoossa kasvoi edellisvuodesta noin 0,5 prosenttia. Suorite kasvoi moottori- ja kehäteillä noin prosentin, mutta väheni muilla pääväylillä ja alueellisilla kokoojakaduilla noin puoli prosenttia. Paikallisten kokoojakatujen suorite kasvoi lähes 5 % (muilla kaduilla kasvua 0,1 %). Moottoriteiden, kehäteiden ja muiden pääväylien osuus suoritteesta oli 82 %, vaikka niiden osuus verkon kokonaispituudesta oli vain 14 %. (Simola 2013)

Vuonna 2012 liikennemäärät Vantaan katuverkolla lasivat noin 4 %. Laskua tapahtui etenkin Länsi-Vantaan laskentapisteissä. Syynä tähän olivat mm. Kehä III parannustöiden valmistuminen Martinlaakson kohdalla, Vantaankosken aseman valmistuminen sekä uuden ostoskeskuksen valmistuminen Martinlaaksoon. Raskaan

liikenteen osuus koko liikennemäärästä oli keskimäärin 9 %. Uudenmaan ELY-keskuksen mittauspaikeissa liikennemäärät pysyivät ennallaan. Kaupungin autokanta kasvoi 2,7 % verrattuna vuoteen 2011. Liikennekäytössä ajoneuvoista oli 87 %. (Rytkönen 2013)

Ajoneuvotekniikan ja polttoaineiden kehitys käänsvät autoliikenteen päästöt laskuun 1990-luvun alussa. Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori, joka on vähentänyt typenoksidi-, hiilimonoksidi- ja VOC-päästöjä. Myös uudet polttoaineet ovat vähentäneet bensiinautojen hiilivety-, hiilimonoksidi- ja rikkipäästöjä sekä dieselautojen rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä. Liikenteen lyijypäästöt loppuivat, kun lyijyn lisääminen bensiiniin lopetettiin vuonna 1994. Dieselajoneuvoissa hapettavat katalysaattorit ovat yleistyneet ja vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta ne ovat lisänneet haitallisen typpidioksidin osuutta pakokaasuissa.

Taulukko 14.2. Eri ajoneuvoluokkien osuudet (%) autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2012.

	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC	Suurite
Henkilöautot, bensiini, ei kat	8	1	27	39	4
Henkilöautot, bensiini, kat	17	1	57	33	51
Henkilöautot, diesel	16	42	8	4	29
Pakettiautot, bensiini	0	0	2	2	0
Pakettiautot, diesel	9	25	2	2	9
Linja-autot	16	9	2	6	2
Kuorma-autot	33	22	3	14	5

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 lisännyt dieselajoneuvojen osuutta. Kymmenessä vuodessa dieselautojen osuus koko Suomen autokannasta on noussut kymmenestä lähes kahteenkymmeneen prosenttiin. Vuodesta 2008 jatkunut dieselkäyttöisten autojen ensirekisteröintien kasvu kääntyi laskuun 2012. Vuoden 2012 ensirekisteröinneistä 39 % oli käyttövoimaltaan dieselisiä, kun vuonna 2011 dieselien ensirekisteröintien osuus oli yli 40 % (TraFi 2013).

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

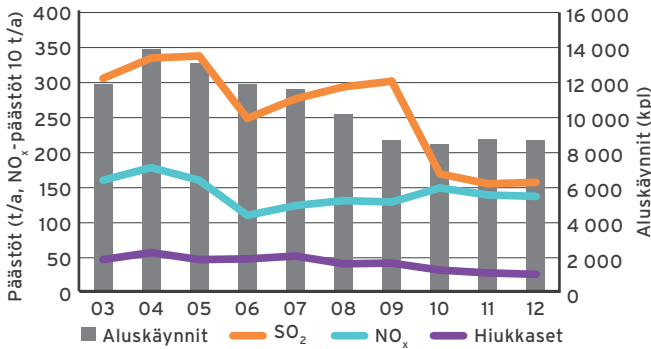
työkoneiden, satamassa asioivien rekkojen ja kuorma- ja henkilöautojen päästöt. Satamatoiminnan päästöistä suurin osa, esimerkiksi rikkidioksidipäästöistä likimain 80 %, vapautuu ilmaan laivojen ollessa laiturissa. Huviveneilyn päästöt tunnetaan puutteellisesti, joten niitä ei ole tässä raportoitu.

Vuonna 2012 satamien aluskäynnit sekä päästöt olivat likimain samalla tasolla kuin vuonna 2011. Kuvassa 14.3 on esitetty satamakohtaiset päästöt vuosina 2008-2012. Satamien rikkidioksidipäästöt ja VOC-päästöt kasvoivat molemmat yhden prosentin, hiilimonoksidipäästöissä ei tapahtunut muutosta, typenoksidipäästöt vähenivät kaksi ja hiukkaspäästöt viisi prosenttia edelliseen vuoteen verrattuna. Aluskäynnit vähenivät 1 % edelliseen vuoteen verrattuna. (Rantanen 2013) Laajasalon sataman toiminta loppui vuonna 2011. Vuosaaren satama aloitti toimintansa 2008, jolloin myös Sörnäisten satama jäi pois käytöstä. Sörnäisten sataman alueelle jäi Helsingin energian Hana-saaren voimalaitoksen hiilisatama, jonka päästöjä ei ole mukana laskennassa.



Kuva 14.3. Satamakohtaiset päästöt vuosina 2008-2012.

Kuvassa 14.4 on esitetty Helsingin satamien päästöt ja aluskäyntien kehitys jaksolla 2002–2012. Laskentajärjestelmä uudistui vuonna 2007, joten vuosipäästöt ennen tätä ja tämän jälkeen eivät ole täysin vertailukelpoiset. Lisäksi maaliikenteen ja työkoneiden päästöjen laskentaa tarkennettiin vuonna 2009.



Kuva 14.4. Helsingin satamien päästöt ja aluskäynnit jaksolla 2002–2012. Vuosien 2007–2012 päästöt on laskettu uudella menetelmällä.

Vuonna 2010 Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO tiukensi polttoaineiden rikkivaatimuksia Itämerellä. Alusten polttoaineiden sallituksi rikkipitoisuudeksi määriteltiin heinäkuusta 2010 alkaen enintään 1,0 % ja aluksen ollessa satamassa yli 2 tuntia enintään 0,1 %. Aikaisemmin suurin sallittu pitoisuus oli 1,5 %. Pääkaupunkiseudun kokonaispäästöistä satamien osuus on epäpuhtaudesta riippuen 1–10 % (taulukko 14.1).

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 Finavian maikaluston päästöt (taulukko 14.1; liite 6). LTO-syklin aikaiset päästöt ulottuvat lentoonlähdeissä noin 6 km matkalle ja laskeutumisissa noin 18 km matkalle. Näin ollen kaikki LTO-syklin aikaiset päästöt eivät kohdistu pääkaupunkiseudulle. Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat alle 300 m korkeudessa tapahtuvat lentoliikenteen päästöt. Arvion mukaan lentoliikenteen päästöt muodostavat noin 90 % ja Finavian maikaluston päästöt noin 2 % lentoasema-alueen päästöistä. Lentoasema-alueella

on myös muita päästöjä, jotka eivät sisälly Finavian raportointiin päästöihin: mm. muiden toimijoiden, kuten lento-, rahti- ja maahuolintayhtiöiden maikaluston päästöt sekä sotilasilmailun ja helikoptereiden päästöt. (Kara 2010)

Ilmailulaitos Finavia ilmoittaa VOC-päästöt kansainvälisten IPCC:n kasvihuonekaasujen raportoinnin ohjeiden mukaisesti. Näihin VOC-päästöihin sisältyy myös metaani, jonka osuus IPCC:n arvion (IPCC1997) mukaan on noin 10 %. HSY raportoi VOC-päästöt ilman metaania, joten vertailukelpoisuuden vuoksi Finavian ilmoittamista VOC-päästöistä on vähennetty 10 %. Vuoteen 2006 asti YTV:n vuosiraporteissa metaani oli mukana lentoliikenteen VOC-päästöissä. (Rusko 2008)

Vuonna 2012 Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemien yhteenlaskettu polttoaineineen kulutus väheni edelliseen vuoteen verrattuna 17 % ja nousujen ja laskeutumisten määrä 10 %. Helsinki-Vantaa ja Helsinki-Malmin lentoasemien lentokoneiden ja maikaluston yhteenlaskettua SO₂-päästöjä olivat samalla tasolla kuin vuonna 2011, NO_x-päästöt vähenivät 14 % ja CO-päästöt 18 %, hiukaspäästöt kasvoivat 17 % edelliseen vuoteen verrattuna. Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen lentoyhtiöiden lentokonekaluston muutoksista. Ominaispäästöt ja polttoaineenkulutukset ovat erilaiset eri konetyypeillä. (Finavia 2013). Lentoliikenteen ja Finavian maikaluston yhteenlaskettu päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 0–4 % pääkaupunkiseudun päästöistä (taulukko 14.1).

Junaliikenne

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

Työkoneet

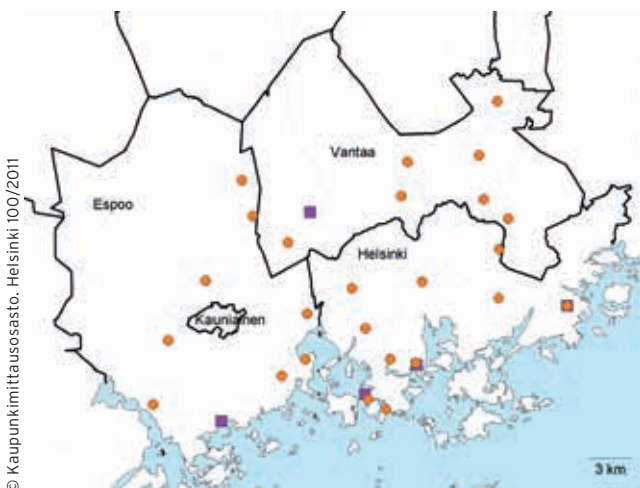
VTT arvioi työkoneiden päästöjä osana Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää. Viimeisin päivitys työkoneiden päästömalliin (TYKO) on tehty vuonna 2012 (VTT 2012). Työkoneet ovat merkittävä epäpuhtauksien lähde, mutta pääkaupunkiseudun päästöosuutta on vaikea erotella koko maan päästöistä. Työkoneiden päästöarvio pääkaupunkiseudulle on käynnissä ja se valmistuu vuoden 2013 aikana.

14.2 Pistelähteet

Energiantuotanto

Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee ns. lämmitysvoimalaitoksista. Näissä voimalaitoksissa sähkö ja lämpö tuotetaan valtaosin sähkön ja lämmön yhteistuotannolla, jolloin polttoainetta säästyy noin 40 % verrattuna siihen, että ne tuotettaisiin erikseen. Päästöt vähenevät samassa suhteessa. Pelkääntään lämpöä tuottavien lämpökeskusten käyttö rajoittuu yleensä kylmiin kausiin, kun voimalaitosten kaukolämmön tuotanto ei riitä kattamaan lämmön tarvetta. 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 Fortum Espoo) ja Vantaan Energia Oy. Yhtiöillä on alueella viisi sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosta, yksi kaasuturbiinilaitos ja 25 lämpökeskusta. Laitosten sijainnit on esitetty kuvassa 14.5.

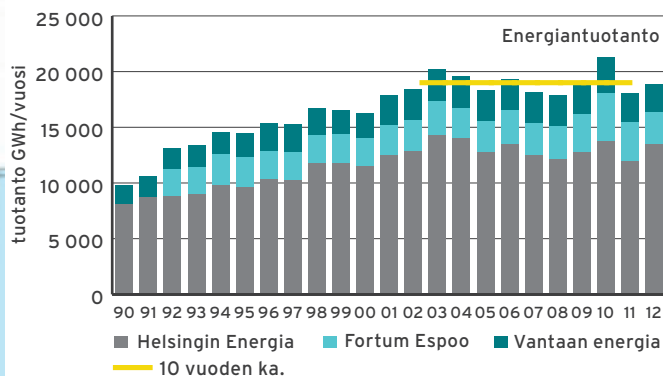
Vuonna 2012 energiantuotanto kasvoi pääkaupunkiseudulla 5 % edelliseen vuoteen verrattuna, mutta jäi hieman edellisen kymmenen vuoden keskiarvon alapuolelle (kuva 14.6; liite 6). Energiantuotantoon käytetyistä polttoaineista kivihiiilen kulutus kasvoi 14 % ja öljyn 17 %, mutta maakaasun kulutus väheni 11 %.



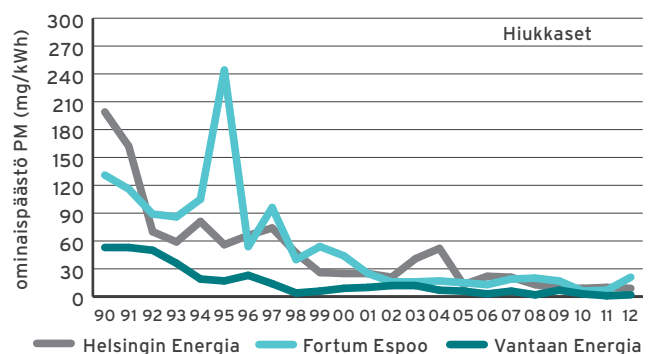
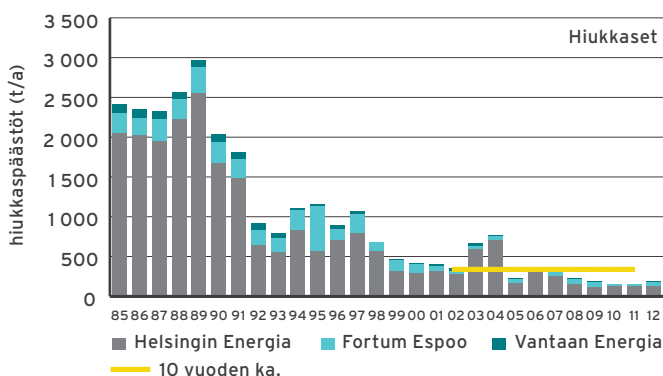
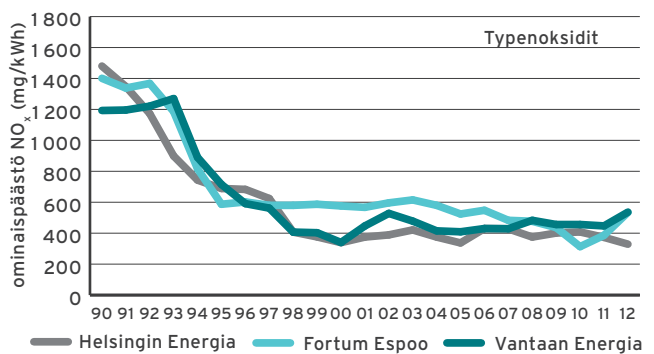
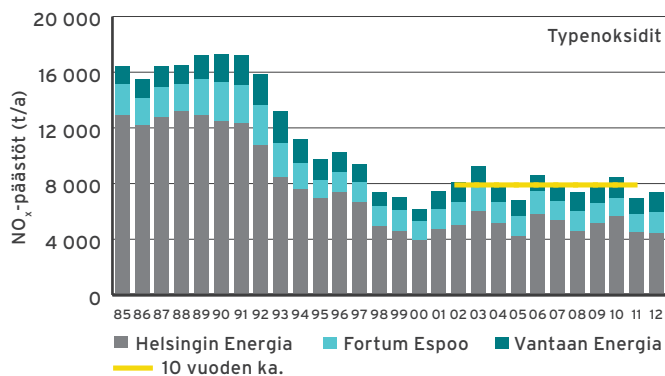
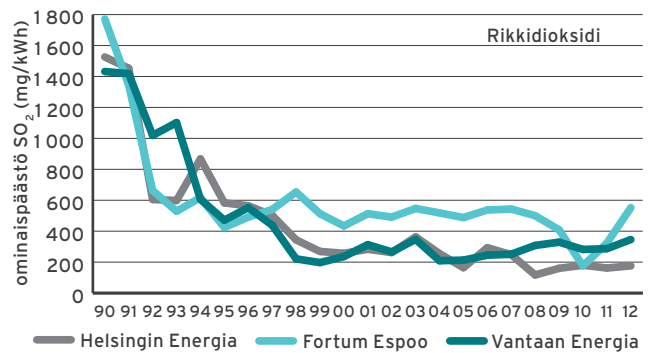
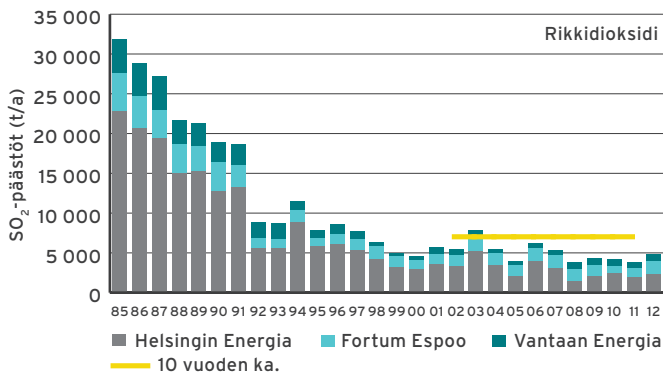
Kuva 14.5. Voimalaitosten ja lämpökeskusten sijainti pääkaupunkiseudulla. Voimalaitokset on merkitty violeteilla neliöillä ja lämpökeskukset oransseilla ympyröillä.

Voimalaitosten ja lämpökeskusten päästömäärissä ja ominaispäästöissä on vaihtelua eri vuosien välillä (kuva 14.7). Pääkaupunkiseudulla hiukkaspäästöt kasvoivat 23 % vuodesta 2011, mutta vähenivät 45 % edellisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna. Rikkidioksidin päästöt kasvoivat 26 % verrattuna vuoteen 2011 ja olivat edellisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna 4 % pienemmät. Typenoksidipäästöissä kasvua oli 5 % vuodesta 2011, mutta vähentymistä 8 % edellisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna. Vuosittaiset muutokset johtuvat sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta. Merkittäviä tekijöitä ovat edellisen liittymen myös maakaasun, kivihiiilen ja hiilidioksidipäästöoikeuksien hinnat sekä yhteispuhjoismainen sähköntuotantorakenne ja vesivoiman saatavuus.

Helsingin Energian energiantuotanto kasvoi 12 % edellisestä vuodesta. Energiantuotannon rikkidioksidipäästöt kasvoivat 22 %, typenoksidipäästöt vähenivät 1 % ja hiukkaspäästöt 2 % vuodesta 2011. Verrattaessa edellisen 10 vuoden keskiarvoon SO₂-päästöt vähenivät 19 %, NO_x-päästöt 14 % ja hiukkaspäästöt 57 %. Rikkidioksidin ominaispäästöt kasvoivat 8 % verrattaessa vuoteen 2011, mutta vähenivät 20 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Typenoksidien ominaispäästöjen vähenemä oli 12 % verrattaessa vuoteen 2011 ja 16 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Hiukkasten ominaispäästöt vähenivät 13 % verrattaessa vuoteen 2011 ja 57 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. (Helsingin Energia 2013).



Kuva 14.6. Energiantuotannon kehittyminen vuosina 1990–2012. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu edellisen kymmenen vuoden eli vuosien 2002–2011 keskiarvo.



Kuva 14.7. Energiatuotannon päästöjen ja ominaispäästöjen kehitys. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu päästöjen edellisen kymmenen vuoden eli vuosien 2002–2011 keskiarvo.

Fortumin Espoon energiantuotanto väheni 18 % edellisestä vuodesta, mikä johtui suurimmalta osin sähköntuotannon laskusta. Energiatuotannon SO₂-päästöt kuitenkin kasvoivat 40 % vuodesta 2011 ja 16 % verrattuna 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Rikkidioksidin ominaispäästöt kasvoivat 71 % verrattuna vuoteen 2011 ja 22 % verrattuna edellisen 10 vuoden keskiarvoon. NO_x-päästöt kasvoivat 13 % edelliseen vuoteen verrattuna ja 2 % 10 edellisen vuoden keskiarvoon verrattuna. Typenoksidin ominaispäästöt kasvoivat 38 % vuodesta 2010 ja 8 % kymmenen edellisen vuoden keskiarvoon verrattaessa. Hiukkaspäästöt kasvoivat 148 % verrattaessa vuoteen

2011 ja 37 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Hiukkasten ominaispäästöt kasvoivat 42 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon ja 202 % edellisestä vuodesta. Päästöjen kasvu johtui lähinnä kivihiilen käytön kasvusta. (Fortum Espoo 2013)

Vantaan energian energiantuotanto väheni 1 % edellisestä vuodesta. Energiatuotannon rikkidioksidipäästöt kasvoivat kuitenkin 17 %, typenoksidipäästöt 19 % ja hiukkaspäästöt 73 % vuodesta 2011. Kymmenen edellisen vuoden keskiarvoon verrattaessa SO₂-päästöt kasvoivat 13 % ja NO_x-päästöt 6 % ja hiukkaspäästöt väheni-

vät 67 %. Ominaispäästöinä tarkasteltaessa SO₂-ominaispäästöt kasvoivat 21 % verrattaessa vuoteen 2011 ja 27 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. NO_x-ominaispäästöt kasvoivat 20 % verrattaessa vuoteen 2011 sekä 18 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Hiukkasten ominaispäästöt kasvoivat 78 % verrattaessa vuoteen 2011, mutta vähenivät 63 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. (Vantaan Energia 2013)

Pienet pistelähteet

Pienten pistelähteiden päästöillä tarkoitetaan tässä muiden kuin edellä mainittujen voimalaitosten ja lämpökustusten päästöjä. Näitä muita ympäristölupavollisia päästölähteitä pääkaupunkiseudulla ovat mm. muiden toimijoiden lämpökeskukset, jätevedenpuhdistamot, lääketehtaat, painolaitokset, pakkausteollisuus, maalaamot, polttoainevarastot ja asfalttiasemat. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän pieniä lupavollisia laitoksia, mutta matalan päästökorkeuden takia niillä voi kuitenkin olla paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun.

Pienten pistelähteiden päästöt ovat ennen vuotta 2001 sisältäneet vain ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään raportoidut päästöt. Vuonna 2007 mukaan otettiin myös muut ympäristölupavollisten pistelähteiden päästöt, jotka ilmoitetaan kunnille, mutta joita ei raportoida VAHTI:iin. Polttonesteiden jakeluasemien VOC-päästöt on ilmoitettu ympäristötarkastajille vain Helsingissä (Arovaara 2013). Espoon (Ohtonen 2013) ja Vantaan (Mäntylä 2013) osalta nämä on arvioitu jakeluasemien lukumäärien perusteella. Kauniaisissa merkittäviä pieniä pistelähteitä ei ole. Lisäksi pienet pistelähteet sisältävät kaksi Gasum Energiapalvelu Oy:n lämpökeskusta (Gasum 2013a, 2013b). Taulukossa 14.1 esitetyissä luvuissa VAHTI:iin raportoitavat päästöt ovat vuodelta 2011, koska tuoreimmat päästötiedot eivät vielä ole ympäristöhallinnon rekistereissä (VAHTI 2013). Muiden pienten pistelähteiden päästöt ovat vuodelta 2012.

Pienten pistelähteiden päästöjen vuosivaihtelu on hyvin suurta, eikä päästöissä ole havaittavissa selvää trendiä. Vuonna 2012 pienten pistelähteiden rikkidioksidipäästöt vähenivät 7 % ja VOC-päästöt 45 %, typenoksidipäästöt kasvoivat 14 %, hiukkaspäästöt 5 % ja hiilimonoksidipäästöt melkein 50 % vuoteen 2011 verrattuna.

14.3 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 pienpolton pääkaupunkiseudulla (taulukko 14.1).

Kevyen polttoöljyn (POK) päästöarvio perustuu pääkaupunkiseudun vuoden 2012 myyntitietoihin (Öljyalan Palvelukeskus 2013), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten raportoimat kevyen polttoöljyn käyttömäärät. Tilastokeskuksen energiatilaston mukaan Suomessa 45 % kevyestä polttoöljystä käytetään rakennusten lämmityksessä, työkoneiden osuus POK:n kokonaiskulutuksesta on 26 %, rakennustoiminnan 16 %, teollisuuden 7 % ja vesiliikenteen ja rautateiden noin 7 % (Tilastokeskus 2012).

Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöjen laskeminen perustuu kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli Kasvenerin erillislämmityksen päästökertoimiin, poikkeuksena hiukkaset, joiden päästökerroin on päivitetty 2012 (Karvosenoja 2012). Pintalähteiden päästöt ovat viime vuosina pienentyneet kevyen polttoöljyn käytön vähentyessä. Vuonna 2012 kevyttä polttoöljyä myytiin 4 % vähemmän kuin vuonna 2011 (Öljyalan Palvelukeskus 2013). Kevyen polttoöljyn päästöt muodostivat yhdisteestä riippuen noin 1–2 % seudun kokonaispäästöistä vuonna 2012. Arvio on kuitenkin puutteellinen.

Puun pienpolton päästöjen arvioidaan muodostavan neljänneksen Suomen pienhiukkaspäästöistä (Ahtoniemi ym. 2010). Pääkaupunkiseudulla puunkäyttötottumukset poikkeavat muusta Suomesta ja päästöt aiheutuvat pääasiassa lisälämmityksestä.

HSY ja Työtehoseura selvittivät vuonna 2009 tulisijojen käyttötottumuksia pääkaupunkiseudulla. HSY on arvioinut selvityksen pohjalta tulisijojen käytön päästöjä pääkaupunkiseudulla (HSY 2010a). Pienhiukkasten päästöarviota päivitettiin vuonna 2012 SYKE:n päästökertoimien suuntaiseksi vuoden 2010 Tilastokeskuksen rakennustietokantaa (Tilastokeskus 2011) ja HSY:n SeutuCD'11:tä (HSY 2011) hyödyntäen. Käytetyt päästökertoimet olivat kiukaille 200 mg/MJ, kattiloille 200 mg/MJ ja muille tulisijoille kuten esimerkiksi varaaville takoilta 120 mg/MJ. Vuonna 2010 tulisijojen käyttö pääkaupunkiseudulla tuotti arvion mukaan noin 101 tonnia hiukkasia, joka seudun vuoden 2012 hiukkaspäästöistä on 17 prosenttia (taulukko 14.1).

15. Yhteenvedo ja johtopäätökset

Ilmanlaatu oli pääkaupunkiseudulla vuonna 2012 edellisvuotta parempi

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metro-
polialueita Euroopassa. Ilmanlaatu on meillä keskimäärin
melko hyvä, mutta ajoittain katupöly, liikenteestä peräisin
oleva typpidioksidi sekä pienhiukkasten ja otsonin kauko-
kulkeumat heikentävät ilmanlaatua. Puun pienpolton
päästöillä on huomattava vaikutus ilmanlaatuun etenkin
tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla. Energiantuotannon
päästöt vapautuvat ilmaan korkeista piipuista ja niillä on
vain vähäinen vaikutus hengitysilmän laatuun.

Indeksiluokittelun perusteella ilmanlaatu oli vuonna 2012
suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Huonon ja
erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli kaikilla mittaus-
asemilla selvästi edellisvuotta vähemmän. Huonon ja erit-
tään huonon ilmanlaadun tunnit aiheutuivat suurimmaksi
osaksi kevään katupölystä. Myös pienhiukkasten kauko-
kulkeumat ja liikenteen pakokaasujen typpidioksidi ja
pienhiukkaset heikensivät ilmanlaadun ajoittain huonoksi
tai erittäin huonoksi. Korkeiden vuosipitoisuuksien takia
ongelmallisimpia alueita ovat vilkasliikenteiset Helsingin
kantakaupungin katukuilut ja suurten väylien lähialueet.

Merkittäviä ilmansaasteiden sekoittumista ja laimenemis-
tä estäviä inversiotilanteita oli vähän ja ne olivat pääkau-
punkiseudulle tyypilliseen tapaan lyhytkestoisia. Kui-
tenkin typpidioksidin tuntiraja-arvotason ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
ylittäviä pitoisuuksia mitattiin Helsingin keskustassa
edellisvuotta enemmän. Pienhiukkasten kaukokulkeuma-
tilanteita oli vähän ja ne olivat heikkoja. Merkittäviä otso-
nin kaukokulkeumia ei esiintynyt lainkaan ja kahdeksan
tunnin pitoisuuskeskiarvot pysyivät pitkän ajan tavoitteen
 $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella.

Kevään katupölykausi alkoi maaliskuun alussa, mutta huh-
tikuun alun lumisateet, katujen tehokas kastelu kalsium-
kloridiliuoksella ja huhtikuun loppupuolella myös vesi-
sateet hillitsivät pölyämistä. Katujen kevätsiivous alkoi
maaliskuun lopulla ja hiekannostot saatiin tehdyksi pää-
osin toukokuun alkuun mennessä. Puhdistustyöt, pesut ja
tonttikatujen harjaukset jatkuivat toukokuun ajan.

Typpidioksidin raja-arvo ylittyy edelleen

Typpidioksidin vuosiraja-arvo ei ylittynyt vuonna 2012
Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittaus-
asemalla. Pitoisuus oli edellisvuotta matalampi ja selvästi
alle raja-arvon. Passiivikeräinmenetelmällä todettiin kui-
tenkin typpidioksidin vuosipitoisuuden yhä ylittävän raja-
arvon Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ylittyi
siirrettävällä mittausasemalla Kehä I:n varrella väylän vä-
littömässä läheisyydessä. Ylitystä ei kuitenkaan rapor-
toida EU:lle, sillä mittausasema oli tutkimuskäytössä eikä
lähellä väylää ole altistuvia asukkaita. Aseman tuloksia on
käytetty pääkaupunkiseudun pääväylien pölyntorjunnan
tehostamiseen. Muilla mittausasemilla vuorokausiraja-
arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä päiviä oli yleisesti edellis-
vuotta vähemmän ja asemasta riippuen 0-10 kpl. Kaupun-
kien toteuttamat toimenpiteet, kuten katujen tehostettu
puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla laimealla suolaliuok-
sella, ovat tehonneet ja alentaneet hengitettävien hiuk-
kasten pitoisuuksia.

Muiden epäpuhtauksien, eli pienhiukkasten, rikkidioksidin,
hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn, pitoisuudet pysyivät
raja-arvojen alapuolella.

Hiukkasten ja typpidioksidin ohjearvot
ylittyivät

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille an-
nettu kansallinen ohjearvo ylittyi Leppävaarassa maaliskuu-
kuussa ja Kehä I:n varrella maaliskuu-, huhti- ja marraskuu-
ssa. Yliytykset aiheutuivat katupölystä.

Pienhiukkaspitoisuudet pysyivät WHO:n terveysperus-
teisen vuosiohjearvon alapuolella kaikilla mittausasemil-
la. WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi mittausasemasta
riippuen 2-8 päivänä. Pääsyy ylityksiin oli pienhiukkas-
ten kaukokulkeuma seudulla ja lisäksi ylityksiä aiheuttivat
muutamana päivänä liikenteen ja pienpolton päästöt heik-
kotuulisissa inversiotilanteissa.

Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2012
Mannerheimintien tammi-, helmi- ja maaliskuussa ja
Kehä I:n varrella helmi-maaliskuussa. Leppävaarassa ja
Tikkurilassa ohjearvo ylittyi maaliskuussa, muilla mitta-
usasemilla ylityksiä ei tapahtunut. Typpidioksidin tunti-
ohjearvo ylittyi helmikuussa Mannerheimintien, Vallilas-
sa ja Kehä I:n varrella.

Otsonipitoisuudet alittivat tavoitearvot

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2012 useimmilla mittaus-
asemilla edellisvuotta matalampia ja Tikkurilassa edellis-
vuoden tasolla. Pitoisuudet alittivat sekä terveysperus-
teiset että kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut
vuoden 2010 tavoitearvot ja pitkän ajan tavoitteet. Tämä
on poikkeuksellista, sillä pitkän ajan tavoitteet ovat ylitty-
neet useimpina vuosina viimeisten 20 vuoden aikana.

Puunpolton päästöt aiheuttavat korkeita bentso(a)pyree-
nin pitoisuuksia ja sille annettu tavoitearvo ylittyy paikoin
pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2012 mitat-

tiin bentso(a)pyreenin pitoisuuksia pientaloalueilla Helsingin Vartiokylässä ja Espoon Kattilalaaksossa sekä kaupunkitaustaa edustavalla asemalla Kalliossa. Pitoisuudet olivat tavoitearvon alapuolella.

Raskasmetallien (arseeni, kadmium, nikkeli) pitoisuuksia mitattiin Kallion mittausasemalla. Pitoisuudet olivat matalia ja reilusti tavoitearvojen alapuolella.

Liikenne aiheuttaa korkeita mustan hiilen ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksia

Mustan hiilen (BC) mittausten tavoitteena on saada entistä tarkempi käsitys polttoperäisten pienhiukkasten pitoisuusvaihtelusta ja lähteistä pääkaupunkiseudulla. Hiukkasten lukumäärämittausten tavoitteena on saada käsitys hiukkasmääristä erilaisissa ympäristöissä ja seurata pitoisuusasteojen muuttumista ajan kuluessa.

Vuonna 2012 mustan hiilen pitoisuuksia mitattiin Kallion kaupunkitausta- asemalla ja siirrettävällä mittausasemalla Kehä I:n varrella. Pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,7 ja Kehä I:n varrella 1,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosina 2009-2011 erilaisissa ympäristöissä tehdyissä mittauksissa vuosipitoisuudet ovat olleet 0,8-2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hiukkasten lukumääräpitoisuuksia on mitattu vuodesta 2009 lähtien. Vuonna 2012 mittauksia tehtiin Kehä I:n varrella ja vuosipitoisuudeksi saatiin noin 25 000 kpl/cm³. Pientaloalueella Vartiokylässä vuonna 2009 tehdyissä mittauksissa vuosipitoisuus oli noin 5000 kpl/cm³, vilkasliikenteisessä ympäristössä Töölöntullissa vuonna 2010 noin 25 000 kpl/cm³ ja Mannerheimintieellä Helsingin ydinkeskustassa vuonna 2011 hieman yli 10 000 kpl/cm³.

Rikkidioksidin pitoisuudet olivat ajoittain korkeita Länsisatamassa

Siirrettävillä mittausasemilla kartoitetaan ilmanlaatu erityiskohteissa, jotka ovat kiinnostavia esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Vuonna 2012 siirrettävillä mittausasemilla selvitettiin ilmanlaatu Helsingissä Länsisatamassa (Hernesaaressa) ja Kehä I:n varrella Malmilla, Espoossa Kattilalaakson pientaloalueella sekä Vantaalla Hakunilassa Lahdenväylän välittömässä läheisyydessä.

Siirrettävillä mittausasemilla typpidioksidin pitoisuudet pysyivät raja-arvojen alapuolella. Länsisatamassa, Hakunilassa ja Kattilalaaksossa myöskään ohjearvot eivät ylittyneet, joskin Hakunilassa pitoisuudet olivat maaliskuussa aivan ohjearvon tuntumassa. Kehä I:n varrella sen sijaan vuorokausiohjearvo ylittyi helmi- ja maaliskuussa.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ylittivät niukasti vuorokausiraja-arvon Kehä I:n varrella. Vuorokausiohjearvo ylittyi maalisi-, huhti- ja marraskuussa. Asema oli tutkimuskäytössä eikä sen tuloksia raportoida EU:lle. Tulosten perusteella on kuitenkin tehostettu koko pääkaupunkiseudun pääväylien pölyntorjuntakasteluihin liittyviä käytäntöjä. Muilla siirrettävillä mittausasemilla ei mitattu

hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Pienhiukkasten pitoisuudet pysyivät raja-arvon ja WHO:n vuosiohjearvon alapuolella. WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi 4-8 päivänä kaukokulkeumien sekä heikkotuulisten inversiotilanteiden vuoksi.

Kattilalaaksossa pienpolton päästöjen vaikutus ilmanlaatuun näkyi kohonneina pienhiukkasten ja bentso(a)pyreenin pitoisuuksina. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ei kuitenkaan ylittynyt.

Rikkidioksidin pitoisuuksia mitattiin siirrettävillä asemilla vain Länsisatamassa. Laivaliikenteen ja Munkkisaaren huippulämpökeskuksen päästöt aiheuttivat ajoittain huomattavan korkeita lyhytaikaispitoisuuksia, joskaan rajat tai ohjearvot eivät ylittyneet. Hernesaaressa laaditaan parhaillaan osayleiskaavaa ja laivaliikenteen sekä Munkkisaaren huippulämpökeskuksen päästöjen vaikutukset ilmanlaatuun tulisi ottaa huomioon.

Passiivikeräimillä täydennettiin jatkuvatoimisia ilmanlaadun mittauksia, ja typpidioksidipitoisuutta kartoitettiin yhteensä 46 mittauspisteessä. Mittauksissa todettiin typpidioksidin raja-arvon ylittävän vilkasliikenteisissä ympäristöissä Hämeentiellä, Töölöntullissa ja Mäkelänkädellä. Raja-arvo ylittyi lisäksi Eliel Saarisen tien tunnelissa sekä Helsinki-Vantaan lentoasemalla terminaali 1:n ja 2:n edessä.

Vuosipitoisuudet ovat laskeneet

Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat sekä pitkällä aikavälillä että viimeisten yhdentoista vuoden aikana laskeneet otsonia lukuun ottamatta. Tämä on tapahtunut siitä huolimatta, että seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat viime vuosina laskeneet tehostetun katujen kunnossapidon ja puhdistuksen ansiosta. Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2012 kaikilla mittausasemilla edellisvuotta matalammat.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat vuonna 2012 hieman matalammat kuin edellisenä vuonna. Pienhiukkasten pitoisuuksissa on havaittavissa hieman laskeva trendi viimeisten yhdentoista vuoden aikana. Vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet eri mittausympäristöissä välillä 7-13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Typpimonoksidin pitoisuudet ovat laskeneet pitkällä aikavälillä selvästi pääkaupunkiseudulla, joskin viime vuosina lasku on hidastunut. Haitallisemman typpidioksidin pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän. Monet tekijät, mm. typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä, otsonipitoisuuden ja säätilan vaihtelut vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen. Vuosipitoisuudet olivat vuonna 2012 Luukissa ja Kalliossa edellisvuoden tasolla ja muilla mittausasemilla edellisvuotta matalammat.

Otsonipitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä kohonneet pääkaupunkiseudulla. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta

Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. Pääkaupunkiseudun tausta-aseamalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien lähes ennallaan. Liikennerympäristöissä otsonin pitoisuudet ovat nousseet edelleen myös viimeisen kymmenen vuoden kuluessa, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien, erityisesti typpimonoksidin, määrä ilmassa on vähentynyt. Vuosipitoisuudet olivat vuonna 2012 hieman matalammat kuin vuonna 2011.

Rikkidioksidin päästöt lisääntyivät edellisvuodesta

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Vuonna 2012 typenoksidipäästöistä hieman yli puolet tuli energiantuotannosta ja noin 30 % autoliikenteestä. Autoliikenteen osuus hiukkaspäästöistä oli noin 40 % ja energiantuotannon vähän yli 30 %. Tulisijojen käyttö on myös merkittävä hiukkaspäästöjen lähde ja sen osuus oli 17 %. Rikkidioksidipäästöistä yli 90 % vapautui energiantuotannosta.

Vuonna 2012 pääkaupunkiseudulla typenoksidien päästöt pysyivät edellisvuoden tasolla, rikkidioksidin päästöt puolestaan kasvoivat 24 % ja hiukkaspäästöt 4 %. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt vähenivät 5 % ja hiilimonoksidin päästöt 9 %.

Vuonna 2012 energiantuotanto kasvoi pääkaupunkiseudulla 5 % edelliseen vuoteen verrattuna, mutta väheni 1 % edellisen kymmenen vuoden keskiarvoon verrattuna. Energiantuotannossa kivihiihen ja öljyn kulutus kasvoivat ja maakaasun kulutus väheni.

Pitkällä aikavälillä eri epäpuhtauksien päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet. 1990-luvun puoliväliin saakka päästöt vähenivät jyrkästi, mutta lasku on sen jälkeen taasoittunut eikä päästöissä ole enää viime vuosina ollut havaittavissa selkeää trendiä. Erityisesti energiantuotannon päästöt vaihtelevat vuosittain, mihin vaikuttavat muun muassa talven lämpötilat, pohjoismaiset sähkömarkkinat ja vesivoimatilanne sekä energiantuotannon kustannukset pääkaupunkiseudun eri laitoksissa.

16. Lähdeluettelo

- Aalto, P., Hämeri, K., Paatero, P., Kulmala, M., Bellander, T., Berglind, N., Bouso, L., Castano-Vinyals, G., Sunyer, J., Cattani, G., Marconi, A., Cyrus, J., von Klot, S., Peters, A., Zetzsche, K., Lanki, T., Pekkanen, J., Nyberg, F., Sjövall, B. and Forastiere, F., 2005. Aerosol Particle Number Concentration Measurements in Five European Cities Using TSI-3022 Condensation Particle Counter over a Three-Year Period during Health Effects of Air Pollution on Susceptible Subpopulations. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 55, 1064-1076.
- Ahtoniemi, P., Tainio, M., Tuomisto, J.T., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Porvari, P., Karppinen, A., Kangas, L., Kukkonen, J. 2010. Health risks from nearby sources of fine particulate matter: Domestic wood combustion and road traffic (PILTTI). Report 3/2010. National Institute for Health and Welfare (THL).
- 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.
- Anttila, P., Tuovinen, J.-P. 2010. Trends of primary and secondary pollutant concentrations in Finland in 1994-2007. *Atmospheric Environment* 44:30-41.
- Anttila, P., Tuovinen, J.-P., Niemi, J.V. 2011. Primary NO₂ emissions and their role in the development of NO₂ concentrations in a traffic environment. *Atmospheric Environment* 45:986-992.
- Arovaara, H. 2013. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 19.4.2013.
- ELY 2012. Angervuori, T. ja alueurakoista vastaavat. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Kirjallisia ja suullisia tiedonantoja huhtikuussa 2012.
- ELY 2013. Tuppurainen, A. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue. Liikennemääräkartta 2012.
- Espoo 2008. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008-2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.
- Espoo 2013. Simola, R. Espoon kaupunki. Kaupunkisuunnittelukeskus. Kirjallinen tiedonanto 20.2.2013.
- Finavia 2013. Ilmailulaitos Finavia. Lentoasemakohtaiset tunnusluvut. Ilmapäästöt 2012.
- Fortum Espoo 2013. Fortum Power and Heat Oy. Päästöraportit vuodelta 2012.
- Gasum 2013a. Päästöraportti Valio 2012.
- Gasum 2013b. Päästöjen tarkkailun vuosiraportti 2012 Fazer. Helsingin Energia 2013. Ympäristönsuojelun vuosiraportit 2012. Helsingin yliopisto. 2013a. Kirjallinen tiedonanto 7.2.2013. Helsingin yliopisto. 2013b Kirjallinen tiedonanto 28.2.2013. Helsinki. 2005. Selvitys 4.1.2005 hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylitymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2008. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2013a. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2012. Helsinki suunnittelee 2013:3. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2013b. Seppälä, H. Helsingin kaupunki. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennemääräkartta 2012. [MapInfo-dokumentti].
- HKR 2013. Kitkarenkaiden käytöllä parempaa ilmanlaatua - liikenneturvallisuudesta tinkimättä. Nasta-tutkimusohjelman 2011-2013 loppuraportti. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2013:4.
- Huuskonen, I., Lehtonen, E., Keskitalo, T., Laita, M. 2010. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2009. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2010. Helsinki.
- HSY, Ympäristöministeriö. 2012. Selvitys bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä 1.10.2012.
- HSY 2010a. Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudun pientaloista, Gröndahl, T., Makkonen, J., Myllynen, M., Niemi, J. & Tuomi, S. HSY julkaisuja 2010.
- HSY 2010b. Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen. HSY:n julkaisuja 8/2010. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki. Saatavana: <http://www.hsy.fi/varautumissuunnitelma>.
- HSY 2011. SeutuCD'11. <http://www.hsy.fi/seututieto/kaupunki/paikkatiedot/seutucd/Sivut/default.aspx>
- Hyvärinen, A.-P., Kolmonen, P., Kerminen, V.-M., Virkkula, A., Leskinen, A., Komppula, M., Hatakka, J., Burkhardt, J., Stohl, A., Aalto, P., Kulmala, M., Lehtinen, K.E.J., Viisanen, Y., Lihavainen, H. 2011. Aerosol black carbon at five background measurement sites over Finland, a gateway to the Arctic. *Atmospheric Environment* 45: 4042-4050.
- Ilmatieteen laitos 2012. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ja Ilmastokatsaukset vuodelta 2012.
- Ilmatieteen laitos 2013. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ja Ilmastokatsaukset vuodelta 2013.
- Iivonen, S. 2012. Helsingin kaupunki, Stara, kirjallinen tiedonanto 27.3.2012.
- IPCC 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
- Järvi, L., Hannuniemi, H., Hussein, T., Junninen, H., Allto, P.P., Hillamo, R., Mäkelä, T., Keronen, P., Siivola, E., Vesala, T., Kulmala, M. 2009. The urban measurement station SMEAR III: Continuous monitoring of air pollution and surface-atmosphere interactions in Helsinki, Finland. *Boreal Environment Research* 14 (suppl. A): 86-109.
- Kara, J. 2010. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 30.4.2010.
- Karvosenoja, N. 2012. Kirjallinen tiedoksianto 2.4.2012.
- Kauniainen 2008. Kauniaisten ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Hyväksytty 27.5.2008.
- Keski-Kohtamäki, V. 2012. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Kirjallinen tiedonanto 8.5.2012.
- Korjus, T. 2012. Espoon kaupunki, Kaupunkitekniikka. Kirjallinen tiedonanto 2.5.2012.
- Kupiainen, K., Pirjola, L., Ritola, R., Stojiljkovic, A., Malinen, A., 2013. Talvirenkaiden pölypäästöt ja eri katupölylähteiden osuudet kadun varrella kerätyissä hiukkasnäytteissä. HSY:n julkaisuja 3/2013. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Kupiainen, K., Ritola, R., 2013. Nastarengas ja hengitettävä pöly. Katsaus tutkimuskirjallisuuteen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2013.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A. 2009. Mannerheimintien PM₁₀ -hiukkasten koostumus ja lähteet raja-arvon ylityspäivinä 2008. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2009:9.
- Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J., Stojiljkovic, A. Malinen, A. 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta. KAPU-hankkeen loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.

- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Ritola, R. 2011. Hiukkasten koostumus ja lähteet Mannerheimintielle PM₁₀-raja-arvon ylityspäivinä 2009. HSY:n julkaisuja 5/2011.
- Kupiainen, K., Niemi, J., Ritola, R., Stojiljkovic, A. 2012. Hiukkasten koostumus ja lähteet Mannerheimintielle PM₁₀-raja-arvon ylityspäivinä 2010. HSY:n julkaisuja 3/2012.
- Liikennevirasto 2013. Tieliikenteen suoritteet vuonna 2012. Tiedote 12.3.2013. http://portal.liikennevirasto.fi/portal/page/portal/f/aineistopalvelut/tilastot/tietilastot/suorite_12.pdf
- Malkki, M., Lounasheimo, J., Niemi, J., Myllynen, M., Loukkola, K. 2011. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2010. HSY:n julkaisuja 3/2011. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Malkki, M., Matilainen, L., Kousa, A., Myllynen, M., Niemi, J., Loukkola, K. 2012. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011. HSY:n julkaisuja 9/2012. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- dal Maso, M., Hyvärinen, A., Komppula, M., Tunved, P., Kerminen, V-M., Lihavainen, H., Viisanen, Y., Hansson, H-C and Kulmala, M., 2008. Annual and interannual variation in boreal forest aerosol particle number and volume concentration and their connection to particle formation Tellus 60B, 4, 495-508.
- Massling, A., Nöjgraad, J., Ellermann, T., Ketzel, M. and Norström, C., 2011. Particulate contribution from traffic in Copenhagen. NERI Technical Report no. 837.
- Mäkelä, K. 2013. VTT. Kirjallinen tiedonanto 17.4.2013.
- Mäntylä, K. 2013. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 24.4.2013.
- 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: 1255 -1264.
- Ohtonen, K. 2013. Espoon ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 11.4.2013.
- Rantanen, A. 2013. Helsingin satama. Päästötiedot vuodelta 2012. Kirjallinen tiedoksi 11.3.2013
- Rusko, N. 2008. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 10.4.2008.
- Rytkönen, S. 2013. Vantaan kaupunki. Kirjallinen tiedonanto 15.3.2013.
- Salmi T., Määttä A., Anttila P., Ruoho-Airola T. & Amnell T. 2002. Detecting trends of annual values of atmospheric pollutants by the Mann-Kendall test and Sen's slope estimates -the Excel template application MAKESENS. Ilmanlaadun julkaisuja No. 31. Ilmatieteen laitos, Helsinki.
- Simola, R. 2013. Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. Kirjallinen tiedonanto 20. ja 23.4.2013.
- SLB, 2013. Luften i Stockholm. Årsrapport 2012. SLB 5:2013.
- Tammisto, E. 2012. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Kirjallinen tiedonanto 7.5.2012.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisija 14/2007.
- Tilastokeskus 2011. Asuminen. Rakennukset ja kesämökit. Rakennukset (lkm, m²) käyttötarkoituksen ja lämmitysaineen mukaan. http://pxweb2.stat.fi/Databas/StatFin/Asu/rakke/rakke_fi.asp
- Tilastokeskus 2012. Energiatilasto - Vuosikirja 2011.
- TraFi 2013. Liikenteen turvallisuusvirasto. Tilastot. Saatavana: <http://www.trafi.fi/>.
- VAHTI 2013. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Poiminnat ilmapäästöraporteista 8.1.2013.
- Vantaa 2008. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.
- Vantaa 2013. Rytkönen, S. Vantaan kaupunki. Liikennesuunnittelu. Kirjallinen tiedonanto 15.3.2013 ja 25.3.2013.
- Vantaan Energia 2013. Päästötiedot vuodelta 2012.
- VTT 2013. LIISA 2011. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä. Saatavana: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/>
- 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 2008a. YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. YTV:n julkaisuja 10/2008. YTV, Helsinki.
- YTV 2008b. Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla. Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot. YTV:n julkaisuja 11/2008. YTV, Helsinki.
- Öljyalan Palvelukeskus 2013. Kirjallinen tiedonanto 20.3.2013.

Liite 1. Pitoisuudet

Hengitettävät hiukkaset PM₁₀

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Keh
1	33	20	19	17	26	22	23
2	44	32	27	28	37	33	38
3	59	52	35	31	116	46	137
4	47	35	29	19	65	42	143
5	52	46	23	17	34	23	53
6	32	19	18	13	18	16	36
7	40	25	22	19	24	28	30
8	30	16	15	13	27	14	23
9	27	22	20	20	20	16	26
10	23	20	17	15	23	20	57
11	38	23	22	20	24	23	88
12	25	19	21	18	21	22	35

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

Hengitettävien hiukkasten mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Keh
1	99	100	99	100	100	100	100
2	96	100	99	96	99	100	84
3	100	100	99	100	100	99	100
4	100	100	100	100	98	100	99
5	100	100	79	99	99	100	100
6	100	99	94	100	100	100	100
7	100	100	85	97	100	100	94
8	100	100	100	99	100	100	99
9	95	100	99	100	98	96	100
10	100	97	100	100	100	98	92
11	100	97	100	91	100	100	98
12	100	100	100	100	100	100	88

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Keh
1	18	13	12	10	17	12	16
2	22	17	16	14	20	15	22
3	29	21	16	10	30	16	42
4	25	20	16	10	31	21	54
5	31	19	15	10	18	14	24
6	21	13	12	8	12	10	19
7	23	14	13	11	14	12	19
8	20	12	11	8	14	10	16
9	15	10	10	7	10	8	14
10	16	11	10	8	12	10	22
11	20	13	11	8	13	11	34
12	16	13	12	11	14	12	16

Yhteenveto hengitettävien hiukkasten mittauksista, µg/m³

	Vuosi-keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo	36. suurin vuorokausiarvo (PM ₁₀)
Man	21	60	314	33
Val	14	69	228	24
Kal	13	35	102	21
Var	10	41	102	16
Lep	17	135	495	30
Tik	12	54	158	22
Keh	25	164	391	51

PM₁₀ vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

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

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot, µg/m³

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	25*	28*	30*	28	25	27	23	23	23	25	23	20								
Man													30	30	29	28	27	25	24	21
Val					23	22	20	20	19	22	19	17	20	20	19	18	17	17	17	14
Kal							16	15	16	17	16	14	15	17	17	14	15	15	15	13
Var																	12	12	11	10
Lep2					20	23	22	23	25	24	21	19								
Lep3													23	20	20	19	15			
Lep4																		15	20	17
Tik						22	20	20	19	22	23	20	23	21	19	17	14	16	15	12
Luu							11	10	11	12	12									
Keh																				25

* tuloksia alle 90 %

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon numeroarvon ylitysten lukumäärä

	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	19*	27*	47*	31	21	38	9	16	21	32	21	9								
Man													49	37	33	35	30	24	19	7
Val					10	8	1	7	5	19	9	4	11	13	10	7	5	3	3	3
Kal							0	3	3	10	2	4	2	10	6	4	3	3	2	0
Var																	4	1	0	0
Lep2					10	28	6	22	32	27	14	16								
Lep3													22	14	16	12	9			
Lep4																		6	15	10
Tik						23	7	10	13	22	16	12	23	18	13	5	4	8	4	1
Luu							0	0	2	2	1									
Keh																				36

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

* tuloksia alle 90 %

Pienhiukkaset PM_{2,5}

Pienhiukkasten pitoisuuksien kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	9,5	8,8	8,4	9,0	9,3	10,6	9,8	10,7	11,8	11,5
2	14,0	12,8	11,5	12,3	12,3	12,6	13,2	14,6	14,5	14,6
3	6,9	6,6	5,9	6,0	7,1	6,0	6,5	9,4	6,9	10,6
4	7,5	6,8	5,9	6,2	6,7	6,7	6,1	9,7	7,3	9,1
5	7,3	5,9	4,8	6,3	4,9	5,5*	6,8	8,0	6,7	8,9
6	6,7	6,6	4,8	5,8	4,8	5,3	6,1	8,1	6,2	7,3
7	9,3	8,3	7,0	8,4	6,8	7,1*	8,8	10,0	8,7	9,8
8	6,9	5,8	5,5	6,2	5,6	4,8	6,3	8,0	6,3	8,3
9	5,6	5,0	4,5	4,9	4,7	3,8	5,2	8,0	5,4	7,7
10	6,6	5,9	6,0	5,6	6,1	3,7	5,7	8,6	6,5	7,7
11	7,3*	6,9	6,2	6,4	7,4	5,0	7,3	8,8	6,6	8,0
12	12,3	9,6	9,0	9,8	9,9	10,2	11,3	11,1	12,1	12,0

* tuloksia alle 75 %

Pienhiukkasten mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	92	86	100	99	100	90	78	100	98	99
2	100	98	96	99	100	93	95	85	100	99
3	99	100	100	99	99	100	100	100	95	100
4	99	100	100	100	100	100	100	99	94	100
5	99	99	99	99	100	65	99	97	97	96
6	100	100	100	98	100	78	98	100	100	98
7	100	97	97	99	100	71	100	95	95	94
8	100	100	99	100	100	93	99	100	100	99
9	99	100	100	99	96	95	99	100	100	96
10	94	100	100	96	98	99	91	95	100	100
11	73*	100	91	100	100	97	97	99	100	95
12	92	99	100	100	100	92	98	88	85	88

Yhteenveto pienhiukkasten mittauksista, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Vuosi- keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo
Man	8,3	30	77
Kal	7,4	29	95
Var	6,6	29	82
Lep	7,2	29	77
Tik	7,1	32	86
Luu	6,7	36	65
L-sat	7,7	31	54
Keh	9,5	37	97
Kat	8,2	33	84
Hak	9,6	34	252

$PM_{2,5}$ vuosiraja-arvo on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Pienhiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Man								11,9	12,2	10,5	10,2	9,7	10,9	9,7	8,3
Val	12,3	12,9			11,1	10,8									
Kal		11,0	8,6	8,9	9,6	9,7	8,4	9,3	10,4	8,9	8,5	8,2	8,9	7,7	7,4
Var												7,4	8,1	7,4	6,6
Lep3												7,7			
Lep4													8,8	8,3	7,2
Tik												7,9	9,4	8,0	7,1
Luu							8,2		8,9		6,8	6,9	8,2	7,2	6,7
Satama											8,7 ^a	7,7 ^b	9,8 ^c	8,3 ^c	7,7 ^d
Keh															9,5
Kat															8,2
Hak															9,6

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama2

Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvon numeroarvon ylitysten määrä

	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Man								23	23	9	14	4	17	12	4
Val	26	21			18	23									
Kal		11	3	4	11	14	5	12	23	5	10	3	6	3	4
Var												3	5	4	2
Lep3												2			
Lep4													9	8	3
Tik												3	14	6	6
Luu							4		14		6	0	4	5	3
Satama											12 ^a	3 ^b	11 ^c	6 ^c	4 ^d
Keh															8
Kat															6
Hak															5

Vuorokausiohjearvo on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama2

Typidioksidin NO₂

Typidioksidin tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	98	75	70	60	91	79	54	62	100	74	90
2	167	156	136	110	115	*	53	100	173	85	116
3	122	110	88	86	109	101	45	87	125	86	104
4	100	68	59	51	74	74	31	47	98	50	90
5	99	59	50	41	62	60	22*	55	85	31	74
6	93	54	49	37	53	56	17	40	81	23	66
7	83	54	53	41	48	52	18	38	81	24	66
8	86	52	48	32	56	54	15	40	75	22	61
9	68	58	48	31	70	63	16	32	89	23	78
10	97	76	68	*	93	75	27	52	110	43	83
11	85	65	70	48	89	82	26	47	108	45	102
12	83	63	60	57	73	70	47	50	78	52	74

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

* tuloksia alle 75 %.

Typidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	72	55	51	41	60	54	33	45	64	54	50
2	75	69	64	54	62	*	32	46	88	46	62
3	82	52	47	51	74	71	18	42	99	51	70
4	57	32	31	22	42	39	17	25	57	20	61
5	69	31	26	19	39	39	9*	26	61	16	47
6	52	30	25	17	32	36	10	25	53	10	49
7	47	31	28	20	29	29	8	22	48	11	42
8	51	31	28	16	30	33	7	24	47	11	40
9	40	35	29	15	38	39	7	14	57	12	47
10	66	35	31	*	48	46	10	31	59	21	52
11	57	37	33	24	43	43	10	33	59	23	69
12	59	45	44	37	47	45	35	38	47	42	44

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

* tuloksia alle 75 %.

Yhteenveto typidioksidipitoisuuksien mittauksista, µg/m³

	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
Vuosikeskiarvo	37	23	20	14	26	25	7	15	34	12	29
19. suurin tuntikeskiarvo	149	112	98	90	111	96	54	95	141	85	108
Tuntimaksimi	252	246	198	132	151	124	63	141	198	95	165
Vuorokausimaksimi	130	108	90	76	83	77	37	85	107	64	75

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Tuntiraja-arvo on 200 µg/m³ ja siihen verrataan vuoden 19. suurinta tuntipitoisuutta.

Typidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	41	27	25	19	33	29	17	20	36	22	27
2	47	35	32	22	36	*	15	25	44	22	34
3	46	27	23	20	29	30	8	21	37	15	43
4	39	20	18	15	26	26	7	13	36	12	27
5	41	19	16	12	21	23	4*	16	33	8	29
6	34	18	15	11	19	22	4	12	34	5	27
7	30	16	13	11	18	19	4	11	32	5	25
8	34	20	17	10	20	21	4	12	29	6	22
9	26	19	15	9	21	23	4	7	33	6	29
10	36	25	21	*	29	28	5	13	36	12	32
11	29	21	20	13	25	23	5	11	33	10	31
12	36	25	24	15	30	27	14	18	31	19	21

* tuloksia alle 75 %

Typidioksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	99	100	100	100	100	86	80	91	100	98	99
2	100	100	100	100	99	46	100	99	85	100	99
3	100	100	100	100	99	100	99	100	100	98	100
4	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99	100	99	100	100	100	71	100	99	97	99
6	99	99	100	100	100	100	94	100	100	100	99
7	99	100	97	97	100	100	97	100	100	95	99
8	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100
9	100	100	100	100	99	100	97	100	100	100	100
10	100	99	100	0	100	100	91	100	93	100	100
11	100	100	100	98	100	100	97	100	99	100	99
12	100	100	100	100	100	100	92	98	88	85	88

Typidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	46*	44	45	42	41	39	41	36	38	39	35	36	37	34	36								
Man																43	42	42	41	41	41	39	37
Val	39	36	37*	37	32	31	32	27	29	29	27	28	28	28	28	26	28	26	23	23	26	24	23
Kal										26	22	24	25	24	25	22	24	22	19	20	23	20	20
Var																				14		15	14
Lep2							31	26	28	28	26	27	26	24	26								
Lep3																24	25	23	21	21			
Lep4																					28	27	26
Tik							31	27	31	29	28	30	31	30	33	30	29	27	25	27	30	28	25
Luu			7*	8	10	7	9	7	9	8	6	7	7	8	7	6	8	6	6	6	8	7	7
Satama																			22 ^a	16 ^b	23 ^c	23 ^c	15 ^d
Keh																							34
Kat																							12
Hak																							29

* tuloksia alle 90 %

a=Länsisatama, b=Katjanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama2
vuosiraja-arvo on $40\mu\text{g}/\text{m}^3$.

LIITE 1

Typidioksidin tuntiraja-arvon (200 µg/m³) numeroarvon ylitystunnit

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	0*	0	0	0	0	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0								
Man																1	0	4	1	8	0	1	7
Val	0	0	0*	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	4
Kal										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
Var																				0		0	0
Lep2							1	0	0	0	0	0	0	0	0								
Lep3																0	0	0	0	0			
Lep4																					0	0	0
Tik							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luu			0*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Satama																			0 ^a	0 ^b	0 ^c	0 ^c	0 ^d
Keh																							0
Kat																							0
Hak																							0

* tuloksia alle 90 %

Tuntiraja-arvo on 200 µg/m³ (saa ylittyä 18 tuntia vuodessa)

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama2

Typsimonoksidi NO

Typsimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	38	15	9	4	26	24	3	13	31	12	18
2	47	23	14	12	29	*	1	16	46	11	26
3	29	12	6	6	22	22	1	12	34	5	30
4	20	5	3	1	11	14	0	5	25	1	15
5	19	5	2	1	8	13	0*	9	22	1	15
6	17	5	3	1	7	13	0	6	23	1	15
7	15	4	2	1	6	11	0	7	22	1	13
8	27	7	4	2	10	18	1	7	23	2	16
9	15	7	2	2	14	21	0	6	33	2	24
10	31	12	4	*	25	28	1	7	39	6	32
11	21	8	4	4	20	20	0	6	33	5	27
12	39	11	7	3	16	20	0	9	22	6	9

* tuloksia alle 75 %

Typsimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Keh	Kat	Hak
1	99	100	100	100	100	86	80	91	100	98	99
2	100	100	100	100	99	46	100	99	85	100	99
3	100	100	100	100	99	100	99	100	100	98	100
4	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
5	99	100	99	100	100	100	71	100	99	97	99
6	99	99	100	100	100	100	94	100	100	100	99
7	99	100	97	97	100	100	97	100	100	95	99
8	100	100	100	100	100	100	98	100	100	100	100
9	100	100	100	100	99	100	97	100	100	100	100
10	100	99	100	0	100	100	91	100	93	100	100
11	100	100	100	98	100	100	97	100	99	100	99
12	100	100	100	100	100	100	92	98	88	85	88

Typsimonoksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	140	117	96	95	86	65	63	57	57	49	46	44	38	33	31								
Man																31	24	31	26	28	28	26	26
Val	50	43	31	30	31	25	25	20	20	17	17	16	15	15	14	13	11	12	8	11	11	9	10
Kal										8	8	7	7	7	6	6	5	5	4	5	5	5	5
Var																				4		4	3
Lep2							38	29	31	28	27	22	16	15	18								
Lep3																15	13	13	10	11			
Lep4																					19	20	16
Tik							38	35	39	35	34	30	28	29,8	36	29	23	23	19	23	24	21	18
Luu			1*	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
Satama																			14 ^a	8 ^b	13 ^c	13 ^c	9 ^d
Keh																							29
Kat																							4
Hak																							20

* tuloksia alle 90 %

a=Länsisatama, b=Katjanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama 2

Otsoni O₃

Terveyden suojelemiseksi annetun pitkän ajan 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	09	10	11	12
Töö	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	3								
Man																0	0	0	0	2	0	0	0
Kal											0	0	2	0	4	2	11	0	0	2	10	2	0
Var																				2	7	2	0
Tik	0	0	8	3	1	0	4	2	1	2	1	0	3	0	6	1	10	0	4	2	3	2	0
Luu	1	0	14	3	7	4	18	9	5	3	3	0	5	2	9	2	18	1	10	3	3	7	0

Kasvillisuuden suojelemiseksi annetun AOT40-indeksin arvot (= 80 µg/m³ ylittävien tuntipitoisuuksien kertymä jaksolla 1.5.-31.7. klo 10-22, yksikkö µg/m³ h). Pitkän ajan tavoitteena on alittaa 6 000 µg/m³ h.

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

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3		0,4	0,6	0,4	0,9	3,0								
Man																0,5	1,6*	0,4	1,0	0,5	2,0	1,0	0,3
Kal											2,0	2,5	4,9	2,3	4,2	2,0	7,0	2,3	4,4	2,6	7,5	4,2	2,9
Var																				3,4	8,8	4,1	2,5*
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	2,6	5,4	4,6	2,9
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	5,4	8,1	9,8	5,0

* tuloksia alle 90 %.

Otsonipitoisuuksien suurimmat tuntikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	101	106	126	116	113	109	143	118	116	115	124	106	124	123	152								
Man																120	149	123	124	131	152	139	100
Kal										100	125	116	156	138	163	133	169	142	136	131	175	161	119
Var																				136	169	154	144
Tik	116	114	162	143	136	128	137	147	143	137	129	112	162	121	182	135	157	117	149	127	149	142	116
Luu	145	120	166	145	141	143	163	150	153	145	134	123	138	132	188	145	162	132	153	135	150	134	123

Otsonipitoisuuksien suurimmat vuorokausikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	61	84	75	78	80	84	96	84	74	85	80	86	85	92	107								
Man																82	99	78	87	85	94	80	77
Kal										81	85	90	94	93	118	108	116	88	99	105	109	101	94
Var																				103	98	88	88
Tik	85	88	105	101	97	90	106	86	96	98	94	86	88	95	112	103	121	84	95	102	96	92	93
Luu	97	90	122	91	108	95	132	103	108	100	101	92	94	103	108	121	126	94	107	117	95	102	99

Otsonipitoisuuksien vuosikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	17	24	28	30	32	36	35	37	36		38	39	41	40	44								
Man																37		35	38	37	39	40	39
Kal											45	46	49	45	48	48	51	45	48	46	48	50	48
Var																				46	49	47	46
Tik	30	35	43	40	39	44	45	44	43	46	44	43	46	44	46	46	49	43	46	42	44	45	45
Luu	41	43	54	47	49	53	54	54	51	55	52	53	55	52	53	54	58	50	52	49	51	55	52

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

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	26	31	33	28	34
2	34	40	45	42	55
3	44	55	56	54	68
4	56	67	64	67	75
5	53	67	60	64	71*
6	50	63	53*	58	64
7	49	65	58	55	55
8	37	47	41	39	36
9	38	46	40*	38	47
10	28	35	28	29	40
11	30	35	35	33	42
12	24	31	35	32	38

* tuloksia alle 75 %

Otsonimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	99	99	100	100	80
2	100	100	100	100	92
3	100	100	90	100	100
4	100	100	100	100	100
5	100	99	100	90	71
6	100	100	53	100	94
7	100	97	97	100	97
8	100	100	100	100	77
9	100	100	58	100	96
10	100	100	85	100	91
11	100	100	100	100	97
12	100	100	100	100	92

Rikkidioksidi SO₂

Rikkidioksidin raja-arvoihin ja kriittiseen tasoon verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

	Val	Luu	L-sat
Vuosikeskiarvo	2	1	6
4. suurin vuorokausiarvo	12	6	63
25. suurin tuntikeskiarvo	20	13	127

Kriittinen taso on 20 µg/m³ ja sitä sovelletaan laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla.

Vuorokausiraja-arvo on 125 µg/m³ ja siihen verrataan vuoden 4. suurinta vuorokausipitoisuutta.

Tuntiraja-arvo on 350 µg/m³ ja siihen verrataan vuoden 25. suurinta tuntipitoisuutta.

Vuorokausiohjeeseen verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Val	Luu	L-sat
1	11	6	17
2	12	6	69
3	3	2	15
4	3	4	8
5	3	2*	16
6	2	1	9
7	3	3	9
8	3	1	9
9	3	1	5
10	2	1	8
11	4	1	25
12	12	6	63

Ohjeeseen on 80 µg/m³ ja siihen verrataan kuukauden 2. suurinta vuorokausipitoisuutta.

* tuloksia alle 75 %

Rikkidioksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Val	Luu	L-sat
1	100	80	91
2	100	100	100
3	100	100	100
4	100	100	100
5	100	64	77
6	100	93	100
7	100	97	100
8	100	98	100
9	98	97	100
10	96	89	100
11	100	86	100
12	100	86	98

Rikkidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot, µg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
Töö	14	15	8	9	9	4	6	4	4														
Val	16	14	5	5	5	5	7	4	4*	4	3	4	4	5	4	4	4	3	2	3	2	2	2
Lep							5	4	4	3	2	2	3	3									
Tik	9*		5	5	5	3	4	3	3														
Luu	4	4	2	3	3	1	3	1	2	1	1	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
Satama																			7 ^a	5 ^b	4 ^c	4 ^c	6 ^d

*tuloksia alle 90 %

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta, d=Länsisatama2

Tuntiohjeeseen verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Val	Luu	L-sat
1	17	9	47
2	23	12	137
3	8	7	48
4	12	10	28
5	8	6*	48
6	9	4	29
7	8	7	30
8	8	3	24
9	5	2	24
10	6	2	23
11	9	2	79
12	21	17	136

Ohjeeseen on 250 µg/m³ ja siihen verrataan kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipistettä.

* tuloksia alle 75 %

Rikkidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Val	Luu	L-sat
1	3	2	7
2	4	3	13
3	2	1	6
4	2	1	4
5	1	1*	6
6	1	1	4
7	1	1	4
8	2	1	4
9	1	0	3
10	1	0	4
11	1	0	5
12	5	3	12

* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidi CO

Hiilimonoksidipitoisuuksien suurimmat tuntikeskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 20 mg/m³.

* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidipitoisuuksien suurimmat 8 tunnin liukuvat keskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 8 mg/m³.

Raja-arvo on 10 mg/m³.

* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, mg/m³

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

* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Var	Tik
1	85	100	86
2	96	100	46
3	96	99	100
4	96	99	100
5	96	99	100
6	96	100	100
7	96	97	100
8	90	100	93
9	96	100	100
10	96	100	100
11	95	82	100
12	96	100	100

Hiilimonoksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot, mg/m³

	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
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	0,3	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								
Var																				0,2		0,2	0,2
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	0,3	0,3	0,3	0,3

* tuloksia alle 90 %

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC ja bentso(a)pyreeni

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vuosikeskiarvot, ng/m³

Bentseeni	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Töölö	2100	1800	1500									
Kallio	1000		970	1200	830	850	580	700	600	690	490	730
Leppävaara 2		1300										
Tikkurila	1900		1600	1900	1700	1500	1000	930	1000	1100	860	1100
Luukki		710	710									
Lintuvaara					1100							
Töölöntulli						1800				1100		
Lentoasema							650					
Itä-Hakkila								800				
Vartiokylä									710	800	620	830
Tolueneeni	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Töölö	6600	5300	4100									
Kallio	3000		2100	2700	1800	1700	1200	1300	1100	1000	840	990
Leppävaara 2		3400										
Tikkurila	6000		4400	5800	4500	4000	2900	2600	2600	2400	2200	2100
Luukki		780	630									
Lintuvaara					2200							
Töölöntulli						4700				2100		
Lentoasema							1000					
Itä-Hakkila								1500				
Vartiokylä									1200	1200	1200	1200
Ksyleenit	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Töölö	5800	5000	3600									
Kallio	2600		1800	2600	1600	1500	1700	1100	1100	1400	750	1000
Leppävaara 2		3200										
Tikkurila	6300		4500	6300	4700	4800	3600	2800	3000	3200	2800	3000
Luukki		740	400									
Lintuvaara					1500							
Töölöntulli						4200				2100		
Lentoasema							960					
Itä-Hakkila								1300				
Vartiokylä									1040	1100	940	1050

Bentseenin vuosiraja-arvo on 5 µg/m³ = 5000 ng/m³.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kuukausikeskiarvot, ng/m³

Kk	Bentseeni			Tolueni			Ksyleenit		
	Kal	Tik	Var	Kal	Tik	Var	Kal	Tik	Var
1	900	1182	931	1073	1851	1073	858	1970	838
2	1107	1853	1370	1098	2165	1333	734	2076	963
3	731	1320	886	688	1990	1032	635	2201	744
4	718	1046	789	741	1661	828	566	2405	587
5	574	905	690	1037	2474	1401	1404	6844	1201
6	454	877	471	979	2148	1343	1570	3678	1283
7	479	758	636	830	2403	1268	951	3468	1224
8	561	854	597	1167	2951	1332	1365	4129	1300
9	963	1275	1034	1136	2412	1545	1222	3038	1511
10	565	1135	753	1133	2327	1398	1181	2975	1318
11	650	1080	817	977	1753	1202	950	1848	1067
12	1044	1272	1099	1097	1585	1013	1013	1621	751
Keski-arvo	726	1120	829	989	2116	1210	1025	2964	1045

Bentseenin vuosiraja-arvo on 5 µg/m³ = 5000 ng/m³.

Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot, ng/m³

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Kallio	0,3	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
Unioninkatu	0,3					
Itä-Hakkila		1,1				
Vartiokylä			0,5	0,5	0,7	0,5
Töölöntulli				0,3		
Päiväkumpu					1,2	
Kattilalaakso						0,6

Tavoitearvo on 1 ng/m³.

Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot, ng/m³

Kk	Kallio	Vartiokylä	Kattilalaakso
1	0,6	0,9	1,5
2	0,5	0,7	1,0
3	0,3	0,4	0,4
4	0,2	0,5	0,4
5	0,1	0,2	0,5
6	0,1	0,2	0,3
7	0,1	0,2	0,2
8	0,1	0,6	0,3
9	0,1	0,4	0,3
10	0,2	0,8	0,7
11	0,2	0,3	0,3
12	0,6	1,5	1,8
Keskiarvo	0,3	0,5	0,6

Vuositasoitearvo on 1 ng/m³.

Raskasmetallit

Raskasmetallipitoisuuksien vuosikeskiarvot, ng/m³

Kallio								
vuosi	As	Ni	Cd	Pb	Co	Cu	Mn	V
2009	0,4	2,6	0,1	4				
2010	0,4	2,2	0,1	4				
2011	0,3	1,8	0,1	4	0,2	8	5	2
2012	0,9	2,9	0,2	6	0,2	12	7	3

As = arseeni, vuositavoitearvo on 6 ng/m³.

Ni = nikkeli, vuositavoitearvo on 20 ng/m³.

Cd =kadmium, vuositavoitearvo on 5 ng/m³.

Pb = lyijy, vuosiraja-arvo on 0,5 µg/m³ = 500 ng/m³.

Raskasmetallipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, ng/m³

Kallio								
Kk	As	Ni	Cd	Pb	Co	Cu	Mn	V
1	1,4	2,7	0,2	15	0,2	10	6	3
2	1,6	3,8	0,3	13	0,2	11	5	6
3	0,4	2,6	<0.01	4	0,3	11	7	3
4	0,6	3,1	0,1	5	0,4	15	11	4
5	0,6	4,3	0,2	4	0,3	12	10	3
6	0,8	3,1	0,1	3	0,2	11	6	3
7	0,7	3,7	0,1	3	0,2	10	6	4
8	0,7	2,6	0,1	3	0,2	13	6	2
9	0,5	2,3	0,1	3	0,2	11	6	2
10	0,7	1,5	0,3	3	0,2	12	4	1
11	0,8	2,6	0,2	6	0,3	13	6	2
12	1,8	2,8	0,3	12	0,2	10	5	4
Ka	0,9	2,9	0,2	6	0,2	12	7	3

Musta hiili BC

Mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Kallio vuosi 2012	Kehä I vuosi 2012
1	1,0	1,6
2	1,3	2,1
3	0,7	1,4
4	0,5	1,1
5	0,5	1,2
6	0,5	1,6
7	0,5	1,8
8	0,6	1,7
9	0,5	1,9
10	0,7	2,0
11	0,6	1,2
12	1,0	1,3

Mustan hiilen mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Kallio vuosi 2012	Kehä I vuosi 2012
1	87	100
2	100	85
3	99	100
4	100	100
5	93	100
6	100	100
7	85	100
8	100	100
9	100	100
10	100	96
11	85	100
12	85	87

Mustan hiilen pitoisuuksien suurimmat
vuorokausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Kallio vuosi 2012	Kehä I vuosi 2012
1	3	4
2	4	6
3	2	6
4	1	3
5	1	3
6	1	3
7	1	3
8	1	3
9	1	4
10	1	4
11	1	3
12	2	3

Mustan hiilen pitoisuuksien suurimmat tuntikeskiarvot,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Kallio vuosi 2012	Kehä I vuosi 2012
1	5	10
2	10	13
3	8	10
4	5	10
5	3	6
6	2	5
7	2	6
8	4	6
9	2	11
10	3	11
11	3	9
12	4	5

Yhteenveto mustan hiilen mittauksista, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	Vartiokylä vuosi 2009	Töölöntulli vuosi 2010	Mannerheimintie vuosi 2011	Kallio vuosi 2012	Kehä I vuosi 2012
Vuosikeskiarvo	0,8*	2,6	1,3	0,7	1,6
Suurin tuntiarvo	13,1*	14	17	10	13
Suurin vuorokausiarvo	7,3*	6,9	4,4	4,2	6,4

*Jaksolla 16.2.-25.6.2009 pitoisuudet mitattiin $\text{PM}_{2,5}$ -kokoluokasta ja sen jälkeen PM_{10} -kokoluokasta.

* Tuloksia alle 90 %

Lukumääräpitoisuudet

Hiukkasten lukumäärän kuukausi- ja vuosikeskiarvot, kpl/cm³

kk	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Manner- heimintie 2011	Kumpula 2011	Kehä I 2012	Kumpula 2012
1	*	8 700	36 000	12 700	9 900	7 500	20 100	9 000
2	*	10 400	32 000	13 500	15 200	12 100	*	12 100
3	*	9 300	26 500	9 400	8 100	7 800	*	7 700
4	*	8 600	18 600	8 500	15 400	9 200	22 900	6 500
5	*	8 000	19 000	7 900	12 100	8 900	19 900	7 200
6	4 800	7 300	*	8 400	*	7 300	*	5 900
7	5 100	6 200	*	6 900	*	6 900	22 200	5 400
8	5 500	7 300	*	7 700	*	6 100	27 300	6 300
9	6 000	7 200	*	6 600	*	6 300	32 200	5 500
10	5 200	9 000	*	6 700	7 700	6 200	32 100	6 400
11	3 700	7 100	*	7 700	8 700	6 000	30 000	4 700
12	5 800	11 400	*	10 400	*	4 400	28 600	8 500
Vuosi- keskiarvo	5 200	8 400	25 100	8 800	10 700	7 400	25 000	7 100

* kuukausikeskiarvoa ei ole laskettu, koska mittauksen ajallinen kattavuus on alle 50 %.

Hiukkasten lukumäärämittausten ajallinen edustavuus, %

kk	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Manner- heimintie 2011	Kumpula 2011	Kehä I 2012	Kumpula 2012
1	0	99	54	99	88	100	74	94
2	0	97	100	89	88	95	19	100
3	0	100	97	97	97	98	48	100
4	0	100	99	100	65	99	89	100
5	10	100	97	93	74	100	84	92
6	94	100	27	94	31	69	35	100
7	100	99	0	100	0	98	88	100
8	97	97	0	97	0	100	60	100
9	100	100	0	100	25	100	97	100
10	100	100	0	100	88	100	87	100
11	100	100	0	98	96	99	73	100
12	100	100	0	100	0	66	58	100

Hiukkasten lukumäärän suurimmat tunti- ja vuorokausikeskiarvot, kpl/cm³

	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Manner- heimintie 2011	Kumpula 2011	Kehä I 2012	Kumpula 2012
suurin tuntikeskiarvo	49 900	117 600	142 700	163 800	130 900	128 800	177 016	82 724
suurin vuorokausi- keskiarvo	20 000	42 900	72 500	34 300	29 500	21 400	78 523	17 500

Pitoisuudet keräinmenetelmällä

Passiivikeräinpisteiden typpidioksidin kuukausi- ja vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

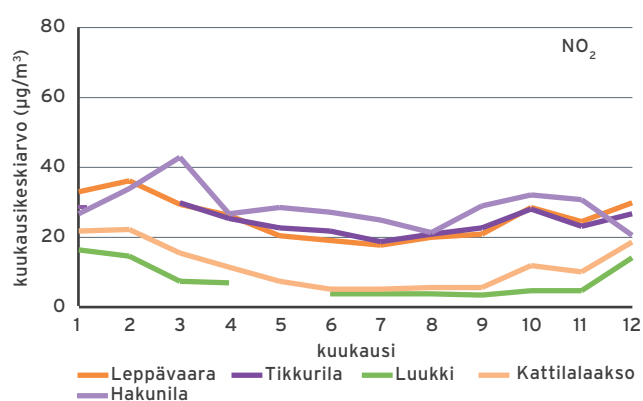
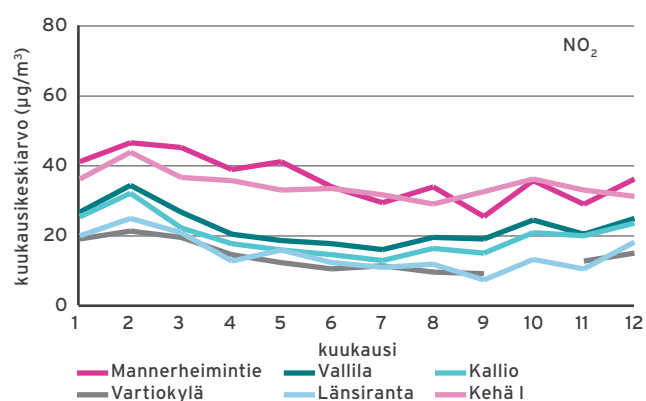
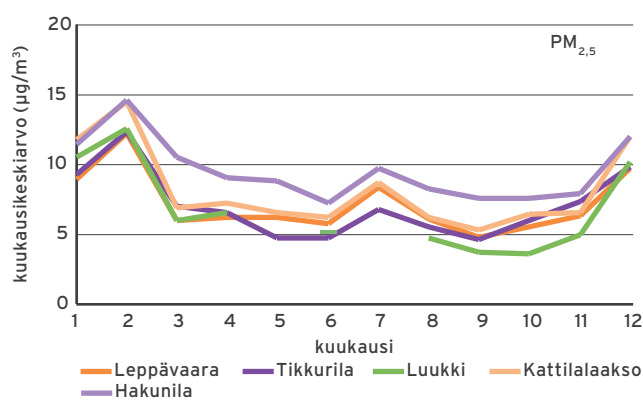
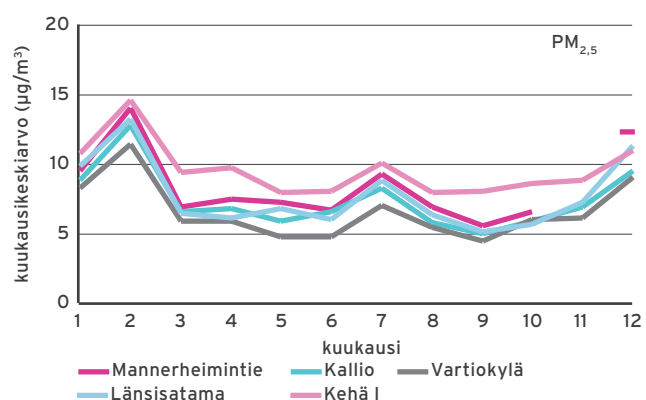
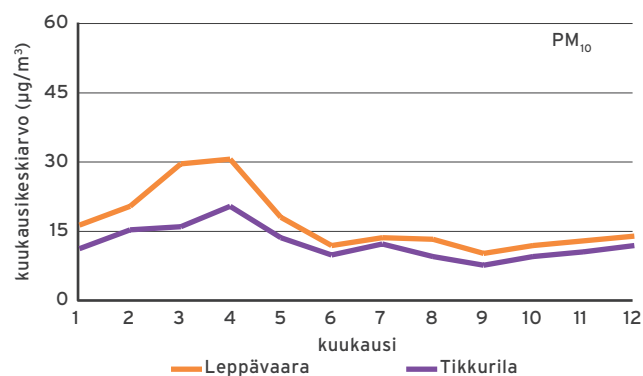
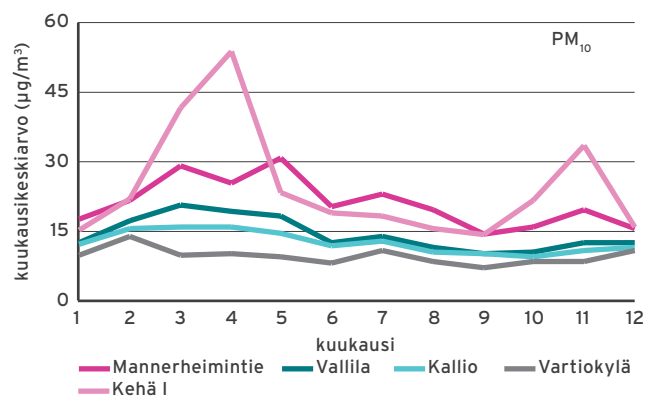
nro	Paikka	Kuukausi												vuosi ka
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Raja-arvon seuranta-alueet														
1	Hämeentie 7B	44	52	45	42	46	47	46	43	42	43	37	38	44
2	Runeberginkatu 49B	44	48	41		35	28	23	37	26	40	31	40	36
3	Nordenskiöldin aukio	36	38		25	28	25	21	28	23	33	26	26	28
4	Töölöntulli	61	62	59	42	48	43	34	52	39	55	44	51	49
5	Mäkelänkatu 50A	51	53	53	38	43	45	39	43	44	49	46	40	45
Helsinki, erityiskohde														
16	Koskelantie 72 itä	36	44	39	26	27	25	23	32	29	37	28	32	31
17	Koskelantie 72 etelä	30	35	33	22	21	18	17	23	22	30	27	27	25
18	Koskelantie 72 pohjoinen	28	32	27	20	19	18	16	20	21	29	26	26	23
19	Koskelantie 72 länsi	36	38	33	23	26	23	20	26	25	32	29	28	28
Helsinki, loittonevat sarjat, Kehä I														
6	Malmi mittausasema 5 m	37	40	37	29	30	29	27	27	33	38	34	32	33
7	Malmi pohjoinen 25 m	34	34	31	23	23	22	20	22	23		26	28	26
8	Malmi pohjoinen 50 m		33	21	20	21	19	18	19	20		24	26	22
9	Malmi pohjoinen 80 m	33	33		20	21	20	18	19	21	28	25	27	24
10	Malmi etelä lähin 8 m	37	37	40	24	24	22	18	23	19	35	27	29	28
11	Malmi etelä 20 m	34	37	36	23	21	20	17	22	18	30	25	26	26
12	Malmi etelä 35 m	33	33	33	21	20	19	14	20	15	28	23	26	24
13	Malmi etelä 70 m	29	33	34	20	19	16	14	18	14	26	22	23	22
14	Malmi etelä 100 m	29	31	34	17	18	15	13	16	13	26	24	24	22
15	Malmi etelä 200 m	26	26	25	15	17	12	12	15	12	23	19	21	19
Helsinki, Tunnelit														
50	Eliel Saarisen tien tunneli		56	63	43	49	48	45	47		50	43	39	48
20	Vuosaari pohjoinen	26	29		18	22	18	18	17	15	24	18	25	21
21	Vuosaari etelä	23	22		16		18	21	16	18	19	17	22	19
Kauniainen														
22	Kauniainen, keskusta	33	30	25	17	16	12	11	14	15	23	20	27	20
23	Kauniainen Ersintie	22	20	15	12	16	7	6	8		13	12	20	14
Espoo, Mestarintunnelin lähialue (Kehä I)														
24	Leppävaara, Harakantie 20	36	36	26	25	25	23	21	26	23	26	23	33	27
25	Leppävaara, tunnelin suu	29	29	22	19	20	16	19	19	22	26	25	26	23
26	Leppävaara, Laturinkuja	26	24	17	12	12	9	10	12	13	17	16	18	16
27	Leppävaara, Ruutikatu 9	29	29	21	17	17	11	11	16	13	21	19	26	19
28	Leppävaara, Ruutikatu 7	34	36	31	19	19	13	12	20	16	29	23	31	24
29	Leppävaara, Ruutikatu 5	36	34	35	20	20	16	13	21	17	30	23	30	25
30	Leppävaara, Vallikallionkatu	33	32	23	19	20	16	16	17	17	23	21	30	22
Vantaa, Loittonevat sarjat Lahdenväylä														
31	Hakunila, länsi 7 m	39	40	34	25	30	21	20	24	22	32	26	34	29
32	Hakunila, länsi 50 m	30	31	24	21	20	16	16	19	18	25	22	27	22
33	Hakunila, länsi 100 m	27	28	23	18	17	14	14	15	15	21	19	23	20
34	Hakunila, länsi 150 m	24	27	21	17	16	14	14	14	15	20	18	22	18
35	Hakunila, länsi 210 m	23	26	21	16	16	13	13	13	14	20	18	21	18
36	Hakunila, itä 20 m	27	33	43	24	28	26	24	21	30	31	30	21	28
37	Hakunila, itä 45 m	23	27	35	20	21	20	18	16	20	26	24	20	23
38	Hakunila, itä 110 m	22	25	29	17	16	16	15	13	15	23	22	19	19
39	Hakunila, itä 210 m	21	25	24	16	14	14	12	12	14	19	19	17	17
40	Hakunila, itä 240 m	20	23	25	15	14	13	12	11	14	20	19	18	17
Lentoasema														
41	Lentoasema, terminaali 2	60	60	57	44	42	44	37	41	41	49	41	51	47
42	Lentoasema, terminaali 1	55	59	53	38	39	32	31	38	35	44	38	47	42
43	Lentoasema, Lentäjätie 3	34	35	30	22	18	16		18	17	24	23	28	24
Satama														
44	Länsisatama	24	31	26	19	19	18	17	21	15	23	23	24	22
45	Eteläranta	25	29	27	21	23	22	24	22	18	22	22	23	23
46	Katajanokka	21	23	23	14	21	18	20	19	15	19	18	17	19

Pitoisuudet keräinmenetelmällä

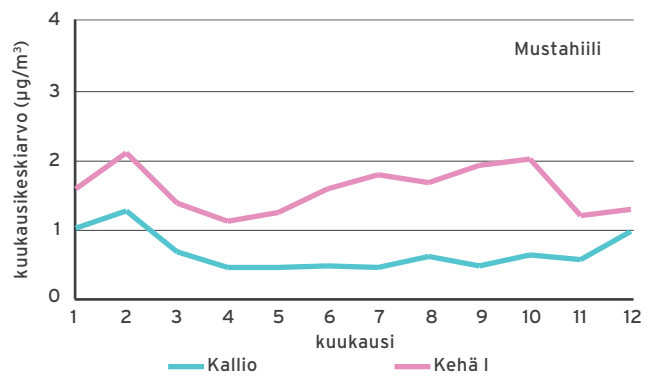
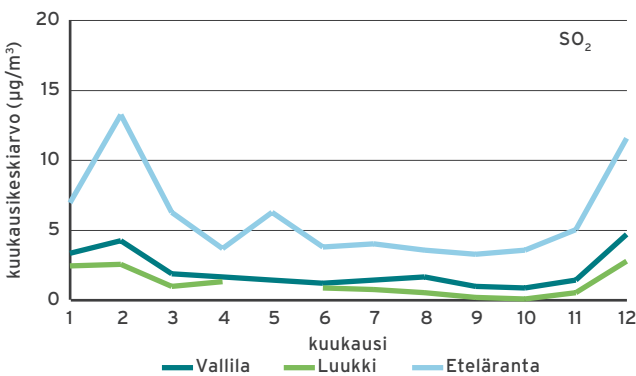
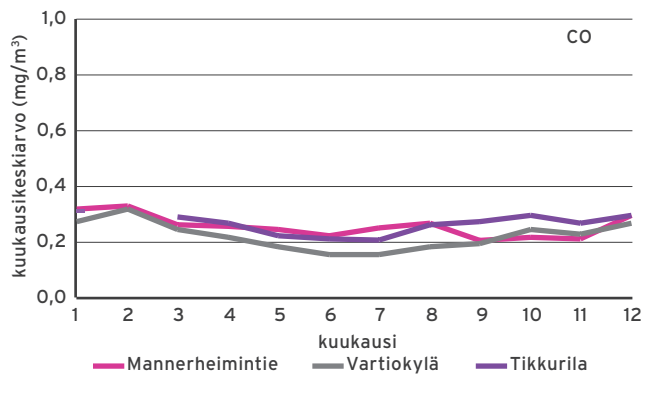
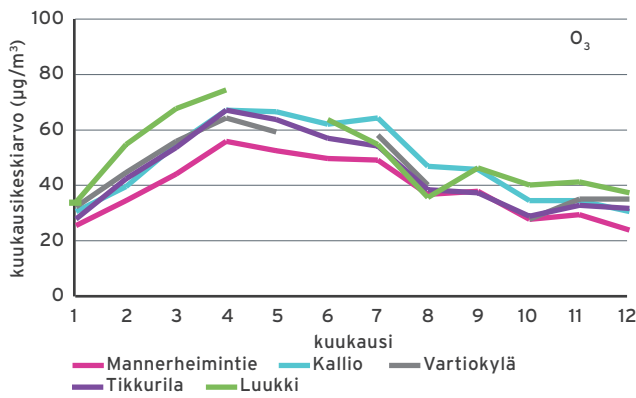
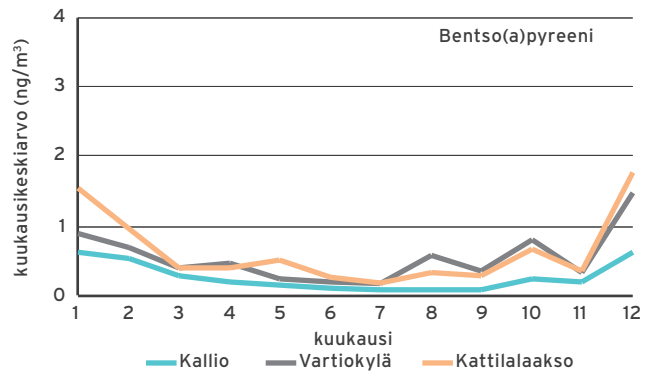
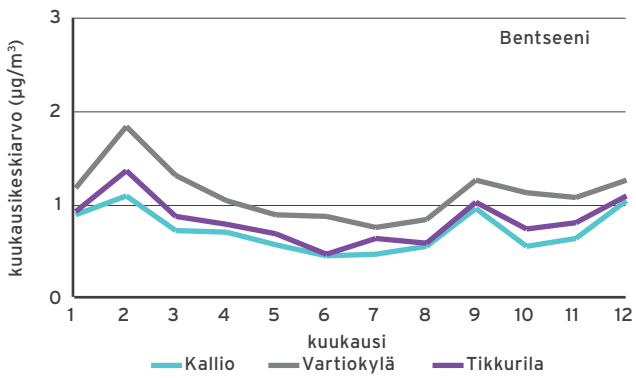
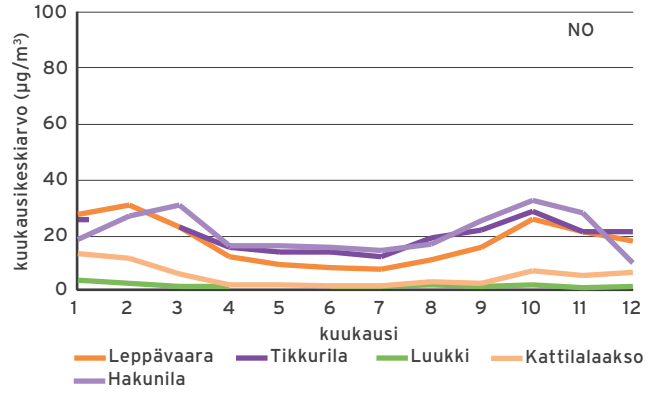
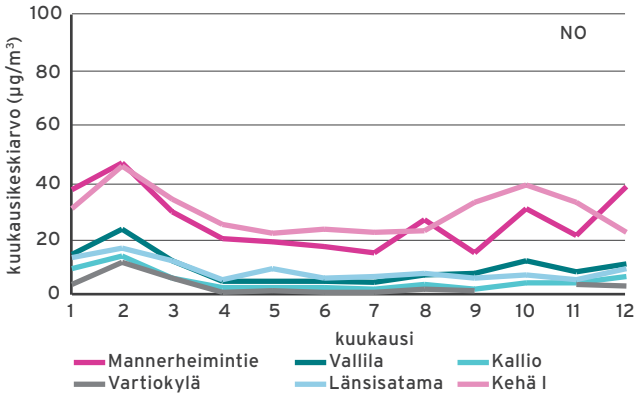
Rikkidioksidipitoisuuksien kuukausi- ja vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

SO ₂				
Paikkanro	44	45	46	47
Kk	Länsi-satama	Etelä-ranta	Kataja-nokka	Herne-saari
1	5	5	4	6
2	8	5	6	13
3	3	3	5	
4	2	2	2	4
5	3	2	3	4
6	2	2	3	4
7	6	4	4	4
8	3	2	2	3
9	2	1	4	10
10	2	2	2	3
11	5	2	3	8
12	10	5	14	15
Keskiarvo	4	3	4	7

Liite 2. Kuukausikeskiarvot

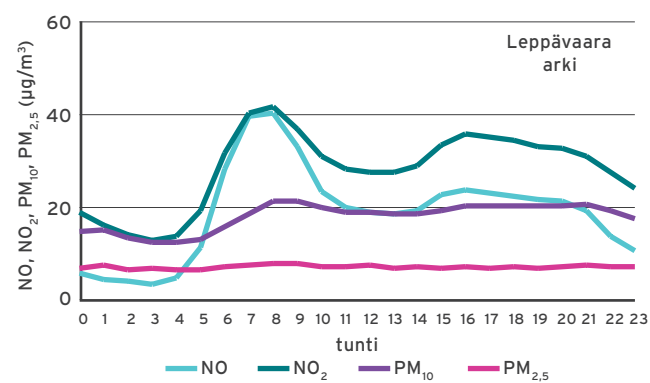
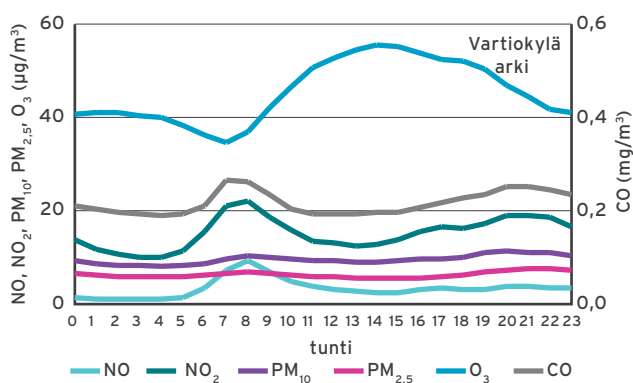
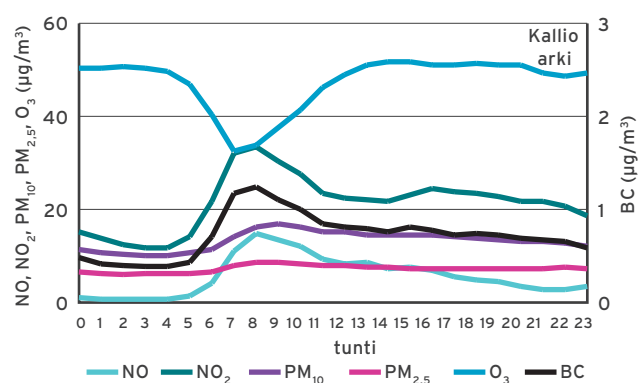
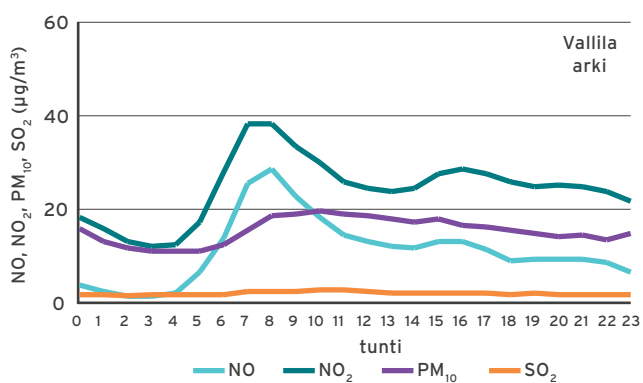
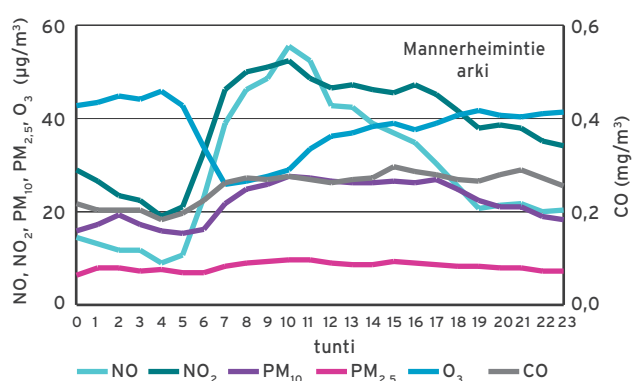


LIITE 2

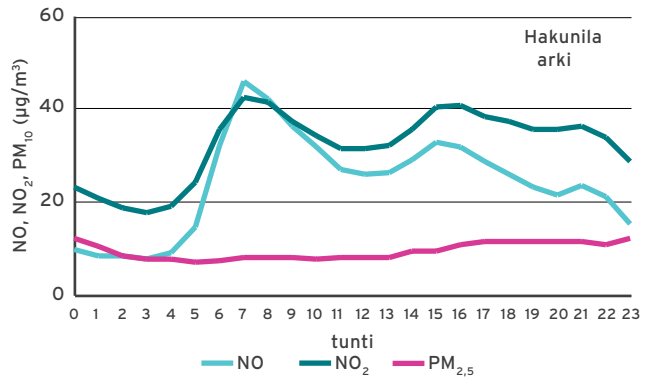
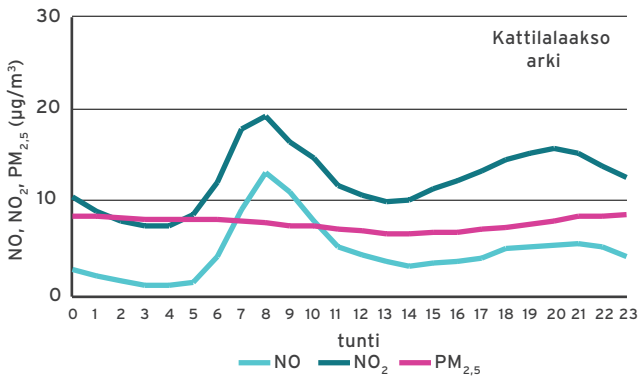
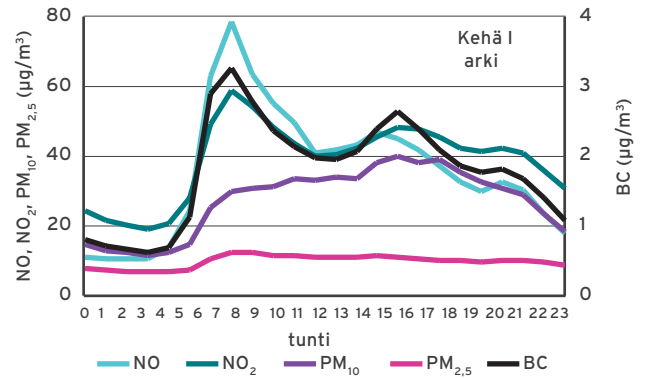
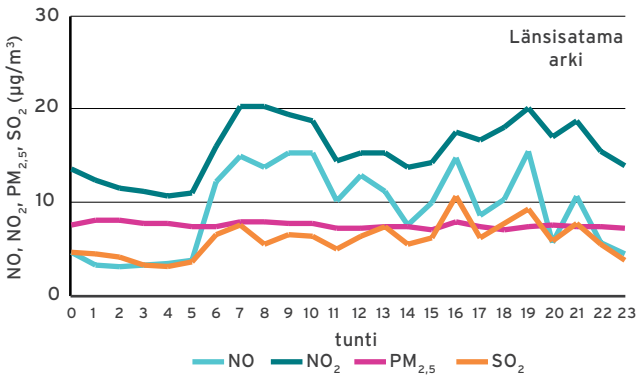
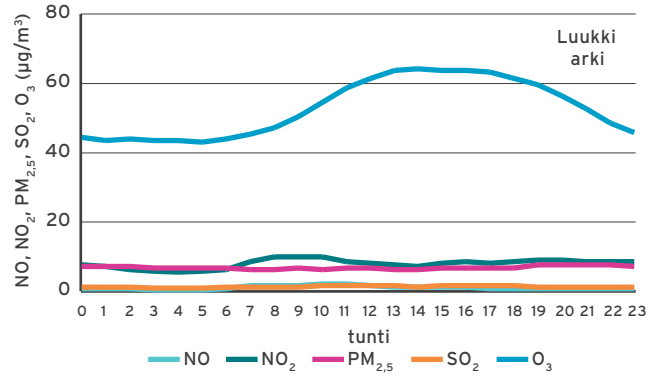
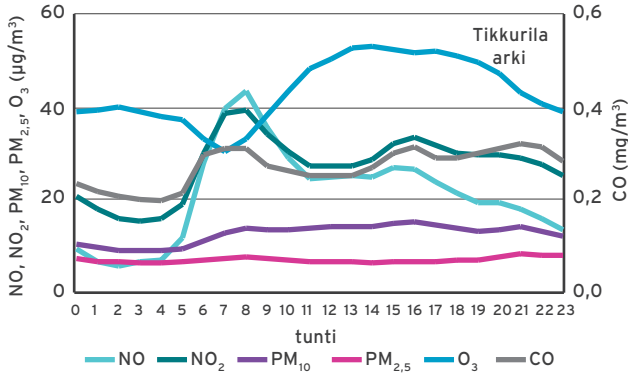


Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut

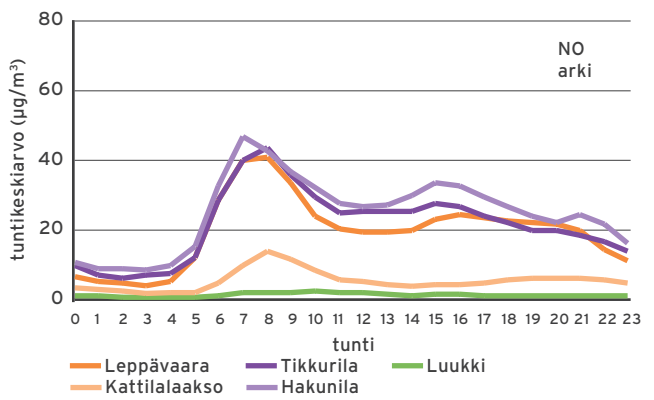
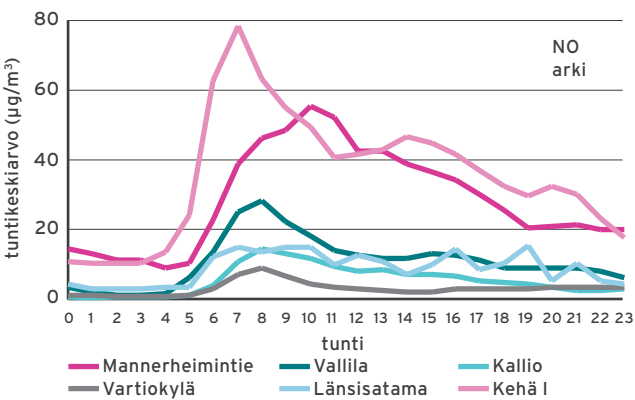
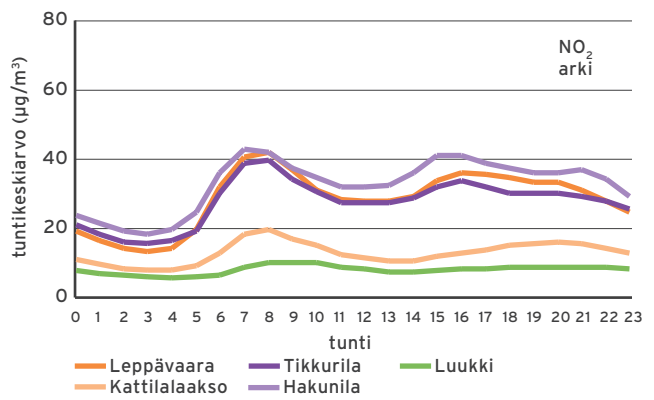
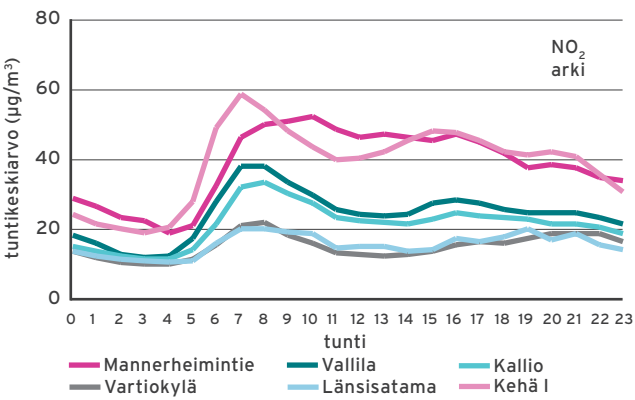
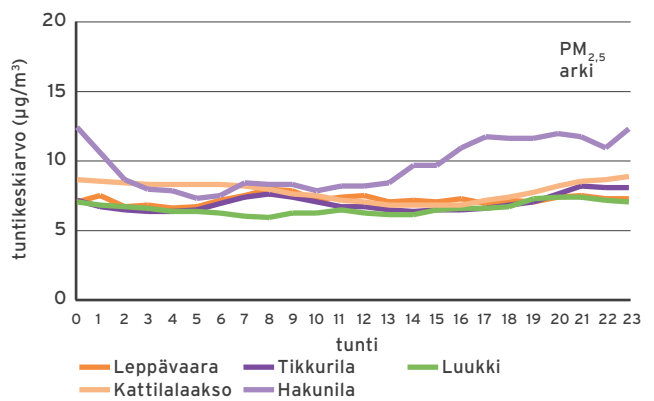
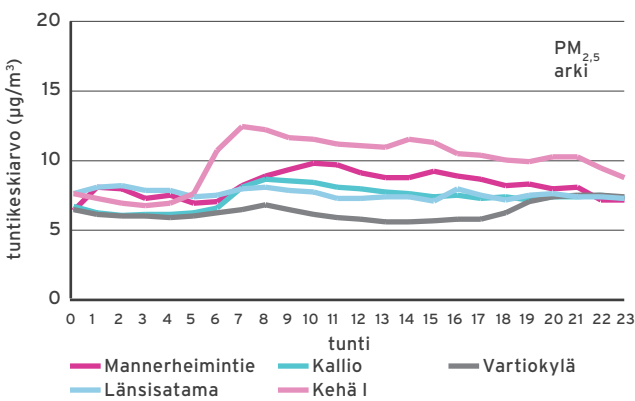
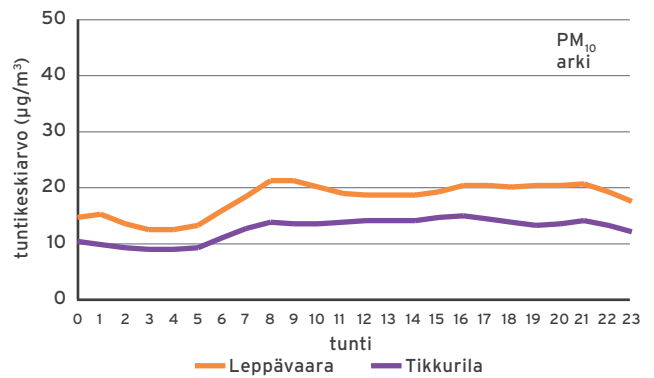
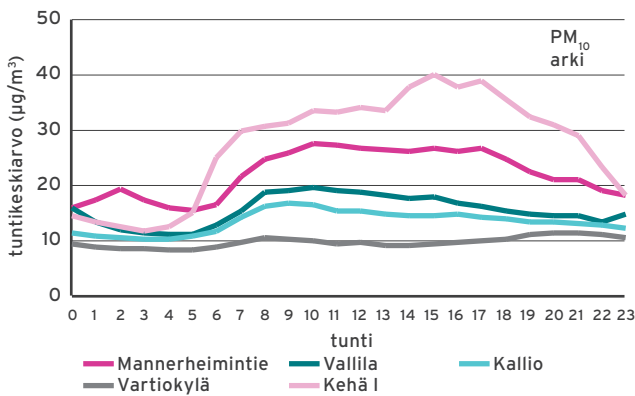
Asemittain



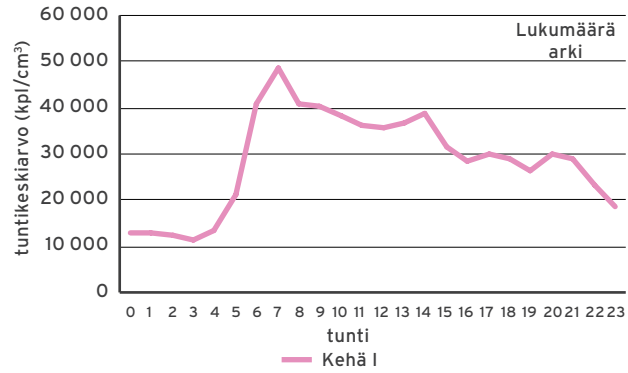
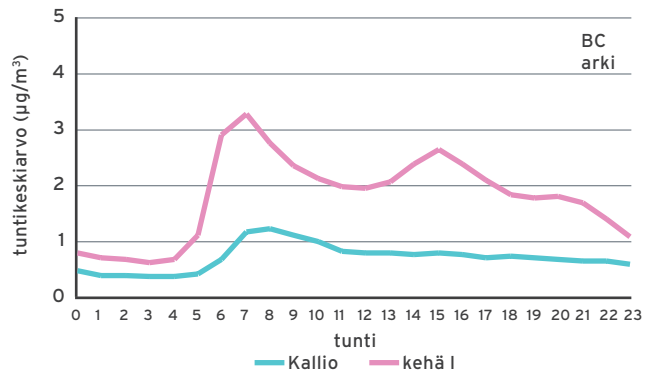
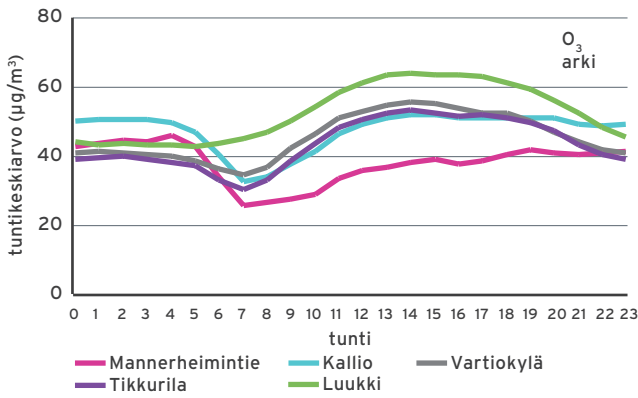
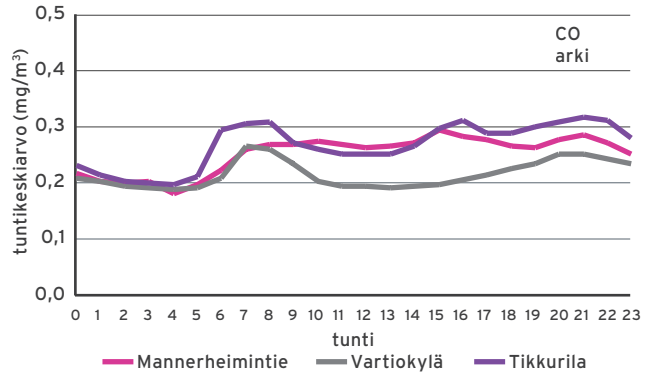
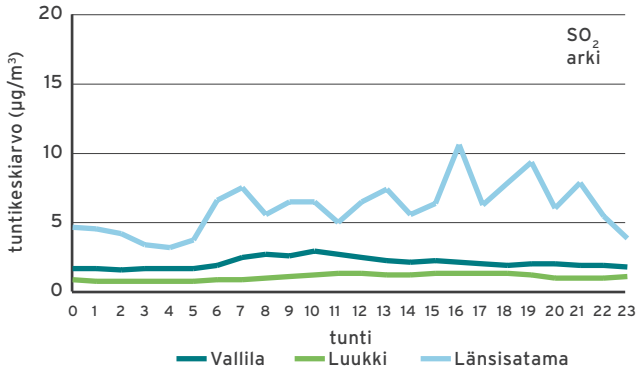
LIITE 3



Epäpuhtauksittain



LIITE 3



Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat

Mittausverkon toiminta vuonna 2012

Mittausasemat

Vuonna 2012 pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausverkkoon kuului yksitoista nk. monikomponenttiasemaa. Asemista seitsemän on pysyvää mittausasemaa (Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara, Luukki ja Tikkurila (Heureka ja Neilikkatie)) ja neljä siirrettävää mittausasemaa. Vuonna 2012 siirrettävät mittausasemat sijaitsivat Länsisatamassa, Kehä I:llä, Kattilalaaksossa ja Hakunilassa. Ilmanlaatu mittavien asemien lisäksi mittausverkkoon kuuluu meteorologinen asema, joka sijaitsee Itä-Pasilassa. Mittausasemien sijainti, niiden ympäristö ja pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät sekä mitattavat parametrit, näytteenottokorkeudet, laitteet ja menetelmät on kuvattu tässä liitteessä.

Mittausasemien toiminta

Kaikilta pysyvillä mittausasemilla saatiin kaikista mitattavista komponenteista riittävästi tuloksia raja-arvoihin vertaamiseksi. Mittaustuloksia kuitenkin menetettiin, eikä kaikkia tuloksia voida verrata ohjearvoihin. Luukissa kaikkien mittausten tuloksia menetettiin toukokuussa mittausta paikan siirron takia. Teknisten ongelmien vuoksi menetettiin PM_{2,5}-tuloksia Mannerheimintielle marraskuussa ja Luukissa heinäkuussa, NO_x-tuloksia Vartiokylässä lokakuussa ja Tikkurilassa helmikuussa, O₃-tuloksia Vartiokylässä kesä- ja syyskuussa sekä CO-tuloksia Tikkurilassa helmikuussa.

Siirrettävien asemien mittaukset saatiin käynnistettyä heti tammikuun alusta. Kaikilta siirrettäviltä mittausasemilla saatiin kaikista mitattavista komponenteista riittävästi tuloksia raja-arvoihin ja ohjearvoihin vertaamiseksi.

Reaaliaikainen raportointi

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu tiedot samoin kuin ilmanlaatuindeksin arvot ovat nähtävissä reaaliaikaisesti HSY:n verkkosivuilla www.hsy.fi ja Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä Ilmanlaatuportaalissa www.ilmanlaatu.fi. Mittaustulokset ovat seurattavissa ajantasaisesti myös näyttöiltä, joita on Helsingissä raitiovaunuissa, metroissa ja Mannerheimintien mittausaseman vieressä, sekä useilta HSL:n aikataulunäyttöiltä Espoossa ja Vantaalla (luku 8).

Mittausmenetelmät ja mittalaitteet

EU-direktiivit edellyttävät, että ilmansaasteiden mittauksessa käytetään referenssimenetelmää tai muuta sellaista menetelmää, joka antaa referenssimenetelmän kanssa yhdenmukaisia tuloksia. HSY käyttää typenoksidien, rikki-dioksidin, hiilimonoksidin ja otsonin pitoisuusmittauksiin referenssimenetelmiä.

Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten referenssimenetelmiksi on määritelty keräinmenetelmät, mutta HSY käyttää pitoisuuksien mittaamiseen jatkuvatoimisia menetelmiä. Vuonna 2012 hiukkaspitoisuuksien mittaamiseen käytetyt laitteet olivat TEOM 1400ab, FH 62-IR, Grimm 180 ja SHARP analysointilaitteita.

Tulosten yhteneväisyyden osoittamiseksi Ilmatieteen laitos ja YTV (nykyinen HSY) vertasivat Vallilassa syksystä 2000 kesään 2001 jatkuvatoimisia laitteita (TEOM ja FH 62-IR) ja KleinfILTERgerätiä, joka on yksi referenssikeraimista. Vertailun mukaan jatkuvatoimiset laitteet antoivat referenssimenetelmän kanssa riittävän yhdenmukaisia tuloksia eikä korjauskerrointa tarvita. Vuoden 2008 alussa käyttöön otetun Grimmin PM₁₀ tulokset on korjattu kertoimella 0,82.

Ilmatieteen laitos teki vuosina 2007–2008 uuden laitevertailun eri hiukkaslaitteiden ekvivalenttisuuden osoittamiseksi (Waldén ym. 2010). Hengitettävien hiukkasten osalta uusia korjauskertoimia ei huomioida tulosten laskennassa. Pienhiukkasten osalta HSY käyttää pienhiukkastulosten laskennassa laitevertailussa saatuja korjausyhtälöitä: (FH62-IR x 1,35 - 0,73), (Teom x 1,25 + 1,56), (Grimm x 0,75 - 0,31) ja (SHARP x 1,09). Laitteen omat sisäiset korjauskertoimet on poistettu ennen tulosten korjausta Ilmatieteen laitoksen korjausyhtälöillä. HSY on myös korjannut takautuvasti kaikki tässä raportissa esitetyt aikaisempien vuosien pienhiukkastulokset käyttäen laitevertailun korjausyhtälöitä.

Vuoden 2009 alussa otettiin käyttöön mustahiilen mittaamiseksi jatkuvatoiminen mittalaitte (MAAP 5012). Hiukkasten lukumäärän mittaamiseen otettiin vuonna 2009 DMPS-laitteisto.

Raskasmetalli- ja PAH-pitoisuudet määritettiin hengitettävien hiukkasten näytteistä, jotka kerättiin Micro PNS referenssikeraimilla. Keräysalustana käytettiin teflonsuodattimia ja keräimen virtaus oli 2,3 m³ tunnissa. Metallit ja PAH-yhdisteet määritettiin kuukauden kokoomänäytteistä. PAH-yhdisteiden ja metallien analysoinnista vastasi Metropolilab Oy.

Bentseenin ja muiden aromaattisten hiilivetyjen pitoisuudet määritettiin passiivikeräinmenetelmällä. Näytteiden keräysaika oli kaksi viikkoa ja keräysalustana oli Carbo-graph 1 TD -adsorbentti. Keräinten valmistamisesta ja hiilivetyjen analysoinnista vastasi Metropolilab Oy.

Typidioksidi- ja rikkidioksidipitoisuuksien passiivikeräinmäärityksissä käytettiin IVL -tyyppisiä keräimiä. Näytteiden keräysaika oli kuukausi ja keräysalustana oli NaOH:a ja NaI:a sisältävä metanoliliuos (SO₂-keräimet ilman NaI lisäystä). Keräinten valmistamisesta ja näytteiden analysoinnista vastasi Metropolilab Oy.

Mittalaitteiden kalibrointi ja huolto

Mittalaitteet kalibroidaan mittaussuunnitelmassa määritellyin väliajoin ja huolletaan säännöllisesti työohjeiden mukaisesti. Huollon yhteydessä määritetään laitteiden toistuvuus ja tehdään monipistekalibrointi laitteiden lineaarisuuden selvittämiseksi sekä määritetään typenoksidianalysointilaitteiden NO₂-konvertterin hyötysuhde, jota käytetään hyväksi tulosten laskennassa. Typenoksididi-, rikkidioksidi ja häikäanalysointilaitteet kalibroidaan käyttämällä kaasupulloja ja -laimenninta (Horiba APMC-360). Kaasupullojen pitoisuudet sekä laimentimesta syötettyjen kalibrointikaasujen pitoisuudet määritettiin kansallisessa referenssilaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella.

Typenoksidianalysointilaitteiden NO- ja NO_x-kanavat kalibroidiin kerran kuussa nollakaasulla ja kalibrointikaasulla. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 200, 400, 600 ja 800 ppb. Kalibrointikaasut tuotettiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 10 ppm. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysointilaitteen NO₂-konvertterin hyötysuhde. Ennen kalibrointikierron kerran kenttäkalibroinnissa käytettävän kaasun pitoisuutta verrattiin toisella laimentimella (APMC-370) ja NO-pullolla (pitoisuus 10 ppm, tarkkuus 2 %) tuotettuun kaasuun.

Typenoksidianalysointilaitteille on tehty osalla pysyvistä mittausasemista automaattinen nolla- ja aluetason tarkistus laimealla NO-kaasulla (noin 800 ppb) kerran viikossa. Näiden tarkistusten avulla on seurattu laitteiden stabiiliutta ja toimintaa. Tuloksia ei niiden perusteella ole kuitenkaan korjattu.

Rikkidioksidianalysointilaitteet kalibroidiin kerran kuussa nollakaasulla ja kalibrointikaasulla, 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 kalibrointikierron väkevämmästä SO₂-pullosta (pitoisuus 4 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Hiilimonoksidianalysointilaitteet kalibroidiin joka kolmas kuukausi nollakaasulla ja kalibrointikaasulla, 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 kalibrointikierron toisesta CO-pullosta (pitoisuus 150 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Otsonianalysointilaitteet kalibroidiin kerran kuussa nollakaasulla ja kalibrointikaasulla, jonka pitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 60, 80, 160 ppb. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysointilaitteen O₃-skrubberin hyötysuhde. O₃-laitteiden kalibroinnissa käytetään O₃:a tuottavaa UV-fotometriä (API 703E). Tämä laite puolestaan kalibroidiin vertaamalla sitä vuosittain Ilmatieteen laitoksen NIST referenssifotometriin (SPR#37).

Jatkuvatoimisten hiukkasanalysointilaitteiden, PM₁₀ referenssikeräinten (MicroPNS) ja mustahiilianalysointilaitteiden virtaukset on kalibroitu puolen vuoden välein Bronchorst massavirtamittarien avulla. DMPS:n virtaukset kalibroidaan kerran kuussa kuplavirtausmittarilla.

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

Typenoksididi-, hiilimonoksididi-, rikkidioksididi- ja otsonimittausten laadun varmistamiseksi pääkaupunkiseudun mittausverkko osallistui syksyllä 2011 Ilmatieteen laitoksen kansallisen ilmanlaadun vertailulaboratorion järjestämiin vertailumittauskierroksiin. Osana vertailumittauksia oli mittausaseman ja mittausverkon toiminnan auditointi. Vertailuja on suoritettu aiemmin joulukuussa 2003 ja kesäkuussa 2006.

Mittausasemat vuonna 2013

Vuonna 2013 pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausverkkoon kuuluu yksitoista nk. monikomponenttiasemaa. Asemista seitsemän on pysyviä (Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara, Luukki ja Tikkurila (Heureka ja Neilikkatie) ja neljä siirrettäviä mittausasemia. Vuonna 2013 siirrettävät mittausasemat sijaitsevat Kattajanokalla, Tapanilassa, Kauniaisissa ja Kehä III:n laidalla Varistossa. Ilmanlaatua mittaavien asemien lisäksi mittausverkkoon kuuluu meteorologinen asema, joka sijaitsee Itä-Pasilassa.

Mittausmenetelmät ja -laitteet vuosina 2012 ja 2013

Komponentti	Mittausmenetelmä	Laitetyyppi	Mittausasema 2012	Mittausasema 2013
Rikkidioksidi (SO ₂)	UV-fluorensssi	Thermo Electron Model 43 C	Vallila, Länsisatama2	Vallila
		Horiba APSA-370	Vallila, Luukki, Länsisatama2	Luukki, Katajanokka
Typen oksidit (NO ja NO _x)	kemiluminenssi	Horiba APNA 360/370	Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3, Luukki, Länsisatama2, Kehä I, Kattilalaakso, Hakunila	Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3, Luukki, Katajanokka, Tapanila, Kauniainen, Kehä III
Hiihimonoksidi (CO)	IR-absorptio	Horiba APMA 360	Mannerheimintie, Vartiokylä, Tikkurila3	Mannerheimintie, Vartiokylä, Tikkurila3
Otsoni (O ₃)	UV-absorptio	Thermo Electron Model 49C/49i	Luukki, Tikkurila2, Vartiokylä	Luukki, Tikkurila2, Vartiokylä
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara4	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara4
	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Kallio, Kehä I	Kallio, Kehä III
	optinen menetelmä	Grimm 180	Vartiokylä, Tikkurila3	Vartiokylä, Tikkurila3
	referenssi-keräin	MicroPNS-LVS	Kallio, Vartiokylä, Kattilalaakso	Kallio, Vartiokylä, Tapanila, Kauniainen
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Mannerheimintie, Leppävaara4, Luukki, Länsisatama2, Hakunila	Mannerheimintie, Leppävaara4, Luukki, Tapanila
	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Kallio, Kehä I	Kallio, Kehä III
	optinen menetelmä	Grimm 180	Vartiokylä, Tikkurila3	Vartiokylä, Tikkurila3
	β-säteilyn absorptio + valon sironta	SHARP 5030	Luukki, Länsisatama2, Kattilalaakso	Katajanokka, Kauniainen
Mustahiili (BC)	optinen menetelmä	MAAP 5012	Kallio, Kehä I	Mannerheimintie, Kallio
Hiukkaslukumäärä +kokojakauma	sähköinen liikkuvuus-spektrometri	DMPS	Kehä I	Mannerheimintie
Tuulen nopeus	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Tuulen suunta	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Lämpötila	Pt-100-anturi	Vaisala DTS 12, HMP 45D	Pasila, Luukki	Pasila, Luukki
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Suhteellinen kosteus		Vaisala HMP 30U/HMP 45D	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Sadeaika		Vaisala DPD 12A	Pasila	Pasila, Luukki
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Sademäärä		Vaisala RG 13H	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Sateen intensiteetti		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Ilmanpaine		Vaisala DPA 503	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Länsisatama, Tikkurila3	Katajanokka, Tikkurila3, Luukki
Kokonaissäteily		Vaisala CM 14	Pasila	Pasila
Nettosäteily		Vaisala CM 14	Pasila	Pasila

MANNERHEIMINTIE (Man)



© Kaupunkimittausosasto. Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Mannerheimintie Man
 Osoite: Mannerheimintie 5, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6672974.891;25496628.152
 Koordinaatit (KKJ): 6676484;2552319
 Mittausvuodet: 2005 →
 Mittausparametrit v. 2012: NO, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 6 m merenpinnasta (N 60)

Mannerheimintien mittausasemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin keskustassa vilkasliikenteisten katujen varsilla liikuttaessa. Mannerheimintien mittausasema aloitti toimintansa vuoden 2005 alussa. Helsingin keskustan ilmanlaatua mittaava asema siirtyi Mannerheimintielle Töölöstä, koska Töölön mittausasema sijaitti liian lähellä vilkasliikenteistä risteystä eikä siten täyttänyt ilmanlaatuasetuksen vaatimuksia.

Mannerheimintie on nupukivipäällysteinen ja nelikaistainen katu, jonka keskellä on kaksi raitiotiekaistaa. Kadun leveys on 47 m, katuja reunustaa kuusikerroksinen yhtenäinen rakennusseinämä. Mittausaseman etäisyys ajokaistan reunasta on 3 m. Mittausaseman ja ajokaistan välissä on vuonna 2011 rakennettu pyöräilykaista, joka on noin 1,5 m leveä. Mittausaseman etäisyys lähimmästä risteyksestä on 35 metriä.

Mannerheimintien arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2012 on 22 800 (raskas 5 %), Kaivokadun 22 900 (raskas 7 %) ja Simonkadun 14 100 (raskas 8 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2013b). 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, lähimmät voimalaitokset ovat 2 km etäisyydellä, Salmisaari lännessä ja Hanasaari koillisessa.

VALLILA (Val)



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Vallila Val
 Osoite: Hämeentie 84-90, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6675650.329;25497999.759
 Koordinaatit (KKJ): 6676180;2553650
 Mittausvuodet: 1987 →
 Mittausparametrit v. 2012: SO₂, NO, NO₂, PM₁₀
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 27 m merenpinnasta (N 60)

Vallilan mittausasema edustaa yleisiä olosuhteita kantakaupungin liikenneympäristössä. Vallilan mittausasema sijaitsee Hauhonpuistossa lähellä Hämeentien ja Hauhontien risteystä. Asema on noin 14 m etäisyydellä Hämeentiestä ja 40 m etäisyydellä Hauhontiestä. Matkaa Sturenkadulle on noin 300 m ja Mäkelänkadulle noin 200 m. Hämeentiellä on Hauhonpuiston kohdalla neljä auto ja kaksi raitiotiekaistaa. Vuonna 2012 keskimääräiset arkivuorokausiliikennemäärät olivat Hämeentiellä 14 200 (raskas 14 %), Sturenkadulla 18 600 (raskas 6 %) ja Mäkelänkadulla 21 800 (raskas 11 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2013b). Hanasaaren voimalaitos ja huippulämpökeskus sijaitsevat noin 1,5 km kaakkoon mittausasemasta.

KALLIO (Kal)



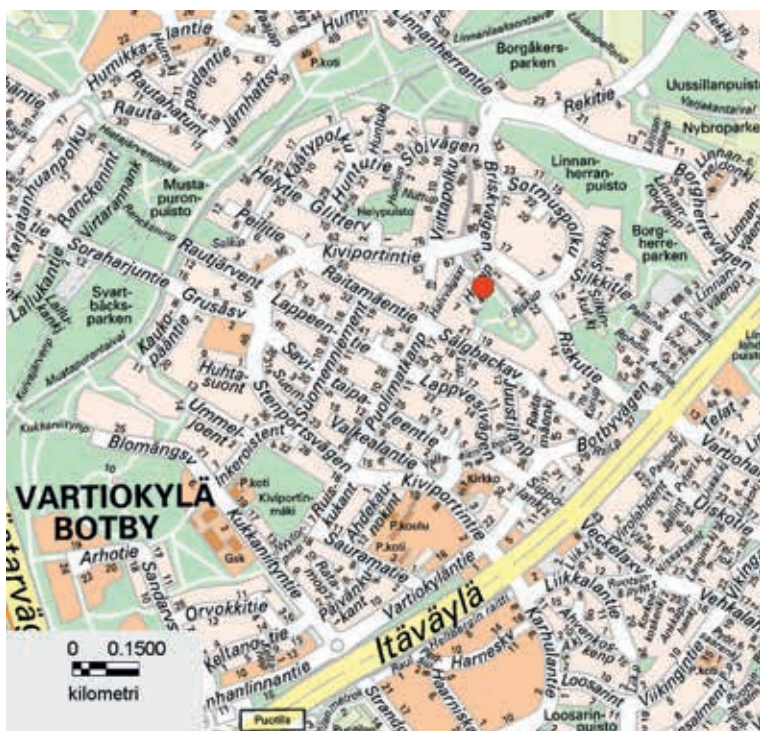
© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Kallio Kal
 Osoite: Kallion urheilukenttä, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6674951.489;25497259.121
 Koordinaatit (KKJ): 6675470;2552920
 Mittausvuodet: 1999 →
 Mittausparametrit v. 2012: NO, NO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, PAH, raskasmetallit, BC
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 21 m merenpinnasta (N 60)

Kallion mittausasema on kaupunkitausta-asema. Kallion mittausasemalla mitatut epäpuhtauksien pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat yleisesti Helsingin keskustan asuinalueilla. Vilkkaiden liikenneväylien lähellä pitoisuudet nousevat selvästi Kallion mittaus tuloksia korkeammiksi.

Kallion mittausasema sijaitsee kaupunkialueella, mutta etäällä vilkkaista teistä ja päästölähteistä. Vilkkaimmat lähikadut ovat Helsinginkatu 80 metrin ja Sturenkatu 300 metrin etäisyydellä asemasta. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2012 oli Helsinginkadulla 6 300 (raskas 4 %), Sturenkadulla 30 100 (raskas 7 %) ja Aleksis Kiven kadulla 12 000 (raskas 9 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2013b). Suurin lähialueen päästölähte on Hanasaaren voimalaitos, joka on 1 km:n etäisyydellä mittausasemasta kaakkoon.

VARTIOKYLÄ (Var)



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Vartiokylä Var
 Osoite: Huivipolku, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6679009.196:25505686.172
 Koordinaatit (KKJ): 6679655:2561285
 Mittausvuodet: 2009 →
 Mittausparametrit v. 2012: NO, NO₂, O₃, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, PAH
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 25 m merenpinnasta

Vartiokylän mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vähäliikenteisillä pientaloalueilla. Ilmanlaatuun alueella vaikuttavat pääasiassa pienpoltto, alueellinen päästöjen kulkeutuminen sekä lähiliikenteen päästöt. Mittauksilla selvitetään pientaloalueiden yleistä ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Mittauksilla arvioidaan tulosijojen käytön vaikutusta erityisesti pienhiukkasten ja polyaromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksiin sekä alueellista otsonin taustapitoisuutta.

Vartiokylän mittausasema sijaitsee puiston laidalla keskellä pientaloaluetta. Mittausasemaa lähin tie on Riskutie, joka kulkee 60 metrin etäisyydellä asemasta. Riskutien keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2012 oli 2 400 (raskas 9 %) ajoneuvoa. Muiden läheisten teiden keskimääräiset arkivuorokausiliikennemäärät olivat Kiviportintieellä 2 700 (raskas 18 %), Kehä I:llä 51 700 (raskas 5 %) ja Itäväylällä 17 500 (raskas 6 %) (Helsinki 2013b).

LEPPÄVAARA (Lep)



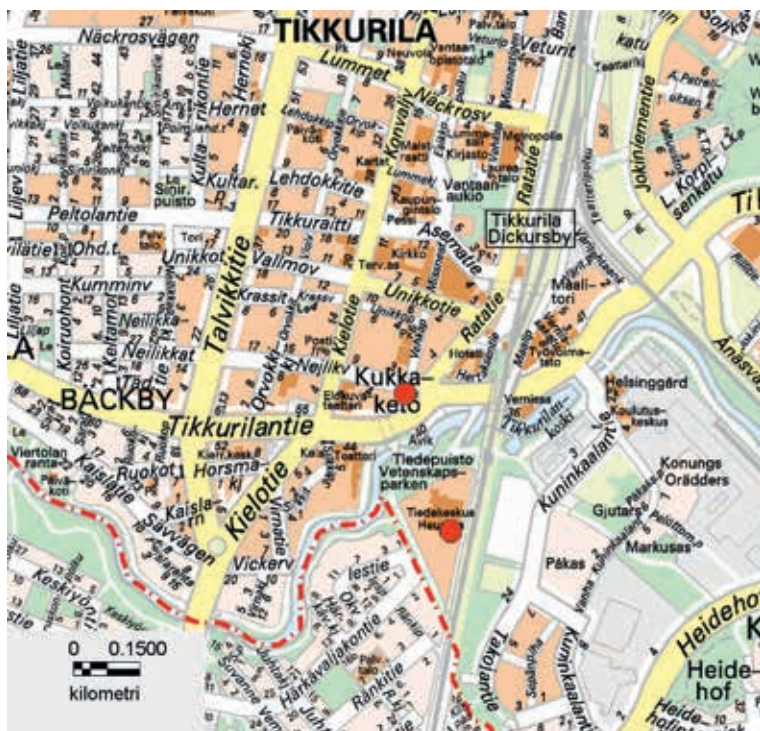
© Espoon kaupunki kaupunkimittausyksikkö

Aseman nimi ja lyhenne:	Leppävaara (Lep4)
Osoite:	Läkkisepänkuja 1, Espoo
Koordinaatit (ETRS-GK):	6678625.618;25489543.130
Koordinaatit (KKJ):	6679027;2545149
Mittausvuodet:	2010 →
Mittausparametrit v. 2012:	NO, NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5}
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta

Leppävaaran aseman mittaustulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa. Leppävaaran pysyvän mittausaseman sijainti muuttui vuoden 2010 alussa Upseerinkatu 3:sta Läkkisepänkujalle. Upseerikadulla Leppävaaran mittausasema (Lep3) sijaitti vuodet 2005-2009. Vuosina 1999-2004 Leppävaaran mittausasema (Lep2) sijaitti Valurinkujalla, lähellä mittausaseman nykyistä paikkaa.

Leppävaara 4 sijaitsee avoimella viheralueella Turuntien ja Lintuvaaran risteyksen tuntumassa. Etäisyys risteykseen on noin 30 metriä. Mittausaseman koillispuolella on liikekeskuksen pysäköintialue ja itäpuolella n. 250 m etäisyydellä Kehä I. Vuonna 2012 keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Kehä I:llä oli noin 82 000 (raskas 6 %) ja Turuntienellä (Lintuvaarantien länsipuolella) noin 24 000 (raskas % noin 5) ja Lintuvaarantiellä noin 11 000 ajoneuvoa (raskas 7 %) (Espoo 2013).

TIKKURILA (Tik 3 ja Tik 2)



© Vantaan kaupungin mittausosasto 2013

Aseman nimi ja lyhenne: Tikkurila 3 (Tik3)
 Osoite: Neilikkatie, Vantaa
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6686377.718:25502186.564
 Koordinaatit (KKJ): 6686970:2557674
 Mittausvuodet: 1996 →
 Mittausparametrit v. 2012: NO, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, säätietoja
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 21 m merenpinnasta (N43)

Aseman nimi ja lyhenne: Tikkurila 2 (Tik2)
 Osoite: Tiedekeskus Heureka
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6686045.634:25502256.537
 Koordinaatit (KKJ): 6686639:2557749
 Mittausvuodet: 1989 →
 Mittausparametrit v. 2012: O₃
 Näytteenottokorkeus: 6 m maanpinnasta, 21,4 m merenpinnasta (N43)

Tikkurila 3 mittausasema edustaa vilkasliikenteisen keskustan ilmanlaatua Vantaalla. Tikkurila 2 mittausasemalla seurataan laajemmin alueen yleistä otsonipitoisuutta.

Tikkurila 3 mittausasema sijaitsee lähellä Tikkurilantien, neilikkatien ja Ratatien liikennevaloristeystä jalkakäytävien rajaamalla nurmikkoalueella. Tikkurilantiehen on 7 m, läheiseen risteykseen 27 m ja jalkakäytävän reunaan 4 m. Lähistöllä on 50 m etäisyydellä 7-kerroksisia asuintaloja ja 70 m etäisyydellä hotelli Vantaa. Maasto on avointa etelään ja kaakkoon. Tikkurila 2 mittausasema sijaitsee Tiedekeskus Heurekassa noin puolen kilometrin päässä Tikkurilan keskustasta. Tikkurila 2 mittausaseman läheisyydessä vilkkaimmin liikennöidyt väylät ovat Kehä III 600 m, Kielotie 500 m ja Tikkurilantie 200 m etäisyydellä.

Vuonna 2012 arkivuorokausiliikenne Tikkurilantiellä oli noin 6 000 ajon./vrk (raskas 5 %) (liikenteen mittauspiste Talvikkien ja Kielotien välissä) ja Ratatiellä 9 600 ajon./vrk (Vantaa 2013).

LUUKKI (Luu)



© Espoon kaupunki kaupunkimittausyksikkö

Aseman nimi ja lyhenne: Luukki (Luuk)
 Osoite: Luukintie, Espoo
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6689142.133;25482582.581
 Koordinaatit (KKJ): 6689437.091;2538029.761
 Mittausvuodet: 1987 →
 Mittausparametrit v. 2012: NO, NO₂, PM_{2,5}, O₃, SO₂, säätietoja
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 64 m merenpinnasta

Luukin mittausasema on pääkaupunkiseudun alueellinen tausta asema, joka kuvaa ilmanlaatua seudun taajamien ulkopuolella maaseutumaisessa ympäristössä. Mittausasema sijaitsee maaseutumaisessa ympäristössä ja etäällä päästölähteistä. Luukissa on ilmanlaatua seurattu vuodesta 1987 lähtien. Mittausasema siirtyi vuoden 2012 toukokuussa Luukinjärven rannalta osoitteesta Luukinranta 10 noin 200 m länteen Suur-Helsingin golf-kentän laidalle Luukintien varteen.

Mittausasema on avoimella paikalla ja etäällä vilkasliikenteisistä liikenneväylistä ja suurista pistelähteistä. Etäisyys Vihdintielle on noin 0,8 km. Syksyn keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2012 oli Vihdintiellä Luukintien risteyksen kohdalla noin 6 000 ajoneuvoa (raskas noin 7 %) (Espoo 2013). Mittaustuloksiin vaikuttaa satunnaisesti viereinen hiekkatie ja sen liikenne sekä alueellinen ja maamme rajojen ulkopuolinen kaukokulkeuma.

LÄNSISATAMA2 (L-sat) siirrettävä asema 2012



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Länsisatama Hernesaari
 Osoite: Hernesaarenlaituri, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6670600.025:25495550.125
 Koordinaatit (KKJ): 6671093:2551277
 Mittausvuodet: 2012
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, SO₂, säätietoja
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 6 m merenpinnasta

Hernesaaressa mitattiin ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittauksilla selvitettiin satamatoiminnan vaikutusta ilmanlaatuun. Aseman mittauksien tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Länsisataman vaikutusalueella Hernesaaressa. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen päästöt Länsisatamassa, kaukukulkeuma sekä energiantuotannon päästöt.

Mittausasema sijaitsi Hernesaaren eteläkärjessä Hernesaarenlaiturilla. Ympäristö on avointa ja tuulettuvaa. Munkkisaaren huippulämpökeskus sijaitsee mittausasemasta noin 1 km koilliseen ja Salmisaaren voimalaitos 2 km luoteeseen. Kesällä Hernesaaren rantaan tulee paljon risteilyaluksia, talvella aluksia ei yksittäisiä poikkeuksia lukuunottamatta juurikaan rantaudu. Talvella aseman pitoisuuksiin saattavat vaikuttaa myös läheiselle lumenkaatopaikalle lunta tuovien autojen päästöt. Läheisen kadun, Hernesaarenrannan, arkivuorokausiliikenne vuonna 2012 oli 3 200 ajoneuvoa/vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 21 % (Helsinki 2013b).

KEHÄ I (Keh) siirrettävä asema 2012



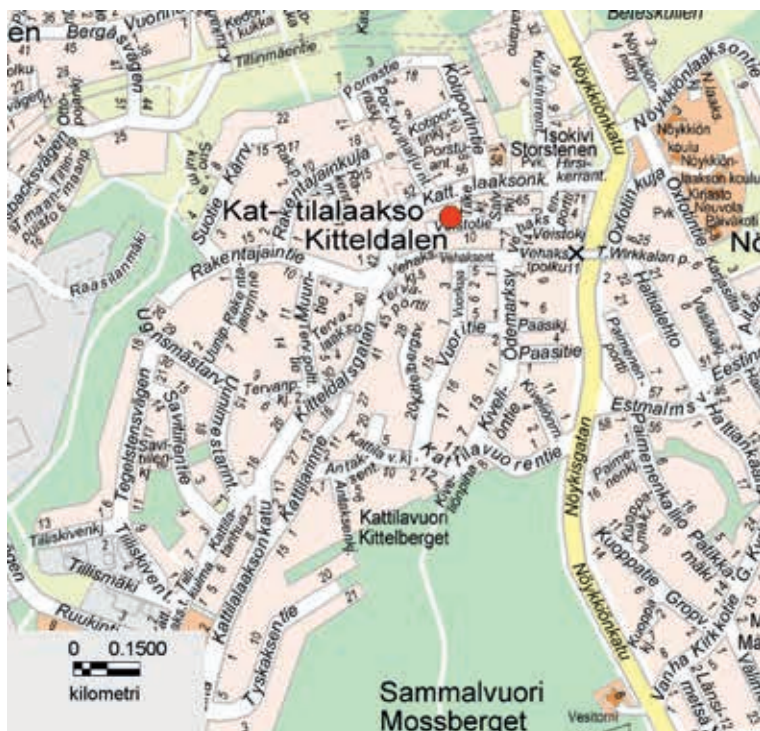
© Kaupunkimittausosasto. Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne:	Kehä I Malmi
Osoite:	Talttatie 4, Helsinki
Koordinaatit (ETRS-GK):	6681019.085: 25501410.317
Koordinaatit (KKJ):	6681600:2556979
Mittausvuodet:	2012
Mittausparametrit:	NO, NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , BC, hiukkasten lukumäärä
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta

Vilkasliikenteisen kehätien laidalla seurattiin ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Kehä I:n mittausasemalla mitatut pitoisuudet kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisten pääväylien varsilla, erityisesti kevyen liikenteen väylillä ja bussipysäkeillä. Jatkuvien mittauksen lisäksi arvioitiin keräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia molemmin puolin kehätietä.

Mittausasema sijaitsi Kehä I:n pohjoispuolella Talttatiellä, Malmilla. Sen pohjoispuolella oli Staran tukikohta. Kehän eteläpuolella sijaitsi Malmin hautausmaa. Mittausaseman ympäristö oli avointa ja se tuuletti hyvin. Mittausaseman ja Kehä I:n välissä kulki kevyen liikenteen väylä, mittausaseman etäisyys Kehä I:stä n. 5 metriä. Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttivat voimakkaimmin liikenteen päästöt ja katupöly. Kehä I:n arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2012 noin 69 200 ajoneuvoa vuorokaudessa, raskaan liikenteen osuus ajoneuvoista oli noin 8 prosenttia. Tattariharjuntielle oli n. 13 700 ajon./vrk, joista raskasta oli 13 prosenttia (Helsinki 2013b).

Kattilalaakso (Kat) siirrettävä asema 2012



© Espoon kaupunki kaupunkimittausyksikkö

Aseman nimi ja lyhenne: Kattilalaakso (Kat)
 Osoite: Veistotie 11, Espoo
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6672648.244:25480812.827
 Koordinaatit (KKJ): 6672918:2536510
 Mittausvuodet: 2012
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, PAH
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta

Espoon Kattilalaaksossa mitattiin ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittauksilla selvitetiin ilmanlaatua pientaloalueilla ja pienpolton vaikutuksia siihen. Kattilalaakso on nimensä mukaisesti laakso, joka heikentää ilman sekoittumista erityisesti pakkasaamuina ja -päivinä. Kattilalaakson ilmanlaadun mittausaseman tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat asuessaan Espoon pientaloalueilla

Mittausasema sijaitsi Kattilalaaksonkadun eteläpuolella Veistotielellä, joka on alavaa aluetta. Lähiympäristössä oli pientaloasutusta ja alueen kadut olivat hiljaisia. Vilkkaimmat kadut lähialueella olivat Kattilalaaksonkatu 70 m mittausasemasta pohjoiseen ja Nöykkiönkatu 300 m itään. Arkivuorokausiliikennemäärät em. kaduilla vuonna 2012 olivat noin 3 400 ja 10 200 ajoneuvoa vuorokaudessa, ja raskaan liikenteen osuudet vastaavasti 7 ja 4 % (Espoo 2013). Lisäksi Länsiväylä on 1,3 km etäisyydellä etelässä.

HAKUNILA (Hak) siirrettävä asema 2012



© Vantaan kaupungin mittausosasto 2013

Aseman nimi ja lyhenne: Hakunila (Hak)
 Osoite: Kaskelanrinne, Vantaa
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6685714.458:25505170.721
 Koordinaatit (KKJ): 6686352:2560668
 Mittausvuodet: 2012
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, Lahdenväylää matalammalta

Vantaan Hakunilassa seurattiin ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua vilkasliikenteisen väylän läheisyydessä. Asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisten pääväylien varsilla.

Mittausasema sijaitsi Kaskelanrinteellä Lahdenväylän itäpuolella. Mittausasemalta oli Lahdenväylän reunaan noin 8 metriä ja näytteenotto tapahtui tien tasoa matalammalla. Mittausaseman ympäristössä oli puustoa.

Lahdenväylän arkivuorokausiliikenne vuonna 2012 oli noin 51 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli noin 7 %. Vajaan puolen kilometrin päässä olevilla Lahdentiellä ja oli liikennettä noin 6 900 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta 5 %, ja Jokiniementiellä 8 300 ajon./vrk (ELY 2013 ja Vantaa 2013).

TAPANILA siirrettävä asema 2013



© Kaupunkimittausosasto, Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Tapanila
 Osoite: Kertojanpuisto, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6683461.986: 25501331.846
 Koordinaatit (KKJ): 6684041.532:2556863.526
 Mittausvuodet: 2013
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta

Tapanilan mittausasemalla seurataan ilmanlaatua vuoden 2013 ajan. Mittausaseman tulokset kuvaavat ilmanlaatua pääkaupunkiseudun pientaloalueilla, joissa käytetään paljon puuta lämmönlähteenä. Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua pientaloalueilla ja miten pienpoltto vaikuttaa ilmanlaatuun. Pientaloalueiden ilmanlaatuun vaikuttavat yleensä tulisijojen käyttö, katujen pölyäminen ja liikenteen pakokaasut. Tulisijojen käyttö on seudulla usein satunnaista lisälämmitystä, mutta koska asuinalueet ovat kaupunkialueilla tiiviitä, voi lähinaapurille koitua savuhaitta olla merkittävä.

Tapanilan mittausasema sijaitsee Tuomaankujan Kertojantien risteyksessä Kertojan puistossa. Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat ratkaisevasti maastonmuodot ja sääolot, joiden vuoksi ilmanlaatu voi heiketä paikallisesti etenkin kylminä ja heikkotuulisina päivinä. Lähiympäristössä on runsaasti pientaloasutusta ja alueen kadut ovat vähäliikenteisiä. Lähiliikenteellä ei ole merkittävää vaikutusta mittausasemalla mitattuihin pitoisuuksiin, koska liikennemäärät alueella ovat vähäisiä. Etäisyyttä on 100 metriä vilkasliikenteisimmälle Päivöläntielle, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2012 noin 4 900 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaan liikenteen osuus 6 %. (Helsinki 2013b).

KATAJANOKKA siirrettävä asema 2013



© Kaupunkimittausosasto. Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Katajanokka
 Osoite: Katajanokanranta, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6672480.878;25498545.891
 Koordinaatit (KKJ): 6673019.051;2554244.062
 Mittausvuodet: 2013
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, SO₂
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta

Katajanokalla seurataan ilmanlaatua vuoden 2013 ajan. Mittausaseman tulokset kuvaavat yleistä ilmanlaatua Eteläsataman vaikutusalueella. Mittauksilla selvitetään satamatoiminnan vaikutusta ilmanlaatuun. Aseman mittaus tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Eteläsataman vaikutusalueella Katajanokalla. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen, terminaaliin asioivien ajoneuvojen ja muun liikenteen päästöt, kaukokuulkeuma sekä mahdollisesti myös energiantuotannon päästöt.

Mittausasema sijaitsee Katajanokan eteläkärjessä Katajanokanrannan ja risteilijälaiturin välissä samalla paikalla kuin vuonna 2009. Ympäristö on avointa ja tuulettuvaa. Hanasaaren voimalaitos sijaitsee mittausasemasta noin 2 km pohjoiseen. Katajanokanrannan arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2012 noin 3 300 ajon./vrk, joista raskasta liikennettä oli noin 10 % (Helsinki 2013b).

KEHÄ III siirrettävä asema 2013



© Vantaan kaupungin mittausosasto 2013

Aseman nimi ja lyhenne: Kehä III Varisto
 Osoite: Kehä III, Varisto, Vantaa
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6685482.374;25490296.596
 Koordinaatit (KKJ): 6685894.576;2545798.538
 Mittausvuodet: 2013
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta

Kehä III:n varrella Varistossa mitataan ilmanlaatua vuoden 2013 ajan. Mittausten tavoitteena on selvittää, kuinka korkeiksi pitoisuudet nousevat väylän välittömässä läheisyydessä. Asukkaat eivät altistu jatkuvasti näin korkeille pitoisuuksille. Tuloksia käytetään kehitettäessä pölyntorjuntaa, arvioitaessa pölynsidonnan tarvetta ja taustatietona kaupunkisuunnittelussa.

Mittausasema sijaitsee Kehä III:n eteläpientareella ja bussipysäkin reunalla lähellä Matkatien alikulkua. Etäisyys Kehän reunaan on 10 metriä. Mittausaseman ympäristö on avointa ja se tuulettuu hyvin. Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttavat voimakkaimmin liikenteen päästöt ja katupöly. Kehä III:n arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2012 noin 81 400 ajoneuvoa vuorokaudessa (raskas 12,8 %) (Vantaa 2013). Martinlaakson voimalaitos sijaitsee mittausasemasta noin 650 m koilliseen.

KAUNIAINEN siirrettävä asema 2013



© Espoon kaupunki kaupunkimittausyksikkö

Aseman nimi ja lyhenne: Kauniainen
 Osoite: Stenbergintie, Kauniainen
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6677826.773;25483991.969
 Koordinaatit (KKJ): 6678144.164;2539610.436
 Mittausvuodet: 2013
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta

Kauniaisten mittausaseman tulokset kuvaavat ilmanlaatua pääkaupunkiseudun pientaloalueilla, joissa käytetään paljon puuta lämmönlähteenä. Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua pientaloalueilla ja miten pienpoltto vaikuttaa ilmanlaatuun. Pientaloalueiden ilmanlaatuun vaikuttavat yleensä tulisijojen käyttö ja katujen pölyäminen. Tulisijojen käyttö on seudulla usein satunnaista lisälämmitystä, mutta koska asuinalueet ovat kaupunkialueilla tiiviitä, voi lähinaapurille koitua savuhaitta olla merkittävä. Paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavat ratkaisevasti maastonmuodot ja sääolot, joiden vuoksi ilmanlaatu voi heiketä paikallisesti etenkin kylminä ja heikkotuulisina päivinä.

Kauniaisten mittausasema sijaitsee Stenbergintien päässä. Vilkkaimmat lähikadut ovat Bembölientie ja Bredantie, joissa arkivuorokausiliikennemäärä vuonna 2012 oli noin 4 000 ajon./vrk (Espoo 2013). Muut ovat lähinnä asuntokatuja, jotka ovat vähäliikenteisiä. Lähiympäristö on pientaloaluetta. Lähi liikenteellä ei ole merkittävää vaikutusta mittausasemalla mitattuihin pitoisuuksiin.

PASILA (Pas) meteorologinen asema



© Kaupunkimittausosasto. Helsinki 039/2013

Aseman nimi ja lyhenne: Pasila (Pas)
 Osoite: Asemamiehenkatu 4, Helsinki
 Koordinaatit (ETRS-GK): 6676421.560:25496601.329
 Koordinaatit (KKJ): 6676930:2552240
 Mittausvuodet: 2001 →
 Mittausparametrit v. 2012: tuulennopeus ja -suunta, kosteus, lämpötila, sademäärä, kokonais- ja nettosäteily, ilmanpaine
 Näytteenottokorkeus: 53 m maanpinnasta, 78 m merenpinnasta (N60)

Pasilan meteorologinen asema sijaitsee Järjestötalon katolla Itä-Pasilassa 53 m metrin korkeudella maanpinnasta.

Liite 5. NO₂- ja SO₂-määritykset suuntaa-antavilla menetelmillä

Vuoden 2012 paikkakuvaukset

1. Hämeentie 7 B

Leveähkö katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli 7 B oven edessä puussa noin 0,5 m Hämeentien eteläreunasta. Etäisyys rakennuksen seinään oli noin 3 m. Rakennuksen korkeus on noin 25 m. Katu on nelikaistainen ja sillä on kahdet raitiovaunukiskot, kadun leveys yhteensä on noin 32 m. Etäisyys Neljännen linjan risteykseen oli noin 30 m ja Viidennen linjan risteykseen noin 65 m. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 17 900 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 23 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuosina 2005 ja 2009, passiivikeräys vuosina 2009-2012.

2. Runeberginkatu 49 B

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli kiinni vesirännissä. Etäisyys Pohj. Hesperiankadun risteyksestä oli noin 50 m. Kadulla on 2+2 kaistaa, välissä raitiovaunukiskot, yhteensä noin 24 metriä leveä. Kadunvarren rakennukset ovat noin 23 metriä korkeita. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 18 900 ajon./vrk, josta raskasta 7 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuosina 2003 ja 2004, passiivikeräysmittaus vuosina 2008-2012.

3. Nordenskiöldin aukio

Risteysalue, joka tuulettuu hyvin. Nordenskiöldinkadun liikennemäärä vuonna 2012 oli 14 400 ajon./vrk (raskasta 3 %), Mechelininkadun 23 700 (3 %), Topeliuksenkadun etelään 12 800 (10 %) ja pohjoiseen 14 500 (10 %) sekä Linnankoskenkadun 11 600 (3 %). Keräin oli aukiolla sijaitsevan kioskin kattotasolla. Etäisyys Mechelininkatuun oli 4 m, Topeliuksenkatuun 10 m ja Linnankoskenkatuun 8,5 m. Aukiolla sijaitsi vuosina 1978-2004 Töölön mittausasema ja samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuosina 2008-2012.

4. Mannerheimintie 57, Töölöntulli

Leveä katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli puussa lähes ajoradan reunassa. Kadun avoin tila on yhteensä noin 36 metriä leveä ja sitä reunustavat rakennukset noin 21 metriä korkeita. 2+2 kaistaa, joiden välissä on raitiovaunukiskot. Etäisyys Reijolankadun liikennevaloristeykseen oli 39 metriä. Mannerheimintien liikennemäärä

oli vuonna 2011 noin 44 300 ajon./vrk (raskasta 10 %) ja Reijolankadun 22 00 (4 %). Siirrettävä mittausasema on ollut samassa paikassa vuosina 2006 ja 2010, passiivikeräysmittaus vuosina 2008-2012.

5. Mäkelänkatu 50 A

Leveä katukuilu, kadun leveys noin 40 m. Keskellä katua on raitiovaunukiskot ja puurivistöt. Keräin oli kiinnitetty rakennuksen seinämässä olevaan tankoon kadun lounaislaidalla. Etäisyys kadusta oli 4 m, seinästä 20 cm. Rakennuksen korkeus on 20 m. Mäkelänkadun liikennemäärä vuonna 2012 oli 32 700 ajon./vrk (raskasta 10 %). Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuonna 2011, passiivikeräysmittaus vuonna 2010.

6. Malmi, Kehän pohjoislaita

Keräin oli Talttakuja 1:ssä sijaitsevan ilmanlaadun siirrettävän mittausaseman katolla. Etäisyys Kehä I:n pohjoislaidasta oli 5 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva. Aivan Kehätien reunassa on kevyen liikenteen väylä. Kehä I:n liikennemäärä oli vuonna 2012 noin 69 200 ajon./vrk, (raskasta 8 %),

7. Malmi, Kehän pohjoislaita

Keräin oli Tattariharjuntieltä laskien kolmannessa valaisinylväessä Malmin kalmistotien itälaidalla. Alue on avoin ja tuulettuva. Keräin oli likimain samalla korkeudella Kehätien kanssa. Etäisyys Kehä I:n pohjoislaidasta oli noin 25 metriä.

8. Malmi, Kehän pohjoislaita

Keräin oli Tattariharjuntieltä laskien toisessa valaisinylväessä Malmin kalmistotien itälaidalla. Alue on avoin ja tuulettuva. Etäisyys Kehä I:n pohjoislaidasta oli noin 50 metriä.

9. Malmi, Kehän pohjoislaita

Keräin oli Tattariharjuntieltä laskien ensimmäisessä valaisinylväessä Malmin kalmistotien itälaidalla. Alue on avoin ja tuulettuva. Etäisyys Kehä I:n pohjoislaidasta oli noin 80 metriä, Tattariharjuntiestä noin 15 metriä. Tattariharjuntien liikennemäärä oli vuonna 2012 13 700 ajon./vrk, (raskasta 13 %).

10. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli metallisessa valaisinylväessä, Kehä I:n etelälaidalla, vastapäätä ilmanlaadun mittausasemaa. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli 8 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva. Kehätien reunassa on kevyen liikenteen väylä.

11. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli puisessa valaisinylväessä hautausmaan kiviainan vieressä. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli noin 20 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva.

12. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli puisessa valaisinylväessä hautausmaan kiviainan vieressä. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli runsaat 35 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva.

13. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli puisessa valaisinylväessä hautausmaan kiviainan vieressä. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli vajaat 70 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva.

14. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli puisessa valaisinylväessä hautausmaan kiviainan vieressä. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli noin 100 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva.

15. Malmi, Kehän etelälaita

Keräin oli puisessa valaisinylväessä hautausmaan kiviainan vieressä. Etäisyys Kehä I:n etelälaidasta oli noin 200 metriä. Alue on avoin ja tuulettuva.

16. Koskelantie 72

Koskelantie 72:ssä sijaitsee uudehko, kaareva asuintalo. Talon umpinainen sisäkaari on etelään, Koskelantielle, ja välissä on parkkipaikkoja. Ulkokaaren avoimet parvekkeet ovat Lahdenväylän suuntaan. Koskelantien eteläpuolella on kalliojyrkäne ja sen päällä matalia taloja. Lahdenväylän suuntaan alue on avoin ja hyvin tuulettuva. Keräin oli valaisinylväessä talon itäpäädyn vieressä Koskelantien varrella. Etäisyys Koskelantieltä 0 m, talon seinästä 5 m, eteläpuolen kallioseinämästä 26 m ja Lahdenväylältä noin 180 metriä. Liikennemäärä vuonna 2012 oli Koskelantiellä 15 00 ajoneuvoa/vrk (josta raskasta 8 %) ja Lahdenväylällä 43 200 ajon./vrk (raskasta 11 %).

17. Koskelantie 72

Keräin oli valaisinylväessä A/B-rapun lähellä. Rakennuksen ja Koskelantien väli on tällä kohtaa melko kuilumainen ja rappu on suljettu ovella, kun rapun C/D kohdalta on avoin kulkuaukko läpi talon. Keräimen etäisyys talon seinästä oli 16 m, Koskelantien reunasta 22 m ja eteläpuolen kallioseinämästä 47 metriä.

18. Koskelantie 72

Keräin oli valaisinylväessä talon pohjoispuolella C/D-rapun avonaisen kulkuaukon kohdalla. Etäisyys parvekkeista oli noin 25 m, Lahdenväylästä noin 120 metriä ja sille johtavasta rampista alle 100 metriä. Talon ja Lahdenväylän välinen alue on puistomaista ja avointa, tuulettuu hyvin.

19. Koskelantie 72

Keräin oli valaisinylväessä talon länsipäädyn lähellä. Vieressä on Koskelantien ja Lahdenväylälle vievän rampin liikennevaloristeyks. Länsipäädyn alimmainen parveke ja huoneisto puuttuvat. Keräimen etäisyys talon seinästä oli 8,5 metriä. Etäisyys kadun reunasta oli noin 7 metriä.

20. Vuosaaren tunneli, pohjoissuu

Kehä III:n loppupää eli Vuosaaren satamatie kulkee tunnelissa Porvarinlahden alitse Vuosaaren satamaan. Keräin oli ristikkopylväessä tunnelin pohjoisen suuaukon lähellä satamatien länsipuolella satamaradan ja tien välissä. Etäisyys tunnelin suuaukosta oli runsaat 60 metriä. Vuosaaren satamatien liikennemäärä vuonna 2012 oli 10 500 ajoneuvoa/vrk, josta 33 % oli raskasta liikennettä. Paikka on avoin ja tuulettuva.

21. Vuosaaren tunneli, eteläsuu

Keräin oli metallisessa valaisinylväessä tunnelin eteläisen suuaukon yläpuolella Tryvikintien pohjoislaidalla tunnelin suuaukkoon nähden keskellä. Keräin oli reilusti suuaukon yläreunaa ylempänä. Etäisyys tunnelin suuaukosta oli 13 metriä. Paikka on avoin ja tuulettuva.

22. Kauniainen, Tunnelitie

Tunnelitien ja Kauniaistentien risteys, tuulettuu hyvin. Keräin oli kevyenliikenteen opastepylväessä Tunnelitien ja Kauniaistentien risteuksen länsipuolella, kauppakeskuksen edessä. Kauppakeskuksen ajoramppi on noin kahden kerroksen korkeisen ritiläseinämän takana. Etäisyys Tunnelitien reunasta oli noin 15 metriä sekä Kauniaistentiestä noin 10 metriä. Tunnelitien liikennemäärä vuonna 2012 oli noin 13 000 ajon./vrk, josta raskasta oli 6 %, Kauniaistentien liikennemäärä vuonna 2012 oli 9 000 ajon./vrk, josta raskasta 4 %. Siirrettävä mittausasema on ollut lähes samalla paikalla vuonna 2008, passiivikeräysmittaus vuosina 2007 ja 2009-2012.

23. Kauniainen, Ersintie

Ersintie on hiljainen asuinkatu. Tie jatkettiin ja avattiin läpiajoliikenteelle Espoon puolelle vuoden 2012 aikana. Aluksi keräin oli tien päässä viimeisessä valaisinpylväässä tien pohjoislaidalla puistoalueen reunassa. Rakennustöiden takia keräin siirrettiin tien etelälaidalla sijaitsevaan valopylvääseen lokakuussa. Tien etelälaidalla on rivitaloja. Alue tuulettuu hyvin. Liikennemäärä ennen tien jatkamista Espoon puolelle oli 30 ajoneuvoa vuorokaudessa ja tien valmistumisen jälkeen 600 ajon./vrk.

24. Mestaritunneli, Harakantie 20

Harakantie 20 on kaksikerroksinen rakennus, jonka alakerrassa on liikkeitä ja yläkerrassa asuntoja. Se sijaitsee Mestaritunnelin suuaukon eteläpuolella Kehä I:n länsipuolella. Väliin jääväällä pihalla on autopaikkoja. Osalla asunnoista on avoimet parvekkeet väylän suuntaan. Keräin sijaitsi lähellä parvekkeita vesirännissä talon eteläpäädyssä. Paikka on avoin ja tuulettuva. Etäisyys Kehä I:n reunaan oli noin 35 metriä ja suuaukkoon noin 55 metriä. Kehä I:n liikennemäärä oli vuonna 2012 noin 81 000 ajon./vrk, (raskasta 6 %).

25. Mestaritunneli, eteläinen suuaukko

Mestaritunnelin eteläisen suuaukon yläpuolella on asuinkerrostaloja, joiden parvekkeet ovat Kehä I:n suuntaan. Talojen väleihin on rakennettu meluste, ja oleskelupiha jää sen taakse suojaan. Talojen eteläpuolella ja tunnelin suuaukon yläpuolella on kevyen liikenteen väylä. Keräin sijaitsi kevyenliikenteenväylän pohjoislaidalla valaisinpylväässä suuaukkoon nähden keskellä. Keräin oli reilusti suuaukon yläreunaa ylempänä. Paikka on avoin ja tuulettuva. Etäisyys suuaukon reunaan oli noin 8 metriä.

26. Mestaritunneli, poistopiipun vaikutusalue

Mestaritunnelin ilmanvaihdon poistopiippu sijaitsee tunnelin keskivaiheilla poispuretun Laturinsillan tienovilla. Piipun korkeus on noin 12 metriä ja sen ympärillä on sitä korkeampia asuinrakennuksia, ja asuintaloja on kaavoitettu lisää. Nykyisellään alue on avoin ja tuulettuva. Keräin oli Laturinkujan mutkassa valaisimessa, kadun pohjoislaidalla. Asuin- ja toimistotalon välistä on avoin näköyhteys poistopiipulle, etäisyys noin 35 metriä.

27. Mestaritunneli, Ruutikatu 9

Ruutikatu 9 asuinkerrostalo sijaitsi aikaisemmin 40 m etäisyydellä Kehä I:n etelälaidasta meluesteen takana. Nyt väylä on tällä kohtaa tunnelissa. Talon viereen tunnelin päälle on kaavoitettu useita asuinkerrostaloja. Keräin oli talon pohjoispäädyn vesirännissä lähellä D-rappua. Paikka on avoin ja tuulettuva.

28. Mestaritunneli, Ruutikatu 7

Ruutikatu 7 asuinkerrostalon piha on osittain avoin tunneliin sukeltavalle Kehä I:n liikenteelle. Meluvälleissa on aukko, josta liikenne näkyy ja kuuluu pihalle. Talon kellarikerroksessa toimii Espoon kaupungin päiväkotikoti Puustelli, lisäksi talossa on 3 asuinkerrosta. Keräin oli talon pohjoisnurkalla vesirännissä noin 15 metrin etäisyydellä kehätien laidasta. Pihalla on autopaikkoja.

29. Mestaritunneli, Ruutikatu 5

Ruutikatu 5 asuinkerrostalo sijaitsee Kehä I:n etelälaidalla tunnelin pohjoisen suuaukon lähellä. Kolmikerroksisen talon puoliksi lasitetut parvekkeet ovat tunnelisuuaukon suuntaan. Keräin oli pienessä männyssä 5 metrin etäisyydellä talon pohjoispäädyssä, 15 metrin etäisyydellä Kehä I:n laidasta ja 34 metrin etäisyydellä suuaukosta.

30. Mestaritunneli, Vallikallionkatu

Vallikallionkadun ja Kehä I:n väliin jää pysäköintialue, joka on avoin myös tunnelin pohjoiselle suuaukolle. Keräin oli P-paikan laidalla hiekkasiilon jalassa 20 metrin etäisyydellä Kehä I:n laidasta ja 60 metrin etäisyydellä suuaukosta.

31. Hakunila, Lahdenväylän länsilaita

Lahdenväylän länsipuolella on matalaa ja väljää omakoti-asutusta. Keräin oli Malmarintien pohjoislaidalla koivussa 7 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Keräin oli Lahdenväylän tasoa matalammalla, lähellä alikulkutunnelia. Lahdenväylän liikennemäärä vuonna 2012 oli 51 500 ajoneuvoa/vrk, josta 7 % raskasta liikennettä.

32. Hakunila, Lahdenväylän länsilaita

Keräin oli Malmarintien ja Kalkkikalliontien risteuksen pohjoislaidalla valaisinpylväässä noin 50 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Keräin oli likimain Lahdenväylän tasolla.

33. Hakunila, Lahdenväylän länsilaita

Keräin oli Malmarintien pohjoislaidalla valaisinpylväässä noin 100 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Edellisen pisteen jälkeen Malmarintie alkaa nousta, joten keräin oli Lahdenväylän tasoa korkeammalla. Kiinteistön Malmarintie 1 kohdalla.

34. Hakunila, Lahdenväylän länsilaita

Keräin oli Malmarintien pohjoislaidalla valaisinpylväässä noin 150 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Kiinteistön Malmarintie 3:n kohdalla.

35. Hakunila, Lahdenväylän länsilaita

Keräin oli Malmarintien pohjoislaidalla valaisinylväessä noin 210 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Kiinteistön Malmarintie 9 kohdalla

36. Hakunila, Lahdenväylän itälaita

Lahdenväylän itäpuolella on matalaa ja väljää omakoti-asutusta. Keräin oli Kaskelanrinteen pohjoislaidalla valaisinylväessä noin 20 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Keräin oli Lahdenväylän tasoa matalammalla, alikulkutunnelin läheisyydessä.

37. Hakunila, Lahdenväylän itälaita

Keräin oli Kaskelanrinteen eteläpuolella sähköpylväessä noin 45 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Keräin oli Lahdenväylän tasoa matalammalla metsikön reunassa.

38. Hakunila, Lahdenväylän itälaita

Keräin oli Kaskelanrinteen pohjoislaidalla valaisinylväessä noin 110 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Kiinteistön Kaskelanrinne 15 kohdalla. Keräin oli Lahdenväylän tasoa matalammalla.

39. Hakunila, Lahdenväylän itälaita

Keräin oli Kaskelanrinteen pohjoislaidalla valaisinylväessä noin 210 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Kiinteistön Kaskelanrinne 9b kohdalla.

40. Hakunila, Lahdenväylän itälaita

Keräin oli Kaskelanrinteen pohjoislaidalla valaisinylväessä noin 240 metrin etäisyydellä Lahdenväylän reunasta. Kiinteistön Kaskelanrinne 9a kohdalla.

41. Lentoasema

Helsinki-Vantaan lentoaseman terminaalirakennukset ovat V-kirjaimen muodossa. Taksi-, bussi- ja saattoliikenne tulee sakaroiden väliselle alueelle, missä myös ihmiset eniten liikkuvat. Liikennettä on kahdessa eri tasossa. Keräin oli ylätasolla terminaali 2:n edessä suojatiemerkissä (noin 270 cm korkeudella eli normaalitasoa alempana). Lentoasemantien liikennemäärä Ilmakehän eteläpuolella vuonna 2012 oli noin 12 400 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 6 % ja Ilmakehällä 19 200 ajon./vrk (7 %).

42. Lentoasema

Keräin oli alatasolla terminaali 1:n edessä suojatiemerkissä CityBus -pysäkin ja suojatien välillä, vieressä useita bussipysäkkejä sekä asiakkaita odottavien taksien jono. Lentoaseman bussiliikennemäärä on noin 900 ajon./vrk (HSL, Finnair City Bus, Matkahuolto, Airport Bus).

43. Lentoasema

Helsinki-Vantaan lentoaseman alueella osoitteessa Lentäjantie 3, sijaitsee WTC-talo, jossa on Finavia ja muita toimistoja. Keräin oli toimistotalon edessä valaisinylväessä. Vastapäätä ajoaukko pysäköintihalli P3A:han.

44. Länsisatama

Satama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrittäisiä. Keräin oli Tyynenmerenkatu 11 liikeyhteisön ja satama-altaan väliin jäävällä pysäköintialueella, valaisinylväessä. Länsipuolella on uusi liikerakennus ja säilytettävä rakennus Bunkkeri, itäpuolella bussipysäkkejä ja kävelyputki laivoihin. Laivaan menevät henkilö- ja pakettiautot kulkevat Tyynenmerenkatua, laivasta poistuvat autot tulevat Jätkäsaaren laituria pitkin. Raskas liikenne kulkee läntisempää reittiä Välimerenkatua ja Länsisatamankatua pitkin. Liikennemäärä Jätkäsaaren pohjoispäässä Tullajankujalla vuonna 2012 oli 4 800 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 21 %. Satama-altaan itäpuolella Hernesaaressa on laivalaitureita ja Munkkisaaressa huippu- ja varavoi-malaitos.

Siirrettävä mittausasema oli Bunkkerin pohjoispuolella Tarmonkujan päässä vuonna 2008, passiivikeräysmittaus samassa paikassa vuoden 2009 alusta elokuuhun 2010 asti, jonka jälkeen se rakennustöiden vuoksi siirrettiin nykyiselle paikalle.

45. Eteläranta

Matkustajasatama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrittäisiä. Eteläsatama palvelee myös matkustajalaivoilla kulkevaa tavaraliikennettä, erityisesti rekkojen roro-liikennettä.

Keräimet olivat Makasiiniterminaalien pysäköintialueen laidassa valaisinylväessä. Laivasillankadun liikennemäärä vuonna 2012 oli 11 200 ajon./vrk, raskasta liikennettä 5 %. Siirrettävä mittausasema oli noin 10 m etäisyydellä keräyspaikasta vuosina 2010 ja 2011 sekä passiivikeräys 100 m etäisyydellä satama-alueen aidassa vuonna 2009.

46. Katajanokka

Satama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrityksiä. Mittauspiste oli Katajanokan terminaalien ja risteilijälaiturin lähistöllä. Keräimet oli kiinnitetty valopylvääseen satama-alueen metalliaidan ja pysäköintipaikkojen vieressä. Paikka on avoin merelle. Etäisyys oli 20 m Katajanokanrannasta, jonka liikennemäärä vuonna 2012 oli 3 300 ajon/vrk, raskasta 10 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuonna 2009, passiivikeräysmittaus vuosina 2010 ja 2011.

47. Hernesaari

Satama-alue, joka tuulettuu hyvin. SO₂-määrityksiä. Mittauspiste oli Hernesaaren etelärannassa Hernesaarenlaiturilla sijaitsevan siirrettävän mittausaseman katolla.

50. Eliel Saarisen tien tunneli

Eliel Saarisen tien joukkoliikennetunneli, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli itäsuunnan bussipysäkin nro 1630 liikennemerkissä, tunnelin seinän vieressä. Tunnelin liikennemäärätietoa ei ollut käytettävissä. HSL:n linja-auto aikataulujen mukaan tunnelin bussiliikennemäärä on noin 470 bussia/vrk.

Liite 6. Päästöt

6.1 Päästöt kunnittain 2012

Helsinki t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	2 365	4 431	121	677	111
Autoliikenne	3	1 793	103	6 402	755
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	4	88	3	75	89
Muut**	0	0	0		335
Pintalähteet	26	105	35	542	113
Satamat	155	1 346	24	129	59
Lentoliikenne	0	2	0	241	3
Yhteensä	2 553	7 765	287	8 066	1 464

Espoo t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 584	1 532	59		
Autoliikenne	2	1 088	62	4 033	408
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	19	152	1	221	49
Muut**	0	5	2		101
Pintalähteet	20	90	36	664	139
Yhteensä	1 626	2 866	161	4 918	696

Kauniainen t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Autoliikenne	0	40	2	152	16
Pintalähteet	1***	2***	2		
Yhteensä	1	42	4	152	16

Vantaa t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	882	1 365	6		
Autoliikenne	2	1 317	73	4 534	479
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	27	26	11		91
Muut**	2	39	8		47
Pintalähteet	26	110	34	718	150
Lentoliikenne	50	574	1	611	58
Yhteensä	989	3 431	133	5 863	826

* Ympäristönsuojelun VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot v. 2011

** Kunnille ilmoitetut muut päästöt v. 2012 (Vantaalla myös Gasum Energiapalvelu Oy:n kahden lämpökeskuksen päästöt v. 2012)

*** Ei sisällä tulisijojen päästöjä

6.2 Autoliikenteen päästöt

Helsinki	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	429	5 662	427	27 371	3 022	493
1986	416	5 957	458	28 184	3 201	541
1987	389	5 892	451	27 799	3 234	550
1988	337	5 872	448	27 452	3 277	552
1989	310	5 802	430	27 050	3 265	564
1990	264	5 649	418	26 261	3 191	564
1991	243	5 447	411	24 260	3 060	549
1992	235	5 212	391	22 381	2 918	549
1993	195	5 108	377	21 701	2 852	522
1994	113	4 983	318	20 787	2 779	547
1995	92	4 839	295	20 242	2 702	537
1996	60	4 705	281	19 761	2 638	534
1997	18	4 333	244	18 714	2 479	538
1998	14	4 161	227	17 671	2 323	541
1999	14	3 975	216	16 857	2 213	546
2000	11	3 814	211	15 799	2 085	553
2001	11	3 646	202	15 088	1 986	562
2002	11	3 463	189	14 200	1 848	576
2003	11	3 190	174	12 953	1 679	569
2004	4	2 895	155	11 574	1 481	571
2005	3	2 651	141	10 215	1 306	557
2006	3	2 420	127	8 854	1 124	552
2007	3	2 277	121	8 285	1 049	566
2008	3	2 149	117	8 092	1 017	541
2009	3	2 062	116	7 429	887	524
2010	3	1 998	114	7 191	850	542
2011	3	1 864	107	6 671	788	519
2012	3	1 793	103	6 402	755	520

Espoo	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	158	2 412	169	11 802	1 179	200
1990	110	2 709	186	12 754	1 401	257
1991	99	2 561	179	11 545	1 317	245
1992	95	2 450	170	10 652	1 255	246
1993	79	2 377	163	10 223	1 216	231
1994	45	2 274	134	9 601	1 160	237
1995	37	2 265	129	9 592	1 158	239
1996	26	2 334	132	10 122	1 213	255
1997	10	2 277	124	9 619	1 161	267
1998	7	2 152	114	9 149	1 104	264
1999	7	2 040	105	8 868	1 067	266
2000	6	2 075	108	8 579	1 033	281
2001	6	2 012	106	8 133	979	288
2002	6	1 910	100	7 771	927	298
2003	6	1 778	94	7 245	852	299
2004	2	1 655	86	6 656	767	308
2005	2	1 540	80	6 031	685	308
2006	2	1 412	73	5 361	594	309
2007	2	1 447	76	5 365	592	345
2008	2	1 304	71	5 134	557	316
2009	2	1 226	70	4 723	480	308
2010	2	1 177	68	4 522	452	316
2011	2	1 114	64	4 214	421	307
2012	2	1 088	62	4 033	408	310

Kauniainen	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1996	1	84	5	405	50	10
1997	0	82	5	385	48	11
1998	0	77	5	369	46	10
1999	0	73	4	360	44	10
2000	0	74	4	346	43	11
2001	0	72	4	326	41	11
2002	0	68	4	312	38	12
2003	0	62	3	273	33	12
2004	0	58	4	252	31	13
2005	1	56	5	226	28	14
2006	0	51	5	205	23	15
2007	0	53	6	205	23	17
2008	0	47	3	195	22	12
2009	0	44	3	176	19	12
2010	0	42	3	168	18	12
2011	0	41	2	168	18	12
2012	0	40	2	152	16	12

Vantaa	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1996	30	2 711	150	11 075	1 339	289
1997	11	2 637	142	10 630	1 288	306
1998	8	2 592	135	10 482	1 265	311
1999	8	2 436	127	10 083	1 210	309
2000	6	2 362	126	9 682	1 164	317
2001	7	2 281	122	9 321	1 120	326
2002	7	2 210	117	8 991	1 059	341
2003	7	2 080	111	8 436	982	346
2004	3	1 922	100	7 776	883	354
2005	2	1 839	96	7 200	805	362
2006	2	1 742	89	6 518	715	374
2007	2	1 653	86	6 123	661	390
2008	2	1 581	84	5 974	648	377
2009	2	1 428	80	5 299	551	350
2010	2	1 390	78	5 072	524	362
2011	2	1 332	75	4 765	494	355
2012	2	1 317	73	4 534	479	360

6.3 Energiantuotannon päästöt

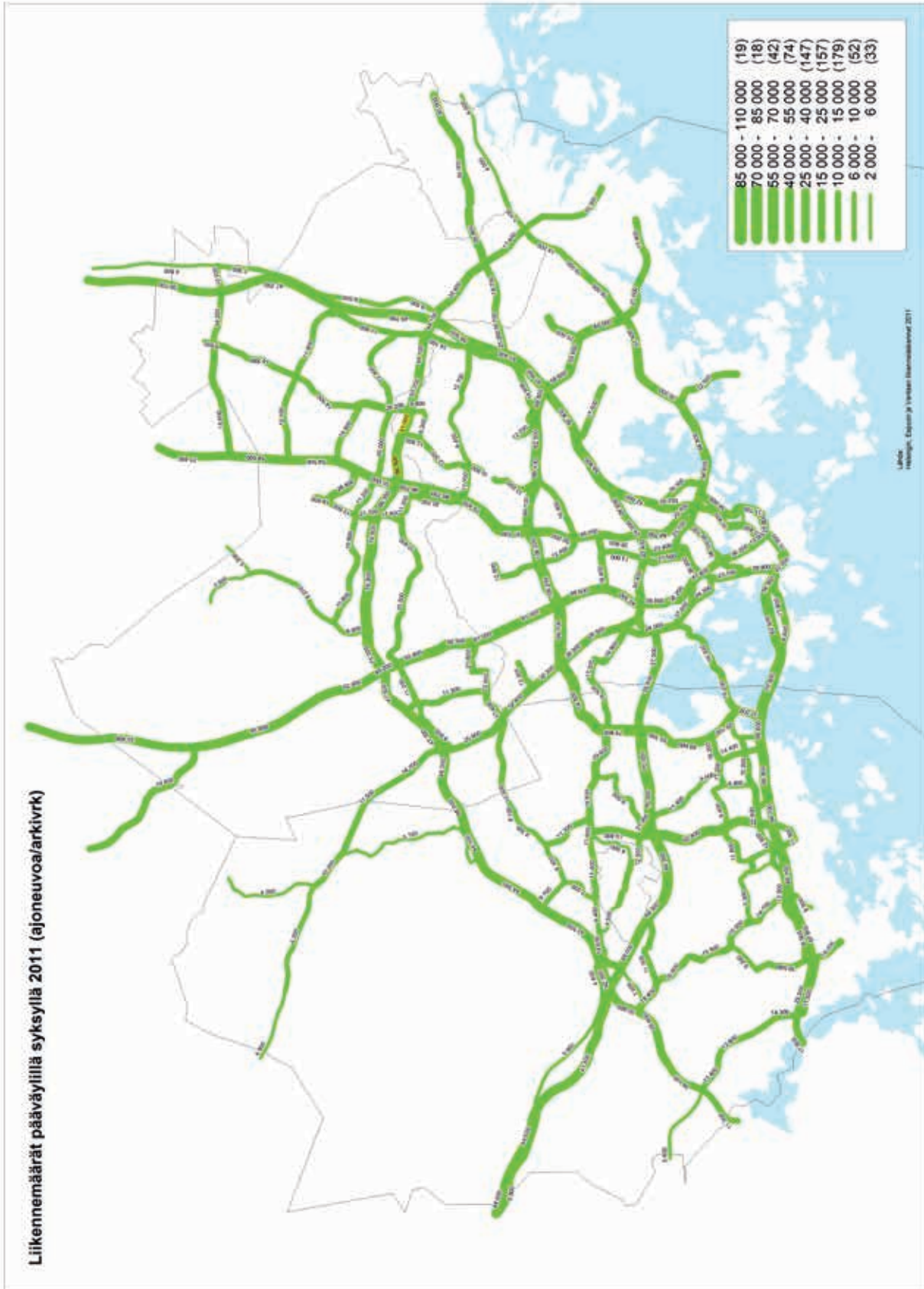
SO ₂ tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	20739	3979	4066
1987	19472	3478	4188
1988	15012	3582	3099
1989	15308	3067	3007
1990	12814	3600	2445
1991	13292	2742	2583
1992	5543	1376	1896
1993	5592	1100	2025
1994	8866	1420	1145
1995	5865	971	965
1996	6070	1229	1280
1997	5357	1341	1035
1998	4160	1663	542
1999	3252	1318	451
2000	2962	1056	545
2001	3543	1350	854
2002	3369	1351	727
2003	5192	1598	1017
2004	3482	1403	582
2005	2056	1337	587
2006	3954	1566	697
2007	3091	1577	695
2008	1422	1532	866
2009	2042	1365	987
2010	2485	758	909
2011	1945	1129	753
2012	2365	1584	882

NO _x tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	12185	1961	1314
1987	12731	2201	1478
1988	13201	1929	1347
1989	12875	2596	1726
1990	12429	2848	2036
1991	12325	2729	2180
1992	10752	2842	2273
1993	8406	2464	2333
1994	7594	1878	1681
1995	6934	1343	1463
1996	7348	1507	1369
1997	6651	1442	1325
1998	4912	1479	989
1999	4536	1509	938
2000	3906	1404	824
2001	4698	1494	1222
2002	5004	1641	1456
2003	6017	1829	1402
2004	5110	1571	1144
2005	4214	1432	1128
2006	5806	1599	1221
2007	5335	1404	1194
2008	4568	1462	1353
2009	5138	1454	1369
2010	5635	1347	1467
2011	4464	1351	1148
2012	4431	1532	1365

Hiukkaset tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	2030	210	106
1987	1947	277	109
1988	2225	249	97
1989	2555	324	87
1990	1674	266	90
1991	1482	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
2009	116	57	21
2010	123	26	9
2011	124	24	3
2012	121	59	6

CO ₂ 1000 tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1988	3676	648	467
1989	3418	632	565
1990	3404	679	593
1991	3535	693	577
1992	3286	696	587
1993	3391	668	600
1994	3780	786	618
1995	3700	752	689
1996	3922	847	809
1997	3774	837	786
1998	3654	847	708
1999	3537	848	622
2000	3321	811	628
2001	3830	867	812
2002	3961	884	836
2003	4839	983	899
2004	4354	866	765
2005	3527	816	758
2006	4522	907	798
2007	3837	903	790
2008	3217	904	789
2009	3585	930	844
2010	3733	1085	891
2011	3282	997	782
2012	3418	917	765

Liite 7. Liikennemäärät päätieverkoilla syksyllä 2011



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
BaP	= bentso(a)pyreeni, polysyklinen aromaattinen hiilivety eli PAH-yhdiste
BC	= musta hiili
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 lentoonlähdön 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
Nanogramma	= ng, miljoonasosa milligrammaa ts. miljardisosa 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. Yläilmakehässä 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 päästö määrät 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.

ILMASTONSUOJELUA
EDISTÄVÄ PAPERI



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 5/2013

ISSN-L 1798-6087

ISSN 1798-6087 (nid.)

ISSN 1798-6095 (pdf)

ISBN 978-952-6604-68-8 (nid.)

ISBN 978-952-6604-69-5 (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki

Puh. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HRM, Semaforbron 6 A, 00520 Helsingfors

Tfn. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi

Helsinki Region Environmental Services Authority

P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki

Tel. +358 9 15611, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi