



Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster
Helsinki Region Environmental Services Authority

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2013

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

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

Lisätietoja

Marjatta Malkki, p. 09 1561 2291
marjatta.malkki@hsy.fi

Copyright

Pohjakartat: Helsingin kaupunki, Kaupunkimittausosasto, alueen kunnat ja HSY 2012
Graafit ja muut kuvat: HSY
Kansikuva: HSY/Mikael Ahlfors

Raportti:

ilmansuojeluasiantuntija Marjatta Malkki, ilmansuojeluasiantuntija Päivi Aarnio,
projektitutkija Liisa Matilainen, mittausinsinööri Kati Loukkola

Mittaustoiminta:

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

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

MetropoliLab Oy

Terveysvaikutusarviot:

dosentti Raimo Salonen ja dosentti Timo Lanki, Terveiden ja hyvinvoinnin laitos

Edita Prima Oy, Helsinki 2014

Esipuhe

Ilmansaasteiden ja erityisesti pienhiukkasten arvioidaan olevan nykyisin merkittävin ympäristöterveysongelma. Ne ovat myös merkittävin syöpää aiheuttava ympäristötekijä ja WHO lisäsi vuonna 2013 ulkoilman saasteet syöpävaarallisten aineiden luetteloon. Erityisen huono tilanne on Aasian suurkaupungeissa.

Tänä keväänä monissa Keski-Euroopan suurkaupungeissa oli pahoja ilmanlaatuepisodeja, joiden vuoksi esimerkiksi Pariisissa rajoitettiin liikennettä. Pääkaupunkiseudulla saadaan nauttia enimmäkseen puhtaasta ilmasta ja ilmanlaatu on eurooppalaisittainkin hyvä. Ilmanlaatu on kuitenkin heikentynyt vilkkaasti liikennöidyillä alueilla tiiviissä kaupunkiympäristössä ja väylien varsilla. Pääkaupunkiseudulla otettiin vuonna 2008 käyttöön ilmansuojeluohjelmat, joiden yhtenä tavoitteena oli saada laskettua typpidioksidipitoisuudet raja-arvon alapuolelle. Tähän mennessä toimenpiteet eivät ole olleet riittävän tehokkaita ja raja-arvo ylittyy edelleen Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluisa. EU:n komissiolta raja-arvon saavuttamiselle saatu jatkoaika päättyy tämän vuoden lopussa.

On myös vaarana, että kaupunkirakenteen tiivistäminen vilkasliikenteisissä ympäristöissä lisää kohteita, joissa ilmanlaatu on heikentynyt ja ääritapauksessa raja-arvon ylitysalue saattaa laajentua. Ilmanlaatu olisi syytä ottaa huomioon erityisesti asunto- ja herkkiä kohteita sijoitettaessa. HSY on valmistellut yhteistyössä pääkaupunkiseudun kaupunkien kanssa mallin ilmanlaadun huomioon ottamisesta kaupunkisuunnittelussa. Sen avulla on mahdollista edistää turvallisen ja terveellisen ympäristön suunnittelua. HSY osallistuu myös Uudenmaan ELY-keskuksen koordinoimaan hankkeeseen, jossa kootaan parhaita käytäntöjä ilmanlaadun huomioon ottamisesta kaavoituksessa.

Puunpoltto tulisijoissa aiheuttaa huomattavia terveyshaittoja myös pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Puunpolton vaikutuksesta pienhiukkaspitoisuudet kohoavat ja syöpävaarallisen bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyy monin paikoin. Siten on tarve vähentää puunpolton päästöjä. EU on valmistellut pitkään päästönormeja uusille tulisijoille Ecodesign-direktiiviin liittyen, mutta tällä hetkellä pienten tulisijojen päästöille ei voida esittää vaatimuksia. Puunpolton haittojen vähentämiseksi HSY toteutti vuonna 2012-2013 kampanjan hyvistä puunpolttotavoista. Kampanja toteutettiin yhteistyössä nuohoojien kanssa, ja sitä on käytetty myös muualla Suomessa. Suomen ympäristökeskus selvitti kampanjan tehoa Länsi-Uudellamaalla, ja nuohoojien mukaan sillä voidaan melko tehokkaasti vaikuttaa puunpolton päästöihin. Puunpolton vaikutusten arvioimiseksi puun käyttöä pääkaupunkiseudun pientaloissa selvitetään tänä vuonna kyselytutkimuksella.

Helsingissä 16.5.2014

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY



Irma Karjalainen
Tulosaluejohtaja



Tarja Koskentalo
Ilmansuojeluyksikön päällikkö

Tiivistelmä

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY mittaa ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2013 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli edellisvuotta hieman enemmän vilkasliikenteisillä alueilla ja vähemmän tausta-aseilla. Huonot ilmanlaatatunnit aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla. Kuitenkin vuositasolla pitoisuudet olivat hieman edellisvuotta korkeammat. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi Leppävaarassa ja Kehä III:n varrella kevään pölykaudella. Pienhiukkaspitoisuudet pysyivät raja-arvon ja WHO:n terveysperusteisen vuosiohjearvon alapuolella kaikilla mittausasemilla. WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi mittausasemasta riippuen 1-2 päivänä kaukokulkeuman ja liikenteen takia.

Typidioksidin pitoisuudet ylittivät edelleen vuosiraja-arvon Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa. Sen sijaan Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla typidioksidin vuosipitoisuus oli edellisvuoden tasolla ja kolmatta vuotta raja-arvon alapuolella. Typidioksidin vuorokausi- ja/tai tuntiohjearvon ylityksiä mitattiin Mannerheimintiellä ja Kehä III:n varrella.

Otsonipitoisuudet olivat useimmilla mittausasemilla hieman edellisvuotta korkeampia ja ne ylittivät sekä terveysperusteiset että kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut pitkän ajan tavoitteet. Vuonna 2013 mitattiin bentso(a)pyreenin pitoisuuksia pientaloalueilla Kauniaisissa, Helsingin Vartiokylässä ja Tapanilassa sekä kaupunkitausta-aseilla Kalliossa. Pitoisuudet olivat Tapanilassa tavoitearvon tasolla, muualla selvästi sen alapuolella. Rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoi-

suudet olivat matalia eivätkä ylittäneet raja- tai ohjearvoja. Katajanokalla havaittiin kuitenkin Eteläsataman laivaliikenteen päästöjen aiheuttavan ajoittain korkeita lyhytaikaispitoisuuksia.

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

Vuonna 2013 typenoksidien päästöt vähenivät 7 % edellisvuoteen verrattuna, rikkidioksidin päästöt puolestaan kasvoivat 3 %. Rikkidioksidipäästöjen kasvu aiheutui lähinnä energiantuotannon päästöjen lisääntymisestä. Auto-, laiva- ja lentoliikenteen epäpuhtauspäästöt joko laskivat tai pysyivät edellisvuoden tasolla. Pitkällä aikavälillä eri epäpuhtauksien päästöt pääkaupunkiseudulla ovat laskeneet selvästi.

Julkaisija

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

Tekijät

Marjatta Malkki, Päivi Aarnio, Liisa Matilainen, Kati Loukkola

Päivämäärä

13.6.2014

Julkaisun nimi

Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2013

Avainsanat

ilmanlaatu, pääkaupunkiseutu

Sarjan nimi ja numero: HSY:n julkaisuja 3/2014

ISSN-L 1798-6087

ISBN (nid.) 978-952-6604-84-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-85-5

ISSN (nid.) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Kieli: suomi

Sivuja: 64

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä

PL 100, 00066 HSY

puhelin 09 156 11, faksi 09 1561 2011

www.hsy.fi

Sammandrag

Samkommunen Helsingforsregionens miljö tjänster HRM mäter luftkvaliteten i huvudstadsregionen. År 2013 var luftkvaliteten största delen av tiden god eller tillfredsställande. Antalet timmar med dålig eller mycket dålig luftkvalitet var något flera än föregående år inom de livligt trafikerade områdena och något färre vid bakgrundsstationerna. Timmarna med dålig eller mycket dålig luftkvalitet orsakades mestadels av vårens gatudamm.

Dygnsgränsvärdet för inandningsbara partiklar överskreds inte vid någon av mätstationerna. Dock var koncentrationerna på årsnivå något högre än föregående år. Dygnsriktvärdet för inandningsbara partiklar överskreds i Alberga och bredvid Ring III under vårens dammperiod. Finpartikelkoncentrationerna hölls under gränsvärdet och WHO:s hälsobaserade årsriktvärde vid alla mätstationer. WHO:s dygnsriktvärde överskreds, beroende på mätstation, under 1-2 dagar på grund av fjärrtransport och trafik.

Koncentrationerna av kvävedioxid överskred fortfarande årsgränsvärdet i Helsingfors livligt trafikerade gatukanjoner. Vid Mannerheimvägens mätstation i Helsingfors stadskärna däremot låg årskoncentrationen för kvävedioxid på samma nivå som föregående år och låg för det tredje året under gränsvärdet. Överskridningar av dygns- och/eller timriktvärdet för kvävedioxid uppmättes på Mannerheimvägen och bredvid Ring III.

Ozonhalterna var på de flesta mätstationer något högre än föregående år. Halterna överskred de långsiktiga målsättningarna baserade såväl på hälsoeffekter, som på effekter på växtligheten. År 2013 mättes koncentrationerna av benso(a)pyren inom småhusområden i Grankulla, i Botby och Mosabacka i Helsingfors, samt på stadsbakgrunds-

stationen i Berghäll. Koncentrationerna låg i Mosabacka i nivå med målvärdet, på annat håll klart under detta. Koncentrationerna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly var låga och överskred inte gräns- och riktvärdena. På Skatudden observerades dock att utsläppen från Södra Hamnens fartygstrafik tidvis orsakar höga korttidskoncentrationer.

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

År 2013 minskade utsläppen av kväveoxider med 7 % jämfört med föregående år. Utsläppen av svaveldioxid för sin del ökade med 3 %. Ökningen av svaveldioxidutsläppen orsakades närmast av en ökning av utsläppen från energiproduktionen. Orenlighetsutsläppen från bil-, fartygs- och flygtrafiken ettdera minskade eller förblev på föregående års nivå. På lång sikt har utsläppen av föroreningar i huvudstadsregionen klart minskat.

Utgivare

Samkommunen Helsingforsregionens miljö tjänster

Författare

Marjatta Malkki, Päivi Aarnio, Liisa Matilainen, Kati Loukkola

Datum

13.6.2014

Publikationens namn

Luftkvalitet i huvudstadsregionen år 2013

Nyckelord

luftkvalitet, huvudstadsregionen

Publikationsseriens titel och nummer:

HRM:s publikationer 3/2014

ISSN-L 1798-6087

ISBN (hft) 978-952-6604-84-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-85-5

ISSN (hft) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Språk: finska

Sidor: 64

Samkommunen Helsingforsregionens miljö tjänster

PB 100, 00066 HSY

telefon 09 156 11, fax 09 1561 2011

www.hsy.fi

Abstract

Helsinki Region Environmental Services Authority HSY monitors air quality in the Helsinki metropolitan area. In 2013 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 slightly bigger in busy traffic environments and smaller in background areas than during the previous year. Poor or very poor air quality was in most cases due to spring time street dust.

The 24-hour limit value for thoracic particles was not exceeded at any of the monitoring sites. However, the annual mean concentrations were slightly higher than the previous year. The national 24-hour guideline for thoracic particles was exceeded at Leppävaara and Kehä III monitoring sites during the street dust period. The concentrations of fine particles remained below the EU limit value or the WHO annual guideline value at all monitoring sites. The WHO 24-hour guideline was exceeded only during one to two days depending on the monitoring site due to long range transport and traffic emissions.

The concentrations of nitrogen dioxide exceeded the annual limit value at busy street canyons in Helsinki. However, at the Mannerheimintie monitoring station in the city centre of Helsinki the annual average concentration of nitrogen dioxide was at the same level than in 2012 and for the third year clearly below the limit value. The national 24-hour and/or one-hour guideline were exceeded at Mannerheimintie and Kehä III monitoring sites.

The concentrations of ozone were in 2013 slightly higher than in 2012 at most monitoring stations, and they exceeded the long term objectives for the protection of human health and also for the protection of vegetation. The concentrations of benzo(a)pyrene were monitored in detached house areas in Vartiokylä and Tapanila in Hel-

sinki and Kauniainen and also at the urban background monitoring station in Kallio, Helsinki. The annual average concentrations were below the target value except in Tapanila where was equal to the target value. The concentrations of sulphur dioxide, carbon monoxide, benzene, and lead were low and did not exceed the limit values or the guidelines. In Katajanokka the ship traffic of Eteläsaatama caused, however, relatively high concentrations of sulphur dioxide from time to time.

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

In 2013 the emissions of nitrogen oxides decreased about 7 % from the previous year. The emissions of sulphur dioxide increased about 3 % due to the increase in emissions of the power plants. The emissions from car, air and ship traffic either decreased or remained at the same level as in the previous year. In the long run the emissions of air pollutants have clearly decreased in the Helsinki metropolitan area.

Published by

Helsinki Region Environmental Services Authority

Author

Marjatta Malkki, Päivi Aarnio, Liisa Matilainen, Kati Loukkola

Date of publication

13.6.2014

Title of publication

Air Quality in the Helsinki Metropolitan Area in 2013

Keywords

Air Quality, Helsinki Metropolitan Area

Publication series title and number:

HSY publications 3/2014

ISSN-L 1798-6087

ISBN (print) 978-952-6604-84-8

ISBN (pdf) 978-952-6604-85-5

ISSN (print) 1798-6087

ISSN (pdf) 1798-6095

Language: Finnish

Pages: 64

Helsinki Region Environmental Services Authority

PO Box 100, 00066 HSY

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

www.hsy.fi

Sisällys

1	Johdanto	8
2	Ilmanlaatu vuonna 2013	9
3	Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2013	12
4	Hiukkaset	15
4.1	Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	15
4.2	Pienhiukkaset, PM _{2,5}	18
4.3	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH	20
4.4	Musta hiili, BC	21
4.5	Hiukkasten lukumääräpitoisuudet	23
4.6	Raskasmetallit	24
5	Typen oksidit, NO_x	26
6	Otsoni, O₃	29
7	Muut ilmansaasteet	32
7.1	Rikkidioksidi, SO ₂	32
7.2	Hiilimonoksidi, CO	33
7.3	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC	34
8	Ilmanlaatu erityiskohteissa	36
8.1	Tapanila	36
8.2	Kauniainen	37
8.3	Kehä III:n varsi, Varisto	37
8.4	Katajanokka	38
9	Säätila	40
10	Ilmanlaatu keväällä 2014	42
11	Päästöt	44
11.1	Energiantuotanto ja muut pistelähteet	45
11.2	Liikenne	48
11.3	Pintalähteet	52
12	Lähteet	54
	Liitteet	56

1 Johdanto

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

Merkittävimmät kaupunkien ilmanlaatua heikentävät epäpuhtaudet ovat erilaiset 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-, ohje-, kynnys- ja tavoitearvot sekä kriittiset tasot.

Pääkaupunkiseudulla epäpuhtauksia pääsee ilmaan erityisesti liikenteestä, energiantuotannosta ja tulisijojen käytöstä. Liikenteellä on suurin vaikutus ilmanlaatuun, koska sen päästöt purkautuvat 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 hengityskorkeudella. 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 taa-

jamien ulkopuolella. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet ylittävät tavoitearvon paikoitellen pientaloalueilla. Satamisen läheisyydessä rikkidioksidipitoisuudet voivat ajoittain nousta häiritsevän korkeiksi laivaliikenteen päästöjen takia. Yleensä rikkidioksidi-, lyijy- ja hiilimonoksidipitoisuudet eivät enää nykyään aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös raskasmetallien sekä bentseenin pitoisuudet ovat matalia.

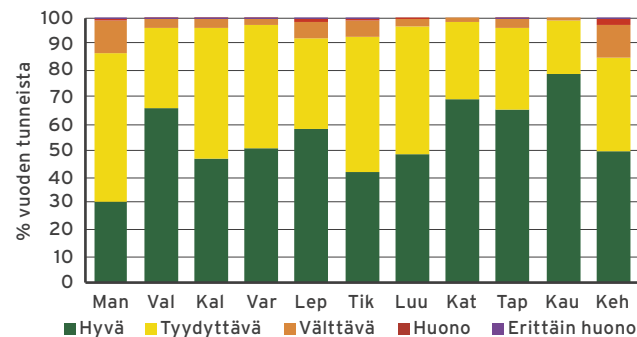
Raportissa tarkastellaan ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla vuonna 2013. Ilmansaasteiden pitoisuuksia verrataan niiden normeihin ja arvioidaan kehitystä viime vuosina. Raportissa kuvataan myös liikenteen, energiantuotannon ja muiden lähteiden päästöt sekä niiden kehitys. Liitteissä on esitetty päästötaulukot. Täydentäviä kuvia ja taulukoita, kuvaukset mittausasemista ja mittausverkon toiminnasta sekä passiivikeräintulokset ja -paikkakuvaukset on koottu sähköiseksi liitteeksi www.hsy.fi/ilmanlaatudata2013. Raporttiin on liitetty myös katsaus kevään 2014 ilmanlaadusta.

2 Ilmanlaatu vuonna 2013

Vuositasolla ilmanlaatu oli melko hyvä

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

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metropolialueita Euroopassa. Vuonna 2013 ilmanlaatu oli vuositasolla melko hyvä, mutta ajoittain ilmanlaatua heikensivät paikalliset ilmansaasteet eli katupöly, pakokaasujen typpidioksidi, pienpolton päästöt ja satama-alueiden lähellä laivojen päästöt. Kaukokulkeumien vaikutus oli hyvin vähäinen. Indeksiluokittelun perusteella ilmanlaatu oli vuonna 2013 suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä (kuva 2.1). Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli edellisvuotta hieman enemmän vilkasliikenteisillä alueilla ja vähemmän tausta-asevilla (taulukko 2.1).



Kuva 2.1. Ilmanlaadun jakautuminen eri laatuluokkiin pääkaupunkiseudun mittausasemilla vuonna 2013.

Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksillä ilmanlaatu jaetaan viiteen luokkaan, hyvästä erittäin huonoon. Indeksiluokat perustuvat ilmansaasteiden terveysvaikutuksiin sekä normeihin. Ilmanlaadun ollessa huono herkät ihmiset saattavat saada oireita.

Indeksin laskeminen

Indeksi lasketaan tunneittain kullekin mittausasemalle ja siellä mitattaville epäpuhtauksille. Kullekin saasteelle lasketaan ali-indeksi ja näistä korkein määrittelee ko. mittauspaikan ilmanlaatuindeksin. Suomessa käytettävä indeksi eroaa ulkomaisista ilmalaatuindekseistä.

Lue lisää:

www.hsy.fi/ilmanlaatuindeksi

Taulukko 2.1. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tuntien määrät ja ne aiheuttava ilmansaaste vuonna 2013.

Mittausasema	Ilmansaaste						
	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	YHT
Mannerheimintie	50	13	5	0	0	0	68
Vallila	29	-	3	-	0	-	32
Kallio	1	1	0	2	-	-	4
Vartiokylä	5	0	2	0	-	0	7
Leppävaara	137	1	2	-	-	-	140
Tikkurila	46	7	0	0	-	0	53
Luukki	0	1	-	0	0	-	1
Katajanokka	0	0	-	-	0	-	0
Tapanila	0	21	-	-	-	-	21
Kauniainen	0	0	-	-	-	-	0
Kehä III	229	0	9	-	-	-	238

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

Vain katupöly heikensi pääkaupunkiseudun ilmanlaatua merkittävästi vuonna 2013

Huonot ilmanlaatuennustukset aiheutuivat pääosin katupölyn hengitettävistä hiukkasista. Pienhiukkasten aiheuttamat muutamat huonot tunnit johtuivat enimmäkseen paikallisista lähteistä, pienpoltosta ja katutöistä. Kaukokulkeumien vaikutus sekä pienhiukkas- että otsonipitoisuuksiin oli vuonna 2013 vähäinen. Typpidioksidi heikensi ilmanlaadun huonoksi vain joitain kertoja aamuruuhkien aikana ja pari kertaa työkoneiden päästöjen takia, sillä pakokaasujen sekoittumista ja laimenemistä estäviä merkittäviä inver-siotilanteita ei ollut.

Kevät 2013 alkoi myöhään ja paksu lumipeite pysyi huhtikuun puoliväliin asti pääväyliä lukuun ottamatta. Pölyäminen alkoi kuivilla tienpinnoilla maaliskuun alkupuolella ja päättyi yleisemmin 22. huhtikuuta. Vaikka kadut kuivuivat aikaisin, yöpakkaset estivät katujen varhaisen puhdistuksen.

Katupölykausi oli edellisvuotta voimakkaampi. Pölyisiä päiviä oli tosin suunnilleen saman verran kuin edellisellä keväällä, mutta hiukkaspitoisuudet olivat korkeampia. Katujen ja teiden pölyämistä torjuttiin kastelemalla niitä kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella.

Typpidioksidin raja-arvo ylittyi vielä vilkkaissa katukuiluissa

Typpidioksidin vuosiraja-arvo ei ylittynyt enää vuonna 2013 Helsingin ydinkeskustassa Mannerheimintien mittausasemalla. Passiivikeräinmenetelmällä todettiin kuitenkin typpidioksidin vuosipitoisuuden yhä ylittävän raja-arvon Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa kuten Töölöntullissa, Mäkelänkadulla ja Hämeentiellä, sekä Elie Saarisén tien tunnelin bussipysäkillä ja Helsinki-Vantaan lentoasemalla terminaalilla 2:n edessä. Raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät terveysperusteiset ilmaanasteiden pitoisuudet, jotka tulisi saavuttaa EU-komission myöntämän jatkoajan mukaan vuoden 2014 loppuun mennessä. Vuosipitoisuudet ovat laskeneet hitaasti ja vuonna 2013 ne olivat suunnilleen edellisvuoden tasolla.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvot eivät ylittyneet millään mittausasemalla. Pölyisiä päiviä oli vuoden aikana Mannerheimintien ja Leppävaaran mittausasemilla 17 kpl, kun niitä enimmillään saa olla 35 kpl, jotta raja-arvo ei ylity. Kehä III:n pientareella pölyisiä päiviä oli eniten, 30 päivää. Mittausasema oli tutkimuskäytössä eikä niin lähellä väylää ole altistuvia asukkaita, mutta mittaus-tuloksia hyödynnettiin mm. pääväylien kastelupyyntöjen ajoituksessa. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ei ole ylittynyt enää vuoden 2006 jälkeen pääkaupunkiseudulla. Kaupunkien toteuttamat toimenpiteet, kuten keväinen katujen tehostettu puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla laimealla kalsiumkloridiliuoksella, ovat tehonneet ja alentaneet hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia ja vähentäneet pölyisten päivien lukumäärää. Kuitenkin vuositasolla pitoisuudet olivat vuonna 2013 hieman edellisvuotta korkeammat.

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

Suunnittelua ohjaavat ohjearvot ylittyivät liikenneympäristöissä

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi katupölykaudella maalisi- ja huhtikuussa Leppävaarassa sekä Kehä III:n varrella. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi Mannerheimintiellä kesäkuussa ja Kehä III:n varrella tammi-maaliskuussa. Typpidioksidin tuntiohjearvo ylittyi maaliskuussa Kehä III:n varrella.

Pienhiukkaspitoisuudet pysyivät WHO:n terveysperusteisen vuosiohjearvon alapuolella kaikilla mittausasemilla. Vuosipitoisuudet seudulla olivat edellisvuoden tapaan matalahkoja vähäisten kaukokulkeumien ansiosta. WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi mittausasemasta riippuen vain 1-2 päivänä.

Otsonipitoisuudet olivat maltillisia

Merkittäviä otsonin kaukokulkeumia ei vuonna 2013 esiintynyt, mutta kolmena päivänä ylittyi terveysperusteinen pitkän ajan tavoite. Myös kasvillisuusvaikutusten perusteella annettu pitkän ajan tavoite ylittyi. Edellisenä vuonna ylityksiä ei ollut, mikä oli poikkeuksellista. Pitkän ajan tavoitteet ovat ylittyneet useimpina vuosina viimeisten 20 vuoden aikana. Otsonin vuosipitoisuudet olivat vuonna 2013 hieman edellisvuotta korkeammat.

Puunpolton päästöt aiheuttavat korkeita bentso(a)pyreenin pitoisuuksia ja sille annettu tavoitearvo ylittyy paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2013 mitattiin bentso(a)pyreenin pitoisuuksia pientaloalueilla Kautiaisissa sekä Helsingin Tapanilassa ja Vartiokylässä, ja lisäksi kaupunkitaustaa edustavalla asemalla Kalliossa. Pitoisuudet olivat tiiviillä Tapanilan pientaloalueella tavoitearvon tasolla, muualla sen alapuolella.

Raskasmetallien pitoisuuksia mitattiin Kallion mittausasemalla. Pitoisuudet olivat matalia ja reilusti tavoitearvojen alapuolella.

Liikenteestä korkeita mustan hiilen ja hiukkasten lukumääräpitoisuuksia

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

Vuonna 2013 mustan hiilen pitoisuuksia mitattiin Kallion kaupunkitausta-asemalla ja Mannerheimintielle. Pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,6 ja Mannerheimintielle 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosina 2009-2012 erilaisissa ympäristöissä tehdyissä mittauksissa vuosipitoisuudet ovat olleet 0,7-2,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hiukkasten lukumääräpitoisuuksia mitattiin vuonna 2013 Mannerheimintielle. Vuosipitoisuudeksi saatiin noin 10 000 kpl/cm^3 . Aiempina vuosina eri mittaus-

ympäristöissä vuosipitoisuudet ovat vaihdelleet välillä 5000-25 000 kpl/cm^3 .

Tulisijojen osuus hiukkaspäästöistä aiemmin arvioitua suurempi

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat energiantuotanto, liikenne ja tulisijojen käyttö. Vuonna 2013 typenoksidipäästöistä noin puolet tuli energiantuotannosta ja kolmannes auto-liikenteestä. Energiantuotanto ja autoliikenne tuottivat kumpainkin yhden kolmanneksen hiukkaspäästöistä. Tulisijojen käytössä syntyi hiukkasia aiemmin arvioitua enemmän eli noin neljännes seudun hiukkasten kokonaispäästöistä. Rikkidioksidipäästöistä yli 90 % vapautui energiantuotannosta.

Vuonna 2013 typenoksidien päästöt vähenivät 7 % edellisvuoteen verrattuna, rikkidioksidin päästöt puolestaan kasvoivat 3 %. Rikkidioksidipäästöjen kasvu aiheutui lähinnä energiantuotannon päästöjen lisääntymisestä. Auto-, laiva- ja lentoliikenteen epäpuhtauspäästöt joko laskivat tai pysyivät edellisvuoden tasolla.

Vuonna 2013 energiantuotanto pääkaupunkiseudulla väheni 3 % edelliseen vuoteen verrattuna ja 10 % edellisen kymmenen vuoden keskiarvoon verrattuna. Kivihiilen kulutus kasvoi ja maakaasun sekä öljyn kulutus vähenivät. Maakaasun osuus polttoaineista oli vähän yli puolet, kivihiilen vajaa puolet ja öljyn vain prosentin luokkaa.

Pitkällä aikavälillä eri epäpuhtauksien päästöt pääkaupunkiseudulla ovat laskeneet merkittävästi. 2000-luvulla

lasku on hidastunut. Erityisesti energiantuotannon päästöt vaihtelevat vuosittain voimakkaasti, mihin vaikuttavat muun muassa talven lämpötilat, pohjoismaiset sähkömarkkinat ja vesivoimatilanne sekä päästöoikeuksien hinta.

Tämänhetkisen ilmanlaadun voit tarkistaa:

- HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi/ilmanlaatu
- Twitteristä @hsy_ilmanlaatu
- Ylen Aamu-TV:stä
- Ylen Aikaisen ja Radio Helsingin radiokanavilta
- Helsingin Sanomien kaupunkisivuilta
- HSL:n aikataulunäytöiltä Vantaalla ja Espoossa
- metrojen ja raitiovaunujen uutisnäytöiltä
- QR-koodista, joka löytyy mittausaseman seinästä



3 Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2013

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvatoimisin mittauksin, keräinmenetelmin, mallintamalla bioindikaattoreiden avulla. Vuonna 2013 HSY seurasi pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvatoimisin mittauksin 11 kohteessa (kuva 3.1). Mittausasemista seitsemän on pysyviä ja neljän paikka vaihtuu vuosittain eli ne ovat siirrettäviä mittausasemia.

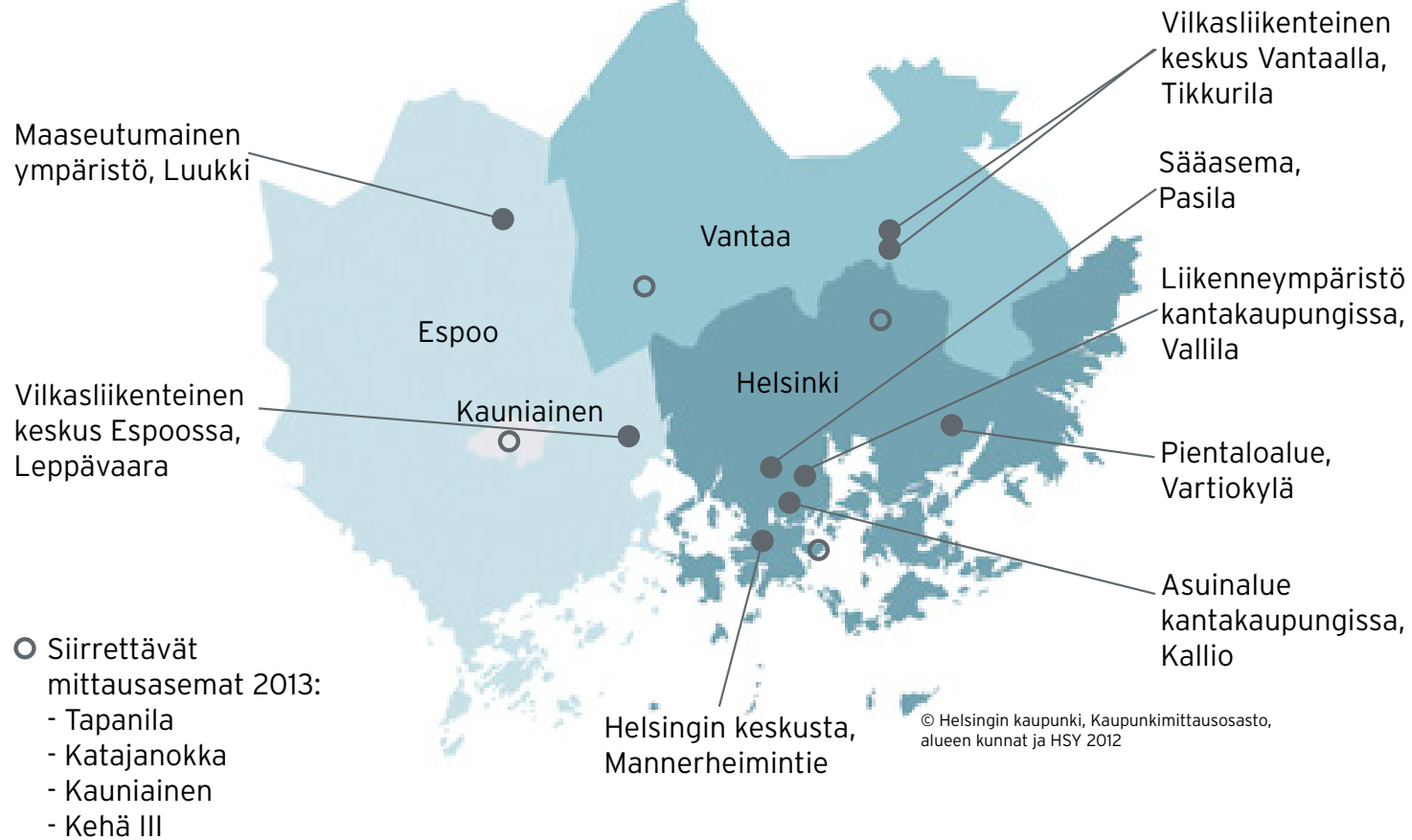
Mittauksilla seurataan liikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen ja pienpoltton päästöjen vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatuun. Asemilla mitataan kaupunki-ilman tärkeimpien ilmansaasteiden pitoisuuksia (taulukko 3.1) ja säätilaa. Mittausverkon toimintaa ja mittausasemia sekä itse mittausmenetelmiä on kuvattu tarkemmin sähköisessä liitteessä www.hsy.fi/ilmanlaatu-data2013. Aikaisempien vuosien mittauspaikat ja -tulokset löytyvät kartalla HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi/mittausasemakartta.

Pysyvät mittausasemat on sijoitettu edustaviin kohteisiin. Tulosten avulla voidaan arvioida ilmanlaatua myös muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Siirrettävät mittausasemat sijaitsivat vuonna 2013 Helsingissä Tapanilan pientaloalueella ja Katajanokan satama-alueella, Kauni-aisissa pientaloalueella ja Vantaalla Kehä III:n varrella. Passiivikeräinmittauksilla kartoitettiin typpidioksidipitoisuuksia 43 mittauspisteessä ja rikkidioksidipitoisuuksia satama-alueella neljässä pisteessä.

Taulukko 3.1. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut ilmansaasteet vuonna 2013.

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, liikenne-ympäristö	x		x	x							
Kallio	kantakaupunki, tausta-asema	x	x	x			x	x	x	x	x	
Vartiokylä	pientaloalue	x	x	x		x	x	x		x		
Leppävaara 4	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x								
Luukki	maaseutu, tausta-asema		x	x	x		x					
Tikkurila 2	esikaupunkialue						x					
Tikkurila 3	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x		x		x				
Katajanokka	sataman vaikutusalue		x	x	x							
Tapanila	pientaloalue		x	x						x		
Kauniainen	pientaloalue		x	x						x		
Kehä III	pääväylän vaikutusalue	x	x	x								

Ilmanlaadun mittausasemat



Kuva 3.1. HSY:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2013.



Altistuminen

Ilmansaasteiden terveyshaitat ovat seurausta altistumisesta ilmassa oleville haitallisille aineille. Altistuminen on sitä suurempaa mitä korkeampia hengitysilmän pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa.

Terveyshaittojen kannalta merkittävimpiä ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muista epätäydellisen palamisen lähteistä peräisin olevat pienhiukkaset. Suomessa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat yleensä kohdallisen matalia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja.

Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille vaihtelee. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhkoautautautia sairastavat sekä lapset. Talvisin pakkasen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

Lue lisää: www.hsy.fi/terveysvaikutukset

Luontovaikutukset

Ilmansaasteet happamoittavat ja rehevöittävät vesistöjä. Lisäksi ilmansaasteet vahingoittavat kasveja sekä suoraan lehtien ja neulasten kautta että juuriston vaurioitumisen myötä.

Vaikutukset näkyvät selvästi useiden kaupunkien ja teollisuuslaitosten ympäristössä puiden neulasvaurioina sekä puiden rungolla kasvavien jäkälien vähentymisenä ja vaurioitumisena. Jäkälää voidaankin käyttää niin kutsutuina bioindikaattoreina selvitetessä ilmansaasteiden vaikutusalueen laajuutta.

Pääkaupunkiseudulla kartoitetaan ilmansaasteiden leviämistä ja luontovaikutuksia bioindikaattoreilla viiden vuoden välein (Huuskonen ym. 2010). Tulokset kertovat elinympäristömme nuhraantumisesta: asuinalueet valtaavat alaa, viheralueet pirstoutuvat ja liikennealueet kasvavat.

4 Hiukkaset

4.1 Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀

Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀

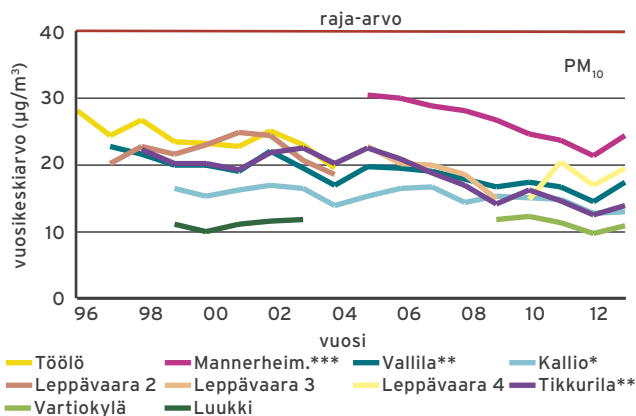
Hengitettävät hiukkaset ovat suurimmaksi osaksi liikenteen nostattamaa katupölyä. Ne voivat aiheuttaa haittaa terveydelle etenkin keväisin. Karkeiden hiukkasten pitoisuuksien kohoaminen heikentää erityisesti hengityssairaiden hyvinvointia.

Vuonna 2013 hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat pääkaupunkiseudun mittausasemilla välillä 11-25 µg/m³ (kuva 4.1). Pienimmät pitoisuudet mitattiin Vartiokylän pientaloalueella (Luukin tausta-asemalla ei tehty mittauksia) ja korkeimmat Mannerheimintiellä. Kehä III:n varrella vuosikeskiarvo oli lähes yhtä korkea eli 23 µg/m³. Pitoisuudet alittivat kaikilla mittausasemilla selvästi vuosiraja-arvon, vaikkakin pitoisuudet olivat hieman edellisvuotta korkeampia.

Vuorokausipitoisuuden raja-arvo ei myöskään ylittynyt (kuva 4.2). Raja-arvotason ylittäviä päiviä oli eniten Kehä III:n varrella eli 30 ylitystä. Mannerheimintiellä ja Leppävaarassa oli 17 ylityskertaa. Suurin osa raja-arvotason ylityksistä ajoittui kevään katupölykauteen maaliskuulta huhtikuulle. Mannerheimintiellä oli vielä touko- ja kesäkuussa runsaasti ylityspäiviä, osittain katurakennustöiden takia. Loka-marraskuussa nastarengas- ja hiekoituskauden alettua raja-arvotaso ylittyi Kehä III:n varrella kuutena päivänä, Mannerheimintiellä kerran.

Vuoden korkeimmat hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Vartiokylän 37 ja Leppävaaran 147 µg/m³ välillä ja tuntipitoisuudet Vartiokylän 178 ja Leppävaaran 436 µg/m³ välillä. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin kevään pölykaudella huhtikuun alkupuolella. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden ohjearvo ylittyi maaliskuussa ja huhtikuussa Leppävaarassa sekä Kehä III:n varrella.

Viime vuosina katujen tehostettu puhdistus ja kastelu kaliumkloridiliuoksella ovat pääsääntöisesti vähentäneet katupölyn pitoisuuksia. Myös liikenteen suorat hiukkaspäästöt ja energiantuotannon hiukkaspäästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen.



Kuva 4.1. Kaupunkien toimenpiteet katupölyn hillitsemiseksi ovat tuottaneet tulosta ja pitoisuudet ovat viime vuosina laskeneet. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyytaso on luokiteltu vuodesta 2001 kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä (Salmi ym. 2002, Anttila ja Tuovinen 2010).

Hiukkaset

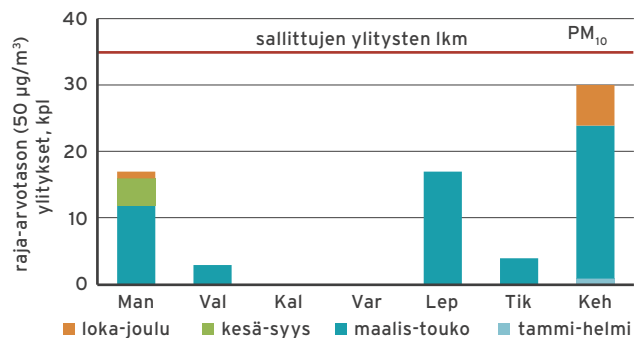
Ilmassa olevien hiukkasten koko ja kemiallinen koostumus vaihtelevat suuresti. Halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm = millimetrin tuhannesosa) kokoisia hiukkasia kutsutaan hengitettäväksi hiukkasiksi (PM₁₀), sillä ne kulkeutuvat alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin. Alle 2,5 mikrometrin kokoiset pienhiukkaset (PM_{2,5}) tunkeutuvat keuhkorakkuloihin asti. Alle 0,1 mikrometrin suuruiset hiukkaset määritellään ultrapieniksi ja ne saattavat tunkeutua keuhkorakuloista verenkiertoon.

Terveysvaikutukset

Ulkoilman hiukkasia pidetään länsimaissa kaikkein haitallisimpana ympäristökiteijänä 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. Pienet hiukkaset ovat terveydelle haitallisempia kuin suuret, koska ne pääsevät hengitettäessä keuhkojen ääreisosiin. Suurimmat hiukkaset aiheuttavat likaantumista ja voivat olla merkittävä viihtyisyyshaitta.

Päästöt

Pääkaupunkiseudun ulkoilmassa olevien hiukkasten paikallisia päästölähteitä ovat liikenne, puun pienpoltto ja energiantuotanto. Lisäksi seudulle kulkeutuu hiukkasia muualta Suomesta ja ulkomailta. Suurin osa kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista on peräisin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä. Katupöly nostaa erityisesti karkeiden hengitettävien hiukkasten ($PM_{2,5-10}$) pitoisuuksia. Kaukokulkeumalla puolestaan on suuri vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin. Ultrapienten hiukkasten pitoisuudet ovat korkeimmillaan liikenneväylien välittömässä läheisyydessä, koska niitä on runsaasti pakokaasupäästöissä.



Kuva 4.2. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ylittyy, jos vuorokausipitoisuus ylittää $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli 35 päivänä vuodessa. Ylitysten ajankohdat on luokiteltu neljään jaksoon.

Taulukko 4.1. Hengitettävien hiukkasten raja-arvot eivät ylittyneet pääkaupunkiseudulla vuonna 2013. Ohjearvoylityksiä sen sijaan oli.

PM_{10}	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		Asettaja	Ylitys	Asema
Vuosiraja-arvo	40	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Vuorokausiraja-arvo	50	saa ylittyä 35 kertaa vuodessa	-"-	Ei	-
Vuorokausiohjarvo	70	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Kyllä	Leppävaara, Kehä III

Hiukkasten raja-arvo ei ole enää ylittynyt

Hengitettäville hiukkasille asetettu vuorokausiraja-arvo ei ole enää vuoden 2006 jälkeen ylittynyt Helsingissä. Raja-arvo ylittyi vuosina 2003, 2005 ja 2006 katupölyn vuoksi.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo tuli saavuttaa vuoden 2005 alussa. Koska talvihiekoituksella oli merkittävä vaikutus raja-arvon ylittymiseen (Helsinki 2005), voitiin soveltaa ilmanlaatuasetuksen poikkeamaa, joka sallii raja-arvon ylittämisen, mutta edellyttää toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on kuvattu mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten pääsyyt, laaditut toimenpidesuunnitelmat ja niiden toteutuminen.

Helsingin kaupungin toimenpiteet katupölyn vähentämiseksi ovat olleet tehokkaita eikä raja-arvon ylityksiä ole vuoden 2006 jälkeen mitattu Helsingin katuverkossa.

Kevään katupölykausi

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. Katupölyhiukkasista suurin osa kuuluu hengitettävien hiukkasten karkeaan kokoluokkaan ($PM_{10-2,5}$).

Vuoden 2013 kevät alkoi 1,5–3 viikkoa keskimääräistä myöhemmin. Maaliskuu oli tavanomaista kylmempi ja paksu lumipeite säilyi maassa edellisvuotta pitempään. Erityisesti yöpakkaset hidastivat lumen sulamista. Vasta huhtikuun puolivälin jälkeen lumi suli nopeasti lämpimään ja ajoittaisten vesisateiden myötä. (Ilmatieteen laitos 2013)

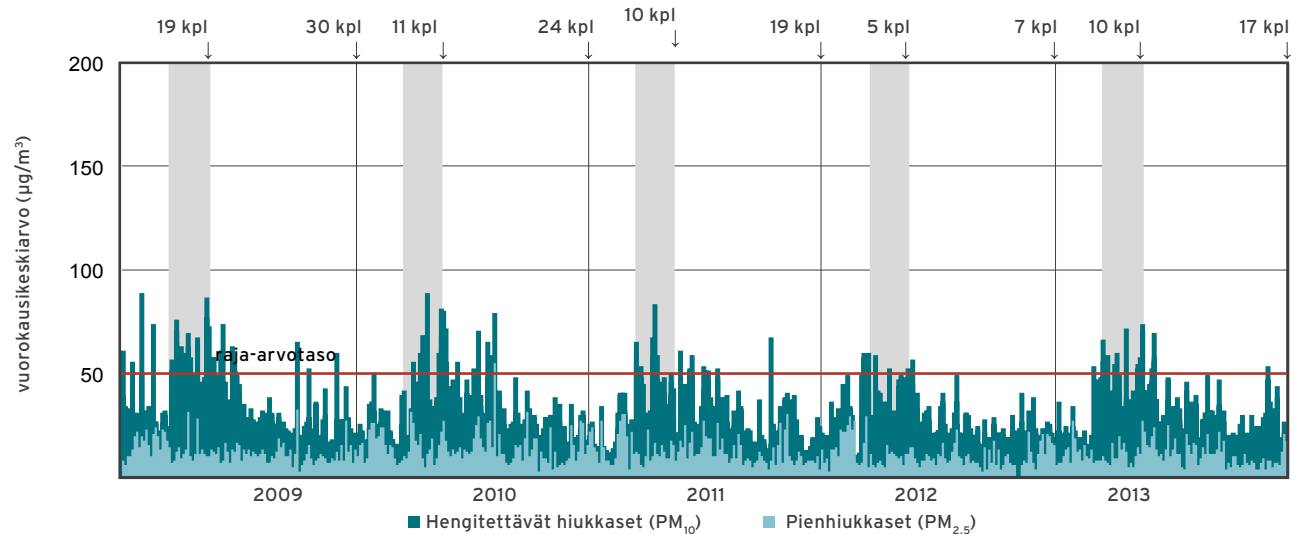
Kevään 2013 katupölykausi oli edellisvuotta voimakkaampi. Pölyisiä päiviä oli tosin suunnilleen saman verran kuin edellisellä keväällä mutta hiukkaspitoisuudet olivat korkeampia (kuva 4.3). Vaikka kadut kuivuivat aikaisin, yöpakkaset estivät katujen puhdistuksen. Katujen pölyäminen alkoi maaliskuun alkupuolella ja päättyi yleisemmin 22. huhtikuuta. Tämän jälkeen hiukkaspitoisuudet laskivat ja hiukkasten raja-arvotaso ylittyi enää lähinnä vain Mannerheimintien pääasiallisesti katurakennustöiden takia (kuva 4.4).

Katujen kevätsiivous alkoi pääkaupunkiseudulla hiekanpoistolla. Lopullinen puhdistus ja pesut sekä tonttikatujen harjaukset jatkuivat vielä toukokuussa. Katujen ja teiden pölyämistä torjuttiin kastelemalla pintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. HSY lähetti yhteistyökumppaneille ennakotiedon, kun näytti todennäköiseltä, että hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso tulisi päivän kuluessa jälleen ensimmäisen kerran ylittymään. Uuden käytännön mukaisesti HSY lähetti pääväylien kastelupyynnön suoraan Tieliihenkeskukselle, joka puolestaan välitti sen toimenpitepyyntönä urakoitsijoille, 25.3., 2.4. ja 5.4.2013. Urakoitsijat kirjasivat toteutetut kastelut Tieliihenkeskuksen LIITO-järjestelmään ja HSY raportoi toimenpiteet kuntien ympäristötarkastajille. Kevään 2013 kastelut toteutettiin suurimmalta osin samana tai viimeistään seuraavana päivänä. Kaupungit huolehtivat alueistaan itse ja Helsinki kasteli katuosuuksiaan runsaasti.

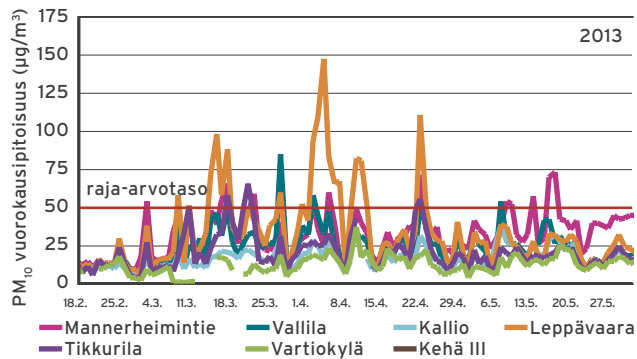
Ilmansuojelun toimintaohjelmat

Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n (nykyisin HSY ja HSL) laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä tausta-aineistosta (Helsinki 2008; Espoo 2008; Kauniainen 2008; Vantaa 2008; YTV 2008 a, b). Ohjelmat on laadittu vuosille 2008–2016. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus on toimitettu EU-komissiolle vuonna 2008. Ohjelman toteutumista seurataan ja siitä raportoidaan ympäristönsuojelulain (13/2011) mukaisesti vuosittain ELY-keskukselle ja ympäristöministeriölle.

Lue lisää: www.hsy.fi/ilmansuojeluohjelma



Kuva 4.3. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) vuorokausipitoisuudet Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2009–2013. 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 4.4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet kevään 2013 katupölykaudella.

4.2 Pienhiukkaset, PM_{2,5}

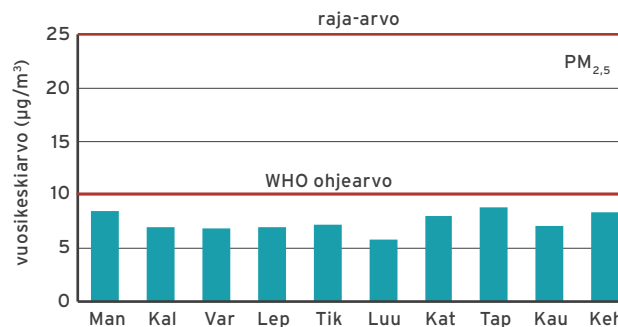
Pienhiukkaset, PM_{2,5}

Pienhiukkasia syntyy pääasiassa liikenteen ja puunpoltton päästöistä. Lisäksi niitä kulkeutuu pääkaupunkiseudulle maan rajojen ulkopuolelta. Kaukokulkeumat aiheuttavat keskimäärin yli puolet pienhiukkasten pitoisuudesta jopa seudun vilkasliikenteisimmillä alueilla. Pienhiukkasia pidetään erityisen haitallisina terveydelle, sillä ne pääsevät tunkeutumaan keuhkojen ääreisosiin saakka.

Vuonna 2013 pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat samaa tasoa kuin edellisenä vuonna ja selvästi raja-arvon alapuolella. WHO:n vuosiohjearvo ei myöskään ylittynyt. Vuosikeskiarvot vaihtelivat Luukin 5,8 ja Tapanilan

8,8 µg/m³:n välillä (kuva 4.5). Keskeinen syy matalampiin pitoisuuksiin oli pienhiukkasten vähäinen kaukokulkeutuminen seudulle. Tapanilan pitoisuuksiin vaikuttivat paikalliset pienpoltton päästöt. Kesäkuun kuukausikeskiarvot olivat koko seudulla muuta vuotta korkeampia vaihdellen välillä 8-13 µg/m³.

WHO:n vuorokausiohjearvon ylittäviä päiviä oli myös vähän: Mannerheimintielle kaksi sekä Kalliossa, Katajanokalla ja Tapanilassa yksi päivä. Pienhiukkasten kaukokulkeuma aiheutti neljällä mittausasemalla havaitun tilanteen 29. tammikuuta. Mannerheimintien toinen ylityspäivä 17. toukokuuta johtui todennäköisesti raturakennustöiden, katupölyn ja liikenteen yhteisvaikutuksesta. Korkeimmat pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Luukin ja Leppävaaran 20 ja Kallion ja Mannerheimintien 27 µg/m³:n välillä.



Kuva 4.5. Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot vuonna 2013. Raja-arvo on 25 µg/m³ ja WHO:n ohjearvo 10 µg/m³.

Lue lisää:

Katupölyn lähteistä ja haittojen vähentämismahdollisuuksista

- Tervahattu ym. 2007
- Kupiainen ym. 2009, 2011, 2012
- Kupiainen ja Stojiljkovic 2009
- Kupiainen ja Ritola 2013

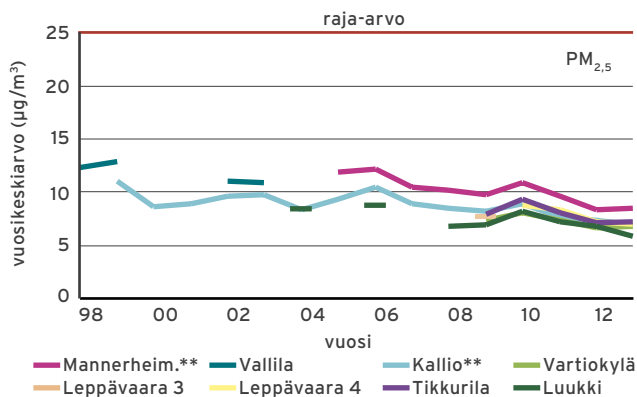
Nastarenkaiden käytön vähentämismahdollisuuksista ja sen vaikutuksesta liikenneturvallisuuteen

- HKR 2013
- Kupiainen ym. 2013
- www.nasta.fi

Talvikunnossapidon keinoista vähentää katupölyä

- www.redust.fi

Pienhiukkasten korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Katajanokan 39 ja Kallion 201 µg/m³:n välillä. Katajanokan korkea tuntipitoisuus aiheutui vierailevasta laivasta, Kallion huippupitoisuus 20. lokakuuta klo 22 Linnanmäen ilotulituksesta.



Kuva 4.6. Pienhiukkasten pitoisuudet ovat viime vuosina olleet lievästi laskusuunnassa. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on luokiteltu vuodesta 2001 alkaen kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Episoditilanteet

Kaukokulkeumaepisodit

Kaukokulkeumaepisodien aikana suuri osa pienhiukkasista on yleensä peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä, kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta (kuva 4.8). Noin puolet episodeista on sellaisia, että tavanomaisten saasteiden lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu hieman tai paljon Itä-Euroopan avopaloista, kuten maastopaloista ja peltojen kulotuksista (Niemi ym. 2006, 2009).

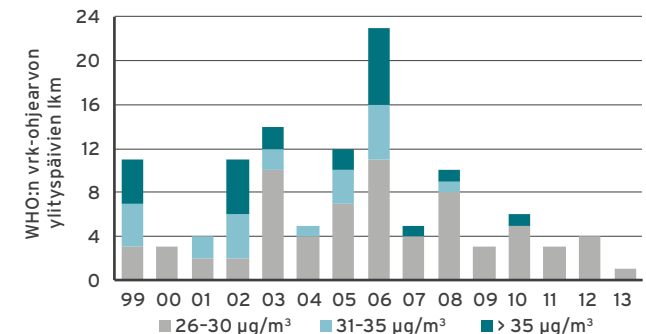
Taulukko 4.2. Pienhiukkasten normit eivät vuositasolla ylittyneet pääkaupunkiseudulla vuonna 2013. Vuorokausiohjearvo ylityksiä sen sijaan oli muutama.

PM _{2,5}	µg/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
Vuosiraja-arvo	25	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Vuosiohjearvo	10	vuosikeskiarvo	WHO 2006	Ei	-
Vuorokausiohjearvo	25	vuorokausipitoisuus	-"-	Kyllä	Man, Kal, Kat, Tap

Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodiksi pääkaupunkiseudulla on määritelty tilanne, jossa pienhiukkasten vuorokausikeskiarvo ylittää 25 µg/m³ Kalliossa (kuva 4.7) ja pitoisuus nousee samanaikaisesti myös Luukissa.

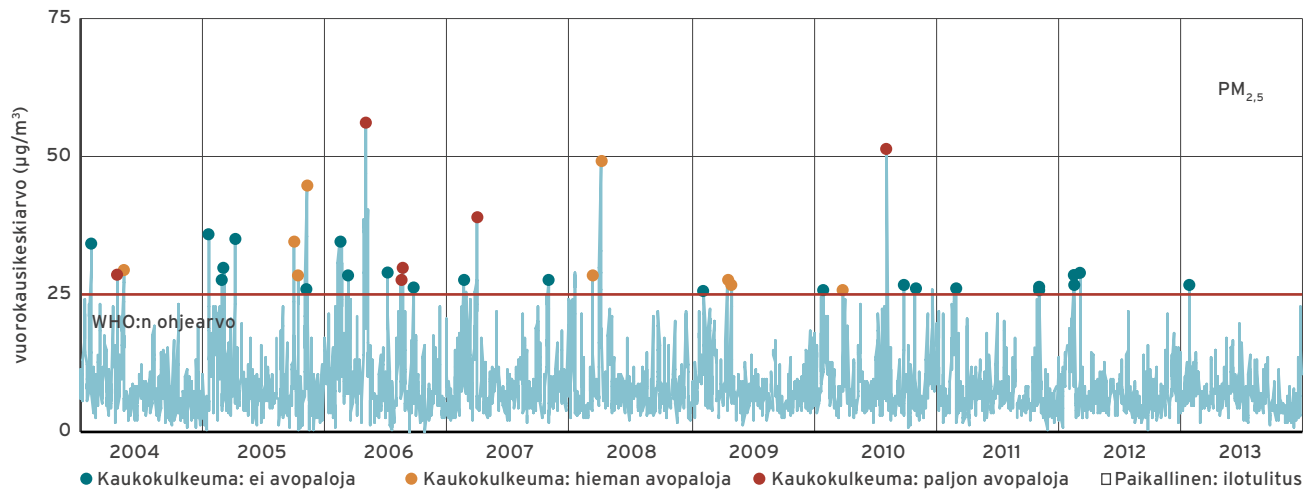
Vuoden 2013 ainoa pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodiksi luokiteltava tilanne oli tammikuun lopulla. Tammikuun 29. päivänä vuorokausikeskiarvo Kalliossa oli 27 µg/m³ ja pitoisuudet olivat samaan aikaan koholla myös Luukissa. Episodin aikana korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Luukin sekä Vartiokylän 35 ja Tapanilan 49 µg/m³:n välillä ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet Luukin 15 ja Kallion sekä Mannerheimintien 27 µg/m³:n välillä. Korkeimmat tuntipitoisuudet olivat asemasta riippuen 5-6 -kertaisia ja korkeimmat vuorokausipitoisuudet 3-4 -kertaisia keskimääräisiin pitoisuuksiin verrattuina.

Korkeita tunti- ja vuorokausipitoisuuksia aiheuttavat kaukokulkeumien lisäksi vilkasliikenteisillä alueilla liikenteen pakokaasut, pientaloalueilla tulisijojen käytön savut ja satamien ympäristössä laivojen päästöt. Myös ilotulitukset ja tulipalot aiheuttavat joskus korkeita paikallisia pitoisuushuippuja. Uudenvuoden ilotulitus näkyi pienhiukkasten pitoisuuksissa esim. Kalliossa ja Tapanilassa, joissa vuoden



Kuva 4.7. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuuden 25 µg/m³ ylittävien päivien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Kalliossa vuosina 1999-2013. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin pienhiukkasten kaukokulkeumien kestoa ja voimakkuutta.

ensimmäisen tunnin pitoisuudet olivat 35 ja 63 µg/m³. Linnanmäen ilotulitus 20. lokakuuta klo 22 aiheutti Kalliossa 201 µg/m³ huippupitoisuuden yhden tunnin ajan.



Kuva 4.8. Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot kaupunkitausta- asemalla Helsingin Kalliossa vuosina 2004–2013 ja päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta. Avopalojen merkitystä on arvioitu leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).

4.3 Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt, PAH

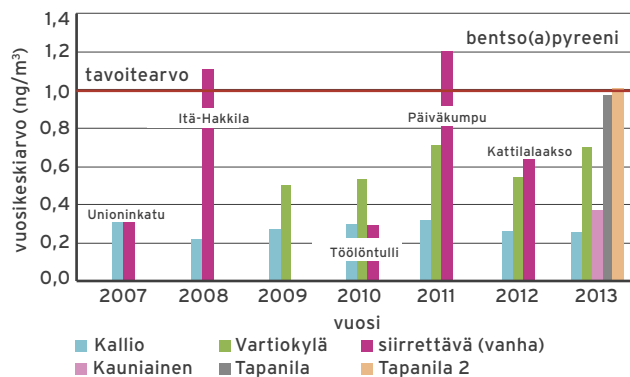
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt ovat hiilestä ja vedystä koostuvia yhdisteitä, joista osa esiintyy hiukasmuodossa. PAH-yhdisteitä syntyy epätäydellisessä palamisessa. Kohonneita pitoisuuksia esiintyy erityisesti asuntoalueilla, joilla on paljon talokohtaista puulämmitystä. Liikenteen päästöjen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on melko vähäinen. Monet PAH-yhdisteet, kuten bentso(a)pyreeni, lisäävät syöpäriskiä.

Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreenin tavoitearvo voi ylittyä puunpolton päästöjen vuoksi paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla kuten tapahtui vuonna 2008 Vantaan Itä-Hakkilassa ja vuonna 2011 Päiväkummussa. Vartiokylässä bentso(a)pyreenin pitoisuus on 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 on kohtalaisen pieni. Sekä Unioninkadulla v. 2007 että Töölöntullissa v. 2010 bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli vain 0,3 ng/m³.

Tavoitearvon ylittymisen vuoksi HSY teki vuonna 2012 EU-komissiolle selvityksen tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi. Selvityksessä arvioitiin, että tavoitearvon ylitysalueen suuruus on noin 21 km² ja alueella asuu noin 70 000 pientalo- ja rivitaloasukasta. (HSY ja Ympäristöministeriö 2012)



Kuva 4.9. Bentso(a)pyreenin vuosipitoisuudet ylittävät paikoitellen tavoitearvon.

Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksia mitattiin vuonna 2013 kaupunkitausta- asemalla Kalliolla sekä pientaloalueilla Vartiokylässä, Tapanilassa kahdessa kohteessa sekä Kauniaisissa. Bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliolla edelleen 0,3 ng/m³. Vartiokylässä vuosikeskiarvo oli 0,7, Tapanilassa molemmissa kohteissa 1,0 ja Kauniaisissa 0,4 ng/m³. Pitoisuudet olivat Tapanilassa tavoitearvon tasolla (kuva 4.9). Lääntäisissä kerätyissä näytteissä pitoisuudet Tapanilassa olivat selvästi korkeampia.

Taulukko 4.3. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo voi ylittyä paikoin pientaloalueilla. Vuonna 2013 ei mitattu ylityksiä.

Bentso(a)pyreeni	ng/m ³	Asettaja	Ylitys	Asema
Tavoitearvo	1	vuosikeskiarvo	VN asetus 164/2007	Ei

4.4 Musta hiili, BC

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). Musta hiili voi määrittää kasvihuoneilmiötä, koska se sitoo tehokkaasti lämmittävää auringon säteilyä.

Mustaa hiiltä vapautuu ilmaan polttoprosesseissa. Tärkeimmät päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat diesel-ajoneuvot, puun pienpoltto, laivaliikenne ja kaukokulkeuma. Ulkolähteistä peräisin oleva musta hiili tunkeutuu tehokkaasti sisätiloihin.

Mustan hiilen mittauksilla tarkennetaan käsitystä polttoprosesseissa pienhiukkasten pitoisuusvaihteluista ja lähteistä pääkaupunkiseudulla. Tulevina vuosina seurataan mm. pitoisuuksien kehittymistä vilkasliikenteisillä alueilla, sillä ajoneuvojen kiristyvien hiukkaspäästönormien ennakoitua vähentävän mustan hiilen päästöjä. Mustan hiilen pitoisuus on hyvä polttoprosesseissa pienhiukkasten pitoisuuden mitta.

Terveysvaikutukset

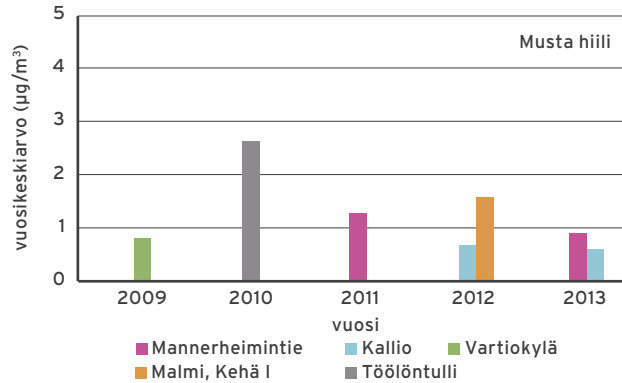
Epäorgaaninen hiili itsessään ei ole erityisen haitallista, mutta polttoprosesseissa vapautuvaan hiileen on aina sitoutuneena terveydelle haitallisia metalleja ja orgaanisia yhdisteitä.

Lyhytaikainen altistuminen korkeille polttoprosesseissa 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. Vilkaasti liikennöidyn tien lähellä asuminen on tutkimuksissa ollut yhteydessä esimerkiksi kohonneeseen astman ja sydänsairauden riskiin.

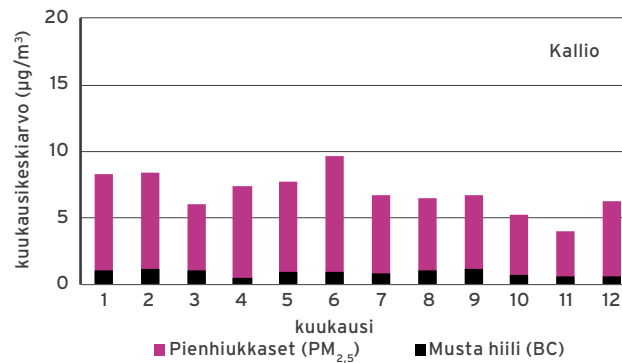
Vuonna 2013 mustaa hiiltä mitattiin Kallion kaupunkitausta- asemalla ja Mannerheimintiellä. Mustan hiilen vuosipitoisuus oli Kalliiossa 0,6 ja Mannerheimintiellä 0,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuvat 4.10-4.12).

Mustaa hiiltä mitataan alle yhden mikrometrin kokoisista hiukkasista, sillä valtaosa mustasta hiilestä on PM_{10} -koko- luokassa. Mittaustulosten perusteella voidaan laskea kohtalaisen tarkasti mustan hiilen osuus koko pienhiuk- kasmassasta. Kalliiossa musta hiili muodosti pienhiukkas- ten massasta keskimäärin 9 % kuten edellisenäkin vuon- na, ja Mannerheimintiellä 11 %. Mannerheimintiellä vuonna 2011 vastaava luku oli 14 %, Vartiokylässä 11 %, Kehä I:n varrella 17 % ja Töölöntullissa peräti 20 % (Malkki ym. 2011, 2012; Aarnio ym. 2013).

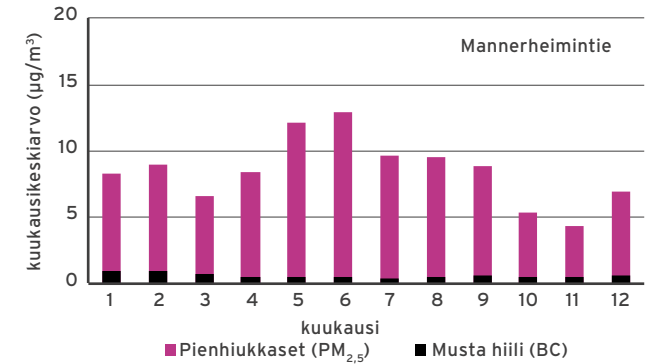
Pääkaupunkiseudulla mitatut mustan hiilen pitoisuudet ovat olleet mittauspai- kasta riippuen noin 2-10 kertaa korkeampia kuin Etelä-Suomen tausta- asemilla (Hyvärinen ym. 2011). Syynä pääkaupunkiseudun korkeisiin pitoisuu- siin ovat paikallisen liikenteen ja puun pienpolton päästöt ja osaltaan myös kaukokulkeuma. Paikallisten päästöjen suuri merkitys näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa eri vuorokaudenaikoina (kuva 4.13). Korkein mustan hiilen tuntikeskiarvo Kalliiossa oli 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja se mitattiin tam- mikuun 24. päivänä klo 21. Korkein tuntipitoisuus Manner- heimintiellä oli 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja se mitattiin joulukuun 4. päivä- nä klo 16.



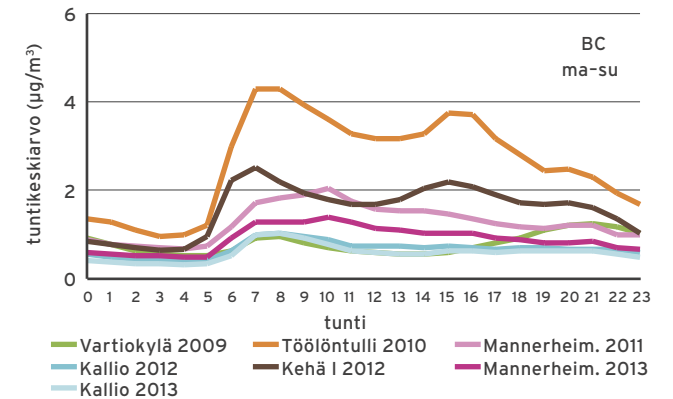
Kuva 4.10. Mustan hiilen vuosikeskiarvot vuosina 2009-2013.



Kuva 4.11. Pienhiukkasten ja mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Kalliiossa vuonna 2013.



Kuva 4.12. Pienhiukkasten ja mustan hiilen pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Mannerheimintiellä vuonna 2013.



Kuva 4.13. Mustan hiilen pitoisuuksien vaihtelu vuorokaudenajan mukaan eri mittausasemilla.

4.5 Hiukkasten lukumääräpitoisuudet

Hiukkasten lukumääräpitoisuudet

Hiukkasten lukumäärämittauksilla saadaan tietoa hiukkasten lukumäärästä pääkaupunkiseudun erilaisissa ympäristöissä sekä pitoisuustasojen muutoksista. Autojen vuonna 2015 kiristyvien päästönormien myötä myös hiukkasten lukumäärää päästöissä aletaan säädellä.

Vuonna 2013 hiukkasten lukumäärämittauksia tehtiin Mannerheimintielle mittausalueen ollessa 9-1 000 nm.

Helsingin yliopisto mittaa hiukkasten lukumäärää kaupunkitausta-aseamalla (SMEAR III) Kumpulassa, jossa hiukkasten lukumäärään vaikuttaa Kustaa Vaasan tie (noin 38 100 ajon./vrk, etäisyys n. 150 m).

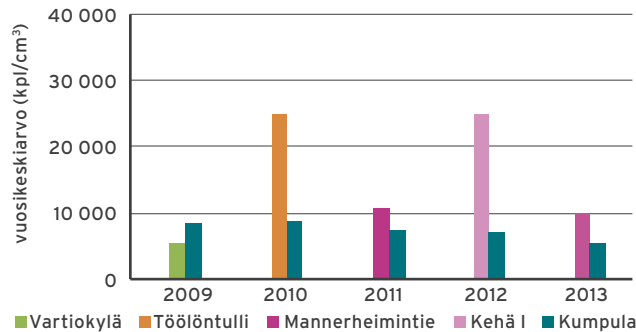
Lukumääräpitoisuuden vuosikeskiarvo oli vuonna 2013 Mannerheimintielle noin 10 000 kpl/cm³ ja Kumpulassa runsaat 5 000 kpl/cm³ (Helsingin yliopisto 2014a) (kuva 4.14). Pääkaupunkiseudun eri mittauspaikkojen vuosipitoisuudet ovat olleet välillä 5 000-25 000 kpl/cm³. Kumpulassa vuosipitoisuudet ovat laskeneet. Talvella pitoisuustasot vaikuttaisivat olevan kesää korkeampia (kuva 4.15).

Suomessa maaseututausta-aseamalla hiukkasten lukumäärät ovat huomattavasti alhaisempia. Saaristomeren sisääntuloväylän varrella Utössä hiukkasten lukumäärä on ollut runsaat 3 000 kpl/cm³ (mittausalue 7-500 nm) ja Lapissa Vär-

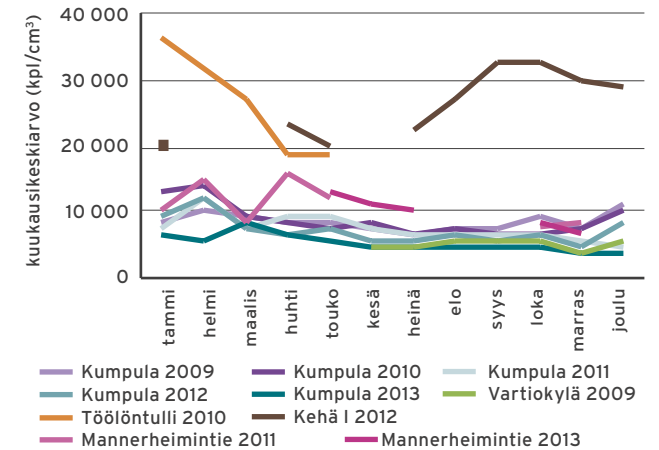
riön luonnonpuistossa lähellä Venäjän rajaa 700 kpl/cm³ (mittausalue 8-460 nm) (dal Maso et al. 2008).

Tukholmassa hiukkasten lukumääräpitoisuus Hornsgatanin vilkasliikenteisessä katukuilussa oli noin 28 000 kpl/cm³ vuonna 2013 (mittausalue > 4 nm) (SLB 2014). Tanskassa vuonna 2010 hiukkasten lukumääräpitoisuus oli Kööpenhaminan keskustassa 16 000 kpl/cm³, kaupunkitausta-aseamalla noin 7 000 ja maaseudun tausta-aseamalla noin 4 000 kpl/cm³ (mittausalue 6-700 nm) (Massling et al. 2011).

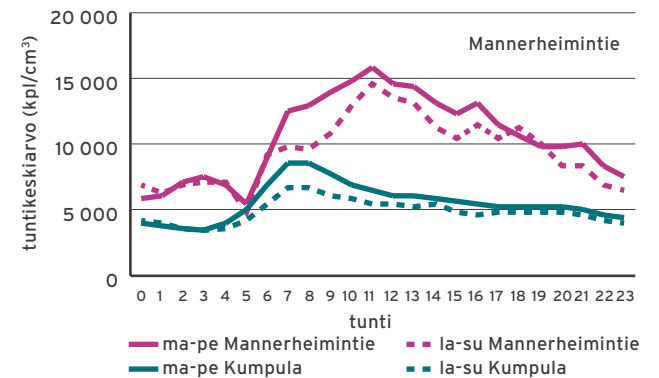
Paikallisten päästöjen vaikutus pitoisuuksiin näkyy selvästi pitoisuuksien vaihtelussa viikonpäivän ja vuorokauden ajan mukaan (kuva 4.16). Mannerheimintien pitoisuudet nousivat aamuliikenteen myötä ja laskivat jälleen illan hiljentyessä. Kumpulan kaupunkitausta-aseamalla vaihtelu oli huomattavasti vähäisempää. Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla alhaisimmillaan aamuyöstä, jolloin myös liikenne on vähäisintä.



Kuva 4.14. Hiukkasten lukumääräpitoisuuksien vuosikeskiarvot HSY:n ja Helsingin yliopiston Kumpulan mittausasemilla vuosina 2009-2013.



Kuva 4.15. Hiukkasten lukumääräpitoisuuksien kuukausikeskiarvot HSY:n ja Helsingin yliopiston Kumpulan mittausasemilla vuosina 2009-2013.



Kuva 4.16. Hiukkasten lukumäärien vaihtelu vuorokaudenajan suhteen Mannerheimintien ja Helsingin yliopiston Kumpulan mittausasemilla vuonna 2013.

4.6 Raskasmetallit

Raskasmetallit

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

Vuonna 2013 lyijypitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliossa $0,005 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on vain sadasosa vuosiraja-arvosta. Lyijyn pitoisuudet pääkaupunkiseudulla laskivat voimakkaasti 1990-luvulla.

Arseenia, kadmiumia ja nikkeliä on mitattu pääkaupunkiseudulla vuodesta 2000 lähtien. Pitoisuudet olivat Kalliossa selvästi tavoitearvojen alapuolella, eivätkä ne myöskään ylittäneet arviointikynnyksiä, joiden perusteella määräytyy näiden metallien mittausvelvoite. Pitoisuuksissa ei ole nähtävissä selviä trendejä.

Taulukko 4.4. Raskasmetallien pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat matalia suhteessa niitä sääteleviin raja- ja tavoitearvoihin.

Raskasmetallit	ng/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
Lyijy, vuosiraja-arvo	500	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Arseeni, tavoitearvo	6	vuosikeskiarvo	VN asetus 164/2007	Ei	-
Kadmium, tavoitearvo	5	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-
Nikkeli, tavoitearvo	20	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-

Episodit

Episodilla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmaansaasteiden pitoisuudet kohoavat normaalia huomattavasti korkeammiksi useiden tuntien tai vuorokausien ajaksi. Episoditilanne voi syntyä

- säätilanteessa, joka heikentää saasteiden sekoittumista, laimenemista ja poistumista
- kaukokulkeuman vaikutuksesta
- poikkeuksellisessa päästötilanteessa

Episoditilanteita aiheuttavat tyypillisesti

- katupöly kuivina kevätpäivinä
- pakokaasujen typenoksidipäästöt inversiotilanteissa pakkasaamuina
- pienhiukkasten ja otsonin kaukokulkeumat keväällä ja kesällä

Joskus erilaiset episodityypit saattavat osua samaan aikaan. Esimerkiksi joi-
nakin 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 al-
lergisten ihmisten oireita.

Pääkaupunkiseudun kaupungit ovat varautuneet episoditilanteisiin. Kaupun-
geilla on yhteinen vuonna 2010 hyväksytty varautumissuunnitelma ilman-
laadun äkilliseen heikkenemiseen (HSY 2010b). Varautumissuunnitelmassa
on toimintamalli katupölyn, pakokaasujen typpidioksidin, kaukokulkeutuvien
pienhiukkasten ja savujen sekä otsonin varalta.

Lue lisää: www.hsy.fi/varautumissuunnitelma

Inversio

Inversio syntyy useimmiten selkeän ja tyyneen yön aikana, jolloin maanpin-
nan lähellä oleva ilma jäähtyy korkeammalla olevaa ilmaa kylmemmäksi.
Normaalisti tilanne on päinvastainen. Inversiotilanteessa liikenteen päästöt
kertyvät hengitysilmään, koska ne eivät pääse sekoittumaan ja laimenemaan
pystysuunnassa. Kylminä pakkaspäivinä inversiotilanne voi kestää pitkään,
kun muulloin auringon lämpö lopettaa inversiotilanteen yleensä aamuruuh-
kan jälkeen.



5 Typen oksidit, NO_x

Typen oksidit, NO_x

Typenoksideilla (NO_x) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂). Pääkaupunkiseudulla niiden suurimmat päästölähteet ovat energiantuotanto ja liikenne, erityisesti raskas liikenne.

Terveysvaikutukset

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

Vuonna 2013 typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat Luukissa mitatun 5 ja Mannerheimintien mittausasemalla mitatun 37 µg/m³:n välillä (kuva 5.1). Pitoisuudet olivat kaikilla mittausasemilla vuosiraja-arvon alapuolella. Pitoisuudet olivat suunnilleen edellisvuoden tasolla.

Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitettiin lisäksi passiivikeräinmenetelmällä. Näissä mittauksissa typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon vuonna 2013 Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa Mannerheimintiellä Töölöntullissa, Hämeentiellä ja Mäkelänkadulla. Pitoisuudet näissä olivat 49, 45 ja 43 µg/m³ (kuva 5.2). Lisäksi raja-arvo ylittyi Eliel Saarisen tien tunnelin bussipysäkillä, missä vuosipitoisuus oli 51 µg/m³, sekä Helsinki-Vantaan lentoasemalla terminaali 2:n edessä (45 µg/m³).

Typpidioksidin tuntiraja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla. Typpidioksidipitoisuus ylitti raja-arvotason 200 µg/m³ Vartiokylässä kahden tunnin ajan marraskuussa työkonien päästöjen vuoksi ja Kehä III:n varrella yhden tunnin ajan maaliskuussa aamuruuhkan aikaan. Eri mittausasemien korkeimmat tuntipitoisuudet vaihtelivat Luukin 66 ja Vartiokylän 289 µg/m³ välillä, ja korkeimmat vuorokausiarvot Luukin 25 ja Kehä III:n varren 98 µg/m³ välillä. Merkittäviä episoditilanteita ei vuonna 2013 ollut.

Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvo ylittyi Mannerheimintiellä kesäkuussa ja Kehä III:n varrella tammi-maaliskuussa. Typpidioksidin tuntiohjearvo ylittyi maaliskuussa Kehä III:n varrella.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi typenoksidoille on annettu myös kriittinen taso. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän tasoon. Luukissa NO- ja NO₂-pitoisuuksien vuosikeskiarvojen summa oli 5 µg/m³ ja siten selvästi alle kriittisen tason.

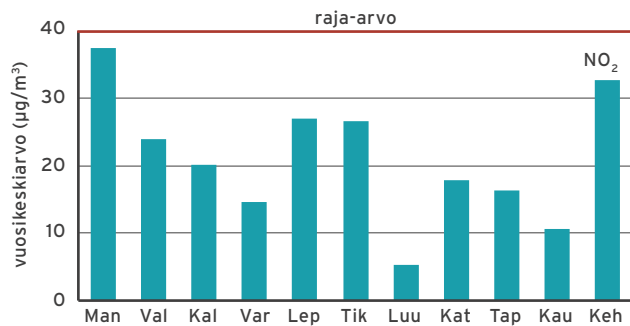
Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typpidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet typpimonoksidia hitaammin (kuva 5.3). Monet tekijät, mm. sääolot, otsonipitoisuuden vaihtelut sekä dieselautojen määrän kasvu ja typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuksiin (Anttila ym. 2011). Typpimonoksidin pitoisuudet laskivat voimakkaasti jo 1990-luvulla erityisesti autojen katalysaattoreiden myötä. Viime vuosina pitoisuuksien lasku on ollut vähäisempää (kuva 5.4).

Lentoasema

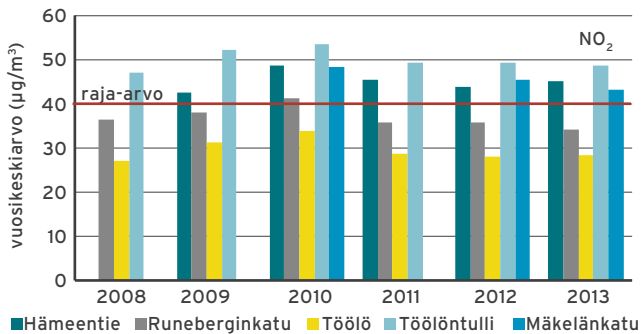
Typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin vuonna 2013 kolmessa mittauspisteessä Helsinki-Vantaan lentoasemalla ja kahdessa mittauspisteessä lentoaseman lähiympäristössä. Typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi terminaali 2:n edessä sijaitsevassa mittauspisteessä, jossa vuosipitoisuus oli 45 µg/m³. Terminaali 1:n mittauspisteessä vuosipitoisuus oli 39 µg/m³ ja Lentäjätie 3:n mittauspisteessä 22 µg/m³. Kiitoratojen päissä pitoisuudet olivat 13 ja 16 µg/m³. Pitoisuudet olivat hivenen edellisvuotta matalampia.

Satamat

Helsingin satamissa kartoitettiin typpidioksidin pitoisuuksia passiivikeräimin neljässä mittauskohteessa. Länsisatamassa typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 21 µg/m³, Katajanokalla 18 µg/m³ ja Etelärannassa 23 µg/m³. Pitoisuudet olivat hieman matalampia tai samaa tasoa edellisvuoteen nähden. Länsisatamassa kartoitettiin typpidioksidipitoisuutta myös 50 m korkeudella kattotasolla, missä vuosikeskiarvo oli 14 µg/m³.



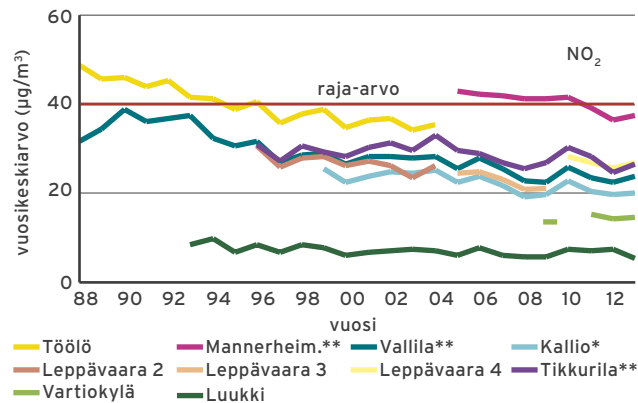
Kuva 5.1. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon.



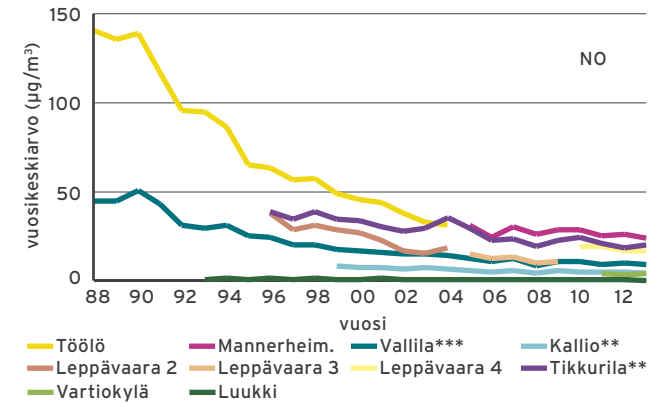
Kuva 5.2. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin vuosikeskiarvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) raja-arvoa valvovissa kohteissa.

Taulukko 5.1. Typpidioksidipitoisuuksia säätelevät raja- ja ohjearvot ylittyivät paikoitellen pääkaupunkiseudulla myös vuonna 2013.

NO ₂	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		Asettaja	Ylitys	Asema
Vuosiraja-arvo	40	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Kyllä	Katukuilut
Tuntiraja-arvo	200	saa ylittyä 18 tuntia vuodessa	-"-	Ei	-
Vuorokausiohjearvo	70	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Kyllä	Man, Kehä III
Tuntiohjearvo	150	saa ylittää 1 % kuukauden tunneista	-"-	Kyllä	Kehä III
Varoituskynnys	400	3 peräkkäistä tuntia	VN asetus 38/2011	Ei	-
Kriittinen taso NO_x/kasvillisuus	30	vuosikeskiarvo	-"-	Ei	-



Kuva 5.3. Typpidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet hitaasti. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyytaso on luokiteltu vuodesta 2001 alkaen kolmeen tasoon: * melkein merkitsevää, ** merkitsevää, *** erittäin merkitsevää.



Kuva 5.4. Typpimonoksidin pitoisuudet laskivat 1990-luvulla voimakkaasti katalysaattoreiden ansiosta. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyytaso on luokiteltu vuodesta 2001 alkaen kolmeen tasoon: * melkein merkitsevää, ** merkitsevää, *** erittäin merkitsevää.

Typidioksidin raja-arvo ylittyy yhä vilkkaissa katukuiluissa

Typidioksidille asetettu vuosiraja-arvo on ylittynyt vain Helsingissä. Vuosiraja-arvo ylittyy edelleen Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa. Sen sijaan raja-arvo ei ole enää vuoden 2010 jälkeen ylittynyt Mannerheimintien mittausasemalla eikä passiivikeräinmittauksissa Runeberginkadulla ja Töölössä Nordenskiöldin aukiolla.

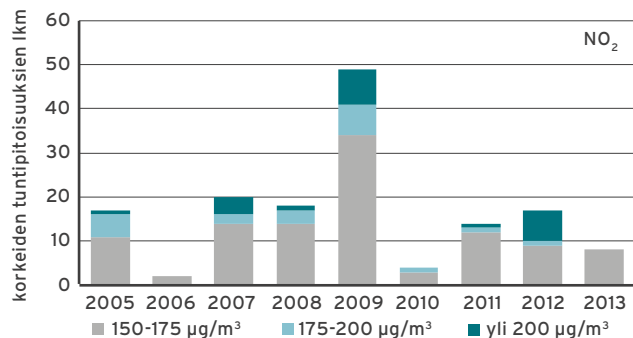
Helsingissä on arviolta noin kahdeksan kilometriä katuosuuksia, joilla typidioksidin tai hengitettävien hiukkasten raja-arvot voisivat ylittyä (Helsinki 2005; kuva 5.6). Karttaan on merkitty punaisella raja-arvon ylityspaikat. Myönteistä kehitystä on tapahtunut, ilmanlaatu on kohentunut monilla katuosuuksilla.

Typidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta pääkaupunkiseudulla laadittiin ilmanuojelun toimintaohjelmat pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi vuosille 2008–2016.

Lue lisää: luku 4.1 ja www.hsy.fi/ilmansuojeluohjelma

Jatkoaikaa ylityksille vielä vuoden 2014 loppuun

Typidioksidipitoisuudet ylittävät edelleen raja-arvot. Liikenteen päästöt ja dieselautojen osuuden kasvu ovat pääsyytä raja-arvojen ylittymiselle. Pitoisuudet eivät olisi saaneet enää vuoden 2010 jälkeen ylittää raja-arvoja. Ilmansuojeluohjelmien toimenpiteet eivät kuitenkaan ehtineet vaikuttaa riittävästi ennen sitä. Suomi anoi ja sai EU-komissiolta jatkoaikaa raja-arvon alittamiselle vuoden 2014 loppuun asti. Helsingin kaupunkisuunnitteluvirasto käynnisti vuonna 2012 selvityksen raja-arvon saavuttamiseksi tarvittavista toimenpiteistä. Selvityksen laatimiseen osallistuvat myös Helsingin ympäristökeskus, HSL ja HSY.



Kuva 5.5. Typidioksidin korkeiden (> 150 µg/m³) tuntikeskiarvojen määrät Mannerheimintieellä vuosina 2005–2013. Tuntiraja-arvotason (200 µg/m³) ylittäviä tunteja saa olla enintään 18 kpl/vuosi.



- Pyryvä mittausasema, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo yli 40 µg/m³
- Pyryvä mittausasema, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo alle 40 µg/m³
- Siirrettävä mittausasema, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo yli 40 µg/m³
- Siirrettävä mittausasema, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo alle 40 µg/m³
- ★ Passiivikeräytys, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo yli 40 µg/m³
- ★ Passiivikeräytys, NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo alle 40 µg/m³

Kuva 5.6. Helsingin katuosuudet, joilla ilmanlaadun raja-arvojen on arvioitu ylittyvän. Punaisin symbolein on merkitty ne paikat, joissa typidioksidin vuosiraja-arvo on ylittynyt viimeisimmässä mittauksissa. Vuosiluvut viittaavat mittauksiin siirrettävillä mittausasemilla.

© Helsingin kaupunki, Kaupunkimittausosasto, alueen kunnat ja HSY 2012

6 Otsoni, O₃

Otsoni

Otsoni suojelee tai vahingoittaa maan eliöitä riippuen sen esiintymiskorkeudesta ilmakehässä. Korkealla yläilmakehässä otsoni toimii suojakilpenä auringon vaarallisia ultraviolettia eli UV-säteitä vastaan. Sen sijaan lähellä maanpintaa olevassa alailmakehässä ja hengitysilmassa otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallinen ilmansaaste.

Muodostuminen

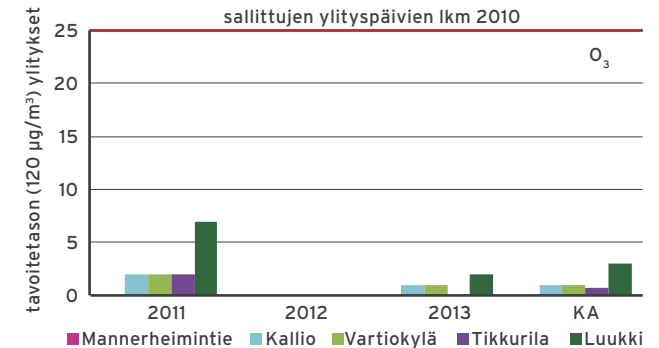
Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu ilmassa auringonsäteilyn vaikutuksesta hapen, typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kaupunkien keskustoisissa otsonia on vähemmän kuin esikaupunkialueilla ja maaseudulla, koska sitä myös kuluu reaktioissa 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.

Terveysvaikutukset

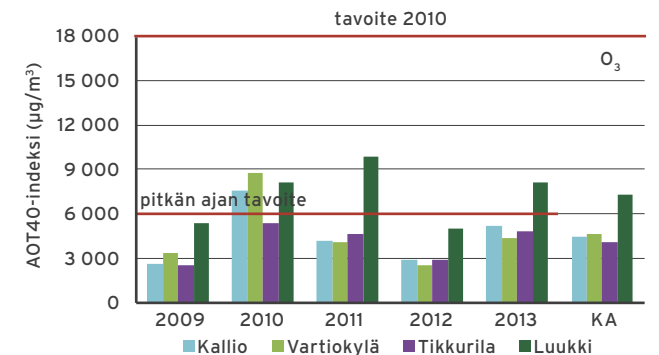
Otsonin aiheuttamia tyypillisiä oireita ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytys. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Kohonneisiin otsonipitoisuuksiin voi myös liittyä lisääntynyttä kuolleisuutta ja sairaalahoitoja. Otsoni voi pahentaa siitepölyjen aiheuttamia allergiaoireita. Otsoni aiheuttaa vaurioita kasvien lehtiin ja neulasiin. Se voi heikentää metsien kasvua ja aiheuttaa viljelyksille satotappioita. Kasvien herkkyys otsonille vaihtelee kasvilajeittain.

Vuonna 2013 otsonipitoisuuden 8 tunnin keskiarvot ylittivät tavoitetason 120 µg/m³ Kalliossa ja Vartiokylässä kerran sekä Luukissa kaksi kertaa. Vuosina 2011-2013 ylityspäivien keskimäärät vaihtelivat asemasta riippuen nollassa kolmeen (kuva 6.1). Otsonipitoisuudet pysyivät siten vuoden 2010 tavoitearvon alapuolella, mutta pitkän ajan tavoite ylittyi. Luukissa pitoisuudet ylittivät myös kasvillisuuden suojelemiseksi annetun pitkän ajan tavoitteen (kuva 6.2). Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi annetut pitkän aikavälin tavoitteet ovat ylittyneet useimpina vuosina viimeisten 20 vuoden aikana.

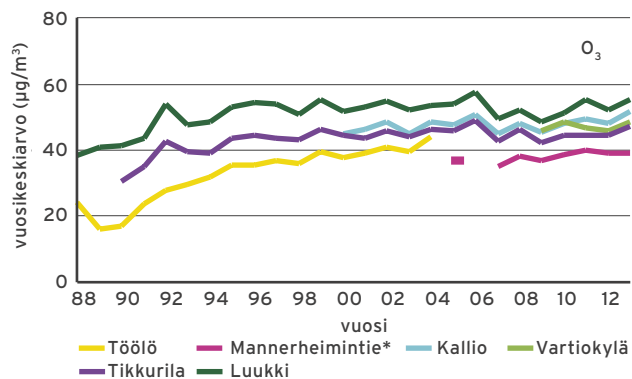
Otsonipitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat vuonna 2013 Mannerheimintien 39 ja Luukin 55 µg/m³:n välillä. Pitoisuudet olivat vuonna 2013 Mannerheimintiellä samalla tasolla ja muilla mittausasemilla hieman korkeammat kuin vuonna 2012. Otsonipitoisuudet kohosivat pääkaupunkiseudulla erityisesti 1990-luvun alussa ja ovat pysyneet siitä lähtien suunnilleen ennallaan (kuva 6.3).



Kuva 6.1. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2011-2013 verrattuina terveyden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon. KA = keskiarvo kolmelta vuodelta. Pitkän ajan tavoitteena on, että ylityksiä ei olisi lainkaan.



Kuva 6.2. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2009-2013 verrattuina kasvillisuuden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon ja pitkän ajan tavoitteeseen. KA = keskiarvo viideltä vuodelta.



Kuva 6.3. Otsonipitoisuus on pääkaupunkiseudulla pysynyt 2000-luvulla samalla tasolla. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on luokiteltu vuodesta 2001 alkaen kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Otsonipitoisuuden kasvu Mannerheimintiellä on seurausta siitä, että otsonia kuluttavien saasteiden pitoisuus ilmassa on vähentynyt. Yleisesti otsonipitoisuudet ovat liikeneympäristöissä matalampia kuin tausta-asevilla, koska kaupunkiympäristöissä otsonia kuluu sen reagoiessa 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.

Taulukko 6.1. Otsonia säätelevät pitkän ajan tavoitteet ylittyivät pääkaupunkiseudulla vuonna 2013.

O ₃	µg/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
Tiedotuskynnys	180	tuntikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
Varoituskynnys	240	tuntikeskiarvo	-"-	Ei	-
Tavoitearvo	120	8 tunnin liukuva keskiarvo, saa ylittyä 25 kertaa vuodessa kolmen vuoden keskiarvona	-"-	Ei	-
Pitkän ajan tavoite	120	8 tunnin liukuva keskiarvo, ei ylityksiä	-"-	Kyllä	Kal, Var, Luu
Tavoitearvo/kasvillisuus eli AOT40-indeksi	18 000 µg/m ³ h	kesä*, viiden vuoden keskiarvo	-"-	Ei	-
Pitkän ajan tavoite/kasvillisuus eli AOT40-indeksi	6 000 µg/m ³ h	kesä*, ei ylityksiä	-"-	Kyllä	Luu

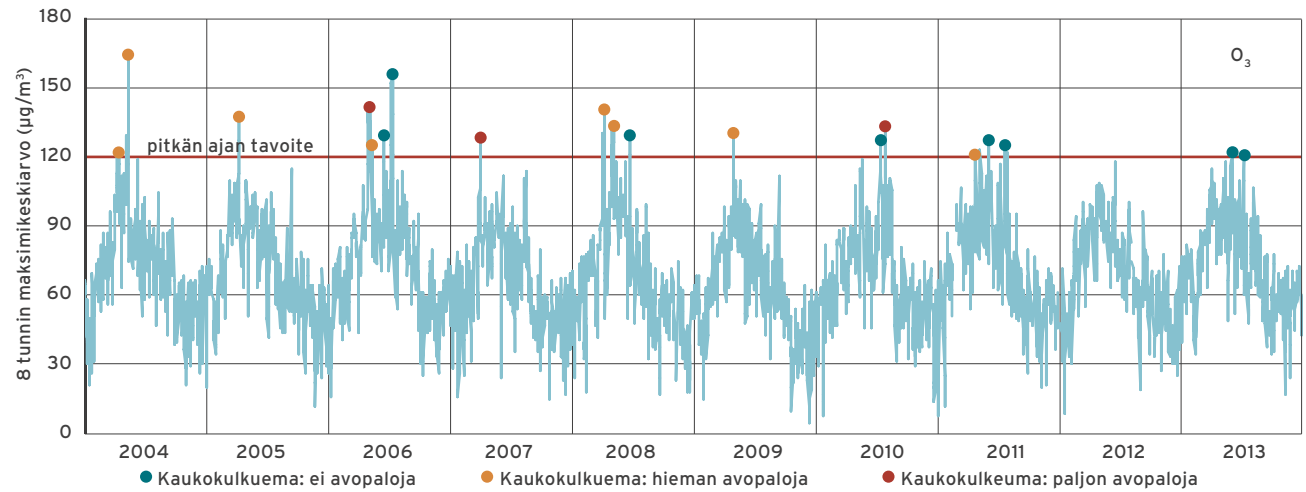
* 80 µg/m³ ylittävien tuntipitoisuuksien (joista ensin on vähennetty 80 µg/m³) summa jaksolla 1.5.-31.7. klo 10-22

Episoditilanteet

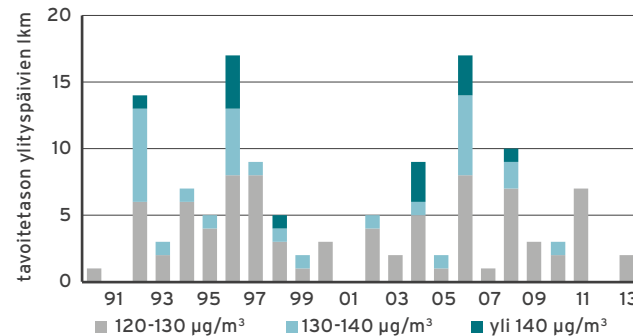
Otsoniepisodit

Suomeen kaukokulkeutuu runsaasti otsonia muualta Euroopasta. Korkeimmat pitoisuushuiput havaitaan yleensä aurinkoisina kevät- ja kesäpäivinä, kun ilmavirtaukset saapuvat Keski- ja Itä-Euroopan saasteisimmilta alueilta. Myös Itä-Euroopan maastopalojen ja peltojen kulotusten päästöt ovat todennäköisesti usein osasyynä otsoniepisodeihin. Väestölle tiedottamisen kynnyсарvo $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on ylittynyt pääkaupunkiseudulla vain kahden tunnin ajan 7.5.2004.

Ilmanlaadun vuosiraporteissa otsoniepisodeiksi on luokiteltu tilanteet, jolloin 8 tunnin keskiarvopitoisuudet ylittävät $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2013 tällaisia tilanteita mitattiin kolmena päivänä: kesäkuun 1. päivänä Kalliossa ja Luukissa, kesäkuun 5. päivänä Vartiokylässä ja heinäkuun 5. päivänä Luukissa (kuvat 6.4 ja 6.5). Kaikkina näinä päivinä vallitsi sateeton hellesää yölämpötilankin pysytellessä vähintään noin 15 asteessa.



Kuva 6.4. Otsonin korkeimmat päivittäiset 8 tunnin keskiarvopitoisuudet alueellisella tausta-aseamalla Espoon Luukissa vuosina 2004–2013. Avopalojen merkitystä kaukokulkeumissa on arvioitu karkeasti pienhiukkasten leväimismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).



Kuva 6.5. Otsonin pitkän aikavälin tavoitteen ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 tunnin liukuva keskiarvo) ylittävien vuorokausien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Luukissa vuosina 1990–2013. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin otsonin kaukokulkeumien kestoja ja voimakkuutta.

7 Muut ilmansaasteet

7.1 Rikkidioksidi, SO₂

Rikkidioksidi, SO₂

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

Terveysvaikutukset

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

Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2013 selvästi raja-arvojen alapuolella. Vuorokausiraja-arvoon ja tuntiraja-arvoon verrannolliset pitoisuudet olivat Katajanokalla 10 ja 39 µg/m³, Vallilassa 7 ja 18 µg/m³ ja Luukissa 4 ja 10 µg/m³. Pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat Luukin 1 ja Katajanokan 3 µg/m³:n välillä.

Luontovaikutukset

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

Rikkidioksidipitoisuudet olivat pieniä myös suhteessa ohjearvoihin. Korkein rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus oli Katajanokalla 12, Vallilassa 8 ja Luukissa 4 µg/m³. Tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat Luukin 10 ja Katajanokan 32 µg/m³ välillä. Vaikka ohje- tai raja-arvot eivät ylittyneetkään, pitoisuudet kohosivat ajoittain korkeiksi Katajanokalla laivojen päästöjen vuoksi (luku 8.4).

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on rikkidioksidille annettu myös kriittinen taso. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän tasoon. Luukin rikkidioksidipitoisuudet olivat selvästi kriittisen tason alapuolella.

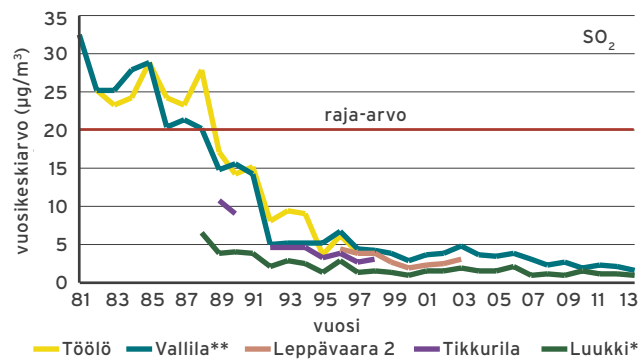
Pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet laskivat huomattavasti 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa (kuva 7.1).

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

Rikkidioksidi ei enää ole merkittävä ilmanlaadun ongelma pääkaupunkiseudulla. Satamien ja huippulämpökeskusten lähellä esiintyy kuitenkin ajoittain korkeita lyhytaikaisia pitoisuuksia, jotka saattavat aiheuttaa haittaa lähistön asukkaille.

Satamat

Helsingin satamissa kartoitettiin passiivikeräyksen rikkidioksidin pitoisuuksia neljässä mittauskohteessa. Katajanokalla rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 4 µg/m³ kuten myös Länsisatamassa ja Etelärannassa. Pitoisuudet olivat samaa tasoa edellisvuoteen nähden. Länsisatamassa kartoitettiin rikkidioksidipitoisuutta myös 50 m korkeudella kattotasolla, missä vuosikeskiarvo oli 5 µg/m³.



Kuva 7.1. Rikkidioksidin pitoisuudet pääkaupunkiseudulla laskivat voimakkaasti 1980-luvulla. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso vuodesta 2001 alkaen on luokiteltu kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Taulukko 7.1. Rikkidioksidipitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat yleensä matalia suhteessa niitä sääteleviin normeihin.

SO ₂	µg/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
Vuorokausiraja-arvo	125	saa ylittyä 3 vrk vuodessa	VN asetus 38/2011	Ei	-
Tuntiraja-arvo	350	saa ylittyä 24 tuntia vuodessa	-"-	Ei	-
Vuorokausiohjearvo	80	saa ylittyä kerran kuukaudessa	VN asetus 480/1996	Ei	-
Tuntiohjearvo	250	saa ylittää 1 % kuukauden tunneista	-"-	Ei	-
Varoituskynnys	500	3 peräkkäistä tuntia	VN asetus 38/2011	Ei	-
Kriittinen taso/kasvillisuus	20	vuosikeskiarvo ja talvikeskiarvo	-"-	Ei	-

7.2 Hiilimonoksidi, CO

Hiilimonoksidi, CO, eli häkä

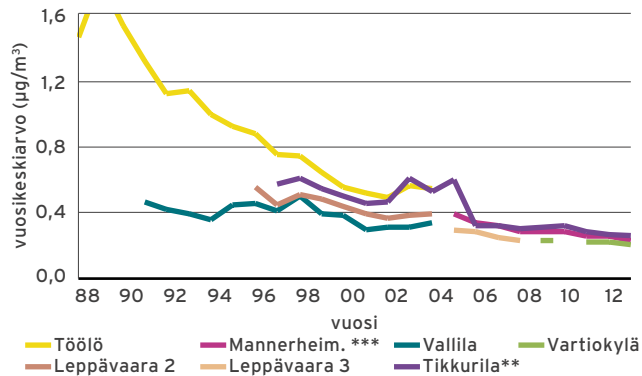
Kaupunki-ilman hiilimonoksidi on peräisin pääosin henkilöautojen pakokaasuista. Ulkoilman häkäpitoisuudet ovat nykyisin varsin matalia polttoaineiden ja moottoritekniikan parantumisen sekä pakokaasujen katalyyttisen puhdistuksen ansiosta.

Terveysvaikutukset

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

Hiilimonoksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat vuonna 2013 tasolla 0,2–0,3 mg/m³. Pitoisuudet laskivat 1990-luvulla voimakkaasti, mikä oli seurausta henkilöautokannan yleisestä paranemisesta, katalyysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuuden kasvusta sekä polttoaineiden laadun paranemisesta (kuva 7.2).

Hiilimonoksidin raja-arvo sekä ohjearvot alittuivat selvästi. Raja- ja ohjearvoon verrattavat korkeimmat kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuudet olivat 1,6 mg/m³ sekä Mannerheimintieellä että Tikkurilassa. Korkein ohjearvoon verrattava tuntipitoisuus oli 3,6 mg/m³ Vartiokylässä loka-kuun 2. päivänä klo 8.



Kuva 7.2. Hiilimonoksidin pitoisuudet pääkaupunkiseudulla laskivat voimakkaasti jo 1990-luvulla. Tilastollinen merkitsevyystaso on laskettu vuodesta 2001 alkaen.

7.3 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VOC

Haihtuvilla orgaanisilla yhdisteillä tarkoitetaan suurta määrää orgaanisia hiiliyhdisteitä, jotka esiintyvät pääosin kaasumaisessa muodossa. VOC-yhdisteitä ovat mm. monet hiilivedyt, alkoholit, ketonit, aldehydit, esterit ja eetterit. Monet VOC-yhdisteet ovat haisevia ja ärsyttäviä, ja jotkut niistä lisäävät syöpäriskiä. VOC-yhdisteet ja typenoksidit muodostavat alailmakehässä otsonia.

Bentseenin pitoisuuksia mitattiin passiivikeräinmenetelmällä kahden viikon jaksoissa Kalliossa, Vartiokylässä ja Tikkurilassa. Bentseenin vuosikeskiarvo oli Kalliossa ja

Taulukko 7.2. Hiilimonoksidin pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat nykyisin matalia suhteessa niitä sääteleviin normeihin.

CO	mg/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
8 tunnin raja-arvo	10	8 tunnin liukuva keskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-
8 tunnin ohjearvo	8	8 tunnin liukuva keskiarvo	VN asetus 480/1996	Ei	-
Tuntiohjearvo	20	tuntikeskiarvo	-"-	Ei	-

Taulukko 7.3. Bentseenin raja-arvo ei ole vaarassa ylittyä pääkaupunkiseudulla.

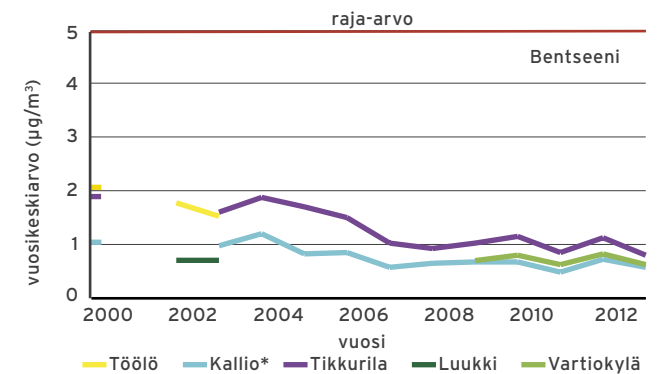
Bentseeni	µg/m ³		Asettaja	Ylitys	Asema
Vuosiraja-arvo	5	vuosikeskiarvo	VN asetus 38/2011	Ei	-

Päästöt

VOC-yhdisteet ovat peräisin liikenteestä, teollisuudesta, pientalojen lämmityksestä sekä kasvillisuudesta. Syöpävaaraa aiheuttavan bentseenin pitoisuudet ovat koholla vilkasliikenteisissä paikoissa ja paikoin myös asuinalueilla, joilla on runsaasti talokohtaista puulämmitystä.

Vartiokylässä 0,6 sekä ja Tikkurilassa 0,8 µg/m³, ja siis selvästi bentseenin vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon alapuolella. Bentseenin pitoisuuksia on mitattu pääkaupunkiseudulla vuodesta 2000 lähtien ja pitoisuudet ovat olleet koko ajan matalia (kuva 7.3).

Bentseenipitoisuuksien lisäksi passiivikeräinnäytteistä mitattiin myös muita otsonia muodostavia VOC-yhdisteitä. Tulokset on esitetty sähköisessä liitteessä www.hsy.fi/ilmanlaatudata2013.



Kuva 7.3. Bentseenin pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat matalia suhteessa raja-arvoon. Pitoisuusmuutosten tilastollinen merkitsevyystaso on luokiteltu vuodesta 2003 alkaen kolmeen tasoon: * melkein merkitsevä, ** merkitsevä, *** erittäin merkitsevä.

Normit

- Raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät terveysperusteiset ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Jos jokin raja-arvo ylittyy, viranomaiset käynnistävät toimia pitoisuuksien alentamiseksi.
- Ohjearvot määrittelevät ilmansuojelutyölle ja ilmanlaadulle asetetut kansalliset tavoitteet, ja ne on tarkoitettu ensisijassa ohjeiksi suunnittelijoille ja viranomaisille.
- 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.
- Kriittinen taso ilmaisee pitoisuuden, jonka ylittyminen voi aiheuttaa suoria haitallisia vaikutuksia kasvillisuudessa ja ekosysteemissä.

Lue lisää: www.hsy.fi/ilmanlaatonormit

Missä normit ylittyvät?

Raja-arvot

- typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyy edelleen Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa
- hengitettävien hiukkasten raja-arvo ei ole ylittynyt Helsingissä vuoden 2006 jälkeen
- raja-arvot eivät muulla Suomessa yleensä ylity, mutta silmälläpidettäviä alueita ovat
 - suurimpien kaupunkien ydinkeskustat
 - vilkasliikenteiset korkeiden rakennusten reunustamat katuosuudet eli katukuilut
 - työmaiden lähialueet erityisesti hengitettävien hiukkasten osalta

Ohjearvot

- typpidioksidin ohjearvot ylittyvät Suomessa yleensä talvisin ja muulloin satunnaisesti suurimpien kaupunkien keskustoissa
- hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvon yleensä katupölyaikaan keväisin, etenkin vilkkaiden teiden ja katujen varsilla
- rikkidioksidipitoisuuksien ohjearvot saattavat vielä ylittyä joillakin teollisuuspaikkakunnilla

Kynnysarvot

- otsonin tiedotuskynnys saattaa ylittyä keväisin ja kesäisin, mutta ylitykset ovat hyvin harvinaisia

Tavoitearvot

- otsonipitoisuuksille terveys- ja kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut pitkän ajan tavoitteet ylittyvät Suomessa, etenkin taajamien ulkopuolella
- bentso(a)pyreenin pitoisuudet saattavat ylittää tavoitearvon paikoitellen pientaloalueilla

8 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 laimenemisolosuhteiden vuoksi. Sijoituspaiikat valitaan yhdessä kuntien ympäristökeskusten kanssa. Aiemmat erityiskohteet löytyvät täältä: www.hsy.fi/mittauskampanjat.

Vuonna 2013 mittausasemat sijaitsivat Helsingissä Tapanilan pientaloalueella, Kauniaisten pientaloalueella ja Espoon Varistossa Kehä III:n pientareella. Helsingin eri satama-alueiden ilmanlaatuvaikutuksia seurataan vuoden jaksoissa eri satamissa, vuonna 2013 Eteläsataman Katajanokkaterminaalien lähistöllä.

8.1 Tapanila

Tapanila

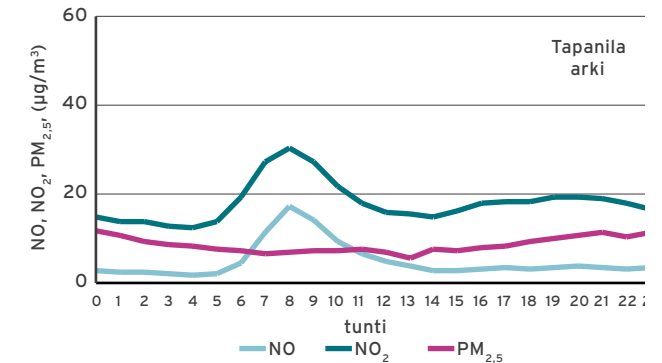
Tapanilan pientaloalueella seurattiin typen oksidien (NO ja NO₂), pienhiukkasten (PM_{2,5}) ja bentso(a)pyreenin pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi puistoalueella Tuomaankujan ja Kertojantien risteyksessä. Bentso(a)pyreenin toinen mittauspiste sijaitsi Tapanilan päiväkodin alueella Veljestenpihan puolella. Mittauspisteiden lähiympäristössä on runsaasti pientaloasutusta ja kadut ovat vähäliikenteisiä. Mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua pientalo-alueella ja miten pienpoltto vaikuttaa ilmanlaatuun.

Typidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet Tapanilassa vuonna 2013. Typidioksidin vuosikeskiarvo oli 16 µg/m³ eli alle puolet vuosiraja-arvosta. Suurimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat 97 ja 49 µg/m³, eli 65 ja 70 % ohjearvosta. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä viikonloppuja korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin arki-aamuisin klo 8:n tienovilla (kuva 8.1).

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo Tapanilassa oli 8,8 µg/m³, eli alle raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. Vuosipitoisuus oli hieman korkeampi kuin vilkasliikenteisissä ympäristöissä Helsingin keskustassa ja Kehä III:n pientareella. Pienpoltton vaikutus pitoisuuksiin oli selvästi havaittavissa. WHO:n vuorokausipitoisuuksille antama ohjearvo ylittyi Tapanilassa yhtenä päivänä. Suurin pienhiukkasten tuntipitoisuus 100 µg/m³ mitattiin 29.11. klo 16 ja se on saattanut johtua pienpoltosta. Korkein vuorokausipitoisuus 26 µg/m³ mitattiin puolestaan kaukokulkeuman aikaan tammikuun 29. päivänä. Keskimäärin pitoisuudet olivat tasaisia viikon eri päivinä, mutta hieman korkeampia ilta- ja yöaikaan (kuva 8.1).

Pääkaupunkiseudun pientaloalueilla on paikoin mitattu EU:n tavoitearvon ylittäviä bentso(a)pyreenin pitoisuuksia ja siksi niitä kartoitettiin myös Tapanilassa. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvoksi saatiin 1,0 ng/m³ molemmissa mittauspisteissä, ja tulos on juuri tavoitearvon tasolla. Pitoisuudet olivat kuitenkin selvästi korkeammat kuin liikennepäristöissä Helsingin keskustassa, joten puunpoltton vaikutus oli havaittavissa myös bentso(a)pyreenin pitoisuuksissa. Erityisesti lauantaisin kerättyjen näytteiden pitoisuudet olivat korkeampia, mikä johtunee suositusta saunapäivästä.

Ilmanlaatuindeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Tapanilan mittauspisteessä hyvä noin 65 % ja tyydyttävä noin 30 % ajasta (kuva 2.1). Ilmanlaatu oli välttävää tai sitä huonompaa vajaat 4 % ajasta. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli 21 ja ne kaikki aiheutuivat korkeista pienhiukkaspitoisuuksista (taulukko 2.1). Pienpoltton vaikutusta ilmanlaatuun kuvaa hyvin se, että pienhiukkasista aiheutuvia huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun tunteja ei ollut vilkasliikenteisen Kehä III:n pientareella yhtään ja Mannerheimintielle Helsingin keskustassa niitä oli 13.



Kuva 8.1. Typen oksidien ja pienhiukkasten vuorokausirytmii Tapanilassa vuonna 2013.

8.2 Kauniainen

Kauniainen

Kauniaisten pientaloalueella seurattiin typen oksidien (NO ja NO_2), pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) ja bentso(a)pyreenin pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Stenbergintien päässä. Lähiympäristö on pientaloaluetta ja alueen kadut ovat vähäliikenteisiä. Mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua pientaloalueella ja miten pienpoltto vaikuttaa ilmanlaatuun. Ilmanlaatua on mitattu Kauniaisissa edellisen kerran liikennepäristössä vuonna 2008 (Niemi ym. 2009).

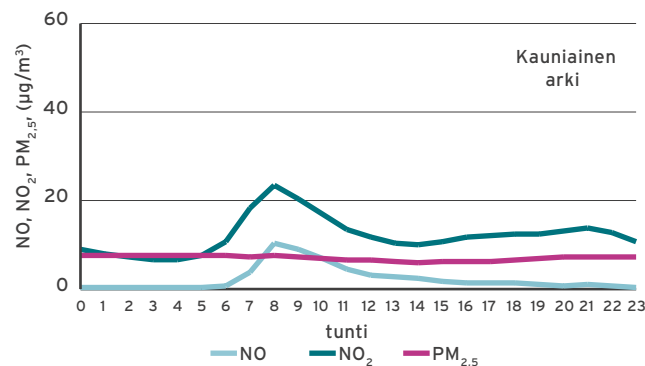
Typidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet Kauniaisissa vuonna 2013. Typidioksidin vuosikeskiarvo oli $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli noin neljännes vuosiraja-arvosta. Suurimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat 70 ja $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eli noin puolet ohjearvoista. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä viikonloppuja korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin arki-aamuisin klo 8:n tienovilla (kuva 8.2).

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo Kauniaisissa oli $7,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eli alle raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. Vuosipitoisuus oli samaa tasoa kuin Tikkurilassa ja Leppävaarassa liikennepäristöissä. Pienpoltton vaikutus pitoisuuksiin oli siis havaittavissa. WHO:n vuorokausipitoisuuksille antama ohjearvo ei ylittynyt Kauniaisissa. Suurin pienhiukkasten tuntipitoisuus $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin tammikuun 18. päivänä klo 12 ja se on saattanut aiheuttaa pienpolttoa. Korkein vuorokausipitoisuus $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin puolestaan kaukokulkeuman aikaan tammikuun 28. päivänä.

Keskimäärin pitoisuudet olivat tasaisia viikon eri päivinä ja myös eri vuorokaudenaikoina (kuva 8.2).

Pääkaupunkiseudun pientaloalueilla on paikoin mitattu EU:n tavoitearvon ylittäviä bentso(a)pyreenin pitoisuuksia ja siksi niitä kartoitettiin myös Kauniaisissa. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvoksi saatiin $0,4 \text{ ng}/\text{m}^3$, joka on selvästi alle tavoitearvon, ja vain vähän korkeampi kuin kaupunkitausta-asemalla Kalliossa.

Ilmanlaatuindeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Kauniaisten mittauspisteessä hyvä lähes 80 % ja tyydyttävä noin 20 % ajasta (kuva 2.1). Ilmanlaatu oli välttävää alle 1 % ajasta. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja ei ollut yhtään (taulukko 2.1).



Kuva 8.2. Typen oksidien ja pienhiukkasten vuorokausirytmä Kauniaisissa vuonna 2013.

8.3 Kehä III:n varsi, Varisto

Kehä III:n varsi, Varisto

Kehä III:n varrella Vantaan Varistossa mitattiin typen oksidien (NO ja NO_2), hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) sekä pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) pitoisuuksia. Jatkuvien mittausten lisäksi arvioitiin keräinmenetelmällä typpi-dioksidin pitoisuuksia eri etäisyyksillä Kehä III:sta.

Mittausasema sijaitsi Kehä III:n eteläpientareella bussipysäkin reunalla lähellä Matkatien alikulkua. Etäisyys Kehän reunaan oli 10 metriä. Tie kulkee mittausalueella lounaasta koilliseen. Kehä III:n liikennemäärä oli noin 35 000 ajoneuvoa vuorokaudessa. 600 m-1 km etäisyydellä idässä sijaitsevat Martinlaakson voimalaitos ja lämpökeskus, sekä lähietäisyydellä kivihiilivarasto. Mittausaseman ympäristö oli avointa ja se tuulettui hyvin.

Mittausten tavoitteena oli selvittää, kuinka korkeiksi pitoisuudet nousevat pääväylän välittömässä läheisyydessä. Tuloksia käytetään kehitettäessä pölyntorjuntaa pääväylillä, pölynsidonnan tarpeellisuudessa arvioinnissa sekä taustatietona kaupunkisuunnittelussa. Mittausasema ei ole raja-arvoa valvova asema, koska se on tutkimuskäytössä eikä altistuvia asukkaita ole näin lähellä väylää.

Typidioksidin raja-arvot eivät ylittyneet Kehä III:n varrella vuonna 2013, mutta ohjearvoilytyksiä oli. Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli hieman vähemmän kuin Mannerheimintien, mutta sel-

västi korkeampi kuin muilla ilmanlaadun mittausasemilla vuonna 2013. Tuntipitoisuus ylitti yhden tunnin ajan raja-arvotason 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aamuruuhkan aikaan. Typpidioksidin tuntiohjearvo ylittyi Kehä III:n varrella maaliskuussa ja vuorokausiohjearvo tammi-maaliskuussa. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä viikonloppuja korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin arki-aamuisin klo 7-8:n tienovilla (kuva 8.3). Vuositasolla typpidioksidipitoisuus kertyi selvästi tien suunnasta.

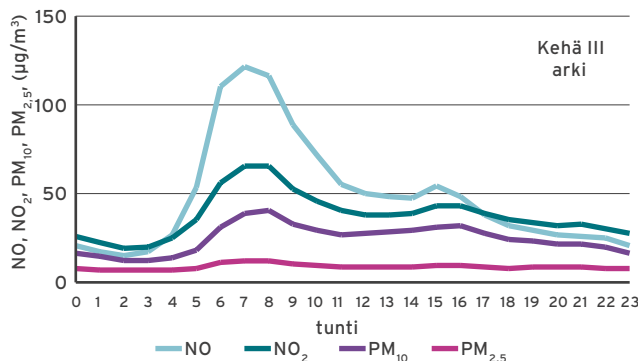
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksiä oli 30 kpl. Vuosikeskiarvo oli 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli samaa tasoa Mannerheimintien kanssa. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi maalisi- ja huhtikuussa. Hengitettävien hiukkasten korkein tuntipitoisuus 411 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja korkein vuorokausipitoisuus 129 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin kevään pölykaudella. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä vähän viikonloppuja korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin arki-aamuisin klo 7-8:n tienovilla (kuva 8.3).

Pienhiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvo oli 8,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, eli alle raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. Vuosipitoisuus oli samaa tasoa Mannerheimintien kanssa. Pienhiukkasten pitoisuus ei ylittänyt WHO:n vuorokausiohjearvoa 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ yhtenäkkään päivänä. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä hieman viikonloppuja korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin arki-aamuisin klo 7-8:n tienovilla (kuva 8.3).

Ilmanlaatuindeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Kehä III:n mittauspisteessä hyvä noin 50 % ja tyydyttävä noin 35 % vuoden tunneista (kuva 2.1). Ilmanlaatu oli välttävää tai sitä huonompaa noin 15 % ajasta. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli enemmän kuin muilla mittausasemilla, yhteensä 238 tuntia (tauluk-

ko 2.1). Valtaosa näistä aiheutui katupölystä. Vaikka näin lähellä vilkasliikenteisiä pääväyliä ei yleensä ole asuntoja tai nk. herkkiä kohteita, ihmiset saattavat kuitenkin altistua lyhytaikaisesti korkeille katupölypitoisuuksille pyöräteillä, jalkakäytävillä ja bussipysäkeillä. Tulokset osoittavat, että katupölyn vähentämiseen on kiinnitettävä huomiota myös pääväylien varsilla.

Passiivikeräimenetelmällä kartoitettiin typpidioksidipitoisuuksien laimenemista siirryttäessä kauemmas Kehä III:sta. Pitoisuudet olivat väylän reunalla 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja ne laskivat 100 metrin etäisyydellä puoleen, minkä jälkeen laskua ei enää tapahtunut. Tuloksia on tarkemmin esitetty sähköisessä liitteessä www.hsy.fi/ilmanlaatudata2013.



Kuva 8.3. Typen oksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten vuorokausirytmä Kehä III:n pientareella vuonna 2013.

8.4 Katajanokka

Katajanokka

Katajanokalla mitattiin vuonna 2013 typenoksidien (NO ja NO_2), pienhiukkasten ($\text{PM}_{2,5}$) sekä rikkidioksidin (SO_2) pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Katajanokan etelälaidalla Katajanokanrannan ja risteilijälaiturin välissä. Ympäristö oli avointa ja tuuletettavaa. Ilmanlaatu on mitattu Katajanokalla myös vuosina 2000 ja 2009 (Aarnio ym. 2001, Malkki ym. 2010).

Mittausten tavoitteena oli kartoittaa satamatoiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun. Mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Eteläsataman vaikutusalueella Katajanokalla. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttivat pääasiassa laivojen, terminaaliin asioivien ajoneuvojen ja muun liikenteen päästöt, kaukokulkeuma sekä mahdollisesti myös energiantuotannon päästöt. Hanasaaren voimalaitos ja lämpökeskus sijaitsevat mittausasemasta noin 2 km pohjoiseen.

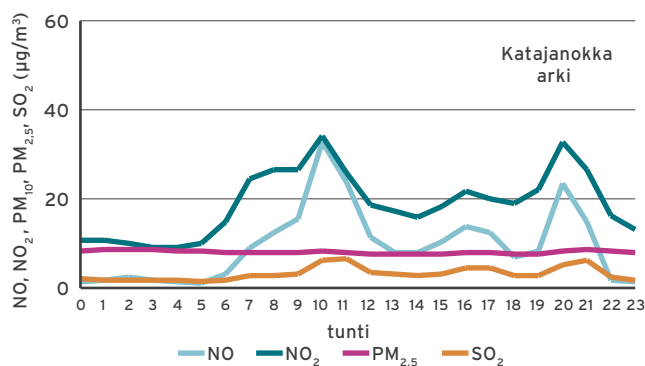
Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet Katajanokalla vuonna 2013. Vuosipitoisuus oli melko matala, 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, eli alle puolet vuosiraja-arvosta. Se oli samaa tasoa Tapanilan kanssa ja noin puolet Mannerheimintien vuosipitoisuudesta. Suurimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat 86 ja 48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, eli noin 60 ja 70 % ohjearvosta. Keskimäärin pitoisuudet olivat arkipäivinä viikonloppuja hieman korkeampia ja korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin klo 10 ja 20 sekä kolmas vähän matalampi huippu klo 16 (kuva 8.4). Typpidioksidipitoisuuksiin vaikuttivat erityisesti laivaliikenteen päästöt.

Pienhiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvo oli $8,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli alle raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. WHO:n vuorokausipitoisuuksille antama ohjearvo ylittyi Katajanokalla yhtenä päivänä. Suurin pienhiukkasten tuntipitoisuus $39 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin 18.10. klo 5 ja se aiheutui vierailevasta laivasta. Korkein vuorokausipitoisuus $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin puolestaan kaukokulkeuman aikaan tammikuun 29. päivänä. Keskimäärin pitoisuudet olivat melko tasaisia viikon eri päivinä ja eri vuorokaudenaikoihin (kuva 8.4). Korkeimmat tuntipitoisuudet mitattiin lounaistuulilla.

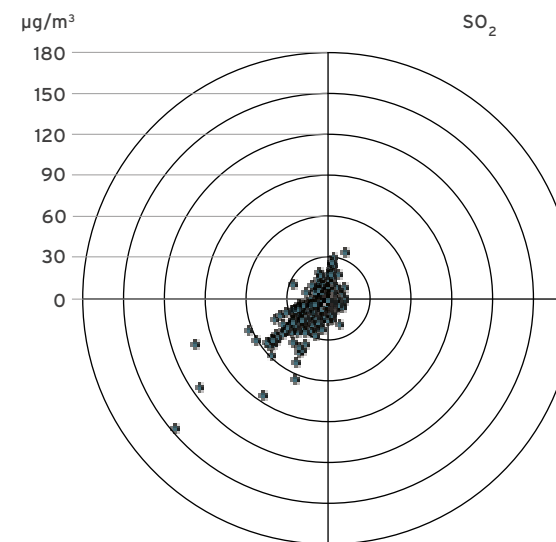
Rikkidioksidin tuntipitoisuudet olivat muutamia kertoja melko korkeita, mutta eivät kuitenkaan ylittäneet raja- tai ohjearvoja. Vuosikeskiarvo oli matala, $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuntiraja-arvoon verrattava pitoisuus oli 39 ja vuorokausiraja-arvoon verrattava pitoisuus $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli molemmat olivat vain noin kymmenesosa raja-arvosta. Korkeimmat tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet 32 ja $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olivat enimmillään 15 % ohjearvosta. Suurin tuntipitoisuus $146 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja suurin vuorokausipitoisuus $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin kesäkuun 14. ja 16. päivinä. Kaikkiaan yli $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia mitattiin 3 tuntina ja yli $100\text{--}50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuuksia 9 tuntina.

Keskimäärin rikkidioksidin pitoisuudet olivat melko tasaisia viikon eri päivinä. Korkeimmat päivittäiset arvot mitattiin klo 10-11, ja 20-21 sekä kolmas matalampi huippu klo 16-17 (kuva 8.4). Vuositasolla rikkidioksidipitoisuuksia kertyi eniten länsilounaan suunnasta, ja myös korkeimmat yksittäiset tuntipitoisuudet mitattiin lounaistuulilla (kuva 8.5). Rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttivat erityisesti laivaliikenteen päästöt, kesäkaudella varsinkin risteilyalukset. Muutaman kerran havaittiin eri epäpuhtauksien huippupitoisuuksia laivastovierailujen yhteydessä kuten 14. kesäkuuta ja 17. lokakuuta.

Ilmanlaatuindeksin perusteella arvioituna ilmanlaatu oli Katajanokan mittauspisteessä hyvä noin 70 % ja tyydyttävä lähes 30 % vuoden tunteista (kuva 2.1). Ilmanlaatu oli välttävää alle 2 % ajasta. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja ei ollut yhtään (taulukko 2.1).



Kuva 8.4. Typen oksidien, pienhiukkasten ja rikkidioksidin vuorokausirytmä Katajanokalla vuonna 2013.



Kuva 8.5. Rikkidioksidin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Katajanokalla vuonna 2013.

9 Säätila

Vuosi 2013 oli keskimääräistä lämpimämpi ja sateettomampi (kuvat 9.1 ja 9.2). Erityisesti helmikuu, touko-kesäkuu sekä marras-joulukuu olivat vertailujaksoa 1981-2010 lämpimämpiä. Vuoden alkupuolisko oli vähäsateinen, mutta elokuu ja marraskuu runsassateisia.

Talvi alkoi jo vuoden 2012 puolella marraskuun lopussa, jolloin saatiin pysyvä lumipeite. Vuoden alkaessa lunta oli runsaasti ja maa pysyi paksun lumen peittämänä huhtikuun puoliväliin asti. Sen jälkeen lumi sulii erittäin nopeasti lämpimän sään ja ajoittaisten vesisateiden myötä.

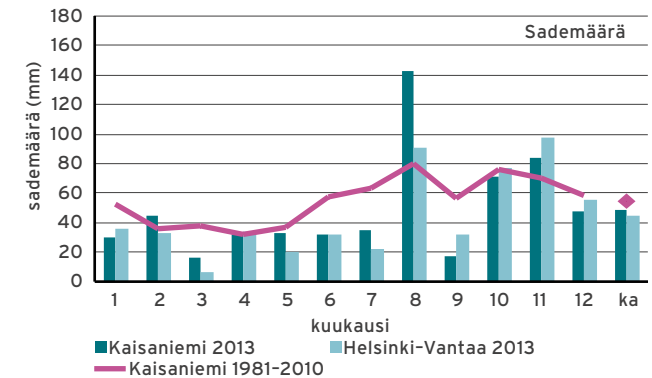
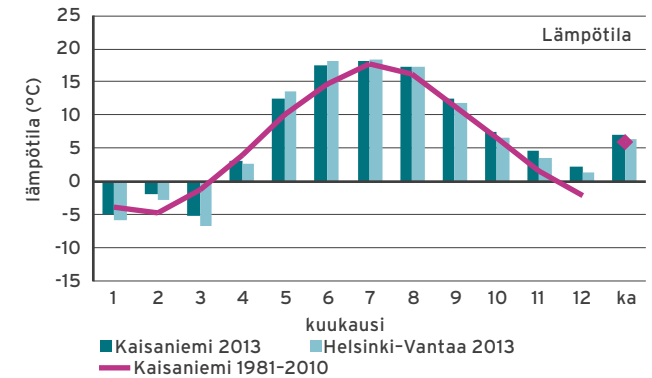
Kevät jäi lyhyeksi. Toukokuu oli poikkeuksellisen lämmin, kuten myös kesäkuu. Molemmat kuukaudet olivat 2-3 astetta vertailujaksoa lämpimämpiä, ja lämmin kesäsää jatkui vielä elokuussakin.

Alkusyksyn lämpötilat olivat tavanomaisia, mutta marras- ja joulukuu olivat lauhvoja ja lämpötila pysytteli enimmänsä aikaa nollan yläpuolella. Joulukuussa poikkeama vertailujaksoon oli yli 4 astetta lämpimämpää. Joulukuun alkupuolella oli hieman lunta ja pakkasta viikon verran, mutta vuosi loppui lumettomana ja lauhana. Marras-joulukuussa oli kuukauden sisällä kolme myrskyä, Eino, Oskari ja Seija, jotka aiheuttivat laajalti merkittäviä tuhoja. (Ilmatieteen laitos 2013)

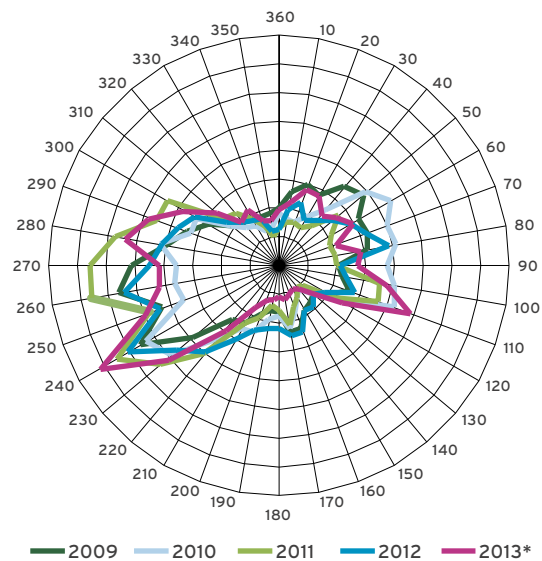
Ilman suhteellinen kosteus laskee pahimpaan kevätpölyaikään ja on yleensä pienimmillään runsaat 60 %. Pääkaupunkiseudulla vuonna 2013 ilma oli erityisesti maaliskuussa tavanomaista kuivempaa, maaliskuun keskimääräinen suhteellinen kosteus oli 58 %. Auringon säteily puolestaan oli maaliskuussa vertailujaksoa 2003-2012 voimakkaampaa.

Vuonna 2013 pääkaupunkiseudun yleisin tuulensuunta oli lounas (kuva 9.3). Kuukausien väliset erot tuulen suunnassa olivat jälleen suuria. Syyskuussa tuuli eniten kaakosta. Helmi-, kesä-, elo- ja syyskuussa tuulen nopeus oli vertailujaksoa pienempi (marras- ja joulukuun tiedot puuttuvat).

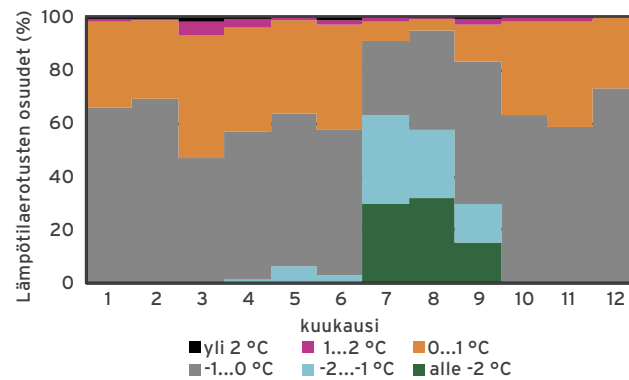
Vuonna 2013 voimakkaita inversioita esiintyi melko vähän ja ne jäivät kestoltaan lyhytaikaisiksi, eikä niiden vaikutuksesta syntynyt merkittäviä ilmansaaste-episodeja. Inversiossa maanpinnan lähellä on kylmää ja raskasta ilmaa lämpimämmän ilman alla, joten matalalle tulevat päästöt eivät pääse sekoittumaan ja laimenemaan. Vuonna 2013 oli kuitenkin syyskesää lukuun ottamatta normaalia runsaammin tilanteita, joissa lämpötila ylempänä oli lievästi lämpimämpää kuin maanpinnassa (kuva 9.4).



Kuvat 9.1 ja 9.2. Keskilämpötila ja sademäärä kuukausittain ja vuosikeskiarvoina 2013 sekä vertailujaksolla 1981-2010 Ilmatieteen laitoksen mittauspisteissä (Ilmatieteen laitos 2013).



Kuva 9.3. Tuulensuuntien jakautuminen Pasilassa vuosina 2009-2013 (asteikko 0-8 %). * Marras- ja joulukuun tuulitiedot puuttuvat aineistosta.



Kuva 9.4. Lämpötilaerotukset 32 metrin ja 4 metrin mittauskorkeuden välillä Helsingin yliopiston Kumpulan kampuksella kuukausittain vuonna 2013 (Ilmatieteen laitos 2014b, Järvi ym. 2009). Positiiviset arvot osoittavat maanpintainversiot.

10 Ilmanlaatu keväällä 2014

Tammikuu alkoi lumettomana ja lämpötila oli plussan puolella. Vasta lähes kuun puolivälissä lämpötila laski reilusti pakkaselle (-15 °C) ja lunta satoi muutama sentti. Tammikuun 24. päivän iltana ilmansaastepitoisuudet nousivat laajalti, kun pakokaasut ja pienpolton päästöt kertyivät ilmaan tuulen tyyntymisen ja huonojen sekoittumisolosuhteiden vuoksi. Koko kuun loppupuoli oli kylmä ja kaikkiaan tammikuu oli pari astetta tavanomaista kylmempi. (Ilmatieteen laitos 2014)

Tammi-helmikuun vaihteessa lunta satoi lisää, mutta muutaman päivän kuluttua lämpötila nousi jälleen plussan puolelle ja lumi sulii täysin pois helmikuun loppuun mennessä. Ensimmäinen siitepölytiedote pähkinäpensaasta annettiin jo 13. helmikuuta. Helmikuu oli noin 6 astetta keskimääräistä lämpimämpi, mutta katujen pölyäminen pysyi vielä vähäisenä. Katujen puhdistus pääsi käyntiin aikaisin ja ajoittaiset vesi-, räntä- ja lumisateet puhdistivat ilmaa välillä. Erityisesti Helsingissä pölyämistä pidettiin kurissa myös kastelemalla katupintoja useaan kertaan laimealla suolaliuoksella.

Maaliskuu oli myös 3-4 astetta tavanomaista lämpimämpi. Kuun 5. päivänä ylittyi hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso Hämeentien katukuilussa kevään ensimmäisen kerran ja Helsingin ympäristökeskus lähetti katukuilujen kastelupyynnön 6. päivänä. Maaliskuun toisella viikolla oli hiekannostoa suoritettu jo monilla alueilla. Kyseinen viikko oli kevään lämmintä, lämpötila nousi päivällä +10 asteeseen, mutta öisin oli vielä heikkoja pakkasia. Pääväylät pölyisivät ja HSY lähetti pääväylien kastelupyynnön 13. maaliskuuta. Pääväylät kasteltiin sovituksessa laajuudessa välittömästi pyynnön jälkeen.

Maaliskuun 15. päivänä satoi jälleen 5-10 cm lunta ja lämpötila laski pakkaselle muutamaksi päiväksi. Tiedotus-

välineiden mukaan maanantaina maaliskuun 17. päivänä Leppävaarassa ilmanlaatu rojautti erittäin huonoksi, ja Helsingin keskustassakin raja-arvotaso ylittyi niukasti, mutta tilanne parani pääväyliä lukuun ottamatta lopuksi viikkoa. Perjantainaamuna 21.3. satanut räntäkerros puhdisti ilman viikonlopuksi.

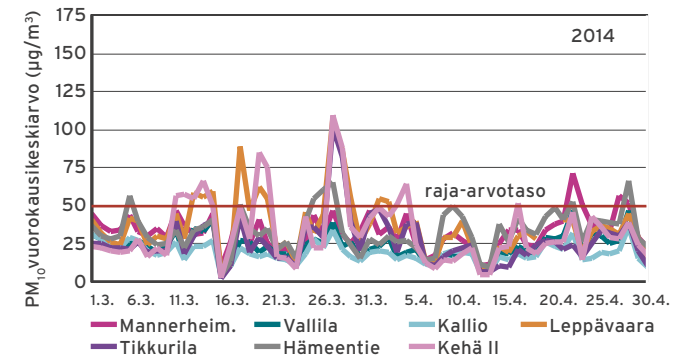
24. maaliskuuta alkanut viikko oli poutainen ja lämmin, mikä näkyi ajoittain hyvin korkeina pölypitoisuuksina laajoilla alueilla. Helsingin ympäristökeskus lähetti katukuilujen kastelupyynnön maaliskuun 27. päivänä ja HSY pääväylien kastelupyynnön seuraavana päivänä.

Edelleen huhtikuun puolella sekä katujen puhdistukset että yksittäiset pölyiset päivät jatkuivat, mutta pölypitoisuudet pysyivät enimmäkseen matalina. Muutamina kylminä aamuina sekä pakokaasu- että pölypitoisuudet olivat aamusta koholla muuttaen ilmanlaadun huonoksi vilkasliikenteisimmillä alueilla. Huhtikuun 22. päivänä HSY lähetti jälleen pääväylien kastelupyynnön.

Huhtikuun loppuun mennessä hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylityspäiviä kertyi tavanomaista vähemmän eli Mannerheimintiellä 6, Hämeentiellä 8, Leppävaarassa 11, Kehä II:n varrella 10 ja Tikkurilassa 2. Raja-arvo ylittyy, jos näitä ylityspäiviä on enemmän kuin 35.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvo ylittyi vain maaliskuussa Leppävaarassa, Tikkurilassa ja Kehä II:n varrella. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo puolestaan ylittyi tammikuussa Hämeentiellä, Mannerheimintiellä ja Kehä II:n varrella sekä lisäksi huhtikuussa Hämeentiellä. Kehä II:n mittausasema on tutkimuskäytössä eikä altistuvia asukkaita ole näin lähellä väylää.

Kevään 2014 ilmanlaadusta raportoidaan myös kesäkuussa 2014 ilmestyvässä Ilmanlaatukatsauksessa www.hsy.fi/ilmanlaatukatsaus.



Kuva 10.1. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausikeskiarvot maalishuhtikuussa 2014.

Ilmansaasteilla on vuodenaikaisvaihtelua...

- Talvella päästöt ovat suurimmillaan ja sekoitus- ja laimenemisolosuhteet ovat heikoimmat. Suorien päästöjen aiheuttamat pitoisuudet ovat korkeimmillaan. Pitoisuudet saattavat kohota huomattavasti myös talven heikkotuulisissa säissä ja inversiutilanteissa. Typpidioksidin ohjearvot ylittyvät yleisimmin talvisin.
- Keväällä esiintyy usein epäpuhtauksien sekoittumisen ja laimenemisen kannalta epäsuotuisia säätilanteita, jotka heikentävät ilmanlaatua. Lumen sulaessa ja katujen kuivuessa liikenne ja tuuli nostavat ilmaan katupölyä, minkä vuoksi hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvot yleensä keväisin.
- Kesällä lämmöntuotanto ja erityisesti heinäkuussa liikennemäärät ovat alimmillaan, ja ilmansaasteiden sekoittuminen ja laimeneminen on tehokkainta. Kesällä ilmanlaatu on muita vuodenaikoja parempi. Kuitenkin otsonipitoisuudet ovat kesällä korkeimmillaan ja sen terveys- ja kasvillisuusvaikutusten perusteella annetut tavoitearvot voivat ylittyä. Lisäksi seudulle voi kaukokulkeutua muita vuodenaikoja enemmän pienhiukkasia.
- Syksyllä sateet ja tuulet pitävät ilmanlaadun usein melko hyvänä.

Viikonpäivävaihtelua...

- Liikennemäärät vaihtelevat viikonpäivän mukaan ja vaihtelut näkyvät ilmanlaadussa. Liikenneperäiset saastepitoisuudet ovat korkeita arkipäivinä ja matalia viikonloppuisin.

Vuorokausivaihtelua...

- Liikenneperäiset saastepitoisuudet ovat korkeimmillaan 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. Otsonipitoisuudet ovat matalimpia vilkasliikenteisillä alueilla aamuruuhkan aikaan ja korkeimpia puhtailta tausta-alueilla iltapäivällä ja alkuillasta.



11 Päästöt

Päästöt

Merkittävimmät ilmansaasteiden päästölähteet pääkaupunkiseudulla ovat energiantuotanto, autoliikenne ja tulisijojen käyttö (taulukko 11.1).

Vuonna 2013 rikkidioksidin päästöt kasvoivat 3 % ja typenoksidipäästöt vähenivät 7 % edelliseen vuoteen verrattuna (kuva 11.1). Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun ilmansaastepäästöt ovat laskeneet merkittävästi, mutta viimeisen kymmenen vuoden aikana vähentyminen on ollut lievempää. Vertailtaessa edelliseen vuoteen on otettava huomioon, että pienpolton hiukkaspäästöt arvioitiin vuonna 2013 uudelleen, mikä nostaa hiukkaspäästömäärää ja pienpolton osuutta kokonaishiukkaspäästöistä. Kunnittaiset päästöt ja niiden kehitys on esitetty liitteissä.

Vaikutukset ilmanlaatuun

- Energiantuotannon päästöt vapautuvat korkeista piipuista, joten niillä on melko vähäinen vaikutus hengitysilman laatuun.
- Autoliikenteellä on suurin vaikutus ilmanlaatuun, koska päästöt vapautuvat matalalta.
- Tulisijojen päästöt voivat ajoittain heikentää ilmanlaatua merkittävästi pientalovaltaisilla asuinalueilla.
- Laivaliikenne voi aiheuttaa hetkittäin korkeita pitoisuuksia satamien lähialueilla.
- Teollisuutta on pääkaupunkiseudulla vähän ja sen osuus alueen kokonaispäästöistä on pieni. Teollisuuden päästöistä aiheutuu kuitenkin toisinaan paikallisia ongelmia, kuten haju- ja pölyhaittoja.
- Kasvihuonekaasupäästöt eivät vaikuta hengitysilman laatuun ja niistä HSY laatii vuosittain erillisen raportin.

Taulukko 11.1. Epäpuhtauksien päästöt ja eri päästölähteiden osuudet kokonaispäästöistä pääkaupunkiseudulla vuonna 2013.

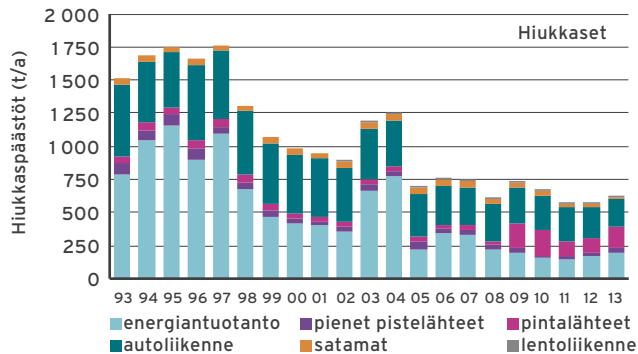
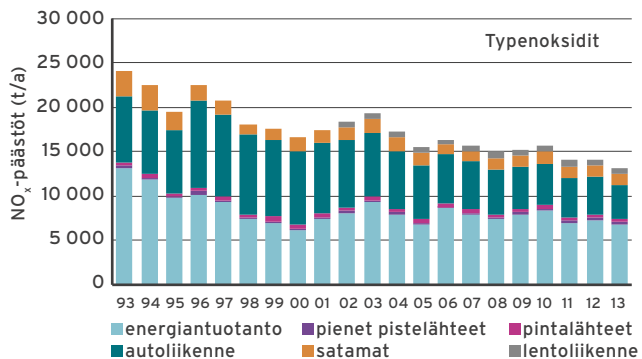
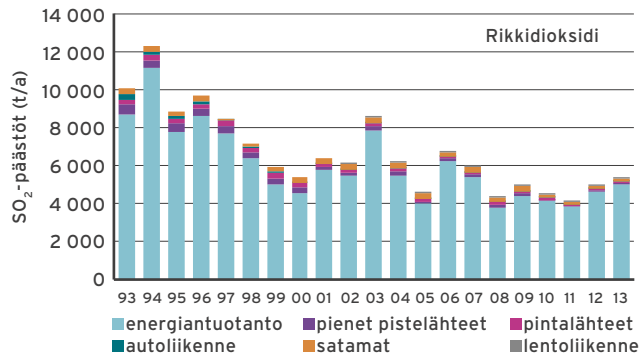
	SO ₂ tonnia	%	NO _x tonnia	%	Hiukkasia tonnia	%	CO tonnia	%	VOC tonnia	%
Pistelähteet										
Energiantuotanto	5 000	94	6 812	52	200	32	-		-	
VAHTI*	54	1	262	2	18	3	294	2	254	9
Muut**	7	0	40	0	10	2	-		546	20
Pintalähteet										
Kevyt polttoöljy***	77	1	267	2	7	1	-		-	
Tulisijat****	-		56	0	157	25	1 924	12	402	15
Liikenne										
Autoliikenne	8	0	3 869	30	206	33	13 222	81	1 420	52
Satamat	143	3	1245	9	23	4	123	1	60	2
Lentoliikenne	40	1	562	4	1	0	771	5	60	2
Yhteensä	5 329	100	13 114	100	622	100	16 334	100	2 742	100

*Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot vuodelta 2012

**Kunnille ilmoitetut muut päästöt vuonna 2012 tai 2013

***Arvio kevyen polttoöljyn käytön päästöistä vuonna 2013

****Pienpolton hiukkasten päästöarvio päivitetty 2013 - ei arvioitu



Kuva 11.1. Pääkaupunkiseudun päästöjen kehittyminen vuosina 1993-2013. Lentoliikenteen päästötietoja on ollut käytettävissä vuodesta 2002 alkaen. Vantaan ja Kauniaisten pakokaasupäästöt puuttuvat vuosilta 1993-1995. Pintalähteet sisälsivät ainoastaan kevyen polttoaineen käytön ennen vuotta 2009 ja sen jälkeen myös puun pienpolton päästöt.

11.1 Energiantuotanto ja muut pistelähteet

Energiantuotanto

Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökeskuksia käytetään yleisimmin talvella lisänä. Energiantuotannon päästöt purkautuvat korkeista piipuista, joten ne leviävät laajalle alueelle eivätkä yleensä aiheuta paikallisesti korkeita pitoisuuksia.

Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö tuotetaan pääosin yhteistuotantona, jolloin polttoainetta säästyy ja päästöjä jää syntymättä noin 40 % verrattuna siihen, että sähkö ja lämpö tuotettaisiin erikseen.

Pääkaupunkiseudulla on kolme energiantuotantoyhtiötä: Helsingin Energia, Fortum Power and Heat Oy (tässä raportissa Fortum Espoo) ja Vantaan Energia Oy. Yhtiöillä on alueella viisi sähkön ja lämmön yhteistuotantovoimalaitosta, Kellosaaren kaasuturbiinilaitos ja 21 lämpökeskusta (kuva 11.2).

Energiantuotannon osuus pääkaupunkiseudun vuoden 2013 rikkidioksidipäästöistä oli noin 90 %, typen oksidien päästöistä noin puolet ja hiukkaspäästöistä kolmannes (taulukko 11.1).

Vuonna 2013 energiantuotanto pääkaupunkiseudulla väheni 3 % edelliseen vuoteen verrattuna ja 10 % edellisen kymmenen vuoden keskiarvoon verrattuna (kuva 11.3). Maakaasun osuus energiantuotantoon käytetyistä poltto-

aineista oli vähän yli puolet, kivihiilen vajaa puolet ja öljyn vain prosentin luokkaa. Vuoteen 2012 verrattuna öljyn kulutus putosi puolella, maakaasun kulutus väheni lähes 10 % ja kivihiilen kulutus kasvoi 3 %.

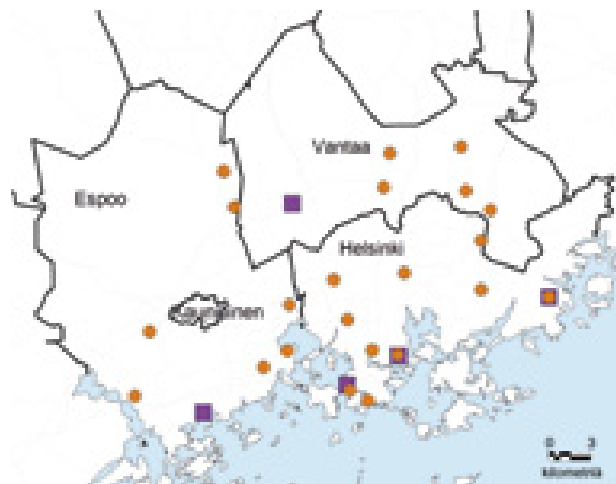
Energiantuotannon päästömäärät ja ominaispäästöt vaihtelevat vuosittain melko voimakkaasti (kuva 11.4). Pääkaupunkiseudulla kasvoivat hiukkaspäästöt edelliseen vuoteen verrattuna 15 % ja rikkidioksidipäästöt 7 %, mutta puolestaan typenoksidipäästöt vähenivät 6 %. Kun päästöjä verrataan edellisen 10 vuoden keskiarvoon, rikkidioksidipäästöt olivat keskiarvon tasolla, typenoksidipäästöt 13 % pienemmät ja hiukkaspäästöt lähes 40 % pienemmät.

Energiantuotannon päästöjen vähentymiseen ovat vaikuttaneet erityisesti rikinpoistolaitosten käyttöönotto sekä polttoaine- ja polttotekniset muutokset. Vuosittaiset muutokset johtuvat mm. sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta sekä vesivoiman saatavuudesta. Merkittäviä tekijöitä ovat myös yhteispohjoismainen sähköntuotantorakenne ja päästöoikeuksien hinta.

Helsingin Energian energiantuotanto laski 4 % edellisestä vuodesta. Energiantuotannon typenoksidipäästöt vähenivät noin 10 %. Rikkidioksidipäästöt puolestaan kasvoivat hieman ja hiukkaspäästöt noin 20 %. Verrattaessa edellisen 10 vuoden keskiarvoon kaikki päästöt olivat selvästi pienemmät: SO₂-päästöt 19 % ja ominaispäästöt 10 % pienemmät, NO_x-päästöt 23 % ja ominaispäästöt 15 % pienemmät sekä hiukkaspäästöt jopa 52 % ja ominaispäästöt 44 % pienemmät. (Helsingin Energia 2014)

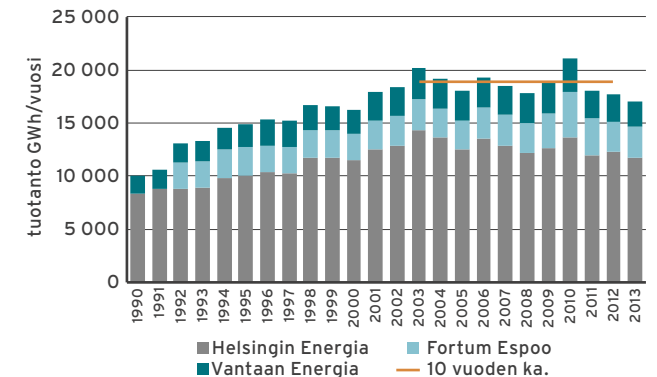
Fortum Espoon energiantuotantomäärä oli edellisvuoden tasolla. Kaikki päästöt kasvoivat edellisestä vuodes-

ta ja myös verrattaessa edellisen 10 vuoden keskiarvoon. Rikkidioksidipäästöt kasvoivat 15 %, typenoksidipäästöt 8 % ja hiukkaspäästöt noin 7 %. Edellisen 10 vuoden keskiarvoon verrattaessa SO₂-päästöt olivat 31 % ja ominaispäästöt 36 % suuremmat. NO₂-päästöt olivat 11 % ja ominaispäästöt 17 % suuremmat. Hiukkaspäästöt olivat 40 % suuremmat ja ominaispäästöt 45 % suuremmat. (Fortum Espoo 2014)

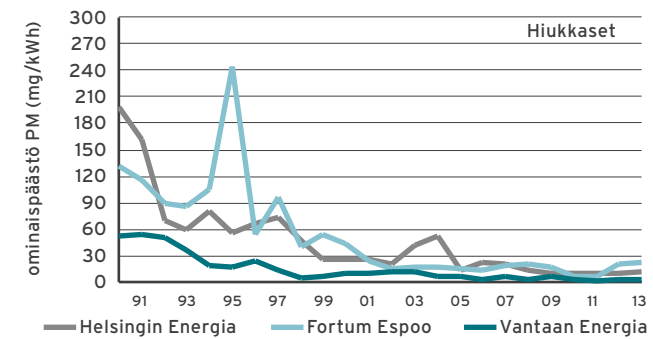
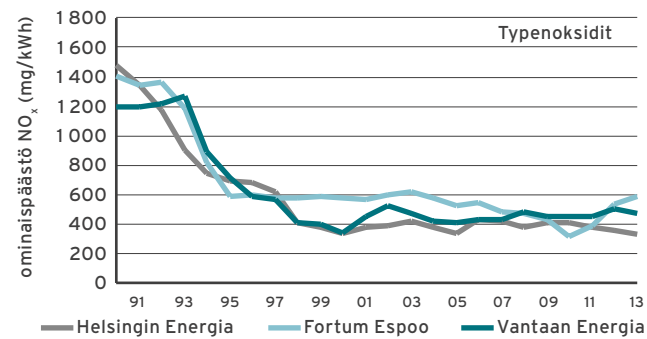
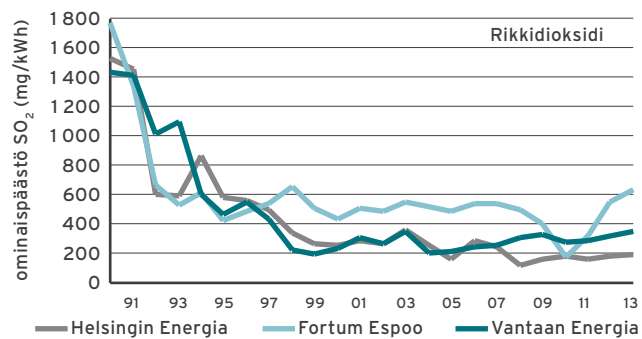
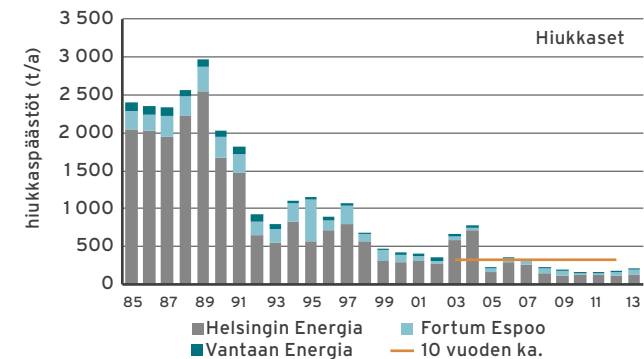
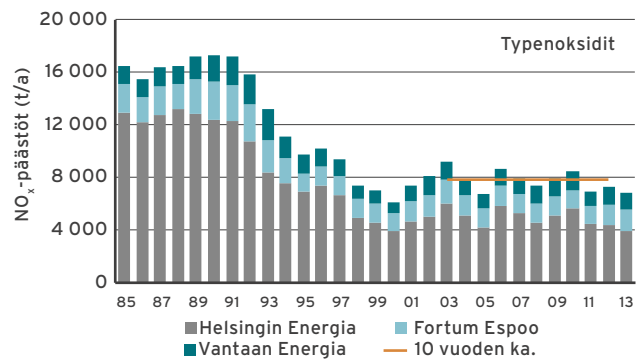
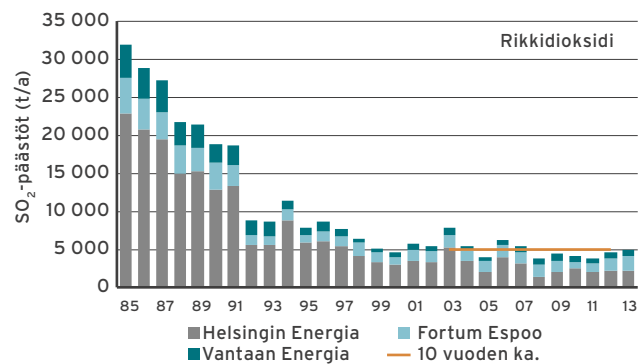


Kuva 11.2. Voimalaitosten ja lämpökeskusten sijainti pääkaupunkiseudulla. Voimalaitokset on merkitty violeteilla neliöillä ja lämpökeskukset oransseilla ympyröillä.

Vantaan energian energiantuotanto laski 2,4 % edellisestä vuodesta. Energiantuotannon typenoksidipäästöt vähenivät noin 9,2 %. Sen sijaan rikkidioksidipäästöt kasvoivat lähes 6,6 % ja hiukkaspäästöt 33 %. Verrattaessa edellisen 10 vuoden keskiarvoon vain SO₂-päästöt kasvoivat 18 % ja ominaispäästöt 27 %. NO₂-päästöt olivat 3 % pienemmät joskin ominaispäästöt 5 % suuremmat. Hiukkaspäästöt olivat 44 % ja ominaispäästöt 39 % pienemmät. (Vantaan Energia 2014)



Kuva 11.3. Energiantuotannon kehittyminen vuosina 1990-2013. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia. Vaakasuuralla viivalla on kuvattu edellisen kymmenen vuoden eli vuosien 2003-2012 keskiarvo.



Kuva 11.4. Energiantuotannon päästöjen ja ominaispäästöjen kehitys. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu päästöjen edellisen kymmenen vuoden eli vuosien 2003-2012 keskiarvo.

Pienet pistelähteet

Pienet pistelähteet

Pienillä pistelähteillä tarkoitetaan muita ympäristölupavollisia laitoksia. Pääkaupunkiseudulla niitä ovat mm. Hietalahden telakalla toimiva Arctech Hki Shipyard Oy, Gasum Energiapalvelu Oy:n kaksi lämpökeskusta (Gasum 2014a, 2014b), jätevedenpuhdistamot, lääketehtaat, painolaitokset, pakkausteollisuus, maa- ja metsätalouden laamot, polttoainevarastot ja asfalttiasemat.

Pääkaupunkiseudulla on melko vähän pieniä lupavollisia laitoksia, mutta matalan päästökorkeuden takia niillä voi olla paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun.

Pääkaupunkiseudun kokonaispäästöistä pienten pistelähteiden osuus on hiilivetyjä lukuun ottamatta muutama prosentti luokkaa (taulukko 11.1). Niiden vuosivaihtelu on suurta, eikä päästöissä ole havaittavissa selvää trendiä. Vuonna 2013 pienten pistelähteiden hiukkas- ja VOC-päästöt kasvoivat runsaat 10 %, typenoksidipäästöt vähenivät muutaman prosentin ja rikkidioksidipäästöt kasvoivat lähes 20 % vuoteen 2012 verrattuna.

Päästöarvio

Pienet pistelähteet sisälsivät aiemmin vain ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään raportoidut päästöt. Vuonna 2007 mukaan otettiin myös muut ympäristölupavolliset pistelähteet, jotka ilmoitetaan kunnille. Tuoreimmat VAHTI-päästötiedot ovat vuodelta 2012 (VAHTI 2014), kuntiin ilmoitetut päästöt ovat vuosilta 2012 ja 2013.

Polttonesteiden jakeluasemien VOC-päästöt on ilmoitettu vain Helsingissä (Arovaara 2014). Espoon (Ohjonen 2014) ja Vantaan (Mäntylä 2014) osalta nämä on arvioitu jakeluasemien lukumäärien perusteella. Kauniaisissa merkittäviä pieniä pistelähteitä ei ole.

11.2 Liikenne

Autoliikenne

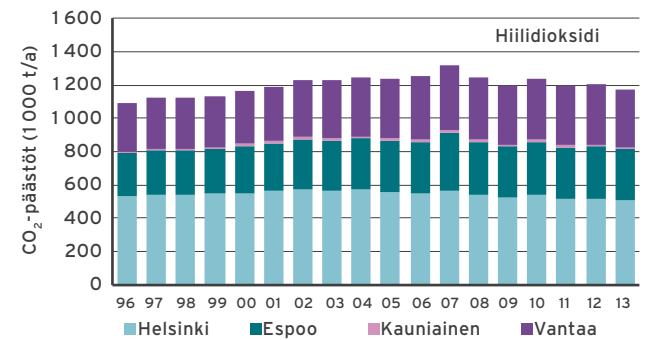
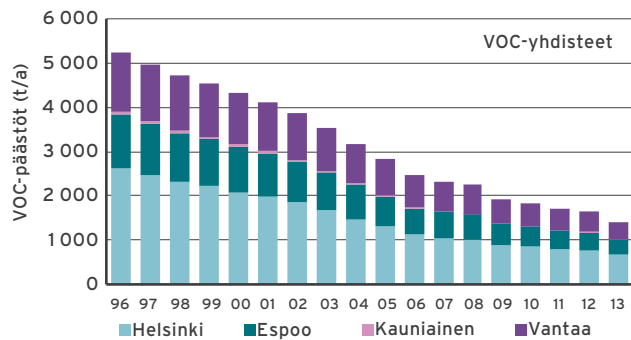
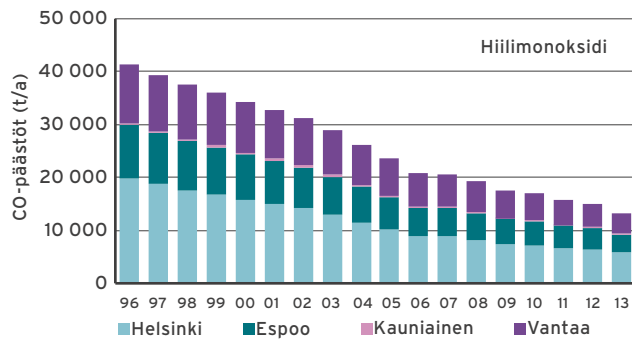
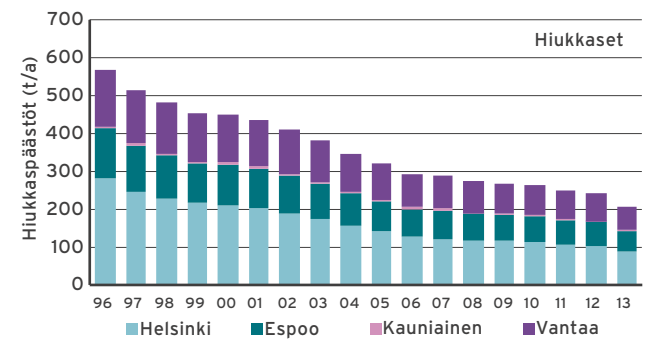
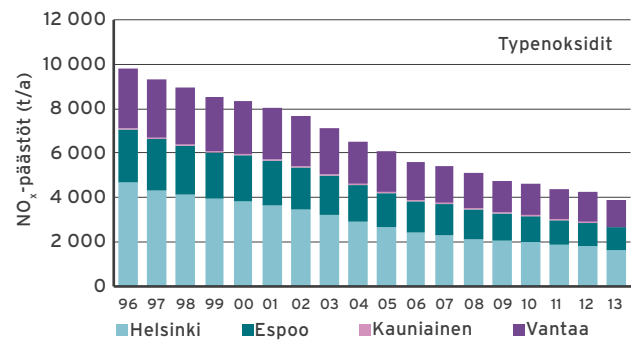
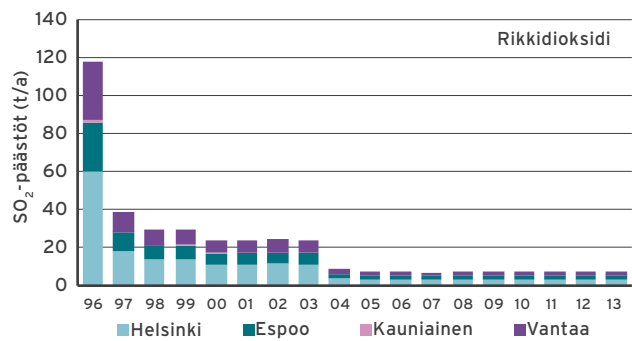
Autoliikenteestä aiheutuvia tärkeimpiä päästöjä ovat hiukkaset, typenoksidit, hiilimonoksidi ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), jotka ovat pääosin hiilivetyjä.

Suorien päästöjen lisäksi liikenne nostattaa ilmaan teiden pinnalta erikokoisia hiukkasia (resuspensio). Ne ovat peräisin mm. asfaltin kulumisesta ja hiekoitusseleleistä.

Autoliikenne tuotti vuonna 2013 pääkaupunkiseudun typenoksidipäästöistä ja hiukkaspäästöistä kolmanneksen, puolet hiilivetypäästöistä ja valtaosan häkäpäästöistä (taulukko 11.1).

Autoliikenteen päästöt ovat laskeneet liikenteen kasvusta huolimatta. Vuonna 2013 autoliikenteen hiukkasten ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt vähenivät lähes 15 %, hiilimonoksidin noin 13 %, typenoksidien noin 9 % sekä rikkidioksidin ja hiilidioksidin päästöt noin 2 % edellisvuoteen verrattuna (kuva 11.5).

Myös liikenteen kasvu on hidastunut ja kääntynyt jopa vähäiseen laskuun. Vuonna 2013 keskimääräinen liikennesuorite oli Helsingissä runsaan prosentin pienempi kuin edellisena vuonna. Polttonesteen kulutus väheni hieman enemmän eli noin 2,5 %. Espoon liikennesuorite väheni hieman (0,2 %) ja polttonesteen kulutus noin yhden prosentin. Liikennesuorite Vantaalla väheni noin 1,5 % ja polttonesteen kulutus noin 3 prosenttia. (Mäkelä 2014)



Kuva 11.5. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla vuosina 1996-2013.

Tekninen kehitys on vähentänyt päästöjä

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. Dieselajoneuvoissa hapettavat katalysaattorit ovat vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta ne ovat lisänneet haitallisen typpidioksidin osuutta pakokaasuissa.

Liikenteen liijypäästöt loppuivat, kun liijyn lisääminen bensiiniin lopetettiin vuonna 1994. Myös uudet polttoaineet ovat vähentäneet bensiiniautojen hiilivety-, hiilimonoksidi- ja rikkipäästöjä sekä dieselautojen rikkidioksidin- ja hiukkaspäästöjä.

Päästöarvio

Pääkaupunkiseudun autoliikenteen suorat päästöt on arvioitu VTT:n LIISA-laskentajärjestelmällä. Vuoden 2013 liikennesuoritteet on saatu kunnilta ja Liikennevirastosta. Koko LIPASTO-laskentajärjestelmä uudistetaan vuosien 2013-2014 aikana, jonka jälkeen myös aiemmilta vuosilta tehdyt päästöarviot pitää päivittää. (Mäkelä 2014)

Autoliikenteen epäsuorat päästöt (resuspensio) tunnetaan puutteellisesti, eivätkä ne ole mukana päästöarviossa.

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

Autoliikenteen hiilidioksidipäästöt kasvoivat aiemmin liikennemäärien ja autojen painon kasvun myötä, vaikka ajoneuvotekniikan kehitys on vähentänyt autojen polttoaineen kulutusta. Vuoden 2008 alussa voimaan tullut autoverouudistus kuitenkin käänsi ensirekisteröityjen henkilöautojen CO₂-päästöt laskuun, mutta toisaalta lisäsi dieselajoneuvojen osuutta. Koko Suomen autokannasta dieselautojen osuus oli vuoden 2012 lopussa kolmannes. Vuodesta 2008 jatkunut dieselkäyttöisten autojen ensirekisteröintien kasvu kääntyi hienoiseen laskuun vuonna 2012. Vuoden 2013 ensirekisteröinneistä 38 % oli käyttövoimaltaan dieselaita, kun vuonna 2011 dieselaidien ensirekisteröintien osuus oli yli 40 %. (TraFi 2014)

Satamat

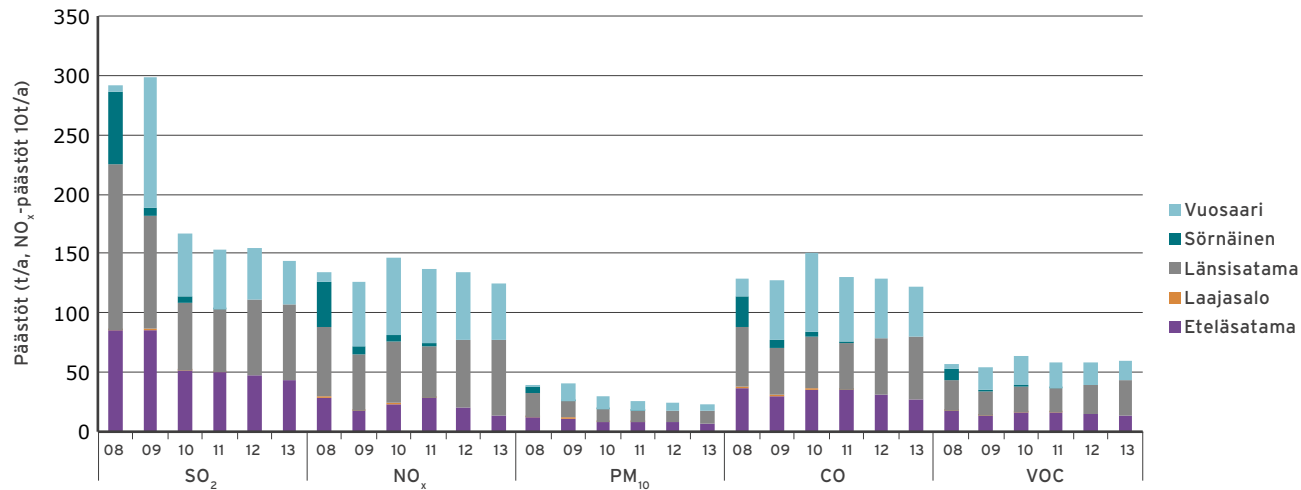
Satamat

Satamatoiminnan päästöarvioon sisällytetään alusten päästöt Helsingin satamien laitureissa ja satamajärjestyksen mukaisilla vesiliikennealueilla. Mukana ovat alusten päästöjen lisäksi muun satamatoiminnan kuten työkoneiden, satamassa asioivien rekkojen ja kuorma- ja henkilöautojen päästöt. Huviveneilyn päästöt tunnetaan puutteellisesti, joten niitä ei ole tässä raportissa arvioitu.

Satamien osuus pääkaupunkiseudun vuoden 2013 typenoksidipäästöistä oli lähes 10 %, muista epäpuhtauksista muutaman prosentin luokkaa (taulukko 11.1). Vuonna 2013 satamien aluskäynnit sekä kokonaispäästöt vähenivät noin seitsemän prosenttia edelliseen vuoteen verrattuna (kuvat 11.6 ja 11.7). Vain VOC-päästöt kasvoivat hieman. (Helsingin Satama 2014)

Vuosaaren satama aloitti vuonna 2008, jolloin Sörnäisten satama jäi pois käytöstä. Sörnäisten sataman alueelle jäi Helsingin energian Hanasaaren voimalaitoksen hiilisatama, jonka päästöjä ei ole mukana laskennassa. Laajasalon sataman toiminta loppui vuonna 2011.

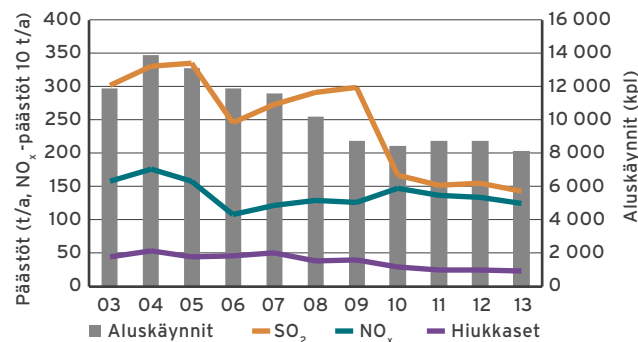
Laskentajärjestelmä uudistui vuonna 2007, joten päästöt ennen tätä ja tämän jälkeen eivät ole täysin vertailukelpoiset. Maaliikenteen ja työkoneiden päästöjen laskentaa tarkennettiin vuonna 2009.



Kuva 11.6. Satamakohtaiset päästöt vuosina 2008-2013.

Polttoainevaatimukset

Kansainvälinen merenkulkujärjestö IMO tiukensi alusten polttoaineiden rikkipitoisuuksia Itämerellä vuonna 2010. 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 %.



Kuva 11.7. Helsingin satamien päästöt ja aluskäynnit vuosina 2003-2013.

Lentoliikenne

Lentoliikenne

Lentoliikenteen päästöihin on laskettu mukaan lentokoneiden LTO-syklin (Landing and Take Off Cycle) aikaiset päästöt sekä Finavian maakaluston päästöt. LTO-syklin aikaiset päästöt ulottuvat lentoonlähdöissä 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. Lentoliikenteen päästöarvioissa ovat mukana Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemat.

Pääkaupunkiseudun vuoden 2013 kokonaispäästöistä lentoliikenteen ja Finavian maakaluston yhteenlaskettu osuus oli epäpuhtaudesta riippuen enimmillään 5 % (taulukko 11.1).

Päästöarvion mukaan lentoliikenteen päästöt muodostavat noin 90 % ja Finavian maakaluston päästöt noin 2 % lentoasema-alueen päästöistä. Lentoasema-alueella on myös muita päästöjä, jotka eivät sisälly Finavian raportointiin päästöihin: mm. muiden toimijoiden, kuten lento-, rahti- ja maahuolintayhtiöiden maakaluston päästöt sekä sotilasilmailun ja helikoptereiden päästöt. (Kara 2014)

Vuonna 2013 Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemien yhteenlaskettu polttoaineen kulutus väheni edelliseen vuoteen verrattuna 4 % ja nousujen ja laskeutumisten määrää 8 %. Helsinki-Vantaa ja Helsinki-Malmin lentoasemien lentokoneiden ja maakaluston yhteenlas-

ketut SO₂-päästöt vähenivät 20 %, hiukkaspäästöt 17 %, NMVOC-päästöt 8 %, CO-päästöt 8 % ja NO_x-päästöt 2 % edelliseen vuoteen verrattuna (kuva 11.1). Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen liikennemäärien muutoksista ja lentoyhtiöiden lentokonekaluston muutoksista LTO-syklin osalta. Ominaispäästöt ja polttoaineen kulutus ovat erilaiset eri konetyypeillä. (Finavia 2014) Maakaluston päästöjen määrän vaihteluun vaikuttavat talven sääolosuhteet.

VOC-laskenta

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

Junaliikenne

Junaliikenne

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

Työkoneet

Työkoneet

Työkoneet ovat merkittävä epäpuhtauksien lähde. VTT arvioi koko Suomen työkoneiden päästöjä osana liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää. Viimeisin päivitys työkoneiden päästömalliin (TYKO 2012) on tehty vuonna 2013 (VTT 2014).

Pääkaupunkiseudulle on tehty oma työkoneiden päästöarvio (Karvosenoja 2013).

Työkoneet ovat merkittävä ilmansaasteiden lähde pääkaupunkiseudulla, mutta arvioon sisältyy vielä runsaasti epävarmuuksia. Arvion mukaan työkoneet tuottavat hiukkasia, typen oksideja ja häkää suunnilleen saman verran kuin puolet autoliikenteestä ja VOC-yhdisteitä autoliikenteen kolmanneksen verran.

11.3 Pintalähteet

Pintalähteet

Ilmaan vapautuu epäpuhtauksia myös pienistä päästölähteistä, joita ei säädelä ympäristölupamenetelyllä. Näitä ovat esimerkiksi talokohtainen ja pienten teollisuuslaitosten lämmitys sekä kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö. Tällaiset päästöt tunnetaan puutteellisesti. Tässä raportissa on arvioitu ne päästöt, joita syntyy kevyen polttoöljyn käytöstä ja puun pienpoltosta pääkaupunkiseudulla (taulukko 11.1).

Kevyt polttoöljy

Kevyt polttoöljy

Noin puolet kevyestä polttoöljystä (POK) käytetään Suomessa rakennusten lämmityksessä. Työkoneiden osuus kokonaiskulutuksesta on neljännes, rakennustoiminnan vajaa viidennes, teollisuuden alle 10 % sekä vesiliikenteen ja rautateiden myös alle 10 % (Tilastokeskus 2012).

Kevyen polttoöljyn päästöt olivat vuonna 2013 epäpuhtaudesta riippuen noin 1-2 % seudun kokonaispäästöistä (taulukko 11.1). Arvio on kuitenkin puutteellinen.

Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöt ovat viime vuosina pienentyneet käytön vähentyessä. Ke-

Päästöarvio

Kevyen polttoöljyn käyttömäärä pääkaupunkiseudulla perustuu vuoden 2013 myyntitietoihin (Öljyalan Palvelukeskus 2014), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten käyttömäärät.

Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöt on laskettu kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli Kasvenerin erillislämmityksen päästökertoimilla, poikkeuksena hiukkaset, joiden päästökerroin on päivitetty vuonna 2012 (Karvosenoja 2012).

vyen polttoöljyn kulutus pääkaupunkiseudulla oli vuonna 2013 noin neljänneksen pienempi kuin aiemman 10 vuoden keskiarvo. Vuoteen 2012 verrattuna kevyttä polttoöljyä myytiin kuitenkin 5 % enemmän (Öljyalan Palvelukeskus 2014).

Puun pienpoltto

Puun pienpoltto

Puun pienpolton päästöjen arvioidaan muodostavan neljänneksen Suomen pienhiukkaspäästöistä (Ahtoniemi ym. 2010).

Tulisijojen käyttö pääkaupunkiseudulla tuotti vuonna 2013 arvion mukaan neljänneksen seudun hiukkaspäästöistä (taulukko 11.1).

Päästöarvio

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 2013 SYKE:n päästökertoimien kaltaisiksi vuoden 2012 Tilastokeskuksen rakennustietokantaa (Tilastokeskus 2013) ja HSY:n SeutuCD'11:tä (HSY 2011) hyödyntäen. Käytetyt päästökertoimet olivat kiukaille 470 mg/MJ, kattiloille 196 mg/MJ ja muille tulisijoille kuten esimerkiksi varaaville takoilta 117 mg/MJ.

12 Lähteet

- Aarnio, P., Matilainen, L., Loukkola, K. 2013. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2012. HSY:n julkaisuja 5/2013. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Aarnio, P., Myllynen, M., Koskentalo, T. 2001. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2000. YTV:n julkaisuja C 2001:8. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Helsinki.
- Ahtoniemi, P., Tainio, M., Tuomisto, J.T., Karvosenoja, N., Kupiainen, K., Porvari, P., Karppinen, A., Kangas, L., Kukkonen, J. 2010. Health risks from nearby sources of fine particulate matter: Domestic wood combustion and road traffic (PILTTI). Report 3/2010. National Institute for Health and Welfare (THL).
- Anttila, P., Alaviippola, B., Salmi, T. 2003. Ilmanlaadun seuranta - mitatut pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä vertailua eurooppalaiseen pitoisuustasoon. Ilmanlaadun julkaisuja 33. Ilmatieteen laitos, Helsinki.
- Anttila, P., Tuovinen, J.-P. 2010. Trends of primary and secondary pollutant concentrations in Finland in 1994-2007. Atmospheric Environment 44:30-41.
- Anttila, P., Tuovinen, J.-P., Niemi, J.V. 2011. Primary NO₂ emissions and their role in the development of NO₂ concentrations in a traffic environment. Atmospheric Environment 45:986-992.
- Arovaara, H. 2014. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 30.4.2014.
- Espoo 2008. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008-2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.
- Finavia 2014. Ilmailulaitos Finavia. Lentoasemakohtaiset tunnusluvut. Ilmapäästöt 2013.
- Fortum Espoo 2014. Fortum Power and Heat Oy, Timo Ahonen ja Suvi Karaste, Päästöraportit ja -tiedot vuodelta 2013.
- Gasum 2014a. Gasum Energiapalvelut Oy, Timo Niinikivi, Päästöraportti 2013, Valion Juustokeskus.
- Gasum 2014b. Gasum Energiapalvelut Oy, Timo Niinikivi, Päästöjen tarkkailun vuosiraportti 2013, Fazerilan höyrylämpökeskus.
- Helsingin Energia 2014. Ympäristöraportit 2013.
- Helsingin Satama 2014. Päästötiedot vuodelta 2013. Kirjallinen tiedoksianto, Ari Piispanen/AriPro Oy 14.4.2014.
- Helsingin yliopisto 2014a. Kirjallinen tiedonanto 12.3.2014.
- Helsingin yliopisto. 2014b. Kirjallinen tiedonanto 30.1.2014. Helsinki 2005. Selvitys 4.1.2005 hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylittymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupunki. Helsinki 2008. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008. Helsingin kaupunki.
- HKR 2013. Kitkarenkaiden käytöllä parempaa ilmanlaatua - liikenneturvallisuudesta tinkimättä. Nasta-tutkimusohjelman 2011-2013 loppuraportti. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2013:4.
- Huuskonen, I., Lehtonen, E., Keskitalo, T., Laita, M. 2010. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2009. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2010. Helsinki.
- HSY, Ympäristöministeriö. 2012. Selvitys bentso(a)pyreenin tavoitearvon ylitysalueista ja toimista tavoitearvon saavuttamiseksi. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä 1.10.2012.
- HSY 2010a. Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudun pientaloista, Gröndahl, T., Makkonen, J., Myllynen, M., Niemi, J. & Tuomi, S. HSY julkaisuja 2010.
- HSY 2010b. Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen. HSY:n julkaisuja 8/2010. Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä HSY, Helsinki. Saatavana: www.hsy.fi/varautumissuunnitelma.
- HSY 2011. SeutuCD'11. <http://www.hsy.fi/seutu tieto/kaupunki/paikkatiedot/seutucd/Sivut/default.aspx>
- Hyvärinen, A.-P., Kolmonen, P., Kerminen, V.-M., Virkkula, A., Leskinen, A., Komppula, M., Hatakka, J., Burkhart, 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.
- Häyrinen, A. 2014. Helsingin Energia, kirjallinen tiedonanto 7.4.2014.
- Ilmatieteen laitos 2013. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ja Ilmastokatsaukset vuodelta 2013.
- Ilmatieteen laitos 2014. Ilmatieteen laitoksen verkkosivut ja Ilmastokatsaukset vuodelta 2014.
- IPCC 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
- Järvi, L., Hannuniemi, H., Hussein, T., Junninen, H., Allto, P.P., Hillamo, R., Mäkelä, T., Keronen, P., Siivola, E., Vesala, T., Kulmala, M. 2009. The urban measurement station SMEAR III: Continuous monitoring of air pollution and surface-atmosphere interactions in Helsinki, Finland. Boreal Environment Research 14 (suppl. A): 86-109.
- Kara, J. 2014. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 28.4.2014.
- Karvosenoja, N. 2012. Kirjallinen tiedoksianto 2.4.2012.
- Karvosenoja, N. 2014. Kirjallinen tiedoksianto 15.4.2013.
- Kauniainen 2008. Kauniainen ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Hyväksytty 27.5.2008.
- Kupiainen, K., Pirjola, L., Ritola, R., Stojiljkovic, A., Malinen, A., 2013. Talvirenkaiden pölypäästöt ja eri katupölylähteiden osuudet kadun varrella kerätyissä hiukkasnäytteissä. HSY:n julkaisuja 3/2013. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Kupiainen, K., Ritola, R., 2013. Nastarengas ja hengitettävä pöly. Katsaus tutkimuskirjallisuuteen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 6/2013.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A. 2009. Mannerheimintien PM₁₀ -hiukkasten koostumus ja lähteet raja-arvon ylityspäivinä 2008. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2009:9.
- Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J., Stojiljkovic, A. Malinen, A. 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta. KAPU-hankkeen loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A., Ritola, R. 2011. Hiukkasten

- koostumus ja lähteet Mannerheimintiellä PM₁₀-raja-arvon ylityspäivinä 2009. HSY:n julkaisuja 5/2011.
- Kupiainen, K., Niemi, J., Ritola, R., Stojiljkovic, A. 2012. Hiukkasten koostumus ja lähteet Mannerheimintiellä PM₁₀-raja-arvon ylityspäivinä 2010. HSY:n julkaisuja 3/2012.
- Malkki, M., Lounasheimo, J., Niemi, J., Myllynen, M., Loukkola, K. 2011. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2010. HSY:n julkaisuja 3/2011. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- Malkki, M., Mätiläinen, L., Kousa, A., Myllynen, M., Niemi, J., Loukkola, K. 2012. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2011. HSY:n julkaisuja 9/2012. Helsingin seudun ympäristöpalvelut - kuntayhtymä HSY, Helsinki.
- 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.
- 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.
- Mäkelä, K. 2013. VTT. Kirjallinen tiedonanto 17.4.2013.
- Mäkelä, K. 2014. VTT. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2014.
- Mäntylä, K. 2014. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 29.4.2014.
- Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo, J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2009. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008. YTV:n julkaisuja 15/2009. Pääkaupunkiseudun yhteistyövaltuuskunta, Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Luoto, T., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Martikainen, J., Vehkamäki, H., Hussein, T., Kulmala, M., 2006. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999-2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B2006:18. YTV, Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Westphal, D.L., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Vehkamäki, H., Kulmala, M. 2009. Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999-2007. Atmospheric Environment, 43: 1255 -1264.
- Ohtonen, K. 2014. Espoon ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 30.4.2014.
- Piispanen, A. 2014. Helsingin Satama/AriPro Oy. Kirjallinen tiedonanto 16.4.2014.
- Rusko, N. 2008. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 10.4.2008.
- 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.
- SLB, 2014. Luften I Stockholm. Årsrapport 2013. SLB 2:2014.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtäävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisija 14/2007.
- Tilastokeskus 2013. Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökkit [verkkajulkaisu]. ISSN=1798-677X. Helsinki: Tilastokeskus. Saantitapa: <http://www.tilastokeskus.fi/tii/rakke/index.html>
- Tilastokeskus 2012. Energiatilasto - Vuosikirja 2011.
- TraFi 2014. Liikenteen turvallisuusvirasto. Tilastot. Saatavana: <http://www.trafi.fi/>.
- VAHTI 2014. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Poiminnat ilmapäästöraporteista 14.4.2014.
- Vantaa 2008. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.
- Vantaan Energia 2014. Yhteiskuntavastuuraportti 2013. Saatavana: www.vantaanenergia.fi/vastuullisuus.
- VTT 2014. mm. LIISA 2012 ja TYKO 2012. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä. Saatavana: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/>
- WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. World Health Organization.
- YTV 2004. Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpiidioksidiepäpuhtauden 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 2014. Kirjallinen tiedonanto 19.3.2014.

Liitteet

LIITE 1.1 Päästöt kunnittain 2013

Helsinki t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	2 243	3 891	128	-	-
Autoliikenne	3	1 650	89	5 751	661
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	5	87	6	66	110
Muut**	-	-	-	-	336
Pintalähteet	29	116	54	542	113
Satamat	143	1245	23	123	60
Lentoliikenne	0	2	0	210	3
Yhteensä	2 424	6 991	300	6 692	1 283

Espoo t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 815	1 681	64	-	-
Autoliikenne	2	1 003	53	3 487	343
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	21	144	1	228	50
Muut**	-	4	2	-	96
Pintalähteet	22	94	56	664	139
Yhteensä	1 859	2 927	177	4 380	628

Kauniainen t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Autoliikenne	0	37	2	130	15
Pintalähteet	1	2***	3	-	-
Yhteensä	2	39	5	130	15

Vantaa t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	942	1 240	8	-	-
Autoliikenne	2	1 179	61	3 853	400
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	32	32	11	-	94
Muut**	7	40	10	-	114
Pintalähteet	26	111	51	718	150
Lentoliikenne	40	560	1	560	57
Yhteensä	1 049	3 162	142	5 131	816

-- arvio puuttuu

* Ympäristönsuojelun VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot v. 2012

** Kunnille ilmoitetut muut päästöt v. 2012 tai 2013 (Vantaalla myös Gasum Energiapalvelu Oy:n kahden lämpökeskuksen päästöt v. 2013)

*** Ei sisällä tulisijojen päästöjä

LIITE 1.2 Autoliikenteen päästöt

Helsinki	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	429	5 662	427	27 371	3 022	493
1986	416	5 957	458	28 184	3 201	541
1987	389	5 892	451	27 799	3 234	550
1988	337	5 872	448	27 452	3 277	552
1989	310	5 802	430	27 050	3 265	564
1990	264	5 649	418	26 261	3 191	564
1991	243	5 447	411	24 260	3 060	549
1992	235	5 212	391	22 381	2 918	549
1993	195	5 108	377	21 701	2 852	522
1994	113	4 983	318	20 787	2 779	547
1995	92	4 839	295	20 242	2 702	537
1996	60	4 705	281	19 761	2 638	534
1997	18	4 333	244	18 714	2 479	538
1998	14	4 161	227	17 671	2 323	541
1999	14	3 975	216	16 857	2 213	546
2000	11	3 814	211	15 799	2 085	553
2001	11	3 646	202	15 088	1 986	562
2002	11	3 463	189	14 200	1 848	576
2003	11	3 190	174	12 953	1 679	569
2004	4	2 895	155	11 574	1 481	571
2005	3	2 651	141	10 215	1 306	557
2006	3	2 420	127	8 854	1 124	552
2007	3	2 277	121	8 285	1 049	566
2008	3	2 149	117	8 092	1 017	541
2009	3	2 062	116	7 429	887	524
2010	3	1 998	114	7 191	850	542
2011	3	1 864	107	6 671	788	519
2012	3	1 793	103	6 402	755	520
2013	3	1 650	89	5 751	661	508

Espoo	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1985	158	2 412	169	11 802	1 179	200
1990	110	2 709	186	12 754	1 401	257
1991	99	2 561	179	11 545	1 317	245
1992	95	2 450	170	10 652	1 255	246
1993	79	2 377	163	10 223	1 216	231
1994	45	2 274	134	9 601	1 160	237
1995	37	2 265	129	9 592	1 158	239
1996	26	2 334	132	10 122	1 213	255
1997	10	2 277	124	9 619	1 161	267
1998	7	2 152	114	9 149	1 104	264
1999	7	2 040	105	8 868	1 067	266
2000	6	2 075	108	8 579	1 033	281
2001	6	2 012	106	8 133	979	288
2002	6	1 910	100	7 771	927	298
2003	6	1 778	94	7 245	852	299
2004	2	1 655	86	6 656	767	308
2005	2	1 540	80	6 031	685	308
2006	2	1 412	73	5 361	594	309
2007	2	1 447	76	5 365	592	345
2008	2	1 304	71	5 134	557	316
2009	2	1 226	70	4 723	480	308
2010	2	1 177	68	4 522	452	316
2011	2	1 114	64	4 214	421	307
2012	2	1 088	62	4 033	408	310
2013	2	1 003	53	3 487	343	306

Kauniainen	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1996	1	84	5	405	50	10
1997	0	82	5	385	48	11
1998	0	77	5	369	46	10
1999	0	73	4	360	44	10
2000	0	74	4	346	43	11
2001	0	72	4	326	41	11
2002	0	68	4	312	38	12
2003	0	62	3	273	33	12
2004	0	58	4	252	31	13
2005	1	56	5	226	28	14
2006	0	51	5	205	23	15
2007	0	53	6	205	23	17
2008	0	47	3	195	22	12
2009	0	44	3	176	19	12
2010	0	42	3	168	18	12
2011	0	41	2	168	18	12
2012	0	40	2	152	16	12
2013	0	37	2	130	15	12

Vantaa	tonnia, CO ₂ 1000t/v					
	SO ₂	NO _x	Hiuk	CO	VOC	CO ₂
1996	30	2 711	150	11 075	1 339	289
1997	11	2 637	142	10 630	1 288	306
1998	8	2 592	135	10 482	1 265	311
1999	8	2 436	127	10 083	1 210	309
2000	6	2 362	126	9 682	1 164	317
2001	7	2 281	122	9 321	1 120	326
2002	7	2 210	117	8 991	1 059	341
2003	7	2 080	111	8 436	982	346
2004	3	1 922	100	7 776	883	354
2005	2	1 839	96	7 200	805	362
2006	2	1 742	89	6 518	715	374
2007	2	1 653	86	6 123	661	390
2008	2	1 581	84	5 974	648	377
2009	2	1 428	80	5 299	551	350
2010	2	1 390	78	5 072	524	362
2011	2	1 332	75	4 765	494	355
2012	2	1 317	73	4 534	479	360
2013	2	1 179	61	3 853	400	349

LIITE 1.3 Energiantuotannon päästöt

SO ₂ tonnia/v	Helsingin Energiä	Fortum Espoo	Vantaan Energiä
1988	15 012	3 582	3 099
1989	15 308	3 067	3 007
1990	12 814	3 600	2 445
1991	13 292	2 742	2 583
1992	5 543	1 376	1 896
1993	5 592	1 100	2 025
1994	8 866	1 420	1 145
1995	5 865	971	965
1996	6 070	1 229	1 280
1997	5 357	1 341	1 035
1998	4 160	1 663	542
1999	3 252	1 318	451
2000	2 962	1 056	545
2001	3 543	1 350	854
2002	3 369	1 351	727
2003	5 192	1 598	1 017
2004	3 482	1 403	582
2005	2 057	1 337	587
2006	3 954	1 566	697
2007	3 091	1 577	695
2008	1 422	1 532	866
2009	2 044	1 365	987
2010	2 484	758	909
2011	1 945	1 129	753
2012	2 191	1 584	883
2013	2 243	1 815	942

NO _x tonnia/v	Helsingin Energiä	Fortum Espoo	Vantaan Energiä
1988	13 201	1 929	1 347
1989	12 875	2 596	1 726
1990	12 429	2 848	2 036
1991	12 325	2 729	2 180
1992	10 752	2 842	2 273
1993	8 406	2 464	2 333
1994	7 594	1 878	1 681
1995	6 930	1 343	1 463
1996	7 348	1 507	1 369
1997	6 651	1 442	1 325
1998	4 912	1 479	989
1999	4 536	1 509	938
2000	3 906	1 404	824
2001	4 698	1 494	1 222
2002	5 004	1 641	1 456
2003	6 017	1 829	1 402
2004	5 110	1 571	1 144
2005	4 217	1 432	1 128
2006	5 806	1 599	1 221
2007	5 335	1 404	1 194
2008	4 568	1 462	1 353
2009	5 139	1 454	1 369
2010	5 638	1 347	1 467
2011	4 463	1 351	1 148
2012	4 367	1 532	1 365
2013	3 891	1 681	1 240

Hiukkaset tonnia/v	Helsingin Energiä	Fortum Espoo	Vantaan Energiä
1988	2 225	249	97
1989	2 555	324	87
1990	1 674	266	90
1991	1 482	236	97
1992	643	185	93
1993	548	179	67
1994	832	242	36
1995	567	559	34
1996	708	135	54
1997	793	239	32
1998	570	102	10
1999	315	138	14
2000	291	107	21
2001	309	65	26
2002	273	43	34
2003	587	45	36
2004	709	44	21
2005	169	39	16
2006	301	39	10
2007	258	55	17
2008	155	61	7
2009	116	57	21
2010	124	26	9
2011	124	24	3
2012	108	59	6
2013	128	64	8

CO ₂ 1000 tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1988	3 676	648	467
1989	3 418	632	565
1990	3 404	679	593
1991	3 535	693	577
1992	3 286	696	587
1993	3 391	668	600
1994	3 780	786	618
1995	3 700	752	689
1996	3 922	847	809
1997	3 774	837	786
1998	3 654	847	708
1999	3 537	848	622
2000	3 321	811	628
2001	3 465	867	812
2002	3 601	884	836
2003	4 839	983	899
2004	4 353	866	765
2005	3 530	816	758
2006	4 522	907	798
2007	3 841	903	790
2008	3 209	904	789
2009	3 504	930	844
2010	3 733	1 085	891
2011	3 282	997	783
2012	3 419	917	765
2013	3 258	992	781

ILMASTONSUOJELUA
EDISTÄVÄ PAPERI



HSY:n julkaisuja | HRM:s publikationer 3/2014

ISSN-L 1798-6087

ISSN 1798-6087 (nid.)

ISSN 1798-6095 (pdf)

ISBN 978-952-6604-84-8 (nid.)

ISBN 978-952-6604-85-5 (pdf)

Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä | PL 100, 00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki | Puh. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi
Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster | PB 100, 00066 HRM, Semaforbron 6 A, 00520 Helsingfors | Tfn. 09 156 11, Fax 09 1561 2011, www.hsy.fi
Helsinki Region Environmental Services Authority | P.O. Box 100, FI-00066 HSY, Opastinsilta 6 A, 00520 Helsinki | Tel. +358 9 15611, Fax +358 9 1561 2011, www.hsy.fi