



ILMANLAATU PÄÄKAUPUNKISEUDULLA VUONNA 2009

HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut

**ILMANLAATU
PÄÄKAUPUNKISEUDULLA
VUONNA 2009**

Raportti:

ilmansuojeluasiantuntija Marjatta Malkki
ilmansuojeluasiantuntija Jarkko Niemi
projektisuunnittelija Johannes Lounasheimo
ilmansuojeluasiantuntija Maria Myllynen
mittausinsinööri Anssi Julkunen
projektityöntekijä Kati Loukkola

Mittausverkon toiminta:

huoltomestari Jari Bergius
mittauslaborantti Tero Humaloja
mittausinsinööri Anssi Julkunen
ilmansuojeluasiantuntija Anu Kousa
mittausinsinööri Santeri Rinta-Kanto
huoltomestari Anders Svens

Raskasmetallianalyysit sekä passiivikeräysanalyysit: MetropoliLab

PAH- ja hiilivetyanalyysit: Ilmatieteen laitoksen laboratorio

Terveysvaikutusarviot: dosentti Raimo Salonen ja dosentti Timo Lanki Terveysten ja hyvinvoinnin laitos

HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä
PL 100
00066 HSY
puhelin: 09 15611
faksi: 09 1561 2011
www.hsy.fi

Copyright

Kartat: Helsingin kaupunki, KMO 075/2009; Affecto Finland Oy, Lupa L4322; Maanmittauslaitos 59/MML/10

Graafit: HSY

Kuvat: HSY

Kansikuva: HSY / Hannu Bask

Edita Prima Oy
Helsinki 2010

Esipuhe

Vuoden 2009 alussa pääkaupunkiseudulla otettiin käyttöön uudistettu ilmanlaadun mittausverkko, ja samalla käynnistyi uusi pääkaupunkiseudun energiantuotantolaitosten ilmanlaadun yhteistarkkailun viisivuotinen sopimusjakso. Helsingin Satama tuli mukaan ilmanlaadun yhteistarkkailuun ja mittaukset sataman vaikutuspiirissä aloitettiin. Ilmanlaadun seuranta aloitettiin Vartiokylän pientaloalueella, jossa seurataan mm. puun polton vaikutuksia ilmanlaatuun. Ilmanlaadun seuranta myös monipuolistui, kun hiukkasten massapitoisuuksien seuranta täydennettiin hiukkasten mustahiili- ja lukumääräjakaumamittauksilla.

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu on hyvä verrattuna Euroopan muihin pääkaupunkiseutuihin. Vuonna 2009 ilmanlaatu oli parempi kuin edellisenä vuonna eikä voimakkaita kaukokulkeumaepisodeja esiintynyt. Joulukuussa kuitenkin typenoksidien ja pienhiukkasten pitoisuudet nousivat korkeiksi paikallisten päästöjen vuoksi, kun voimakas inversiotilanne esti päästöjen laimenemisen. Onneksi erittäin huonon ilmanlaadun tilanne oli melko lyhytkestoinen.

Typidioksidin pitoisuus ylitti vuosiraja-arvon Mannerheimintien ja Hämeentien mittausasemilla. On arvioitu, että typidioksidipitoisuuksia ei saada laskettua raja-arvon alapuolelle vielä vuonna 2010, kuten ilmanlaatudirektiivi edellyttäisi. Tämän vuoksi Suomi hakee EU-komissiolta jatkoaikaa raja-arvon saavuttamiselle. Sitä varten pääkaupunkiseudulla selvitetään pitoisuuksien alentamiseksi vaadittavia toimenpiteitä sekä arvioidaan niiden vaikutuksia päästöihin ja typidioksidipitoisuuksiin. Jatkoaikaa on mahdollista saada enintään vuoden 2015 loppuun asti.

Hengitettävien hiukkasten raja-arvoa ei ylitetty vuonna 2009, kuten ei myöskään kahtena edellisenä vuonna. Voidaan arvioida, että pääkaupunkiseudulla toteutetut intensiiviset toimet katupölyn vähentämiseksi ovat olleet tehokkaita. Lukuisissa Euroopan maissa ei ole onnistuttu pääsemään raja-arvon alapuolelle. EU komissio on lähettänyt esimerkiksi Ruotsille ja Slovenialle viimeisen varoituksen ennen asian oikeuskäsittelyä.

Typidioksidin tuntiraja-arvo tiukkeni vuoden 2010 alussa, ja sen seurauksena korkeiden pitoisuuksien varalle tehdyt valmius- ja varautumissuunnitelmat on uudistettu ja samalla suunnitelmat on laajennettu kattamaan koko pääkaupunkiseudun. Uusi varautumissuunnitelma on laadittu korkeiden pienhiukkasten, hengitettävien hiukkasten, typidioksidin ja otsonin pitoisuuksien varalle. HSY Seutu- ja ympäristötieto on koordinoinut varautumissuunnitelmatyötä ja uudistettujen suunnitelmien käyttöönotosta päätetään vuoden 2010 aikana.

Pääkaupunkiseudun kaupunkien ja HSY:n ilmansuojeluohjelmat ovat olleet käytössä vuodesta 2008 lähtien ja niiden toteutumista arvioidaan vuonna 2010. EU-komissiolle esitetään selvitys ilmansuojeluohjelmissa esitettyjen toimenpiteiden toteutumisesta ja vaikutuksista ilmanlaatuun.

Helsingissä 24.5.2010

HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut

Irma Karjalainen
Tulosaluejohtaja

Tarja Koskentalo
Ilmansuojeluryhmän päällikkö

Tiivistelmä

Julkaisija: HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä			
Tekijät: Malkki M., Niemi J., Lounasheimo J., Myllynen M., Julkunen A., Loukkola K.			Päivämäärä: 11.6.2010
Julkaisun nimi: Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2009			
Tiivistelmä:			
<p>HSY (ent. YTV) mittaa ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla. Vuonna 2009 ilmanlaatu oli suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu oli kokonaisuudessaan hieman parempi kuin edellisinä vuosina.</p> <p>Huonon ilmanlaadun tunteja oli useilla mittausasemilla edellisvuotta vähemmän ja ne aiheutuivat suurimmaksi osaksi keväisestä katupölystä. Pienhiukkasten ja otsonin kaukokulkeumia esiintyi tavanomaista vähemmän. Typpidioksidin pitoisuudet nousivat poikkeuksellisen korkeiksi 18.12. lähes koko pääkaupunkiseudun alueella ja erityisesti Helsingin kantakaupungissa. Syynä olivat pääasiassa liikenteen pakokaasut ja voimakas inversio, joka esti päästöjen pystysuuntaisen sekoittumisen ja laimenemisen.</p> <p>Kevään katupölykausi kesti noin puolitoista kuukautta mutta ei ollut kovin voimakas. Pölyäminen alkoi 18.3. ja hiipui vapun jälkeen katujen puhdistamisen, sateiden ja luonnon vihertymisen myötä. Katujen tehostettu puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla laimealla suolaliuksella ovat tehonneet hengittävien hiukkasten pitoisuuksiin, eikä niiden raja-arvo ole ylittynyt enää vuoden 2006 jälkeen. Ohjearvo ylittyi kevään katupölykaudella Helsingin keskustassa ja pääväylien varsilla.</p> <p>Typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon Mannerheimintien mittausasemalla vuonna 2009 kuten aikaisempinakin vuosina. Raja-arvo ylittyi myös Hämeentien mittausasemalla ja lisäksi suuntaa-antavalla keräinmenetelmällä ylitys todettiin myös Töölöntullissa. Raja-arvon arvioidaan ylittyvän myös laajemmin Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa ja paikoin suurten väylien varsilla. 1.1.2010 jälkeen raja-arvoa ei saa enää ylittää, mikäli EU ei myönnä jatkoaikaa. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi lähes kuukausittain Helsingin keskustan vilkkaasti liikennöidyillä alueilla ja joulukuussa myös paikoin muilla seudun vilkasliikenteisillä alueilla. Helmi- ja joulukuussa mitattiin poikkeuksellisesti myös typpidioksidin tuntiohjearvon ylityksiä.</p> <p>Pienhiukkaspitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoa, mutta WHO:n terveysperusteinen vuosiohjearvo pienhiukkasille ylittyi vilkasliikenteisillä mittausasemilla Hämeentiellä ja Tuomarilassa. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet nousivat korkeiksi kaukokulkeumien aikana koko seudulla kuten myös paikallisen liikenteen ja puun pienpolton päästöjen vuoksi. Puunpolton päästöt aiheuttavat korkeita bentso(a)pyreenin pitoisuuksia, ja sille annetun tavoitearvon arvioidaan ylittyvän paikallisesti päästölähteiden läheisyydessä useilla pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2008 mitattiin tavoitearvon ylitys Itä-Hakkilan pientaloalueella, mutta vuoden 2009 mittauksissa ylitystä ei mitattu Vartiokylän mittausasemalla, joka sijaitsee väljemmällä alueella.</p> <p>Otsonipitoisuudet alittivat terveysperusteisen tavoitearvon, mutta ylittivät pitkän ajan tavoitteen koko seudulla. Rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn pitoisuudet olivat alhaisia eivätkä ylittäneet raja- tai ohjearvoja vuonna 2009. Samoin raskasmetallien pitoisuudet olivat matalia ja selvästi tavoitearvojen alapuolella.</p> <p>Ilmansaasteiden pitoisuudet pääkaupunkiseudulla ovat pitkällä aikavälillä laskeneet otsonia ja pienhiukkasia lukuun ottamatta. Viime vuosina ilmansaasteiden pitoisuudet ovat kuitenkin laskeneet vain lievästi.</p> <p>Vuonna 2009 pääkaupunkiseudun rikkidioksidin ja typenoksidien päästöt nousivat aiempaa suuremmasta energiantuotannosta johtuen. Hiukkasten, hiilimonoksidin ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden päästöt kuitenkin laskivat. Kivihiiilen kulutus kasvoi, mikä nosti energiantuotannon päästöjä. Kaukolämmön tarve oli edellisvuotta suurempi. Kuorma-autojen liikennesuorite vähentyi merkittävästi, ja autoliikenteen päästöt pienenevät vuoden 2008 tasosta kaikkien epäpuhtauksien osalta. Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun kokonaispäästöt ovat laskeneet hiilidioksidia lukuun ottamatta. Laskeva trendi on tasoittunut viimeisen runsaan kymmenen vuoden aikana.</p>			
Avainsanat: ilmanlaatu, pääkaupunkiseutu			
Sarjan nimi ja numero: HSY:n julkaisuja 2/2010			
ISSN (nid.) 1798-6087	ISBN (nid.) 978-952-6604-02-2	Kieli: suomi	Sivuja: 124
ISSN (pdf) 1798-6095	ISBN (pdf) 978-952-6604-03-9	ISSN-L 1798-6087	
HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä, PL 100, 00066 HSY, puhelin 09 156 11, faksi 09 1561 2011			

Abstract

Published by: HSY Helsinki Region Environmental Services Authority			
Authors: Malkki M., Niemi J., Lounasheimo J., Myllynen M., Julkunen A., Loukkola K.			Date of publication: 11.6.2010
Title of publication: Air Quality in the Helsinki Metropolitan Area in 2009			
<p>Abstract:</p> <p>HSY Helsinki Region Environmental Services Authority (formerly YTV) monitors air quality in the Helsinki metropolitan area. In 2009 air quality in the region was most of the time good or satisfactory. As a whole air quality was slightly better in 2009 than during the past few years. At several monitoring stations the number of hours with poor or very poor air quality was smaller than during the previous year, and spring time street dust was the main cause of poor or very poor air quality. There were fewer long-range transport episodes of fine particles and ozone than normally. On the 18th of December the concentrations of nitrogen dioxide rose exceptionally high almost all over the metropolitan area, and especially in downtown Helsinki. The high concentrations were mainly caused by the exhaust emissions from traffic together with a very strong ground based inversion, which prevented the vertical mixing and dispersion of pollutants.</p> <p>The street dust period in spring lasted about a month and a half, but it was not very severe. It started on the 18th of March and ended gradually after the 1st of May after streets had been cleaned, spring rains had further washed them, and nature had started greening. Intensified cleaning of streets and sprinkling them with dilute solution of calcium chloride have been effective in decreasing the concentrations of thoracic particles, the limit values of which have not been exceeded after 2006. The national 24-hour guideline for thoracic particles was, however, exceeded during spring 2009 in the city centre of Helsinki and along the main roads.</p> <p>The annual average concentration of nitrogen dioxide exceeded its limit value at the Mannerheimintie monitoring station in 2009 as well as in previous years. The annual limit value was also exceeded at the monitoring station in Hämeentie. The semi quantitative passive sampling method showed exceedances also at Töölöntulli.</p> <p>It is estimated that the annual limit value is exceeded also more widely in busy street canyons of Helsinki and in some places near busy main roads. The national 24-hour guideline was exceeded nearly monthly in the busy areas in the centre of Helsinki and in December also elsewhere in the area in busy traffic environments. In February and in December exceedances of the one-hour guideline were observed, which is uncommon.</p> <p>The concentrations of fine particles did not exceed the limit value, but the annual guideline based on health effects given by WHO was exceeded at the monitoring stations situated near very busy streets and main roads. Long-range transport of fine particles caused high concentrations from time to time in the whole metropolitan area. Also emissions of local traffic and small scale wood burning caused high daily concentrations occasionally. Emissions from small scale wood burning cause high concentrations of benzo(a)pyrene and its target value is estimated to be exceeded locally near emission sources in many areas with densely built detached houses. In 2008 the target value was exceeded in Itä-Hakkila area of detached housing, but in the measurements done in 2009 no exceedance was observed at Vartiokylä monitoring station</p> <p>Ozone concentrations were below the target value for protection of human health, but exceeded the long-term objective over the whole area. The concentrations of sulphur dioxide, carbon monoxide, benzene, and lead were low and did not exceed the limit values or national guidelines in 2009. Also the concentrations of heavy metals were low and noticeably below their target values.</p> <p>In the long run the concentrations of air pollutants have decreased except for those of ozone and fine particles. During the past years the concentrations have, however, decreased only slightly. In 2009 the emissions of sulphur dioxide and nitrogen oxides increased due to increased energy production. The emissions of particles, carbon monoxide and volatile organic compounds decreased, however. In the long run the total emissions of different pollutants have decreased in the Helsinki metropolitan area except for carbon dioxide. During the past ten years the decreasing trend has evened out.</p>			
Key words: Air quality, Helsinki Metropolitan Area			
Publication series title and number: HSY publications 2/2010			
ISSN (print) 1798-6087	ISBN (print) 978-952-6604-02-2	Language: Finnish	Pages: 124
ISSN (pdf) 1798-6095	ISBN (pdf) 978-952-6604-03-9	ISSN-L 1798-6087	
HSY Helsinki Region Environmental Services Authority, P.O. Box 100, 00066 HSY, phone: +358 9 156 11, fax: +358 9 156 2011			

Sammandrag

Utgivare: HRM Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster			
Författare: Malkki M., Niemi J., Lounasheimo J., Myllynen M., Julkunen A., Loukkola K.			Datum: 11.6.2010
Publikationens titel: Luftkvalitet i huvudstadsregionen år 2009			
<p>Sammandrag:</p> <p>HRM (f.d. SAD) mäter luftkvaliteten i huvudstadsregionen. År 2009 var luftkvaliteten största delen av tiden bra eller nöjaktig. Luftkvaliteten var som helhet litet bättre än under de föregående åren. På flera mätstationer förekom det färre timmar med dålig luftkvalitet än föregående år och de förorsakades till största delen av vårens gatudamm. Fjärrtransport av finpartiklar och ozon förekom mera sällan än vanligt. Koncentrationerna av kvävedioxid steg till exceptionellt höga nivåer den 18.12 inom nästan hela huvudstadsregionen och speciellt i Helsingfors stadskärna. Orsaken var huvudsakligen trafikens avgaser och en kraftig inversion, som förhindrade utsläppens utspädning.</p> <p>Vårens gatudammperiod varade i cirka en och en halv månad, men var inte särskilt kraftig. Dammandet började 18.3 och tynade bort efter första maj i och med rengöring av gator, regn och grönskande natur. En intensifierad rengöring av gatorna och bevattning med en svag saltlösning, som binder dammet, har haft effekt på koncentrationerna av inandningsbara partiklar och deras dygnsgränsvärde har inte överskridits efter år 2006. Riktvärdet överskreds under vårens gatudammperiod i Helsingfors centrum och längs huvudlederna.</p> <p>Årskoncentrationen av kvävedioxid överskred gränsvärdet på Mannerheimvägens mätstation år 2009, liksom även tidigare år. Gränsvärdet överskreds även på Tavastvägens mätstation och därtill konstaterades med riktgivande insamlingsmetod en överskridning även i Tölö tull. Man bedömer att gränsvärdet kommer att överskridas även mera vidsträckt i Helsingfors livligt trafikerade gaturaviner och ställvis längs de stora lederna. Efter den 1.1.2010 får gränsvärdet inte längre överskridas, ifall EU inte beviljar förlängd tid. Dygnsriktvärdet för kvävedioxid överskreds nästan månatligen inom Helsingfors centrums livligt trafikerade områden och i december också ställvis inom övriga livligt trafikerade områden i regionen. I februari och december uppmättes undantagsvis även överskridningar av timriktvärdet för kvävedioxid.</p> <p>Koncentrationerna av finpartiklar överskred inte gränsvärdet, men WHO:s hälsobaserade årsriktvärde för finpartiklar överskreds vid de livligt trafikerade mätstationerna på Tavastvägen och i Domsby. Dygnskoncentrationerna för finpartiklar steg högt i hela regionen under fjärtransporterna liksom utsläppen från lokal trafik och småskalig förbränning av ved.</p> <p>Utsläppen från vedeldning förorsakar höga koncentrationer av benso(a)pyren och dess angivna målvärde beräknas att lokalt överskrids i närheten av utsläppskällorna inom många småhusområden i huvudstadsregionen. År 2008 uppmättes en överskridning av målvärdet inom ett småhusområde i Östra Haxböle, men mätningarna år 2009 visade ingen överskridning i mätstationen i Botby, som ligger i ett glesare område.</p> <p>Ozonkoncentrationerna underskred det hälsobaserade målvärdet, men överskred målsättningen på lång sikt i hela regionen. Koncentrationerna av svaveldioxid, kolmonoxid, bensen och bly var låga och överskred inte gräns- eller målvärdena år 2009. Likaså var koncentrationerna av tungmetaller låga och klart under målvärdena.</p> <p>Koncentrationerna av luftföroreningar i huvudstadsregionen har på lång sikt sjunkit, med undantag för ozon och finpartiklar. Under de senaste åren har dock koncentrationerna av luftföroreningar endast sjunkit svagt.</p> <p>År 2009 steg huvudstadsregionens utsläpp av svaveldioxid och kväveoxider på grund av en större energiproduktion än tidigare. Utsläppen av partiklar, kolmonoxid och flyktiga organiska föreningar sjönk dock. Förbrukningen av stenkol växte, vilket ökade energiproduktionens utsläpp. Behovet av fjärrvärme var större än föregående år. Lastbilarnas trafikinsats minskade betydligt och biltrafikens utsläpp minskade från 2008 års nivå beträffande samtliga föroreningar. På lång sikt har totalutsläppen minskat med undantag för koldioxid. Den sjunkande trenden har utjämnats under de senaste drygt tio åren.</p>			
Nyckelord: luftkvalitet, huvudstadsregion			
Publikationsseriens titel och nummer: HRM publikationer 2/2010			
ISSN (hft) 1798-6087	ISBN (hft.) 978-952-6604-02-2	Språk: finska	Sidantal: 124
ISSN (pdf) 1798-6095	ISBN (pdf) 978-952-6604-03-9	ISSN-L 1798-6087	
HRM Samkommunen Helsingforsregionens miljötjänster, PB 100, 00066 HRM, tfn: 09 156 11, fax: 09 156 1 2011			

Sisällys

1. JOHDANTO	13
2. ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA JA NIIDEN VAIKUTUKSISTA	14
2.1 Yleistä	14
2.2 Ilmansaasteiden terveysvaikutukset	14
2.3 Ilmansaasteiden luontovaikutukset	15
2.4 Vaikutukset epäpuhtauksittain	15
Hiukkaset	15
Typenoksidit (NO ja NO ₂)	15
Otsoni (O ₃)	15
Rikkidioksidi (SO ₂)	16
Hiilimonoksidi eli häkä (CO)	16
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)	16
Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH)	16
Raskasmetallit	16
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)	16
Hiilidioksidi (CO ₂)	16
3. ILMANLAADUN MITTAUSVERKKO VUONNA 2009	17
4. ILMANLAATU NORMEIHIN VERRATTUNA	19
4.1 Pitoisuudet raja-arvoihin verrattuina	19
Hengitettävät hiukkaset	19
Pienhiukkaset	20
Typpidioksidi ja typenoksidit	21
Rikkidioksidi	21
Hiilimonoksidi	22
Bentseeni	22
Lyjy	22
4.2 Tilanne suhteessa raja-arvoihin	22
Hengitettävien hiukkasten raja-arvon ylitykset	22
Typpidioksidin raja-arvon ylitykset	24
Raja-arvojen ylityksistä aiheutuvat toimenpiteet	24
4.3 Pitoisuudet kynnyks- ja tavoitearvoihin verrattuina	24
Otsoni	24
Raskasmetallit ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt	25
4.4 Pitoisuudet ohjearvoihin verrattuina	26
Hengitettävät hiukkaset	26
Typpidioksidi	26
Rikkidioksidi ja hiilimonoksidi	26
5. PITOISUUKSIEN AJALLISET MUUTOKSET	28
5.1 Vuosipitoisuuksien kehittyminen	28
Hengitettävät hiukkaset	28
Pienhiukkaset	28
Typenoksidit	28
Otsoni	30
Rikkidioksidi	30
Hiilimonoksidi	30
Bentseeni ja raskasmetallit	30
Kokonaisleijuma	30
5.2 Vuodenaikaisvaihtelu	30

5.3 Viikonpäivävaihtelu.....	32
5.4 Vuorokausivaihtelu.....	32
6. ILMANLAATU ERITYISKOHTEISSA	33
6.1 Hämeentie	33
6.2 Tuomarila.....	34
6.3 Koivuhaka	35
6.4 Katajanokka.....	36
6.5 Vartiokylä.....	38
7. EPISODITILANTEET	40
7.1 Kevään katupölykausi.....	40
7.2 Typpidioksidiepisodit.....	41
7.3 Pienhiukkasepisodit.....	42
7.4 Otsoniepisodit	43
7.5 Varautuminen episoditilanteisiin.....	44
8. ILMANLAATU INDEKSILLÄ ARVIOITUNA	46
8.1 Ilmanlaadusta tiedottaminen.....	46
8.2 Ilmanlaatu indeksillä arvioituna.....	46
9. TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET KERÄINMENETELMÄLLÄ	49
9.1 Helsinki.....	49
9.2 Espoo.....	49
9.3 Kauniainen.....	50
9.4 Vantaa.....	50
9.5 Mittausten luotettavuus	52
10. SÄÄTILA	53
11. ILMANLAATU KEVÄÄLLÄ 2010	55
11.1 Säätila.....	55
11.2 Ilmanlaatu.....	55
12. PÄÄSTÖT	57
12.1 Liikenne.....	57
Autoliikenne.....	57
Satamat.....	60
Lentoliikenne.....	60
Junaliikenne.....	61
Työkoneet.....	61
12.2 Pistelähteet.....	61
Energiantuotanto.....	61
Pienet pistelähteet.....	63
12.3 Pintalähteet.....	64
13. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	65
13.1 Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla 2009.....	65
13.2 Typpidioksidin raja-arvo ylittyi Helsingissä.....	65
13.3 Bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyi pientaloalueilla.....	65
13.4 Hiukkasten ja typpidioksidin ohjearvot ylittyivät.....	66
13.5 Erityiskohteiden ilmanlaatua selvitetään.....	66
13.6 Vuosipitoisuudet laskussa.....	66
13.7 Päästöt pääosin laskussa.....	67
14. LÄHDELUETTELO	68

LIITTEET	71
Liite 1. Pitoisuudet 2009.....	71
Liite 2. Kuukausikeskiarvot.....	89
Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut.....	91
Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat.....	95
Liite 5. NO ₂ - ja SO ₂ -määritykset suuntaa-antavilla mittauksilla.....	117
Liite 6. Päästöt.....	120
Liite 7. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2008.....	123
Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä.....	124

1. Johdanto

Merkittävimmät kaupunki-ilman laatua heikentävät epäpuhtaudet ovat hiukkaset (PM = particulate matter), typpidioksidi (NO_2), otsoni (O_3), hiilimonoksidi (CO), rikkidioksidi (SO_2) ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC). Niillä on korkeina pitoisuuksina haitallisia vaikutuksia niin terveyteen ja viihtyvyyteen kuin luontoonkin, ja tämän vuoksi niille on säädetty raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoja.

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

Ilmanlaatu on pääkaupunkiseudulla yleensä melko hyvä, mutta hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuudet kohoavat ajoittain haitallisen korkeiksi etenkin vilkkaasti liikennöityjen teiden ympäristössä. Myös puun pienpolton päästöt aiheuttavat korkeahkoja hiukkaspitoisuuksia paikoin pientaloalueilla. Otsonipitoisuudet ovat ajoittain korkeita keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella. Satamien läheisyydessä rikkidioksidipitoisuudet voivat ajoittain nousta häiritsevän korkeiksi laivaliikenteen päästöjen takia. Yleisemmin rikkidioksidin, lyijyn ja hiilimonoksidin pitoisuudet eivät enää aiheuta ilmanlaatuongelmia pääkaupunkiseudulla. Myös arseenin, kadmiumin ja nikkelin sekä bentseenin pitoisuudet ovat alhaisia.

Tässä raportissa tarkastellaan ilmanlaatua pääkaupunkiseudulla vuonna 2009. Ilmansaasteiden pitoisuuksia verrataan raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoihin, sekä arvioidaan kehitystä viime vuosina. Typpidioksidipitoisuuksia on useiden vuosien ajan arvioitu myös keräinmenetelmällä ja näiden passiivikeräysten tulokset on myös esitetty tässä raportissa. Raportissa on kuvattu myös liikenteen, energiantuotannon ja muiden lähteiden päästöt vuonna 2009 sekä niiden kehitys. Liitteinä on esitetty tekstiä täydentäviä kuvia ja taulukoita sekä kuvaukset mittausasemista ja mittausverkon toiminnasta. Raporttiin on liitetty myös katsaus kevään 2010 ilmanlaadusta.

2. Ilman epäpuhtauksista ja niiden vaikutuksista

2.1 YLEISTÄ

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

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

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

Ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia säädellään raja-, kynnys-, tavoite- ja ohjearvoilla. Ohjearvot määrittelevät ilman suojeletyölle ja ilmanlaadulle asetetut kansalliset tavoitteet, ja ne on tarkoitettu ensisijassa ohjeiksi suunnittelijoille. Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia. Ne määrittelevät ilmansaasteille terveysperusteiset korkeimmat hyväksyttävät pitoisuudet, joiden ylittyessä viranomaiset käynnistävät toimia pitoisuuksien alentamiseksi. Kynnysarvot määrittelevät tason, jonka ylittyessä on tiedotettava tai varoitettava kohonneista ilmansaasteiden pitoisuuksista. Tavoitearvoilla tarkoitetaan pitoisuutta tai kuormitusta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa tai pitkän ajan kuluessa.

Typpidioksidin ohjearvot ylittyvät Suomessa yleensä keväisin ja muulloin satunnaisesti suurimpien kaupunkien keskustoissa. Hiukkaspitoisuudet ylittävät ohjearvon yleensä keväisin, etenkin vilkkaiden teiden ja katujen varsilla. Rik-

kidioksidipitoisuuksien ohjearvot saattavat vielä ylittyä joillakin teollisuuspaikkakunnilla. Typpidioksidin ja hiukkasten raja-arvot eivät yleensä ylitä, mutta ylityksiä saattaa esiintyä suurimpien kaupunkien ydinkeskustassa ja vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ylittyy usein myös työmaiden läheisyydessä. Otsonin terveysperusteinen tavoitearvo ja tiedotuskynnyskin saattavat ylittyä keväisin ja kesäisin, erityisesti taajamien ulkopuolella.

2.2 ILMANSAASTEIDEN TERVEYSVAIKUTUKSET

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

Suomessa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat yleensä kohtalaisen alhaisia eivätkä ne aiheuta useimmille merkittäviä terveyshaittoja. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille kuitenkin vaihtelee. Niin sanotut herkat väestöryhmät saavat oireita, ja heidän toimintakykynsä saattaa heikentyä jo kohtalaisen pienistä ilmansaasteepitoisuuksista. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet sepevaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä lapset. Tyypillisiä lasten oireita ovat nuha ja yskä, kun taas hengitys- ja sydänsairailla voi esiintyä heidän sairautelleen tyypillisiä oireita, kuten hengenahdistusta tai rintakipua. Talvisin pakkanen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

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

2.3 ILMANSAASTEIDEN LUONTOVAIKUTUKSET

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

Pääkaupunkiseudulla bioindikaattoreilla on kartoitettu ilmansaasteiden leviämistä ja vaikutuksia viiden vuoden välein. Viimeisin kartoitus on tehty vuonna 2009 (Huuskonen ym. 2010). Tulokset kertovat elinympäristömme nuhraantumisesta: asuinalueet valtaavat alaa, viheralueet pirstoutuvat ja liikennealueet kasvavat. Toisaalta pahimmin vaurioituneilla alueilla jäkälälajisto on elpynyt ja pahimmat vauriot lieventyneet.

2.4 VAIKUTUKSET EPÄPUHTAUKSITTAIN HIUKKASET

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

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

Ulkoilman hiukkasia pidetään länsimaissa kaikkein haitallisimpana ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Hiukkasten päivittäisten pitoisuuksien lyhytaikainen kohoaminen

lisää sydän- ja hengityselinoireita sekä hengityselin- ja sydänsairauksista johtuvia sairaalakäyntejä ja kuolleisuutta. Lyhytaikaista altistumista haitallisempaa on kuitenkin pitkäaikainen altistuminen hiukkasille. Esimerkiksi asuminen vilkasliikenteisen tien välittömässä läheisyydessä voi lisätä selvästi altistumista ja johtaa ääritapauksissa hengityselin- ja sydänsairauden kehittymiseen sekä eliniän lyhenemiseen.

TYPENOKSIDIT (NO JA NO₂)

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

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

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

OTSONI (O₃)

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

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

Suomessa otsonipitoisuudet ovat suurimmillaan aurinkoisella säällä keväällä ja kesällä taajamien ulkopuolella. Kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta kohottaa Suomen otsonipitoisuuksia selvästi.

Otsonin aiheuttamia tyypillisiä oireita ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytys. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Kohonneisiin otsonipitoisuuksiin voi myös liittyä lisään-

tynyttä kuolleisuutta ja sairaalahoitoja. Otsoni voi pahentaa siitepölyjen aiheuttamia allergiaoireita.

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

RIKKIDIOKSIDI (SO₂)

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

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

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

HIILIMONOKSIDI ELI HÄKÄ (CO)

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

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

HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (VOC)

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

ei yleensä sisällytetä VOC-yhdisteiden kokonaismäärään päästölaskennassa. VOC-yhdisteet ovat peräisin mm. liikenteestä, teollisuudesta ja pientalojen lämmityksestä sekä kasvillisuudesta.

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

POLYSYKLISET AROMAATTISET HIILIVEDYT (PAH)

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

RASKASMETALLIT

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

PELKISTYNEET RIKKIYHDISTEET (TRS)

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

HIILIDIOKSIDI (CO₂)

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

3. Ilmanlaadun mittausverkko vuonna 2009

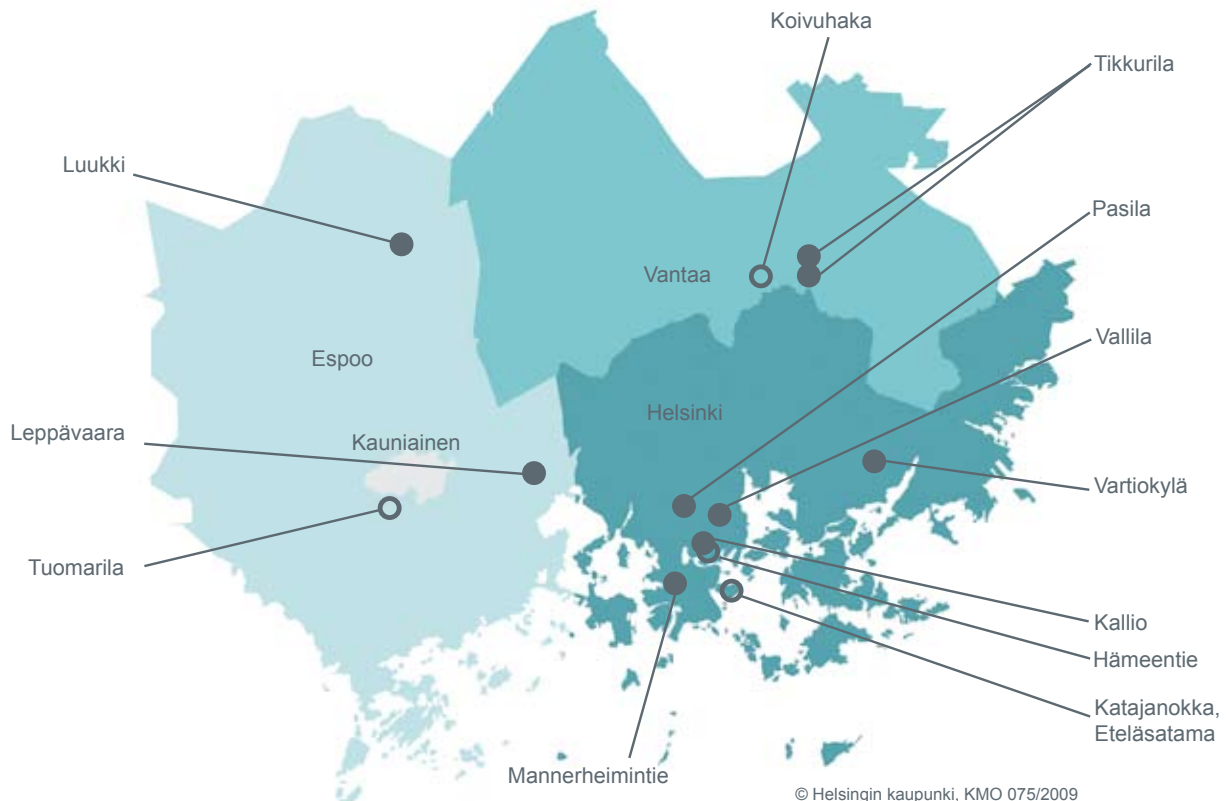
Pääkaupunkiseudun ilmanlaatua arvioidaan jatkuvin ja suuntaa-antavin mittauksin, mallintamalla sekä bioindikaattoreiden avulla. HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut -kuntayhtymä (ent. YTV) Seututieto seurasi vuonna 2009 pääkaupunkiseudun ilmanlaatua jatkuvin mittauksin 11 kohteessa. Niistä seitsemän sijainti on pysyvä ja neljän paikka harkitaan vuosittain, eli ne ovat nk. siirrettäviä mittausasemia (kuva 1 ja taulukko 1). Vuonna 2009 mittausverkkoon liitettiin uusi pysyvä mittausasema pientaloalueelle ja siirrettävä mittausasema satamaan. Mittauksin selvitettiin liikenteen, energiantuotannon, satamatoimintojen ja pienpolton vaikutuksia sekä asuin- ja tausta-alueiden ilmanlaatua.

Asemilla mitattiin kaupunki-ilman tärkeimpien ilmansaasteiden, hiukkasten (hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset), typenoksidien (typpimonoksidi ja typpidioksidi), otsonin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuuksia. PM₁₀-näytteistä analysoitiin raskasmetallien ja PAH-yhdisteiden pitoisuuksia. Lisäksi mitattiin säätilaa kuvaavia muuttujia. Mittausverkon toimintaa ja mittausasemia sekä itse mittausmenetelmiä on kuvattu tarkemmin liitteessä 4.

Aikaisempien vuosien mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy tietoa paikkatietokartan kautta HSY:n verkkosivuilta (www.hsy.fi > Seututieto > Ilmanlaatu > Suunnittelijasivusto).

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

Mittausasemat on luokiteltu sijaintinsa, päästölähteiden etäisyyden ja luonteen sekä tulosten edustavuuden mukaan. Sijaintinsa mukaan ne voidaan luokitella kaupunki-,



Kuva 1. HSY:n ilmanlaadun mittausasemat vuonna 2009.

Taulukko 1. Ilmanlaadun mittausasemat ja niillä mitatut yhdisteet vuonna 2009.

Mittausasema	Edustavuus	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO _x	SO ₂	CO	O ₃	bentseeni	metallit	PAH
Mannerheimintie	vilkasliikenteinen keskusta	x	x	x		x	x			
Vallila	kantakaupunki, liikenneympäristö	x		x	x					
Kallio	kantakaupunki, tausta-asema	x	x	x			x	x	x	x
Vartiokylä	pientaloalue	x	x	x		x	x	x		x
Leppävaara3	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x						
Luukki	maaseutu, tausta-asema		x	x	x		x			
Tikkurila2	esikaupunkialue						x			
Tikkurila3	vilkasliikenteinen keskus	x	x	x		x		x		
Katajanokka	sataman vaikutusalue		x	x	x					
Hämeentie	vilkasliikenteinen katukuilu	x	x	x						
Tuomarila	pääväylän vaikutusalue		x	x						
Koivuhaka	pääväylän vaikutusalue	x		x						

esikaupunki- ja maaseutuasemiksi tai näiden tausta-ase-
miksi. Tausta-aseamat sijaitsevat riittävän etäällä vilkaslii-
kenteisistä kaduista ja muista yksittäisistä päästölähteistä,
jotta ne edustavat laajasti ympäröivän alueen ilmanlaatua.
Esimerkiksi kaupunkitausta-asemaa käytetään väestön
yleisen altistumisen arviointiin kaupunkialueella. Päästöjen
luonteen mukaan mittausasemat voidaan luokitella liikenne-
asemiksi tai teollisuusasemiksi. Teollisuusasemilla mitataan
esimerkiksi selluteollisuuden tai energiantuotannon päästö-
jen paikallisia vaikutuksia ilmanlaatuun. Liikenneasemat si-
jaitsevat vilkasliikenteisten katujen varsilla ja ne edustavat
väestön suurinta altistumista liikenteen päästöille.

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

Mittausasemat on pyritty sijoittamaan edustaviin kohteisiin.
Tulosten avulla voidaan siten arvioida ilmanlaatua myös
muissa samankaltaisissa ympäristöissä. Mannerheimintien
mittausasema edustaa vilkasliikenteistä kaupunkikeskus-
taa ja Vallila kuvaa puolestaan yleisemmin Helsingin kes-

kustan liikenneympäristöjä. Kallio kuvaa keskusta-alueen
yleistä ilmanlaatua, ja tällä kaupunkitausta-asemalla mita-
tut pitoisuudet vastaavat tasoa, jolle ihmiset keskimäärin
altistuvat Helsingin keskustan asuinalueilla. Vartiokylän
mittausaseman tulokset kuvaavat ilmanlaatua pientalo-
alueella sekä alueellista taustapitoisuutta. Leppävaara ja
Tikkurila kuvaavat vilkasliikenteisiä kaupunkiympäristöjä
Espoossa ja Vantaalla. Tiedekeskus Heureka Tikkuri-
lassa mitataan otsonipitoisuuksia, ja pitoisuudet kuvaavat
otsonitasoa esikaupunkialueella. Luukissa sijaitsee alueel-
linen tausta-asema, joka kuvaa seudun ilmanlaatua etäällä
päästölähteistä.

Erityiskohteissa ilmanlaatua seurataan yleensä vuoden jak-
soissa käyttäen siirrettäviä mittausasemia. Vuonna 2009
siirrettävät asemat olivat Helsingissä Hämeentiellä, Es-
poon Tuomarilassa, Vantaan Koivuhaassa ja Eteläsataman
vaikutusalueella Katajanokalla. Hämeentien mittausasema
sijaitsee vilkasliikenteisessä katukuilussa, jossa on vuonna
2005 todettu raja-arvojen ylittyvän. Espoon siirrettävällä
mittausasemalla selvitettiin ilmanlaatua vilkasliikenteisen
pääväylän varrella. Vantaan Koivuhaassa mitattiin ilman-
laatua vilkasliikenteisen kehätien varrella. Katajanokan mit-
tausten tarkoituksena oli selvittää laiva- ja autoliikenteen
sekä satamatoimintojen vaikutusta alueen ilmanlaatuun.

Typpidioksidin ja rikkidioksidin keräinmenetelmillä täyden-
nettiin mittausasemien jatkuvatoimisia mittauksia. Vuonna
2009 typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin koko vuoden
ajan 44 kohteessa eri puolilla pääkaupunkiseutua ja rikkidi-
oksidin passiivikeräyksiä 3 kohteessa satama-alueilla.

4. Ilmanlaatu normeihin verrattuna

4.1 PITOISUUDET RAJA-ARVOIHIN VERRATTUINA

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

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

HENGITETTÄVÄT HIUKKASET

Vuonna 2009 hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksien vuosikeskiarvot vaihtelivat 12 ja 27 µg/m³ välillä pääkaupunkiseudun mittausasemilla. Pienimmät pitoisuudet mitattiin Vartiokylän pientaloalueella (Luukin tausta-aseamalla ei mittauksia) ja korkeimmat Helsingin vilkasliikenteisessä keskustassa Mannerheimintiellä (kuva 2 a). Pitoisuudet alittivat kaikilla mittausasemilla selvästi vuosiraja-arvon (40 µg/m³).

Vuorokausipitoisuuden raja-arvo hengitettävälle hiukkasille ei myöskään ylittynyt vuonna 2009. Mannerheimintiellä raja-arvotaso ylittyi 30 kertaa (kuva 2 b). Raja-arvon ylittyminen edellyttää, että vuorokausipitoisuudet ylittävät tason 50 µg/m³ vuoden aikana yli 35 kertaa. Mannerheimintiellä ja muissakin mittauspaikoissa raja-arvotason ylitysten määrät olivat edellisvuotta vähäisemmät. Ylityksiä oli Vallilassa 5, Kalliossa 3, Vartiokylässä 4, Leppävaarassa 9, Tikkurilassa 4, Hämeentiellä 21 ja Koivuhaassa 12 kpl.

Enin osa mittausasemilla havaituista raja-arvotason 50 µg/m³ ylityksistä ajoittui kevään katupölykauteen (kuva 2 b), joka kesti noin puolitoista kuukautta, mutta ei ollut kovin voimakas (luku 7.1). Katupöly aiheutti korkeita pitoisuuksia muutamana päivänä myös tammi–helmikuussa Mannerheimintiellä sekä muillakin liikenneympäristön asemilla loka–joulukuussa. Touko–kesäkuun korkeat pölypitoisuudet Mannerheimintiellä johtuivat mittausaseman vieressä tehtävien katukiveystöiden aiheuttamasta pölyämisestä.

Vuoden korkeimmat hiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kallion 60 ja Hämeentien 131 µg/m³ välillä, tuntipitoisuudet Tikkurilan 186 ja Mannerheimintien katukiveystöiden aiheuttaman 469 µg/m³ välillä (liite 1).

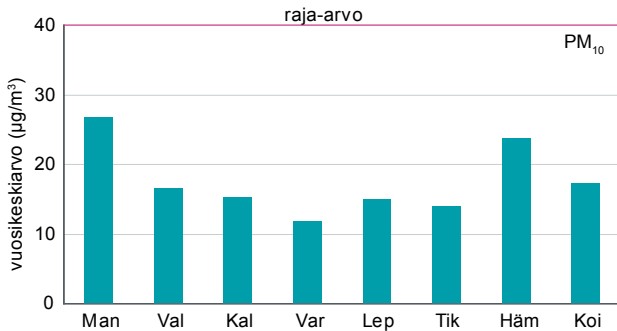
Taulukko 2. EY:n ilmanlaadun raja-arvot, jotka on annettu ilmanlaatuasetuksella vuonna 2001.

Yhdiste	Aika	Raja-arvo µg/m ³	Sallitut ylitykset	Saavutettava viimeistään
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	vuosi	40	-	voimassa
	vrk	50	35 vrk/vuosi	-"
Pienhiukkaset PM _{2,5}	vuosi	25*	-	1.1.2015
Typpidioksidi NO ₂	vuosi	40	-	1.1.2010
	tunti	200	18 h/vuosi**	-"
Typenoksidit NO + NO ₂	vuosi	30***	-	voimassa
Rikkidioksidi SO ₂	vuosi ja talvi	20***	-	voimassa
	vrk	125	3 vrk/vuosi	-"
	tunti	350	24 h/vuosi	-"
Hiilimonoksidi CO	8 tuntia	10 mg/m ³	-	voimassa
Bentseeni C ₆ H ₆	vuosi	5	-	1.1.2010
Lyijy Pb	vuosi	0,5	-	voimassa

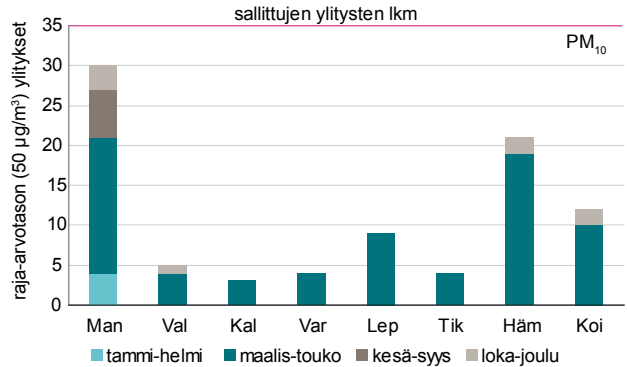
* Uudessa direktiivissä annettiin pienhiukkasille raja-arvo ja sitä vastaava tavoitearvo, joka tulee saavuttaa 1.1.2010 mennessä.

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

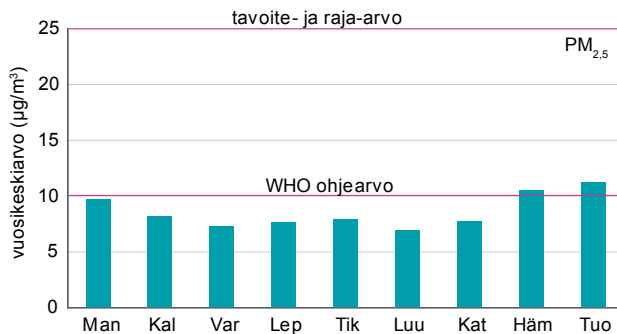
*** Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla.



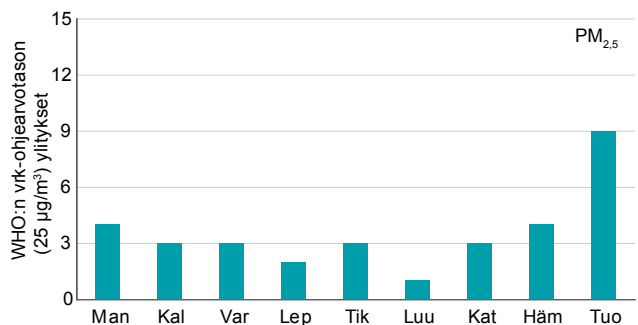
Kuva 2 a. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vuosikeskiarvot raja-arvotasoon verrattuina.



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



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



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

PIENHIUKKASET

Hiukkasten terveysvaikutuksia on tutkittu runsaasti ja tutkimuksissa saatujen tulosten myötä kiinnostus erityisesti pienhiukkasiin (PM_{2,5}) on kasvanut. Näille halkaisijaltaan alle 2,5 mikrometrin (µm) kokoisille hiukkasille on asetettu vuonna 2008 EY:n direktiivissä tavoite- ja raja-arvo, joka on 25 µg/m³ vuositavotason tasolle. Tavoitearvo tulee saavuttaa 1.1.2010 ja raja-arvo 1.1.2015 mennessä. Suomessa pienhiukkaspitoisuudet ovat selvästi alle tämän arvon. Pienhiukkasten pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttaa eniten kaukokulkeuma. Pienempi osuus on peräisin paikallisista lähteistä, kuten liikenteen pakokaasuista, katupölystä ja puun pienpoltosta.

Maailman terveysjärjestö WHO uudisti vuonna 2005 ohjearvojaan ja antoi ohjearvon pienhiukkasten vuositavotason tasolle 10 µg/m³ ja vuorokausipitoisuudelle 25 µg/m³ (WHO 2006). Vuosi-ohjearvo on ylittynyt useina vuosina kaikkein vilkkaimmissa liikennepäristöissä pääkaupunkiseudulla ja vuorokausiohjearvo joka vuosi kaukokulkeumien aikana koko seudulla (luku 7.3, liite 1).

Vuonna 2009 pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvot olivat melko matalia: Mannerheimintien 9,7 µg/m³, Kalliossa 8,2, Vartiokylässä 7,4, Leppävaarassa 7,7, Tikkurilassa 7,8, Luukissa 6,9, Katajanokalla 7,7, Hämeentiellä 10,5 ja Tuomarilassa 11,2 µg/m³ (kuva 2 c). Keskeinen syy mataliin pitoisuuksiin oli se, että pienhiukkasia kaukokulkeutui seudulle melko alhaisina pitoisuuksina vuosikeskiarvona ja myös lyhytkestoisia voimakkaita kaukokulkeumajaksia oli tavallista vähemmän (luku 7.3). Hämeentiellä ja Tuomarilassa Turunväylän varrella pitoisuudet ylittivät WHO:n vuosiohjearvon, mutta pitoisuudet olivat kuitenkin alhaisia tavoite- ja raja-arvoon verrattuna. Hämeentien liikenne aiheuttaa oman lisänsä pitoisuuksiin (luku 6.1). Tuomarilassa pitoisuustasoa nostavat sekä Turunväylän liikenne että pienpoltto (luku 6.2).

WHO:n vuorokauden ohjearvotason (25 µg/m³) ylittäviä päiviä oli Mannerheimintien 4, Kalliossa 3, Vartiokylässä 3, Leppävaarassa 2, Tikkurilassa 3, Luukissa 1, Katajanokalla 3, Hämeentiellä 4 ja Tuomarilassa 9 (kuva 2 d). Ylitykset johtuivat yleensä suurimmaksi osaksi kaukokulkeumasta. Paikallisen liikenteen päästöt olivat myös pää- tai osasyynä joihinkin ylityksiin vilkasliikenteisillä alueilla. Lisäksi paikallisella puun pienpoltolla oli todennäköisesti vaikutusta joihinkin ylityksiin Tuomarilassa ja Vartiokylässä.

Vuoden korkeimmat pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Luukin 25 ja Hämeentien 40 µg/m³ välillä ja tuntipitoisuudet Kallion 63 ja Mannerheimintien 186 µg/m³ välillä. Korkein vuorokausipitoisuus johtui Luukissa kaukokulkeumasta (27.4.) ja Hämeentiellä liikenteen päästöistä inversiotilanteessa (18.12.). Kallion korkein tuntipitoisuus

mitattiin vuodenvaihteen ilotulitusten aikaan (31.12.) ja Mannerheimintien tuntipitoisuushuippu oli aamuyöllä 1.10., kun säätilanteen vuoksi laimeneminen oli heikkoa.

TYPPIDIOKSIDI JA TYPENOKSIDIT

Typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Mannerheimintien mittausasemalla ja $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Hämeentien mittausasemalla, joten vuosiraja-arvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi (kuva 2 e). Muilla mittausasemilla pitoisuudet vaihtelivat Luukin 6 ja Tikkurilan $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ välillä. Typpidioksidin pitoisuuksia kartoitettiin lisäksi useissa paikoissa passiivikeräimillä. Passiivikeräinmittauksin typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon vuonna 2009 sekä Hämeentiellä että Töölöntullissa (luku 9). Autojen pakokaasuista peräisin olevat typenoksidit aiheuttavat korkeita typpidioksidin pitoisuuksia Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa, vilkasliikenteisillä korkeiden rakennusten reunustamilla katuosuuksilla ja pääväylien varsilla. Raja-arvon ylitysalueista ja ylitysten aiheuttamista toimenpiteistä on kerrottu tarkemmin luvussa 4.2.

Typpidioksidin tuntiraja-arvon ylityksiä ei esiintynyt. Korkein raja-arvoon verrannollinen tuntipitoisuus oli Mannerheimintiellä $169 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hämeentiellä $132 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja muilla mittausasemilla alle $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 2 f). Tuntipitoisuuden raja-arvo on $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se ylittyi, jos tätä suurempia tuntipitoisuuksia havaitaan yli 175 tuntia vuodessa (1.1.2010 jälkeen yli 18 tuntia vuodessa). Inversiotilanteessa 18.12. raja-arvotason $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä tunteja kertyi Mannerheimintiellä ja Hämeentiellä 8 h, Vallilassa 6 h ja Kalliossa 1

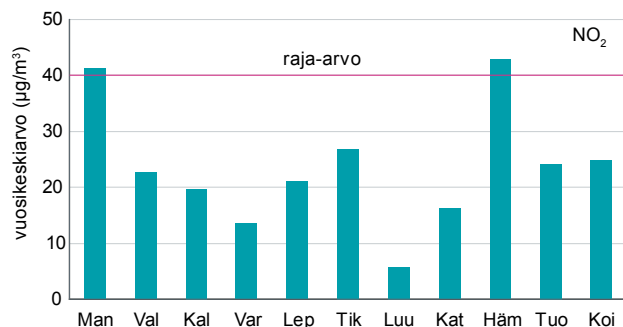
h. Korkeimmat tuntiarvot olivat tällöin Vallilassa $283 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Hämeentiellä $271 \mu\text{g}/\text{m}^3$, Mannerheimintiellä $253 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Kalliossa $234 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Typpidioksidin episoditilanteita on kuvattu tarkemmin luvussa 7.2.

Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi typenoksideille on myös annettu vuosiraja-arvo $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata tähän vuosiraja-arvoon. Luukissa NO- ja NO₂-pitoisuuksien summan vuosikeskiarvo oli $6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siten selvästi alle raja-arvon.

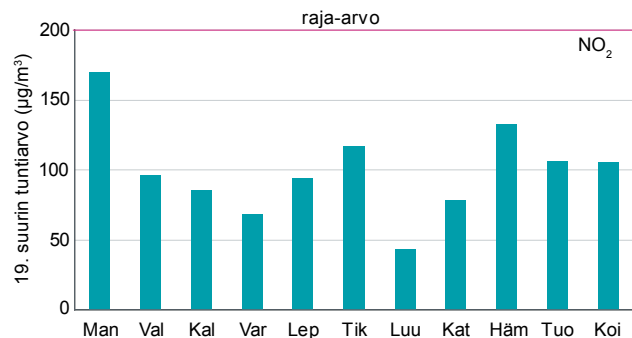
RIKKIDIOKSIDI

Rikkidioksidipitoisuudet olivat vuonna 2009 selvästi tunti-, vuorokausi- ja vuosiraja-arvon alapuolella (kuvat 2 g ja h). Pääkaupunkiseudun mittausasemista pitoisuudet olivat korkeimmat Katajanokalla, jossa vuorokausi- ja tuntiraja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet olivat 17 ja $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Katajanokan pitoisuudet ovat ajoittain korkeahkoja laivojen päästöjen vuoksi (luku 6.4).

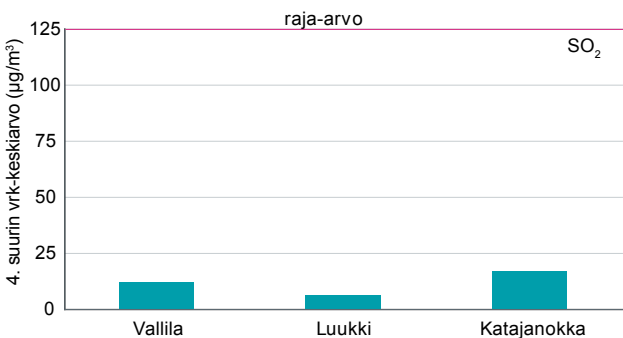
Kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidille annettu vuosi- ja talviraja-arvo $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on voimassa laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla. Pääkaupunkiseudulla ainoastaan Luukissa mitattuja pitoisuuksia voidaan verrata näihin vuosiraja-arvoihin. Luukin rikkidioksidipitoi-



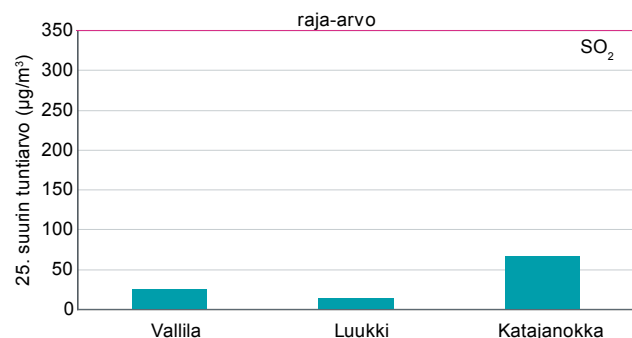
Kuva 2 e. Typpidioksidin vuosikeskiarvot raja-arvoon verrattuina.



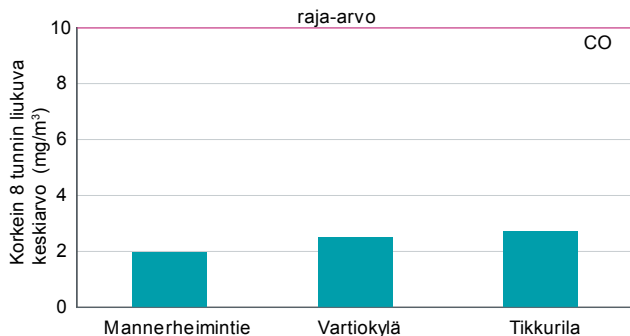
Kuva 2 f. Typpidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.



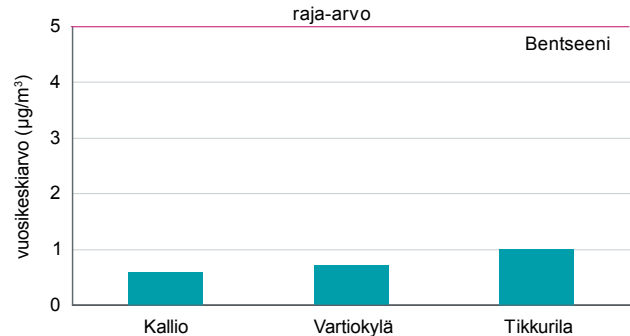
Kuva 2 g. Rikkidioksidin pitoisuudet vuorokausiraja-arvoon verrattuina.



Kuva 2 h. Rikkidioksidin pitoisuudet tuntiraja-arvoon verrattuina.



Kuva 2 i. Hiilimonoksidin pitoisuudet 8 tunnin raja-arvoon verrattuna.



Kuva 2 j. Bentseenin vuosikeskiarvot raja-arvoon verrattuna.

suus oli $1,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2009 ja $1,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ talvikaudella (1.10.2009–31.3.2010), joten pitoisuudet olivat selvästi alle raja-arvojen (liite 1).

HIILIMONOKSIDI

Hiilimonoksidin kahdeksan tunnin keskiarvolle annettu raja-arvo ($10 \text{ mg}/\text{m}^3$) ei ylittynyt. Korkein kahdeksan tunnin keskiarvopitoisuus oli joulukuun 18. päivän inversiotilanteessa Tikkurilassa 2,7, Vartiokylässä 2,5 ja Mannerheimintiellä 2,0 mg/m^3 (kuva 2 i, liite 1, luku 7.2).

BENTSEENI

Bentseenin pitoisuuksia mitattiin passiivikeräinmenetelmällä kahden viikon jaksoissa Kalliossa, Tikkurilassa ja Vartiokylässä. Bentseenin vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,6, Tikkurilassa 1,0 ja Vartiokylässä 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siis selvästi bentseenin vuosipitoisuudelle annetun raja-arvon 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella (kuva 2 j). Pitoisuudet olivat koholla talvikautena ja matalia kesällä (kuva 8, liite 2). Bentseenipitoisuuksien lisäksi passiivikeräinnäytteistä mitattiin myös eräiden muiden VOC-yhdisteiden pitoisuuksia, joiden vuosikeskiarvot on esitetty liitteessä 1.

LYIJY

Lyijypitoisuuden vuosikeskiarvot olivat Kalliossa 0,004 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ja siten vain murto-osa vuosiraja-arvosta 0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (liite 1).

4.2 TILANNE SUHTEESSA RAJA-ARVOIHIN

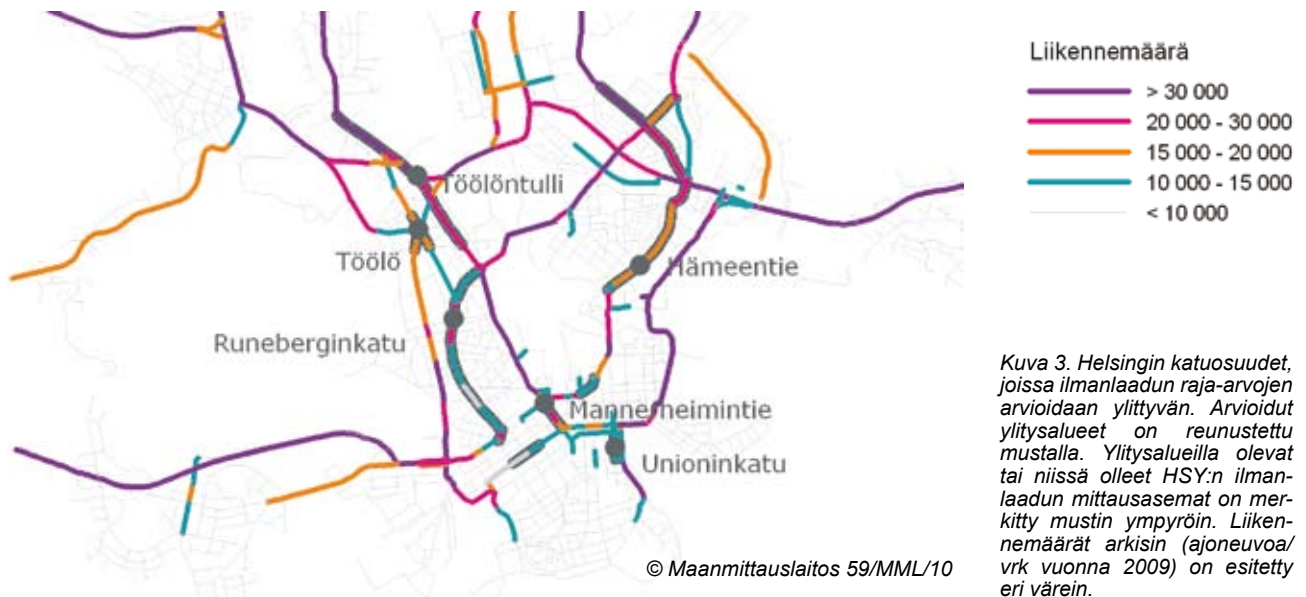
Ilman epäpuhtauspitoisuuksille asetetut raja-arvot ovat pääkaupunkiseudulla ylittyneet vain Helsingissä. Typpidioksidin vuosiraja-arvo ja hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo ovat ylittyneet vilkasliikenteisissä korkeiden rakennusten reunustamissa katukuiluissa ja ydinkeskustan vilkkaimmin liikennöidyillä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

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

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN RAJA-ARVON YLITYKSET

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

Katupölyn lisäksi merkittävää pölyämistä voivat aiheuttaa mm. rakennustyömaat. Mannerheimintien touko–kesäkuun 2009 pölypäivät johtuivat mittausaseman vieressä tehtävien katukiveystöiden aiheuttamasta pölyämisestä (Kupiainen 2010). Vuotta aiemmin Mannerheimintien pölypäivät johtuivat katupölyn lisäksi läheisten rakennus-, kisko- ja tietyömaiden hiukkasista sekä muutamina päivinä myös kaukokulkeumasta (Kupiainen ja Stojiljkovic 2009).



Kuva 3. Helsingin katuosuudet, joissa ilmanlaadun raja-arvojen arvioidaan ylittyvän. Arvioidut ylitysalueet on reunustettu mustalla. Ylitysalueilla olevat tai niissä olleet HSY:n ilmanlaadun mittausasemat on merkitty mustin ympyröin. Liikennemäärät arkisin (ajoneuvoa/vrk vuonna 2009) on esitetty eri värein.

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

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

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

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

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

* Raja-arvoylitykset on osoitettu lihavoinnilla.

Taulukko 3 c. Passiivikeräinmenetelmällä mitatut typpidioksidin yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosipitoisuudet.

Mittauspaikka	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Pakila, Kehä I lähialue (1)	53					
Hämeentie 21 (2) ja 14 (3, 5, 6)		41	48		44	43
Malminrinne 3 (2)		41				
Kaisaniemenkatu 6A (2)		47				
Lapinrinne, tunnelisuun lähialue (4)				59		
Töölöntulli (5, 6)					47	52

(1) Malkki ja Kousa 2005
 (2) Myllynen ym. 2006
 (3) Myllynen ym. 2007
 (4) Niemi ym. 2008
 (5) Niemi ym. 2009
 (6) Luku 9

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

TYPPIDIOKSIDIN RAJA-ARVON YLITYKSET

Ulkoilman typpidioksidipitoisuudet ovat yleensä korkeita kevättalvella ja keväällä, kun otsonipitoisuudet alkavat kohota ja sääolosuhteet estävät epäpuhtauksien laimenevista. Talvella voi esiintyä voimakkaita ja pitkäkestoisia inversioilanteita, jolloin typpidioksidin pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi. Yleensä ns. episoditilanteet purkautuvat kuitenkin melko nopeasti, eikä typpidioksidin tuntiraja-arvo ole ylittynyt pääkaupunkiseudulla.

Typpidioksidin vuosiraja-arvo on 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääkaupunkiseudulla se on ylittynyt Helsingin kuilumaisilla katualueilla sekä ydinkeskustan vilkasliikenteisillä alueilla eli Mannerheimintiellä vuosina 2005–2009, Hämeentiellä vuosina 2005 ja 2009 sekä Töölöntullissa vuonna 2006 (taulukko 3 b). Typpidioksidin keräinmenetelmällä on todettu vuosipitoisuuden ylittäneen raja-arvon sekä vilkkaimman kehätien välittömässä läheisyydessä että Helsingin kuilumaisilla katualueilla, vuonna 2009 Hämeentiellä ja Töölöntullissa (taulukko 3 c).

RAJA-ARVOJEN YLITYKSISTÄ AIHEUTUVAT TOIMENPITEET

Hengitettävien hiukkasten raja-arvo tuli saavuttaa vuoden 2005 alussa. Koska talvihiekoituksella on merkittävä vaikutus raja-arvon ylittymiseen Helsingissä (Helsinki 2005), voidaan soveltaa ilmanlaatuasetuksen poikkeamaa, joka sallii raja-arvon ylittämisen. Raja-arvon ylittyminen kuitenkin edellyttää toimenpiteitä pitoisuuksien alentamiseksi. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo on ylittynyt Helsingissä vuosina 2003, 2005 ja 2006. Näistä ylityksistä on laadittu EU-komissiolle selvitykset, joissa on kuvattu mm. mitatut hiukkaspitoisuudet, ylitysten pääsyyt ja laaditut toimenpidesuunnitelmat sekä niiden toteutuminen.

Pääkaupunkiseudulla on laadittu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvojen ylittymisen johdosta ilman-suojeluohjelma pitoisuuksien alentamiseksi ja ilmanlaadun parantamiseksi. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus koostuu Helsingin, Espoon, Kauniaisten, Vantaan ja YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelmista sekä YTV:n (nykyisin HSY Helsingin seudun ympäristöpalvelut) laatimasta kaikille ohjelmille yhteisestä tausta-aineistosta (Helsinki 2008a;

Espoo 2008a; Kauniainen 2008; Vantaa 2008a; YTV 2008 a, b). Ohjelmat on laadittu vuosille 2008–2016. Ilmansuojeluohjelmien kokonaisuus on toimitettu EU-komissiolle vuonna 2008. Ohjelman toteutumista seurataan ja raportoidaan kolmen vuoden välein. Toimintaohjelmia tukevat kaupunkien ja YTV:n varautumissuunnitelmat ilmansaaste-episoditilanteisiin ja vuonna 2009 laadittu yhteinen luonnos Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen (YTV 2009) (luku 7.5).

4.3 PITOISUUDET KYNYS- JA TAVOITEARVOIHIN VERRATTUINA

Ilmanlaadun kynnyksarvot määrittelevät tason, jonka ylityksessä väestölle on tiedotettava tai varoitettava kohonneista ilmansaasteiden pitoisuuksista (taulukko 4 a). Tiedotuskynnyks ilmaisee tason, jonka ylittyminen voi vaarantaa erityisen herkkien väestöryhmien terveyden. Varoituskynnyks puolestaan on pitoisuustaso, jonka ylityksessä lyhytaikainen altistuminen vaarantaa väestön terveyden. Kynnyksarvot on annettu otsonille, rikkidioksidille sekä typpidioksidille. Suomessa ei ole esiintynyt varoituskynnyksen ylittäviä pitoisuuksia. Rikki- ja typpidioksidin pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla erittäin matalia suhteessa varoituskynnyksiin. Otsonille annettu tiedotuskynnyks on ylittynyt pääkaupunkiseudun alueella kerran, 7.5.2004 voimakkaan kaukokulke- man aikaan (luku 7.4).

Tavoitearvot määrittelevät pitoisuuden tai kuormituksen, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava annetussa määräajassa (taulukko 4 b). Pitkän ajan tavoite ilmaisee tason, jonka alapuolelle pyritään pitkällä aikajänteellä. Terveysperusteiset tavoitearvot on annettu otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkeliille ja bentso(a)pyreenille, joka on syöpäriskiä lisäävä PAH-yhdiste. Lisäksi otsonille on annettu kasvillisuusperusteiset tavoitearvot, joita kuvataan ns. AOT40-indeksin avulla (taulukko 4 b).

OTSONI

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2009 edellisvuotta matalampia. Otsonin korkeimmat tuntipitoisuudet (Vartiokylässä 136 ja Luukissa 135 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) jäivät selvästi tiedotuskynnyksen (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) alapuolelle.

Terveyden suojelemiseksi annettu otsonin tavoitearvotaso (8 tunnin keskiarvo 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi vuonna 2009 kahtena päivänä Mannerheimintiellä, Kalliossa, Vartiokylässä (mitaukset aloitettu v. 2009) ja Tikkurilassa sekä kolmena päivänä Luukissa. Vuodesta 2010 alkaen ylityspäiviä sallitaan kolmen vuoden keskiarvona enimmillään 25, mutta pitkän ajan tavoitteena on, ettei ylityspäiviä ole lainkaan (kuva 4 a). Kasvillisuuden suojelemiseksi annetut tavoitearvot vuodelle 2010 ja pitkälle aikavälille alittuivat vuonna 2009 (kuva 4 b). Sekä terveyden että kasvillisuuden suojelemiseksi annetut pitkän ajan tavoitteet ovat ylittyneet lähes joka vuosi viimeisen 20 vuoden aikana (liite 1).

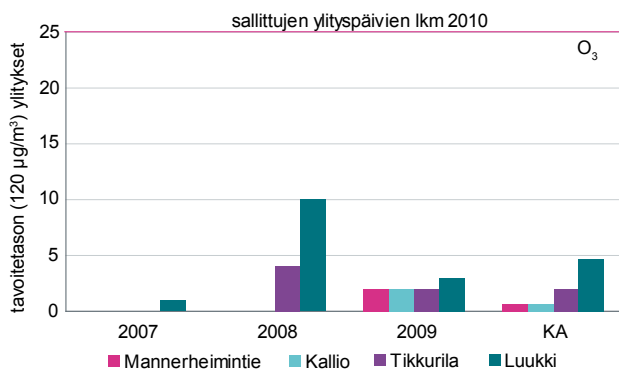
Taulukko 4 a. Kynnysarvot otsonille, rikkidioksidille ja typpidioksidille.

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

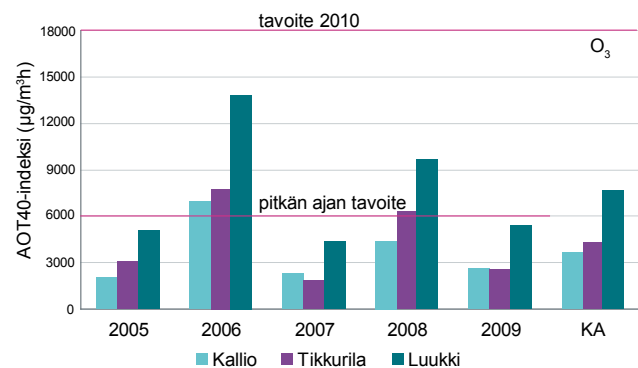
Taulukko 4 b. Tavoitearvot otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkelle ja bentso(a)pyreenille sekä pitkän aikavälin tavoitteet otsonille.

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

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



Kuva 4 a. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2007–2009 verrattuna terveyden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon. Pitkän aikavälin tavoitteena on, että 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ taso ei ylitä yhtään kertaa. KA = keskiarvo kolmelta vuodelta.



Kuva 4 b. Otsonin pitoisuudet jaksolla 2005–2009 verrattuna kasvillisuuden suojelemiseksi annettuun tavoitearvoon ja pitkän ajan tavoitteeseen. KA = keskiarvo viideltä vuodelta.

RASKASMETALLIT JA POLYSYKLISET AROMAATTISET HIILIVEDYT

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

Raskasmetalleja on mitattu pääkaupunkiseudulla vuodesta 2000 lähtien. Vuonna 2009 mittauksia tehtiin Kalliolla. Raskasmetallien pitoisuudet olivat selvästi tavoitearvojen alapuolella, eivätkä ne myöskään ylittäneet arviointikynnyksiä, joiden perusteella määräytyy näiden metallien mittaustavoite (liite 1).

Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksien seuranta PM_{10} -vertailumenetelmällä aloitettiin vuonna 2007

pääkaupunkiseudulla. Aikaisempina vuosina näytteet kerättiin suurtehokeräinmenetelmällä, jonka todettiin aliarvioivan pitoisuuksia. Vuonna 2009 PAH-pitoisuuksia mitattiin kaupunkitausta-asemalla Kalliolla ja pientaloalueella Vartiokylässä. Bentso(a)pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kalliolla 0,3 ng/m^3 ja Vartiokylässä 0,5 ng/m^3 . Molemmat ovat selvästi alle tavoitearvon (1 ng/m^3) (kuva 5). Pitoisuudet olivat korkeita loppuvuodesta ja matalia kesäkuukausina (kuva 8, liite 2).

Aikaisempien vuosien mittaukset ovat osoittaneet, että PAH-pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla puunpolton päästöjen vuoksi melko korkeiksi. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo voi ylittyä paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla, kuten vuonna 2008 Vantaan Itä-Hakkilassa. Myös vuonna 2005 Espoon Lintuvaarassa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli tavoitearvon tasolla. Vartiokylässä bentso(a)py-

reenin pitoisuus oli kuitenkin vain puolet tavoitearvotasosta. Pitoisuudet vaihtelevat pientaloalueiden välillä ja sisällä. Myös mittausaseman sijoituspaikalla on todennäköisesti suuri vaikutus pitoisuustasoihin, sillä lähitaloista peräisin olevat päästöt korostuvat mittaustuloksissa. Sen sijaan liikenteen vaikutus PAH-pitoisuuksiin on kohtalaisen pieni. Esimerkiksi Unioninkadun katukulussa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli 0,3 ng/m³.

4.4 PITOISUUDET OHJEARVOIHIN VERRATTUINA

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

Suomen ohjearvot epäpuhtauksien tunti- ja vuorokausipitoisuuksille annettiin vuonna 1996 terveydellisin perustein. Niissä on otettu huomioon senhetkinen tietämys ilman epäpuhtauksien vaikutuksista herkkiin väestöryhmiin, joihin kuuluvat mm. lapset, vanhukset ja hengityssairaat. Vuosipitoisuuksia koskevia ohjearvoja ja rikkilasteen tavoitearvoja määriteltäessä ensisijaisena tavoitteena oli kasvillisuuteen ja muuhun luontoon kohdistuvien haittojen ehkäiseminen. Ilmanlaadun ohjearvot on esitetty taulukossa 5. Kokonaisleijuman mittauksia ei pääkaupunkiseudulla tehty enää vuonna 2009 vaan mittausten painopistettä on siirretty terveysvaikutuksiltaan haitallisempien pienhiukkasten seurantaan. Maailman terveysjärjestön WHO:n ohjearvot pienhiukkaskalle on esitetty luvussa 4.1.

HENGITETTÄVÄT HIUKKASET

Vuonna 2009 hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annettu ohjearvo ylittyi huhtikuussa kolmella mittaustasemalla Hämeentiellä, Leppävaarassa ja Koivuhaas-

sa (kuva 6 a ja b). Lisäksi ohjearvo ylittyi Hämeentiellä jo maaliskuussa ja Mannerheimintiellä toukokuussa. Ohjearvon ylitykset aiheutuivat pääasiassa hiekoitussepelistä, asfaltista ja suolauksesta peräisin olevan materiaalin pölyämistä kaduilla. Sen sijaan toukokuun ylitys Mannerheimintiellä aiheutui nupukiveyksen uusimistöistä ja erityisesti kiveyksen tiivistyshiekkan pölyämisestä.

TYPPIDIOKSIDI

Pääkaupunkiseudulla typpidioksidipitoisuudet nousevat ajoittain haitallisen korkeiksi vilkkaimmin liikennöityjen katujen ja teiden varsilla. Typpidioksidipitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2009 heinä–syyskuuta lukuun ottamatta miltei joka kuukausi vähintään toisella Helsingin kantakaupungin vilkasliikenteisellä mittaustasemalla. Mannerheimintiellä ohjearvo ylittyi tammi–maaliskuussa, kesäkuussa, lokakuussa ja joulukuussa, Hämeentiellä puolestaan huhti–kesäkuussa (kuva 6 c). Joulukuussa vuorokausiohjearvo ylittyi myös Tikkurilassa ja Koivuhaassa (kuva 6 d).

Typpidioksidin tuntiohjearvo ylittyi helmikuussa Mannerheimintiellä sekä joulukuussa Mannerheimintiellä, Hämeentiellä ja Vallilassa (kuva 6 e). Joulukuun 18. päivä oli voimakas inversiotilanne, jolloin pitoisuudet nousivat poikkeuksellisen korkeiksi (luku 7.2).

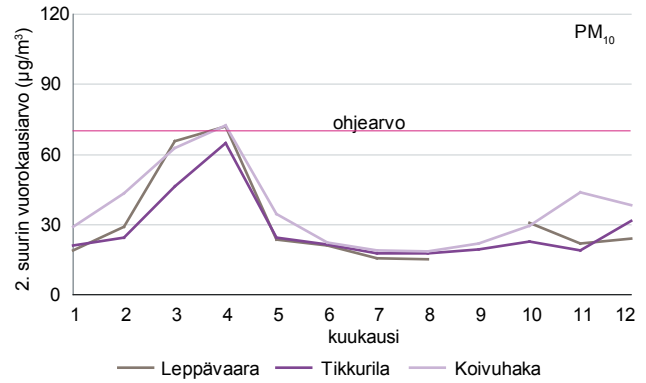
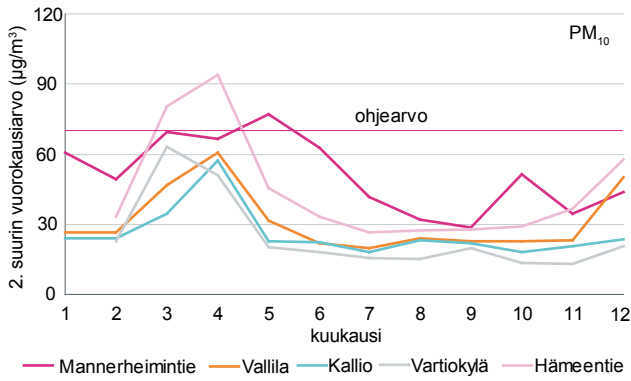
RIKKIDIOKSIDI JA HIILIMONOKSIDI

Rikkidioksidi- ja hiilimonoksidipitoisuudet jäivät ohjearvojen alapuolelle. Korkein rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrannollinen pitoisuus oli Vallilassa 14, Luukissa 7 ja Katajanokalla 17 µg/m³ (kuva 6 g). Vastaavat tuntiohjearvoon (250 µg/m³) verrannolliset pitoisuudet olivat Vallilassa 25, Luukissa 19 ja Katajanokalla 69 µg/m³ (kuva 6 h). Katajanokalla laivat aiheuttavat ajoittain korkeahkoja pitoisuuksia (luku 6.4).

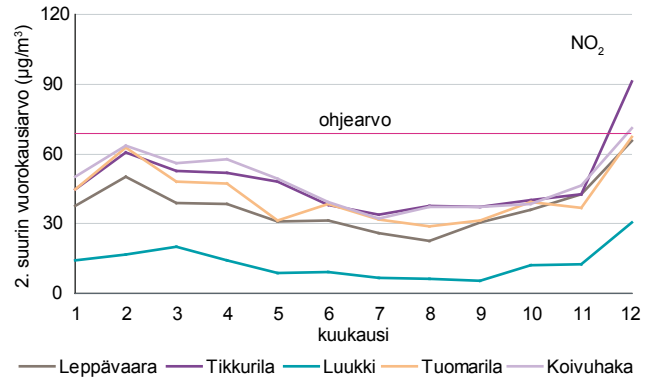
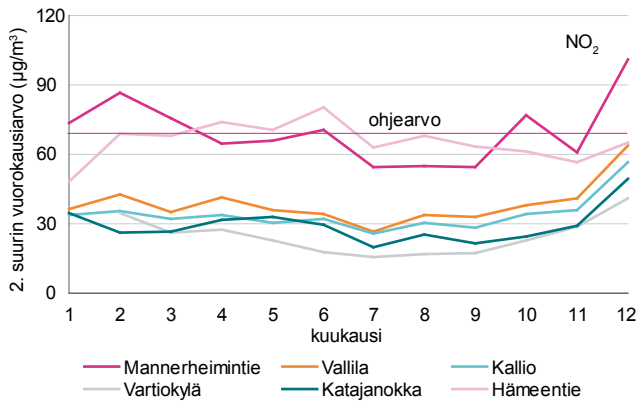
Hiilimonoksidipitoisuuden korkein kahdeksan tunnin liukuva keskiarvo 2,7 mg/m³ (ohjearvo 8 mg/m³) sekä korkein tuntipitoisuus 3,3 mg/m³ (ohjearvo 20 mg/m³) mitattiin joulukuun inversiotilanteessa Tikkurilassa. Hiilimonoksidin tunnusluvut on esitetty liitteessä 1.

Taulukko 5. Ilmanlaadun ohje-arvot

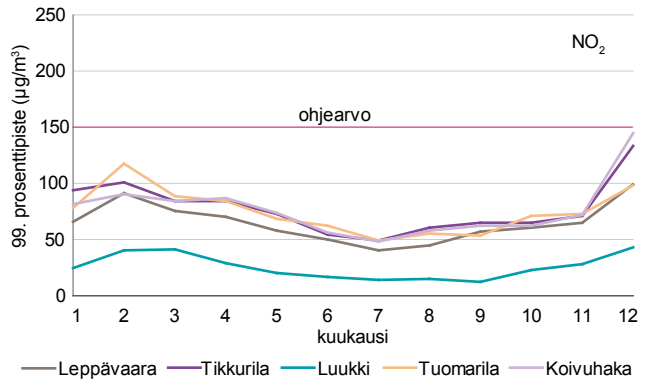
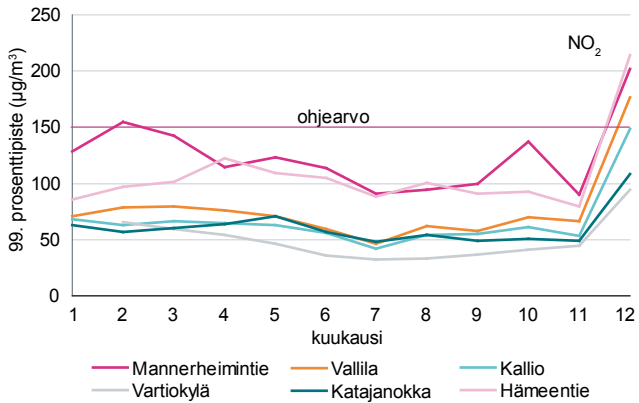
Yhdiste	Aika	Ohjearvo, µg/m ³	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset PM ₁₀	vrk	70	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
Kokonaisleijuma TSP	vuosi	50	vuosikeskiarvo
	vrk	120	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
Typpidioksidi NO ₂	vrk	70	kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo
	tunti	150	kuukauden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



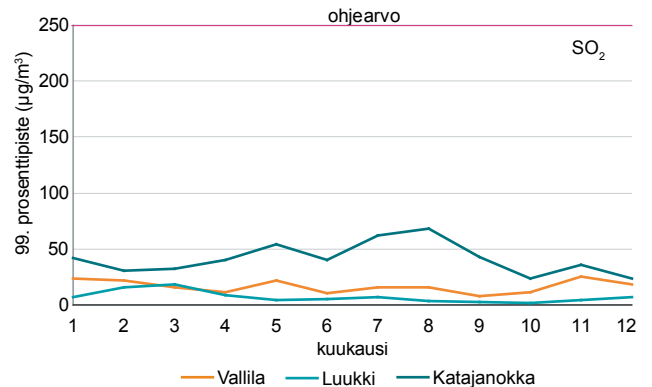
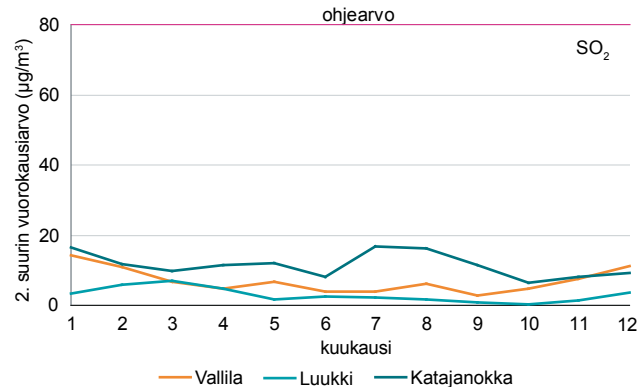
Kuva 6 a ja b. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet verrattuna vuorokausiohjearvoon Helsingin sekä Espoon ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 6 c ja d. Typpidioksidipitoisuudet verrattuna vuorokausiohjearvoon Helsingin sekä Espoon ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 6 e ja f. Typpidioksidipitoisuudet verrattuna tuntiohjearvoon Helsingin sekä Espoon ja Vantaan mittausasemilla.



Kuva 6 g ja h. Rikkidioksidipitoisuudet verrattuna vuorokausi- ja tuntiohjearvoon.

5. Pitoisuuksien ajalliset muutokset

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

5.1 VUOSIPITOISUUKSIEN KEHITTYMINEN

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

Rikkidioksidin, hiilimonoksidin ja lyijyn pitoisuudet ovat nykyisin alhaisia eikä niistä aiheudu juurikaan haittaa terveydelle pääkaupunkiseudulla. Myös typpimonoksidipitoisuudet ovat laskeneet selvästi ja tämä on tapahtunut liikenteen kasvusta huolimatta. Sen sijaan terveydelle haitallisen typpidioksidin pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti vähemmän pääkaupunkiseudun mittausasemilla.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat laskeneet lievästi. Liikenteen suorat hiukkaspäästöt ja energiantuotannon hiukkaspäästöt ovat vähentyneet 1990-luvun alusta alkaen. Myös kaukokulkeutuneiden pienhiukkasten pitoisuudet ovat saattaneet laskea hieman Suomessa (Anttila ja Tuovinen 2010). Kaupunki-ilman hengitettävistä hiukkasista merkittävin osa on kuitenkin katupölyä, varsinkin kevään pölykaudella. Tehostettu puhdistus on viime vuosina vähentänyt katupölyn pitoisuuksia.

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

Kesällä 2008 valmistui ilmansuojeluohjelmia, joissa linjataan pääkaupunkiseudun pitkän aikavälin toimenpiteitä mm. hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin raja-arvojen alittamiseksi (luku 4.2). Otsonin ja pienhiukkasten pitoisuuksia vähentämiseen tarvitaan myös kansainvälisiä toimia, koska niiden pitoisuuksiin vaikuttaa merkittävästi kaukokulkeutuminen Suomen rajojen ulkopuolelta.

HENGITETTÄVÄT HIUKKASET

Viikasilikenteisillä alueilla hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuudet pysyivät pitkään lähes ennallaan. Lisäksi Lep-

pävaaran alueella rakennustyöt nostivat pitoisuuksia vuosina 2000–2002. Sen sijaan viime vuosina tehostettu puhdistus on vähentänyt katupölyn pitoisuuksia (kuva 7 ja liite 1). Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2009 Helsingin liikenneasemilla Mannerheimintielle ja Vallilassa hieman matalammat kuin edellisenä vuonna. Espoon Leppävaarassa ja Vantaan Tikkurilassa keskiarvot olivat edellisvuotta selvästi alemmat. Kevään katupölykausi oli heikokko ja pienhiukkasia kaukokulkeutui hieman tavallista alhaisempina pitoisuuksina. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat vuonna 2009 matalimmat Vartiokylässä ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sekä Tikkurilassa ($14 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja korkeimmat Mannerheimintielle ($27 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

PIENHIUKKASET

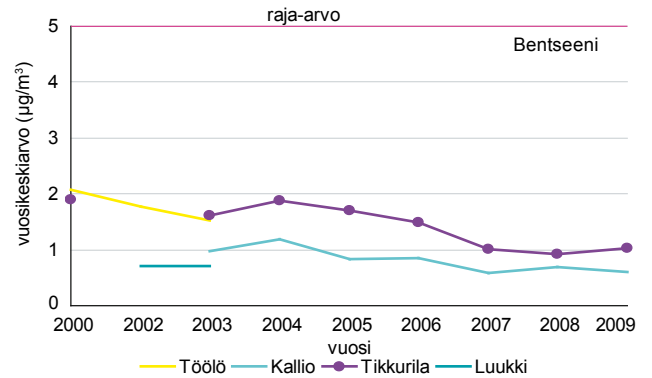
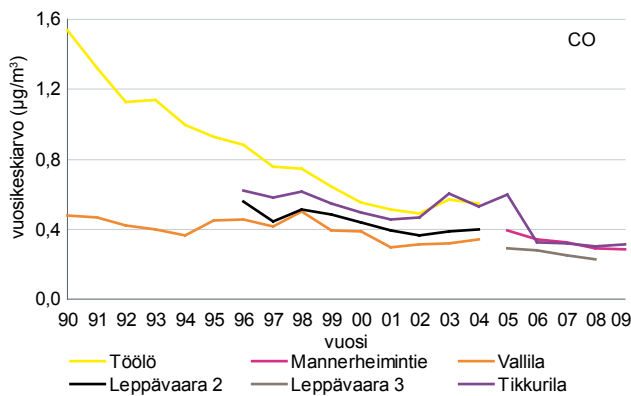
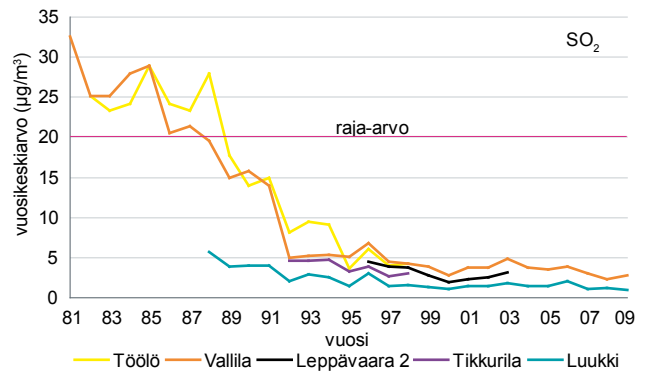
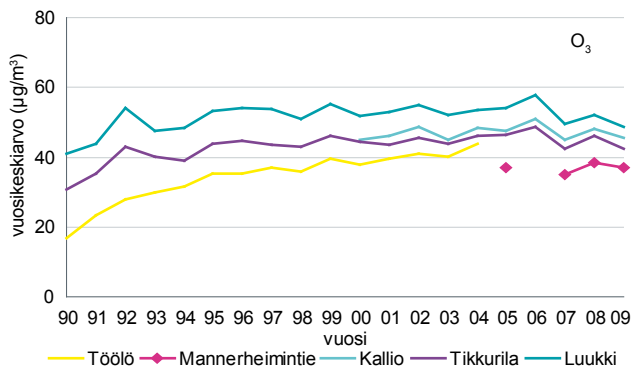
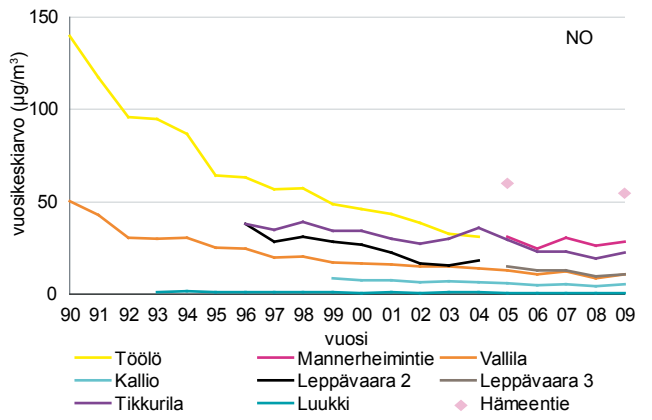
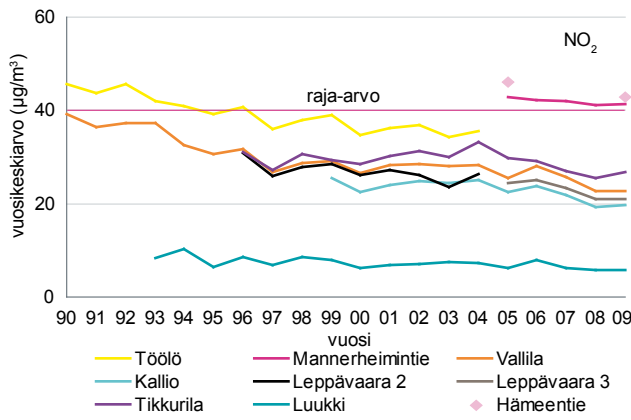
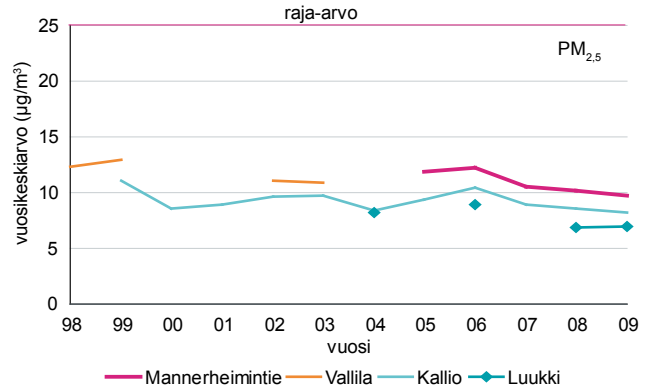
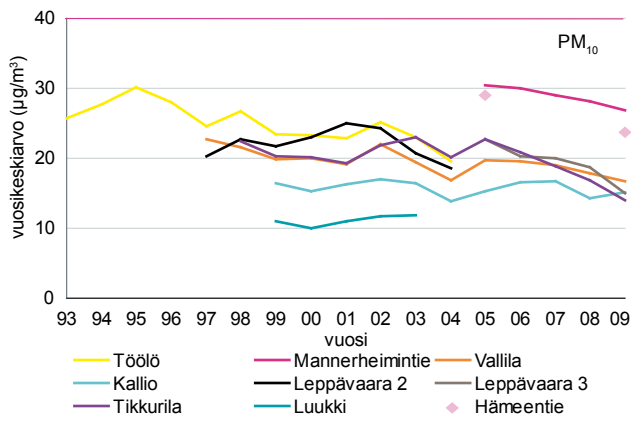
Pisin yhtenäinen pienhiukkaspitoisuuksien ($PM_{2,5}$) mittausarja on käytettävissä Kalliosta (kuva 7 ja liite 1). Luukissa seuranta aloitettiin vuonna 2004 ja Mannerheimintielle 2005. Mittausarjojen perusteella ei ole havaittavissa selkeää trendiä pienhiukkasten pitoisuuksissa. Vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet noin $7\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntumassa eri mitausasemilla. Vuonna 2006 pitoisuuksia nostivat itäisen Euroopan avopaloista kulkeutuneet pienhiukkaset. Vuoden 2009 alusta pienhiukkasia on mitattu myös Leppävaarassa, Tikkurilassa (sekä useimmissa erityiskohteissa, luku 6).

Vuosikeskiarvot olivat vuonna 2009 samalla tasolla tai hieman matalampia kuin edellisenä vuonna, eivätkä pitoisuudet ylittäneet $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aa (kuva 7). Mannerheimintielle oltiin kuitenkin lähes $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n tasolla ja Kallion kaupunkitausta- asemalla noin $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n tasolla. Luukin tausta- aseman vuosikeskiarvo oli edellisvuoden tasolla $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Eri-tyiskohteissa Hämeentien katukuilussa sekä Tuomarilassa Turunväylän pientareella sen sijaan $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi (luvut 4.1, 6.1 ja 6.2).

Vuonna 2009 pienhiukkasia kaukokulkeutui seudulle keskimäärin melko alhaisina pitoisuuksina ja lyhytkestoisia voimakkaita kaukokulkeumajaksoja oli tavallista vähemmän (luku 7.3). Kaukokulkeutuneiden hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaasti sääolot, koska ne säätelevät ilmansaasteiden kulkeutumista, muuntumista ja poistumista ilmakehästä sekä vaikuttavat avopalojen ja lämmitystarpeen määrään. Myös paikallislähteistä peräisin olevia hiukkasia, kuten katupölyä ja pakokaasuja, oli vähemmän ilmassa vuonna 2009 kuin edellisvuosina Mannerheimintien ja Kallion mittaus tulosten perusteella.

TYPENOKSIDIT

Pitkällä aikavälillä tarkasteltuna typpimonoksidin (NO) pitoisuudet ovat laskeneet selvästi pääkaupunkiseudun mittausasemilla (kuva 7 ja liite 1). Typpimonoksidin pitoisuuden laskuun on vaikuttanut erityisesti autojen katalyysaattorei-



Kuva 7. Vuosipitoisuuksien kehittyminen pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla.

den yleistymisen. Typpidioksidin (NO_2) pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän esimerkiksi Kalliossa, Leppävaarassa ja Tikkurilassa (kuva 7 ja liite 1). Monet tekijät, mm. typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä ja otsonipitoisuuden vaihtelut vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen.

Typpimonoksidin vuosikeskiarvot olivat vuonna 2009 kaikilla mittausasemilla hiiven korkeammat kuin vuonna 2008. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 0,5 ja Mannerheimintien 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Hämeentie 54 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) välillä.

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat samaa tasoa tai hieman edellisvuotta korkeammat. Pitoisuudet vaihtelivat Luukin 6 ja Mannerheimintien 41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n välillä kuten myös edellisenä vuonna. Typpidioksidin vuosipitoisuus ylitti raja-arvon Mannerheimintien ja siirrettävällä mittausasemalla Hämeentiellä (43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) (luku 4.1, 4.2 ja 6.1.).

OTSONI

Pitkällä aikavälillä otsonipitoisuudet (O_3) ovat kohonneet pääkaupunkiseudulla (kuva 7, liite 1). Pääkaupunkiseudun tausta-aseamalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien suunnilleen samalla tasolla.

Otsonipitoisuudet ovat liikenneympäristöissä matalampia kuin tausta-aseamalla, koska kaupunkiympäristöissä otsonia kuluu sen reagoitessa 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 meillä toistaiseksi laskeneet.

Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuuden vuosikeskiarvo 2009 oli korkein Luukissa 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kalliossa vuosikeskiarvo oli 46, Tikkurilassa 42 ja Mannerheimintiellä 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosipitoisuudet olivat hieman matalampia kuin vuonna 2008. Kesällä 2009 otsonipitoisuudet olivat Euroopan laajuisesti melko matalat (EEA 2010).

RIKKIDIOKSIDI

Rikkidioksidipitoisuudet (SO_2) laskivat huomattavasti 1980-luvulla ja 1990-luvun alussa (kuva 7 ja liite 1). Mittauksia aloitettaessa 1970-luvulla pitoisuustaso oli yli 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mutta nyt pitoisuudet ovat enää muutamia mikrogrammoja kuutiossa. Tärkeimpiä syitä pitoisuustason laskuun olivat aluksi matalien lähteiden (mm. kiinteistökohtainen öljy- ja hiililämmitys) päästöjen väheneminen kaukolämpöön siirtymisen myötä ja 1980-luvun puolivälistä alkaen kivihiihvoimaloiden rikinpoistolaitosten rakentaminen sekä niukkarikkisten polttoaineiden käyttöön siirtyminen ja maakaasun käytön yleistymisen. Myös laivaliikenteen polttoaineiden päästönormit ovat tiukentuneet.

Rikkidioksidipitoisuudet ovat laskeneet myös Ilmatieteen laitoksen tausta-asemilla sekä muilla mittauspaikkakunnilla (Anttila ym., 2003; Anttila ja Tuovinen 2010). Pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat viimeisen kymmenen vuoden aikana pysyneet lähes samalla tasolla. Pitoisuudet ovat nykyisin varsin alhaisia eikä rikkidioksidia enää pidetä merkittävänä ilmanlaatuongelmana. Satamien lähellä esiintyy kuitenkin ajoittain korkeahkoja pitoisuuksia.

Vuonna 2009 rikkidioksidin vuosikeskiarvot olivat alhaisia: Vallilassa 2,8 ja Luukissa 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös Katajanokalla vuosikeskiarvo oli matala 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

HIILIMONOKSIDI

Hiilimonoksidipitoisuudet (CO) laskivat 1990-luvulla voimakkaasti Töölössä (kuva 7 ja liite 1). Pitoisuustason lasku on aiheutunut henkilöautokannan yleisestä paranemisesta, katalyysaattoreilla varustettujen henkilöautojen osuuden kasvusta sekä polttoaineiden laadun paranemisesta. Vuonna 2009 hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat tasoa 0,3 mg/m^3 .

BENTSEENI JA RASKASMETALLIT

Bentseenin (kuva 7), arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuuksia on mitattu vuodesta 2000 lähtien ja pitoisuudet ovat olleet pääkaupunkiseudulla matalia (liite 1). Arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuuksissa ei ole nähtävissä selviä trendejä, mutta bentseenin pitoisuudet ovat laskeneet hieman. Lyijyn pitoisuudet laskivat voimakkaasti 1990-luvulla lyijyttömään bensiiniin siirtymisen vuoksi ja lievä pitoisuuslasku on jatkunut edelleen 2000-luvulla (liite 1).

KOKONAISLEIJUMA

Kokonaisleijuman (TSP) pitoisuudet laskivat Helsingissä 1980-luvun lopulta lähtien, mutta lasku hidastui juuri ja juuri ohjearvotason alle (liite 1). Tikkurilassa ja Leppävaarassa kokonaisleijuman vuosikeskiarvot pysyttelivät suunnilleen samalla tasolla viimeisen kymmenen vuoden ajan, Leppävaarassa rakennustyöt nostivat pitoisuuksia vuosina 2000–2002. Kokonaisleijuman (TSP) mittauksia ei pääkaupunkiseudulla tehty enää vuonna 2009, vaan mittauksen painopistettä siirrettiin terveysvaikutuksiltaan haitallisempien pienenhiukkasten seurantaan.

5.2 VUODENAIKAISVAIHTELU

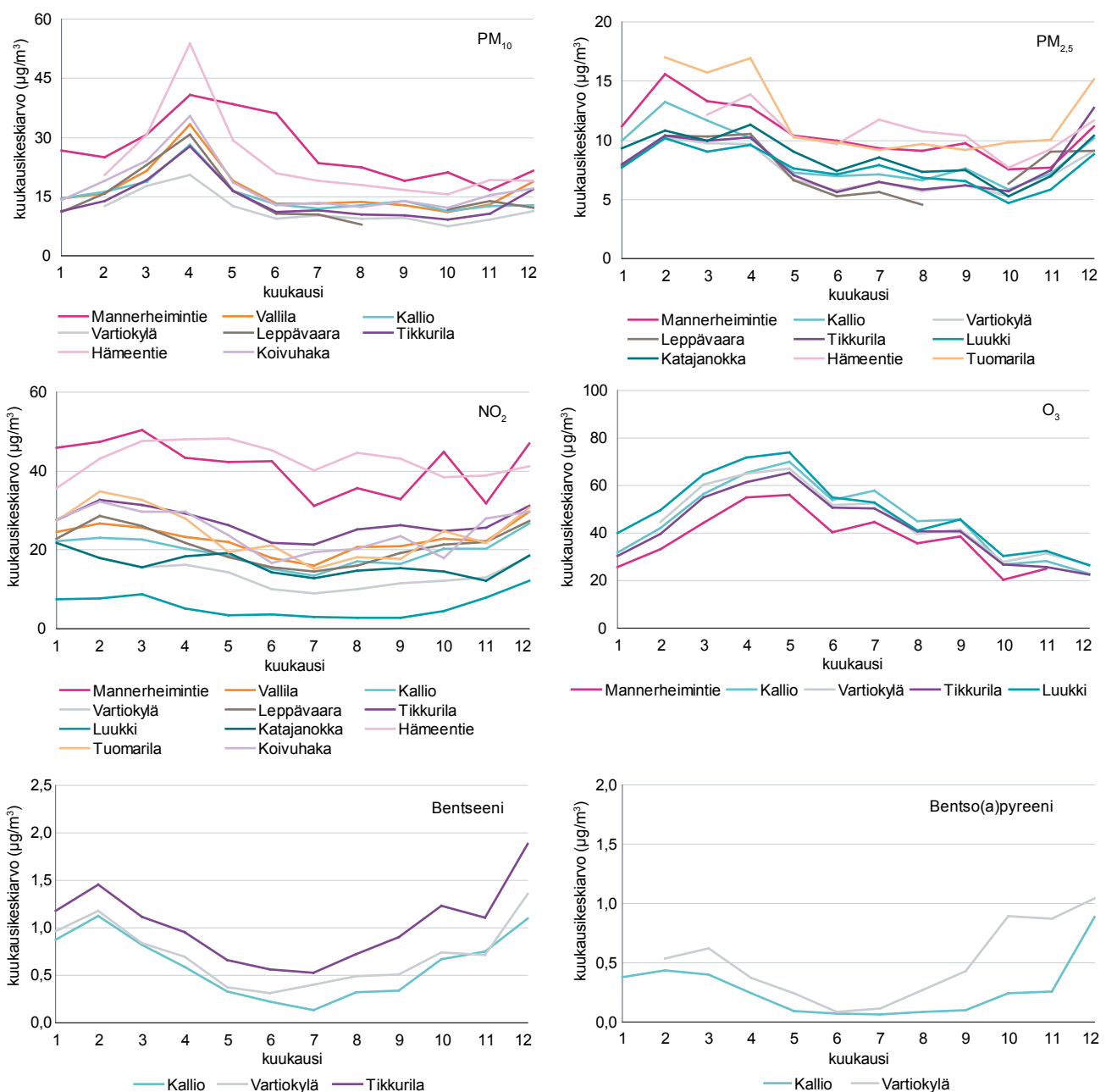
Säätila vaikuttaa voimakkaasti epäpuhtauksien laimennemiseen ja sekoittumiseen. Erityisesti talvella pakkaskautena sekoitus- ja laimennemisolosuhteet ovat usein heikot ja päästöt suuria, joten silloin useimpien epäpuhtauksien pitoisuudet ovat korkeimmillaan. Kesällä ja syksyllä ilma-osaasteiden laimennemisen ja sekoittumisen on yleensä tehokasta. Kesälomakaudella päästöt ovat pieniä, minkä vuoksi pitoisuudet ovat yleensä matalia lukuun ottamatta otsonia. Lisäksi satamien lähellä rikkidioksidin pitoisuudet voivat kohota kesällä risteilijöiden vuoksi.

Vuonna 2009 ilmansaasteiden kuukausikeskiarvot olivat alkuvuodesta melko matalia (kuva 8), sillä kovia pakkasia ja ilmansaasteiden laimenemista estäviä inversiotilanteita ei juurikaan esiintynyt. Pysyvä lumipeite saatiin 21.1. ja se pysyi maaliskuun loppupuolelle hilliten pölyämistä tuona aikana (vuoden säästä enemmän luvussa 10).

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeita tyyppilliseen tapansa keväällä. Lumen sulaessa ja katujen kuivussa liikenne nostaa ilmaan kaduille talven aikana kertynyttä hienojakoista ainesta. Keväällä on usein myös

sateetonta ja ilman kosteus on alhainen, mikä luo otolliset olosuhteet pölyämiseksi. Loppuvuodesta uuden hiekoituskauden alkaessa pitoisuudet jälleen kohoavat.

Myös pienhiukkasten pitoisuuksissa näkyi selvää vuodenaikavaihtelua. Osa pienhiukkasista on peräisin liikenteestä ja pienpoltosta ja heikkomat sekoittumisolosuhteet talvikaan nostavat pitoisuuksia. Myös kevään katupölykaudella pienhiukkasten pitoisuustaso oli kesää ja alkusyksyä korkeampi. Muutama heikohko kaukokulkeuma huhtikuun puolivälissä ja loppupuolella nostivat tällöin pienhiukkastaso (luku 7.3).



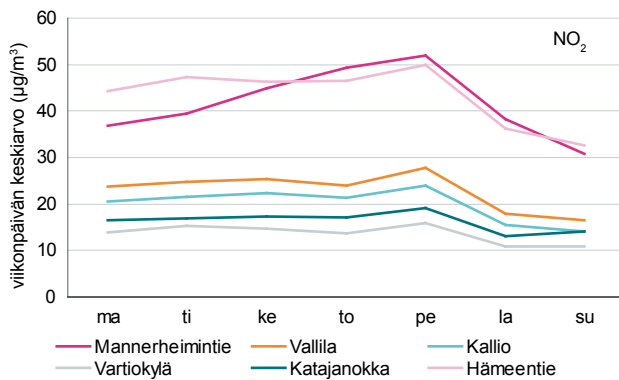
Kuva 8. Ilmansaasteiden pitoisuudet (kuukausikeskiarvot) vaihtelevat vuoden mittaan. Lisää kuvia liitteessä 2.

Typpidioksidin pitoisuudet olivat vuoden mittaan melko tasaisia ja joulukuun lyhyt mutta voimakas inversiotilanne (luku 7.2) näkyi pitoisuuksien kuukausikeskiarvoissa. Otsolin pitoisuudet kohoavat aina keväällä ja kesällä. Otsonia muodostuu ilmakehän valokemiallisissa reaktioissa, joten muodostuminen on nopeinta auringonsäteilyn ollessa voimakasta. Suuri osa otsonista kaukokulkeutuu meille Keski- ja Etelä-Euroopasta tai Venäjältä.

Bentseenin ja pienpoltosta vapautuvan bentso(a)pyreenin pitoisuudet olivat kesällä selkeästi matalampia kuin alku- ja loppuvuodesta. Kuvan 8 lisäksi ilmansaasteiden pitoisuuksien vaihtelu eri vuodenaikoina on esitetty liitteessä 2.

5.3 VIKONPÄIVÄVAIHTELU

Liikennemäärät vaihtelevat viikonpäivän mukaan. Liikennemäärien vaihtelut näkyvät myös ilmanlaadussa: pitoisuudet ovat korkeita arkipäivinä erityisesti Helsingin kantakaupungin vilkasliikenteisillä alueilla ja matalia viikonloppuisin. Viikonpäivien rytmi näkyy kaikilla mittausasemilla (kuva 9).



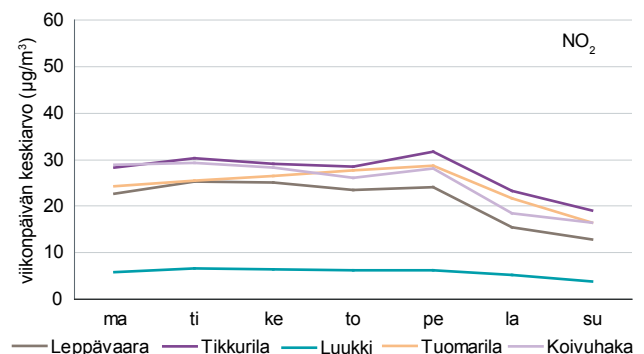
5.4 VUOROKAUSIVAIHTELU

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

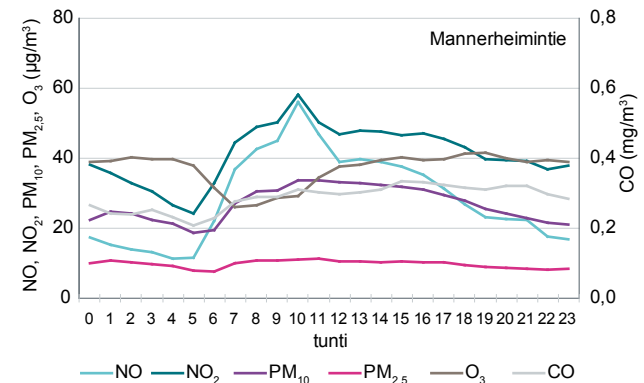
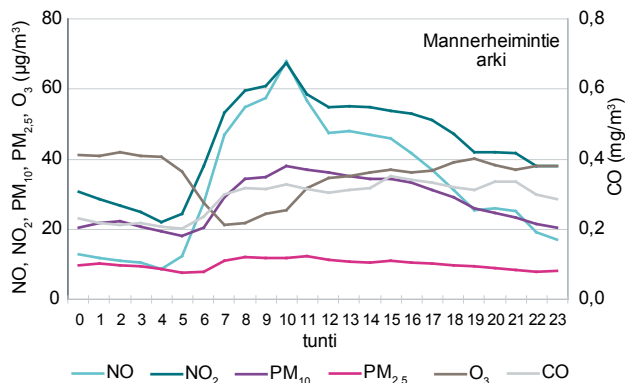
Saastepitoisuudet ovat korkeimmillaan usein aamuruuhkan aikana, laskevat jonkin verran keskipäivällä ja kohoavat jälleen iltaruuhkan aikana. Iltapäivän ruuhka kestää aamuruuhkaa pidempään, eivätkä pitoisuudet nouse niin korkeiksi kuin aamulla. Aamulla ja illalla tuulen tyyntyminen tai inversion muodostuminen nostavat usein pitoisuuksia.

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

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



Kuva 9. Ilmansaasteiden pitoisuudet vaihtelevat eri viikonpäivinä.



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

6. Ilmanlaatu erityiskohteissa

HSY:llä on kolme mittausasemaa, joilla seurataan ilmanlaatua erityiskohteissa vuoden jaksoissa. Näillä mittausasemilla kartoitetaan kohteita, joiden ilmanlaatu on kiinnostava esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, suurten päästömäärrien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Sijoituspaikat valitaan vuosittain yhdessä kuntien ympäristökeskusten kanssa. Vuonna 2009 mittausasemat sijaitsivat Helsingin Hämeentien katukuilussa, Espoon Tuomarilassa Turunväylän laidalla ja Vantaan Koiuhaassa Kehä III:n varrella. Lisäksi Helsingin eri satama-alueiden ilmanlaatuvaikutuksia seurataan vuoden jaksoissa eri paikoissa, vuonna 2009 Katajanokalla. Tässä luvussa esitellään myös uusi pysyvä mittausasema, joka on sijoitettu Helsingin Vartiokylän pientaloalueelle.

6.1 HÄMEENTIE

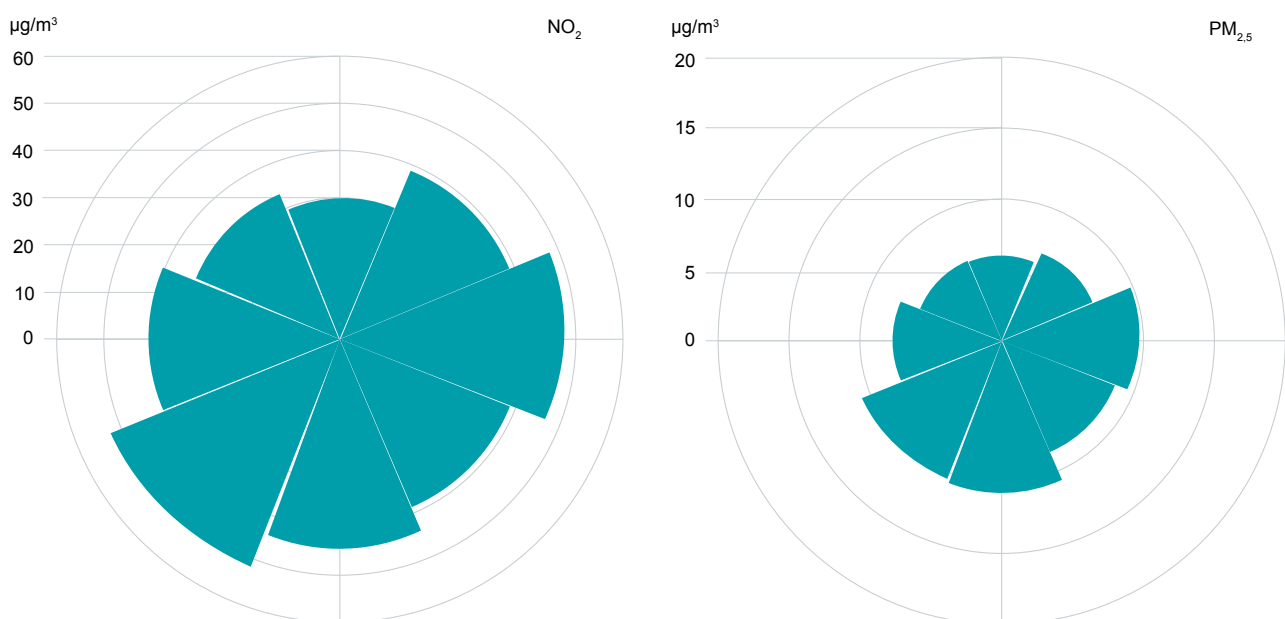
Helsingin Hämeentien mittauksen tarkoituksena oli selvittää vuoden 2009 ilmanlaatu tilanne vilkasliikenteisessä katukuilussa, jossa on mitattu sekä hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon että typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitykset vuonna 2005 (luku 4.2). Lisäksi keräinmenetelmällä on mitattu typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitykset vuosina 2006 ja 2008 (taulukko 3c).

Mittausasemalla mitattiin typenoksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi osoitteessa Hämeentie 7 osittain jalkakäytävällä, osittain

pysäköintiruudussa. Hämeentie on 32 metriä leveä ja sitä reunustavat tiiviisti 6–7-kerroksiset asuintalot. Hämeentien liikennemäärä vuonna 2009 oli arkisin 16 500 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus oli peräti 23 % (liite 4).

Hämeentien typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä ylitti jälleen vuosiraja-arvon, ja oli vuonna 2009 mitatuista vuosikeskiarvoista suurin. Typpidioksidin vuorokausiohjearvo ylittyi huhti–kesäkuussa, tuntiohjearvo ylittyi inversiotilanteessa joulukuussa (luku 4.4 ja 7.2). Korkein tuntiarvo oli tällöin $271 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Muina päivinä typpidioksidipitoisuus ei ylittänyt $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aa.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli hieman alempi kuin Mannerheimintiellä, ja alempi kuin vuonna 2005 ($29 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Vuosiraja-arvo ei siten ylittynyt. Vuorokausiohjearvo ylittyi maalisi- ja huhtikuussa, ja myös kuukausikeskiarvoista korkeimmat olivat maalisi- ja huhtikuu, 31 ja $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuorokausiraja-arvotason ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylityspäiviä oli 21 kpl, joista 18 maalisi-huhtikuussa, yksi tammikuussa ja kaksi joulukuussa. Vuonna 2005 ylityspäiviä oli peräti 41 kpl. Tehostettu puhdistaminen ja toimenpiteet katupölyn vähentämiseksi ovat tuottaneet tulosta, mutta yhä enin osa (120 kpl) ilmanlaatuindeksin mukaisista huonoista ja erittäin huonoista tunneista aiheutui hengitettävistä hiukkasista ja vain 13 typpidioksidista (taulukko 8). Hengitettävien hiukkasten suurin vuorokausiarvo oli $131 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.4.) ja suurin tuntiarvo oli $415 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (samana päivänä klo 13). Pitoisuudet johtuivat katupölystä.



Kuva 11 a ja b. Typpidioksidin ja pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Hämeentiellä vuonna 2009.

Hämeentien pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuonna 2005 ei mittauksia), kun kaupunkitausta Kalliossa oli $8,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma, mutta Hämeentien ja Kallion erotuksen aiheuttanee kadun liikenne. Pienhiukkasten raja-arvo ei ylittynyt Hämeentiellä mutta WHO:n vuosiohjearvo ylittyi. WHO:n vuorokauden ohjearvotason ylittäviä päiviä oli 4 kpl (luku 4). Suurin vuorokausiarvo oli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ joulukuun 18. päivän voimakkaan inversiotilanteen myötä. Muut ylityspäivät olivat huhtikuussa ja johtuivat kaukokulkeumasta.

Korkeimmat pienhiukkasten tuntipitoisuudet mitattiin 18.12. inversiotilanteen aikana (luku 7.3), jolloin suurin tuntiarvo oli $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mikäli inversiotilanteen pitoisuuksia ei oteta huomioon, korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus oli $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pienhiukkasten tuntipitoisuus oli yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kolmena päivänä vähintään kolmen tunnin ajan. Joulukuun 18. päivän lisäksi korkeita pitoisuuksia mitattiin 14. ja 27.4. kaukokulkeumien aikana.

Kaikkien epäpuhtauksien pitoisuudet olivat korkeampia, kun tuuli lounaasta, etelästä tai idästä (kuvat 11 a ja b). Itäsuunnalla sijaitsee myös Hanasaaren voimalaitos, mutta sen suuntaisilla tuulilla pitoisuuksia nostaa katukuilussa syntyvä tuulipyörre, sillä itäpuolella on korkea taloseinämä heti jalkakäytävän takana. Kadunsuuntaisilla lounaistuulilla tyypidioksidipitoisuus oli keskimäärin yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, itätuulilla lähes $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, pienhiukkaspitoisuudet tasolla $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja hengittettävät hiukkaset tasolla $25\text{-}30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

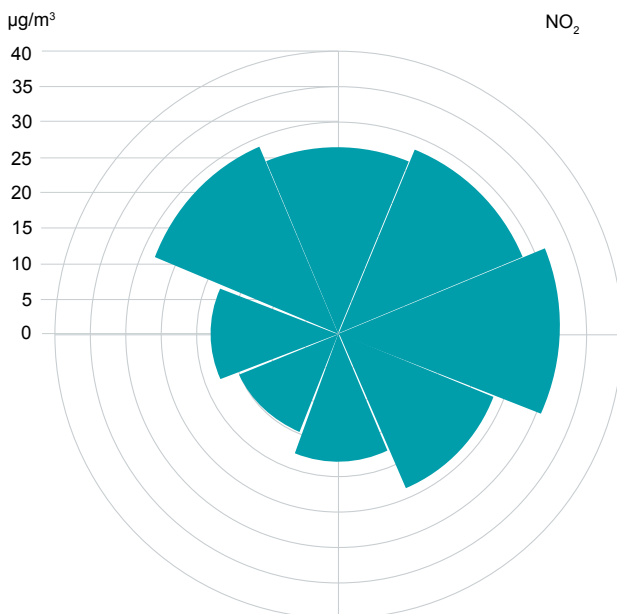
6.2 TUOMARILA

Espoon Tuomarilan mittauksen tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua ja mahdollista raja-arvojen ylittymistä Turunväylän varrella olevien asuintalojen lähellä.

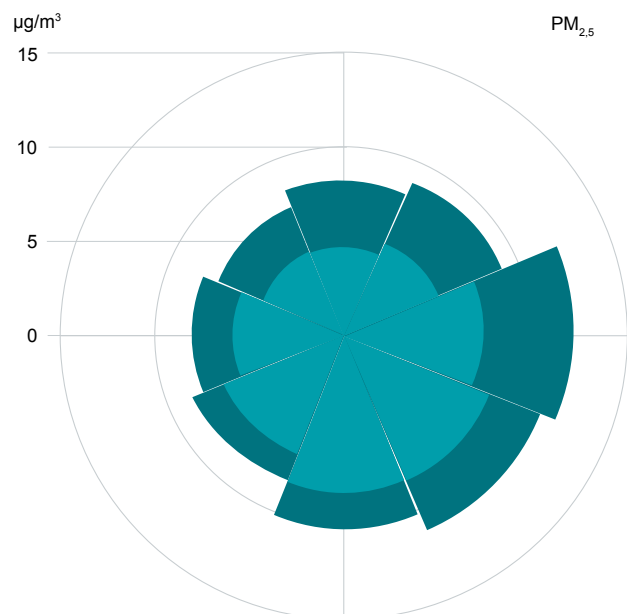
Mittausasemalla mitattiin typenoksidien ja pienhiukkasten pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Turunväylän pientareella hiekkapintaisella Kaksoiskiventiellä. Mittausympäristö oli väylän suuntaan avoin, mittausaseman takana oli puustoa. Väylä sijaitsee kaakko-luode-suuntaisesti, mittausasema oli väylän lounaispuolella. Turunväylän liikennemäärä vuonna 2009 oli 62 500 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 6 % (liite 4). Mitattuihin pienhiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat myös lähitalojen tulisijojen käyttö.

Tuomarilan tyypidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli suunnilleen samaa tasoa Vallilan, Tikkurilan ja Leppävaaran liikenneympäristöjen kanssa. Tyypidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet. Pitoisuudet olivat selvästi korkeampia, kun tuuli tien puolelta eli luoteesta, pohjoisesta, koillisesta tai idästä (kuva 12 a). Korkein tyypidioksidin tuntipitoisuus mitattiin 3.2.2009 klo 11, jolloin tuntiarvo oli $144 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tuomarilan pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli $11,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli suurin mitattu keskiarvo pääkaupunkiseudulla vuonna 2009. Pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma, mutta Tuomarilan ja Luukin taustapitoisuuden ($6,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$) erotuksen aiheutti osittain väylän liikenne, osittain pienpoltto. Pienhiukkasten raja-arvo ei ylittynyt Tuomarilassa mutta WHO:n vuosiohjearvo ylittyi. WHO:n



Kuva 12 a. Tyypidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Tuomarilassa vuonna 2009.



Kuva 12 b. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Tuomarilassa (ulompi) ja Luukin tausta-asemalla (sisempi) vuonna 2009.

vuorokauden ohjearvotason ylittäviä päiviä oli yhteensä 9 kpl helmi-, maaliskuu-, huhtikuussa ja jälleen marras- ja joulukuussa (luku 4). Suurin vuorokausiarvo oli $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ joulukuun 18. päivän inversion myötä (luku 7.2). Useimmiten ylitysten syynä oli kaukokulkeuma, mutta joinakin päivinä ylitys johtui pääosin paikallisen liikenteen ja/tai puunpolton päästöistä.

Pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot olivat talvi- ja kevätkaukausina selvästi kesää korkeammat. Kylminä vuodenaikoina kuukausikeskiarvot olivat suuremmat kuin muilla pääkaupunkiseudun mittausasemilla (liite 2). Pitoisuudet kertyivät tuulen suuntaan nähden tasaisemmin kuin typpidioksidipitoisuudet eikä väylän suunta korostunut samalla tavalla. Pienhiukkaspitoisuudet olivat Luukin tausta-aseman tapaan korkeampia, kun tuuli kaakosta ja etelästä (kuva 12 b). Lisäksi yksittäisiä korkeita pitoisuuksia tuli Tuomarilassa hieman enemmän idästä.

Tuomarilassa oli huomattavasti enemmän korkeita pienhiukkaspitoisuuksia kuin muilla mittausasemilla. $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tai sen ylittävien tuntikeskiarvojen määrä oli vuonna 2009 Tuomarilassa 93, Mannerheimintieellä 36, Tikkurilassa 30, Hämeentieellä 24, Leppävaarassa 15, Kalliossa 15, Vartiokylässä 14 ja Katajanokalla 13 kappaletta. Korkeita tuntipitoisuuksia oli Tuomarilassa usein 1–3 h jaksoissa vaihtelevasti eri vuorokaudenaikoina. Useimmiten pienhiukkaspitoisuudet olivat korkeita ennen puoltayötä tai aamulla.

Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus mitattiin 27.3.2009 klo 8, jolloin tuntiarvo oli $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeita pitoisuuksia mitattiin myös 22.1. klo 8 ($93 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 10.6. klo 21 ($92 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja 18.12. klo 20 ($92 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tammi- ja maaliskuus-

sa vallitsi aamuinversio ja tuuli heikosti idästä. Kesäkuussa tuuli heikosti kaakosta. Joulukuussa vallitsi voimakas, laaja inversiotilanne.

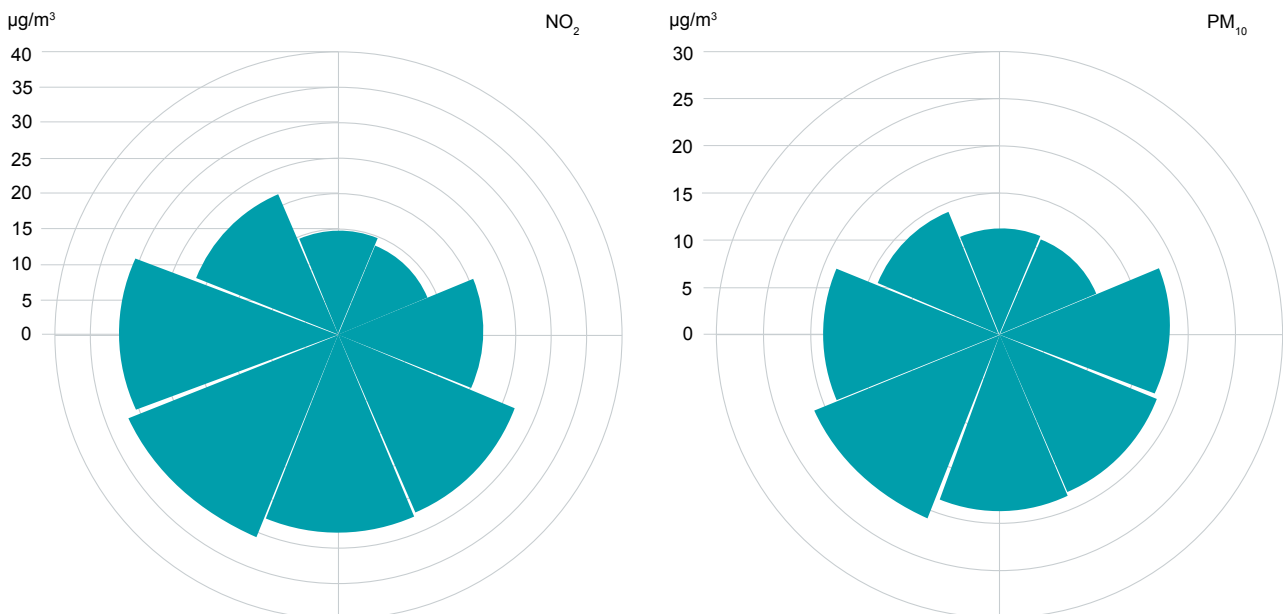
Tuomarilassa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 41 kpl ja ne kaikki aiheutuivat pienhiukkasista (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu, taulukko 8). Tuomarilassa tehtiin lisäksi keräinmenetelmällä typpidioksidimittauksia eri etäisyyksillä väylästä. Tulokset on esitetty luvussa 9.

6.3 KOIVUHAKA

Vantaan Koivuhaan mittauksen tavoitteena oli selvittää ilmanlaatua ja mahdollista raja-arvojen ylittymistä Kehä III:n varrella.

Mittausasemalla mitattiin typenoksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Kehä III:n pohjoispuolella Jäkkitien päässä noin 13 metriä meluaidasta suojan puolella. Muutoin mittausympäristö oli väylän suuntaan avoin ja mittausaseman takana oli pensaita ja puustoa. Mittausaseman ja meluaidan välissä sekä mittausaseman itäpuolella oli asfaltoitu pyörätie. Kehä III sijaitsee itä-länsi –suuntaisesti ja sen liikennemäärä arkisin vuonna 2009 oli 57 300 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 12 % (liite 4).

Koivuhaan typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä oli suunnilleen samaa tasoa Vallilan, Tikkurilan ja Leppävaaran liikenneympäristöjen kanssa. Typpidioksidin raja-arvot eivät ylittyneet. Joulukuussa ylittyi typpidi-



Kuva 13 a ja b. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Koivuhaassa vuonna 2009.

oksidin vuorokausiohjearvo (luku 4.4). 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittäviä tunteja oli 6 kpl, kaikki 18.12. inversion aikana (luku 7.2). Korkein tuntiarvo oli 193 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli samaa tasoa kuin Vallilassa, ja vuosiraja-arvo ei siten ylittynyt. Kuukausikeskiarvoista korkeimmat olivat maaliskuu- ja huhtikuu, 24 ja 35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuorokausiohjearvo ylittyi huhtikuussa. Vuorokausiraja-arvotason 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylityspäiviä oli 12 kpl, mikä on hieman useammin kuin Leppävaarassa (9 kpl) ja selvästi enemmän kuin Tikkurilassa (4 kpl). Ylityspäivistä 10 kertyi keväällä lumien sulamisen aikaan maaliskuun loppupuolelta huhtikuun loppuun. Kaksi ylityspäivää tuli loppuvuodesta marras-joulukuussa, kun pölyä nousi jälleen lumettomilta tienpinnoilta. Hengitettävien hiukkasten suurin vuorokausiarvo oli 77 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (9.4.) ja suurin tuntiarvo oli 229 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (samana päivänä klo 12).

Sekä typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat keskimääräistä korkeampia, kun tuuli puhalsi tien puolelta (kuva 13 a ja b). Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin saattoi osaltaan vaikuttaa myös pyöriteiden pölyäminen keväällä.

Koivuhaassa oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 57 kpl, joista 52 aiheutui hengitettävistä hiukkasista ja 5 kpl typpidioksidista (pienhiukkasia ei mitattu, taulukko 8).

Koivuhaassa tehtiin lisäksi keräinmenetelmällä typpidioksidimittauksia eri etäisyyksillä väylästä. Tulokset on esitetty luvussa 9.

6.4 KATAJANOKKA

Helsingin Katajanokan mittausten tarkoituksena oli selvittää ilmanlaatua Eteläsataman vaikutusalueella. Eteläsataman eri terminaalit ja laivalaiturit sijaitsevat lahdenpohjukan molemilla rannoilla. Mittauspiste oli vallitsevien tuulten alapuolella Katajanokan asuinalueen laidalla. Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttivat pääasiassa laivojen, autoliikenteen ja työkoneiden päästöt sekä kaukokulkeuma. Katajanokalla on mitattu ilmanlaatua edellisen kerran vuonna 2000 hieinan eri paikassa (Aarnio ym. 2001).

Mittausasemalla mitattiin typenoksidien, pienhiukkasten ja rikkidioksidin pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsi Katajanokan terminaalien lähistöllä pysäköintialueella. Ympäristö oli avoin ja tuuletettu. Liikennemäärä viereisellä kadulla, Katajanokanrannassa, oli vuonna 2009 noin 2 900 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli 10 % (liite 4).

Eteläsatamassa on vilkas matkustajaliikenne. Katajanokan terminaalista on säännöllinen lauttayhteys Tukholmaan ja Tallinaan, länsirannan Olympiaterminaalista matkustajalaivayhteys Tukholmaan sekä Makasiiniterminaalista avovesikautena pika-alusyhteys Tallinaan. Lisäksi avovesikautena Eteläsataman eri laitureissa vieraillee runsaasti risteilyaluksia. Eteläsatama palvelee myös matkustajalai-

voilla kulkevaa tavaraliikennettä, erityisesti rekkojen roro-liikennettä. Mittausaseman kaakkoispuolella on ajoreitti Katajanokan terminaalien laivoihin meneville henkilöautoille. Laivoihin menevä tavaraliikenne ei kulje tätä reittiä.

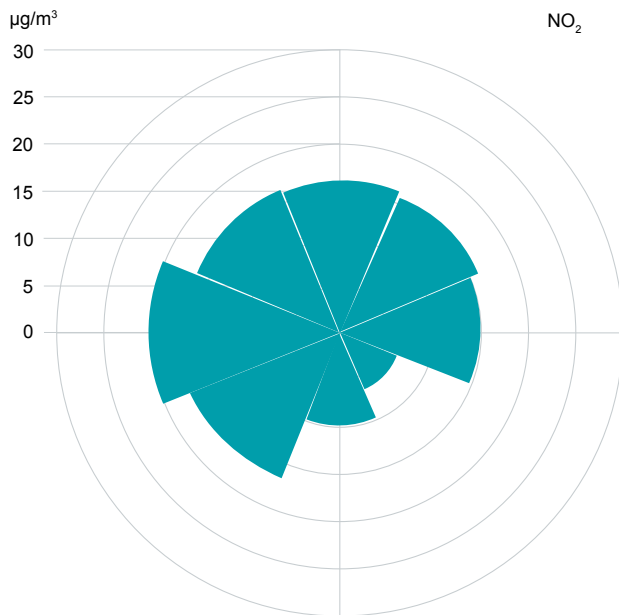
Katajanokan typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2000), mikä oli alempi kuin Kallion kaupunkitausta (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja vähemmän kuin vuonna 2008 Länsisatamassa (22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet. Pitoisuudet olivat keskimääräistä pienempiä, kun tuuli avoimen meren puolelta eli etelästä ja kaakosta, korkeimmat pitoisuudet kertyivät lännestä ja lounaasta Eteläsataman eri laitureiden suunnalta (kuva 14 a). Pitoisuuksiin vaikuttavat sekä laivojen että myös ajoneuvoliikenteen päästöt. Suurin tuntiarvo oli 161 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ joulukuun 18. päivän inversiotilanteessa (luku 7.2.).

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli 7,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ei mitattu vuonna 2000), mikä oli samaa tasoa esim. Tikkurilan ja Leppävaaran kanssa ja hieman vähemmän kuin Kallion tausta-asemalla (8,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) tai vuonna 2008 Länsisatamassa (8,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pienhiukkasten raja-arvo ja WHO:n vuosiohjearvo eivät ylittyneet, WHO:n vuorokauden ohjearvotason ylittäviä päiviä oli 3 kpl (luku 4). Suurin vuorokausiarvo oli 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ joulukuun 18. päivän voimakkaan inversiotilanteen myötä. Muut ylityspäivät olivat huhtikuussa ja johtuivat kaukokulkeumasta.

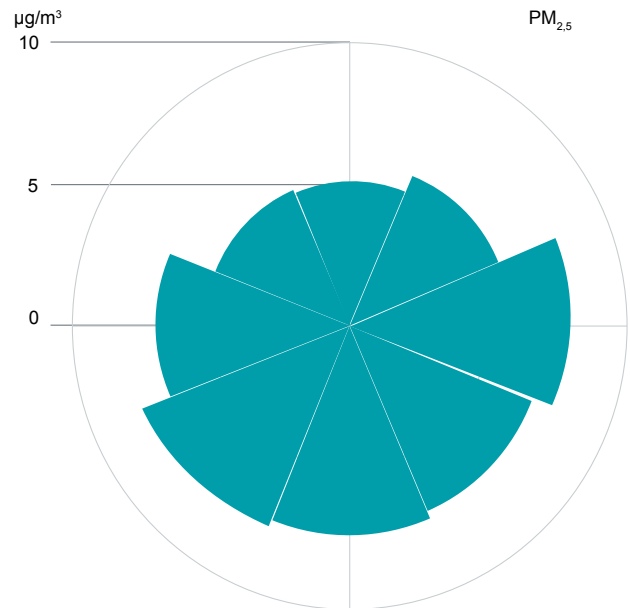
Korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus mitattiin 17.7.2009 klo 12, jolloin tuntiarvo oli 102 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaasumaiset epäpuhtaudet eivät nousseet saman aikaan ja pitoisuuden varma lähde jäi epäselväksi, mutta saattoi johtua laivan päästöistä. Muita yli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia oli 12 tuntina, joista 10 inversion vallitessa 18.12.

Keskimäärin pienhiukkaspitoisuudet olivat suurempia, kun tuuli laajasti ottaen meren puolelta eli kaikista länsi-, etelä- ja itäsuunnan sektoreista (kuva 14 b). Vuositasolla pääsyy pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma, laivaliikenteen päästöt vaikuttavat erityisesti joihinkin lyhytaikaispitoisuuksiin.

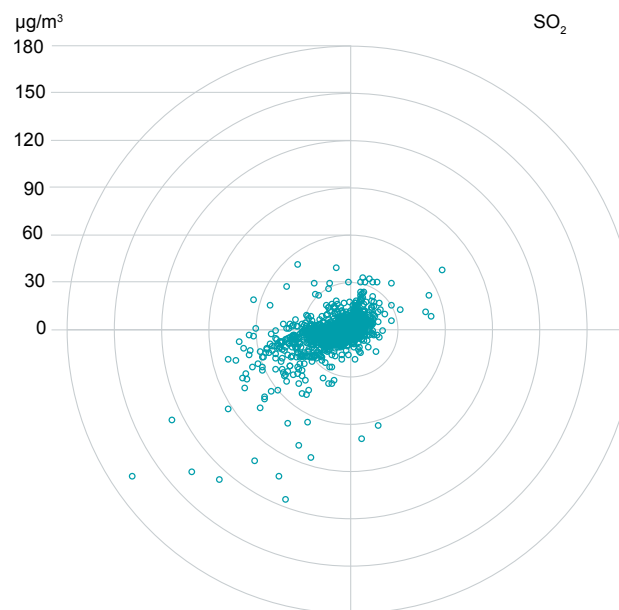
Rikkidioksidipitoisuudet olivat Katajanokalla korkeammat kuin muilla mittausasemilla. Rikkidioksidin vuosikeskiarvo oli 4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (4,6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuonna 2000), kun se oli Vallilassa 2,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Luukissa 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Länsisatamassa vuonna 2008 vuosikeskiarvo oli 7,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidipitoisuudet alittivat selvästi raja- ja ohjearvot. Korkeimmat rikkidioksidin vuorokausiohjearvoon (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja tuntiohjearvoon (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet 17 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja 69 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin heinä- ja elokuussa. Korkein tuntiarvo oli 166 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä mitattiin 30.8. klo 13. Yksittäisiä korkeita pitoisuuksia tuli erityisesti lounaistuulen mukana satama-alueen suunnalta (kuva 14 c). Korkeita yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia oli yhteensä 7 kappaletta, jotka kaikki mitattiin etelä-lounaistuulella, ja melko korkeita yli 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia 59 kpl, joista valtaosa mitattiin tuulen puhaltaessa satamaltaan suunnasta. Katajanokalla rikkidioksidin pitoisuuksia nostavat erityisesti laivojen päästöt.



Kuva 14 a. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Katajanokalla vuonna 2009.



Kuva 14 b. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Katajanokalla vuonna 2009.



Kuva 14 c. Rikkidioksidin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Katajanokalla vuonna 2009.



Kuva 14 d. Keräinmenetelmällä saadut typpidioksidipitoisuudet Katajanokalla vuonna 2009.

Eteläsataman laivaliikenteen ja Katajanokalla mitattujen eri pitoisuuksien vuorokaudenaikaisvaihtelun välillä on selvä yhteys. Korkeimmat pitoisuuskeskiarvot mitattiin seuraavina kellonaikoina: typpidioksidi klo 10–11 ja 20–22, pienhiukkaset klo 11–12 ja 20–22 sekä rikkidioksidi klo 10–12 ja 20–22 (liite 3). Samoina aikoina on vilkkaimmat lähilaitureita käyttävien laivojen tulo- ja lähtöajat.

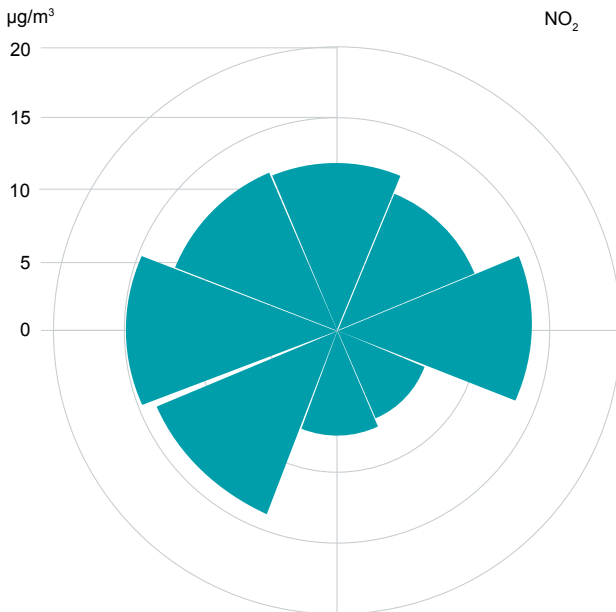
Katajanokalla oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 9 kpl, joista 6 kpl aiheutui pienhiukkasista ja 3 kpl typpidioksidista (hengitettäviä hiukkasia ei mitattu, taulukko 8).

Katajanokalla tehtiin lisäksi keräinmenetelmällä typpi- ja rikkidioksidimittauksia loka-joulukuussa alueellisen vaihtelun selvittämiseksi. Typpidioksidipitoisuus oli melko korkea tavara- ja muun ajoneuvoliikenteen käyttämän (noin 7100 ajon./vrk, raskasta 7 %) Kanavakadun kuilumaisessa osassa eli 31 µg/m³, avoimella osuudella 25 µg/m³ ja hiljaisemmalla asutokadulla Kruunuvuorenkadulla 23 µg/m³. Keräinmenetelmällä saatu vuosipitoisuus mittausasemalla oli 18 µg/m³ eli samaa tasoa kuin jatkuvatoimisilla mittauksilla (kuva 14 d, liite 1, liite 5). Eteläsataman länsirannalla vuosipitoisuus oli 23 µg/m³ (luku 9, liite 1, liite 5). Rikkidioksidipitoisuus samoissa pisteissä vaihteli välillä 3–5 µg/m³ (liite 1, liite 5).

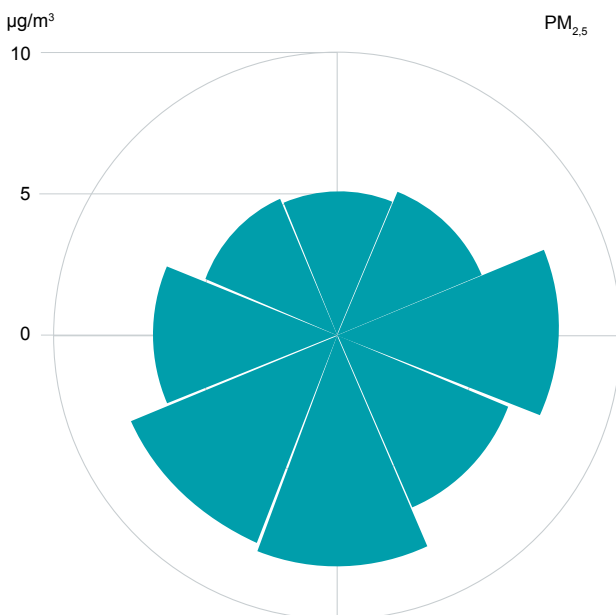
6.5 VARTIOKYLÄ

Helsingin Vartiokylän mittausten tavoitteena on seurata pientaloalueen ilmanlaatua sekä Itä-Helsingin alueellista taustapitoisuutta. Mittausasema on pysyvä, mittaukset alkoivat vuoden 2009 alussa.

Mittausasemalla mitataan typenoksidien, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, hään, otsonin, bentseenin ja polyaromaattisten hiilivetyjen pitoisuuksia. Mittausasema sijaitsee pysäköintipaikalla puiston laidalla keskellä pientaloaluetta (liite 4).



Kuva 15 a. Typpidioksidin tuntipitoisuuksien keskiarvot tuulen suunnan mukaan Vartiokylässä vuonna 2009.

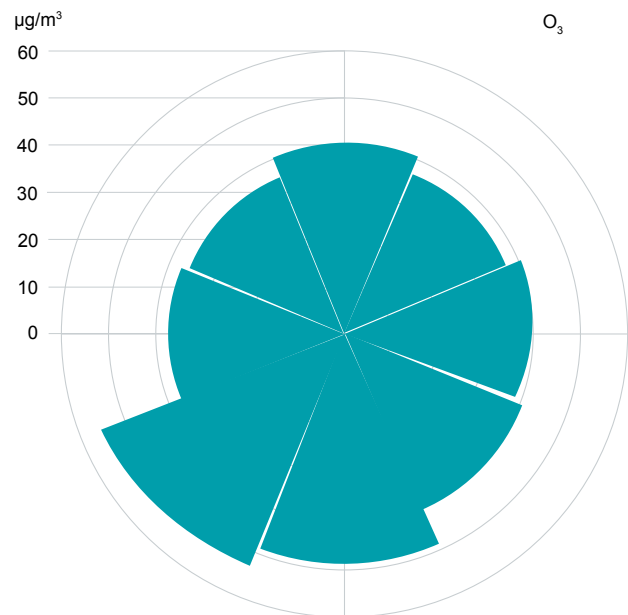


Kuva 15 b. Pienhiukkasten tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Vartiokylässä vuonna 2009.

Vartiokylän typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 14 µg/m³, mikä oli alempi kuin Kallion kaupunkitausta (20 µg/m³) mutta huomattavasti enemmän kuin Luukin tausta-aseamalla (6 µg/m³). Typpidioksidin raja- ja ohjearvot eivät ylittyneet. Pitoisuudet olivat keskimääräistä matalampia, kun tuuli kaakosta ja etelästä (kuva 15 a). Korkein typpidioksidin tuntipitoisuus mitattiin inversiotilanteessa 18.12.2009 klo 21, jolloin tuntiarvo oli 133 µg/m³ (luku 7.2.) Muulloin korkein tuntipitoisuus oli 71 µg/m³.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli 12 µg/m³ eli alempi kuin Kallion kaupunkitausta (15 µg/m³) tai Tikkurilassa (14 µg/m³), ja vuosiraja-arvo ei siten ylittynyt. Vuorokausikeskiarvoista korkeimmat olivat maaliskuu- ja huhtikuun, 18 ja 21 µg/m³. Vuorokausiohjearvo ei myöskään ylittynyt. Vuorokausiraja-arvotason 50 µg/m³ ylityspäiviä oli lumien sulamisen aikaan 4 kpl, kaksi maaliskuun lopulla, kaksi huhtikuun lopulla. Hengitettävien hiukkasten suurin vuorokausiarvo oli 71 µg/m³ (25.3.) ja suurin tuntiarvo 425 µg/m³ (samana päivänä klo 20). Vuonna 2009 korkeimmat hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet mittauksissa olivat Mannerheimintielleä katukiveystöiden takia 469 µg/m³ (luku 4.1) ja katupölykaudella Vartiokylän lisäksi Leppävaarassa 418 µg/m³ (23.3.) ja Hämeentielleä 415 µg/m³ (luku 6.1). Keväinen katupöly voi siis aiheuttaa todella korkeita hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia myös vähäliikenteisillä asuinalueilla.

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli 7,4 µg/m³, mikä oli hieman enemmän kuin Luukin tausta-aseamalla (6,9 µg/m³), ja hieman vähemmän kuin Kallion kaupunkitausta (8,2 µg/m³) ja selvästi vähemmän kuin Tuomarilassa (11,2 µg/m³) (luku 6.2). Kesäkautena pitoisuudet olivat pienem-



Kuva 15 c. Otsonin tuntipitoisuudet tuulen suunnan mukaan Vartiokylässä vuonna 2009.

mät kuin Luukissa, muulloin hieman suuremmat (liite 2). Pienhiukkasten raja-arvo ja WHO:n vuosiohjearvo eivät ylittyneet, ja WHO:n vuorokauden ohjearvotason ylittäviä päiviä oli 3 kpl (luku 4). Suurin vuorokausiarvo oli 39 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ joulukuun 18. päivän voimakkaan inversiotilanteen myötä. Muut ylityspäivät olivat huhtikuussa ja johtuivat kaukokulkeumasta.

Pienhiukkaspitoisuudet olivat hieman suurempia, kun tuuli kaikista länsi-, etelä- ja itäsuunnan sektoreista (kuva 15 b). Korkeimmat pienhiukkasten tuntipitoisuudet mitattiin 18.12.2009 voimakkaan inversiotilanteen aikana (luku 7.3), jolloin suurin tuntiarvo oli 79 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Koko vuoden aikana pienhiukkasten tuntipitoisuus oli yli 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ yhteensä 14 tuntina, joista yhtenä päivänä peräkkäin neljän tunnin ajan (31.10. klo 19–22). Mikäli inversiotilanteen pitoisuuksia ei oteta huomioon, korkein pienhiukkasten tuntipitoisuus oli 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (25.3. klo 20). Korkeita pitoisuuksia mitattiin myöhään illalla. Tilanteissa vallitsi hiljainen tuuli luoteen tai idän puolelta, häikäpitoisuus vaihteli ja otsonipitoisuus oli hyvin matala. Pääsyy Vartiokylän pienhiukkaspitoisuuksiin on kaukokulkeuma, mutta niihin vaikuttaa myös lähialueella tapahtuva pienpoltto.

Otsonipitoisuuden vuosikeskiarvo oli 46 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aivan kuten Kallion kaupunkitausta-aseamalla. Luukin tausta-aseamalla vuosikeskiarvo oli 49 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (liite 1). Pitoisuudet olivat suurempia, kun tuuli lounaasta tai etelästä (kuva 15 c) kuten myös Tikkurilassa ja Luukissa.

Hiilimonoksidin vuosikeskiarvo oli 0,2 mg/m^3 . Korkein tuntiarvo oli joulukuun 18.12. inversiotilanteessa 2,9 mg/m^3

(ohjearvo 20 mg/m^3), kun se Mannerheimintiellä oli 2,4 ja Tikkurilassa 3,3 mg/m^3 . Kaikki muut yli 1 mg/m^3 tuntiarvot, joita oli 34 kpl, ovat olleet kylminä vuodenaikoina aamulla tai illalla ja ne liittyvät joko joutokäyntiin parkkipaikalla tai lähitalojen lämmitykseen. Korkein niistä oli 1,9 mg/m^3 (23.3. klo 7).

Bentseenipitoisuuden vuosikeskiarvo oli Vartiokylässä 0,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on vain noin seitsemäsosa raja-arvosta (5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Bentseenin pitoisuuksia mitattiin myös Kallion ja Tikkurilan mitta-asemilla, ja niiden vuosikeskiarvot (0,6 ja 1,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) olivat samaa luokkaa kuin Vartiokylässä (luku 4.1). Bentseenin lähteitä ovat sekä liikenne että puun pienpoltto.

Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli Vartiokylän PM_{10} -näytteissä 0,5 ng/m^3 , mikä on puolet sallitusta tavoitearvosta (1 ng/m^3). Pitoisuudet olivat korkeita talvella ja erityisesti loppuvuodesta. Myös kesällä pitoisuudet olivat Vartiokylässä korkeammat kuin Kalliossa (luku 5.2, liite 2). Puunpoltto on alueella bentso(a)pyreenin päälähde, sillä liikenteen päästöillä on melko pieni vaikutus sen pitoisuuksiin: vuosikeskiarvo oli Kalliossa 0,3 ng/m^3 vuonna 2009 ja Unioninkadun katukuilussa 0,3 ng/m^3 vuonna 2007. Bentso(a)pyreenin pitoisuudet voivat nousta pientaloalueilla korkeiksi kuten Itä-Hakkilassa vuonna 2008 (1,1 ng/m^3) ja tavoitearvo ylittyy paikoin pääkaupunkiseudun pientaloalueilla (luku 4.3).

Vartiokylässä oli ilmanlaatuindeksin mukaisia huonoja ja erittäin huonoja tunteja 21 kpl, joista 15 aiheutui hengitettävistä hiukkasista ja 6 kpl pienhiukkasista (taulukko 8).

7. Episoditilanteet

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

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

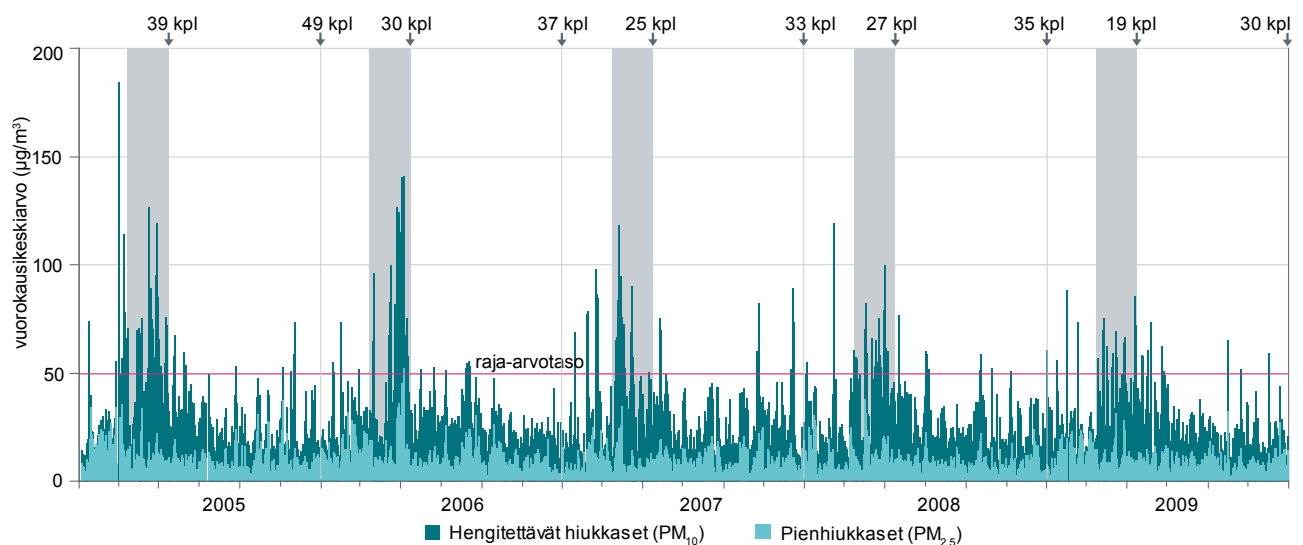
7.1 KEVÄÄN KATUPÖLYKAUSI

Talven ja kevään sääolot sekä katujen kunnossapito vaikuttavat siihen, kuinka paljon katupölyä kertyy katujen pinnoille ja milloin se nousee ilmaan katujen kuivahtaessa. Tämän vuoksi kevään katupölykauden ajankohta ja voimakkuus vaihtelevat vuosittain (kuva 16). Katupölyhiukkasista suurin osa kuuluu hengitettävien hiukkasten karkeaan kokoluokkaan ($PM_{10-2,5}$), joten katupölyllä ei ole kovin suurta vaikutusta pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) massapitoisuuksiin.

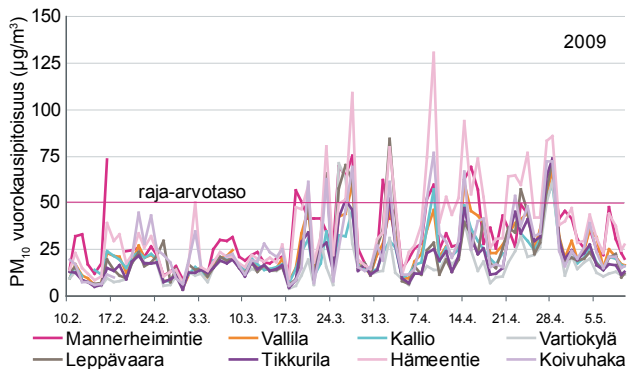
Kevään 2009 katupölykausi alkoi maaliskuun viimeisellä viikolla ja hiipui vapun jälkeisellä viikolla (kuva 17). Katupölykausi kesti noin puolitoista kuukautta, muttei ollut erityisen voimakas. Talven säät näkyivät kevään pölyisyydessä: alkutalvella maa oli paljas ja tammikuun lopulla alkoi pitkä talvinen jakso, joka kesti maaliskuun lopulle. Hiukkaspitoisuudet alkoivat nousta maaliskuun 18. päivänä ja kevään pölykausi alkoi useilla mittausasemilla maaliskuun lopulla. Huhtikuu oli pölyinen, koska sää oli kuiva ja vähäsateinen, ja liikennealueet ja pientareet pölyivät huhtikuun lopulle saakka. Vapun jälkeen pölyäminen hiipui katujen puhdistamisen, sateiden ja luonnon vihertymisen myötä.

Varsinainen kevään tehokas hiekanpoisto alkoi pääkaupunkiseudulla maaliskuun lopussa. Koska alkutalvi oli paljas ja sittemmin luminen, hiekoitussepeleä kului edellisiä vuosia enemmän. Kaduille oli kertynyt talvella runsaasti hienojakoista ainesta, joka sulii nopeasti maaliskun ja huhtikuun vaihteessa. Yöpakkaset viivyttivät kuitenkin pientareiden sulamista ja katujen puhdistuksen aloitusta. Hiekannosto saatiin valmiiksi huhtikuussa, mutta puhdistus katujen pesuineen valmistui vasta toukokuussa.

Keväällä 2009 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingissä suolaliuoksella kasteltiin pölyisimpien alueiden tienreunoja ja lisäksi pölyisimpinä päivinä pääkatuja, kokoojakatuja ja pääväyliä (16.4. ja 29.4.) (Vättö 2009). Vantaan keskusta-alueita kasteltiin kalsiumkloridiliuoksella tammikuussa kerran ja huhtikuun lopussa kattavasti



Kuva 16. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) vuorokausipitoisuudet Mannerheimintien mittausasemalla vuosina 2005–2009. 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 17. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoja keväällä 2009.

pääkadut (Tammisto 2009). Espoossa katujen pölyämistä torjuttiin jo talven kuluessa kastelemalla laimealla kalsiumkloridiliuoksella vilkkaimmin liikenneitujen katujen ja bussireittien ajoratojen reunoja (Valkeapää 2009). Kauniaisissa kalsiumkloridilla kasteltiin pääkadut kerran (30.3.) (Keski-Kohtamäki 2009).

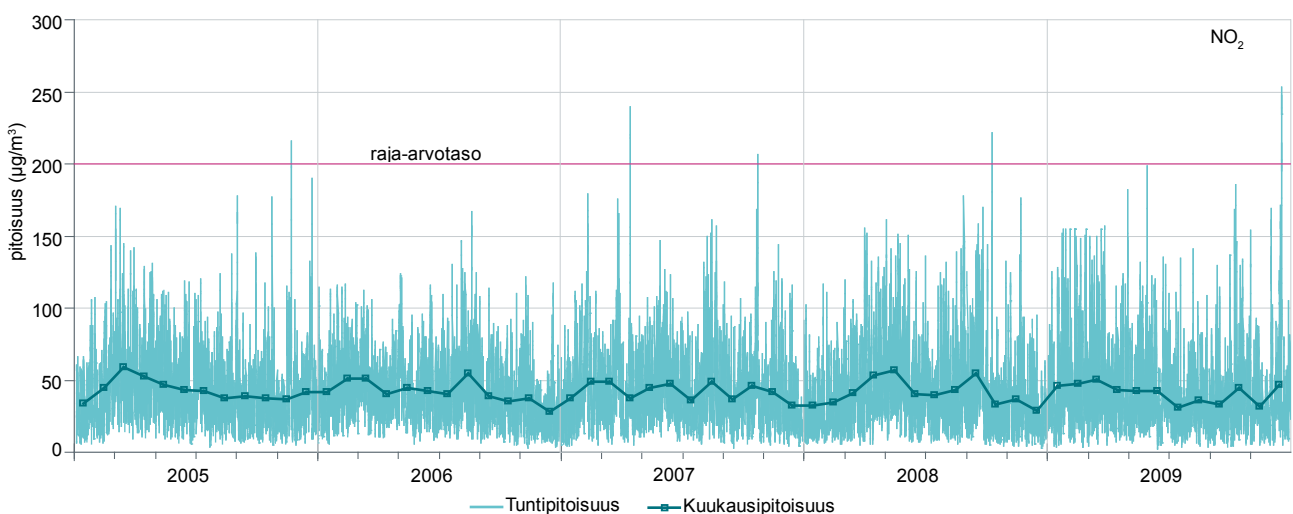
Pölyisten päivien eli raja-arvotason ylittäneiden päivien määrä oli keväällä 2009 edellisiä vuosia alhaisempi. Raja-arvo ylittyi, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus ylittää arvon $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ yli 35 kertaa kalenterivuoden kuluessa. Huhtikuun loppuun mennessä raja-arvotason ylityksiä oli mitattu 3–19 päivänä eri mittausasemilla. Vuoden kuluessa raja-arvo ei ylittynyt millään mittausasemalla ja pölyisiä päiviä kertyi eniten, 30 kappaletta, Mannerheimintielle. Mannerheimintien mittausasemalla hiukkaset olivat pääosin peräisin katujen pölyämisestä sekä touko-kesäkuussa katukiveystöiden aiheuttamasta pölyämisestä (Kupiainen 2010). Vuoden 2009 kevätpölykaudesta on yksityiskohtaisempi kuvaus vuoden 2008 ilmanlaaturaportissa (Niemi ym. 2009).

7.2 TYPPIDIOKSIDIEPISODIT

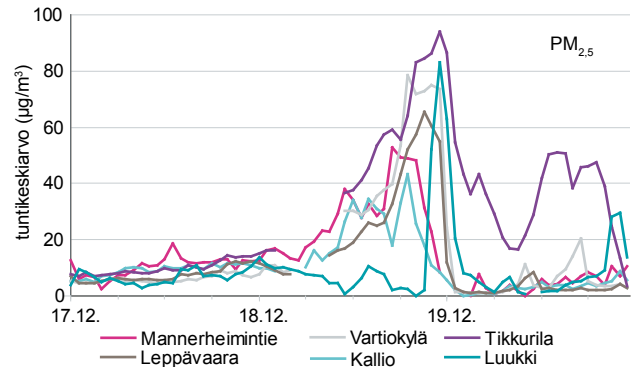
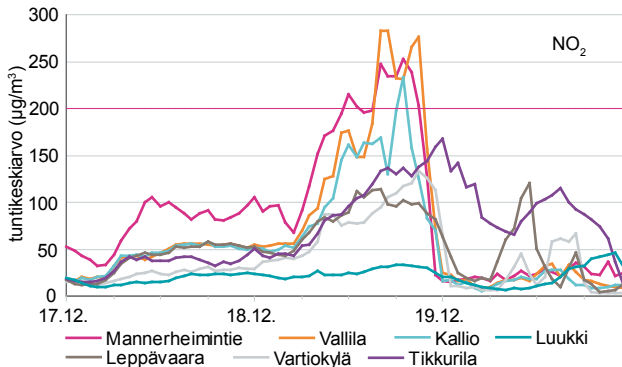
Typidioksidin pitoisuuksiin pääkaupunkiseudulla vaikuttavat eniten autoliikenteen pakokaasut. Pitoisuudet kohoavat heikkotuulisella säällä vilkasliikenteisillä alueilla erityisesti ruuhka-aikaan. Korkeimmat tuntipitoisuudet havaitaan, kun myös ilmassa olevien pystysuuntainen sekoittuminen on estynyt inversion vuoksi. Inversiossa kylmän maan pinnan lähellä olevat saasteet jäävät loukkuun lämpimän ilmakerroksen alle. Voimakkaita inversioita esiintyy selkeällä ja tyyneellä säällä korkeapainetilanteessa, erityisesti talviöinä ja -aamuina, maanpinnan voimakkaan jäähtymisen seurauksena (kuva 29 b). Keväällä ja kesällä aurinko lämmittää ilmakerrokset nopeasti aamupäivällä, jolloin saasteiden sekoittuminen tehostuu. Halla on tyypillinen inversion seuraus alku- ja loppukesällä.

Typidioksidin tuntipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti, koska säät ja liikennemäärät vaihtelevat paljon (kuva 18). Vuoden 2009 voimakkain typidioksidiepisode oli joulukuun 18. päivänä, jolloin pitoisuudet ylittivät tuntiraja-arvotason ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) muutamien tuntien ajan useilla Helsingin kantakaupungin mittausasemilla. Raja-arvotason ylitystunteja kertyi Mannerheimintielle ja Hämeentielle 8 kpl, Vallilassa 6 kpl ja Kalliossa 1 kpl. Varsinainen raja-arvo ei kuitenkaan ylittynyt, koska sallittujen ylitystuntien määrä oli 175 kpl vuonna 2009. Vuoden 2010 alussa raja-arvo kiristyi, ja raja-arvotaso saa ylittyä vain 18 tunnin ajan vuodessa. Raja-arvotason ylittäviä pitoisuuksia on mitattu aikaisemmin 2000-luvulla yhteensä vain seitsemän tunnin ajan: Runeberginkadulla vuonna 2004 ja Mannerheimintielle vuosina 2005, 2007 ja 2008 (liite 1).

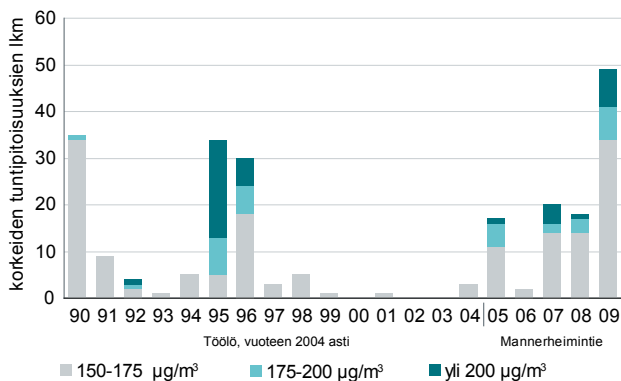
Perjantaina 18.12. liikenteen pakokaasujen typidioksidia ja pienhiukkasia kertyi korkeina pitoisuuksina ilmaan, koska tyyni sää ja talven voimakkain inversio estivät päästöjen leviämistä ja laimenemista. Myös tulisijojen käytön hiukkas-



Kuva 18. Typidioksidin tunti- ja kuukausikeskiarvot Mannerheimintielle vuosina 2005–2009.



Kuva 19 a ja b. Typpidioksidin ja pienhiukkasten tuntikeskiarvot 17.–19.12.2009.



Kuva 20. Typpidioksidin korkeiden tuntikeskiarvojen (> 150 µg/m³ eli huono ilmanlaatuindeksi) lukumäärät Töölössä vuosina 1990–1994 ja Mannerheimintiellä vuosina 2005–2009. Tuntirajavertotason (200 µg/m³) ylittäviä tunteja sallitaan 1.1.2010 alkaen 18 kpl/vuosi.

päästöt heikensivät ilmanlaatua pientaloalueilla. Inversiotilanne alkoi jo aamuyöllä ja se voimistui iltapäivällä ja illalla. Typpidioksidin ja pienhiukkasten pitoisuudet nousivat voimakkaasti päivän kuluessa ja illalla lähes koko pääkaupunkiseudulla ja erityisesti Helsingin kantakaupungissa (kuva 19 a ja b). Typpidioksidin tuntikeskiarvo oli korkeimmillaan 283 µg/m³ Vallilassa iltaruuhkan aikaan, ja pienhiukkasten korkein tuntikeskiarvo 94 µg/m³ mitattiin Tikkurilassa keskiyöllä. Helsingin kantakaupungissa inversio purkautui ja tuuli virisi jo ennen puoltayötä, jolloin saastepitoisuudet laskivat nopeasti alas tavanomaiselle tasolle.

Joulukuun 18. päivän episodi oli toiseksi voimakkain typpidioksidiepisodi viimeisen 20 vuoden kuluessa. Voimakkain episodi mitattiin 28.–29.12.1995, jolloin myös nykyinen raja-arvo olisi ylittynyt eli 200 µg/m³ ylittäviä tuntipitoisuuksia kertyi tällöin yli 18 kpl. Vuonna 2009 esiintyi kuitenkin korkeita typpidioksidin tuntipitoisuuksia (> 150 µg/m³ eli huono ilmanlaatuindeksi) useaan otteeseen kevään, syksyn ja talven kuluessa, minkä vuoksi typpidioksidiepisodit heikensivät ilmanlaatua poikkeuksellisen paljon vuonna 2009 (kuva 20 ja 18).

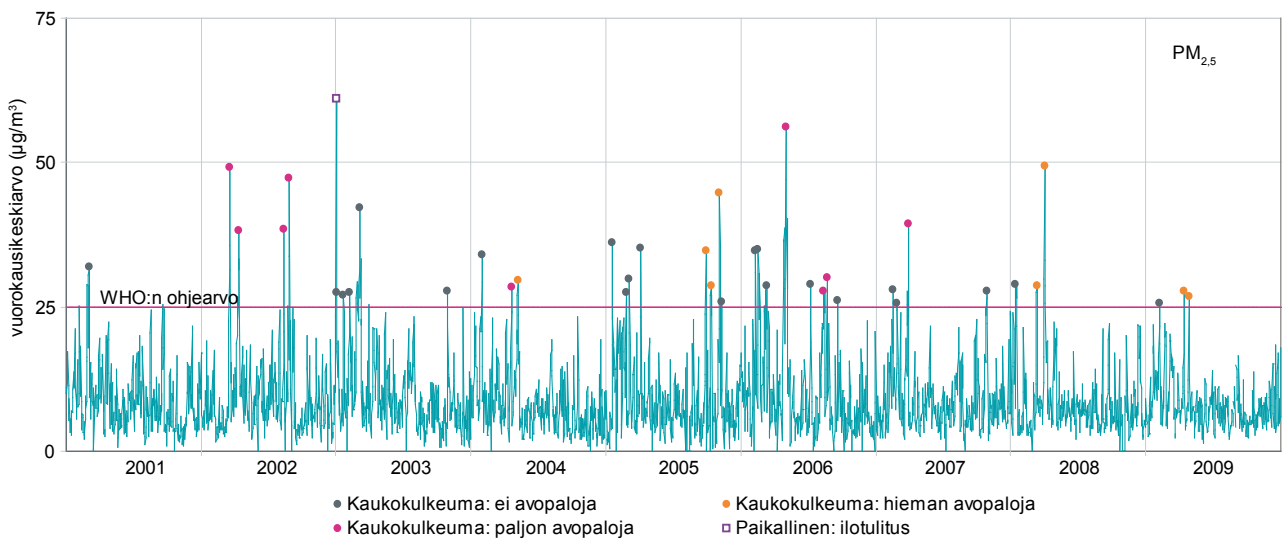
7.3 PIENHIUKKASEPISODIT

Pienhiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat pääkaupunkiseudulla erityisesti kaukokulkeuma, liikenne ja pientalojen tulisijojen käyttö. Kaukokulkeuma aiheuttaa keskimäärin yli puolet pienhiukkasten pitoisuudesta jopa seudun vilkasliikenteisimmillä alueilla. Tämän vuoksi pienhiukkasten korkeat vuorokausipitoisuudet johtuvat usein pääosin kaukokulkeumasta, varsinkin tausta-asezilla Luukissa ja Kalliossa (kuva 21).

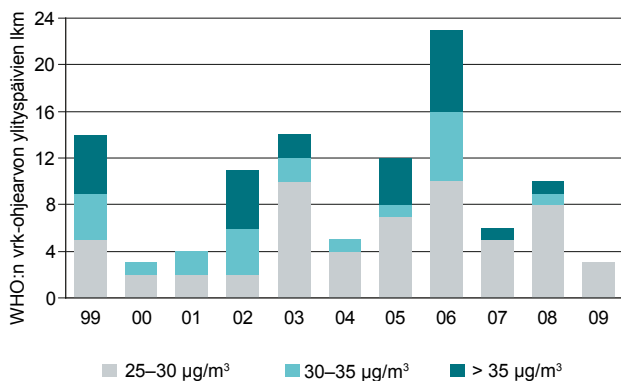
Viime vuosina pääkaupunkiseudulla on määritelty kaukokulkeumaepisodiksi tilanne, jossa pienhiukkasten 24 tunnin liukuva keskiarvo ylittää 25 µg/m³ Kalliossa ja pitoisuus nousee samanaikaisesti korkeaksi myös Luukissa (Niemi ym. 2006, 2009). Tässä raportissa päätettiin luopua 24 tunnin liukuvan keskiarvon käytöstä, ja laskenta tehtiin perustuen tavanomaisiin vuorokausikeskiarvoihin, jotta pitoisuuksia voidaan verrata suoraan WHO:n vuorokausiohjeeseen (25 µg/m³). Toisin sanoen kaukokulkeumaepisodin aikaan vuorokausipitoisuudet ylittävät Kalliossa WHO:n vuorokausiohjeen ja ovat vähintään noin kolminkertaisia vuosikeskiarvoon verrattuna. Vuonna 2010 pienhiukkasmittauksissa otettiin käyttöön myös uudet korjauskertoimet (liite 4), ja vastaava muunnos on tehty takautuvasti kaikille tässä raportissa esitettäville pienhiukkastuloksille.

Kaukokulkeumaepisodien aikaan pienhiukkasista suuri osa on yleensä peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä, kuten liikenteestä, energiantuotannosta, teollisuudesta ja pienpoltosta (kuva 21). Noin puolet episodeista on sellaisia, että tavanomaisten saasteiden lisäksi pienhiukkasia kulkeutuu hieman tai paljon Itä-Euroopan avopaloista, kuten maastopaloista ja peltojen kulotuksista. Voimakkaimmat kaukokulkeumat esiintyvät yleensä keväällä maaliskuuhuhtikuussa ja syyskesällä, koska tällöin on usein paljon avopaloja Itä-Euroopassa, erityisesti Venäjällä, Valko-Venäjällä ja Ukrainassa. (Niemi ym. 2006, 2009)

Vuonna 2009 kaukokulkeumat olivat pääsyyinä WHO:n vuorokausiohjeen ylittymiseen kolme kertaa keuhkotauon ja kevään kuluessa Kalliossa (kuva 21). Helmikuun 7. päivänä hiukkasia kaukokulkeutui Itä-Euroopasta Venäjän,



Kuva 21. Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot kaupunkitausta-aseamalla Helsingin Kalliossa vuosina 2001–2009 ja päälähteiden luokittelu voimakkaiden episodien ajalta. Avopalojen merkitystä on arvioitu leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).



Kuva 22. Pienhiukkasten WHO:n vuorokausiohjearvon ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittävien päivien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Kalliossa vuosina 1999–2009. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin pienhiukkasten kaukokulkeumien kestoa ja voimakkuutta.

Baltian maiden ja Ukrainan suunnasta, mutta myös Helsingin paikalliset päästöt nostivat pitoisuuksia Kalliossa. Huhtikuun 14. ja 27. päivänä kaukokulkeutuneet hiukkaset olivat peräisin Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä ja avopaloista. Huhtikuun molempien episodien aikaan ilmaan oli lisäksi runsaasti katupölyä (kuva 17) ja jälkimmäisen episodin yhteydessä kaukokulkeutui myös otsonia korkeina pitoisuuksina (kuva 23 a).

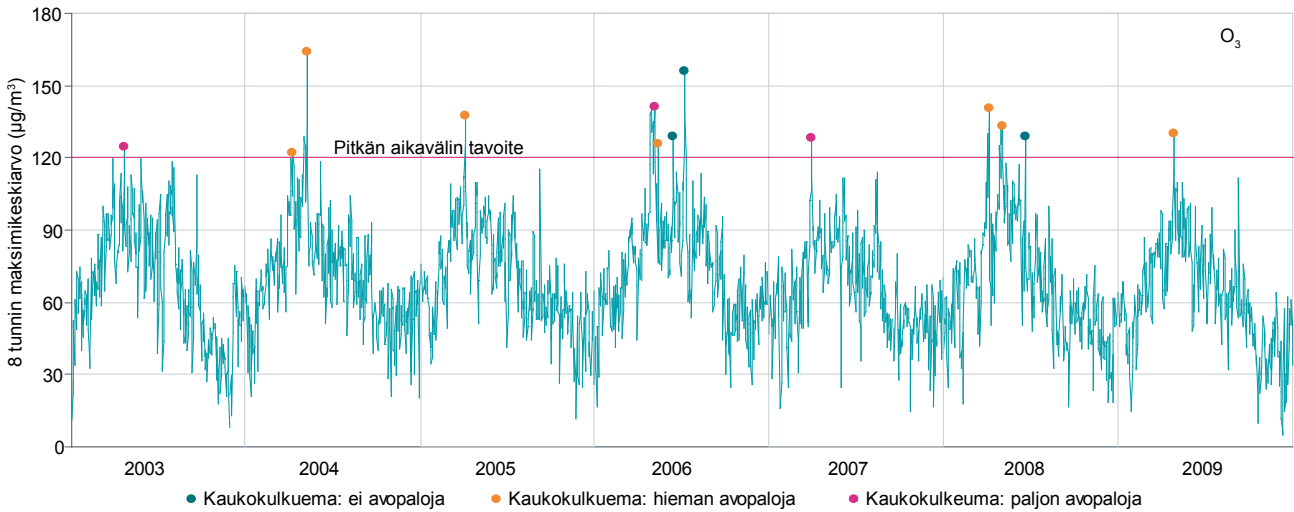
Vuoden 2009 kaukokulkeumaepisodit olivat melko heikkoja ja lyhytkestoisia, minkä vuoksi ne huononsivat ilmanlaatua poikkeuksellisen vähän verrattuna kymmeneen edelliseen vuoteen (kuva 22 ja 21). Esimerkiksi vuonna 2002 ja erityisesti vuonna 2006 Itä-Euroopan avopalojen savut aiheuttivat useaan otteeseen hyvin voimakkaita kaukokulkeumia. Vuonna 2009 WHO:n vuorokausiohjearvo ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylit-

tyi pääkaupunkiseudulla 1–9 päivän ajan mittaustaikasta riippuen (luku 4.1 ja kuva 2 d). Korkeita tunti- ja vuorokausipitoisuuksia aiheuttivat kaukokulkeumien lisäksi vilkasliikenteisillä alueilla liikenteen pakokaasut ja katupöly, pientaloalueilla tulisijojen käytön savut ja satamien ympäristössä laivojen päästöt. Esimerkiksi 18.12. inversion vuoksi WHO:n ohjearvo ylittyi kaikilla pääkaupunkiseudun mittausasemilla lukuun ottamatta tausta-asemia Luukissa ja Kalliossa (luku 7.2 ja kuva 19 b). Myös ilotulitukset aiheuttavat korkeita paikallisia tuntipitoisuushuippuja, mutta vuonna 2009 WHO:n vuorokausiohjearvo ei ylittynyt niiden vuoksi.

7.4 OTSONIEPISODIT

Otsonia ei ole päästöissä vaan sitä muodostuu ilmassa auringonsäteilyn vaikutuksesta hapen, typenoksidien ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) välisissä kemiallisissa reaktioissa. Kevät- ja kesäkausi on otollisinta aikaa otsoninmuodostukselle (kuva 23 a). Suomeen kaukokulkeutuu runsaasti otsonia muualta Euroopasta. Korkeimmat pitoisuushuiput havaitaan yleensä aurinkoisina kevät- ja kesäpäivinä, kun ilmavirtaukset saapuvat Keski- ja Itä-Euroopan saasteisemmilta alueilta. Myös Itä-Euroopan maastopalojen ja peltojen kulotusten päästöt ovat todennäköisesti usein osasyynä otsoniepisodeihin.

Otsonipitoisuudet ovat Suomessa korkeimmat maaseudulla, sillä kaupunkien keskustoissa otsonia kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa. Pääkaupunkiseudulla otsonipitoisuudet ovat yleensä korkeimmat alueellisella tausta-aseamalla Luukissa. Väestölle tiedottamisen kynnyсарvo ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on ylittynyt pääkaupunkiseudulla vain kahden tunnin ajan viimeisen 20 vuoden aikana, 7.5.2004 kaukokulkeuman aikaan. Vuoden 2009 korkein otsonipitoisuus mitattiin huhtikuun 26. päivänä. Korkeimmat tuntipitoisuu-



Kuva 23 a. Otsonin korkeimmat päivittäiset 8 tunnin keskiarvopitoisuudet alueellisella tausta-aseamalla Espoon Luukissa vuosina 2001–2009. Avopalojen merkitystä kaukokulkeumissa on arvioitu karkeasti pienhiukkasten leviämismallinnustulosten perusteella (NAAPS-malli; <http://www.nrlmry.navy.mil/aerosol/>).

det olivat tällöin Luukissa $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Vartiokylässä $136 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eli selvästi alle tiedotuskynnyksen ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

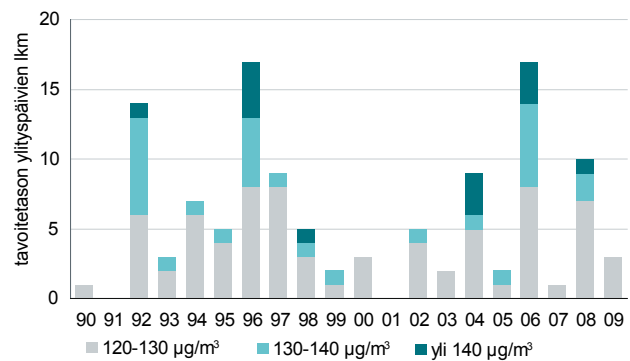
Otsonipitoisuus ylitti terveyden suojelemiseksi annetun pitkän aikavälin tavoitetason (8 tunnin keskiarvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Luukissa vain kolmena päivänä (26.–28.4.) vuonna 2009, joten otsoniepisodeja esiintyi selvästi tavallista vähemmän (kuva 23 a ja b). Muilla mittausasemilla ylityksiä oli kahtena päivänä (liite 1). Otsonia kaukokulkeutui tällöin Itä-Euroopasta, ja se oli muodostunut Itä-Euroopan tavanomaisista päästölähteistä ja avopaloista peräisin olevista VOC- ja typenoksidipäästöistä. Samaan aikaan ilmassa oli runsaasti myös katupölyä (kuva 17) ja kaukokulkeutuneita pienhiukkasia (kuva 21).

7.5 VARAUTUMINEN EPISODITILANTEISIIN

Ilmanlaadun heikkenemisen varalta pääkaupunkiseudun kaupungeilla on valmius- ja varautumissuunnitelmia. Näillä suunnitelmilla luodaan yhteinen toimintamalli eri toimijoiden kesken ja pyritään estämään ilmanlaadun raja-arvojen ylittyminen. HSY Seututiedon (entinen YTV Seutu- ja ympäristötieto) rooli näissä varautumissuunnitelmissa on seurata epäpuhtauksien pitoisuuksia ja tiedottaa tarvittaessa viranomaisille ja kuntalaisille ilmanlaadun heikkenemisestä.

Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma on uusittu vuonna 2007 (Viinanen 2007) ja se koskee typidioksidin, katupöly- ja savuhaittoja. Espoo on laatinut vuonna 2006 valmiussuunnitelman liikenteen aiheuttamien korkeiden typidioksidipitoisuuksien varalle (Manni-Loukkola 2006).

Vuonna 2009 laadittiin luonnos Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelmaksi ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen (YTV 2009). Suunnitelma on laadittu koko pää-



Kuva 23 b. Otsonin pitkän aikavälin tavoitteen ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 8 tunnin keskiarvo) ylittävien vuorokausien lukumäärät luokiteltuina pitoisuustason mukaan Luukissa vuosina 1990–2009. Ylitysten määrät ja pitoisuustasot kuvaavat pääosin otsonin kaukokulkeumien kestoja ja voimakkuutta.

kaupunkiseudun alueelle noudattaen Helsingin ja Espoon voimassa olevien suunnitelmien linjauksia. Suunnitelmat piti uudistaa typidioksidin vuonna 2010 kiristyneen tuntiraja-arvon vuoksi. Suunnitelmaluonnos on laadittu yhteistyössä pääkaupunkiseudun kuntien, YTV:n (vuoden 2010 alusta HSY), pelastusviranomaisten ja poliisin edustajien kanssa. Suunnitelma pyritään saamaan voimaan lausunto- ja hyväksymiskierroksen jälkeen vuonna 2010.

Jos ilmanlaatu heikentyy merkittävästi, tilanteesta ja altistumisen vähentämiskeinoista tiedotetaan. Varautumissuunnitelman mukaisesti toimenpiteisiin katupölyhaittojen alentamiseksi ryhdytään, kun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyy. Mikäli pölyämisen ennustetaan jatkuvan, katuja, teitä ja/tai pientareita kastellaan laimealla suolaliuksella (kalsiumkloridi), mikä pitää pinnat pitkään kosteina ja vähentää pölyämistä. Vuonna 2009 pääkaupunkiseudun kaupungit ehkäisivät pölyämistä use-

aan otteeseen kalsiumkloridikastelulla. Helsingin ympäristökeskus lähetti toimenpidepyynnön kasteluiden aloittamisesta kaksi kertaa, 16.4. ja 29.4.

Typpidioksidipitoisuudet kohoavat korkeiksi etenkin silloin, kun tyyni sää ja inversio estävät liikenteen päästöjen laimennemistä. Varautumissuunnitelman mukaiset toimenpiteet käynnistetään ja varautumista kohotetaan asteittain tuntipitoisuuden ylittäessä 150 tai 200 µg/m³ tietyn tuntimäärän ajan tietyllä alueella. Toimenpiteet alkavat tiedottamisesta ja suosituksista. Liikenteen typenoksidipäästöjä voidaan vähentää suosimalla joukkoliikennettä ja välttämällä tarpeetonta ajamista. Jos pitoisuudet kohoavat hyvin korkeiksi, tulee harkittavaksi siirtyminen maksuttomaan joukkoliikenteeseen ja liikenteen rajoittaminen asteittain. Sen vuoksi on laadittu seudullinen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta (YTV 2004), minkä päivittäminen on ajankohtaista uuden suunnitelman myötä.

Vuonna 2009 typpidioksidipitoisuudet ylittivät 18.12. inversiotilanteessa varautumissuunnitelman mukaisen ennakkovaroituskynnyksen, jolloin ilmanlaatu oli huono yli kolmen tunnin ajan useammalla mittausasemalla. Ilmanlaatutilanteesta lähetettiin tieto ilmansuo-

jeluviranomaisille sekä mediatiedote. Typpidioksidin tuntiraja-arvotaso 200 µg/m³ ylittyi Helsingin keskustan mittausasemilla enimmillään 8 tunnin ajan. Koska tilanteen ei ennustettu jatkuvan, varautumissuunnitelman mukaiseen seuraavaan toiminta-asteeseen ei ryhdytty. Inversio purkautui ennustetun mukaisesti perjantai-iltana (luku 7.2).

Uuden varautumissuunnitelmaluonnoksen myötä koko pääkaupunkiseutu on laatinut Helsingin voimassaolevan suunnitelman pohjalta toimintamallin kaukokulkeutuvien pienhiukkasten tai savujen varalle. Toimenpiteet käynnistyvät pienhiukkasten pitoisuuden ylittäessä 40 µg/m³ yli kolmen tunnin ajan tai kohotessa äkillisesti korkeiksi. Tilanteessa tehostetaan tiedotusta ilmanlaadusta, suosituksista ja terveysvaikutuksista. Vakavien savuhaittojen vuoksi väestöä voidaan varoittaa.

Suunnitelmaluonnokseen on liitetty myös otsonin tiedotus- ja varoituskynnykset (180 ja 240 µg/m³ tunnin ajan), joiden ylittyessä tiedotetaan tai annetaan varoitus terveyshaitoista. Pienhiukkasten ja otsonin pitoisuudet eivät ylittäneet varautumissuunnitelmien mukaisia kynnyksiä vuonna 2009. Pienhiukkasten kohonneista pitoisuuksista lähetettiin tieto pääkaupunkiseudun ilmansuojeluviranomaisille yhden kerran.

8. Ilmanlaatu indeksillä arvioituna

Ilmanlaatu-tiedon ja tiedotuksen yksinkertaistamiseksi käytetään YTV:n (nykyisin HSY) kehittämää ilmanlaatuindeksiä. Indeksillä yksinkertaistetaan saastepitoisuuksien ja terveysvaikutusten välinen yhteys. Sanallisessa arvioissa ilmanlaatu-tilanne jaotellaan viiteen luokkaan: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono.

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

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

HSY:n ilmanlaatuindeksin ensimmäinen versio otettiin käyttöön vuonna 1988, ja nykyisen kaltaisena se on ollut käytössä vuodesta 1993. Indeksillä on uudistettu vuosina 2002 ja 2007. Vuoden 2002 uudistuksessa tarkistettiin taitepisteitä uusien EU:n raja-arvojen mukaisiksi ja muutettiin laskenta kuvaamaan paremmin tuntivaihteluita. Vuonna 2007 otettiin pienhiukkaset indeksiin ja tarkistettiin indeksiä hengitettävien hiukkasten ja otsonin osalta WHO:n ohjearvojen ja uusimman terveysvaikutustiedon pohjalta. Indeksiluokkien rajat on esitetty taulukossa 7. Suomessa käytetty indeksi eroaa ulkomaisista ilmalatuindekseistä sekä laskentatavan että pitoisuusrajojen osalta.

8.1 ILMANLAADUSTA TIEDOTTAMINEN

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

HSY:n verkkosivuilta www.hsy.fi voi seurata pääkaupunkiseudun ilmanlaatua ja saasteiden pitoisuuksia 11 eri mittausasemalta. Ajantasaiset ilmanlaatu-tiedot ovat olleet saatavilla verkkosivuilta vuodesta 1996 alkaen. Tekniikkaa on hyödynnetty siten, että ilmanlaatu-tilanteen voi tarkistaa myös matkapuhelimen selaimella osoitteessa <http://mobi.hsy.fi>.

Arkiaamujen ilmanlaadusta välitetään tietoa aktiivisesti myös tiedotusvälineiden kautta. Ilmanlaadusta informoidaan asukkaita joka arki-aamu Ylen aamu-TV:n kautta sekä radiossa Ylen aikaisen ja Radio Helsingin kautta. Ilmanlaadun vaihtelua on vuonna 2009 voinut seurata myös Helsingin Sanomien sääsivuilta arkipäivisin ja viikoittain Tuusulan osalta Keski-Uusimaasta.

Pääkaupunkiseudulla on useita ilmanlaatu-näyttöjä. Ohikulkijat voivat tarkistaa ilmanlaadun Helsingin ja Tikkurilan keskustassa liikkeessään sekä Helsingin ympäristökeskuksen ikkunasta Kallion urheilukentän laidalla. Vantaalla on lisäksi useita HSL:n infotauluja, jotka näyttävät myös ilmanlaadun. Ilmanlaatu-näyttöjen sijainnit ovat:

- Mannerheimintie 5, Yliopiston Apteekki, aula
- Helsinginkatu 24, Helsingin ympäristökeskus, ikkuna
- Tikkurilan asema, lipunmyynti
- Tikkurin ja Myyrmannin kauppakeskukset
- Korson Lumo-talo
- Myyrmäki-talo
- Katriinan sairaala, Myyrmäen terveyskeskus
- Tikkurilan, Myyrmäen ja Martinlaakson uimahallit
- Villa Elfvik ja Heureka

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

8.2 ILMANLAATU INDEKSILLÄ ARVIOITUNA

Ilmanlaatu oli vuonna 2009 pääkaupunkiseudulla valtaosan ajasta hyvä ja vilkasliikenteisillä alueilla tyydyttävä. Ilmanlaatu oli hyvä etenkin öisin, viikonloppuisin ja tuulisella säällä.

Ilmanlaatu vaihtelee vuodenaikan ja sään mukaan. Vuodenaikojen aiheuttama vaihtelu näkyy kuvissa 24 a–d tyydyttävien tuntien lisääntymisenä keväällä, mikä johtui otsonipitoisuuksien kohoamisesta voimakkaan auringonsäteilyn vuoksi. Myös välttävien tuntien määrä kasvoi, koska keväällä aamuruuhka ja huonot laimenemisolosuhteet osuivat samaan aikaan. Keväällä suurin osa ilmanlaadultaan huonoista tunneista johtui katupölystä.

Ilmanlaadun heikkeneminen näkyi ilmanlaatuindeksillä arvioituna vuonna 2009 keväällä ja joulukuussa. Tällöin ilmanlaatu oli muita kuukausia useammin välttävä tai huono. Ilma oli erityisen puhdasta syksyllä, jolloin ilmanlaatu oli yli puolet ajasta hyvä sekä Helsingin keskustassa, kantakaupungissa kuin Luukissakin.

Helsingin keskustan mittausasemalla ilmanlaatu heikkeni välttäväksi lähes päivittäin. Tämä oli seurausta liikenteen pakokaasuista ja etenkin keväällä katujen pölyämisestä. Muilla vilkasliikenteisten alueiden mittausasemilla pääsy välttävään ilmanlaatuun oli katupöly, katukuiluissa typpidioksidi sekä sataman vaikutusalueella sekä pientaloalueilla pienhiukkaset. Kallion tausta-aseamalla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet heikensivät ilmanlaadun useammin välttäväksi kuin pienhiukkaset, otsoni tai typpidioksidi. Luukissa otsoni oli pääasiallinen ilmanlaadun heikentäjä.

Iltanlaatu oli vuoden kuluessa huono tai erittäin huono Mannerheimintieellä 118 ja Hämeentieellä 120 tuntina (taulukko 8). Tilanteet aiheutuivat suurimmaksi osaksi hengitettävistä hiukkasista, erityisesti maaliskuussa ja huhtikuussa. Typpidioksidi heikensi ilmanlaadun huonoksi laajalti joulukuussa ja huonoja tunteja oli eniten Helsingin keskustassa, 44 tuntia. Korkeita pienhiukkasten pitoisuuksia aiheutui sekä liikenteen, pienpolton että kaukokulkeumien päästöistä. Pienhiukkasten vuoksi ilmanlaatu oli useimmin huono Tuomarilassa 41 tuntina joko pienpolton tai liikenteen päästöjen vuoksi.

Mittausasemien ilmanlaadun vertailua vaikeuttaa se, että mittausasemilla mitataan eri saasteita. Lähes kaikilla mittausasemilla mitattiin pienhiukkasia ja typpidioksidiä, mutta otsonia vain osalla mittausasemista. Kuvien 24 a–d mittausasemista otsonia ei mitattu Leppävaarassa. Kuvissa näkyvä ero Tikkurilan ja Leppävaaran ilmanlaadussa johtuu tästä ja siksi ilmanlaatu ilmanlaatuindeksin mukaan luokiteltuna oli kesäkuukausina parempi Leppävaarassa kuin Tikkurilassa.

Taulukko 6. Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat

Ilman laatu	Välittömät terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
Hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
Tyydyttävä	hyvin epätodennäköisiä	-"
Välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
Huono	mahdollisia herkällä yksilöllä	-"
Erittäin huono	mahdollisia herkällä väestöryhmillä	-"

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

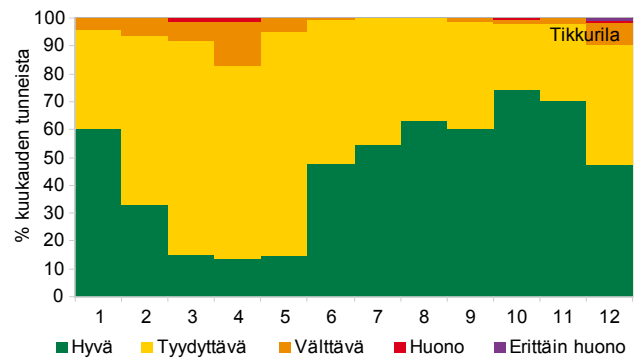
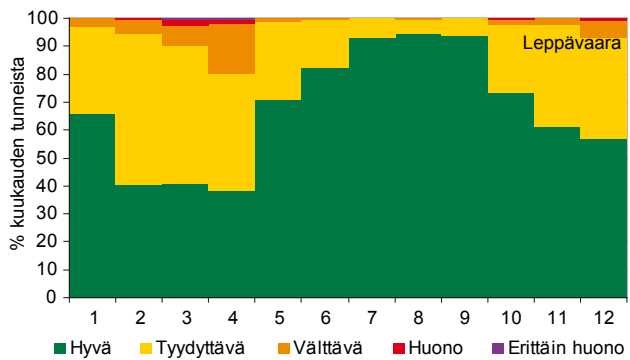
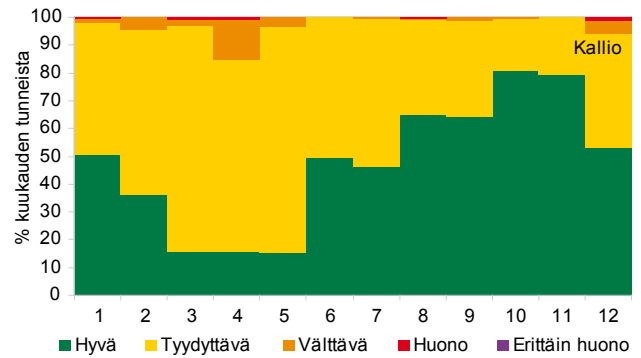
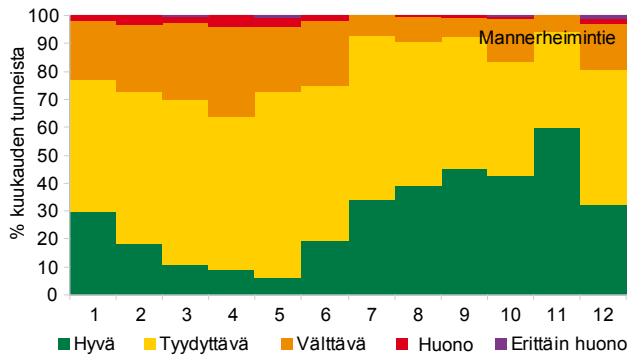
Ilmanlaatu	Indeksi	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	TRS
Hyvä	≤50	≤4	≤40	≤20	≤60	≤20	≤10	≤5
Tyydyttävä	51–75	5–8	41–70	21–80	61–100	21–50	11–25	6–10
Välttävä	76–100	9–20	71–150	81–250	101–140	51–100	26–50	11–20
Huono	101–150	21–30	151–200	251–350	141–180	101–200	51–75	21–50
Erittäin huono	≥151	≥31	≥201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

*Pitoisuudet ovat tuntikeskiarvoja ja indeksit kokonaislukuja.

Taulukko 8. Huonon ja erittäin huonon ilmanlaadun aiheuttava ilmansaaste ja tuntien lukumäärä vuonna 2009.

Mittausasema	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	O ₃	SO ₂	CO	Yhteensä
Mannerheimintie	118	13	44	0	-	0	175
Vallila	14	-	10	-	0	-	24
Kallio	13	6	7	0	-	-	26
Vartiokylä	15	6	0	0	-	0	21
Leppävaara	43	5	0	-	-	-	48
Tikkurila	16	16	0	0	-	0	32
Luukki	-	5	0	0	0	-	5
Katajanokka	-	6	3	-	0	-	9
Hämeentie	120	0	13	-	-	-	133
Tuomarila	-	41	0	-	-	-	41
Koivuhaka	52	-	5	-	-	-	57

Viiva (-) osoittaa ne komponentit, joita ei mitata kyseisellä asemalla.



Kuva 24 a–d. Ilmanlaadun jakautuminen eri ilmanlaatuiluokkiin vuoden 2009 kuukausina. Leppävaarassa ei mitata otsonia, minkä vuoksi Leppävaarassa oli enemmän ilmanlaadultaan hyviä tunteja kuin Tikkurilassa.

9. Typpidioksidipitoisuudet keräinmenetelmällä

Jatkuvatoimisia ilmanlaatumittauksia voidaan täydentää suuntaa-antavilla mittauksilla käyttäen esim. passiivikeräimiä. Passiivikeräimet ovat edullisia ja menetelmällä voidaan arvioida pitoisuuksia samanaikaisesti useilla eri alueilla, korkeuksilla tai etäisyyksillä esimerkiksi liikenteen vaikutuspiirissä. Vuonna 2009 typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin 44 kohteessa. Mittauskohteet valittiin yhdessä kaupunkien ympäristökeskusten kanssa.

Helsingissä ilmanlaatua selvitettiin kantakaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa, eri etäisyyksillä katujen ja väylien lähialueilla sekä satamien vaikutuspiirissä. Keräyksiä tehtiin niissä katukuiluissa, joissa ilmanlaadun raja-arvojen on arvioitu tai aiemmin havaittu ylittyvän eli Töölöntullissa, Hämeentiellä, Runeberginkadulla, Nordenskiöldin aukiolla ja Lönnrotinkadulla (luku 4.2).

Espoossa ja Vantaalla typpidioksidipitoisuuksia mitattiin erityisesti eri etäisyyksillä väylistä, Kauniaisissa keskustan liikenneympäristössä.

Keräysmenetelmällä saadaan pitoisuuksien kuukausikeskiarvoja, joista lasketaan vuosikeskiarvo. Pitoisuuksien perusteella arvioidaan typpidioksidin vuosiraja-arvon ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittymistä. Menetelmää on esitelty liitteessä 4 ja tarkemmin erillisessä muistiossa (Loukkola ym. 2004). Kuvissa 25 a–l on esitetty pitoisuuksien vuosikeskiarvot eri kohteissa kartalla. Kuukausikeskiarvot on koottu liitteeseen 1 ja paikkakuvaukset sekä tarkemmat liikennemäärätiedot liitteeseen 5.

Kaikki aikaisempien vuosien vuosiraja-arvon ylittävät tulokset on esitetty myös taulukossa 3 c. Passiivikeräysten aiemmista mittauspaikoista ja -tuloksista löytyy koostetaulukko (Niemi ym. 2008) ja lisätietoa ilmanlaadun vuosiraporteista (mm. Niemi ym. 2009) sekä paikkatietona HSY:n verkkosivuilta (www.hsy.fi > Seututieto > Ilmanlaatu > Suunnittelija-sivusto > Mittausasemat kartalla).

9.1 HELSINKI

Helsingissä ilmanlaatua selvitettiin kantakaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa, eri etäisyyksillä katujen ja väylien lähialueilla sekä satamien vaikutuspiirissä.

Töölöntulli, Mannerheimintie 55, on erittäin vilkasliikenteinen mutta leveähkö katukuilu. Liikennemäärä oli 43 600 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä oli noin 10 %. Siellä mitattiin passiivikeräysten vuoden 2009 korkein vuosikeskiarvo $52 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siten selvä typpidioksidin raja-arvon ylitys. Raja-arvo on ylittynyt myös vuosina 2006 ja 2008.

Ilmanlaatu oli huomattavasti parempi vähäliikenteisillä lähikaduilla. Lääkärinkatu 2:ssa pitoisuus oli $24 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (32 m Mannerheimintiestä) ja Päivärinnankadulla 25 ja $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 ja 61 m Mannerheimintiestä) (kuva 25 a).

Hämeentie 14 ja 7 B sijaitsevat vilkasliikenteisessä ja melko leveässä katukuilussa. Liikennemäärä oli 16 500, josta raskasta liikennettä 23 %. Typpidioksidin vuosipitoisuus oli kummassakin pisteessä $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 b) ja ne ylittivät raja-arvon. Raja-arvon ylitys todettiin myös jatkuvatoimissa mittauksissa (luku 4.2 ja 6.1). Raja-arvo on ylittynyt myös vuosina 2005, 2006 ja 2008.

Runeberginkatu 49 B:n katukuilussa (23 500 ajon./vrk) typpidioksidin vuosikeskiarvo oli $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja siten melko lähellä raja-arvotasoa. Vuosina 2004 ja 2008 pitoisuus oli 39 ja $36 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nordenskiöldin vilkasliikenteisellä (kvl eri kaduilla noin 10 000–20 000) mutta tuulettuvalla risteysalueella typpidioksidipitoisuus oli $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vuosina 2004 ja 2008 vastaavasti 36 ja $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 c). Lönnrotinkatu 9 sijaitsee kapeassa ja melko vilkasliikenteisessä (10 600 ajon./vrk) katukuilussa ja siellä typpidioksidin vuosipitoisuus oli $33 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 e).

Lautasaareissa mitattiin typpidioksidipitoisuuksia vilkkaan pääväylän, Länsiväylän (58 100 ajon./vrk), ja Lauttasaarentien (6 700 ajon./vrk) vaikutuspiirissä. Länsiväylän eteläpuolella etäisyyksillä 9, 29 ja 59 m väylän reunasta pitoisuudet olivat 31 , 28 ja $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja pohjoispuolella etäisyyksillä 12, 34 ja 62 metriä vastaavasti 24, 19 ja $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 d).

Satamien laiva- ja autoliikenteen vaikutuspiirissä typpidioksidin vuosipitoisuus oli Länsisatamassa $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (22 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v. 2008, Niemi ym. 2009), Etelärannassa $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Katajanokalla $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (jatkuvatoimissa mittauksissa $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, luku 6.4) (kuva 25 e). Niinisaarentie on Vuosaaren satamaliikenteen vaikutuspiirissä. Sataman ja sataman liikennetunnelin rakennustöiden loputtua raskas liikenne kulkee vähemmän pitkin Niinisaarentietä (5 700 ajon./vrk, josta raskasta 18 %). Typpidioksidin vuosipitoisuus oli $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 f). Vuosina 2004 ja 2005 se oli 22 ja $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

9.2 ESPOO

Typpidioksidipitoisuuksia mitattiin vilkkaiden väylien, Kehä III:n ja Turunväylän, molemmin puolin eri etäisyyksillä väylistä. Mittausalueet olivat avoimia ja tuulettuvia.

Auroranportin alueella Kehä III:n liikennemäärä oli noin 44 600 ajon./vrk. Tien eteläpuolella etäisyyksillä 17, 22 ja

55 metriä tien reunasta pitoisuudet olivat 23, 21 ja 19 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pohjoispuolella etäisyyksillä 12 ja 70 metriä 19 ja 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 g).

Turunväylän liikennemäärä oli Tuomarilassa noin 62 500 ajon./vrk. Tien eteläpuolella etäisyyksillä 10, 14, 40 ja 65 metriä tien reunasta pitoisuudet olivat 28, 24, 20 ja 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pohjoispuolella etäisyyksillä 32 ja 57 metriä 19 ja 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 h). Tien eteläpuolella etäisyydellä 14 metriä tiestä sijaitti myös jatkuvatoiminen mittausasema, jolla vuosikeskiarvo oli samoin 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (luku 6.2).

9.3 KAUNIAINEN

Kauniaisissa typpidioksidin passiivikeräyksiä tehtiin keskustan liikennenympäristössä kahdessa pisteessä, Tunnelitien ja Asematien risteyksen lähellä sekä Tunnelitien ja Kauniaisentien risteyksen lähellä kauppakeskuksen vieressä. Teiden liikennemäärät olivat noin 13 000 ajon./vrk. Mittauspaikat tuulettuivat melko hyvin. Pitoisuudet olivat matalahkoja, 16 ja 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 i). Vuonna 2007 kauppakeskuksen

lähellä pitoisuus oli 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, vuonna 2008 jatkuvatoimisisa mittauksissa 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Niemi ym. 2009).

9.4 VANTAA

Vantaalla mitattiin typpidioksidin pitoisuuksia eri etäisyyksillä väylistä ja seurattiin liikennemuutosten vaikutuksia. Mittausalueet olivat avoimia ja tuulettuvia.

Koivukylänväylän varrella (10 800 ajon./vrk) typpidioksidin vuosipitoisuus oli 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kuten myös Koivutiellä (kuva 25 j). Ennen Koivukylänväylän avaamista 23.10.2007 liikenne kulki suuremmassa määrin Koivutietä pitkin. Tällöin typpidioksidin keskiarvo rakenteilla olevan Koivukylänväylän varrella oli 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Koivutiellä 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vaaralassa Kehä III:n liikennemäärä oli noin 26 500 ajon./vrk. Vuosaaren satamaliikenne kulkee suurelta osin Kehä III:a pitkin mittauspisteiden ohi, ja raskaan liikenteen osuus oli 12 %. Kehä III:n ja Hakunilantien risteysalueella typpidioksidipitoisuus oli 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ v. 2005). Kehä III:n

Typpidioksidipitoisuudet vuosikeskiarvo
 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



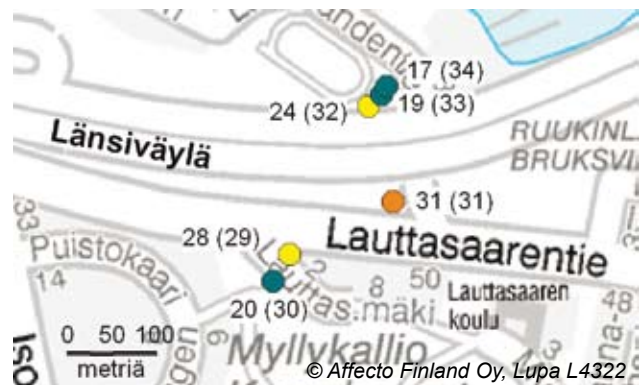
a) Päivärinnankatu 4-6 (41), Päivärinnankatu 2 C (42), Töölöntulli, Mannerheimintie 55 (43), Lääkärikatu 2 (44)



b) Hämeentie 14 (1) ja 7 B (2)



c) Runeberginkatu 49 B (39), Nordenskiöldin aukio (40)



d) Lauttasaari (29-34)



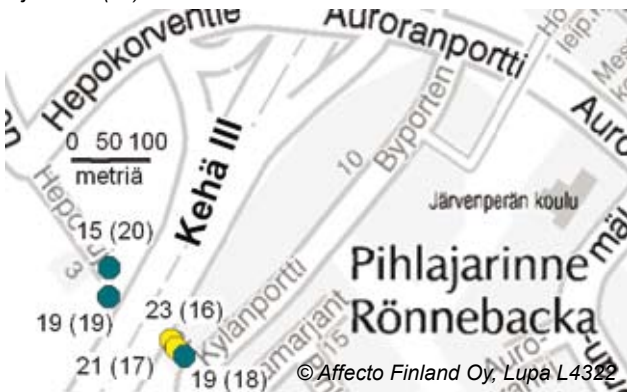
© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

e) Länsisatama (35), Lönnrotinkatu (36), Eteläsatama (37) ja Katajanokka (38)



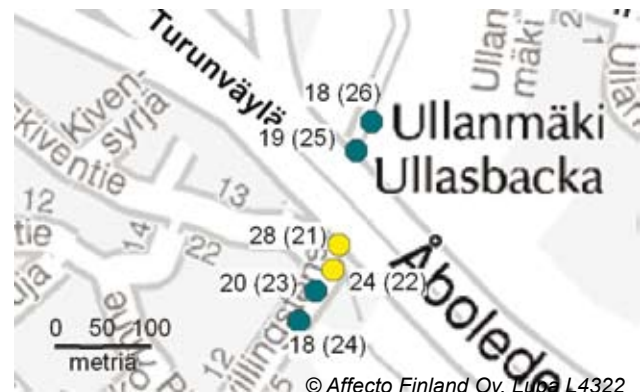
© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

f) Niinisaarentie (3)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

g) Auranportti (16–20)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

h) Tuomarila (21–26)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

i) Kauniainen (27 ja 28)



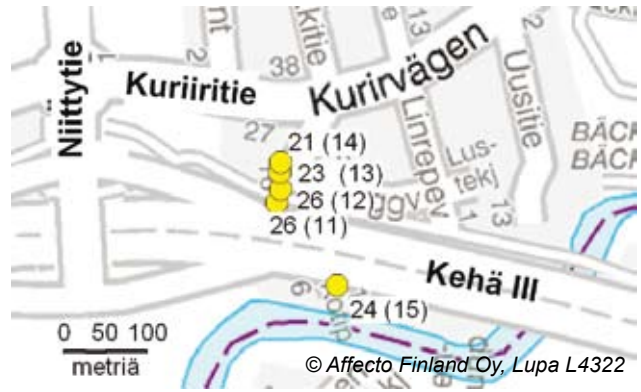
© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

j) Koivukylänväylä (9) ja Koivutie (10)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

k) Vaarala (4–8)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

l) Koivuhaka (11–15)

Kuva 25 a–l. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) passiivikeräimin arvioituina vuonna 2009, sulussa mittauskohteiden numerot (paikkakuvaukset liitteessä 5).

pohjoispuolella etäisyyksillä 7, 22, 42 ja 70 metriä tien reunasta pitoisuudet olivat 31, 26, 23 ja 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 k). Koivuhaan alueella Kehä III:n liikennemäärä oli noin 57 300 ajon./vrk, josta raskasta 12 %. Tien eteläpuolella etäisyydellä 14 metriä tien reunasta pitoisuus oli 24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, pohjoispuolella etäisyyksillä 2, 9, 34 ja 67 metriä 26, 26, 23 ja 21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 25 l). Toiseksi lähimmässä pisteessä sijaitsi myös jatkuvatoiminen mittausasema, jolla vuosikeskiarvo oli lähes sama eli 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (luku 6.3).

9.5 MITTAUSTEN LUOTETTAVUUS

Passiivikeräimillä saadaan mitattua melko tarkasti ja luotettavasti typpidioksidin vuosikeskiarvo. Passiivikeräimillä on mitattu vuodesta 2006 alkaen rinnakkain Kallion jatkuva-

toimisella asemalla, jotta menetelmien välistä eroa voidaan verrata. Eri menetelmien vuosikeskiarvojen välinen ero on ollut alle 1 %. Mannerheimintien mittausasemalla Helsingin keskustassa vastaavasti eroa on ollut noin 5 prosenttia, joka johtuu todennäköisesti erosta mittauspaikkojen sijainnissa.

Lisäksi vuonna 2009 passiivikeräimillä mitattiin usealla jatkuvatoimisella mittausasemalla eri puolilla pääkaupunkiseutua. Passiivikeräimillä mitattu typpidioksidin vuosikeskiarvo oli täsmälleen sama kuin jatkuvatoimisella mittalaitteella mitattu Kalliossa (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), Hämeentiellä (43 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Tuomarilassa (24 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) sekä lähes sama Koivuhaassa (passiivit 26 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jatkuvatoiminen 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja Katajankalla (passiivit 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, jatkuvatoiminen 16 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Siten menetelmä toimii hyvin myös erilaisilla typpidioksidin pitoisuustasoilla.

10. Säätila

Vuosi 2009 oli lämmön ja sateen suhteen pääkaupunkiseudulla lähellä vertailukauden 1971–2000 keskiarvoja (kuva 26). Kuukausittaiset vaihtelut olivat kuitenkin suuria (Ilmatieteen laitos 2009).

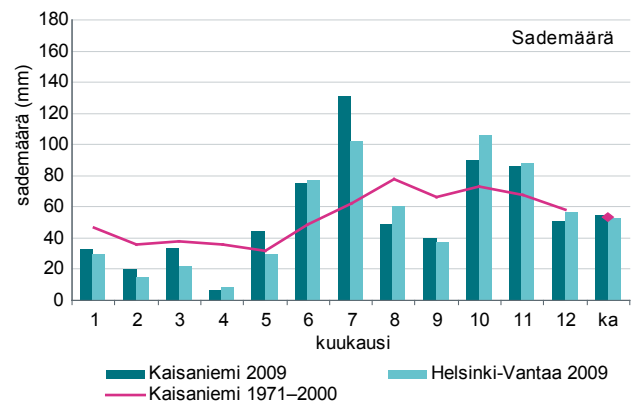
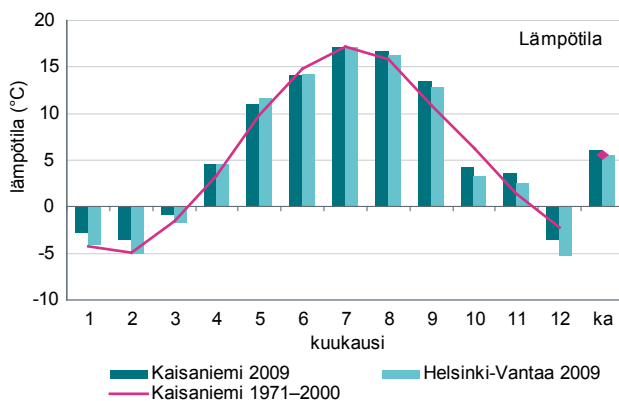
Vuoden alku oli keskimääräistä leudompi ja vähäsateinen. Kovia pakkasia ja ilmansaasteiden laimenemista estäviä, talvelle tyypillisiä voimakkaita inversiotilanteita ei juurikaan esiintynyt. Tammikuun alkupuolella oli kuivia pakkaspäiviä, joten katupölyä oli ilmassa muutamana päivänä. Pysyvä lumipeite saatiin 21.1. ja se pysyi maaliskuun lopulle. Huhtikuun alussa lämpötilat nousivat ja viimeisetkin lumet sulivat. Katupölyä nousi ajoittain runsaasti ilmaan maaliskuun lopulta alkaen. Huhtikuu oli erittäin vähäsateinen ja katupölykausi jatkui koko kuukauden ajan. Pölyäminen väheni vapun jälkeen puhdistamisen, sateiden ja luonnon vihertymisen myötä.

Kesä-, heinä- ja jälleen loka- ja marraskuu olivat runsasateisia, elo-, syys- ja marraskuu lämpimiä. Sekä kesän

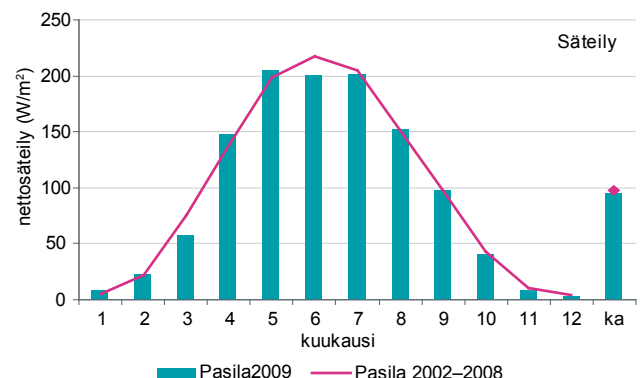
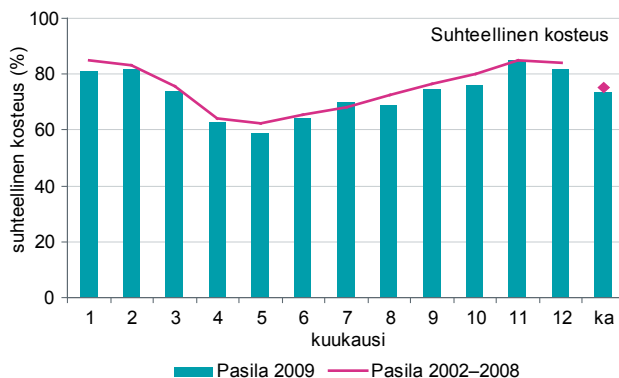
että syksyn säätila oli ilmanlaadun kannalta sangen hyvä. Joulukuussa alkoivat pakkaset, lumipeite saatiin kuun puolivälissä ja se esti pölyämistä, mutta 18.12. oli voimakas inversiotilanne (luku 7.2).

Ilman suhteellinen kosteus oli tavalliseen tapaan matala keväällä ja kesällä sekä korkea syksyllä ja talvella (kuva 27 a). Suhteellinen kosteuden kohoamiseen liittyvät tyypillisesti sateet, matala lämpötila ja vähäinen säteily (kuva 27b).

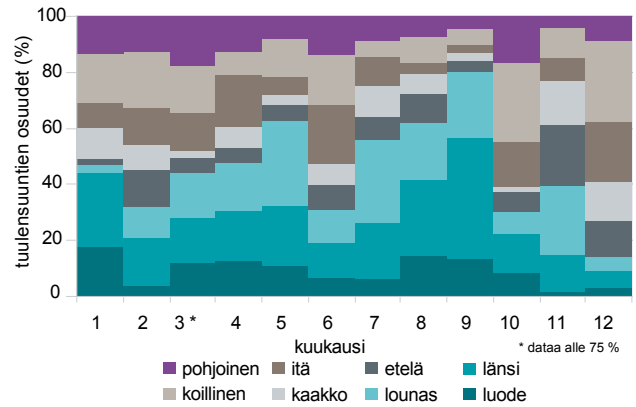
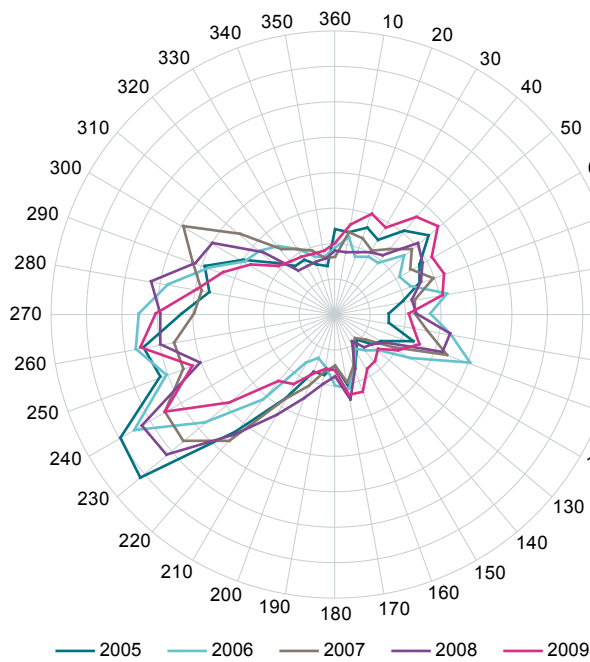
Pääkaupunkiseudulla tuuli puhalsi yleisimmin länsilounaasta (kuva 28 a). Kuukausien väliset erot tuulen suunnassa olivat kuitenkin melko suuria. Esimerkiksi syyskuussa 2009 tuuli usein lännestä ja lounaasta ja kuukausi olikin vielä kesäisen lämmön. Lokakuussa sen sijaan kylmät ilmavirtaukset pohjois-koillisesta olivat yleisiä (kuva 28 b). Alku- ja loppuvuosi olivat tavanomaista heikottuulisempia (kuva 29 a). Voimakkaita inversiotilanteita oli erityisesti joulukuussa, 16.12 ja 18.12. (kuva 29 b).



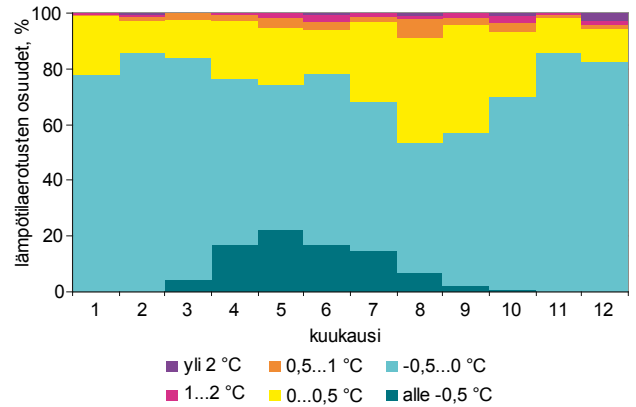
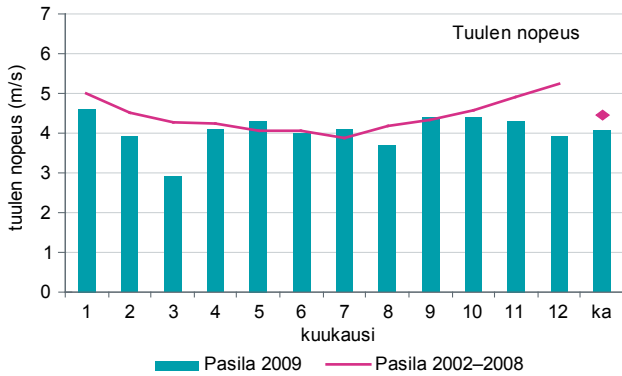
Kuva 26 a ja b. Keskilämpötila ja sademäärä kuukausittain ja vuosikeskiarvoina 2009 sekä vertailujaksolla 1971–2000 Ilmatieteen laitoksen mittauspisteissä (Ilmatieteen laitos 2009).



Kuva 27 a ja b. Ilman suhteellinen kosteus ja auringonsäteilyn voimakkuus kuukausittain ja vuosikeskiarvoina Pasilassa 2009 ja vertailujaksolla 2002–2008.



Kuva 28 a ja b. Tuulensuuntien jakautuminen Pasilassa vuosina 2005-2009 ja kuukausittain vuonna 2009. Asteikko vasemmassa kuvassa on 0–8 %.



Kuva 29 a ja b. Tuulen nopeus (vasen) kuukausittain ja vuosikeskiarvona Pasilassa 2009 ja vertailujaksolla 2002–2008. Lämpötilaerotukset (oikea) 32 metrin ja 8 metrin mittauskorkeuden välillä Helsingin yliopiston Kumpulan kampuksella kuukausittain vuonna 2009 (Järvi ym. 2009). Positiiviset arvot osoittavat maanpintainversiot.

11. Ilmanlaatu keväällä 2010

11.1 SÄÄTILA

Talvi oli säätilastojen mukaan Etelä-Suomessa keskimääräistä kylmempi ja runsassateisempi. Yhtäjaksoinen pakkaskausi alkoi joulukuulla ja kesti helmikuun loppuun. Maa oli pääkaupunkiseudulla lumen peittämä koko alkuvuoden. Vielä maaliskuun loppupuolella oli reiluja yöpakkasia, jotka hidastivat sulamista ja lunta pyrytti usein. Maaliskuun lopussa sateet kuitenkin muuttuivat vedeksi ja talvikausi kääntyi termiseksi kevääksi eli vuorokauden keskilämpötila nousi nollan yläpuolelle.

Tammi- ja helmikuu olivat pääkaupunkiseudulla keskimääräistä selvästi kylmemmät. Tammikuu oli noin 6–7 astetta vertailujaksoa 1971–2000 ja helmikuu runsaat kolme astetta kylmempi. Tammikuun lopulla mitattiin talven alhaisimmat lämpötilat, Helsinki-Vantaalla -27,7 ja Kaisaniemessä -22,6 astetta. Maaliskuukin oli vielä hieman keskimääräistä kylmempi, mutta huhtikuu puolestaan oli keskimääräistä lämpimämpi keskilämpötilan ollessa Kaisaniemessä 4,6 astetta.

Kevät oli pääkaupunkiseudulla runsassateinen. Sademäärät olivat helmi–huhtikuussa keskimääräistä suurempia. Sateet tulivat vielä maaliskuussa Etelä-Suomessa lumena. Lunta oli maaliskuun puolivälissä pääkaupunkiseudulla noin 60 cm ja lumipeite hupeni huhtikuun alkuun mennessä. Huhtikuu oli runsassateinen keskimääräiseen verrattuna ja esimerkiksi vähäsateiseen kevääseen 2009 verrattuna sadetta saatiin pääkaupunkiseudulla noin kuusinkertainen määrä. (Ilmatieteen laitos 2010)

11.2 ILMANLAATU

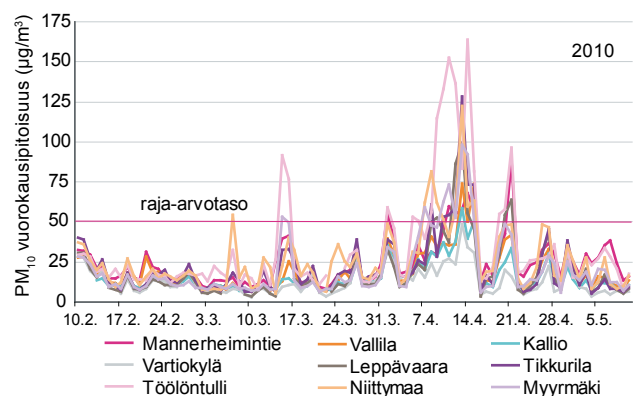
Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu oli talvella edellisvuotta huonompi. Talven kylmyys ja lumisuus vaikuttivat pääkaupunkiseudun ilmanlaatuun: Jatkuva pakkaskausi aiheutti ilmansaasteiden laimenemista estäviä tilanteita ja toisaalta maa oli lumen peittämä koko alkuvuoden, mikä esti pölyämistä.

Tammi- ja helmikuussa pääkaupunkiseudun ilmanlaatua heikensivät liikenteen pakokaasut erityisesti vilkasliikenteisillä alueilla ja katukuiluissa, mutta pitoisuudet eivät onneksi pakkaskaudella nousseet erityisen korkeiksi. Ilmanlaatu oli tyyppillisesti välttävä, mutta joitain kertoja myös huono. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausipitoisuudelle annettu ohjearvo ylittyi tammikuussa Mannerheimintien, Tikkurilan ja Myyrmäen mittaussasemalla sekä koko tammi-huhtikuun ajan Töölöntullissa.

Pienhiukkasten voimakkaita kaukokulkeumia ei ollut tammi- ja huhtikuun kuluessa, mutta pienhiukkasia kulkeutui kuitenkin muutama oteeseen keskimääräistä korkeam-

pina pitoisuuksina erityisesti Pietarin ja itäisen Euroopan alueelta. Uudenvuoden iltotulitusten pienhiukkaset heikensivät ilmanlaatua huonoksi tai erittäin huonoksi Helsingin kantakaupungissa vuoden ensimmäisinä tunteina. Pienhiukkasten pitoisuuksia nostivat pientaloalueilla myös tulisijojen käyttö erityisesti kylmänä kautena.

Maaliskuun alkupuolella lämpimien lounaisten ilmavirtausten myötä pääkaupunkiseudulle kulkeutui otsonia ja erityisesti tausta-alueilla ilmanlaatu oli sen vuoksi tyydyttävä. Samaan aikaan ajoittuivat kevään ensimmäiset pölyiset päivät, kun maaliskuun 7. päivänä hiukkaspitoisuudet nousivat suurten väylien lähialueilla (kuva 30). Asuinalueilla pölyäminen alkoi maaliskuun puolivälissä, kun kadut olivat sulia ja niille kertynyt hienoaines pölysi. Kuitenkin lumipyryt maaliskuulla sekä vesikuurot ja ilmankosteus huhtikuun alkupuolella hillitsivät pölyämistä niin, että pölykausi jatkui rajumpana vasta 12.4. alkaen. Ajankohta oli tavanomaisesta lähes pari viikkoa myöhässä.



Kuva 30. Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoja keväällä 2009.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat kevään korkeimmat 14.4. Töölöntullissa, 164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, minkä jälkeen kuun puolivälin kunnan vesisateet toivat helpotusta pölyämiseen. Viimeinen pölyinen päivä oli 21.4. vilkasliikenteisissä ympäristöissä. Lentoliikennettä 15.4. alkaen häirinyt Islannin tulivuoriturha ei vaikuttanut hengitysilmän laatuun, sillä tuhka pysyi useiden kilometrien korkeudella.

Kevään katupölykaudella ylittyi ohjearvo hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle maalisi- ja huhtikuussa Töölöntullin mittaussasemalla sekä huhtikuussa myös Vallilassa, Tikkurilassa, Leppävaarassa, Myyrmäessä ja Niittymaalla. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet ylittivät raja-arvotason 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ huhtikuun loppuun mennessä Töölöntullin katukuilussa 16 kertaa, Niittymaalla Länsiväylän pientareella 9 kertaa, Mannerheimintien, Tik-

kurilan ja Myyrmäen liikenneympäristöissä 7 kertaa, Lepävaaran liikenneympäristössä 6 kertaa sekä Vallilassa ja Kallion tausta-asemalla 2 kertaa. Ylitukset johtuivat katupölystä ja ylityspäiviä kertyi viime kevättä vähemmän erityisesti sateisen sään ansiosta. Raja-arvo ei ylittynyt, koska raja-arvo ylittyy vasta kun ylityksiä on vuoden kuluessa yli 35 kappaletta. Kevään 2010 ohjearvoihin verrannolliset ilmansaasteiden pitoisuudet sekä kuukausikeskiarvot on esitetty liitteessä 1.

Pääkaupunkiseudulla kaduilla liukkaudentorjuntaan käytetään suurimmaksi osaksi hiekoitussepeleitä, josta hienojakoinen aines on seulottu ja pesty pois pölyhaittojen vähentämiseksi. Pitkän yhtäjaksoisen pakkaskauden vuoksi liukkaudentorjuntatarve ja hiekoitusmäärät jäivät talvella 2009–2010 keskimääräistä pienemmiksi. Lämpötila ei heilahdellut talvella voimakkaasti, mikä vähensi myös liukkaudentorjuntaan käytetyn suolan määrää.

Pääkaupunkiseudulla katujen puhdistus aloitetaan pää- ja kokoojakaduilta sekä vilkkailta kevyen liikenteen väyliltä, minkä jälkeen siivous etenee asuntokaduille ja hiljaisille kevyenliikenteen väylille. Kadulta kerätään harjalaitteilla ensin karkea aines, minkä jälkeen tienpinnat imulakaistaan ja pestään. Sateinen sää ja lämpöasteet edistävät puhdistusta. Hidastavia tekijöitä ovat yöpakkaset, lumisateet ja kuiva sää, jolloin pinnat joudutaan kostuttamaan. Kuivien tienpintojen pölyämistä hillitään kastelemalla niitä laimealla kalsiumkloridia sisältävällä suolaliuoksella.

Katujen kevätsiivous alkoi pääkaupunkiseudulla hiekanpoistolla maaliskuun–huhtikuun vaiheessa. Sateet ja lumien sulamisvedet pitivät tienpinnat pitkään kosteina, joka osaltaan vähensi teiden pölyämistä. Hiekannosto saatiin tehtyä toukokuun alkuun mennessä. Lopullinen puhdistus ja pesut sekä tonttikatujen harjaukset jatkuivat toukokuun ajan.

Helsingin kaduilta poistettiin lunta noin neljä kertaa enemmän kuin normaalina talvena. Jatkuva lumisade peitti aiemmat hiekoitukset ja lumenajo poisti myös hiekkaa ajoväyliltä, jolloin väyliä jouduttiin hiekoittamaan uudelleen. Lumisen talven aikana liukkaudentorjuntaan kului hiekoitussepeleitä Helsingissä noin 30 % normaalia enemmän ja katusuolaa noin 30 % normaalia vähemmän. Katujen kevätpuhdistus alkoi Helsingissä huhtikuun alussa ja saatiin tehtyä vappuun mennessä. Katujen puhdistuksen valmistui lopullisesti toukokuun puoleen väliin mennessä. (Vättö 2010)

Vantaalla kylmän ja lumisen talven aikana teiden suolaus oli huomattavan vähäistä, mutta ajoratoja hiekoitettiin run-

saasti ja edellisvuosia enemmän. Kevyenliikenteen väylillä liukkaita torjuttiin sepelillä vain keskusta-alueilla ja muualla jalkakäytäviä ei sepelöity lähes kahteen kuukauteen. Katujen kevätpuhdistus alkoi harjaamisella täydellä teholla huhtikuun puolessa välissä (vko 15). Mekaaninen hiekanpoisto valmistui toukokuun ensimmäisellä viikolla (vko 18) koko katuverkolla. Imulakaisu ja katujen pesu jatkuivat arvioidun mukaan ainakin toukokuun loppuun saakka. (Honkanen 2010)

Espoossa runsaslumisen talven aikana kertyi lunta lumenvastaanotto paikalle lähes seitsenkertainen määrä keskimääräiseen talveen verrattuna. Pitkän yhtäjaksoisen pakkaskauden vuoksi liukkaudentorjunnan tarve jäi vähäisemmäksi ja hiekoitussepeleitä käytettiin noin 25 % vähemmän kuin keskimäärin. Varsinainen hiekanpoisto ja kevätpuhdistus aloitettiin 6.4. Suotuisten sääolojen vuoksi ensimmäinen hiekannostokierros ja huomattava osa katujen pesuistakin saatiin tehtyä nopeasti, vappuun mennessä. Lopullisesti katujen puhdistuksen ja pesujen arvioidtiin valmistuvan noin toukokuun puolivälissä. (Valkeapää 2010)

Kauniaisissa pitkä pakkaskausi vähensi jonkin verran hiekoituksen tarvetta, kuten myös osaltaan päiviä kestänyt heikko lumisade. Pölyntorjuntaan käytettiin kalsiumkloridia kerran maaliskuun lopussa. Katujen kevätpuhdistus aloitettiin hiekanpoistolla 30.3. ja pääosa hiekasta saatiin poistettua 22.4. mennessä. Kadut oli pesty 28.4. ja toukokuun ensimmäisellä viikolla jatkui nurmikoiden harjaus ja tonttikatujen puhdistus. (Keski-Kohtamäki 2010)

Huhtikuussa 2010 pääkaupunkiseudun katujen pölyämistä torjuttiin kastelemalla tienpintoja kosteutta sitovalla kalsiumkloridiliuoksella. Ilman hiukaspitoisuuksien alentamiseksi Helsingin kaupungin ympäristökeskus antoi 13.4. toimenpidepyynnön Helsingin rakennusvirastolle ja Uudenmaan ELY-keskukselle tienpintojen kastelemiseksi laimealla kalsiumkloridiliuoksella. Helsingin keskustassa ja sen ympäristössä katujen pölyämistä estettiin noin kymmenen kertaa kastelemalla suolaliuoksella (Vättö 2010).

Vantaalla joukkoliikenteen käyttämät reitit kasteltiin miedolla suolaliuoksella kahteen otteeseen (9.4. ja 14.4.) (Honkanen 2010). Espoossa katujen pölyntorjuntaa tehtiin kolme kertaa (viikoilla 14 ja 15), kastelemalla vilkkaimmin liikennöityjen katujen ja bussireittien ajoratojen reuna-alueita (Valkeapää 2010). Kauniaisissa tiet kasteltiin kerran maaliskuun lopussa (Keski-Kohtamäki 2010).

12. Päästöt

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

Taulukossa 9 ja kuvassa 31 on esitetty arvio pääkaupunkiseudun päästöistä ilmaan vuonna 2009. Edellisvuoteen verrattuna rikkidioksidin päästöt kasvoivat 12 % ja typenoksidien päästöt yhden prosentin. Hiukkaspäästöt laskivat 9 %, VOC-päästöt 9 % ja häkäpäästöt 8 %. Rikkidioksidin päästöjen kasvu johtuu pääasiassa energiantuotannon kasvusta ja lisääntyneestä kivihiilen käytöstä. Autoliikenteen päästöt laskivat kaikkien epäpuhtauksien osalta, hiukkaspäästöt myös energiantuotannossa.

Pitkällä aikavälillä pääkaupunkiseudun päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet merkittävästi. Viimeisen kymmenen vuoden aikana trendi on ollut lievästi laskeva

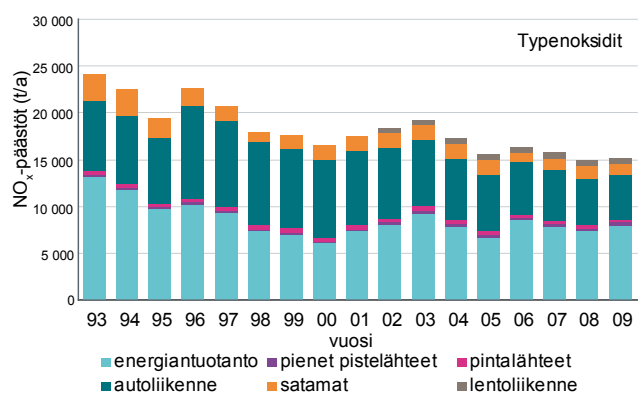
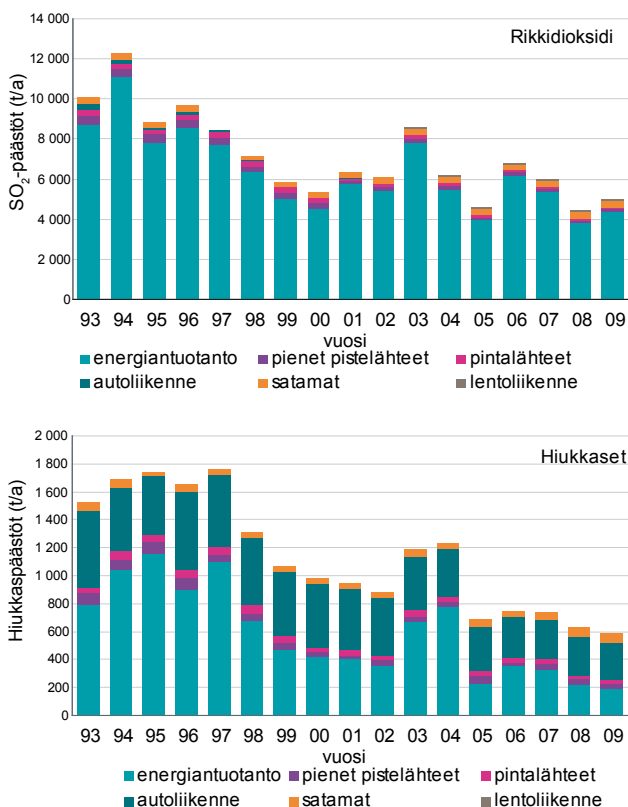
erityisesti autoliikenteen vähentyneiden päästöjen ansiosta (kuva 31 ja 32). Energiantuotannon epäpuhtauksien päästöt vaihtelevat vuosittain melko voimakkaasti, mutta suuntaus on näissäkin laskeva. Seuraavissa luvuissa käsitellään erikseen kutakin päästösektoria. Kasvihuonekaasupäästöt esitetään tarkemmin raportissa Pääkaupunkiseudun ilmastoraportti – päästöjen kehitys 2009 (HSY 2010a).

12.1 LIIKENNE

AUTOLIIKENNE

Tärkeimpiä autoliikenteestä aiheutuvia päästöjä ovat hiukaset, typenoksidit, hiilimonoksidi ja haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC), jotka ovat pääosin hiilivetyjä. Suorien päästöjen lisäksi liikenne nostattaa ilmaan teiden pinnalta erikokoisia hiukkasia (resuspensio), jotka ovat peräisin mm. asfaltin kulumisesta ja hiekoitussepelistä. Nämä autoliikenteen epäsuorat päästöt tunnetaan puutteellisesti.

Pääkaupunkiseudun autoliikenteen päästöt on arvioitu VTT:n LIISA-laskentajärjestelmällä (VTT 2010a). Laskentaa varten saadaan liikennesuoritteet katujen osalta kunnilta ja yleisten



Kuva 31 a–c. Päästötrendit pääkaupunkiseudulla 1993–2009. Lentoliikenteen päästötrendi on saatavilla vuodesta 2002 alkaen. VOC- ja CO-päästöjen osalta ei ole käytettävissä yhtenäistä pitkää trenditarkastelua.

Taulukko 9. Epäpuhtauksien päästöt pääkaupunkiseudulla vuonna 2009

	SO ₂		NO _x		Hiukkasia		CO		VOC	
	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%	tonnia	%
Energiantuotanto	4 394	89	8 029	53	194	27	993	5	170	5
Pienet pistelähteet										
VAHTI*	109	2	258	2	21	3	134	1	260	7
Muut**	17	0	31	0	12	2			678	19
Pintalähteet										
Kevyt polttoöljy***	78	2	271	2	24	3				
Tulisijat			56	0	169	23	1 924	9	402	11
Autoliikenne	7	0	4 760	31	268	37	17 627	80	1 938	54
Satamat	299	6	1 265	8	40	6	127	1	54	2
Lentoliikenne	50	1	594	4	1	0	1 113	5	80	2
Yhteensä	4 954	100	15 264	100	729	100	21 918	100	3 581	100

*Ympäristöhallinnon VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot vuonna 2008.

**Kunnille ilmoitetut muut päästöt vuonna 2009.

***Arvio kevyen polttoöljyn käytön päästöistä.

teiden osalta Liikennevirastosta. Autoliikenteen päästöjen kehittyminen on esitetty kuvassa 32 ja liitteessä 6.

Autoliikenteen päästöt vähenivät edellisvuodesta epäpuhtaudesta riippuen 2–14 %. Myös hiilidioksidipäästöt laskivat. Vuonna 2008 liikennesuorite väheni pääkaupunkiseudulla liki 2 %, mutta kääntyi viime vuonna henkilöautoliikenteestä johtuen runsaan prosentin kasvuun. Raskaan liikenteen suorite, polttonesteen kulutus ja päästöt vähenivät merkittävästi taloudellisen taantuman vaikutuksesta. Myös henkilöautojen päästöt laskivat edellisvuotta suuremmasta polttonesteen kulutuksesta huolimatta. Uudet henkilöautot ovat paitsi energiatehokkaita myös vähäpäästöisiä, kun katalysaattori- ja suodatintekniikka kehittyvät jatkuvasti. Autoliikenteen hiilidioksidipäästöjen laskennassa on otettu huomioon neljän prosentin hiilineutraaliksi oletettu biopolttoaineen osuus. (Mäkelä 2010)

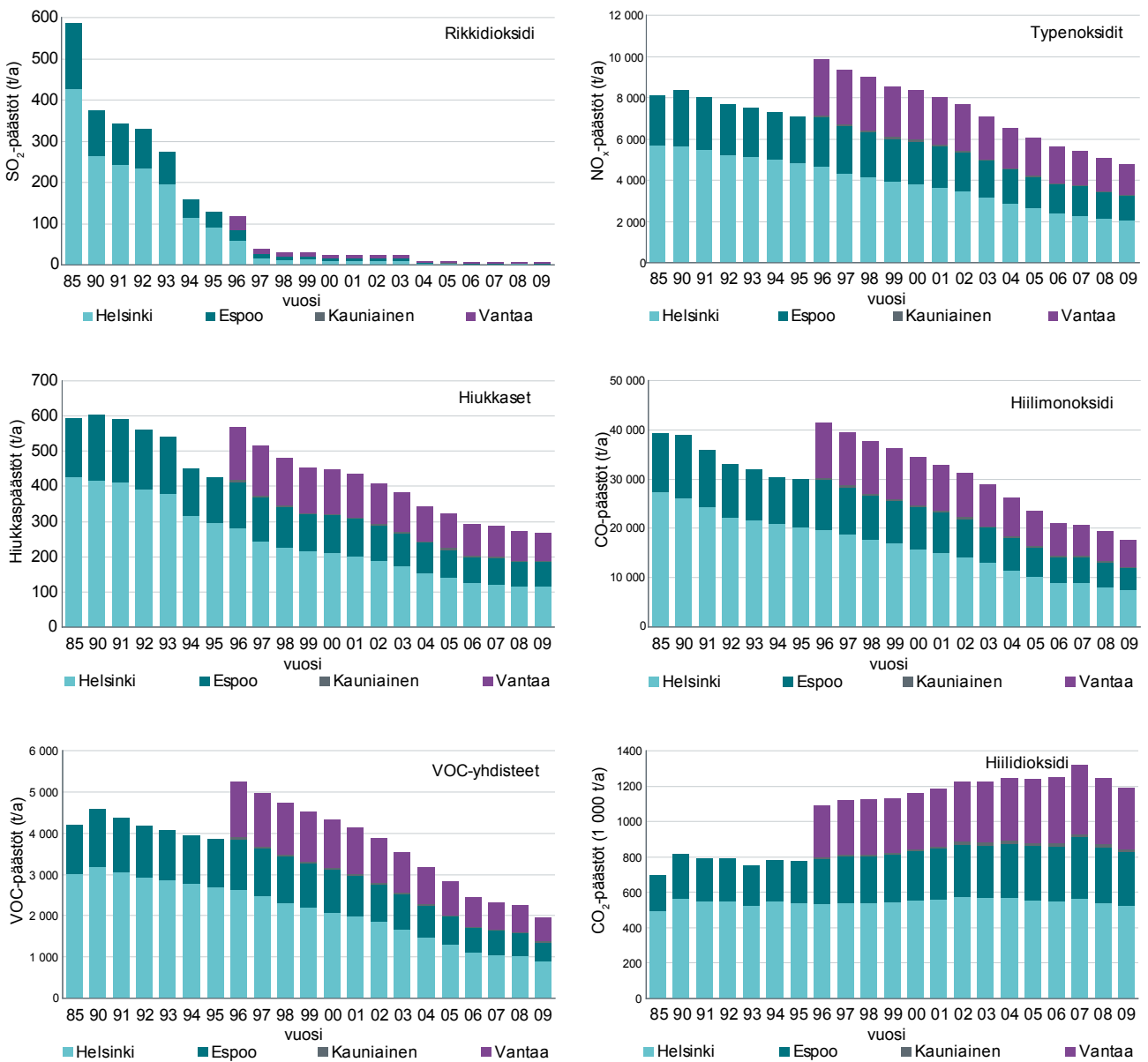
Pääkaupunkiseudun autoliikenteen typenoksidien päästöistä 44 % on peräisin henkilöautoista, 31 % kuorma-autoista, 17 % linja-autoista ja 8 % pakettiautoista (taulukko 10). Hiukkaspäästöistä puolestaan 42 % muodostuu henkilöautoista, 22 % kuorma-autoista, 11 % linja-autoista ja 26 % pakettiautoista. Hiukkaspäästöt ovat lähes täysin peräisin dieselajoneuvoista. Hiilimonoksidipäästöistä 86 % on lähöisin bensiinikäyttöisistä henkilöautoista. (VTT 2010a)

Koko maan tie- ja katuverkolla liikennesuorite kääntyi jälleen lievään kasvuun vuoden 2008 laskun jälkeen. Kuorma-autoliikenne väheni vuonna 2009 peräti 10 prosenttia, mutta henkilö- ja pakettiautoliikenteen puolentoista prosentin kasvu riitti kääntämään kokonaissuoritteen 0,9 prosenttia suuremmaksi kuin vuonna 2008. Suomessa ajettiin vuonna 2009 kaiken kaikkiaan 53 miljardia kilometriä, mikä on 6,6 miljardia kilometriä enemmän kuin vuonna 2000. Tällä vuosikymmenellä liikennesuorite on kasvanut 14 prosenttia. (Liikennevirasto 2010).

Helsingin pääkatuverkossa liikennemäärä laski vajaan prosentin vuodesta 2008. Kaupungin rajalla liikenne kasvoi vajaa puoli prosenttia, mutta Helsingin niemen rajalla vähennys oli yksi ja kantakaupungin rajalla kaksi prosenttia. Östersundomin liitosaluetta ei ole otettu tässä tarkastelussa huomioon. Helsingin autokanta jatkoi kasvuaan ollen kaksi prosenttia vuotta 2008 suurempi. Rekisteröidyistä autoista oli vuoden 2009 lopussa liikennekäytössä 89 prosenttia eli 230 000 kpl. Määrä on kutakuinkin sama kuin edellisvuonna. 2000-luvulla Helsingin keskustan rajalla liikenne on hieman pienentynyt ja esikaupunkialueilla tasaisesti kasvanut. Pyöräily oli edellisvuotta suositumpi liikkumismuoto: mittauspisteestä riippuen pyöräilijöiden määrä kasvoi kesäelokuussa 10–17 %. Etenkin sää vaikuttaa merkittävästi pyöräilyn suosioon. (Helsinki 2010a)

Taulukko 10. Eri ajoneuvoluokkien osuudet (%) autoliikenteen päästöistä ja liikennesuoritteesta pääkaupunkiseudulla vuonna 2009.

	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC	Suorite
Henkilöautot, bensiini, ei kat.	10	1	31	30	5
Henkilöautot, bensiini, kat.	20	1	55	37	55
Henkilöautot, diesel	14	40	6	7	24
Pakettiautot, bensiini	0	0	2	2	0
Pakettiautot, diesel	8	26	2	4	9
Linja-autot	17	11	2	6	2
Kuorma-autot	31	22	2	14	5



Kuva 32 a–f. Autoliikenteen pakokaasupäästöjen kehittyminen pääkaupunkiseudulla. Vantaan ja Kauniaisten liikennemääristä ei ole riittävästi tietoja ennen vuotta 1995.

Espoossa ajoneuvoliikenne säilyi vuoteen 2008 verrattuna lähes ennallaan: liikennemäärä kasvoi 0,4 prosenttia. Tiehallinnon yleisillä teillä kasvua oli keskimäärin 0,7 prosenttia ja Espoon katuverkolla laskua vastaavasti 0,7 prosenttia. Autokanta kasvoi 1,7 prosenttia (Espoo 2010a). Vantaalla liikennemäärät vähenivät katuverkossa kaksi prosenttia ja yleisillä teillä vajaan prosentin (Vantaa 2010). Liitteessä 7 on esitetty koko pääkaupunkiseudun pääkatujen ja pääväylien liikennemäärät syksyllä 2008.

Ajoneuvotekniikan ja polttoaineiden kehitys käänsvivät autoliikenteen päästöt laskuun 1990-luvun alussa. Vuodesta 1992 on kaikissa uutena myytävissä bensiinikäyttöisissä

autoissa ollut kolmitoimikatalysaattori, joka on vähentänyt typenoksidi-, hiilimonoksidi- ja VOC-päästöjä. Myös uudet polttoaineet ovat vähentäneet bensiiniautojen hiilivety-, hiilimonoksidi- ja rikkipäästöjä sekä dieselautojen rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöjä. Liikenteen lyijypäästöt loppuivat, kun lyijyn lisääminen bensiiniin lopetettiin. Dieselajoneuvoissa hapettavat katalysaattorit ovat yleistyneet ja vähentäneet hiukkaspäästöjä, mutta toisaalta ne ovat lisänneet haitallisen typidioksidin osuutta pakokaasuissa.

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

toisaalta autojen koko on 2000-luvulla kasvanut. Vuoden 2008 alussa voimaan tullut autoverouudistus on kuitenkin kääntänyt ensirekisteröityjen henkilöautojen CO₂-päästöt laskuun ja lisännyt dieselajoneuvojen osuutta. Kymmenessä vuodessa dieselautojen osuus koko Suomen autokannasta on noussut kymmenestä lähes kahteenkymmeneen prosenttiin. Vuoden 2009 ensirekisteröinneistä dieseleitä oli 46 prosenttia. (AuT 2010)

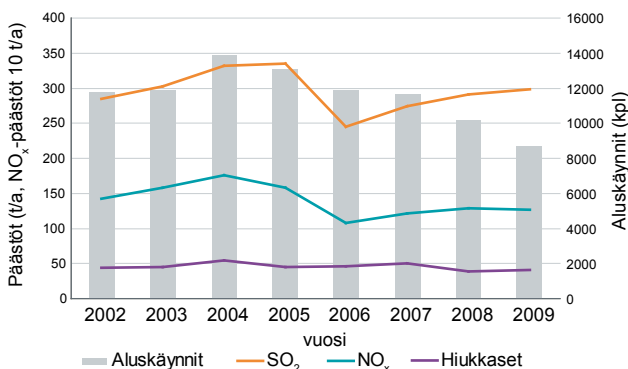
SATAMAT

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

Kuvassa 33 on esitetty Helsingin satamien päästöt ja aluskäyntien kehitys jaksolla 2002–2009. Laskentajärjestelmä uudistui vuonna 2007, joten vuosipäästöt ennen tätä ja tämän jälkeen eivät ole täysin vertailukelpoiset. Lisäksi maaliikenteen ja työkoneiden päästöjen laskentaa tarkennettiin vuonna 2009.

Vuonna 2009 satamien aluskäyntien määrä väheni edellisvuoteen verrattuna 14 %, mutta epäpuhtauksien päästö määrät pysyivät likimain edellisvuoden tasolla. Taulukossa 9 esitetyt sataman VOC- ja häkäpäästöt ovat huomattavasti viime vuonna raportoituja pienemmät, mutta tämä johtuu maakaluston päästöjen tarkemmasta laskennasta. Sataman päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 1–8 % pääkaupunkiseudun kokonaispäästöistä. (Vuorivirta 2010)

Kuvassa 34 esitetään satamakohtaiset päästöt vuosina 2008 ja 2009 ilman maakalustoa. Vuosaaren satama aloitti toimintansa marraskuussa 2008. Länsisatama, Eteläsatama ja Vuosaari ovat Helsingin vilkasliikenteisimmät satamat, joten laivojen aiheuttamat päästöt ovat niissä suuria



Kuva 33. Helsingin satamien päästöt ja aluskäynnit jaksolla 2002–2009. Vuosien 2007–2009 päästöt on laskettu uudella menetelmällä. NO_x-päästöjen yksikkö on 10 t/a.

verrattuna Sörnäisten ja Laajasalon satamiin. Päästöt jakautuvat kutakuinkin tasan kolmen suurimman sataman kesken

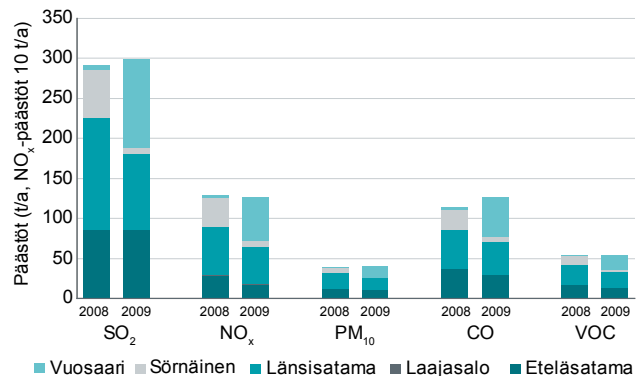
LENTOLIIKENNE

Lentoliikenteen päästöarvioissa ovat mukana Helsinki-Vantaan ja Helsinki-Malmin lentoasemat. Lentoliikenteen päästöihin on laskettu mukaan lentokoneiden LTO-syklin (ks. lyhenteitä ja määritelmiä liite 8) aikaiset päästöt sekä Finavian maakaluston päästöt (taulukko 9; liite 6). 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.

Arvion mukaan lentoliikenteen päästöt muodostavat noin 90 % ja Finavian maakaluston päästöt noin 2 % lentoasema-alueen päästöistä. Lentoasema-alueella on myös muita päästöjä, jotka eivät sisälly Finavian raportointiin päästöihin: mm. muiden toimijoiden, kuten lento-, rahti- ja maahuollintayhtiöiden maakaluston päästöt sekä sotilasilmailun ja helikoptereiden päästöt. Lentoaseman omaa lämpövoimaa ei käytetty vuonna 2009. (Kara 2010)

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

Nousujen ja laskeutumisten määrä väheni Helsinki-Vantaan lentoasemalla edelliseen vuoteen verrattuna noin 8 %. Polttoaineen kulutus väheni 10 %. LTO-syklin aikaisten päästöjen kokonaismäärät pienenevät yhdisteestä riippuen 8–11 %. Päästöt vaihtelevat vuosittain johtuen lentoyhti-



Kuva 34. Satamakohtaiset päästöt 2008 (vasen pylväs) ja 2009 (oikea pylväs). NO_x-päästöjen yksikkö on 10 t/a.

öiden lentokonekaluston muutoksista. Ominaispäästöt ja polttoaineenkulutus ovat erilaiset eri konetyypeillä. Lentoliikenteen ja Finavian maakaluston yhteenlaskettu päästöjen osuus on epäpuhtaudesta riippuen 0,1–5 % pääkaupunkiseudun päästöistä. (Finavia 2010)

JUNALIIKENNE

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

TYÖKONEET

VTT on arvioinut työkoneiden päästöjä osana Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmää. Viimeisin päivitys työkoneiden päästömalliin (TYKO) on tehty vuonna 2009. Työkoneet ovat merkittävä epäpuhtauksien lähde, mutta pääkaupunkiseudun päästöosuutta on vaikea erotella koko maan päästöistä. Vuonna 2008 työkoneiden päästöt Suomessa olivat samalla tasolla henkilöautoliikenteen kanssa.

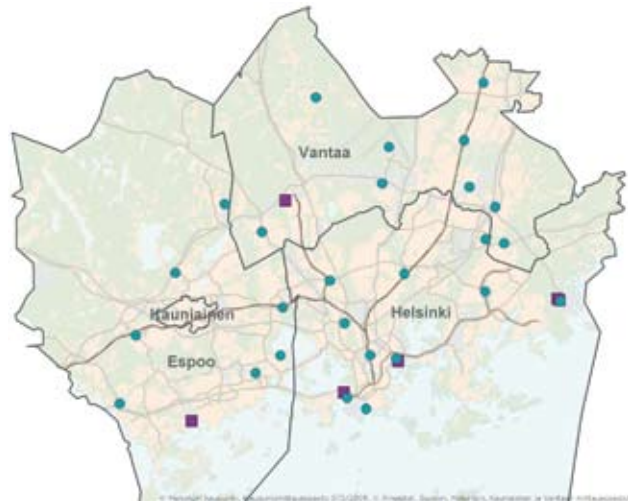
On arvioitu, että päästöt saavuttivat huippunsa 2000-luvun alussa, minkä jälkeen niiden on oletettu hiilimonoksidipäästöjä lukuun ottamatta tasaantuvan tai jopa laskevan. Työkoneiden typenoksi- ja hiukkaspäästöt tulevat pääasiassa dieselkäyttöisistä koneista. Pienten bensiinikäyttöisten koneiden kuten ruohonleikkureiden ja moottorisahojen lukumäärä on suuri, mutta niiden päästöillä on merkitystä vain hiilimonoksidin ja VOC-yhdisteiden suhteen. (VTT 2010b)

12.2 PISTELÄHTEET

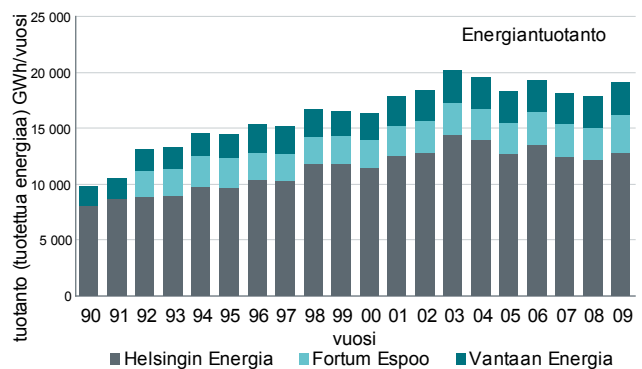
ENERGIANTUOTANTO

Suurin osa pääkaupunkiseudun energiantuotannon päästöistä tulee voimalaitoksista. Lämpökeskusten käyttö rajoittuu yleensä kylmiin kausiin. Energiantuotannon päästöt purkautuvat korkeista piipuista, joten ne leviävät laajalle alueelle eivätkä yleensä aiheuta paikallisesti korkeita pitoisuuksia. Pääkaupunkiseudulla energiantuotantoyhtiöitä on kolme: Helsingin Energia, Fortum Power and Heat Oy (tässä raportissa Fortum Espoo) ja Vantaan Energia Oy. Yhtiöillä on alueella kuusi voimalaitosta ja 29 lämpökeskusta, joiden sijainnit on esitetty kuvassa 35. Metsolan, Pähkinärinteen ja Auroranportin lämpökeskukset eivät oleet toiminnassa vuonna 2009. Pääkaupunkiseudulla sähköenergia ja kaukolämpö on tuotettu pääosin sähkön ja lämmön yhteistuotannolla, jolloin polttoainetta säästyy noin 40 % verrattuna siihen, että ne tuotettaisiin erikseen. Päästöt vähenevät samassa suhteessa.

Energiantuotanto kasvoi pääkaupunkiseudulla 7 % vuoden 2008 tasosta (kuva 36). Tuotantoon käytettyjen polttoaineiden kokonaismäärä kasvoi vastaavasti noin 7 %. Maa-kaasun kulutus säilyi ennallaan mutta kivihiiltä ja raskasta



Kuva 35. Voimalaitosten ja lämpökeskusten sijainti pääkaupunkiseudulla. Voimalaitokset on merkitty vaaleilla ja lämpökeskukset tummilla symboleilla.



Kuva 36. Energiantuotannon kehittyminen vuosina 1990–2009. Tuotantolukuihin on laskettu yhteen tuotettu nettosähkö- ja nettokaukolämpöenergia.

polttoöljyä käytettiin edellisvuotta enemmän. Energiantuotannon pääpolttoaine pääkaupunkiseudulla on maakaasu, jonka osuus vuonna 2009 käytetyistä polttoaineista oli 59 prosenttia.

Voimalaitosten ja lämpökeskusten hiukkaspäästöt laskivat edelleen. Vuoteen 2008 verrattuna päästövähennys oli 13 %, ja edellisen kymmenen vuoden keskiarvoon verrattuna 54 %. Rikkidioksidin päästöt kasvoivat 15 %, mutta olivat jakson 1999–2008 keskiarvoon verrattuna lähes 20 % pienemmät. Energialaitosten typenoksidien päästötrendi on niin ikään laskeva pitkällä aikajänteellä (kuva 37). Viimeiseen kymmeneen vuoteen selvää laskua ei kuitenkaan enää ole tapahtunut, ja vuoden 2009 typenoksidipäästöt olivat 9 % edellisvuotta ja 5 % kymmenen vuoden keskiarvoa suuremmat.

Helsingin energiantuotannon päästöt kasvoivat edellisvuodesta hiukkasia lukuun ottamatta, rikkipäästöt 44 % ja typenoksidipäästöt 12 %. Syyinä lisääntyneisiin päästöihin

oli energiantuotannon kasvu 10 %:lla ja kivihiilen käytön suhteellinen lisääntyminen. Hiukkassuodattimet toimivat toisaalta erinomaisesti ja hiukkasten päästöt putosivat ennätyksellisen alas. Vähennystä edellisvuodesta oli 25 %. Kaikkien epäpuhtauksien päästöjen luparajat alitettiin selvästi, ja päästöjen laskeva trendi pitkällä aikavälillä jatkui. Vuonna 2009 SO₂-päästöt olivat jakson 1999–2008 keskiarvoon verrattuna yli kolmanneksen ja hiukkaspäästöt kaksi kolmanneksen pienemmät. Typenoksidien osalta laskeva kehitys on tasoittunut viimeisen kymmenen vuoden aikana. (Helsingin Energia 2010a; 2010b)

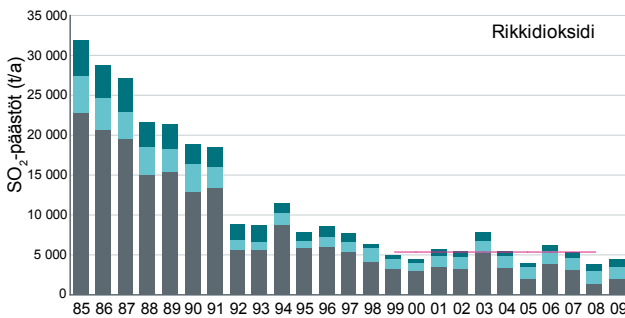
Vantaan Energian tuotantomäärät ja polttoaineen kulutus kasvoivat vuodesta 2008. Kaukolämpöä tuotettiin 10 ja sähköä 2 prosenttia edellisvuotta enemmän. Kivihiilen käyttömäärä säilyi ennallaan, mutta maakaasun ja erityisesti raskaan polttoöljyn käyttö lisääntyivät. Päästöissä tämä näkyi siten, että rikkidioksidipäästöt kasvoivat 14 %, mutta typenoksidien päästöt säilyivät entisellä tasolla. Hiukkaspäästöt kolminkertaistuivat, mutta olivat samalla tasolla kymmenen kuluneen vuoden keskiarvon kanssa. Kasvusta huolimatta päästöt ovat pysyneet ympäristölupien raja-arvojen sisällä. (Vantaan Energia 2010a; 2010b).

Vuosi 2009 oli edellisvuotta kylmempi, mikä lisäsi kaukolämmön tarvetta Espoossa 9 %. Tuotanto kasvoi vastaavasti, johtuen osin myös uusista kaukolämpöasiakkaista. Fortu-

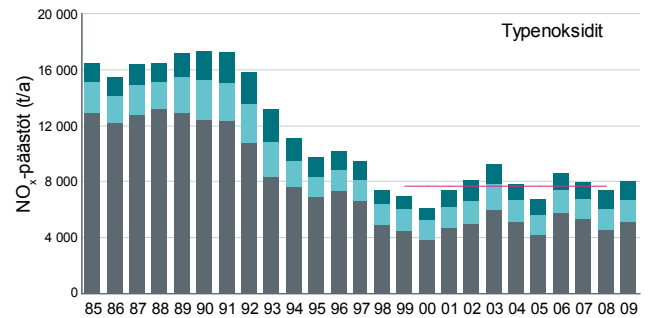
min Suomenojan voimalaitoksella otettiin syksyllä käyttöön uusi maakaasukäyttöinen voimalaitosyksikkö. Voimalaitoksen kaukolämmön tuotantokapasiteetti lähes kaksinkertaistui ja sähkön tuotantokapasiteetti kolminkertaistui.

Sähkön tuotanto vuonna 2009 kasvoi Espoossa yli 30 % ja polttoaineiden käyttö 15 %. Maakaasun osuus polttoaineiden käytöstä nousi 39 %:sta 54 %:iin vähentäen kivihiilen käyttöä. Rikkidioksidipäästöt vähenivät 11 % ja hiukkaspäästöt 5 %. Typenoksidipäästöt nousivat 4 %. Energiantuotannon päästöt olivat Espoossa yhdisteistä riippuen 1–11 % pienemmät, kuin jaksolla 1999–2008. Sähkön ja kaukolämmön tuotantoa kohden lasketut ominaispäästöt laskivat rikkidioksidilla 23 %, hiukkasilla 18 %, typenoksidilla 10 % ja hiilidioksidilla 7 %. Kivenlahden lämpökeskuksella tapahtui marraskuussa lyhytaikainen hiukkaspäästöhäiriö. (Fortum Espoo 2010a; 2010b)

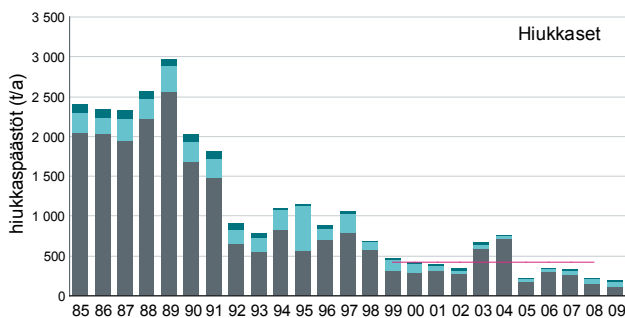
Kymmenessä vuodessa pääkaupunkiseudun sähköntuotanto on kasvanut noin 15 % ja kaukolämmön tuotanto 20 %. Pitkällä aikavälillä tuotantomäärät ovat kasvaneet vielä enemmän, mutta tästä huolimatta energiantuotannon päästöt ovat hiilidioksidia lukuun ottamatta laskeneet selvästi. Kehitykseen ovat myötävaikuttaneet erityisesti rikinpoistolaitosten käyttöönotto sekä polttoaine- ja poltto- tekniset muutokset. Viimeisen kymmenen vuoden aikana päästöjen vähentyminen on hidastanut ja typenoksidien



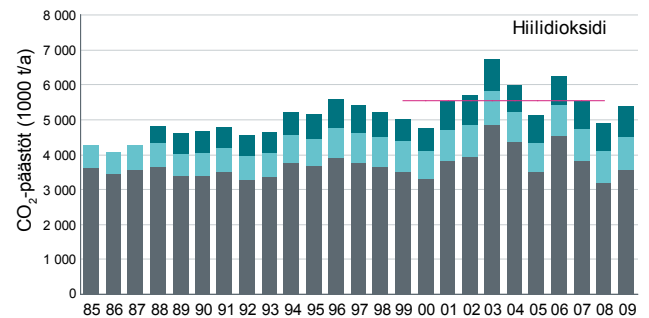
Legend: Helsingin Energia, Vantaan Energia, Fortum Espoo, 10 vuoden ka.



Legend: Helsingin Energia, Vantaan Energia, Fortum Espoo, 10 vuoden ka.



Legend: Helsingin Energia, Vantaan Energia, Fortum Espoo, 10 vuoden ka.



Legend: Helsingin Energia, Vantaan Energia, Fortum Espoo, 10 vuoden ka.

37 a–d. Energiantuotannon päästöt vuosina 1985–2009. Vaakasuoralla viivalla on kuvattu jakson 1999–2008 keskiarvo.

osalta pysähtynyt, joskin vuosien välinen vaihtelu on ollut huomattavaa. Myös energiantuotannon ominaispäästöjen suhteen trendi on edellä kuvatun kaltainen (kuva 38). Vuosittaiset muutokset johtuvat sääolosuhteista ja sitä kautta lämmitystarpeesta sekä vesivoiman saatavuudesta. Merkittävä tekijä on edelliseen liittyen myös yhteispohjoismainen sähköntuotantorakenne ja päästöoikeuksien hinta.

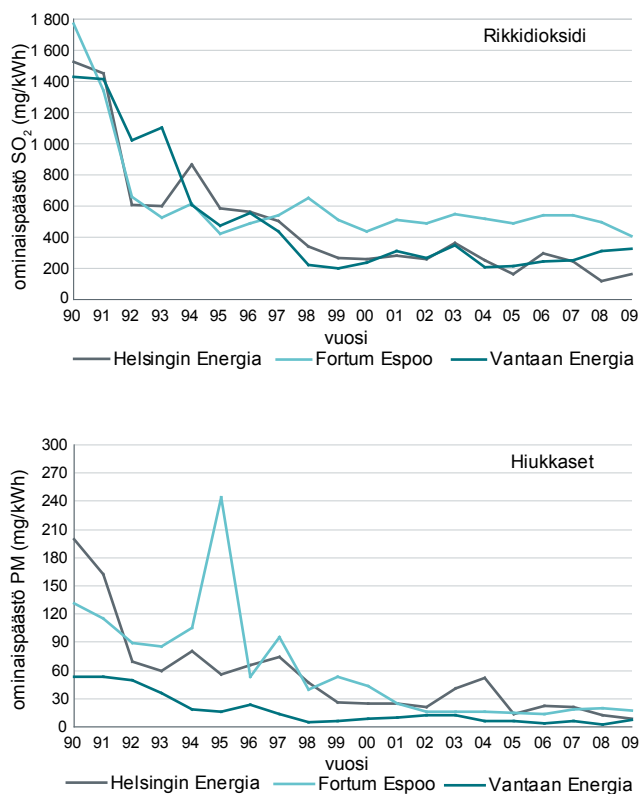
PIENET PISTELÄHTEET

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

Pienten pistelähteiden päästöt ovat aiempina vuosina sisältäneet vain ympäristöhallinnon VAHTI-järjestelmään raportoidut päästöt. Vuonna 2007 mukaan otettiin myös muut ympäristölupavelvollisten pistelähteiden päästöt, jotka ilmoitetaan kunnille, mutta joita ei raportoida VAHTI:iin.

Polttoneiteiden jakeluasemien VOC-päästöt on ilmoitettu vain Helsingin osalta (Helsinki 2010c). Espoosta (Manni-Loukkola 2010) ja Vantaalta (Juopperi 2010) nämä tiedot puuttuvat, mutta päästöt on arvioitu Helsingin jakeluasemien keskiarvon mukaan. Kauniaisissa merkittäviä pieniä pistelähteitä ei ole (Granolund-Blomfelt 2010). Taulukossa 9 esitetyissä luvuissa VAHTI-päästöt ovat vuodelta 2008, koska tuoreimmat päästötiedot eivät vielä ole ympäristöhallinnon rekistereissä. Muiden pienten pistelähteiden päästöt ovat vuodelta 2009.

Pistelähteiden osuus kaikista päästöistä pysyi vuoden 2008 tasolla, vaihdellen yhdisteestä riippuen häkäpäästöjen yhdestä prosentista VOC-päästöjen 26 %:iin. VAHTI-järjestelmään raportoiduista päästöistä VOC-päästöt vähenivät 30 % ja hiukkaset 20 %, mutta NO_x -päästöt kasvoivat runsaalla neljänneksellä. SO_2 - ja häkäpäästöissä ei tapahtunut merkittävää muutosta (VAHTI 2010). VOC-päästöt vähenivät suuren kirjapainon lopetettua Espoossa toimintansa. Typenoksidien kasvu johtui puolestaan Helsingin telakan kasvaenista päästöistä. Kaiken kaikkiaan näiden lupavelvollisten päästölähteiden päästöt ovat pääkaupunkiseudulla vähentyneet 2000-luvulla (2000–2008) seuraavasti: VOC-yhdisteet 50 %, hiukkaset ja rikkidioksidi 35 %. Typenoksidipäästöt ovat kaksinkertaistuneet, mutta vuosivaihtelu voi olla suurta.



Kuva 38 a–c. Ominaispäästöt ja niiden kehittyminen energiantuotantolaitosten tuottamaa energiaa kohden.

12.3 PINTALÄHTEET

Ilmaan vapautuu epäpuhtauksia myös pienistä päästölähteistä, joita ei säädellä ympäristölupamenettelyllä. Näitä ovat esimerkiksi talokohtainen ja pienten teollisuuslaitosten lämmitys sekä kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö. Tällaisten pienten pintalähteiden päästöt tunnetaan puutteellisesti. Tässä raportissa on arvioitu ne päästöt, joita syntyy kevyen polttoöljyn käytöstä ja puun pienpoltosta pääkaupunkiseudulla (taulukko 9).

Kevyen polttoöljyn päästöarvio perustuu pääkaupunkiseudun vuoden 2009 myyntitietoihin (Öljyalan Palvelukeskus 2010), joista on vähennetty energiantuotantolaitosten raportoimat kevyen polttoöljyn käyttömäärät. Energiatilaston mukaan Suomessa puolet kevyestä polttoöljystä käytetään rakennusten ja 17 % teollisuuskiinteistöjen lämmityksessä. Työkoneiden osuus on 23 % ja rakennustoiminnan noin 15 % kokonaiskulutuksesta (Tilastokeskus 2008). Kevyttä polttoöljyä käyttävien pintalähteiden päästöjen laskeminen perustuu kasvihuonekaasu- ja energiatasemalli Kasvenerin erillislämmityksen päästökertoimiin. Pintalähteiden päästöt ovat viime vuosina pienentyneet kevyen polttoöljyn käytön

vähentyessä. Vuonna 2009 kevyttä polttoöljyä myytiin poikkeuksellisen vähän: 19 % edellisvuotta ja lähes 40 % vuotta 2000 vähemmän. Päästöt alenivat vastaavasti. Kevyen polttoöljyn päästöt muodostivat yhdisteestä riippuen noin 2–3 % seudun kokonaispäästöistä vuonna 2009. Arvio on kuitenkin melko karkea ja puutteellinen.

Puun pienpoltton päästöjen arvioidaan muodostavan neljänneksen Suomen pienhiukkaspäästöistä (Ahtoniemi ym. 2010). Pääkaupunkiseudulla puunkäyttötottumukset poikkeavat muusta Suomesta ja päästöt aiheutuvat pääasiassa lisälämmityksestä. Tulisijojen käyttö nostaa paikallisesti pientaloalueella hiukkasten ja hiilivetyjen pitoisuuksia. Päästöjen haitallisuutta lisää matala päästökorkeus ja tulisijojen käytön keskittyminen iltaan ja viikonloppuun.

HSY ja Työtehoseura selvittivät vuonna 2009 tulisijojen käyttötottumuksia pääkaupunkiseudulla. HSY on arvioinut tulisijojen käytön päästöt pääkaupunkiseudulla ja tulisijojen käytöstä aiheutui vuonna 2009 pääkaupunkiseudulla noin 23 prosenttia seudun hiukkaspäästöistä (HSY 2010b). Päästöarvio on aiempaa pienempi, koska puunkäyttömäärät ovat aiemmin arvioitua vähäisemmät ja päästökertoimet ovat tarkentuneet ja pienentyneet.

13. Yhteenvedo ja johtopäätökset

13.1 ILMANLAATU PÄÄKAUPUNKISEUDULLA 2009

Pääkaupunkiseutu on ilmanlaadultaan puhtaimpia metro-
polialueita Euroopassa. Ilmanlaatu on meillä keskimäärin
melko hyvä, mutta ajoittain ilmanlaatu heikenee katupöly-
hiukkasten, liikenteen typpidioksidipäästöjen, kaukokulkeu-
tuneiden pienhiukkasten ja otsonin vuoksi.

Indeksiluokittelun perusteella ilmanlaatu oli vuonna 2009
suurimman osan ajasta hyvä tai tyydyttävä. Ilmanlaatu oli
kokonaisuudessaan hieman parempi kuin edellisinä vuo-
sina. Huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun tunteja oli
useissa mittauspisteissä edellisvuotta vähemmän. Ne ai-
heutuivat keväisestä katupölystä, liikenteen pakokaasuista
sekä kaukokulkeutuvista, pienpolton ja ilotulitusten aiheut-
tamista pienhiukkasista.

Vuosi alkoi ilotulitusten aiheuttamien pienhiukkasten hei-
kentäessä kantakaupungin ilmanlaadun erittäin huonoksi.
Pysyvä lumipeite saatiin tammikuun lopussa ja se säilyi
maaliskuun lopulle saakka. Katupölyä oli poikkeuksellisesti
ilmassa jo joinakin lumettomina tammikuun päivinä. Kovia
pakkasia ja ilmansaasteiden laimenemista estäviä, talvelle
tyypillisiä voimakkaita inversiotilanteita ei kuitenkaan esiin-
tynyt, ja ilma oli kokonaisuudessaan melko puhdasta.

Maalis–toukokuussa katupöly heikensi pääkaupunkiseu-
dun ilmanlaadun huonoksi tai erittäin huonoksi monena
päivänä etenkin katukuiluissa ja pääväylien varsilla. Huhti-
kuu oli kuiva ja hiukkaspitoisuudet olivat sen vuoksi ajoittain
korkeita. Vapun jälkeen pölyäminen hiipui katujen puhdis-
tamisen, sateiden ja luonnon vihertymisen myötä. Manner-
heimintiellä pölyäminen jatkui vielä touko- ja kesäkuussa
mittausaseman vieressä tehtävien katukiveystöiden vuo-
ksi. Pahimpaan katupölyaikaan huhtikuussa myös pienhiuk-
kaspitoisuudet nousivat korkeiksi useiden päivien aikana
pääkaupunkiseudulle kaukokulkeutuvien hiukkasten vuoksi.
Samassa yhteydessä Suomeen kulkeutui myös otsonia.

Kesällä ja syksyllä ilma oli puhdasta ja ilmansaasteiden pi-
toisuudet pysyivät suurimman osan ajasta matalia. Kataja-
nokalla mitattiin ajoittain kohonneita rikkidioksidipitoisuuksia
heinä- ja elokuussa laivaliikenteen päästöjen vuoksi.

Kylminä vuodenaikoina tulisijojen käytön aiheuttamat pien-
hiukkaset heikensivät ilmanlaatua ja kohonneet pitoisuudet
näkyivät mittaustuloksissa erityisesti Tuomarilassa ja Vartiokylässä.
Joulukuun 18. päivänä ilmanlaatu heikkeni äkil-
lisesti koko pääkaupunkiseudulla liikenteen ja pienpolton
päästöjen sekä voimakkaan inversion vuoksi. Ilmanlaatu
pysyi huonona lähes kahden vuorokauden ajan ja ajoittain
typpidioksidin ja myös pienhiukkasten pitoisuudet nousivat
erittäin korkeiksi. Tilanne oli toiseksi voimakkain typpidi-
oksidiepisode viimeisen 20 vuoden aikana. Vuosi päättyi

jälleen ilotulitusten aiheuttamiin korkeisiin pienhiukkaspitoi-
suuksiin, jotka heikensivät ilmanlaatua.

13.2 TYPPIDIOKSIDIN RAJA-ARVO YLITTYI HELSINGISSÄ

Typpidioksidin vuosiraja-arvo ylittyi vuonna 2009 Helsin-
gin kantakaupungissa Mannerheimintien ja Hämeentien
mittausasemilla. Raja-arvo on ylittynyt myös aikaisempi-
na vuosina Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa
ja katukuiluissa: Mannerheimintiellä vuosina 2005–2008,
Hämeentiellä vuonna 2005 ja Töölöntullissa vuonna 2006.
Myös suuntaa-antavalla passiivikeräimen menetelmällä on to-
dettu typpidioksidin vuosipitoisuuden ylittävän raja-arvon
Helsingin vilkasliikenteisessä ydinkeskustassa ja katukui-
luissa sekä suurimpien väylien piennaralueilla. Typpidiok-
sidin raja-arvo astui lopullisesti voimaan 1.1.2010, minkä
jälkeen raja-arvoa ei saa enää ylittää. Tätä tavoitetta ei saa-
vuteta määräaikaan mennessä, ja EU-komissiolta haetaan
määräaikaan pidennystä.

Muiden epäpuhtauksien, eli hengitettävien hiukkasten,
pienhiukkasten, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentsee-
nin ja lyijyn pitoisuudet pysyivät raja-arvojen alapuolella.
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo on ylittynyt
viimeksi vuonna 2006 Helsingin vilkasliikenteisessä ydin-
keskustassa ja katukuiluissa. Raja-arvotaso saa ylittyä
35 päivänä ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi ja
vuonna 2009 ylitysvuorokausia kertyi eniten Mannerheimin-
tien mittausasemalla, 30 kpl, ja toiseksi eniten Hämeentien
mittausasemalla, 21 kpl. Erilaiset toimenpiteet, kuten katu-
jen tehostettu puhdistus ja kastelu pölyä sitovalla laimealla
suolaliuksella ovat tehonneet ja alentaneet hengitettävien
hiukkasten pitoisuuksia.

13.3 BENTSO(A)PYREENIN TAVOITEARVO YLITTYI PIENTALOALUEILLA

Puunpolton päästöt aiheuttavat korkeita bentso(a)pyree-
nin pitoisuuksia ja sille annetun tavoitearvon arvioidaan
ylittävän paikallisesti päästölähteen läheisyydessä useilla
pääkaupunkiseudun pientaloalueilla. Vuonna 2008 mitattiin
tavoitearvon ylitys Itä-Hakkilan pientaloalueella, mutta ta-
voitearvo ei ylittynyt vuoden 2009 mittauksissa Vartiokylän
mittausasemalla, joka sijaitsee puiston laidalla. Raskasme-
tallien (arseeni, kadmium, nikkeli) pitoisuudet olivat pieniä
ja reilusti tavoitearvojen alapuolella.

Otsonipitoisuudet olivat vuonna 2009 edellisvuotta mata-
lampia. Otsonipitoisuuden terveysperusteinen tavoitearvo
ei ylittynyt, mutta pitkän ajan tavoite ylittyi kaikissa otsonin

mittauspisteissä pääkaupunkiseudulla.

13.4 HIUKKASTEN JA TYPPIDIOKSIDIN OHJEARVOT YLITTYIVÄT

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille annettu ohjearvo ylittyi yleisesti kevään katupölykaudella. Ylityksiä mitattiin huhtikuussa vilkasliikenteisillä alueilla Hämeentiellä, Leppävaarassa ja Koivuhaassa sekä Hämeentiellä jo maaliskuussa ja Mannerheimintiellä toukokuussa. Ylitykset aiheutuivat liikenteen nostattaessa ilmaan talven aikana kertynyttä hienojakoista ainesta lumettomilta ja kuivilta kaduilta. Myös rakennustyömaat aiheuttavat korkeita hiukkaspitoisuuksia: Mannerheimintien mittausasemalla, jossa toukokuun ylitys aiheutui tien kiveämistöistä.

Pienhiukkaspitoisuudet ylittivät WHO:n terveysperusteinen vuosiohjearvon vilkasliikenteisillä alueilla Hämeentiellä ja Tuomarilassa Turunväylän varrella. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuudet nousivat korkeiksi kaukokulkeumien aikana ja WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi koko seudulla. Myös paikallisen liikenteen ja puun pienpolton päästöt aiheuttivat korkeita vuorokausipitoisuuksia.

Typpidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvo ylittyi vuonna 2009 lähes kuukausittain Helsingin keskustan vilkasliikenteisillä alueilla ja joulukuussa myös paikoin muilla seudun vilkasliikenteisillä alueilla. Helmi- ja joulukuussa mitattiin poikkeuksellisesti myös typpidioksidin tuntiohjearvon ylityksiä Helsingin kantakaupungin alueella. Rikkidioksidin ja hiilimonoksidin ohjearvojen ylityksiä ei todettu millään mittausasemalla.

13.5 ERITYISKOHTEIDEN ILMANLAATUA SELVITETÄÄN

Siirrettävillä mittausasemilla kartoitetaan ilmanlaatua erityiskohteissa, jotka ovat kiinnostavia esimerkiksi kaavoituksen, asukaspalautteen, päästömäärien tai saasteiden heikkojen laimenemisolosuhteiden vuoksi. Hämeentien katukuilussa ilmansaasteiden pitoisuudet ovat korkeampia kuin Helsingin kantakaupungissa keskimäärin. Siellä mitattiin typpidioksidin vuosiraja-arvon ylitys kuten myös vuonna 2005, jolloin siirrettävä mittausasema edellisen kerran oli Hämeentiellä. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvo sen sijaan ei ylittynyt toisin kuin vuonna 2005.

Tuomarilassa Turunväylän varrella mitatut typpidioksidipitoisuudet olivat raja-arvon alapuolella ja samaa tasoa kuin aluekeskuksissa Leppävaarassa ja Tikkurilassa. Pienhiukkaspitoisuudet olivat usein korkeita ja vuosikeskiarvo oli korkein seudulla mitatuista. Tuomarilassa tasoa nostavat vilkkaan liikenteen sekä tulisijojen käytön pienhiukkaspäästöt. Koivuhaassa Kehä III:n varrella pakokaasuperäisen typpidioksidin pitoisuudet olivat samaa tasoa, mutta hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylityksiä mitattiin enemmän kuin aluekeskuksissa Tikkurilassa ja Leppävaarassa.

Katajanokalla mitattiin kohonneita saastepitoisuuksia Eteläsataman laivojen tulo- ja lähtöaikoina. Erityisesti rikkidioksidin korkeat tuntipitoisuudet johtuivat laivojen päästöistä, mutta vaikutus näkyi myös pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksissa. Keskimäärin ilma oli kuitenkin puhdasta hyvin tuulettuvasta ympäristöstä johtuen.

Passiivikeräimillä täydennettiin jatkuvatoimisia ilmanlaadun mittauksia, ja typpidioksidipitoisuuksia kartoitettiin kanta-kaupungin vilkasliikenteisissä katukuiluissa, pääväylien lähialueilla ja satamien vaikutuspiirissä. Tällä menetelmällä todettiin typpidioksidin raja-arvon ylittävän Hämeentiellä ja Mannerheimintiellä Töölöntullissa. Pääväylien varsilla pitoisuudet jäivät raja-arvotason alapuolelle.

13.6 VUOSIPITOISUUDET LASKUSSA

Ilmansaasteiden pitoisuudet ovat pääkaupunkiseudulla pitkällä aikavälillä laskeneet otsonia ja pienhiukkasia lukuun ottamatta siitä huolimatta, että seudun asukas- ja liikennemäärät sekä energiantuotanto ovat kasvaneet voimakkaasti.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet pysyivät pitkään lähes ennallaan vilkasliikenteisillä alueilla. Viime vuosina tehostettu puhdistus on vähentänyt katupölyn pitoisuuksia. Vuosikeskiarvojen lasku jatkui vuonna 2009 Helsingin, Espoon ja Vantaan vilkasliikenteisissä ympäristöissä.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvot olivat vuonna 2009 samalla tasolla tai hieman matalampia kuin edellisenä vuonna. Pienhiukkasten pitoisuuksissa ei ole havaittavissa selvää trendiä viimeisen kymmenen vuoden kuluessa. Vuosikeskiarvot ovat vaihdelleet noin 7–12 µg/m³ tuntumassa eri mittauspaikoissa.

Typpimonoksidin pitoisuudet ovat laskeneet pitkällä aikavälillä selvästi pääkaupunkiseudulla. Haitallisemman typpidioksidin pitoisuudet sen sijaan ovat laskeneet huomattavasti vähemmän. Monet tekijät, mm. typpidioksidin osuuden lisääntyminen liikenteen päästöissä ja otsonipitoisuuden vaihtelut vaikuttavat typpidioksidin pitoisuuteen. Vuonna 2009 typpidioksidin vuosikeskiarvot olivat samaa tasoa tai hieman korkeammat kuin edellisenä vuonna.

Otsonipitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä kohonneet pääkaupunkiseudulla. Otsonin kaukokulkeutuminen muualta Euroopasta vaikuttaa selvästi pitoisuuksiin. Pääkaupunkiseudun tausta-aseamalla Luukissa otsonin vuosipitoisuus nousi 1990-luvun alussa ja on pysynyt siitä lähtien lähes ennallaan. Liikenneympäristöissä otsonin pitoisuudet ovat nousseet edelleen myös viimeisen kymmenen vuoden kuluessa, koska otsonia kuluttavien epäpuhtauksien, erityisesti typpimonoksidin, määrä ilmassa on vähentynyt. Vuosipitoisuudet olivat vuonna 2009 hieman matalampia kuin vuonna 2008.

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot olivat hyvin alhaisia. Pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti pääkaupun-

kiseudulla 1970-luvun lopulta, jolloin mittaukset aloitettiin. Viimeisen 10 vuoden aikana pääkaupunkiseudun rikkidioksidipitoisuudet ovat pysyneet suunnilleen samalla tasolla.

Hiilimonoksidipitoisuudet ovat pitkällä aikavälillä yleisesti laskeneet, selvimmin Helsingin keskustassa. Pitoisuudet ovat nykyään kaikilla mittausasemilla matalia.

13.7 PÄÄSTÖT PÄÄOSIN LASKUSSA

Pääkaupunkiseudulla ilman epäpuhtauksien merkittävimmät päästölähteet ovat liikenne, energiantuotanto ja tulisijojen käyttö. Typenoksidipäästöistä noin puolet tulee energiantuotannosta ja noin kolmannes ajoneuvoliikenteestä. Hiukkaspäästöistä ajoneuvoliikenne tuottaa reilun kolmanneksen ja energiantuotanto ja tulisijojen käyttö kumpikin noin neljänneksen. Rikkidioksidipäästöistä valtaosa, noin 90 % vapautuu energiantuotannosta.

Vuonna 2009 rikkidioksidin ja typenoksidien päästöt kasvoivat ja hiukkasten, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden ja hiilimonoksidin päästöt laskivat edellisvuoteen verrattuna. Rikkidioksidin ja typenoksidien päästöjen kasvu johtui energiantuotannon ja kivihiilen käytön kasvusta. Typen oksidien päästöjen kasvua kompensoi raskaan ja autoliikenteen päästöjen lasku.

Pääkaupunkiseudun päästöt vaihtelevat huomattavasti vuosittain, ja kokonaispäästöissä ei ole havaittavissa selkeää trendiä viime vuosien aikana. Vuosien välinen vaihtelu johtuu erityisesti energiantuotannon päästöjen vaihtelusta, johon vaikuttavat muun muassa talven lämpötilat, pohjoismaiset sähkömarkkinat ja vesivoimatilanne sekä päästöoikeuksien hinta.

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

14. Lähdeluettelo

- Aarnio, P., Myllynen, M., Koskentalo, T. 2001. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2000. YTV:n julkaisuja C 2001:8. YTV, 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.
- AuT 2010. Autoalan tiedotuskeskus. Tilastot. Saatavilla: <http://www.aut.fi>.
- EEA, European Environment Agency 2010. Air pollution by ozone across Europe during summer 2009, Technical report 2/2010.
- Espoo 2008a. Espoon kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma vuosille 2008–2016. Ympäristökeskuksen monistesarja 4/2008.
- ELY 2010. Rätty, P. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. Liikenne ja infrastruktuuri -vastuualue. Kirjallinen tiedonanto 9.4.2010.
- Espoo 2010a. Liikenne Espoossa 2009. Espoon kaupunkisuunnittelukeskuksen tutkimuksia ja selvityksiä B 97:2010. Espoon kaupunki.
- Espoo 2010b. Simola, R. Espoon kaupunki. Kaupunkisuunnittelu-keskus. Kirjallinen tiedonanto 8.3.2010.
- Finavia 2010. Ilmailulaitos Finavia. Lentoasemakohtaiset tunnusluvut. Ilmapäästöt 2009.
- Fortum Espoo 2010a. Fortum Power and Heat Oy. Päästöraportit vuodelta 2010.
- Fortum Espoo 2010b. Ahonen, T. Kirjallinen tiedonanto 16.4.2010.
- Granlund-Blomfelt, A-L. 2010. Kauniaisten ympäristötoimi. Kirjallinen tiedonanto 18.3.2010.
- Helsingin Energia 2010a. Päästöraportit vuodelta 2009.
- Helsingin Energia 2010b. Taipale, L. Kirjallinen tiedonanto 20.4.2010.
- Helsinki 2005. Selvitys 4.1 2005 hiekoituksen aiheuttamasta raja-arvon ylittymisestä vuonna 2003. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2008a. Helsingin kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016. Helsingin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2008. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2010a. Liikenteen kehitys Helsingissä vuonna 2009. Helsinki suunnittelee 2010:4. Helsingin kaupunki.
- Helsinki 2010b. Seppälä, H. Helsingin kaupunki. Kaupunkisuunnitteluvirasto. Liikennemääräkartta 2009. [MapInfo-dokumentti].
- Helsinki 2010c. Lyly, O., Puttonen, P., Arovaara, H. & Pasanen, H. Helsingin kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 8.4.2010.
- Honkanen, R. 2010. Vantaan kaupunki, Kuntatekniikan keskus. Kirjallinen tiedonanto 3.5.2010.
- Huuskonen, I., Lehkonen, E., Keskitalo, T., Laita, M. 2010. Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan ilmanlaadun bioindikaattoriseuranta vuonna 2009. Uudenmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksen julkaisuja 4/2010. Helsinki.
- HSY 2010a. Lounasheimo, J. & Niemi, J. Pääkaupunkiseudun ilmastoraportti – päästöjen kehitys 2009 (valmisteilla). HSY julkaisuja 2010.
- HSY 2010b. Tulisijojen käyttö ja päästöt pääkaupunkiseudun pientaloista (luonnos), Gröndahl, T., Makkonen, J., Myllynen, M., Niemi, J. & Tuomi, S. HSY julkaisuja 2010.
- Ilmatieteen laitos 2009. Ilmastokatsaukset vuodelta 2009.
- Ilmatieteen laitos 2010. Ilmastokatsaukset vuodelta 2010.
- IPCC 1997. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual.
- Juopperi, S. 2010. Vantaan kaupungin ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 28.4.2010.
- Järvi, L., Hannuniemi, H., Hussein, T., Junninen, H., Allto, P.P., Hillamo, R., Mäkelä, T., Keronen, P., Siivola, E., Vesala, T., Kulmala, M. 2009. The urban measurement station SMEAR III: Continuous monitoring of air pollution and surface-atmosphere interactions in Helsinki, Finland. Boreal Environment Research 14 (suppl. A): 86–109.
- Kara, J. 2010. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 30.4.2010.
- Kauniainen 2008. Kauniaisten ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Hyväksytty 27.5.2008.
- Keski-Kohtamäki, V. 2009. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Suullinen tiedonanto 6.5.2009.
- Keski-Kohtamäki, V. 2010. Kauniaisten kaupunki, Kuntatekniikka. Kirjallinen tiedonanto 4.5.2010.
- Kupiainen, K., Stojiljkovic, A. 2009. Mannerheimintien PM10-hiukkasten koostumus ja lähteet raja-arvon ylityspäivinä 2008. Helsingin kaupungin rakennusviraston julkaisut 2009:9.
- Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J., Stojiljkovic, A. Malinen, A. 2009. Katupölyn päästöt ja torjunta. KAPU-hankkeen loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/2009.
- Kupiainen, K. 2010. Tutkimustulosten esittely 19.3.2010, kirjallinen tiedonanto. Mannerheimintien PM10-hiukkasten koostumus ja lähteet raja-arvon ylityspäivinä 2009.
- Liikennevirasto 2010. Liikenneviraston tiedote 3.3.2010.
- Loukkola, K., Koskentalo, T., Humaloja, T. 2004. Passiivikeräinmenetelmän uudistaminen syksyllä 2003. Muistio 2/2004, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.

- Malkki, M., Kousa, A. 2005. Ilmanlaadun typpidioksidimääritykset 2004, eri etäisyyksillä, eri korkeuksilla. Muistio 1/2005, YTV Ympäristötoimisto, Helsinki.
- Manni-Loukkola, S. 2006. Espoon kaupungin valmiussuunnitelma koskien varautumista liikenteen aiheuttaman typpidioksidipitoisuuden kohoamiseen. Espoon ympäristökeskus, Monistesarja 6/2006.
- Manni-Loukkola, S. 2010. Espoon ympäristökeskus. Kirjallinen tiedonanto 25.3.2010.
- Myllynen, M., Aarnio, P., Koskentalo, T., Malkki, M., 2006. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2005. YTV:n julkaisuja B 2006:8, Helsinki.
- Myllynen, M., Haaparanta, S., Julkunen, A., Koskentalo, T., Kousa, A., Aarnio, P. 2007. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2006. YTV:n julkaisuja 12/2007. YTV, Helsinki.
- Mäkelä, K. 2010. VTT. kirjallinen tiedonanto 30.4.2010.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Luoto, T., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Martikainen, J., Vehkamäki, H., Hussein, T., Kulmala, M., 2006. Pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodit Etelä-Suomessa jaksolla 1999–2005. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja PJS B2006:18. YTV, Helsinki.
- Niemi, J.V., Saarikoski, S., Aurela, M., Tervahattu, H., Hillamo, R., Westphal, D.L., Aarnio, P., Koskentalo, T., Makkonen, U., Vehkamäki, H., Kulmala, M. 2009. Long-range transport episodes of fine particles in southern Finland during 1999-2007. Atmospheric Environment, 43(2009): 1255 -1264.
- Niemi, J., Väkevä, O., Kousa, A., Weckström, M., Myllynen, M., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2008. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2007. YTV:n julkaisuja 8/2008. YTV, Helsinki.
- Niemi, J., Malkki, M., Myllynen, M., Lounasheimo, J., Kousa, A., Julkunen, A., Koskentalo, T. 2009. Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2008. YTV:n julkaisuja 15/2009. YTV, Helsinki.
- Rusko, N. 2008. Ilmailulaitos Finavia. Kirjallinen tiedonanto 10.4.2008.
- Tammisto, E. 2009. Vantaan kaupunki, Maankäytön ja ympäristön toimiala. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2009.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Räisänen, M. 2005. Tutkimuksia katupölyn koostumuksesta ja lähteistä. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2005:12. YTV, Helsinki.
- Tervahattu, H., Kupiainen, K., Pirjola, L., Viinanen, J. 2007. Tutkimuksia katupölyn vähentämiseen tähtävistä toimenpiteistä. KAPU-projektin loppuraportti. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 14/2007.
- Tilastokeskus 2008. Energiatilasto - Vuosikirja 2007.
- VAHTI 2010. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmä. Poiminnat ilmapäästöraporteista 9.3.2010.
- Valkeapää, V. 2009. Espoon kaupunki, katuylläpito. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2009.
- Valkeapää, V. 2010. Espoon kaupunki, katuylläpito. Kirjallinen tiedonanto 5.5.2010.
- Vantaa 2008a. Vantaan kaupungin ilmansuojelun toimintaohjelma 2008-2016. Ympäristökeskus C14, 2008.
- Vantaa 2010. Virtanen, J. Vantaan kaupunki. Kuntatekniikan keskus. Kirjalliset tiedonannot 9.3.2010 ja 20.4.2010.
- Vantaan Energia 2010b. Päästötiedot vuodelta 2009.
- Vantaan Energia 2010b. Tienhaara, V. Kirjallinen tiedonanto 19.4.2010.
- Viinanen, J. 2007. Helsingin kaupungin varautumissuunnitelma ilman epäpuhtauspitoisuuksien äkilliseen kohoamiseen. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 10/2007.
- VTT 2010a. LIISA 2009. Suomen tieliikenteen pakokaasupäästöjen laskentajärjestelmä. Saatavilla: <http://lipasto.vtt.fi/liisa/index.htm>.
- VTT 2010b. TYKO 2008. Työkoneiden päästömalli. Saatavilla: <http://lipasto.vtt.fi/tyko/malli.htm>.
- Vuorivirta 2010. Helsingin satama. Päästötiedot vuodelta 2009, kirjallinen tiedonanto 15.4.2010.
- Vättö, J. 2009. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Kirjallinen tiedonanto 6.5.2009.
- Vättö, J. 2010. Helsingin kaupungin rakennusvirasto. Kirjallinen tiedonanto 11.5.2010.
- WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulphur dioxide. World Health Organization.
- YTV 2004. Seudullisen joukkoliikenteen poikkeusliikennesuunnitelma typpidioksidiepisodin varalta. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2004:15. YTV, Helsinki.
- YTV 2008a. YTV:n ilmansuojelun toimintaohjelma 2008–2016. YTV:n julkaisuja 10/2008. YTV, Helsinki.
- YTV 2008b. Ilmanlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät pääkaupunkiseudulla. Ilmansuojelun toimintaohjelmien taustatiedot. YTV:n julkaisuja 11/2008. YTV, Helsinki.
- YTV 2009. Pääkaupunkiseudun varautumissuunnitelma ilmanlaadun äkilliseen heikkenemiseen. Luonnos 20.11.2009. Saatavilla: <http://www.hsy.fi/varautumissuunnitelma>.
- Öljyalan Palvelukeskus 2010. Kirjallinen tiedonanto 25.3.2010.

Liite 1. Pitoisuudet 2009

HENGITETTÄVÄT HIUKKASET PM₁₀, PIENHIUKKASET PM_{2,5} JA KOKONAISLEIJUMA TSP

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

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Häm	Koi
1	60	26	24	*	19	21	*	29
2	49	26	24	23	29	24	33	43
3	70	47	35	63	66	46	80	63
4	66	60	57	51	72	65	94	72
5	77	32	23	20	23	24	46	34
6	63	22	22	18	21	22	33	22
7	42	20	18	16	16	18	27	19
8	32	24	23	15	15	18	27	18
9	29	23	22	20	*	19	28	22
10	52	23	18	14	31	23	29	30
11	34	23	21	13	22	19	37	44
12	44	50	30	20	24	32	58	38

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

* tuloksia alle 75 %

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Häm	Koi
1	27	14	14	*	11	11	*	14
2	25	16	16	13	16	14	21	19
3	31	21	19	18	23	19	31	24
4	41	33	28	21	31	28	54	35
5	38	19	16	13	16	16	29	19
6	36	13	13	9	11	11	21	13
7	23	13	12	10	10	12	19	13
8	22	14	13	9	8	11	18	12
9	19	13	14	10	*	10	17	14
10	21	11	11	8	12	9	16	12
11	17	13	13	9	14	11	19	15
12	22	19	15	11	12	17	19	17

* tuloksia alle 75 %

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

	Vuosi-keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	Suurin tuntiarvo	36. suurin vuorokausiarvo (PM ₁₀)
Man	27	88	469	48
Val	17	68	191	27
Kal	15	60	243	23
Var	12	71	425	18
Lep	15	84	418	24
Tik	14	74	186	24
Häm	24	131	415	41
Koi	17	77	229	30
Man PM _{2,5}	9,7	32	186	
Kal PM _{2,5}	8,2	28	63	
Var PM _{2,5}	7,4	39	79	
Lep PM _{2,5}	7,7	29	66	
Tik PM _{2,5}	7,9	37	94	
Luu PM _{2,5}	7,0	25	83	
Kat PM _{2,5}	7,8	36	102	
Häm PM _{2,5}	10,5*	40*	70*	
Tuo PM _{2,5}	11,2	38	108	

PM₁₀ vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

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

PM_{2,5} vuosiraja-arvo on 25 µg/m³.

* tuloksia alle 90 %

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

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo
1	10,4	9,1	*	7,7	7,9	7,4	8,5	*	*
2	14,7	12,3	10,2	10,4	10,3	9,8	10,0	*	16,1
3	12,4	10,9	9,8	10,3	10,0	8,6	9,1	11,8	14,8
4	11,9	9,8	9,6	10,5	10,2	8,8	10,4	13,5	14,6
5	9,6	7,0	6,6	6,5	6,9	6,8	8,3	10,0	9,4
6	9,1	6,7	5,6	5,1	5,5	6,3	6,6	9,3	9,0
7	8,5	6,9	6,4	5,5	6,3	7,1	7,7	11,4	8,4
8	8,3	6,4	5,5	4,4	5,7	6,0	6,5	10,4	8,8
9	8,9	7,3	6,1	*	6,1	5,8	6,7	10,1	8,3
10	6,8	5,6	5,1	6,2	5,5	3,9	4,5	7,4	9,0
11	6,9	7,0	6,9	9,0	7,4	5,1	6,2	8,9	9,2
12	10,3	9,8	9,1	9,1	12,8	8,0	9,6	11,3	14,2

* tuloksia alle 75 %

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) mittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Häm	Koi
1	96	100	95	18	99	100	72	91
2	92	100	99	98	100	100	98	96
3	97	95	100	100	100	100	99	92
4	99	99	96	100	100	100	99	100
5	100	100	99	100	100	100	98	100
6	93	100	100	100	99	100	100	100
7	100	100	100	100	100	100	99	100
8	99	96	99	97	87	100	99	100
9	100	98	99	100	3	100	99	99
10	99	100	100	100	94	100	99	99
11	99	98	98	99	100	100	100	99
12	100	100	99	99	98	98	83	92

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

Kk	Man	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo
1	91	97	18	91	100	99	88	0	56
2	91	99	98	100	100	100	82	30	91
3	96	98	100	100	100	97	93	100	100
4	97	100	100	100	100	100	97	99	98
5	99	100	100	100	100	100	99	99	100
6	99	100	100	99	100	99	100	100	100
7	99	100	100	100	100	98	98	99	99
8	97	97	97	87	100	100	99	99	95
9	96	97	100	3	100	98	98	75	96
10	99	100	100	97	100	98	100	100	100
11	99	99	99	100	100	100	99	100	99
12	99	99	99	98	98	100	93	93	91

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) ja pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) pitoisuuksien vuosikeskiarvot, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	26*	28*	30*	28*	25	27	23	23	23	25	23	20					
Man													30	30	29	28	27
Val					23	22	20	20	19	22	20	17	20	20	19	18	17
Kal							16	15	16	17	16	14	15	17	17	14	15
Var																	12
Lep2					20	23	22	23	25	24	21	19					
Lep3													23	20	20	19	15
Tik						22	20	20	19	22	23	20	23	21	19	17	14
Luu							11	10	11	12	12						
Häm													29				24
Koi																	17
Val (m)	22		19	19	17	17		16	16	16	16						
Man $PM_{2,5}$													11,9	12,2	10,5	10,2	9,7
Val $PM_{2,5}$						12,3	12,9			11,1	10,9						
Kal $PM_{2,5}$							11,1	8,6	8,9	9,6	9,8	8,4	9,3	10,5	8,9	8,5	8,2
Var $PM_{2,5}$																	7,4
Lep3 $PM_{2,5}$																	7,7
Tik $PM_{2,5}$																	7,8
Luu $PM_{2,5}$												8,3		8,9		6,9	6,9
Satama $PM_{2,5}$																8,8 ^a	7,7 ^b
Häm $PM_{2,5}$																	10,5*
Tuo $PM_{2,5}$																	11,2

* Tuloksia alle 90 %.

m= manuaalinen menetelmä

^a=Länsisatama ^b=Katajanokka

TYPPIDIOKSIDI NO₂

Typidioksidin raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
Vuosikeskiarvo	41	23	20	14	21	27	6	16	43	24	25
19. suurin tuntikeskiarvo	169	96	86	68	94	116	43	78	132	106	105
tuntiarvojen 98. %-piste	115	64	57	49	65	72	25	54	95	74	73

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

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

Tuntiohjeeseen verrannolliset typidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	128	71	68	*	66	94	25	63	86	78	82
2	155	79	63	66	91	101	40	57	97	117	90
3	143	79	67	60	75	84	42	60	101	88	84
4	115	76	65	54	70	84	29	64	122	84	87
5	123	71	63	47	58	73	20	71	110	69	74
6	114	60	56	36	50	55	16	57	105	62	56
7	91	46	42	32	40	49	14	48	88	49	49
8	94	62	54	33	45	60	15	54	101	56	58
9	100	57	55	37	57	65	12	49	91	54	63
10	137	70	61	41	61	65	23	51	93	71	63
11	90	67	53	44	65	71	28	49	79	73	72
12	202	177	149	95	99	134	43	108	214	98	145

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

* tuloksia alle 75 %

Vuorokausiohjeeseen verrannolliset typidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	73	36	34	*	38	45	14	35	48	45	50
2	87	43	35	35	50	61	17	26	69	63	64
3	76	35	32	26	39	53	20	27	68	48	56
4	64	41	34	27	38	52	14	32	74	47	58
5	66	36	31	23	31	48	9	33	71	31	49
6	71	34	32	18	31	38	9	30	80	38	39
7	55	27	26	16	26	34	7	20	63	32	32
8	55	34	30	17	23	38	6	25	68	29	37
9	55	33	28	17	30	37	5	22	63	31	37
10	77	38	34	23	36	40	12	24	61	39	39
11	61	41	36	29	43	43	13	29	57	37	46
12	101	64	56	41	66	91	31	49	65	67	71

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

* tuloksia alle 75 %

Typidioksidipitoisuuden tunti- ja vuorokausimaksimit, µg/m³

	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
Tuntimaksimi	253	283	234	133	141	168	49	161	271	144	193
Vuorokausimaksimi	159	144	111	78	81	93	33	88	163	72	103

Typpidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	46	24	22	*	23	28	7	22	36	27	28
2	47	27	23	18	29	33	8	18	43	35	32
3	50	26	23	16	26	31	9	16	48	33	30
4	43	23	20	16	22	29	5	18	48	28	30
5	42	22	19	14	18	26	3	19	48	20	24
6	42	18	15	10	15	22	4	14	45	21	17
7	31	16	14	9	15	21	3	13	40	15	20
8	36	21	17	10	16	25	3	15	45	18	20
9	33	21	17	11	19	26	3	15	43	18	24
10	45	23	20	12	21	25	5	15	38	25	18
11	32	22	20	13	22	26	8	12	39	22	28
12	47	30	27	18	27	31	12	19	41	31	30

* tuloksia alle 75 %

Typpidioksidimitausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	100	100	97	15	99	100	96	84	85	95	91
2	99	100	100	98	99	100	95	85	97	92	96
3	99	98	100	99	100	100	99	93	100	100	92
4	99	99	100	86	100	100	100	99	99	99	100
5	99	100	100	99	99	100	100	99	100	100	100
6	99	100	97	100	100	100	100	100	100	100	100
7	100	99	100	100	100	99	99	99	99	100	100
8	99	100	100	97	99	100	100	98	100	98	100
9	100	99	100	100	99	100	100	100	99	99	99
10	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	99
11	99	98	99	99	99	99	100	100	100	99	99
12	100	100	99	100	99	99	100	93	91	91	92

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot, µg/m³

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

^a=Länsisatama ^b=Katajanokka

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

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	0	0	1	0	0	21	6	0	0	0	0	0	0	0	0					
Man																1	0	4	1	8
Val	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Kal										0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Var																				0
Lep2							1	0	0	0	0	0	0	0						
Lep3															0	0	0	0	0	0
Tik							0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Luu				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Satama																			0 ^a	0 ^b
Häm															0					8
Tuo																				0
Koi																				0
Runeber- ginkatu													0	1						

^a=Länsisatama ^b=Katajanokka

TYPPIMONOKSIDI NO

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

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	30	11	5	*	11	20	0	9	49	22	17
2	27	12	6	6	17	27	2	5	57	29	23
3	25	7	4	2	8	19	-0	5	59	17	14
4	22	6	3	2	7	16	-0	5	50	14	11
5	22	5	3	3	5	13	-0	9	43	9	7
6	26	5	3	3	5	14	-0	8	52	14	6
7	16	4	2	2	5	13	-0	9	42	10	8
8	22	8	3	3	8	21	0	10	52	16	11
9	19	8	3	2	11	23	-0	9	50	16	15
10	44	15	7	4	17	31	0	8	59	32	18
11	23	11	6	2	10	28	1	7	60	19	22
12	63	33	20	14	28	46	2	17	82	47	39

* tuloksia alle 75 %

Typsimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep	Tik	Luu	Kat	Häm	Tuo	Koi
1	100	100	97	15	99	100	96	84	85	95	94
2	99	100	100	98	99	100	95	85	97	92	96
3	99	98	100	99	100	100	99	93	100	100	99
4	99	99	100	86	100	100	100	99	99	99	100
5	99	100	100	99	99	100	100	99	100	100	100
6	99	100	97	100	100	100	100	100	100	100	98
7	100	99	100	100	100	99	99	99	99	100	100
8	99	100	100	97	99	100	100	98	100	98	100
9	100	99	100	100	99	100	100	100	99	99	97
10	99	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
11	99	98	99	99	99	99	100	100	100	99	99
12	100	100	99	100	99	99	100	93	91	91	92

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

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	140	117	96	95	87	64	63	57	57	49	46	43	38	33	31					
Man																31	24	31	26	28
Val	50	43	31	30	31	25	25	20	20	17	17	16	15	15	14	13	11	12	8	11
Kal										8	8	7	7	7	6	6	5	5	4	5
Var																				4
Lep2							38	29	31	28	27	22	16	15	18					
Lep3																15	13	13	10	11
Tik							38	35	39	35	34	30	28	30	36	29	23	23	19	23
Luu				1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
Satama																			14 ^a	8 ^b
Häm																60				54
Tuo																				20
Koi																				16

^a=Länsisatama ^b=Katajanokka

OTSONI O₃

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

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3					
Man																0	0	0	0	2
Kal											0	0	2	0	4	2	11	0	0	2
Var																				2
Tik	0	0	8	3	1	0	4	2	1	2	1	0	3	0	6	1	10	0	4	2
Luu	1	0	14	3	7	4	18	9	5	3	3	0	5	2	9	2	18	1	10	3

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

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

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	0	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	1,1*	0,4	0,6	0,4	0,9	3,0					
Man																0,5	1,6*	0,4	1,0	0,5
Kal											2,0	2,5	4,9	2,3	4,2	2,0	7,0	2,3	4,4	2,6
Var																				3,4
Tik	0,6	1,6	7,2	4,6	3,5	3,8	3,8	5,0	4,0	5,8	3,7	2,4	4,3	3,2	5,7	3,1	7,7	1,8	6,3	2,6
Luu	2,8	1,8	15,7	7,6	6,7	8,1	8,1	11,2	6,4	11,0	6,6	6,7	9,8	8,9	8,2	5,1	13,8	4,3	9,7	5,4

* Tuloksia alle 90 %.

Otsonipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot, µg/m³

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

Otsonipitoisuuden suurimmat vuorokausikeskiarvot, µg/m³

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

Otsonipitoisuuden vuosikeskiarvot, µg/m³

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	17	23	28	30	32	35	35	37	36	40	38	39	41	40	44					
Man																37		35	38	37
Kal											45	46	49	45	48	48	51	45	48	46
Var																				46
Tik	31	35	43	40	39	44	45	44	43	46	44	43	46	44	46	46	49	43	46	42
Luu	41	44	54	48	48	53	54	54	51	55	52	53	55	52	53	54	58	50	52	49

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

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	26	32	*	30	40
2	33	42	45	40	49
3	44	57	60	55	65
4	55	65	65	61	72
5	56	70	67	65	74
6	40	54	52	51	55
7	45	58	52	50	53
8	36	45	40	41	41
9	39	46	42	41	46
10	20	27	28	27	30
11	25	28	31	26	33
12	*	23	27	23	26

* tuloksia alle 75 %

Otsonimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	100	91	23	99	100
2	98	99	98	100	99
3	96	100	100	99	99
4	99	100	100	100	99
5	99	99	99	100	100
6	99	100	100	100	95
7	100	99	99	99	97
8	100	99	96	93	100
9	100	100	100	100	100
10	99	100	100	100	99
11	86	98	99	100	100
12	54	99	100	100	99

RIKKIDIOKSIDI SO₂

Rikkidioksidin raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet, µg/m³

	Val	Luu	Kat
Vuosikeskiarvo	3	1	5
4. suurin vuorokausiarvo	12	7	17
25. suurin tuntikeskiarvo	26	15	66

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

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

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

Tuntiohjeeseen verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Val	Luu	Kat
1	24	7	42
2	22	16	31
3	16	19	32
4	12	9	40
5	22	5	54
6	10	5	40
7	16	7	62
8	16	3	69
9	8	2	43
10	12	2	23
11	25	5	36
12	19	7	24

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

Rikkidioksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, µg/m³

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

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot, µg/m³

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

^a=Länsisatama ^b=Katajanokka

Vuorokausiohjeeseen verrannolliset rikkidioksidipitoisuudet, µg/m³

Kk	Val	Luu	Kat
1	14	3	16
2	11	6	12
3	7	7	10
4	5	5	12
5	7	2	12
6	4	3	8
7	4	2	17
8	6	2	16
9	3	1	11
10	5	0	7
11	8	2	8
12	11	4	9

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

Rikkidioksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Val	Luu	Kat
1	100	100	88
2	99	99	85
3	99	99	93
4	99	99	99
5	100	100	100
6	100	99	100
7	96	100	100
8	100	100	99
9	98	100	100
10	100	100	100
11	98	100	100
12	100	100	93

HIILIMONOKSIDI CO

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 20 mg/m³.
* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat 8 tunnin liukuvat keskiarvot, mg/m³

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

Ohjearvo on 8 mg/m³.
Raja-arvo on 10 mg/m³.
* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidipitoisuuden kuukausikeskiarvot, mg/m³

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

* tuloksia alle 75 %

Hiilimonoksidimittausten ajallinen edustavuus, %

Kk	Man	Var	Tik
1	99	6	100
2	98	99	100
3	95	100	99
4	87	100	99
5	86	100	99
6	98	100	100
7	94	100	99
8	97	90	90
9	100	100	100
10	95	100	100
11	100	99	99
12	100	100	100

Hiilimonoksidipitoisuuden vuosikeskiarvot, mg/m³

	'90	'91	'92	'93	'94	'95	'96	'97	'98	'99	'00	'01	'02	'03	'04	'05	'06	'07	'08	'09
Töö	1,5	1,3	1,1	1,1	1,0	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,5	0,6	0,5					
Man																0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Val	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3					
Var																				0,2
Lep2							0,6	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4					
Lep3																0,3	0,3	0,3	0,2	
Tik							0,6	0,6	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5	0,6	0,5	0,6	0,3	0,3	0,3	0,3

HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET VOC JA BENTSO(A)PYREENI

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden vuosikeskiarvot, ng/m³

Bentseeni	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Töölö	2070	1770	1530						
Kallio	1050		970	1190	828	854	577	700	600
Leppävaara 2		1290							
Tikkurila	1900		1610	1880	1694	1496	1017	930	1020
Luukki		710	710						
Lintuvaara					1055				
Töölöntulli						1751			
Lentoasema							652		
Itä-Hakkila								800	
Vartiokylä									710
Tolueneeni	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Töölö	6600	5310	4070						
Kallio	3030		2090	2680	1835	1679	1230	1300	1060
Leppävaara 2		3450							
Tikkurila	6020		4420	5850	4550	4034	2861	2600	2590
Luukki		780	630						
Lintuvaara					2186				
Töölöntulli						4670			
Lentoasema							1012		
Itä-Hakkila								1500	
Vartiokylä									1240
Ksyleenit	2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Töölö	5770	5000	3560						
Kallio	2620		1790	2570	1620	1482	1740	1100	1080
Leppävaara 2		3200							
Tikkurila	6330		4550	6260	4707	4778	3586	2800	3010
Luukki		740	400						
Lintuvaara					1519				
Töölöntulli						4248			
Lentoasema							961		
Itä-Hakkila								1300	
Vartiokylä									1040

Bentseenin vuosiraja-arvo on 5 µg/m³

Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo, ng/m³

	2007	2008	2009
Kallio	0,3	0,2	0,3
Unioninkatu	0,3		
Itä-Hakkila		1,1	
Vartiokylä			0,5

Vuosittavoitearvo on 1 ng/m³.

Bentso(a)pyreenin kk-keskiarvo, ng/m³

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

Vuosittavoitearvo on 1 ng/m³.

RASKASMETALLIT

Raskasmetallipitoisuuksien vuosikeskiarvot, ng/m³. Vuonna 2009 pitoisuudet mitattiin PM₁₀-näytteistä ja sitä ennen TSP-näytteistä.

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

As = arseeni Vuositavoitearvo on 6 ng/m³.

* alle määrittämissä rajat

Ni = nikkeli Vuositavoitearvo on 20 ng/m³.

Cd = kadmium Vuositavoitearvo on 5 ng/m³.

Pb = lyijy Vuositavoitearvo on 0,5 µg/m³.

PITOISUUDET KERÄINMENETELMILLÄ

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

NO ₂ Helsinki									
Paikkanro	1	2	3	29	30	31	32	33	34
Kk	Hämeentie	Hämeentie	Niinisaa- rentie	Kataja- harju	Kataja- harju	Kataja- harju	Kataja- harju	Kataja- harju	Kataja- harju
1	45	37	22	31	27	37	27	22	18
2	46	42	19	30	22	33	25	20	20
3	45	49	20	30	21	37	26	21	21
4	39	42	18	22	15	28	22	17	16
5	46	41	17		16	29	25	17	15
6	40	44	14	22	16	25	21	16	15
7	36	39	12		12	19	18	13	11
8	47	46	14	27	18	29	22	17	15
9	44	44	15	32	22	32	21	17	15
10	44	39	15	25	24	33	22	18	16
11	39	39	14	26	14	25	25	18	18
12	50	48	24	37	30	40	30	26	23
Keskiarvo	43	43	17	28	20	31	24	19	17

Vuosiraja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO ₂ Helsinki										
Paikkanro	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
Kk	Länsisa- tama	Lönnro- tinkatu	Etelä- ranta	Kataja- nokka	Runeber- ginkatu	Norden- skiöldin aukio	Päiväri- nankatu	Päiväri- nankatu	Töölön- tulli	Lääkäri- katu
1		34	27	25	37	33	24	28	59	26
2	20	33	21	17	43	33	24	27	60	27
3	20	33	23	16	42	32	24	28	61	24
4	13	28	22	16	32	25	19	22	47	22
5	15	36	25	18	38	29	21	22	51	25
6	16	32	24	16	41	34	21	25	55	19
7	12	25	18	13	25	21	14	17	37	18
8	15	35	22	18	34	29	19	23	49	23
9	15	37	23	18	31	31	19	21	49	25
10	21	35	24	19	46	40	26	31	56	23
11	19	29	19	15	37	31	22	24	45	28
12	29	37	28	23	49	40	34	32	57	29
Keskiarvo	18	33	23	18	38	31	22	25	52	24

Vuosiraja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO ₂ Espoo									
Paikkanro	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kk	Auroran- portti	Auroran- portti	Auroran- portti	Auroran- portti	Auroran- portti	Tuomarila	Tuomarila	Tuomarila	Tuomarila
1	27	24	20	18	12	31	29	25	22
2	30	26	25	25	20	37	32	29	25
3	26	23	20	23	17	33	29	24	23
4	19	17	18			25	23	18	16
5	20	17	17	14	11	21	17	15	14
6	19		13	15	12	26	22	17	16
7	17	13	14	16	10	16	13	11	10
8	19	18	15	16	11	23	20	13	13
9	21	20	17	13	10	23	18	13	11
10	24	22	18	19	16	28	28	21	20
11	21	19	18	27	19	27	20	18	17
12	29	27	27	27	23	42	39	33	30
Keskiarvo	23	21	19	19	15	28	24	20	18

Vuosiraja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

NO ₂	Espoo			Kauniainen			Vantaa		
Paikkanro	25	26	27	28	4	5	6	7	8
Kk	Tuomarila	Tuomarila	Kauniainen	Kauniainen	Vaarala	Vaarala	Vaarala	Vaarala	Vaarala
1	25	21	19	23		39	35	29	28
2	24	22	21	30	38	38	31	29	26
3	24	22	20	26	32	35	27	25	23
4	20	17	13	17	29	31	26	22	19
5	17	16	10	14	25	30	24	21	18
6	14	12	11	16	26	23	18	15	15
7	12	11	8	11	18	22	20	16	14
8	16	16	13	17	26	28	24	19	18
9	19	18	10	15	23	30	26	23	20
10	18	17	18	22	27	31	22	22	18
11	18	18	15	24	29	31	25	23	21
12	25	25	28	35	42	37	31	31	28
Keskiarvo	19	18	16	21	29	31	26	23	21

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

NO ₂	Vantaa						
Paikkanro	9	10	11	12	13	14	15
Kk	Koivukylänväylä	Koivutie	Koivuhaka	Koivuhaka	Koivuhaka	Koivuhaka	Koivuhaka
1	23	20	31	31	27	28	31
2	23	21	34	32	31	29	32
3	18	18	29	27	25	24	30
4	15	13	27	25	23	23	
5	11	11	21	23	20	20	22
6	10	9	18	18	15	14	19
7	9	9	20	20	19	4	13
8	13	14	25	26	20	20	18
9	14	13	27	27	22	20	20
10	16	17	22	20	19	20	26
11	19	17	29	31	28	25	21
12	26	26	33	30	32	29	35
Keskiarvo	16	16	26	26	23	21	24

Vuosiraja-arvo on 40 µg/m³.

NO ₂	Helsinki		
Paikkanro	105	106	107
Kk	Katajanokka	Katajanokka	Katajanokka
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10	23	32	23
11	22	29	24
12		31	29
Keskiarvo	23	31	25

SO ₂	Helsinki					
Paikkanro	35	37	38	105	106	107
Kk	Länsisatama	Eteläsatama	Katajanokka	Katajanokka	Katajanokka	Katajanokka
1		7	9			
2	7	5	6			
3	5	5	4			
4	3	4	4			
5	4	5	5			
6	3	4	3			
7	5	4	6			
8	5	4	6			
9	4	3	4			
10	5	2	3	2	3	3
11	10	3	3	4	5	4
12	7	4	5		5	5
Keskiarvo	5	4	5	3	4	4

KEVÄTKAUSI 2010

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	T-tul	Nii	Myy
1	36	29	30	32	*	38	31	36	26
2	32	28	25	28	31	39	30	36	28
3	39	25	15	18	20	33	77	40	50
4	68	74	51	35	86	73	152	82	92

Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

* tuloksia alle 75 %

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	T-tul	Nii	Myy
1	19	16	15	15	*	19	20	19	15
2	21	18	15	15	15	19	19	19	15
3	16	12	11	9	12	15	22	19	13
4	35	29	23	18	32	34	56	39	34

* tuloksia alle 75 %

Pienhiukkaspitoisuuksien ($PM_{2,5}$) kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, mg/m^3

Kk	Man	Kal	Var	Lep 4	Tik	Luu	E-ran	T-tul
1	13	12	13	*	16	12	13	17
2	15	12	12	12	15	12	13	16
3	9	7	7	7	10	6	7	11
4	11	9	9	11	12	7	9	12

* tuloksia alle 75 %

Typidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	Luu	E-ran	T-tul	Nii	Myy
1	109	90	77	85	*	131	62	71	130	91	100
2	102	81	72	75	110	103	53	64	131	99	90
3	118	86	78	68	101	111	35	66	143	86	96
4	122	89	79	60	81	82	28	67	124	73	77

Ohjearvo on $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

* tuloksia alle 75 %

Typidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	Luu	E-ran	T-tul	Nii	Myy
1	73	61	58	56	*	80	52	52	87	58	72
2	68	54	50	48	67	64	38	46	85	55	60
3	67	47	38	34	54	61	22	34	92	40	52
4	65	48	42	38	48	49	17	37	71	34	49

Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

* tuloksia alle 75 %

Typidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	Luu	E-ran	T-tul	Nii	Myy
1	50	39	35	30	*	45	19	30	66	34	42
2	46	34	30	24	39	37	14	24	59	30	35
3	44	28	25	22	37	38	7	22	58	25	33
4	42	27	23	19	31	32	6	21	50	23	26

* tuloksia alle 75 %

Typinmonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Val	Kal	Var	Lep 4	Tik	Luu	E-ran	T-tul	Nii	Myy
1	44	21	11	14	*	46	2	19	110	19	42
2	35	14	7	7	29	31	2	16	91	17	30
3	28	10	5	4	23	28	1	11	74	11	26
4	23	10	3	3	16	21	0	9	55	9	18

* tuloksia alle 75 %

Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Man	Kal	Var	Tik	Luu
1	*	29	31	26	38
2	31	39	44	39	48
3	43	54	57	49	65
4	45	57	55	51	62

* tuloksia alle 75 %

Rikkidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	E-ran
1	22	24	26
2	21	17	27
3	9	9	18
4	10	11	28

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

Rikkidioksidin vrk-ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	E-ran
1	14	13	13
2	12	8	12
3	4	3	5
4	4	4	7

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

Rikkidioksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Kk	Val	Luu	E-ran
1	6	4	6
2	6	4	6
3	2	1	3
4	2	1	4

Hiilimonoksidipitoisuuden suurimmat tuntikeskiarvot kevätkaudella 2010, mg/m^3

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

Ohjearvo on 20 mg/m^3 .

Hiilimonoksidipitoisuuden korkeimmat 8h keskiarvot kevätkaudella 2010, mg/m^3

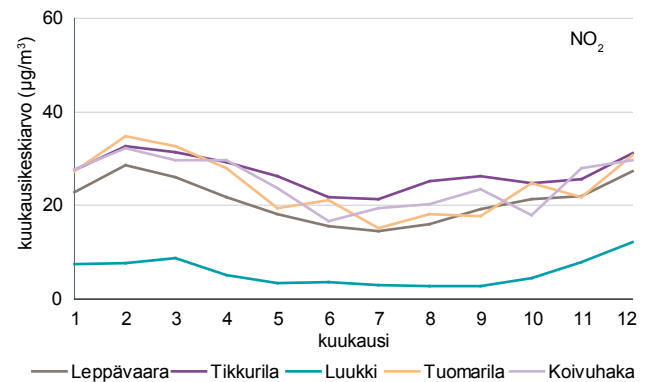
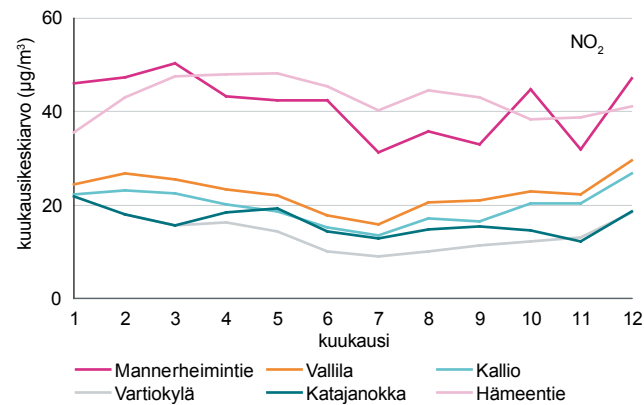
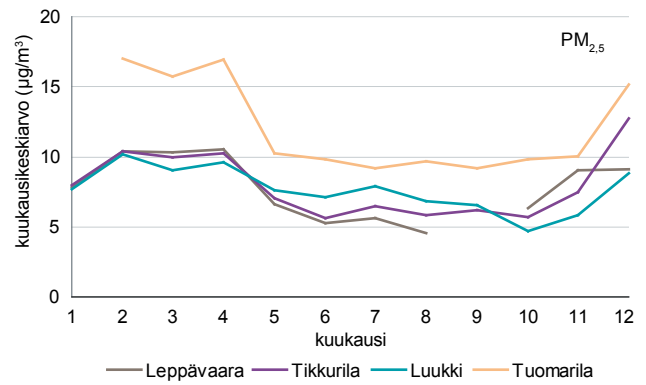
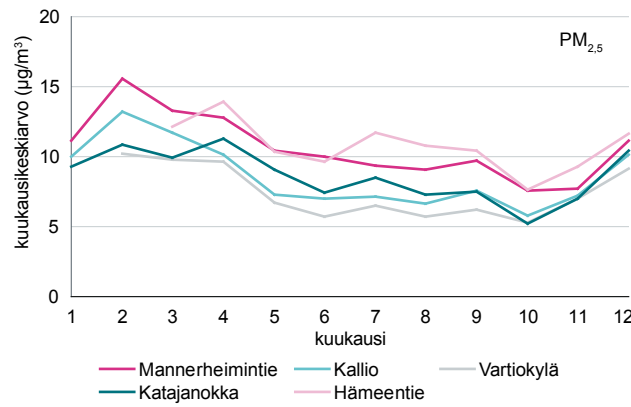
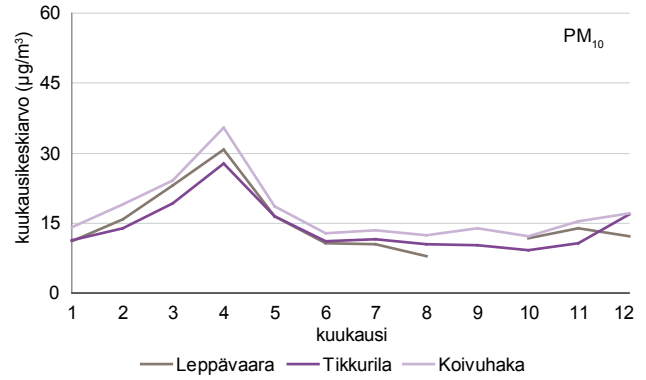
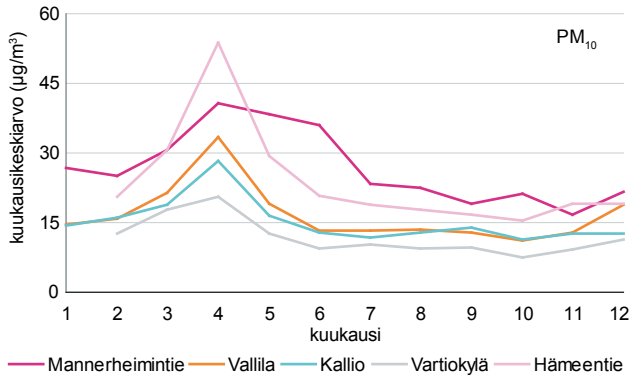
Kk	Man	Var	Tik
1	0,9	1,5	2,0
2	0,7	0,9	1,3
3	0,5	0,8	1,0
4	0,7	0,6	0,7

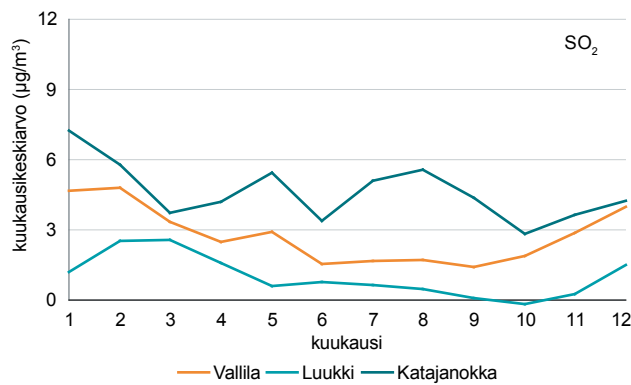
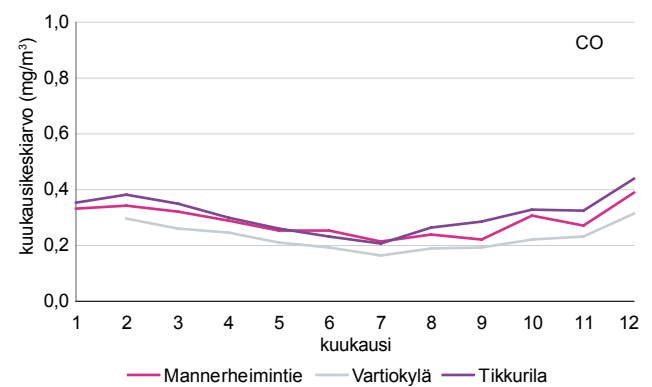
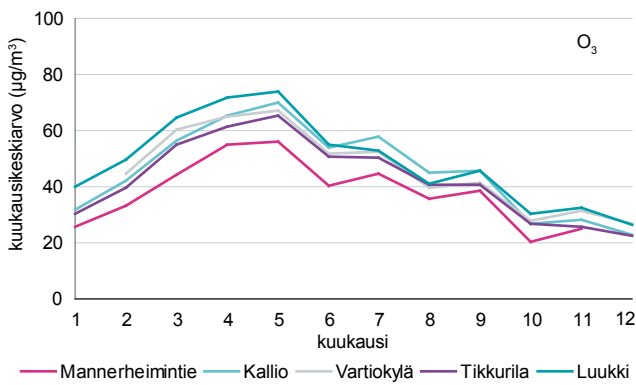
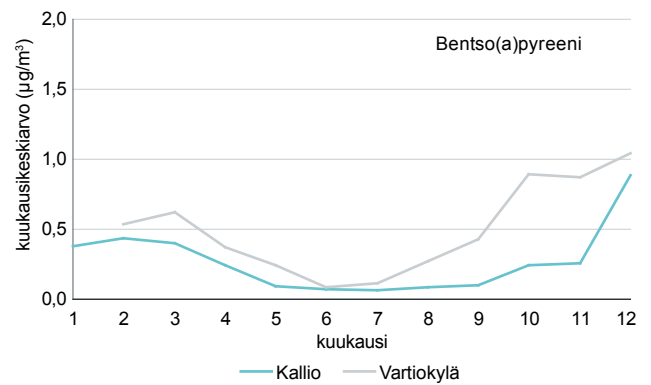
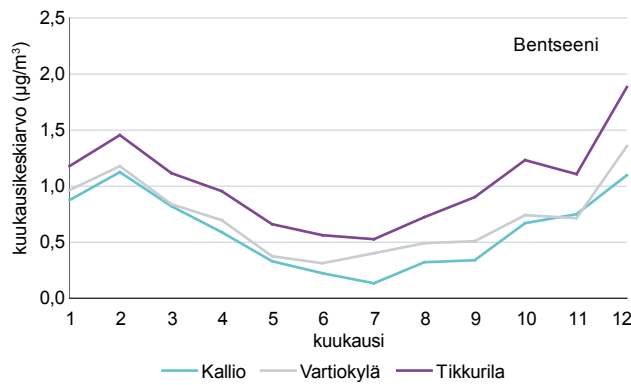
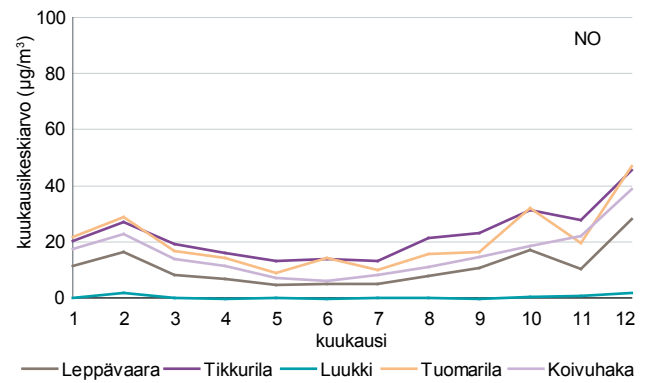
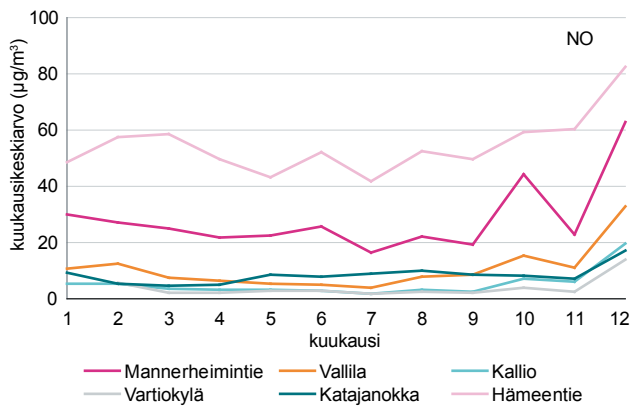
Ohjearvo on 8 mg/m^3 .
Raja-arvo on 10 mg/m^3 .

Hiilimonoksidipitoisuuksien kuukausikeskiarvot kevätkaudella 2010, mg/m^3

Kk	Man	Var	Tik
1	0,4	0,4	0,5
2	0,4	0,3	0,4
3	0,3	0,3	0,4
4	0,3	0,3	0,3

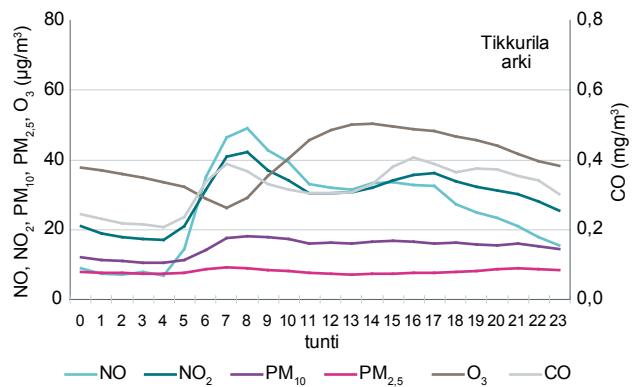
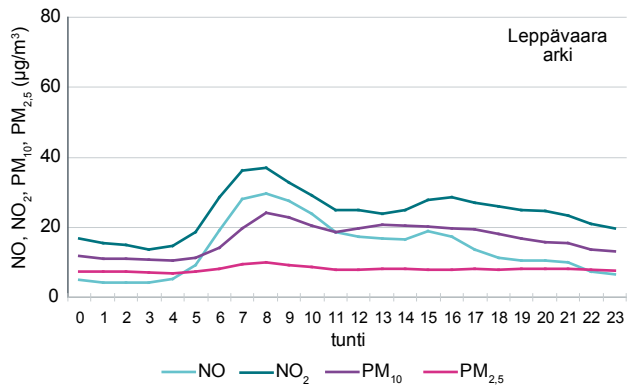
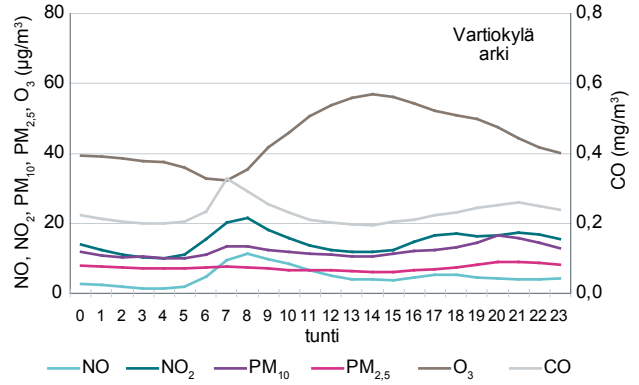
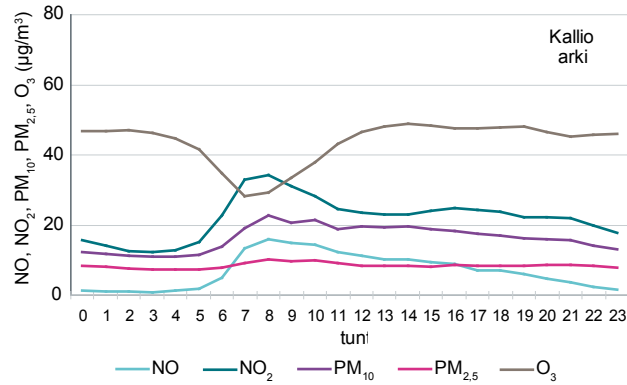
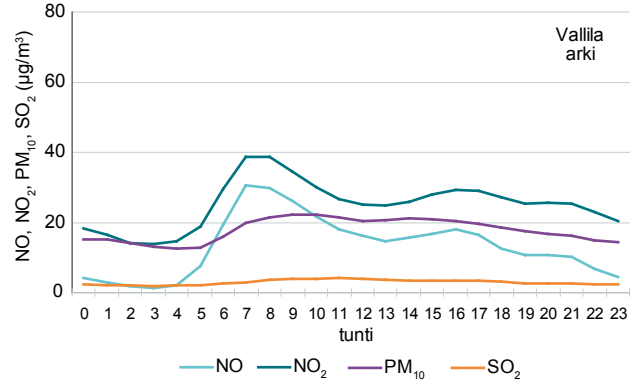
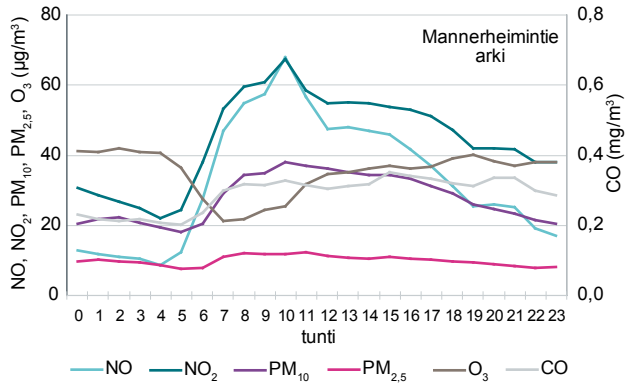
Liite 2. Kuukausikeskiarvot

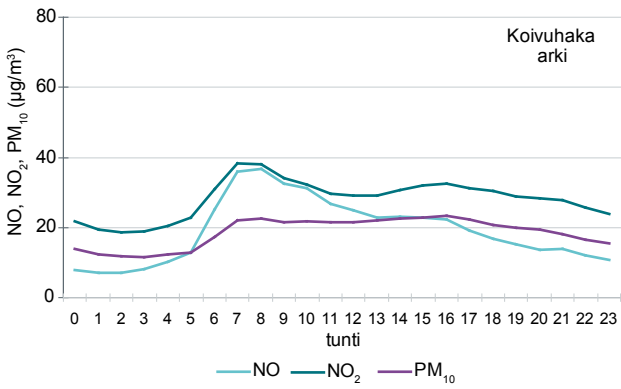
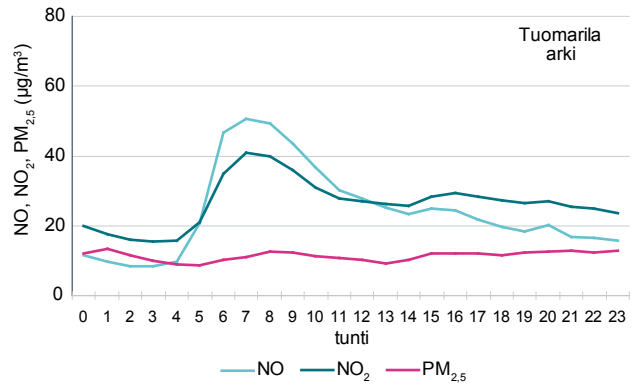
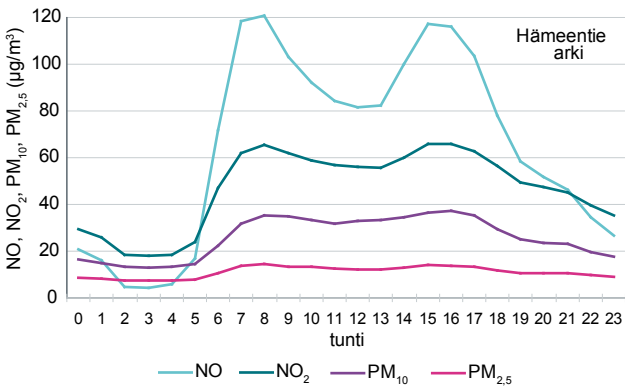
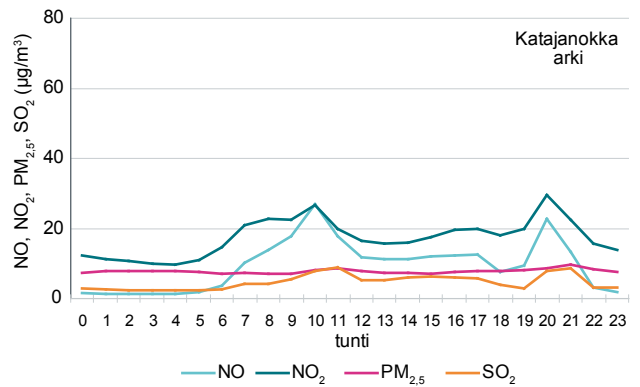
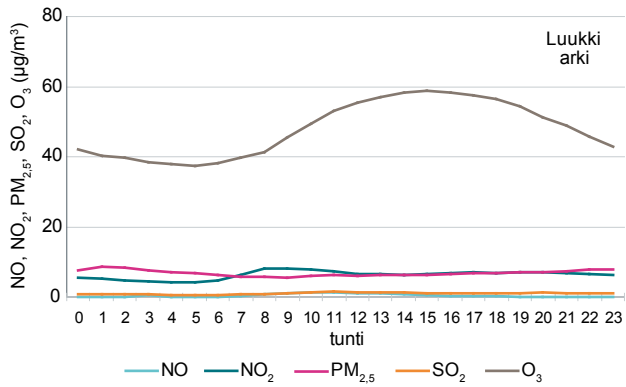




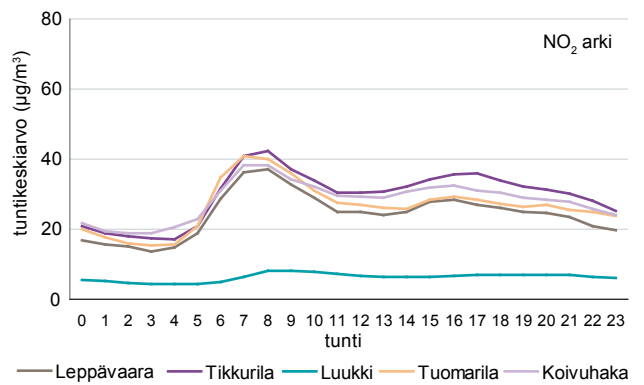
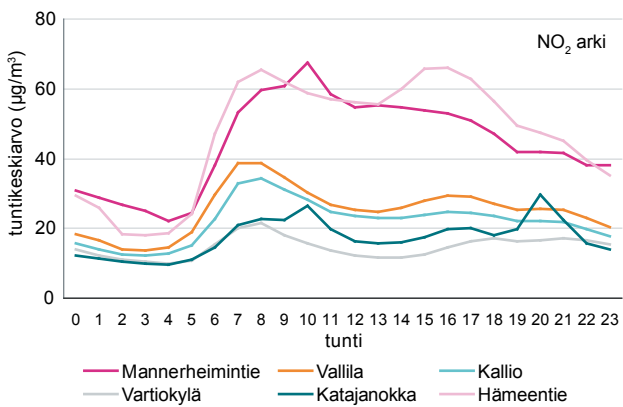
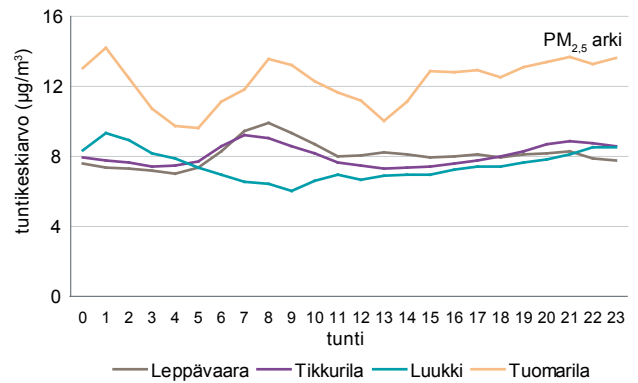
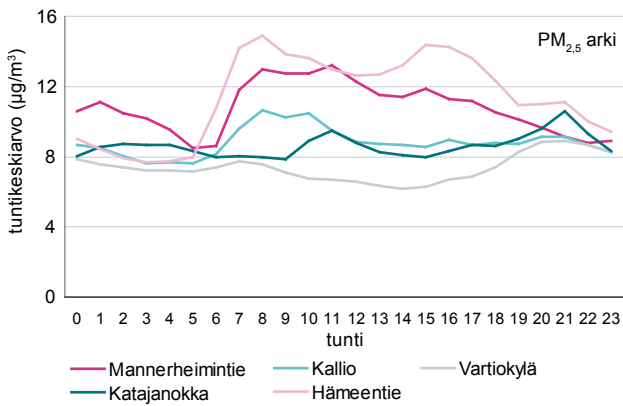
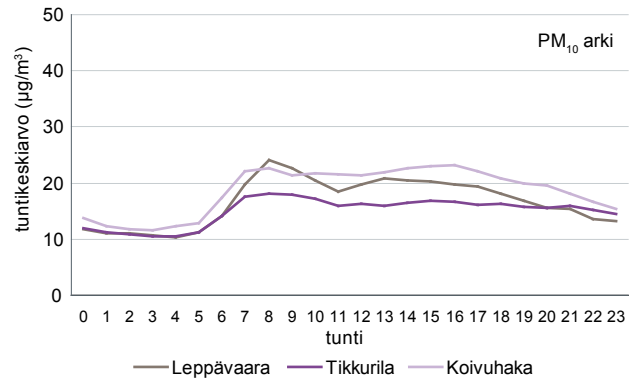
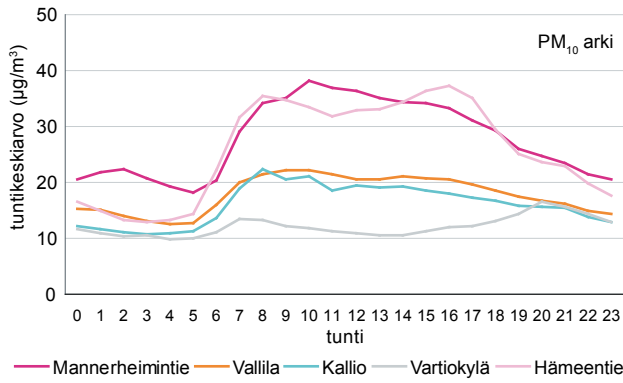
Liite 3. Vuorokaudenaikaisvaihtelut

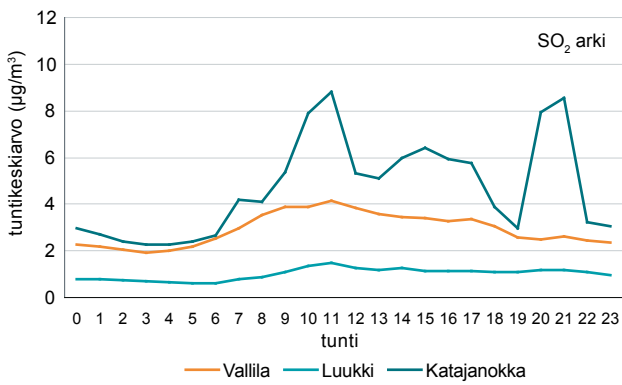
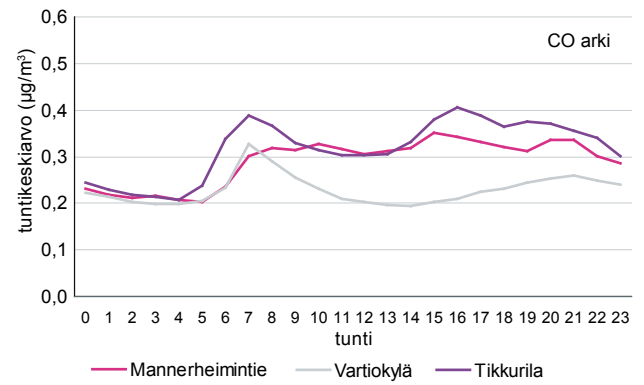
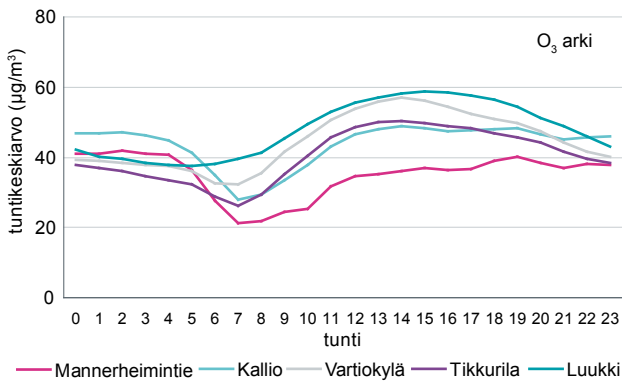
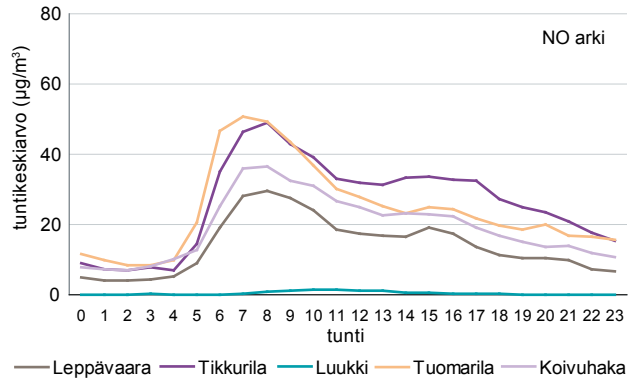
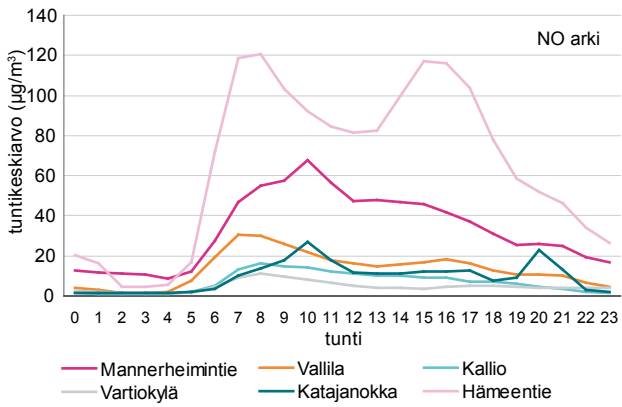
ASEMITTAIN





EPÄPUHTAUKSITTAIN





Liite 4. HSY:n ilmanlaadun mittausverkko ja mittausasemat

MITTAUSVERKON TOIMINTA VUONNA 2009

MITTAUSASEMAT

Vuonna 2009 pääkaupunkiseudun mittausverkkoon kuului seitsemän pysyvää nk. monikomponenttiasemaa (Mannerheimintie, Vallila, Kallio, Vartiokylä, Leppävaara, Luukki ja Tikkurila (Heureka ja Neilikkatie). Ilmanlaatua mittaavien asemien lisäksi mittausverkkoon kuuluu meteorologinen asema, joka sijaitsee Itä-Pasilassa. Siirrettävät ilmanlaadun mittausasemat oli sijoitettu Helsingissä Hämeentielle, Espoossa Tuomarilaan ja Vantaalla Koivuhakaan. Sata-toimintojen vaikutusta ilmanlaatuun selvitettiin Katajanokalla vuoden 2009 ajan. Mittausasemien sijainti, niiden ympäristö ja pitoisuuksiin vaikuttavat tekijät sekä mitattavat parametrit, näytteenottokorkeudet, laitteet ja menetelmät on kuvattu seuraavilla sivuilla.

MITTAUSASEMIEN TOIMINTA

Lähes kaikilta pysyvillä mittausasemilla saatiin kaikkina kuukausina riittävästi mittauksia ohjearvoihin vertaamiseksi. Leppävaaran PM₁₀ ja PM_{2,5} -tuloksia menetettiin syyskuussa laiterikon takia. Vartiokylän uuden mittausaseman perustaminen viivästyi tammikuussa. Raja-arvoihin vertaamiseksi tuloksia saatiin vuoden aikana riittävästi kaikilta pysyviltä asemilta.

Siirrettävien asemien mittaukset saatiin käynnistettyä heti tammikuun alusta. Mittauksia saatiin ohjearvoihin vertaamiseksi riittävä määrä lähes kaikista mittauksista. Hämeentien PM₁₀-mittauksissa oli ongelmia tammikuussa, jolloin tuloksia menetettiin yli 25 %. Raja-arvoihin vertaamiseen riittävä määrä tuloksia saatiin kaikista muista mittauksista paitsi Hämeentien pienhiukkasmittauksista.

REAALIAIKAINEN RAPORTOINTI

Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu tiedot samoin kuin ilmanlaatuindeksin arvot ovat nähtävissä reaaliaikaisesti Internetissä HSY:n kotisivuilla www.hsy.fi ja Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä Ilmanlaatuportaalissa www.ilmanlaatu.fi. Osa tuloksista välitetään myös Tiedekeskus Heureka yleisönäyttelyyn ja Villa Elfvikin yleisötilojen monitoreille, Kallion ja Mannerheimintien mittausasemien viereisille yleisönäyttöille sekä useille HSL:n infotauluille (luku 8).

MITTAUSMENETELMÄT JA MITTALAITTEET

Raskasmetallipitoisuudet määritettiin hengitettävien hiukkasten näytteistä, jotka kerättiin Micro PNS referenssi-

räimillä, joissa virtaus on 2,3 m³ tunnissa. Suodattimina käytettiin teflonsuodattimia, joiden halkaisija oli 47 mm. Metallit analysoitiin kuukauden kokoomanäytteistä ICP-MS-laitteistolla (HP 4500). Raskasmetallianalyysit tehtiin Helsingin kaupungin organisaatioon kuuluvassa Metropolilab- testauslaboratoriossa.

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

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

Typpidioksidi- ja rikkidioksidi-pitoisuuksien passiivikeräinmäärityksissä käytettiin IVL-keräimiä. Typpidioksidi absorboitiin natriumhydroksidin ja natriumjodidin seoksella ja rikkidioksidi vetyperoksidilla impregnoituille suodattimille. Keräysaika oli yksi kuukausi. Näytteistä analysoitiin nitriittipitoisuus Griess-Salzmännin menetelmällä spektrofotometrisesti ja sulfaattipitoisuus ionikromatografisesti Metropolilab- testauslaboratoriossa.

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

Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten referenssimenetelmiksi on määritelty keräinmenetelmät, mutta HSY käyttää pitoisuuksien mittaamiseen jatkuvatoimisia menetelmiä. Tulosten yhteneväisyyden osoittamiseksi Ilmatieteen laitos ja YTV (nykyinen HSY) vertasivat Vallilassa syksystä 2000 kesään 2001 jatkuvatoimisia laitteita (TEOM ja FH 62 I-R) ja Kleinfitergerätiä, joka on yksi referenssi-keräimistä. Vertailun mukaan jatkuvatoimiset laitteet antoivat referenssimenetelmän kanssa riittävän yhdenmukaisia tuloksia eikä korjauskorjainta tarvita. Vuoden 2008 alussa otettiin käyttöön uuden tyyppinen jatkuvatoiminen hiukkasmittalaite (Grimm Model 180). Grimmin PM₁₀-tulokset on korjattu kertoimella 0,82. Ilmatieteen laitos on tehnyt uuden laitevertailun eri hiukkaslaitteiden ekvivalenttisyyden osoittamiseksi. Hengitettävien hiukkasten osalta uusia

korjauskertoimia ei ole vielä huomioitu tulosten laskennassa.

Myös pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) mittauksissa HSY käyttää jatkuvatomaisia laitteita. Kaikkien tässä raportissa olevien tulosten laskennassa on käytetty eri menetelmille seuraavia korjausyhtälöitä: (FH 62 I-R x 1,35 - 0,7); (Teom x 1,25 + 1,6) ja (Grimm x 0,75 - 0,3). Mikäli laitteissa on omia sisäisiä korjauskertoimia, ne on poistettu ennen tulosten korjausta.

MITTALAITTEIDEN KALIBROINTI JA HUOLTO

Mittalaitteet kalibroidaan mittaussuunnitelmassa määriteltyin välijoin ja huolletaan säännöllisesti laitetoimittajien ohjeiden mukaisesti. Huollon yhteydessä määritetään laitteiden toistettavuus ja tehdään monipistekalibrointi laitteiden lineaarisuuden selvittämiseksi sekä määritetään typenoksidianalysaattoreiden NO_2 -konvertterin hyötysuhde, jota käytetään hyväksi tulosten laskennassa. Vuoden 2002 alussa typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiilimonoksidianalysaattoreiden kalibroinnissa otettiin käyttöön uusi kalibrointimenetelmä: kenttäkalibroinneissa kalibroitikaasut tuotettiin käyttämällä Horiba APMC 360 -laimenninta ja aiempaa väkevämpiä kaasupulloja. Kaasupullojen pitoisuudet sekä laimentimesta syötettyjen kalibroitikaasujen pitoisuudet määritettiin kansallisessa referenssilaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella.

Typenoksidianalysaattoreiden NO - ja NO_x -kanavat kalibroidaan kerran kuussa nollakaasulla ja kalibroitikaasulla, jonka pitoisuus oli 800 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 200, 400, 600 ja 800 ppb. Kalibroitikaasut tuotettiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 10 ppm. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysaattorin NO_2 -konvertterin hyötysuhde. Ennen kalibroitierrosta kenttäkalibroinnissa käytettävän kaasun pitoisuutta verrattiin toisella laimentimella väkevämmästä NO -pullosta (pitoisuus 24 ppm, tarkkuus 2 %) tuotettuun kaasuun.

Typenoksidianalysaattoreille on tehty pysyvillä mittausasemilla automaattinen nolla- ja aluetason tarkistus laimealla NO -kaasulla (noin 700 ppb) kerran viikossa. Siirrettävillä mittausasemilla on tehty automaattinen nollan tarkistus päivittäin. Näiden tarkistusten avulla on seurattu laitteiden stabiiliutta ja toimintaa. Tuloksia ei niiden perusteella ole kuitenkaan korjattu.

Rikkidioksidi-analysaattorit kalibroidaan joka toinen kuukausi nollakaasulla ja kaasulla, jonka rikkidioksidipitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 80, 120 ja 160 ppb. Kalibroitikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 1 ppm. Kalibroitikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibroitierrosta väkevämmästä SO_2 -pullosta (pitoisuus 10 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Rikkidioksidi-analysaattoreissa on ollut käytössä myös päivittäinen automaattinen nolla- ja aluetason tarkistus. Näiden tarkistusten avulla on seurattu laitteiden stabiiliutta, mutta tuloksia ei niiden perusteella ole kuitenkaan korjattu. Hiilimonoksidianalysaattorit kalibroidaan joka kolmas kuukausi nollakaasulla ja kaasulla, jonka hiilidioksidipitoisuus oli 16 ppm. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 4, 8, 12 ja 16 ppm. Kalibroitikaasu saatiin laimentamalla kaasua, jonka pitoisuus oli 150 ppm. Kalibroitikaasun pitoisuutta seurattiin myös vertaamalla sitä ennen kalibroitierrosta toisesta CO -pullosta (pitoisuus 150 ppm, tarkkuus 2 %) laimentamalla saatuun kaasuun.

Otsonianalysaattorit kalibroidaan kerran kuussa nollakaasulla ja kaasulla, jonka pitoisuus oli 160 ppb. Laitteiden lineaarisuus tarkistettiin kerran vuodessa monipistekalibroinnilla käyttäen seuraavia pitoisuuksia: 0, 40, 60, 80, 160 ppb. Monipistekalibroinnin yhteydessä tarkastettiin myös analysaattorin O_3 -scrubberin hyötysuhde. Kalibroinnit suoritettiin vertaamalla otsonilaitteita referenssianalysaattoriin (API MODEL 703 E), jossa on otsonilähde. Tämä laite puolestaan kalibroidaan vertaamalla Ilmatieteen laitoksen standardifotometriin (SPR#37).

Jatkuvatomisten hiukkasanalysaattoreiden virtaukset on kalibroitu puolen vuoden välein Bronchorst massavirtamittarin avulla. Massamittauksen kalibrointi on tehty kerran vuodessa TEOM:lle määrittämällä värähtelytaajuus tunnetulla massalla. FH 62 I-R:n massanmittaus on kalibroitu puolen vuoden välein mittaamalla kalibroitilevyn β -säteilyn absorptio.

PM_{10} -referenssikeräinten (MicroPNS) virtaukset on kalibroitu puolen vuoden välein Bronchorst massavirtamittarin avulla.

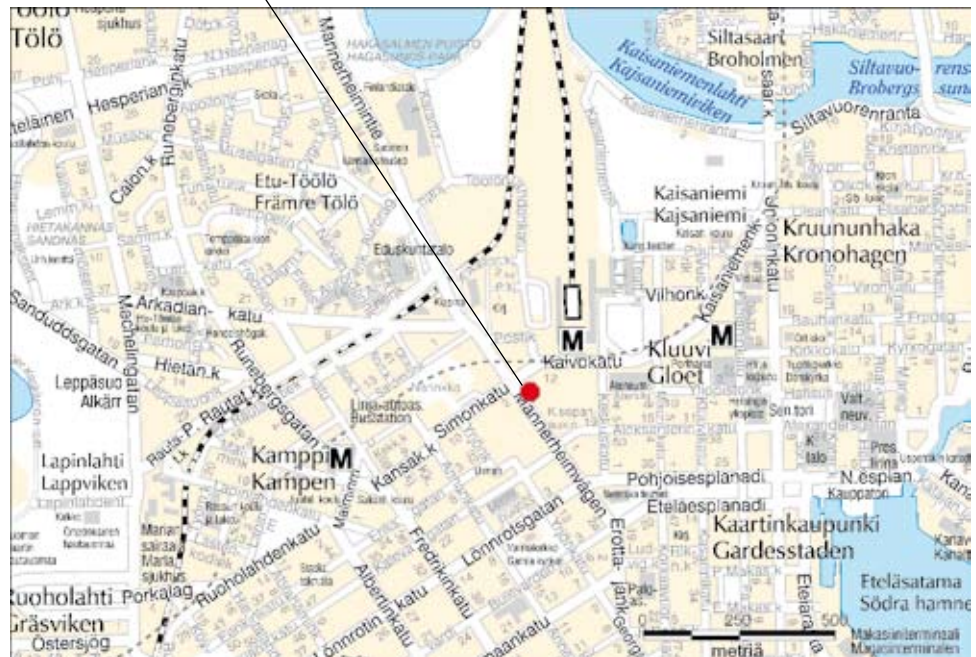
Jatkuvatomisten hiukkasmittausten laadun varmistamiseksi on tehty Vallilan mittausasemalla vuosina 1999 ja 2000 interkalibrointi, jossa jatkuvatomisten hiukkasanalysaattoreiden (FH 62 I-R PM_{10} ja $PM_{2,5}$) antamia tuloksia verrattiin Ilmatieteen laitoksen virtuaali-impaktoreilla saatuihin tuloksiin. Jatkuvatomisten laitteiden ja virtuaali-impaktorien antamat tulokset olivat hyvin yhdenmukaisia. Samanlaisia tuloksia saatiin, kun TEOM- ja FH 62 I-R PM_{10} -analysaattoreiden tuloksia verrattiin referenssikeräimeen (KleinfILTER-gerät).

Typenoksidi-, hiilimonoksidin ja rikkidioksidimittausten laadun varmistamiseksi pääkaupunkiseudun mittausverkko osallistui Ilmatieteenlaitoksen Kansallisen ilmanlaadun vertailulaboratorion järjestämään vertailumittauskierroksiin. Osana vertailumittauksia oli mittausaseman ja mittausverkon toiminnan auditointi. Vertailuja on suoritettu joulukuussa 2003 ja kesäkuussa 2006. Vuoden 2006 vertailumittauksissa oli mukana myös otsonimittaukset.

Mittausmenetelmät ja mittalaitteet

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

MANNERHEIMINTIE (MAN)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

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

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

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

Mannerheimintien liikennemäärä on 20 200, Kaivokadun 12 200 ja Simonkadun 13 300 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2010b). Keskustassa on runsaasti jalankulkijoita, ja mittauspisteen ohi kulkee noin 50 000 jalankulkijaa vuorokaudessa. Liikenne ja katupöly ovat suurimmat ilmanlaatuun vaikuttavat päästöt. Pistelähteiden vaikutus mittaustuloksiin on vähäinen, ja lähimmät voimalaitokset ovat 2 km etäisyydellä, Salmisaari lännessä ja Hanasaari koillisessa.

VALLILA (VAL)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Hämeentie 84–90
 Mittausparametrit: SO_2 , NO, NO_2 , hengitettävät hiukkaset (PM_{10} , jatkuvatoiminen)
 Koordinaatit (KKJ): 6676180:2553650
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 27 m (N60)

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

Hämeentiellä on Hauhonpuiston kohdalla neljä auto- ja kaksi raitiotiekaistaa. Vuonna 2009 lähikatujen keskimääräiset liikennemäärät olivat Hämeentiellä oli noin 13 000, Sturenkadulla 17 500 ja Mäkelänkadulla 22 800 ajoneuvoa (Helsinki 2010b). Pitoisuuksiin vaikuttavat myös Hanasaaren voimalaitos ja Sörnäisten satama, jotka sijaitsevat noin 1,5 km kaakkoon mittausasemasta. TSP-mittauksia on tehty aiemmin viereisen vaunuhallin katolla, ja vuoden 2004 alussa keräin siirrettiin mittausaseman katolle. TSP-mittaukset lopetettiin vuoden 2008 lopussa.

Vallilan mittausasema edustaa yleisiä olosuhteita kantakaupungin liikenneympäristössä.

KALLIO (KAL)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Kallion urheilukenttä
 Mittausparametrit: NO, NO₂, O₃, bentseeni, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5}), PAH, raskasmetallit
 Koordinaatit (KKJ): 6675470:2552920
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N60)

Kallion urheilukentälle perustettiin kaupunkitausta-asema vuoden 1999 alussa. Mittauspiste sijaitsee kaupunkialueella, mutta etäällä vilkkaista teistä ja päästölähteistä. Vilkkaimmat lähikadut ovat Helsinginkatu (etäisyys 80 metriä) ja Sturenkatu (etäisyys 300 metriä). Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2009 oli Helsinginkadulla noin 7 700, Sturenkadulla noin 28 200 ja Aleksis Kivenkadulla 11 300 ajoneuvoa (Helsinki 2010b). Suurin lähialueen päästölähte on Hanasaaren voimalaitos, joka on noin 1 km:n etäisyydellä mittausasemasta kaakkoon.

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

VARTIOKYLÄ (VAR)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Huivipolku
 Mittausparametrit: NO, NO₂, O₃, CO, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5}), PAH, bentseeni
 Koordinaatit (KKJ): 6679655.2561285
 Näytteenottokorkeus: 4 m

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

Mittausasema sijaitsee puiston laidalla keskellä pientaloaluetta. 60 metrin etäisyydellä kulkee Riskutie, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne on 2 400 ajoneuvoa. Liikennemäärä läheisellä Kiviportintieellä on 2 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Etäisyys Kehä I:een on yli 1 km ja Itäväylään noin 500 metriä. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne Kehä I:llä on 43 900 ajoneuvoa ja Itäväylällä 16 800 ajoneuvoa (Helsinki 2010b).

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

PASILA, METEOROLOGINEN ASEMA (PAS)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

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

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

LEPPÄVAARA (LEP3)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

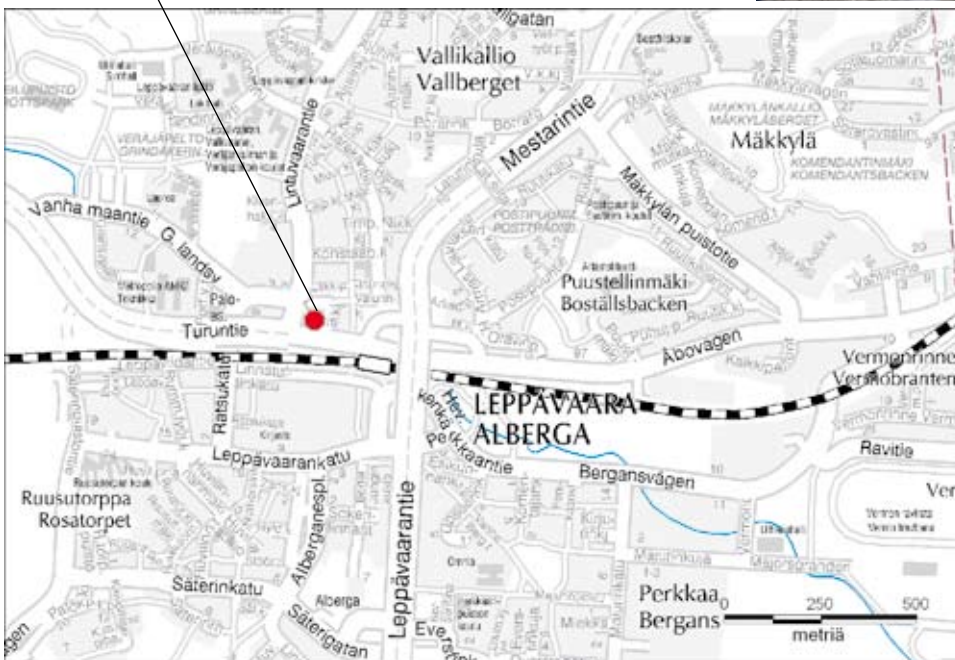
Osoite: Upseerinkatu 3
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, pienhiukkaset (PM_{2,5}), hengittävät hiukkaset (PM₁₀)
 Koordinaatit (KKJ): 6678592:2545461
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 10 m (N60)

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

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

Mittautulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa.

LEPPÄVAARA (LEP4)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

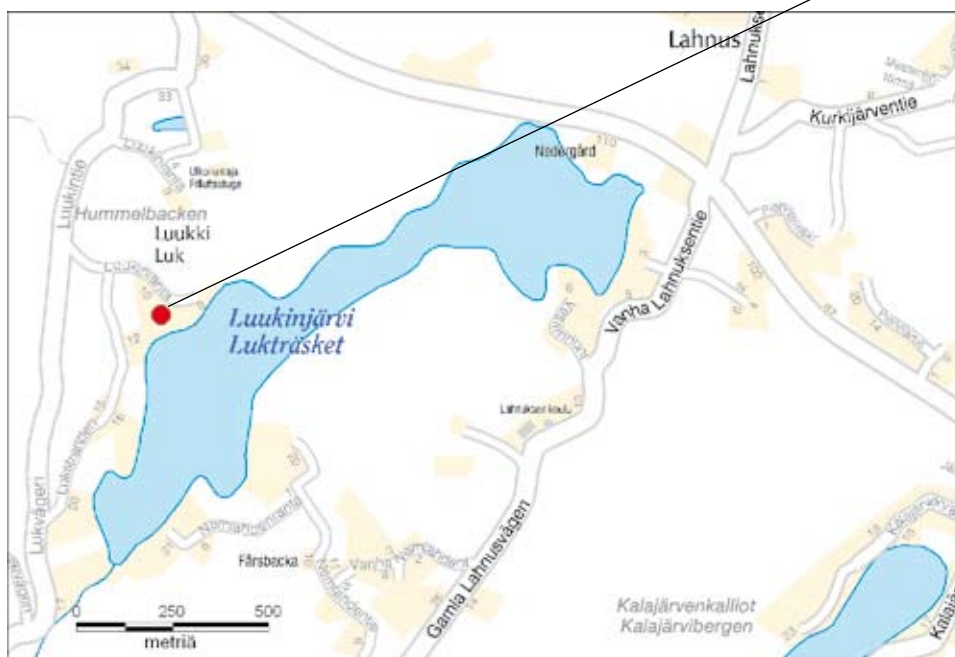
Osoite: Läkkipankuja 1
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6679027:2545149
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Leppävaaran pysyvän mittausaseman sijainti muuttui vuoden 2010 alusta noin 500 metriä luoteeseen. Leppävaara 4 sijaitsee avoimella viheralueella Turuntien ja Lintuvaaran risteyksen tuntumassa. Etäisyys risteykseen on n. 30 metriä. Mittausaseman koillispuolella on liikekeskuksen pysäköintialue.

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa eniten lähialueen vilkas liikenne. Aseman itäpuolella noin 250 metrin etäisyydellä kulkee Kehä I, jonka keskimääräinen arkivuorokausiliikenne oli vuonna 2009 noin 74 900 ajoneuvoa. Liikennemäärä läheisellä Turuntielle on 29 300 ajoneuvoa ja Lintuvaarantiellä 15 500 ajoneuvoa (Espoo 2010b).

Mittaustulokset kuvaavat vilkasliikenteisen aluekeskuksen ilmanlaatua Espoossa.

LUUKKI (LUU)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

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

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

Etäisyys Vihdintielle on noin 0,8 km. Keskimääräinen arkivuorokausiliikenne vuonna 2009 oli Vihdintielle Luukintien risteyskohdalla noin 6 100 ajoneuvoa (Espoo 2010). Piha-alueen ulkopuolella on metsäinen ulkoilualaue. Mittaustuloksiin vaikuttaa satunnaisesti viereisen leirikeskukseen toiminta. Rakennus on ahkerassa käytössä: kesäisin alueella majoittuu leiriläisiä jatkuvasti, talvisin vähintään viikonloppuisin. Kesäisin saunaa lämmitetään päivittäin ja grilliä käytetään useita kertoja viikossa. Talvisin lisälämmönlähteenä käytetään avotakkaa sähkölämmityksen ohella. Pihalla on myös hiekkapohjainen leikkikenttä.

TIKKURILA 3 (TIK 3)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

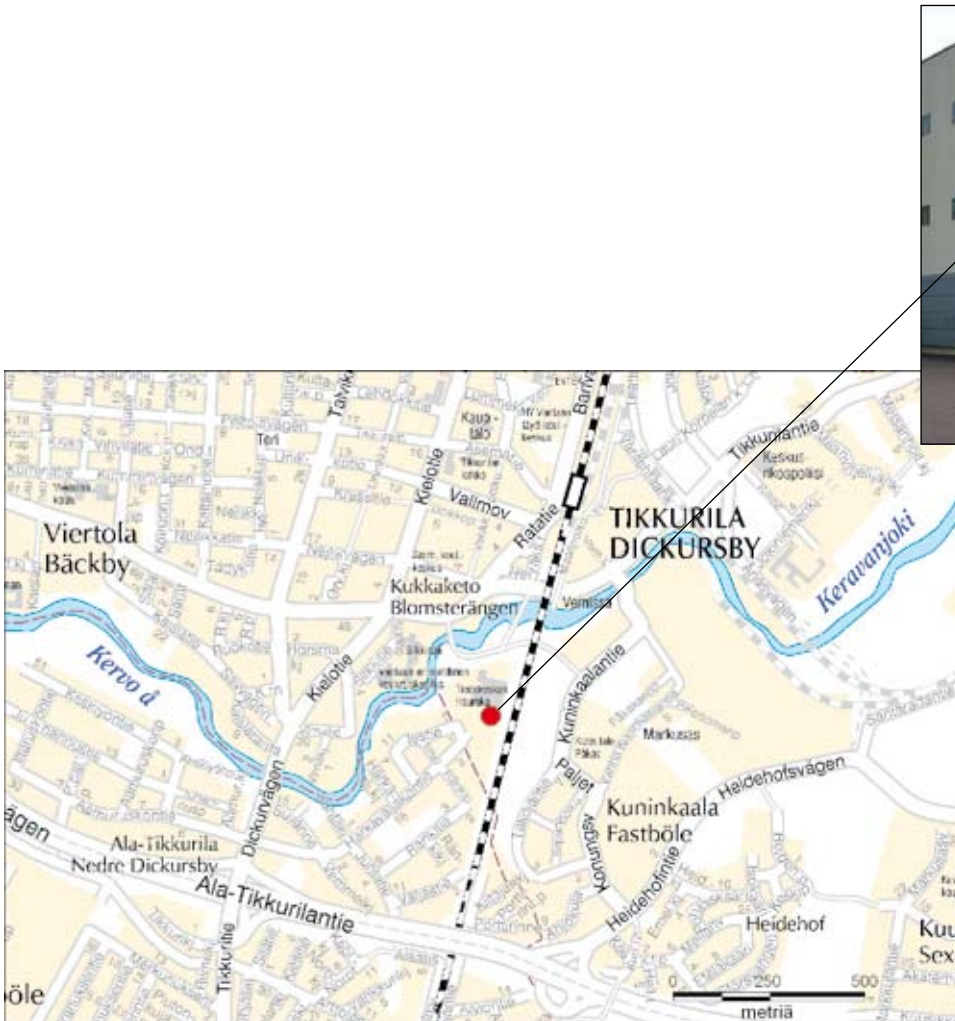
Osoite: Neilikkatie
 Mittausparametrit: NO, NO₂, CO, bentseeni, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 Koordinaatit (KKJ): 6686970:2557674
 Näytteenottokorkeus: maanpinnasta 4 m, merenpinnasta 21 m (N43)

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

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa lähialueen vilkas liikenne. Pitoisuuksiin on vaikuttanut se, että vuoden 2003 loka-marraskuussa läheiseen risteykseen tulivat liikennevalot ja Ratatien toiselle puolelle valmistui hotellin lisärakennus. Vuonna 2009 liikennemäärä Tikkurilantiellä oli noin 13 800, Ratatiellä noin 11 200 ajoneuvoa ja Kielotiellä noin 17 800 ajoneuvoa vuorokaudessa (Vantaa 2010).

Asema edustaa vilkasliikenteisen keskuksen ilmanlaatua Vantaalla.

TIKKURILA 2 (TIK 2)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

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

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

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

KATAJANOKKA 2 (KAT 2, SIIRRETTÄVÄ 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

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

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

Mittausasema sijaitsee Katajanokan terminaalien ja risteilijälaiturin lähistöllä. Ympäristö on avointa ja tuulettuvaa. Liikennemäärä viereisellä kadulla, Katajanokanrannassa, on noin 2 900 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2010b).

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

HÄMEENTIE (HÄM, SIIRRETTÄVÄ 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

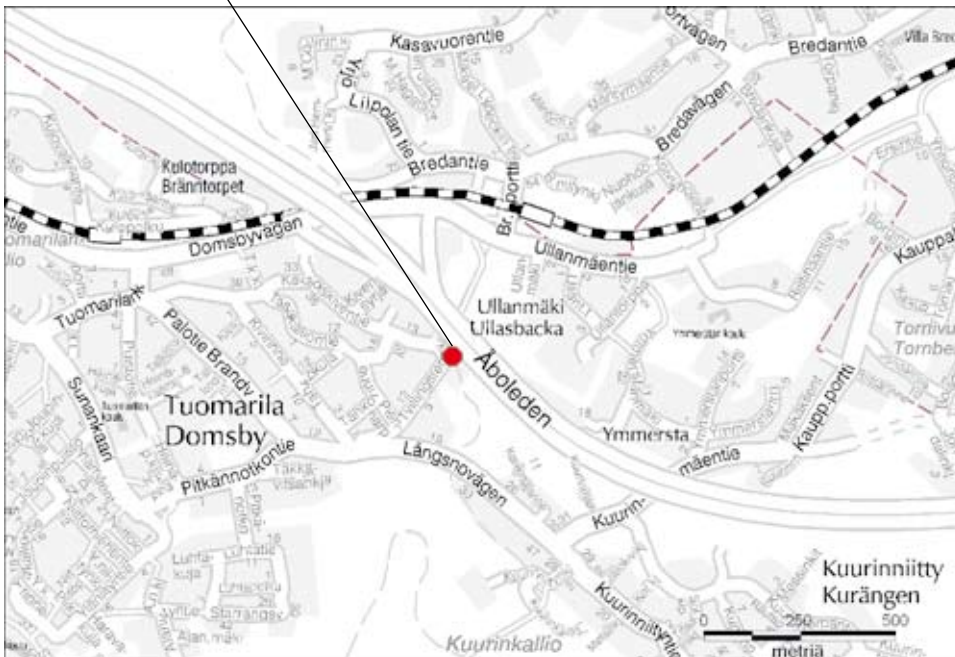
Osoite: Hämeentie 7B
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6674840:2553190
 Näytteenottokorkeus: 4 m

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

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

Ilmanlaatuun alueella vaikuttaa viereinen Hämeentie, joka on katukuilu. Sen liikennemäärä on 16 500 ajoneuvoa vuorokaudessa. Mittausaseman kaakkoispuolella risteää Viides Linja ja Haapaniemenkatu, joiden liikennemäärät ovat 7 000–7 800 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2010b). Alueella ei ole teollisuutta, mutta mittauspisteestä itään 600–800 metriä sijaitsee Hanasaaren voimalaitos ja huippulämpökeskus. Asemalla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Helsingin vilkasliikenteisissä katukuiluissa.

TUOMARILA (TUO, SIIRRETTÄVÄ 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

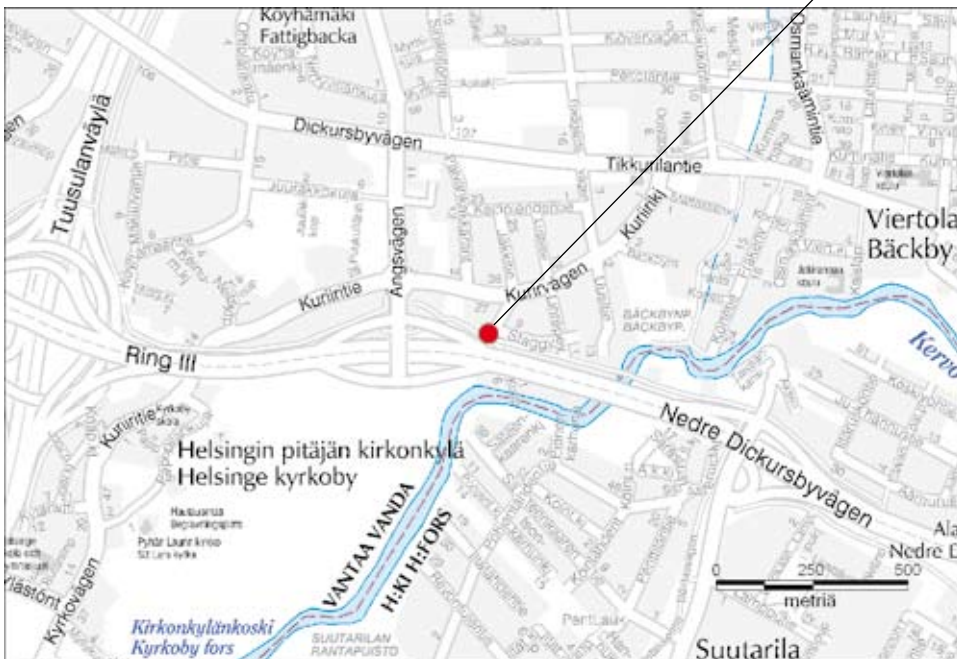
Osoite: Kaksoiskiventie
 Mittausparametrit: NO, NO₂, pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6677094:2538926
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Espoon Tuomarilassa seurattiin ilmanlaatua vuoden 2009 ajan. Mittausasema sijaitsi Kaksoiskiventiellä aivan Turunväylän laidalla.

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

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Tuomarilan kohdalla Turunväylän liikennemäärä on noin 62 500 ajoneuvoa vuorokaudessa ja väylän suunta on kaakko-luode (Espoo 2010b). Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääväylän lisäksi lähialueen tulisijojen käyttö.

KOIVUHAKA (KOI, SIIRRETTÄVÄ 2009)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Jäkkitie
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 Koordinaatit (KKJ): 6686699:2555593
 Näytteenottokorkeus: 4

Vantaan Koivuhaassa seurattiin ilmanlaatua vuoden 2009 ajan. Mittausasema sijaitsi Jäkkitien päässä, Kehä III:n meluaidan pohjoispuolella. Etäisyys meluaitaan oli 13 metriä.

Mittauksilla selvitettiin ilmanlaatua vilkasliikenteisen pääväylän varrella. Jatkuvien mittausten lisäksi keräinmenetelmällä arvioidaan päästöjen laimenemistä etäisyyden suhteen.

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Koivuhaan kohdalla Kehä III:n liikennemäärä on noin 57 300 ajoneuvoa vuorokaudessa ja väylän suunta on itä-länsi (ELY 2010). Niittytien liikennemäärä on 9 500 ja Kuririntien liikennemäärä 5 000 ajoneuvoa vuorokaudessa (Vantaa 2010). Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttavat pääväylän lisäksi lähialueen tulisijojen käyttö ja läheisen pyörätien pölyäminen. 4 metriä korkea meluaita vaikuttaa päästöjen leviämiseen.

ETELÄRANTA (E-RAN, SIIRRETTÄVÄ 2010)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

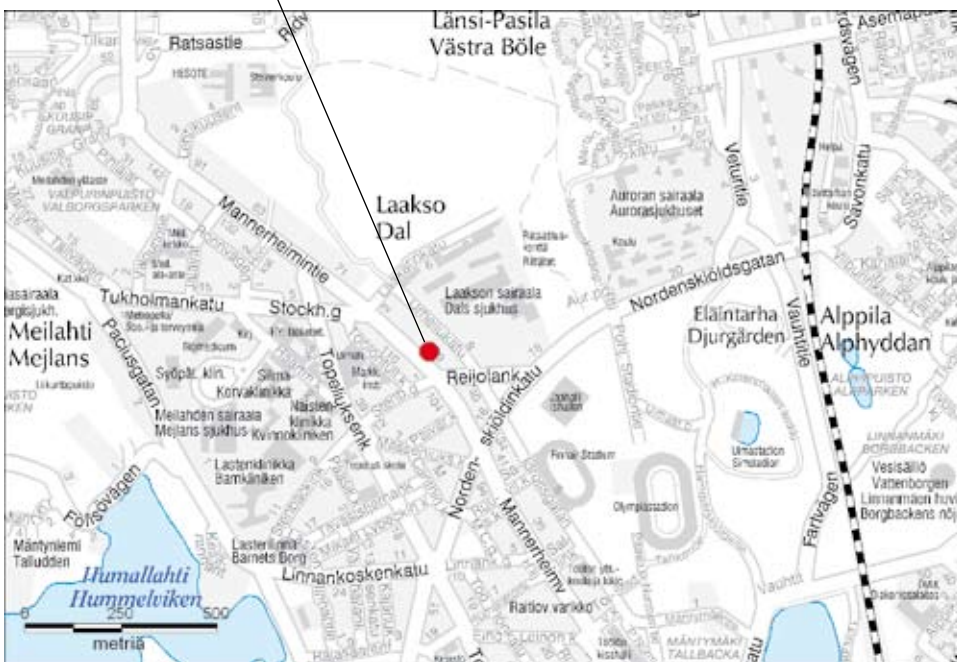
Osoite: Eteläranta 7
 Mittausparametrit: NO, NO₂, SO₂, pienhiukkaset (PM_{2,5})
 Koordinaatit (KKJ): 6672950:2553108
 Näytteenottokorkeus: 4m

Etelärannassa mitataan ilmanlaatua vuoden 2010 ajan. Mittausasema sijaitsee pysäköintialueella Makasiiniterminaalien ja -laiturin lähistöllä. Mittausaseman lähiympäristö on avointa ja tuuletuvaa. Liikennemäärät viereisillä kaduilla ovat: Etelärannassa 13 100, Laivasillankadulla 29 500 ja Eteläisellä Makasiinikadulla 10 400 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2010b).

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

Aseman mittauksia kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat Eteläsataman läheisyydessä liikkeessään ja asuessaan. Mittauksiin vaikuttavat pääasiassa laivojen, terminaaliin asioivien ajoneuvojen ja muun liikenteen päästöt sekä katupöly.

TÖÖLÖNTULLI (T-TUL, SIIRRETTÄVÄ 2010)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Mannerheimintie 55-57
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5}), bentseeni, PAH
 Koordinaatit (KKJ): 6675771:2550981
 Näytteenottokorkeus: 4m

Töölöntullin vilkasliikenteisessä katukuilussa seurataan ilmanlaatua vuoden 2010 ajan. Ilmanlaatua on mitattu aiemmin samassa paikassa vuonna 2006.

Mittausasema sijaitsee Mannerheimintien reunassa osoitteessa Mannerheimintie 55–57. Mittausaseman kohdalla on 40 metriä leveä ja 21 metriä korkea katukuilu. Katu on nelikaistainen ja sillä on kahdet raitiotiekiskot. Lähin risteys on Reijolankadun liikennevaloristeys ja etäisyys siihen on 39 metriä.

Mittausympäristön ilmanlaatuun vaikuttaa voimakkaimmin liikenteen päästöt ja katupöly. Mannerheimintien liikennemäärä on noin 43 600 ajoneuvoa vuorokaudessa. Mittausaseman kaakkoispuolella Mannerheimintiestä erkanee Reijolankatu joka yhtyy Nordenskjöldinkatuun. Näiden liikennemäärät ovat 19 400 ja 34 900 ajoneuvoa vuorokaudessa (Helsinki 2010b).

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

NIITYMAA (NII, SIIRRETTÄVÄ 2010)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

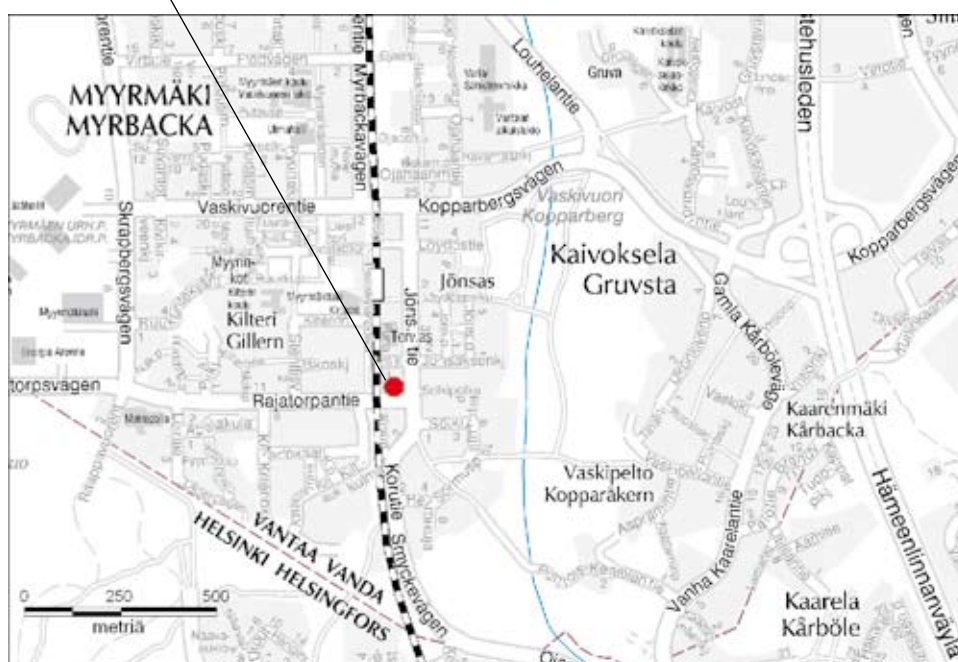
Osoite: Niittymäentie 9
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 Koordinaatit (KKJ): 6673300:2543574
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Espoon Niittymaassa seurataan ilmanlaatua vuoden 2010 ajan. Mittausasema sijaitsee Länsiväylän laidalla osoitteessa Niittymäentie 9.

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

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat vilkkaasti liikennöidyn väylän läheisyydessä. Niittymaan kohdalla Länsiväylän liikennemäärä on noin 67 200 ajoneuvoa vuorokaudessa. Merituulentie on noin 300 metrin etäisyydellä mittausasemasta pohjoiseen, ja sen liikenne määrä on 10 800 ajoneuvoa vuorokaudessa (Espoo 2010).

MYYRMÄKI 2 (MYY, SIIRRETTÄVÄ 2010)



© Affecto Finland Oy, Lupa L4322

Osoite: Rajatorpantie 1
 Mittausparametrit: NO, NO₂, hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 Koordinaatit (KKJ): 6683418:2547581
 Näytteenottokorkeus: 4 m

Vantaan Myyrmäessä seurataan ilmanlaatua vuoden 2010 ajan. Mittausasema sijaitsee Rajatorpantien ja Jönsaksentien risteyksessä, Rajatorpantien pohjoislaidalla olevalla viherkaistaleella.

Mittauksilla selvitetään ilmanlaatua vilkasliikenteisten kokoojakatujen varsilla. Jatkuvien mittausten lisäksi keräinmenetelmällä kartoitetaan alueen ilmanlaadun vaihtelua.

Aseman mittaustulokset kuvaavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat asuessaan ja liikkuessaan vilkaasti liikennöityjen katujen läheisyydessä. Mittausaseman itäpuolella olevan Jönsaksentien liikennemäärä on noin 14 300 ajoneuvoa vuorokaudessa ja eteläpuolisen Rajatorpantien liikennemäärä on noin 15 800 ajoneuvoa vuorokaudessa (Vantaa 2010). Mitattuihin pituisuuksiin vaikuttavat autoliikenteen lisäksi katujen ja pyöräteiden pölyäminen.

Liitteiden taulukoissa ja kuvissa esiintyvät asemien lyhenteet ja nimet

Lyhenne	Aseman nimi	Mittausvuodet	osoite
Töö	Töölö	1978–2004	Nordenskiöldin aukio
Man	Mannerheimintie	2005 →	Mannerheimintie 5
Val	Vallila	1987 →	Hämeentie 84-90
Kal	Kallio	1999 →	Kallion urheilukenttä
Var	Vartiokylä	2009 →	Huivipolku
Lep = Lep3	Leppävaara 3	2005–2009	Upseerinkatu 3
Lep2	Leppävaara 2	1996–2004	Valurinkuja
Lep4	Leppävaara 4	2010 →	Upseerinkatu 3
Tik	Tikkurila 2	1989 →	Tiedekeskus Heureka
Tik	Tikkurila 3	1996 →	Neilikkatie
Luu	Luukki	1987 →	Luukinranta 10
Kat = Satb	Katajanokka	2009	Katajanokanranta
Sata	Länsisatama	2008	Tarmonkuja
E-ran = Satc	Eteläranta	2010	Eteläranta 7
Häm	Hämeentie	2009	Hämeentie 7 B
Tuo	Tuomarila	2009	Kaksoiskiventie
Koi	Koivuhaka	2009	Jäkkitie
T-tul	Töölöntulli	2010	Mannerheimintie 55-57
Nii	Niittymaa	2010	Niittymäentie 9
Myy	Myyrmäki	2010	Rajatorpantie 1
Itä-Hakkila	Itä-Hakkila	2008	Liinarinne 22
Runeberginkatu	Runeberginkatu	2003–2004	Runeberginkatu 47

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

VUODEN 2009 PAIKKAKUVAUKSET

1. Hämeentie 14

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Kvl 16 500 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 23 %. Keräin oli pylväässä kadun pohjoislaidalla. Etäisyys kadun reunasta oli 4 metriä ja talon seinästä noin 0,5 m. Etäisyys Kolmannen linjan risteyksestä 75 m ja Neljännen linjan risteyksestä 22 m. Rakennusten korkeus oli 25 m (8 krs) ja katukuilun leveys 32 m. Katu on nelikaistainen ja sillä on kahdet raitiotiekiskot. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuosina 2006 ja 2008.

2. Hämeentie 7B

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Lähes vastapäätä edelistä keräyspistettä. Keräin oli jalkakäytävän ulkoreunalla ja etäisyys rakennuksen seinämään 3,5 m. Kadun molemmin puolin 6–7 kerroksiset kerrostalot. Lähimmät risteykset ovat liikennevaloristeyksiä ja etäisyys niihin on 20 ja 25 m. Samassa paikassa siirrettävä oli mittausasema vuosina 2005 ja 2009 (liite 4).

3. Niinisaarentie

Avoin väylä. Kvl 5 700 ajon./vrk, josta raskasta 18 %. Vuosaaren sataman ja sataman liikennetunnelin rakennustöiden loputtua raskas liikenne on vähentynyt Niinisaarentielle. Keräin oli Niinisaarentien eteläpuolella valaisinylväessä meluaidan edessä. Etäisyys Niinisaarentien laidasta 8 m ja kiertoliittymästä 50 m. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuosina 2004 ja 2005.

4. Vaarala

Kehä III:n eteläpuolella. Kvl noin 26 500 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 12 %. Keräin oli Hakunilantien länsipuolella (kvl 9 600, 8 %) ryhmittymismerkissä, joka oli 1 m tien reunasta. Paikka oli avoin ja tuulettuva. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuonna 2005.

5. Vaarala

Kehä III pohjoispuoli. Liikennemerkkipylväs 7,5 m tien reunasta.

6. Vaarala

Kehä III pohjoispuoli. Valaisinylväs kävely- ja pyörätien reunassa 22 m Kehä III reunasta.

7. Vaarala

Kehä III pohjoispuoli. Valaisinylväs kävely- ja pyörätien reunassa 42 m Kehä III reunasta.

8. Vaarala

Kehä III pohjoispuoli. Valaisinylväs kävely- ja pyörätien reunassa 70 m Kehä III reunasta. Maanpinta oli kohdassa 2,5 m korkeammalla kuin tie.

9. Koivukylänväylä

Avoin väylä. Kvl 10 800 ajon./vrk, josta raskasta 10 %. Keräin oli etelälaidalla männyssä, Koivutien risteyksestä länteen. Etäisyys oli tien laidasta 4 m. Maanpinta oli 3,0 m korkeammalla kuin tie. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuonna 2007.

10. Koivutie

Avoin väylä. Kvl 2 000 ajon./vrk, josta raskasta 8 %. Keräin oli puisessa lamppupylväässä itäpuolella Koivutietä päättyvän tienpätkän risteuksen tuntumassa. Etäisyys oli tien laidasta 2 m. Samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuonna 2007.

11. Koivuhaka

Kehä III:n pohjoispuoli. Kvl noin 57 300 ajon./vrk, josta raskasta 12 %. Keräin oli meluaidassa kävely- ja pyörätien puolella noin 1,0 m alempana kuin meluaidan yläreuna ja 3,5 m korkeudella maasta. Meluaidan etäisyys Kehä III:sta oli noin 2 m.

12. Koivuhaka

Kehä III:n pohjoispuoli, valaisintolppa Kotipolun varrella noin 7 m meluaidasta. Samassa paikassa oli siirrettävä mittausasema vuonna 2009 (liite 4).

13. Koivuhaka

Kehä III:n pohjoispuoli, valaisintolppa Kotipolun varrella noin 32 m meluaidasta.

14. Koivuhaka

Kehä III:n pohjoispuoli, valaisintolppa Kotipolun varrella noin 65 m meluaidasta.

15. Koivuhaka

Kehä III:n eteläpuoli, kevyen liikenteen väylän varrella. Valaisintolppa oli noin 10 m meluaidasta ja sen etäisyys Kehä III:n reunasta oli noin 4 m.

16. Auroranportti

Teollisuusalue. Kehä III:n itäpuoli, kvl noin 44 600 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 11 %. Auroranportin kvl 9 700 ajoneuvoa vuorokaudessa. Valaisintolppa oli kevyen liikenteen varrella noin 17 m Kehä III:sta.

17. Auroranportti

Teollisuusalue. Kehä III:n itäpuoli, valaisintolppa kevyen liikenteen varrella 22 m Kehä III:sta.

18. Auroranportti

Teollisuusalue. Kehä III:n itäpuoli, valaisintolppa kevyen liikenteen varrella 55 m Kehä III:sta Etäisyys oli Kyläporttikadusta 11 m.

19. Auroranportti

Kehä III:n länsipuoli. Hepokuja, jätevedenpumppaamoon yhteydessä, noin 12 m Kehä III:n reunasta.

20. Auroranportti

Kehä III:n länsipuoli. Hepokuja, valaisinylväs noin 70 m Kehä III:n reunasta.

21. Tuomarila

Turunväylän eteläpuoli. Kaksoiskiventiellä noin 10 m väylän reunasta. Turunväylän kvl 62 500, josta raskasta 6 %.

22. Tuomarila

Turunväylän eteläpuoli. Kaksoiskiventiellä sähköpylväessä noin 14 m tien reunasta. Samassa paikassa siirrettävä mitausasema vuonna 2009 (liite 4).

23. Tuomarila

Turunväylän eteläpuoli. Kaksoiskiventiellä sähköpylväessä noin 40 m tien reunasta.

24. Tuomarila

Turunväylän eteläpuoli. Kaksoiskiventiellä sähköpylväessä noin 65 m tien reunasta.

25. Tuomarila

Turunväylän pohjoispuoli, kevyen liikenteen väylän varrella sähköpylväessä noin 32 m tien reunasta. Turunväylä oli 2 m ylempänä kuin keräin.

26. Tuomarila

Turunväylän pohjoispuoli, sähköpylväessä noin 57 m tien reunasta.

27. Kauniainen

Asematie. Asematien liikennemäärä oli noin 13 400 ajon./vrk ja raskasta liikennettä 4 %. Keräin oli valaisinylväessä 7 m Asematiestä, Tunnelitien sekä kiertoliittymän läheisyydessä olevan bussipysäkin vieressä. Etäisyys kiertoliittymään 12 m.

28. Kauniainen

Tunnelitien ja Kauniaistentien risteys. Kauppakeskuksen edessä opastekyltissä, jonka vieressä noin kahden kerroksen korkuinen ajoramppi ritiläseinän takana. Paikka oli avoin ja tuulettuva. Etäisyys oli Tunnelitien reunasta noin 5 metriä ja Kauniaistentiestä noin 10 m. Tunnelitien liikennemäärä oli noin 13 400 (raskasta 5 %) ja Kauniaistentien 12 500 ajon./vrk (raskasta 6 %). Lähes samassa paikassa oli passiivikeräysmittaus vuonna 2007 ja siirrettävä mitausasema vuonna 2008.

29. Lauttasaari

Länsiväylän eteläpuoli, väylän reunasta 29 m. Lauttasaarentie 52 ja Lauttasaarenmäki 2, valaisinylväs rakennuksen kulmassa. Kohde oli mäellä ja avoimella paikalla. Länsiväylän liikennemäärä 58 100 ajon./vrk (raskasta 7 %) ja Lauttasaarentien liikenne 6700 ajon./vrk (raskasta 8 %).

30. Lauttasaari

Länsiväylän eteläpuoli, väylän reunasta 59 m. Lauttasaarenmäki 2, valaisinylväs.

31. Lauttasaari

Länsiväylän eteläpuoli, väylän reunasta 9 m. Lauttasaarentie 52, mänty. Kohde oli Lauttasaarentien ja Länsiväylän välissä. Etäisyys oli Länsiväylästä 9 m ja Lauttasaarentiestä 7 m.

32. Lauttasaari

Länsiväylän pohjoispuoli, väylästä noin 12,5 m. Lahnalahdentien reunassa valaisinylväs. Urheilukentän laidalla. Länsiväylä oli 4 m ylempänä kuin keräin.

33. Lauttasaari

Länsiväylän pohjoispuoli, väylästä noin 34 m. Lahnalahdentien reunassa valaisinylväs.

34. Lauttasaari

Länsiväylän pohjoispuoli, väylästä noin 62 m. Lahnalahdentien reunassa valaisinylväs. Urheilukentän laidalla.

35. Länsisatama

Sekä NO₂- että SO₂-passivikeräykset. Mittauspiste oli satama-alueelle, Tarmonkujan päässä olevalle pysäköintialueella. Länsisataman matkustajaterminaali sijaitsee eteläpuolella noin 250 metrin etäisyydellä. Samassa paikassa oli siirrettävä mitausasema vuonna 2008.

36. Lönnrotinkatu 9

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Kvl 10 600 ajon./vrk, josta raskaan liikenteen osuus 2 %. Kadun leveys oli 15 m ja rakennusten korkeus 17–18 m mutta vastapäätä noin 15 m. Keräin oli liikennemerkissä rakennuksen seinämässä. Etäisyys oli Annankadun risteykseen 22 m.

37. Eteläranta

Sekä NO₂- että SO₂-mittauksia. Mittauspiste oli satama-alueella sisäänajoportin B jälkeen oikealla, parkkipaikan aidassa. Paikka oli avoin ja tuulettuva. Etäisyys oli parkkipaikasta 5 m, lähimmästä tiestä 10 m ja laivalaiturista 80 m. Etelärannan liikennemäärä vuonna 2009 oli 13 100 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 5 %.

38. Katajanokka

Sekä NO₂- että SO₂-mittauksia. Mittauspiste oli Katajanokan terminaalin ja risteilijälaiturin lähistöllä. Paikka oli avoin ja tuulettuva. Etäisyys oli 20 m Katajanokanrannasta, jonka liikennemäärä oli noin 2 900 ajon./vrk ja raskaan liikenteen osuus oli 10 %. Samassa paikassa oli siirrettävä mitausasema vuonna 2009 (liite 4).

39. Runeberginkatu 49B

Katukuilu. Keräin oli talon seinässä vesirännissä. Kvl 23 500 ajon./vrk, josta raskasta liikennettä 6 %. Kadulla oli 2+2 kaistaa, joiden välissä oli raitiotievaunukiskot. Katu oli noin 24 m leveä ja sitä reunustavat rakennukset noin 23 m

korkeita. Etäisyys oli risteyksestä noin 50 m. Samassa paikassa oli passiivikeräys vuonna 2008 ja siirrettävä mittausasema vuosina 2003 ja 2004.

40. Nordenskiöldin aukio

Risteyksalue. Alue oli avoin ja hyvin tuulettu. Nordenskiöldin kadulla kvl oli noin 12 400 (raskasta 7 %), Mechelininkadulla noin 20 200 (6 %), Topeliuksenkadulla noin 15 100 (10 %) ja Linnankoskenkadulla noin 10 300 (6 %) ajon./vrk. Etäisyys oli Mechelininkatuun 4 m, Topeliuksenkatuun 10 m ja Linnankoskenkatuun 8,5 m. Samassa paikassa oli passiivikeräys vuonna 2008 ja Töölön mittausasema vuosina 1978–2004.

41. Päivärinnankatu 4-6

Vähäliikenteinen katukuilu. Keräin oli talon seinässä vesirännissä. Kohde oli 61 m Mannerheimintiestä hienoisessa mäessä, joka oli Mannerheimintietä ylempänä. Kadun leveys oli 22 m ja rakennusten korkeus 20 m kummallakin puolen katua (6 krs).

42. Päivärinnankatu 2C

Vähäliikenteinen katukuilu. Keräin oli talon seinämällä. Etäisyys oli 24 m Mannerheimintiestä. Jalkakäytävän leveys oli 3,3 m ja kadun leveys 22 m. Rakennukset olivat 20 m korkeita kummallakin puolella katua.

43. Mannerheimintie 55, Töölöntulli

Katukuilu, joka tuulettuu huonosti. Kvl 43 600 ajon./vrk, josta raskasta noin 10 %. Kadulla 2+2 kaistaa, joiden välissä olivat raitiotievaunukiskot. Katu oli noin 32 metriä leveä ja sitä reunustavat rakennukset olivat 21 metriä korkeita. Etäi-

syys Reijolankadun liikennevaloristeykseen oli 39 metriä. Reijolankadun liikennemäärä oli noin 19 400 ajon./vrk (raskasta 4 %). Samassa paikassa oli passiivikeräys vuonna 2008 ja siirrettävä mittausasema vuonna 2006.

44. Lääkärintie 2

Katukuilun lähialue. Keräin oli valaisintolpassa, joka oli 32 m Mannerheimintiestä. Vastapuolella sijaitsee 43 m päässä vinottain rakennusseinämä. Liikenne on vähäistä. Alue on avoin Tukholmankadun ja Mannerheimintien risteykseen

105. Katajanokka

Sekä NO₂- että SO₂-mittauksia 3 kk. Katukuilu. Kruunuvuorenkadulla, jossa keräin oli puuritilässä 2. krs korkeudella. Kadun leveys oli 20 m ja etäisyys Merikasarminkadun risteyksestä 190 m ja Satamakadun risteyksestä 50 m.

106. Katajanokka

Sekä NO₂- että SO₂-mittauksia 3 kk. Katukuilu. Kanavakadulla, jolla oli raitiovaunukiskot ja liikennemäärä oli noin 7 100 ajon./vrk. Raskaan liikenteen osuus oli 7 %. Kanavakadun leveys oli 25 m. Etäisyys Ankkurikadun risteyksestä 60 m ja Pienen satamakadun risteyksestä 50 m.

107. Katajanokka

Sekä NO₂- että SO₂-mittauksia 3 kk. Katajanokan puiston reunalla pylväässä Kanavakadun varrella. Etäisyys Satamakadun risteyksestä oli 40 m, mäen korkeimmasta kohdasta 70 m ja sillan päädystä 140 m.

Liikennemäärätietojen lähteet: Espoo 2010b, Helsinki 2010b, Vantaa 2010 ja ELY 2010.

Liite 6. Päästöt

ENERGIANTUOTANNON PÄÄSTÖT

SO ₂ tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	20 739	3 979	4 066
1987	19 472	3 478	4 188
1988	15 012	3 582	3 099
1989	15 308	3 067	3 007
1990	12 814	3 600	2 445
1991	13 292	2 742	2 583
1992	5 543	1 376	1 896
1993	5 592	1 100	2 025
1994	8 866	1 420	1 145
1995	5 865	971	965
1996	6 070	1 229	1 280
1997	5 357	1 341	1 035
1998	4 160	1 663	542
1999	3 252	1 318	451
2000	2 962	1 056	545
2001	3 543	1 350	854
2002	3 369	1 351	727
2003	5 192	1 598	1 017
2004	3 482	1 403	582
2005	2 056	1 337	587
2006	3 954	1 566	697
2007	3 091	1 577	695
2008	1 422	1 532	866
2009	2 042	1 365	987

NO _x tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	12 185	1 961	1 314
1987	12 731	2 201	1 478
1988	13 201	1 929	1 347
1989	12 875	2 596	1 726
1990	12 429	2 848	2 036
1991	12 325	2 729	2 180
1992	10 752	2 842	2 273
1993	8 406	2 464	2 333
1994	7 594	1 878	1 681
1995	6 934	1 343	1 463
1996	7 348	1 507	1 369
1997	6 651	1 442	1 325
1998	4 912	1 479	989
1999	4 536	1 509	938
2000	3 906	1 404	824
2001	4 698	1 494	1 222
2002	5 004	1 641	1 456
2003	6 017	1 829	1 402
2004	5 110	1 571	1 144
2005	4 214	1 432	1 128
2006	5 806	1 599	1 221
2007	5 335	1 404	1 194
2008	4 568	1 462	1 353
2009	5 138	1 522	1 369

Hiukkaset tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1986	2 030	210	106
1987	1 947	277	109
1988	2 225	249	97
1989	2 555	324	87
1990	1 674	266	90
1991	1 482	236	97
1992	643	185	93
1993	548	179	67
1994	832	242	36
1995	567	559	34
1996	708	135	54
1997	793	239	32
1998	570	102	10
1999	315	138	14
2000	291	107	21
2001	309	65	26
2002	273	43	34
2003	587	45	36
2004	709	44	21
2005	169	39	16
2006	301	39	10
2007	258	55	17
2008	155	61	7
2009	116	57	21

CO ₂ 1000 tonnia/v	Helsingin Energia	Fortum Espoo	Vantaan Energia
1988	3 676	648	467
1989	3 418	632	565
1990	3 404	679	593
1991	3 535	693	577
1992	3 286	696	587
1993	3 391	668	600
1994	3 780	786	618
1995	3 700	752	689
1996	3 922	847	809
1997	3 774	837	786
1998	3 654	847	708
1999	3 537	848	622
2000	3 321	811	628
2001	3 830	867	812
2002	3 961	884	836
2003	4 839	983	899
2004	4 354	866	765
2005	3 527	816	758
2006	4 522	907	798
2007	3 837	903	790
2008	3 217	904	789
2009	3 585	930	844

AUTOLIIKENTEEN PÄÄSTÖT

Allaolevissa taulukoissa yksikkö on tonnia / vuosi, paitsi CO₂ 1 000 tonnia / vuosi.

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

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

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

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

PÄÄSTÖT KUNNITTAIN

Helsinki t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	2 042	5 138	116	699	118
Autoliikenne	3	2 062	116	7 429	887
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	45	197	11	93	126
Muut**	15	20	5		491
Pintalähteet	29	115	56	542	113
Satamat	299	1 265	40	127	54
Lentoliikenne	0	2	0	320	4
Yhteensä	2 433	8 800	345	9 210	1 792

Espoo t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	1 365	1 522	57	169	28
Autoliikenne	2	1 226	70	4 723	480
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	22	28	2	26	28
Muut**	0	1	0		69
Pintalähteet	23	99	65	664	139
Yhteensä	1 412	2 875	194	5 582	744

Kauniainen t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Autoliikenne	0	44	3	176	19
Pintalähteet***	1	3	0		
Yhteensä	1	47	3	176	19

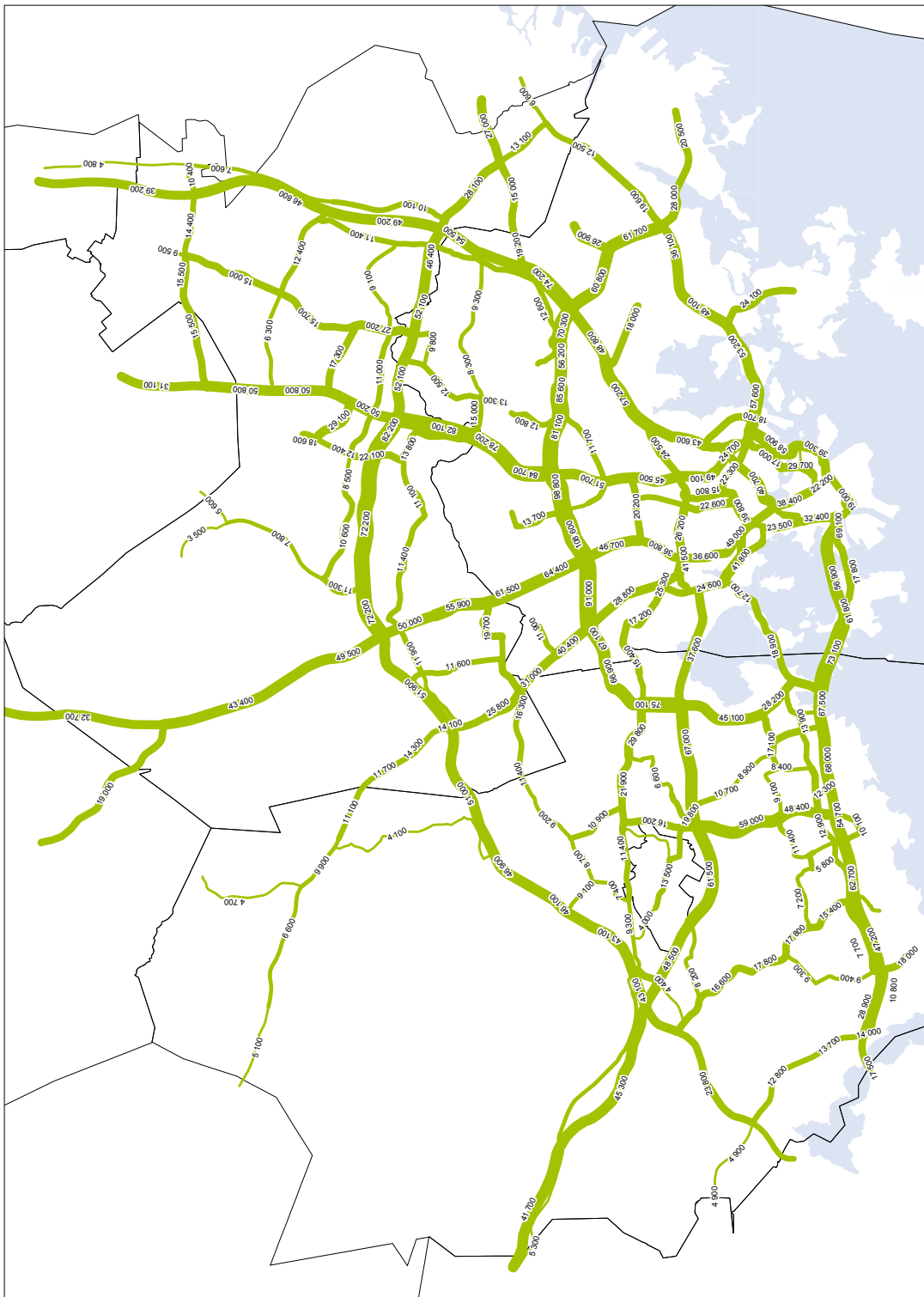
Vantaa t/a	SO ₂	NO _x	Hiukkaset	CO	VOC
Energiantuotanto	987	1369	21	125	25
Autoliikenne	2	1 428	80	5 299	551
Pienet pistelähteet					
VAHTI*	42	33	8	15	105
Muut**	2	11	7		118
Pintalähteet	26	110	71	718	150
Lentoliikenne	50	592	1	793	76
Yhteensä	1 108	3 542	188	6 950	1 025

* Ympäristönsuojelun VAHTI-tietojärjestelmään raportoidut päästötiedot v. 2008

** Kunnille ilmoitetut muut päästöt v. 2009

*** Ei sisällä tulisijojen päästöjä

Liite 7. Liikennemäärät pääkaupunkiseudun päätieverkolla syksyllä 2008



Liite 8. Lyhenteitä ja määritelmiä

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

