



Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

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

Copyright

Kartat: © Kaupunkimittausosasto, Helsinki 100/2011
Taustakarttamateriaali: Opaskartta © Espoon, Helsingin,
Kauniaisten ja Vantaan kaupungit
Kuvat: HSY
Kansikuva: HSY / Kai Widell

Edita Prima Oy
Helsinki 2012

Raportti:

ilmansuojeluasiantuntija Marjatta Malkki
projektitutkija Liisa Matilainen
ilmansuojeluasiantuntija Anu Kousa
ilmansuojeluasiantuntija Maria Myllynen
ilmansuojeluasiantuntija Jarkko Niemi
mittausinsinööri Kati Loukkola

Mittausverkon toiminta:

huoltomestari Jari Bergius
mittausinsinööri Anssi Julkunen
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 Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitos

Esipuhe

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu on hyvä muihin Euroopan metropolialueisiin verrattuna ja se parani vuonna 2011 jonkin verran edellisvuodesta. Ilmanlaatua heikentäviä tekijöitä olivat aiempien vuosien tapaan pääasiassa liikenne ja puun poltto. Metsä- ja maastopalosavuilta vältyttiin, mutta Islannista kulkeutunut tulivuorituhka heikensi hetkittäin ilmanlaatua.

Typidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi edelleen Helsingin vilkkaasti liikennöidyissä katukuiluissa, joskin lievää pitoisuuksien laskua on havaittavissa. Suomi on hakenut raja-arvon saavuttamiselle EU:lta jatkoaikaa vuoden 2015 loppuun, johon mennessä laskelmien mukaan on mahdollista päästä raja-arvojen alapuolelle. EU komissio antaa päätöksen jatkoajasta syksyyn 2012 mennessä.

Pääkaupunkiseudun kaupunkien toimenpiteet katupölyn vähentämiseksi ovat olleet tehokkaita ja vuonna 2011 pölyisten päivien määrä väheni edellisvuodesta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat edelleen korkeita pääteiden varsilla pääkaupunkiseudulla. Korkeita pitoisuuksia on mitattu myös kaupunkien keskustoissa muualla Uudellamaalla. Katupölyn torjuntaa on pyritty tehostamaan tuottamalla tutkimustietoa katupölyn määrään vaikuttavista tekijöistä ja tehokkaista torjuntamenetelmistä. Uutena tutkimuksena käynnistyi vuonna 2011 Helsingin rakennusviraston koordinoima kaksivuotinen NASTA-tutkimusohjelma, jossa selvitetään onko rengasvalinnoilla mahdollista merkittävästi alentaa pölypitoisuuksia ja vähentää terveyshaittoja.

Puun poltto aiheuttaa ilmanlaatuongelmia monilla seudun tiheään asutuilla pientaloalueilla ja bentso(a)pyreenille annettu tavoitearvo ylittyy paikoin. Tavoitearvon ylittymisen vuoksi HSY laatii EU:lle selvityksen, jossa arvioidaan tavoitearvon ylitysalueet ja altistuvien asukkaiden määrä. HSY pyrkii vähentämään puun polton haittoja tiedotuskampanjalla, jossa välitetään pientalojen asukkaille tietoa oikeista polttotavoista ja keinoista vähentää puun polton päästöjä ja niiden haittoja.

Ilmanlaadusta tiedottamista on kehitetty: Keväällä 2012 otettiin käyttöön tekstiviestipalvelu, jonka avulla asukkailla on mahdollista saada matkapuhelimeensa tekstiviesti ilmanlaadun heikkenemisestä. Tästä vuodesta alkaen ilmanlaatu-tiedot ovat nähtävissä HSL:n aikataulunäytöillä myös Espoossa.

Helsingissä 28.5.2012

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY
Seutu- ja ympäristötieto



Peter Fredriksson
vs. Tulosaluejohtaja



Tarja Koskentalo
Ilmansuojeluyksikön päällikkö

Tiivistelmä

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY mittaa ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2011 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli useilla mittausasemilla edellisvuotta vähemmän. Ne aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä. Merkittäviä kaukokulkeumia tai muita pitkäkestoisia ilmanlaadun heikkenemistilanteita ei vuonna 2011 ollut.

Huhtikuun alkupuolelle kestänyt lumipeite sekä vaihteleva sää hillitsivät pölyämistä lukuun ottamatta pääväyliä. Rajuun katupölykausi alkoi vasta 11.4., tavanomaisesta lähes pari viikkoa myöhässä. Katujen tehostettu puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla suolaliuoksella ovat laskeneet hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia, eikä niiden raja-arvo ole ylittynyt enää vuoden 2006 jälkeen. Ohjearvo ylittyi kevään katupölykaudella vilkasliikenteisissä ympäristöissä.

Vuonna 2011 typpidioksidin vuosipitoisuus ei ylittänyt raja-arvoa enää Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla. Edellisinä vuosina raja-arvo on ylittynyt myös Mannerheimintien mittausasemalla. Raja-arvo ylittyi kuitenkin edelleen monin paikoin Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa. Raja-arvo olisi tullut saavuttaa 1.1.2010 mennessä. Koska tätä tavoitetta ei saavutettu määräaikaan mennessä, EU-komissiolta on haettu määräraikaan pidennystä. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi yhdeksänä kuukautena Mäkelänkadun katukuilussa, kolmena kuukautena Helsingin ydinkeskustassa ja helmikuussa myös paikoin muilla seudun vilkasliikenteisillä alueilla.

Pienhiukkaspitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoa, mutta WHO:n terveysperusteinen vuosiohjearvo ylittyi vilkasliikenteisessä katukuilussa Mäkelänkadulla ja pientaloalueella Vantaan Päiväkummussa. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet nousivat muutaman kerran korkeiksi kaukokulkeumien aikana koko seudulla ja paikallisesti myös liikenteen ja puun pienpolton päästöjen vuoksi. Puunpolton päästöt aiheuttavat lisäksi korkeita bentso(a)pyreenin pitoisuuksia, ja sille annetun tavoitearvon arvioidaan ylittyvän paikoin pientaloalueilla. Vuonna 2011 mitattiin tavoitearvon ylitys Päiväkummun pientaloalueella, mutta väljemmällä alueella sijaitsevalla Vartiokylän mittausasemalla ylitystä ei ole mitattu. Lisäksi polttoperäisiä suoria päästöjä kuvaavia mustan hiilen ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksia mitattiin vuonna 2011 Helsingin ydinkeskustassa.

Julkaisija

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Tekijät

Marjatta Malkki, Liisa Matilainen, Anu Kousa, Maria Myllynen, Jarkko Niemi, Kati Loukkola

Päivämäärä

15.6.2012

Julkaisun nimi

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011

Avainsanat

ilmanlaatu, pääkaupunkiseutu

Sarjan nimi ja numero: HSY:n julkaisuja 9/2012

ISSN-L 1798-6087

ISBN (nid.) 978-952-6604-50-3

ISBN (pdf) 978-952-6604-51-0

ISSN (nid.) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Kieli: suomi

Sivuja: 130

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY

puhelin 09 156 11, faksi 09 1561 2011

www.hsy.fi

Otsonipitoisuudet alittivat terveysperusteisen tavoitearvon, mutta pitkän ajan tavoite ylittyi koko seudulla Helsingin ydinkeskustaa lukuun ottamatta. Rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuudet olivat alhaisia eivätkä ylittäneet raja- tai ohjearvoja vuonna 2011.

Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat sekä pitkällä aikavälillä että kymmenen viime vuoden aikana laskeneet otsonia ja pienhiukkasia lukuun ottamatta.

Vuonna 2011 päästöt laskivat edellisvuodesta. Rikkidioksidin päästöt pienenevät 7 %, hiukkasten 15 %, typen oksidien 10 % ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden 8 %. Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet merkittävästi.

Sammandrag

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster HRM mäter luftkvaliteten i huvudstadsregionen. År 2011 var luftkvaliteten största delen av tiden god eller nöjaktig. På flera mätstationer var antalet timmar med dålig eller mycket dålig luftkvalitet färre än föregående år. Dessa orsakades mestadels av vårens gatudamm. Betydande fjärrtransporter eller andra långvariga situationer med försämrad luftkvalitet förekom inte år 2011.

Snötäcket, som dröjde kvar till början av april, samt omväxlande väderlek begränsade dammandet, med undantag för huvudlederna. Den intensivaste gatudampperioden började först den 11.4., nästan ett par veckor senare än vanligt. Den effektiverade rengöringen och bevattningen av gatorna med dammbindande saltlösning har sänkt koncentrationen av inandningsbara partiklar och gränsvärdet för dessa har inte längre överskridits efter år 2006. Riktvärdet överskreds i livligt trafikerade miljöer under vårens gatudampperiod.

År 2011 överskreds inte längre årskoncentrationen för kvävedioxid gränsvärdet vid Mannerheimvägens mätstation i Helsingfors stadskärna. Under föregående år har gränsvärdet överskridits också vid mätstationen på Mannerheimvägen. Gränsvärdet överskreds dock fortsättningsvis på många ställen i Helsingfors livligt trafikerade gatukanjoner. Gränsvärdet borde ha uppnåtts senast den 1.1.2010. Emedan detta mål inte uppnåddes inom utsatt tid, har man av EU-kommissionen ansökt om förlängning av tiden. Dygnsriktvärdet för kvävedioxid överskreds under nio månader i Backasgatans gatukanjon, under tre månader i Helsingfors stadskärna och i februari även ställvis på andra livligt trafikerade områden i regionen.

Koncentrationerna av finpartiklar överskred inte gränsvärdet, men WHO:s hälsobaserade årsriktvärde överskreds i den livligt trafikerade gatukanjonen på Backasgatan och på småhusområdet i Lövkulla. Dygnskoncentrationerna av finpartiklar steg några gånger högt i hela regionen under fjärrtransporter och även lokalt på grund av utsläpp från trafik och småskalig vedeldning. Utsläpp från vedeldning orsakade dessutom höga koncentrationer av benso(a)pyren och dess målvärde beräknas att överskrida ställvis på småhusområden. År 2011 uppmättes en överskridning av målvärdet på småhusområdet i Lövkulla, men vid mätstationen i Botby, som ligger i ett glesare område, har ingen överskridning uppmätts. Därtill uppmättes år 2011 koncentrationer av sot och antal partiklar, som anger direkta utsläpp från förbränning, i Helsingfors stadskärna.

Utgivare

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

Författare

Marjatta Malkki, Liisa Matilainen, Anu Kousa, Maria Myllynen, Jarkko Niemi, Kati Loukkola

Datum

15.6.2012

Publikationens namn

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011

Nyckelord

luftkvalitet, huvudstadsregionen

Publikationsseriens titel och nummer:

HRM:s publikationer 9/2012

ISSN-L 1798-6087

ISBN (hft) 978-952-6604-50-3

ISBN (pdf) 978-952-6604-51-0

ISSN (hft) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Språk: finska

Sidor: 130

Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster

PB 100, 00066 HSY

telefon 09 156 11, fax 09 1561 2011

www.hsy.fi

Ozonkoncentrationerna underskred det hälsobaserade målvärdet, men den långsiktiga målsättningen överskreds i hela regionen, med undantag av Helsingfors stadskärna. Koncentrationerna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly var låga och överskred inte gräns- eller riktvärdena år 2011.

Koncentrationerna av luftföroreningar i huvudstadsregionen har, såväl på lång sikt, som under de tio senaste åren sjunkit, med undantag av ozon och finpartiklar.

År 2011 var utsläppen lägre än föregående år. Utsläppen av svaveldioxid minskade med 7 %, av partiklar med 15 %, av kväveoxider med 10 % och av flyktiga organiska föreningar med 8 %. På lång sikt har utsläppen i huvudstadsregionen, med undantag av koldioxid, minskat märkbart.

Abstract

Helsinki Region Environmental Services Authority HSY monitors air quality in the Helsinki metropolitan area. In 2011 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 many monitoring sites smaller than during the previous year. Poor or very poor air quality was in most cases due to spring time street dust. There were no significant long-range transport episodes or other long lasting events of deteriorated air quality.

Snow cover that lasted up to the beginning of April and changeable weather restrained resuspension of street dust except for the major roads. The strongest street dust period did not start until the 11th of April, about two weeks later than normally. Intensified cleaning of streets and sprinkling them with dilute solution of calcium chloride have been effective in decreasing the concentrations of thoracic particles, the limit values of which have not been exceeded after 2006. The national 24-hour guideline for thoracic particles was exceeded in busy traffic environments during the street dust period in spring.

In 2011 the annual average concentration of nitrogen dioxide no longer exceeded the limit value in the city centre of Helsinki at Mannerheimintie monitoring station. In previous years the limit value has been exceeded also at the Mannerheimintie monitoring station. The limit value was, however, still exceeded at many places in busy street canyons of Helsinki. The limit value should have been achieved by the beginning of 2010. Because this aim was not achieved by the given date, a postponement has been applied for from the EU Commission. The national 24-hour guideline was exceeded during nine months in the street canyon of Mäkelänkatu, during three months in the Helsinki city centre and in February also in many places in the busy traffic areas of the region.

The concentrations of fine particles did not exceed the limit value, but the annual guideline based on health effects given by WHO was exceeded in the busy street canyon of Mäkelänkatu and in Päiväkumpu area of detached housing in Vantaa. Long-range transport of fine particles caused high daily concentrations from time to time in the whole metropolitan area. Also emissions from traffic and small scale wood burning caused locally high daily concentrations occasionally. Emissions from small scale wood burning cause high concentrations of benzo(a)pyrene and its target value is estimated to be exceeded in some areas with densely built detached houses. In 2011 the target value was exceeded in Päiväkumpu area of detached housing, but no exceedances have been observed at Vartiokylä monitoring station, which is not as densely built. The concentrations of black carbon and the number concentrations of particles were also measured in the city centre of Helsinki in 2011. They both describe the effects of direct combustion emissions on air quality.

Published by

Helsinki Region Environmental Services Authority

Author

Marjatta Malkki, Liisa Matilainen, Anu Kousa, Maria Myllynen, Jarkko Niemi, Kati Loukkola

Date of

publication
15.6.2012

Title of publication

Air Quality in the Helsinki Metropolitan Area in 2011

Keywords

Air Quality, Helsinki Metropolitan Area

Publication series title and number:

HSY publications 9/2012

ISSN-L 1798-6087

ISBN (print) 978-952-6604-50-3

ISBN (pdf) 978-952-6604-51-0

ISSN (print) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Language: Finnish

Pages: 130

Helsinki Region Environmental Services Authority

PO Box 100, 00066 HSY

Tel. +358 9 156 11, Fax +358 9 1561 2011

www.hsy.fi

Ozone concentrations were below the target value for protection of human health, but exceeded the long-term objective over the whole area besides the city centre of Helsinki. The concentrations of sulphur dioxide, carbon monoxide, benzene, and lead were low and did not exceed the limit values in 2011.

The concentrations of air pollutants have decreased in the long run and also during the past ten years except for ozone and fine particles.

In 2011 the emissions of air pollutants decreased compared to the previous year. The emissions of sulphur dioxide decreased by 11 %, those of particles 15 %, the emissions of nitrogen oxides by 10 %, and those of volatile organic compounds by 8 %. In the long run the emissions of air pollutants have decreased in the Helsinki metropolitan area except for carbon dioxide.

Sisällys

1. Johdanto	7	6. Ilmanlaatu erityiskohteissa	29
2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista	8	6.1 Mäkelänkatu	29
2.1 Yleistä	8	6.2 Matinkylä	30
2.2 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset	8	6.3 Päiväkumpu	31
2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset	9	6.4 Eteläranta	32
2.4 Vaikutukset epäpuhtauksittain	9	7. Episoditilanteet	35
Hiukkaset	9	7.1 Kevään katupölykausi	35
Typenoksidit (NO ja NO ₂)	9	7.2 Typpidioksidiepisodit	36
Otsoni (O ₃)	9	7.3 Pienhiukkasepisodit	38
Rikkidioksidi (SO ₂)	10	7.4 Otsoniepisodit	39
Hiilimonoksidi eli häkä (CO)	10	7.5 Varautuminen episoditilanteisiin	40
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	10	8. Ilmanlaatu indeksillä arvioituna	41
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	10	8.1 Ilmanlaatuindeksi	41
Raskasmetallit	10	8.2 Ilmanlaadusta tiedottaminen	41
Musta hiili (BC)	10	8.3 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna	41
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)	11	9. Mustan hiilen pitoisuudet	44
Hiilidioksidi (CO ₂)	11	10. Hiukkasten lukumääräpitoisuudet	46
3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2011	12	11. Typpidioksidipitoisuudet keräinmenetelmällä	48
4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna	14	11.1 Helsinki	48
4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuina	14	11.2 Espoo	49
Hengitettävät hiukkaset	14	11.3 Kauniainen	50
Pienhiukkaset	15	11.4 Vantaa	50
Typpidioksidi ja typenoksidit	16	11.5 Mittausten luotettavuus	50
Rikkidioksidi, hiilimonoksidi ja lyijy	17	12. Säätö	53
Bentseeni	17	13. Ilmanlaatu keväällä 2012	55
4.2 Tilanne suhteessa raja-arvoihin	17	14. Päästöt	57
Hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylitykset	19	14.1 Liikenne	58
Typpidioksidin raja-arvon ylitykset	19	Autoliikenne	58
Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet	19	Satamat	60
4.3 Pitoisuudet kynnys- ja tavoitearvoihin verrattuina	20	Lentoliikenne	61
Otsoni	20	Junaliikenne	61
Raskasmetallit ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt	21	Työkoneet	61
4.4 Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuina	22	14.2 Pistelähteet	62
Hengitettävät hiukkaset	22	Energiantuotanto	62
Typpidioksidi	22	Pienet pistelähteet	64
Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi	22	14.3 Pintalähteet	64
5. Pitoisuuksien ajalliset muutokset	24	15. Yhteenvedo ja johtopäätökset	65
5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen	24	15.1 Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla 2011	65
Hengitettävät hiukkaset	24	15.2 Typpidioksidin raja-arvo ei ylittynyt Helsingin ydinkeskustassa	65
Pienhiukkaset	24	15.3 Hiukkasten ja typpidioksidin ohjearvot ylittivät	66
Typenoksidit	26	15.4 Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyy paikoin pientaloalueilla	66
Otsoni	26	15.5 Korkeita mustan hiilen ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksia liikenteestä	66
Bentseeni ja raskasmetallit	26	15.6 Erityiskohteiden ilmanlaatua selvitetään	66
Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi	26	15.7 Vuosipitoisuudet pääosin laskeneet	67
5.2 Vuodenaikavaihtelu	27	15.8 Päästöt pääosin laskussa	67
5.3 Viikonpäivävaihtelu	28	16. Lähdeluettelo	68
5.4 Vuorokausivaihtelu	28		

Liitteet

Liite 1. Pitoisuudet 2011	70
Liite 2. Kuukausikeskiarvot	91
Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut	93
Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat	97
Liite 5. NO₂- ja SO₂- määritykset suuntaa-antavilla mittauksilla	119
Liite 6. Päästöt	124
Liite 7. Liikennemäärät päätieverkoilla syksyllä 2011	127
Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä	128

1. Johdanto

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-, kynnyks-, tavoite- ja ohjearvoja sekä kriittisiä tasoja.

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 laivallikenteen päästöjen takia. Yleensä rikkidioksidi-, lyijy- ja hiilimonoksidipitoisuudet eivät enää nykyään aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös arseenin, kadmiumin ja nikkelin sekä bentseenin pitoisuudet ovat alhaisia.

Tässä raportissa tarkastellaan ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla vuonna 2011. Ilmansaasteiden pitoisuuksia verrataan raja-, kynnyks-, tavoite- ja ohjearvoihin sekä kriittisiin tasoihin ja arvioidaan kehitystä viime vuosina. Typpidioksidipitoisuuksia on useiden vuosien ajan arvioitu myös keräinmenetelmällä ja näiden passiivikeräysten tulokset vuodelta 2011 esitetään tässä raportissa. Raportissa on kuvattu myös liikenteen, energiantuotannon ja muiden lähteiden päästöt vuonna 2011 sekä niiden kehitys. Liitteenä on esitetty tekstiä täydentäviä kuvia ja taulukoita sekä kuvaukset mittausasemista ja mittausverkon toiminnasta. Raporttiin on liitetty myös katsaus kevään 2012 ilmanlaadusta.

2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista

2.1 Yleistä

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

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

Päästöt purkautuvat ilmakehän alimpaan kerrokseen, missä ne sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien 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 märkälaskemuksena, kuivalaskeuksena erilaisille pinnoille tai kemiallisesti muuntuen toisiksi yhdisteiksi.

Ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia säädellään raja-, kynnyks-, 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.

Typpidioksidin ohjearvot ylittyvät Suomessa yleensä keväisin ja muulloin satunnaisesti suurimpien kaupunkien keskustoissa. Hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvon yleensä keväisin, etenkin vilkkaiden teiden ja katujen varilla. Rikkidioksidipitoisuuksien ohjearvot saattavat vielä

ylittyä joillakin teollisuuspaikkakunnilla. Typpidioksidin ja hiukkasten raja-arvot eivät yleensä ylitä, mutta ylityksiä saattaa esiintyä suurimpien kaupunkien ydinkeskustassa ja vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ylittyy joskus myös työmaiden läheisyydessä. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet saattavat ylittää tavoitearvon pajoitellen 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 hengitysilman pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa. Erityisesti kaupunkien keskustoissa ja muuten vilkkaasti liikennöidyillä alueilla liikkuvat ja asuvat ihmiset altistuvat ilmansaasteille. Myös pientaloalueilla tulisijojen savut saattavat lisätä merkittävästi altistumista. Suuri osa ulkoilman kaasumaisista ja hiukkasmaisista haitallisista aineista kulkeutuu rakennusten sisätiloihin. Terveyshaittojen kannalta merkittävimpiä ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista epätäydellisen palamisen lähteistä peräisin olevat pienhiukkaset.

Suomessa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat yleensä kohtalaisen alhaisia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille kuitenkin vaihtelee. Niin sanotut herkat väestöryhmät saavat oireita ja heidän toimintakykynsä saattaa heikentyä jo kohtalaisen pienistä ilmansaastepitoisuuksista. 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 hengenahdistusta 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 (esisisätiloihin) siirtyminen on myös keskeinen osa oireiden lievitystä.

2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset

Ilmansaasteet aiheuttavat terveyshaittojen lisäksi haittaa myös luonnolle. Haitallisia luontovaikutuksia ovat vesistöjen ja maaperän happamoituminen sekä rehevöityminen. Lisäksi ilmansaasteet vahingoittavat kasveja sekä suoraan lehtien ja neulasten kautta että juuriston vaurioitumisen myötä. Ilmansaasteiden vaikutukset näkyvät selvästi useiden kaupunkien ja teollisuuslaitosten ympäristössä puiden neulasvaurioina sekä puiden rungolla kasvavien jäkäliden vähentymisenä ja vaurioitumisena. Jäkälää voidaankin käyttää niin kutsuttuina bioindikaattoreina selvitettyä 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 hengitettäviksi hiukkasiksi (PM_{10}), sillä ne kulkeutuvat alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin. Alle 2,5 mikrometrin kokoiset pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$) tunkeutuvat keuhkorakkuloihin asti. Alle 0,1 mikrometrin suuruiset hiukkaset määritellään ultrapieniksi ja ne saattavat tunkeutua keuhkorakkuloista verenkiertoon.

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

Ulkoilman hiukkasia pidetään länsimaissa kaikkein haitallisimpana ympäristökijänä 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)

Typenoksidiilla (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 typpidioksiidi (NO_2), joka tunkeutuu syvälle hengitysteihin. Se lisää hengityselinoireita erityisesti lapsilla ja astmaatikoilla sekä korkeina pitoisuuksina supistaa keuhkoputkia. Typpidioksiidi 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 yläilmakehässä 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 yläilmakehässä (otsonikato), ja haitallisen otsonin määrä on lisääntynyt alailmakehässä.

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

Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä 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 herkkyys otsonille vaihtelee kasvilajeittain.

Rikkidioksidi (SO₂)

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

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

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

Hiilimonoksidi eli häkä (CO)

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

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

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä (VOC) tarkoitetaan suurta määrää erilaisia orgaanisia hiiliyhdisteitä, jotka esiintyvät pääosin kaasumaisessa muodossa. Osa niistä on kuitenkin puolihihtuvia ja esiintyvät olosuhteista riippuen myös hiukkasmuodossa. VOC-yhdisteitä ovat mm. monet hiilivedyt, alkoholit, ketonit, aldehydit, esterit ja

etterit. 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 alilmakehässä otsonia, joka on terveydelle haitallista ja vaurioittaa kasveja.

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat hiilestä ja vedystä koostuvia yhdisteitä, joissa vähintään kaksi aromaattista rengasta on liittyneenä toisiinsa. Osa PAH-yhdisteistä on kaasumaisia ja osa niistä esiintyy hiukkasmuodossa. PAH-yhdisteitä muodostuu epätäydellisen palamisen seurauksena. Monet PAH-yhdisteet, kuten bentso(a)pyreeni, lisäävät syöpäriskiä. Kohonneita PAH-pitoisuuksia esiintyy erityisesti asuntoalueilla, joilla on paljon talokohtaista puulämmitystä. Myös liikenteen päästöt nostavat hieman PAH-pitoisuuksia.

Raskasmetallit

Suomen kaupungeissa esiintyvät lyijypitoisuudet ovat matalia ja laskeneet huomattavasti 1980-luvun tasosta, koska lyijyllisen bensiinin myynti lopetettiin vuonna 1994. Niinpä lyijyn ei katsota enää aiheuttavan merkittävää haittaa lasten 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 dieselajoneuvot ja -työkoneet, puun pienpoltto, laivaliikenne ja kaukokulkeuma. Ulkolähteistä peräisin oleva musta hiili tunkeutuu tehokkaasti sisätiloihin.

Musta hiili on yhdistetty kasvihuoneilmaston voimistumiseen, koska se sitoo tehokkaasti lämmittävää auringon säteilyä, ja 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 2011

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvin ja suuntaa-antavin mittauksin, mallintamalla sekä bioindikaattoreiden avulla. Helsingin seudun ympäristöpalvelut-kuntayhtymä HSY seurasi vuonna 2011 pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvin mittauksin 11 kohteessa. Niistä seitsemän sijainti on pysyvä ja neljän paikka harkitaan vuosittain, eli ne ovat nk. siirrettäviä mittausasemia (kuva 1 ja taulukko 1). Mittauksin selvitettiin liikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen ja pienpolton 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. PM₁₀-näytteistä analysoitiin raskasmetallien ja PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. Lisäksi mitattiin säätilaa kuvaavia muuttujia. 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).

Ilmanlaatuasetuksessa on määritelty ilmanlaadun seuranta-alueet, joiden alueella pitää hankkia ilmanlaadusta riittävät tiedot jatkuvin tai suuntaa-antavin mittauksin tai käyttämällä erilaisia mallinnus- tai arviointimenetelmiä. Ilmanlaadun seuranta-alueet on pääsääntöisesti jaettu Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskusten toimialueiden mukaisesti. Pääkaupunkiseutu väestökeskittymänä muodostaa kuitenkin oman seuranta-alueen. Mittausarve, käytettävät mittausmenetelmät ja niiden laajuus riippuvat vallitsevista epäpuhtauksien pitoisuuksista sekä seuranta-alueen tai väestökeskittymän asukasluvusta.

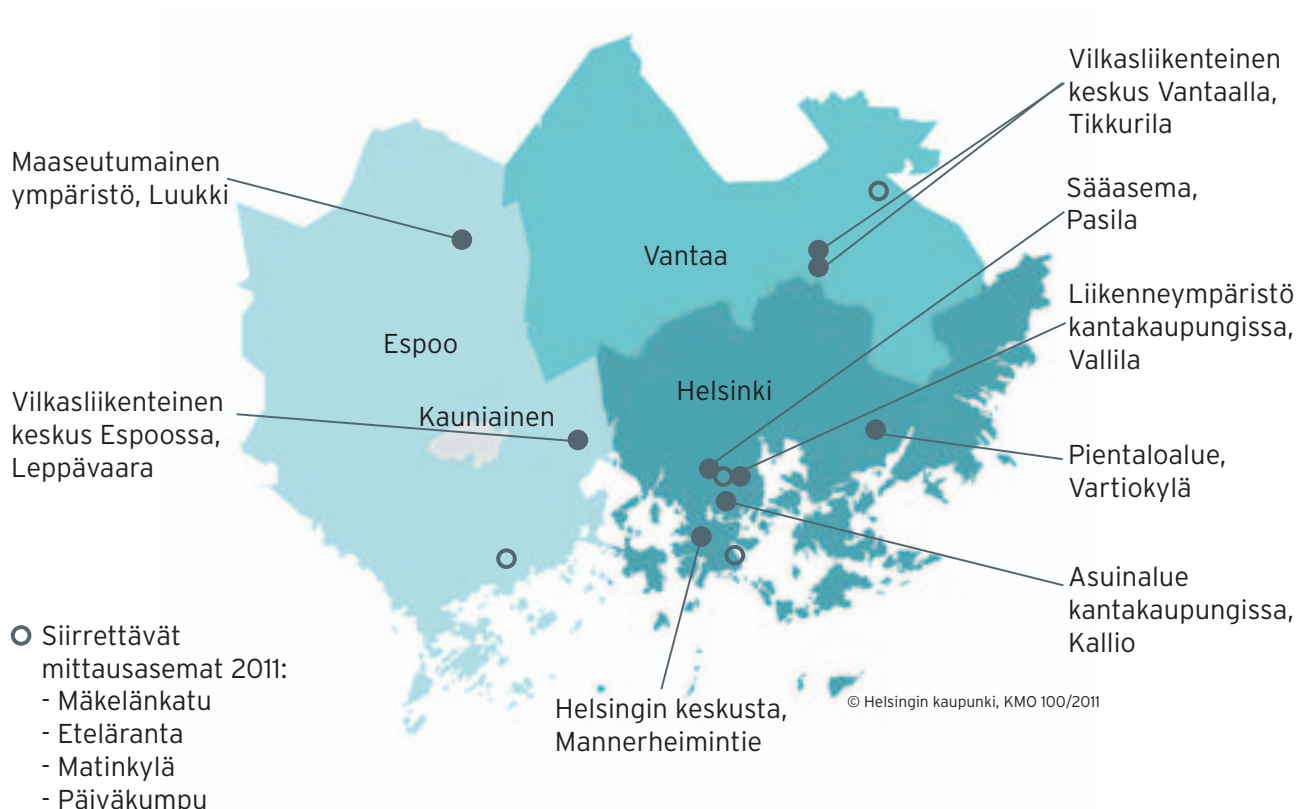
Mittausasemat luokitellaan sijaintinsa, päästölähteiden etäisyyden ja luonteen sekä tulosten edustavuuden mukaan. Sijaintinsa mukaan ne luokitellaan kaupunki-, esikaupunki- ja maaseutuasemiksi tai näiden tausta-asemiksi. Tausta-asemat sijaitsevat riittävän etäällä vilkasliikenteisistä kaduista ja muista yksittäisistä päästölähteistä, jotta ne edustavat laajasti ympäröivän alueen ilmanlaatua. Esimerkiksi kaupunkitausta-asemaa käytetään väestön yleisen altistumisen arviointiin kaupunkialueella. Päästöjen luonteen mukaan mittausasemat voidaan luokitella liikenneasemiksi tai teollisuusasemiksi. Teollisuusasemilla mitataan esimerkiksi selluteollisuuden tai energiantuotannon päästöjen paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun. Liikenneasemat sijaitsevat vilkasliikenteisten katujen varsilla ja ne edustavat väestön suurinta altistumista liikenteen päästöille.

Ilmanlaatua pyritään mittaamaan mahdollisimman lähellä hengityskorkeutta. Käytännössä mittauskorkeus on yleensä noin neljä metriä. Mittalaitteiden näytteenotokohdan välittömässä läheisyydessä ei ole ilmavirtaa rajoittavia esteitä kuten rakennuksia tai puita. Liikenneympäristöä edustavat mittausasemat on sijoitettu siten, että näytteenoton etäisyys suurista tienristeyksistä on vähintään 25 metriä ja etäisyys lähimmän ajokaistan reunasta on enintään 10 metriä. Otsonimittausten näytteenottopisteen etäisyys on Mannerheimintien mittausasemaa lukuun ottamatta yli 10 metriä lähimmästä tiestä ja muista päästölähteistä.

Mittausasemat on pyritty sijoittamaan edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Mannerheimintien mittausasema edustaa vilkasliikenteistä kaupunkikeskustaa ja Vallila kuvaa puolestaan yleisemmin Helsingin keskustan liikenneympäristöä. Kallio kuvaa keskusta-alueen yleistä ilmanlaatua, ja tällä kaupunkitausta-asemalla mitatut pitoisuudet vastaavat tasoa, jolle ihmiset keskimäärin altistuvat Helsingin keskustan asuinalueilla. Vartiokylän mittausaseman tulokset kuvaavat ilmanlaatua pientaloalueella sekä alueellista taustapitoisuutta. Leppävaara ja Tikkurila kuvaavat vilkasliikenteisiä kaupunkiympäristöjä Espoossa ja Vantaalla. Tiedekeskus Heureka Tikkurilassa mitataan otsonipitoisuuksia, ja pitoisuudet kuvaavat otsonitasoa esikaupunkialueella. Luukissa sijaitsee alueellinen tausta-asema, joka kuvaa seudun ilmanlaatua etäällä päästölähteistä.

Erityiskohteissa (luku 6) ilmanlaatua seurataan yleensä vuoden jaksossa käyttäen siirrettäviä mittausasemia. Vuonna 2011 siirrettävät mittausasemat olivat Helsingin Mäkelänkadulla, Espoon Matinkylässä, Vantaan Päiväkummussa ja Eteläsataman vaikutusalueella Etelärannassa. Mäkelänkadun mittausasema sijaitsi vilkasliikenteisessä katukuilussa (Mäkelänkatu 52), jossa vuonna 2010 todettiin suuntaa antavalla keräinmenetelmällä typpidioksidin vuosisaraja-arvon ylitys. Espoon siirrettävällä mittausasemalla selvitettiin vilkasliikenteisten väylien vaikutusta koulu- ja päiväkotialueen ilmanlaatuun. Vantaan Päiväkummussa mitattiin ilmanlaatua pientaloalueella. Etelärannan mittaus-ten tarkoituksena oli selvittää laiva- ja autoliikenteen sekä satamatoimintojen vaikutusta alueen ilmanlaatuun.

Typpidioksidin ja rikkidioksidin keräinmenetelmillä täydennettiin mittausasemien jatkuvatoimisia mittauksia. Vuonna 2011 typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin 42 kohteessa eri puolilla pääkaupunkiseutua (luku 11) ja rikkidioksidin passiivikeräyksiä 3 kohteessa satama-alueilla (luku 6.4).



Kuva 1. HSY:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2011.

Taulukko 1. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut yhdisteet vuonna 2011.

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				x	x
Vallila	kantakaupunki, liikenneympäristö	x		x	x							
Kallio	kantakaupunki, tausta-asema	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				
Eteläranta	sataman vaikutusalue		x	x	x							
Mäkelänkatu	vilkasliikenteinen katukuilu	x	x	x								
Matinkylä	pääväylän vaikutusalue		x	x								
Päiväkumpu	vilkasliikenteinen keskus		x	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 ilmanlaatuilanteesta.

Hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, typpidioksidin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuuksille on vahvistettu raja-arvot valtioneuvoston ilmanlaatuasetuksella 38/2011 (taulukko 2 a). Pääkaupunkiseudulla mitatut pitoisuudet suhteessa raja-arvoihin on esitetty liitteessä 1.

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2011 hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat välillä 12 ja 24 µg/m³ pääkaupunkiseudun mittausasemilla (kuva 2 a). Pienimmät pitoisuudet mitattiin Vartiokylän pientaloalueella (Luukin tausta-aseamalla ei mittauksia) ja korkeimmat Helsingin vilkasliikenteisessä Mäkelänkadun katukuilussa. Pitoisuudet alittivat kaikilla mittausasemilla selvästi vuosiraja-arvon (40 µg/m³).

Myöskään vuorokausipitoisuuden raja-arvo ei ylittynyt vuonna 2011. Raja-arvon ylittyminen edellyttää, että vuorokausipitoisuudet ylittävät tason 50 µg/m³ vuoden aikana yli 35 kertaa. Ylityksiä oli Helsingin keskustassa Mannerheimintieellä 19, Vallilassa 3, Kalliossa 2, Vartiokylässä 0, Leppävaarassa 15, Tikkurilassa 4 ja Mäkelänkadulla 28 kertaa (kuva 2 b).

Enin osa raja-arvotason ylityksistä ajoittui kevään katupölykauteen (luku 7.1). Muutama ylitys tuli jo helmikuussa Mäkelänkadulla ja Leppävaarassa. Ne johtuivat osittain seudulle kaukokulkeutuneista pienhiukkasista. Ensimmäinen varsinaisesti katupölystä johtuva ylitys oli 7. maaliskuuta Mäkelänkadulla. Toukokuun 25. päivänä hengitysilma havaittiin hiukkasia, jotka olivat peräisin Islannissa purkautuneesta tulivuoresta. Kesä-heinäkuussa katutyöt aiheuttivat ajoittain pölyämistä Mannerheimintieellä Helsingin ydinkeskustassa. Marras-joulukuussa ylitykset johtuivat katupölystä, jota muodostui nastarengaskauden alussa ennen lumen tuloa.

Vuoden korkeimmat hiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Vartiokylän 43 ja Mäkelänkadun 149 µg/m³ välillä, tuntipitoisuudet Kallion 130 ja Mäkelänkadun 897 µg/m³ välillä (liite 1). Mäkelänkadun korkeimmat tunti- ja vuorokausipitoisuudet mitattiin rajuihmissa katupölypäivinä 11. huhtikuuta. Vartiokylän korkein vuorokausipitoisuus mitattiin 13.4., jolloin pölyäminen seudulla oli laaja-alaisinta. Kallion korkein tuntipitoisuus puolestaan mitattiin 10.11. klo 9, jolloin ilmanlaatu heikkeni aamuisen inversiutilanteen (luku 7.2) seurauksena kantakaupungissa.

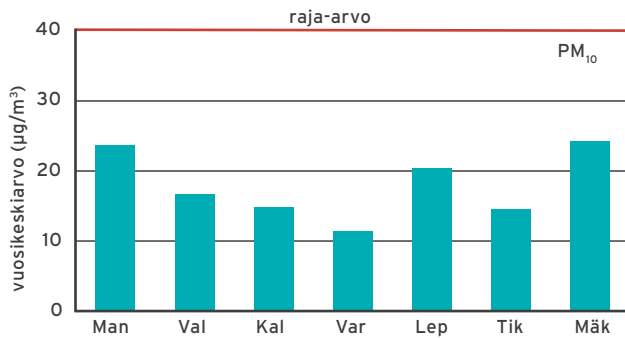
Taulukko 2 b. Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi annetut kriittiset tasot.

Taulukko 2 b. Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi annetut kriittiset tasot.

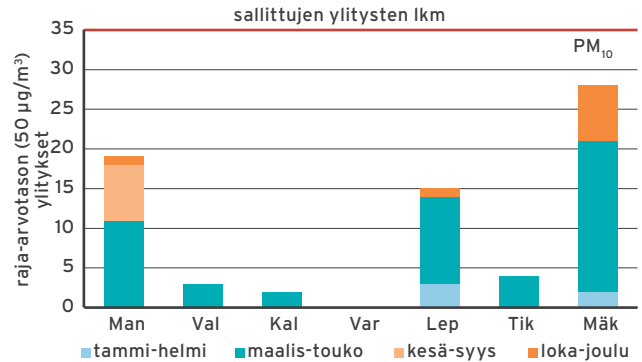
Yhdiste	Aika	Kriittinen taso, µg/m ³
Rikkidioksidi SO ₂	kalenterivuosi ja talvi	20
Typenoksidit NO _x	kalenterivuosi	30

Taulukko 2 a. EY:n ilmanlaadun raja-arvot, jotka on annettu ilmanlaatuasetuksella vuonna 2011.

Yhdiste	Aika	Raja-arvo µg/m ³	Sallitut ylitykset
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	vuosi	40	-
	vrk	50	35 vrk/vuosi
Pienhiukkaset PM _{2,5}	vuosi	25	-
Typpidioksidi NO ₂	vuosi	40	-
	tunti	200	18 h/vuosi
Rikkidioksidi SO ₂	vrk	125	3 vrk/vuosi
	tunti	350	24 h/vuosi
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	10 mg/m ³	-
Bentseeni C ₆ H ₆	vuosi	5	-
Lyijy Pb	vuosi	0,5	-



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



Kuva 2 b. 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 pakokaasuista, katupölystä ja puun pienpoltosta. Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot alittavat selvästi vuosiraja-arvon 25 µg/m³.

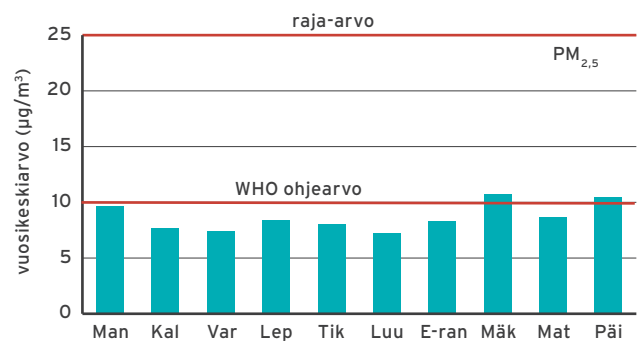
Maailman terveysjärjestö WHO:n ohjearvo pienhiukkasten vuosipitoisuudelle on paljon matalampi, 10 µg/m³, ja vuorokausipitoisuudelle 25 µg/m³ (WHO 2006). Vuosiohjearvo on ylittynyt useina vuosina vilkkaimmissa liikenneympäristöissä pääkaupunkiseudulla ja vuorokausiohjearvo joka vuosi kaukokulkeumien aikana koko seudulla. Vuorokausiohjearvo ylittyy epäsuotuisissa sääolosuhteissa paikoin myös liikenteen ja puun pienpoltton päästöjen vuoksi.

Vuonna 2011 pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat hieman edellisvuotta matalampia: Mannerheimintieellä 9,7 µg/m³, Kalliossa 7,7, Vartiokylässä 7,4, Leppävaarassa 8,4, Tikkurilassa 8,0, Luukissa 7,2, Etelärannassa 8,3, Mäkelänkadulla 10,7, Matinkylässä 8,6 ja Päiväkummussa 10,4 µg/m³ (kuva 2 c). Keskeinen syy matalampiin pitoisuuksiin oli pienhiukkasten vähäinen kaukokulkeutuminen seudulle (luku 7.3). Erityisesti Mäkelänkadulla liikenne (luku 6.1) ja Päiväkummussa pienpoltto (luku 6.3) aiheuttivat oman lisänsä pitoisuuksiin. Näillä asemilla pitoisuudet ylittivät WHO:n vuosiohjearvon, mutta olivat kuitenkin alhaisia raja-arvoon verrattuna. Etelärannassa pitoisuustasoa nostivat laivaliikenteen päästöt hieman (luku 6.4).

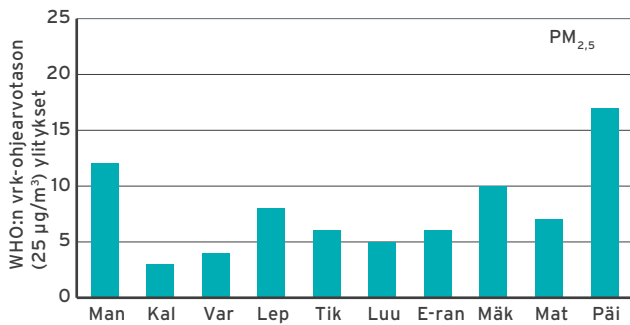
WHO:n vuorokauden ohjearvotason (25 µg/m³) ylittäviä päiviä oli selvästi edellisvuotta vähemmän: Mannerheimintieellä 12, Kalliossa 3, Vartiokylässä 4, Leppävaarassa 8, Tikkurilassa 6, Luukissa 5, Etelärannassa 6, Mäkelänkadulla 10, Matinkylässä 7 ja Päiväkummussa 17 kappaletta (kuva 2 d). Ylitykset johtuivat suurimmaksi osaksi kaukokulkeumasta. Paikallisen liikenteen päästöt olivat myös pää- tai osasyynä ylityksiin vilkasliikenteisillä alueilla. Lisäksi puun pienpoltolla oli selvä vaikutus ylitysten runsaaseen määrään Päiväkummussa.

Vuoden korkeimmat pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kallion 27 ja Päiväkummun 44 µg/m³ välillä ja tuntipitoisuudet Kallion 70 ja Luukin 386 µg/m³ välillä. Päiväkummun korkein vuorokausipitoisuus mitattiin pakkasjaksolla 19. helmikuuta (luku 6.3) ja Kallion kaukokulkeumapäivänä 7. marraskuuta (luku 7.3). Korkein tuntipitoisuus Kalliossa johtui ilotulitteista ja se mitattiin vuoden ensimmäisenä tuntina. Korkein tuntipitoisuus Luukissa mitattiin 2. lokakuuta ja se johtui todennäköisesti mittaustaseman lähistöllä tapahtuneesta risujen poltosta.

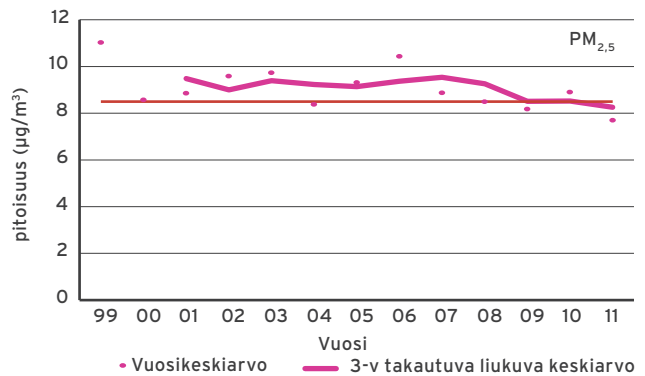
Pienhiukkasillemääriteltiin ilmanlaatuasetuksessa (VN 38/2011) kansallinen altistumisen pitoisuuskatto (20 µg/m³) ja kansallinen altistumisen vähennystavoite. Seurannassa käytettävä keskimääräinen altistumisindikaattori lasketaan pääkaupunkiseudulla sijaitsevan kaupunkitausta-aseman (Kallio) mittaustulosten 2009-2011 keskiarvona ja se saa olla enintään 8,5 µg/m³. Pienhiukkasten vuosien 2009-2011 keskiarvo Kalliossa oli 8,3 µg/m³ (kuva 2 e), joten pitoisuuksien vähennystavoite ei astunut voimaan Suomessa.



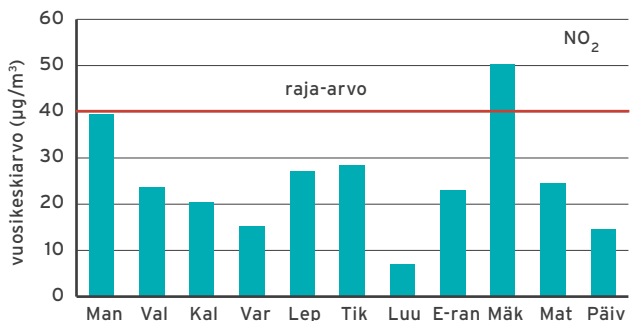
Kuva 2 c. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot raja-arvoon (25 µg/m³) sekä WHO:n ohjearvoon (10 µg/m³) verrattuina.



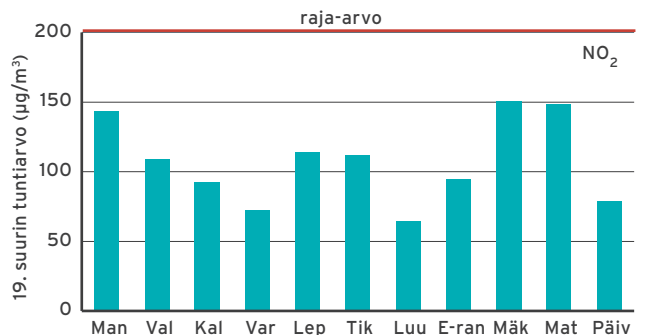
Kuva 2 d. Pienhiukkasten pitoisuudet WHO:n vuorokausiohjearvoon verrattuina eli 25 µg/m³ ylittävien vuorokausien määrä.



Kuva 2 e. Pienhiukkasten liukuvat kolmen vuoden keskiarvot Kalliossa verrattuna arvoon 8,5 µg/m³.



Kuva 2 f. Typpidioksidin vuosikeskiarvot raja-arvoon verrattuina.



Kuva 2 g. Typpidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.

Typpidioksidi ja typenoksidit

Vuonna 2011 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Mannerheimintien mittausasemalla 39 µg/m³ ja Mäkeläkadun mittausasemalla 50 µg/m³. Vuosiraja-arvo 40 µg/m³ ylittyi siten Mäkeläkadulla (kuva 2 f). Muilla mittausasemilla pitoisuudet vaihtelivat Luukin 7 ja Tikkurilan 28 µg/m³ välillä.

Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitettiin useissa paikoissa lisäksi passiivikeräimillä. Passiivikeräinmittauksin typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon vuonna 2011 katukuiluissa, eli Mannerheimintiellä, Töölöntullissa, Hämeentiellä ja Vilhonkadulla (taulukko 3 c ja luku 11). Lisäksi raja-arvo ylittyi Elie Saarisén tien tunnelissa bussipysäkillä ja Kehä I:n reunassa kevyen liikenteen väylällä. Autojen pakokaasuista peräisin olevat typenoksidit aiheuttavat korkeita typpidioksidin pitoisuuksia Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa, vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla ja pääväylien varsilla. Raja-arvon ylitysalueista ja ylitysten aiheuttamista toimenpiteistä kerrotaan tarkemmin luvussa 4.2.

Typpidioksidin tuntiraja-arvo ei ylittynyt. Tuntipitoisuuden raja-arvo on 200 µg/m³ ja se ylittyy, jos tätä suurempia tuntipitoisuuksia havaitaan yli 18 tuntia vuodessa. Vuonna 2011 ylitystunteja oli Mäkeläkadulla ja Matinkylässä 4 kpl sekä Mannerheimintiellä 1 kpl. Korkeimmat raja-arvoon verrannolliset tuntipitoisuudet olivat Mäkeläkadulla 150, Matinkylässä 149 ja Mannerheimintiellä 144 µg/m³ (kuva 2 g).

Korkeimmat tuntiarvot vaihtelivat Luukin 78 µg/m³ ja Mäkeläkadun 254 µg/m³ välillä, ja vuorokausiarvot Luukin 50 µg/m³ ja Mäkeläkadun 111 µg/m³ välillä. Luukin korkeimmat tunti- ja vuorokausipitoisuudet mitattiin pakkasjaksolla 21. helmikuuta ja yhtä korkea tuntipitoisuus myös katupölypäivänä 14. huhtikuuta. Samana päivänä mitattiin myös Mäkeläkadun korkein vuorokausipitoisuus. Korkein tuntiarvo mitattiin Mäkeläkadulla episoditilanteessa 27. tammikuuta (luku 6.1 ja 7.2).

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi typenoksideille on annettu kriittinen taso 30 µg/m³ (taulukko 2 b). 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

Pääkaupunkiseudulla mitatut pitoisuudet suhteessa raja-arvoihin on esitetty liitteessä 1. Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2011 selvästi raja-arvojen alapuolella. Pääkaupunkiseudun mittausasemien pitoisuudet olivat melko tasaisia ja vain hieman muita korkeampia Etelärannassa. Vuorokausiraja-arvoon ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntiraja-arvoon ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet olivat Etelärannassa 14 ja $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Vallilassa 13 ja $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Luukissa 9 ja $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Etelärannan pitoisuudet olivat ajoittain koholla laivojen päästöjen vuoksi (luku 6.4).

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on rikkidioksidille annettu kalenterivuoden ja talvikauden kriittinen taso $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (taulukko 2 b). Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän tasoon. Luukin rikkidioksidipitoisuus oli $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2011 ja $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ talvikaudella (1.10.2011-31.3.2012), joten pitoisuudet olivat selvästi alle kriittisen tason.

Hiilimonoksidin kahdeksan tunnin keskiarvolle annettu raja-arvo ($10 \text{mg}/\text{m}^3$) alittui selvästi. Korkein kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuus oli $1,7 \text{mg}/\text{m}^3$ Tikkurilassa helmikuussa.

Lyijypitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa $0,004 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli vain murto-osa vuosiraja-arvosta $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bentseeni

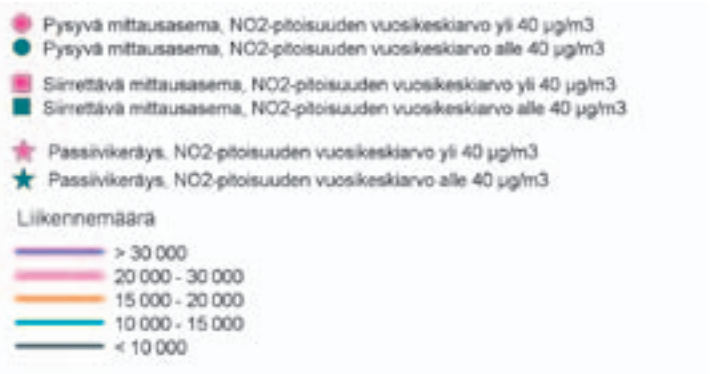
Bentseenin pitoisuuksia mitattiin passiivikeräinmenetelmällä kahden viikon jaksoissa Kalliossa, Vartiokylässä ja Tikkurilassa. Bentseenin vuosikeskiarvo oli Kalliossa $0,5$, Vartiokylässä $0,6$ ja Tikkurilassa $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siis selvästi bentseenin vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella. Pitoisuudet olivat koholla erityisesti helmi-kuun pakkasjaksolla (kuva 8). Bentseenipitoisuuksien lisäksi passiivikeräinnäytteistä mitattiin myös eräiden muiden VOC-yhdisteiden pitoisuuksia (liite 1).



4.2 Tilanne suhteessa raja-arvoihin

Ilman epäpuhtauspitoisuuksille asetetut raja-arvot ovat pääkaupunkiseudulla ylittyneet vain Helsingissä. Typpidioksidin vuosiraja-arvo ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ovat ylittyneet vilkasliikenteisissä korkeiden rakennusten reunustamissa katukuiluissa ja ydinkeskustan vilkkaimmin liikennöidyillä alueilla. Lisäksi typpidioksidin keräinmenetelmän tulosten perusteella vuosiraja-arvo voi ylittyä kaikkein vilkkaimmin liikennöityjen pääväylien välittömässä läheisyydessä piennaralueilla.

Helsingin katuosuudet, joilla hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien on arvioitu voivan ylittää raja-arvot, on esitetty kuvassa 3. Arvioitujen ylityskatujen pituus on noin kahdeksan kilometriä. Arvio perustuu ilmanlaadun mittauksiin ja asiantuntija-arvioon vuodelta 2004 (Helsinki 2005). Kuvassa on esitetty myös pysyvien ja siirrettävien mittausasemien paikat sekä ko. kaduilla olleet typpidioksidin passiivikeräyspaikat. Punaisin symbolein on merkitty ne paikat, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvo on ylittynyt viimeisimmässä mittauksissa tai passiivikeräyksissä.



Kuva 3. Helsingin katuosuudet, joissa ilmanlaadun raja-arvojen arvioidaan ylittyvän. Punaisin symbolein on merkitty ne paikat, joissa typpidioksidin vuosiraja-arvo on ylittynyt viimeisimmässä mittauksissa tai passiivikeräyksissä. Liikennemäärät arkisin (ajoneuvoa/vrk vuonna 2011) on esitetty eri värein.

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

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

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

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

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

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

Taulukko 3 c. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosipitoisuudet. Suluissa samassa paikassa mitattu alle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosipitoisuus.

Mittauspaikka	04	05	06	07	08	09	10	11
Kaisaniemenkatu 6 (2) ja 16 (7)		47					42	
Vilhonkatu 5 (8)								48
Malmirinne 3 (2) ja 1 (8)		41						(36)
Runeberginkatu 49 (7)					(36)	(38)	41	(36)
Töölöntulli, Mannerheimintie 57 (5, 6, 7, 8)					47	52	54	49
Mannerheimintie 47 (7) ja 132 (8)							44	41
Hämeentie 21 (2) sekä 14 ja 7 (3, 5, 6, 7, 8)		41	48		44	43	49	45
Mäkelänkatu 50 (7)							48	
Lapinrinne, tunnelisuun lähialue (4)				59				
Elieel Saarisen tien tunneli (8)								48
Pakila, Kehä I lähialue (1, 8)	53							44

(1) Malkki ja Kousa 2005

(2) Myllynen ym. 2006

(3) Myllynen ym. 2007

(4) Niemi ym. 2008

(5) Niemi ym. 2009

(6) Malkki ym. 2010

(7) Malkki ym. 2011

(8) Luku 11

Hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylitykset

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat korkeita erityisesti kevään pölykaudella vilkkaasti liikennöidyissä ympäristöissä. Hiekoitussepin ja asfaltin kulumisen vaikutuksesta pitoisuuksiin sekä hiukkasten koostumuksesta on tehty tutkimuksia pääkaupunkiseudulla (Tervahattu ym. 2005, 2007; Kupiainen ym. 2009). Tervahattu ym. (2005) toteuttamassa tutkimuksessa on havaittu hiekkapaperiefektiksi nimetty ilmiö, jonka mukaan hiekoitusmateriaali lisää pölyn määrää ilmassa, mutta suuri osa hiukkasista on kuitenkin peräisin asfaltista. Autonrenkaat yhdessä hiekoitushiekan kanssa irrottavat asfaltista huomattavasti enemmän hiukkasia kuin renkaat yksinään. Käytetyn hiekoitusmateriaalin raekoolla on merkittävä vaikutus syntyvän pölyn määrään: hienojakoinen hiekka jauhautuu ja kuluttaa asfalttia selvästi karkeata hiekkaa enemmän. Myös nastarenkaat lisäävät asfaltin pinnan kulumista. Kaikki rengastyypit nostavat hiukkasia ilmaan kaduilta. On kuitenkin havaittu, että erityisesti kitkarenkaat imevät imukupinomaisesti asfaltin huokosissa olevan hienojakoisen aineksen ja nostavat sen tehokkaasti ilmaan. (Tervahattu ym. 2007) Katujen puhdistamisen tehostaminen ja pölynsidonta laimealla suolaliuoksella vähentävät keväällä katujen pölyämistä (Kupiainen ym. 2009).

Katupölyn lisäksi merkittävää pölyämistä voivat aiheuttaa mm. rakennustyömaat. Mannerheimintien pölypäivien syytä on tutkittu kolmen vuoden ajan. Kesällä 2010 katukiveystöiden aiheuttama pölyäminen oli pääsyy alkukesän pölyämiseen, toukokuun puolivälissä ja loppukesällä myös kaukokulkeutuneet pienhiukkaset vaikuttivat pitoisuuksiin (Kupiainen ym. 2012). Touko-kesäkuun 2009 pölypäivät johtuivat mittausaseman vieressä tehtävien katukiveystöiden aiheuttamasta pölyämisestä (Kupiainen ym. 2011). Vuotta aiemmin Mannerheimintien pölypäivät johtuivat katupölyn lisäksi läheisten rakennus-, kisko- ja tietyömaiden hiukkasista sekä muutamina päivinä myös kaukokulkeumasta (Kupiainen ja Stojiljkovic 2009).

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden ylittäessä $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy ns. raja-arvotaso. Raja-arvon katsotaan ylittyneen, kun raja-arvotason ylittäviä vuorokausia on vuodessa yli 35 kappaletta. Vuoden 2001 jälkeen hengitettävien hiukkasten raja-arvo on ylittynyt Runeberginkadulla vuonna 2003, Hämeentiellä ja Mannerheimintielle vuonna 2005 sekä Mannerheimintielle ja Töölöntullissa vuonna 2006. Vuonna 2008 raja-arvotaso ylittyi Mannerheimintielle 35 kertaa, mikä on suurin sallittu ylitysmäärä ennen raja-arvon ylittymistä. Vuosina 2009-2011 ylitysvuorokausia on ollut aiempia vuosia vähemmän (taulukko 3 a). Puhdistamisen tehostaminen on parantanut tilannetta (luku 7.1).

Typpidioksidin raja-arvon ylitykset

Ulkoilman typpidioksidipitoisuudet ovat yleensä korkeita kevättalvella ja keväällä, kun otsonipitoisuudet alkavat kohota ja sääolosuhteet estävät epäpuhtauksien laimennemistä. Talvella voi esiintyä voimakkaita ja myös pitkäkes-

toisia inversiotilanteita, jolloin typpidioksidin pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi. Yleensä ns. episoditilanteet purkautuvat kuitenkin melko nopeasti eikä typpidioksidin tuntiraja-arvo ole ylittynyt pääkaupunkiseudulla.

Typpidioksidin vuosiraja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääkaupunkiseudulla se on ylittynyt Helsingin kuilumaisilla katualueilla. Ydinkeskustassa Mannerheimintielle raja-arvo ylittyi vuosina 2005-2010, mutta vuonna 2011 pitoisuus oli juuri ja juuri alle raja-arvon. Hämeentiellä raja-arvo on ylittynyt vuosina 2005 ja 2009, Töölöntullissa vuosina 2006 ja 2010 ja Mäkelänkadulla vuonna 2011 (taulukko 3 b). Typpidioksidin keräinmenetelmällä on todettu vuosipitoisuuden ylittäneen raja-arvon sekä vilkkaimman kehätien välittömässä läheisyydessä että Helsingin kuilumaisilla katualueilla, vuonna 2011 Vilhonkadulla, Töölöntullissa, Mannerheimintie 132:ssa ja Hämeentiellä (taulukko 3 c).

Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo tuli saavuttaa vuoden 2005 alussa. Koska talvihiekoituksella on merkittävä vaikutus raja-arvon ylittymiseen Helsingissä (Helsinki 2005), voidaan soveltaa ilmanlaatuasetuksen poikkeamaa, joka sallii raja-arvon ylittämisen. Raja-arvon ylityminen 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.

Pääkaupunkiseudulla on laadittu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta ilmansuojeluohjelma pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n (nykyisin Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY) laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä taustaaineistosta (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) mukaisesti vuoden välein ELY-keskukselle ja ympäristöministeriölle. Pitkjänteisten toimintaohjelmien lisäksi pääkaupunkiseudulle on laadittu varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen (HSY 2010b) (luku 7.5).

Typpidioksidin raja-arvo tuli saavuttaa vuonna 2010. Ilmansuojeluohjelmien toimenpiteet eivät kuitenkaan ole ehtineet vaikuttaa riittävästi, sillä raja-arvo ylittyi useissa katukuiluissa vielä vuonna 2011. EU on antanut mahdollisuuden hakea jatkoaikaa raja-arvon saavuttamiselle enintään vuoden 2015 loppuun asti. Suomi on käyttänyt tätä mahdollisuutta ja EU:n päätöstä jatkoajan suhteen odotellaan. HSY on arvioinut päästöjen kehitystä ja toimenpiteiden vaikutusta vuoteen 2015 asti (European Commission 2011).

4.3 Pitoisuudet kynnys- ja tavoitearvoihin verrattuina

Ilmanlaadun kynnysarvot (VN 38/2011) määrittelevät tason, jonka ylityessä väestölle on tiedotettava tai väestöä on varoitettava kohonneista ilmansaasteiden pitoisuuksista. Kynnysarvot on annettu otsonille, rikkidioksidille sekä typpidioksidille (taulukko 4 a). Tiedotuskynnys ilmaisee tason, jonka ylittyminen voi vaarantaa erityisen herkkien väestöryhmien terveyden. Varoituskynnys puolestaan on pitoisuustaso, jonka ylityessä lyhytaikainenkin altistuminen vaarantaa väestön terveyden. Suomessa ei ole esiintynyt varoituskynnyksen ylittäviä pitoisuuksia. Rikki- ja typpidioksidin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla erittäin matalia suhteessa varoituskynnyksiin. Otsonille annettu tiedotuskynnys 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 b). Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkällä aikajänteellä. Terveysperusteiset tavoitearvot on annettu otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkeliille ja bentso(a)pyreenille, joka on syöpäriskiä lisäävä PAH-yhdiste. Lisäksi otsonille on annettu kasvillisuusperusteiset tavoitearvot, joita kuvataan ns. AOT40-indeksin avulla (taulukko 4 b).

Otsoni

Otsonin vuosipitoisuudet olivat vuonna 2011 hieman edellisvuotta korkeampia. Otsonin korkeimmat tuntipitoisuudet (Kalliossa 161 ja Vartiokylässä 154 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) jäivät kuitenkin selvästi tiedotuskynnyksen (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) alapuolelle. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin 22.7. kaukokulkeuman aikana (luku 7.4.)

Terveyden suojelemiseksi annettu otsonin tavoitearvotaso (8 tunnin keskiarvo 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi vuonna 2011 Kalliossa, Vartiokylässä ja Tikkurilassa 2 kertaa sekä Luukissa 7 kertaa. Mannerheimintiellä ylityksiä ei ollut. Vuodesta 2010 alkaen ylityspäiviä sallitaan kolmen vuoden keskiarvona enimmillään 25, mutta pitkän ajan tavoitteena on, ettei ylityspäiviä ole lainkaan (kuva 4 a). Kasvillisuuden suojelemiseksi annetut tavoitearvot vuodelle 2010 alittuivat, mutta pitkän ajan tavoite ylittyi Luukissa (kuva 4 b). Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi annetut pitkän ajan tavoitteet ovat ylittyneet useimpina vuosina viimeisen 20 vuoden aikana (liite 1).

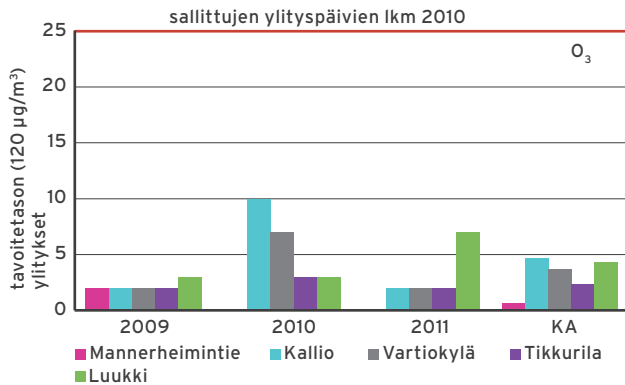
Taulukko 4 a. Kynnysarvot otsonille, rikkidioksidille ja typpidioksidille.

Yhdiste	Aika	Tiedotuskynnys, $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Varoituskynnys, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Otsoni O ₃	tunti	180	240
Rikkidioksidi SO ₂	kolme peräkkäistä tuntia	-	500
Typpidioksidi NO ₂	kolme peräkkäistä tuntia	-	400

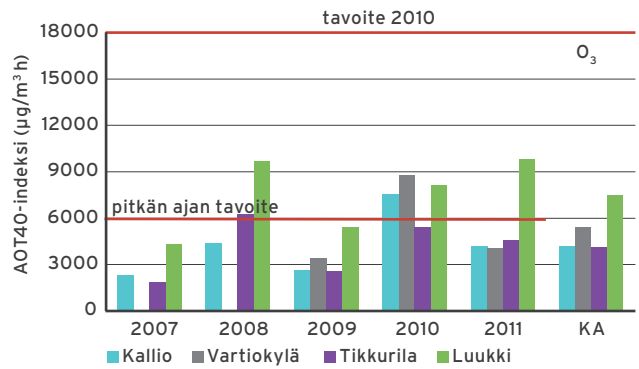
Taulukko 4 b. Tavoitearvot otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkeliille ja bentso(a)pyreenille sekä pitkän ajan tavoitteet otsonille.

Yhdiste	Aika	Tavoitearvo ja sen saavuttamisaika	Pitkän ajan tavoite
Terveyden 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 ng/m ³ , 1.1.2013 alkaen	
Kadmium Cd	vuosi	5 ng/m ³ , -"-	
Nikkeli Ni	vuosi	20 ng/m ³ , -"-	
Bentso(a)pyreeni	vuosi	1 ng/m ³ , -"-	
Kasvillisuuden suojeleminen:			
Otsoni O ₃	kesä*	18 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ h, 1.1.2010 alkaen viiden vuoden keskiarvona	6 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ h, ei ylityksiä

* 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien tuntipitoisuuksien (joista on vähennetty 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) summa jaksolla 1.5. - 31.7. klo 10 - 22 eli AOT40-indeksi.



Kuva 4 a. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2009-2011 verrattuna terveyden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon. Pitkän ajan tavoitteena on, että 120 µg/m³ taso ei ylitä yhtään kertaa. KA = keskiarvo kolmelta vuodelta.



Kuva 4 b. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2007-2011 verrattuna kasvillisuuden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon ja pitkän ajan tavoitteeseen. KA = keskiarvo viideltä vuodelta.

Raskasmetallit ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt

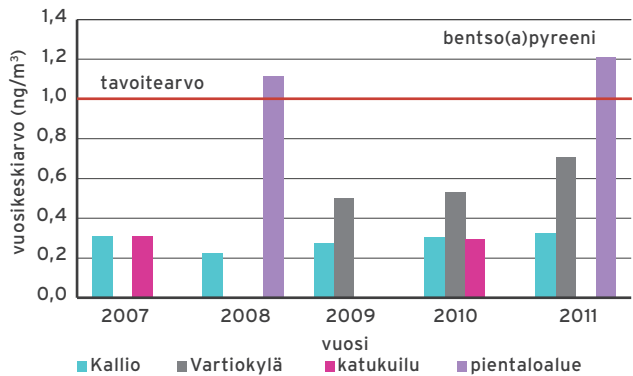
Eräille raskasmetalleille ja bentso(a)pyreenille, joka kuuluu polysyklisiin aromaattisiin hiilivetyihin (PAH), on määritelty tavoitearvot valtioneuvoston asetuksella 164/2007 (taulukko 4 b).

Raskasmetalleja on mitattu pääkaupunkiseudulla vuodesta 2000 lähtien. Vuonna 2011 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 PM₁₀-vertailumenetelmällä aloitettiin vuonna 2007 pääkaupunkiseudulla. Aikaisempina vuosina näytteet kerättiin suurtehokeräinmenetelmällä, jonka todettiin aliarvioivan pitoisuuksia. Vuonna 2011 PAH-pitoisuuksia mitattiin kaupunkitausta-asemalla Kalliossa sekä pientaloalueilla Vartiokylässä ja Päiväkummussa. Bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,3, Vartiokylässä 0,7 ja Päiväkummussa 1,2 ng/m³. Päiväkummussa pitoisuus ylitti tavoitearvon (1 ng/m³) (kuva 5). Pitoisuudet olivat korkeimmat talvikuukausina (kuva 8).

Jo aikaisempien vuosien 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 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 mittaustuloksissa. 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/m³.



Kuva 5. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot tavoitearvoon verrattuina.

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, vanhukset sekä hengitys- ja sydänsairaat. Ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 5 ja niihin verrattavat pitoisuudet liitteessä 1.

Kokonaisleijuman mittauksia ei pääkaupunkiseudulla ole tehty enää vuoden 2008 jälkeen vaan mittausten painopistettä on siirretty terveysvaikutuksiltaan haitallisempien pienhiukkasten seurantaan. Aiemmat kokonaisleijumatulokset on raportoitu vielä vuoden 2009 vuosiraportissa (Malkki ym. 2010). Maailman terveysjärjestön WHO:n ohjearvot pienhiukkasille on esitetty luvussa 4.1.

Hengitettävät hiukkaset

Vuonna 2011 hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu ohjearvo ylittyi huhtikuussa Mäkeläkadulla, Leppävaarassa ja Tikkurilassa, sekä toukokuussa Mäkeläkadulla (kuvat 6 a ja b). Ohjearvon ylitykset aiheutuivat katupölystä.

Typidioksidi

Typidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2011 Mäkeläkadun vilkasliikenteisessä katukuilussa lähes joka kuukausi ja Mannerheimintiellä alkuvuodesta. Vallilassa, Leppävaarassa, Tikkurilassa ja Matinkylässä vuorokausiohjearvo ylittyi vain helmikuussa (kuvat 6 c ja d). Typidioksidin tuntiohjearvo ei vuonna 2011 ylittynyt (liite 1).

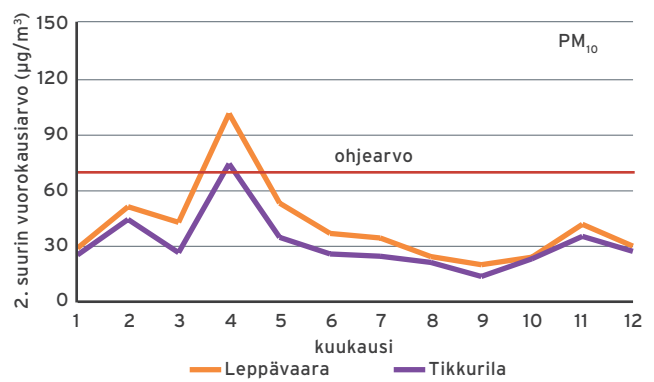
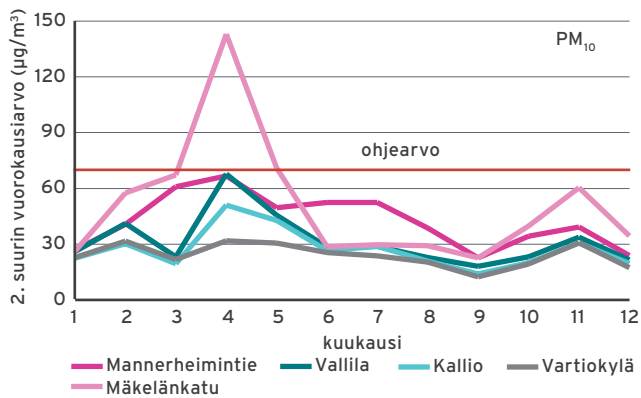
Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi

Rikkidioksidipitoisuudet jäivät selvästi ohjearvojen alapuolelle. Korkein rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrannollinen pitoisuus oli Etelärannassa 17 µg/m³ ja tuntiohjearvoon (250 µg/m³) verrannollinen pitoisuus 38 µg/m³ (liite 1).

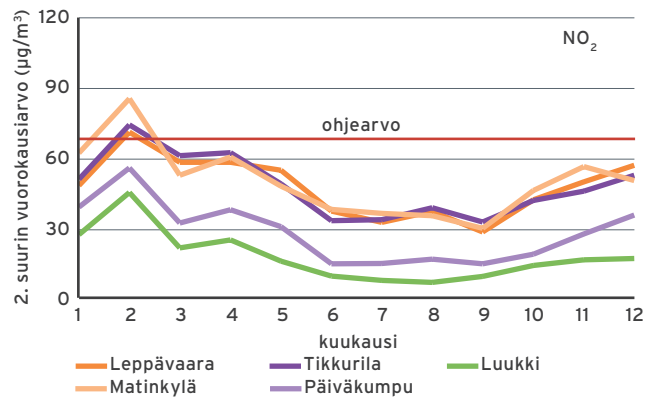
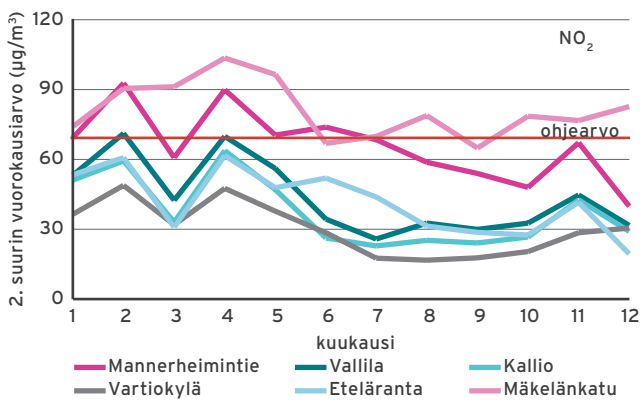
Hiilimonoksidipitoisuuden korkein kahdeksan tunnin liukuva keskiarvo 1,7 mg/m³ (ohjearvo 8 mg/m³) mitattiin helmikuussa Tikkurilassa. Korkein tuntipitoisuus 2,9 mg/m³ (ohjearvo 20 mg/m³) mitattiin sekä heinä- että syyskuussa Mannerheimintiellä (liite 1).

Taulukko 5. 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 rikkiyhdisteet TRS	vrk	10	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo, TRS ilmoitetaan rikkinä



Kuva 6 a ja b. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet verrattuna vuorokausi-ohjearvoon Helsingin sekä Espoon ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 6 c ja d. Typpidioksidipitoisuudet verrattuna vuorokausi-ohjearvoon Helsingin sekä Espoon ja Vantaan mittausasemilla.

5. Pitoisuuksien ajalliset muutokset

Päästöjen määrät ovat muuttuneet vuosikymmenten saatossa sekä pääkaupunkiseudulla että kauempana Euroopassa, mikä on havaittavissa useiden epäpuhtauksien pitoisuuksissa pääkaupunkiseudulla. Myös viimeisten 10 vuoden aikana on tapahtunut muutoksia. Pitoisuudet vaihtelevat myös vuodenajan, viikonpäivän ja vuorokaudenajan mukaan, koska sääolosuhteiden ja päästö määrrien vaihtelu on melko voimakasta.

5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen

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

Myös viimeisten 10 vuoden aikana on tapahtunut selviä muutoksia (kuva 7 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). Merkitsevyytensä on luokiteltu kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Hiukkasten, typpidioksidin ja otsonin pitoisuudet ovat kuitenkin edelleen melko korkeita ja ne ylittävät paikoin raja-, tavoite- ja ohjearvoja. Toimenpiteet pitoisuuksien alentamiseksi eivät toistaiseksi ole olleet riittävän tehokkaita, ja nykyistä tehokkaampia keinoja selvitetään.

Kesällä 2008 valmistuivat Helsingin, Espoon, Kauniaisten ja Vantaan sekä HSY:n ja HSL:n (aiemmin YTV) ilmansuojeluohjelmat, joissa linjataan pääkaupunkiseudun pitkän aikavälin toimenpiteitä mm. hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin raja-arvojen alittamiseksi (luku 4.2). Otsonin ja pienhiukkasten pitoisuuksien vähentämiseen tarvitaan myös kansainvälisiä toimia, koska niiden pitoisuuksiin vaikuttavat merkittävästi kaukokulkeumat Suomen rajojen ulkopuolelta.

Hengitettävät hiukkaset

Kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista merkittävä osa on katupölyä. Vilkasliikenteisillä alueilla hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuudet pysyvät pitkään lähes ennallaan. Lisäksi Leppävaaran alueella rakennustyöt nostivat pitoisuuksia 2000-luvun alussa. Sen sijaan viime vuosina tehostettu puhdistus ja katujen kastelu kalsiumkloridiliuoksella ovat vähentäneet katupölyn pitoisuuksia. Myös liikenteen suorat hiukkaspäästöt ja energiantuotannon hiukkaspäästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen.

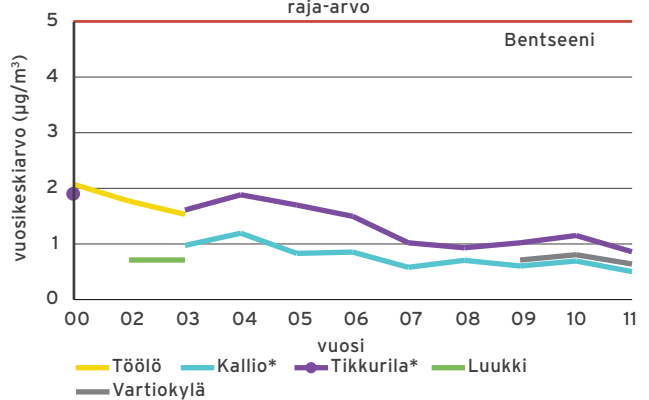
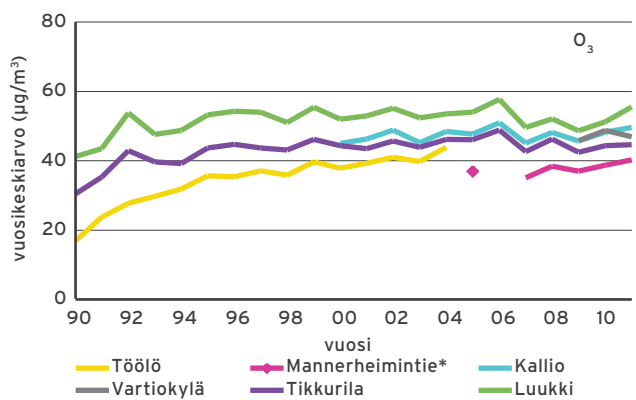
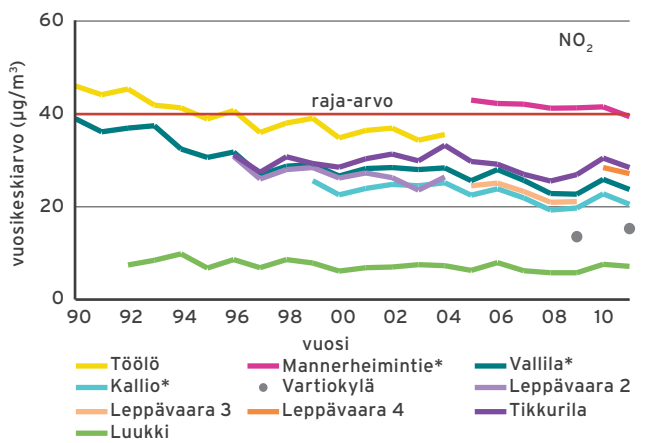
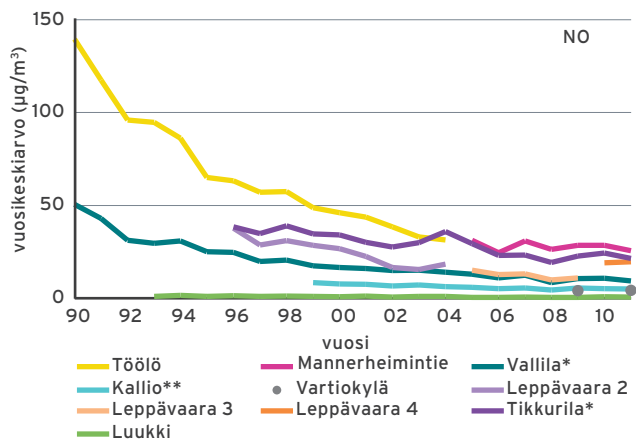
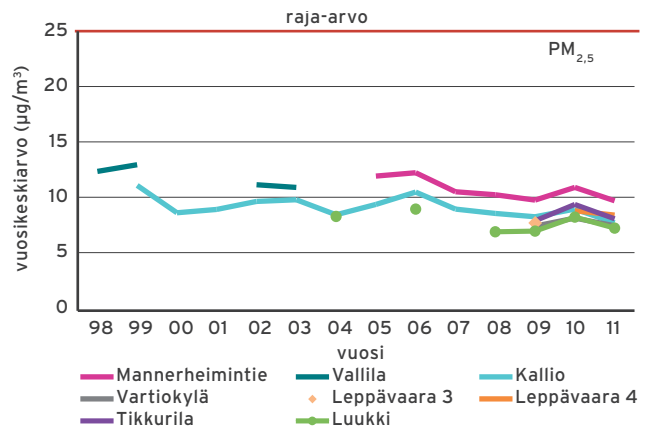
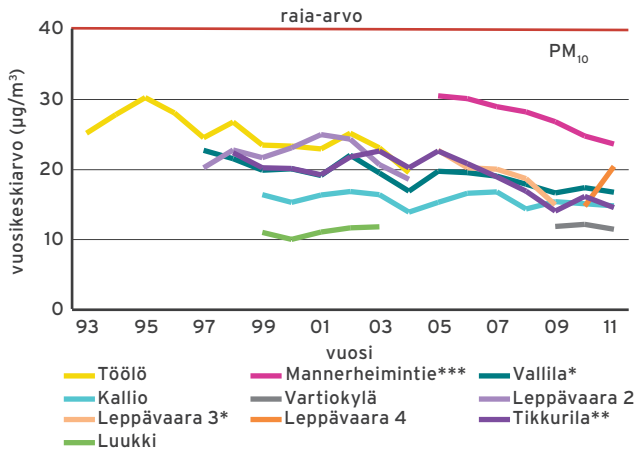
Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2011 Helsingin liikenneasemilla hiukan matalammat tai samat kuin edellisenä mittausvuonna. Myös Tikkurilassa keskiarvo oli edellisvuotta hieman matalampi, mutta Leppävaarassa korkeampi. Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien pientyminen viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut Vallilassa melkein merkitsevää, Tikkurilassa merkitsevää ja Mannerheimintielle erittäin merkitsevää (mittauksia vuodesta 2005 alkaen).

Pienhiukkaset

Pääkaupunkiseudulla pienhiukkasten pisin yhtenäinen mitaussarja on käytettävissä Kallioista eli vuodesta 1999 alkaen. Luukissa seuranta aloitettiin vuonna 2004 ja Mannerheimintielle 2005. Vuonna 2006 pitoisuuksia nostivat itäisen Euroopan avopaloista kulkeutuneet pienhiukkaset. Vuodesta 2009 alkaen pienhiukkasia on mitattu myös Vartiokylässä, Leppävaarassa ja Tikkurilassa (sekä erityiskohteissa, luku 6). Vuonna 2010 pienhiukkasmittauksissa otettiin käyttöön uudet korjausyhtälöt (liite 4), ja vastaava muunnos on tehty takautuvasti kaikille tässä raportissa esitettävillä pienhiukkastuloksille. Vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet 7 ja 13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä eri mittausasemilla.

Sääolot vaikuttavat suuresti kaukokulkeutuneiden hiukkasten pitoisuuksiin, koska ne säätelevät ilmansaasteiden kulkeutumista, muuntumista ja poistumista ilmakehästä sekä vaikuttavat avopalojen ja lämmitystarpeen määrään.

Vuonna 2011 pienhiukkasten kaukokulkeumajaksoja oli melko vähän (luku 7.3). Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2011 pääkaupunkiseudun mittausasemilla hieman alemmat kuin edellisenä vuotena. Pitoisuudet olivat tasaisesti 7-8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ paitsi Mannerheimintielle, missä pitoisuus oli 9,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös erityiskohteissa Mäkelänkadun katu-kuilussa sekä Päiväkummun pientaloalueella keskiarvot olivat korkeammat eli 10,7 ja 10,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (luvut 4.1, 6.1 ja 6.4).



Kuva 7. Vuosipitoisuuksien kehittyminen pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyys on laskettu 10 vuoden ajalta (2002-2011) tai sinä aikana aloitetun mittauksen aloitusvuodesta lähtien. Merkitsevyystaso on merkitty tähdillä: * melkein merkitsevää, ** merkitsevää, *** erittäin merkitsevää.

Pääkaupunkiseudulla pitoisuuksien muutokset eivät tilastollisen analyysin mukaan ole olleet viimeisen kymmenen vuoden aikana merkitseviä. Sen sijaan koko Suomessa kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten (PM_{2,5}) pitoisuudet ovat saattaneet hieman laskea (Anttila ja Tuovinen 2010).

Typenoksidit

Typpimonoksidin (NO) pitoisuudet laskivat selvästi 1990-luvulla pääkaupunkiseudun mittausasemilla. Laskuun vaikuttivat erityisesti autojen katalysaattorit. Viime vuosina pitoisuudet ovat pysyneet lähes ennallaan. Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien pienentyminen viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut Vallilassa ja Tikkurilassa melkein merkitsevää, Kalliossa merkitsevää.

Typpidioksidin (NO₂) pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti vähemmän. Ne olivat hienoisien laskun jälkeen usealla mittausasemalla muutamana vuonna jopa vähäisessä kasvussa. Monet tekijät, mm. sääolot, otsonipitoisuuden vaihtelut sekä dieselautojen määrän kasvu ja typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä (Anttila ym. 2010) vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen. Kuitenkin suunta on oikea ja tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien pienentyminen viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut Helsingin kantakaupungin mittausasemilla melkein merkitsevää.

Typpimonoksidin vuosikeskiarvot olivat vuonna 2011 hieman alemmat kuin vuonna 2010. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 0,6 ja Mannerheimintien 26 µg/m³ (Mäkelänkatu 56 µg/m³) välillä.

Myös typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat hieman edellisvuotta matalammat. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 7 ja Mannerheimintien 39 µg/m³:n välillä. Typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon ainoastaan siirrettävällä mittausasemalla Mäkelänkadulla (50 µg/m³) (luvut 4.1, 4.2 ja 6.1.) sekä keräysmenetelmällä mitattuna erityisesti keskustan katukuiluissa (taulukko 3 c).

Otsoni

Otsonipitoisuudet (O₃) kohosivat pääkaupunkiseudulla erityisesti 1990-luvun alussa ja ovat pysyneet siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla. Tilastollisen analyysin mukaan pitoisuuksien kasvu viimeisen kymmenen vuoden aikana on ollut vain Mannerheimintiellä melkein merkitsevää.

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 reagoidessa mm. typpimonoksidin kanssa. Vuositasolla otsonipitoisuuksien vaihtelu pääkaupunkiseudun eri mittausasemilla on hyvin samanlaista. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. Otsonia muodostavien yhdisteiden päästöjä on vähennetty Euroopassa, mutta pitoisuudet eivät ole toistaiseksi laskeneet meillä.

Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuuden vuosikeskiarvo 2011 oli korkein Luukissa 55 µg/m³. Kalliossa vuosikeskiarvo oli 50, Vartiokylässä 47, Tikkurilassa 45 ja Mannerheimintiellä 40 µg/m³. Kevään ja kesän 2011 aikana otsoniepisodeja oli melko vähän ja ne olivat lieviä (luku 7.4). Vuosikeskiarvot olivat kuitenkin hieman korkeampia kuin vuonna 2010.

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 ja Tikkurilassa melkein merkitsevää (kuva 7). Lyijyn pitoisuudet laskivat voimakkaasti 1990-luvulla lyijyttömään bensiiniin siirtymisen vuoksi ja lievä pitoisuuslasku on jatkunut edelleen 2000-luvulla (liite 1).

Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi

Rikkidioksidipitoisuudet (SO₂) 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 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 mittauspaikkakunnilla (Anttila ym., 2003; Anttila ja Tuovinen 2010).

Viimeisen kymmenen vuoden aikana pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat pysyneet lähes samalla tasolla. Vallilassa pitoisuudet ovat edelleen alentuneet tilastollisesti merkitsevästi. Pitoisuudet ovat nykyisin alhaisia eikä rikkidioksidi ole enää keskeinen ilmanlaatuongelma. Vuonna 2011 rikkidioksidin vuosikeskiarvot olivat samalla tasolla kuin edellisenä vuonna: Vallilassa 2, Luukissa 1 ja satama-alueella Etelärannassa 4 µg/m³ (liite 1). Satamien ja huippulämpökusten lähellä esiintyy kuitenkin ajoittain korkeahkoja pitoisuuksia.

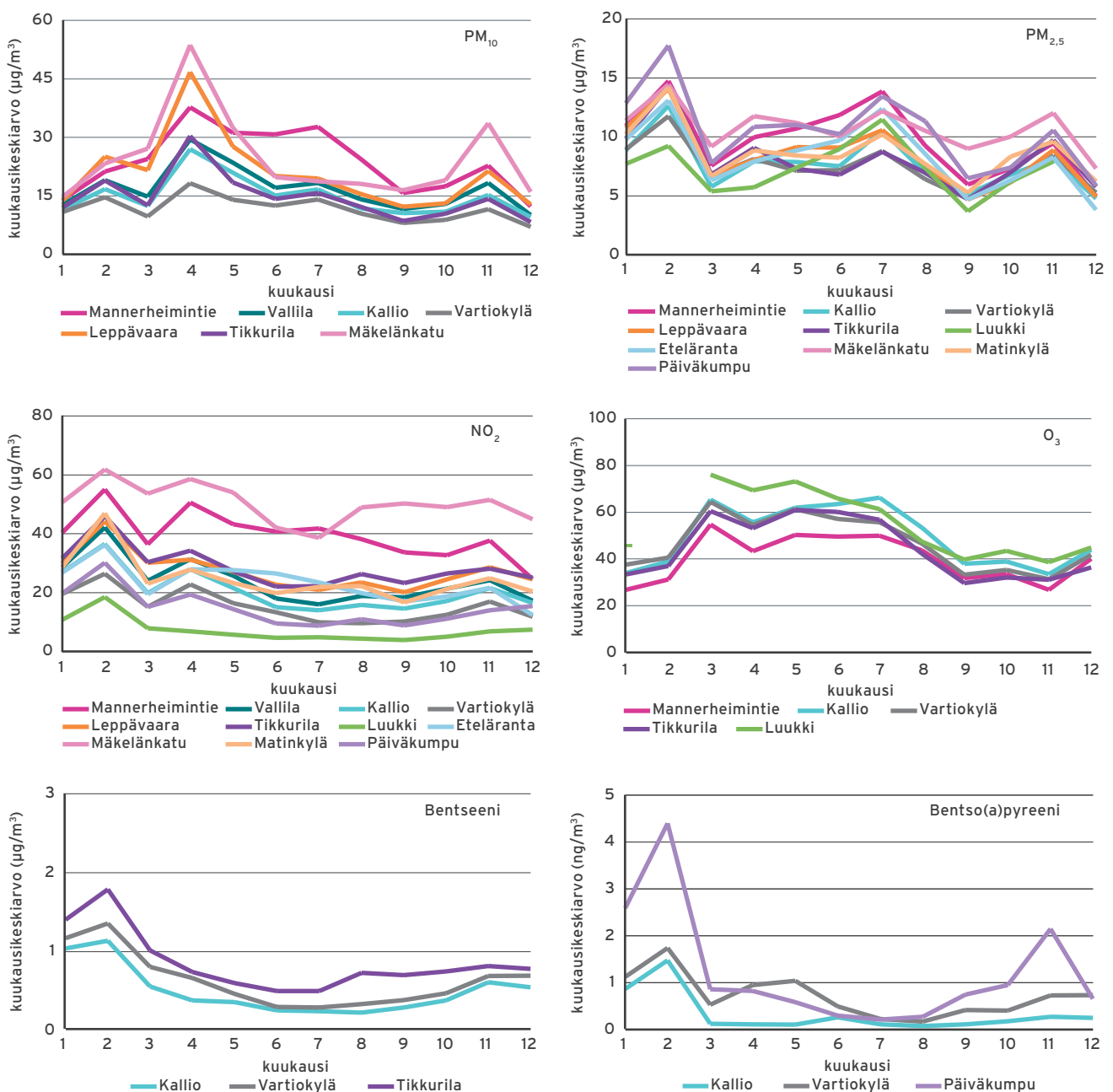
Myös hiilimonoksidipitoisuudet (CO) laskivat 1990-luvulla voimakkaasti. Pitoisuustason lasku aiheutui henkilöautokannan yleisestä paranemisesta, katalysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuuden kasvusta sekä polttoaineiden laadun paranemisesta. Edelleen viimeisen kymmenen vuoden aikana pitoisuustason lasku on ollut Mannerheimintiellä tilastollisesti erittäin merkitsevää ja Tikkurilassa melkein merkitsevää. Vuonna 2011 hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat enimmillään tasoa 0,3 mg/m³ (liite 1).

5.2 Vuodenaikaisvaihtelu

Säätila vaikuttaa voimakkaasti epäpuhtauksien laimene- miseen ja sekoittumiseen. Erityisesti talven pakkaskau- della sekoitus- ja laimenemisolosuhteet ovat usein heikot ja päästöt suuria, joten useiden epäpuhtauksien pitoisuu- det ovat korkeimmillaan. Kesällä ja syksyllä ilmansaastei- den laimenneminen ja sekoittuminen on yleensä tehokasta. Kesälomakaudella päästöt ovat pieniä, minkä vuoksi pitoi- suudet ovat yleensä matalia lukuun ottamatta otsonia sek- kä mahdollisesti kaukokulkeutuvia pienhiukkasia. Lisäksi satamien lähellä mm. rikkidioksidipitoisuudet voivat koho- ta satamissa vierailevien risteilijöiden päästöjen vuoksi. (Kuva 8 ja liite 2, säästä lisää luvussa 12).

Vuonna 2011 hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeita tavalliseen tapaan keväällä. Jo edellisvuoden marraskuussa tullut lumipeite säilyi maaliskuun lopulle ja esti tällöin pölyämistä. Huhtikuussa lumen sulaessa ja ka- tujen kuivussa liikenne nosti ilmaan talven aikana kerty- nnyttä pölyävää hienoainesta. Marraskuu oli vähäsateinen ja talvirengaskauden alku näkyi jälleen pölyämisenä. Jou- lukuussa sateet pitivät pölyämisen kurissa.

Myös pienhiukkasten pitoisuuksissa näkyi vuodenaikais- vaihtelua. Osa pienhiukkasista on peräisin liikenteestä ja pienpoltosta ja heikommat sekoittumisolosuhteet talviai- kaan nostivat pitoisuuksia erityisesti helmikuussa, joka oli keskimääräistä selvästi kylmempi. Heinäkuussa seudulle kaukokulkeutui pienhiukkasia ja tällöin niiden pitoisuudet olivat hieman koholla koko seudulla (luku 7.3).



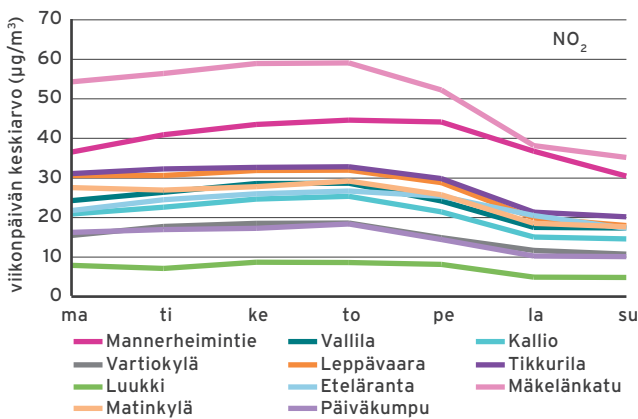
Kuva 8. Ilmansaasteiden pitoisuudet (kuukausikeskiarvot) vaihtelevat vuoden mittaan. Lisää kuvia liitteessä 2.

Typpidioksidin pitoisuudet olivat korkeimmat kireänä pakkasjaksona helmikuussa. Pitoisuuksia nostavia pitkäkestoisia inversiotilanteita ei vuoden mittaan ollut (luku 7.2). Otsonin pitoisuudet puolestaan kohosivat tyypilliseen tapaan keväällä ja kesällä. Otsonia muodostuu ilmakehän valokemiallisissa reaktioissa, joten muodostuminen on nopeinta auringonsäteilyn ollessa voimakasta. Kesäaikaan sitä kaukokulkeutuu meille Keski-, Etelä- ja Itä-Euroopasta. Vuonna 2011 otsonia kaukokulkeutui pääkaupunkiseudulle ajoittain huhtikuun lopulta heinäkuun loppuun (luku 7.4).

Bentseenin ja pienpoltosta vapautuvan bentso(a)pyreenin pitoisuudet olivat kesällä matalimmat.

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 9).



Kuva 9. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat eri viikonpäivinä.

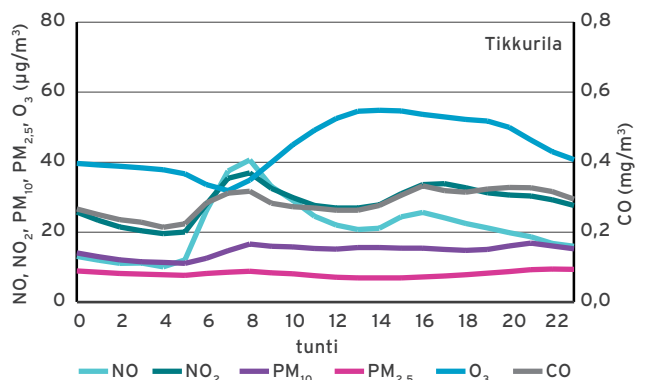
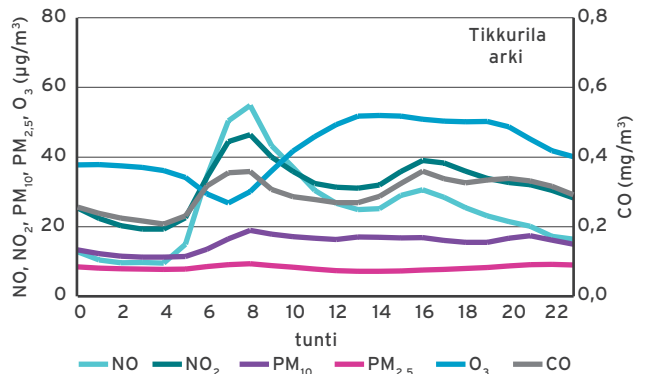
5.4 Vuorokausivaihtelu

Monien ilmansaasteiden pitoisuudet noudattavat selvästi liikenteen rytmiiä kaupunkialueilla. Saasteiden vuorokausivaihtelu on samankaltainen laskettuna vain arkipäiviltä (kuva 10 a) tai viikonloput mukaan ottaen (kuva 10 b). Arkin pitoisuusvaihtelu on suurempaa.

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.

Otsonipitoisuudet käyttäytyvät muihin epäpuhtauksiin verrattuna käänteisesti kaupunkialueilla, koska muut epäpuhtaudet reagoivat otsonin kanssa kuluttaen sitä. Otsonin muodostuminen vaatii voimakasta auringonsäteilyä. 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.



Kuva 10 a ja b. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat arkisin jyrkästi eri vuorokaudenaikoina (kuva 10 a). Viikonloppujen ottaminen mukaan laskentaan tasoittaa vaihtelua (kuva 10 b). Lisää arkipäivien kuvia liitteessä 3.

6. Ilmanlaatu erityiskohteissa

HSY:llä on kolme mittausasemaa, joilla seurataan ilmanlaatua erityiskohteissa vuoden jaksoissa. Näillä mittausasemilla kartoitetaan kohteita, joiden ilmanlaatu on kiinnostava esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, suurten päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimennisosuhteiden vuoksi. Sijoituspajat valitaan yhdessä kuntien ympäristökeskusten kanssa. Vuonna 2011 mittausasemat sijaitsivat Helsingissä Mäkelänkadun katukuilussa, Espoon Matinkylässä liikenneväylien lähellä olevan koulukeskuksen alueella ja Vantaan Päiväkummussa pientaloalueella. Lisäksi Helsingin eri satama-alueiden ilmanlaatuvaikutuksia seurataan vuoden jaksoissa eri paikoissa, vuonna 2011 Etelärannassa.

6.1 Mäkelänkatu

Helsingin Mäkelänkadun mittauksen tarkoituksena oli selvittää ilmanlaatu tilanne vilkasliikenteisessä katukuilussa, jossa mitattiin keräinmenetelmällä typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitys vuonna 2010. Mäkelänkadulla mitattiin typpidioksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksia.

Mittausasema sijaitsi Mäkelänkatu 52:n kohdalla jalkakäytävän reunassa. Mäkelänkatu on ko. kohdalla leveä katukoulu, jonka keskellä on raitiovaunukiskot ja lehmuskujanne. Molempiin suuntiin on 3 ajokaistaa. Katua reunustavat 4-5 -kerroksiset talot. Mäkelänkadun liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 33 600 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 10 % (liite 4).

Mäkelänkadun typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä ylitti selvästi vuosiraja-arvon. Pitoisuus oli vuonna 2011 mitatuista suurin. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi Mäkelänkadulla kaikkina muina kuukausina paitsi kesä-, heinä- ja syyskuussa (luku 4.4). Tuntiraja-arvotaso $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi tammikuussa yhden ja marras-joulukuussa yhteensä kolmen tunnin ajan. Korkein vuorokausiarvo oli $111 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (14.4.) ja tuntiarvo $254 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (27.1. klo 7). Typpidioksidin tuntipitoisuus ylitti $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuoden aikana 21 tuntina, yhtäjaksoisesti enimmillään kolme tuntia.

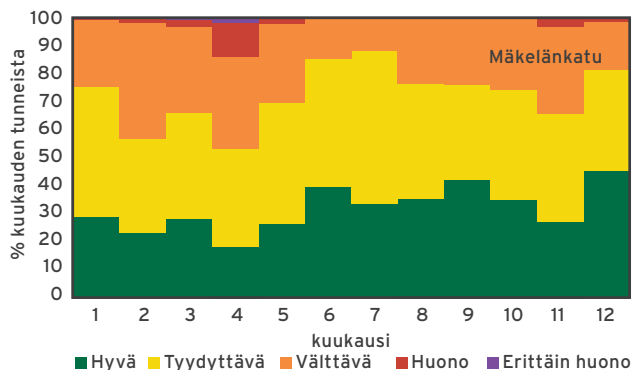
Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvo oli $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosiraja-arvo ei siten ylittynyt. Pitoisuus oli yhtä suuri kuin Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintieellä. Vuorokausiohjearvo ylittyi huhti- ja toukokuussa. Kuukausikeskiarvo oli korkein huhtikuussa, $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten suurin vuorokausiarvo oli $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11.4.) ja suurin tuntiarvo $897 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (11.4.). Pitoisuudet johtuivat katupölystä. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylityspäiviä oli 28 kpl, joista 5 helmimaaliskuussa, 16 huhti-toukokuussa ja 7 loppuvuodesta.

Mäkelänkadun pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli $10,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun kaupunkitausta- asemalla Kalliossa keskiarvo oli $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin oli kaukokulkeuma, mutta Mäkelänkadun ja Kallion erotuksen aiheutti liikenne. Pienhiukkasten raja-arvo ei ylittynyt Mäkelänkadulla, mutta WHO:n vuosiohjearvo ylittyi. WHO:n vuorokausiohjearvon ylittäviä päiviä oli 10 kpl (luku 4.1). Suurin vuorokausipitoisuus $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin marraskuun 7. päivänä ja se aiheutui osittain kaukokulkeumasta (luku 7.3). Ylityspäiviä oli erityisesti helmikuussa. Ne johtuivat sekä kaukokulkeumasta että paikallisen liikenteen tuomasta pienhiukkaskäytöstä, sekä lisäksi pakkaskauden aiheuttamista huonoista olosuhteista katukuilussa.

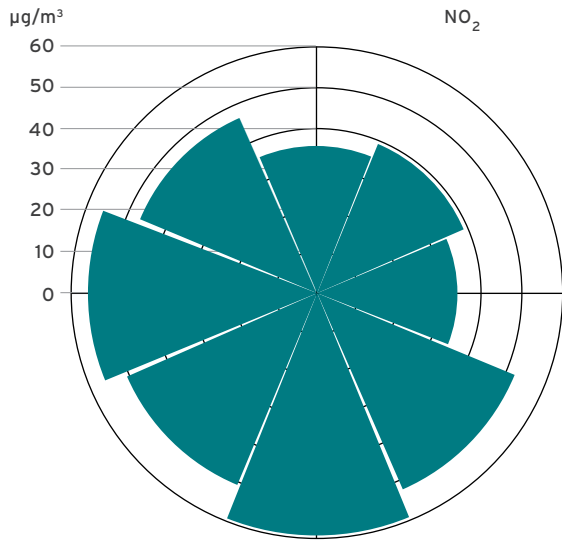
Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $281 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin vuoden ensimmäisenä tuntina ja se johtui ilotulituksesta. Toiseksi korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $106 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin 11.4. eli samana päivänä kuin korkeimmat katupölyn pitoisuudet. Muita korkeita, eli $40-60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia, mitattiin yhteensä 19 tuntina. Kahtena päivänä (20.2. ja 4.4.) pitoisuudet olivat korkeita vähintään kolmen tunnin ajan.

Ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja oli 185 kpl, joista valtaosa johtui hengitettävistä hiukkasista. Vain yksi tunti aiheutui pienhiukkasista ja 11 tuntia typpidioksidista (taulukko 8). Ilmanlaatu oli näin ollen Mäkelänrinteen mittausasemalla hyvä tai tyydyttävä yli 70 % ajasta kevättä ja marraskuuta lukuun ottamatta (kuva 11 a).

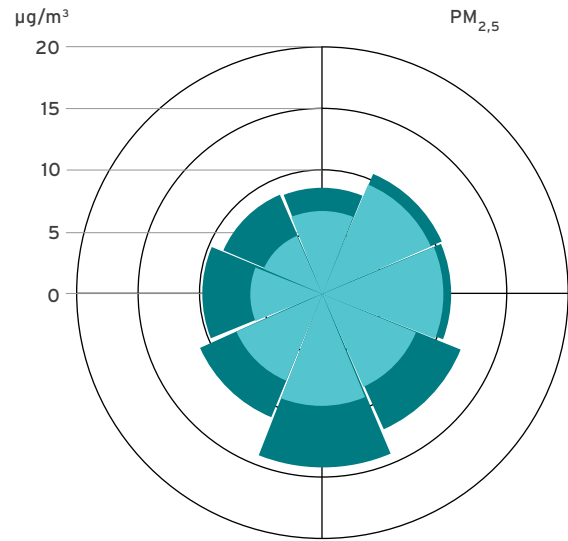
Typpidioksidin pitoisuudet olivat korkeimmat, yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun tuuli kävi katukuilun länsiseinämän puolelta. Katukuilun syntyy tällöin todennäköisesti tuulipyörre, mikä kuljettaa mukanaan myös vastaantulevan liikenteen päästöt mittausasemalle (kuva 11 b). Pienhiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmat, lähes $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun tuuli puhalsi etelästä, ja pienimmät, alle $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tuulen tullessa pohjoisesta ja luoteesta (kuva 11 c). Hengitettävien hiukkasten suhteen pohjois-itäsuunta oli puhtain.



Kuva 11 a. Mäkelänkadun ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatu luokkiin vuoden 2011 kuukausina.



Kuva 11 b. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Mäkelänkadulla vuonna 2011.



Kuva 11 c. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Mäkelänkadulla (ulompi) ja Kallion kaupunkitausta-aseamalla (sisempi) vuonna 2011.

6.2 Matinkylä

Espoon Matinkylässä mittausten tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua ja mahdollista raja-arvojen ylittymistä vilkasliikenteisen pääväylän, Länsiväylän, ja Gräsanlaakso -tien lähellä. Gräsanlaakso on Kehä II:n eteläpää. Lisäksi mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua ns. herkässä kohteessa eli teiden risteyksen lounaisnurkassa sijaitsevalla koulu- ja päiväkotialueella. Matinkylässä mitattiin typenoksidien ja pienhiukkasten pitoisuuksia. Matinkylässä tehtiin lisäksi keräinmenetelmällä typpidioksidimittauksia kahdessa paikassa. Tulokset on esitetty luvussa 11.

Mittausasema sijaitsi Matlidenin koulukeskuksen pihalla Gräsanlaakson varrella noin 10 metrin etäisyydellä tien länsilaidasta. Etäisyys Länsiväylälle oli noin 170 metriä. Lähes mittausaseman kohdalla tiehen liittyvät Länsiväylän rampit. Mittausympäristö oli Gräsanlaakson suuntaan avoin. Länsiväylän liikennemäärä vuonna 2011 oli 53 500 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 5 %. Gräsanlaakson liikennemäärä oli noin 22 700 ajon./vrk, josta raskasta oli 4 % (liite 4).

Matinkylän typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli suunnilleen samaa tasoa Leppävaaran kanssa. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi helmikuussa. Tuntiraja-arvotaso $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi aamuinversiotilanteissa tammi-helmikuussa yhteensä kolmen ja joulukuussa yhden tunnin ajan. Korkein typpidioksidin vuorokausipitoisuus mitattiin 24. helmikuuta ja se oli $87 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkein tuntipitoisuus mitattiin seuraavana aamuna 25.2. klo 8, jolloin tuntiarvo oli $233 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

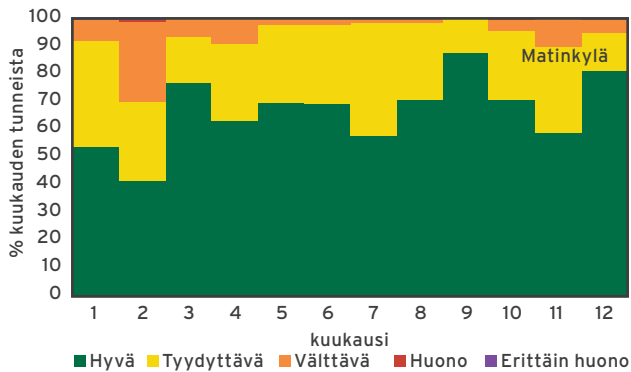
Pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli samaa tasoa Leppävaaran kanssa. Pienhiukkasten raja-arvo ei ylittynyt eikä myöskään WHO:n vuosiohjearvo. WHO:n vuorokausiohjearvon ylittäviä päiviä oli 7 kpl (luku 4.1).

Suurin vuorokausipitoisuus $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin helmikuun 25. päivänä inversion seurauksena (luku 7.2). Muina ylituspäivinä pitoisuudet nousivat myös esim. Luukissa ja Päiväkummussa (luku 6.3), mikä viittaa siihen, että ylityspäivät johtuivat ennen kaikkea lievistä kaukokulkeumista ja paikallisen liikenteen tuomasta pienhiukkaskaslasta.

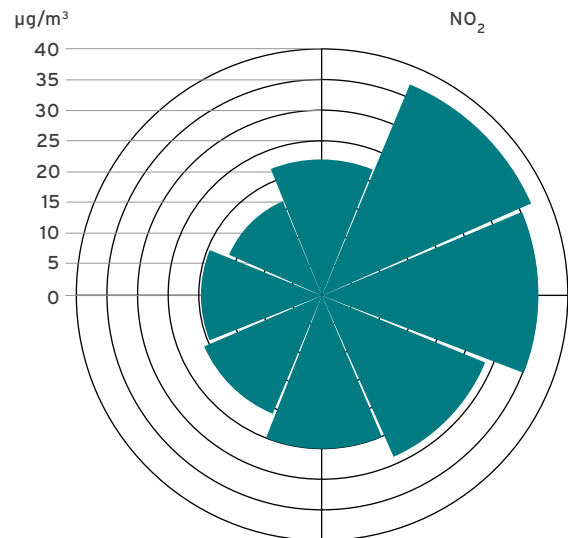
Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $79 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin vuoden ensimmäisenä tuntina ja se johtui ilotulituksista. Toiseksi korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin 25. helmikuuta klo 8 eli samaan aikaan kuin korkein typpidioksidin tuntipitoisuus aamuinversiossa. Muita korkeita, eli $40\text{--}60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia, mitattiin yhteensä 28 tuntina. Kolmena päivänä (19.2., 24.2. ja 25.2.) pitoisuudet olivat korkeita vähintään kolmen tunnin ajan.

Ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja oli vain 17 kpl, mikä osaltaan johtuu siitä, että hengitettäviä hiukkasia ei mitattu. Kaksi tuntia aiheutui pienhiukkasista ja 15 tuntia typpidioksidista (taulukko 8). Ilmanlaatu oli näin ollen Matinkylän mittausasemalla hyvä tai tyydyttävä yli 90 % ajasta helmi- ja marraskuuta lukuun ottamatta (kuva 12 a). Kuitenkin Matinkylässä oli pienhiukkasten ja typpidioksidin takia huonoja tunteja jopa hieman enemmän kuin Mäkelänkadulla (luku 6.1), missä ilmanlaadun luokittelu huomattavasti heikommaksi johtui hengitettävien hiukkasten mittaamisesta.

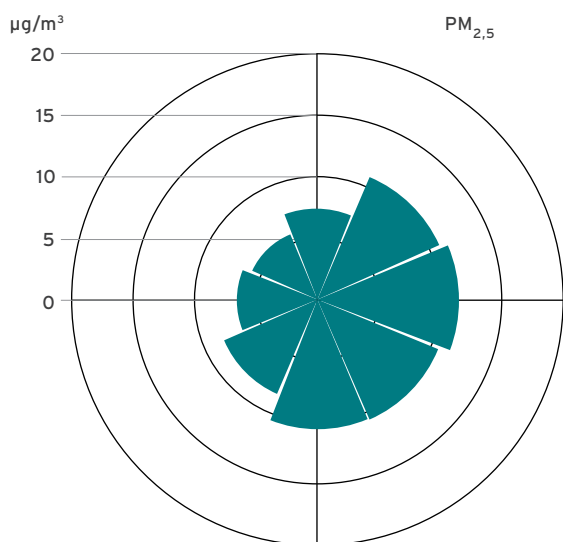
Sekä typpidioksidin että pienhiukkasten pitoisuudet olivat matalimmat, kun tuuli puhalsi koulualueen suunnalta, ja korkeimmat, kun tuuli puhalsi tiealueiden puolelta (kuvat 12 b ja c). Typpidioksidipitoisuudet olivat yli $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pienhiukkaspitoisuudet yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuulen puhaltaessa Länsiväylän ja Kehä II:n risteysalueelta.



Kuva 12 a. Matinkylän ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuluokkiin vuoden 2011 kuukausina (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu).



Kuva 12 b. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Matinkylässä vuonna 2011.



Kuva 12 c. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Matinkylässä vuonna 2011.

6.3 Päiväkumpu

Vantaan Päiväkummussa mittausten tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua tavanomaisella, melko tiiviillä pientaloalueella, missä käytetään puuta usein lisälämmityksessä. Päiväkummussa mitattiin typenoksidien ja pienhiukkasten pitoisuuksia.

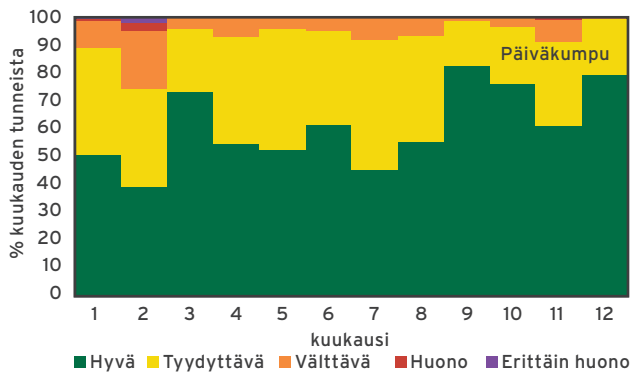
Mittausasema sijaitsi keskellä Päiväkummun pientaloaluetta Seliminkujalla. Alueen lähikadut ovat vähäliikenteisiä. Lähialueen vilkkaimmat kadut sijaitsevat muutama sadan metrin etäisyydellä ja Lahdenväylä on 1,2 km etäisyydellä idässä (liite 4). Loppukesän ja syksyn aikana poikkeuksellisten liikennejärjestelyiden vuoksi etelä-pohjoissuuntainen läpiajoliikenne, mukaan lukien maansiirtokuormat, kulki Päiväkummun mittausaseman ohitse.

Päiväkummun typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli yhtä matala kuin pientaloalueella Vartiokylässä. Typpidioksidin raja- tai ohjearvot eivät ylittyneet. Korkeita $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä tunteja ei ollut, korkein tuntiarvo oli $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$ aamuinversion aikana tammikuun 27. päivänä. Vuorokausimaksimi oli $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se mitattiin helmikuun 24. päivänä.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli Päiväkummussa $10,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosiraja-arvo ei ylittynyt, mutta WHO:n vuosiohjearvo ylittyi. Vuosikeskiarvo oli Päiväkummussa samaa tasoa kuin Mäkelänkadulla, missä liikenne tuottaa oman lisänsä seudulla vallitseviin taustapitoisuuksiin. Koko pääkaupunkiseudulla pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma, minkä seurauksena Luukin tausta-aseamalla pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Päiväkummussa oman merkittävän lisänsä pitoisuuksiin tuotti pienpoltto. Toisaalta pientaloalueella Vartiokylässä pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli vain $7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä antaa viitteitä siitä, että pientaloalueiden kesken ja mahdollisesti niiden sisälläkin vaihtelu on suurta ja tulokset riippuvat huomattavasti mittaustaikasta.

WHO:n pienhiukkasille asettaman vuorokausiohjearvon ylittäviä päiviä oli paljon eli 17 kpl (luku 4.1). Suurin vuorokausipitoisuus $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oli hivenen korkeampi kuin seudulla yleensä ja se mitattiin pakkasjaksolla helmikuun 19. päivänä. Yli puolet päivistä oli samoja, joina pienhiukkaspitoisuudet olivat kohonneet seudun muillakin mittausasemilla ja tällöin pitoisuuksiin vaikutti kaukokulkeuma tai seudullinen inversiotilanne.

Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $137 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin 19.2. klo 22. Toiseksi korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus, $130 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin vuoden ensimmäisenä tunti- ja se johtui ehkä sekä ilotulituksista että pienpoltosta. Muita korkeita eli yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia mitattiin yhteensä 108 tuntina. Niitä mitattiin ympäri vuoden ja ne keskittyivät ilta-aikaan ja alkuyöhön (liite 3). Pienpoltto vaikutti merkittävästi korkeisiin pitoisuuksiin.



Kuva 13 a. Päiväkumpun ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuiluokkiin vuoden 2011 kuukausina (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu).

Päiväkummussa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 47 kpl, jotka kaikki aiheutuivat pienhiukkasista (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu, taulukko 8). Pienhiukkasten takia huonoja tunteja oli noin kaksinkertaisesti Tikkurilaan ja lähes 7-kertaisesti Helsingin ydinkeskustaan verrattuna. Suurin osa niistä ajoittui helmikuuhun. Ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä yli 90 % ajasta tammi-, helmi- ja marraskuuta lukuun ottamatta (kuva 13 a).

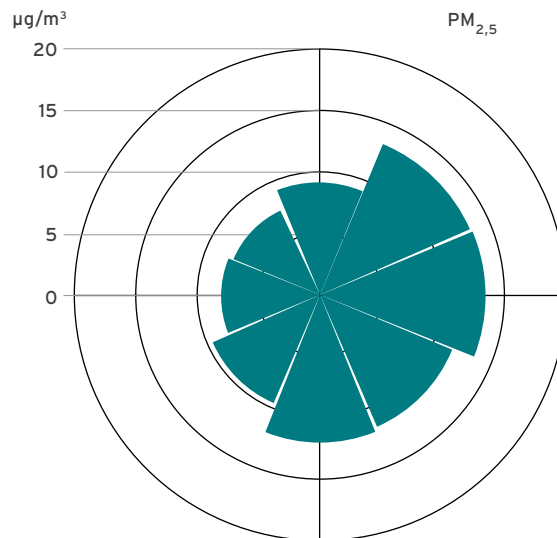
Tuulensuunta ei vaikuttanut merkittävästi typpidioksidin pitoisuuksiin. Pienhiukkasten pitoisuudet olivat yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun tuuli puhalsi laajasti ottaen idän puolelta eli koillis-eteläsektoreista (kuva 13 b).

6.4 Eteläranta

Helsingin Etelärannan mittauksen tarkoituksena oli selvittää ilmanlaatua Eteläsataman vaikutusalueella, sen länsilaidalla. Etelärannassa mitattiin typenoksidien, pienhiukkasten ja rikkidioksidin pitoisuuksia.

Eteläsataman eri terminaalit ja laivalaiturit sijaitsevat lahdenpohjukan molemmilla rannoilla. Mittauspiste oli satamaan nähden vallitsevien tuulten yläpuolella asuinalueen laidalla. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttivat laivojen, autoliikenteen ja työkoneiden päästöt, energiantuotanto sekä kaukokulkeuma. Vuonna 2010 mittauksia tehtiin samassa paikassa (Malkki ym. 2011) ja vuonna 2009 lahdenpohjukan itäpuolella Katajanokalla (Malkki ym. 2010).

Mittausasema sijaitsi Makasiiniterminaalien pysäköintialueella Etelärannan/Laivasillankadun itäpuolella. Ympäristö oli avoin ja tuulettuva. Laivasillankadun liikennemäärä oli vuonna 2011 noin 11 300 ja siihen risteävän Eteläisen Makasiinikadun noin 11 100 ajoneuvoa/vrk (raskaan liikenteen osuus molemmilla kaduilla 5 %, liite 4). Hanasaaren voimalaitos sijaitsee noin 2 km päässä koillisuunnassa.



Kuva 13 b. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Päiväkummussa vuonna 2011.

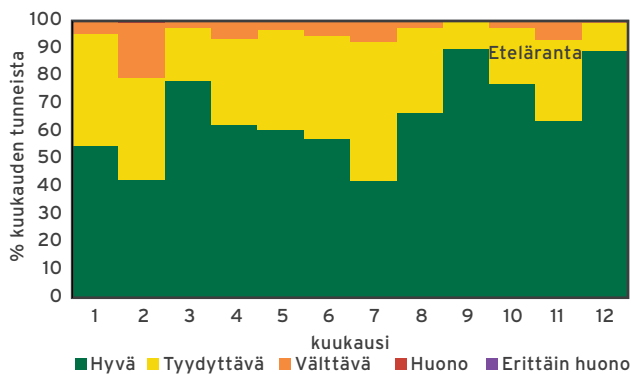
Eteläsatamassa matkustajaliikenne on vilkasta. Katajanokan terminaalista on säännöllinen lauttayhteys Tukholmaan ja Tallinnaan, länsirannan Olympiaterminaalista matkustajalaivayhteys Tukholmaan sekä Makasiiniterminaalista matkustajalaivayhteys Pietariin ja avovesikautena pika-alusyhteys Tallinnaan. Lisäksi avovesikautena Eteläsataman eri laitureissa vieraillee runsaasti risteilyaluksia. Eteläsatama palvelee myös matkustajalaivoilla kulkevaa tavaraliikennettä, erityisesti rekkojen roro-liikennettä.

Etelärannassa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 9 kpl, joista 8 aiheutui pienhiukkasista ja yksi typpidioksidista. Hengitettäviä hiukkasia ei mitattu (taulukko 8). Suurin osa huonoista tunteista ajoittui helmikuuhun. Ilmanlaatu oli Etelärannan mittausasemalla hyvä tai tyydyttävä yli 90 % ajasta helmikuuta lukuun ottamatta (kuva 14 a).

Etelärannan typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kuten edellisenäkin vuonna. Etelärannan pitoisuustaso oli sama kuin Länsisatamassa vuonna 2008 mitattu ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$), mutta selvästi korkeampi kuin vuonna 2009 Katajanokalla ($16 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet. Suurin vuorokausiarvo, $67 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin 15. helmikuuta. Suurin tuntiarvo, $159 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin 8. toukokuuta klo 22 ja se saattoi johtua Makasiiniterminaalista lähteneestä laivasta ja epäedullisesta säätitilasta. Muita yli $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntiarvoja ei havaittu mitauksissa.

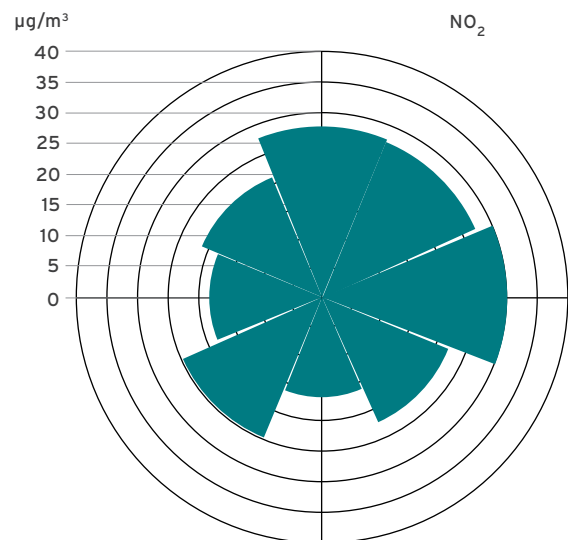
Typpidioksidin pitoisuudet olivat keskimääräistä suurempia, kun tuuli laivojen suunnalta, mutta myös keskustan ajoneuvoliikenteen päästöt vaikuttivat (kuva 14 b). Suoraan päästöistä tulevat typpimonoksidipitoisuudet kertyivät selvemmin idästä laivojen suunnalta ja vähemmässä määrin kaduilta. Pitoisuudet eri tuulensuunnilla olivat hyvin samankaltaisia kuin edellisenä vuonna. Tuulitarkasteluissa käytettiin Etelärannassa mitattuja tuulitietoja.

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli $8,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli vain vähän enemmän kuin Kallion kaupunkitaustasemalla mitattu $7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Keskiarvo oli nyt matalampi kuin vuonna 2010, jolloin se oli $9,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienhiukkasten raja-arvo ja WHO:n vuosiohjearvo eivät ylittyneet, WHO:n vuorokausiohjearvon ylittäviä päiviä oli 6 kpl (luku 4). Suurin vuorokausiarvo oli $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ helmikuun 27. päivänä, jolloin muillakin mittausasemilla havaittiin kaukokulkeumaa. Myös muut ylityspäivät olivat kaukokulkeumapäiviä helmikuussa ja marraskuun alussa (luku 7.3) lukuun ottamatta 1. heinäkuuta havaittua, jolloin vuorokausipitoisuus ylitti ohjevotason vain Etelärannassa.

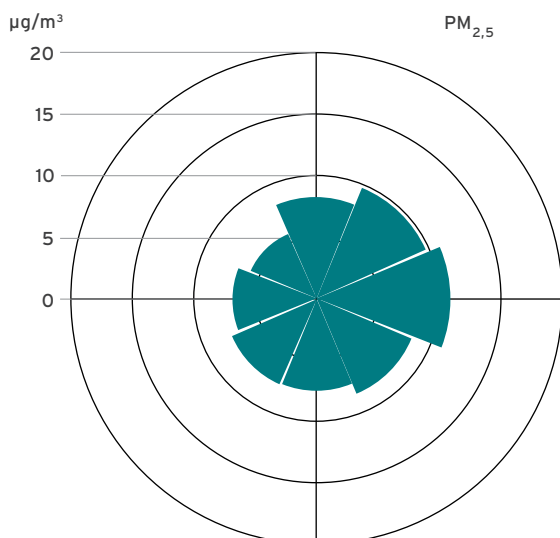


Kuva 14 a. Etelärannan ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuiluokkiin vuoden 2011 kuukausina (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu).

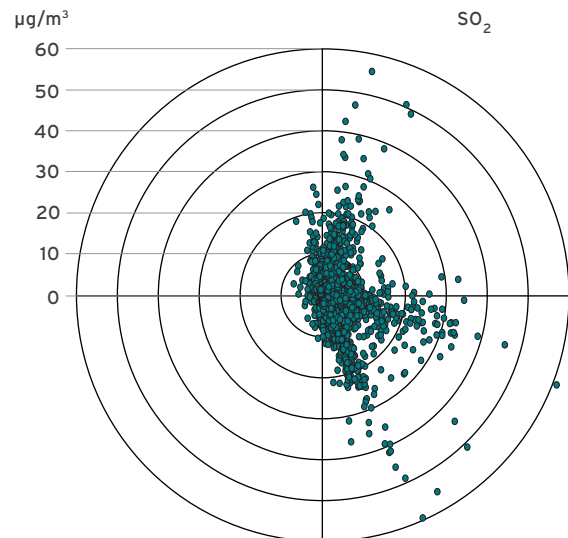
Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus mitattiin 1.1.2011 klo 0-1, jolloin tuntipitoisuus oli $152 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ja se johtui uudenvuoden ilotulituksista. Pienhiukkasten tuntipitoisuus oli yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yhteensä 15 tuntina. Suurimmaksi osaksi korkeat pitoisuudet johtuivat kaukokulkeumasta. Muutama tunti ajoittui sellaisiin kesäpäiviin, jolloin ei ollut kaukokulkeumaa, ja silloin korkeat pitoisuudet olivat todennäköisimmin peräisin lähtevästä tai saapuvasta laivasta. Pienhiukkasten pitoisuudet olivat keskimäärin yli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun tuuli puhalsi idästä (kuva 14 c). Kaukokulkeumalla oli suurin vaikutus pitoisuuksiin, laivaliikenteen päästöt vaikuttivat lyhytaikaispitoisuuksiin.



Kuva 14 b. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Etelärannassa vuonna 2011.



Kuva 14 c. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Etelärannassa vuonna 2011.



Kuva 14 d. Rikkidioksidin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Etelärannassa vuonna 2011.

Rikkidioksidipitoisuudet olivat Etelärannassa matalia, vaikkakin korkeampia kuin muilla mittausasemilla. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli edellisvuoden tapaan $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun ne edellisvuoden tapaan olivat Vallilassa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Luukissa $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2008 Länsisatamassa vuosikeskiarvo oli $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuonna 2009 Katajanokalla $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidipitoisuudet alittivat selvästi raja- ja ohjearvot. Kuukausikeskiarvot vaihtelivat 2 ja $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä. Korkein kuukausikeskiarvo mitattiin helmikuussa. Korkeimmat rikkidioksidin vuorokausi-ohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntiohjearvoon ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin helmikuussa.

Rikkidioksidin korkein vuorokausikeskiarvo $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin 18. helmikuuta. Korkein tuntiarvo oli $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ja se mitattiin 18. heinäkuuta klo 19. Yhteensä korkeita $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä tuntipitoisuuksia oli 6 tuntina. Näistä kaksi mitattiin helmikuussa ja loput avovesikaudella. Koko vuoden aikana tuntipitoisuudet olivat korkeimmat tuulen puhaltaessa pohjoisesta sekä itä-kaakosta (kuva 14 d), ja jaksolla 1.5.-31.10. itä-kaakosta. Tilanne oli hyvin samanlainen kuin edellisenä vuonna.

Rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttivat vuositasolla sekä laivaliikenteen päästöt että energiantuotanto. Laivaliikenteellä oli erityisesti vaikutusta korkeimpiin lyhytaikaispitoisuuksiin ja avovesikauden pitoisuuksiin. Kaikkien mitattujen ilmansaasteiden pitoisuudet olivat yleensä korkeimmillaan päivisin klo 10 ja 16-18 (liite 3). Samoina aikoina laivaliikenne on vilkkainta lähimmissä laitureissa.

Satama-alueilla tehtiin lisäksi keräinmenetelmällä typpi- ja rikkidioksidimittauksia. Typpidioksidin vuosipitoisuus oli Etelärannassa $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli lähes sama kuin jatkuvatoimisilla mittauksilla. Viereisessä Eteläisen Makasiinikadun katukuilussa se oli melko korkea eli $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ($37 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2010). Katajanokan satama-alueella vuosipitoisuus oli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Länsisatamassa $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (luku 11, liite 1, liite 5). Keräinmenetelmällä saatu rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kaikissa sataman mittauspisteissä, Etelärannassa, Katajanokalla ja Länsisatamassa (liite 1, liite 5). Vuosipitoisuus oli sama myös Etelärannan jatkuvatoimisissa mittauksissa.

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 inversiotilanteissa 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 15 a). Katupölyhiukkasista suurin osa kuuluu hengitettävien hiukkasten karkeaan kokoluokkaan ($PM_{10-2,5}$), joten katupölyllä ei ole kovin suurta vaikutusta pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) massapitoisuuksiin.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi muutaman kerran jo helmikuussa Mäkelänkadun katukuilussa ja Leppävaarassa (kuva 15 b). Helmikuun ylitykset johtuivat osittain seudulle kaukokulkeutuneista pienhiukkasista. Ensimmäinen varsinaisesti katupölystä johtuva ylitys oli 7.3. Mäkelänkadulla. Lumipeite sekä ajoittaiset lumi- ja sittemmin sadekuurot pitivät laajemman pölyämisen kuitenkin kurissa vielä huhtikuun alkupuolelle saakka.

Pölykausi alkoi rajumpana 11.4. Ajankohta oli tavanomaisesta lähes pari viikkoa myöhässä. Pölyäminen jatkui kuun loppuun, minkä jälkeen toukokuu alkoi koleana ja kuurosateisena, mikä hillitsi pölyämistä. Lämpötilan kohotessa 20 asteen tienoville ja ilmankosteuden vähetessä pölyäminen jatkui jälleen 9.5. alkaen vilkasliikenteisimmässä ympäristöissä. Kuun puolivälissä säätyyppi muuttui viileämmäksi ja sateiseksi, mikä puhdisti ilmaa ja kevät-pölykausi loppui 13.5. Toukokuun lopulla 25.5. hengitysilmassa havaittiin hiukkasia, jotka olivat peräisin Islannissa purkautuneesta tulivuoresta (Kerminen ym. 2011). Mannerheimintiellä Helsingin ydinkeskustassa katutyöt aiheuttivat ajoittain pölyämistä kesä-heinäkuussa.

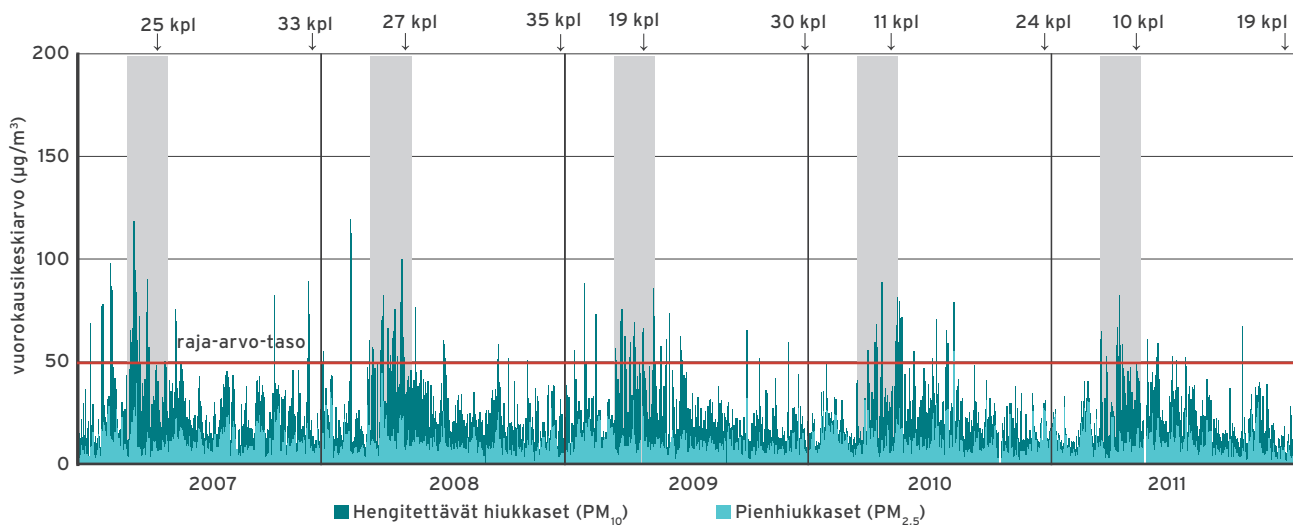
Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet olivat kevään korkeimmat 11.4. Mäkelänkadulla, $149 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi huhtikuussa Mäkelänkadulla, Tikkurilassa ja Leppävaarassa sekä toukokuussa Mäkelänkadulla.

Pääkaupunkiseudun kaduilla liukkaudentorjuntaan käytetään suurimmaksi osaksi hiekoitussepeä, josta hienojakoinen aines on seulottu ja pesty pois pölyhaittojen vähentämiseksi. Talven 2010-2011 usein toistuvat lumisateet peittivät hiekoituksia ja niitä jouduttiin paikoin uusimaan. Pitkä, yhtäjaksoinen pakkaskausi vähensi toisaalta katusuolan tarvetta. Helsingissä liukkaudentorjuntaan kului hiekoitussepeä noin 30 % normaalia enemmän ja katusuolaa noin 30 % normaalia vähemmän (Vättö 2011). Espoossa hiekoitussepeä käytettiin suunnilleen keskimääräisen talven verran (Juntunen 2011). Kauniiaisissa alkutalven pitkä pakkaskausi vähensi jonkin verran hiekoituksen ja suolauksen tarvetta, mutta loppupalvesta hiekoitussepeä kului normaalia enemmän (Keski-Kohtamäki 2011). Vantaalla teitä suolattiin normaalia vähemmän. Samoin hiekoitusta käytettiin keskivertotalvea vähemmän (Tammisto 2011).

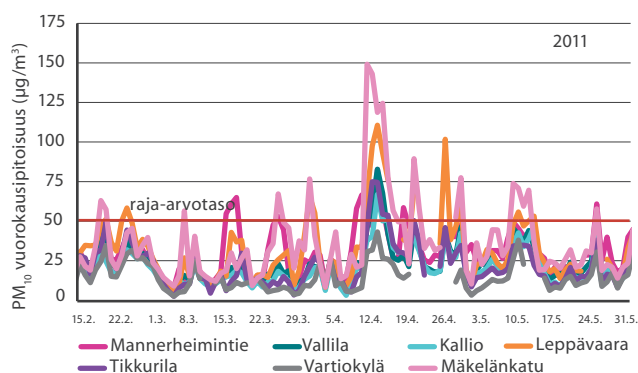
Katujen kevät siivous alkoi pitkän talven jälkeen pääkaupunkiseudulla hiekanpoistolla huhtikuun alkupuolella. Hiekannosto saatiin tehtyä toukokuun alkupuolella. Loppullinen puhdistus ja pesut sekä tonttikatujen harjaukset jatkuivat toukokuun ajan.

Keväällä 2011 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Ilman hiukkaspitoisuuksien alentamiseksi Helsingin kaupungin ympäristökeskus antoi 12.4. ja 26.4. toimenpidepyynnön Helsingin rakennusvirastolle ja Uudenmaan ELY-keskukselle tienpintojen kastelemiseksi laimealla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingin keskustassa ja sen ympäristössä katujen pölyämistä estettiin kevään aikana noin parikymmentä kertaa kastelemalla suolaliuoksella (Vättö 2011).

Espoossa katujen pölyntorjuntaa tehtiin laajemmin kolme kertaa (viikoilla 11 ja 15) kastelemalla vilkkaimmin liikennöityjen katujen ja bussireittien ajoratojen reuna-alueita. Lisäksi tehtiin tarpeen mukaan pölynsidonnan täsmäkas-teluita (Juntunen 2011). Kauniiaisissa levitettiin kalsiumkloridiliuosta kanttikivien reunaan kaksi kertaa huhtikuun alussa (Keski-Kohtamäki 2011). Vantaalla joukkoliikenteen käyttämät kadut kasteltiin kerran pölyämisen ehkäisemiseksi miedolla (n. 10 %) CaCl_2 -liuoksella 12.-13.4.2011 (Tammisto 2011). Vuoden 2011 kevät-pölykaudesta on yksityiskohtaisempi kuvaus vuoden 2010 ilmanlaaturaportissa (Malkki ym. 2011).



Kuva 15 a. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienihiukkasten ($PM_{2,5}$) vuorokausipitoisuudet Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2007–2011. 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 15 b. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot keväällä 2011.

Pölyisten päivien eli raja-arvotason ylittäneiden päivien määrä oli useimmilla mittausasemilla keväällä 2011 edellisistä vuosia pienempi. Raja-arvo ylittyy, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus ylittää arvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli 35 kertaa kalenterivuoden kuluessa. Toukokuun puoliväliin mennessä raja-arvotason ylityksiä mitattiin 0–20 päivänä eri mittausasemilla. Vuoden kuluessa raja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla ja pölyisiä päiviä kertyi eniten Mäkelänkadun mittausasemalla, jossa ylityspäiviä oli yhteensä 28 (luku 4.1).

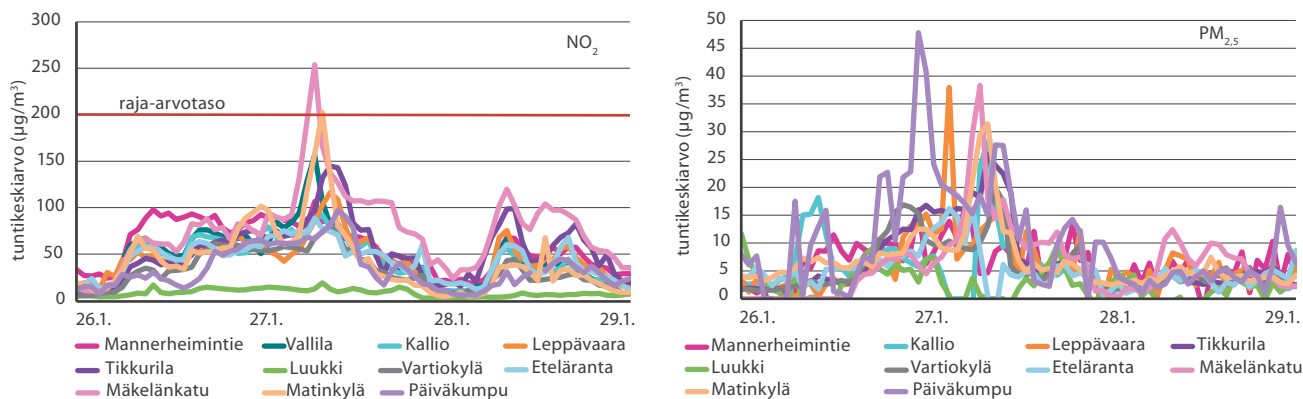
Mannerheimintieellä Helsingin keskustassa pölyisiä päiviä oli 19 kappaletta, joista kymmenen oli maaliskuussa, yksi toukokuussa ja seitsemän kesä-heinäkuussa. Hiukkaset olivat peräisin maaliskuussa pääasiassa katujen pölyämisestä ja kesällä katutöiden aiheuttamasta pölyämisestä. Toukokuun lopun pitoisuuksiin vaikuttivat Islannin tulivuoripurkauksesta kaukokulkeutuneet hiukkaset.

7.2 Typpidioksidiepisodit

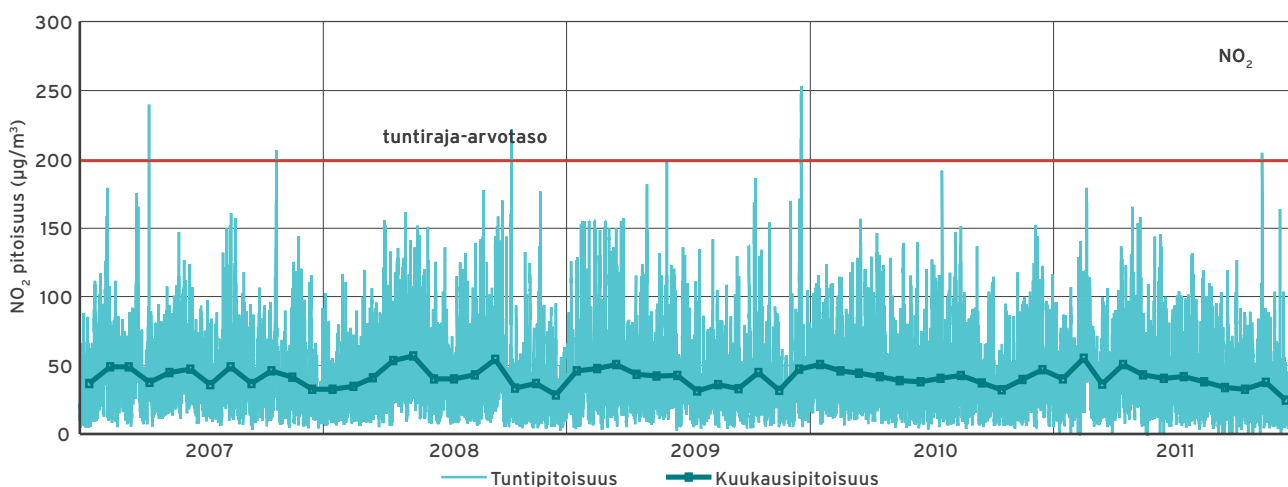
Typpidioksidin pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttavat eniten autoliikenteen pakokaasut ja säätila. Pitoisuudet kohoavat heikkotuulisella säällä vilkasliikenteisillä alueilla erityisesti ruuhka-aikaan. Korkeimmat tuntipitoisuudet havaitaan, kun ilmassojen pystysuuntainen sekoittuminen on estynyt inversion vuoksi. Inversiossa maanpinnan lähellä oleva kylmä ilma ja sen sisältämät 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 2011 oli tammi-helmikuussa ja jälleen marras-joulukuussa muutamia lyhytkestoisia inversiotilanteita (kuva 23 h), jolloin pitoisuudet ylittivät tuntiraja-arvotason ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aamuruuhkan aikaan. Tammikuun 27. päivänä raja-arvotaso ylittyi yhden tunnin ajan sekä Mäkelänkadulla ($254 \mu\text{g}/\text{m}^3$) että Matinkylässä ($203 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (kuva 16 a). Myös pienihiukkasten pitoisuudet kohosivat tällöin monilla mittausasemilla (kuva 16 b). Helmikuun lopussa raja-arvotaso ylittyi Matinkylässä kahtena aamuna kumpanakin yhden tunnin ajan: helmikuun 25. päivänä pitoisuus oli $233 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 28. päivänä $219 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

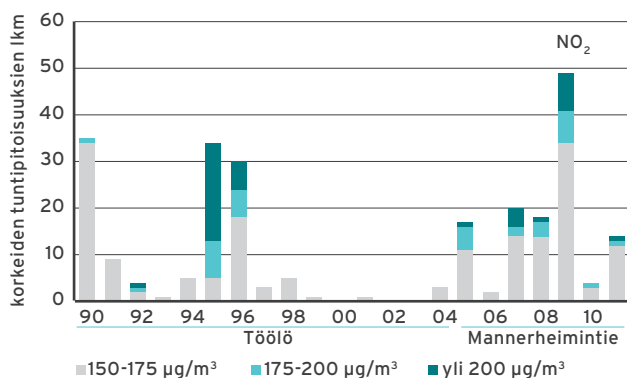
Marraskuun 10. päivänä typpidioksidipitoisuus ylitti raja-arvotason Mannerheimintieellä ($205 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Mäkelänkadulla ($206 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Joulukuun 7. päivänä raja-arvotaso ylittyi Mäkelänkadulla kahden tunnin ajan (max $236 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Matinkylässä ($214 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Ylitysjankohina tammi-helmikuussa oli kireä pakkas, mutta marras-joulukuussa lämpötila oli nollan tuntuvilla. Vuoden



Kuva 16 a ja b. Typpidioksidin ja pienhiukkasten tuntikeskiarvot 26.-29.1.2011.



Kuva 16 c. Typpidioksidin tunti- ja kuukausikeskiarvot Mannerheimintiellä vuosina 2007-2011.

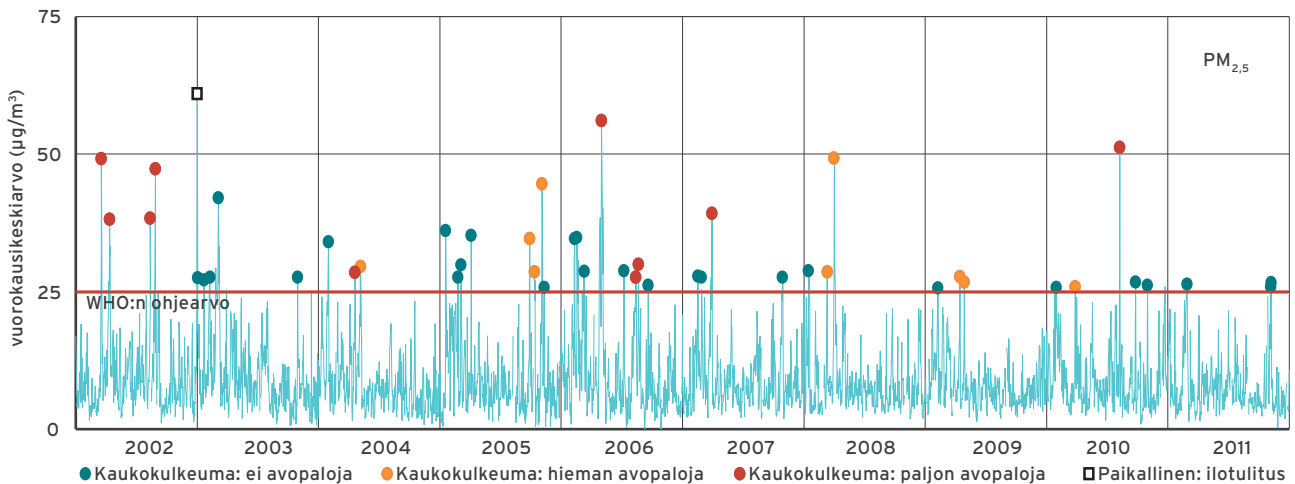


Kuva 16 d. Typpidioksidin korkeiden (> 150 µg/m³) tuntikeskiarvojen määrät Töölössä vuosina 1990-2004 ja Mannerheimintiellä vuosina 2005-2011. Tuntiraja-arvotason (200 µg/m³) ylittäviä tunteja saa olla enintään 18 kpl/vuosi.

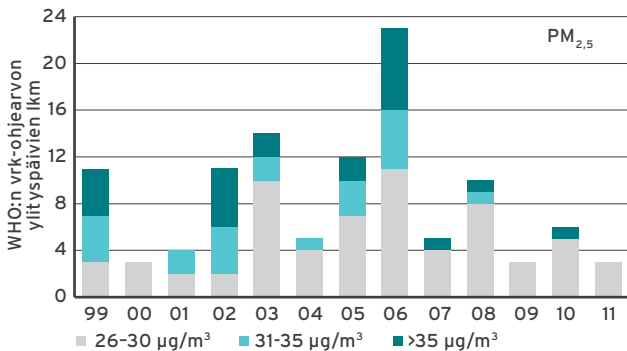
kuluessa ylitystunteja kertyi Mäkelänkadulla ja Matinkylässä 4 tuntia sekä Mannerheimintiellä 1 tunti.

Vuoden 2010 alussa typpidioksidin tuntiraja-arvo muuttui tiukemmaksi, ja raja-arvotaso 200 µg/m³ saa ylittyä nykyisin vain 18 tuntia vuodessa (aikaisemmin 175 tuntia). Voimakkain episodi viimeisen 20 vuoden kuluessa on mitattu 28.-29.12.1995, jolloin nykyinen raja-arvo olisi ylittynyt. 200 µg/m³ ylittäviä tuntipitoisuuksia kertyi tällöin yli 18 kpl. Toiseksi voimakkain typpidioksidiepisodi oli joulukuun 18. päivänä 2009, jolloin raja-arvotason ylitystunteja kertyi enimmillään 8 kpl. Raja-arvotason ylittäviä pitoisuuksia oli aikaisemmin 2000-luvulla mitattu yhteensä vain seitsemän tunnin ajan: Runeberginkadulla vuonna 2004 ja Mannerheimintiellä vuosina 2005, 2007 ja 2008 (liite 1).

Vuonna 2011 oli korkeiksi luokiteltavia typpidioksidin tuntipitoisuuksia (> 150 µg/m³) Helsingin ydinkeskustassa yhteensä neljätoista tuntia, joista yksi yli 200 µg/m³ (kuva 16 c ja d). Vartiokylää, Luukkia ja Päiväkumpua lukuun ottamatta kaikilla pääkaupunkiseudun mittausasemilla oli 150 µg/m³ ylittäviä tunteja, Mäkelänkadun katukuilussa yhteensä 21 tuntia (luku 6.1).



Kuva 17 a. Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot kaupunkitausta- asemalla Helsingin Kalliossa vuosina 2002-2011 ja päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta. Avopalojen merkitystä on arvioitu leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).



Kuva 17 b. Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvon ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittävien päivien lukumäärät luokiteltuna pitoisuustason mukaan Kalliossa vuosina 1999-2011. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin pienhiukkasten kaukokulkeumien kestoja ja voimakkuutta.

vuorokausipitoisuudet ylittävät Kalliossa WHO:n vuorokausiohjearvon ja ovat vähintään noin kolminkertaisia vuosikeskiarvoon verrattuna. Vuonna 2010 pienhiukkasmittauksissa otettiin käyttöön myös uudet korjausyhtälöt (liite 4), ja vastaava muunnos on tehty takautuvasti kaikille tässä raportissa esitettäville pienhiukkastuloksille.

Kaukokulkeumaepisodien aikana suuri osa pienhiukkasista on yleensä peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä, kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta (kuva 17 a). Noin puolet episodeista on sellaisia, että tavanomaisten saasteiden lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu hieman tai paljon Itä-Euroopan avopaloista, kuten maastopaloista ja peltojen kulloksista. 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)

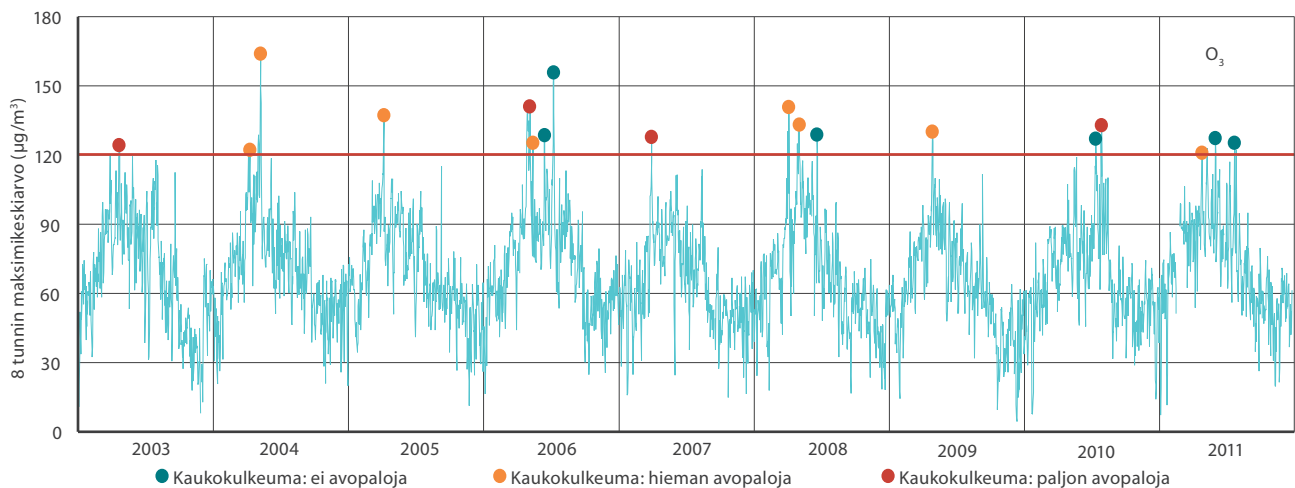
Vuoden 2011 kaukokulkeumaepisodit olivat melko heikkoja ja lyhytkestoisia, minkä vuoksi ne huononsivat ilmanlaatua melko vähän verrattuna kymmeneen edelliseen vuoteen (kuva 17 a ja b). WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi lievästi Kalliossa kolme kertaa eli 27. helmikuuta sekä 6. ja 7. marraskuuta. Esimerkiksi vuonna 2002 ja erityisesti vuonna 2006 Itä-Euroopan avopalojen savut aiheuttivat useaan otteeseen hyvin voimakkaita kaukokulkeumia.

Mittauspaikasta riippuen WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi pääkaupunkiseudulla 3-17 päivänä vuonna 2011 (luku 4.1, kuva 2 d). Korkeita tunti- ja vuorokausipitoisuuksia aiheuttivat kaukokulkeumien lisäksi vilkasliikenteisillä alueilla liikenteen pakokaasut ja katupöly, pientaloalueilla tulisijojen käytön savut ja satamien ympäristössä laivojen päästöt. Myös ilotulitukset ja tulipalot aiheuttavat joskus korkeita paikallisia tuntipitoisuushuippuja. Edellisenä vuonna WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi 23.12.2010 Kalliossa yli 10 kilometrin etäisyydellä sijaitsevan HongKong -tavaratalon tulipalon takia. Korkein tuntiarvo oli tällöin $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$ klo 23 (Malkki ym. 2011).

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- asemilla Luukissa ja Kalliossa (kuva 17 a).

Pääkaupunkiseudulla on viime vuosina määritelty kaukokulkeumaepisodiksi tilanne, jossa pienhiukkasten 24 tunnin liukuva keskiarvo ylittää $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Kalliossa ja pitoisuus nousee samanaikaisesti korkeaksi myös Luukissa (Niemi ym. 2006, 2009). Ilmanlaadun vuosiraportissa vuodesta 2009 alkaen on kuitenkin luovuttu 24 tunnin liukuvan keskiarvon käytöstä. Laskenta on tehty perustuen tavallisiin vuorokausikeskiarvoihin, jotta pitoisuuksia voidaan verrata suoraan WHO:n vuorokausiohjearvoon ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Toisin sanoen kaukokulkeumaepisodin aikana



Kuva 18 a. Otsonin korkeimmat päivittäiset 8 tunnin keskiarvopitoisuudet alueellisella tausta-aseamalla Espoon Luukissa vuosina 2003–2011. Avopalojen merkitystä kaukokulkeumissa on arvioitu karkeasti pienhiukkasten leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).

7.4 Otsoniepisodit

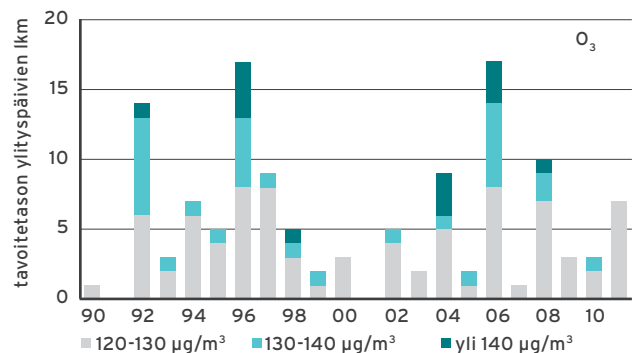
Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu ilmassa auringonsäteilyn vaikutuksesta hapen, typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kevät- ja kesäkausi ovat otollisinta aikaa otsoninmuodostukselle (kuva 18 a).

Suomeen kaukokulkeutuu runsaasti otsonia muualta Euroopasta. Korkeimmat pitoisuushuiput havaitaan yleensä aurinkoisina kevät- ja kesäpäivinä, kun ilmavirtaukset saapuvat keski- ja Itä-Euroopan saasteisemmilta alueilta. Myös Itä-Euroopan maastopalojen ja peltojen kulotusten päästöt ovat todennäköisesti usein osasyynä otsoniepisodeihin.

Otsonipitoisuudet ovat Suomessa korkeimmat maaseudulla, sillä kaupunkien keskustoissa otsonia kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa. Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuudet ovat yleensä korkeimmat alueellisella tausta-aseamalla Luukissa.

Väestölle tiedottamisen kynnyksarvo ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on ylittynyt pääkaupunkiseudulla vain kahden tunnin ajan viimeisen 20 vuoden aikana, 7.5.2004 kaukokulkeuman aikana. Vuoden 2011 korkeimmat otsonin tuntipitoisuudet mitattiin heinäkuun 22. päivänä Kalliossa $161 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Vartiokylässä $154 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vuonna 2011 otsoniepisodeja esiintyi melko vähän ja ne olivat lieviä (kuva 18 b). Otsonipitoisuus ylitti terveyden suojelemiseksi annetun pitkän ajan tavoitteen (8 tunnin liukuva keskiarvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Kalliossa, Vartiokylässä ja Tikkurilassa kahtena päivänä heinäkuun 22. ja 23. päivänä. Luukissa ylityspäiviä oli 7 kpl ajanjaksolla 26. huhtikuuta – 27. heinäkuuta. Erityisesti huhtikuussa otsonia kulkeutui avopaloalueilta (kuva 18 a).



Kuva 18 b. Otsonin pitkän aikavälin tavoitteen ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 tunnin liukuva keskiarvo) ylittävien vuorokausien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Luukissa vuosina 1990–2011. 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). Suunnitelmasa 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.

Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelmalla päivitetiin ja korvattiin Helsingin ja Espoon aiemmat varautumissuunnitelmat. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma uusittiin vuonna 2007 (Viinanen 2007) ja se koski typpidioksidi-, katupöly- ja savuhaittoja. Espoo laati vuonna 2006 valmiussuunnitelman liikenteen aiheuttamien korkeiden typpidioksidipitoisuuksien varalle (Manni-Loukkola 2006). Suunnitelmat piti uudistaa typpidioksidin vuonna 2010 kiristyneen tuntiraja-arvon vuoksi.

Jos ilmanlaatu heikkenee merkittävästi, tilanteesta ja altistumisen vähentämiskeinoista tiedotetaan. Varautumissuunnitelman mukaisiin toimenpiteisiin katupölyhaittojen alentamiseksi ryhdytään, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy. Mikäli pölyämisen ennustetaan jatkuvan, katuja, teitä ja/tai pientareita kastellaan laimealla kalsiumkloridiliuoksella, mikä pitää pinnat pitkään kosteina ja vähentää pölyämistä. Vuonna 2011 pääkaupunkiseudun kaupungit ehkäisivät pölyämistä useaan otteeseen. Helsingin ympäristökeskus lähetti toimenpidepyynnön kasteluiden aloittamisesta 12.4. ja 26.4. (luku 7.1). HSY tiedotti korkeista katupölypitoisuuksista 1.4. ja 14.4., ja tulivuorituhkasta 25.5.

Typpidioksidipitoisuudet kohoavat korkeiksi etenkin silloin, kun tyyni sää ja inversio estävät liikenteen päästöjen laimenemista. Varautumissuunnitelman mukaiset toimenpiteet käynnistetään ja varautumista kohotetaan asteittain tuntipitoisuuden ylittäessä 150 tai $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tietyn tuntimäärän ajan ja tietyllä alueella. Toimenpiteet alkavat tiedottamisesta ja suosituksista. Liikenteen typenoksidipäästöjä voidaan vähentää suosimalla joukkoliikennettä ja välttämällä tarpeetonta ajamista. Jos pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi, ja tilanteen ennustetaan jatkuvan, tulee harkittavaksi siirtyminen maksuttomaan joukkoliikenteeseen ja liikenteen rajoittaminen asteittain. Sen vuoksi on laadittu seudullinen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta (YTV 2004). Uusi varautumissuunnitelma edellyttää myös joukkoliikennettä koskevan poikkeussuunnitelman uusimista. Työ on käynnistynyt ja uuden suunnitelman on tarkoitus valmistua 31.5.2012 mennessä. Vuonna 2011 ei ylitetty varautumissuunnitelman mukaisia toimenpidekynnyksiä. Ilmatieteen laitoksen ennuste ilmanlaadun mahdollisesta heikkenemisestä inversion ja pakokaasujen vuoksi lähetettiin pääkaupunkiseudun ilmansuojeluviranomaisille kahdeksan kertaa. Typpidioksidin raja-arvotason ylityksestä tiedotettiin viranomaisille viisi kertaa (luku 7.2).

Varautumissuunnitelman myötä koko pääkaupunkiseutu on laatinut Helsingin aiemman suunnitelman pohjalta toimintamallin kaukokulkeutuvien pienhiukkasten tai savujen varalle. Toimenpiteet käynnistyvät pienhiukkasten pitoisuuden laajalla alueella ylittäessä $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli kolmen tunnin ajan tai kohotessa äkillisesti korkeiksi. Tilanteessa tehostetaan tiedotusta ilmanlaadusta, suosituksista ja terveysvaikutuksista. Vakavien savuhaittojen vuoksi väestöä voidaan varoittaa. Vuonna 2011 pääkaupunkiseudulla ei ollut niin voimakkaita pienhiukkasepisodeja, että niistä olisi tiedotettu (luku 7.3).

Suunnitelmaan on liitetty myös otsonin tiedotus- ja varoituskynnykset (180 ja $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tunnin ajan), joiden ylityessä tiedotetaan tai annetaan varoitus terveyshaitoista. Vuonna 2011 kynnyksiä ei pääkaupunkiseudulla ylitetty (luku 7.4).

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 ilmanlaadua suhteutettuna ilmanlaadun ohje-, raja-, kynnys- ja tavoitearvoihin sekä tunnettuihin terveysvaikutuksiin. Indeksillä on lähinnä terveysperusteinen, mutta sen sanallisessa luonnehdinnassa otetaan huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia (taulukko 6). Indeksillä kehitettiin käyttöä 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 7. Suomessa käytetty indeksi eroaa ulkomaisista ilmanlaatuindekseistä sekä laskentatavan että pitoisuusrajojen osalta.

HSY:n ilmanlaatuindeksi on otettu käyttöön vuonna 1988 ja nykyisen kaltaisena se on ollut käytössä vuodesta 1993. Indeksillä on uudistettu vuosina 2002 ja 2007. Vuoden 2002 uudistuksessa tarkistettiin taitepisteitä uusien EU:n raja-arvojen mukaisiksi ja muutettiin laskenta kuvaamaan paremmin tuntivaihteluita. Vuonna 2007 indeksiiin lisättiin pienhiukkaset ja tarkistettiin sitä hengitettävien hiukkasten ja otsonin osalta WHO:n ohjearvojen sekä uusimman terveysvaikutustiedon pohjalta.

8.2 Ilmanlaadusta tiedottaminen

Asukkaat voivat seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaatu-tilannetta verkkosivuilta, kännykän selaimella, ilmanlaatu-työkalulta, radioista, televisiosta ja sanomalehdistä. Jos ilmanlaatu heikkenee voimakkaasti ja terveyshaitat ovat mahdollisia herkille yksilöille, HSY tiedottaa tilanteesta asukkaille ja viranomaisille. HSY viestii tällaisissa episoodeissa asukkaille ilmanlaadusta ja sen vaikutuksista, ja pääkaupunkiseudun kaupungit puolestaan viestivät suosituksista ja toimenpiteistä.

HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi/ilmanlaatu voi seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaadun ja saasteiden pitoisuuksia

11 eri mittausasemalta. Ajantasaiset ilmanlaatu-tiedot ovat olleet saatavilla verkkosivuilta vuodesta 1996 alkaen. Ilmanlaatu-tilanteen voi tarkistaa myös ilmanlaatu-työkalulta esimerkiksi raitiovaunuissa ja metroissa tai saada varoituksen korkeista pitoisuuksista tekstiviestillä.

Arkiaamujen 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 vuonna 2011 myös Helsingin Sanomien sääsivuilta arkipäivisin ja viikoittain Uusimaa-lehdestä. Pääkaupunkiseudulla on useita ilmanlaatu-työkaluja, joista ohikulkijat voivat tarkistaa ilmanlaadun keskustoissa tai liikennevälineissä liikkessaan. Vantaalla ja Espoossa on lisäksi useita HSL:n aikataulunäyttöjä, jotka näyttävät myös ilmanlaadun.

Ilmanlaatu-työkalujen sijainnit ovat:

- Mannerheimintie 5, Yliopiston Apteekki
- Raitiovaunujen ja metrojen infotaulut (klo 12-18)
- Tikkurila: rautatieaseman odotushalli, Tikkurin kauppakeskus ja uimahalli
- Myyrmäki: Myyrmannin kauppakeskus, Myyrmäki-talo, terveyskeskus ja uimahalli
- Korso: Lumo-talo
- Martinlaakso: uimahalli
- Katriinan sairaala
- Espoon keskus: Entressen kauppakeskus, rautatieasema
- Tapiola

Ilmanlaadun seurannan tulokset raportoidaan vuosiraportissa ja lisäksi vuodenaikojittain lyhyessä Ilmanlaatu-katsauksessa, jota on saatavana mm. pääkaupunkiseudun kirjastoissa ja yhteis palvelupisteissä sekä sähköisesti HSY:n verkkosivuilta.

8.3 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna

Ilmanlaatu oli vuonna 2011 pääkaupunkiseudulla valtaosan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu luokiteltiin hyväksi tai tyydyttäväksi 90-97 % ajasta kaikilla mittausasemilla lukuun ottamatta Mannerheimintietä (83 %) ja Mäkeläntä (73 %). Ilmanlaatu oli hyvä etenkin öisin, viikonloppuisin ja tuulisella säällä. Keväällä ilmanlaatu on usein tyydyttävä, koska otsonipitoisuudet kohoavat voimakkaasti auringonsäteilyn vuoksi. Kuvista 19 a-d näkee myös, että syksyllä ilmanlaatu oli usein hyvä, mikä on suotuisen laimenemisolosuhteiden ja kostean sään ansiota.

Taulukko 6. 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 7. Indeksiarvojen määräytyminen ja pitoisuuksien taitepisteet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, CO mg/m^3).*

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

*Pitoisuudet ovat tuntikeskiarvoja ja indeksit kokonaislukuja.

Taulukko 8. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttava ilmansaaste ja tuntien lukumäärät vuonna 2011.

Mittausasema	Ilmansaaste						
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	YHT.
Mannerheimintie	58	7	12	0	-	0	77
Vallila	23	-	2	-	0	-	25
Kallio	10	2	1	3	-	-	16
Vartiokylä	5	10	0	3	-	0	18
Leppävaara	92	9	2	-	-	-	103
Tikkurila	26	24	1	1	-	0	52
Luukki	-	11	0	0	0	-	11
Eteläranta	-	8	1	-	0	-	9
Mäkelänkatu	173	1	11	-	-	-	185
Matinkylä	-	2	15	-	-	-	17
Päiväkumpu	-	47	0	-	-	-	47

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

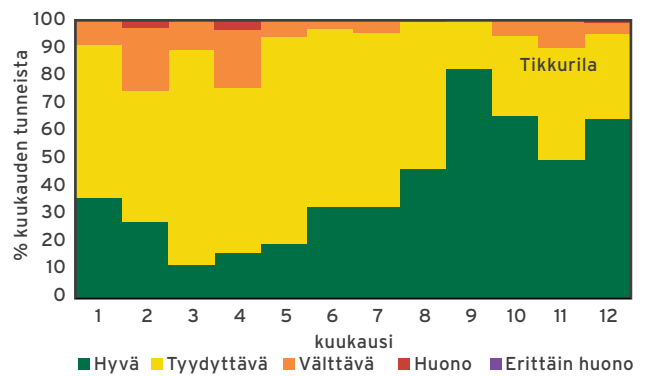
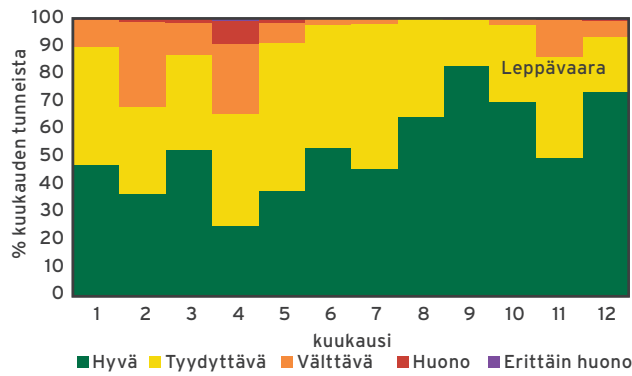
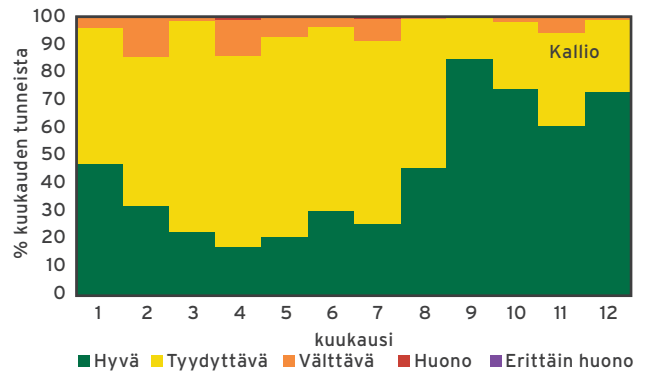
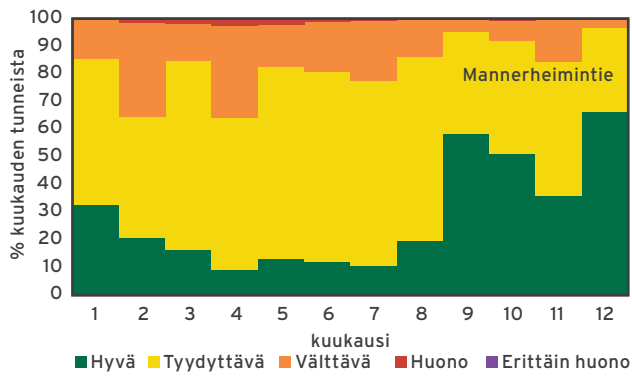
Mittausasemien ilmanlaadun vertailua vaikeuttaa se, että mittausasemilla mitataan jossain määrin eri saasteita. Lähes kaikilla mittausasemilla mitattiin vuonna 2011 pienhiukkasia ja typpidioksidia, mutta otsonia vain osalla asemista. Kuvien 19 a-d mittausasemista otsonia ei mitattu Leppävaarassa, mikä näkyy kesäkuukausina parempana ilmanlaatuna Leppävaarassa Tikkurilaan verrattuna.

Ilmanlaatu oli vuoden kuluessa huono tai erittäin huono Mannerheimintiellä 77 ja Mäkelänkadulla 185 tuntia (taulukko 8). Leppävaarassa huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli 103 ja Tikkurilassa 52. Tilanteet aiheutuivat suurimmaksi osaksi hengitettävistä hiukkasis- ta ja esiintyivät katupölykaudella. Typpidioksidi heikensi ilmanlaadun huonoksi erityisesti vilkkaissa liikenneympäristöissä enimmillään 15 tunnin ajan. Korkeita pienhiukkasten pitoisuuksia aiheutui etenkin helmikuussa ja tulisijojen päästöistä. Ilmanlaatu oli korkeiden otsonipitoi-

suuksien vuoksi huono Kalliossa ja Vartiokylässä 3 tuntia ja Tikkurilassa 1 tunnin.

Ilmanlaatu oli vuoden 2011 loppupuolella useimmilla mittausasemilla parempi kuin edellisenä vuonna. Vain Vallilassa ja Leppävaarassa kertyi vuoden kuluessa huonoja tunteja katupölyn vuoksi selvästi enemmän. Pienhiukkasten ja otsonin kaukokulkeumat aiheuttivat edellisvuotta vähemmän huonoja tunteja. Typpidioksidin ja pienhiukkasten vuoksi ilmanlaatu huonontui usein etenkin vuoden ensimmäisinä kuukausina.

Mäkelänkadun siirrettävä mittausasema oli vilkasliikenteisessä katukulussa, jossa ilmanlaatu oli erityisesti katupölyn vuoksi muita mittausasemia huonompaa. Matinkylän liikenneympäristössä ei mitattu hengitettäviä hiukkasia, mikä antaa Matinkylän ilmanlaadusta liian hyvän kuvan verrattuna esim. Mäkelänkatuun (taulukko 8 ja luvut 6.1 ja 6.2).



Kuva 19 a-d. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuluokkiin vuoden 2011 kuukausina. Leppävaarassa ei mitata otsonia, minkä vuoksi Leppävaarassa oli enemmän ilmanlaadultaan hyviä tunteja kuin Tikkurilassa.

9. Mustan hiilen pitoisuudet

HSY aloitti mustan hiilen (BC) pitoisuuden seurannan pääkaupunkiseudulla helmikuussa 2009. Mittausten tavoitteena on saada entistä tarkempi käsitys polttoperäisten pienhiukkasten pitoisuusvaihtelusta ja lähteistä pääkaupunkiseudulla. Tulevina vuosina seurataan mm. pitoisuuksien kehittymistä vilkasliikenteisillä alueilla, sillä ajoneuvojen kiristyvien hiukkaspäästönormien ennakoidaan vähentävän tehokkaasti mustan hiilen päästöjä.

HSY mittaa mustaa hiiltä alle yhden mikrometrin kokoisista hiukkasista, sillä valtaosa mustasta hiilestä on PM_{10} -kokuokassa. Mittausten alkuvaiheessa (16.2.-25.6.2009) mustaa hiiltä mitattiin $PM_{2,5}$ -kokuokasta, mutta tällä pienellä kokuokamuutoksella on vain vähäinen vaikutus tuloksiin.

Mustan hiilen pitoisuuksia mitattiin vuonna 2011 Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla. Aiempina vuosina mittauksia on tehty Vartiokylän pientaloalueella vuonna 2009 ja Töölöntullin vilkasliikenteisessä katukuilussa vuonna 2010.

Mustan hiilen vuosikeskiarvo oli $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mannerheimintiellä vuonna 2011, kun se vuonna 2009 oli Vartiokylässä $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuonna 2010 Töölöntullissa $2,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (liite 1). Mannerheimintiellä ei ollut selvää vuodenaikavaihtelua pitoisuuksissa (kuva 20 a), mikä ainakin osittain johtui Mannerheimintiellä koko alkukesän jatkuneiden katutöiden työkoneiden päästöistä. Sen sijaan erityisesti Vartiokylässä korkeimmat pitoisuudet mitattiin talvi-kuukausina, koska tällöin ilmansaasteiden sekoittuminen ja laimeneminen on heikompaa ja lisäksi puun pienpolton päästöt nostavat pitoisuuksia (Malkki ym. 2011).

Mustasta hiilestä valtaosa on alle 1 mikrometrin kokoisissa hiukkasissa, joten mittaustulosten perusteella voidaan laskea kohtalaisen tarkasti mustan hiilen osuus koko pienhiukkasmassasta. Mannerheimintiellä musta hiili muodosti 14 % pienhiukkasten massapitoisuudesta vuosikeskiarvona (kuva 20 a). Vartiokylässä vastaava luku oli 11 % ja Töölöntullissa peräti 20 % (Malkki ym. 2011).

Töölöntullissa vuonna 2010 mitattu mustan hiilen ja pienhiukkasten pitoisuus sekä mustan hiilen osuus pienhiukkasmassasta olivat erittäin korkeita. Näin korkeita arvoja ei ole havaittu missään muualla pääkaupunkiseudulla tai Suomen muiden kaupunkien liikenneympäristöissä. Pääsyy tähän olivat liikenteen suuret päästöt, jotka kertyivät Töölöntullissa korkeina pitoisuuksina rakennusten reunustamalle katuosuudelle.

Mustan hiilen pitoisuuksia on mitattu aikaisemmin pääkaupunkiseudulla eräiden tutkimushankkeiden yhteydessä. Esimerkiksi Vallilan mittausasemalla liikenneympäristössä mustan hiilen vuosikeskiarvo oli $1,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kesäkuun

2000 ja kesäkuun 2001 välisenä aikana (Viidanoja ym. 2002). Kumpulassa kaupunkitausta-alueella alkuainehiilen (EC-mittaus, ei täysin vertailukelpoinen BC-tulosten kanssa) vuosikeskiarvo oli $0,89 \mu\text{g}/\text{m}^3$ maaliskuun 2006 ja helmikuun 2007 välisenä aikana (Saarikoski ym. 2008). Kun Kumpulan mittauskampanjan tuloksista poistettiin Venäjän maastopalojen savujaksot, vuosikeskiarvoksi tuli $0,74 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Suomen maaseututausta-asevilla tehtyjen mittausten perusteella mustan hiilen alueellinen taustapitoisuus on korkein Kaakkois-Suomessa ja matalin Lapissa. Vuosina 2005–2008 tehtyjen eripituisten mittauskampanjoiden aikana keskiarvot olivat seuraavat: Virolahti $0,45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hyytiälä $0,32 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Utö $0,25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Puijo $0,23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pallastunturi $0,07 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hyvärinen ym. 2011). Mustan hiilen osuus pienhiukkasmassasta oli yleensä 5–10 %. Mustan hiilen pitoisuudet olivat korkeimmat talvella ja keväällä ja matalimmat kesällä. Korkeimmat vuorokausipitoisuudet esiintyivät silloin, kun ilmavirtaukset toivat hiukkasia Itä- ja Keski-Euroopan saasteisilta alueilta tai Itä-Euroopan maastopaloista ja peltojen kulotuksista.

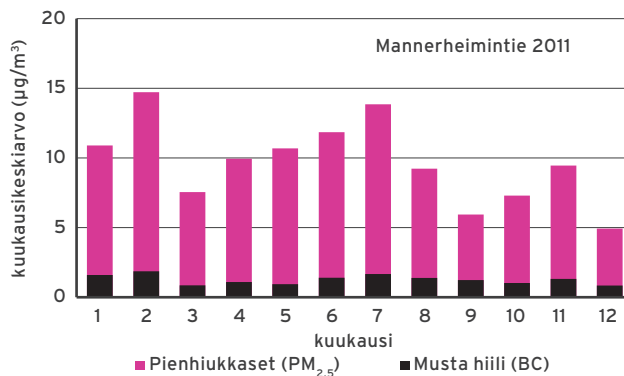
Pääkaupunkiseudulla mitatut mustan hiilen pitoisuudet ovat olleet mittauspaikesta riippuen noin 2–10 kertaa korkeampia kuin Etelä-Suomen tausta-asevilla. Syyinä pääkaupunkiseudun korkeisiin pitoisuuksiin ovat paikallisen liikenteen ja puun pienpolton päästöt ja osaltaan myös kaukokulkeuma. Paikallisten päästöjen suuri merkitys näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa eri vuorokaudenaikoina arkena tai viikonloput mukaan ottaen (kuvat 20 b ja c). Mannerheimintiellä ja erityisesti Töölöntullissa liikenteen ruuhka-aikojen korkeat pitoisuudet laskivat viikonloppujen vaikutuksesta. Sen sijaan Vartiokylän pientaloalueella pitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat viikonloppuiltaisina, koska tällöin poltetaan eniten puuta tulisijoissa ja kiukaissa.

Korkein mustan hiilen tuntikeskiarvo $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mannerheimintiellä mitattiin 21.7. klo 14. Kyseisenä ajankohtana Mannerheimintiellä tehtiin katutöitä isoilla koneilla aivan mittausaseman kohdalla. Muut 10 suurinta tuntikeskiarvoa mitattiin 20.–22.7. päiväaikaan samojen katutöiden aikana, 20.2. aamuyöllä kaukokulkeuman aikana (luku 7.3) sekä 10.11. aamuinversion aikana (luku 7.2). Aiempina vuosina Töölöntullin korkein tuntikeskiarvo $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin 13.8.2010 aamuruuhkan aikana (liite 1; Malkki ym. 2011) ja Vartiokylän $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voimakkaan inversion aikana 18.12.2009, jolloin puun pienpolton savu ja liikenteen pakokaasuja kertyi runsaasti ilmaan (liite 1; Malkki ym. 2010).

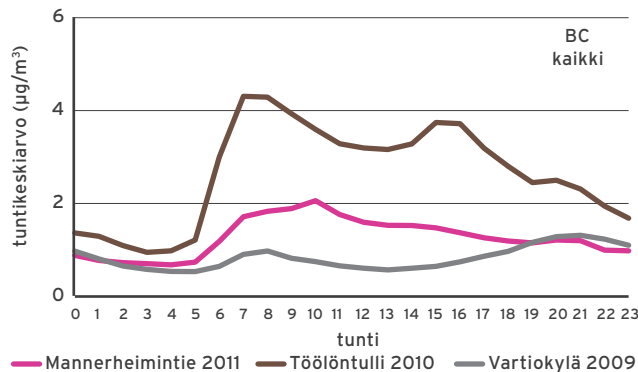
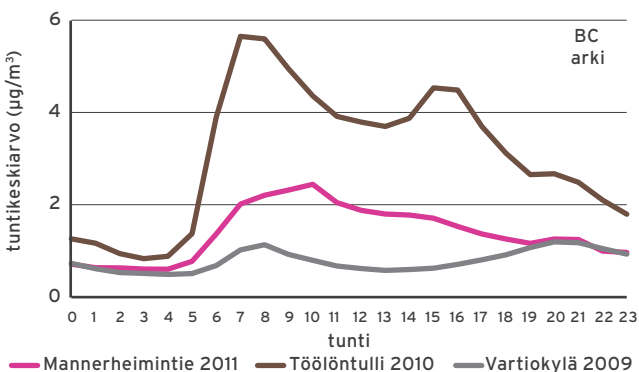
Paikallisen liikenteen ja puun pienpolton keskeinen merkitys mustan hiilen päästölähteenä nousee esiin myös, kun tarkastellaan mustan hiilen ja muiden ilmansaasteiden pitoisuusvaihtelujen korrelaatioita. Mannerheimintiellä

mustan hiilen ja typenoksidien välillä on voimakas positiivinen korrelaatio, sillä molempien päälähte on paikallinen liikenne (kuva 20 d; kaikkien ilmansaasteiden väliset korrelaatiokertoimet liitteessä 1). Samoin havaittiin olevan Töölöntullissa (Malkki ym. 2011). Vartiokylässä korkein positiivinen korrelaatio oli mustan hiilen ja hiilimonoksidin välillä, mutta musta hiili korreloi selvästi myös typenoksidien ja pienhiukkasten kanssa (Malkki ym. 2011). Tämä viittaa siihen, että Vartiokylässä mustalla hiilellä oli useita lähteitä, kuten puun pienpoltto, liikenne ja kaukokulkeuma.

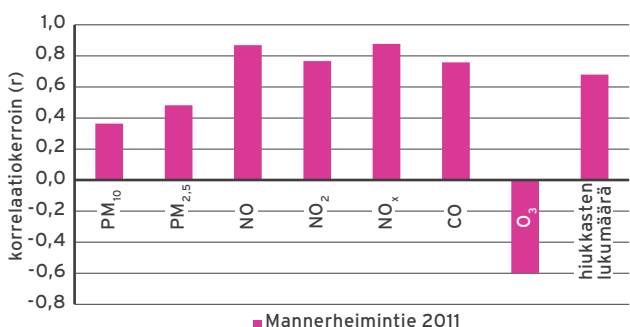
Mustan hiilen ja hengitettävien hiukkasten välinen positiivinen korrelaatio on melko heikko, koska hengitettävien hiukkasten pitoisuuteen vaikuttaa voimakkaasti katupöly. Otsonin ja mustan hiilen välillä on puolestaan negatiivinen korrelaatio, sillä otsonin muodostuminen on voimakkainta aurinkoisina kevät- ja kesäpäivinä ja lisäksi paikallisista päästölähteistä peräisin olevat saasteet (erityisesti NO) toimivat otsoninluna kaupunkialueilla.



Kuva 20 a. Pienhiukkasten ja mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Mannerheimintiellä vuonna 2011.



Kuva 20 b ja c. Mustan hiilen pitoisuuksien vaihtelu vuorokaudenajan suhteen arkena (kuva 20 b) ja viikonloput mukaan lukien (kuva 20 c).



Kuva 20 d. Mustan hiilen ja muiden mitattujen ilmansaasteiden välinen riippuvuus korrelaatiokertoimella ilmaistuna Mannerheimintiellä vuonna 2011.

10. Hiukkasten lukumääräpitoisuudet

HSY aloitti hiukkasten lukumäärän seurannan pientalo-alueella Vartiokylässä vuonna 2009 (mittausalue 6-1 000 nm). Vuonna 2010 hiukkasten lukumäärää mitattiin katukuilussa Töölöntullissa (mittausalue 6-1 000 nm) ja vuonna 2011 Helsingin keskustassa Mannerheimintielle (mittausalue 9-1 000 nm). Mittausten tavoitteena on saada käsitys hiukkasten lukumäärästä erilaisissa ympäristöissä sekä saada tietoa pitoisuustasojen mahdollisesta muutumisesta ajan kuluessa pääkaupunkiseudulla. Autojen vuonna 2015 kiristyvien päästönormien myötä myös hiukkasten lukumäärää aletaan säädellä.

Vartiokylässä mittaukset aloitettiin toukokuun lopussa (28.5.2009) ja niitä jatkettiin vuoden 2009 loppuun saakka. Töölöntullissa mitattiin alkuvuosi 2010 (15.1.-10.6.) ja vuonna 2011 Mannerheimintielle mitattiin 1.1.-11.6. ja 23.9.-1.11. 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 46 000 ajoneuvoa arkivuorokaudessa.

HSY:n mittauksissa hiukkasten korkeimmat lukumääräpitoisuudet havaittiin katukuilussa Töölöntullissa, jossa talvikauden keskiarvo oli noin 25 100 kpl/cm³. Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin pientaloalueella Vartiokylässä (noin 5 200 kpl/cm³). Helsingin keskustassa mittausjakson keskiarvo oli noin 10 700 kpl/cm³ (kuva 21 a ja liite 1). Hiukkasten lukumäärän vuosikeskiarvo vaihteli samaan aikaan Kumpulassa kaupunkitausta-aseamalla noin 7 400 ja 8 800 kpl/cm³ välillä.

Suomessa maaseututausta-aseamalla hiukkasten lukumäärät ovat olleet huomattavasti alhaisempia kuin kaupungissa mitatut. Saaristomeren sisääntuloväylän varrella Utössä 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 et al. 2008).

Tukholmassa hiukkasten lukumäärä Hornsgatanin katukuilussa oli 29 200 kpl/cm³ vuonna 2010 (mittausalue > 4 nm) (SLB 2011). Tanskassa vuonna 2010 hiukkasten lukumäärä 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 et al. 2011).

HEAPSS tutkimuksessa mitattiin hiukkasten lukumäärää (mittausalue 7 nm:stä muutamaan mikrometriin) viidessä kaupungissa, Helsinki, Tukholma, Augsburg, Barcelona ja Rooma, toukokuusta 2001 joulukuuhun 2003. Pitoisuudet Barcelonassa ja Roomassa (43 500-39 200 kpl/cm³) oli-

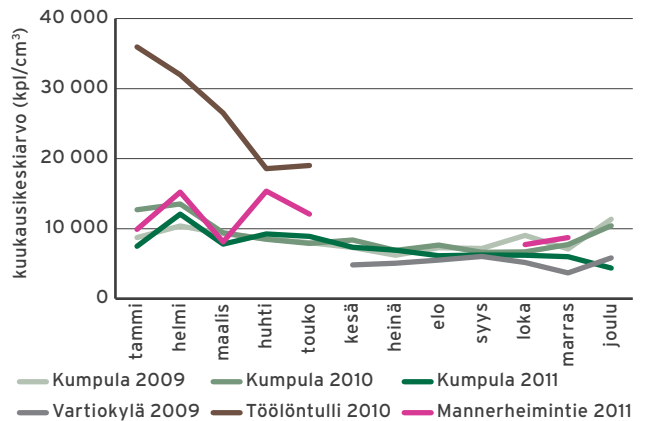
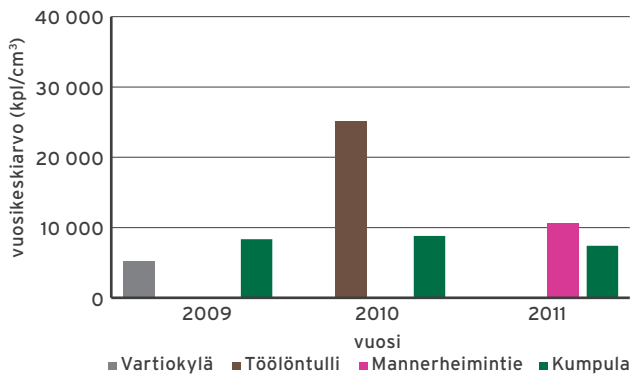
vat noin nelinkertaisia Helsinkiin (11 000 kpl/cm³), Tukholmaan (10 300 kpl/cm³) tai Augsburgiin (10 200 kpl/cm³) verrattuna (Aalto et al. 2005).

Hiukkasten määrä oli suurempi kylmänä vuodenaikana kuin lämpimänä (kuva 21 b; liite 2). Korkeimmat hiukkasten kuukausipitoisuudet mitattiin talvella. Alhaisimmillaan kuukausikeskiarvot olivat kesäisin. Myös HEAPSS tutkimuksessa oli havaittu sama ilmiö. Puhtaimmissa kaupungeissa talven pitoisuudet olivat kaksin-kolminkertaisia kesällä havaittuihin verrattuna ja likaisimmissa kaupungeissa jopa nelin-kymmenkertaisia.

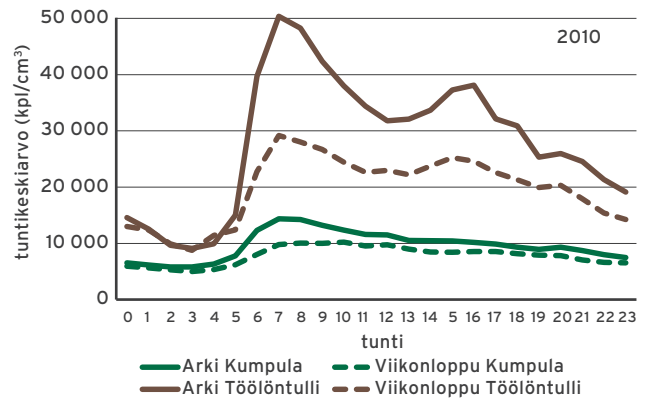
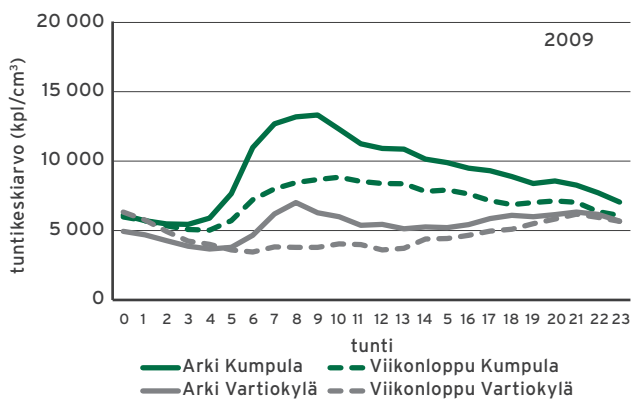
Paikallisten päästöjen vaikutus pitoisuuksiin näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa viikonpäivän ja vuorokauden ajan mukaan (kuva 21 c, d ja e; liite 3). Töölöntullin katukuilussa pitoisuudet alkoivat kohota arkaamuisin neljän jälkeen ja olivat korkeimmillaan ruuhka-aikaan. Päivällä pitoisuudet hieman laskivat ja ne kohosivat uudelleen iltapäiväruuhkan aikana. Sen sijaan Mannerheimintielle iltapäiväruuhka ei ollut selvästi havaittavissa. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla alhaisimmillaan aamuyöstä, jolloin myös liikenne on vähäisintä. Arkisin korkeimmat pitoisuudet olivat Töölöntullissa kaksinkertaisia viikonloppuun verrattuna. Mannerheimintielle yöpitoisuudet olivat viikonloppuisin korkeampia kuin viikolla johtuen ilmeisesti keskustan vilkkaasta viikonloppujen yöliikenteestä.

Myös pientaloalueella pitoisuudet olivat korkeita viikonloppuina illalla ja yöaikaan. Korkeat pitoisuudet johtuvat todennäköisesti siitä, että tällöin pientaloalueella poltetaan eniten puuta tulisijoissa ja kiukaissa. Liikenteen voimakas vaikutus pitoisuuksiin näkyy myös siinä, että Töölöntullissa pitoisuudet olivat keskimäärin lähes nelinkertaisia Kumpulassa kaupunkitaustaan verrattuna tammi-kesäkuussa. (dos Santos-Juusela 2011)

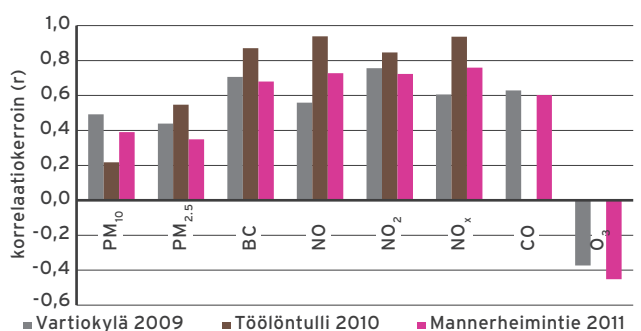
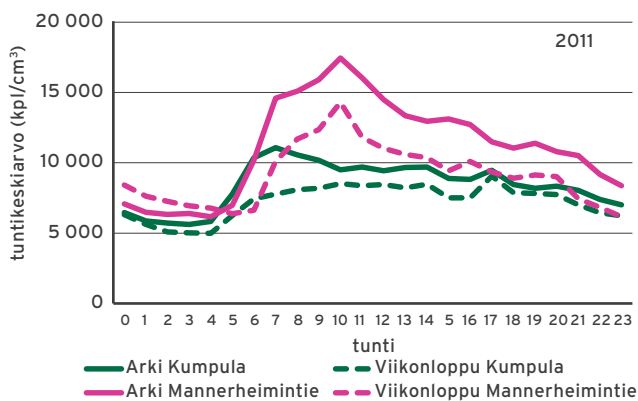
Hiukkasten lukumäärällä, mustalla hiilellä ja typenoksidiilla on voimakas positiivinen korrelaatio erityisesti Töölöntullissa. Tämä johtuu siitä, että merkittävä osa sekä hiukkasten lukumäärästä että mustasta hiilestä ja typen oksideista on peräisin autojen pakokaasuista. Sen sijaan korrelaatio hengitettävien hiukkasten kanssa Töölöntullissa oli heikko johtuen siitä, että hengitettävien hiukkasten merkittävin lähde mittausjaksolla oli katupöly (kuva 21 f; kaikkien ilmansaasteiden väliset korrelaatiokertoimet Mannerheimintielle vuonna 2011 on esitetty liitteessä 1).



Kuva 21 a ja b. Hiukkasten lukumäärän vuosi- ja kuukausipitoisuudet HSY:n ja Helsingin yliopiston Kumpulan mittausasemilla vuosina 2009-2011.



Kuva 21 c ja d. Hiukkasten lukumäärien vaihtelu vuorokaudenajan suhteen arkena ja viikonloppuisin Vartiokylässä vuonna 2009, Töölöntullissa vuonna 2010 sekä Kumpulassa 2009 ja 2010 (Helsingin yliopisto).



Kuva 21 e. Hiukkasten lukumäärien vaihtelu vuorokaudenajan suhteen arkena ja viikonloppuisin Mannerheimintiellä ja Kumpulassa (Helsingin yliopisto) vuonna 2011.

Kuva 21 f. Hiukkasten lukumäärän ja muiden mitattujen ilmansaasteiden välinen riippuvuus korrelaatiokertoimella ilmaistuna.

11. Typpidioksidipitoisuudet keräinmenetelmällä

Jatkuvatoimisia ilmanlaatumittauksia voidaan täydentää suuntaa-antavilla mittauksilla käyttäen esim. passiivikeräimiä. Passiivikeräimet ovat edullisia ja menetelmällä voidaan arvioida pitoisuuksia samanaikaisesti useilla eri alueilla, korkeuksilla tai etäisyyksillä esimerkiksi liikenteen vaikutuspiirissä. Vuonna 2011 typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin 42 kohteessa koko vuoden ajan. Mittauskohteet valittiin yhdessä mm. kaupunkien ympäristökeskusten kanssa.

Helsingissä ilmanlaatua selvitettiin mm. kantakaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa, Kehä I:n lähialueilla sekä satamien vaikutuspiirissä. Keräyksiä tehtiin niissä katukuiluissa, joissa ilmanlaadun raja-arvojen on arvioitu tai aiemmin havaittu ylittävän (luku 4.2).

Espoossa typpidioksidipitoisuuksia mitattiin ns. herkkien kohteiden eli koulujen ja päiväkotien piha-alueilla, Kauniainsissa tiivistyväällä muutosalueella ja Vantaalla uuden väylän, Valkoisenlähteentien, ympäristössä.

Keräysmenetelmällä saadaan pitoisuuksien kuukausikeskiarvoja, joista lasketaan vuosikeskiarvo. Pitoisuuksien perusteella arvioidaan typpidioksidin vuosiraja-arvon ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittymistä. Menetelmää on esitelty liitteessä 4 ja tarkemmin erillisessä muistiossa (Loukkola ym. 2004). Kuvissa 22 a - q on esitetty pitoisuuksien vuosikeskiarvot eri kohteissa kartalla. Kuukausikeskiarvot on koottu liitteeseen 1, ja paikkakuvaukset sekä tarkemat liikennemäärätiedot liitteeseen 5. Kuukausikeskiarvot vaihtelevat vuodenajan mukaan siten, että kylminä vuodenaikoina mitataan korkeimmat pitoisuudet. Vuonna 2011 helmikuussa oli kovat pakkaset ja pitoisuudet olivat enimmillään jopa kaksinkertaiset vuosikeskiarvoihin verrattuna. Helmikuun kuukausikeskiarvot pääkaupunkiseudulla vaihtelivat välillä $30 - 68 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkein kuukausikeskiarvo mitattiin Töölöntullin katukuilussa.

Kaikki aikaisempien vuosien vuosiraja-arvon ylittävät tulokset on esitetty myös taulukossa 3 c. Passiivikeräysten aiemmista mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy kooste-
taulukko (Niemi ym. 2008) ja lisätietoa ilmanlaadun aiemmista vuosiraporteista (mm. Niemi ym. 2009 ja Malkki ym. 2010) sekä paikkatietona HSY:n verkkosivuilta (www.hsy.fi > Seutu- ja ympäristötieto > Ilmanlaatu > Ilmanlaadun arviointi > Mittausasemat kartalla).

11.1 Helsinki

Helsingissä typpidioksidimäärytyksiä tehtiin kantakaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa ja satamien vaikutuspiirissä sekä Eliel Saarisen tien tunnelissa ja Kehä I:n lähialueilla.

Mannerheimintie 57, Töölöntulli, on erittäin vilkasliikenteinen mutta leveähkö katukuilu. Liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 47 600 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä noin 10 %. Siellä mitattiin passiivikeräysten vuoden 2011 korkein vuosikeskiarvo $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siten jälleen selvä typpidioksidin raja-arvon ylitys (kuva 22 a, nro 14). Raja-arvon ylitys on todettu jatkuvatoimisin mittauksin myös vuosina 2006 ja 2010 sekä keräinmenetelmällä vuosina 2008, 2009 ja 2010.

Mannerheimintie 132 ja 85 sijaitsevat eri puolilla vilkasliikenteistä, leveää ja puoliavointa katukuilua. Liikennemäärä oli 38 200 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 13 %. Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli kadun umpinaisemmalta puolella $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se ylitti raja-arvon (kuva 22 a, nro 11). Itäisivulla talot ovat erillään toisistaan ja ilma pääsee paremmin sekoittumaan. Tällä laidalla typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 12). Talojen takana Keskuspuiston laidalla sijaitsevan leikkipuisto Tullinpuomin alueella typpidioksidin vuosipitoisuus oli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 13).

Runeberginkatu 49 B:n katukuilussa (18 900 ajon./vrk, josta 6 % raskasta liikennettä) typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 22 b, nro 6). Vuosina 2004, 2008, 2009 ja 2010 pitoisuus on ollut vastaavasti 39, 36, 38 ja jopa $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joten nyt tilanne oli jälleen parempi. Nordenskiöldin vilkasliikenteisellä, mutta tuulettavalla risteysalueella typpidioksidipitoisuus oli $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 10). Liikennemäärä eri kaduilla vuonna 2011 oli 11 600 - 23 700 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli enimmillään 10 %. Vuosina 2004, 2008, 2009 ja 2010 pitoisuus oli vastaavasti 36, 27, 31 ja $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Runeberginkatu 10:n katukuilussa (7 200 ajon./vrk, josta 12 % raskasta liikennettä) typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 22 c, nro 7). Malminrinteen katukuilussa (22 400 ajon./vrk, josta 4 % raskasta liikennettä) typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 8). Vuonna 2005 pitoisuus oli $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli tällöin raja-arvo ylittyi. Vilhonkatu on kapea katukuilu, jota pitkin kulkevat kaikki Rautatietorin bussit saapuessaan lähtölaitureille. Liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 7 200 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä noin 19 %. Typpidioksidipitoisuus oli korkea, $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ja se ylitti raja-arvon (nro 15).

Hämeentie 7 B sijaitsee vilkasliikenteisessä ja melko leveässä katukuilussa. Liikennemäärä oli 17 000 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 26 %. Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se ylitti jälleen raja-arvon (kuva 22 d, nro 1). Raja-arvo on ylittynyt myös vuosina 2005, 2006, 2008, 2009 ja 2010. Raja-arvon ylitys on todettu myös jatkuvatoimisissa mittauksissa vuosina 2005 ja 2009.

Sturenkatu 38 sijaitsee katukuilussa, jonka liikennemäärä oli 18 600 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 6 %. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 37 µg/m³ (kuva 22 e, nro 16). Uudenmaankadun kapean katukuilun liikennemäärä oli 7 200 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 2 %. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 38 µg/m³ (kuva 22 f, nro 9). Vuonna 2007 pitoisuus oli 36 µg/m³. Molemmilla kaduilla pitoisuus oli nyt melko lähellä raja-arvotasoa.

Helsingin niemen satamien laiva- ja autoliikenteen vaikutuspiirissä Länsisatamassa typpidioksidipitoisuuden keskiarvo oli noin 26 µg/m³ (kuva 22 f, nro 2), kun se vuosina 2008, 2009 ja 2010 oli vastaavasti 22, 18 ja 25 µg/m³. Mittauspaikka oli sama kuin loppuvuonna 2010, mutta mm. muuttuneiden liikennejärjestelyiden vuoksi henkilöautojen liikennemäärä mittauspaikan ohitse kasvoi. Eteläsatamassa (kuva 22 g, nro 3) typpidioksidin vuosipitoisuus oli 24 µg/m³, kun se jatkuvatoimisissa mittauksissa oli 23 µg/m³ (luku 6.4). Vuosina 2009 ja 2010 pitoisuus oli 23 ja 25 µg/m³. Vieressä sijaitsevan Eteläisen Makasiinikadun katukuilussa (nro 4) liikennemäärä oli noin 11 000 ajon./vrk. Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli 36 µg/m³ (37 µg/m³ edellisenä vuonna) ja siten melko lähellä raja-arvoa. Katajanokalla typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 20 µg/m³ (nro 5) ja vuosina 2009 ja 2010 vastaavasti 18 ja 20 µg/m³.

Junaradan alittava Eliel Saarisen tien tunneli on tarkoitettu jalankulkijoille, pyöräilijöille sekä bussi-, taksi- ja huoltoliikenteelle, mutta kielletty henkilöautojen läpiajo-liikenteeltä. Liikennemäärätietoja ei ollut käytettävissä. Tunnelin ilmanvaihto oli mittausvuonna pois päältä. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli tunnelissa sijaitsevalla bussipysäkillä 48 µg/m³ ja se ylitti raja-arvon (kuva 22 h, nro 17).

Kehä I:n liikennemäärä oli vuonna 2011 Pakilan kohdalla 108 600 ajon./vrk. Raskasta liikennettä oli 7 %. Kehän pohjoispuolella kevyen liikenteen väylän laidalla typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 44 µg/m³ ja se ylitti raja-arvon (kuva 22 i, nro 18). Mittauspiste sijaitsi valaisinpylväässä kevyen liikenteen väylän ja Tuusulanväylältä nousevan rampin välissä. Rampin liikennemäärä oli 14 800 ajon./vrk (raskasta 7 %) ja Tuusulanväylän 87 400 ajon./vrk (raskasta 7 %).

Hieman lännempänä Kehä I:n varrella ja noin 7 metriä tietä korkeammalla sijaitsee Pakilan päiväkotitien alueella etäisyyksillä 20 ja 65 metriä tien laidasta typpidioksidin vuosikeskiarvo oli vastaavasti 26 ja 23 µg/m³ (kuva 22 i, nrot 19 ja 20). Väylän eteläpuolella etäisyyksillä 20, 55 ja 85 metriä vuosikeskiarvo oli 28, 24 ja 22 µg/m³ (nrot 21-23). Vuonna 2004 lähes samoissa paikoissa typpidioksidipitoisuus oli pohjoispuolella 32 ja 27 µg/m³, eteläpuolella 29, 27 ja 25 µg/m³.

Itäkeskuksessa Kehä I:n liikennemäärä oli pienempi, 51 700 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 6 %. Kehän itäpuolella Vanhanlinnan tien bussipysäkillä typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 39 µg/m³ ja siten hyvin lähellä raja-arvon ylittymistä (kuva 22 j, nro 27). Etäisyys väylän laidasta oli noin 2 metriä. Etäisyyksillä 25 ja 60

metriä tien laidasta typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli vastaavasti 30 ja 22 µg/m³ (nrot 28 ja 29).

Itäväylän eteläpuolella Kehä I:n liikennemäärä oli jälleen pienempi, 31 200 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 4 %. Kehän itäpuolella Rusthollarintien bussipysäkillä typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 31 µg/m³ (kuva 22 j, nro 24). Etäisyys väylän laidasta oli noin 2 metriä. Noin 6 metriä tietä korkeammalla sijaitsee tiensuuntainen, pitkä kerrostalo. Sen tienpuoleisella julkisivulla typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 23 µg/m³ (nro 25) ja talon takana 18 µg/m³ (nro 26). Etäisyys tien laidasta oli vastaavasti noin 30 ja runsaat 60 metriä.

11.2 Espoo

Espoossa typpidioksidimääryksiä tehtiin suurten väylien lähellä sijaitsevien ns. herkkien kohteiden eli koulujen ja päiväkotien piha-alueilla. Yleisesti ottaen alueet ovat avoimia ja tuulettuvia, mutta Gräsanlaakso sijaitsee alavalla alueella.

Mäkkylänkuja 3 on Kehä I:n itäpuolella. Kehä I:n liikennemäärä oli noin 76 600 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 6 %. Samassa pihapiirissä on koulu ja kaksi päiväkotia. Sekä koulun pihan laidalla (kuva 22 k, nro 32) että Mäkkylän päiväkodin aidan vieressä (nro 33) typpidioksidin vuosipitoisuus oli 22 µg/m³. Etäisyydet kehän laidasta olivat vastaavasti noin 20 ja runsaat 60 metriä.

Lutnantinkuja 2-4 sijaitsee Kehä I:n itäpuolella. Kehä I:n liikennemäärä oli noin 79 500 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 6 %. Samassa pihapiirissä on koulu ja päiväkotitien pihan laidalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 20 µg/m³. Etäisyys kehän laidasta oli noin 150 metriä ja rampin laidasta noin 25 metriä (kuva 22 l, nro 34).

Tuulikuja 8 sijaitsee Länsiväylän pohjoispuolella. Länsiväylän liikennemäärä oli noin 66 900 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 3 %. Samassa pihapiirissä on koulu ja päiväkotitien pihan laidalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 18 µg/m³. Etäisyys väylän laidasta oli noin 70 metriä (kuva 22 m, nro 35).

Gräsanlaakso- ja Matinsyrjä-tiet sijaitsevat Länsiväylän eteläpuolella. Länsiväylän liikennemäärä oli noin 53 500 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 5 %. Gräsanlaakso on Kehä II:n eteläpuolella ja sen liikennemäärä oli noin 22 700 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 4 %. Matinsyrjä on hiljainen pikkukatu. Teiden rajaamalla alueella on kaksi koulua ja päiväkotitien pihan laidalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 33 µg/m³ (kuva 22 n, nro 36). Etäisyys Länsiväylästä oli vajaat 100 metriä. Matinsyrjän lähellä päiväkodin pihalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli 18 µg/m³ (nro 37). Etäisyys Länsiväylästä oli noin 150 metriä. Gräsanlaakson länsipuolella 10 metrin etäisyydellä tiestä, ja 170 m etäisyydellä Länsiväylästä, sijaitsi myös jatkuvatoiminen mittausasema, jolla vuosikeskiarvo oli 25 µg/m³ (luku 6.2).

Ulappakatu 2:ssa sijaitsee samassa pihapiirissä koulu ja päiväkot. Pihapiiriä rajaavat Kivenlahdentie, Esponlahdenranta ja Esponlahdenkatu. Vähän pohjoisempana sijaitsee Länsiväylä. Länsiväylän liikennemäärä oli noin 29 500 ajon./vrk (raskasta 4 %), Kivenlahdentien noin 11 000 ajon./vrk (raskasta 11 %) ja Esponlahdenrannan noin 11 500 ajon./vrk. Päiväkodin pihan pohjoislaidalla typpidioksidin vuosipitoisuus oli $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 22 o, nro 38). Etäisyys Kivenlahdentiestä oli noin 35 metriä ja Länsiväylästä 125 metriä.

11.3 Kauniainen

Kauniaisissa typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin kahdessa pisteessä, joista toinen on pysynyt samana usean vuoden ajan. Vaihtuva piste oli Koivuhovin aseman lähellä Bredantiellä (2 600 ajon./vrk). Alue tulee lähivuosina tiivistymään uuden rakentamisen myötä. Pysyvä seuranta-piste oli Tunnelitien (13 300 ajon./vrk) ja Kauniaistentien (9 800 ajon./vrk) risteyksessä Kauppakeskuksen vieressä. Mittauspaikat olivat melko hyvin tuulettuvia.

Pitoisuudet olivat matalahkoja, Bredantiellä $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 22 p, nro 30) ja Kauppakeskuksen vieressä $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 31). Vuonna 2007 kauppakeskuksen vieressä pitoisuus oli $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vuoden 2008 jatkuvatoimisissa mittauksissa $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosien 2009 ja 2010 passiivikeräyksessä 21 ja $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Paikka on ollut eri vuosina hieman eri kohdassa, mutta muutokset eivät vaikuta oleellisesti tulokseen.

11.4 Vantaa

Vantaalla tehtiin typpidioksidin passiivikeräyksiä uuden väylän, Valkoisenlähteentien, pohjoispuolella neljässä eri paikassa. Valkoisenlähteentie avattiin välillä Talvikkitie - Jokiniementie syyskuun lopussa 2010. Sen liikennemäärä vuonna 2011 oli tien itäpäässä 7 509 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 8 %, Orvokkitien kohdalla 7 523 ajon./vrk, ja Talvikkitien länsipuolella 14 603 ajon./vrk (raskasta 7 %). Tuulettavuus tien ympäristössä on melko hyvä.

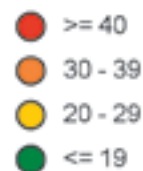
Typpidioksidin vuosipitoisuus oli $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tien itäpäässä sekä Tikkurilan lukion (kuva 22 q, nro 39) että pääradan tienovilla (nro 40). Pitoisuustaso kasvoi lännempänä ja oli Orvokkitien sillan länsipuolella $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 41) ja Talvikkitien risteuksen länsipuolella $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nro 42).

11.5 Mittausten luotettavuus

Passiivikeräimillä saadaan mitattua tarkasti ja luotettavasti typpidioksidin vuosikeskiarvo. Passiivikeräimillä on mitattu vuodesta 2006 alkaen rinnakkain Kallion jatkuvatoimisella asemalla, jotta menetelmien välistä eroa voidaan verrata. Eri menetelmien vuosikeskiarvojen välinen ero on ollut alle 1 %. Mannerheimintien mittausasemalla Helsingin keskustassa vastaavasti eroa on aiemmin ollut noin 5 prosenttia, mikä johtui todennäköisesti pienestä erosta mittauspaikkojen sijainnissa.

Vuonna 2011 passiivikeräimillä mitattu typpidioksidin vuosikeskiarvo oli täsmälleen sama kuin jatkuvatoimisella mittalaitteella mitattu Kalliossa ($21 \mu\text{g}/\text{m}^3$), sekä lähes sama Mannerheimintiellä Helsingin keskustassa (passiivit $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jatkuvatoiminen $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Etelärannassa (passiivit $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jatkuvatoiminen $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Menetelmän on todettu toimivan hyvin myös erilaisilla typpidioksidin pitoisuustasoilla.

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



a) Töölöntulli, Mannerheimintie 57 (14), Mannerheimintie 132 (11), Mannerheimintie 85 (12) ja leikkipuisto Tullinpuomi (13)



b) Runeberginkatu 49 (6) ja Nordenskiöldin aukio (10)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

c) Runeberginkatu 10 (7), Malminrinne 1 (8) ja Vilhonkatu 5 (15)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

d) Hämeentie 7 (1)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

e) Sturenkatu 38 (16)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

f) Uudenmaankatu 40 - 42 (9) ja Länsisatama (2)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

g) Eteläsatama (3), Eteläinen Makasiinikatu (4) ja Katajanokka (5)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

h) Eliel Saarisen tien tunneli (17)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

i) Pakila pohjoinen (18 - 20) ja etelä (21 - 23)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

j) Itäkeskus, Vanhanlinnankuja (27 - 29) ja Itäkeskus, Rusthollarinpolku (24 - 26)



Opaskartta © Espoon kaupunki

k) Mäkkylänkuja 3 (32 ja 33)



Opaskartta © Espoon kaupunki

l) Luutnantinkuja 2 ja 4 (34)



Opaskartta © Espoon kaupunki

m) Tuulikuja 8 (35)



Opaskartta © Espoon kaupunki

n) Gräsänlaakso (36) ja Matinsyrjä 5 (37)



Opaskartta © Espoon kaupunki

o) Ulappakatu 2 (38)



Opaskartta © Kauniaisten kaupunki

p) Kauniainen, Bredantie (30) ja Tunnelitie (31)



Opaskartta © Vantaan kaupunki

q) Valkoisenlähteentie (39 - 42)

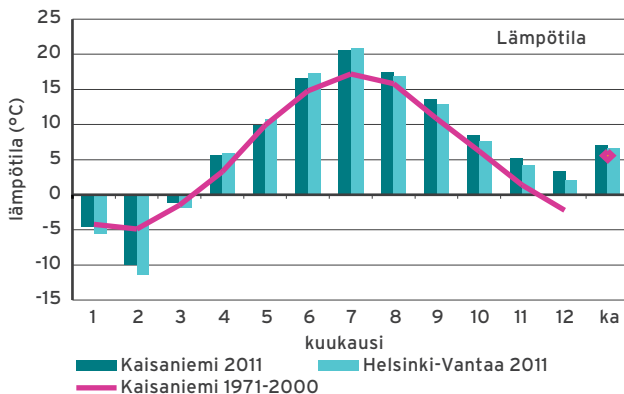
Kuva 22 a-q. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) passiivikeräimin arvioituna vuonna 2011. Suluissa mittauskohteiden numerot (paikkakuvaukset liitteessä 5).

12. Säätila

Pääkaupunkiseudulla vuosi 2011 oli vähän lämpimämpi vertailujaksoon 1971-2000 nähden (kuva 23 a) ja myös sademäärät olivat hieman keskimääräisten arvojen yläpuolella (kuva 23 b). Kuukausittaiset vaihtelut olivat kuitenkin suuria. Vuoden alku oli kylmä ja luminen, mutta kevät sekä alkukesä harvinaisen lämpimät ja vähäsateiset. Loppukesä sekä syksy olivat edelleen lämpimiä mutta sateisia - poikkeuksena vähäsateinen marraskuu. Joulukuussa sen sijaan satoi 2-3-kertaisesti keskimääräiseen verrattuna ja kaikki sade tuli vielä vetenä. (Ilmatieteen laitos 2011)

Vuoden alku oli keskimääräistä kylmempi ja runsasluminen. Lunta oli helmikuun puolivälissä Kaisaniemessä 58 cm ja Helsinki-Vantaalla 77 cm pitkän ajan keskiarvojen ollessa vähän yli 20 cm. Helmikuulla oli kireitä pakkasia, kylmimmillään Helsinki-Vantaalla -28,8 ja Kaisaniemessä -23,9 °C astetta. Talvelle tyypillisiä ilmansaasteiden laimenemista estäviä inversiotilanteita esiintyi muutamaa otteeseen tammi-helmikuussa, mutta onneksi episoditilanteet eivät kestäneet pitkään (luku 7.2).

Kevät oli keskimääräistä lämpimämpi ja vähäsateinen. Vielä maaliskuun loppupuolella lunta kuitenkin pyrytti lisää ja huhtikuun alussa lunta oli pääkaupunkiseudulla edelleen 30-60 cm päätteitä ja -katuja lukuun ottamatta. Niiden pölyäminen alkoi jo maaliskuun alkupuolella. Huhtikuun alkaessa sateet muuttuivat vedeksi. Lumipeite sekä ajoittaiset lumi- ja sittemmin sadekuurot pitivät laajemman pölyämisen kurissa pitkään (luku 7.1). Huhtikuussa keskilämpötila oli 2-3 astetta keskimääräistä korkeampi. Kuun lopulla lämpötila oli seudulla enimmillään 20 asteen tienovilla. Toukokuu puolestaan alkoi koleana ja kuurosateisena, mikä hillitsi pölyämistä. Lämpötilan kohotessa jälleen 20 asteen tienoville pölyäminen jatkui vilkasliikenteisimmässä ympäristöissä. Kuun puolivälissä säätyyppi muuttui viileämmäksi ja sateisemmaksi, jonka myötä kevätpölykausi loppui. Huhtikuun lopulla ja toukokuun alkupuolella lämpimät ilmarirtaukset toivat mukanaan otsonia (luku 7.4).

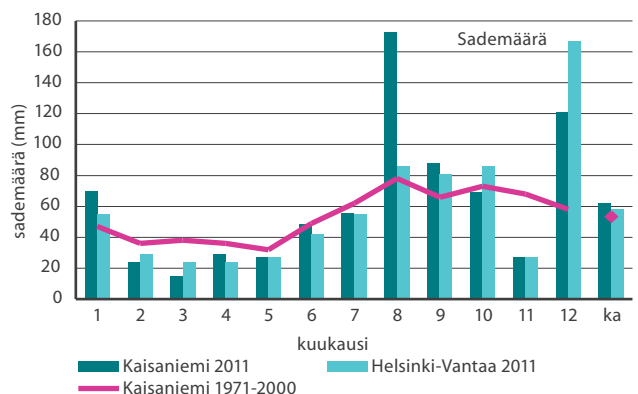


Kesä oli harvinaisen lämmin. Kesäkuu alkoi ja päättyi helteisenä, heinäkuussa oli tavanomaista enemmän hellepäiviä ja myös elokuu oli kesäisen lämmin. Heinäkuussa keskilämpötila oli 3-4 astetta keskimääräistä korkeampi. Harvinaisen lämpimästä kesästä huolimatta merkittäviä kaukokulkeumia ei ollut (luku 7.3). Otsonin pitoisuudet kohosivat muutaman kerran erityisesti heinäkuun lopulla. Elokuun viimeisellä viikolla muodostui paikoin voimakkaita sade- ja ukkoskuuroja. Eräs kuuroista osui 22. päivän iltana Helsingin keskusta, jolloin Kaisaniemessä satoi tunnin aikana noin 40 mm.

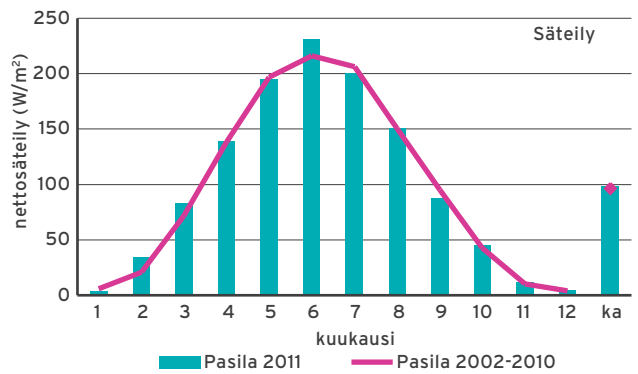
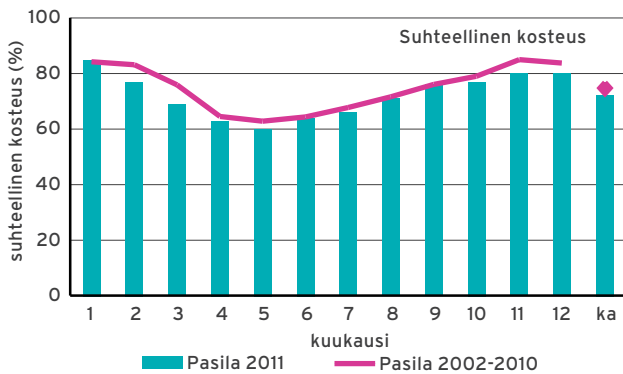
Syksy ja alkutalvi olivat 2-4 astetta ja joulukuun yli 5 astetta keskimääräistä lämpimämmät. Marraskuu oli keskimääräistä kuivempi ja talvirengaskauden alkaminen aiheutti pölyämistä erityisesti katukuiluissa. Joulukuussa runsaat vesisateet pitivät pölyämisen hyvin kurissa. Marras-joulukuussa oli muutama pakkasaamu ja niiden myötä inversiotilanne, jolloin pakokaasujen pitoisuudet nousivat (luku 7.2).

Ilman suhteellinen kosteus laskee pahimpaan kevätpöly-aikaan ja on yleensä pienimmillään runsaat 60 %. Vuonna 2011 ilma oli erityisesti keväällä hieman tavanomaista kuivempaa. Toukokuussa suhteellinen kosteus oli keskimäärin vain 60 % (kuva 23 c). Auringon säteily oli erityisesti kesäkuussa tavanomaista voimakkaampaa, mutta koko vuoden keskiarvo oli keskimääräisellä tasolla (kuva 23 d).

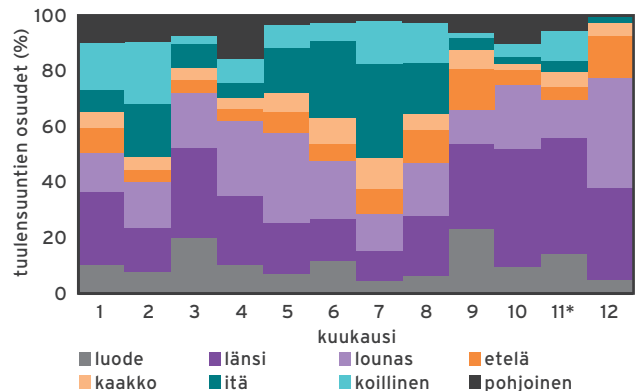
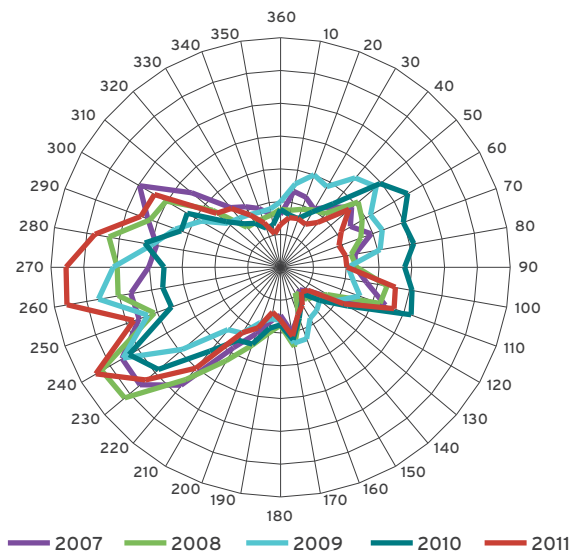
Pääkaupunkiseudulla vuonna 2011 tuuli puhalsi vuositason yleisimmin lännestä ja lounaasta. Muista ilmansuunnista tuuli melko vähän (kuva 23 e). Kuukausien väliset erot tuulen suunnassa olivat kuitenkin jälleen suuria. Esimerkiksi helmi- ja heinäkuussa koillis- ja itätuulia oli paljon (kuva 23 f). Maalis- ja joulukuun olivat hyvin tuulisia kuukausia, ja puolestaan helmi-, huhti-, heinä- ja elokuu melko heikko- tuulisia (kuva 23 g). Voimakkaita ja pitkäkestoisia inversiotilanteita ei vuoden 2011 aikana ollut (kuva 23 h).



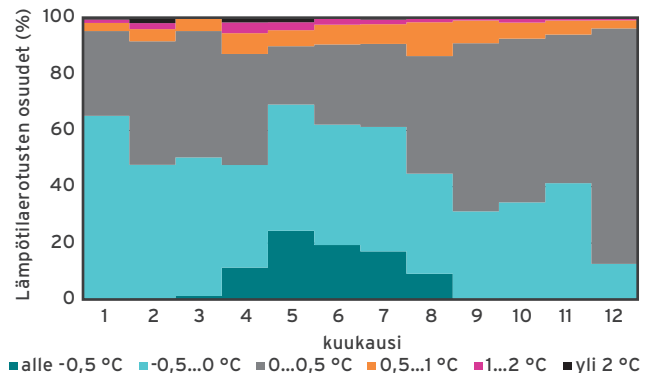
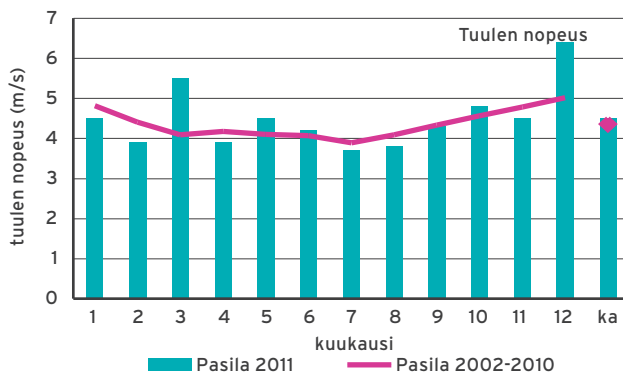
Kuva 23 a ja b. Keskilämpötila ja sademäärä kuukausittain ja vuosikeskiarvoina 2011 sekä vertailujaksolla 1971-2000 Ilmatieteen laitoksen mittauspisteissä (Ilmatieteen laitos 2011).



Kuva 23 c ja d. Ilman suhteellinen kosteus ja auringonsäteilyn voimakkuus kuukausittain ja vuosikeskiarvoina Pasilassa 2011 ja vertailujaksolla 2002-2010.



Kuva 23 e ja f. Tuulensuuntien jakautuminen Pasilassa vuosina 2007-2011 ja kuukausittain vuonna 2011. Asteikko vasemmassa kuvassa on 0-7 %.



Kuva 23 g ja h. Tuulen nopeus (vasen) kuukausittain ja vuosikeskiarvoina Pasilassa 2011 ja vertailujaksolla 2002-2010. Lämpötilaerotukset (oikea) 32 ja 4 metrin mittauskorkeuden välillä Helsingin yliopiston Kumpulan kampuksella kuukausittain vuonna 2011 (Järvi ym. 2009). Positiiviset arvot osoittavat maanpintainversioita.

13. Ilmanlaatu keväällä 2012

Talvi tuli pääkaupunkiseudulle tammikuussa. Joulukuun 2011 oli poikkeuksellisen sateinen ja sade tuli vetenä kuten vielä tammikuun alkupäivinäkin. Sen jälkeen sää kylmeni ja tammikuun puolivälissä lunta oli noin 10 cm ja kuun lopulla jo noin 40 cm. Lumipeite esti tehokkaasti tienpintojen pölyämistä.

Tammikuun lopussa oli lievää pienhiukkasen kaukokulkeumaa maamme rajojen ulkopuolelta ja 28. tammikuuta pääväylät pölyivät paikoitellen. Pienhiukkasen pitoisuuksia nostivat pientaloalueilla myös tulisijojen käyttö erityisesti pakkaskautena. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintielle. Muutoin ilmanlaatu pysyi suurimman osan ajasta sangen hyvänä.

Helmikuu oli 2-3 astetta kylmempi kuin vuosina 1981-2010 keskimäärin. Kylmin päivä oli 5. helmikuuta, jolloin pakkasta oli runsaat $-26 \text{ }^\circ\text{C}$ astetta. Helmikuun 10.-11. välisenä yönä ilmanlaatu oli erittäin huono heikkotuulisesa inversiotilanteessa. Typpidioksidin tuntiraja-arvotaso, $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi tällöin Helsingin ydinkeskustassa 7 tuntia ja Vallilassa 2 tuntia. Korkein pitoisuus $252 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin klo 1-2 Mannerheimintielle. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi helmikuussa Helsingin ydinkeskustassa ja Kehä I:n laidalla. Tuntiohjearvo, $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi näiden lisäksi Vallilassa.

Helmikuun puolivälissä pääkaupunkiseudulle kulkeutui pienhiukkasia, jotka huononsivat ilmanlaadun koko seudulla välttäväksi. Lumisateet jatkuivat ja kuun lopussa lunta oli 50-70 cm, mikä tehokkaasti esti pölyämistä. Helmikuussa ilmanlaatu oli kuitenkin tammikuuta heikompi ja huonoja tai erittäin huonoja tunteja oli useilla mittausasemilla 1-3 prosentin ajan. Kuun lopulla muutamina päivinä lämpötila nousi plussan puolelle, karkauspäivänä 29. helmikuuta + 4 asteeseen.

Keväntuloa enteilevä pölyäminen alkoi 5.3. alkavalla viikolla sekä Helsingin kantakaupungissa että pääväylillä (kuva 24). Maaliskuun aikana hyvin pölyisiä päiviä, jolloin hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi, oli Helsingin ydinkeskustassa 4, Vallilassa 2, Leppävaarassa 5, Tikkurilassa 1 ja Kehä I:n laidalla 11 kertaa. Maaliskuun sää oli keväälle tyypillisen vaihteleva, mutta lumi sulii jo vauhdilla. Maaliskuun lopulla oli runsaat 1,5 astetta keskimääräistä lämpimämpi ja terminen kevät, jolloin vuorokauden keskilämpötila nousi nollan yläpuolelle, alkoi 10. maaliskuuta. Kuun lopussa lunta ei ollut enää Helsingin Kaisaniemessä ja Helsinki-Vantaalla lunta oli jäljellä vain noin 25 cm. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi maaliskuussa Helsingin ydinkeskustassa, Leppävaarassa, Tikkurilassa ja Kehä I:n laidalla. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi Leppävaarassa ja Kehä I:n laidalla.

Huhtikuu puolestaan alkoi tavanomaista talvisemmissä ja kylmemmissä merkeissä. Kuun alun lumipyry toi uutta lunta Kaisaniemeen vajaan 10 cm ja Helsinki-Vantaalle runsaat 15 cm. Tämän ansiosta pölyäminen laantui vähäsi aikaa lukuun ottamatta aivan pääväylien läheisyyttä. 9.4. alkavalla viikolla pölyäminen jatkui myös muualla liikenneympäristössä. Rajumpaa pölyämistä hillitsivät kuitenkin Helsingin kantakaupungissa katujen tehokas kastelu, kauempana keskustasta lumipeite ja erityisesti kuun loppupuolella melko runsaat sateet. Vielä kuun puolivälissä Helsinki-Vantaalla oli lunta noin 20 cm, mutta sen jälkeen vesisateet sulattivat lumet kasanpohjia lukuun ottamatta.

Kevään korkein hengitettävien hiukkasen vuorokausipitoisuus, $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin Kehä I:n vieressä 10.4. Huhtikuun aikana hengitettävien hiukkasen raja-arvotaso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi Helsingin ydinkeskustassa vain yhtenä päivänä sekä Leppävaarassa viitenä ja Kehä I:n laidalla 14 päivänä. Hengitettävien hiukkasen vuorokausiohjearvo ylittyi huhtikuussa Kehä I:n laidalla.

Toukokuun alkupuolella satoi muutaman kerran melko runsaasti ja pölyäminen oli vähäistä. Toukokuun puoliväliin mennessä hengitettävien hiukkasen raja-arvotaso ylittyi vain Kehä I:n laidalla 2 päivänä. Kuun puolivälin jälkeen sää muuttui aurinkoisemmaksi ja kuivat kadunpinnat pölyivät ajoittain.

Yhteensä raja-arvotason, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylityspäiviä kertyi toukokuun puoliväliin mennessä Kehä I:n laidalla 27, Leppävaaran liikenneympäristössä 10, Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintielle 5, Vallilan liikenneympäristössä 2 ja Tikkurilan liikenneympäristössä 1 päivä. Ylitykset johtuivat katupölystä ja ylityspäiviä kertyi viime kevättä hieman vähemmän. Raja-arvo ei ylittynyt, koska raja-arvo ylittyy vasta kun ylityksiä on vuoden kuluessa yli 35 kappaletta. Kevään 2012 ohjearvoihin verrannolliset ilmaansaasteiden pitoisuudet sekä kuukausikeskiarvot on esitetty liitteessä 1. (Säätiedot Ilmatieteen laitos 2012).

Pääkaupunkiseudun kaduilla liukkaudentorjuntaan käytetään suurimmaksi osaksi hiekoitussepeleitä, josta hienojakoinen aines on seulottu ja pesty pois pölyhaittojen vähentämiseksi. Talvi 2011-2012 oli lyhyt mutta runsasluminen ja hiekoitussepeleitä kului likimain keskimääräisen talven verran.

Pääkaupunkiseudulla katujen puhdistus aloitetaan pää- ja kokoojakaduilla sekä vilkkailta kevyen liikenteen väyliltä, minkä jälkeen siivous etenee asuntokaduille ja hiljaisille kevyenliikenteen väylille. Kaduilta kerätään harjalaitteilla ensin karkea aines, minkä jälkeen tienpinnat imulakaisaan ja pestään. Sateinen sää ja lämpöasteet edistävät

puhdistusta. Hidastavia tekijöitä ovat yöpakkaset, lumisaateet ja kuiva sää, jolloin pinnat joudutaan kostuttamaan. Kuivien tienpintojen pölyämistä hillitään kastelemalla niitä laimealla kalsiumkloridia sisältävällä suolaliuoksella.

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

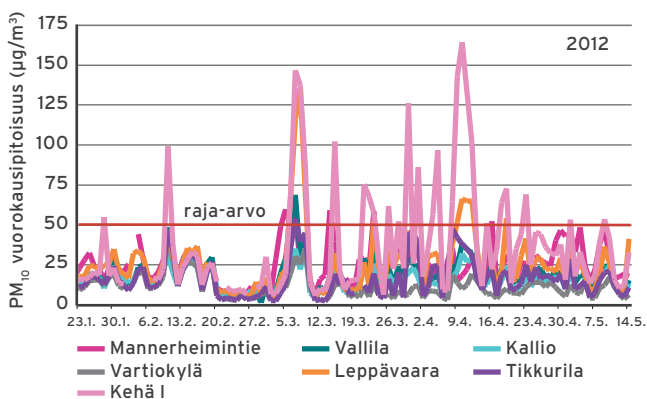
Espoossa erittäin runsaslumisen talven aikana kertyi lunta lumenvastaanotto paikalle noin kuusikertainen määrä keskimääräiseen talveen verrattuna, noin 28 000 kuormaa. Lumisaateet ajoittuivat lyhyelle aikavälille vuoden 2012 puolelle, joten lumenajo jäi ennätysellisestä lumikertymästä huolimatta vähäisemmäksi kuin talvikaudella 2010-2011. Liukkaudentorjuntaan käytettiin hiekoitussepeliä noin keskimääräisen talven verran. Varsinainen hiekanpoisto ja kevätpuhdistus aloitettiin jo 26.3. Huhtikuun ensimmäinen viikko oli puhdistuksessa taukoa takatalvesta johtuen, mutta ensimmäinen hiekannostokierros ja huomattava osa katujen pesuistakin saatiin tehdyksi vapuksi. Lopullisesti katujen puhdistus ja pesut valmistuivat toukokuun loppuun mennessä. (Korjus 2012).

Kauniaisissa jouduttiin hiekoittamaan lähes saman verran kuin edellistalvina, vaikka talvi alkoi kahta edellisuotta myöhemmin. Hiekkojen harjaus aloitettiin 21.3., mutta jouduttiin keskeyttämään 2.4. lumen tulon vuoksi. Harjaustyötä jatkettiin taas 10.4. Pesutyöt saatiin koko kalustolla käyntiin 20.4. Lähes kaikki pääkadut ja kokoojakadut saatiin harjattua ja pestyä vappuun mennessä. (Keski-Kohtamäki 2012).

Lyhyen ja runsaslumisen talven jälkeen Vantaalla ryhdyttiin katuverkon kevätsiivoukseen myöhäisen kevään johdosta 26.3. alkaneella viikolla. Takatalven myötä jouduttiin huhtikuun alkuvaiheella hiekoittamaan jo harjattuja katuosuuksiakin. Uudelleen kevään harjaustyöt aloitettiin 9.4. alkaneella viikolla ja mekaaninen karkean hiekanpoisto valmistui toukokuun alkupuolella. Pesutyöt ja imulakaisu kestivät kesäkuun puoliväliin asti, jonka jälkeen jatkuivat normaalit kesäiset katujen kunnossapitopuhdistukset. (Tammisto 2012).

Keväällä 2012 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalta kalsiumkloridiliuoksella. Helsingin kaupungin ympäristökeskus lähetti toimenpidepyynnön 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. Vesisaateet 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 2012b).



Kuva 24. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot kevät-pölykautena 2012.

14. Päästöt

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat liikenne, energiantuotanto ja tulsijojen käyttö. Erityisesti autoliikenteellä on suuri vaikutus ilmanlaatuun vilkasliikenteisillä alueilla, koska päästöt vapautuvat matalalta. Pientalovaltaisilla asuinalueilla tulsijojen käytöllä voi olla merkittävä vaikutus ilmanlaatuun. Pääkaupunkiseudulla on melko vähän teollisuutta, joten sen osuus alueen kokonaispäästöistä on pieni. Teollisuuden päästöistä aiheutuu kuitenkin toisinaan paikallisia ongelmia, kuten haju- ja pölyhaittoja.

Taulukossa 9 ja kuvassa 25 on esitetty arvio pääkaupunkiseudun päästöistä ilmaan vuonna 2011. Päästöt pääsääntöisesti laskivat edellisvuodesta. Rikkidioksidin päästöt pienenevät 7 %, hiukkasten 15 %, typenoksidien 10 %

ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) 8 %. Tulsijojen hiukkaspäästöjen laskennallista arviota päivitettiin vuonna 2012.

Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet merkittävästi. Viimeisen kymmenen vuoden aikana trendi on ollut lievästi laskeva erityisesti autoliikenteen vähentyneiden päästöjen ansiosta (kuvat 25 ja 26). Energiantuotannon päästöt vaihtelevat vuosittain melko voimakkaasti, mutta suuntaus on erityisesti hiukkaspäästöjen osalta laskeva. Seuraavissa luvuissa käsitellään erikseen kutakin päästösektoria. Kasvihuonekaasupäästöistä laaditaan erillinen raportti, joka ilmestyy syksyllä 2012.

Taulukko 9. Epäpuhtauksien päästöt ja eri päästölähteiden osuudet kokonaispäästöistä pääkaupunkiseudulla vuonna 2011.

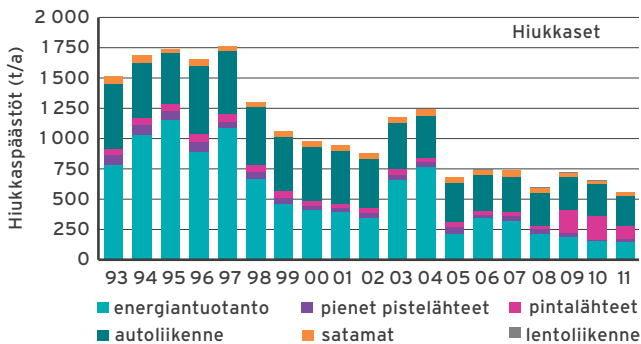
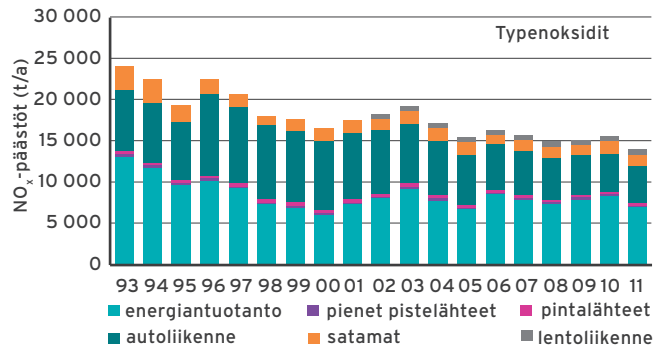
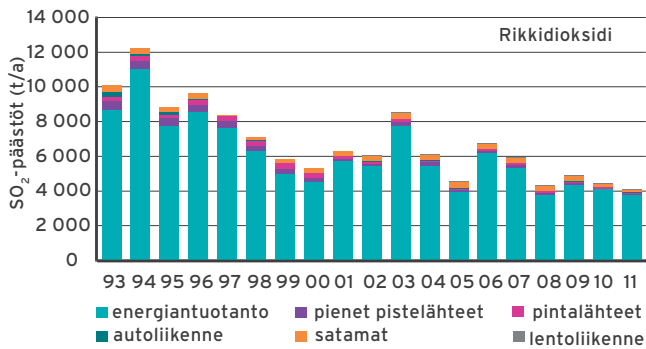
	SO ₂		NO _x		Hiukkasia		CO		VOC	
	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
Energiantuotanto	3 827	92	6 962	50	152	27	674	3	112	4
Pienet pistelähteet										
VAHTI*	53	1	231	2	17	3	200	1	234	7
Muut**	2	0	41	0	6	1			455	14
Pintalähteet										
Kevyt polttoöljy***	76	2	264	2	7	1				
Tulsijat****			56	0	101	18	1 924	9	402	13
Autoliikenne	8	0	4 440	32	252	45	16 799	81	1 829	58
Satamat	153	4	1 370	10	26	5	130	1	58	2
Lentoliikenne	50	1	672	5	1	0	1 043	5	70	2
Yhteensä	4 169	100	14 037	100	562	100	20 770	100	3 160	100

*Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot vuodelta 2010

**Kunnille ilmoitetut muut päästöt vuonna 2011

***Arvio kevyen polttoöljyn käytön päästöistä

****Hiukkasten päästöarvio päivitetty vuonna 2012



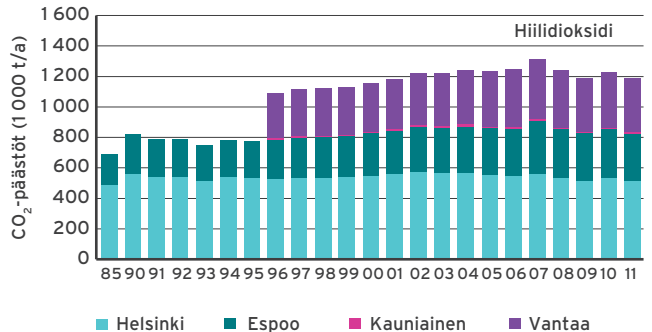
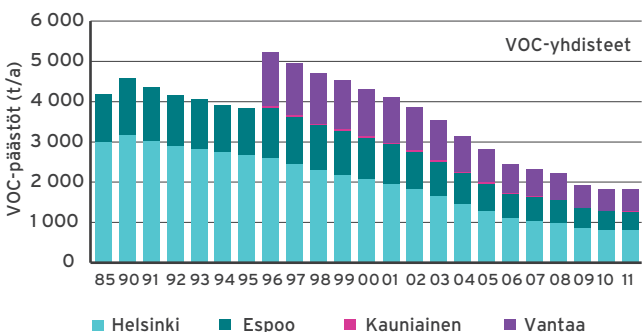
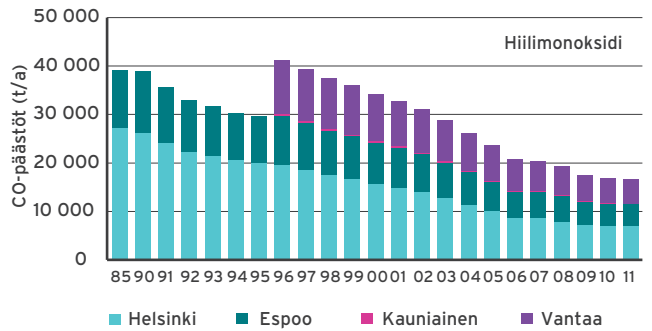
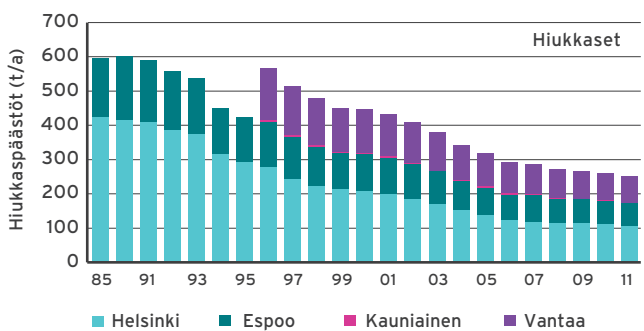
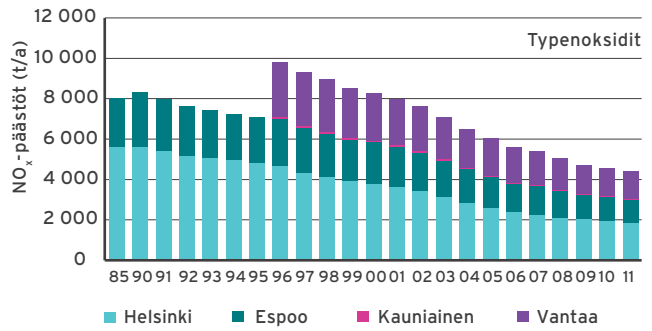
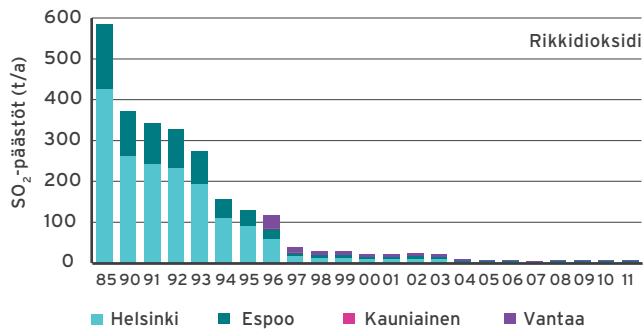
Kuva 25 a-c. Päästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 1993-2011. Lentoliikenteen päästötietoja on käytettävissä vuodesta 2002 alkaen. Vantaan ja Kauniaisten pakokaasupäästöt puuttuvat vuosilta 1993-1995. Ennen vuotta 2009 pintalähteen sisälsivät ainoastaan kevyen polttoaineen käytön, vuodesta 2009 alkaen 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 2012a). LIISA-laskentajärjestelmässä pääkaupunkiseudun liikennesuoritteet on saatu kunnilta ja Liikennevirastosta. Autoliikenteen päästöjen kehittyminen on esitetty kuvassa 26 ja liitteessä 6.



Kuva 26 a-f. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 1985-2011. Vantaan ja Kauniaisten liikennemääristä ei ole riittävästi tietoja ennen vuotta 1995.

Koko maassa vuonna 2011 liikennesuorite kasvoi 1,2 prosenttia vuoteen 2010 verrattuna. Vuonna 2011 Suomessa ajettiin yhteensä yli 54 460 miljardia kilometriä. Suurin kasvu, 3 %, oli maanteiden kuorma-autoliikenteessä. Henkilöautoliikenne kasvoi 1 %. Linja-autoliikenteen määrässä ei tapahtunut muutosta. (Liikennevirasto 2012). Liitteessä 7 on esitetty koko pääkaupunkiseudun pääkatujen ja pääväylien liikennemäärät syksyllä 2011.

Taulukossa 10 on esitetty eri ajoneuvoluokkien prosenttiosuudet pääkaupunkiseudulla autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta. Pääkaupunkiseudulla autoliikenteen

SO₂-päästöt kasvoivat 1 % edellisvuoteen verrattuna, mutta muut päästöt vähenivät 1-4 %. Vuonna 2011 pääkaupunkiseudun autoliikenteen typenoksidien päästöistä 44 % oli peräisin henkilöautoista, 31 % kuorma-autoista, 16 % linja-autoista ja 9 % pakettiautoista. Hiukkaspäästöistä puolestaan 44 % muodostui henkilöautoista, 21 % kuorma-autoista, 9 % linja-autoista ja 25 % pakettiautoista. Hiukkaspäästöt olivat lähes täysin peräisin dieselajoneuvoista. Hiilimonoksidipäästöistä 87 % oli lähtöisin bensiinikäyttöisistä henkilöautoista. Rikkidioksidipäästöistä 58 % oli peräisin henkilöautoista, 21 % kuorma-autoista, 11 % pakettiautoista ja 9 % linja-autoista. (Mäkelä 2012)

	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC	Suorite
Henkilöautot, bensiini, ei kat	11	1	32	32	5
Henkilöautot, bensiini, kat	18	1	53	34	51
Henkilöautot, diesel	16	42	7	8	28
Pakettiautot, bensiini	0	0	2	2	0
Pakettiautot, diesel	9	25	2	4	9
Linja-autot	16	9	2	6	2
Kuorma-autot	31	21	3	15	5

Taulukko 10. Eri ajoneuvoluokkien osuudet (%) autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2011.

Helsingissä oli vuonna 2011 liikennettä keskimäärin vajaa puoli prosenttia enemmän kuin vuonna 2010. Vuonna 2011 liikennemäärät kasvoivat kaupungin rajalla sekä poikittaislinjalla, mutta vähenivät keskustassa. Vuoden 2011 lopussa Helsingissä oli rekisteröitynä lähes 280 000 autoa, joista liikennekäytössä olevia henkilöautoja oli 210 000 kappaletta. Helsingissä autokanta on kasvanut runsaassa 15 vuodessa yli 50 %. Myös liikennekäytössä olevien henkilöautojen määrä on kasvanut. Helsingissä oli vuoden 2011 lopussa vajaa kaksi prosenttia enemmän liikennekäytössä olevia henkilöautoja kuin vuonna 2010 ja vajaa prosentti enemmän kuin vuoden 2007 lopussa, jolloin liikennekäytöstä poisto tuli mahdolliseksi. (Helsinki 2012a)

Espoossa liikenteen kokonaissuorite nousi viime vuoden tasosta 0,5 prosenttia. Kehäteillä suorite kasvoi 1,8 %, paikallisilla kokoojakaduilla 1,3 %, alueellisilla kokoojakaduilla 1,0 %, muilla kaduilla 0,6 % ja moottoriteillä 0,3 %. Muilla pääväylillä liikennesuorite väheni 1,3 %. Moottoriteiden, kehäteiden ja muiden pääväylien osuus suoritteesta oli 82 %, vaikka niiden osuus verkon kokonaispituudesta oli vain 14 %. (Simola 2012)

Vuonna 2011 Vantaan katuverkolla liikenne pysyi likimain samana edellisvuoteen verrattuna. Uudenmaan ELY-keskuksen Vantaan automaattisissa mittauspisteissä muutos oli +1,6 %. Vantaan autokanta kasvoi 6,2 % edellisvuoteen verrattuna ja rekisteröidyistä autoista oli vuoden 2011 lopussa liikennekäytössä 88,2 %. (Pirkkanen 2012)

Ajoneuvotekniikan ja polttoaineiden kehitys käänsivät 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 bensiiniautojen 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.

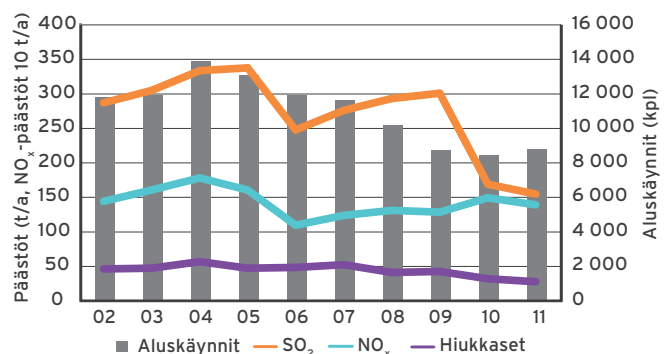
Autoliikenteen hiilidioksidipäästöt ovat kasvaneet liikennemäärien lisääntymisen myötä. Ajoneuvotekniikan kehitys on vähentänyt autojen polttoaineen kulutusta, mutta

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. Vuoden 2011 ensirekisteröinneistä diealeitä oli yli 40 prosenttia. (AuT 2012)

Satamat

Satamatoiminnan vuosittaiseen päästöarvioon sisällytetään laivaliikenteen päästöt Helsingin satama-alueella ja merellä noin 2-3 km asti laitureista. Mukana ovat laivaliikenteen päästöjen lisäksi muun satamatoiminnan kuten työkoneiden, satamassa asioivien rekkujen 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.

Kuvassa 27 on esitetty Helsingin satamien päästöt ja aluskäyntien kehitys jaksolla 2002-2011. Laskentajärjestelmä uudistui vuonna 2007, joten vuosipäästöt ennen tätä ja tämän jälkeen eivät ole täysin vertailukelpoiset. Lisäksi maaliikenteen ja työkoneiden päästöjen laskentaa tarkennettiin vuonna 2009.

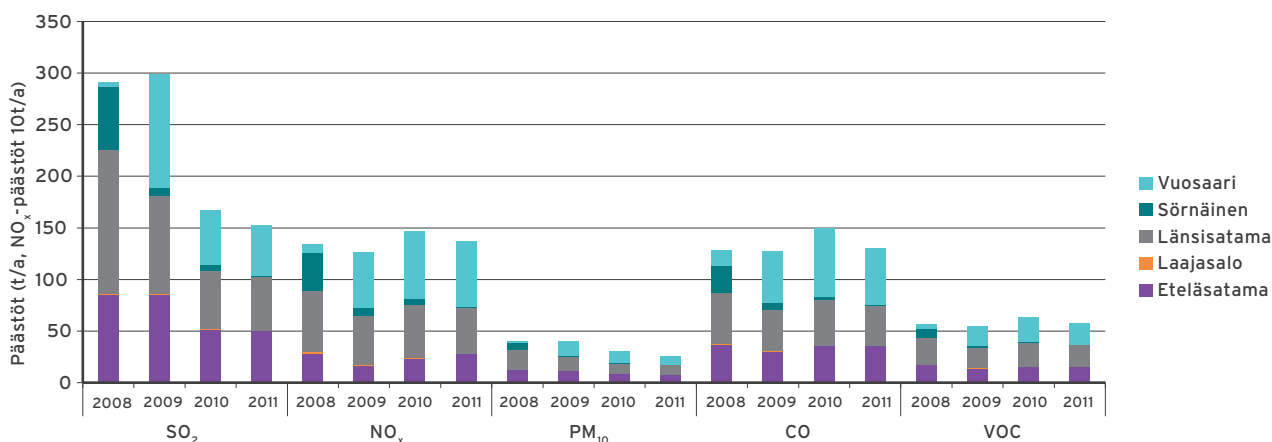


Kuva 27. Helsingin satamien päästöt ja aluskäynnit jaksolla 2002-2011. Vuosien 2007-2011 päästöt on laskettu uudella menetelmällä.

Vuonna 2011 satamien aluskäyntien määrä kasvoi hieman. Satamien hiukkas- ja häkäpäästöt laskivat kuitenkin noin 15 % ja VOC-, rikkidioksidi- ja typenoksidipäästöt noin 10 % vuodesta 2010. (Vuorivirta 2012)

Vuonna 2010 Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO tiukensi Itämeren rikkivaatimuksia. Alusten polttoainesten 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 1-9 %.

Kuvassa 28 esitetään satamakohtaiset päästöt vuosina 2008-2011. Vuosaaren satama aloitti toimintansa marraskuussa 2008. Länsisatama, Eteläsatama ja Vuosaari ovat Helsingin vilkasliikenteisimmät satamat, joten laivojen aiheuttamat päästöt ovat niissä suuria verrattuna Sörnäisten ja Laajasalon satamiin. Päästöt jakautuvat kutakuinkin tasan kolmen suurimman sataman kesken.



Kuva 28. Satamakohtaiset päästöt 2008-2011.

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 9; 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 %. Näin lasketut päästöt vastaavat muiden päästölähteiden raportoimia VOC-päästöjä, joihin ei sisälly metaania. Vuoteen 2006 asti YTV:n vuosiraportteissa metaani oli mukana lentoliikenteen VOC-päästöissä. (Rusko 2008)

Vuonna 2011 nousujen ja laskeutumisten määrä kasvoi Helsinki-Vantaan lentoasemalla 11 % ja polttoaineen kulutus 15 % edelliseen vuoteen verrattuna. LTO-syklin aikaisen päästöjen kokonaismäärät kasvoivat keskimäärin 9 %. Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen lentoyhtiöiden lentokonekaluston muutoksista. Ominaispäästöt ja polttoaineenkulutus ovat erilaiset eri konetyypeillä. (Finavia 2012). Lentoliikenteen ja Finavian maikaluston yhteenlaskettu päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 0,2-5 % pääkaupunkiseudun päästöistä.

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

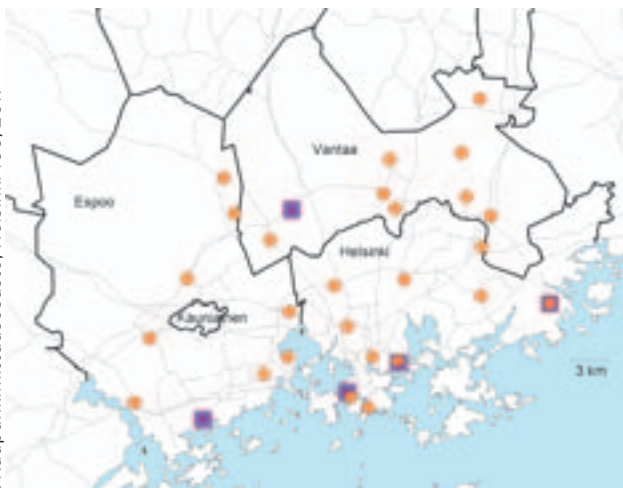
VTT on arvioinut työkoneiden päästöjä osana Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää. Viimeisin päivitys työkoneiden päästömalliin (TYKO) on tehty vuonna 2012 (VTT 2012b). Työkoneet ovat merkittävä epäpuhtauksien lähde, mutta pääkaupunkiseudun päästöosuutta on vaikea erotella koko maan päästöistä. Sen vuoksi niitä ei raportoida tässä.

14.2 Pistelähteet

Energiantuotanto

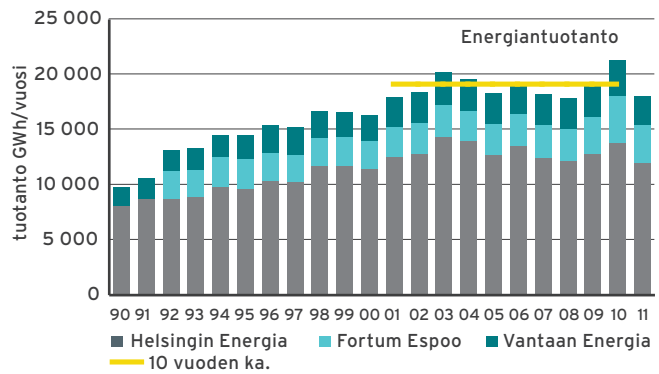
Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökeskusten käyttö rajoittuu yleensä kylmiin kausiin. Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö on tuotettu pääosin sähkön ja lämmön yhteistuotannolla, jolloin polttoainetta säästyy noin 40 % verrattuna siihen, että ne tuotettaisiin erikseen. Päästöt vähenevät samassa suhteessa. 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 26 lämpökeskusta. Laitosten sijainnit on esitetty kuvassa 29. Metsolan, Pähkinärinteen ja Katriinan lämpökeskukset eivät olleet toiminnassa vuonna 2011.

©Kaupunkimittausosasto, Helsinki 100/2011



Kuva 29. Voimalaitosten ja lämpökeskusten sijainti pääkaupunkiseudulla. Voimalaitokset on merkitty violeteilla neliöillä ja lämpökeskukset oransseilla ympyröillä.

Vuonna 2011 energiantuotanto väheni pääkaupunkiseudulla 15 % vuoden 2010 tasosta, kasvoi 1 % vuoden 2001 tasosta, mutta väheni 5 % kymmenen vuoden keskiarvoon verrattuna (kuva 30). Vuodesta 2010 tuotantoon käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärä väheni vastavasti. Vuodesta 2010 maakaasun kulutus väheni yli 20 % ja öljyn yli 50 %, mutta kivihiiilen kulutus kasvoi 2 %.

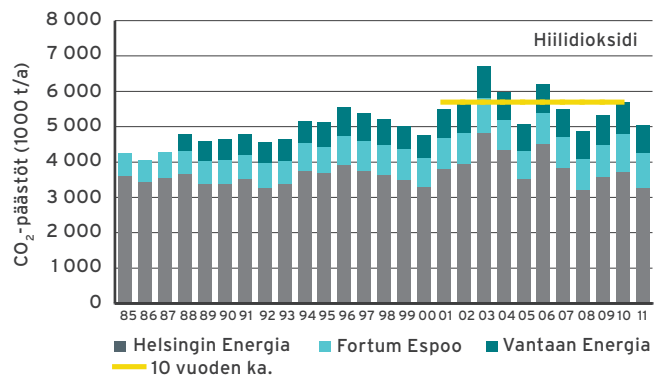
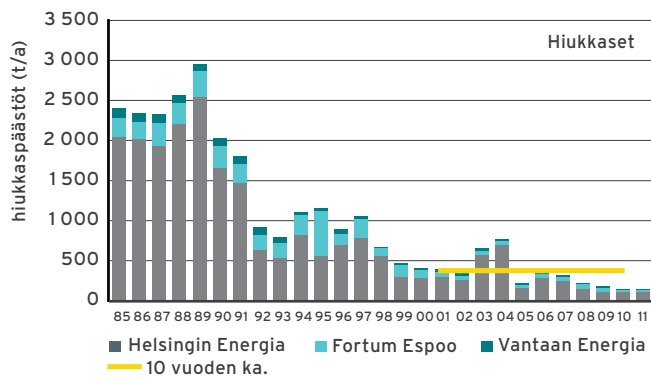
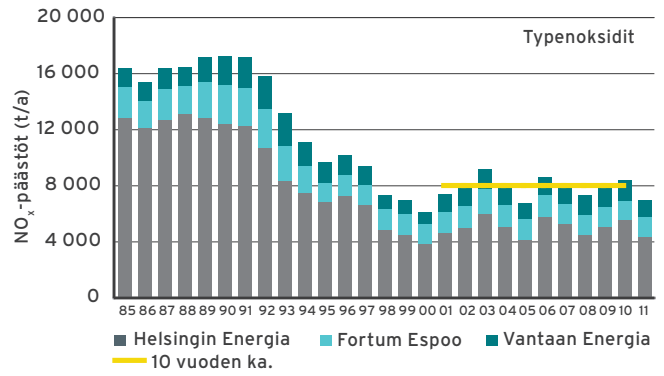
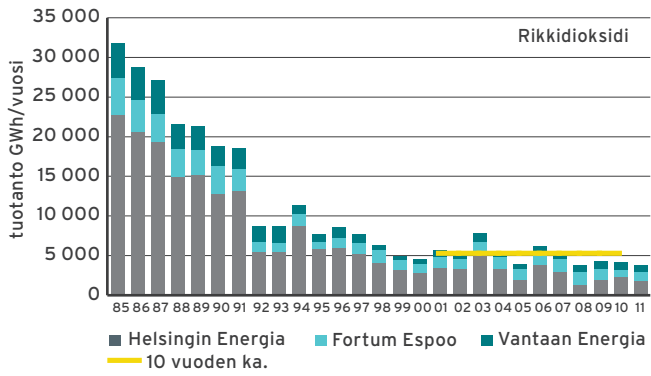


Kuva 30. Energiatuotannon kehittyminen vuosina 1990-2011. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia.

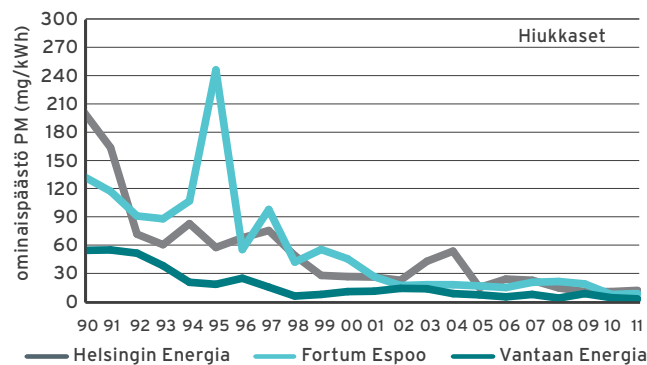
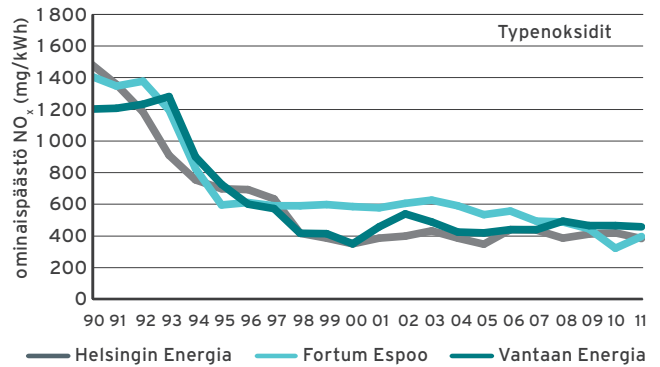
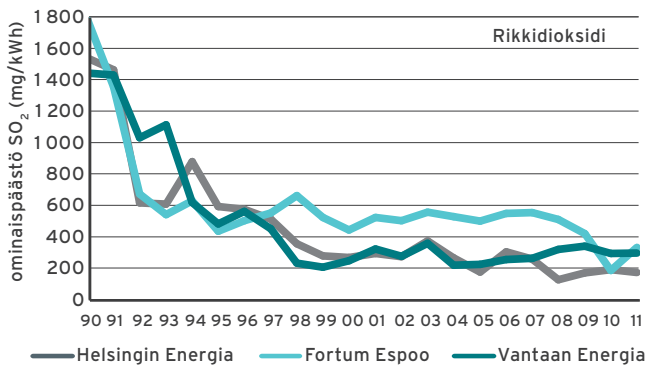
Voimalaitosten ja lämpökeskusten päästöjen vuosien välinen vaihtelu on huomattavaa (kuva 31). Pääkaupunkiseudulla hiukkaspäästöt vähenivät 4 % vuodesta 2010 ja 59 % viimeisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna. Rikkidioksidin päästöt vähenivät 8 % vuodesta 2010 ja olivat viimeisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna 27 % pienemmät. Typenoksidien päästöt vähenivät 18 % vuodesta 2010 ja 13 % viimeisen 10 vuoden keskiarvoon verrattuna. Energiantuotannon päästöjen kehitykseen ovat myötävaikuttaneet erityisesti rikinpoistolaitosten käyttöönotto sekä polttoaine- ja polttotekniset muutokset. Vuosittaiset muutokset johtuvat sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta sekä vesivoiman saatavuudesta. Merkittäviä tekijöitä ovat edelliseen liittyen myös yhteispohjoismainen sähköntuotantorakenne ja päästöoikeuksien hinta.

Helsingin Energian energiantuotanto väheni 13 % vuodesta 2010. Myös energiantuotannon rikkidioksiidi- ja typenoksidipäästöt vähenivät edellisvuodesta, SO₂-päästöt vähenivät 22 % ja NO_x-päästöt 21 %. Hiukkaspäästöt sitä vastoin kasvoivat 1 %:n vuodesta 2010. Verrattaessa edellisen 10 vuoden keskiarvoon SO₂-päästöt vähenivät 36 %, NO_x-päästöt vähenivät 13 % ja hiukkaspäästöt vähenivät 59 %. Kuvassa 32 on esitetty energiantuotannon ominaispäästöt. Rikkidioksidin ominaispäästöt vähenivät 10 % verrattaessa vuoteen 2010 ja 30 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Typenoksidien ominaispäästöjen vähenemä oli 9 % verrattaessa vuoteen 2010 ja 5 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Hiukkasten ominaispäästöt kasvoivat 16 % verrattaessa vuoteen 2010, mutta vähenivät 54 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. (Helsingin Energia 2012a).

Fortum Espoon energiantuotanto väheni 19 % vuodesta 2010. Energiantuotannon SO₂-päästöt kuitenkin kasvoivat 49 % vuodesta 2010, mutta vähenivät 18 % verrattuna 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Rikkidioksidin ominaispäästöt kasvoivat 83 % verrattuna vuoteen 2010, mutta vähenivät 32 % verrattuna edellisen 10 vuoden keskiarvoon. NO_x-päästöt olivat samalla tasolla kuin vuonna 2010, mutta verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon vähenemä oli 11 %. Typenoksidien ominaispäästöt kasvoivat 23 % vuodesta 2010, mutta vähenivät 25 % kymmenen edellisen vuoden keskiarvoon verrattaessa. Hiukkaspäästöt vähenivät 6 % verrattaessa vuoteen



Kuva 31 a-d. Energiatuotannon päästöt vuosina 1985-2011. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu jakson 2002-2011 keskiarvo.



Kuva 32 a-c. Energiantuotantolaitosten ominaispäästöjen kehittyminen.

2010 ja 50 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Hiukkasten ominaispäästöt vähenivät 58 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon, mutta kasvoivat edellisestä vuodesta 15 %. (Fortum Espoo 2012a; 2012b)

Vantaan energian energiantuotanto väheni 19 % vuodesta 2010. Energiatuotannon rikkidioksidipäästöt vähenivät 17 %, typenoksidipäästöt 22 % ja hiukkaspäästöt 63 % vuodesta 2010. Kymmenen edellisen vuoden keskiarvoon verrattaessa SO₂-päästöt vähenivät 5 %, NO_x-päästöt vähenivät 11 % ja hiukkaspäästöt vähenivät 83 %. Ominaispäästöinä tarkasteltaessa SO₂-ominaispäästöt kasvoivat 2 % verrattaessa vuoteen 2010 ja 4 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. NO_x-ominaispäästöt vähenivät 2 % verrattaessa vuoteen 2010 sekä 1 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. Myös hiukkasten ominaispäästöt vähenivät, 55 % verrattaessa vuoteen 2010 ja 82 % verrattaessa 10 edellisen vuoden keskiarvoon. (Vantaan Energia 2012)

Pienet pistelähteet

Pienten pistelähteiden päästöillä tarkoitetaan tässä muiden kuin edellä mainittujen voimalaitosten ja lämpökeskusten 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 2012). Espoon (Ohtonen 2012) ja Vantaan (Mäntylä 2012) osalta nämä on arvioitu jakeluasemien lukumäärien perusteella. Kauniaisissa merkittäviä pieniä pistelähteitä ei ole (Granlund-Blomfelt 2011). Taulukossa 9 esitetyissä luvuissa VAHTI:iin raportoitavat päästöt ovat vuodelta 2010, koska tuoremmat päästötiedot eivät vielä ole ympäristöhallinnon rekistereissä (VAHTI 2012). Muiden pienten pistelähteiden päästöt ovat vuodelta 2011.

Vuoteen 2010 verrattuna pienten pistelähteiden rikkidioksidipäästöt lisääntyivät yli 60 % ja typenoksidien päästöt yli 80 % ja hiukkaspäästöt yli 40 %. VOC- ja CO-päästöt pysyivät samalla tasolla kuin vuonna 2010. Verrattaessa pienten pistelähteiden päästöjä vuoden 2000 tasoon SO₂-päästöt vähenivät melkein 80 %, hiukkaspäästöt vähenivät yli 50 %, mutta NO_x-päästöt kasvoivat yli 50 %. Kaiken kaikkiaan näiden lupavollisten päästölähteiden päästöissä vuosivaihtelu on suurta eikä selvää trendiä ole havaittavissa.

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 pienpoltonsta pääkaupunkiseudulla (taulukko 9).

Kevyen polttoöljyn päästöarvio perustuu pääkaupunkiseudun vuoden 2011 myyntitietoihin (Öljyalan Palvelukeskus 2012), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten raportoimat kevyen polttoöljyn käyttömäärät. Energiatilaston mukaan Suomessa 45 % kevyestä polttoöljystä käytetään rakennusten lämmityksessä. Työkoneiden osuus on 26 %, rakennustoiminnan 16 %, teollisuuden 7 % ja vesiliikenteen ja rautateiden noin 7 % kokonaiskulutuksesta (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 2011 kevyttä polttoöljyä myytiin 16 % vähemmän kuin vuonna 2010. Kevyen polttoöljyn päästöt muodostivat yhdisteestä riippuen noin 1-2 % seudun kokonaispäästöistä vuonna 2011. 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 2011 tulisijojen käyttö pääkaupunkiseudulla tuotti arvion mukaan noin 101 tonnia hiukkasia, joka on 18 prosenttia seudun hiukkaspäästöistä.

15. Yhteenvedo ja johtopäätökset

15.1 Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla 2011

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Ilmanlaatu on meillä keskimäärin melko hyvä, mutta erityisesti keväisin katupölyhiukkasten sekä ajoittain liikenteen typpidioksidin, kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet ovat korkeita. Myös puun pienpolton hiukaspäästöt heikentävät ilmanlaatua varsinkin tiiviisti rakennetuilla pientaloalueilla.

Indeksiluokittelun perusteella ilmanlaatu oli vuonna 2011 suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Helsingin keskustassa ilmanlaatu oli edellisvuoteen verrattuna hieman parempi. Myös useimmilla muilla mittausasemilla huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli edellisvuotta vähemmän. Huonot tunnit aiheutuivat suurimaksi osaksi kevään katupölystä sekä vähäisessä määrin kaukokulkeutuneista pienhiukkasista ja pakokaasujen typpidioksidista. Korkeiden vuosipitoisuuksien takia ongelmallisimpia alueita ovat vilkasliikenteiset Helsingin kanta kaupungin katukuilut ja suurten väylien lähialueet.

Vuoden 2011 alkaessa ilotulitukset aiheuttivat monin paikoin vuoden korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet. Tammi- ja helmikuun pakkasilla oli muutaman kerran ilma saasteiden sekoittumista ja laimenemista estäviä inversiotilanteita. Kuitenkin ne olivat pääkaupunkiseudulle tyypilliseen tapaan lyhytkestoisia ja ilmanlaatu heikentyi erittäin huonoksi kahtena aamuna vain aamuruuhkan aikana. Pienhiukkasia kaukokulkeutui pääkaupunkiseudulle helmikuun lopulla hieman tavallista korkeampia pitoisuuksia.

Pysyvä lumipeite oli saatu jo marraskuussa 2010 ja se säilyi huhtikuun alkupuolelle asti pääteitä ja -katuja lukuun ottamatta. Laajempi katujen pölyäminen alkoi pääkaupunkiseudulla vasta 11. huhtikuuta, mutta jatkui vilkasliikenteisissä ympäristöissä toukokuun puoliväliin. Katupöly heikensi ilmanlaadun huonoksi tai erittäin huonoksi monena päivänä etenkin katukuiluissa ja pääväylien varsilla. Mannerheimintien mittausaseman lähellä katutyöt aiheuttivat pölyämistä kesä-heinäkuussa. Lisäksi 25. toukokuuta hengitysilmassa havaittiin hiukkasia, jotka olivat peräisin Islannissa purkautuneesta tulivuoresta.

Kesällä ja alkusyksyllä ilma oli sangen puhdasta ja ilma saasteiden pitoisuudet olivat suurimman osan ajasta matalia. Vuoden korkeimmat otsonin pitoisuudet mitattiin heinäkuun 22.-23. päivinä, mutta ne jäivät selvästi tiedottamisen kynnyksarvon alapuolelle.

Loppuvuodesta oli jälleen kaksi lyhytkestoista inversiotilannetta, jolloin ilmanlaatu heikkeni erittäin huonoksi aamuruuhkassa. Marraskuun alussa oli lisäksi lievä pienhiukkasten kaukokulkeuma. Nastarengaskauden alettua ilmassa oli joitain kertoja runsaasti katupölyä Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa ja suurten väylien lähialueilla. Erittäin runsassateinen joulukuu katkaisi pölyämisen, vaikka lumipeitettä ei saatukaan ennen tammikuuta.

Kylminä vuodenaikoina tulisijojen käytön aiheuttamat pienhiukkaset heikensivät ilmanlaatua ajoittain ja näkyivät mittaustuloksissa erityisesti Päiväkummun pientaloalueen mittausasemalla. Vuosi päättyi jälleen ilotulitusten aiheuttamiin korkeisiin pienhiukkasipitoisuuksiin.

15.2 Typpidioksidin raja-arvo ei ylittynyt Helsingin ydinkeskustassa

Typpidioksidin vuosiraja-arvo ei ylittynyt enää vuonna 2011 Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla. Pitoisuus oli tosin vain niukasti alle raja-arvon. Raja-arvo ylittyi edelleen kantakaupungissa vilkasliikenteisissä katukuiluissa.

Raja-arvon ylitys on todettu aikaisempina vuosina Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukuiluissa: Mannerheimintiellä vuosina 2005-2010, Hämeentiellä vuosina 2005 ja 2009 sekä Töölöntullissa vuosina 2006 ja 2010. Myös suuntaa-antavalla passiivikeräinmenetelmällä todettiin typpidioksidin vuosipitoisuuden yhä ylittävän raja-arvon Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa sekä paikoin suurimpien väylien piennaralueilla.

Typpidioksidin raja-arvo astui voimaan 1.1.2010, minkä jälkeen raja-arvo ei olisi enää saanut ylittyä. Koska tätä tavoitetta ei saavutettu määräaikaan mennessä, EU-komissiolta on haettu määräaikaan pidennystä enintään vuoden 2015 loppuun saakka. Espoossa, Vantaalla ja Kauniaisissa typpidioksidin raja-arvo ei ole ylittynyt.

Muiden epäpuhtauksien, eli hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn, pitoisuudet pysyivät raja-arvojen alapuolella. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo on ylittynyt viimeksi vuonna 2006 Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukuiluissa. Raja-arvotaso saatiin ylittyä 35 päivänä ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Vuonna 2011 ylitysvuorokausia kertyi eniten Mäkelänkadun mittausasemalla, 28 kpl, toiseksi eniten Man-

nerheimintien mittausasemalla, 19 kpl. Espoossa ylityksiä oli Leppävaarassa 15 kpl ja Vantaalla Tikkurilassa 4 kpl. Erilaiset toimenpiteet, kuten katujen tehostettu puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla laimealla suolaliuoksella, ovat tehonneet ja alentaneet hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia.

15.3 Hiukkasten ja typpidioksidin ohjearvot ylittyivät

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annettu kansallinen ohjearvo ylittyi kevään katupölykaudella vilkasliikenteisissä ympäristöissä. Ylityksiä mitattiin huhtikuussa Mäkelänkadulla, Leppävaarassa ja Tikkurilassa, sekä toukokuussa Mäkelänkadulla. Korkeat hiukkaspitoisuudet aiheutuivat liikenteen nostattaessa ilmaan talven aikana kertynyttä hienojakoista ainesta lumettomilta ja kuivilta kaduilta.

Pienhiukkaspitoisuudet ylittivät WHO:n terveysperusteisen vuosiohjearvon Mäkelänkadun katukuilussa ja Päiväkummun pientaloalueella. Pienhiukkasten kaukokulkeumia oli vuonna 2011 vähän ja WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi koko seudulla vain muutamana päivänä. Sen sijaan paikalliset liikenteen ja puun pienpolton päästöt olivat osasyynä useisiin ylityksiin.

Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2011 yhdeksänä kuukautena Mäkelänkadulla, kolmena kuukautena Helsingin ydinkeskustassa ja helmikuussa myös paikoin muilla seudun vilkasliikenteisillä alueilla. Rikki-dioksidin ja hiilimonoksidin ohjearvojen ylityksiä ei todettu millään mittausasemalla.

15.4 Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyy paikoin pientaloalueilla

Puunpolton päästöt aiheuttavat korkeita bentso(a)pyreenin pitoisuuksia ja sille annetun tavoitearvon arvioidaan ylittyvän paikallisesti päästölähteiden läheisyydessä useilla pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2011 mitattiin tavoitearvon ylitys Päiväkummun pientaloalueella ja vuonna 2008 Itä-Hakkilan pientaloalueella. Tavoitearvo ei kuitenkaan ole ylittynyt vuosien 2009–2011 mittauksissa Vartiokylän mittausasemalla, joka sijaitsee puiston laidalla. Raskasmetallien (arseeni, kadmium, nikkeli) pitoisuudet olivat matalia ja reilusti tavoitearvojen alapuolella.

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2011 hieman edellisvuotta korkeampia. Otsonipitoisuuden terveysperusteinen tavoitearvo ei ylittynyt, mutta pitkän ajan tavoite ylittyi koko seudulla Mannerheimintien mittauspistettä lukuun ottamatta.

15.5 Korkeita mustan hiilen ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksia liikenteestä

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 pitoisuustasojen muuttumista ajan kuluessa.

Vuonna 2011 mustan hiilen vuosikeskiarvo Helsingin ydinkeskustassa oli 1,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, kun se Vartiokylässä vuonna 2009 oli 0,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Töölöntullissa 2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2010. Töölöntullissa mitattu mustan hiilen pitoisuus oli erittäin korkea eikä niin korkeita arvoja ole havaittu missään muualla pääkaupunkiseudulla tai Suomen muiden kaupunkien liikenneympäristöissä.

Vuonna 2011 lukumääräpitoisuuden mittausjakson keskiarvo Helsingin ydinkeskustassa oli 10 700 kpl/cm³, kun se Vartiokylässä vuonna 2009 oli 5 200 kpl/cm³ ja Töölöntullissa 25 100 kpl/cm³ vuonna 2010.

15.6 Erytiskohteiden ilmanlaatua selvitetään

Siirrettävillä mittausasemilla kartoitetaan ilmanlaatua erityiskohteissa, jotka ovat kiinnostavia esimerkiksi kaa-voituksen, asukaspalautteen, päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Mäkelänkadun katukuilussa ilmansaasteiden pitoisuudet olivat korkeampia kuin Helsingin kantakaupungissa keskimäärin. Siellä mitattiin typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitys. Myös hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuudet olivat muita mittauspaikkoja useammin korkeita.

Matinkylässä vilkasliikenteisessä ympäristössä typpidioksidin ja pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat liikenneympäristöille tyypillisiä eli suunnilleen samaa tasoa kuin Valtilassa ja Leppävaarassa. Matinkylässä mitattiin kuitenkin korkeita lyhytaikaispitoisuuksia epäedullisissa sääoloissa. Päiväkummun pientaloalueella typpidioksidin pitoisuus oli matala, mutta pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli lähes yhtä korkea kuin Mäkelänkadulla. Pienhiukkaspitoisuudet ylittivät WHO:n terveysperusteisen vuosiohjearvon sekä Mäkelänkadun katukuilussa että Päiväkummun pientaloalueella. Mäkelänkadulla liikenne ja Päiväkummussa puun pienpolto aiheuttavat oman lisänsä pitoisuuksiin.

Etelärannassa mitattiin kohonneita saastepitoisuuksia Eteläsataman laivojen tulo- ja lähtöaikoina. Melko korkea, yli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä rikkidioksidin tuntipitoisuuksia, oli kuitenkin vain kuusi. Ilmanlaatuindeksin mukaiset huonot ja erittäin huonot tunnit aiheutuivat pääasiallisesti kaukokulkeutuneista pienhiukkasista.

Passiivikeräimillä täydennettiin jatkuvatoimisia ilmanlaadun mittauksia, ja typpidioksidipitoisuutta kartoitettiin kantakaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa, väylien lähialueilla ja satamien vaikutuspiirissä. Tällä menetelmällä todettiin typpidioksidin raja-arvon ylittävän vilkasliikenteisissä ympäristöissä Hämeentiellä, Vilhonkadulla, Mannerheimintie 57:n ja 132:n kohdalla, Eliel Saarisen tien tunnelissa ja Kehä I:n vilkkaimman osuuden varrella.

15.7 Vuosipitoisuudet pääosin laskeneet

Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat sekä pitkällä aikavälillä että viimeisen kymmenen vuoden aikana laskeneet kaukokulkeutuvia ilmansaasteita, otsonia ja pienhiukkasia, 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 ansioista. Vuosikeskiarvojen lasku jatkui vuonna 2011 osalla mittausasemista, vaikka alkuvuoden runsaslumiset talvikuukaudet vaativat paikoin runsaasti hiekoitussepeiliä. Hiukkasten raja-arvo ei ole ylittynyt enää vuoden 2006 jälkeen.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat vuonna 2011 hieman matalammat kuin edellisenä vuonna. Pienhiukkasten pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää trendiä viimeisen kymmenen vuoden kuluessa. Vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet noin 7-13 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntumassa eri mittauspaikoissa.

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 2011 hieman edellisvuotta matalammat. Kymmenen viime vuoden aikana pitoisuuksien pienentyminen on ollut Helsingin kantakaupungin mittausasemilla tilastollisesti melkein merkitsevää. Muilla mittausasemilla tilastollista merkitsevyyttä ei havaittu.

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. Liikenneympäristöissä otsonin pitoisuudet ovat nousseet edelleen myös viimeisen kymmenen vuoden kuluessa, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien, erityisesti typpimonoksidin, määrä ilmassa on vähentynyt. Vuosipitoisuudet olivat vuonna 2011 hieman korkeampia kuin vuonna 2010.

Rikkidioksidin ja hiilimonoksidin vuosikeskiarvot ovat hyvin alhaisia. Viimeisen 10 vuoden aikana pääkaupunkiseudun pitoisuudet ovat pysyneet suunnilleen samalla tasolla.

15.8 Päästöt pääosin laskussa

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Vuonna 2011 typenoksidipäästöistä noin puolet tuli energiantuotannosta ja noin kolmannes ajoneuvoliikenteestä. Hiukkaspäästöistä ajoneuvoliikenne tuotti yli 40 prosenttia ja energiantuotanto ja tulisijojen käyttö kumpikin noin neljänneksen. Rikkidioksidipäästöistä yli 90 % vapautui energiantuotannosta.

Vuonna 2011 pääkaupunkiseudun päästöt laskivat edellisvuodesta. Rikkidioksidin (SO_2) päästöt pienenevät 7 %, hiukkasten 15 %, typen oksidien (NO_x) 10 %, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) 8 % ja hiilimonoksidin (CO) 5 %. Pääkaupunkiseudun energiantuotanto laski 15 %, kivihiiilen osuus energiantuotannon polttoaineena kasvoi hieman. Pääkaupunkiseudun päästöt vaihtelevat huomattavasti vuosittain, ja kokonaispäästöissä ei ole ollut havaittavissa selkeää trendiä viime vuosien aikana. Vuosien välinen vaihtelu johtuu erityisesti energiantuotannon päästöjen vaihtelusta, johon vaikuttavat muun muassa talven lämpötilat, pohjoismaiset sähkömarkkinat ja vesivoimatilanne sekä päästöoikeuksien hinta. Pitkällä aikavälillä päästöt ovat pääkaupunkiseudulla laskeneet hiilidioksidia lukuun ottamatta. 1990-luvun puoliväliin saakka päästöt vähenivät jyrkästi, mutta lasku on sen jälkeen taasoittunut.

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. 2010. Primary NO₂ emissions and their role in the development of NO₂ concentrations in a traffic environment. *Atmospheric Environment* doi:10.1016/j.atmosenv.2010.10.050.
- Arovaara, H. 2012. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 20.4.2012.
- AuT 2012. Autoalan tiedotuskeskus. Tilastot. Saatavana: <http://www.autoalantiedotuskeskus.fi/>.
- ELY 2012a. Tuppurainen, A. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue. Liikennemääräkartta 2011.
- ELY 2012b. Angervuori, T. ja alueurakoista vastaavat. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Kirjallisia ja suullisia tiedonantoja huhtikuussa 2012.
- Espoo 2008. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008-2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.
- Espoo 2010. Simola, R. Espoon kaupunki. Kaupunkisuunnittelukeskus. Kirjallinen tiedonanto 8.3.2010.
- Espoo 2012. Simola, R. Espoon kaupunki. Kaupunkisuunnittelukeskus. Kirjallinen tiedonanto 8.3.2012.
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/50/EY.
- European Commission 2011. http://ec.europa.eu/environment/air/quality/legislation/time_extensions.htm
- Finavia 2012. Ilmailulaitos Finavia. Lentoasemakohtaiset tunnusluvut. Ilmapäästöt 2011.
- Fortum Espoo 2012a. Fortum Power and Heat Oy. Ympäristöraportit vuodelta 2011.
- Fortum Espoo 2012b. Ahonen, T. Kirjallinen tiedonanto 3.4.2012.
- Granlund-Blomfelt, A-L. 2011. Kauniaisten ympäristötoimi. Kirjallinen tiedonanto 22.3.2011.
- Helsingin Energia 2012a. Ympäristönsuojelun vuosiraportit 2011.
- 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 2012a. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2011. Helsinki suunnittelee 2012:2. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2012b. Seppälä, H. Helsingin kaupunki. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennemääräkartta 2011. [MapInfo-dokumentti].
- 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 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., Kompula, 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 2011. Ilmastokatsaukset vuodelta 2011.
- Ilmatieteen laitos 2012. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ja Ilmastokatsaukset keväältä 2012.
- Iivonen, S., Helsingin kaupunki, Stara, kirjallinen tiedonanto 27.3.2012.
- IPCC 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
- Juntunen, J. 2011. Espoon kaupunki, tekninen keskus, katujen ylläpito. Kirjallinen tiedonanto 11.5.2011.
- 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.
- Kerminen, V.-M., Niemi, J.V., Timonen, H., Aurela, M., Frey, A., Caborone, S., Saarikoski, S., Teinilä, K., Hakkarainen, J., Tamminen, J., Vira, J., Prank, M., Sofiev, M., Hillamo, R., 2011. Characterization of a volcanic ash episode in southern Finland caused by the Grimsvötn eruption in Iceland in May 2011. *Atmospheric Chemistry and Physics* 11, 12227-12239.
- Keski-Kohtamäki, V. 2011. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Kirjallinen tiedonanto 9.5.2011.
- 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., 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.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Ritola, R. 2011. Hiukkasten koostumus ja lähteet Mannerheimintien 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 2012. Tieliikenteen suoritteet vuonna 2011. Uutiset 3-4/2012 http://portal.liikennevirasto.fi/sivu/www/fi/uutiset/2012/2012_34/201203_tieliikenteen_suuritteet
- Loukkola, K., Koskentalo, T., Humaloja, T. 2004. Passiivikeräimenmenetelmän uudistaminen syksyllä 2003. Muistio 2/2004, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Malkki, M., Kousa, A. 2005. Ilmanlaadun tyyppioksidimääritykset 2004, eri etäisyyksillä, eri korkeuksilla. Muistio 1/2005, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Malkki, M., Niemi, J., Lounasheimo, J., Myllynen, M., Julkunen, A., Loukkola, K. 2010. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2009. HSY:n julkaisuja 2/2010. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- 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.
- Manni-Loukkola, S. 2006. Espoon kaupungin valmiussuunnitelma koskien varautumista liikenteen aiheuttaman tyyppioksidipitoisuuden kohoamiseen. Espoon ympäristökeskus, Monistesarja 6/2006.
- 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. Particle project report 2008-2010. Particulate contribution from traffic in Copenhagen. NERI Technical Report no. 837.
- Myllynen, M., Aarnio, P., Koskentalo, T., Malkki, M., 2006. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. YTV:n julkaisuja B 2006:8, Helsinki.
- Myllynen, M., Haaparanta, S., Julkunen, A., Koskentalo, T., Kousa, A., Aarnio, P. 2007. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2006. YTV:n julkaisuja 12/2007. YTV, Helsinki.
- Mäkelä, K. 2012. VTT. Kirjallinen tiedonanto 18.4.2012.
- Mäntylä, K. 2012. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 23.4.2012.
- 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. Pienihiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999-2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B2006:18. YTV, Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Westphal, D.L., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Vehkamäki, H., Kulmala, M. 2009. Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999-2007. Atmospheric Environment, 43(2009): 1255 -1264.
- Niemi, J., Väkevä, O., Kousa, A., Weckström, M., Myllynen, M., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2008. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2007. YTV:n julkaisuja 8/2008. YTV, Helsinki.
- Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo, J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2009. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008. YTV:n julkaisuja 15/2009. YTV, Helsinki.
- Ohtonen, K. 2012. Espoon ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 17.4.2012.
- Pirkkanen, S. 2012. Vantaan kaupunki. Kirjallinen tiedoksi-anto 23.4.2012.
- Rusko, N. 2008. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 10.4.2008.
- Saarikoski, S., Timonen, H., Saarnio, K., Aurela, M., Järvi, L., Keronen, P., Kerminen V.-M., Hillamo, R. 2008. Sources of organic carbon in fine particulate matter in northern European urban air. Atmospheric Chemistry and Physics 8: 6281-6295.
- 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.
- dos Santos-Juusela, V., 2011. Spatial and temporal variations of particle number concentrations in three sites of Helsinki: A street canyon, an urban background and downtown. Pro gradu -tutkielma. Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto.
- Simola, R. 2012. Espoon kaupunkisuunnittelukeskus. Kirjallinen tiedonanto 23.4.2012.
- SLB, 2011. Luften I Stockholm. Årsrapport 2010. SLB 1:2011.
- Tammisto, E. 2011. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Kirjallinen tiedonanto 11.5.2011.
- Tammisto, E. 2012. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Kirjallinen tiedonanto 7.5.2012.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Räisänen, M. 2005. Tutkimuksia katupölyn koostumuksesta ja lähteistä. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2005:12. YTV, Helsinki.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 14/2007.
- Tilastokeskus 2011. Asuminen. Rakennukset ja kesämökkit. Rakennukset (lkm, m2) käyttötarkoituksen ja lämmitystyyppien mukaan. http://pxweb2.stat.fi/Database/StatFin/Asu/rakke/rakke_fi.asp
- Tilastokeskus 2012. Energiatilasto - Vuosikirja 2011.
- VAHTI 2012. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Poiminnat ilmapäästöraporteista 2.4.2012.
- Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä, 164/2007.
- Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta, 38/2011.
- Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista, 480/1996.
- Vantaa 2008. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.
- Vantaa 2012. Pirkkanen, S. Vantaan kaupunki. Kuntatekniikan keskus. Kirjallinen tiedonanto 16.3.2012.
- Vantaan Energia 2012. Päästötiedot vuodelta 2011.
- Viidanoja, J., Sillanpää, M., Laakia, J., Kerminen, V.-M., Hillamo, R., Aarnio, P., Koskentalo, T. 2002. Organic and black carbon in PM2.5 and PM10: 1 year of data from an urban site in Helsinki, Finland. Atmospheric Environment 36: 3183-3193.
- Viinanen, J. 2007. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma ilman epäpuhtauspitoisuuksien äkilliseen kohoamiseen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2007.
- VTT 2012a. LIISA 2011. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä. Saatavana: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/>
- VTT 2012b. TYKO 2011. Työkoneiden päästömalli. Saatavana: <http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>
- Vuorivirta, K. 2012. Helsingin satama. Päästötiedot vuodelta 2011. Kirjallinen tiedonanto 6.3.2012.
- Vättö, J. 2011. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Kirjallinen tiedonanto 12.5.2011.
- Waldén J., Hillamo, R., Aurela, M., Mäkelä, T., Laurila, S. 2010. Demonstration of the equivalence of PM2.5 and PM10 measurement methods in Helsinki 2007-2008. Ilmatieteen laitos, tutkimuksia 3/2010. Helsinki.
- WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. World Health Organization.
- YTV 2004. Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma tyyppioksidiepisodin 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 2012. Kirjallinen tiedonanto 6.3.2012.

Liite 1. Pitoisuudet 2011

Hengitettävät hiukkaset PM₁₀ ja pienhiukkaset PM_{2,5}

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Mäk
1	27	26	22	23	29	25	26
2	41	41	30	32	51	44	57
3	61	23	19	22	43	26	67
4	67	68	51	32	102	74	143
5	49	46	43	30	53	35	71
6	52	28	27	25	37	26	29
7	52	29	29	24	34	25	30
8	39	23	21	20	24	21	29
9	23	18	14	12	20	14	22
10	34	23	20	19	24	23	40
11	39	34	30	31	42	35	60
12	24	21	19	17	30	27	34

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

Hengitettävien hiukkasten mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Mäk
1	99	99	97	94	100	100	100
2	100	100	95	99	100	100	100
3	100	100	100	96	99	99	100
4	100	100	96	76	90	97	97
5	91	99	100	94	94	100	100
6	100	99	99	96	100	96	96
7	100	99	100	96	99	100	100
8	100	98	93	96	99	96	100
9	100	100	100	95	100	99	100
10	100	100	93	100	100	100	100
11	100	96	100	99	94	100	100
12	98	100	100	99	99	100	91

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Mäk
1	14	13	11	11	14	12	15
2	21	19	17	15	25	19	23
3	24	15	12	10	22	13	27
4	38	29	27	18	47	30	54
5	31	23	21	14	28	18	32
6	31	17	15	12	20	14	20
7	33	18	17	14	19	16	19
8	24	14	12	10	15	12	18
9	16	12	11	8	12	9	16
10	17	13	11	9	13	10	19
11	23	18	15	12	21	14	34
12	12	10	10	7	13	8	16

Yhteenveto hengitettävien hiukkasten mittauksista, µg/m³

	Vuosi-keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo	36. suurin vuorokausiarvo (PM ₁₀)
Man	24	83	381	42
Val	17	83	174	28
Kal	15	67	130	26
Var	11	43	159	22
Lep	20	111	257	37
Tik	15	75	192	28
Mäk	24	149	897	44

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

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

* 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
Töö	19*	27*	47*	31*	21	38	9	16	21	32	21	9							
Man													49	37	33	35	30	24	19
Val					10	8	1	7	5	19	9	4	11	13	10	7	5	3	3
Kal							0	3	3	10	2	4	2	10	6	4	3	3	2
Var																	4	1	0
Lep2					10	28	6	22	32	27	14	16							
Lep3													22	14	16	12	9		
Lep4																		6	15
Tik						23	7	10	13	22	16	12	23	18	13	5	4	8	4
Luu							0	0	2	2	1								
Mäk																			28

Vuorokausiraja-arvo on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvon numeroarvon ylityksiä sallitaan 35 kpl vuodessa.

* tuloksia alle 90 %

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

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	10,9	8,8	8,9	10,7	9,8	7,7	9,8	11,4	10,2	12,8
2	14,7	12,6	11,7	14,1	14,3	9,2	13,1	14,4	14,2	17,7
3	7,6	5,7	6,6	6,7	6,8	5,4	6,3	9,2	6,7	7,8
4	10,0	7,9	8,1	8,0	9,0	5,7	7,9	11,7	8,8	10,8
5	10,7	7,8	7,1	9,1	7,3	7,4	8,8	11,2	8,4	11,0
6	11,8	7,5	7,2	9,1	6,8	9,0	9,7	10,0	8,2	10,2
7	13,8	10,5	8,8	10,6	8,7	11,5	12,4	12,2	10,2	13,4
8	9,2	6,9	6,4	7,6	7,0	7,4	8,6	10,5	7,7	11,3
9	5,9	5,1	4,7	4,7	4,7	3,7	4,7	9,0	5,3	6,5
10	7,3	6,8	6,2	6,1	7,0	6,2	6,3	10,0	8,3	7,4
11	9,5	8,1	8,4	8,9	9,7	7,9	8,3	12,0	9,6	10,6
12	4,9	4,8	5,3	4,9	5,8	4,9*	3,8	7,3	6,2	5,9

* tuloksia alle 75 %

Pienhiukkasten mittauksen ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	99	99	94	99	100	99	100	97	99	99
2	98	100	99	100	100	100	100	95	100	99
3	99	100	96	98	99	100	100	99	100	92
4	100	99	76	96	97	99	100	99	97	100
5	90	100	94	100	100	99	100	100	99	99
6	99	99	96	100	96	100	100	99	100	95
7	100	89	96	99	100	99	100	99	97	91
8	99	91	96	99	96	99	99	99	100	95
9	99	99	95	97	99	100	100	100	99	96
10	100	93	100	97	100	96	100	100	90	100
11	99	100	99	92	100	93	100	100	100	99
12	96	91	99	93	100	75	100	91	88	94

LIITE 1

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

	Vuosi- keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo
Man	9,7	31	85
Kal	7,7	27	70
Var	7,4	29	103
Lep	8,4	32	126
Tik	8,0	39	99
Luu	7,2	40	386
E-ran	8,3	30	152
Mäk	10,7	32	281
Mat	8,6	31	79
Päi	10,4	44	137

$PM_{2,5}$ 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
Man								11,9	12,2	10,5	10,2	9,7	10,9	9,7
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
Var												7,4	8,1	7,4
Lep3												7,7		
Lep4													8,8	8,4
Tik												7,9	9,4	8,0
Luu							8,2		8,9		6,8	6,9	8,2	7,2
Satama											8,7 ^a	7,7 ^b	9,8 ^c	8,3 ^c
Mäk														10,7
Mat														8,6
Päi														10,4

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta

Käytetty kertoimia

$PM_{2,5} = 1,35 * FH621R - 0,73$, $PM_{2,5} = 1,25 * Teom + 1,56$, $PM_{2,5} = 0,75 * Grimm - 0,31$

Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiheurvon numeroarvon ylitysten määrä

	98	99	00	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11
Man								22	23	9	14	4	17	12
Val	26	21			18	23								
Kal		11	3	4	11	14	5	12	23	5	10	3	6	3
Var												3	5	4
Lep3												2		
Lep4													9	8
Tik												3	14	6
Luu							4		14		6	0	4	5
Satama											12 ^a	3 ^b	11 ^c	6 ^c
Mäk														10
Mat														7
Päi														17

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

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta

Typpidioksidi NO₂

Typpidioksidin tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	93	80	73	59	88	96	39	71	120	118	66
2	140	111	93	71	112	120	69	94	135	150	80
3	87	78	66	64	101	101	41	62	137	113	71
4	124	97	90	67	87	92	53	85	141	99	69
5	137	93	85	64	79	76	38	89	136	80	53
6	139	69	58	49	57	55	23	88	117	72	33
7	104	51	44	32	50	56	20	79	98	73	35
8	102	59	53	37	57	63	16	59	121	65	39
9	93	54	49	35	62	61	25	49	115	57	33
10	89	61	50	43	69	75	33	55	123	90	39
11	104	72	70	48	93	83	31	63	127	110	53
12	91	65	62	53	106	86	46	60	135	137	57

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

Typpidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	69	53	51	36	49	51	28	53	74	63	40
2	93	71	59	49	71	74	46	61	90	86	56
3	61	42	33	32	59	61	22	31	91	53	33
4	90	70	64	47	59	63	26	62	104	61	38
5	70	56	47	38	55	49	17	48	96	48	31
6	74	34	26	28	38	34	10	52	67	39	16
7	68	26	23	17	33	34	8	44	70	37	16
8	59	33	25	17	38	39	8	31	79	36	17
9	54	30	24	18	29	33	10	29	65	31	16
10	48	33	27	20	43	42	15	27	79	47	20
11	67	45	42	29	50	46	17	41	77	57	28
12	40	32	29	30	57	53	18	19	83	51	36

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

Yhteenveto typpidioksidipitoisuuden mittauksista, µg/m³

	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
Vuosikeskiarvo	39	24	20	15	27	28	7	23	50	25	15
19. suurin tuntikeskiarvo	144	109	93	72	114	112	64	95	150	149	79
Tuntimaksimi	205	163	161	96	167	160	78	159	254	233	97
Vuorokausimaksimi	97	80	70	55	76	75	50	67	111	87	58

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

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

LIITE 1

Typidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	40	29	27	19	30	32	11	27	51	29	20
2	55	42	36	26	44	46	18	36	62	47	30
3	36	24	20	15	30	30	8	19	54	23	15
4	50	31	28	23	31	34	7	28	58	28	19
5	43	26	22	16	27	27	6	28	54	23	14
6	41	18	15	13	23	22	5	26	42	20	9
7	42	16	14	10	21	22	5	23	39	22	9
8	38	19	16	10	23	26	4	20	49	22	11
9	34	18	15	10	20	23	4	17	50	17	9
10	33	21	17	12	24	26	5	19	49	21	11
11	38	24	21	17	28	28	7	22	51	25	14
12	25	17	16	12	24	25	7	12	45	20	15

Typidioksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100
2	98	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	99	100	100	99	100	100	100
4	100	100	100	100	97	96	100	100	100	97	100
5	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	99	100	99	100	100	98	99	100	100	100	95
7	100	100	100	97	95	100	99	100	100	100	100
8	100	100	94	100	99	100	100	100	100	99	100
9	99	100	100	99	99	100	100	100	100	100	100
10	99	100	99	100	100	100	93	100	100	99	100
11	100	99	100	100	95	100	99	99	100	100	100
12	100	100	100	99	99	100	76	100	91	88	84

Typidioksidipitoisuuden 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
Töö	46	44	45	42	41	39	41	36	38	39	35	36	37	34	36							
Man																43	42	42	41	41	41	39
Val	39	36	37	37	32	31	32	27	29	29	27	28	28	28	28	26	28	26	23	23	26	24
Kal										26	22	24	25	24	25	22	24	22	19	20	23	20
Var																				14		15
Lep2							31	26	28	28	26	27	26	24	26							
Lep3																24	25	23	21	21		
Lep4																					28	27
Tik							31	27	31	29	28	30	31	30	33	30	29	27	25	27	30	28
Luu				8	10	7	9	7	9	8	6	7	7	8	7	6	8	6	6	6	8	7
Satama																			22 ^a	16 ^b	23 ^c	23 ^c
Mäk																						50
Mat																						25
Päi																						13

a=Länsisatama, b=Katjanokka, c=Eteläranta

Typpidioksidin 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
Töö	0	0	1	0	0	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0							
Man																1	0	4	1	8	0	1
Val	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
Kal										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Var																				0		0
Lep2							1	0	0	0	0	0	0	0	0							
Lep3																0	0	0	0	0		
Lep4																					0	0
Tik							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
Satama																			0 ^a	0 ^b	0 ^c	0 ^c
Mäk																						4
Mat																						4
Päi																						0

Tuntiraja-arvo on 200 µg/m³

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta

Typpimonoksidi NO

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

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	39	17	9	8	27	26	0	17	67	21	7
2	52	24	12	17	47	43	2	20	76	48	14
3	17	6	3	2	19	17	0	6	50	11	2
4	26	10	6	4	16	21	1	10	51	14	3
5	20	5	4	1	10	14	0	16	45	11	1
6	23	3	2	1	7	12	0	20	29	7	1
7	27	3	2	0	6	10	0	17	24	8	2
8	24	6	3	2	11	17	0	15	49	14	3
9	21	8	3	2	15	21	1	9	70	12	2
10	18	9	3	2	20	23	0	9	69	19	3
11	30	14	8	8	31	29	1	11	80	21	6
12	12	7	4	4	27	25	1	6	60	22	5

Typpimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	E-ran	Mäk	Mat	Päi
1	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100	100
2	98	100	100	100	99	100	100	100	100	100	100
3	100	100	100	100	99	100	100	99	100	100	100
4	100	100	100	100	97	96	100	100	100	97	100
5	92	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
6	99	100	99	100	100	98	99	100	100	100	95
7	100	100	100	97	95	100	99	100	100	100	100
8	100	100	94	100	99	100	100	100	100	99	100
9	99	100	100	99	99	100	100	100	100	100	100
10	99	100	99	100	100	100	93	100	100	99	100
11	100	99	100	100	95	100	99	99	100	100	100
12	100	100	100	99	99	100	76	100	91	88	84

Typpimonoksidipitoisuuden 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	
Töö	140	117	96	95	86	65	63	57	57	49	46	44	38	33	31								
Man																	31	24	31	26	28	28	26
Val	50	43	31	30	31	25	25	20	20	17	17	16	15	15	14	13	11	12	8	11	11	9	
Kal										8	8	7	7	7	6	6	5	5	4	5	5	5	
Var																				4		4	
Lep2							38	29	31	28	27	22	16	15	18								
Lep3																15	13	13	10	11			
Lep4																					19	20	
Tik							38	35	39	35	34	30	28	30	36	29	23	23	19	23	24	21	
Luu				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	
Satama																				14 ^a	8 ^b	13 ^c	13 ^c
Mäk																							56
Mat																							17
Päi																							4

a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta

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	
Töö	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	3								
Man																0	0	0	0	2	0	0	
Kal											0	0	2	0	4	2	11	0	0	2	10	2	
Var																				2	7	2	
Tik	0	0	8	3	1	0	4	2	1	2	1	0	3	0	6	1	10	0	4	2	3	2	
Luu	1	0	14	3	7	4	18	9	5	3	3	0	5	2	9	2	18	1	10	3	3	7	

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	
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	
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	
Var																					3,4	8,8	4,1
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	
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	

* tuloksia alle 90 %.

Otsonipitoisuuden 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	
Töö	101	106	126	116	113	109	143	118	116	115	124	106	124	123	152								
Man																120	149	123	124	131	152	139	
Kal										100	125	116	156	138	163	133	169	142	136	131	175	161	
Var																					136	169	154
Tik	116	114	162	143	136	128	137	147	143	137	129	112	162	121	182	135	157	117	149	127	149	142	
Luu	145	120	166	145	141	143	163	150	153	145	134	123	138	132	188	145	162	132	153	135	150	134	

Otsonipitoisuuden 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	
Töö	61	84	75	78	80	84	96	84	74	85	80	86	85	92	107								
Man																82	99	78	87	85	94	80	
Kal										81	85	90	94	93	118	108	116	88	99	105	109	101	
Var																					103	98	88
Tik	85	88	105	101	97	90	106	86	96	98	94	86	88	95	112	103	121	84	95	102	96	92	
Luu	97	90	122	91	108	95	132	103	108	100	101	92	94	103	108	121	126	94	107	117	95	102	

Otsonipitoisuuden 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	
Töö	17	24	28	30	32	36	35	37	36		38	39	41	40	44								
Man																37		35	38	37	39	40	
Kal											45	46	49	45	48	48	51	45	48	46	48	50	
Var																					46	49	47
Tik	30	35	43	40	39	44	45	44	43	46	44	43	46	44	46	46	49	43	46	42	44	45	
Luu	41	43	54	47	49	53	54	54	51	55	52	53	55	52	53	54	58	50	52	49	51	55	

LIITE 1

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

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	27	34	38	33	46
2	31	39	41	37	60*
3	55	65	64	60	76
4	43	56	54	53	69
5	50	62	61	61	73
6	50	63	57	60	66
7	50	66	56	57	61
8	44	53	46	42	47
9	32	38	33	30	40
10	33	39	35	32	43
11	27	34	31	31	39
12	40	44	42	36	45

* tuloksia alle 75 %

Otsonimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	100	100	98	100	100
2	100	100	100	100	71
3	100	100	100	100	100
4	99	100	99	100	100
5	92	100	100	100	100
6	100	100	100	100	97
7	100	100	86	100	99
8	100	100	97	100	100
9	100	100	95	100	100
10	100	99	94	100	97
11	99	100	88	89	100
12	96	100	99	100	81

Rikkidioksidi SO₂

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

	Val	Luu	E-ran
Vuosikeskiarvo	2	1	4
4. suurin vuorokausiarvo	13	9	14
25. suurin tuntikeskiarvo	22	18	35

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	E-ran
1	8	6	9
2	16	11	17
3	5	6	7
4	8	3	9
5	7	2	8
6	6	3	8
7	5	2	8
8	2	1	7
9	2	2	4
10	2	3	5
11	2	2	4
12	3	1	4

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

Rikkidioksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Val	Luu	E-ran
1	100	98	100
2	100	100	100
3	100	100	100
4	100	100	100
5	100	90	100
6	100	97	100
7	100	95	100
8	100	100	100
9	100	100	100
10	99	98	99
11	100	96	99
12	100	81	100

Rikkidioksidipitoisuuden 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
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
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
Satama																			7 ^a	5 ^b	4 ^c	4 ^c

* tuloksia alle 90 %. a=Länsisatama, b=Katajanokka, c=Eteläranta

Tuntiohjeeseen verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Val	Luu	E-ran
1	17	9	21
2	24	25	38
3	10	12	21
4	12	9	23
5	16	6	28
6	12	9	31
7	9	7	22
8	7	4	24
9	6	5	16
10	6	7	14
11	6	5	11
12	7	4	11

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

Rikkidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Val	Luu	E-ran
1	3	2	4
2	6	4	7
3	3	1	3
4	3	0	4
5	3	1	5
6	3	1	5
7	3	1	4
8	1	1	3
9	1	1	2
10	1	1	2
11	1	1	2
12	1	1	2

Hiilimonoksidi CO

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 20 mg/m³.

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat 8 tunnin liukuvat keskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 8 mg/m³.
Raja-arvo on 10 mg/m³.

Hiilimonoksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, mg/m³

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

Hiilimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Var	Tik
1	100	100	100
2	100	100	100
3	100	100	100
4	100	100	97
5	90	100	100
6	96	100	98
7	96	99	100
8	92	94	100
9	96	100	91
10	96	100	100
11	92	86	100
12	84	99	100

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

Bentseenin vuosiraja-arvo on 5 µg/m³

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kuukausikeskiarvot, ng/m³

Kk	Bentseeni			Tolueni			Ksyleenit		
	Kal	Tik	Var	Kal	Tik	Var	Kal	Tik	Var
1	1040	1404	1170	1068	1902	1303	825	1956	1022
2	1137	1788	1355	1373	2381	1695	1141	2618	1446
3	559	1014	804	561	1437	926	415	1856	589
4	380	739	665	693	2114	1502	772	3095	1422
5	359	601	462	831	2184	959	842	2707	799
6	255	501	299	821	2473	1026	759	3709	689
7	243	499	291	870	2455	1039	824	3657	833
8	226	730	333	871	2766	1373	867	4503	1083
9	292	700	386	758	2533	1011	639	3060	757
10	380	747	471	712	2284	1150	595	2587	850
11	610	816	691	961	1982	1670	747	2242	1077
12	545	780	695	696	1528	1114	617	1643	810
Keski-arvo	502	860	635	851	2170	1231	754	2803	948

Bentseenin vuosiraja-arvo on 5 µg/m³Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo, ng/m³

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

Vuosituloitearvo on 1 ng/m³.Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot, ng/m³

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

Vuosituloitearvo on 1 ng/m³.

Raskasmetallit

Raskasmetallipitoisuuksien vuosikeskiarvot, ng/m³.

Vuodesta 2009 lähtien pitoisuudet on määritetty PM₁₀-näytteistä ja sitä aiemmin TSP-näytteistä

As	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Töölö	0,9	0,8	0,8	*	1,5							
Vallila	0,9	0,7	0,7	*	1,5	1,7	0,8	0,6	0,6			
Leppävaara 2/3		1,0	0,9	*	1,6	0,9	0,7	0,6	0,5			
Tikkurila		1,0	1,0	*	1,7	1,1	0,9	0,7	0,6			
Kallio										0,4	0,4	0,3
Ni	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Töölö	2,4	2,4	2,5	2,9	2,8							
Vallila	2,6	2,2	2,2	3,0	2,6	2,8	4,2	3	3,5			
Leppävaara 2/3		2	1,8	1,7	2	1,7	2,2	1,7	1,8			
Tikkurila		1,7	1,8	1,8	4,3	2,5	2	2,1	1,9			
Kallio										2,6	2,2	1,8
Cd	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Töölö	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	-						
Vallila	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Leppävaara 2/3		0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Tikkurila		0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2			
Kallio										0,1	0,1	0,1
Pb	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Töölö	10	10	8	7	7							
Vallila	9	6	5	8	6	6	6	6	5			
Leppävaara 2/3		7	6	5	6	5	5	5	4			
Tikkurila		7	9	8	10	7	6	6	5			
Kallio										4	4	4

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.

* alle määrittäysrajan

Raskasmetallipitoisuuksien kuukausikeskiarvot, ng/m³

Kallio				
Kk	As	Ni	Cd	Pb
1	0,3	1,8	0,1	3,8
2	0,5	2,7	0,1	4,9
3	0,2	1,0	0,0	2,0
4	0,3	2,5	0,1	2,4
5	0,2	2,5	0,1	2,5
6	0,2	1,7	0,0	3,7
7	0,2	1,4	0,1	4,6
8	0,2	1,0	0,0	3,7
9	0,2	0,8	0,0	1,9
10	0,6	2,6	0,2	5,2
11	0,9	2,2	0,2	5,3
12	0,1	1,7	0,1	4,5
Ka	0,3	1,8	0,1	3,7

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.

Musta hiili BC

Mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaksolla 16.2.-25.6.2009 pitoisuudet mitattiin $\text{PM}_{2,5}$ -
kokoluokasta ja sen jälkeen PM_1 -kokoluokasta.

Kk	Vartiokylä vuosi 2009	Töölöntulli vuosi 2010	Mannerheimintie vuosi 2011
1	*	3,4*	1,6
2	1,1*	3,1	1,9
3	1,1	2,7	0,9
4	0,9	1,9	1,1
5	0,7	2,3	0,9
6	0,6	2,6	1,4
7	0,5	2,2	1,7
8	0,7	3,3	1,4
9	0,6	2,4	1,2
10	1,0	1,8	1,0
11	0,7	2,6	1,3
12	1,2	3,7	0,8
Keski- arvo	0,8	2,6	1,3

* tuloksia alle 75 %

Mustan hiilen pitoisuuksien suurimmat
vuorokausikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaksolla 16.2.-25.6.2009 pitoisuudet mitattiin $\text{PM}_{2,5}$ -
kokoluokasta ja sen jälkeen PM_1 -kokoluokasta.

Kk	Vartiokylä vuosi 2009	Töölöntulli vuosi 2010	Mannerheimintie vuosi 2011
1	*	5	4
2	2*	6	4
3	2	6	2
4	2	5	2
5	2	6	2
6	1	6	4
7	1	6	4
8	2	7	3
9	2	5	3
10	3	5	2
11	4	5	3
12	7	7	2

* tuloksia alle 75 %

Mustan hiilen mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Vartiokylä vuosi 2009	Töölöntulli vuosi 2010	Mannerheimintie vuosi 2011
1	0	65	100
2	44	100	99
3	100	99	100
4	100	89	100
5	100	95	88
6	100	100	99
7	100	100	100
8	97	100	100
9	100	99	100
10	100	100	100
11	99	97	100
12	100	85	100

Mustan hiilen pitoisuuksien suurimmat tuntikeskiarvot,
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Jaksolla 16.2.-25.6.2009 pitoisuudet mitattiin $\text{PM}_{2,5}$ -
kokoluokasta ja sen jälkeen PM_1 -kokoluokasta.

Kk	Vartiokylä vuosi 2009	Töölöntulli vuosi 2010	Mannerheimintie vuosi 2011
1	*	10	6
2	7*	12	10
3	10	12	4
4	5	12	4
5	7	13	5
6	4	11	8
7	2	11	17
8	4	14	9
9	9	11	6
10	11	11	6
11	8	12	12
12	13	14	8

* tuloksia alle 75 %

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

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

*Jaksolla 16.2.-25.6.2009 pitoisuudet mitattiin $\text{PM}_{2,5}$ -kokoluokasta ja sen jälkeen PM_1 -kokoluokasta.

* tuloksia alle 90 %

Lukumääräpitoisuudet

Hiukkasten lukumäärän kuukausi- ja vuosikeskiarvot, kpl/cm³

kk	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Mannerheimintie 2011	Kumpula 2011
1	-	8 700	36 000	12 700	9 900	7 500
2	-	10 400	32 000	13 500	15 200	12 100
3	-	9 300	26 500	9 400	8 100	7 800
4	-	8 600	18 600	8 500	15 400	9 200
5	-	8 000	19 000	7 900	12 100	8 900
6	4 800	7 300	-	8 400	-	7 300
7	5 100	6 200	-	6 900	-	6 900
8	5 500	7 300	-	7 700	-	6 100
9	6 000	7 200	-	6 600	-	6 300
10	5 200	9 000	-	6 700	7 700	6 200
11	3 700	7 100	-	7 700	8 700	6 000
12	5 800	11 400	-	10 400	-	4 400
Vuosi- keskiarvo	5 200	8 400	25 100	8 800	10 700	7 400

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

Hiukkasten lukumäärämittausten ajallinen edustavuus, %

kk	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Mannerheimintie 2011	Kumpula 2011
1	0	99	54	99	88	100
2	0	97	100	89	88	95
3	0	100	97	97	97	98
4	0	100	99	100	65	99
5	10	100	97	93	74	100
6	94	100	27	94	31	69
7	100	99	0	100	0	98
8	97	97	0	97	0	100
9	100	100	0	100	25	100
10	100	100	0	100	88	100
11	100	100	0	98	96	99
12	100	100	0	100	0	66

Hiukkasten lukumäärän suurimmat tunti- ja vuorokausikeskiarvot, kpl/cm³

	Vartiokylä 2009	Kumpula 2009	Töölöntulli 2010	Kumpula 2010	Mannerheimintie 2011	Kumpula 2011
suurin tunti- keskiarvo	49 900	117 600	142 700	163 800	130 900	128 800
suurin vuoro- kausikeskiarvo	20 000	42 900	72 500	34 300	29 500	21 400

Ilmansaasteiden väliset korrelaatiokertoimet (r) Mannerheimintiellä vuonna 2011

	NO	NO ₂	NO _x	CO	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	BC	Lukumäärä
NO	1,0								
NO ₂	0,8	1,0							
NO _x	1,0	0,9	1,0						
CO	0,8	0,7	0,8	1,0					
O ₃	-0,6	-0,6	-0,6	-0,5	1,0				
PM ₁₀	0,4	0,4	0,4	0,3	-0,1	1,0			
PM _{2,5}	0,4	0,4	0,4	0,6	-0,2	0,5	1,0		
BC	0,9	0,8	0,9	0,8	-0,6	0,4	0,5	1,0	
Lukumäärä	0,7	0,7	0,8	0,6	-0,5	0,4	0,3	0,7	1,0

Pitoisuudet keräinmenetelmällä

Typpidioksidin NO₂ kuukausi- ja vuosikeskiarvot, µg/m³

NO ₂	Helsinki, raja-arvon seuranta-alueet				Sataman alue				Herkät kohteet
	1	6	10	14	2	3	4	5	
Paikkanro	1	6	10	14	2	3	4	5	13
Kk	Hämeen-tie	Runeber-ginkatu	Norden-skiöldin aukio	Töölön-tulli	Länsi-satama	Etelä-satama	Et. Maka-siinikatu	Kataja-nokka	Tullinpuo-min leikki-puisto
1	47	42	35	56	34	30	40	27	25
2	56	56	42	68	40	36	47	34	32
3	45	27	24	47	24	21	32	17	19
4	51	40	31	54	30	25	42	21	23
5	51	35	29	44	25	28	43	21	20
6	46	33	25	48	20	25	39	16	14
7	43	34	27	50	17	21	36	15	14
8	49	36	28	50	25	22	37	18	15
9	41	30	26	50	19	19	30	15	
10	39		26	43		21	31	18	17
11	42	34	30	49	28	24	32	20	21
12	35	24	20	32	19	15	21	12	17
Keskiarvo	45	36	29	49	26	24	36	20	20

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

NO ₂	Helsinki, vilkasliikenteiset alueet							
	7	8	9	11	12	15	16	17
Paikkanro	7	8	9	11	12	15	16	17
Kk	Runeber-ginkatu	Malmirinne	Uuden-maankatu	Manner-heimintie	Manner-heimintie	Vilhonkatu	Sturen-katu	ElieI Saarisen tie
1	38	47	43	50	34	52	47	50
2	41	56	46	56	45	61	53	58
3	30	40	36	41	30	49	41	47
4	37	45	45	47	34	56	43	52
5	33	30	47	43	31	50	38	51
6	26	23	35	34	24	46	27	38
7	24	26	32	32	21	45	24	34
8	26	32	36	39	27	48	33	50
9	26	31	31	40	27	43	23	48
10	27	33	35	38	27	45	41	49
11	31	41	39	41	30	49	44	54
12	24	25	30	34	23	33	32	40
Keskiarvo	30	36	38	41	29	48	37	48

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

NO ₂	Helsinki, loittonevat sarjat								
Paikkanro	18	19	20	21	22	23	24	25	26
Kk	Pakila pohjoinen	Pakila pohjoinen	Pakila pohjoinen	Pakila etelä	Pakila etelä	Pakila etelä	Rustholla-rinpolku	Rustholla-rinpolku	Rustholla-rinpolku
1	51	31	29	36	32	29	38	31	26
2	60	40	39	54	45	42	48	38	30
3	44	27	22	29	22	20	30	20	18
4	43	27	23	31	27	25	38	29	25
5	42	27	21	22	19	18	27	20	18
6	37	21	17	18	15	15	21	15	12
7	34	19	15	19	17	15	24	14	10
8	40	23	20	25	21	17	26	17	13
9	39	22	19	23	15	16	37	28	15
10	44	22	20	26	21	21	29	21	18
11	47	24	23	33	28	25	34	25	21
12	42	26	23	21	19	18	23	16	15
Keskiarvo	44	26	23	28	24	22	31	23	18

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

NO ₂	Helsinki, loittonevat sarjat			Vantaa			
Paikkanro	27	28	29	39	40	41	42
Kk	Vanhanlinnan-kuja	Vanhanlinnan-kuja	Vanhanlinnan-kuja	Tikkurila	Tikkurila	Tikkurila	Tikkurila
1	49	37	29	27	27	29	32
2	53	42	33	38	33	38	40
3	41	28	21	19	20	20	26
4	48	40	30	20	21	22	27
5	39	30	24	16	16	17	24
6	27	23	16	11	11	11	16
7	26	21	13	9	9	10	
8	33	26	18	15	14	15	20
9	34	24	17	16	17	20	26
10	41	31	23	17	19	21	24
11	43	35	25	21	21	24	29
12	34	26	18	20	21	21	25
Keskiarvo	39	30	22	19	19	21	26

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

LIITE 1

NO ₂	Kauniainen		Espoo						
	Paikkanro	30	31	32	33	34	35	36	37
Kk	Kauniainen	Kauniainen	Mäkky-länkuja	Mäkky-länkuja	Lutnantinkuja	Tuulikuja	Gräsanlaakso	Matinsyrjä	Ulappakatu
1	24	27	27	29	27	24	37	26	23
2	35	39	43	40	36	36	56	38	37
3	17	21	23	22	19	14	26	15	15
4	16	20	23	24	24	23	34	19	
5	13	17	19	19	19	19		15	14
6	10	16	15	15	12	16	29	11	11
7	9	15	15	16	12	14	29	13	12
8	12	18	18	19	15	15	31	15	12
9	12	16	18	16	13	10	26	12	11
10	15	17	21	18	19	15	29	14	13
11	19	23	27	26	24	19	35	21	19
12	15	20	19	18	19	15	26	15	13
Keskiarvo	17	21	22	22	20	18	33	18	16

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

Rikkidioksidin SO₂ kuukausi- ja vuosikeskiarvot, µg/m³

SO ₂			
Paikkanro	2	3	5
Kk	Länsisatama	Eteläsatama	Katajanokka
1	5	4	5
2	10	14	8
3	4	4	4
4	3	4	4
5	4	5	5
6	4	4	1
7	4	4	4
8	3	3	4
9	2	2	2
10	2	2	4
11	3	3	4
12	5	2	3
Keskiarvo	4	4	4

Kevätkausi 2012

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Kehä
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

Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siihen verrataan kuukauden toiseksi suurinta vuorokausipitoisuutta

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Kehä
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

Pienhiukkaspitoisuuksien ($PM_{2,5}$) kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, mg/m^3

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Kehä	Kat	Hak
1	10	9	8	9	9	11	10	11	12	11
2	14	13	12	12	12	13	13	15	15	15
3	7	7	6	6	7	6	6	9	7	11
4	7	7	6	6	7	7	6	10	7	9

Typidioksidin tuntiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Kehä	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

Ohjearvo on $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siihen verrataan kuukauden tunti-arvojen 99. prosenttipistettä

Typidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Kehä	Kat	Hak
1	72	55	51	41	60	54	33	45	64	54	50
2	75	69	64	54	62		32	46	88	46	57
3	82	52	47	51	74	71	18	42	99	51	70
4	57	32	31	22	42	39	17	25	57	20	61

Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siihen verrataan kuukauden toiseksi suurinta vuorokausipitoisuutta

Typidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Kehä	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

Typimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	L-sat	Kehä	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

LIITE 1

Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

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

Rikkidioksidin tuntiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	L-sat
1	17	9	47
2	23	12	137
3	8	7	48
4	12	10	28

Ohjarvo on $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siihen verrataan kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipistettä

Rikkidioksidin vuorokausiohjarvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	L-sat
1	11	6	17
2	12	6	69
3	3	2	15
4	3	4	8

Ohjarvo on $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siihen verrataan kuukauden 2. suurinta vuorokausipitoisuutta

Rikkidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	L-sat
1	3	2	7
2	4	3	13
3	2	1	6
4	2	1	4

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot kevätkaudella 2012, mg/m^3

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

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

Hiilimonoksidipitoisuuden korkeimmat 8 tunnin liukuvat keskiarvot kevätkaudella 2012, mg/m^3

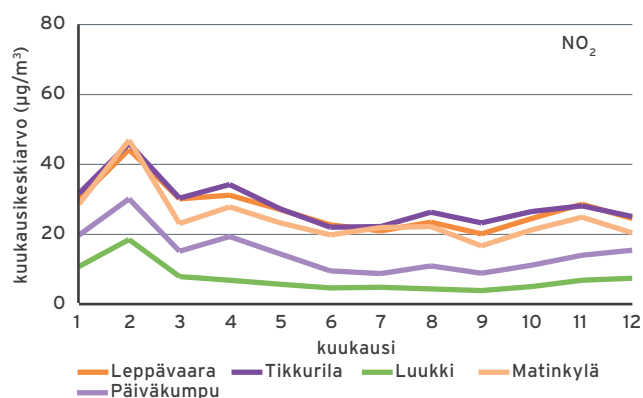
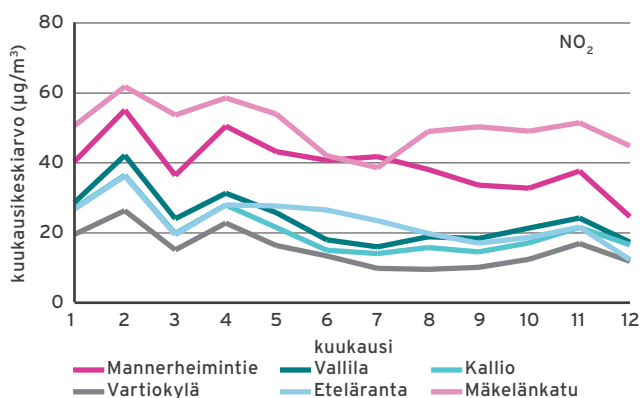
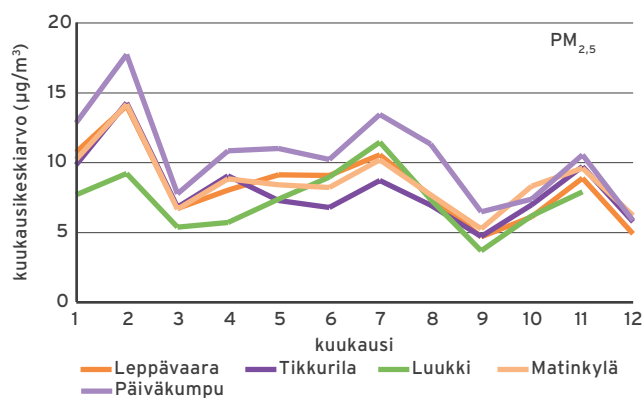
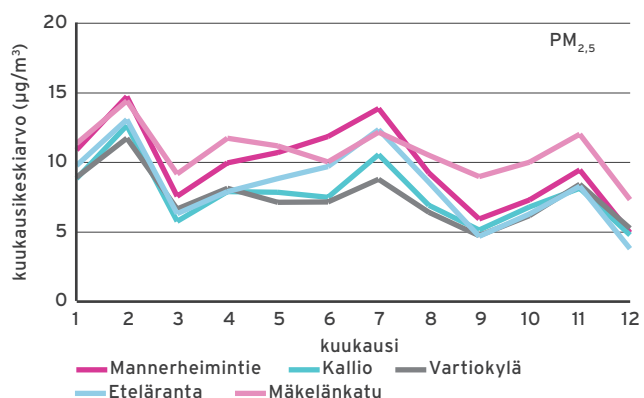
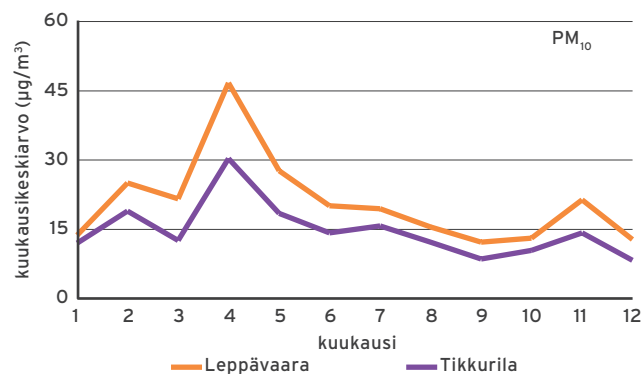
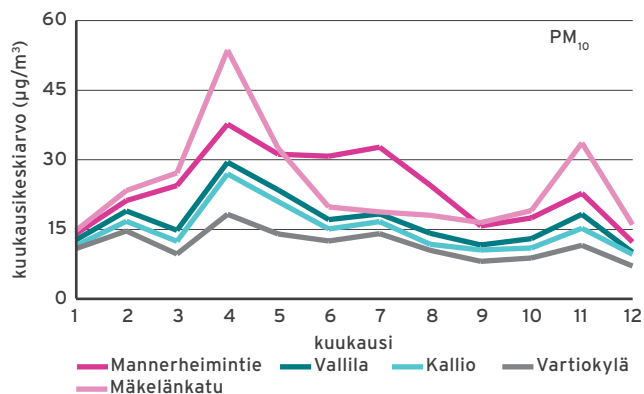
Kk	Man	Var	Tik
1	0,6	0,6	0,8
2	1,6	2,0	
3	0,7	1,0	1,0
4	0,5	0,5	0,6

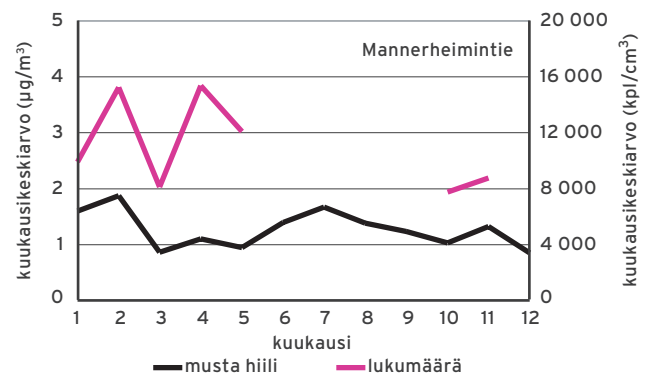
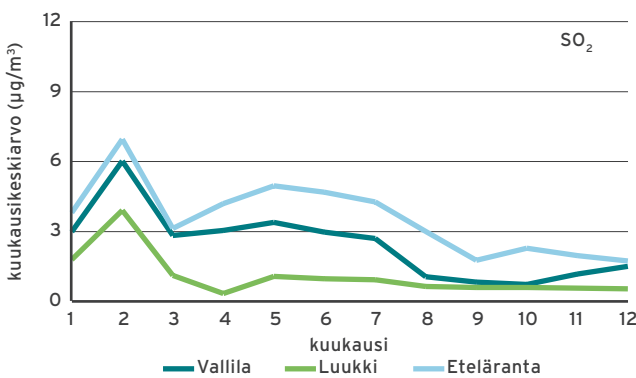
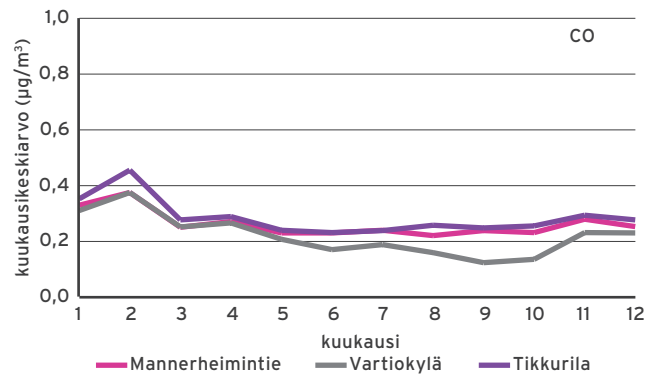
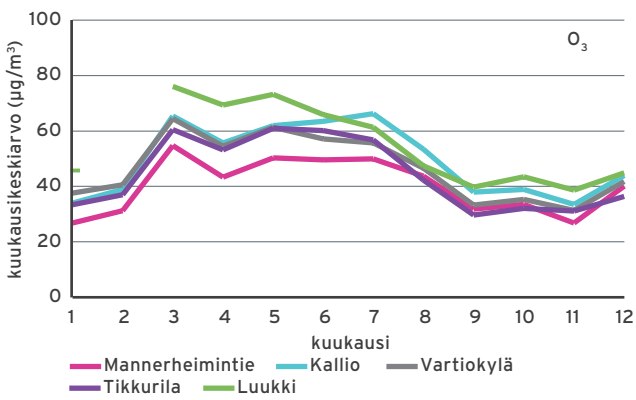
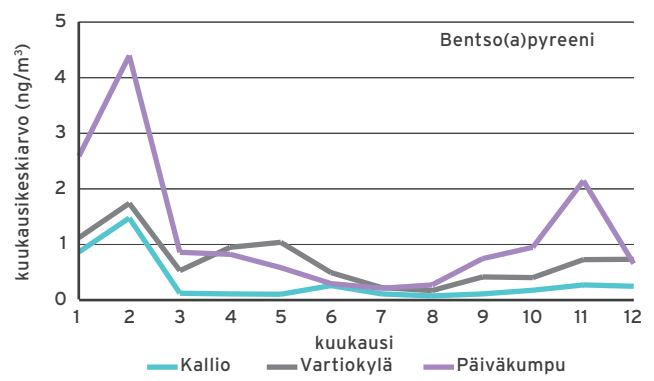
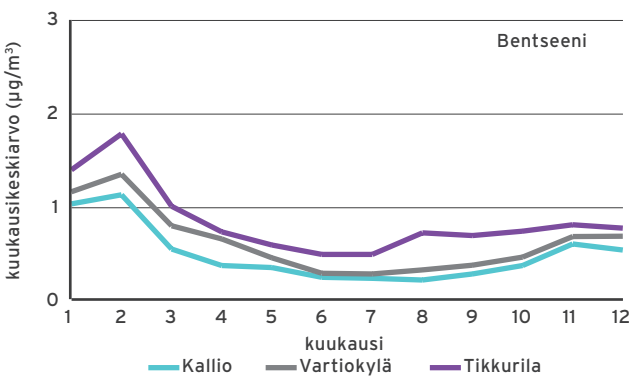
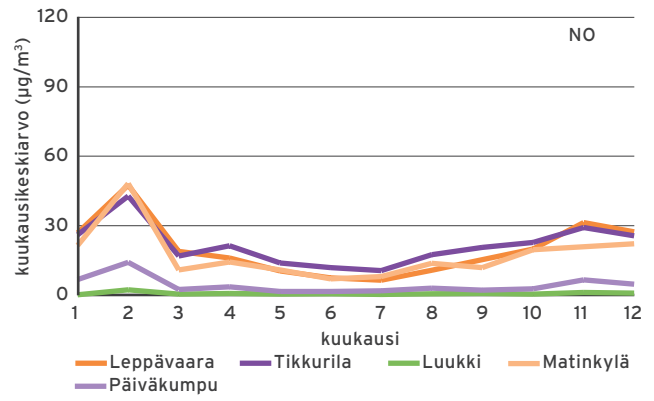
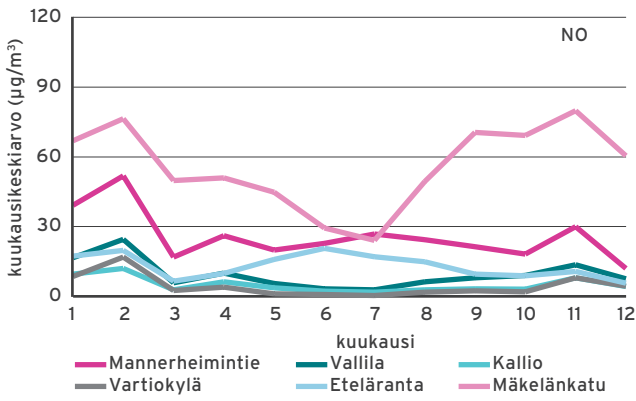
Ohjarvo on $8 \text{mg}/\text{m}^3$.
Raja-arvo on $10 \text{mg}/\text{m}^3$.

Hiilimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2012, mg/m^3

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

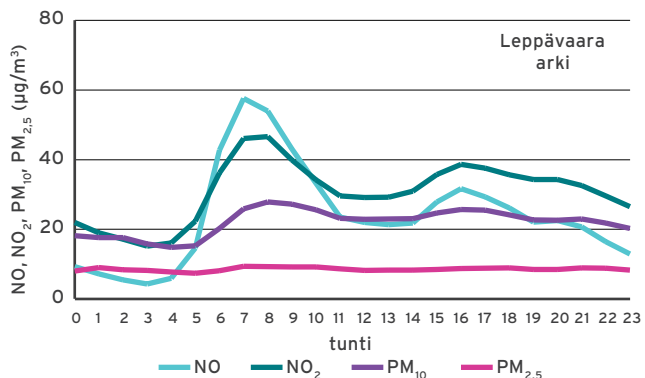
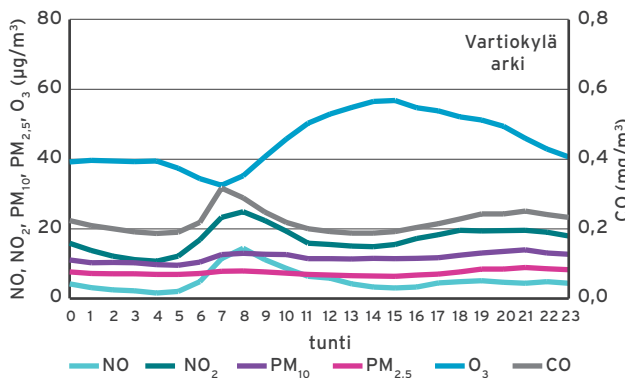
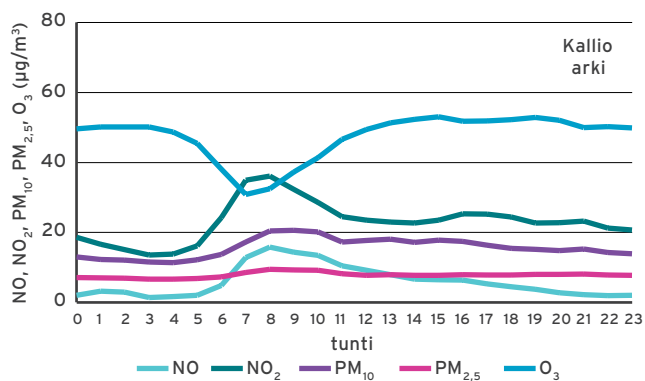
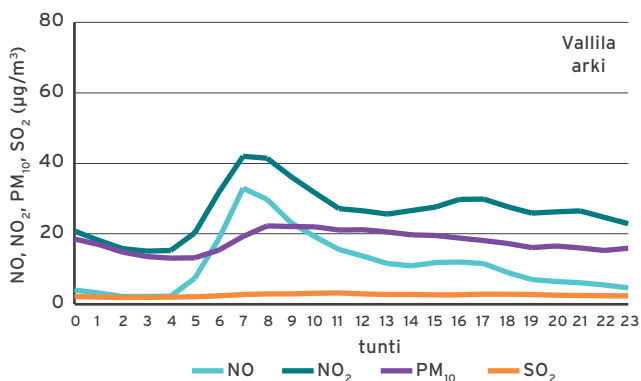
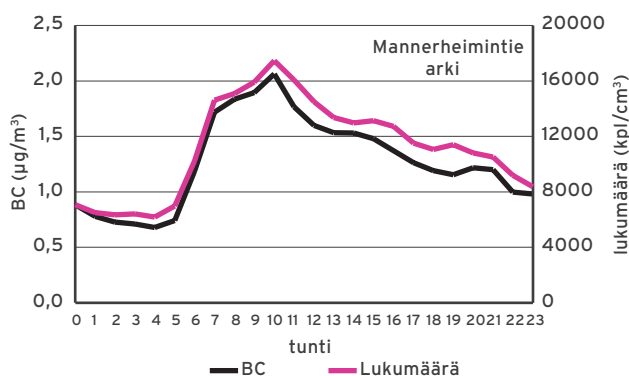
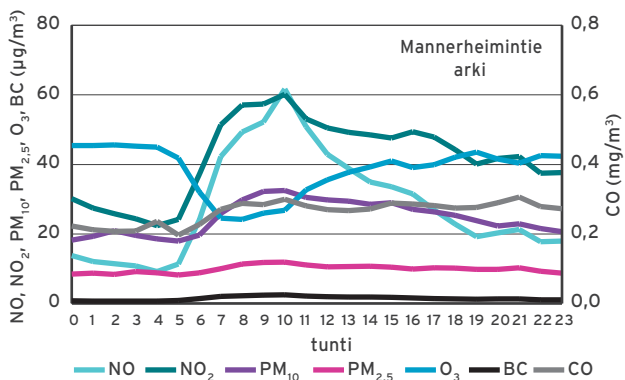
Liite 2. Kuukausikeskiarvot

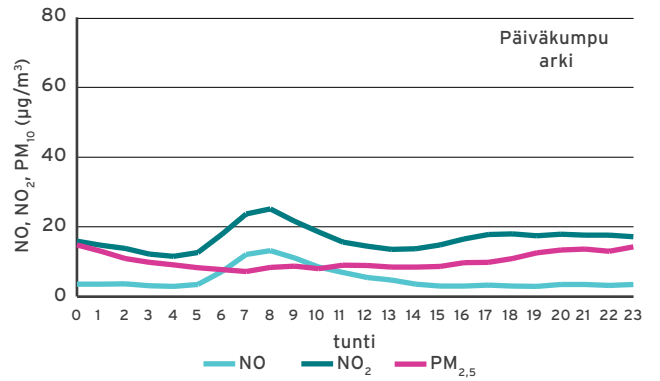
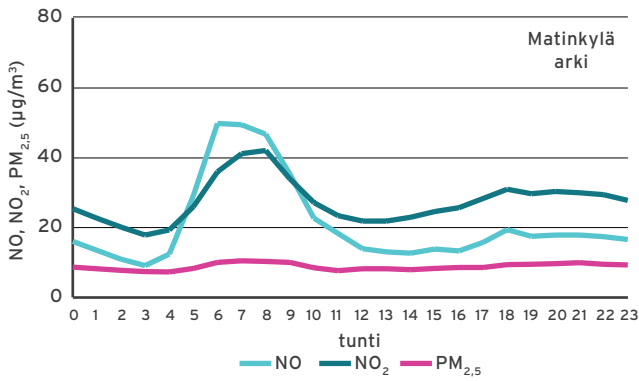
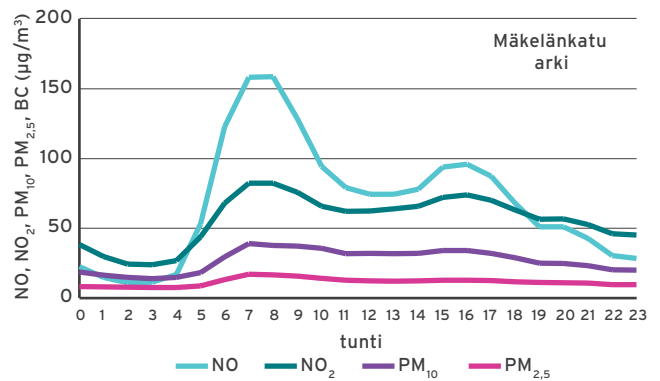
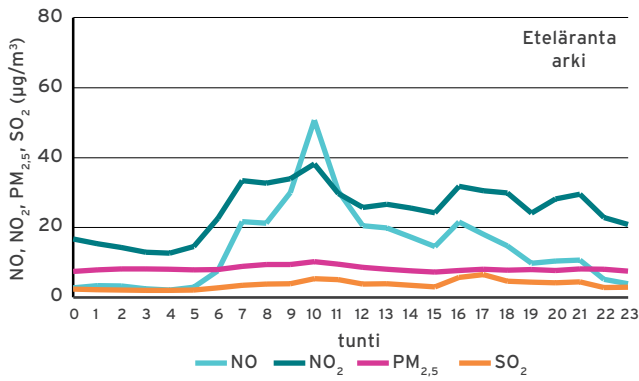
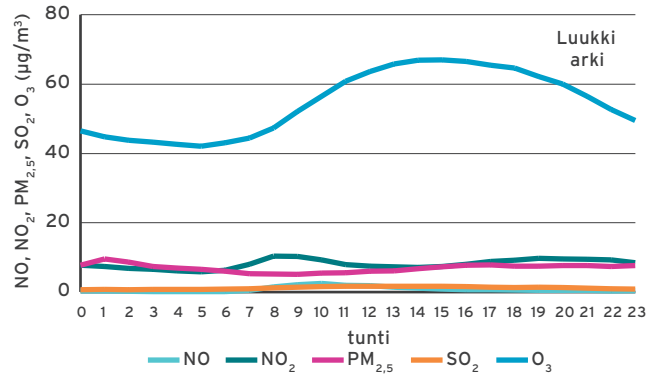
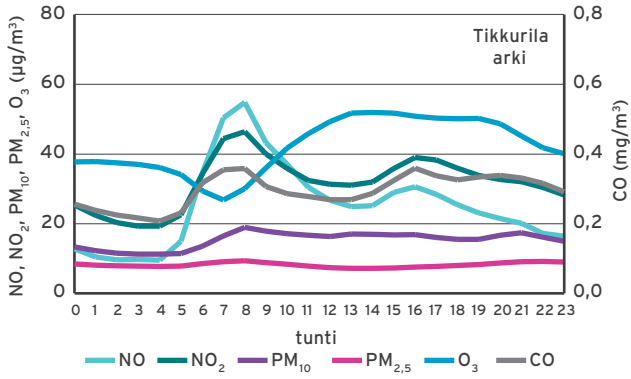




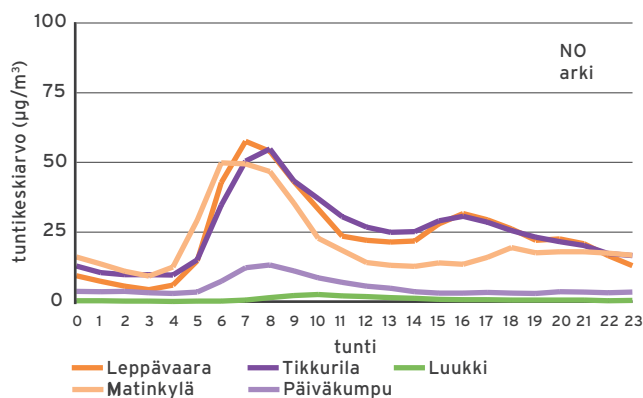
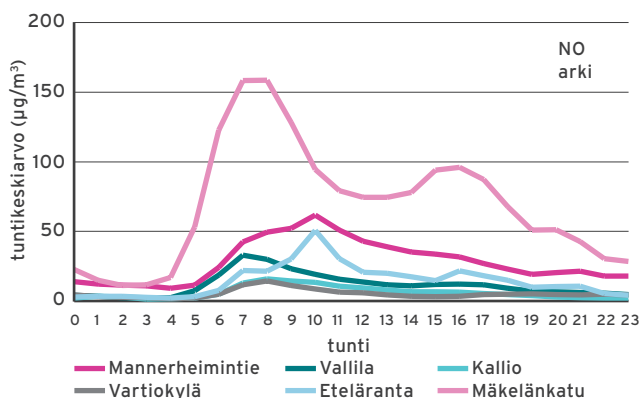
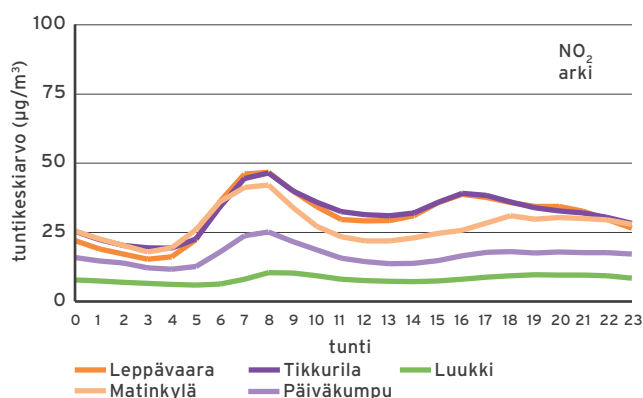
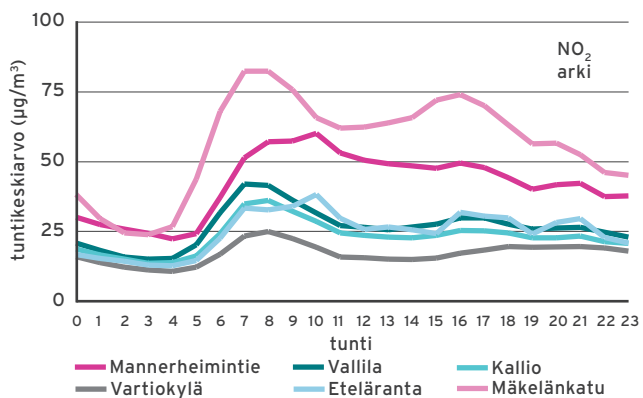
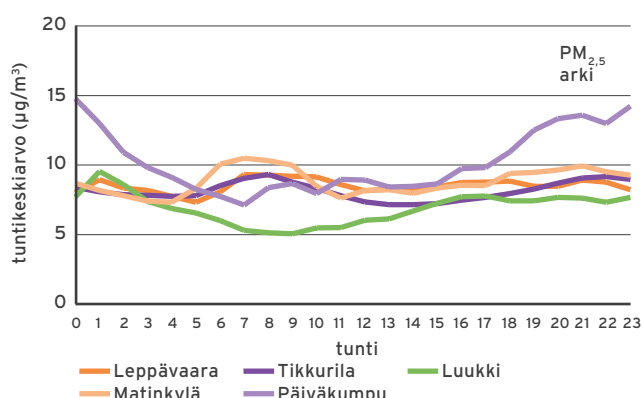
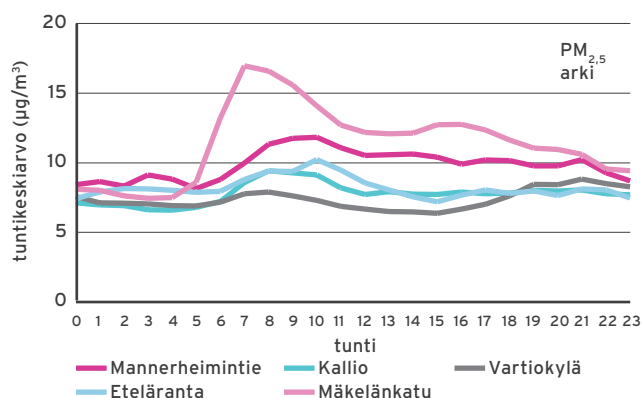
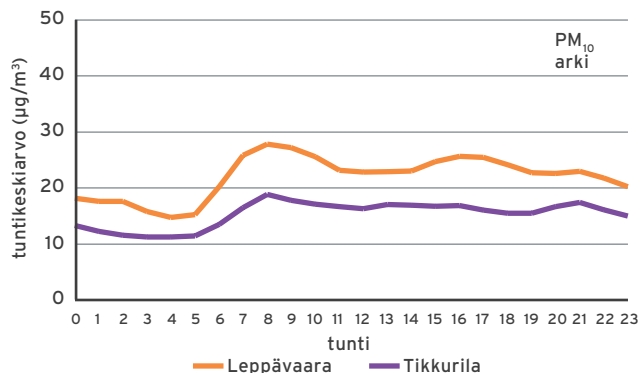
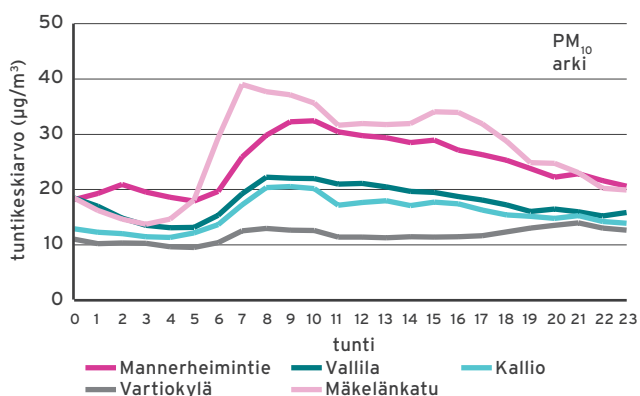
Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut

Asemittain

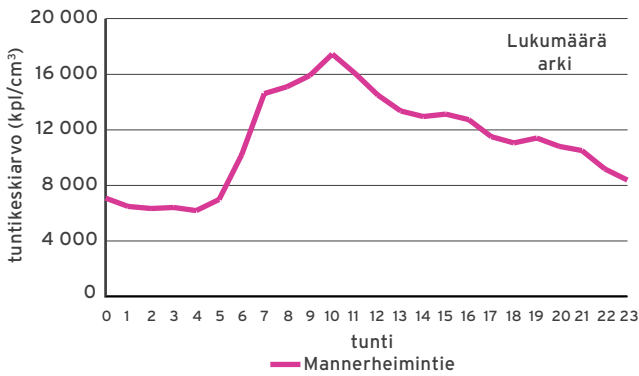
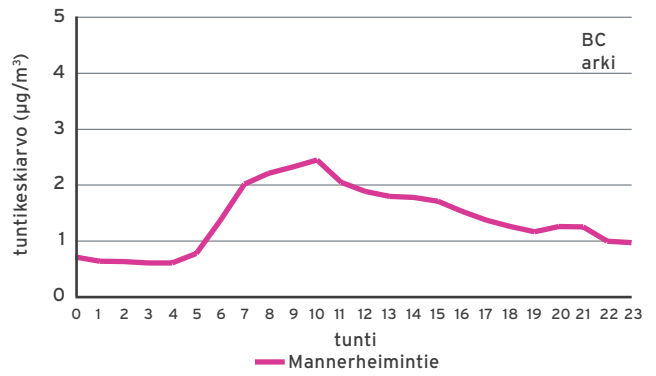
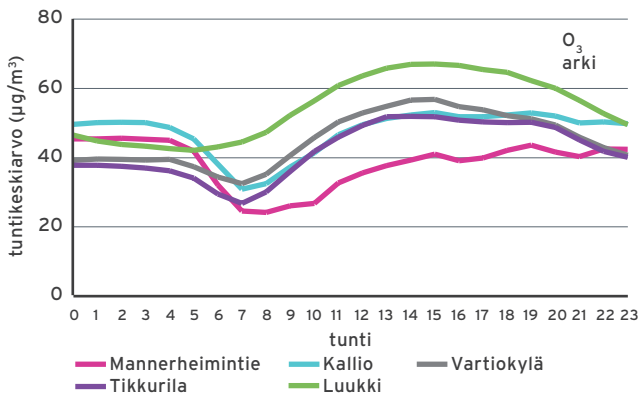
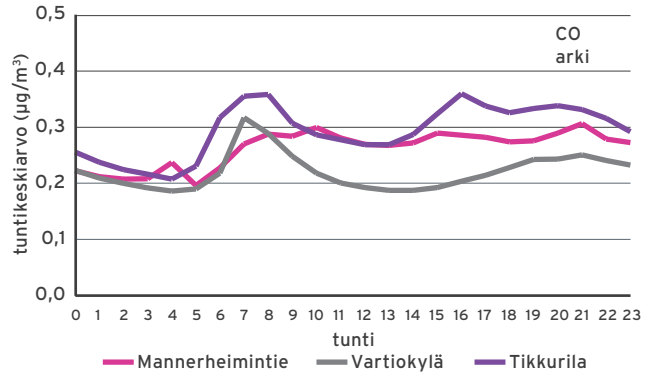
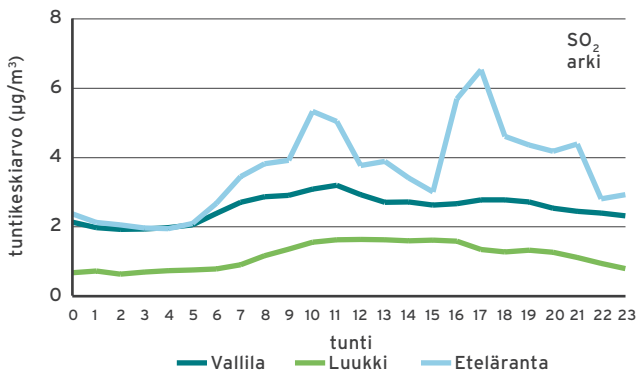




Epäpuhtauksittain



LIITE 3



Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat

Mittausverkon toiminta vuonna 2011

Mittausasemat

Vuonna 2011 pääkaupunkiseudun ilmanlaadunmittausverkkoon kuului yksitoista nk. monikomponenttiasemaa. Asemista seitsemän on pysyvää mittausasemaa (Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara, Luuki ja Tikkurila (Heureka ja Neilikkatie) ja neljä siirrettävää mittausasemaa. Vuonna 2011 siirrettävät mittausasemat sijaitsivat Etelärannassa, Mäkelänkadulla, Matinkylässä ja Päiväkummussa. Ilmanlaatua mittaavien 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. Ohjearvoihin vertaamiseksi saatiin riittävästi mittaus tuloksia suurimmasta osasta mittauksia. Luukin O₃-tuloksia menetettiin helmikuussa teknisten ongelmien vuoksi.

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 Internetissä HSY:n kotisivuilla www.hsy.fi ja Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä Ilmanlaatuportaalissa www.ilmanlaatu.fi. Mittaus tulokset 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 2011 hiukkaspitoisuuksien mittaamiseen käytetyt laitteet olivat TEOM 1400ab, FH 62-IR ja Grimm 180 analysaattoreita. Lisäksi selvitettiin SHARP:n soveltuvuutta mittaamiseen.

Tulosten yhteneväisyyden osoittamiseksi Ilmatieteen laitos ja YTV (nykyinen HSY) vertasivat Vallilassa syksyistä 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: (FH 62-IR x 1,35 - 0,73), (Teom x 1,25 + 1,56), (Grimm x 0,75 - 0,31) ja (SHARP x 1,09 + 0,7). 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 mittalaite (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 kokoomanäytteistä. 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.

Typidioksi- 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 määritellyn 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. Typenoksi- di-, rikkidioksi- ja häkäanalyysointilaitteiden 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 kalibroidaan kerran kuussa nollakaasulla ja kalibrointikaasulla, jonka pitoisuus oli 800 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 200, 400, 600 ja 800 ppb. Kalibrointikaasut tuotettiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 10 ppm. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analyysointilaitteiden NO₂-konvertterin hyötysuhde. Ennen kalibrointikierron kättäkalibroinnissa 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 kalibroidaan kerran kuussa nollakaasulla ja kaasulla, jonka rikkidioksidipitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 80, 120 ja 160 ppb. Kalibrointikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 1 ppm. Kalibrointikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibrointikierron väkevämmästä SO₂-pullosta (pitoisuus 4 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Hiilimonoksidianalysointilaitteet kalibroidaan kerran kuussa nollakaasulla ja kaasulla, jonka hiilidioksidipitoisuus oli 16 ppm. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 4, 8, 12 ja 16 ppm. Kalibrointikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 150 ppm. Kalibrointikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibrointikierron väkevämmästä CO-pullosta (pitoisuus 150 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

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

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

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

Typenoksi-, hiilimonoksi-, rikkidioksi- ja otsonimitausten laadun varmistamiseksi pääkaupunkiseudun mittausverkko osallistui syksyllä 2011 Ilmatieteenlaitoksen kansallisen ilmanlaadun vertailulaboratorion järjestämiin vertailumittauskierroksiin. Osana vertailumittauksia oli mittausaseman ja mittausverkon toiminnan auditointi. Vertailuja on suoritettu aiemmin joulukuussa 2003 ja kesäkuussa 2006.

Mittausasemat vuonna 2012

Vuonna 2012 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 2012 siirrettävät mittausasemat sijaitsevat Kehä I:n laidalla Malmilla, Länsisatamassa (Hernesaari), Kattilalaaksossa ja Hakunilassa. Ilmanlaatua mittaavien asemien lisäksi mittausverkkoon kuuluu meteorologinen asema, joka sijaitsee Itä-Pasilassa.

Mittausmenetelmät ja -laitteet vuosina 2011 ja 2012

Komponentti	Mittausmenetelmä	Laitetyyppi	Mittausasema 2011	Mittausasema 2012
Rikkidioksidi (SO ₂)	UV-fluorensssi	Thermo Electron Model 43 C	Vallila, Luukki	Vallila, Luukki
		Horiba APSA-370	Luukki, Eteläranta	Luukki, Länsisatama
Typen oksidit (NO ja NO _x)	kemiluminenssi	Horiba APNA 360/370	Mannerheimintie, Vallila, Kallio,	Mannerheimintie, Vallila, Kallio,
			Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3,	Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3,
			Luukki, Eteläranta,	Luukki, Länsisatama,
		Mäkelänkatu, Matinkylä. Päiväkumpu	Kehä I, Kattilalaakso, Hakunila	
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
		Horiba APOA-370	Mannerheimintie, Kallio, Vartiokylä	Mannerheimintie, Kallio
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara	Mannerheimintie, Vallila, Leppävaara
	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Kallio, Mäkelänkatu	Kallio, Kehä I
	optinen menetelmä	Grimm 180	Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3	Vartiokylä, Tikkurila3
	referenssi-keräin	MicroPNS-LVS	Kallio, Vartiokylä, Päiväkumpu	Kallio, Vartiokylä, Kattilalaakso
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	β-säteilyn absorptio	FH 62 I-R	Mannerheimintie, Leppävaara4, Luukki, Eteläranta, Päiväkumpu	Mannerheimintie, Leppävaara4, Eteläranta, Hakunila
	värähtelevä mikrovaaka	TEOM 1400 AB	Kallio, Mäkelänkatu, Matinkylä	Kallio, Kehä I
	optinen menetelmä	Grimm 180	Vartiokylä, Leppävaara4, Tikkurila3	Vartiokylä, Tikkurila3
	β-säteilyn absorptio + valon sironta	SHARP 5030	Luukki	Luukki, Kattilalaakso
Mustahiili (BC)	optinen menetelmä	MAAP 5012	Mannerheimintie	Kallio, Kehä I
Hiukkaslukumäärä +kokojakauma	sähköinen liikkuvuus-spektrometri	DMPS	Mannerheimintie	Kehä I
Tuulen nopeus	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Tuulen suunta	ultraääni	Vaisala WAS 425 AH	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Lämpötila	Pt-100-anturi	Vaisala DTS 12, HMP 45D	Pasila, Luukki	Pasila, Luukki
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Suhteellinen kosteus		Vaisala HMP 30U/HMP 45D	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Sadeaika		Vaisala DPD 12A	Pasila, Luukki	Pasila, Luukki
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Sademäärä		Vaisala RG 13H	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Sateen intensiteetti		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Ilmanpaine		Vaisala DPA 503	Pasila	Pasila
		Vaisala WXT 520	Eteläranta, Tikkurila3	Länsisatama, Tikkurila3
Kokonaissäteily		Vaisala CM 14	Pasila	Pasila
Nettosäteily		Vaisala CM 14	Pasila	Pasila

MANNERHEIMINTIE (Man)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Mannerheimintie 5
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, BC (v. 2011)
 Koordinaatit (KKJ): 6673484:2552319
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 6 m (N 60)

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

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

Mannerheimintien liikennemäärä on 22 800 (raskasta 5 %), Kaivokadun 13 400 (6 %) ja Simonkadun 14 100 (8 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2012b). Keskustassa on runsaasti jalankulkijoita, ja mittauspisteen ohi kulkee noin 50 000 jalankulkijaa vuorokaudessa. Liikenne ja katupöly ovat suurimmat ilmanlaatuun vaikuttavat päästöt. Pistelähteiden vaikutus mittaustuloksiin on vähäinen, ja lähimmät voimalaitokset ovat 2 km etäisyydellä, Salmisaari lännessä ja Hanasaari koillisessa.

VALLILA (Va)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Hämeentie 84-90
 Mittausparametrit: SO₂, NO, NO₂, PM₁₀
 Koordinaatit (KKJ): 6676180:2553650
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 27 m (N60)

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

Hämeentiellä on Hauhonpuiston kohdalla neljä auto- ja kaksi raitiotiekaistaa. Vuonna 2011 lähikatujen keskimääräiset liikennemäärät olivat Hämeentiellä oli noin 14 200 (raskasta 14 %), Sturenkadulla 18 600 (6 %) ja Mäkelängkadulla 23 700 (11 %) ajoneuvoa (Helsinki 2012b). Pitoisuuksiin vaikuttavat myös Hanasaaren voimalaitos ja Sörnäisten satama, jotka sijaitsevat noin 1,5 km kaakkoon mittausasemasta.

Vallilan mittausasema edustaa yleisiä olosuhteita kantakaupungin liikenneympäristössä.

KALLIO (Ka1)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Kallion urheilukenttä
 Mittausparametrit: NO, NO₂, O₃, bentseeni, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, PAH, raskasmetallit, BC (v. 2012)
 Koordinaatit (KKJ): 6675470:2552920
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N60)

Kallion urheilukentälle perustettiin kaupunkitausta-asema vuoden 1999 alussa. Mittauspiste sijaitsee kaupunkialueella, mutta etäällä vilkkaista teistä ja päästölähteistä. Viikkaimmat lähikadut ovat Helsinginkatu (etäisyys 80 metriä) ja Sturenkatu (etäisyys 300 metriä). Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2011 oli Helsinginkadulla noin 8 800 (raskasta 5 %), Sturenkadulla noin 32 300 (6 %) ja Aleksis Kivenkadulla 12 000 (9 %) ajoneuvoa (Helsinki 2012 b). Suurin lähialueen päästölähde on Hanasaaren voimalaitos, joka on noin 1 km:n etäisyydellä mittausasemasta kaakkoon.

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

VARTIOKYLÄ (Var)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Huivipolku
 Mittausparametrit: NO, NO₂, O₃, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, PAH
 Koordinaatit (KKJ): 6679655:2561285
 Näytteenottokorkeus: 4 m

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

Mittausasema sijaitsee puiston laidalla keskellä pientaloaluetta. 60 metrin etäisyydellä kulkee Riskutie, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne on 2 400 (9 % raskasta) ajoneuvoa. Liikennemäärä läheisellä Kiviportinttiellä on 2 700 (18 %) ajoneuvoa vuorokaudessa. Etäisyys Kehä I:een on yli 1 km ja Itäväylään noin 500 metriä. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Kehä I:llä on 51 700 (6 %) ajoneuvoa ja Itäväylällä 17 700 (6 %) ajoneuvoa (Helsinki 2012b).

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

PASILA, meteorologinen asema (Pas)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

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

Meteorologinen mittausasema perustettiin Itä-Pasilaan vuoden 2001 lokakuussa. Asema sijaitsee Järjestötalon katolla 53 metrin korkeudella maanpinnasta. Lisäksi säämuuttujia mitataan Ämmässuon jätteenkäsittelykeskuksen mittauspisteessä.

LEPPÄVAARA (Lep4)



Opaskartta © Espoon kaupunki

Osoite: Läkkipänsukuja 1
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}
 Koordinaatit (KKJ): 6679027:2545149
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Leppävaaran pysyvän mittausaseman sijainti muuttui vuoden 2010 alusta Upseerinkatu 3:sta Läkkipänsukujalle. Leppävaara 4 sijaitsee avoimella viheralueella Turuntien ja Lintuvaaran risteuksen tuntumassa. Etäisyys risteykseen on n. 30 metriä. Mittausaseman koillispuolella on liikekeskuksen pysäköintialue.

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa eniten lähialueen vilkas liikenne. Aseman itäpuolella noin 250 metrin etäisyydellä kulkee Kehä I, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2011 noin 78 500 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä oli 6 %. Liikennemäärä lähiseillä Turuntielleä on 25 000 (4 %) ajoneuvoa ja Lintuvaarantiellä 15 700 (5 %) ajoneuvoa (Espoo 2012).

Mittaustulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa.

LUUKKI (Luu)



Opaskartta © Espoon kaupunki

Osoite: Luukinjärvi 10
 Mittausparametrit: SO₂, NO, NO₂, O₃, PM_{2,5}, sadeaika, lämpötila
 Koordinaatit (KKJ): 6689340:2538280
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 64 m (N60)

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

Etäisyys Vihdintielle on noin 0,8 km. Keskimääräinen arkuvuorokausiliikenne vuonna 2011 oli Vihdintiellä Luukintien risteyksen kohdalla noin 6 200 ajoneuvoa, josta raskasta liikennettä 7 %, ja Luukintiellä 300 ajoneuvoa (raskasta 3 %) (Espoo 2012). Piha-alueen ulkopuolella on metsäinen ulkoilualaue. Mittaustuloksiin vaikuttaa satunnaisesti viereisen leirikeskusten toiminta. Rakennus on ahkerassa käytössä: kesäisin alueella majoittuu leiriläisiä jatkuvasti, talvisin vähintään viikonloppuisin. Kesäisin saunaa lämmitetään päivittäin ja grilliä käytetään useita kertoja viikossa. Talvisin lisälämmönlähteenä käytetään avotakkaa sähkölämmityksen ohella. Pihalla on myös hiekkapohjainen leikkikenttä.

TIKKURILA 3 (Tik 3)



Opaskartta © Vantaan kaupunki

Osoite: Neilikkatie
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, PM₁₀, PM_{2,5}, VOC, säätietoja
 Koordinaatit (KKJ): 6686970:2557674
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N43)

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

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa lähialueen vilkas liikenne. Pitoisuuksiin on vaikuttanut se, että vuoden 2003 loka-marraskuussa läheiseen risteykseen tulivat liikennevalot ja Ratatien toiselle puolelle valmistui hotellin lisärakennus. Vuonna 2011 liikennemäärä Tikkurilantiellä oli noin 11 330 (raskasta 8 %), Ratatiellä noin 9 230 (raskasta 10 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Vantaa 2012).

Asema edustaa vilkasliikenteisen keskuksen ilmanlaatua Vantaalla.

TIKKURILA 2 (Tik 2)



Opaskartta © Vantaan kaupunki

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

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

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

ETELÄRANTA (E-ran, siirrettävä 2010 ja 2011)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Eteläranta 7
 Mittausparametrit: NO, NO₂, SO₂, PM_{2,5}, säätietoja
 Koordinaatit (KKJ): 6672950:2553108
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Etelärannassa mitataan ilmanlaatua vuosien 2010 ja 2011 ajan. Mittausasema sijaitsee pysäköintialueella Makasiiniterminalin ja -laiturin lähistöllä. Mittausaseman lähiympäristö on avointa ja tuuletuvaa. Liikennemäärät viereisillä kaduilla ovat Etelärannassa 10 000 (raskasta 5 %), Laivasillankadulla 11 300 (5 %) ja Eteläisellä Makasiinikadulla 11 000 (5 %) ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2012b).

Mittauksilla selvitetään satamatoiminnan vaikutusta ilmanlaatuun. Tulosten avulla voidaan arvioida laivojen päästöjen ja ajoneuvoliikenteen vaikutusta pitoisuuksiin.

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

MÄKELÄNKATU (Mäk, siirrettävä 2011)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Mäkelänkatu 52
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}
 Koordinaatit (KKJ): 6676511: 2552938
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Mäkelänkadulla seurataan ilmanlaatua vilkkaasti liikennöidyssä katukuilussa vuoden 2011 ajan.

Mittausasema sijaitsee Mäkelänkadun reunassa osoitteessa Mäkelänkatu 52. Mittausaseman kohdalla on leveä katukuilu, jota reunustavat 4-5 kerroksen korkeiset kerrostalot. Katu on kuusikaistainen ja sen keskellä on kahdet raitiotiekiskot ja lehmuskujanne. Lähin pieni risteys on Rautalammintielle noin 40 metrin etäisyydellä mittausasemasta. Lähimmät suuret liikennevalolliset risteykset ovat pohjoisessa Elimäentie 160 metrin etäisyydellä ja etelässä Sturenkatu 400 metrin etäisyydellä.

Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin liikenteen päästöt ja katupöly. Mäkelänkadun liikennemäärä on noin 33 600 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta 10 % on raskasta liikennettä (Helsinki 2012 b).

Asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa.

MATINKYLÄ (Mat, siirrettävä 2011)



Opaskartta © Espoon kaupunki

Osoite: Matinsyrjä 1
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}
 Koordinaatit (KKJ): 6672759:2541921
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Espoon Matinkylässä seurataan ilmanlaatua vuoden 2011 ajan. Mittausasema sijaitsee osoitteessa Matinsyrjä 1 ja on Matlidens skola och gymnasiumin pihalla Gräsänlaakso -nimisen tien varrella.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua vilkasliikenteisten väylien läheisyydessä. Mittausten tavoitteena on selvittää liikenteen päästöjen vaikutusta ilmanlaatuun nk. herkässä kohteessa, jollaisiksi mm. koulut ja päiväkodit määritellään. Jatkuvien mittausten lisäksi arvioidaan keräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia läheisen päiväkodin piha-alueella.

Aseman mittauksien tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Mittausasemalta on matkaa Länsiväylälle noin 170 metriä ja Kuitinmäntielle noin 600 metriä. Etäisyys Gräsänlaakson reunaan on noin 10 metriä ja koulurakennukseen noin 20 metriä. Mittausaseman ympäristössä on suuria lehtipuita ja matalia pensaita. Mittausaseman kohdalla Länsiväylän liikennemäärä on noin 53 500 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä 5 % ja Gräsänlaakson liikennemäärä on noin 22 700 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta oli 4 % (Espoo 2012).

PÄIVÄKUMPU (Päi, siirrettävä 2011)



Opaskartta © Vantaan kaupunki

Osoite: Seliminkuja 1
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, PAH
 Koordinaatit (KKJ): 6690756: 2560524
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Vantaan Päiväkummussa seurataan ilmanlaatua vuoden 2011 ajan. Mittausasema sijaitsee Päiväkummussa Laurintien eteläpuolella. Lähiympäristössä on pientaloasutusta ja alueen kadut ovat vähäliikenteisiä.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua pientaloalueilla ja miten pienpoltto vaikuttaa yleisesti ilmanlaatuun. Pientaloalueiden ilmanlaatuun vaikuttavat yleensä eniten 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 olla heikettä paikallisesti ja ajoittain.

Päiväkummun ilmanlaadun mittausaseman mittauksien tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat asuessaan Vantaan pientaloalueilla. Lähi liikenteellä ei juuri ole vaikutusta mittausasemalla mitattuihin pitoisuuksiin, koska kadut ovat etäällä. Viikkaimmat kadut lähialueella on Laurintie 500 m mittausasemasta pohjoiseen ja Peijaksentie 300 m etelään (liikennemäärät 3 200 ja 1 100 ajoneuvoa vuorokaudessa, ja niillä oli raskasta liikennettä 6 % (Vantaa 2012). Alueen kookajakadulle Tapiontielle etäisyyttä on noin 200 m, kuten myös Hanabölentien (2 300 ajon. /vrk, 7 % raskasta). Lahdenväylä on 1,2 km etäisyydellä idässä.

LÄNSISATAMA2 (L-sat, siirrettävä 2012)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Hernesaarenlaituri
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, SO₂, säätietoja
 Koordinaatit (KKJ): 6671093:2551277
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Hernesaaressa mitataan ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittausasema sijaitsee Hernesaaren eteläkärjessä Hernesaarenlaiturilla. Ympäristö on avointa ja tuuletuvaa.

Mittauksilla selvitetään satamatoiminnan vaikutusta ilmanlaatuun. Aseman mittauksien tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Länsisataman vaikutusalueella Hernesaaressa. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen päästöt Länsisatamassa, kaukokulkeuma sekä mahdollisesti myös energiantuotannon päästöt.

Munkkisaaren huippulämpökeskus sijaitsee mittausasemasta noin 1 km koilliseen ja Salmisaaren voimalaitos 2 km luoteeseen. Kesällä Hernesaaren rantaan tulee paljon risteilyaluksia. Talvella aseman pitoisuuksiin saattavat vaikuttaa myös läheiselle lumenkaatopaikalle lunta tuovien autojen päästöt. Läheisen kadun, Hernesaarenrannan, liikennemäärä vuonna 2011 oli 3 200 ajoneuvoa/vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli 21 % (Helsinki 2012b).

KEHÄ I (Kehä, siirrettävä 2012)



Opaskartta © Helsingin kaupunki

Osoite: Talttatie 4
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, BC, hiukkaslukumääräjakauma
 Koordinaatit (KKJ): 6681600:2556979
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Vilkasliikenteisen kehätien laidalla seurataan ilmanlaatua vuoden 2012 ajan.

Mittausasema sijaitsee Kehä I:n pohjoispuolella Talttatiellä, Malmilla. Sen pohjoispuolella on Staran tukikohta. Kehän eteläpuolella sijaitsee Malmin hautausmaa. Mittausaseman ympäristö on avointa ja se tuuletuu hyvin. Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttavat voimakkaimmin liikenteen päästöt ja katupöly. Kehä I:n liikennemäärä oli vuonna 2011 noin 69 800 ajoneuvoa vuorokaudessa. Raskaan liikenteen osuus ajoneuvoista oli noin 8 prosenttia. Tattariharjunttiellä oli 13 700 ajon./vrk, josta raskasta 11% (Helsinki 2012b).

Asemalla mitatut pitoisuudet kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisten pääväylien varsilla, erityisesti kevyen liikenteen väylillä ja bussipysäkeillä. Jatkuvien mittausten lisäksi arvioidaan keräimenmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia molemmin puolin kehätietä.

KATTILALAAKSO (Kat, siirrettävä 2012)



Opaskartta © Espoon kaupunki

Osoite: Veistotie 11
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}, PAH
 Koordinaatit (KKJ): 6672918:2536510
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Espoon Kattilalaaksossa mitataan ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittausasema sijaitsee Kattilalaaksonkadun eteläpuolella Veistotiellä, joka on alavaa aluetta. Lähiympäristössä on pientaloasutusta ja alueen kadut ovat vähäliikenteisiä.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua pientaloalueilla ja miten pienpoltto vaikuttaa ilmanlaatuun. Pientaloalueiden ilmanlaatuun vaikuttavat yleensä tulisijojen käyttö ja katujen pölyäminen. Tulisijojen käyttö on seudulla usein satunnaista liisälämmitystä, 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. Kattilalaakso on nimensä mukaisesti laakso, joka heikentää ilman sekoittumista erityisesti pakasaamuina ja -päivinä.

Kattilalaakson ilmanlaadun mittausaseman tulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat asuessaan Espoon pientaloalueilla. Lähiliikenteellä ei ole merkittävää vaikutusta mittausasemalla mitattuihin pitoisuuksiin, koska kadut ovat etäällä. Viikkaimmat kadut lähialueella on Kattilalaaksonkatu 70 m mittausasemasta pohjoiseen ja Nöykkiönkatu 300 m itään. Liikennemäärät em. kaduilla vuonna 2011 olivat 3 700 ja 9 600 ajoneuvoa vuorokaudessa, ja raskaan liikenteen osuudet vastaavasti 7 ja 3 % (Espoo 2012). Lisäksi Länsiväylä on 1,3 km etäisyydellä etelässä.

HAKUNILA (Hak, siirrettävä 2012)



Opaskartta © Vantaan kaupunki

Osoite: Kaskelanrinne
 Mittausparametrit: NO, NO₂, PM_{2,5}
 Koordinaatit (KKJ): 6686352:2560668
 Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, Lahdenväylää matalammalta

Vantaan Hakunilassa seurataan ilmanlaatua vuoden 2012 ajan. Mittausasema sijaitsee Kaskelanrinteellä Lahdenväylän itäpuolella.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua vilkasliikenteisten väylien läheisyydessä. Jatkuvien mittauksen lisäksi arvioidaan keräinmenetelmällä typpidioksidin pitoisuuksia Lahdenväylän länsi- ja itäpuolella.

Asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisten pääväylien varsilla. Mittausasemalta on Lahdenväylän reunaan noin 8 metriä ja näytteenotto tapahtuu tien tasoa matalammalla. Mittausaseman ympäristössä on puustoa.

Lahdenväylän liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 51 350 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskasta liikennettä oli noin 7 %. Kaskelanrinteen liikennemäärä oli arviolta noin 1 000 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta liikennettä arviolta 6 %. Vajaan puolen kilometrin päässä olevilla Lahdentiellä ja Jokiniementiellä oli liikennettä 6 920 ajoneuvoa/vrk, josta raskasta 5 %, ja 7 050 ajon./vrk, josta raskasta 10 % (ELY 2012a ja Vantaa 2012).

LEPPÄVAARA (Lep3), Lopetettu 2009



Opaskartta © Espoon kaupunki

Osoite: Upseerinkatu 3
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, PM_{2,5}, PM₁₀
 Koordinaatit (KKJ): 6678592:2545461
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 10 m (N60)

Leppävaaran pysyvän mittausaseman sijainti muuttui vuoden 2005 alussa, jolloin Leppävaara 3 aloitti toimintansa Upseerinkatu 3:ssa. Mittausasema sijaitsi avoimella paikalla pysäköintialueen ja Perkkään kappelin välisellä nurmialueella. Lähin rakennus oli noin 30 metrin etäisyydellä oleva toimistorakennus. Asema sijaitsi meluvallin vieressä. Etäisyys Kehä I:n reunaan oli noin 15 metriä. Vuoden 2009 lopussa mittaukset lopetettiin kyseisellä paikalla.

Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin Kehä I:n liikenne. Vuonna 2009 keskimääräinen arkiavuorokausiliikenne Kehä I:llä oli noin 74 900 ajoneuvoa, etäämmällä Turuntiellä 12 400 ajoneuvoa ja viereisellä Perkkääntiellä 8 000 ajoneuvoa (Espoo 2010). Teollisuutta lähiympäristössä on vähän. Lähin lämpökeskus on Vermossa, ja sen polttoaineina ovat raskas polttoöljy ja maakaasu. Lämpökeskus sijaitsee vajaan kilometrin päässä mittausasemasta itään.

Mittaustulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa.

Liitteiden taulukoissa ja kuvissa esiintyvät asemien lyhenteet ja nimet

Lyhenne	Aseman nimi	Mittausvuodet	osoite
Töö	Töölö	1978 - 2004	Nordenskiöldin aukio
Man	Mannerheimintie	2005 →	Mannerheimintie 5
Val	Vallila	1987 →	Hämeentie 84-90
Kal	Kallio	1999 →	Kallion urheilukenttä
Var	Vartiokylä	2009 →	Huivipolku
Lep = Lep4	Leppävaara 4	2010 →	Läkkisepänkuja 1
Lep2	Leppävaara 2	1996 - 2004	Valurinkuja
Lep3	Leppävaara 3	2005 - 2009	Upseerinkatu 3
Tik	Tikkurila 2	1989 →	Tiedekeskus Heureka
Tik	Tikkurila 3	1996 →	Neilikkatie
Luu	Luukki	1987 →	Luukinranta 10
Sata	Länsisatama 1	2008	Tarmonkuja
Satb	Katajanokka	2009	Katajanokanranta
E-ran = Satc	Eteläranta	2010 - 2011	Eteläranta 7
L-sat = Satd	Länsisatama 2	2012	Hernesaaren laituri
Mäk	Mäkelänkatu	2011	Mäkelänkatu 52
Mat	Matinkylä	2011	Matinsyrjä 1
Päi	Päiväkumpu	2011	Seliminkuja 1
Kehä	Kehä I	2012	Talttatie 4
Kat	Kattilalaakso	2012	Veistotie 11
Hak	Hakunila	2012	Kaskelanrinne
Itä-Hakkila	Itä-Hakkila	2008	Liinarinne 22

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

Vuoden 2011 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. Rakennusten 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 17 000 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 26 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuosina 2005 ja 2009, passiivikeräys vuosina 2010 ja 2011. Toisella puolella katua Hämeentie 14:ssä on ollut passiivikeräysmittaus vuosina 2006, 2008, 2009 ja 2010.

2. Länsisatama

Satama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrityksiä. Länsipuolella on asuinalueen rakennustyömaa Jätkäsaaren entisellä tavarasatama-alueella. Keräimet olivat Jätkäsaaren itäosassa Länsiterminaalien matkustajasatama-alueella pikamatkabussilaiturin alussa valaisinpylväessä. Länsipuolella on säilytettävä rakennus Bunkkeri, itäpuolella bussien paikoitusalue ja kävelyputki laivoihin.

Henkilöautojen pysäköintialue muutettiin huhtikuussa passiivikeräyspisteen pohjoispuolelta sen eteläpuolelle, mikä lisäsi henkilöautojen ohikulkua. Maaliskuulta alkaen keräyspisteen vieressä oli myös mm. talon rakennustyö, kaivuutöitä ja ajoittain paljon raskaita työkoneita.

Tavarasataman laiturit sijaitsivat keräyspisteestä pääosin etelään ja lounaaseen. Raskas liikenne kulkee läntisempää reittiä mm. Itäistä Vaihdekujaa pitkin. Liikennemäärä Jätkäsaaren pohjoispäässä Tullaajankujalla vuonna 2011 oli 4 800 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 21 %. Myös satama-altaan itäpuolella Hernesaaressa on laivalaitureita. Siirrettävä mittausasema oli Bunkkerin pohjoispuolella Tarmonkujan päässä vuonna 2008, passiivikeräysmittaus vuonna 2009 ja 8/2010 asti, jonka jälkeen se rakennustöiden vuoksi siirrettiin nykyiselle paikalle.

3. Eteläsatama

Matkustajasatama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrityksiä. Eteläsatama palvelee myös matkustajalaitteilla kulkevaa tavaraliikennettä, erityisesti rekkojen ro-ro-liikennettä.

Keräimet olivat Makasiiniterminaalien pysäköintialueella ilmanlaadun siirrettävän mittausaseman katolla. Se sijaitsi satama-alueen sisäänajoportti B:stä noin 50 metriä laivarantaan päin neljännessä parkkiruudussa (liite 4). Laivasillankadun liikennemäärä vuonna 2011 oli 11 300, raskasta liikennettä 5 %. Siirrettävä mittausasema oli samalla paikalla vuonna 2010, passiivikeräysmittaukset sen katolla vuonna 2010 ja lähellä, satama-alueen aidassa, vuonna 2009.

4. Eteläinen Makasiinikatu

Kapea katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli liikenneopasteessa kadun eteläpuolella. Etäisyys lähimpään rakennukseen oli 2 m. Rakennusten korkeus on noin 25 m, 9 kerrosta. Kadun leveys on noin 14 m. Etäisyys Unioninkadun risteykseen on 25 m ja Etelärannan risteykseen 20 m. 2 kaistaa, yksisuuntainen liikenne. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 11 000 ajon./vrk, raskasta 5 %. Passiivikeräysmittaus oli samassa paikassa vuonna 2010.

5. Katajanokka

Satama-alue, joka tuulettuu hyvin. NO₂- ja SO₂-määrityksiä. Mittauspiste oli Katajanokan terminaalien ja risteilijälaiturin lähistöllä. Keräimet oli kiinnitetty valopylväeseen satama-alueen metalliaidan ja pysäköintipaikkojen vieressä. Paikka on avoin merelle. Etäisyys oli 20 m Katajanokanrannasta, jonka liikennemäärä vuonna 2011 oli 3 200 ajon./vrk, raskasta 10 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuonna 2009, passiivikeräysmittaus vuonna 2010.

6. 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 6 %. Siirrettävä mittausasema on ollut samalla paikalla vuosina 2003 ja 2004, passiivikeräysmittaus vuosina 2008-2010.

7. Runeberginkatu 10

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli Svenska Handelshögskolan edessä bussipysäkin 1306 (Kauppakorkeakoulu) pylväessä, etäisyys talon seinästä 0,2 m. Koulurakennus on ko. kohdalla 6-kerroksinen, vastapäinen

talo (Runeberginkatu 21) 5-6 -kerroksinen. Etäisyys Arkadiankadun risteykseen oli noin 45 metriä, risteyksessä on liikennevalot. Kadulla on 1+1 kaistaa, yhteensä katu on noin 24 m leveä. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 7 200 ajon/vrk, josta raskasta 12 %.

8. Malminrinne 1

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli kiinni vesirännissä Lapinlahdenkadun kulmatalossa loivan mäen alapäässä. Etäisyys kadunkulmasta oli noin 3 metriä. Rakennukset katukuilun molemmin puolin ovat 7-8 kerrasta korkeita. Kadun keskelle rakennettiin raitiovaunukiskoja, käytössä oli vaihtelevasti ainakin 1 + 1 kaistaa. Yhteensä kadun leveys on 21 m. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 22 400 ajon/vrk, josta raskasta 4 %. Passiivikeräysmittaus oli talon numero 3 kohdalla vuonna 2005.

9. Uudenmaankatu 40-42

Kapea katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli kiinni seinän vesirännissä talojen 40 ja 42 rajamailla. Talot sijaitsevat Albertinkadun ja Fredrikinkadun välillä. Rakennukset molemmin puolin katua ovat 5-6 -kerroksisia. Yksisuuntainen liikenne, 1 ajokaista, 2 kaistaa reunoilta pysäköintipaikkoina. Kadun leveys yhteensä noin 14 m. Bussilinja 20 kulkee nykyisin katua pitkin, sen pysäkki on mittauskohdasta noin 10 m taaksepäin lähellä Albertinkadun kulmaa. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 7 200 ajon./vrk, josta raskasta 2 %. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuonna 2007.

10. Nordenskiöldin aukio

Risteysalue, joka tuulettuu hyvin. Nordenskiöldinkadun liikennemäärä vuonna 2011 oli 14 400 ajon./vrk (raskasta 7 %), Mechelininkadun 23 700 (6 %), Topeliuksenkadun etelään 12 800 (10 %) ja pohjoiseen 14 500 (7 %) sekä Linnankoskenkadun 11 600 (6 %). 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 2008-2010.

11. Mannerheimintie 132

Leveä, puoliavoin katukuilu, joka tuulettuu itälaidalta. Keräin oli länsilaidalla puussa kadun ja pyörätien välissä talon 132 oven edessä. Katutila on yhteensä noin 40 m leveä, 2+2 kaistaa ja keskellä raitiovaunukiskot. Kohdalla on Jalavatie raitiovaunupysäkki. Länsipuolen talot ovat noin 6 kerroksisia, kadun suuntaisia, välissä vain pieniä poikkikatuja. Itälaidan talot ovat noin 8 kerroksisia ja niiden päädyt ovat vinottain kadulle. Talojen väleissä on taloja leveämmät avoimet tilat. Liikennemäärä Mannerheimintiellä vuonna 2011 oli 38 200 ajon./vrk, josta raskasta 13 %.

12. Mannerheimintie 85 ja 87 välissä

Leveä, puoliavoin katukuilu, joka tuulettuu itälaidalta. Keräin oli kadun itälaidalla muutoin samalla kohdalla Mannerheimintietä kuin edellinen. Keräin oli kiinni ristikkopylväissä liikennevalopylvään vieressä kadun ja pyörätien välissä. Itälaidan talot ovat noin 8 kerroksisia ja niiden päädyt ovat vinottain kadulle. Talojen väleissä on taloja leveämmät avoimet tilat. Avoimet parvekkeet myös Mannerheimintien suuntaan.

13. Leikki puisto Tullinpuomi, Mannerheimintie 81 A

Leikki puisto Tullinpuomi sijaitsee Mannerheimintien itälaidan asuintalojen takana Keskuspuiston reunassa. Keräin oli männyssä leikki puiston portin vieressä vastapäätä leikki puistorakennuksen ovea. Paikka on tuulettuva, talojen välistä avoin myös Mannerheimintielle. Etäisyys Mannerheimintien ajoväylän laidalle oli noin 75 metriä.

14. 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 47 600 ajon./vrk (raskasta 10 %) ja Reijolankadun 21 500 (5 %). Siirrettävä mittausasema on ollut samassa paikassa vuosina 2006 ja 2010, passiivikeräysmittaus vuosina 2008-2010.

15. Vilhonkatu 5 B

Kapea katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli vesirännissä noin 20 metrin etäisyydellä Kaisaniemenkadun kulmasta. Rakennukset kadun molemmin puolin ovat 4-kerroksisia. Kadulla on käytössä 2 kaistaa, liikenne on yksisuuntaista. Kadun leveys on runsaat 14 m. Katua pitkin kulkevat kaikki Rautatien torin bussit palatessaan lähitöläitureille. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 7 200 ajon./vrk, josta raskasta 19 %.

16. Sturenkatu 38

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Keräin oli bussipysäkin nro 3052 (Kangasalantie) vieressä talon sadevesikourussa. Paikka on loivan mäen alapäässä noin 10 metrin etäisyydellä Kangasalantien kulmasta. Rakennukset katukuilun molemmin puolin ovat noin 5-kerroksisia. Kadulla on 2+2 kaistaa ja välissä raitiovaunukiskot. Yhteensä kadun leveys on noin 27 m. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 18 600 ajon./vrk, josta raskasta 6 %.

17. Eliel Saarisen tien tunneli

Liikennetunneli, joka tuulettuu huonosti. Tunnelin pituus on noin 30 metriä. Tunneli on päältä osittain avoin Huopalahden rautatieaseman kohdalla. Avoimen osan pituus on noin 19 metriä, umpinaisen osan noin 11 metriä. Keräin oli itäsuunnan bussipysäkin 1630 tolpassa aivan tunnelin seinän vieressä. Tunneli on tarkoitettu joukko- ja huolto-liikenteelle sekä jalankulkijoille ja pyöräilijöille, mutta kielletty henkilöautojen läpiajoliikenteeltä. Tunnelin liikennemäärä ei ollut käytettävissä.

18. Pakila, pohjoinen (1)

Kehä I:n pohjoislaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli valaisinpylväässä Tuusulanväylältä Kehä I:lle länteen vievän rampin ja kevyen liikenteen väylän välissä. Etäisyys Kehän laidasta 0 m. Alue on avoin Kehälle, taustalla on puustoa. Kehä I:n liikennemäärä vuonna 2011 oli 108 600 ajon./vrk, josta raskasta 7 %, Tuusulanväylän 87 400 ajon./vrk (7 %) ja lähirampin 14 800 ajon./vrk (8 %).

19. Pakila, pohjoinen (2)

Kehä I:n pohjoislaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli isossa koivussa Pakilan päiväkodin pihassa, meluvallin päältä alkavan liukumäen länsilaidalla. Kehä I on leikkauksessa, korkeus tieltä meluvallin päälle noin 7 metriä. Keräyspiste on meluvallin yläpuolella ja siten avoin Kehätielle. Etäisyys Kehätien reunasta noin 20 metriä. Kehä I:n liikennemäärä vuonna 2011 oli 108 600 ajon./vrk, josta raskasta 7 %. Lähes samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuonna 2004.

20. Pakila, pohjoinen (3)

Kehä I:n pohjoislaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli korkeassa metallisessa valaisinpylväässä Palosuontien varrella hieman päiväkodin pihan ulkopuolella. Etäisyys Kehätien reunasta noin 65 m. Lähes samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuonna 2004.

21. Pakila, etelä (1)

Kehä I:n etelälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli omakotitaloalueella hiljaisen Palosuontien länsilaidalla lähinnä meluaitaa olevassa isossa koivussa. Etäisyys Kehätien reunasta oli noin 20 metriä. Samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuonna 2004.

22. Pakila, etelä (2)

Kehä I:n etelälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli metallisessa valopylväässä Palosuontien länsilaidalla lähes Kyläkunnaantien risteyksessä. Etäisyys Kehätien reunasta oli noin 55 metriä. Samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuonna 2004.

23. Pakila, etelä (3)

Kehä I:n etelälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli puisessa valopylväässä Palosuontien länsilaidalla Jakotien mutkan kohdalla. Etäisyys Kehätien reunasta noin 85 metriä. Samassa paikassa on ollut passiivikeräysmittaus vuonna 2004.

24. Itäkeskus, Rusthollinpolku (1)

Kehä I:n (= Meripellontie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli bussipysäkin 4500 (Rusthollarintie) katoksen katolla, Rusthollinpolku 2 ja 4:n kohdalla. Etäisyys väylän laidasta oli noin 2 metriä. Meripellontien liikennemäärä vuonna 2011 oli 31 200 ajon./vrk, josta 4 % raskasta.

25. Itäkeskus, Rusthollinpolku (2)

Kehä I:n (= Meripellontie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli vesirännissä Rusthollinpolku 2-4 -talon seinän keskivaiheilla. Paikka on Meripellontien puolella bussipysäkin kohdalla mutta sitä noin 6 m korkeammalla. Talo on 4-kerroksinen, Meripellontien suuntainen, pituus yhteensä noin 100 metriä. Parvekkeet ovat Meripellontien suuntaan, välissä on harvaa puustoa. Etäisyys Meripellontien laidasta oli noin 30 m.

26. Itäkeskus, Rusthollinpolku (3)

Kehä I:n (= Meripellontie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli Rusthollinpolku 2-4 -talon takana, hiljaisen Rusthollinpolun puolella. Se oli kiinnitetty roskakatoksen kattoon Rusthollinpolku 4B rapun kohdalla. Etäisyys Meripellontien laidasta oli noin 62 m.

27. Itäkeskus, Vanhanlinnankuja (1)

Kehä I:n (= Myllymestarintie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli bussipysäkin 4281 (Vanhanlinnantie) katoksen katolla. Takana on matala liikerakennus, jossa on myös kaksi asuntoa ja niiden parvekkeet väylän suuntaan. Etäisyys Myllymestarintien ajoradan reunasta oli noin 2 metriä. Myllymestarintien liikennemäärä vuonna 2011 oli 51 700 ajon./vrk, josta raskasta 6 %, Vanhanlinnantien 6 500 ajon./vrk (9 %).

28. Itäkeskus, Vanhanlinnankuja (2)

Kehä I:n (= Myllymestarintie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli väylältä laskien ensimmäisessä valaisinpylväässä Vanhanlinnankuja 1:n pysäköintialueen keskellä. Etäisyys väylästä oli noin 25 metriä.

29. Itäkeskus, Vanhanlinnankuja (3)

Kehä I:n (= Myllymestarintie) itälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli Vanhanlinnankuja 1 C-D kerrostalon edustalla isossa männyssä (väylältä katsoen takimmainen mänty). Etäisyys väylästä oli noin 60 metriä.

Kauniainen

30. Kauniainen, Bredantie

Bredantien etelälaita, tuulettuu hyvin. Keräin oli valaisinylväessä Bredanportista noin 20 m itään vastapäätä M. Lybeckintietä. Etäisyys Bredantien laidasta oli noin 3,7 m. Keräyspaikasta itään on linja-autopysäkki Ka1718 (Lybeckintie). Bredantien eteläpuoli on toistaiseksi rakentamatonta, pohjoispuolella on rakenteilla pientaloja. Tyhjät puustoiset alueet Bredanportin molemmin puolin on kaavoitettu AK-alueeksi. Bredantien liikennemäärä vuonna 2011 oli 2600 ajon./vrk, josta raskasta oli 4 %.

31. Kauniainen

Tunnelitien ja Kauniaistentien risteys, tuulettuu hyvin. Keräin oli opastepylväessä Tunnelitien ja Kauniaistentien risteyksen länsipuolella, kauppakeskuksen edessä. Kauppakeskuksen ajoramppi on noin kahden kerroksen korkeisen ritiläseinämän takana. Etäisyys Tunnelitien reunasta oli noin 5 metriä sekä Kauniaistentiestä noin 10 metriä. Tunnelitien liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 13 300 ajon./vrk, josta raskasta oli 5 %, Kauniaistentien liikennemäärä vuonna 2011 oli 9 800 ajon./vrk, josta raskasta 6 %. Siirrettävä mittausasema on ollut lähes samalla paikalla vuonna 2008, passiivikeräysmittaus vuosina 2007 ja 2009-2010.

Espoo

32. Mäkkylänkuja 3, koulu

Kehä I:n (= Mestarintie) itälaita, tuulettuu hyvin. Alueella sijaitsevat Boställsskolan, Boställsdaghem ja Mäkkylän päiväkotit. Keräin oli valaisintolpassa koulun pihan tienpuoleisessa reunassa lähellä meluvallia. Vallin päällä olevassa meluaidassa on aukko mittauspisteen lähellä. Etäisyys Kehän reunasta oli noin 20 metriä. Kehällä oli käynnissä liikennetunnelin, Mestaritunneli, rakennustyöt. Kehä I:n liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 76 600 ajon./vrk, josta raskasta 6 %.

33. Mäkkylänkuja 3, päiväkotit

Kehä I:n (= Mestarintie) itälaita, tuulettuu hyvin. Sama koulu- ja päiväkotialue kuin edellinen kohde. Keräin oli va-

laisintolpassa piha-alueen keskellä, Mäkkylän päiväkodin aidan vieressä sen sisäpuolella. Etäisyys Kehän reunasta oli noin 62 metriä.

34. Luutnantinkuja 2 ja 4

Kehä I:n (= Leppävaarantie) itälaita, tuulettuu hyvin. Alueella sijaitsevat Perkkäänpuiston koulu ja päiväkotit. Keräin oli valaisintolpassa koulun pihan Kehän puoleisella laidalla. Pihaa reunustaa myös Everstinkatu, jota pitkin liikenne kulkee Kehältä/Kehälle. Etäisyys Kehän reunasta oli noin 150 metriä, ja sen rampin laidasta noin 25 metriä. Etäisyys Everstinkadusta oli noin 45 metriä. Kehällä oli käynnissä muutostöitä. Kehä I:n liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 79 500 ajon./vrk, josta raskasta oli 6 %.

35. Tuulikuja 8

Länsiväylän pohjoispuoli, tuulettuu hyvin. Alueella sijaitsevat Vindängens skola och daghem. Keräin oli pihlajassa päiväkodin pihan tienpuoleisessa reunassa. Väylän reunassa on meluvalli ja -este, kevyen liikenteen väylä sekä puustoa. Etäisyys Länsiväylän reunasta oli noin 70 metriä. Länsiväylän liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 66 900 ajon./vrk, josta raskasta oli 3 %. Etäisyys Etelä-tuulentiestä oli runsaat 150 metriä. Sen liikennemäärä oli noin 12 700 ajon./vrk, josta raskasta 7 %.

36. Gräsanlaakso

Gräsanlaakso-tien (= Kehä II:n eteläpää) länsipuoli, tuulettuu muutoin hyvin, mutta alavaa aluetta. Länsiväylän, Gräsanlaakson ja hiljaisen Matinsyrjän rajaamalle alueelle jää koulu- ja päiväkotialue, jossa sijaitsevat Mattlidens skola, Mattbergsskolan ja Mattbergets daghem. Keräin oli opastetaulun tolpassa Gräsanlaakson reunalla Länsiväylän eteläpuolella. Länsiväylän ramppi tulee Gräsanlaakso-tielle ko. kohdalla. Etäisyys Länsiväylän reunasta oli vajaat 100 metriä, Gräsanlaaksosta noin 2 metriä. Länsiväylän liikennemäärä vuonna 2011 oli 53 500 ajon./vrk, josta raskasta oli 5 %, Gräsanlaakson 22 700 ajon./vrk, josta raskasta oli 4 %. Siirrettävä mittausasema oli vuonna 2011 myös Gräsanlaakson länsilaidalla noin 170 metrin etäisyydellä Länsiväylästä (liite 4).

37. Matinsyrjä 5

Länsiväylän eteläpuoli, tuulettuu hyvin. Sama koulu- ja päiväkotialue kuin edellinen kohde. Keräin oli valaisintolpassa päiväkodin pihalla "huvimajan" ja matalan päiväkotirakennuksen välissä. Länsiväylän reunassa on meluvalli sekä puustoa. Etäisyys Länsiväylän reunasta oli noin 150 metriä. Matinsyrjä on hiljainen pikkukatu. Länsiväylän liikennemäärä vuonna 2011 oli noin 53 500 ajon./vrk, josta raskasta oli 5 %.

38. Ulappakatu 2

Länsiväylän ja Kivenlahdentien eteläpuoli, tuulettu hyvin. Ulappakatu 2:ssa sijaitsevat Mårtensbro skola och daghem. Pihapiiriä rajaavat pohjoisessa Kivenlahdentie, lännessä ja etelässä Espoonlahdenranta ja Espoonlahdenkatu. Vähän pohjoisempaan sijaitsee Länsiväylä. Länsiväylän liikennemäärä oli noin 29 500 ajon./vrk (raskasta 4 %), Kivenlahdentien noin 11 000 ajon./vrk (raskasta 11 %), Espoonlahdenrannan noin 11 500 ajon./vrk (raskasta 2 %) ja Espoonlahdenkadun 6 200 ajon./vrk (raskasta 8 %). Keräin oli valaisintolpassa päiväkodin aidan ulkopuolella. Etäisyys Kivenlahdentiestä oli noin 35 metriä, Länsiväylän reunasta noin 125 metriä.

Vantaa

39. Tikkurila, Valkoisenlähteentie (a)

Valkoisenlähteentien pohjoispuoli, tuulettu. Keräin oli valopylväessä, joka on Tikkurilan lukion kohdalla bussipysäkin takana. Etäisyys tiestä oli noin 7 metriä. Tie avattiin liikenteelle 28.9.2010 välillä Talvikkitie - Jokiniementie. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 7509 ajon./vrk, josta raskasta oli 8 %.

40. Tikkurila, Valkoisenlähteentie (b)

Valkoisenlähteentien pohjoispuoli, muutoin tuulettu, mutta tie on pääradan alla syvennyksessä. Keräin oli valopylväessä, joka sijaitsee heti radan länsipuolella asuintalon lähellä. Etäisyys tiestä oli noin 8 metriä.

41. Tikkurila, Valkoisenlähteentie (c)

Valkoisenlähteentien pohjoispuoli, tuulettu. Keräin oli valopylväessä, joka sijaitsee Orvokkitien kevyen liikenteen sillan länsipuolella asuintalojen parvekkeiden edessä. Etäisyys tiestä oli noin 7 metriä. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 7523 ajon./vrk, josta raskasta oli 7 %.

42. Tikkurila, Valkoisenlähteentie (d)

Valkoisenlähteentien pohjoispuoli, tuulettu. Keräin oli heti Talvikkitien risteyksen länsipuolella bussipysäkin V6310 (Tikkurilan uimahalli) katolla. Pysäkin takana on omakotitalo. Etäisyys tiestä oli noin 4 metriä. Liikennemäärä vuonna 2011 oli 14 603 ajon./vrk, josta raskasta oli 7 %.

Liikennemäärätietojen lähteet: Espoo 2012, Helsinki 2012b ja Vantaa 2012.

Liite 6. Päästöt

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

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

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

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

Autoliikenteen päästöt

Helsinki	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	429	5662	427	27371	3022	493
1986	416	5957	458	28184	3201	541
1987	389	5892	451	27799	3234	550
1988	337	5872	448	27452	3277	552
1989	310	5802	430	27050	3265	564
1990	264	5649	418	26261	3191	564
1991	243	5447	411	24260	3060	549
1992	235	5212	391	22381	2918	549
1993	195	5108	377	21701	2852	522
1994	113	4983	318	20787	2779	547
1995	92	4839	295	20242	2702	537
1996	60	4705	281	19761	2638	534
1997	18	4333	244	18714	2479	538
1998	14	4161	227	17671	2323	541
1999	14	3975	216	16857	2213	546
2000	11	3814	211	15799	2085	553
2001	11	3646	202	15088	1986	562
2002	11	3463	189	14200	1848	576
2003	11	3190	174	12953	1679	569
2004	4	2895	155	11574	1481	571
2005	3	2651	141	10215	1306	557
2006	3	2420	127	8854	1124	552
2007	3	2277	121	8285	1049	566
2008	3	2149	117	8092	1017	541
2009	3	2062	116	7429	887	524
2010	3	1998	114	7191	850	542
2011	3	1898	109	7121	837	519

Espoo	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	158	2412	169	11802	1179	200
1990	110	2709	186	12754	1401	257
1991	99	2561	179	11545	1317	245
1992	95	2450	170	10652	1255	246
1993	79	2377	163	10223	1216	231
1994	45	2274	134	9601	1160	237
1995	37	2265	129	9592	1158	239
1996	26	2334	132	10122	1213	255
1997	10	2277	124	9619	1161	267
1998	7	2152	114	9149	1104	264
1999	7	2040	105	8868	1067	266
2000	6	2075	108	8579	1033	281
2001	6	2012	106	8133	979	288
2002	6	1910	100	7771	927	298
2003	6	1778	94	7245	852	299
2004	2	1655	86	6656	767	308
2005	2	1540	80	6031	685	308
2006	2	1412	73	5361	594	309
2007	2	1447	76	5365	592	345
2008	2	1304	71	5134	557	316
2009	2	1226	70	4723	480	308
2010	2	1177	68	4522	452	316
2011	2	1140	65	4464	449	308

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

Vantaa	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1996	30	2711	150	11075	1339	289
1997	11	2637	142	10630	1288	306
1998	8	2592	135	10482	1265	311
1999	8	2436	127	10083	1210	309
2000	6	2362	126	9682	1164	317
2001	7	2281	122	9321	1120	326
2002	7	2210	117	8991	1059	341
2003	7	2080	111	8436	982	346
2004	3	1922	100	7776	883	354
2005	2	1839	96	7200	805	362
2006	2	1742	89	6518	715	374
2007	2	1653	86	6123	661	390
2008	2	1581	84	5974	648	377
2009	2	1428	80	5299	551	350
2010	2	1390	78	5072	524	362
2011	2	1360	76	5045	525	355

Päästöt kunnittain 2011

Helsinki t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 945	4 464	124	674	112
Autoliikenne	3	1 898	109	7 121	837
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	9	73	6	55	101
Muut**	0	8	0		327
Pintalähteet	28	113	35	542	113
Satamat	153	1 370	26	130	58
Lentoliikenne	0	2	0	281	4
Yhteensä	2 139	7 929	299	8 802	1 550

Espoo t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 129	1 351	24	-	-
Autoliikenne	2	1 140	65	4 464	449
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	21	127	1	133	29
Muut**	1	5	2		101
Pintalähteet	26	110	36	664	139
Yhteensä	1 179	2 733	129	5 262	716

Kauniainen t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Autoliikenne	0	41	2	168	18
Pintalähteet	1 ***	2 ***	2		
Yhteensä	1	43	4	168	18

Vantaa t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	753	1 148	3	-	-
Autoliikenne	2	1 360	76	5 045	525
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	23	32	10	12	105
Muut**	1	28	4		28
Pintalähteet	21	95	34	718	150
Lentoliikenne	50	670	1	762	66
Yhteensä	850	3 332	129	6 537	875

* Ympäristönsuojelun VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot v. 2010

** Kunnille ilmoitetut muut päästöt v. 2011

*** Ei sisällä tulisijojen päästöjä

- päästötietoja ei saatavilla

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



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 9/2012

ISSN-L 1798-6087

ISSN 1798-6087 (nid.)

ISSN 1798-6095 (pdf)

ISBN 978-952-6604-50-3 (nid.)

ISBN 978-952-6604-51-0 (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