

# TURUN KAUPUNKISEUDUN ILMANLAATU VUONNA 2009

## TURUN SEUDUN ILMANSUOJELUN YHTEISTYÖRYHMÄ:

Satu Viranko, Fortum Power and Heat Oy, Naantalin voimalaitos  
Caj Karlsson, Neste Oil Oy, Naantalin jalostamo  
Minna Niemelä, Turku Energia Oy  
Leena Rosama, Raision kaupunki  
Marjut Taipaleenmäki, Naantalin kaupunki  
Jouni Saario, Kaarinan kaupunki  
Mauri Kivilaakso, Akseli Kiinteistöpalvelut Oy  
Antti Salomaa, Fortum Power and Heat Oy, Lounais-Suomi  
Markku Alahäme, Turun Satamaliikelaitos  
Jaana Hänninen, STX Finland Oy  
Esko Pohjanen, Turun Jätteenpolttoliikelaitos  
Mikko Jokinen, Turun kaupunki / ympäristönsuojelutoimisto



## TIIVISTELMÄ

Merkittävimmät ilmanlaatuun vaikuttavat tekijät Turun kaupunkiseudulla ovat liikenne ja energiantuotanto. Liikenteen vaikutukset hengitettävän ilman laatuun ovat kuitenkin suuremmat kuin energiantuotannon, mikä johtuu liikenteen matalasta päästökorkeudesta.

Rikkidioksidipäästöt ovat laskeneet 1980-luvun alusta huomattavasti. Viime vuosina Turun kaupunkiseudun rikkidioksidipäästöt ovat olleet noin 3 000 - 4 000 tonnia vuodessa. Typpidioksidipäästöt ovat olleet Turun kaupunkiseudulla noin 5 000 - 6 000 tonnia vuodessa, josta liikenteen osuus on ollut viime vuosina noin 20 - 30 %. Hiukkasten päästöissä on tapahtunut vähenemistä merkittävästi 1980-luvun lopulta lähtien. Hiukkaspäästöt ovat viime vuosina olleet noin 400 - 500 tonnia vuodessa. Teollisuus- ja energiantuotantolaitosten päästöjen vuotuiset vaihtelut johtuvat laitosten käyttömääristä.

Ilmanlaatua Turun kaupunkiseudulla seurattiin seitsemällä mittauspisteellä, joista kolme sijaitsi Turussa (Kauppatori, Oriketo, Ruissalo), kaksi Raisiossa (keskusta ja Kaanaa), yksi Naantalissa keskustassa ja yksi Kaarinan keskustassa. Mitattavia komponentteja olivat typen oksidit ( $\text{NO}_x$ ), hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ), pienhiukkaset ( $\text{PM}_{2,5}$ ), rikkidioksidi ( $\text{SO}_2$ ), otsoni ( $\text{O}_3$ ) sekä hiilimonoksidi ( $\text{CO}$ ). Tuulen suuntaa ja nopeutta seurattiin Juhannuskukkulan sääasemalla.

Ilman epäpuhtauspitoisuuksia verrataan raja-, ohje- ja tavoitearvoihin. Raja-arvot eivät ylittyneet Turun kaupunkiseudulla. Hengitettävälle hiukkasille annetun raja-arvon numeroarvo ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) saa ylittyä 35 kertaa kalenterivuodessa. Numeroarvo ylittyi Turun keskustassa seitsemänä, Raisiossa kolmena ja Naantalissa kahtena vuorokautena. Typpidioksidille annettu raja-arvon numeroarvo ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuodessa. Numeroarvo ylittyi kerran Turun Kauppatorin mittausasemalla.

Hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hiilimonoksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja. Otsonin pitoisuudet Ruissalossa eivät ylittäneet annettua tavoitearvoa.

Indeksillä luonnehdittuna vuonna 2009 ilmanlaatu luokiteltiin Kaarinassa, Raisiossa ja Turun Orikedolla yleensä hyväksi ja Turun keskustassa sekä Naantalissa yleensä tyydyttäväksi. Huono tai erittäin huono (indeksin arvo yli 100) ilmanlaatu oli Turun keskustassa viitenätoista, Kaarinassa yhtenätoista, Raisiossa seitsemänä ja Naantalissa kuutena vuorokautena. Turun Orikedolla ilmanlaatua ei luokiteltu huonoksi tai erittäin huonoksi yhtenäkkään vuorokautena. Korkeimmat indeksiarvot aiheutuivat kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin Kaarinassa 214, Turun Orikedolla 206, Raisiossa 162, Naantalissa 148 ja Turun keskustassa 66 vuorokautena.

Kohonneet ilman epäpuhtauspitoisuudet aiheuttavat erilaisia terveys- ja luontovaikutuksia. Turun kaupunkiseudulla mitatut pitoisuudet ovat kuitenkin yleensä tasolla, jolla terveysvaikutukset ovat epätodennäköisiä. Ilman epäpuhtauksista aiheutuneet terveysvaikutukset liittyvät lähinnä lyhytkestoisiiin kohonneisiin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin, jotka ärsyttävät hengitysteitä. Luontovaikutukset liittyvät lähinnä pitkäaikaiseen ilman epäpuhtauksien happamoittavaan ja rehevöittävään vaikutukseen sekä joidenkin indikaattorilajien, kuten bioindikaattoritutkimuksissa käytettävien männyn runkojäkälien, esiintymisen muutoksiin pitkällä aikavälillä.

## SAMMANDRAG

Utsläppen från trafiken och energiproduktionen är de faktorer som mest påverkar luftkvaliteten i Åbonejden. Eftersom utsläppen från trafiken sker nära markytan är de mest betydande för luftkvaliteten.

Utsläppen av svaveldioxid har minskat betydligt sedan början av 1980-talet. Under de senaste åren har utsläppen av svaveldioxid varit 3 000 – 4 000 ton per år i Åboregionen. Kvävedioxidutsläppen har varit ungefär 5 000 – 6 000 ton per år varav ca. 20 – 30 % härstammar från trafiken. Partikelutsläppen har också minskat märkbart sedan slutet av 1980-talet och har legat på nivån 400 – 500 ton per år de senaste åren. Variationen i utsläppen från industrin och kraftverken beror på olika driftstider under dessa år.

Luftkvaliteten mäts på sju ställen i Åbonejden. Tre mätstationer finns i Åbo (Salutorget, Oriketo, Runsala), två i Reso (centrum och Kaanaa), en i centrum av Nådendal och en i centrum av S:t Karins. Föroreningar som mäts är kväveoxider (NO<sub>x</sub>), respirabla partiklar (PM<sub>10</sub>), fina partiklar (PM<sub>2,5</sub>), svaveldioxid (SO<sub>2</sub>), ozon (O<sub>3</sub>) och kolmonoxid (CO). Vindriktning och vindhastighet mäts med väderstationen på Johannehöjden.

Föroreningshalterna jämförs med gränsvärden, riktvärden och målvärden. I Åbonejden överskreds inget gränsvärde. Gränsvärdets nummervärde (50 µg/m<sup>3</sup>) för respirabla partiklar överskreds i Åbo centrum sju, i Reso tre och i Nådendal två dygn. Gränsvärdets nummervärde (200 µg/m<sup>3</sup>) för kvävedioxider överskreds i Åbo centrum en dygn.

Riktvärdena för svaveldioxid, kvävedioxid, kolmonoxid eller för respirabla partiklar överskreds inte år 2009. På Runsala överskreds ozonmålvärdet (120 µg/m<sup>3</sup>) inte år 2009.

Med luftkvalitetsindex mätt har luftkvaliteten vanligen varit god i Oriketo (Åbo), Reso och S:t Karins samt tillfredställande i Åbo centrum och Nådendal. Dålig eller mycket dålig (indexvärde över 100) var luften i Åbo under 15, i Reso under 7, i Nådendal under 6 och i S:t Karins under 11 dagar. De höga indexvärdena orsakades av höga halter respirabla partiklar. Luftkvaliteten bedömdes vara god i S:t Karins under 214, i Nådendal under 148, i Reso under 162, i Åbo centrum 66 och i Oriketo under 206 dygn.

Försämrade luftkvalitet medför olika hälso- och naturpåverkningar. I Åbonejden är halten föroreningar i luften vanligen så liten att hälsoeffekter är mycket osannolika. De orsakas oftast av kortvariga höga halter respirabla partiklar som irriterar luftvägarna. Naturen påverkas genom försurning och eutrofiering av vatten och jord. Utsläppens verkningar syns även genom förändringar i antalet indikatorarter (till exempel lavar som växer på tallstammar). Detta utnyttjas vid bioindikatorundersökningar med vars hjälp långsiktiga påföljder uppföljs.

## ABSTRACT

The most important sources of impurities in the air in Turku region are traffic and energy production. The effects of traffic to the ambient air quality are more significant than the effects of energy production because of the low emission height.

The emissions of sulphur dioxide have reduced radically from the beginning of the 1980's. During the past few years the annual sulphur dioxide emissions have been 3.000 to 4.000 tons. The emissions of nitrogen dioxide have been about 5.000 to 6.000 tons per year from which the share of the traffic emissions has been about 20 – 30 percent during the past few years. The emissions of particles have reduced since the late 1980's and during the last years the emissions have been about 400 to 500 tons per year. The annual emissions of industrial and energy production plants depend on the annual operation hours.

Ambient air quality in Turku region was monitored in seven monitoring stations. Three of the stations located in Turku (Market Square, Oriketo and Ruissalo), two located in Raisio (centre and Kaanaa), one in the centre of Naantali and one in the centre of Kaarina. The components monitored were nitrogen oxides (NO<sub>x</sub>), thoracic particles (PM<sub>10</sub>), fine particles (PM<sub>2.5</sub>) sulphur dioxide (SO<sub>2</sub>), ozone (O<sub>3</sub>) and carbon monoxide (CO). Wind speed and direction were monitored in Juhannuskukkula weather station.

Concentrations of impurities in the ambient air are compared to the limit values, guideline values and target values. Limit values were not exceeded in Turku region. The numerical limit value (50 µg/m<sup>3</sup>) for inhalable particles (PM<sub>10</sub>) was exceeded in Turku during seven days, in Raisio during three days and in Naantali during two days. 35 exceedance days are allowed during a calendar year before the limit value is exceeded. The numerical limit value (200 µg/m<sup>3</sup>) for nitrogen dioxide was exceeded in Turku during one day. 18 exceedance days are allowed during a calendar year before the limit value is exceeded.

The guideline values for thoracic particle, nitrogen oxides, sulphur dioxide or carbon monoxide were not exceeded in year 2009. The target value for ozone set for the prevention of health effects for the year 2010 was either not exceeded.

When ambient air quality is characterised by air quality index, the air quality in Oriketo, Raisio and in Kaarina was classified normally as good and in Turku city centre and in Naantali normally as satisfactory. Air quality was classified as poor or very poor (index value above 100) during fifteen days in Turku, in Raisio during seven days, in Naantali during six seven days and during eleven days in Kaarina. The highest index values were caused by inhalable particles (PM<sub>10</sub>). Air quality was classified as good in Kaarina during 214 days, in Naantali during 148 days, in Raisio during 162 days, in Turku centre during 66 days and in Oriketo (Turku) during 206 days.

Increased concentrations of the impurities in the ambient air cause different health and nature effects. In Turku region the measured concentrations are normally in the level where health effects are unlikely. The health effects of the impurities relate mainly to the irritation of the respiratory passage during the times when there are high concentrations of fine particles. The nature effects of the impurities in the ambient air relate mainly to the long term impact of acidification and eutrophication and to the abundance of certain so called indicator species, such as the pine trunk lichens used in the calculation of the Index of Atmospheric Purity (IAP).

# SISÄLLYS

LUETTELO KUVISTA.....	<b>6</b>
SANASTO .....	<b>8</b>
1 JOHDANTO.....	<b>9</b>
2 PÄÄSTÖT .....	<b>10</b>
2.1 RIKKIDIOKSIDI .....	10
2.2 TYPEN OKSIDIT .....	10
2.3 HIUKKASET .....	11
3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ .....	<b>12</b>
4 SÄÄOLOSUHTEET .....	<b>13</b>
5 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT .....	<b>14</b>
6 ILMANLAATUINDEKSI.....	<b>16</b>
6.1 INDEKSIIN LASKEMINEN.....	16
6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	17
7 TAUSTAPITOISUUDET UTÖSSÄ.....	<b>18</b>
8 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA.....	<b>18</b>
8.1 ILMANLAATU TURUSSA .....	19
8.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA.....	19
8.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	20
8.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	21
8.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET.....	24
8.1.4 TURUN HIILIMONOKSIDIPITOISUUDET .....	26
8.1.5 TURUN OTSONIPITOISUUDET .....	27
8.2 ILMANLAATU RAISIOSSA .....	28
8.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	29
8.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	29
8.2.3 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	31
8.2.2 RAISION HIUKKASPITOISUUDET .....	33
8.3 ILMANLAATU NAANTALISSA .....	34
8.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	34
8.3.2 NAANTALIN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	35
8.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	36
8.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET .....	39
8.4 ILMANLAATU KAARINASSA.....	40
8.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	40
8.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET.....	41
8.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET .....	42
9 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA .....	<b>44</b>
9.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN .....	44
9.1.1 YLEISTÄ.....	44
9.1.2 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET .....	45
9.1.3 OTSONIN VAIKUTUKSET .....	47
9.1.4 RIKKIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	47
9.1.5 TYPPIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	47
9.1.6 HIILIMONOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	48
9.2 VAIKUTUKSET LUONTOON .....	48
9.2.1 YLEISTÄ.....	48
9.2.2 RIKKIDIOKSIDIN JA TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET .....	49
9.2.3 ALAILMAKEHÄN OTSONIN VAIKUTUKSET .....	49
9.2.4 HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET.....	49
9.2.5 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET .....	49

10	YHTEENVETO .....	<b>50</b>
10.1	MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS .....	50
10.2	PÄÄSTÖT .....	50
10.3	ILMANLAATU TURUSSA .....	50
10.4	ILMANLAATU RAISIOSSA .....	51
10.5	ILMANLAATU NAANTALISSA .....	51
10.6	ILMANLAATU KAARINASSA .....	52
10.7	TERVEYSVAIKUTUKSET .....	52
10.8	LUONTOVAIKUTUKSET .....	52
10.9	VINKKEJÄ KUNTALAISILLE .....	52
	LÄHTEET .....	<b>54</b>
	LIITE 1 .....	<b>57</b>
	LIITE 2 .....	<b>58</b>

## LUETTELO KUVISTA

KUVA	AIHE	SIVU
1	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	10
2	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen typpidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	11
3	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla.	12
4	Tuulensuunnan jakautuminen Turun Artukaisissa vuonna 2009.	13
5	Ilmanlaatuindeksin jakautuminen eri luokkiin vuonna 2009.	17
6	Ilmanlaatuindeksin jakautuminen tunneittain eri luokkiin vuonna 2009.	18
7	Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.	19
8	Orihedon ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.	19
9	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1989 – 2009.	20
10	Ruissalon vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2006 – 2009.	21
11	Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	21
12	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1991 – 2009.	22
13	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2006 – 2009.	22
14	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2006 – 2009.	23
15	Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	23
16	Orihedon typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulensuunnilla vuonna 2009	24
17	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2006 – 2009.	24
18	Orihedon ja Utön tausta-aseman pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot vuodelta 2009.	25
19	Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	25
20	Orihedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausiarvojen seitsemän päivän liukuvat keskiarvot.	26
21	Hiilimonoksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 ja 2009.	26
22	Kauppatorin hiilimonoksidin pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	27
23	Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot vuosina 2006 – 2009.	27
24	Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa ja Utössä vuonna 2009.	28
25	Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	28
26	Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.	29



27	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä vuosina 1989 – 2009.	29
28	Kaanaan vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2006 – 2009.	30
29	Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	30
30	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä vuosina 1992 – 2009	31
31	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 – 2009.	31
32	Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 – 2009.	32
33	Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	32
34	Raision typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	33
35	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 – 2009.	33
36	Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	34
37	Naantalın ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.	35
38	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä vuosina 1989 – 2009.	35
39	Vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa vuosina 2006 – 2009.	36
40	Naantalın rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	36
41	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä vuosina 1990 - 2009.	37
42	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 – 2009.	37
43	Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 – 2009.	38
44	Naantalın typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	38
45	Naantalın typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	39
46	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 – 2009.	39
47	Naantalın hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	40
48	Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.	40
49	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 – 2009.	41
50	Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 – 2009.	41
51	Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	42
52	Kaarinan typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2009.	42
53	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 – 2009.	43
54	Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella.	43
55	Hiukkasten pääsy elimistöön.	46

## SANASTO

AOT40	AOT40-otsonialtistusindeksillä kuvataan otsonin kuormitusta, joka lasketaan $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittävien otsonin tuntipitoisuuksien ja $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ erotuksen kumulatiivisena summana määrättyltä ajanjaksolta laskettuna päivittäisistä tuntiarvoista.
Alveoli	Keuhkorakkulat (alveolus); noin puolen millimetrin läpimittaisia puolipalloja, joista suurin osa keuhkokudoksesta koostuu ja joiden seinämien läpi hengityskaasut vaihtuvat.
Epidemiologia	Tieteenala joka tutkii tautien esiintyvyyttä suhteessa niiden vaaratekijöihin.
Fagosytoiva solu	Fagosyytti; veren ja muiden kudosten liikuntakykyisiä soluja, jotka sulkevat sisäänsä ja tuhoavat bakteereita ja muita vieraita kiinteitä osasia sekä elimistön omien solujen tuhoutuvia osasia.
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	Halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin ( $1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$ ) kokoiset ilmassa leijuvat hiukkaset, jotka kulkeutuvat hengitysteihin.
Hiilimonoksidi ( $\text{CO}$ )	Hajuton, väritön ja mauton kaasu, jota muodostuu epätäydellisessä palamisessa ja joka voi aiheuttaa häikämyrkytyksen estäessään hengitettäessä hapen sitoutumista veren hemoglobiiniin.
Hiukkaspäästö	Hiukkasten kokonaismäärä päästössä.
Iskemias	Paikallinen verenpuute, paikallinen verettömyys, kudoksen hapenpuute.
Ohjearvo	Ilmanlaadun mittaustuloksia verrataan ohje- ja raja-arvoihin. Kansalliset ohjearvot on määritelty Valtioneuvoston päätöksessä (480/96) ja ne ovat pääosin terveysperusteisia ja tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille.
Otsoni ( $\text{O}_3$ )	Hapen muoto, jossa molekyyli muodostuu kolmesta happiatomista. Otsoni on voimakas hapetin, joka korkeina pitoisuuksina ärsyttää hengitysteitä.
Pienhiukkaset ( $\text{PM}_{2,5}$ )	Halkaisijaltaan alle $2,5 \mu\text{m}$ ( $1 \mu\text{m} = 1/1000 \text{ mm}$ ) ilmassa leijuvat hiukkaset, jotka pääsevät hengityksessä syväälle keuhkoihin ja ovat siksi esimerkiksi terveyden kannalta tärkeitä.
Raja-arvo	Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia, ja ne perustuvat EU-direktiiveihin. Ilmansuojeluviranomaisten on estettävä niiden ylittyminen käytettävissä olevin keinoin.
Rikkidioksidi ( $\text{SO}_2$ )	Rikin oksidi, jota syntyy rikin tai rikkiä sisältävien yhdisteiden palaessa ilmassa. Myrkyllinen kaasu, joka aiheuttaa myös ympäristöhaittoja, kuten happamoitumista.
Typen oksidit ( $\text{NO}_x$ )	Typen ja hapen muodostamat kaasumaiset yhdisteet typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ ) ja typpimonoksidi ( $\text{NO}$ ). Typen oksideja syntyy pääasiassa palamisessa, ja ne aiheuttavat happamoitumista, rehevöitymistä, korroosiota ja terveydellisiä ongelmia sekä osallistuvat alailmakehän otsonin muodostumiseen.

# 1 JOHDANTO

Ilmanlaadun seurannan järjestämiseksi Turun kaupunkiseudulle perustettiin vuonna 1988 ilmansuojelun yhteistyöryhmä. Nykyään yhteistyöryhmän muodostavat Turun, Raision, Naantalın ja Kaarinan kaupungit sekä Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos, Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo, Turku Energia Oy, Akseli Kiinteistöpalvelut Oy, Fortum Power and Heat Oy Lounais-Suomi, Turun Satamaliikelaitos, Turun Jätteenpolttoliikelaitos sekä STX Finland Oy. Käytännön tarkkailutyön ja raportoinnin hoitaa Turun kaupungin ympäristönsuojelutoimisto. Ilmanlaadusta raportoidaan kuukausittain lyhyellä katsauksella, kerran vuodessa laajemmalla vuosiraportilla sekä kerran viidessä vuodessa tehtävällä 5-vuotiskatsauksella.

Vuonna 2009 ilmanlaadun mittausverkosto käsitti yhteensä seitsemän mittauspistettä (taulukko 1, liite 1) sekä sääaseman, jossa mitattiin tuulen suuntaa ja nopeutta. Ilmanlaadun mittauksien tulokset ovat nähtävissä reaaliaikaisesti ilmanlaatuportaalin osoitteessa: [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi).

Taulukko 1. Turun seudun ilmanlaadun mittauspisteet ja mitattavat epäpuhtaudet.

Mittauspiste	Typen oksidit (NO <sub>x</sub> )	Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> )	Rikki-dioksidi (SO <sub>2</sub> )	Otsoni (O <sub>3</sub> )	Hiilimonoksidi (CO)
Turku, Kauppatori	X	X				X
Turku, Oriketo	X	X	X			
Turku, Ruissalo	X			X	X	
Raisio, keskusta	X	X				
Raisio, Kaanaa				X		
Naantali, keskusta	X	X		X		
Kaarina, keskusta	X	X				

Suurimmat epäpuhtauksien päästölähteet Turun seudulla ovat energiantuotanto ja teollisuus sekä liikenne. Alhaisen päästökorkeutensa vuoksi liikenteen päästöillä on kuitenkin merkittävin vaikutus paikalliseen kaupunki-ilmanlaatuun. Energiantuotannon päästöissä on viime vuosina havaittu ainoastaan vuosittaisten tuotantomäärien vaihtelusta aiheutuneita muutoksia.

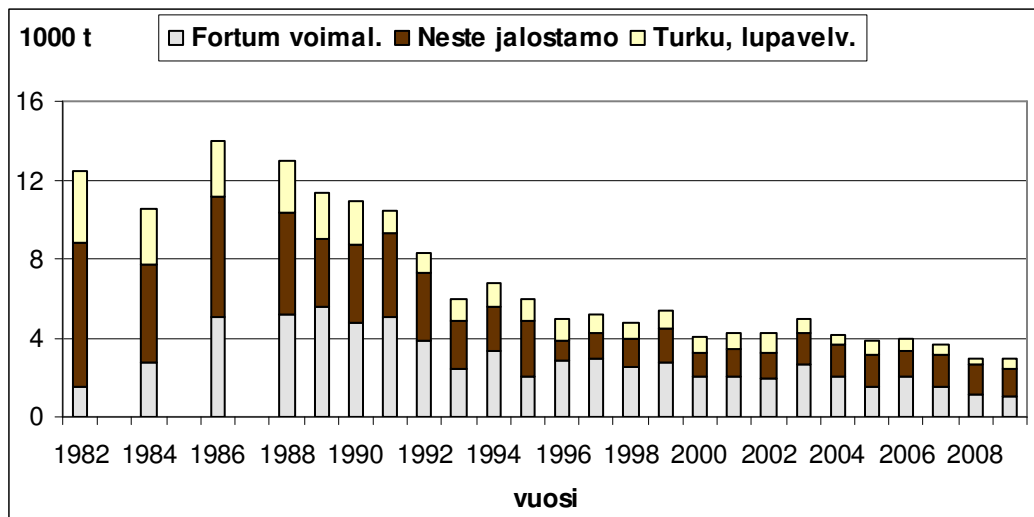
Hiilimonoksidi (häkä), rikkidioksidi, hiilivedyt, hiukkaset (noki, tuhka jne.), otsoni ja typen oksidit (NO ja NO<sub>2</sub>) ovat ilman epäpuhtauksista merkittävimmät. Ilman epäpuhtaudet aiheuttavat erilaisia terveys- ja ympäristövaikutuksia.

## 2 PÄÄSTÖT

### 2.1 RIKKIDIOKSIDI

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2009 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa yhteensä noin 2930 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuoden 2008 ja osa vuoden 2007 tietoihin (liite 2). Laitosten sijaintikunnan mukaan kokonaispäästö jakaantui siten, että Naantalissa sijaitsevien laitosten osuus oli 82, Turun laitosten 17 ja Raision sekä Kaarinan laitosten noin 1 prosenttia päästöistä.

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt ovat pääsääntöisesti pienentyneet Turun seudulla vuoden 1986 jälkeen (kuva 1). Vuonna 2009 kokonaispäästöt pienenevät noin yhden prosentin vuodesta 2008. Vuotuiset vaihtelut laitosten päästöissä aiheutuvat käyttömäärien vaihteluista sekä käytettävästä polttoaineesta.



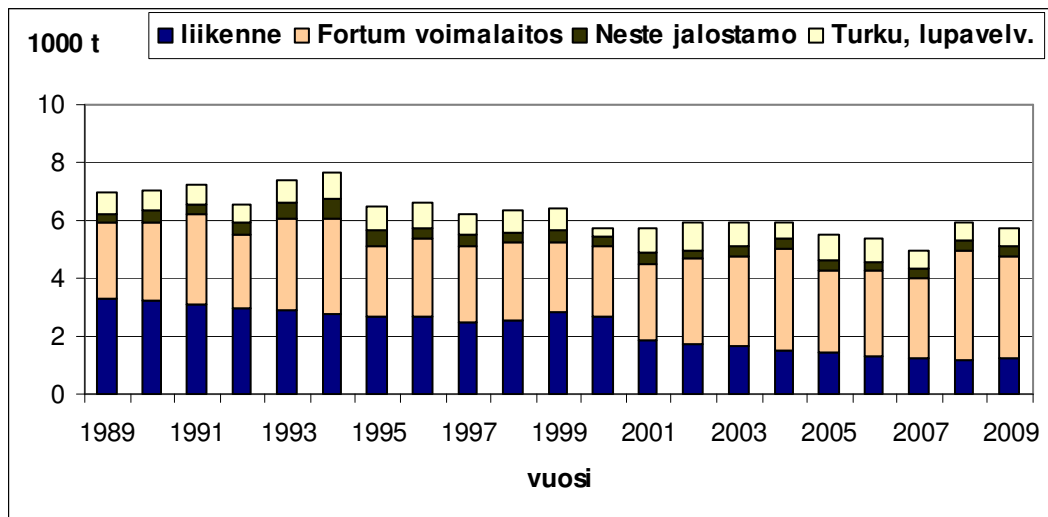
Kuva 1. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.

### 2.2 TYPEN OKSIDIT

Vuonna 2009 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli noin 4500 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuoden 2008 ja osa vuoden 2007 tietoihin (liite 2). Kokonaispäästö oli vuonna 2009 vajaa 300 tonnia pienempi kuin vuonna 2008.

Laskennallisesti vuodelle 2009 selvitetty liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 1239 t (VTT: Liisa 2007). Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turussa 690 t/a, Raisiossa 184 t/a, Naantalissa 83 t/a ja Kaarinassa 282 t/a. Matalan päästökorkeutensa vuoksi liikenteen päästöjen merkitys paikalliseen ilmanlaatuun on kuitenkin suurempi kuin lupavelvollisten laitosten.

Lupavelvollisten laitosten ja liikenteen typpidioksidipäästöjen kehitys vuodesta 1989 alkaen on esitetty kuvassa 2. Laitosten päästöt vaihtelevat vuosittain käyttömäärien mukaan.



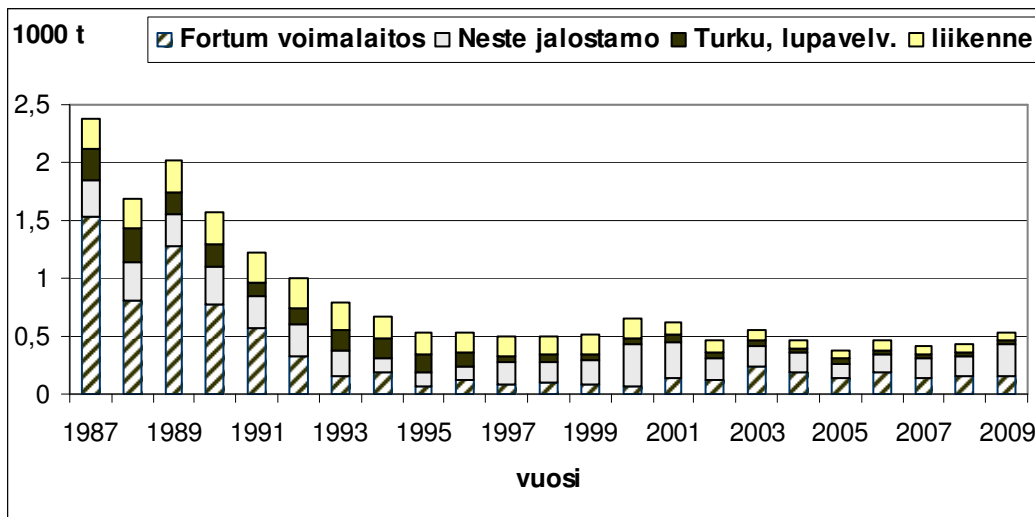
Kuva 2. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen typpidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla. Liikenteen osuudessa on mukana Kaarinan liikenteestä aiheutuneet päästöt vuodesta 1999 alkaen. Vuonna 2001 liikenteen päästöjen laskentatapa on muuttunut. Vuoden 2009 liikenteen päästöissä on Naantalissa mukana lisäksi entisten Rymättylän, Merimaskun sekä Velkuan liikennepäästöt ja Kaarinan päästöissä entisen Piikkiön liikennepäästöt.

### 2.3 HIUKKASET

Ulkoilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat eniten liikenteen ja tuulen maasta nostattama pöly. Keväällä ja alkutalvella pitoisuudet kasvavat kesään verrattuna moninkertaisiksi kaduille ja jalkakäytävillä levitetyn hiekoitushiekan pölytessä. Hiekoitushiekan lisäksi leijuva pöly sisältää tien pinnasta, autojen renkaista ja jarruista irronneita sekä autojen pakokaasujen, energiantuotannon ja teollisuuden päästöjen sisältämiä hiukkasia. Tervahatun (2005) mukaan hiekoitus lisää suuresti hienojakoisen pölyn määrää, mutta pääosa pölystä oli peräisin asfaltista. Se syntyy renkaan ja asfaltin välissä olevan hiekan irrottaessa hienojakoista pölyä asfaltista.

Liikenteen sekä energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten päästöjen osuus ulkoilman hiukkaspitoisuuksissa on vähäinen. Pienen kokonsa vuoksi pakokaasuhiukkasten terveydellinen merkitys on kuitenkin suuri. Vuonna 2009 ympäristönsuojelulain mukaan lupavelvollisten laitosten hiukkaspäästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 460 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuoden 2008 ja osa vuoden 2007 tietoihin (liite 2). Energiantuotannon ja teollisuuden ilmoittamat hiukkaspäästöt sisältävät koko hiukkasaineksen eivätkä siten ole verrattavissa mitattuihin hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksiin. Laitosten päästöt vaihtelevat vuosittain käyttömäärien mukaan, mutta päästöihin vaikuttaa myös käytettävä polttoaine.

Liikenteen pakokaasuista aiheutuvat laskennalliset hiukkaspäästöt olivat vuonna 2009 yhteensä noin 70 tonnia (VTT: Liisa 2007). Liikenteestä aiheutuvat hiukkaspäästöt olivat Turussa noin 39, Raisiossa noin 10, Kaarinassa noin 16 ja Naantalissa noin 5 tonnia. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn ns. re-suspension määrää on vaikea arvioida. Lupavelvollisten laitosten hiukkaspäästöt nousivat vuonna 2009 noin 100 tonnia vuoden 2008 päästöihin verrattuna (kuva 3).



Kuva 3. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla. Liikenteen päästöihin on laskettu mukaan Kaarinan hiukkaspäästöt vuodesta 1999 alkaen. Vuonna 2001 liikenteen päästöjen laskentatapa on muuttunut. Vuoden 2009 liikenteen päästöissä on Naantalien päästöissä mukana lisäksi entisten Rymättylän, Merimaskun sekä Velkuan liikennepäästöt ja Kaarinan päästöissä entisen Piikkiön liikennepäästöt.

### 3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Mittausjärjestelmä käsitti vuonna 2009 kolme rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ), kuusi typen oksidien ( $\text{NO}_x$ ), viisi hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ), yhden pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$ ), yhden otsonin ( $\text{O}_3$ ) ja yhden hiilimonoksidin ( $\text{CO}$ ) mittauspisteen sekä Juhannuskukkulan sääaseman, jossa seurattiin tuulen suuntaa ja nopeutta. Mittauspaikat on valittu lähinnä Ilmatieteen laitoksen tekemien leviämisselvitysten perusteella. Sijoituksessa on lisäksi otettu huomioon väestön sijoittuminen, erilaisten laitosten (koulut, päiväkodit, sairaalat yms.) sijainti sekä luonnonsuojelullisesti merkittävät alueet.

Kaupunkien keskustojen ilmanlaadun mittausasemilla seurattiin pääasiassa liikenteen päästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun. Hiukkaspitoisuuksien mittauksissa tarkkailtiin lähinnä liikenteen päästöjä sekä liikenteen ja tuulen kadunpinnasta nostattaman pölyn eli ns. re-suspension vaikutuksia pitoisuuksiin.

**Turun keskustassa** ilmanlaatua tarkkailtiin Kauppatorilla, jossa mitattiin typen oksidien, hengitettävien hiukkasten ja hiilimonoksidin pitoisuuksia. **Orikedon** mittausasemalla mitattiin typen oksidien ja hengitettävien sekä pienhiukkasten pitoisuuksia. **Ruissalon mittauspisteellä** mitattiin rikkidioksidin, otsonin ja typen oksidien pitoisuuksia. Otsonin mittauspisteellä pyrittiin seuraamaan otsonin pitoisuuksia keskustalueen ulkopuolella, sillä typen oksidit ovat mukana otsonin muodostumis- ja häviämisreaktioissa.

**Raisiossa** ilmanlaatua tarkkailtiin kahdella mittauspisteellä, keskustassa ja Kaanaalla. Keskustan mittauspisteellä, Opinpolulla, mitattiin typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Kaanaan mittauspiste on siirretty vuonna 2008 noin 300 metriä lounaaseen Kaanaan koululle, jossa mitattiin rikkidioksidipitoisuuksia. Raision mittausasemien sijainnit on valittu niin, että ne antavat tietoa myös Fortum Power and Heat Oy:n Naantalien voimalaitoksen ja Neste Oil Oyj:n Naantalien jalostamon päästöjen vaikutuksista ilmanlaatuun.

**Naantalin** mittauspiste sijaitsi Asematorilla Naantalin keskustassa. Naantalissa mitattavia komponentteja olivat rikkidioksidi, typen oksidit sekä hengitettävät hiukkaset. Naantalin mittauspisteen sijainti on valittu siten, että se antaa tietoa myös Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitoksen ja Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamon päästöjen vaikutuksista ilmanlaatuun.

**Kaarinan** keskustan mittauspiste sijaitsi Kärriykadulla Voivalantien ja 110-tien välissä. Mittaukset aloitettiin maaliskuussa 2004. Kaarinassa mitattavia komponentteja olivat typen oksidit ja hengitettävät hiukkaset. Mittauspiste sijaitsi koulun ja terveysaseman läheisyydessä, sillä niiden asiakasryhmät ovat erityisen herkkiä mahdollisille korkeille ilman epäpuhtauspitoisuuksille.

### Ilmanlaatumittausten laadunvarmennus

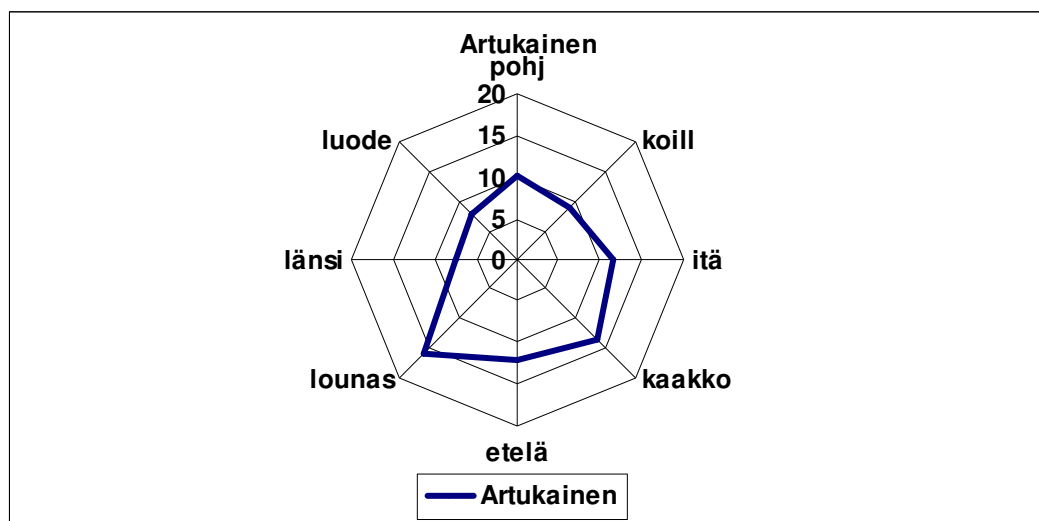
Analysaattorit huollettiin niille laadittujen huoltosuunnitelmien mukaisesti. Kaasu-analysaattorien toiminta varmistettiin kerran vuorokaudessa tapahtuvilla automaattisilla nolla- ja aluetason tarkistuksilla. Kalibroinnit tehtiin automaattitarkistusten ja huoltosuunnitelmien perusteella typenoksidianalysaattoreille keskimäärin kerran kuussa ja rikkidioksidianalysaattoreille kerran kolmessa kuukaudessa. Lisäksi kaasu- ja hiukkasanalysaattoreille teetettiin yksi kalibrointi ulkopuolisella konsultilla. Kalibroinnit osoittivat laitteiden toimineen hyvin.

## 4 SÄÄOLOSUHTEET

Tiedot lämpötilasta, tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä sademäärästä ja ilman suhteellisesta kosteudesta saatiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten säähavaintoasemalta. Tuulen suuntaa ja nopeutta sekä lämpötilaa seurattiin myös Juhannuskukkulan sääasemalla (mittaus keskeytettiin heinäkuussa mittaustaikojen remontin vuoksi).

### TUULI

Vuoden 2009 keskimääräiseksi tuulen nopeudeksi mitattiin Artukaisissa 2,7 m/s. Tuulisinta oli marraskuussa (3,1 m/s) ja vähätuulisinta tammi-, helmi- ja elokuussa (2,4 m/s). Tyyntä (<1 m/s) oli 12,4 % ajasta. Vuonna 2009 vallitseva tuulensuunta oli Artukaisissa lounaasta (kuva 4).



Kuva 4. Tuulensuunnan jakautuminen Turun Artukaisissa vuonna 2009.

## LÄMPÖTILA

Vuoden 2009 keskilämpötila oli Turun Kauppatorilla 6,3 °C ja Artukaisissa 6,2 °C. Ilmatieteen laitoksen Turun lentoasemalla normaalikautena 1971 - 2000 mittaama lämpötilan pitkäaikainen keskiarvo on ollut +5,2 °C. Vuositasolla keskilämpötila oli siten tavallista korkeampi.

## SADEMÄÄRÄ

Vuoden 2009 sademäärä oli keskimääräistä alhaisempi. Kokonaissademäärä Turussa oli 623 mm. Pitkäaikaiskeskiarvo vuosilta 1971 - 2000 on 699 mm. Eniten satoi heinäkuussa (119,3 mm) ja vähiten huhtikuussa (2,5 mm).

## ILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS

Turun Artukaisissa mitattu ilman suhteellinen kosteus oli vuonna 2009 keskimäärin 82 %. Pitkäaikainen keskiarvo vuosilta 1971 - 2000 on 79 %.

## 5 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Mittaustulosten käsittelyssä ja tarkastelussa on käytetty perustana valtioneuvoston vuonna 1996 asettamia ilmanlaadun ohjearvoja (VNp 480/1996 ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista). Nämä ohjearvot hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille on esitetty taulukossa 2.

Taulukko 2. Ilmanlaadun ohjearvot (VNp 480/1996).

Aine	Ohjearvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Hiilimonoksidi (CO)	20 mg/m <sup>3</sup> 8 mg/m <sup>3</sup>	Tuntiarvo Tuntiarvojen liukuva 8 tunnin keskiarvo
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup> 70 µg/m <sup>3</sup>	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	250 µg/m <sup>3</sup> 80 µg/m <sup>3</sup>	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	70 µg/m <sup>3</sup>	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

Hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin, rikkidioksidin tai hiilimonoksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja Turun seudulla.

Valtioneuvosto on antanut vuonna 2001 asetuksen ilmanlaadusta (711/2001), jossa annetaan raja-arvot rikkidioksidin, typpidioksidin, hiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin tai bentseenin pitoisuuksille ulkoilmassa (taulukko 3).



Taulukko 3. Valtioneuvoston vuonna 2001 antamat raja-arvot (711/2001).

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, jolloin viimeistään pitoisuuksien tulee olla raja-arvoa pienemmät
Rikkidioksidi ( $\text{SO}_2$ )	1 tunti	350	24	1.1.2005
	24 tuntia	125	3	1.1.2005
Typpidioksidi ( $\text{NO}_2$ )	1 tunti	200	18	1.1.2010
	Kalenterivuosi	40	-	1.1.2010
Hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	24 tuntia	50 <sup>1)</sup>	35	1.1.2005
	Kalenterivuosi	40 <sup>1)</sup>	-	1.1.2005
Hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia <sup>2)</sup>	10 000	-	1.1.2005
Lyijy (Pb)*	Kalenterivuosi	0,5 <sup>1)</sup>	-	19.7.2001
Bentseeni ( $\text{C}_6\text{H}_6$ )*	Kalenterivuosi	5	-	1.1.2010

1) Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

2) Vuorokauden korkein 8 tunnin keskiarvo, joka valitaan tarkastelemalla 8 tunnin liukuvia keskiarvoja. Kukin kahdeksan tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona jakso päättyy

\* Lyijyn ja bentseenin pitoisuuksia ei mitattu Turun kaupunkiseudulla vuonna 2009

Raja-arvot eivät ylittyneet Turun seudulla vuonna 2009. Hengitettäville hiukkasille annetun raja-arvon numeroarvo ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyi Turun keskustassa seitsemänä, Raisiossa kolmena ja Naantalissa kahtena vuorokautena. Orikedolla ja Kaarinassa hengitettäville hiukkasille annetun raja-arvon numeroarvoa ei ylitetty. Typpidioksidipitoisuudelle annetun raja-arvon numeroarvo ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), joka saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuodessa, ylitettiin Turun Kauppatorilla yhtenä vuorokautena. Muiden mitattujen epäpuhtauksien osalta raja-arvon numeroarvot eivät ylittyneet Turun seudulla.

Valtioneuvosto antoi vuonna 2003 asetuksen (783/2003) alailmakehän otsonista. Asetuksessa on esitetty otsonille tavoitearvot vuodelle 2010 (taulukko 4) sekä väestön tiedotus- ja varoituskyynnysarvot (taulukko 5).

Taulukko 4. Valtioneuvoston asetuksessa alailmakehän otsonista (783/2003) esitetyt otsonin tavoitearvot vuodelle 2010.

Peruste	Tavoitearvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Terveyshaittojen ehkäiseminen	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Korkein päivittäinen kahdeksan tunnin keskiarvo, joka saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona
Kasvillisuuden suojeleminen	$18\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$	AOT40 laskettuna 1.5. - 31.7. ajan tuntiarvoista, jotka mitataan klo 9 - 21 välisenä aikana (kesäaika: 10 - 22) viiden vuoden keskiarvona.

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksessa alailmakehän otsonista (783/2003) esitetyt otsonin tiedotus- ja varoituskyynnykset.

Peruste	Kynnysarvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Väestölle tiedottaminen	$180 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Tuntikeskiarvo
Väestön varoittaminen	$240 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Tuntikeskiarvo

Otsonille annetun tavoitearvon  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ylittäviä pitoisuuksia ei mitattu Ruissalossa vuonna 2009. Otsonin AOT40-tavoitearvo vuodelle 2010 kasvillisuuden suojelemiseksi on  $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$  viiden vuoden keskiarvona. Vuoden 2009 Ruissalon otsonipitoisuuksista laskettu AOT40 luku oli  $173 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ . Viiden vuoden (2005 – 2009) AOT40-arvojen keskiarvo oli  $4465 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ . Otsonin tiedotus- ja varoituskynnyspitoisuudet eivät ylittyneet.

Euroopan unioni on antanut direktiivin (2008/50/EY) ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. Direktiivi on implementoitava kansalliseen lainsäädäntöön viimeistään 11.6.2010. Direktiivissä annetaan tavoitearvo  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$ ) vuosikeskiarvolle. Tavoitearvo on saavutettava 1.1.2010 mennessä. Orikedolla mitattiin vuosikeskiarvoksi  $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 6 ILMANLAATUINDEKSI

### 6.1 INDEKSIIN LASKEMINEN

Vuoden 2009 aikana ilmanlaatua kuvaava indeksi laskettiin Turun, Naantalın ja Kaarinan keskustojen, Orikedon sekä Raision mittausasemien tuloksista. Indeksia laskettaessa mitattuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia verrataan ilmanlaadun ohjearvoihin. Turun keskustan ja Orikedon indeksit koostuivat typpidioksidin ( $\text{NO}_2$ ) ja hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) tuloksista. Raision indeksi koostui keskustan mittauspisteen typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista sekä Kaanaan rikkidioksidipitoisuuksista. Naantalın mittauspisteen indeksi koostui rikki- ja typpidioksidin sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Kaarinan indeksi koostui typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

Ilmanlaatuindeksin laskentatapaa muutettiin vuoden 2002 alusta, jolloin indeksilaskenta muuttui tuntipohjaiseksi, joten se reagoi nopeasti ilmanlaadun vaihteluihin. Mitatuista epäpuhtauspitoisuuksista lasketaan tunneittain ns. alaindeksit, joista korkein tulos valitaan ilmanlaatuindeksiksi. Taulukossa 6 on esitetty ilmanlaatuindeksin laskennassa käytettävät epäpuhtauksien taitepisteet.

Taulukko 6. Ilmanlaatuindeksin laskennassa käytettävät epäpuhtauksien taitepisteet.

Indeksin arvo	CO $\text{mg}/\text{m}^3$ (1 h)	NO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 h)	SO <sub>2</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 h)	O <sub>3</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 h)	PM <sub>10</sub> $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (1 h)
50	4	40	20	60	20
75	8	70	80	120	50
100	20	150	250	150	100
150	30	200	350	180	200

Indeksin sanallisessa luonnehdinnassa on otettu huomioon sekä terveys- että materiaali- ja luontovaikutukset. Indeksien määrittely on esitetty taulukossa 7. Vuorokauden tunti-indeksistä valitaan korkein arvo, joka määrittää koko vuorokauden korkeimman indeksiarvon.

Taulukko 7. Indeksin määrittely (HSY).

INDEKSI	VÄRI	LUONNEHDINTA	TERVEYS- VAIKUTUKSET	MUUT VAIKUTUKSET
151 -	<b>VIOLETTI</b>	<b>ERITTÄIN HUONO</b>	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
101 - 150	<b>PUNAINEN</b>	<b>HUONO</b>	Mahdollisia herkillä yksilöillä	
76 - 100	<b>ORANSSI</b>	<b>VÄLTTÄVÄ</b>	Epätodennäköisiä	
51 - 75	<b>KELTAINEN</b>	<b>TYDYTTÄVÄ</b>	Hyvin epätodennäköisiä	Lieviä luontovaikutuksia
0 - 50	<b>VIHREÄ</b>	<b>HYVÄ</b>	Ei todettuja	pitkällä aikavälillä

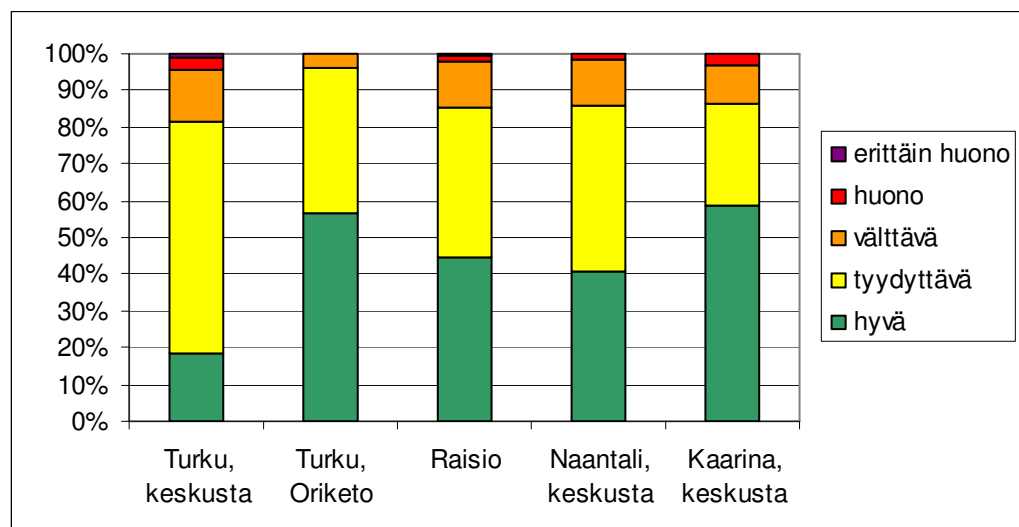
Indeksistä tiedotettiin Turun kaupunkiseudun paikallislehdille ja -radioille lähetettävällä tiedotteella arkipäivisin, mikäli ilmanlaatu heikkeni huonoksi tai erittäin huonoksi ja tilanteen uskottiin kestävän useita tunteja. Turun Sanomien sääsivulla julkaistiin päivittäin Turun keskustan indeksiä. Reaaliaikaisesti indeksi oli näkyvä Internetissä osoitteessa: [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi).

## 6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Vuonna 2009 ilmanlaatu luokiteltiin Turun Orikedolla, Raisiossa ja Kaarinassa yleensä hyväksi ja Turun keskustassa sekä Naantalissa yleensä tyydyttäväksi (taulukko 8).

Taulukko 8. Ilmanlaatuindeksin päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuonna 2009.

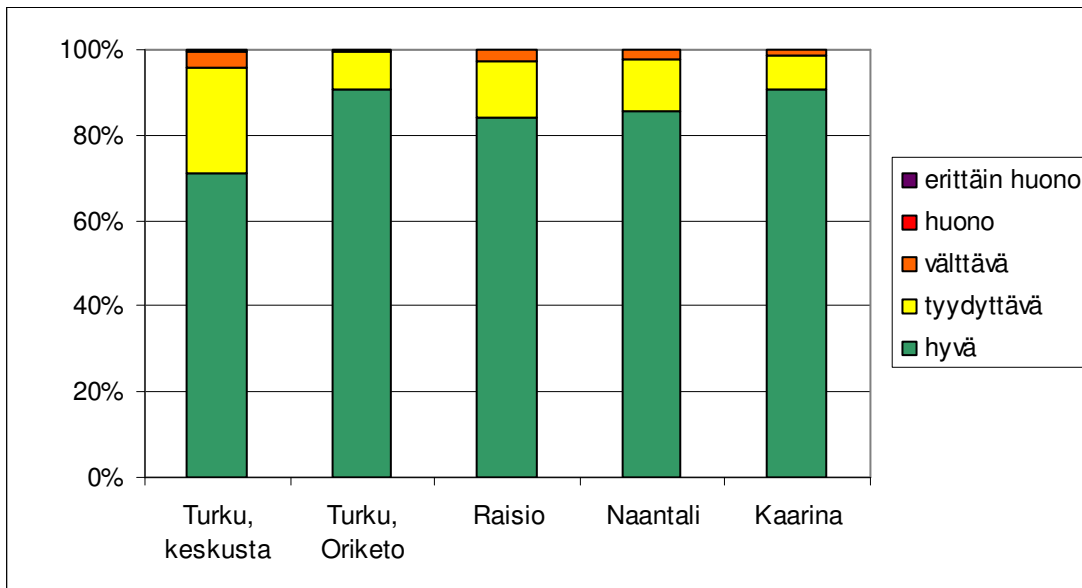
Luokka	Turku, keskusta	Turku, Oriketo	Raisio	Naantali, keskusta	Kaarina, keskusta
<b>erittäin huono</b>	4	0	1	0	0
<b>huono</b>	11	0	6	6	11
<b>välttävä</b>	52	14	46	45	38
<b>tydyttävä</b>	228	145	150	166	102
<b>hyvä</b>	66	206	162	148	214



Kuva 5. Ilmanlaatuindeksin päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuonna 2009.

Ilmanlaatuindeksin vuorokauden korkeimmat arvot aiheutuivat Turun seudulla yleensä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

Ilmanlaatu luokitellaan yleensä hyväksi, kun tarkastellaan indeksien jakautumista tunneittain. Kuvassa 6 on esitetty indeksien jakautuminen tunneittain eri luokkiin.



Kuva 6. Ilmanlaatuindeksin jakautuminen eri luokkiin tunneittain vuonna 2009.

## 7 TAUSTAPITOISUUDET UTÖSSÄ

Turun seudun rikkidioksidin, typpidioksidin, pienhiukkasten ja otsonin taustapitoisuuksia kuvaamaan valittiin Ilmatieteen laitoksen Utön mittauspisteeltä Korppoosta saadut mittaustulokset.

Rikkidioksidin vuosikeskiarvo Utön tausta-aseamalla vuonna 2009 oli  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja typpidioksidin  $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvo oli  $5,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Korkeimmat otsonipitoisuudet mitattiin Utössä toukokuussa, jolloin kuukausikeskiarvo oli  $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Alhaisimmat otsonipitoisuudet mitattiin joulukuussa ( $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 8 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA

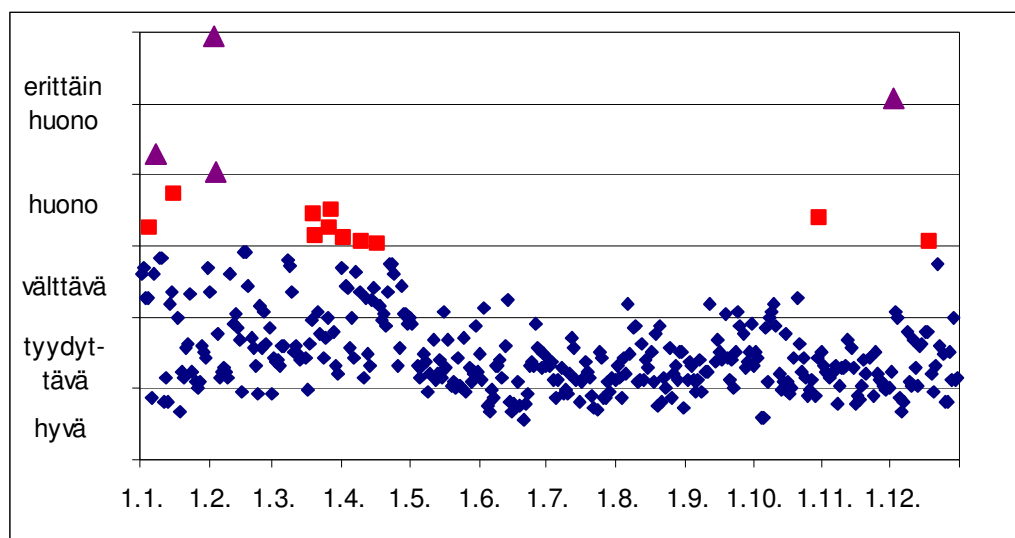
Seuraavissa kappaleissa on esitetty ilmanlaatujärjestelmän tuottamat rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, hiilimonoksidin ja otsonin mittaustulokset ja niistä lasketut ilmanlaatuindeksit vuodelta 2009. Pitoisuudet on laskettu  $20 \text{ }^\circ\text{C}$  lämpötilaan. Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) ja pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$ ) pitoisuudet on laskettu vallitsevaan ilmanpaineeseen ja lämpötilaan.

## 8.1 ILMANLAATU TURUSSA

Turun keskustassa ilmanlaatuun vaikuttavat pääosin liikenteen päästöt sekä tuulen ja liikenteen maasta nostattama pöly. Teollisuuden päästöjen vaikutus Turun keskustan ilmanlaatuun on liikennettä pienempi. Orikedolla ilmanlaatuun vaikuttavat sekä Jätteenpolttoliikelaitoksen että Turku Energian Orikedon lämpökeskuksen päästöt. Ruissalossa ilmanlaatuun vaikuttaa lähinnä otsonipitoisuus, mutta myös typen oksidit ja rikkidioksidi heikentävät Ruissalon ilmanlaatua.

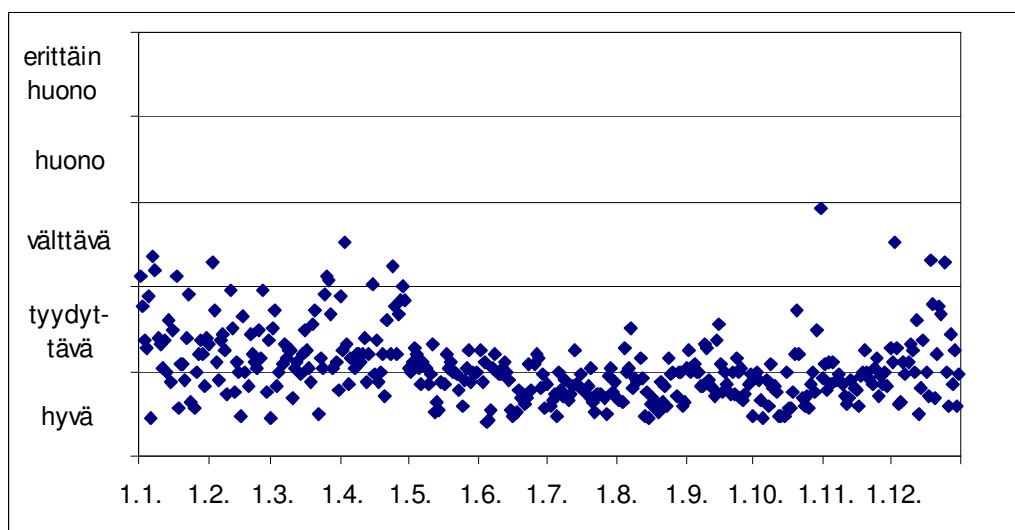
### 8.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Turun keskustan ilmanlaatu oli indeksillä luonnehdittuna yleensä tyydyttävä (kuva 7). Ilmanlaatu luokiteltiin erittäin huonoksi neljänä ja huonoksi yhtenätoista vuorokautena. Ilmanlaadun heikkeneminen aiheutui yleensä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien kohoamisesta. Yhtenä erittäin huonon ilmanlaadun päivänä ilmanlaadun heikkeneminen johtui typpidioksidipitoisuuksista. Parhaimmillaan ilmanlaatu oli kesällä.



Kuva 7. Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.

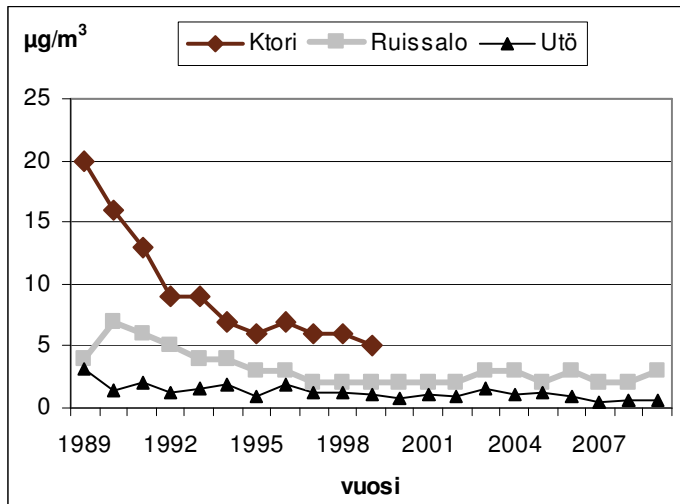
Orikedolla ilmanlaatu luokiteltiin yleensä hyväksi (kuva 8). Huonoimmillaan ilmanlaatu Orikedolla luokiteltiin välttäväksi. Ilmanlaatuindeksi on laskettu typpidioksidi- ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.



Kuva 8. Turun Orikedon ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.

## 8.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla, Ruissalossa sekä Utön tausta-aseamalla vuosina 1989 - 2009 on esitetty kuvassa 9. Vuonna 2009 vuosikeskiarvo oli Ruissalossa  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kauppatorilla rikkidioksidin mittaus lopetettiin vuonna 1999. Utössä vuosikeskiarvoksi mitattiin  $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla (VNp 480/96) rikkidioksidin vuosikeskiarvon ohjearvoksi on määritelty  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

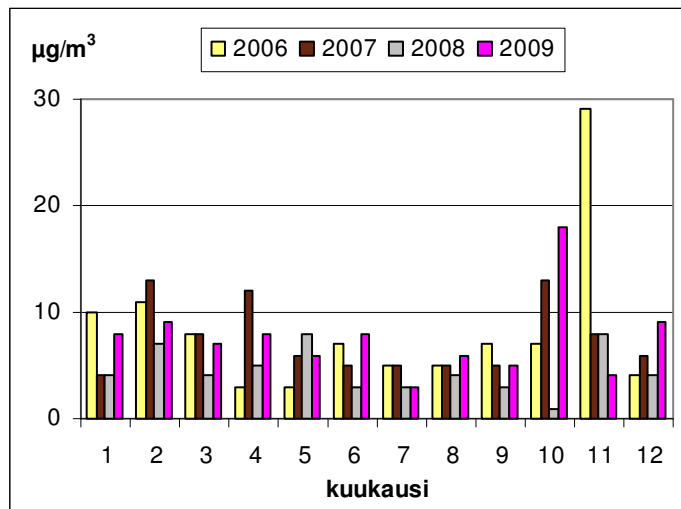


Ruissalo	
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1989	4
1990	7
1991	6
1992	5
1993	4
1994	4
1995	3
1996	3
1997	2
1998	2
1999	2
2000	2
2001	2
2002	2
2003	3
2004	3
2005	2
2006	3
2007	2
2008	2
2009	3

Kuva 9. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1989 - 2009.

Turussa rikkidioksidipitoisuuksien alenemiseen on 1980-luvulta lähtien vaikuttanut pienten lämmitysyksiköiden siirtyminen kaukolämpöön. 1990-luvun alussa pitoisuuksia laski vähärikkisen polttoöljyn käyttöönotto. Lisäksi teollisuuden rikkittömät polttoaineet, rikinpoistolaitosten rakentaminen sekä liikenteen rikkipäästöjen vähentyminen ovat alentaneet pitoisuuksia.

Ruissalossa korkein rikkidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvoon ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattava pitoisuus mitattiin lokakuussa (kuva 10), jolloin pitoisuus oli  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 23 % ohjearvosta. Alhaisimmat vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 4 % ohjearvosta.



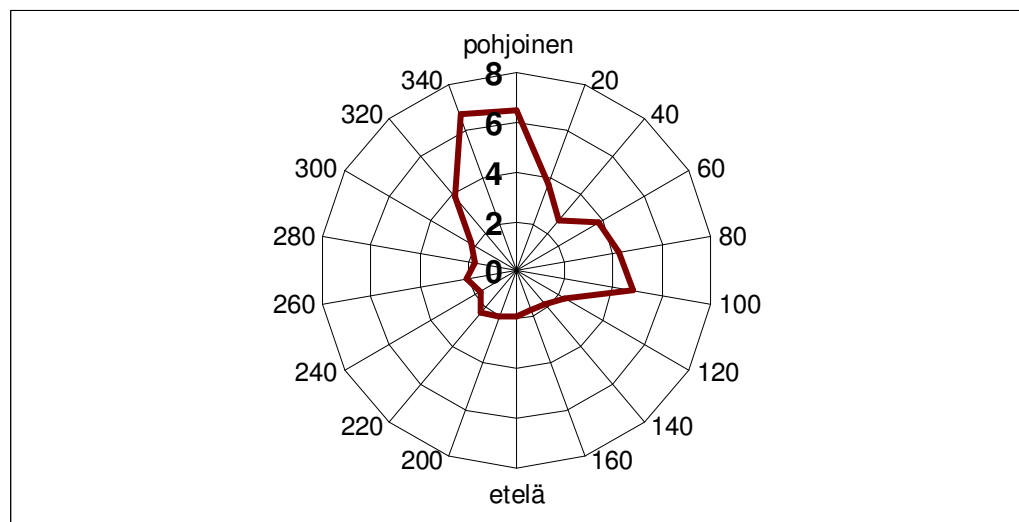
kk	2006	2007	2008	2009
1	10	4	4	8
2	11	13	7	9
3	8	8	4	7
4	3	12	5	8
5	3	6	8	6
6	7	5	3	8
7	5	5	3	3
8	5	5	4	6
9	7	5	3	5
10	7	13	1	18
11	29	8	8	4
12	4	6	4	9

Kuva 10. Ruissalon vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2006 - 2009. Vuorokausiohjearvo on  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Korkein tuntiohjearvoon ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattava pitoisuus,  $51 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (20 % ohjearvosta), mitattiin lokakuussa. Alhaisimmat tuntiohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin heinä- ja marraskuussa, jolloin pitoisuudet olivat  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 3 % ohjearvosta.

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

Kuvassa 11 on esitetty Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tuulen suunnan ollessa luoteesta / pohjoisesta.

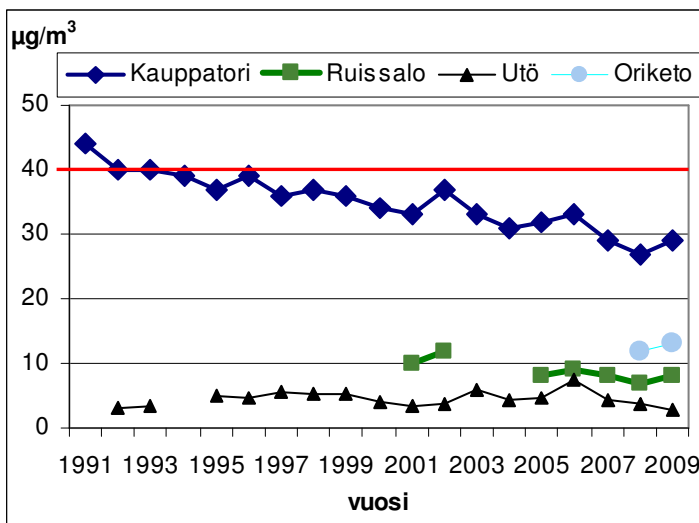


Kuva 11. Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.

### 8.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Turun keskustassa merkittävin typpidioksidin lähde on liikenne. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Kauppatorin, Ruissalon ja Utön mittausasemilla vuosina 1991 - 2009 on esitetty kuvassa 12. Vuonna 2009 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Kauppatorilla  $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Ruissalossa  $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuosien 2003 ja 2004 Ruissalon typpidioksidipitoisuuksia ei ole esitetty mittauksessa olleiden häiriöiden vuoksi. Orikedolla typpidiok-

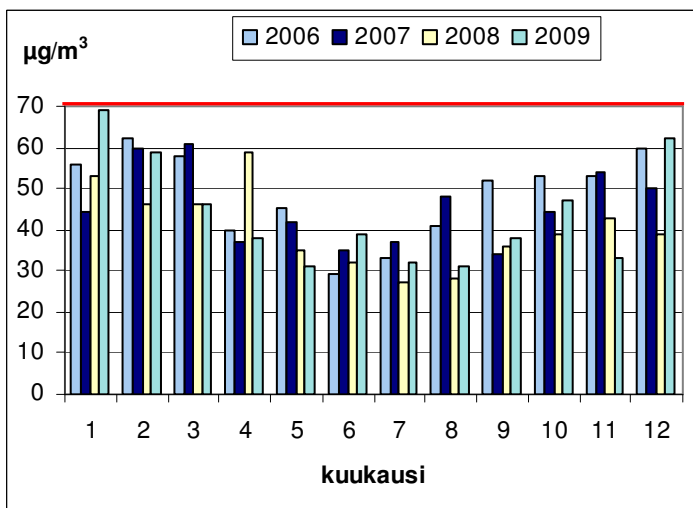
sidipitoisuuden vuosikeskiarvoksi saatiin  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuosikeskiarvolle ei ole annettu ohjearvoa, mutta sille on annettu raja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Ktori		Ktori		Rsalo
$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1991	44	2001	33	10
1992	40	2002	37	12
1993	40	2003	33	-
1994	39	2004	31	-
1995	37	2005	32	8
1996	39	2006	33	9
1997	36	2007	29	8
1998	37	2008	27	7
1999	36	2009	29	8
2000	34			
Oriketo				
$\mu\text{g}/\text{m}^3$				
2008	12			
2009	13			

Kuva 12. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1991 - 2009. Orikedolla mittaukset aloitettiin helmikuussa 2008.

Kuvaan 13 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2006 - 2009. Vuorokausiohjearvo on  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuonna 2009 Kauppatorilla suurin vuorokausiarvo mitattiin tammikuussa, jolloin pitoisuus oli  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (99 % ohjearvosta). Alhaisimmat vuorokausiarvot mitattiin touko- ja elokuussa pitoisuuksien ollessa  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 44 % ohjearvosta.

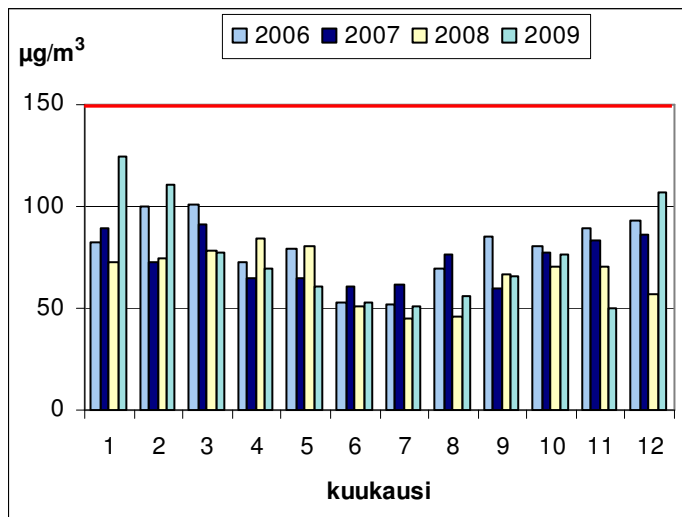


	2006	2007	2008	2009
kk				
1	56	44	53	69
2	62	60	46	59
3	58	61	46	46
4	40	37	59	38
5	45	42	35	31
6	29	35	32	39
7	33	37	27	32
8	41	48	28	31
9	52	34	36	38
10	53	44	39	47
11	53	54	43	33
12	60	50	39	62

Kuva 13. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2006 - 2009.

Kuvassa 14 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot kuukausittain Kauppatorilla. Tuntiohjearvo on  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kauppatorin korkein arvo  $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (83 % ohjearvosta) mitattiin tammikuussa. Alhaisimmat tuntiarvot mitattiin marraskuussa, jolloin pitoisuudet olivat  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (33 % ohjearvosta).



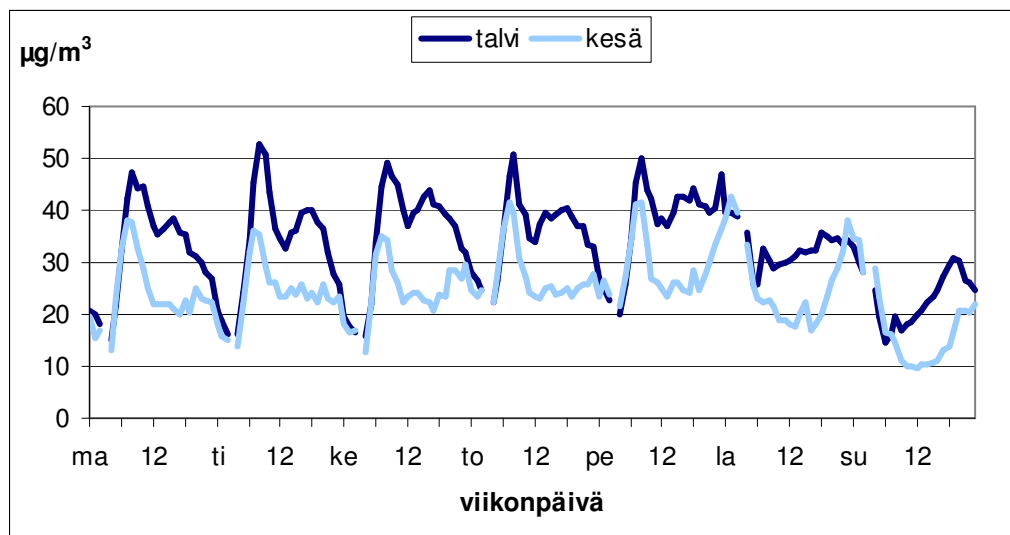


	2006	2007	2008	2009
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	82	89	73	125
2	100	73	75	111
3	101	91	78	77
4	73	65	84	70
5	79	65	80	61
6	53	61	51	53
7	52	62	45	51
8	70	76	46	56
9	85	60	67	66
10	80	77	71	76
11	89	83	71	50
12	93	86	57	107

Kuva 14. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot kuukausittain Turun Kauppatorilla vuosina 2006 - 2009.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin Kauppatorilla

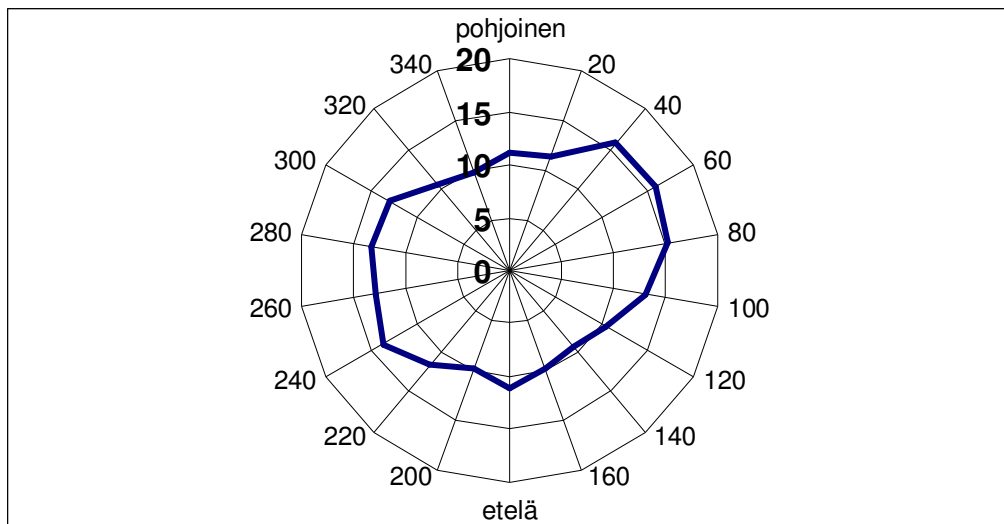
Kuvassa 15 on esitetty Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajan-kohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Talvella maksimipitoisuudet ovat korkeammat kuin kesällä. Sunnuntaisin pitoisuudet ovat merkittävästi alaisemmat kuin arkipäivisin sekä talvella että kesällä. Sunnuntain alaisemmat pitoisuudet johtuvat pienemmistä liikennemääristä. Kauppatorin typpidioksidipitoisuudet vaihtelevat arkipäivisin liikennemäärien mukaan. Pitoisuudet ovat siten korkeimmillaan työmatkaliikenteen aikaan aamulla kello 6 - 9 ja alhaisimmillaan aamuyöllä.



Kuva 15. Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

### Pitoisuusjakauma tunneittain Orikedolla

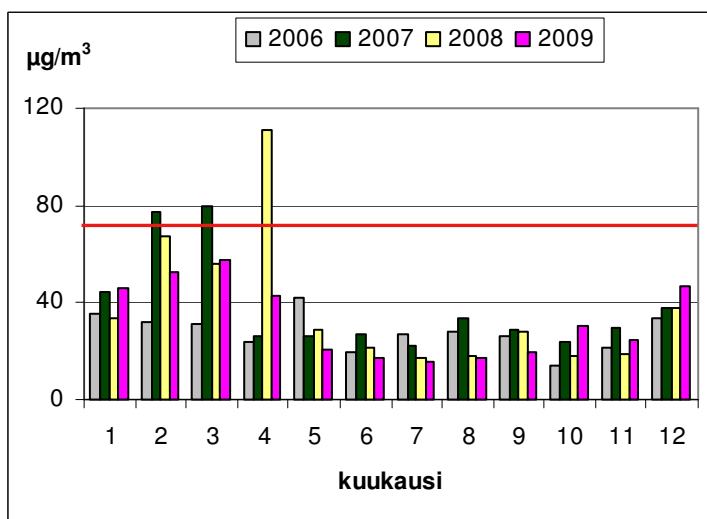
Kuvassa 16 on esitetty Orikedon typpidioksidipitoisuuksien jakautuminen eri tuulen suunnilla. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät tuulen ollessa koillisesta tai idästä.



Kuva 16. Orihedon typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulensuunnilla vuonna 2009.

#### 8.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET

Kauppatorilla hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2009 oli  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvon ohjearvoa ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylitetty Turun Kauppatorilla vuonna 2009 (kuva 17). Suurimmillaan pitoisuus oli maaliskuussa jolloin vuorokausiarvo oli  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (83 % ohjearvosta). Alhaisimmat vuorokausiarvot mitattiin heinäkuussa, jolloin vuorokausiarvo oli  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (23 % ohjearvosta).



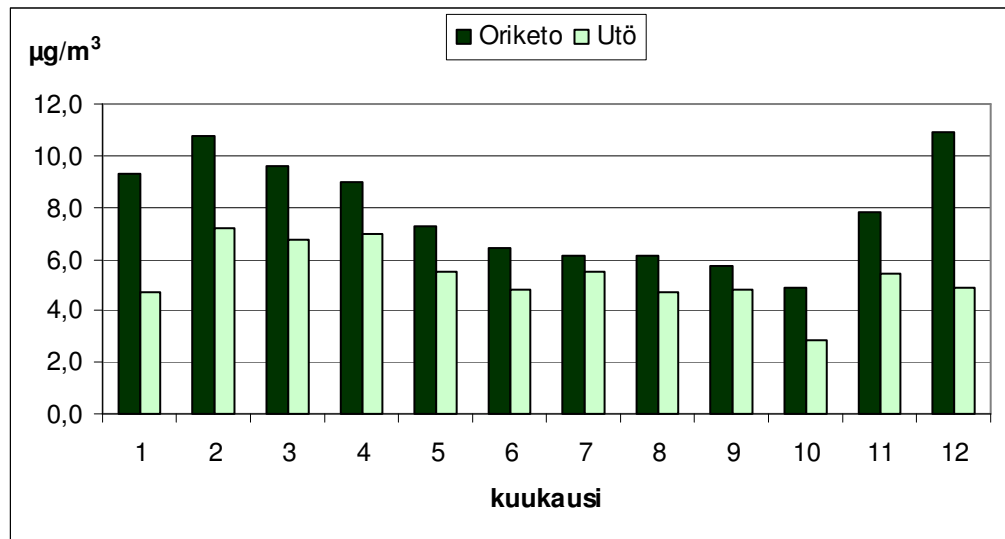
	2006	2007	2008	2009
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	35	44	34	46
2	32	77	68	52
3	31	80	56	58
4	24	26	111	43
5	42	26	29	20
6	20	27	21	18
7	27	22	18	16
8	28	34	18	17
9	26	29	28	20
10	14	24	18	31
11	21	30	19	25
12	34	38	38	47

Kuva 17. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2006 - 2009.

Kevään korkeat hiukkaspitoisuudet laskivat Kauppatorilla, kun hiekoitushiekka oli poistettu kaduilta ja kadut oli pesty. Kauppatori kuuluu Turussa ruutukaava-alueella suoritettavan tehopuhdistuksen piiriin. Kauppatorilla hiukkaspitoisuuksiin vaikuttivat myös torialueella arkipäivisin suoritettavat pesut.

Orihedolla hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) vuosikeskiarvo vuonna 2009 oli  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausiarvot vaihtelivat heinäkuun  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n ja huhtikuun  $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n välillä (19 % - 54 % ohjearvosta). Pienhiukkasten ( $\text{PM}_{2,5}$ ) vuosikeskiarvolle on annettu vuodelle 2010 tavoitearvo  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

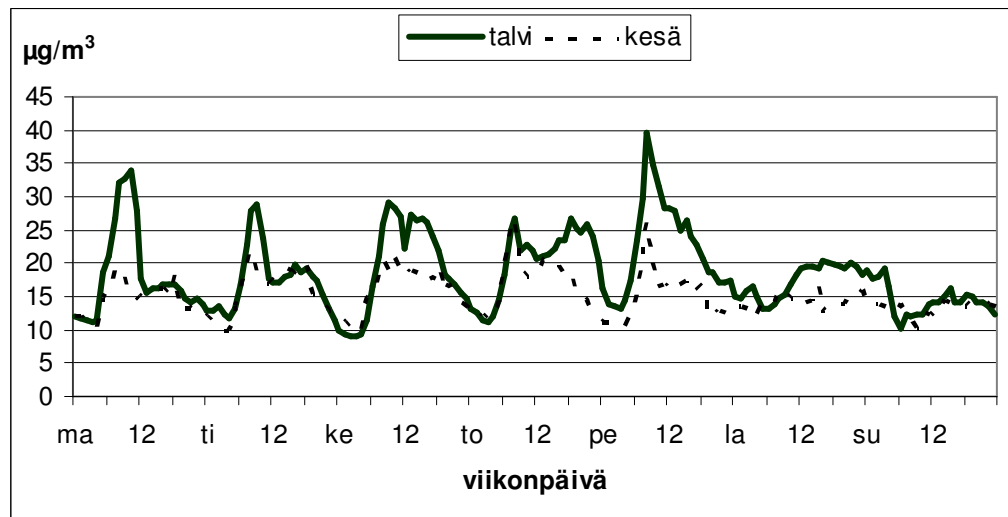
Oriekedon mittausasemalla pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli  $7,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kuvassa 18 on esitetty Oriekedon ja Utön tausta-aseman pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot.



Kuva 18. Oriekedon ja Utön tausta-aseman pienhiukkaspitoisuuksien ( $\text{PM}_{2,5}$ ) kuukausikeskiarvot vuodelta 2009.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin Kauppatorilla

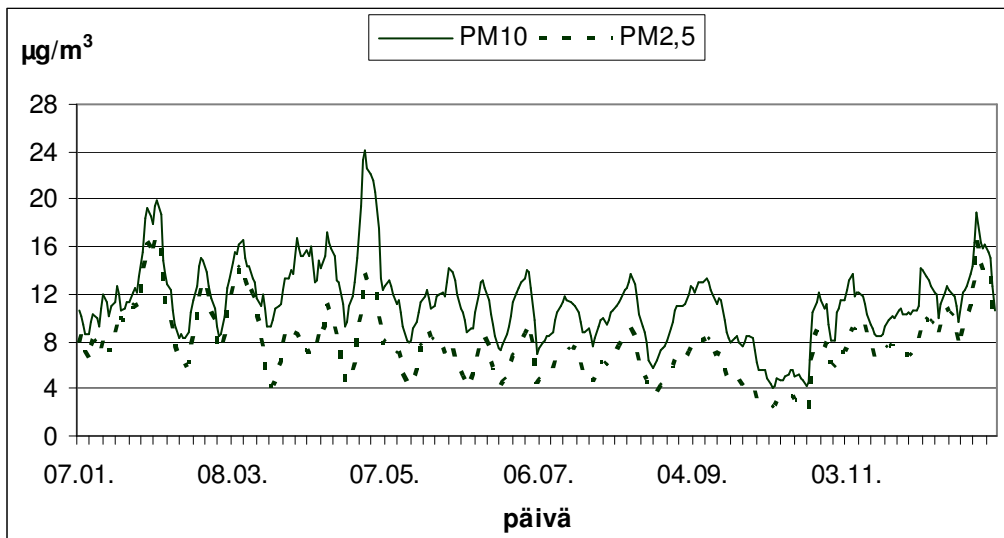
Kuvassa 19 on esitetty Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Pitoisuudet olivat alhaisimmillaan sunnuntaisin sekä aamuöisin sekä kesällä että talvella.



Kuva 19. Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

### Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset Oriekedolla

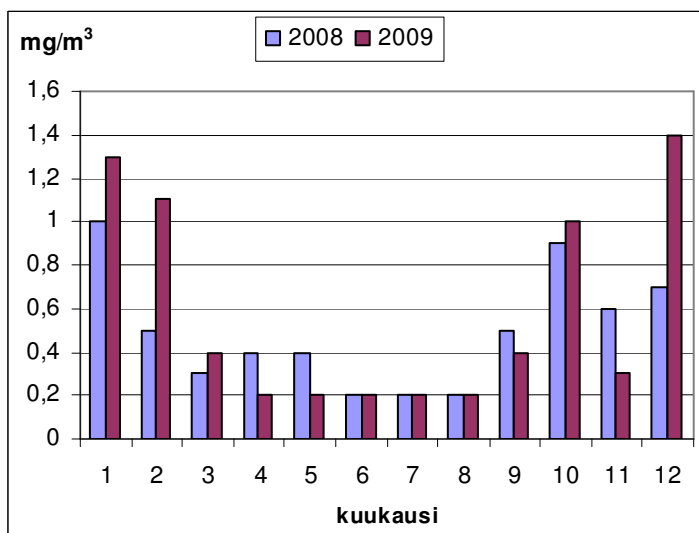
Kuvassa 20 on esitetty Oriekedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausikeskiarvoista lasketut seitsemän vuorokauden keskiarvot. Kesäkaudella hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat selvästi korkeammat kuin pienhiukkasten, koska hengitettävät hiukkaset koostuvat suureksi osaksi maaperän hiukkasista. Alku- ja loppuvuodesta pitoisuuserot pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten välillä olivat pienemmät.



Kuva 20. Orikedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausiarvojen seitsemän päivän liukuvat keskiarvot vuonna 2009.

#### 8.1.4 TURUN HIILIMONOKSIDIPITOISUUDET

Turussa hiilimonoksidin pitoisuuksia mitattiin keskustassa Kauppatorin mittausasemalla. Kuvassa 21 on esitetty korkeimmat 8 tunnin ohjearvoon verrattavat keskiarvot vuodelta 2009. Ohjearvoa ( $8 \text{ mg/m}^3$ ) ei ylitetty vuonna 2009. Korkein mitattu tuntiarvo oli  $2,1 \text{ mg/m}^3$  (ohjearvo  $20 \text{ mg/m}^3$ ).

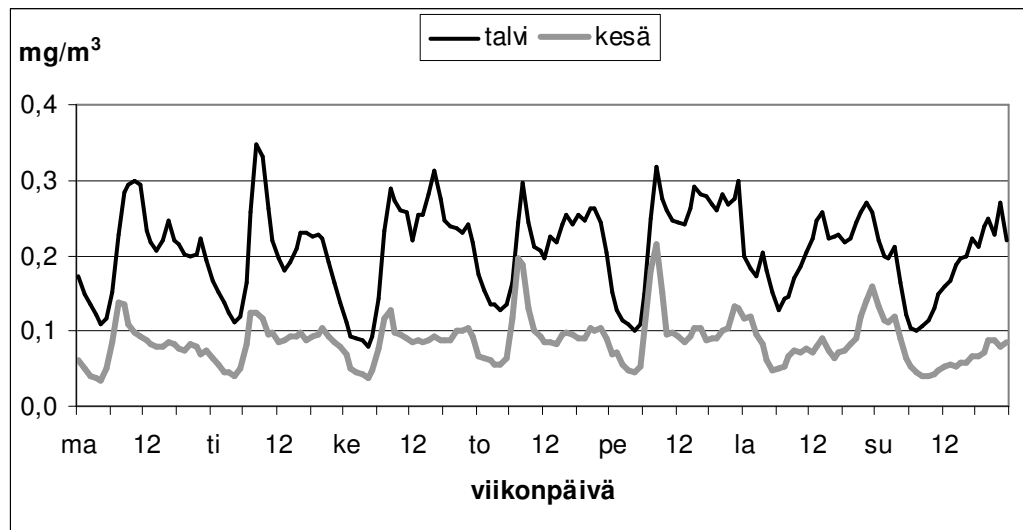


kk	2008	2009
1	1,0	1,3
2	0,5	1,1
3	0,3	0,4
4	0,4	0,2
5	0,4	0,2
6	0,2	0,2
7	0,2	0,2
8	0,2	0,2
9	0,5	0,4
10	0,9	1,0
11	0,6	0,3
12	0,7	1,4

Kuva 21. Hiilimonoksidin ohjearvoon ( $8 \text{ mg/m}^3$ ) verrattavat 8 tunnin keskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 ja 2009.

#### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 22 on esitetty Kauppatorin hiilimonoksidin pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Pitoisuudet olivat korkeammat talvella kuin kesällä kaikkina viikonpäivinä. Pitoisuudet olivat sekä kesällä että talvella alhaisimmillaan aamuöisin, jolloin liikenne on hiljaisimmillaan.

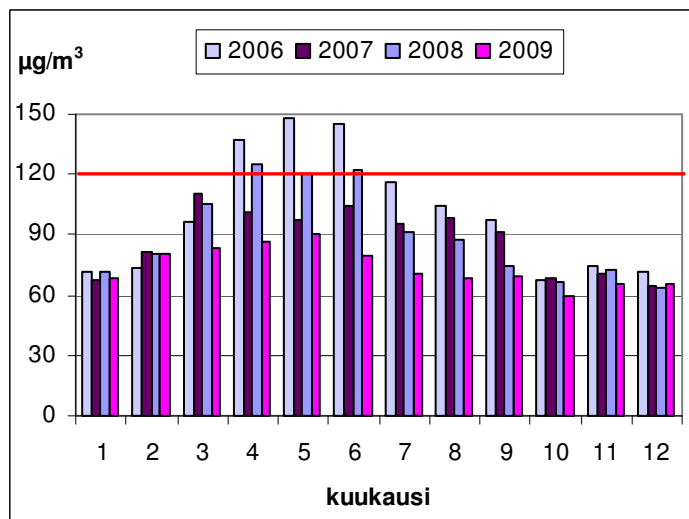


Kuva 22. Kauppatorin hiilimonoksidin pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

### 8.1.5 TURUN OTSONIPITOISUUDET

Otsonia muodostuu alailmakehässä typen oksidien, hiilivetyjen ja auringon UV-säteilyn vaikutuksesta. Otsonia kulkeutuu ilmassojen mukana etelästä. Kaupunkialueet toimivat ns. otsoninieluina, kun muut ilman epäpuhtaudet, lähinnä typpimonoksidi, reagoivat otsonin kanssa kuluttaen sitä.

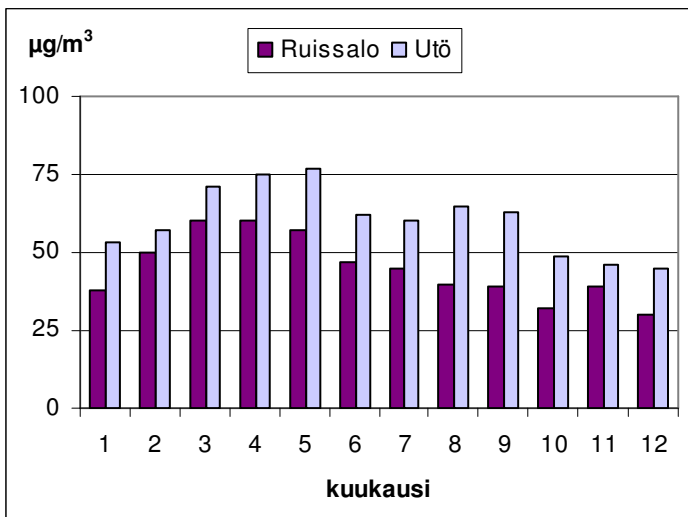
Otsonipitoisuuden mittaus aloitettiin Ruissalon Saaronniemessä tammikuussa 1999. Otsonille on annettu tavoitearvo  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vuodelle 2010 eli korkein päivittäinen kahdeksan tunnin keskiarvo, joka saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona. Otsonin tavoitearvo ei ylittynyt vuonna 2009 (kuva 23).



	2006	2007	2008	2009
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	72	68	72	69
2	74	81	80	80
3	96	110	105	83
4	137	101	125	86
5	148	97	120	90
6	145	104	122	79
7	116	95	91	71
8	104	98	87	69
9	97	91	75	70
10	68	69	67	60
11	75	71	73	66
12	72	65	64	66

Kuva 23. Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot Ruissalossa vuosina 2006 – 2009.

Vuonna 2009 korkeimmat otsonin kuukausikeskiarvot ( $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Ruissalossa mitattiin maalis- ja huhtikuussa (kuva 24). Utössä korkein kuukausikeskiarvo ( $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) mitattiin toukokuussa. Kuukausikeskiarvolle ei ole asetettu raja-arvoa.

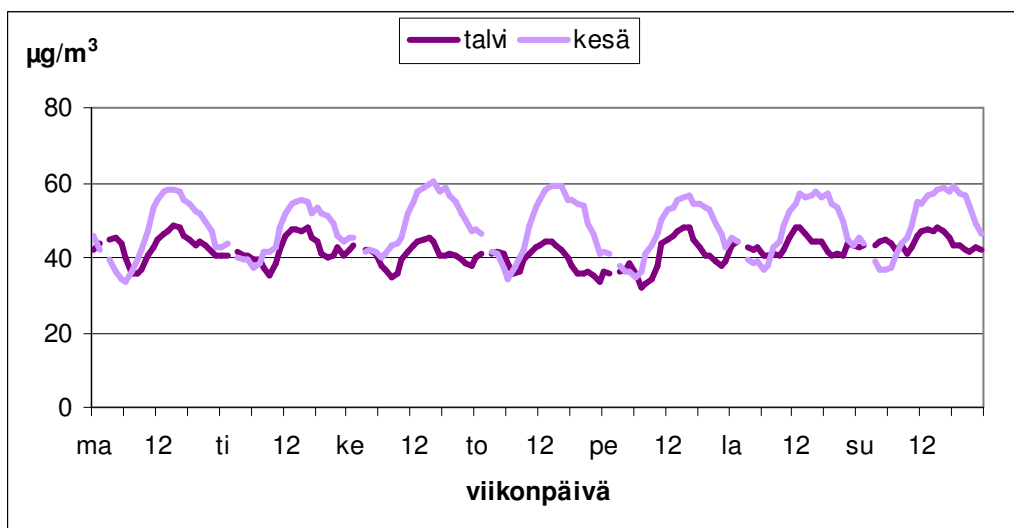


kk	Ruissalo µg/m³	Utö µg/m³
1	38	53
2	50	57
3	60	71
4	60	75
5	57	77
6	47	62
7	45	60
8	40	65
9	39	63
10	32	49
11	39	46
12	30	45

Kuva 24. Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa ja Utössä vuonna 2009.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 25 on esitetty Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Otsonin pitoisuuksissa on kesällä havaittavissa selvä vuorokausittainen rytmi, jolloin korkeimmat pitoisuudet mitataan iltpäivisin viikon jokaisena päivänä ja alhaisimmat aamuyöllä. Talvella vuorokausirytmiiä ei pitoisuuksilla ole havaittavissa yhtä selvästi.



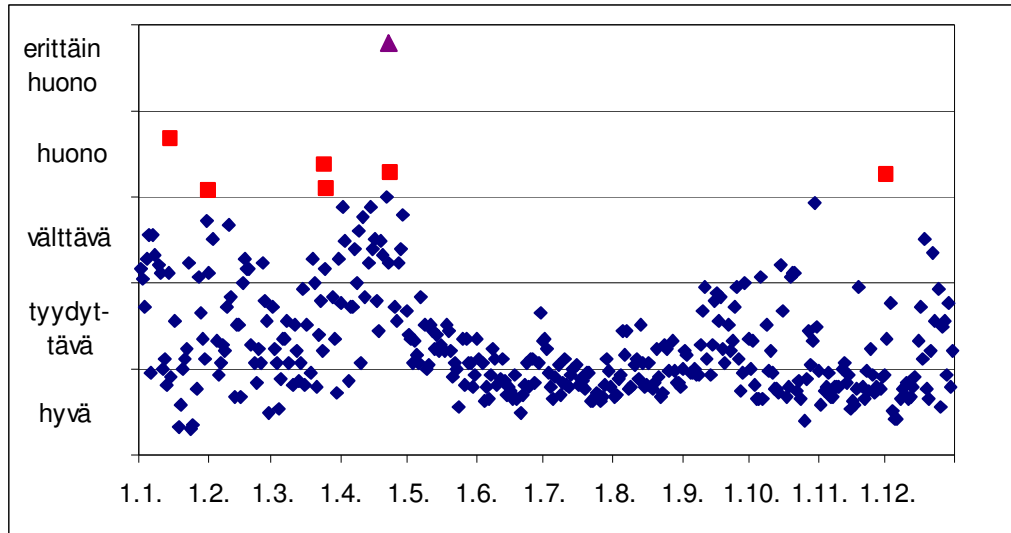
Kuva 25. Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

## 8.2 ILMANLAATU RAISIOSSA

Raision ilmanlaatuun vaikuttavat lähinnä liikenteen typen oksidien päästöt. Raisiossa ei sijaitse merkittäviä rikkidioksidin päästölähteitä.

### 8.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

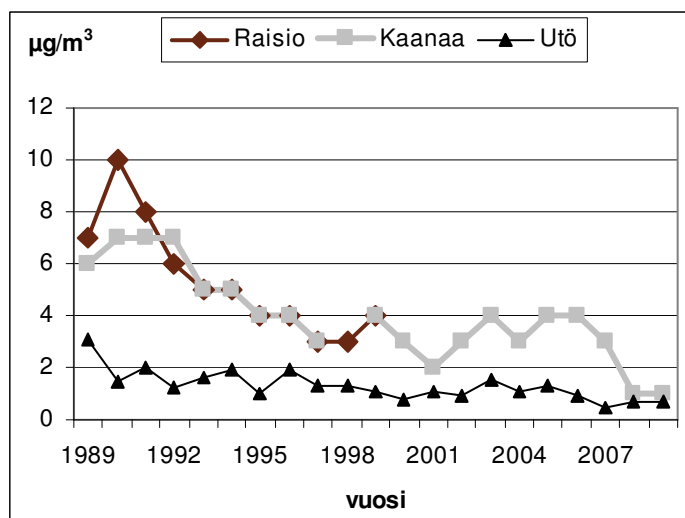
Raision ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 26). Korkeimmat indeksin arvot saatiin talvella ja keväällä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien ollessa kohonneina. Ilmanlaatu luokiteltiin erittäin huonoksi yhtenä vuorokautena ja huonoksi kuutena vuorokautena.



Kuva 26. Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.

### 8.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Raision mittausasemilla sekä Utön tausta-  
asemalla vuosina 1989 - 2009 on esitetty kuvassa 27. Vuonna 2009 vuosikeskiarvo oli Kaanaalla 1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kaanaan mittausasema siirrettiin vuoden 2008 alussa noin 300 metriä lounaan suuntaan Kaanaan koululle.



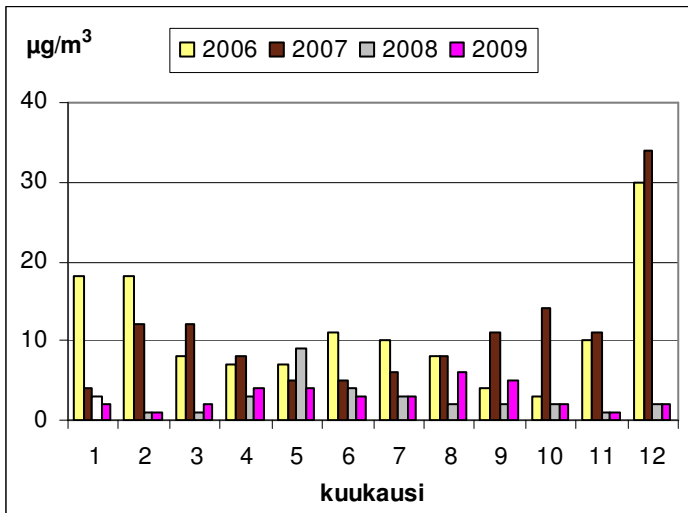
Kaanaa $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1989	6
1990	7
1991	7
1992	7
1993	5
1994	5
1995	4
1996	4
1997	3
1998	-
1999	4
2000	3
2001	2
2002	3
2003	4
2004	3
2005	4
2006	4
2007	3
2008	1
2009	1

Kuva 27. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä vuosina 1989 - 2009.

Merkittävimmät Raision ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ovat Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamo ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitos sekä Turun länsi- ja pohjoisosissa sijaitsevat laitokset. Raision rikkidioksi-

dipitoisuuksien aleneminen 1990-luvulla onkin seurausta näiden laitosten päästöjen pienenemisestä. Vuoden 2000 alussa rikkidioksidin mittausta Raision keskustan mittauspisteellä lopetettiin.

Kaanaalla rikkidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä 1 - 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ohjearvon ollessa 80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (kuva 28). Korkein vuorokausiarvo 6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (8 % ohjearvosta) mitattiin elokuussa. Korkein ohjearvoon (250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattava tuntiarvo mitattiin syyskuussa, jolloin pitoisuus oli 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (6 % ohjearvosta).

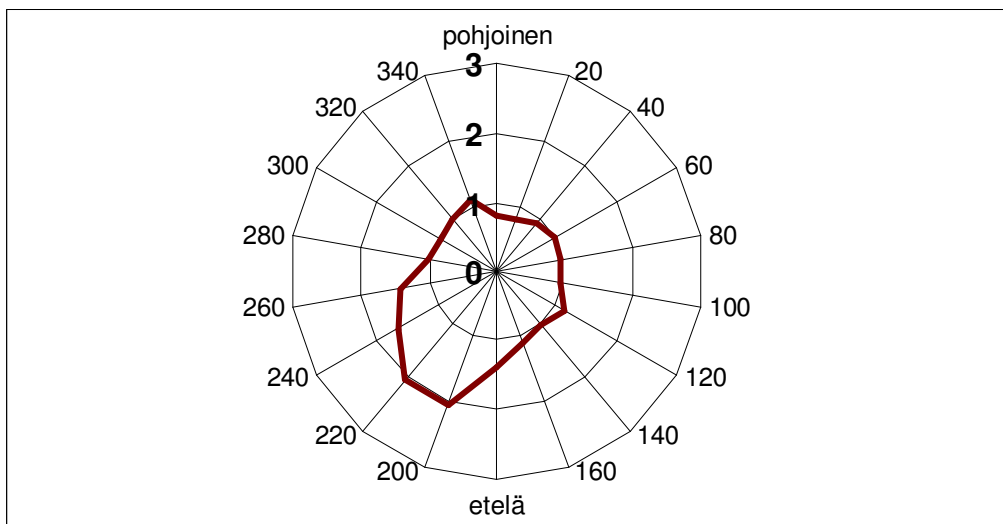


	2006	2007	2008	2009
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	18	4	(3)	2
2	18	12	1	1
3	8	12	1	2
4	7	8	3	4
5	7	5	9	4
6	11	5	4	3
7	10	6	3	3
8	8	8	2	6
9	4	11	2	5
10	3	14	2	2
11	10	11	1	1
12	30	34	2	2

Kuva 28. Kaanaan vuorokausiohjearvoon (80  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2006 - 2009.

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

Kuvassa 29 on esitetty Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuuden jakautuminen eri tuulen suunnilla. Korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet on mitattu tuulen suunnan ollessa lounaasta.

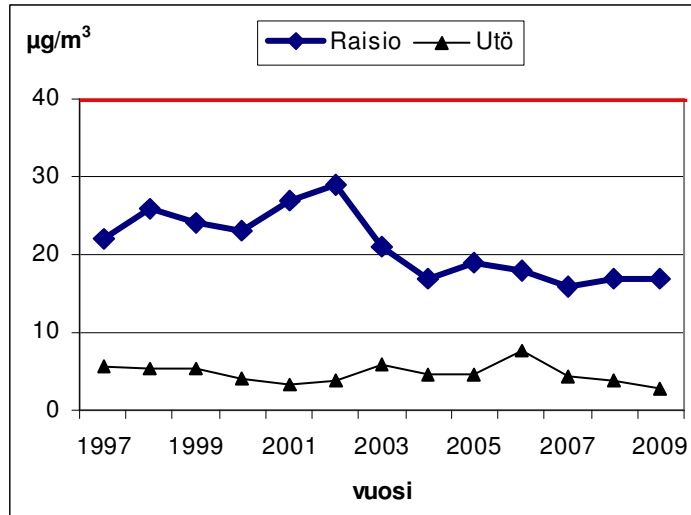


Kuva 29. Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.



## 8.2.3 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

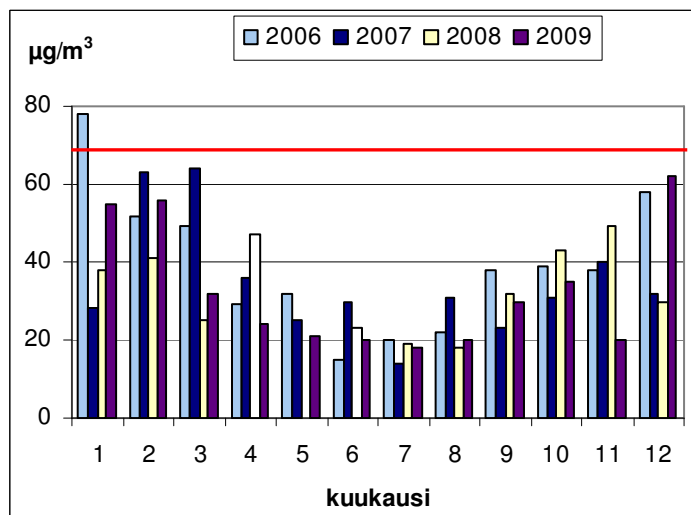
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raision ja Utön mittausasemilla vuosina 1992 - 2009 on esitetty kuvassa 30. Vuonna 2009 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Raision keskustassa  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuoden 2002 elokuussa Raision keskustan mittauspiste siirrettiin Nallinkadulta noin 600 metriä lounaaseen Nesteentien varteen keskustan rakennustöiden takia.



	Raisio $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1997	22
1998	26
1999	24
2000	23
2001	27
2002	29
2003	21
2004	17
2005	19
2006	18
2007	16
2008	17
2009	17

Kuva 30. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä vuosina 1992 - 2009. Raision mittauspisteen paikkaa on siirretty elokuussa 2002. Raja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

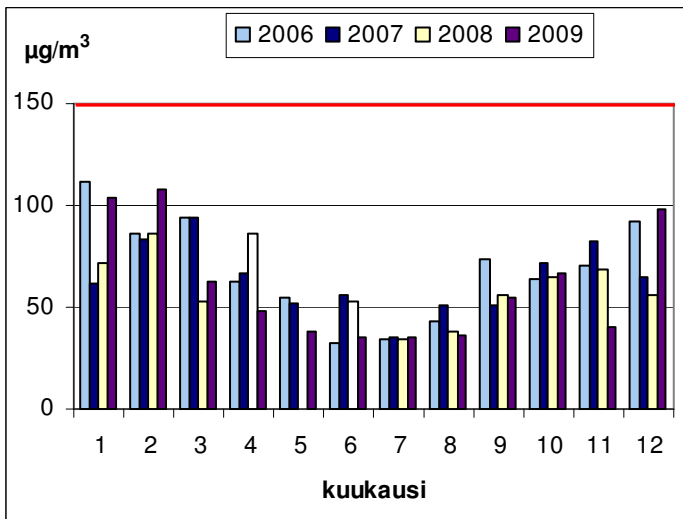
Kuvaan 31 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raision mittauspisteellä vuonna 2009. Joulukuussa mitattiin korkein typpidioksidipitoisuus vuorokausiarvon ollessa  $62 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (89 % ohjearvosta). Alhaisimmat typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (26 % ohjearvosta).



kk	2006 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2007 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2008 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	2009 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1	78	28	38	55
2	52	63	41	56
3	49	64	25	32
4	29	36	(47)	24
5	32	25	-	21
6	15	30	(23)	20
7	20	14	19	18
8	22	31	18	20
9	38	23	32	30
10	39	31	43	35
11	38	40	49	20
12	58	32	30	62

Kuva 31. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 - 2009. Mittaustuloksia ei ole esitetty toukokuulta 2008 laiteviasta johtuen. Huhti- ja kesäkuun 2008 mittausten ajalliset kattavuudet olivat 65 % ja 60 %.

Kuvassa 32 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot Raisiossa kuukausittain. Vuonna 2009 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoa ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Raisiossa korkein tuntiarvo  $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (72 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa ja alhaisimmat arvot  $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (23 % ohjearvosta) kesä- ja heinäkuussa.

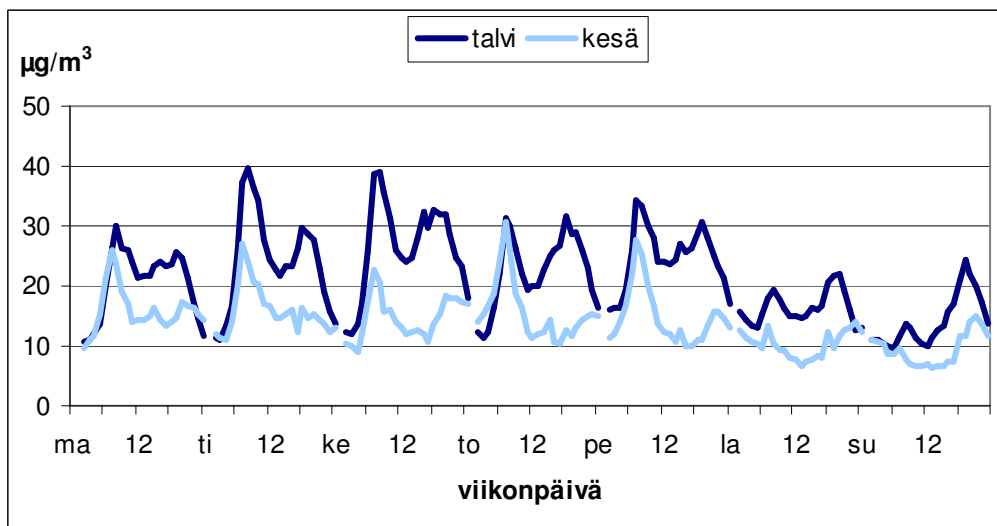


kk	2006	2007	2008	2009
1	112	62	72	104
2	86	83	86	108
3	94	94	53	63
4	63	67	(86)	48
5	55	52	-	38
6	32	56	(53)	35
7	34	35	34	35
8	43	51	38	36
9	74	51	56	55
10	64	72	65	67
11	71	82	69	40
12	92	65	56	98

Kuva 32. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 - 2009. Mittaustuloksia ei ole esitetty toukokuulta 2008 laiteviasta johtuen. Huhti- ja kesäkuun 2008 mittausten ajalliset kattavuudet olivat 65 % ja 60 %.

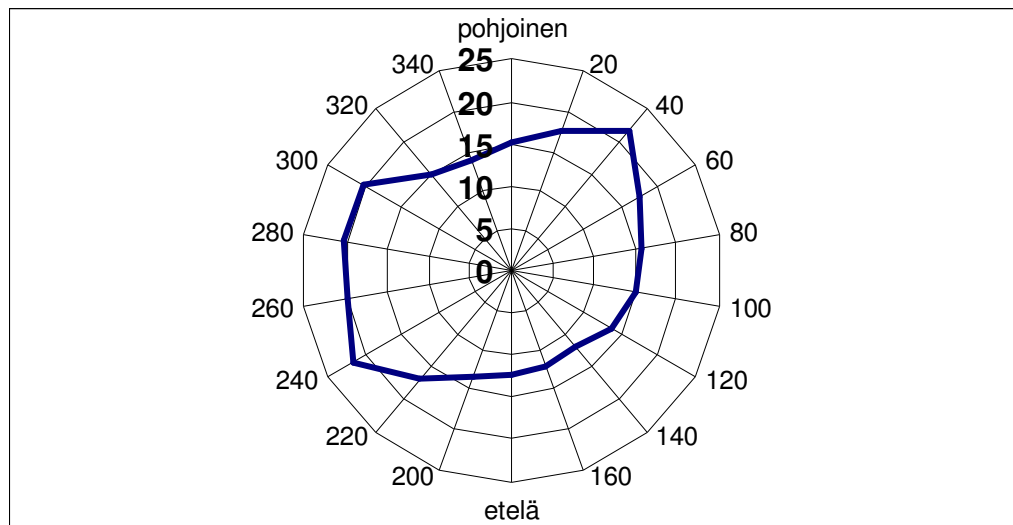
### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

Kuvassa 33 on esitetty Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Lauantai ja sunnuntai erottuvat kesällä ja talvella selvästi arkipäivistä, mikä johtuu vähäisemmästä liikenteestä. Arkipäivisin pitoisuuksien vaihtelu seuraa liikenteen rytmiä, jolloin pitoisuudet ovat korkeimmillaan aamulla ja alhaisimmillaan aamuyöllä.



Kuva 33. Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

Kuvassa 34 on esitetty Raision typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tuulen suunnan ollessa koillisesta tai lännestä.

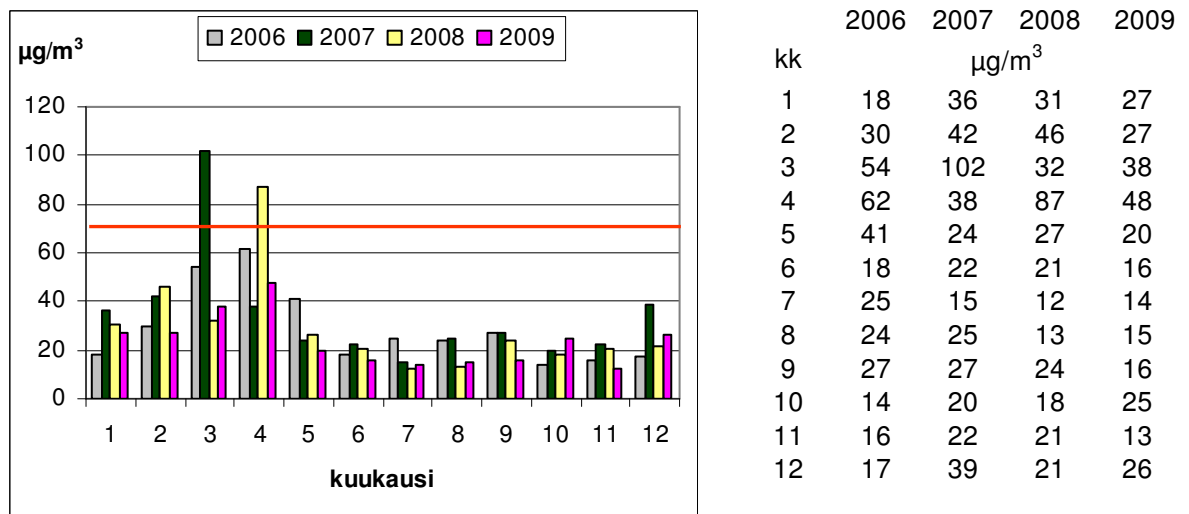


Kuva 34. Raision typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.

## 8.2.2 RAISION HIUKKASPITOISUUDET

Raision keskustassa hengitettäviä hiukkasia ( $\text{PM}_{10}$ ) mitattiin tehokeräysmenetelmällä vuodesta 1990 vuoden 1995 kesäkuuhun. Jatkuvatoiminen  $\text{PM}_{10}$ -esierottimella varustettu hiukkanalysointilaitteisto otettiin käyttöön helmikuun 1995 lopulla.

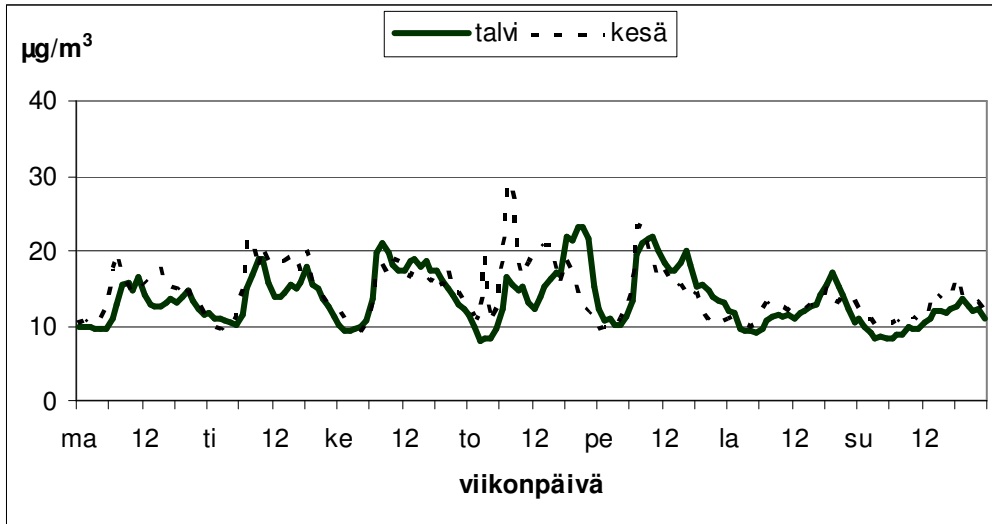
Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli vuonna 2009 Raisiossa  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettäville hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ei ylittynyt Raisiossa vuonna 2009. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (69 % ohjearvosta). Alhaisimmat vuorokausiarvot,  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (19 % ohjearvosta), mitattiin Raisiossa marraskuussa. Kuvassa 35 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava vuorokausikeskiarvo Raision keskustassa kuukausittain vuosina 2006 - 2009.



Kuva 35. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2006 - 2009.

## Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 36 on esitetty Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Tarkasteltaessa pitoisuuksia viikonpäivien ja kellonaikojen mukaan havaitaan, että pitoisuudet olivat alhaisimmillaan aamuöisin.



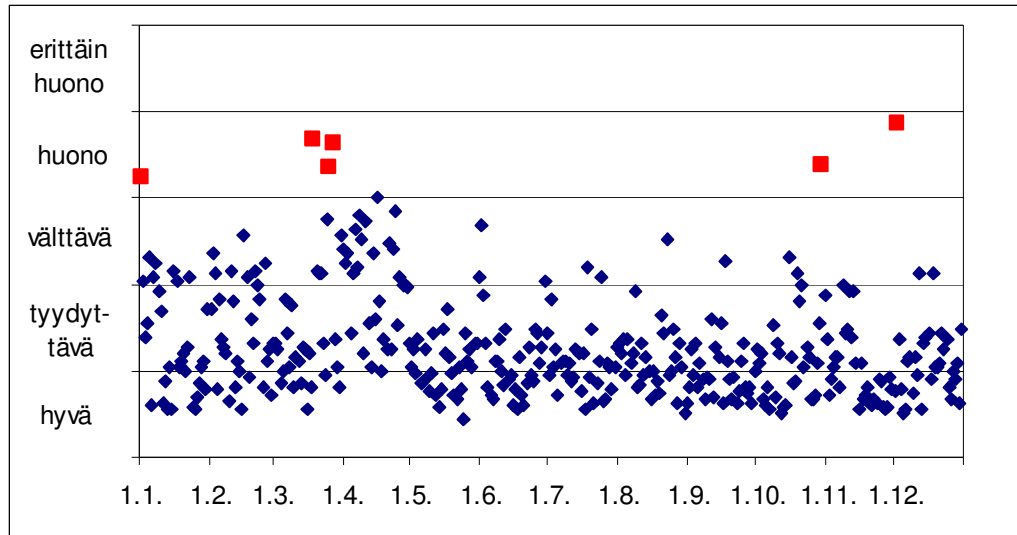
Kuva 36. Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

## 8.3 ILMANLAATU NAANTALISSA

Naantalin ilmanlaatuun vaikuttavat Naantalissa sijaitsevat energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset. Osa Naantalin keskustan päästöistä on peräisin liikenteestä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ilmassa johtuvat pääosin tuulen ja liikenteen maasta nostattamasta pölystä.

### 8.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Naantalin ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 37). Ilmanlaatu luokiteltiin Naantalin keskustassa heikoimmillaan huonoksi. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kuutena vuorokautena.

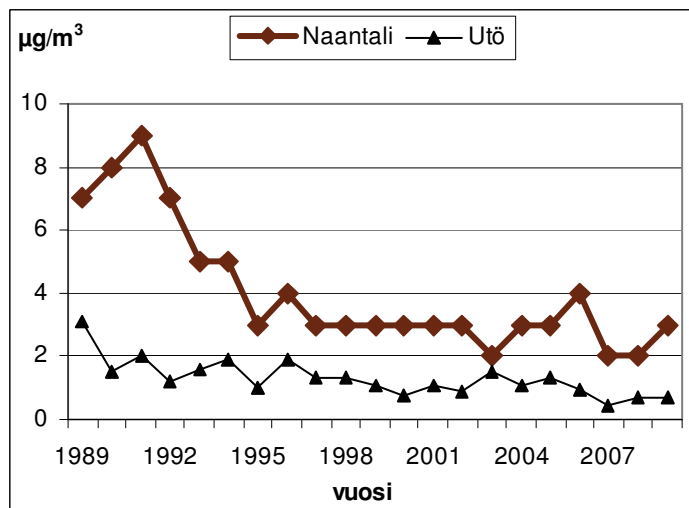


Kuva 37. Naantalin keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.

### 8.3.2 NAANTALIN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Naantalissa suurimmat rikkidioksidin päästölähteet ovat Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamo ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitos, joiden osuus Turun seudun lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöistä oli vuonna 2009 noin 82 %. Naantalissa rikkidioksidipitoisuuksien alenemiseen on vaikuttanut lähinnä jalostamon ja voimalaitoksen päästöjen pienentyminen. Molemmilla laitoksilla on käytössä rikinpoistojärjestelmä.

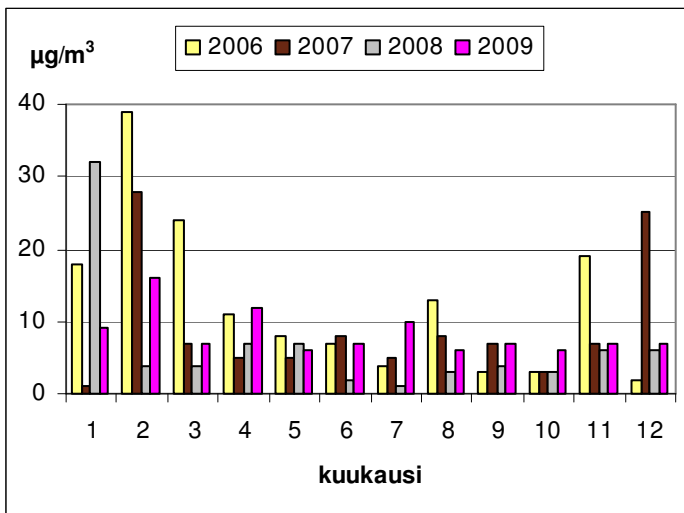
Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa sekä Utön tausta-aseamalla vuosina 1989 - 2009 on esitetty kuvassa 38. Vuonna 2009 vuosikeskiarvo oli Naantalissa  $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Naantali			
$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1989	7	2000	3
1990	8	2001	3
1991	9	2002	3
1992	7	2003	2
1993	5	2004	3
1994	5	2005	3
1995	3	2006	4
1996	4	2007	2
1997	3	2008	2
1998	3	2009	3
1999	3		

Kuva 38. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä vuosina 1989 – 2009.

Naantalissa kuukausien toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä  $6 - 16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vuorokausiohjearvon ollessa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (kuva 39). Vuoden suurin ohjearvoon verrattava vuorokausiarvo ( $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 20 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa.



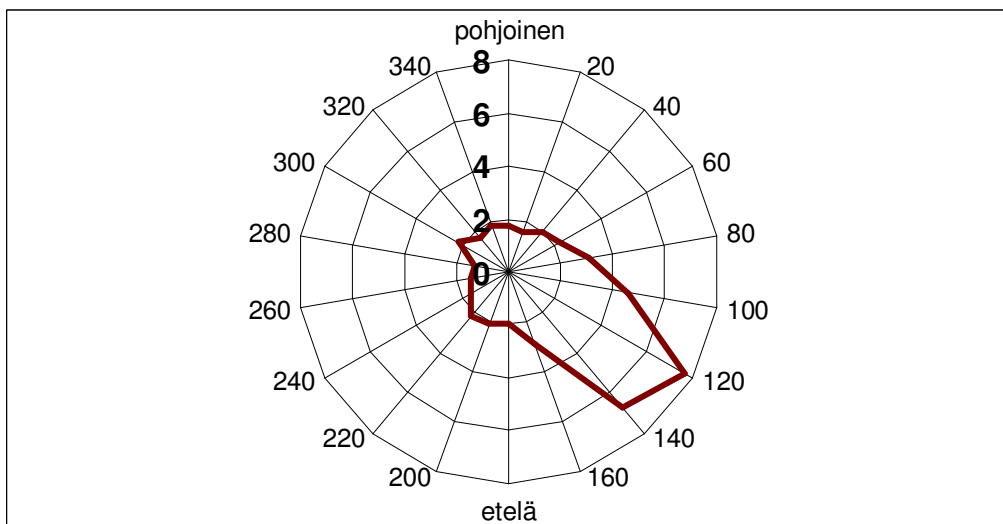
	2006	2007	2008	2009
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	18	1	32	9
2	39	28	4	16
3	24	7	4	7
4	11	5	7	12
5	8	5	7	6
6	7	8	2	7
7	4	5	1	10
8	13	8	3	6
9	3	7	4	7
10	3	3	3	6
11	19	7	6	7
12	2	25	6	7

Kuva 39. Vuorokausiohjearvoon (80 µg/m<sup>3</sup>) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa 2006 - 2009.

Korkein ohjearvoon (250 µg/m<sup>3</sup>) verrattava tuntiarvo mitattiin elokuussa, jolloin pitoisuus oli 58 µg/m<sup>3</sup> (23 % ohjearvosta).

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

Kuvassa 40 on esitetty Naantalin rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla. Kuvasta havaitaan selvästi, että korkeimmat pitoisuudet on mitattu tuulen suunnan ollessa kaakosta.

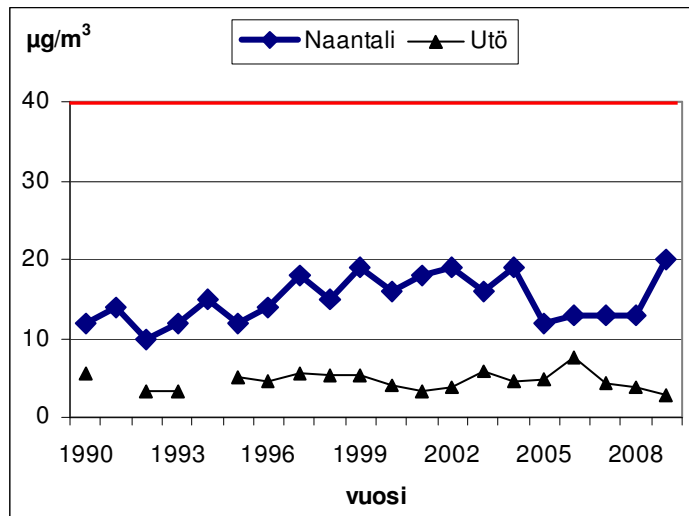


Kuva 40. Naantalin rikkidioksidin keskipitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.

### 8.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Naantalin keskustan typen oksidien mittauspiste on perustettu lähinnä keskustan ilmanlaadun sekä Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitoksen päästöjen seurantaan.

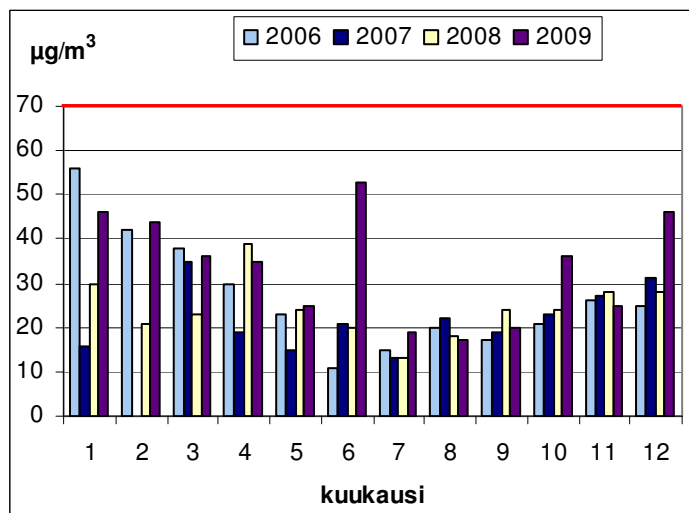
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä vuosina 1990 - 2009 on esitetty kuvassa 41. Vuonna 2009 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Naantalissa  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuoden 1999 alussa mittauspiste siirrettiin Karvetista Naantalista keskustaan.



Naantali $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1990	12	2000	16
1991	14	2001	18
1992	10	2002	19
1993	12	2003	16
1994	15	2004	19
1995	12	2005	12
1996	14	2006	13
1997	18	2007	13
1998	15	2008	13
1999	19	2009	20

Kuva 41. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä vuosina 1990 - 2009. Raja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

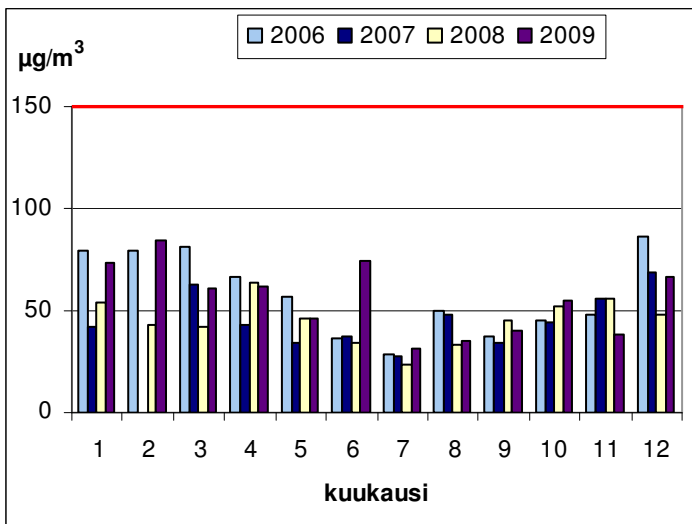
Kuvaan 42 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa mittauspisteessä. Naantalissa korkein typpidioksidin vuorokausiarvo mitattiin kesäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (76 % ohjearvosta). Alhaisimmat typpidioksidipitoisuudet mitattiin elokuussa pitoisuuden ollessa  $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (24 % ohjearvosta).



kk	2006	2007	2008	2009
1	56	16	30	46
2	42	-	21	44
3	38	35	23	36
4	30	19	39	35
5	23	15	24	25
6	11	21	20	53
7	15	13	13	19
8	20	22	18	17
9	17	19	24	20
10	21	23	24	36
11	26	27	28	25
12	25	31	28	46

Kuva 42. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 - 2009.

Vuonna 2009 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoja (kuva 43). Korkeimmat tuntiarvot mitattiin kesäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (50 % ohjearvosta). Alhaisimmat tuntiarvot mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuudet olivat  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (21 % ohjearvosta).

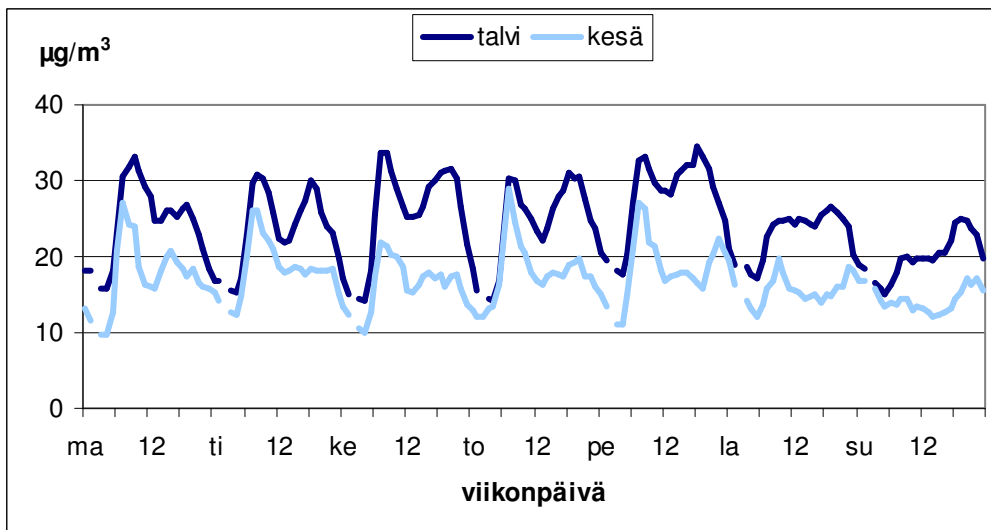


	2006	2007	2008	2009
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	79	42	54	74
2	79	-	43	84
3	81	63	42	61
4	67	43	64	62
5	57	34	46	46
6	36	37	34	75
7	28	27	24	31
8	50	48	33	35
9	37	34	45	40
10	45	44	52	55
11	48	56	56	38
12	86	69	48	67

Kuva 43. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 - 2009.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

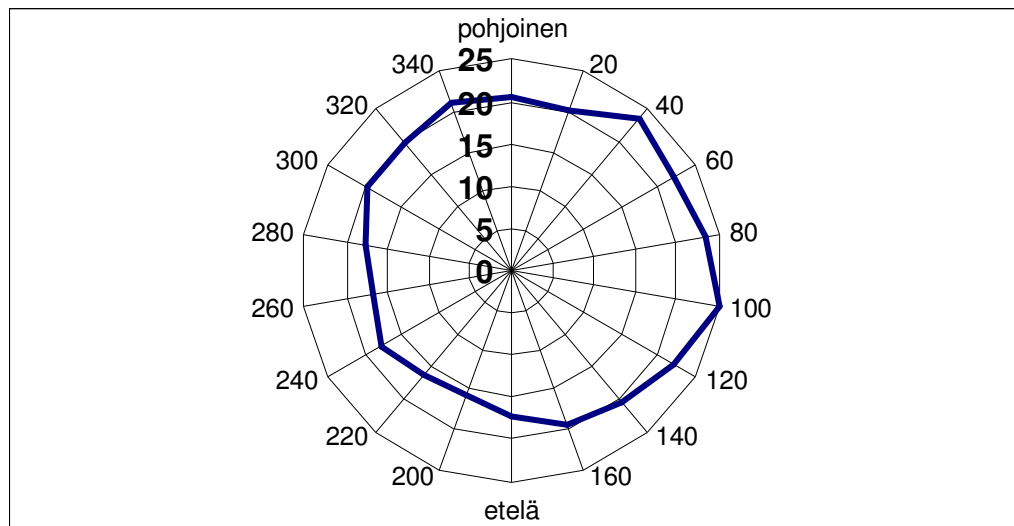
Kuvassa 44 on esitetty Naantalien typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohdina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Tarkasteltaessa pitoisuuksia eri viikonpäivien välillä havaitaan niiden olevan alhaisemmat viikonloppuisin sekä kesällä että talvella. Arkipäivisin korkeimmat pitoisuudet Naantalissa ajoittuivat aamuun kello 7 - 9. Pienimmillään pitoisuudet olivat aamuyöllä kello 2 - 5.



Kuva 44. Naantalien typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

Naantalien korkeimmat typpidioksidin keskipitoisuudet mitattiin tuulen puhaltaessa idästä (kuva 45).



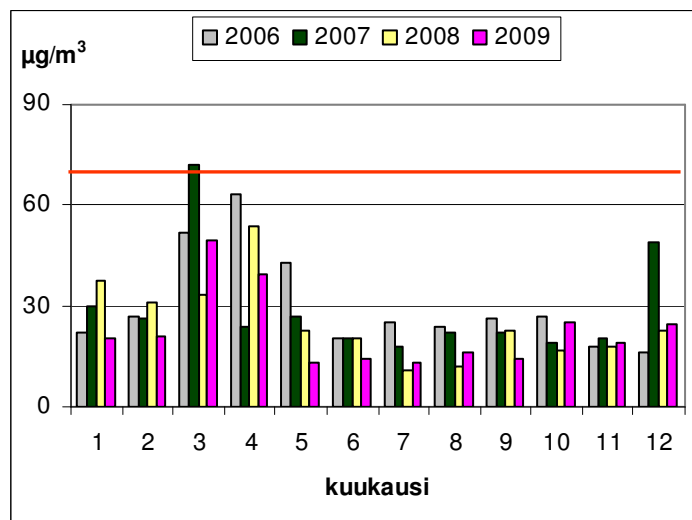


Kuva 45. Naantalin typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.

#### 8.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET

Jatkuvatoimiset hengitettävien hiukkasten mittaukset aloitettiin Naantalissa joulukuussa 1996, jolloin ilmanlaadun mittauspiste sijaitsi Karvetissa.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo Naantalissa vuonna 2009 oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt Naantalissa vuonna 2009. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % ohjearvosta). Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (19 % ohjearvosta). Kuvassa 46 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa kuukausittain.



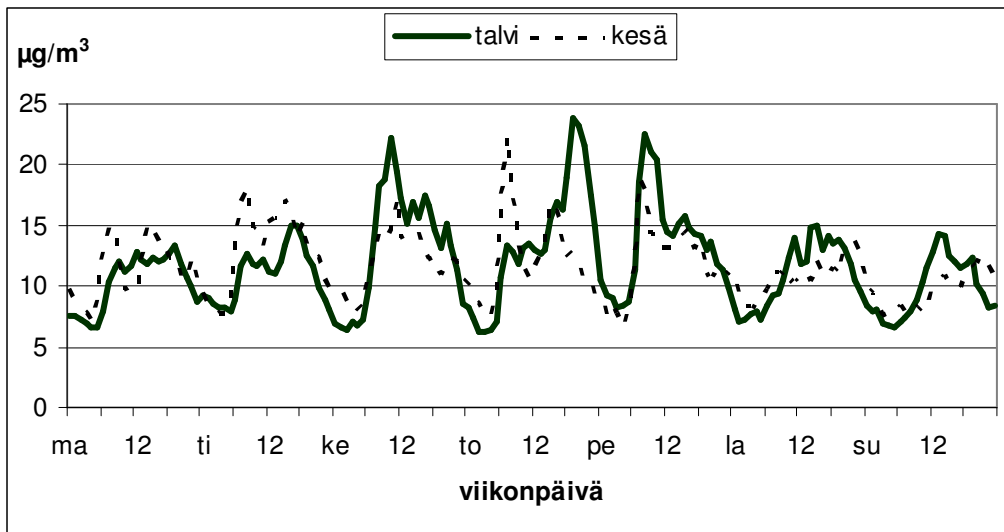
	2006	2007	2008	2009
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	22	30	37	20
2	27	26	31	21
3	52	72	33	49
4	63	24	54	39
5	43	27	22	13
6	20	20	20	14
7	25	18	11	13
8	24	22	12	16
9	26	22	23	14
10	27	19	17	25
11	18	20	18	19
12	16	49	23	24

Kuva 46. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2006 - 2009.

#### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 47 on esitetty Naantalin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Pitoi-

suuksia tarkasteltaessa voidaan niiden todeta nousevan liikennemäärien kasvun mukaan.



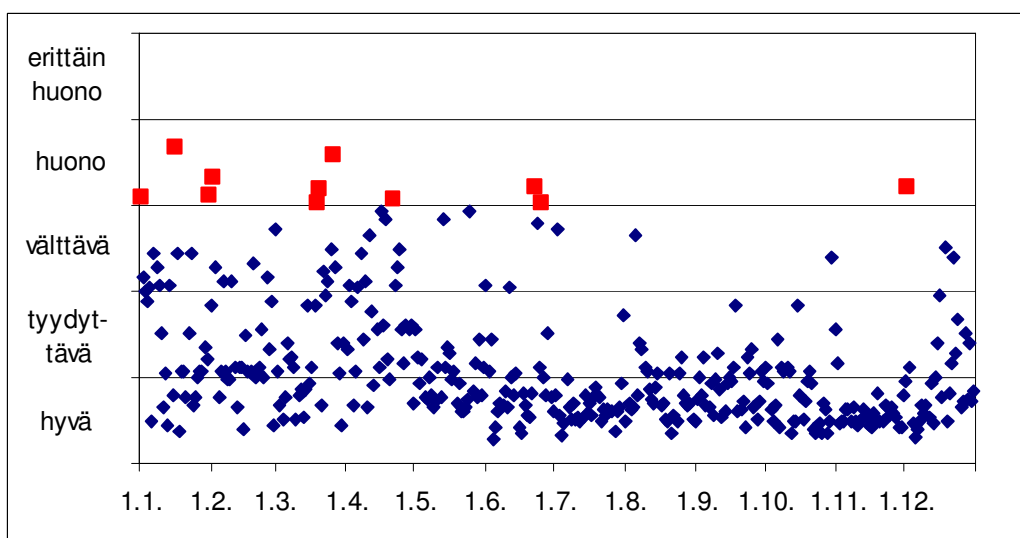
Kuva 47. Naantalin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

## 8.4 ILMANLAATU KAARINASSA

Kaarinan ilmanlaatuun vaikuttavat lähinnä liikenteen typen oksidien päästöt. Kaarinas-  
sa ei sijaitse merkittäviä rikkidioksidin päästölähteitä. Keväisin katupöly huonontaa  
Kaarinan ilmanlaatua. Mittaukset nykyisellä paikalla aloitettiin maaliskuussa 2004.

### 8.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Kaarinan ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä hyvä (kuva 48). Huonoksi ilman-  
laatu luokiteltiin Kaarinassa yhtenätoista vuorokautena. Korkeimmat indeksin arvot ai-  
heutuivat kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

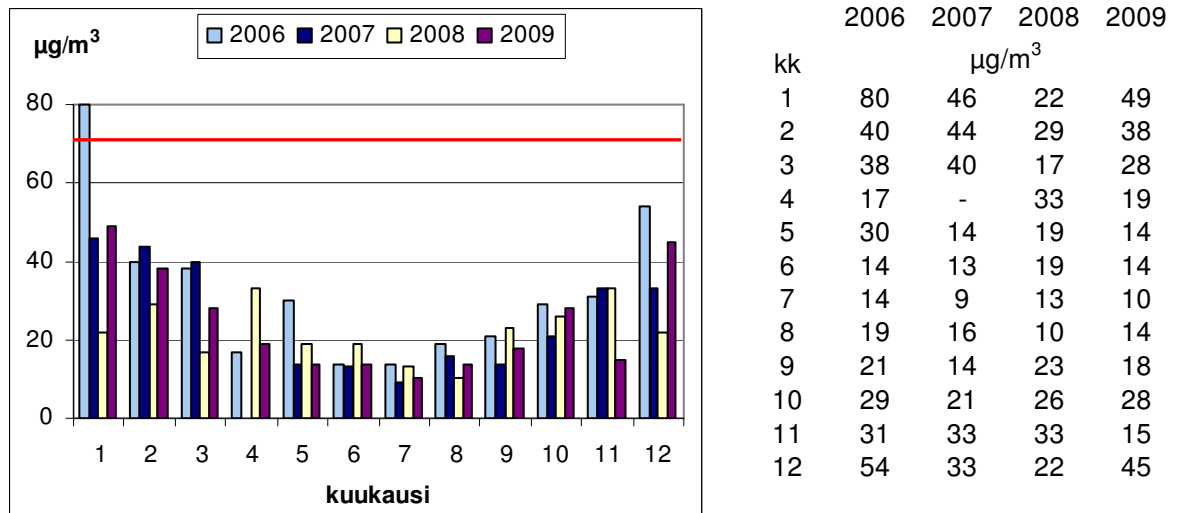


Kuva 48. Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2009.

### 8.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

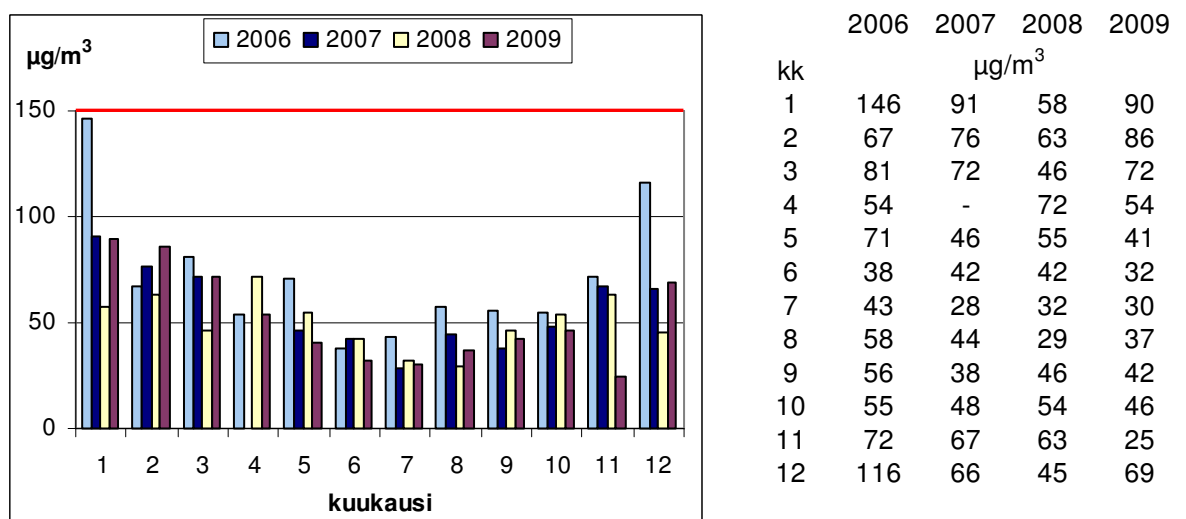
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo Kaarinassa vuonna 2009 oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vuonna 2008  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vuonna 2007  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , vuonna 2006  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja vuonna 2005  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Kuvaan 49 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinan mittauspisteessä. Ohjearvopitoisuus ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt vuonna 2009. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tammikuussa, jolloin pitoisuus oli  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % ohjearvosta). Alhaisimmat pitoisuudet ( $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 14 % ohjearvosta) mitattiin heinäkuussa.



Kuva 49. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 - 2009.

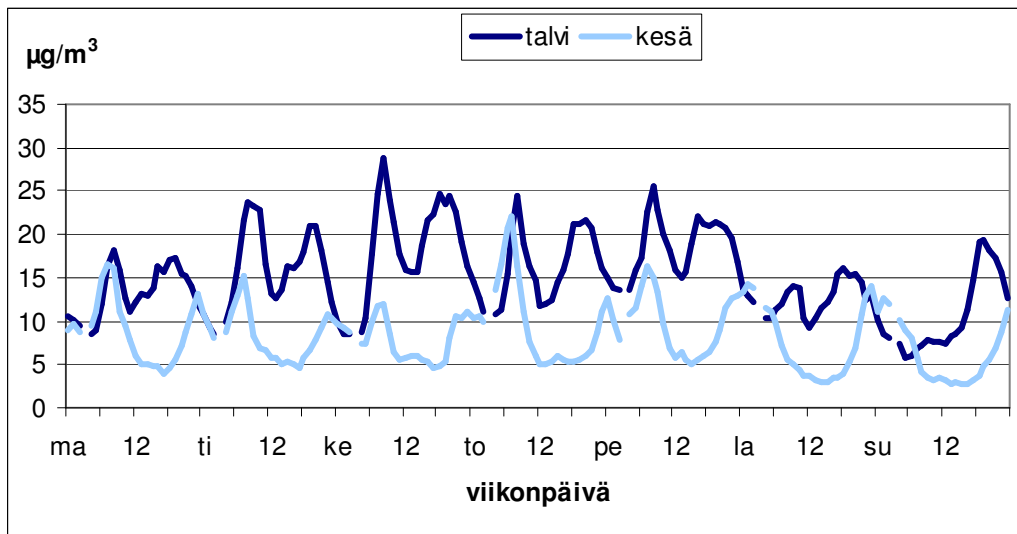
Vuonna 2009 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoa ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) (kuva 50). Kaarinassa korkein tuntiarvo  $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (60 % ohjearvosta) mitattiin tammikuussa ja matalin  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (20 % ohjearvosta) heinäkuussa.



Kuva 50. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 - 2009.

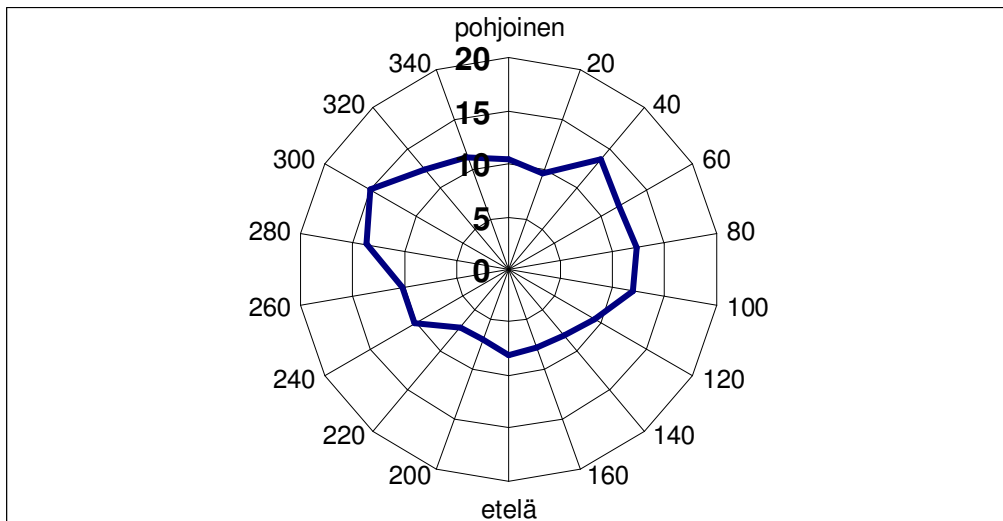
## Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

Kuvassa 51 on esitetty Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.). Arkisin etenkin talvella pitoisuudet kasvavat aamulla aamuruuhkan aikaan.



Kuva 51. Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

Kaarinan korkeimmat typpidioksidin keskipitoisuudet mitattiin tuulen puhaltaessa luoteesta (kuva 52).



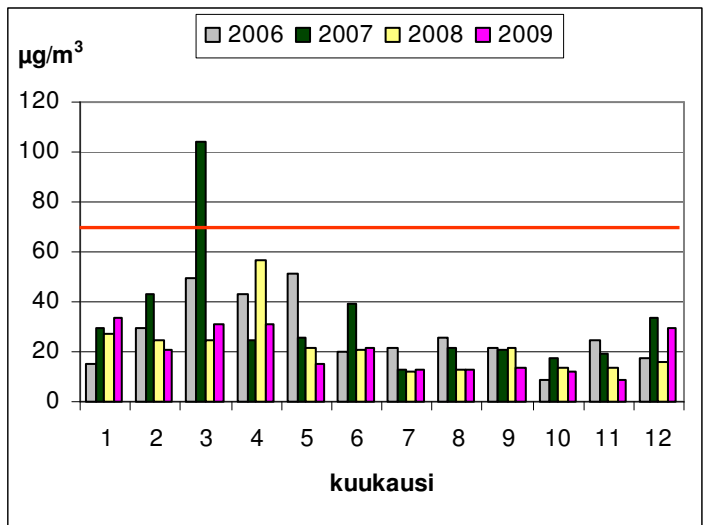
Kuva 52. Kaarinan typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2009.

### 8.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET

Kaarinan keskustassa hengitettäviä hiukkasia mitataan jatkuvatoimisella  $\text{PM}_{10}$ -esierottimella varustetulla hiukkasanalysaattorilla.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2009 oli  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kaarinan mittauspisteellä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoa vuonna 2009 (kuva 53). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin maaliskuu- ja huhtikuussa, jolloin pitoi-

suudet olivat  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (44 % ohjearvosta). Pienin vuorokausiarvo,  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 % ohjearvosta), mitattiin marraskuussa.

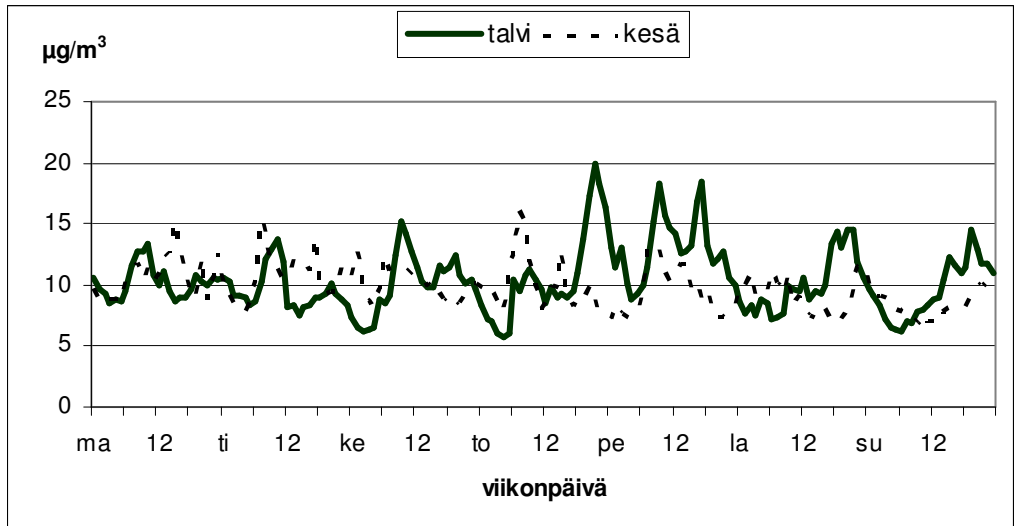


	2006	2007	2008	2009
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	15	30	27	34
2	30	43	25	21
3	50	104	25	31
4	43	25	57	31
5	51	26	22	15
6	20	39	21	22
7	22	13	12	13
8	26	22	13	13
9	22	21	22	14
10	9	18	14	12
11	25	19	14	9
12	18	34	16	30

Kuva 53. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2006 - 2009.

**Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin**

Kuvassa 54 on esitetty Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).



Kuva 54. Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.).

## 9 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA

### 9.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN

#### 9.1.1 YLEISTÄ

Suomessa ja muissa kehittyneissä maissa ympäristön terveysvaikutukset ovat vähäisempiä kuin monet muut riskitekijät, kuten tupakka, korkea verenpaine, alkoholi, kolesterolit, ylipaino jne. Ilman epäpuhtaudet on kuitenkin todettu suurimmaksi ympäristöperäisten kuolemien aiheuttajaksi. (Jantunen *et al.*, 2005). Vaikka ilmansaaste-episodien aikana kuolleiden ihmisten terveydentila on yleensä ollut jo entuudestaan heikko, nämä tapaukset ovat saaneet osakseen paljon huomiota. Kuolleisuudesta ja sairaalakäynneistä on saatavilla tarkkoja tietoja, joten siitäkin syystä vakavimmat seuraukset ovat korostuneet tutkimuksissa. Kansanterveyden kannalta merkittävämpiä ovat kuitenkin lukuisat lievemmät oireet, sillä niistä kärsii huomattavan suuri joukko ihmisiä. (WHO, 2006)

Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille vaihtelee. Niin sanotut herkäät väestöryhmät saavat oireita ja heidän toimintakykynsä heikentyy jo paljon pienemmistä ilmansaasteepitoisuuksista kuin terveiden henkilöiden. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat sekä allergiset. (HSY, 2009) Herkkiä ihmisryhmiä ovat vanhukset, allergia- ja astmaoireista kärsivät sekä muille myrkyllisille materiaaleille altistuneet (WHO, 2004). Erityisen herkkiä ilmansaasteiden vaikutuksille ovat myös sikiöt ja pienet lapset. Vastasyntyneellä keuhkojen tilavuus on pienempi kuin aikuisella, mutta keuhkorakkuloiden pinta-ala suhteessa painoon on suurempi. Ensimmäisten kolmen elinvuoden aikana lapsi myös hengittää tiheämmin kuin aikuiset. Painoon suhteutettuna hengitysilman määrä, ja samalla altistuminen saasteille, on siten huomattavasti suurempi kuin aikuisilla. Oireetkin ovat lapsilla pahempia, sillä esimerkiksi samansuuruinen turvotus hengitysteissä vaikuttaa pienemmissä tiehyissä voimakkaammin. (Korhonen, 2007). Ilmansaasteilla on osuutta hengitystieallergian oireiden pahenemiseen ja mahdollisesti myös allergian synnyssä. Ilmansaasteet voivat lisätä siitepölyn aiheuttamaa oireilua. Siitepölyhiukkanen yhdessä saastehiukkasen kanssa muodostaa yhdessä hiukkasen, jolla on kyky ärsyttää ja mahdollisesti myös herkistää suurenee. (Hahtela, 2009)

Saasterasitus heikentää ja vaurioittaa limakalvojen suoja mekanismeja, jolloin virukset ja bakteerit aiheuttavat infektioita, koska saasteiden heikentämä limakalvopuolustus ei kykene eliminoimaan taudinaiheuttajaa. Tällä mekanismilla ilmansaasteet voivat lisätä hengitysteiden tulehdustauteja pahoin saastuneilla alueilla. Kaikki ilmansaasteet mutta erityisesti pienhiukkaset, typen oksidit ja otsoni voivat vaurioittaa limakalvon pintarakennetta, epiteeliä, minkä seurauksena hengitysteihin joutuvat allergeenit pääsevät helpommin kosketuksiin limakalvon immunologisen järjestelmän kanssa. (Hahtela, 2009)

Vaikka elimistöön imeytyvien aineiden annoksen ja riskin kannalta hengitysilma on harvoin ratkaisevassa asemassa, joillekin kemikaaleille, kuten häkä, typpidioksidi ja otsoni, altistutaan pelkästään hengitysteiden kautta. Myös vaikutus voi kohdistua suoraan hengityselimiin hajuna, ärsytyksenä tai vakavampina haittoina, kuten keuhkosyöpänä. Nimenomaan hengityselimien kautta tuleva vaikutus voi olla erityisen haitallinen, kuten hengitettyjen pienhiukkasten vaikutus sydämeen. (Jantunen *et al.*, 2005). Euroopan Unionin julkistaman arvion mukaan pienhiukkaset aiheuttavat Euroopassa vuosittain jopa 350 000 ennen aikaista kuolemaa (COM, 2005). Suomessa vastaavaksi määräksi on arvioitu 1 300. Tutkimukset ovat osoittaneet, että ilmansaasteiden haittavaikutukset ovat suoraan verrannollisia altistukseen. Se tarkoittaa myös, ettei voida määrittellä sellaisia kynnyksiarvoja, joita alhaisemmilla pitoisuuksilla terveysvaikutuksia ei olisi. (WHO, 2006)

Ilmansaasteiden haittavaikutuksia on pyritty arvottamaan taloudellisessakin mielessä. Holland ja Watkiss (2002) ovat arvioineet tutkimuksessaan asukasluvultaan 100 000 asukkaan kaupungissa PM<sub>2,5</sub>:n haitaksi 33 000 €/t ja rikkidioksidin 6 000 €/t. Kaupunkikoon kasvaessa kustannukset eivät kasva lineaarisesti, vaan hitaammin. Pienhiukkasten terveysvaikutusten hinnaksi on EU:n alueella arvioitu 268–781 miljardiksi euroksi. Suomessa vaikutusten hinnan on arvioitu olevan 1–3 miljardia euroa (Tekniikka ja Talous, 2005).

Suomessa eniten terveydellisiä haittoja aiheutuu todennäköisesti pitkäaikaisesta altistumisesta liikenteen ja puun pienpolton pienhiukkasille (Salonen ja Pennanen, 2006). Kansanterveyslaitoksen ja Kuopion yliopiston yhteistyönä tekemän tutkimuksen tulokset osoittivat, että esimerkiksi pääkaupunkiseudun tieliikenteen päästöt aiheuttavat noin 30 ennenaikaista kuolemantapausta alueella ja alentavat odotettavissa olevaa elinikää keskimäärin noin 0,5 kk (Tainio *et al.*, 2007). Pääkaupunkiseudulla onkin laadittu vuosille 2008 – 2016 ilmansuojelun toimintaohjelma, jolla tähän ongelmaan puututaan. Toimenpiteitä ovat muun muassa joukkoliikenteen kehittäminen sekä jalankulun ja pyöräilyn edistäminen. Suomen muilla suurimmilla kaupunkiseuduilla sitä vastoin joukkoliikenteen mahdollisuudet ovat koko ajan heikentyneet (Ympäristön tila 2008): vaikka muutamien kasvukeskusten ydinalueilla on onnistuttu tiivistämään yhdyskuntarakennetta, niiden reunamille syntyy väljiä taajama-alueita ja haja-asutus lisääntyy. "Uusiin taloihin muuttavat asukkaat hyötyvät vähemmistä liikenteen riskeistä ja saasteista samalla kun he itse lisäävät liikenteen kokonaisuutta ja aiheuttavat lähempänä keskustaa asuvien lähiympäristöön enemmän liikennettä, saasteita ja kasvavan onnettomuusriskin." (Kuoppa, 2007)

Viime aikoina on tutkittu paljon myös meriliikenteen vaikutusta terveyteen, sillä erityisesti rannikkoseuduilla merkittävä osa ilmansaasteista on peräisin laivaliikenteestä. Meriliikenteen hiukkaspäästöjen on arvioitu aiheuttavan maailmanlaajuisesti vuosittain noin 60 000 syöpäkuolemaa, pääasiassa Euroopan sekä Itä- ja Etelä-Aasian rannikoilla (Corbett *et al.*, 2007). Kuolleisuuden on arvioitu kasvavan merikuljetusten lisääntymisen myötä jopa 40 prosentilla vuoteen 2012 mennessä – arvio on tosin tehty ennen talouden taantumaa. Typenoksidipäästöistä noin 15 % on peräisin laivoilta.

Kaasumaisista epäpuhtauksista haitallisina on tämänhetkisen tiedon mukaan otsoni. Sen on osoitettu aiheuttavan epidemiologisesti mitattavan kuolleisuuden lisääntymisen, vaikkakin vain murto-osan pienhiukkasten aiheuttamaan kuolleisuuteen verrattuna (COM, 2005). Sisätiloissa myös häkäpitoisuus voi kaikenlaisen epätäydellisen palamisen seurauksena helposti nousta vaaralliselle tasolle, ja häkä aiheuttaa yhä alkoholin jälkeen eniten akuutteja myrkytyskuolemia Euroopassa ja Suomessa (Salonen *et al.*, 2007). Ulkoilmassa esiintyvä häkä on kuitenkin terveydelle vaarallinen ainoastaan poikkeuksellisissa olosuhteissa (syvissä katukuiluissa, liikennetunneleissa). Katalysaattoriautojen yleistymisen myötä häkäpitoisuudet ovat jatkuvasti pienentyneet. Myös rikkidioksidin merkitys on vähentynyt pitoisuuksien pienenemisen myötä. Typpidioksidin suhteellista terveysmerkitystä taas on pidetty aiemmin huomattavana, mutta sitä on ollut vaikea osoittaa ulkoilmassa yleensä vallitsevilla pitoisuuksilla. Typen oksidit toimivat kuitenkin alailmakehän otsoninmuodostuksen moottorina, ja Suomen oloissa tehokkain keino alentaa otsonipitoisuuksia on typen oksidien päästöjen vähentäminen (Tarvainen, 2008).

### 9.1.2 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET

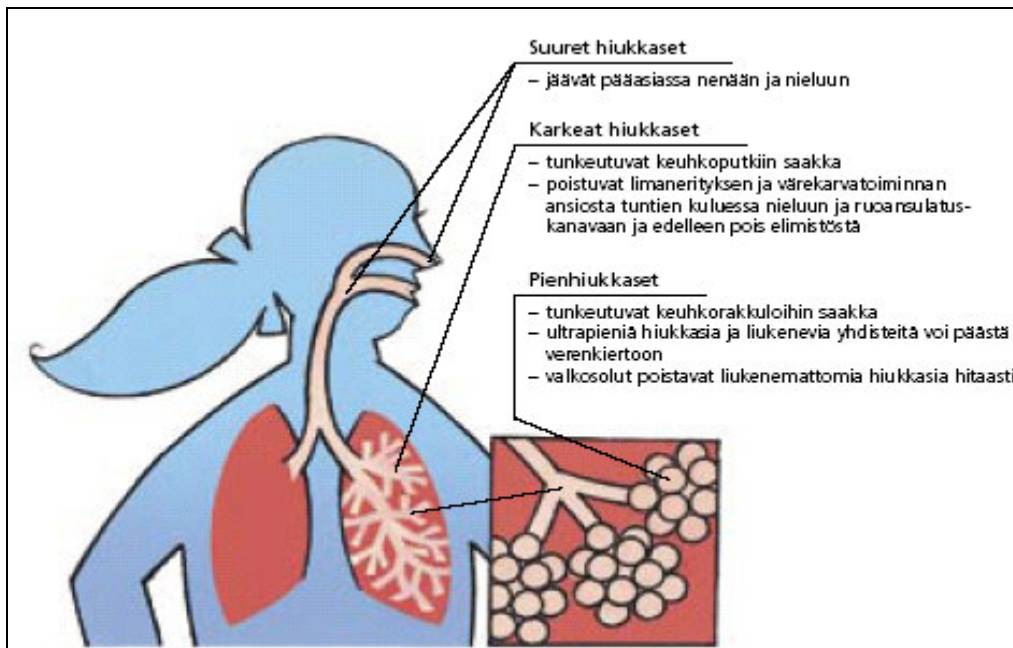
Yhdyskuntailman epäpuhtauksien aiheuttamat laajamittaisimmat ja vakavimmat haitat (mm. lisääntynyt päivittäinen kuolleisuus, lisääntyneet hengitys- ja sydänsairaiden oireet, lääkkeiden käyttö ja sairaalaan otot, lyhentynyt elinikä) liittyvät nimenomaan pienhiukkasiin. Näille vaikutuksille herkimpiä väestöryhmiä ovat hengityselin- ja sydänsairaat sekä lapset. (Jokiniemi *et al.*, 2000)

WHO:n asiantuntijaryhmä on todennut, että kaupunki-ilman hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) vuorokausipitoisuudella on yhteys päivittäiseen kuolleisuuteen ja väestössä päivittäin ilmeneviin oireisiin, sairastavuuteen ja keuhkofunktioihin. Jo suhteellisen pieninä pidettyjen PM<sub>10</sub>-vuorokausipitoisuuksien (50 - 100 µg/m<sup>3</sup>) on arvioitu lisäävän päivittäistä kuolleisuutta 5 - 10 prosentilla, hengityselinsairauksista johtuvia sairaaläkäyntejä 10 - 20 prosentilla, astmaattikkojen kohtauksia 25 - 50 prosentilla ja astmaattikkojen kohtauslääkkeiden käyttöä 35 - 70 prosentilla. (Salonen, 1996). Kolmen suuren amerikkalaistutkimuksen mukaan PM<sub>2,5</sub>-pitoisuuden 10 µg/m<sup>3</sup>:n nousu lisäsi kuolleisuutta 7 - 13 %. Eurooppalaisessa tutkimuksessa havaittiin, että jokainen vastaava liikenneperäinen PM<sub>2,5</sub>-pitoisuuden nousu lisäsi päivittäistä kuolleisuuden riskiä 3,4 % ja kivihiiliperäinen 1,1 %. Liikenteen hiukkaset olivat voimakkaammin yhteydessä sydänperäisiin kuolemiin ja kivihiilestä lähtöisin olevat hiukkaset hengityselinperäisiin kuolemiin. (YTV, 2003)

Kuvassa 55 on esitetty havainnollisesti hiukkasten pääsy elimistöön. Niiden vaikutukset riippuvat alkuperästä, koostumuksesta ja hiukkaskoosta. Haitallisimpia ovat epätydellisestä palamisesta syntyvät hiukkaset. Merkittäviä lyhytaikaisia altistumisia ja haittoja aiheutuu metsä-, maasto- ja kulotussavujen kaukokulkeutumisista. Keväinen katupöly taas altistaa lyhytaikaisesti karkeille hengitettäville hiukkasille, joiden seurauksena syntyy suuri määrä lieviä terveydellisiä haittoja. (Salonen ja Pennanen, 2006)

Pienhiukkaset voivat aktivoida solun sisäisiä toimintoja sääteleviä valkuaisaineita ns. oksidatiivisen stressin välityksellä: "Oksidatiivinen stressi tulehduttaa keuhkoputkia ja keuhkorakkuloita. Ilmiö pahentaa olennaisesti astmaa, keuhkohtaumatautia ja sydänsairauksia, kuten sepelvaltimotautia ja sydämen vajaatoimintaa. Tulehdus ahtauttaa hengitysteitä, heikentää kaasujen vaihtoa, tuottaa haitallisia autonomisia refleksejä ja lisää veren hyytymistä." (Salonen ja Pennanen, 2006)

Ultrapienet hiukkaset ovat toksikologisten tutkimusten mukaan aktiivisempia kuin massaltaan sama määrä isompia hiukkasia (Pekkanen, 2004). Kiinteät ultrapienet hiukkaset ja niiden yhdisteet tulehduttavat suoraan verisuonten seinämiä. Näin ne lisäävät verisuonten kalkkeutumista ja ahtautumista. Ahtaumaplaakit voivat repeytyä, mikä johtaa sydän- ja aivoinfarkteihin. (Salonen ja Pennanen, 2006)



Kuva 55. Hiukkasten pääsy elimistöön (Hengitysliitto, 2004).



### 9.1.3 OTSONIN VAIKUTUKSET

Otsoni on ns. "syvä" ärsyttävä. Se ei ole niin vesiliukoinen kuin rikkidioksidi, jonka vuoksi se ei jää nenän ja ylähengitysteiden limakalvoihin, vaan menee keuhkojen alveoleihin saakka ja aiheuttaa turpoamista ja pienimpien keuhkoputken haarojen vaurioitumista. Se vaurioittaa myös keuhkojen fagosytoivia soluja ja syöttösoluja, mikä edelleen pahentaa seinämävauriota. Otsoni herkistää hengitysteitä bakteeri- ja virusinfektioille sekä allergeenien vaikutuksille. Otsoni on yhteydessä myös välittömään hengitystiesairastuvuuteen, ja sitä pidetään nykyään hiukkasten ohella tärkeimpänä yhdyskuntailman terveysriskinä. (Koulu ja Tuomisto, 1996)

Otsonin ihmiselle aiheuttamat haitat riippuvat sen pitoisuudesta, altistuksen kestosta, fyysisen rasituksen voimakkuudesta altistuksen aikana ja altistuvan henkilön terveydentilasta. Osa oireista aiheutuu muista otsonin kanssa samanaikaisesti esiintyvistä ilmansaasteista. Haitallisia ovat sekä lyhytaikaiset suuret ilman otsonipitoisuudet, että pitkään jatkuva altistuminen normaalia korkeammille otsonipitoisuuksille. Herkkyys otsonille vaihtelee ja arvioidaan, että noin kymmenen prosenttia ihmisistä on sille erityisen herkkiä. (Tarvainen, 2008)

Euroopan Unionin arvion mukaan otsoni aiheuttaa Euroopassa vuosittain yli 20 000 ennen aikaista kuolemaa ja 14 000 sairaalakäyntiä (COM, 2005). Tyypillisiä otsonin aiheuttamia lievempiä oireita ovat silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytys. Hengityselinsairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä ja toimintakyky heikentyä. Otsoni voi pahentaa siitepölyn aiheuttamia allergiaoireita. (Ilmatieteen laitos, 2002). Otsonipitoisuus on korkeimmillaan kevään ja kesän aurinkoisina päivinä, jolloin se saattaa aiheuttaa oireita paljon ulkona oleville lapsille. Kaupunki-ilman otsonipitoisuus on ollut yhteydessä mm. astmalasten sairaalahoitoihin; pitkäaikaisesti kohonneeseen otsonipitoisuuteen taas on yhdistetty lasten keuhkojen hidastunut kasvu. (Salonen *et al.*, 2007)

### 9.1.4 RIKKIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET

Rikkidioksidi ja rikkihappo vaikuttavat hengitysteissä ärsyttävästi, aiheuttavat tulehdusreaktioita ilman infektiotakin sekä keuhkoputkien supistumista. Astmaattiset henkilöt ovat erityisen herkkiä. Koska rikkidioksidi on varsin vesiliukoista, suuri osa siitä jää ylähengitysteiden kosteisiin limakalvoihin. Kuitenkin osa pääsee keuhkorakkuloihin saakka ja aiheuttaa kudოსvaurioita. Hiukkaset voimistavat rikkidioksidin vaikutuksia voimakkaasti, koska ne katalysoivat paljon voimakkaammin ärsyttävän rikkihapon syntyä. (Koulu ja Tuomisto, 1996)

Ulkoilmassa oleva rikkidioksidi on pääosin peräisin energiantuotannosta. Rikkidioksidipäästöt ovat laskeneet huomattavasti viime vuosikymmenten aikana puhtaampien polttoaineiden ja paremman puhdistustekniikan myötä. Joillain teollisuuspaikkakunnilla ongelmia saattaa edelleen esiintyä etenkin teollisuusprosessien häiriötilanteissa. (Hengitysliitto, 2008)

### 9.1.5 TYPPIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET

Ulkoilmassa typpidioksidi esiintyy aina yhdessä muiden saasteiden kanssa ja se toimii yhdyskuntailmassa ensisijaisesti liikenteen tuottamien ilman saasteiden indikaattorina (Salonen *et al.*, 2007). Nykytietämyksen mukaan typpidioksidin merkitys itsenäisenä riskinä ei edes pääkaupunkiseudulla ole kovin suuri. Myös liikennealtistumisen merkkiaineena se on ongelmallinen: sillä on muitakin lähteitä eikä sen avulla saada kvantitatiivista tietoa altistumisesta. (Jantunen *et al.*, 2005)

Typpidioksidi saattaa voimistaa allergikkojen ja astmaattikkojen reaktioita siitepölyille, mutta on epävarmaa tapahtuuko tätä Suomen kaupunkienkaan pitoisuustasoilla. Korkeat sisäilman typpidioksidipitoisuudet (kaasuliedet, jäähallien jäänhoitokoneet, kar-

ting-autot) lisäävät yleisiä hengityselinoireita kuten yskää ja nuhaa. Äärioloissa typpi-dioksidi voi aiheuttaa jopa äkillisen keuhkopöhön. (Jantunen *et al.*, 2005)

### 9.1.6 HIILIMONOKSIDIN VAIKUTUKSET

Häkä on ihmiselle haitallista, koska se sitoutuu vereen n. 200 kertaa tehokkaammin kuin happi, joten häkäkaasun hengittäminen aiheuttaa elimistössä nopeasti hapenpuutetta. Hiilimonoksidimyrkytyksen oireita ovat mm. pääsärky, huimaus, pahoinvointi, uneliaisuus sekä heikkouden tunne käsissä tai jaloissa. Hiilimonoksidille herkkiä väestöryhmiä ovat sydän- ja verisuonitauteja, keuhkosairauksia ja anemioita sairastavat sekä vanhukset, raskaana olevat naiset ja vastasyntyneet. (Hengitysliitto)

Muutamit epidemiologiset tutkimukset ovat löytäneet kaupunkitasolla tilastollisen yhteyden akuutin sydänkuolleisuuden ja ulkoilman häkäpitoisuuden lyhytaikaisvaihtelun välillä. Tutkimuksissa havaittu yllättävän alhaisen altistumistason (1 - 3 mg/m<sup>3</sup>) vaikutus saattaa vahvistuessaan johtaa merkittävästi nykyistä pienempiin ulkoilman häkäpitoisuuden enimmäisarvoihin. (Jantunen *et al.*, 2005)

## 9.2 VAIKUTUKSET LUONTOON

### 9.2.1 YLEISTÄ

Metsien kuntoon vaikuttavat yhdessä monet tekijät, kuten ilmasto- ja maaperäolosuhteet, puuston ikä ja laatu, metsien käsittely, metsätuhot sekä ilman epäpuhtaudet. Metsien vaurioitumisessa on usein kyse ympäristötekijöiden ja tuhonaiheuttajien yhteisvaikutuksesta. Tällä hetkellä kasvihuoneilmion voimistumista ja siitä johtuvaa ilmastomuutosta pidetään maapallon pahimpana ympäristöuhkana. Fossiilisten polttoaineiden käyttö ja metsien hävittäminen lisäävät hiilidioksidin ja muiden kasvihuonekaasujen määrää ilmakehässä. Kasvihuonekaasut estävät lämpösäteilyn paluun avaruuteen ja kohottavat maapallon keskilämpötilaa. Lämpeneminen muuttaa luontoa ja vaikuttaa mm. puulajien menestymiseen sekä lisää todennäköisesti metsätuhoja. (Metsäntutkimuslaitos, 2006)

Ilmansaasteiden vaikutuksesta vesistöt ja maaperä happamoituvat ja rehevöityvät. Ilmansaasteet vahingoittavat kasveja sekä suoraan lehtien ja neulasten kautta että juuriston vaurioitumisen myötä. (Ilmatieteen laitos, 2002)

Ilmastomuutoksen ja happamoitumisen ohella yläilmakehän otsonikato ja toisaalta otsonin lisääntyminen alailmakehässä aiheuttavat ongelmia. Yläilmakehän otsoni pidättää auringon haitallista ultraviolettisäteilyä, kun taas maanpinnan läheisessä ilmakehässä otsoni on haitallista eliöille. Suomenkin alailmakehän otsonipitoisuudet ovat jatkuvasti nousseet, mihin lienee vaikuttanut kaukokulkeutuminen Keski-Euroopasta. Otsonin kriittinen taso määritellään muun muassa kasvillisuuden saaman otsoniannoksen mukaan. Vuonna 2005 otsoniannos ylitti kriittisen annoksen niukasti yhdellä mittausasemalla Suomessa. (Metsäntutkimuslaitos, 2006)

Harsuuntuneisuus eli latvuksen lehti- tai neulaskato kuvastaa puiden yleiskuntoa. Suomen metsäpuiden harsuuntuminen johtuu pääasiassa metsien korkeasta iästä, sää- ja ilmastotekijöistä sekä alueellisista tauti- ja tuholaisepidemioista. Ainoastaan paikallisten päästölähteiden läheisyydessä, taajamissa ja teiden varsilla sijaitsevilla ilman epäpuhtauksille alttiina olevissa metsissä harsuuntuminen johtuu ilmansaasteista. Myös neulasten ja lehtien värikiat kuvaavat puiden elinvoimaisuutta. Puilla kasvavat jäkälät ovat hyvin herkkiä ilmansaasteille ja ympäristön tilan muutoksille. Ilmansaasteiden johdosta jäkälien määrä ja eri lajien esiintyvyys pienenevät. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

### 9.2.2 RIKKIDIOKSIDIN JA TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET

Rikki- ja typpipäästöt happamoittavat maaperää ja vesistöjä. Vuonna 2000 rikkilaskeuma oli 2 – 5 kg/ha ja typpilaskeuma 2 – 6 kg/ha. Metsämaasta puuttuu yleensä kasveille käyttökelpoista typpeä, joten aluksi typpilaskeumalla voi olla kasvua lisäävä vaikutus. Happamoitumisen edetessä kasvien ravinteiden saanti kuitenkin heikkenee huuhtoutumisen seurauksena ja haitallisten aineiden pitoisuudet lisääntyvät. Kriittisellä kuormituksella tarkoitetaan suurinta epäpuhtauksien määrää, jonka ekosysteemi pitkällä aikavälillä vaurioitumatta sietää. Suomen ympäristökeskuksen laskelmien mukaan metsämaiden rikin ja typen kriittinen kuormitus ylittyy nykyilaskeumilla Etelä- ja Kaakkois-Suomessa sekä paikoitellen pohjoisessa itärajan tuntumassa. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

### 9.2.3 ALAILMAKEHÄN OTSONIN VAIKUTUKSET

Lähellä maanpintaa esiintyvä otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallista. Otsonia muodostuu auringonvalon vaikutuksesta ilmassa typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä kemiallisissa reaktioissa, ja sitä kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa, jolloin syntyy muita haitallisia epäpuhtauksia kuten typpidioksidia. Otsoni vaurioittaa lehtiä ja neulasia. Otsonin vaikutuksesta metsien kasvu saattaa heikentyä, ja se voi aiheuttaa viljelyksille satotappioita. (Ilmatieteen laitos, 2002)

Otsonin kriittistä tasoa pyritään määrittelemään kasvillisuuden saaman otsoniannoksen mukaan. Menetelmässä otetaan huomioon kasvukauden aikaiset kynnyksarvon ylitykset ja niiden kesto. Yleisimmin käytetty kynnyksarvo on  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tunnin keskiarvona. Otsoniannos lasketaan kuuden kuukauden jaksolta huhtikuusta syyskuuhun kello 10 – 22. On esitetty, että kuuden kuukauden aikana kertyvä  $20\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h:n}$  otsonialtistus aiheuttaisi kymmenen prosentin kasvutappion metsissä. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

### 9.2.4 HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET

Hiilidioksidi ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja, mutta edistää maailmanlaajuisia kasvihuoneilmiötä (Ilmatieteen laitos, 2002). Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen metsiin monella eri tavalla. Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma SILMU arvioi, että metsien kasvu paransi Suomessa lähivuosikymmenien aikana useita kymmeniä prosentteja, jos ilmasto lämpenee ja hiilidioksidipitoisuudet kasvavat edelleen. Tämä johtuu pidemmästä kasvukaudesta ja hiilidioksidin lannoittavasta vaikutuksesta. Erityisesti Pohjois-Suomen metsien kasvu kiihtyisi. Suomen ilmaston soveltuvuus eri puulajeille muuttuisi. Pohjoinen havumetsävyöhyke siirtyisi noin 400 - 500 kilometriä pohjoiseen, ja lehtipuut yleistyisivät kaikkialla Suomessa. Jalojen lehtipuiden levinneisyysalue laajenisi, esimerkiksi tammi voisi levitä vuosisadan kuluessa Oulun korkeudelle. Suomessa kasvavista puulajeista ei kuitenkaan yksikään häviäisi. Kuusen kasvu taantuu Etelä-Suomessa ja paranee Pohjois-Suomessa. Koivut menestyvät paremmin kaikkialla, myös Pohjois-Suomessa. Varpu-, sammal- ja jäkäläkasvustot taantuisivat, ja ruoho- ja heinäkasvit runsastuisivat. Eteläiset lajit leviävät pohjoiseen, ja pohjoisen lajisto voi taantua ja osittain jopa hävitä. (Roos, 1996)

### 9.2.5 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET

Myös hiukkasilla on monia vaikutuksia ilmastoon. Pienhiukkaset vähentävät maanpinnalle tulevan auringonsäteilyn määrää sirottamalla. Näin ne paikallisesti viilentävät maanpintaa. Ilmakehässä noki- ja pölyhiukkaset taas sitovat itseensä lämpöä, mikä voi vaikuttaa ilman virtausliikkeisiin ja veden kiertokulkuun. Lumen tai jään pinnalla auringon säteilyä tehokkaasti imevät nokihiukkaset nopeuttavat sulamista. Pienhiukkaset vaikuttavat pilvien syntyyn toimimalla pisaroiden tiivistymisytiminä. Pienhiukkaspitoisuuden kasvaessa syntyy enemmän, mutta pienempiä pilvipisaroita. Ne eivät

kovin helposti kasva sadepisaroiksi, ja siten pilven elinikä pitenee. Paljon pieniä pisaroita sisältävät pilvet heijastavat auringonsäteilyä takaisin avaruuteen. Hiukkasten kokonaisvaikutus onkin ilmastoa jäähdyttävä, mutta vaikutusten todellista suuruutta on hyvin vaikea arvioida. (Ilmatieteen laitos, 2009)

## 10 YHTEENVETO

Turun kaupunkiseudulla ilmanlaatua tarkkailtiin vuonna 2009 seitsemällä mittauspisteellä, jotka sijaitsivat Turun keskustassa Kauppatorilla, Orikedolla, Ruissalossa, Raision keskustassa ja Kaanaalla sekä Naantalissa ja Kaarinan keskustoissa.

### 10.1 MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS

Vuonna 2009 mittausjärjestelmä toimi hyvin. Analysointitarkistukset huollettiin niille laadittujen huoltosuunnitelmien mukaisesti. Kaasuanalysointitarkistusten toiminta varmistettiin kerran vuorokaudessa tapahtuvilla automaattisilla nolla- ja aluetason tarkistuksilla. Kalibroinnit tehtiin automaattitarkistusten ja huoltosuunnitelmien perusteella typenoksidianalysointitarkistuksille keskimäärin kerran kuussa ja rikkidioksidianalysointitarkistuksille kerran kolmessa kuukaudessa. Lisäksi ulkopuolinen konsultti kävi tarkastamassa kaasuanalysointitarkistuksien toiminnan kerran vuoden 2009 aikana. Kalibroinnit osoittivat laitteiden toimineen hyvin.

### 10.2 PÄÄSTÖT

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2009 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa yhteensä noin 2900 tonnia. Suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Neste Oil Oyj:n Naantalissa jalostamo (n. 1 372 t) ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (n. 1 024 t). Liikenteestä aiheutuvat rikkidioksidipäästöt olivat Turun kaupunkiseudulla yhteensä noin 2 tonnia.

Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli vuonna 2009 noin 4 500 tonnia. Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla yhteensä 1 239 t. Suurin yksittäinen päästölähde oli Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (n. 3 519 t).

Liikenteen pakokaasuista aiheutuneet hiukkaspäästöt olivat vuonna 2009 yhteensä noin 70 tonnia. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn, ns. re-suspension määrää on vaikea arvioida. Hiukkasten suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Neste Oil Oyj:n Naantalissa jalostamo (265 t) ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (160 t).

### 10.3 ILMANLAATU TURUSSA

Ilmanlaatuindeksillä tarkasteltuna ilmanlaatu Turun keskustassa vuonna 2009 oli hyvä 66 päivänä ja yleensä tyydyttävä. Ilmanlaatu luokiteltiin erittäin huonoksi neljänä ja huonoksi yhtenätoista vuorokautena. Parhaimmillaan ilmanlaatu oli kesällä. Orikedolla ilmanlaatu luokiteltiin yleensä hyväksi.

Kauppatorilla, Orikedolla ja Ruissalossa typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvopitoisuuksia. Korkein ohjearvoon verrattava pitoisuus mitattiin Kauppatorilla tammikuussa, jolloin vuorokausikeskiarvo oli  $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (99 % ohjearvosta). Hengitet-

tävien hiukkasten vuorokausiarvon ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ei ylittynyt Turun keskustassa. Suurimmillaan pitoisuus oli maaliskuussa jolloin vuorokausiarvo oli  $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (83 % ohjearvosta). Hiilimonoksidille annettu ohjearvo ( $8 \text{mg}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt Turun keskustassa.

Raja-arvot eivät ylittyneet Turussa. Hengitettävien hiukkasten osalta raja-arvon numeroarvo ylittyi seitsemänä päivänä Turun keskustassa, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidin osalta raja-arvon numeroarvo ylittyi yhden kerran, sallittujen ylitysten lukumäärän ollessa 18 kalenterivuodessa. Rikkidioksidin pitoisuudet Ruissalossa olivat alhaisia. Ruissalon otsonipitoisuus ei ylittänyt pitkän ajan tavoitearvoa ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### 10.4 ILMANLAATU RAISIOSSA

Ilmanlaatu luokiteltiin Raisiossa yleensä hyväksi (162 päivänä). Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhtenä ja huonoksi kuutena vuorokautena. Raja-arvot eivät ylittyneet Raisiossa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi kolmena päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidipitoisuus oli korkeimmillaan joulukuussa, jolloin ohjearvoon verrattava pitoisuus oli 89 % vuorokausiohjearvosta. Hengitettäville hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ei ylittynyt vuonna 2009. Korkein hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvo  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (69 % ohjearvosta). Kaanaalla mitatut rikkidioksidipitoisuudet olivat alhaisia.

#### 10.5 ILMANLAATU NAANTALISSA

Ilmanlaatu luokiteltiin Naantalissa yleensä tyydyttäväksi. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin 148 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatua ei luokiteltu yhtenäkkään päivänä. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kuutena vuorokautena. Raja-arvot eivät ylittyneet Naantalissa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi kahtena päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Korkeimmat typpidioksidin ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin kesäkuussa, jolloin pitoisuus oli 76 % vuorokausikeskiarvolle annetusta ohjearvosta ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Hengitettäville hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt Naantalissa korkeimman pitoisuuden ollessa maaliskuun  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % ohjearvosta). Rikkidioksidin pitoisuudet Naantalissa olivat alhaisia.

## 10.6 ILMANLAATU KAARINASSA

Ilmanlaatu Kaarinassa luokiteltiin hyväksi 214 päivänä. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin 11 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatua ei luokiteltu yhtenäkkään vuorokautena. Raja-arvot eivät ylittyneet Kaarinassa. Raja-arvon numeroarvo ei ylittynyt yhtenäkkään vuorokautena hengitettävien hiukkasten osalta. Sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin tammikuussa, jolloin vuorokausipitoisuus oli  $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % ohjearvosta). Hengitettävien hiukkasten korkeimmat ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin maalis- ja huhtikuussa, jolloin pitoisuudet olivat  $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (44 % ohjearvosta).

## 10.7 TERVEYSVAIKUTUKSET

Turun kaupunkiseudulla merkittävimmät mahdollisesti haitallisia terveysvaikutuksia aiheuttavat ilman epäpuhtauskomponentit ovat typen oksidit ja erityisesti hengitettävät hiukkaset. Terveysvaikutuksia niillä voi olla erityisesti ilman huonojen sekoittumisolosuhteiden aikana. Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista ja erityisesti eri ilman epäpuhtauksien yhteisvaikutuksista on kuitenkin liian vähän tutkimustuloksia, jotta pitkälle vietyjä johtopäätöksiä voitaisiin tehdä.

## 10.8 LUONTOVAIKUTUKSET

Ilmansaasteiden luontovaikutukset ilmenevät pitkällä ajanjaksolla. Ilmansaasteiden tärkeimmät vaikutukset liittyvät typen oksidien ja rikkidioksidin happamoittavaan vaikutukseen, joka aiheuttaa erilaisia vaurioita kasvillisuuteen sekä liuottaa maaperästä ravinteita. Otsoni voimakkaana hapettimena vaurioittaa lehtiä ja neulasia. Otsonin vaikutuksesta metsien kasvu saattaa heikentyä, ja se voi aiheuttaa viljelyksille sato tappioita. Myös ilmansaasteiden rooli ilmastomuutoksessa voi olla merkittävä.

## 10.9 VINKKEJÄ KUNTALAISILLE

Jokainen kuntalainen voi omalla käyttäytymisellään vaikuttaa paikalliseen ilmanlaatuun. Ohessa on lueteltu muutamia yksinkertaisia jokapäiväisiä toimenpiteitä, joilla yksittäinen ihminen voi myötävaikuttaa parempaan ilmanlaatuun (Motiva; Hengityslitto, 2004):

- Suosi kevyttä liikennettä ja julkisia liikennevälineitä yksityisautoilun sijaan.
- Käytä lohkolämmitintä, kun ulkolämpötila laskee alle  $+5 \text{ }^\circ\text{C}$ . Lohkolämmitintä ei kannata kovallakaan pakkasella käyttää yli kahta tuntia. Riittävät käyttöajat ovat seuraavat:

Ulkoilman lämpötila	Sopiva lämmitysaika	
	Lohkolämmitin	Säteilylämmitin
$+5 \text{ }^\circ\text{C} \dots -5 \text{ }^\circ\text{C}$	0,5 tuntia	1 tunti
$-5 \text{ }^\circ\text{C} \dots -10 \text{ }^\circ\text{C}$	1 tunti	2 tuntia
$-10 \text{ }^\circ\text{C} \dots -20 \text{ }^\circ\text{C}$	2 tuntia	3 tuntia

- Pyri ajamaan taloudellisesti. Vältä nykivää ajotapaa, huolla autosi säännöllisesti, poista turhat kattokuormat (suksiboksi, taakkateline) ja tarpeeton raskas lasti tavaratilasta. Säädä rengaspaineet oikeiksi. Mahdollisuuksien mukaan vältä ruuhka-aikaan ajamista.
- Säästä energiaa (sähkö & lämpö)  $\Rightarrow$  vähemmän energiantuotantoa  $\Rightarrow$  vähemmän päästöjä. Suosi esim. tuulisähköä, josta ei aiheudu välittömiä päästöjä ilmaan.
- Siirrä autosi ajoissa pois kadulta, jonka hiekoitushiekat puhdistetaan.

- Siivoa hiekat pihalta ja jalkakäytävältä heti sääolojen salliessa. Älä missään nimessä käytä lehtipuhallinta katuhiekkojen poistossa.
- Poista hiekoitushiekka aina kosteana.
- Käytä tulisijaasi oikein – polta kuivaa puuta, ei jätteitä. Hoida tulisijan nuohominen säännöllisesti.

Lisätietoja ilmanlaadusta saa Internetistä kansallisesta ilmanlaatuportaalista: [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi). Portaalista voi seurata reaaliaikaisesti Turun keskustan, Orikedon, Ruissalon sekä Raision, Naantalin ja Kaarinan ilmanlaadun mittaustuloksia. Lisäksi portaalista saa tietoa ilmansaasteista sekä ilmanlaadun mittaamisesta.

## LÄHTEET

COM, 2005. Impact Assessment. Commission staff working paper annex to The Communication on Thematic Strategy on Air Pollution and The Directive on "Ambient Air Quality and Cleaner Air for Europe".

<[http://ec.europa.eu/environment/archives/air/cafe/pdf/ia\\_report\\_en050921\\_final.pdf](http://ec.europa.eu/environment/archives/air/cafe/pdf/ia_report_en050921_final.pdf)> Luettu 18.1.2010

Corbett James J., Winebrake James J., Green Erin H., Kasibhatla Prasad, Eyring Veronika ja Lauer Axel, 2007. Mortality from Ship Emissions: A Global Assessment. *Environmental Science & Technology*, 41 (24), 8512-8518.

<<http://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/es071686z>> Luettu 18.1.2010

Haahtela Tari, 2009. Ilmansaasteiden haitat.

<[http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=alg00325](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=alg00325)> Luettu 29.4.2010

Holland Mike ja Watkiss Paul, 2002. Estimates of the marginal costs of air pollution in Europe. BeTa Version E1.02a. Created for European Commission DG Environment by netcen. <<http://europa.eu.int/comm/environment/enveco/air/betaec02a.pdf>> Luettu 7.3.2006

Hengitysliitto, 2004. Hiukkasia ilmassa.

<[http://www.hengitysliitto.fi/content/Julkaisut\\_materiaalit/Oppaat\\_aineistot/Tietoa\\_ulkomaailmasta/Hiukkasia\\_ilmassa.pdf](http://www.hengitysliitto.fi/content/Julkaisut_materiaalit/Oppaat_aineistot/Tietoa_ulkomaailmasta/Hiukkasia_ilmassa.pdf)> Luettu 18.1.2010

Hengitysliitto, 2008. Rikkidioksidi.

<<http://www.hengitysliitto.fi/Ilma/Merkittavimmatilmansaasteet/Rikkidioksidi/>> Luettu 15.4.2010

Hengitysliitto. Hiilimonoksidi eli häkä.

<<http://www.hengitysliitto.fi/Ilma/Merkittavimmatilmansaasteet/Hiilimonoksidielihaka/>> Luettu 8.5.2010

HSY. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset.

<<http://www.hsy.fi/seututieto/ilmanlaatu/tietoa/terveys/Sivut/default.aspx>> Luettu 5.5.2010.

Ilmatieteen laitos, 2002. Mitä hengitämme?

<[http://www.fmi.fi/kuvat/Mita\\_hengitamme.pdf](http://www.fmi.fi/kuvat/Mita_hengitamme.pdf)> Luettu 18.1.2010

Ilmatieteen laitos, 2009. Pienhiukkasten vaikutus ilmastoon.

<[http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/miksi\\_22.html](http://www.fmi.fi/ilmastonmuutos/miksi_22.html)> Luettu 7.4.2009

Jantunen Matti, Komulainen Hannu, Nevalainen Aino, Tuomisto Jouko, Venäläinen Raili ja Viluksela Matti, 2005. Selvitys elinympäristön kemikaaliriskeistä. Kansallisen kemikaaliohjelman taustaselvitys. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B11/2005.

<<http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/>>

Jokiniemi Jorma, Ohlström Mikael, Kulmala Markku ja Hämeri Kaarle, 2000. Teknologia katsaus 100/2000. Kartoitus pienhiukkastutkimuksesta Suomessa.

<[www.tekes.fi/julkaisut/pienhiukkaskartoitus.pdf](http://www.tekes.fi/julkaisut/pienhiukkaskartoitus.pdf)> Luettu 9.3.2006

Korhonen Maarit, 2007. Lasten haavoittuvuus ympäristötekijöille. Julkaisussa Lasten ympäristö ja terveys. Kansallinen CEHAP-selvitys. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B11/2007.

<<http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/>>



Koulu Markku ja Tuomisto Jouko, 2000. Toksikologia ja farmakologia (verkkoversio). Terveydelle haitalliset yhdyskuntailman saasteet ja toksiset aineet. <[www.medicina.fi/fato/76.pdf](http://www.medicina.fi/fato/76.pdf)> Luettu 18.1.2010

Kuoppa Jenni, 2007. Autoriippuvaisuus, yhdyskuntarakenne ja arjen kompleksisuus – katsaus kirjallisuuteen (luonnos). Autoriippuvainen yhdyskuntarakenne ja sen vaihtoehdot –hanke (koord. Teknillinen korkeakoulu). <[http://www.tkk.fi/Yksikot/YTK/tutkimus/autoriippuvuus/aineisto/kirjallisuuskatsaus\\_jk.pdf](http://www.tkk.fi/Yksikot/YTK/tutkimus/autoriippuvuus/aineisto/kirjallisuuskatsaus_jk.pdf)> Luettu 7.4.2009

Metsäntutkimuslaitos, 2006. Metsätilastollinen vuosikirja 2006. <[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2006/vsk06\\_02.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2006/vsk06_02.pdf)> Luettu 1.4.2008

Metsäntutkimuslaitos, 2003. Metsätilastollinen vuosikirja. <[http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2003/vsk03\\_02.pdf](http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2003/vsk03_02.pdf)> Luettu 18.1.2010

Motiva. Auton käyttö ja huolto. <<http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/taloudellinenajaminen/autonkayttojahuolto/>> Luettu 1.4.2008

Pekkanen Juha, 2004. Kaupunki-ilman pienhiukkasten terveysvaikutukset. Duodecim 2004; 120:1645 - 52.

Roos Jaana, 1996. The Finnish Research Programme on Climate Change, Final report, SILMU. <<http://www.iti.fi/ilmasto/i2c4.htm>> Luettu 13.3.2006

Salonen Raimo O., 1996. Kansanterveyslaitoksen tiedotuslehti 8/1996. Kaupunki-ilman hiukkaset uskottua haitallisempia. <[http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/kansanterveyslehti/lehdet\\_1996/8\\_1996/kaupunki-ilman\\_hiukkaset\\_uskottua\\_haitallisempia/](http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/kansanterveyslehti/lehdet_1996/8_1996/kaupunki-ilman_hiukkaset_uskottua_haitallisempia/)> Luettu 18.1.2010

Salonen Raimo O. ja Pennanen Arto, 2006. Pienhiukkasten vaikutus terveyteen (toim. Timo Paukku). Tuloksia ja päätelmiä teknologiaohjelmasta FINE Pienhiukkaset – Teknologia, ympäristö ja terveys. Tekes. <[http://www.tekes.fi/julkaisut/Fine\\_Terveys.pdf](http://www.tekes.fi/julkaisut/Fine_Terveys.pdf)>

Salonen Raimo O., Nevalainen Aino ja Pekkanen Juha, 2007. Ilma. Julkaisussa Lasten ympäristö ja terveys. Kansallinen CEHAP-selvitys. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja B11/2007. <<http://www.ktl.fi/portal/suomi/julkaisut/>>

Tainio Marko et al., 2007. Jatkuva pienhiukkasaltistus lyhentää väestön odotettavissa olevaa elinikää. <[www.ktl.fi/attachments/osastot/yτος/jatkuva\\_pienhiukkasaltustus\\_lyhentaa\\_elinikaa\\_tainio\\_2007.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/osastot/yτος/jatkuva_pienhiukkasaltustus_lyhentaa_elinikaa_tainio_2007.pdf)> Luettu 7.4.2009

Tarvainen Virpi, 2008. Otsoni ilmansaasteena. Ilmatieteen laitos. <[http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/tietosivut/otsoni\\_ilmansaasteena.php](http://www.ilmanlaatu.fi/ilmansaasteet/tietosivut/otsoni_ilmansaasteena.php)> Luettu 8.5.2010

Tekniikka ja Talous. Pienhiukkaset tappavat 350 000 ihmistä ennen aikojaan. <http://www.tekniikkatalous.fi/energia/article41894.ece> Luettu 18.1.2010

Tervahattu Heikki, 2005. Kevät toi taas katupölyn. Ilmansuojelu 1/2005. Teemanumero: Pöly.

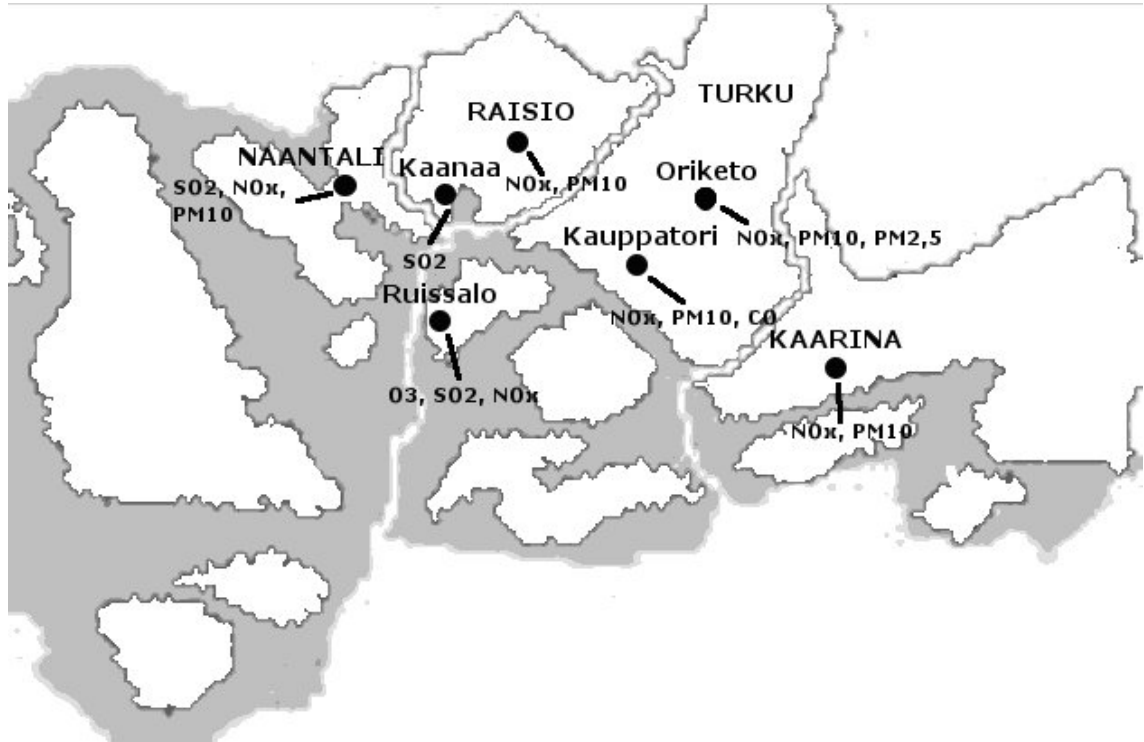
WHO, 2004. Health Aspects of Air Pollution - Results from the WHO Project "Systematic Review of Health Aspects of Air Pollution in Europe."  
<<http://www.euro.who.int/document/E83080.pdf>> Luettu 18.1.2010

WHO, 2006. Air Quality Guidelines. Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. WHO, Geneve. ISBN 92 890 2192 6.  
<<http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf>>

Ympäristön tila Suomessa 2008 -katsaus. Toim. Eija Putkuri, Matti Lindholm ja Jari Lyytimäki. Suomen ympäristökeskus.  
<<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=316060&lan=FI>> Luettu 7.4.2009

YTV, 2003. Hiukkastutkimuksia pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:16. <[http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/533619F6-6291-4377-936F-68D28EE9152A/0/hiukkastutkimuksia\\_pks.pdf](http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/533619F6-6291-4377-936F-68D28EE9152A/0/hiukkastutkimuksia_pks.pdf)> Luettu 18.1.2010

## ILMANLAADUN MITTAUSPISTEET TURUN SEUDULLA VUONNA 2009



## YMPÄRISTÖLUPAVELVOLLISTEN LAITOSTEN PÄÄSTÖT

2009	t	t	t	t
LAITOS	SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	Hiukkaset	CO <sub>2</sub> , foss.
<b>KAARINA</b>				
Rauvolan lämpökeskus			0,3	
Voivalan lämpökeskus			0,0	
Nummenniitty			0,0	
<b>NAANTALI</b>				
Fortum Power and Heat Oy, Naantalin voimalaitos	1024	3519	160	1 317 393
Neste Oil Oyj, Naantalin jalostamo	1372	339	265	395084
Karvetin lämpökeskus	0,3	1,1	0,0	417
Turun Korjaustelakka Oy	9,0	33,9		
Fingrid Oyj, Naantalin kaasuturbiinilaitos	0,1	0,3	0,0	132
<b>RAISIO</b>				
Raisio Yhtymä Oyj	5,5	2,9	0,2	1100
Kemppilän lämpökeskus	3,5	1,1	0,3	
Haunisten lämpökeskus	17,8	5,4	1,5	
<b>TURKU</b>				
STX Finland Cruise Oy	12,5	66,5	1,9	5307
Apetit Pakaste Oy	3,9	3,1	1,1	1209
Hansaprint Oy, Artukaisten tehtaat		8,9		4882
Huiskulan Puutarha Oy	40,0	19,9	2,7	11636
Late-Rakenteet Oy	0,2	2,4	2,2	173
Lepolan puutarha	10,9	5,4	5,9	2544
Fortum Power and Heat Oy, Runosmäen Lämpö	46,1	18,4	3,7	7224
Hankkija-Maatalous Oy, Turku	25,8	10,8	0,6	4127
Turku Energia, Artukaisten lämpökeskus	20,3	10,2	0,5	4098
Turku Energia, Härkämäen lämpökeskus	22,0	9,3	0,6	3741
Turku Energia, Jäkälän lämpökeskus	20,3	10,2	0,5	4098
Turku Energia, Koroisten lämpökeskus	14,0	5,9	0,5	2378
Turku Energia, Kärämäentien lämpökeskus	0,0	0,0	0,0	3
Turku Energia, Linnankadun lämpökeskus	60,0	25,3	3,3	10176
Turku Energia, Luolavuoren lämpökeskus	55,7	23,4	2,2	9443
Turku Energia, Metsämäen kaasukattila	0,0	0,0	0,0	0
Turku Energia, Myötäisten lämpökeskus	0,3	0,5	0,0	201
Turku Energia, Orikedon lämpökeskus	18,8	138,7	3,4	4690
Turku Energia, Pernon lämpökeskus	0,0	0,0	0,0	10
Turku Energia, Taalintehtaan kadun lämpökeskus	0,0	0,0	0,0	15
Turku Energia, TYKS lämpö- ja höyrykeskus	40,3	17,9	0,8	7235
Turku Energia, Ylijoentien lämpökeskus	0,1	0,2	0,0	67
Turun kaupunki, Jätteenpolttolaitos	4,2	81,3	0,1	
Turun Satama	21,4	146,0	4,5	8800
Varissuon Lämpö Oy, lämpökeskus	84,0	34,3	1,2	13809
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>2933</b>	<b>4541</b>	<b>463</b>	<b>181992</b>

Kursiivilla merkityt tiedot ovat vuoden 2008 päästötietoja

Harmaalla merkityt tiedot ovat vuoden 2007 päästötietoja