

TURUN KAUPUNKISEUDUN  
ILMANLAATU  
VUONNA 2011

TURUN SEUDUN ILMANSUOJELUN  
YHTEISTYÖRYHMÄ

# TURUN KAUPUNKISEUDUN ILMANLAATU VUONNA 2011

## TURUN SEUDUN ILMANSUOJELUN YHTEISTYÖRYHMÄ:

Satu Viranko, Turun Seudun Maakaasu ja Energiantuotanto Oy  
Maarit Arpalo, Neste Oil Oyj, Naantalin jalostamo  
Minna Niemelä, Turku Energia Oy  
Leena Rosama, Raision kaupunki  
Marjut Taipaleenmäki, Naantalin kaupunki  
Jouni Saario, Kaarinan kaupunki  
Mauri Kivilaakso, Varissuon Lämpö Oy  
Markku Alahäme, Turun Satamaliikelaitos  
Jaana Hänninen, STX Finland Oy  
Yrjö Vainiala, Naantalin Satama  
Ulla Leveelahti, Paraisten teollisuusryhmä  
Carl-Sture Österman, Paraisten kaupunki  
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. Typpioksidipäästöt ovat olleet Turun kaupunkiseudulla noin 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 300 - 500 tonnia vuodessa. Teollisuus- ja energiantuotantolaitosten päästöjen vuotuiset vaihtelut johtuvat laitosten käyttömääristä.

Ilmanlaatua seurattiin Turun kaupunkiseudulla kahdeksalla mittauspisteellä, joista kolme sijaitsi Turussa (Kauppatori, Oriketo, Ruissalo), kaksi Raisiossa (keskusta ja Kaanaa), yksi Naantalissa keskustassa, yksi Kaarinan keskustassa ja yksi lähellä Paraisien keskustaa vierasvenesataman vieressä. 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 kahtena, Turun Orikedolla ja Kaarinassa yhtenä sekä Paraisilla kolmena vuorokautena. Muilla asemilla arvoa ei ylitetty. Typpidioksidille annettu raja-arvon numeroarvo ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuodessa. Numeroarvoa ei ylitetty millään mittausasemalla. Vuonna 2011 ei ylitetty ohje-arvoja minkään mitatun epäpuhtauden osalta. Otsonin pitoisuudet Ruissalossa eivät ylittäneet tavoitearvoa vuonna 2011.

Indeksillä luonnehdittuna vuonna 2011 ilmanlaatu luokiteltiin Turun Orikedolla sekä Kaarinassa yleensä hyväksi ja Turun keskustassa, Raisiossa, Naantalissa ja Paraisilla yleensä tyydyttäväksi. Huono tai erittäin huono (indeksin arvo yli 100) ilmanlaatu oli Paraisilla kymmenenä, Kaarinassa kuutena, Turun keskustassa viitenä, Turun Orikedolla sekä Raisiossa neljänä ja Naantalissa yhtenä vuorokautena. Korkeimmat indeksiarvot aiheutuivat useimmiten kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin Kaarinassa 203, Turun Orikedolla 179, Naantalissa 151, Raisiossa 135, Paraisilla 121 ja Turun keskustassa 57 vuorokautena. Vuorokauden ilmanlaadullisesti huonoimman tunnin indeksi on valittu koko vuorokautta kuvaavaksi indeksiksi.

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. Kväveoxidutsläppen har varit ungefär 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 300 – 500 ton per år de senaste åren. Variationen i utsläppen från industrin och kraftverken beror på olika driftstider under dessa år.

Luftkvaliteten mäts på åtta ställen i Åbonejden. Tre mätstationer finns i Åbo (Salutorget, Oriketo, Runsala), två i Reso (centrum och Kaanaa), en i centrum av Nådendal, en i centrum av S:t Karins och en nära Pargas centrum bredvid gästhamn. Föroreningar som mäts är kväveoxider ( $\text{NO}_x$ ), respirabla partiklar ( $\text{PM}_{10}$ ), fina partiklar ( $\text{PM}_{2,5}$ ), svaveldioxid ( $\text{SO}_2$ ), ozon ( $\text{O}_3$ ) och kolmonoxid ( $\text{CO}$ ). Vindriktning och vindhastighet mäts med väderstationen på Johannehöjden.

Föroreningshalterna jämförs med gränsvärden, riktvärden och målvärden. I Åbonejden överskreds inget gränsvärde. Gränsvärdets nummervärde ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) för respirabla partiklar överskreds i Åbo centrum två, Oriketo och S:t Karins en samt Parainen tre dygn. Gränsvärdets nummervärde ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) för kvävedioxider överskreds inte. Riktvärdena för svaveldioxid, kvävedioxid, kolmonoxid eller för respirabla partiklar överskreds inte år 2011. På Runsala överskreds ozonmålvärdet ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) inte år 2011.

Med luftkvalitetsindex mätt har luftkvaliteten vanligen varit god i Oriketo (Åbo) och S:t Karins samt tillfredställande i Åbo centrum, Reso, Nådendal och Pargas. Dålig eller mycket dålig (indexvärde över 100) var luften i Pargas tio, i S:t Karins under sex, i Åbo centrum under fem, i Reso såväl i Oriketo under fyra dagar och i Nådendal under en dag. De höga indexvärdena orsakades i allmänhet av höga halter respirabla partiklar. Luftkvaliteten bedömdes vara god i S:t Karins under 203, i Oriketo under 179, i Nådendal under 151, i Reso under 135, i Pargas under 121 och i Åbo centrum under 57 dygn. Det sämsta en timmes indexet under dygnet har valts att representera hela dygnets luftkvalitetsindex.

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 oxide have been about 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 300 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 eight monitoring stations. Three of the stations were located in Turku (Market Square, Oriketo and Ruissalo), two located in Raisio (centre and Kaanaa), one in the centre of Naantali, one in the centre of Kaarina and one near centre of Parainen beside quest harbour. The components monitored were nitrogen oxides ( $\text{NO}_x$ ), thoracic particles ( $\text{PM}_{10}$ ), fine particles ( $\text{PM}_{2.5}$ ) sulphur dioxide ( $\text{SO}_2$ ), ozone ( $\text{O}_3$ ) 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 ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for inhalable particles ( $\text{PM}_{10}$ ) was exceeded in Turku city centre two, in Oriketo and Kaarina one as well as Parainen three days. 35 exceedance days are allowed during a calendar year before the limit value is exceeded. The numerical limit value ( $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) for nitrogen dioxide was not exceeded in any station. 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 2011. The target value for ozone set for the prevention of health effects was not exceeded either.

When ambient air quality is characterised by air quality index, the air quality in Oriketo and in Kaarina was classified normally as good and in Turku city centre, Raisio, Naantali and in Parainen normally as satisfactory. Air quality was classified as poor or very poor (index value above 100) during ten days in Parainen, in Kaarina during six days, in Turku during five days, in Oriketo and Raisio during four days and during one day in Naantali. The highest index values were caused mostly by inhalable particles ( $\text{PM}_{10}$ ). Air quality was classified as good in Kaarina during 203 days, in Oriketo (Turku) during 179 days, in Naantali during 151 days, in Raisio during 135 days, in Parainen during 121 days and in Turku centre during 57 days. The index value describing the air quality of the day is the highest hourly based index value.

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

<b>LUETTELO KUVISTA.....</b>	<b>6</b>
SANASTO .....	<b>9</b>
1 JOHDANTO.....	<b>10</b>
2 PÄÄSTÖT .....	<b>11</b>
2.1 RIKKIDIOKSIDI .....	11
2.2 TYPEN OKSIDIT .....	11
2.3 HIUKKASET .....	12
3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ .....	<b>13</b>
4 SÄÄOLOSUHTEET .....	<b>14</b>
5 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT .....	<b>16</b>
6 ILMANLAATUINDEKSI.....	<b>17</b>
6.1 INDEKSIIN LASKEMINEN .....	17
6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	18
7 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA.....	<b>20</b>
7.1 ILMANLAATU TURUSSA .....	20
7.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA.....	20
7.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	21
7.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	22
7.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET.....	26
7.1.5 TURUN HIILIMONOKSIDIPITOISUUDET .....	29
7.1.6 TURUN OTSONIPITOISUUDET .....	30
7.2 ILMANLAATU RAISIOSSA .....	31
7.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	31
7.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	32
7.2.3 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	34
7.2.4 RAISION HIUKKASPITOISUUDET .....	36
7.3 ILMANLAATU NAANTALISSA .....	37
7.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	37
7.3.2 NAANTALIN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	38
7.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET .....	39
7.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET .....	42
7.4 ILMANLAATU KAARINASSA.....	43
7.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	43
7.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET.....	44
7.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET .....	46
7.5 ILMANLAATU PARAISILLA.....	47
7.5.1 PARAISTEN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA .....	47
7.5.2 PARAISTEN HIUKKASPITOISUUDET .....	48
8 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA .....	<b>49</b>
8.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN .....	49
8.1.1 YLEISTÄ .....	49
8.1.2 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET .....	51
8.1.3 OTSONIN VAIKUTUKSET .....	53
8.1.4 RIKKIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	54
8.1.5 TYPPIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	54
8.1.6 HIILIMONOKSIDIN VAIKUTUKSET .....	54
8.2 VAIKUTUKSET LUONTOON .....	54
8.2.1 YLEISTÄ.....	54
8.2.2 RIKKIDIOKSIDIN JA TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET .....	55
8.2.3 ALAILMAKEHÄN OTSONIN VAIKUTUKSET .....	55
8.2.4 HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET.....	56
8.2.5 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET .....	56

9	YHTEENVETO.....	<b>56</b>
9.1	MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS .....	56
9.2	PÄÄSTÖT.....	57
9.3	ILMANLAATU TURUSSA .....	57
9.4	ILMANLAATU RAISIOSSA.....	57
9.5	ILMANLAATU NAANTALISSA.....	58
9.6	ILMANLAATU KAARINASSA .....	58
9.7	ILMANLAATU PARAISILLA .....	58
9.8	TERVEYSVAIKUTUKSET .....	58
9.9	LUONTOVAIKUTUKSET .....	58
9.10	VINKKEJÄ KUNTALAISILLE .....	59
	LÄHTEET.....	<b>60</b>
	LIITE 1 .....	<b>63</b>
	LIITE 2 .....	<b>64</b>



## LUETTELO KUVISTA

KUVA	AIHE	SIVU
1	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	11
2	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen typpioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	12
3	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla.	13
4	Tuulensuunnan jakautuminen Turun Juhannuskukkulalla vuonna 2011.	15
5	Ilmanlaatuindeksin päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuonna 2011.	19
6	Ilmanlaatuindeksin jakautuminen tunneittain eri luokkiin vuonna 2011.	19
7	Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	20
8	Turun Orikedon ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	21
9	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä.	21
10	Ruissalon vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2008 – 2011.	22
11	Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	22
12	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä.	23
13	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011.	23
14	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011.	24
15	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Orikedolla vuosina 2008 – 2011.	24
16	Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Turun Orikedolla vuosina 2008 – 2011.	25
17	Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	25
18	Orikedon typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulensuunnilla vuosina 2010 ja 2011.	26
19	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011.	26
20	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Orikedolla vuosina 2008 – 2011.	27
21	Orikedon pienhiukkaspitoisuuden kuukausikeskiarvot vuosina 2008 - 2011.	27
22	Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	28
23	Orikedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausiarvojen seitsemän päivän liukuvat keskiarvot vuonna 2011.	28
24	Hiilimonoksidin ohjearvoon verrattavat 8 tunnin keskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011.	29
25	Kauppatorin hiilimonoksidin pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	29
26	Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot vuosina 2008 – 2011.	30
27	Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa vuosina 2008 – 2011.	30

28	Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	31
29	Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	32
30	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä.	32
31	Kaanaan vuorokausiohjeeseen verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2008 – 2011.	33
32	Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	33
33	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä.	34
34	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 – 2011.	34
35	Typpidioksidin ohjeeseen verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 – 2011.	35
36	Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	35
37	Raision typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	36
38	Hengitettävien hiukkasten ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 – 2011.	36
39	Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	37
40	Naantalien ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	38
41	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä.	38
42	Vuorokausiohjeeseen verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa vuosina 2008 – 2011.	39
43	Naantalien rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	39
44	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä.	40
45	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 – 2011.	40
46	Typpidioksidin ohjeeseen verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 – 2011.	41
47	Naantalien typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	41
48	Naantalien typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	42
49	Hengitettävien hiukkasten ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 – 2011.	42
50	Naantalien hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	43
51	Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	44
52	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 – 2011.	44
53	Typpidioksidin ohjeeseen verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 – 2011.	45
54	Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	45
55	Kaarinan typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.	46
56	Hengitettävien hiukkasten ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 – 2011.	46

57	Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	47
58	Paraisten ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.	47
59	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Paraisilla vuonna 2011.	48
60	Paraisten hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä ja talvella vuonna 2011.	48
61	Paraisten hengitettävien hiukkasten keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2011.	49
62	Hiukkasten pääsy elimistöön.	52

## 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.
Iskemia	Paikallinen verenpuute, paikallinen verettömyys, kudoksen hapenpuute.
Ohjearvo	Ilmanlaadun mittaustuloksia verrataan ohje- ja raja-arvoihin. Kansalliset ohjearvot on määriteltty 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 syvälle 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. Vuonna 2011 yhteistyöryhmän muodostivat Turun, Raision, Naantalın, Kaarinan ja Länsi-Turunmaan (nyk. Parainen) kaupungit sekä Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos, Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo, Turku Energia Oy, Varissuon Lämpö Oy, Fortum Power and Heat Oy Lounais-Suomi, Turun Satamaliikelaitos, Turun Jätteenpolttoliikelaitos, STX Finland Oy ja Parainen teollisuusryhmä (Finnsementti Oy, Nordkalk Oy, Paroc Oy, Rudus Oy ja Saint-Gobain Weber Oy). Käytännön tarkkailutyön ja raportoinnin hoiti Turun kaupungin ympäristönsuojelutoimisto. Ilmanlaadusta raportoidaan kuukausittain lyhyellä katsauksella, kerran vuodessa laajemmalla vuosiraportilla sekä kerran viidessä vuodessa laadittavalla 5-vuotiskatsauksella.

Vuonna 2011 ilmanlaadun mittausverkosto käsitti yhteensä kahdeksan mittauspistettä (taulukko 1, liite 1) sekä sääaseman, jossa mitattiin muun muassa tuulen suuntaa ja nopeutta. Ilmanlaadun mittauksien tulokset ovat nähtävissä reaaliaikaisesti ilmanlaatuportaalissa osoitteessa: [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi).

Taulukko 1. Turun seudun ilmanlaadun mittauspisteet ja mitatut epäpuhtaudet vuonna 2011.

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				
Parainen		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.

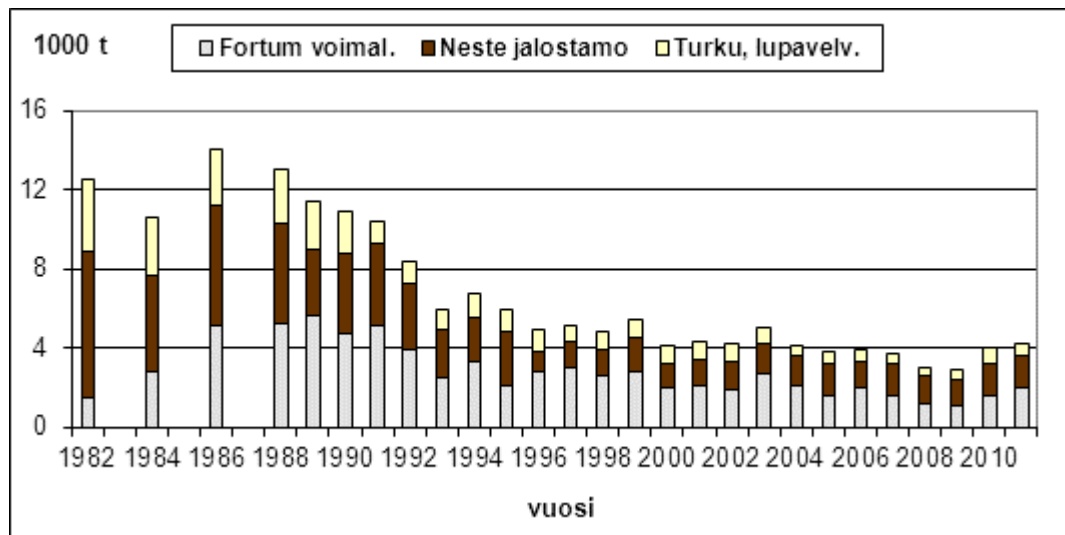
Hiilimonoksidi (häkä), rikkidioksidi, hiilivedyt, hiukkaset (noki, tuhka jne.), otsoni ja typen oksidit (NO ja NO<sub>2</sub>) ovat ilman epäpuhtauksista merkittävimmät. Ilman epäpuhtaudet aiheuttavat erilaisia terveys- ja ympäristövaikutuksia.

## 2 PÄÄSTÖT

### 2.1 RIKKIDIOKSIDI

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2011 Turussa, Raisiossa, Naantalissa, Kaarinassa ja Paraisilla yhteensä noin 4200 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuosien 2010, 2008 ja 2007 tietoihin (liite 2). Laitosten sijaintikunnan mukaan kokonaispäästö jakaantui siten, että Naantalissa sijaitsevien laitosten osuus oli noin 85 %, Turun laitosten noin 12 % ja Paraisten, Raision sekä Kaarinan laitosten yhteensä noin 3 prosenttia päästöistä. Liikenteestä aiheutuvat rikkidioksidipäästöt olivat Turun kaupunkiseudulla yhteensä noin 2,4 tonnia.

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt ovat pääsääntöisesti pienentyneet Turun seudulla vuoden 1986 jälkeen (kuva 1). Vuonna 2011 kokonaispäästöt kasvoivat noin 4 prosenttia vuodesta 2010. Vuotuiset vaihtelut laitosten päästöissä aiheutuvat käyttömäärien vaihteluista sekä käytettävästä polttoainesta. Lisäksi Paraisten laitosten mukaan ottaminen vuoden 2011 laskentaan nosti kokonaispäästöä hieman.



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

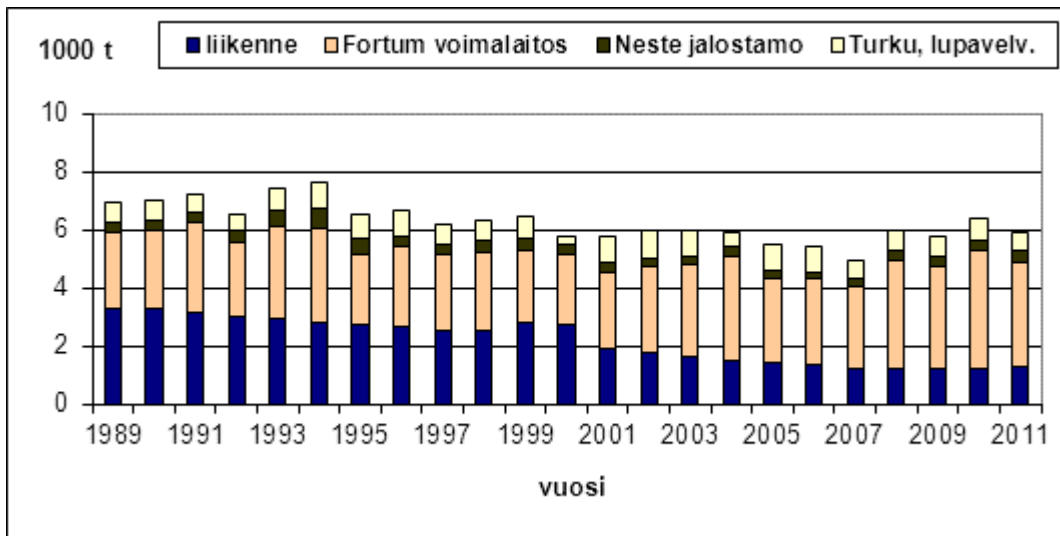
### 2.2 TYPEN OKSIDIT

Vuonna 2011 Turussa, Raisiossa, Naantalissa, Kaarinassa ja Paraisilla sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli noin 5800 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuosien 2010, 2008 ja 2007 tietoihin (liite 2). Kokonaispäästö oli vuonna 2011 noin 11 % suurempi kuin vuonna 2010. Lisäys johtuu Paraisten laitosten mukaan ottamisesta laskentaan.

Laskennallisesti vuodelle 2011 selvitetty liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 1281 tonnia (VTT: Liisa 2009). Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turussa 667 t/a, Raisiossa 176 t/a, Naantalissa 79 t/a, Kaarinassa 267 t/a ja Paraisilla 93 t/a. Matalan päästökorkeutensa vuoksi liikenteen päästöjen merkitys paikalliseen ilmanlaatuun on kuitenkin suurempi kuin lupavelvollisten laitosten.

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

mukaan. 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 kuntien liikennepäästöt ja Kaarinan päästöissä entisen Piikkiön kunnan liikennepäästöt. Vuoden 2011 liikennepäästöissä on mukana myös Paraisten liikennepäästöt.



Kuva 2. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen typpioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.

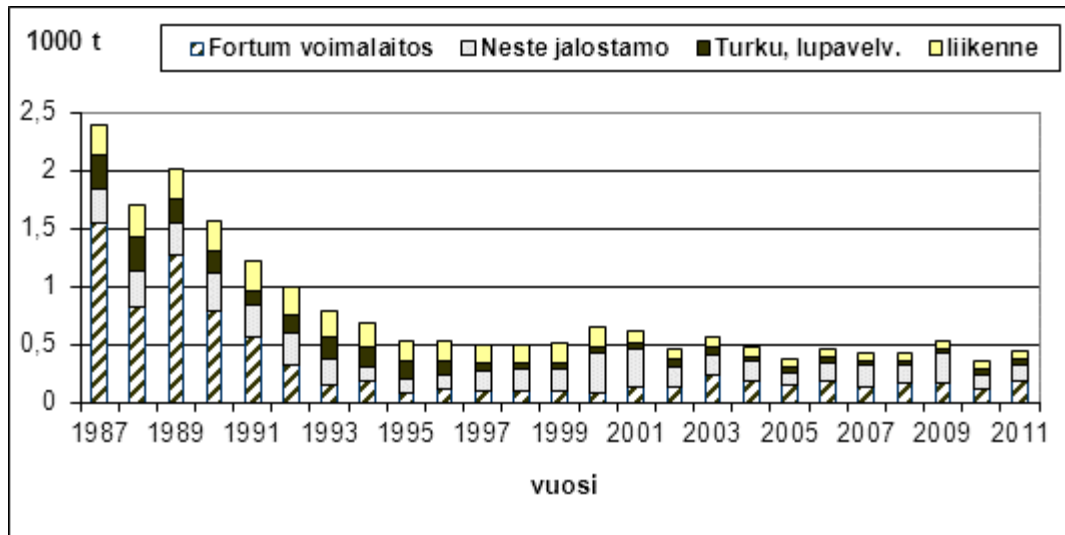
### 2.3 HIUKKASET

Ulkoilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat eniten liikenteen ja tuulen maasta nostattama pöly. Keväällä ja alkutalvella pitoisuudet kasvavat kesään verrattuna moninkertaisiksi kaduille ja jalkakäytävälle 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 2011 ympäristönsuojelulain mukaan lupavelvollisten laitosten hiukkaspäästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 440 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuosien 2010, 2008 ja 2007 tietoihin (liite 2). Energiantuotannon ja teollisuuden ilmoittamat hiukkaspäästöt sisältävät koko hiukkasaineksen eivätkä siten ole verrattavissa mitattuihin hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) eivätkä pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) pitoisuuksiin. Vuoden 2011 päästölaskennassa on mukana myös Paraissilla sijaitsevien laitosten päästöt. Energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten päästöt vaihtelevat vuosittain käyttömäärien mukaan, mutta päästöihin vaikuttaa myös käytettävä polttoaine. Lupavelvollisten laitosten hiukkaspäästöt nousivat vuonna 2011 noin 160 tonnia vuoden 2010 päästöihin verrattuna. Lisäys johtui lähinnä Paraisten laitosten mukaan ottamisesta laskentaan sekä Naantalissa voimalaitoksen ja Naantalissa jalostamon edellisvuotta suuremmista hiukkaspäästöistä.

Liikenteen pakokaasuista aiheutuvat laskennalliset hiukkaspäästöt olivat vuonna 2011 yhteensä noin 73 tonnia (VTT: Liisa 2009). Liikenteestä aiheutuvat hiukkaspäästöt olivat Turussa noin 38 t/a, Raisiossa noin 10 t/a, Naantalissa noin 5 t/a, Kaarinassa noin 15 t/a ja Paraissilla noin 5 t/a. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn ns. re-suspension määrää on vaikea arvioida.

Kuvassa 3 on esitetty hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla vuodesta 1987 alkaen. Liikenteen päästöihin on laskettu mukaan Kaarinan hiukkaspäästöt vuodesta 1999 alkaen. Vuonna 2001 liikenteen päästöjen laskentatapa on muuttunut. Vuosien 2009 ja 2010 liikenteen päästöissä on Naantalien päästöissä mukana lisäksi entisten Rymättylän, Merimaskun sekä Velkuan kuntien liikennepäästöt ja Kaarinan päästöissä entisen Piikkiön kunnan liikennepäästöt. Vuoden 2011 liikennepäästöissä on mukana myös Paraisten liikennepäästöt.



Kuva 3. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten sekä liikenteen hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla.

### 3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Mittausjärjestelmä käsitti vuonna 2011 kolme rikkidioksidin ( $\text{SO}_2$ ), kuusi typen oksidien ( $\text{NO}_x$ ), kuusi 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 muun muassa 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. Paraisten hiukkaspitoisuuksien mittauksessa pyrittiin selvittämään erityisesti teollisuuden päästöjä.

**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 keskustan alueen ulkopuolella, sillä typen oksidit ovat mukana otsonin muodostumis- ja häviämismuutoksissa.

**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 met-



riä lounaaseen Kaanaan koululle, jossa mitattiin rikkidioksidipitoisuuksia. Rasion mittausasemien sijainnit on valittu niin, että ne antavat tietoa myös Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitoksen ja Neste Oil Oyj:n Naantalin 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 Kärrykadulla 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.

**Paraisten** mittauspiste sijaitsi Paraisten keskustan lähellä vierasvenesataman vieressä. Mittausasemalla aloitettiin hengitettävien hiukkasten mittaukset vuoden 2010 lopussa. Mittauspisteen valinnassa on otettu huomioon merkittävien teollisuuslaitosten sijoittuminen.

#### **Ilmanlaatumittausten laadunvarmennus**

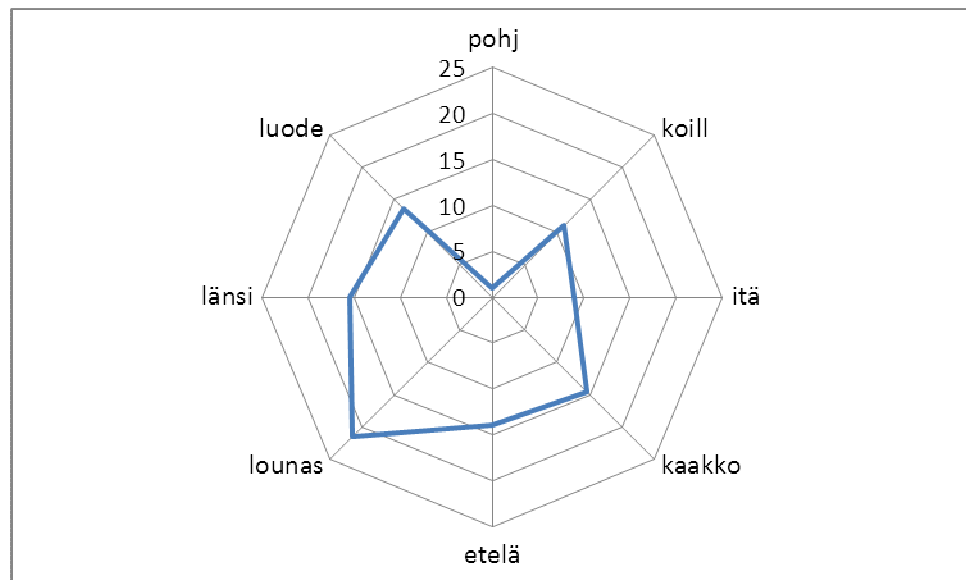
Analysaattorit huollettiin niille laadittujen huoltosuunnitelmien mukaisesti. Kaasu-analysaattorien toiminta varmistettiin kerran vuorokaudessa tapahtuvilla automaattisilla nolla- ja aluetason tarkistuksilla. Kalibroinnit tehtiin automaattitarkistusten ja huoltosuunnitelmien perusteella typenoksidianalysaattoreille 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 ja ilman suhteellisesta kosteudesta saatiin Juhannuskukkulan sääasemalta. Tiedot sadannasta saatiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten mittausasemalta.

### **TUULI**

Vuoden 2011 keskimääräiseksi tuulen nopeudeksi mitattiin Turun Juhannuskukkulalla 3,9 m/s. Tuulisinta oli joulukuussa (5,0 m/s) ja vähätuulisinta elokuussa (3,2 m/s). Tyyntä (<1 m/s) oli 1,4 % ajasta. Vuonna 2011 vallitseva tuulensuunta Juhannuskukkulalla oli lounaasta (kuva 4).



Kuva 4. Tuulensuunnan jakautuminen Turun Juhannuskukkulalla vuonna 2011.

## LÄMPÖTILA

Vuoden 2011 keskilämpötila Juhannuskukkulalla oli +7,1 °C. Ilmatieteen laitoksen Turun lentoasemalla normaalikautena 1971 - 2000 mitaama lämpötilan pitkäaikainen keskiarvo on ollut +5,2 °C. Taulukossa 2 on esitetty Juhannuskukkulalla vuonna 2011 mitatut keskilämpötilat kuukausittain.

Taulukko 2. Kuukausien keskilämpötilat Juhannuskukkulalla vuonna 2011.

Kuukausi	Keskilämpötila °C	Kuukausi	Keskilämpötila °C
Tammikuu	-4,4	Heinäkuu	19,9
Helmikuu	-9,3	Elokuu	17,0
Maaliskuu	-1,0	Syyskuu	13,3
Huhtikuu	5,4	Lokakuu	8,3
Toukokuu	9,9	Marraskuu	5,4
Kesäkuu	17,0	Joulukuu	2,9

## SADEMÄÄRÄ

Ilmatieteen laitoksen Artukaisten mittausasemalla mitattiin kokonaissademääräksi vuonna 2011 824,5 mm (Lähde: Ilmastokatsaus -lehti, Ilmatieteen laitos). Sademäärän pitkäaikaiskeskiarvo vuosilta 1971 - 2000 on 699 mm. Eniten satoi joulukuussa (147,4 mm) ja vähiten maaliskuussa (24,5 mm).

## ILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS

Juhannuskukkulalla mitattu ilman suhteellinen kosteus oli vuonna 2011 keskimäärin 77 %. 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 rikkilaskeman tavoitearvoista). Nämä ohjearvot hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. 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

Typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, rikkidioksidin tai hiilimonoksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja Turun seudulla.

Ilmanlaadun raja-arvoista on säädetty Valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta 38/2011. Asetus tuli voimaan 25.1.2011 ja sillä kumottiin vanha asetus 711/2001. Uudessa asetuksessa raja-arvot ovat samat kuin kumotussa asetuksessa ja lisäksi siinä on uutena annettu raja-arvo pienhiukkasten vuosikeskiarvolle. Asetuksessa on annettu raja-arvot rikkidioksidin, typpidioksidin, hiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin tai bentseenin pitoisuuksille ulkoilmassa (taulukko 4).

Taulukko 4. Valtioneuvoston antamat raja-arvot (38/2011).

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo µg/m <sup>3</sup> (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa	Ajankohta, jolloin viimeistään pitoisuuksien tulee olla raja-arvoa pienemmät
Rikkidioksidi (SO <sub>2</sub> )	1 tunti	350	24	1.1.2005
	24 tuntia	125	3	1.1.2005
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	1 tunti	200	18	1.1.2010
	Kalenterivuosi	40	-	1.1.2010
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> )	24 tuntia	50 <sup>1)</sup>	35	1.1.2005
	Kalenterivuosi	40 <sup>1)</sup>	-	1.1.2005
Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> )	Kalenterivuosi	25	-	1.1.2010
Hiilimonoksidi (CO)	8 tuntia <sup>2)</sup>	10 000	-	1.1.2005
Lyijy (Pb)*	Kalenterivuosi	0,5 <sup>1)</sup>	-	19.7.2001
Bentseeni (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )*	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 2011.

Raja-arvot eivät ylittyneet Turun seudulla vuonna 2011. Hengitettävillä hiukkasille annetun raja-arvon numeroarvo ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylittyi Paraisilla kolmena, Turun keskustassa kahtena ja Turun Orikedolla sekä Kaarinassa yhtenä vuorokautena. Raisiossa ja Naantalissa hengitettävillä hiukkasille annetun raja-arvon numeroarvoa ei ylitetty. Muiden mitattujen epäpuhtauksien osalta raja-arvon numeroarvot eivät ylittyneet Turun seudulla.

Valtioneuvosto antoi asetuksessa 38/2011 myös tavoitearvot alailmakehän otsonista (tavoitearvot pysyivät samana kuin asetuksessa 783/2003 oli annettu). Asetuksessa on esitetty otsonille tavoitearvot vuodelle 2010 (taulukko 5) sekä väestön tiedotus- ja varoituskynnysarvot (taulukko 6).

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksessa (38/2011) 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 6. Valtioneuvoston asetuksessa (38/2011) esitetyt otsonin tiedotus- ja varoituskynnykset.

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 2011. Tavoitearvo saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona. Vuonna 2010 arvo ylitettiin viitenä vuorokautena ja vuonna 2008 kolmena vuorokautena. Vuonna 2009 arvoa ei ylitetty lainkaan.

Otsonin AOT40-tavoitearvo vuodelle 2010 kasvillisuuden suojelemiseksi on  $18\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$  viiden vuoden keskiarvona. Vuoden 2011 Ruissalon otsonipitoisuuksista laskettu AOT40 luku oli  $6205 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ . Viiden vuoden (2007 – 2011) AOT40-arvojen keskiarvo oli  $4808 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$ . Otsonin tiedotus- ja varoituskynnyspitoisuudet eivät ylittyneet.

## 6 ILMANLAATUINDEKSI

### 6.1 INDEKSIIN LASKEMINEN

Vuoden 2011 aikana ilmanlaatua kuvaava indeksi laskettiin Turun, Naantalinnon ja Kaarinan keskustojen, Orikedon, Raision sekä Paraisten 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 rik-

kidioksidipitoisuuksista. Naantalin mittauspisteen indeksi koostui rikki- ja typpidioksidin sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Kaarinan indeksi koostui typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Paraisten indeksissä otettiin huomioon hengitettävien hiukkasten pitoisuus.

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 7 on esitetty ilmanlaatuindeksin laskennassa käytettävät epäpuhtauksien taitepisteet.

Taulukko 7. Ilmanlaatuindeksin laskennassa käytettävät epäpuhtauksien taitepisteet.

Indeksin arvo	CO mg/m <sup>3</sup> (1 h)	NO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> (1 h)	SO <sub>2</sub> µg/m <sup>3</sup> (1 h)	O <sub>3</sub> µg/m <sup>3</sup> (1 h)	PM <sub>10</sub> µg/m <sup>3</sup> (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 8. Vuorokauden tunti-indekseistä valitaan korkein arvo, joka määrittää koko vuorokauden korkeimman indeksiarvon.

Taulukko 8. Indeksien määrittely (HSY).

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

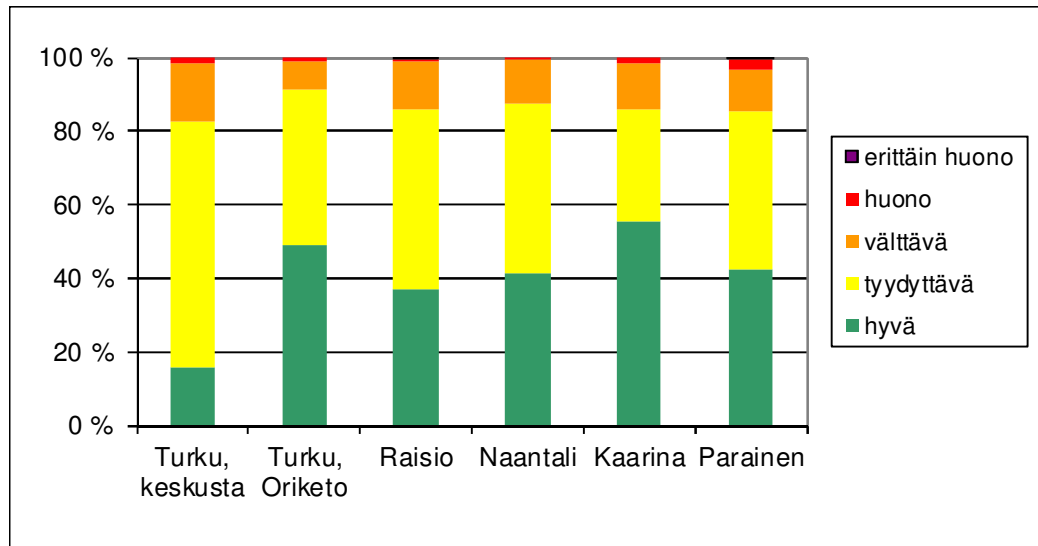
Indeksistä tiedotettiin Turun kaupunkiseudun paikallislehdille ja -radioille lähetettävällä tiedotteella arkipäivisin, mikäli ilmanlaatu heikkeni huonoksi tai erittäin huonoksi ja tilanteen uskottiin kestävän useita tunteja. Turun Sanomien sääsivulla julkaistiin päivittäin Turun keskustan indeksiä. Reaaliaikaisesti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

## 6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Vuonna 2011 ilmanlaatu luokiteltiin Turun Orikedolla ja Kaarinassa yleensä hyväksi ja Turun keskustassa, Raisiossa, Naantalissa ja Paraisilla yleensä tyydyttäväksi (taulukko 9 ja kuva 5). Orikedon hyvien ilmanlaadun päivien merkittävän nousemisen vuodesta 2010 vuoteen 2011 selittää hiukkasanalysointilaitteiden laitevika heinä- ja elokuussa 2011. Siltä ajalta Orikedon indeksi on laskettu pelkästään typpidioksidipitoisuuden perusteella. Normaalisti Orikedolla indeksin laukaiseva tekijä on kohonnut hiukkaspitoisuus.

Taulukko 9. Ilmanlaatuindeksin päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuosina 2011 ja 2010 (suluissa).

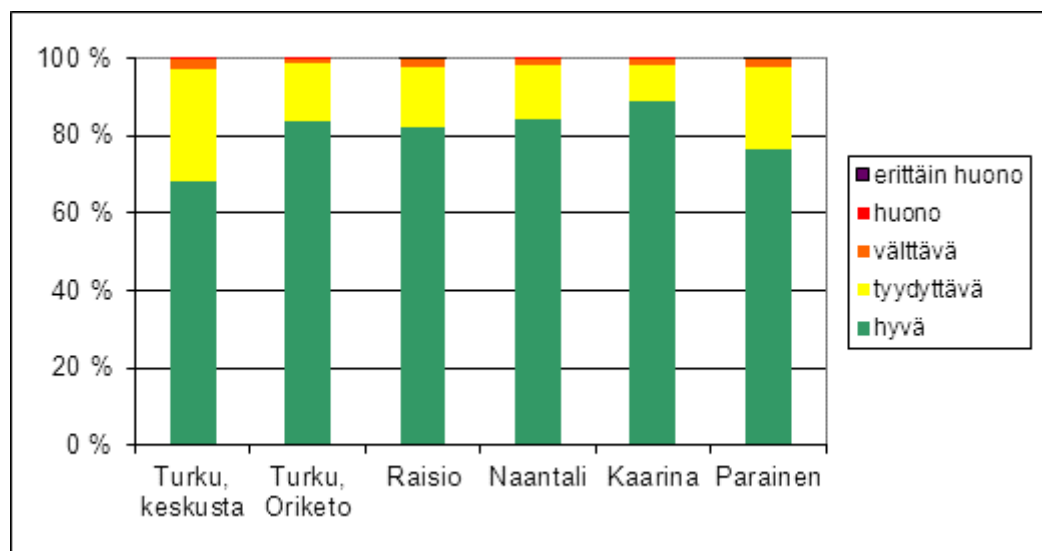
Luokka	Turku, keskusta	Turku, Oriketo	Raisio	Naantali	Kaarina	Parainen
<b>erittäin huono</b>	0 (2)	0 (0)	1 (0)	0 (0)	0 (0)	1 (-)
<b>huono</b>	5 (12)	4 (3)	3 (1)	1 (6)	6 (7)	9 (-)
<b>välttävä</b>	57 (60)	27 (30)	48 (52)	45 (46)	46 (38)	32 (-)
<b>tydyttävä</b>	242 (231)	154 (210)	178 (155)	168 (179)	110 (121)	123 (-)
<b>hyvä</b>	57 (59)	179 (117)	135 (157)	151 (134)	203 (199)	121 (-)



Kuva 5. Ilmanlaatuindeksin päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuonna 2011.

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 tunneittain eri luokkiin vuonna 2011.

## 7 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA

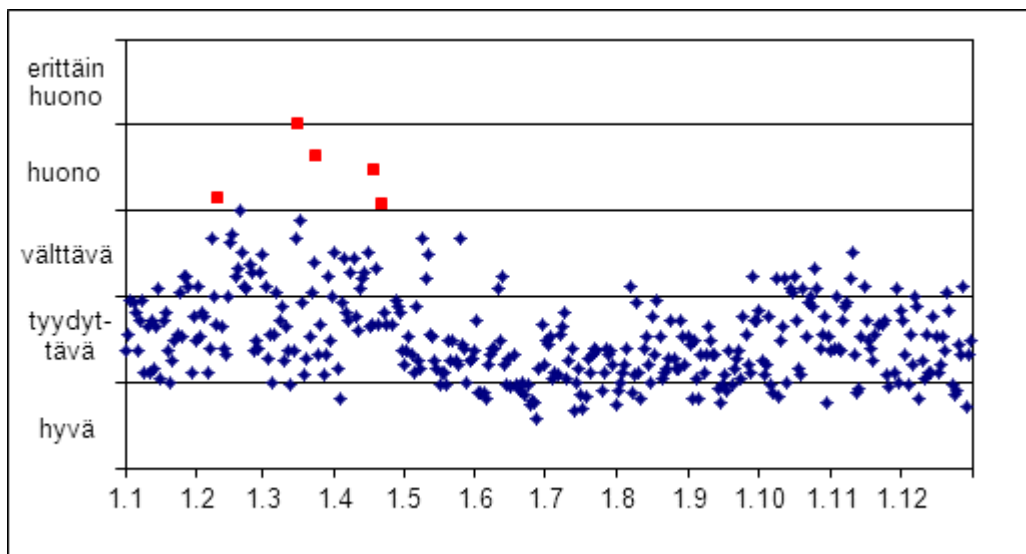
Seuraavissa kappaleissa on esitetty ilmanlaatujärjestelmän tuottamat rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, hiilimonoksidin sekä otsonin mittaustulokset ja niistä lasketut ilmanlaatuindeksit vuodelta 2011. Pitoisuudet on laskettu 20 °C lämpötilaan. Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) pitoisuudet on laskettu vallitsevaan ilmanpaineeseen ja lämpötilaan.

### 7.1 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 jätepolttolaitoksen että Turku Energian Orikedon lämpökeskuksen päästöt. Ruissalossa ilmanlaatuun vaikuttaa erityisesti otsonipitoisuus.

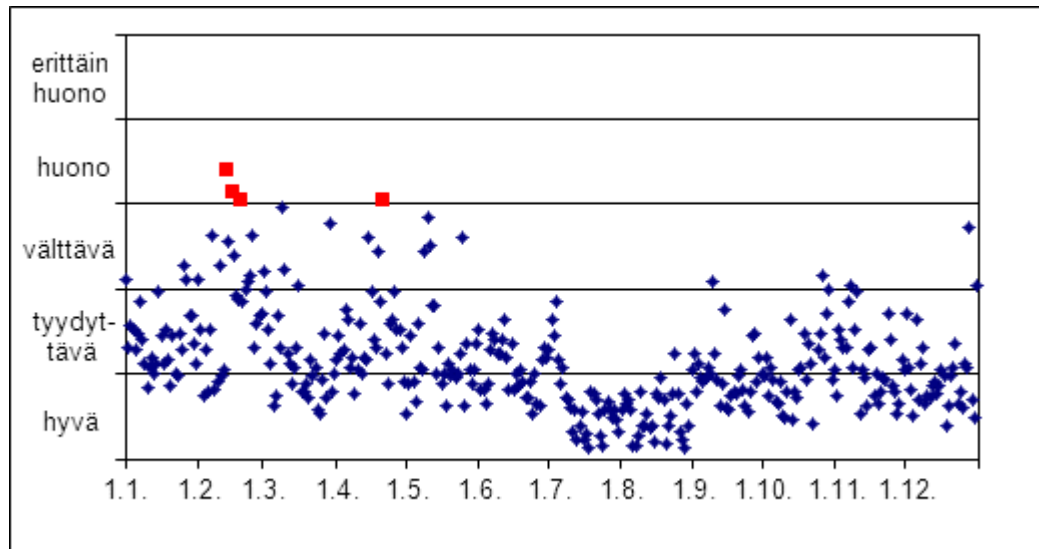
#### 7.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Turun keskustan ilmanlaatu oli indeksillä luonnehdittuna yleensä tyydyttävä (kuva 7). Ilmanlaatu luokiteltiin huonoksi viitenä vuorokautena. Ilmanlaadun heikkeneminen huonoksi aiheutui hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien kohoamisesta erityisesti kevään katupölyaikana.



Kuva 7. Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

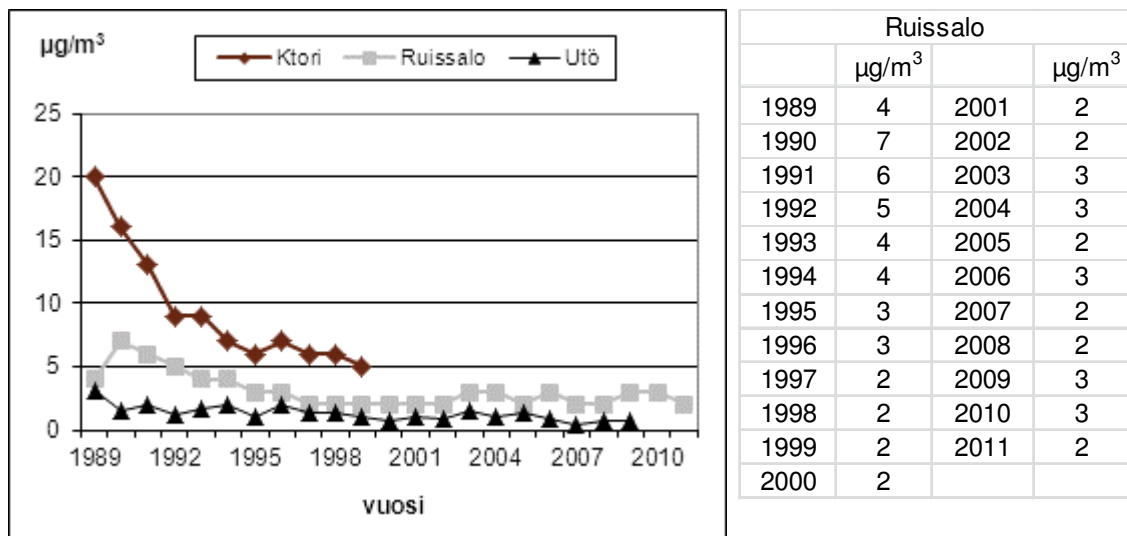
Orikedolla ilmanlaatu luokiteltiin yleensä hyväksi (kuva 8). Huonoimmillaan ilmanlaatu Orikedolla luokiteltiin huonoksi (neljänä vuorokautena) johtuen kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Orikedon ilmanlaatuindeksi on laskettu typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.



Kuva 8. Turun Orikedon ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

### 7.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla vuosina 1989 – 1999, Ruissalossa vuosina 1989 – 2011 sekä Utön tausta-aseamalla vuosina 1989 – 2009 on esitetty kuvassa 9. Vuonna 2011 vuosikeskiarvo oli Ruissalossa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Kauppatorilla rikkidioksidin mittaus lopetettiin vuonna 1999. Laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla (VNp 480/96) rikkidioksidin vuosikeskiarvon ohjearvoksi on määritelty  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

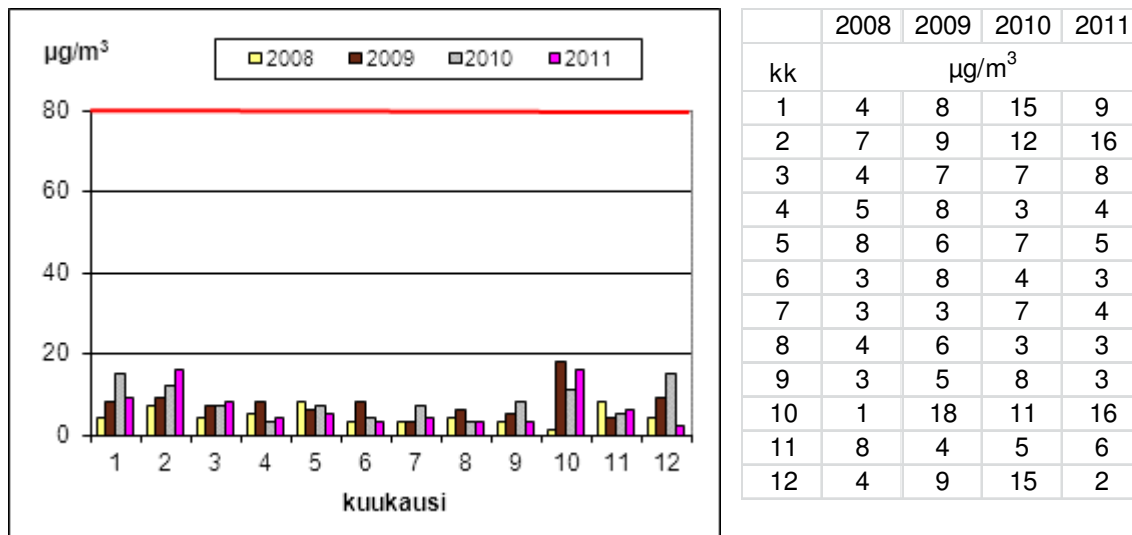


Kuva 9. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun Kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä.

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 helmi- ja lokakuussa (kuva 10), jolloin pitoisuus oli  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 20 % ohjearvosta. Alhaisimmat vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin joulukuussa, jolloin pitoisuus oli  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 25 % ohjearvosta.



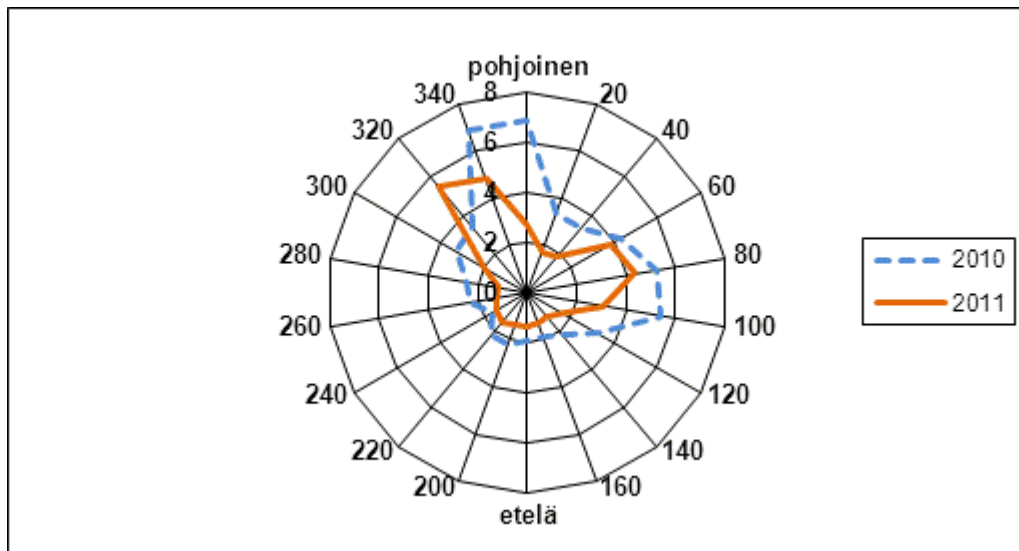


Kuva 10. Ruissalon vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2008 - 2011. Vuorokausiohjearvo on 80 µg/m<sup>3</sup>.

Korkein tuntiohjearvoon (250 µg/m<sup>3</sup>) verrattava pitoisuus, 43 µg/m<sup>3</sup> (17 % ohjearvosta), mitattiin lokakuussa. Alhaisimmat tuntiohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin joulukuussa, jolloin pitoisuus oli 4 µg/m<sup>3</sup> eli 2 % ohjearvosta.

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

Kuvassa 11 on esitetty Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Korkeimmat pitoisuudet vuonna 2011 mitattiin tuulen suunnan ollessa luoteesta tai idästä.

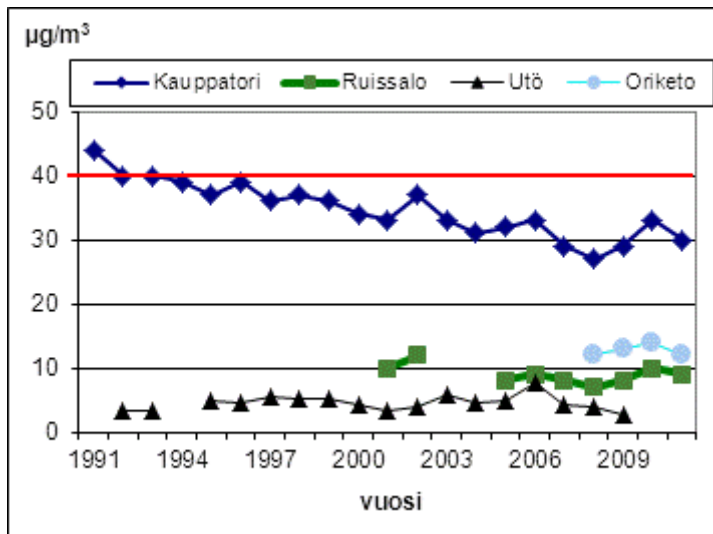


Kuva 11. Ruissalon rikkidioksidin keskipitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

### 7.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Turun keskustassa merkittävin typpidioksidin lähde on liikenne. Typpidioksidipitoisuuksien vuosikeskiarvot Kauppatorin, Ruissalon ja Utön mittausasemilla on esitetty kuvassa 12. Vuonna 2011 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Kauppatorilla 30 µg/m<sup>3</sup> ja Ruissalossa 9 µg/m<sup>3</sup>. Vuosien 2003 ja 2004 Ruissalon typpidioksidipitoisuuksia ei ole esitetty mittauksessa olleiden häiriöiden vuoksi. Orikedolla typpidioksidipitoisuuden vuo-

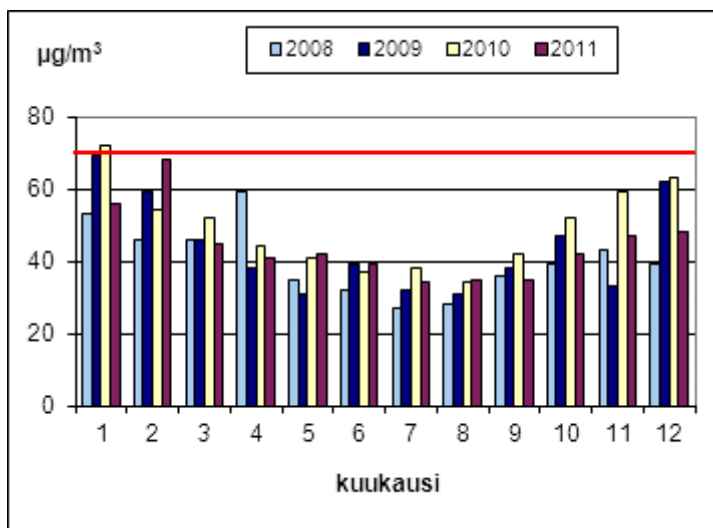
sikeskiarvoksi mitattiin  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuosikeskiarvolle ei ole annettu ohjearvoa, mutta sille on annettu raja-arvo  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



	Ktori		Ktori		Rsalo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
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	2010	33	10	
		2011	30	9	
	Oriketo		Oriketo		
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$		
2008	12	2010	14		
2009	13	2011	12		

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

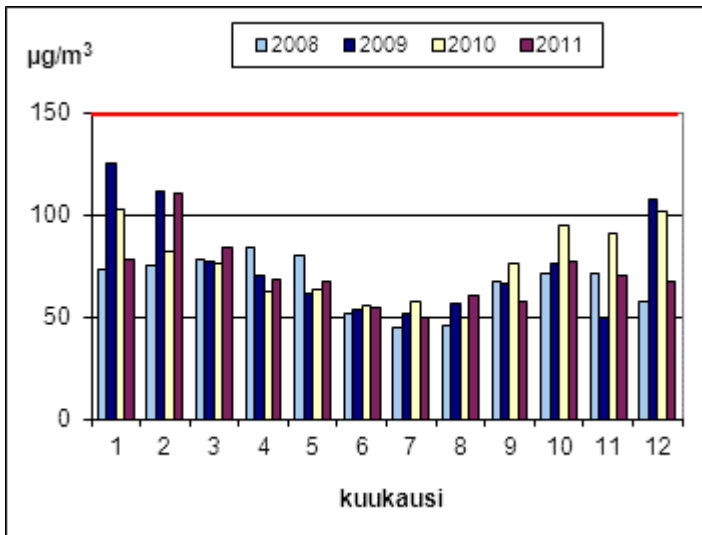
Kuvaan 13 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011. Vuorokausiohjearvo on  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuonna 2011 Kauppatorilla suurin vuorokausiarvo mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli  $68 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (97 % ohjearvosta). Alhaisimmat vuorokausiarvot mitattiin heinäkuussa pitoisuuden ollessa  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 49 % ohjearvosta.



	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	53	69	72	56
2	46	59	54	68
3	46	46	52	45
4	59	38	44	41
5	35	31	41	42
6	32	39	(37)	39
7	27	32	38	34
8	28	31	34	35
9	36	38	42	35
10	39	47	52	42
11	43	33	59	47
12	39	62	63	48

Kuva 13. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2008 – 2011. Kesäkuussa 2010 mittauksen ajallinen kattavuus oli vain 71 %.

Kuvassa 14 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot kuukausittain Kauppatorilla. Tuntiohjearvo on  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kauppatorin korkein arvo  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (73 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa. Alhaisimmat tuntiarvot mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (33 % ohjearvosta).

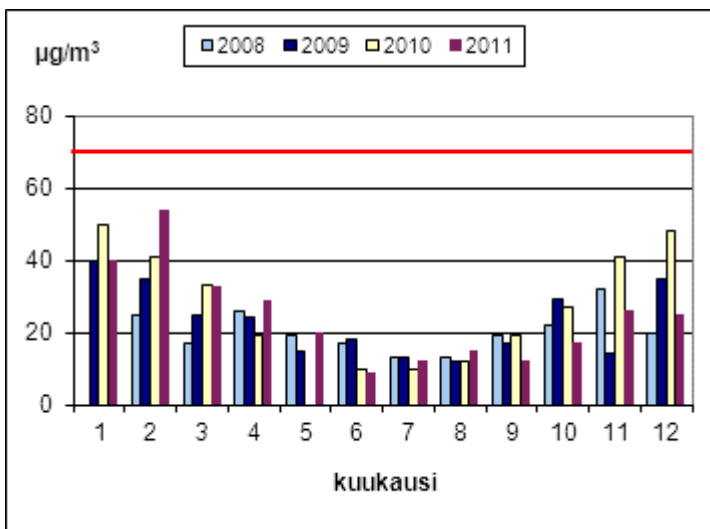


	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	73	125	102	78
2	75	111	82	110
3	78	77	76	84
4	84	70	62	68
5	80	61	63	67
6	51	53	(55)	54
7	45	51	57	50
8	46	56	50	60
9	67	66	76	57
10	71	76	95	77
11	71	50	91	70
12	57	107	101	67

Kuva 14. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Turun Kauppatorilla vuosina 2008 - 2011. Kesäkuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli 71 %.

Typpidioksidille annettua tuntiraja-arvon numeroarvo (200 µg/m<sup>3</sup>) ei ylitetty Kauppatorilla. Sallittujen ylitysten lukumäärä on 18 kalenterivuodessa ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi.

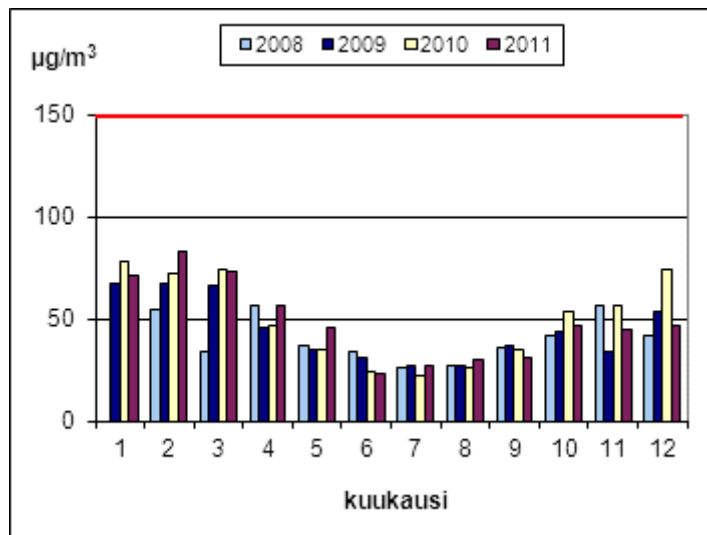
Kuvassa 15 on esitetty Orikedon ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvot kuukausittain. Kuukauden toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä 9 – 54 µg/m<sup>3</sup> ohjearvon ollessa 70 µg/m<sup>3</sup>.



	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	-	40	50	40
2	25	35	41	54
3	17	25	33	33
4	26	24	19	29
5	19	15	(14)	20
6	17	18	10	9
7	13	13	10	12
8	13	12	12	15
9	19	17	19	12
10	22	29	27	17
11	32	14	41	26
12	20	35	48	25

Kuva 15. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun Orikedolla vuosina 2008 – 2011. Toukokuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli vain 81 %.

Kuvassa 16 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot kuukausittain Orikedolla. Ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot vaihtelivat välillä 23 – 83 µg/m<sup>3</sup>. Tuntiohjearvo on 150 µg/m<sup>3</sup>.

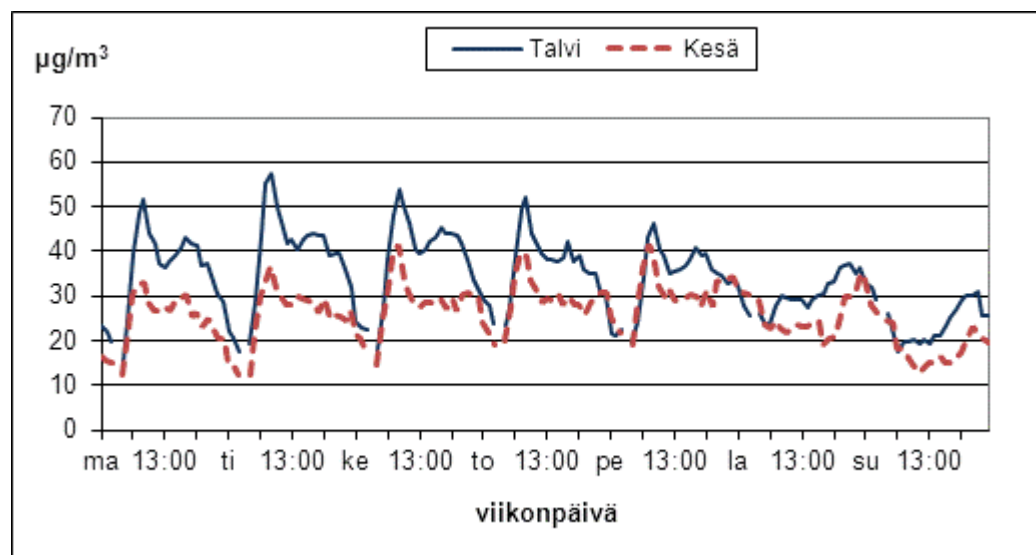


	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	-	67	78	71
2	54	67	72	83
3	34	66	74	73
4	56	46	47	56
5	37	35	(35)	46
6	34	31	24	23
7	26	27	22	27
8	27	27	26	30
9	36	37	35	31
10	42	44	53	47
11	56	34	56	45
12	42	53	74	47

Kuva 16. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Turun Orikedolla vuosina 2008 – 2011. Toukokuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli vain 81 %.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin Kauppatorilla

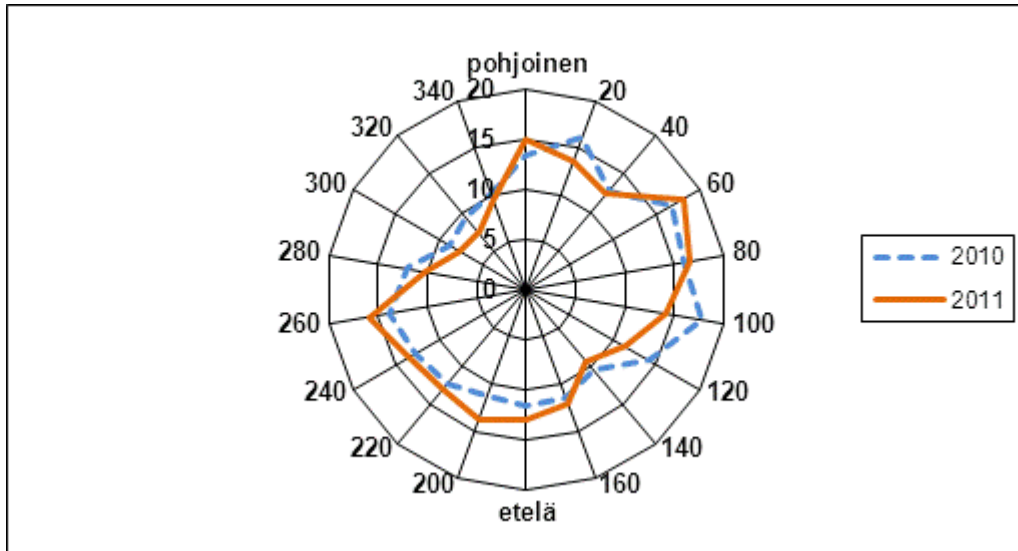
Kuvassa 17 on esitetty Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. Talvella maksimipitoisuudet ovat korkeammat kuin kesällä. Sunnuntaisin pitoisuudet ovat merkittävästi alhaisemmat kuin arkipäivisin sekä talvella että kesällä. Sunnuntain alhaisemmat pitoisuudet johtuvat pienemmistä liikennemääristä. Kauppatorin typpidioksidipitoisuudet vaihtelevat arkipäivisin liikennemäärien mukaan. Pitoisuudet ovat siten korkeimmillaan työmatkaliikenteen aikaan aamulla kello 6 - 9 ja alhaisimmillaan aamuyöllä.



Kuva 17. Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

## Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain Orikedolla

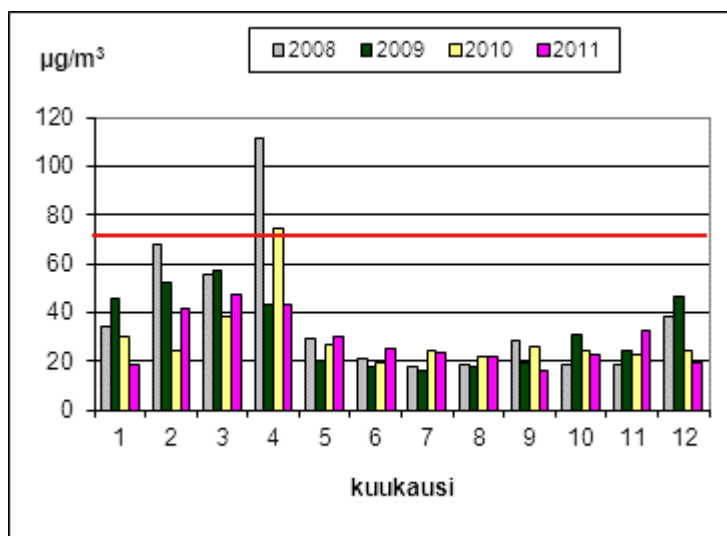
Kuvassa 18 on esitetty Orikedon typpidioksidipitoisuuksien jakautuminen eri tuulensuunnilla vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät tuulen ollessa pohjoisesta / koillisesta / idästä tai lounaasta / lännestä.



Kuva 18. Orikedon typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulensuunnilla vuosina 2010 ja 2011.

### 7.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET

Kauppatorilla hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2011 oli  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvon ohjearvoa ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylitetty Turun Kauppatorilla. Korkein vuorokausiohjearvoon verrattava pitoisuus mitattiin maaliskuussa, jolloin vuorokausiarvo oli  $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (67 % ohjearvosta) (kuva 19). Alhaisimmat vuorokausiarvot mitattiin syyskuussa, jolloin vuorokausiarvo oli  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (23 % ohjearvosta).

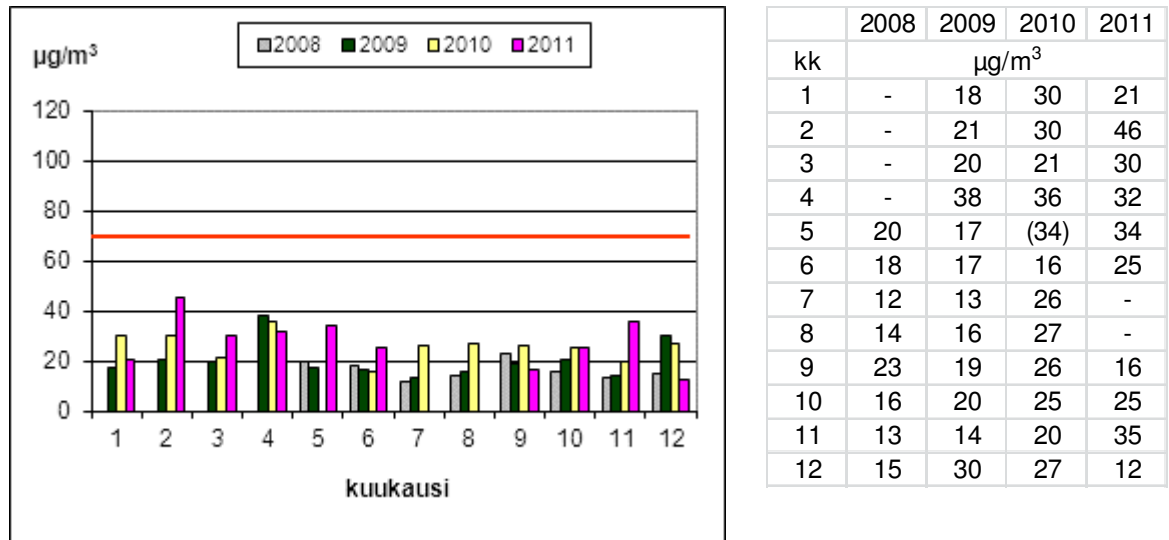


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	34	46	30	19
2	68	52	24	41
3	56	58	38	47
4	111	43	74	43
5	29	20	27	30
6	21	18	19	25
7	18	16	24	24
8	18	17	22	22
9	28	20	26	16
10	18	31	24	23
11	19	25	23	32
12	38	47	24	19

Kuva 19. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 - 2011.

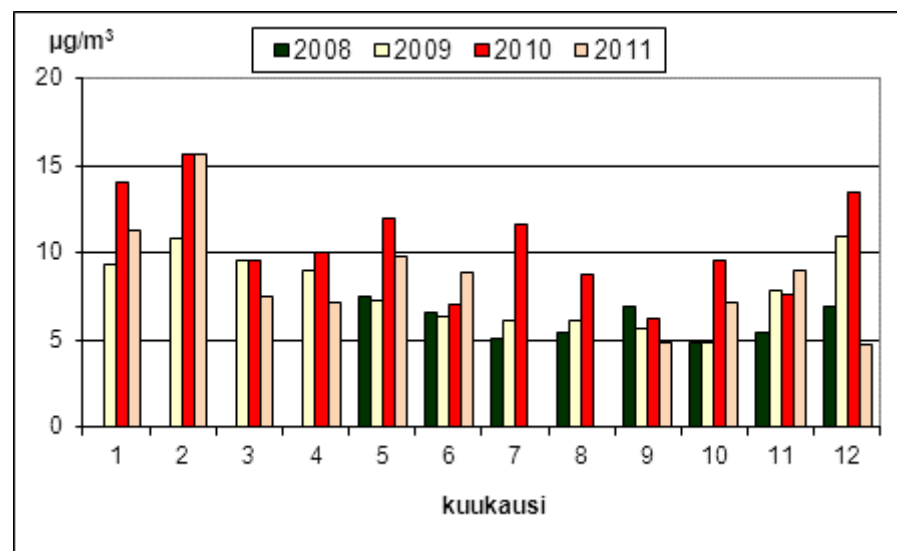
Kevään korkeat hiukkaspitoisuudet laskivat Kauppatorilla, kun hiekoitushiekka oli poistettu kadulta ja kadut oli pesty. Kauppatori kuuluu Turussa ruutukaava-alueella suoritettavan tehopuhdistuksen piiriin. Kauppatorilla hiukkaspitoisuuksiin vaikuttivat myös torialueella arkipäivisin suoritettavat pesut.

Orikedolla hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) vuosikeskiarvo vuonna 2011 oli  $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausiarvot vaihtelivat joulukuun  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n ja helmikuun  $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$ :n välillä (kuva 20).



Kuva 20. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Orikedolla vuosina 2008 – 2011. Toukokuussa 2010 mittausausten ajallinen kattavuus oli vain 82 %. Heinä- ja elokuu 2011 puuttuvat laitevian vuoksi.

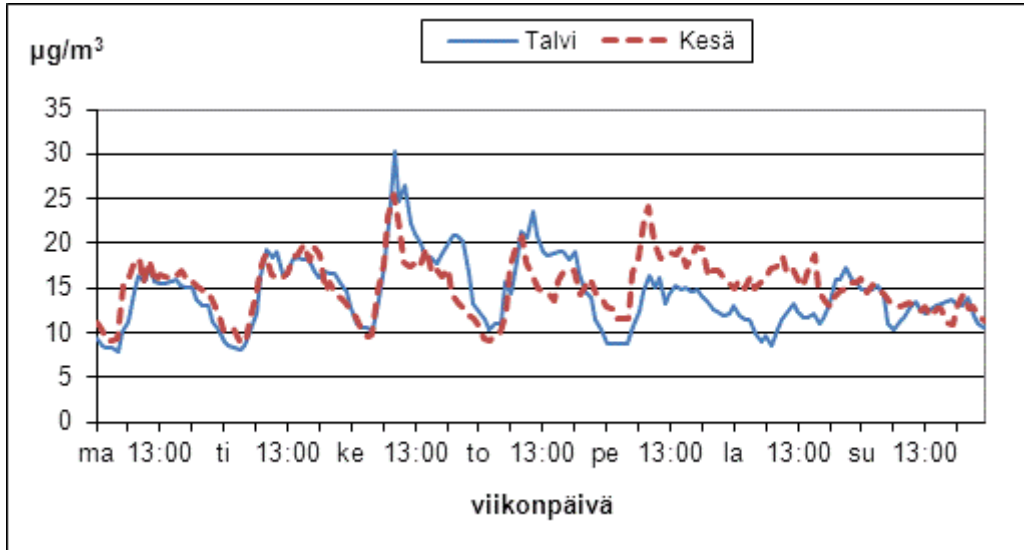
Pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) vuosikeskiarvolle annettu raja-arvo on  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Orikedon mitausasemalla pienhiukkasten vuosikeskiarvo oli  $8,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kuvassa 21 on esitetty Orikedon pienhiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot vuosina 2008 - 2011.



Kuva 21. Orikedon pienhiukkaspitoisuuden ( $PM_{2,5}$ ) kuukausikeskiarvot vuosina 2008 - 2011. Heinä- ja elokuu 2011 puuttuvat laitevian vuoksi.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin Kauppatorilla

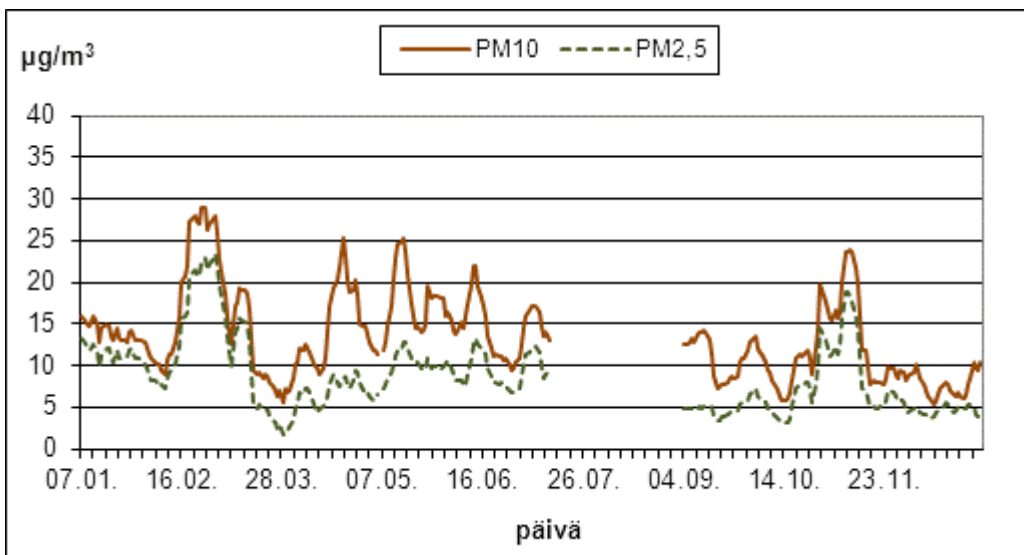
Kuvassa 22 on esitetty Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. Pitoisuudet olivat alhaisimmillaan sunnuntaisin sekä aamuöisin sekä keskellä että talvella.



Kuva 22. Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

### Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset Orikedolla

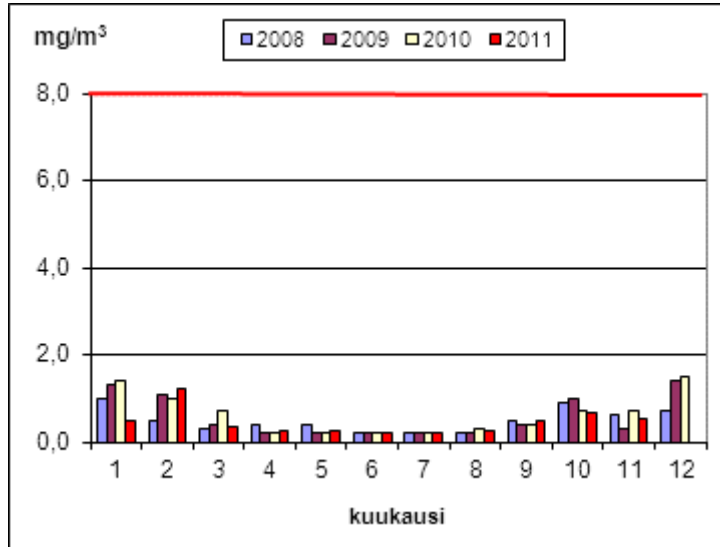
Kuvassa 23 on esitetty Orikedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausikeskiarvoista lasketut seitsemän vuorokauden keskiarvot. Laittevirian vuoksi osa heinä- ja elokuun tuloksista puuttuu.



Kuva 23. Orikedon hengitettävien ja pienhiukkasten vuorokausiarvojen seitsemän päivän liukuvat keskiarvot vuonna 2011.

### 7.1.5 TURUN HIILIMONOKSIDIPITOISUUDET

Turussa hiilimonoksidin pitoisuuksia mitattiin keskustassa Kauppatorin mittausasemalla. Hiilimonoksidin pitoisuudet pysyivät hyvin alhaisina. Kuvassa 24 on esitetty korkeimmat 8 tunnin ohjearvoon verrattavat keskiarvot vuosilta 2008 - 2011. Ohjearvoa ( $8 \text{ mg/m}^3$ ) ei ylitetty vuonna 2011. Korkein mitattu tuntiarvo oli  $1,5 \text{ mg/m}^3$  (ohjearvo  $20 \text{ mg/m}^3$ ).

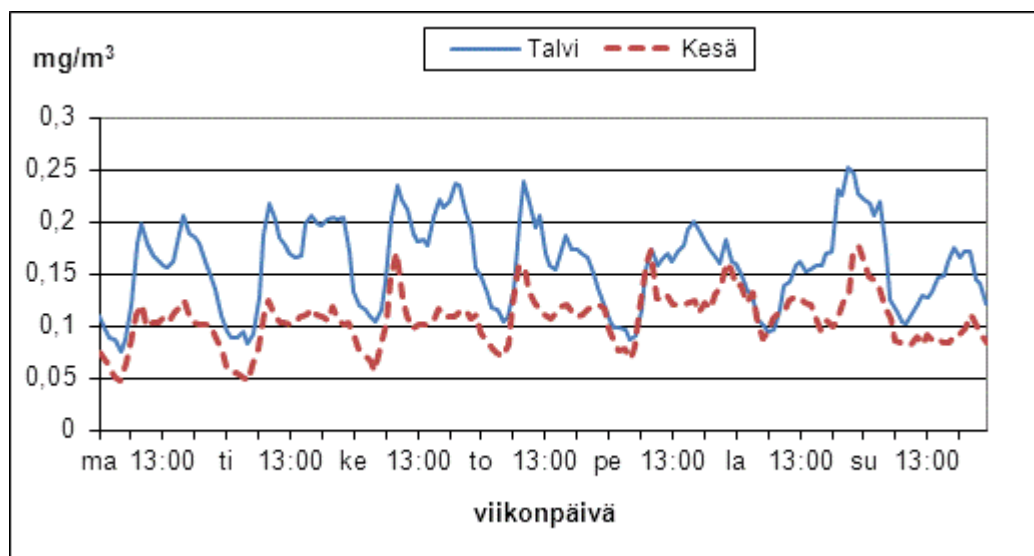


	2008	2009	2010	2011
kk	mg/m <sup>3</sup>			
1	1,0	1,3	1,4	0,5
2	0,5	1,1	1,0	1,2
3	0,3	0,4	0,7	0,3
4	0,4	0,2	0,2	0,3
5	0,4	0,2	0,2	0,2
6	0,2	0,2	0,2	0,2
7	0,2	0,2	0,2	0,2
8	0,2	0,2	0,3	0,3
9	0,5	0,4	0,4	0,5
10	0,9	1,0	0,7	0,7
11	0,6	0,3	0,7	0,5
12	0,7	1,4	1,5	-

Kuva 24. Hiilimonoksidin ohjearvoon ( $8 \text{ mg/m}^3$ ) verrattavat 8 tunnin keskiarvot Kauppatorilla vuosina 2008 - 2011. Joulukuun 2011 tulokset puuttuvat laitevian vuoksi.

#### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 25 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.) vuonna 2011. Pitoisuudet olivat korkeammat talvella kuin kesällä kaikkina viikonpäivinä. Pitoisuudet olivat sekä kesällä että talvella alhaisimmillaan aamuöisin, jolloin liikenne on hiljaisimmillaan.



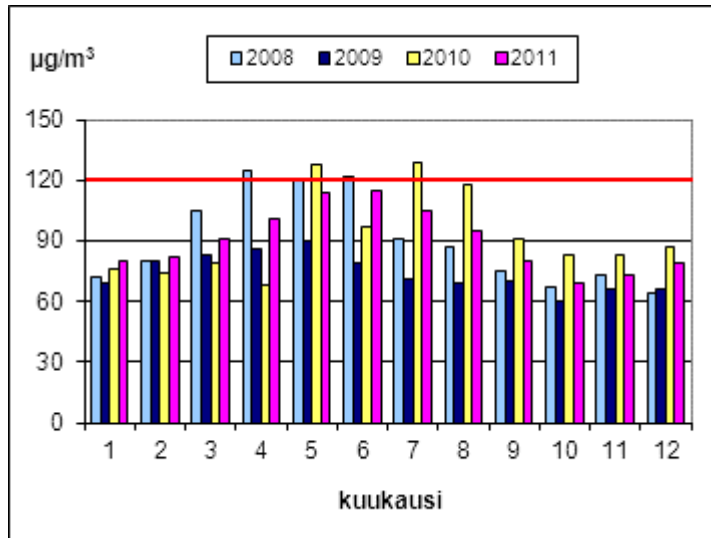
Kuva 25. Kauppatorin hiilimonoksidin pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.-30.9.) ja talvella (1.1.-31.3. ja 1.10.-31.12.) vuonna 2011.



## 7.1.6 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.

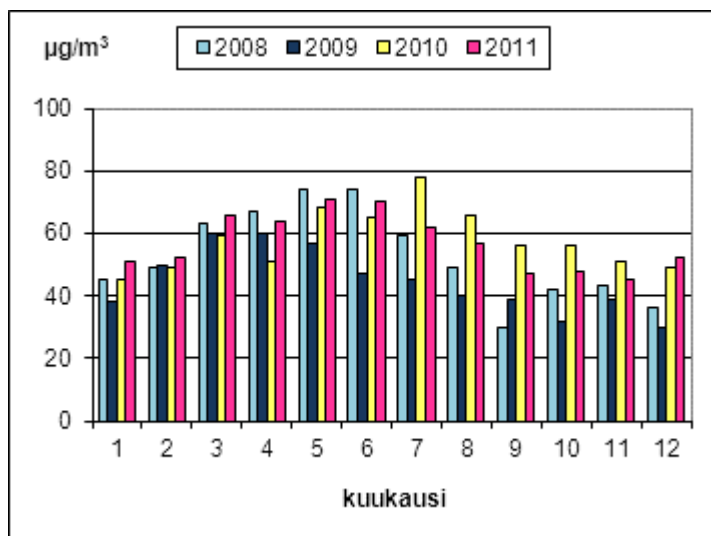
Otsonipitoisuuden mittaus aloitettiin Ruissalon Saaronniemessä tammikuussa 1999. Otsonille on annettu tavoitearvo  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli korkein päivittäinen kahdeksan tunnin keskiarvo, joka saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona. Otsonin tavoitearvo ei ylittynyt vuonna 2011 (kuva 26). Vuonna 2010 arvo ylitettiin viitenä ja vuonna 2008 kolmena vuorokautena. Vuonna 2009 arvoa ei ylitetty lainkaan.



	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	72	69	76	80
2	80	80	74	82
3	105	83	79	91
4	125	86	(68)	101
5	120	90	128	114
6	122	79	97	115
7	91	71	129	105
8	87	69	117	95
9	75	70	91	80
10	67	60	83	69
11	73	66	83	73
12	64	66	87	79

Kuva 26. Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot Ruissalossa vuosina 2008 – 2011. Huhtikuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli vain 35 %.

Kuvassa 27 on esitetty otsonin kuukausikeskiarvot Ruissalossa vuosina 2008 – 2011. Vuonna 2011 korkein otsonin kuukausikeskiarvo ( $71 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) Ruissalossa mitattiin toukokuussa. Kuukausikeskiarvolle ei ole asetettu raja-arvoa.

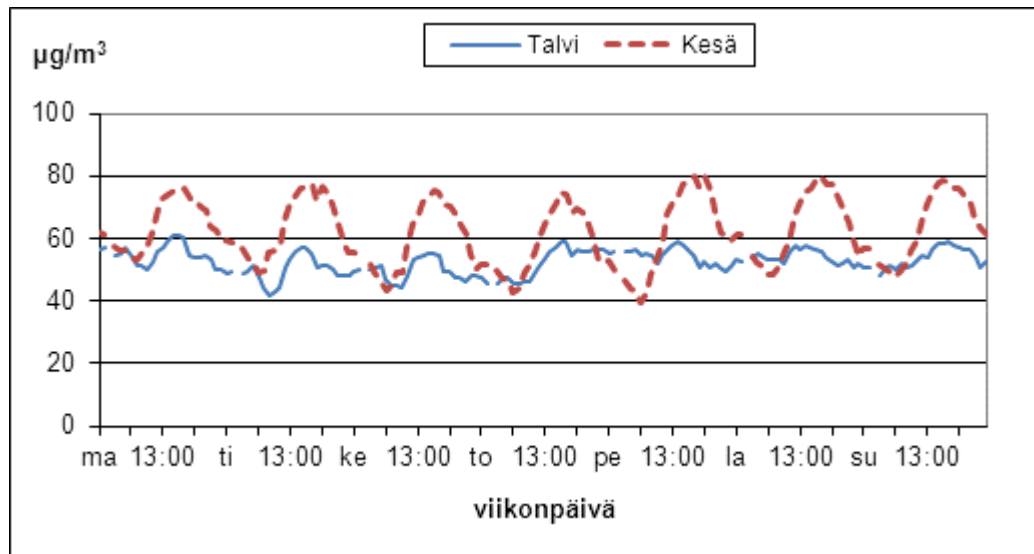


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	45	38	45	51
2	49	50	49	52
3	63	60	59	66
4	67	60	51	64
5	74	57	68	71
6	74	47	65	70
7	59	45	78	62
8	49	40	66	57
9	30	39	56	47
10	42	32	56	48
11	43	39	51	45
12	36	30	49	52

Kuva 27. Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa vuosina 2008 - 2011.

## Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 28 on esitetty Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. Otsonin pitoisuuksissa on kesällä havaittavissa selvä vuorokausittainen rytmi, jolloin korkeimmat pitoisuudet mitataan iltpäivisin viikon jokaisena päivänä ja alhaisimmat aamuyöllä.



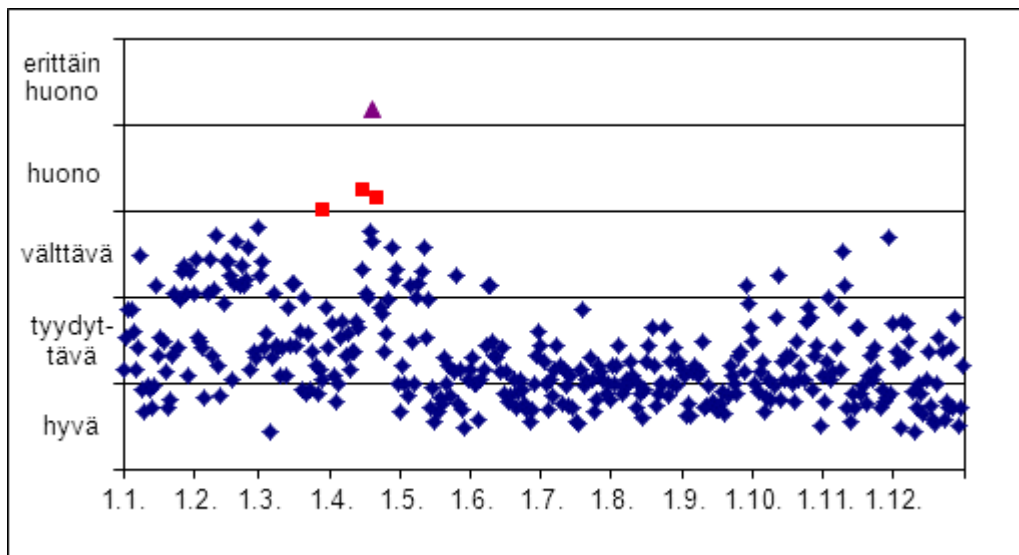
Kuva 28. Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

## 7.2 ILMANLAATU RAISIOSSA

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

### 7.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

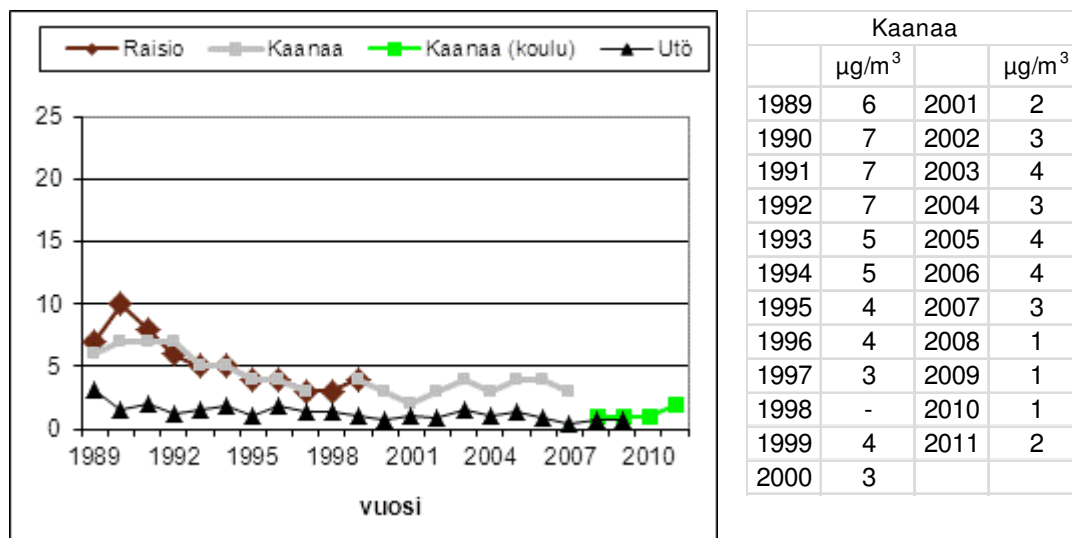
Raision ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 29). Korkeimmat indeksin arvot mitattiin kevätpölyaikana johtuen kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuudesta. Ilmanlaatu luokiteltiin erittäin huonoksi yhtenä ja huonoksi kolmena vuorokautena.



Kuva 29. Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

### 7.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Raision mittausasemilla sekä Utön taustasemalla on esitetty kuvassa 30. Vuonna 2011 vuosikeskiarvo oli Kaanaalla  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kaanaan mittausasema siirrettiin vuoden 2008 alussa noin 300 metriä lounaan suuntaan Kaanaan koululle.

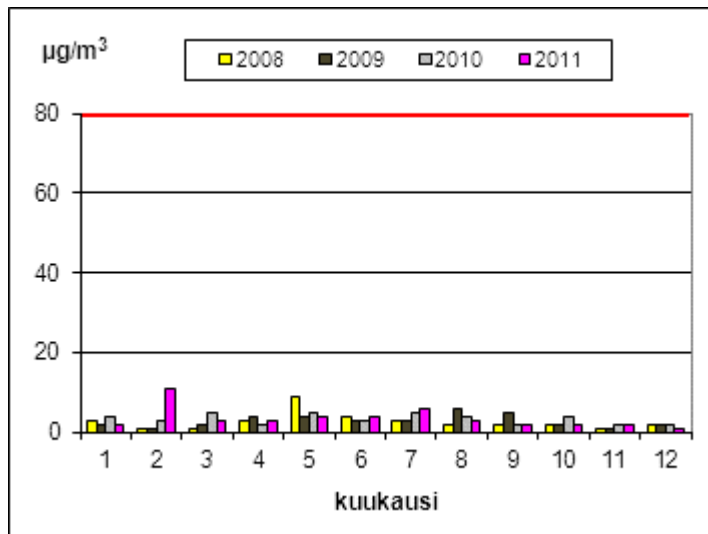


Kuva 30. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä.

Merkittävimmät Raision ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ovat Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos sekä Turun länsi- ja pohjoisosissa sijaitsevat laitokset. Raision rikkidioksidipitoisuuksien aleneminen 1990-luvulla onkin seurausta näiden laitosten päästöjen pienenemisestä. Vuoden 2000 alussa rikkidioksidin mittaus Raision keskustan mittauspisteellä lopetettiin.

Kaanaalla rikkidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä  $1 - 11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ohjearvon ollessa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (kuva 31). Korkein vuorokausiarvo  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa. Korkein ohjearvoon ( $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )

verrattava tuntiarvo mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (13 % ohjearvosta).

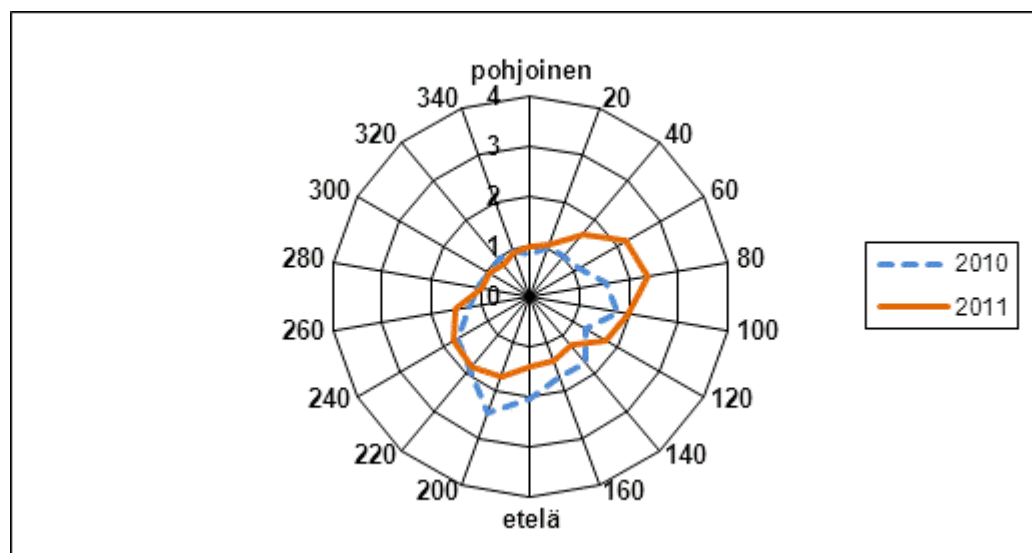


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	(3)	2	4	2
2	1	1	3	11
3	1	2	5	3
4	3	4	2	3
5	9	4	5	4
6	4	3	3	4
7	3	3	5	6
8	2	6	4	3
9	2	5	2	2
10	2	2	4	2
11	1	1	2	2
12	2	2	2	1

Kuva 31. Kaanaan vuorokausi-ohjearvoon ( $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2008 - 2011. Tammikuussa 2008 tulosten ajallinen kattavuus oli vain 65 %.

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

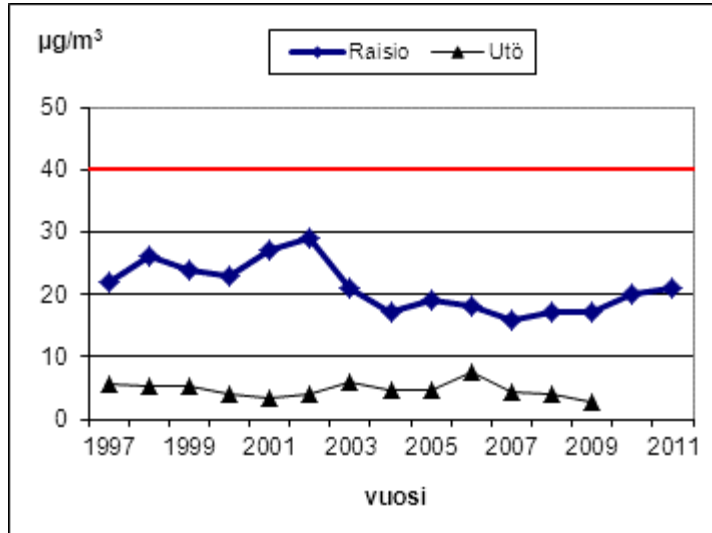
Kuvassa 32 on esitetty Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuuden jakautuminen eri tuulen suunnilla. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Korkeimmat rikkidioksidipitoisuudet on mitattu tuulen suunnan ollessa koillisesta / idästä tai lounaasta.



Kuva 32. Kaanaan rikkidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

### 7.2.3 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

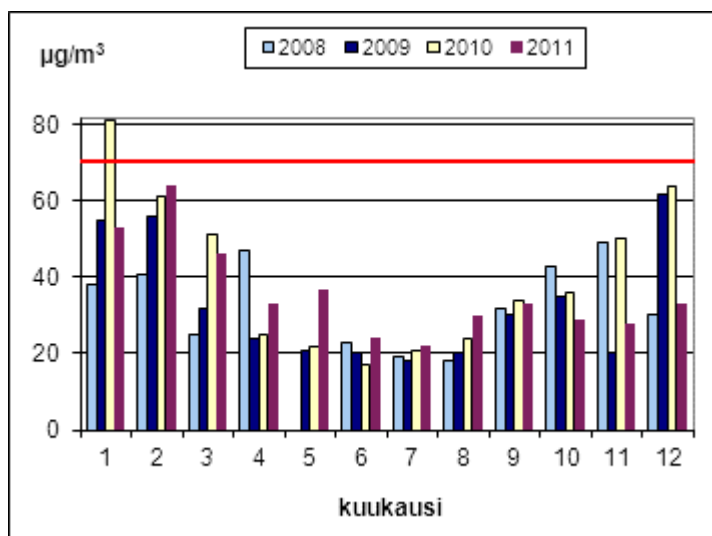
Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa vuosina 1997 – 2011 ja Utössä vuosina 1997 - 2009 on esitetty kuvassa 33. Vuonna 2011 typidioksidin vuosikeskiarvo Raision keskustassa oli  $21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuosiraja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuoden 2002 elokuussa Raision keskustan mittauspiste siirrettiin Nallinkadulta noin 600 metriä lounaaseen Nesteentien varteen.



Raisio			
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1997	22	2005	19
1998	26	2006	18
1999	24	2007	16
2000	23	2008	17
2001	27	2009	17
2002	29	2010	20
2003	21	2011	21
2004	17		

Kuva 33. Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä. Raision mittauspisteen paikkaa on siirretty elokuussa 2002.

Kuvaan 34 on koottu kuukausittaiset typidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raision mittauspisteellä vuonna 2011. Helmikuussa mitattiin korkein typidioksidipitoisuus vuorokausiarvon ollessa  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (91 % ohjearvosta). Alhaisimmat typidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot mitattiin heinäkuussa, jolloin pitoisuus oli  $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (31 % ohjearvosta).

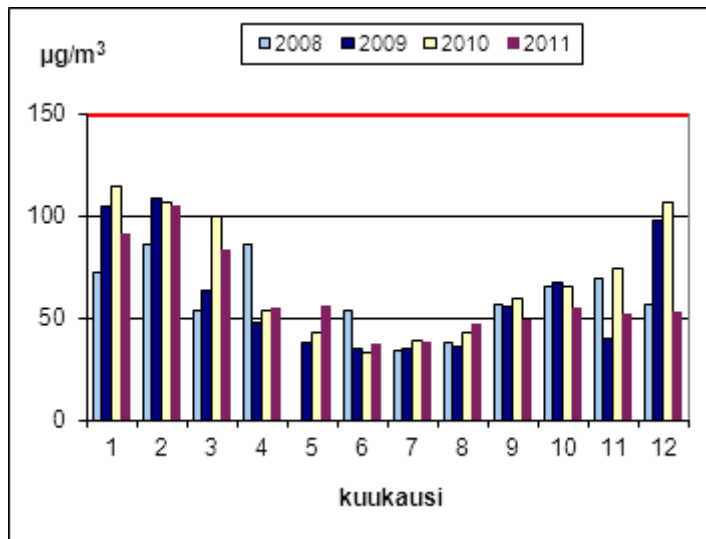


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	38	55	81	53
2	41	56	61	64
3	25	32	51	46
4	(47)	24	25	33
5	-	21	22	37
6	(23)	20	17	24
7	19	18	21	22
8	18	20	24	30
9	32	30	34	33
10	43	35	36	29
11	49	20	50	28
12	30	62	64	33

Kuva 34. Typidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 – 2011. Huhti- ja kesäkuun 2008 mittausten ajalliset kattavuudet olivat vain 65 ja 60 %. Toukokuulta 2008 ei ole mittaus tuloksia.

Kuvassa 35 on esitetty ohjearvoon verrattavat typidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot Raisiossa kuukausittain. Vuonna 2011 typidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjear-

voa ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Raisiossa korkein tuntiarvo  $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (70 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa ja alhaisimmat arvot  $37 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (25 % ohjearvosta) kesäkuussa.

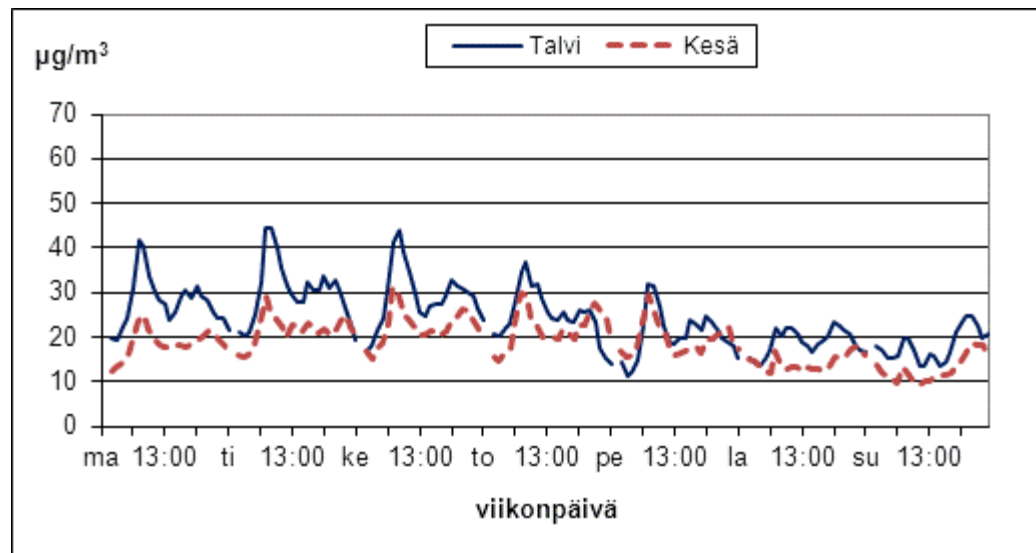


	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	72	104	114	91
2	86	108	106	105
3	53	63	100	83
4	(86)	48	53	55
5	-	38	43	56
6	(53)	35	33	37
7	34	35	39	38
8	38	36	43	47
9	56	55	59	49
10	65	67	65	55
11	69	40	74	52
12	56	98	106	53

Kuva 35. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 - 2011. Mittaustuloksia ei ole esitetty toukokuulta 2008 laiteviasta johtuen. Huhti- ja kesäkuun 2008 mittausten ajalliset kattavuudet olivat vain 65 ja 60 %. Toukokuulta 2008 ei ole mittaustuloksia.

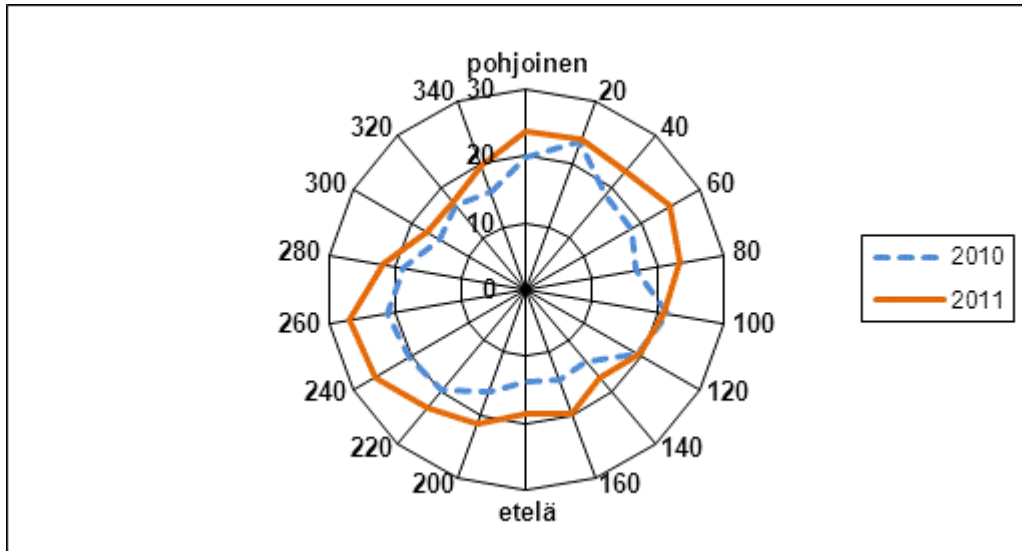
### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

Kuvassa 36 on esitetty Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. 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 36. Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

Kuvassa 37 on esitetty Raision typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tuulen suunnan ollessa pohjoisesta / koillisesta tai lounaasta / lännestä.

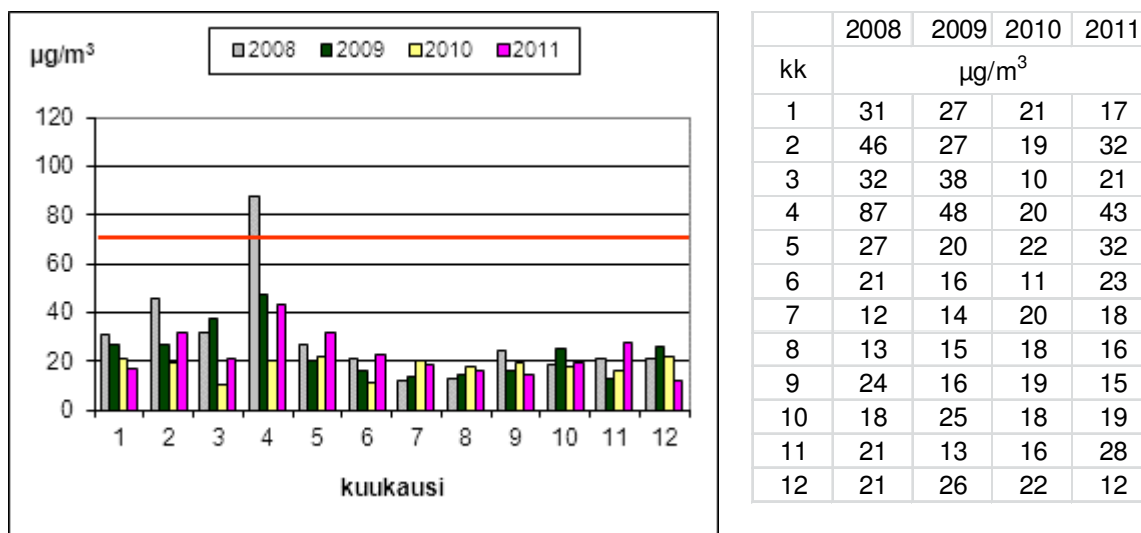


Kuva 37. Raision typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

#### 7.2.4 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.

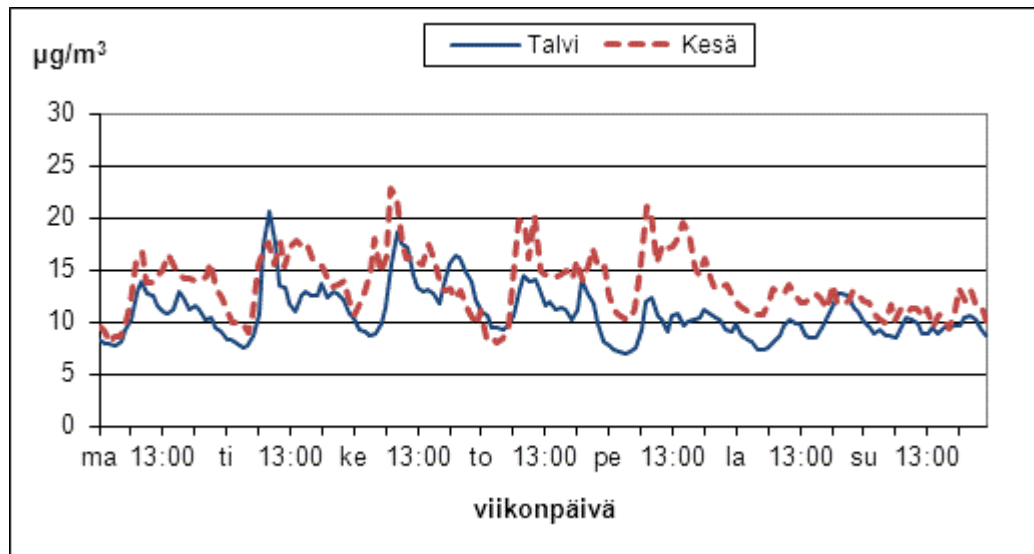
Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli vuonna 2011 Raisiossa  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettäville hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ei ylittynyt Raisiossa vuonna 2011. Korkein pitoisuus mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (61 % ohjearvosta). Alhaisin vuorokausiarvo,  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (17 % ohjearvosta), mitattiin Raisiossa joulukuussa. Kuvassa 38 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava vuorokausikeskiarvo Raision keskustassa kuukausittain vuosina 2008 - 2011.



Kuva 38. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2008 - 2011.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 39 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.) vuonna 2011. Tarkasteltaessa pitoisuuksia viikonpäivien ja kellonaikojen mukaan havaitaan, että pitoisuudet olivat alhaisimmillaan viikonloppuisina ja aamuöisin.



Kuva 39. Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

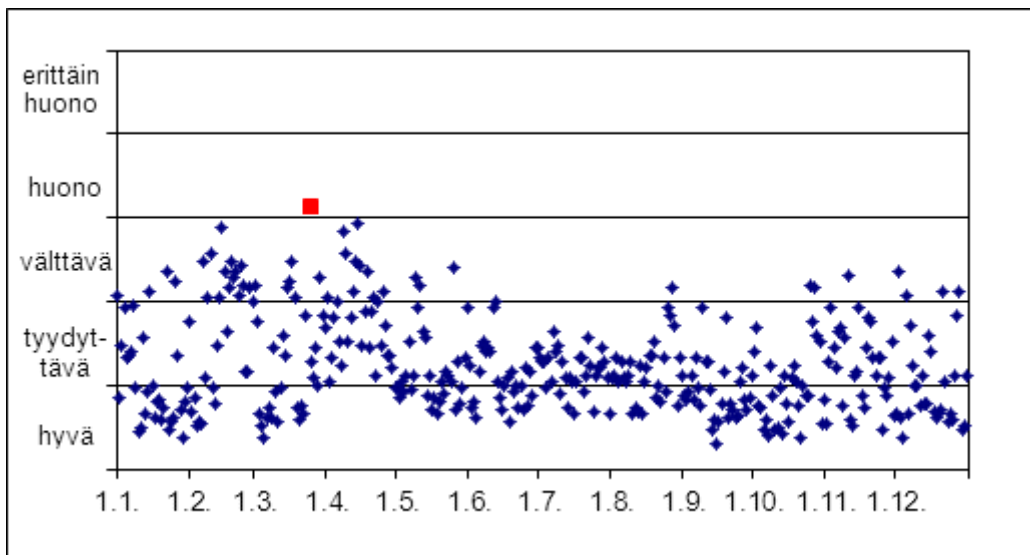
## 7.3 ILMANLAATU NAANTALISSA

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

### 7.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Naantalın ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 40). Ilmanlaatu luokiteltiin Naantalın keskustassa heikoimmillaan huonoksi. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhtenä vuorokautena johtuen kohonneesta hengitettävien hiukkasten pitoisuudesta kevätpölyaikana.



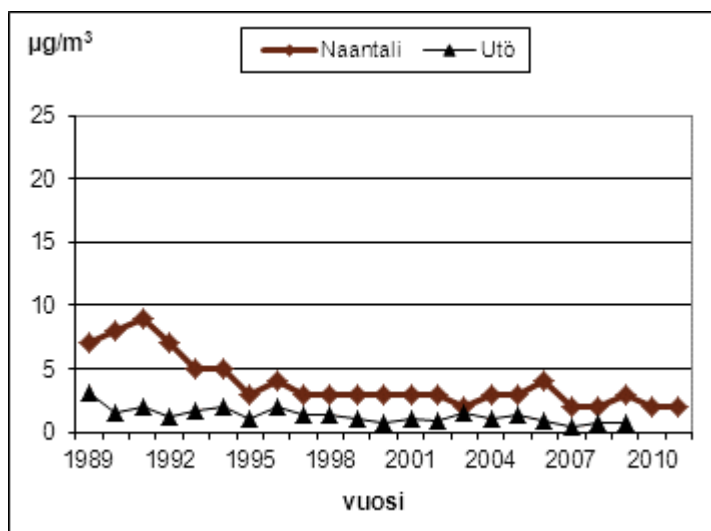


Kuva 40. Naantalin keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

### 7.3.2 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 2011 noin 84 %. Naantalissa rikkidioksidipitoisuuksien alenemiseen on vaikuttanut lähinnä jalostamon ja voimalaitoksen päästöjen pienentyminen. Molemmilla laitoksilla on käytössä rikinpoistojärjestelmä.

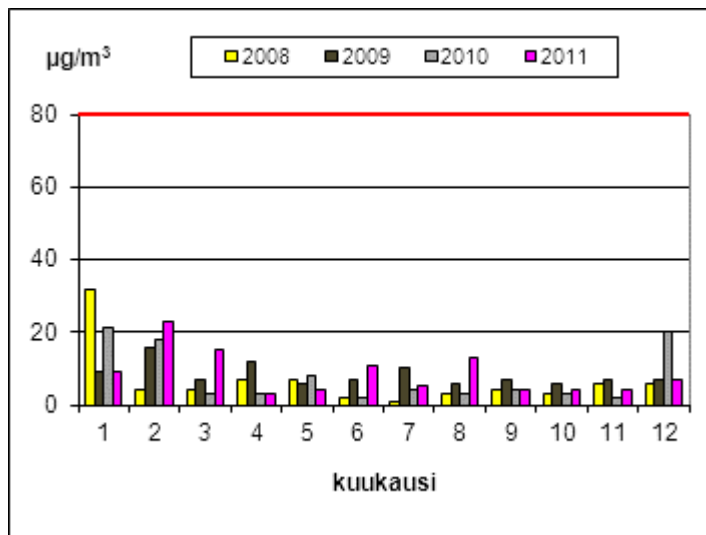
Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa vuosina 1989 - 2011 sekä Utön tausta-aseamalla vuosina 1989 - 2009 on esitetty kuvassa 41. Vuonna 2011 vuosikeskiarvo oli Naantalissa  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .



Naantali			
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$		$\mu\text{g}/\text{m}^3$
1989	7	2001	3
1990	8	2002	3
1991	9	2003	2
1992	7	2004	3
1993	5	2005	3
1994	5	2006	4
1995	3	2007	2
1996	4	2008	2
1997	3	2009	3
1998	3	2010	2
1999	3	2011	2
2000	3		

Kuva 41. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä.

Naantalissa kuukausien toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä  $3 - 23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vuorokausiohjearvon ollessa  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (kuva 42). Vuoden suurin ohjearvoon verrattava vuorokausiarvo ( $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 29 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa.



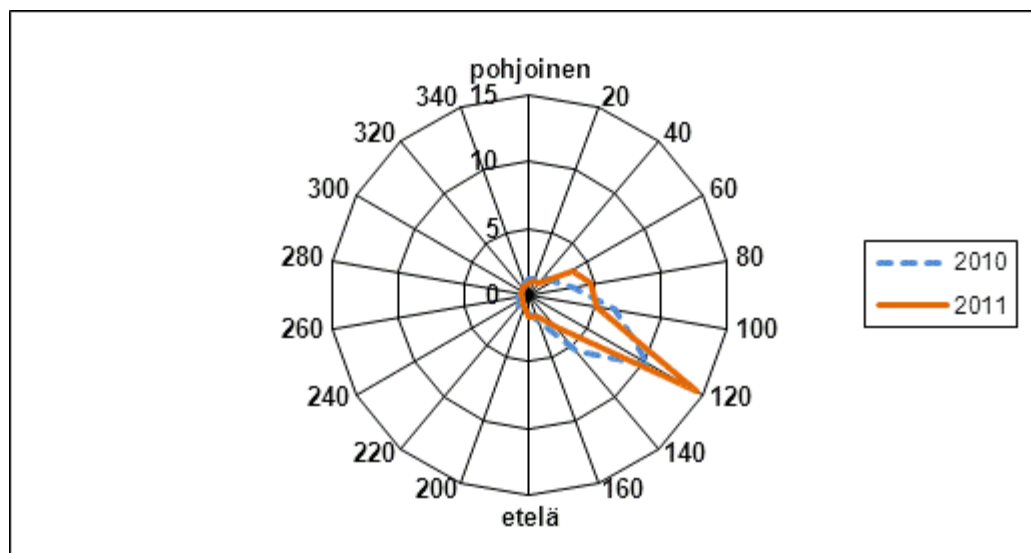
	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	32	9	21	9
2	4	16	18	23
3	4	7	3	15
4	7	12	3	3
5	7	6	8	4
6	2	7	2	11
7	1	10	4	5
8	3	6	3	13
9	4	7	4	4
10	3	6	3	4
11	6	7	2	4
12	6	7	20	7

Kuva 42. Vuorokausiohjearvoon (80 µg/m<sup>3</sup>) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa vuosina 2008 - 2011.

Korkein ohjearvoon (250 µg/m<sup>3</sup>) verrattava tuntiarvo mitattiin elokuussa, jolloin pitoisuus oli 57 µg/m<sup>3</sup> (23 % ohjearvosta).

### Pitoisuusjakauma tuulensuunnittain

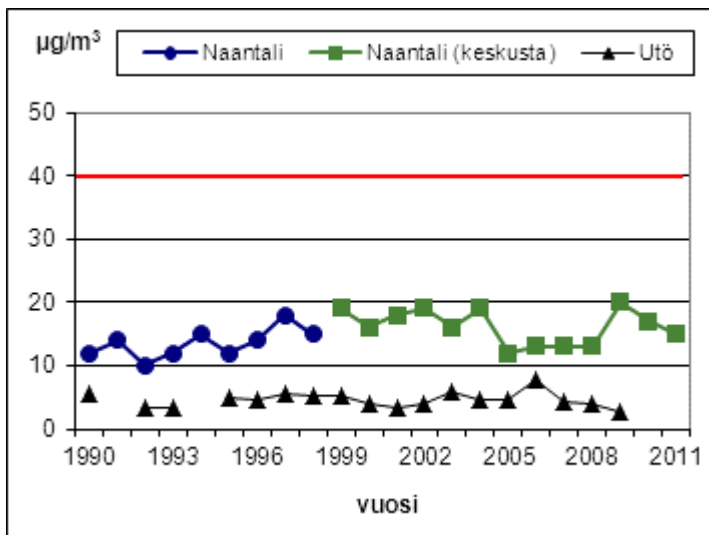
Kuvassa 43 on esitetty Naantalin rikkidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Kuvasta havaitaan selvästi, että korkeimmat pitoisuudet on mitattu tuulen suunnan ollessa kaakosta.



Kuva 43. Naantalin rikkidioksidin keskipitoisuus (µg/m<sup>3</sup>) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

### 7.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

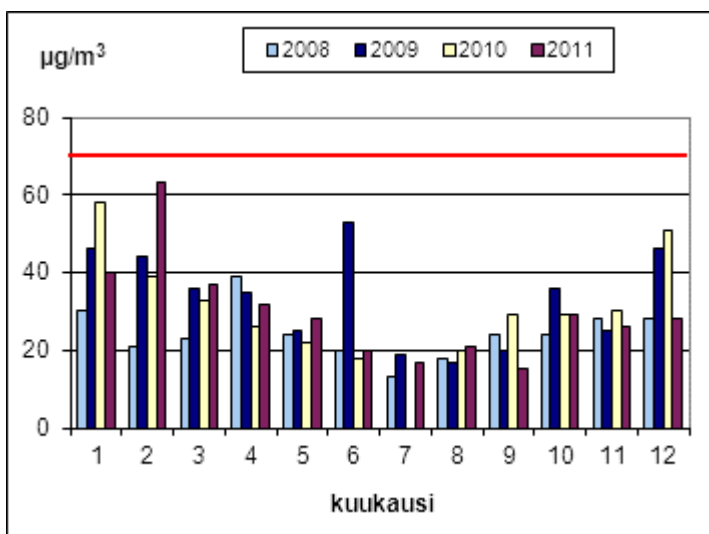
Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalin mittausasemalla vuosina 1990 - 2011 ja Utön asemalla vuonna 1990 - 2009 on esitetty kuvassa 44. Vuonna 2011 typidioksidin vuosikeskiarvo oli Naantalissa 15 µg/m<sup>3</sup>. Raja-arvo on 40 µg/m<sup>3</sup>. Vuoden 1999 alussa mittauspiste siirrettiin Karvetista Naantalin keskustaan.



Naantali			
	µg/m <sup>3</sup>		µg/m <sup>3</sup>
1990	12	2001	18
1991	14	2002	19
1992	10	2003	16
1993	12	2004	19
1994	15	2005	12
1995	12	2006	13
1996	14	2007	13
1997	18	2008	13
1998	15	2009	20
1999	19	2010	17
2000	16	2011	15

Kuva 44. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä.

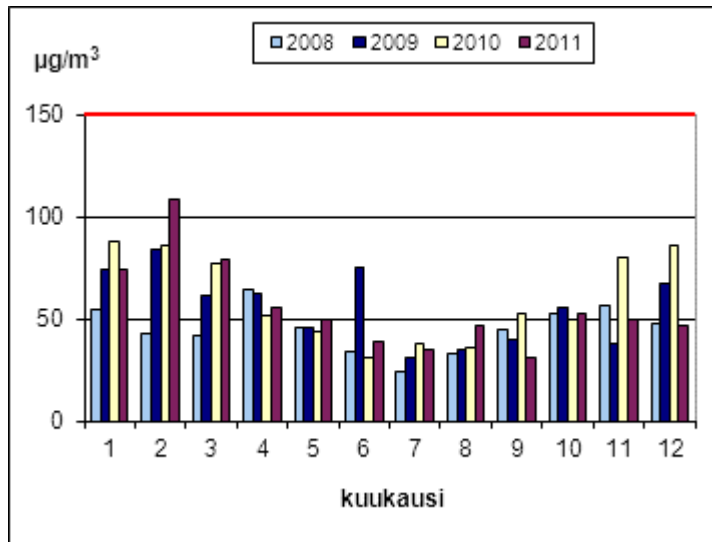
Kuvaan 45 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa mittauspisteessä. Naantalissa korkein typpidioksidin vuorokausiarvo mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli 63 µg/m<sup>3</sup> (90 % ohjearvosta). Alhaisimmat typpidioksidipitoisuudet mitattiin heinäkuussa pitoisuuden ollessa 17 µg/m<sup>3</sup> (24 % ohjearvosta).



	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	30	46	58	40
2	21	44	39	63
3	23	36	33	37
4	39	35	26	32
5	24	25	22	28
6	20	53	18	20
7	13	19	(22)	17
8	18	17	20	21
9	24	20	29	15
10	24	36	29	29
11	28	25	30	26
12	28	46	51	28

Kuva 45. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 – 2011. Heinäkuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli vain 85 %.

Vuonna 2011 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoja (kuva 46). Korkeimmat tuntiarvot mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli 108 µg/m<sup>3</sup> (72 % ohjearvosta). Alhaisimmat tuntiarvot mitattiin syyskuussa, jolloin pitoisuudet olivat 31 µg/m<sup>3</sup> (21 % ohjearvosta).

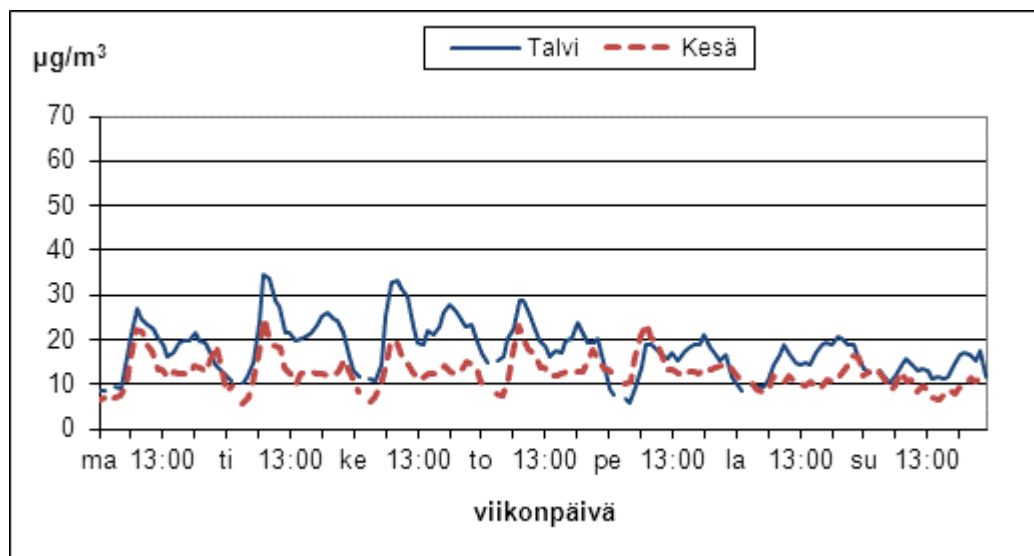


	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	54	74	88	74
2	43	84	86	108
3	42	61	77	79
4	64	62	51	55
5	46	46	44	50
6	34	75	31	39
7	24	31	(38)	35
8	33	35	36	47
9	45	40	52	31
10	52	55	50	52
11	56	38	80	50
12	48	67	86	47

Kuva 46. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 - 2011. Heinäkuussa 2010 mittausten ajallinen kattavuus oli vain 85 %.

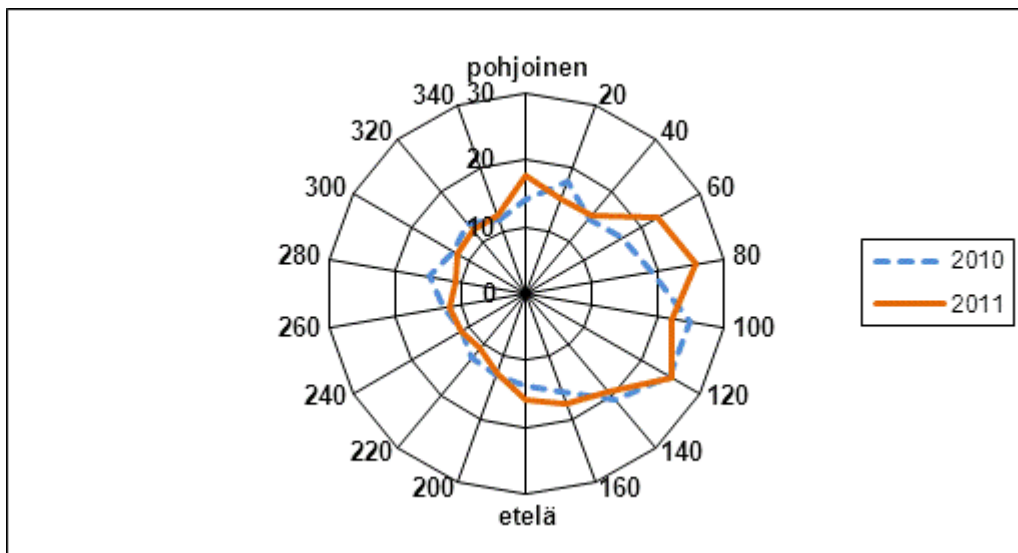
### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

Kuvassa 47 on esitetty Naantalien typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohdina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. Tarkasteltaessa pitoisuuksia eri viikonpäivien välillä havaitaan niiden olevan alhaisemmat viikonloppuisin sekä kesällä että talvella. Arkipäivisin korkeimmat pitoisuudet Naantalissa ajoittuivat aamuun kello 6 – 11 ja iltapäivään kello 15 - 20. Pienimmillään pitoisuudet olivat aamuyöllä kello 2 - 5.



Kuva 47. Naantalien typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

Kuvassa 48 on esitetty Naantalien typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisten aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja. Naantalien korkeimmat typpidioksidin keskipitoisuudet mitattiin tuulen puhaltaessa idästä / kaakosta.

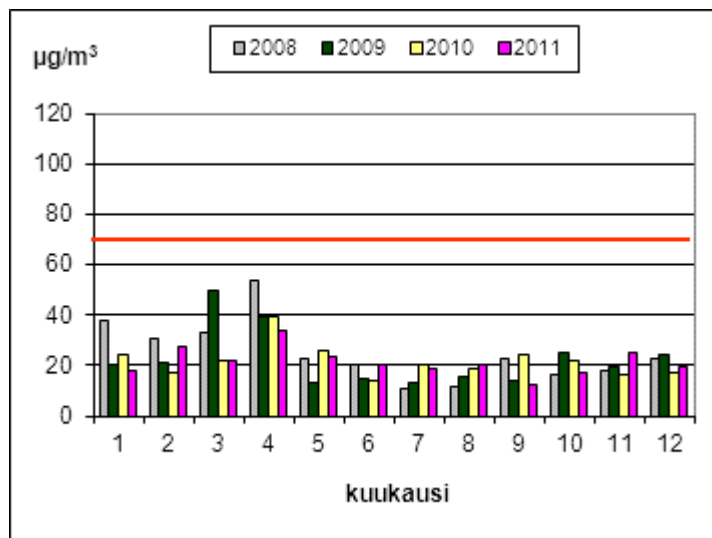


Kuva 48. Naantalin typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

#### 7.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET

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

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo Naantalissa vuonna 2011 oli  $11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt Naantalissa vuonna 2011. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (49 % ohjearvosta). Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin syyskuussa, jolloin pitoisuus oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (17 % ohjearvosta). Kuvassa 49 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa kuukausittain.

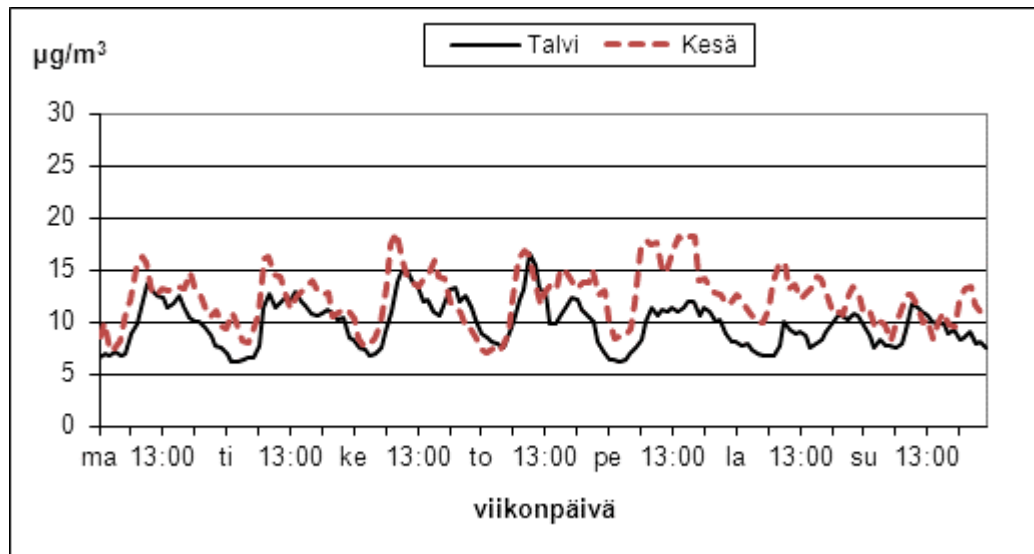


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	37	20	24	18
2	31	21	17	27
3	33	49	22	22
4	54	39	39	34
5	22	13	26	23
6	20	14	14	21
7	11	13	20	19
8	12	16	19	20
9	23	14	24	12
10	17	25	22	17
11	18	19	16	25
12	23	24	17	19

Kuva 49. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2008 - 2011.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 50 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.) vuonna 2011. Pitoisuuksia tarkasteltaessa voidaan niiden todeta nousevan liikennemäärien kasvun mukaan.



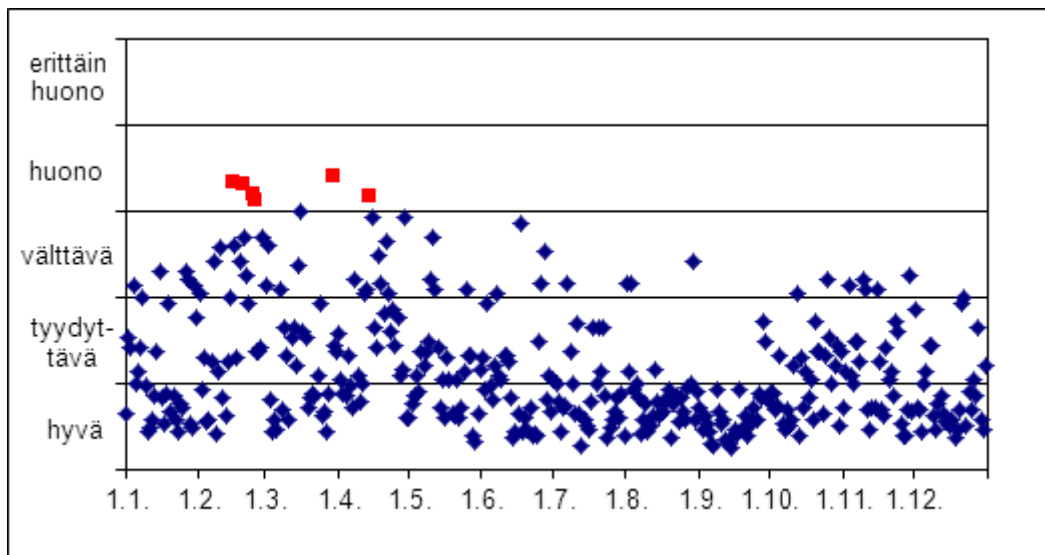
Kuva 50. Naantalin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

## 7.4 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.

### 7.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Kaarinan ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä hyvä (kuva 51). Huonoksi ilman-  
laatu luokiteltiin Kaarinassa kuutena vuorokautena. Korkeimmat indeksin arvot aiheu-  
tuivat kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista lähinnä kevään katupöly-  
aikana.

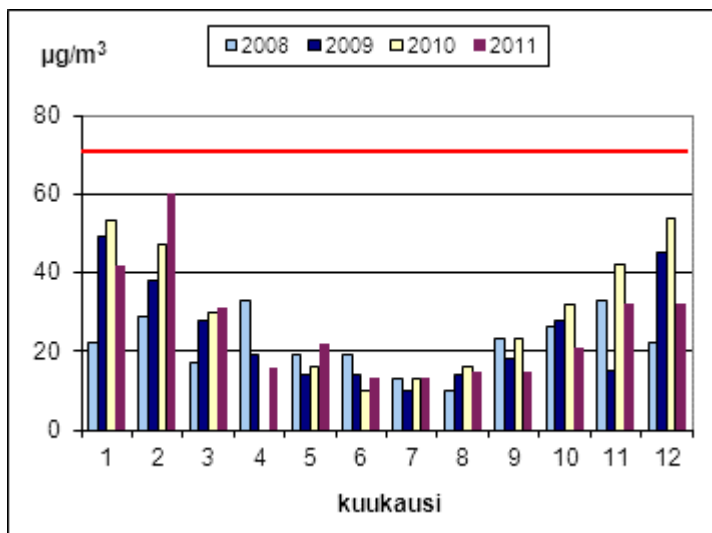


Kuva 51. Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

#### 7.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo Kaarinassa vuonna 2011 oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Raja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Vuosien 2005 ja 2011 välillä typpidioksidin vuosikeskiarvo on Kaarinan mittauspisteellä vaihdellut välillä  $10 - 13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

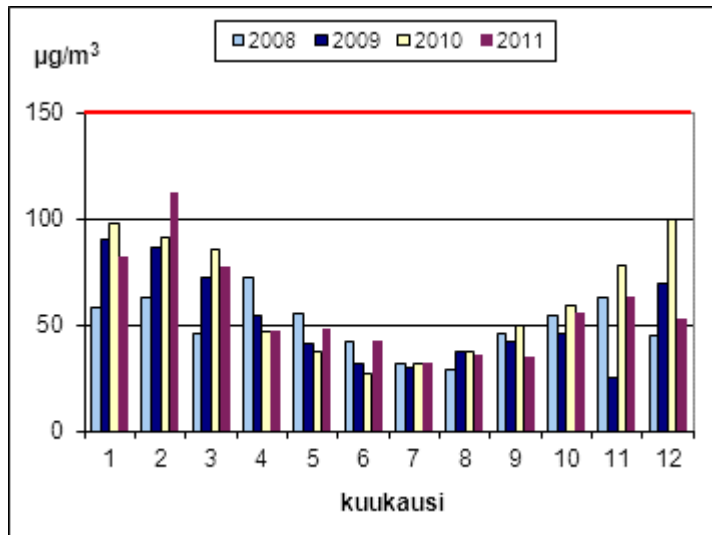
Kuvaan 52 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinan mittauspisteessä. Ohjearvopitoisuus ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt vuonna 2011. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (86 % ohjearvosta). Alhaisimmat pitoisuudet ( $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 19 % ohjearvosta) mitattiin kesä- ja heinäkuussa.



	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	22	49	53	42
2	29	38	47	60
3	17	28	30	31
4	33	19	(20)	16
5	19	14	16	22
6	19	14	10	13
7	13	10	13	13
8	10	14	16	15
9	23	18	23	15
10	26	28	32	21
11	33	15	42	32
12	22	45	54	32

Kuva 52. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 - 2011. Huhtikuussa 2010 tulosten ajallinen kattavuus oli vain 78 %.

Vuonna 2011 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoa ( $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Kaarinassa korkein tuntiarvo  $112 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (75 % ohjearvosta) mitattiin helmikuussa ja matalin  $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (21 % ohjearvosta) heinäkuussa (kuva 53).

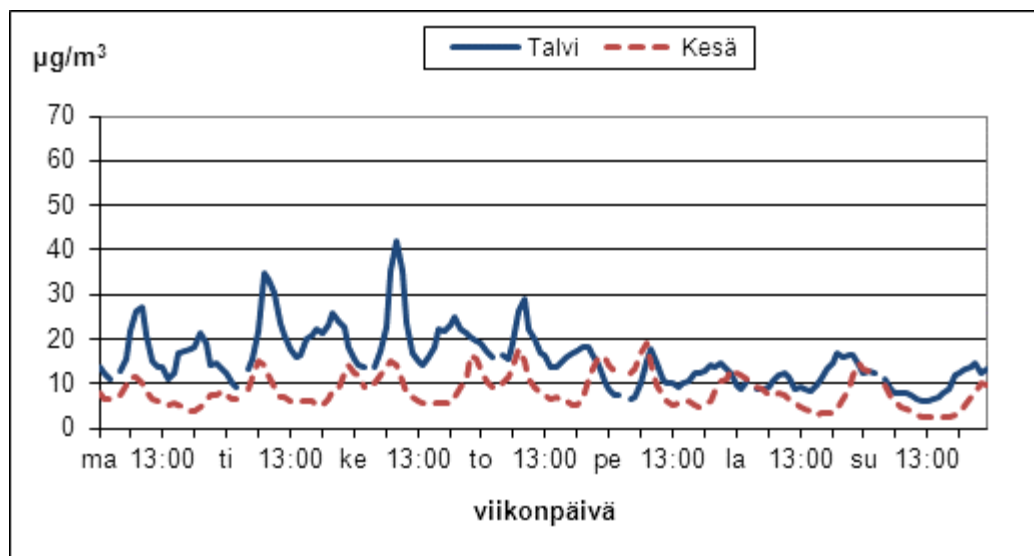


	2008	2009	2010	2011
kk	µg/m <sup>3</sup>			
1	58	90	98	82
2	63	86	91	112
3	46	72	85	77
4	72	54	(47)	47
5	55	41	37	48
6	42	32	27	42
7	32	30	32	32
8	29	37	37	36
9	46	42	50	35
10	54	46	59	56
11	63	25	78	63
12	45	69	100	53

Kuva 53. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 – 2011. Huhtikuussa 2010 tulosten ajallinen kattavuus oli vain 78 %.

### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

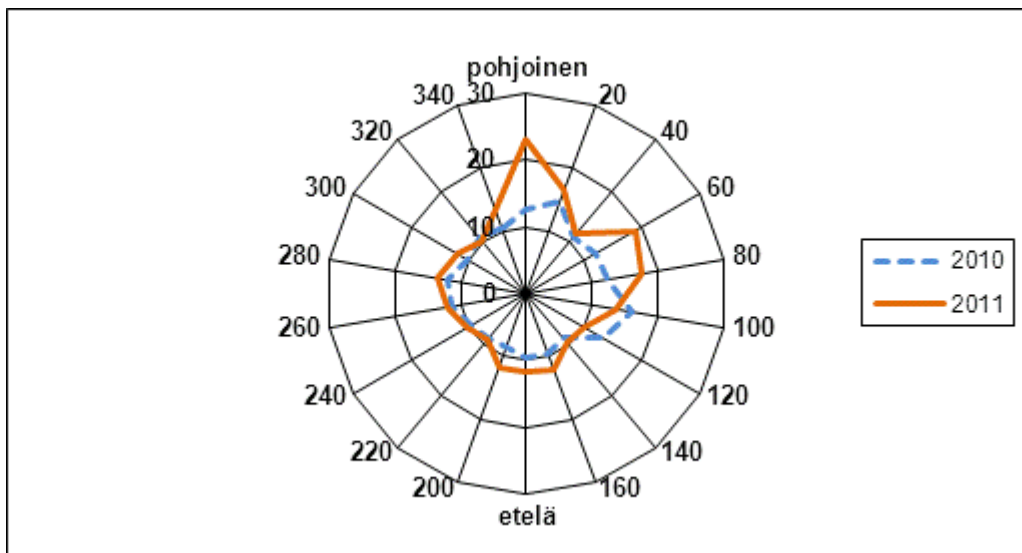
Kuvassa 54 on esitetty Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011. Arkisin etenkin talvella pitoisuudet kasvavat aamulla aamuruuhkan aikaan.



Kuva 54. Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

Kuvassa 55 on esitetty Kaarinan typpidioksidin keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011. Vuonna 2010 säätietona käytettiin Ilmatieteen laitoksen Artukaisen aseman tietoja ja vuonna 2011 Juhannuskukkulan säätietoja.



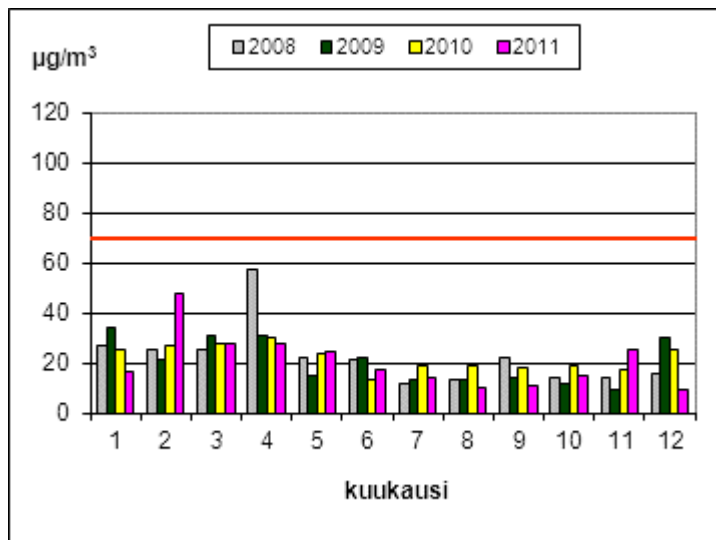


Kuva 55. Kaarinan typpidioksidin keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuosina 2010 ja 2011.

#### 7.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET

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

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2011 oli  $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kaarinan mittauspisteellä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoa vuonna 2011 (kuva 56). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (69 % ohjearvosta). Pienimmät vuorokausiarvot,  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (14 % ohjearvosta), mitattiin elo- ja joulukuussa.

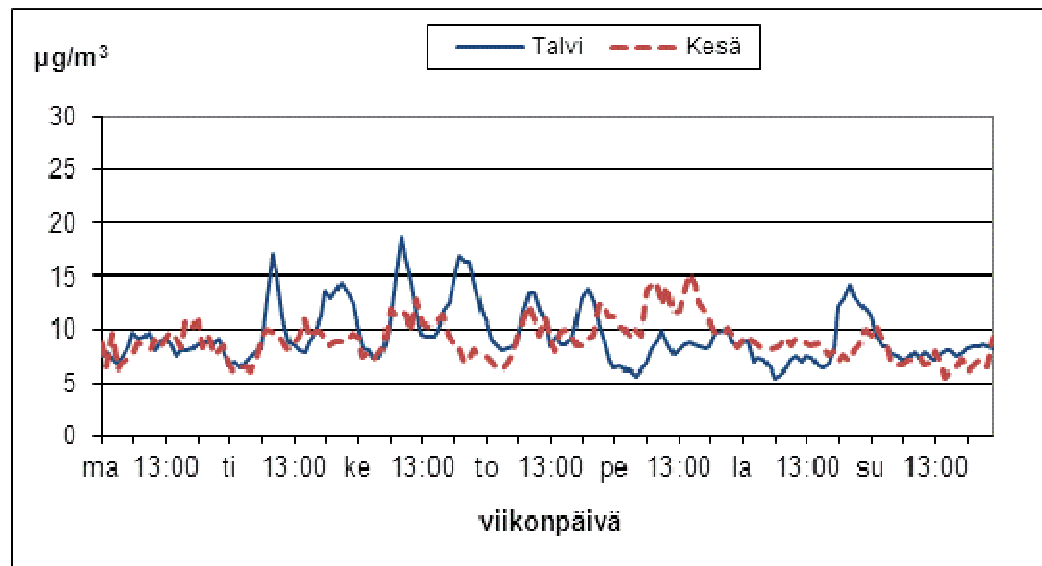


	2008	2009	2010	2011
kk	$\mu\text{g}/\text{m}^3$			
1	27	34	25	16
2	25	21	27	48
3	25	31	28	28
4	57	31	30	28
5	22	15	24	25
6	21	22	13	17
7	12	13	19	14
8	13	13	19	10
9	22	14	18	11
10	14	12	19	15
11	14	9	17	25
12	16	30	25	10

Kuva 56. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2008 - 2011.

#### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin

Kuvassa 57 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.) vuonna 2011.



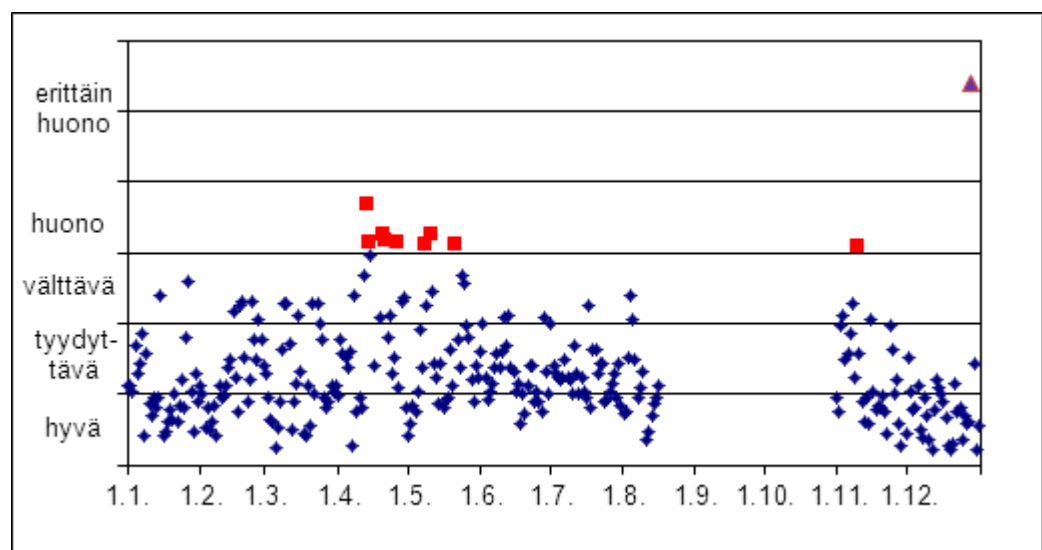
Kuva 57. Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

## 7.5 ILMANLAATU PARAISILLA

Paraisten ilmanlaatuun vaikuttavat lähinnä teollisuuden ja liikenteen hiukaspäästöt. Mittaukset nykyisellä paikalla aloitettiin joulukuussa 2010.

### 7.5.1 PARAISTEN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Paraisten ilmanlaatuindeksi laskettiin hengitettävien hiukkasten pitoisuudesta. Paraisten ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 58). Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin Paraisilla yhtenä vuorokautena. Erittäin huonon ilmanlaadun päivän aiheutti Nordkalk Oy:n Kalkkitehtaan satamassa olleen laivan lastin purku ja siihen liittyvä kuorma-auto liikenne. Lastin purkupäivänä oli kova tuuli ja pakkasen. Pakkasen vuoksi aluetta ja teitä ei kasteltu. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhdeksänä vuorokautena. Ilmanlaatuindeksiä ei laskettu 17.8. – 30.10.2011 laitevian vuoksi.

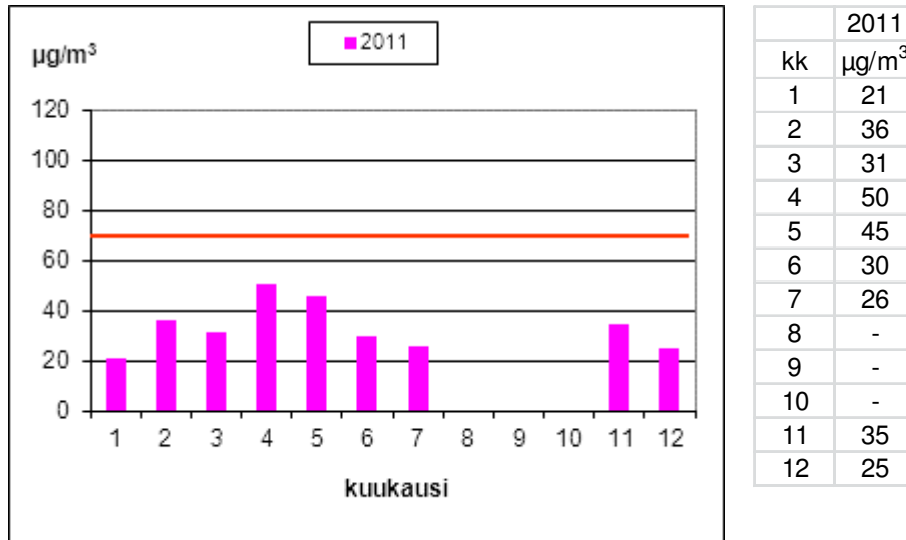


Kuva 58. Paraisten ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2011.

## 7.5.2 PARAISTEN HIUKKASPITOISUUDET

Paraisilla hengitettäviä hiukkasia mitataan jatkuvatoimisella PM<sub>10</sub>-esierottimella varustetulla hiukkasanalysointilaitteella.

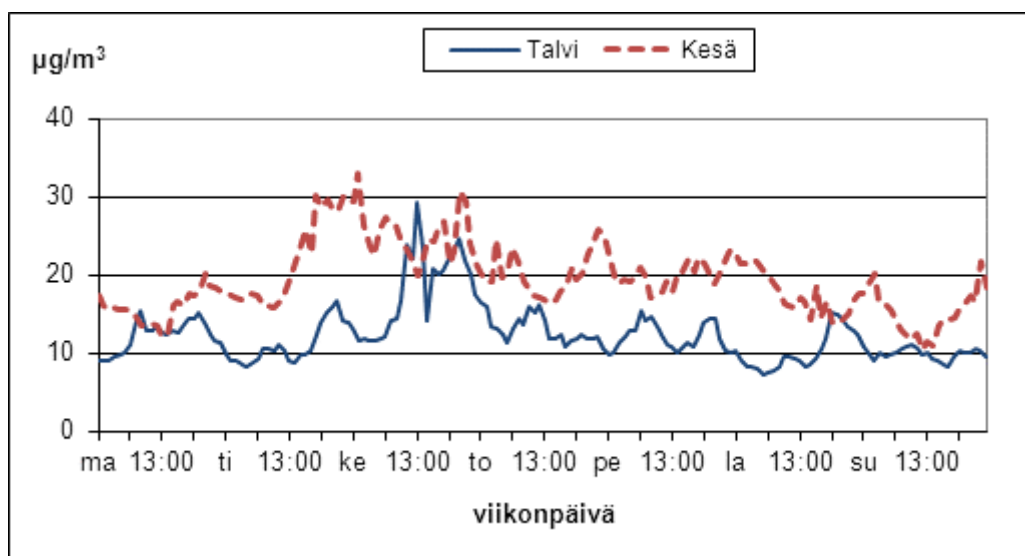
Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2011 oli 16 µg/m<sup>3</sup>. Paraisten mittauspisteellä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoa vuonna 2011 (kuva 59). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli 50 µg/m<sup>3</sup> (71 % ohjearvosta). Pienin vuorokausiarvo, 21 µg/m<sup>3</sup> (30 % ohjearvosta), mitattiin tammikuussa.



Kuva 59. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon (70 µg/m<sup>3</sup>) verrattavat vuorokausikeskiarvot Paraisilla vuonna 2011. Laitevian vuoksi elo-, syys- ja loka-kuun mittaustulokset puuttuvat.

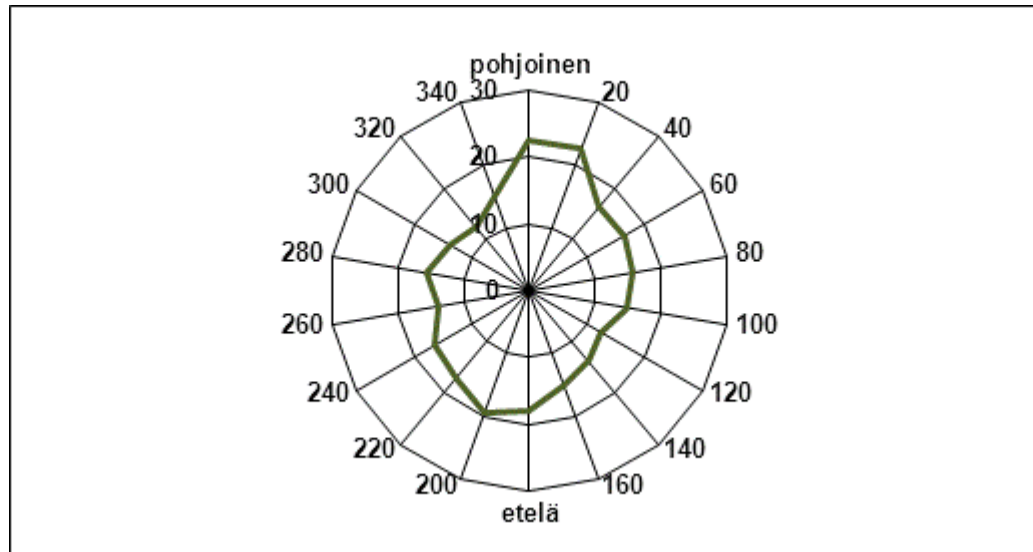
### Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja tuulensuunnittain

Kuvassa 60 on esitetty Paraisten hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.



Kuva 60. Paraisten hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina kesällä (1.4.–30.9.) ja talvella (1.1.–31.3. ja 1.10.–31.12.) vuonna 2011.

Kuvassa 61 on esitetty Paraisten hengitettävien hiukkasten keskipitoisuus eri tuulen suunnilla vuonna 2011. Sää tietona käytettiin Turun Juhannuskukkulan sää tietoja. Paraisten korkeimmat hengitettävien hiukkasten keskipitoisuudet mitattiin tuulen puhaltaessa pohjoisesta / koillisesta tai etelästä / lounaasta (kuva 61).



Kuva 61. Paraisten hengitettävien hiukkasten keskipitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) eri tuulen suunnilla vuonna 2011.

## 8 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA

### 8.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN

#### 8.1.1 YLEISTÄ

Suomessa ja muissa kehittyneissä maissa ympäristön terveysvaikutukset ovat vähäisempiä kuin monet muut riskitekijät, kuten tupakka, korkea verenpaine, alkoholi, kolesteroli, 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 ilmansaaste-epidemioiden kuin terveiden henkilöiden. (HSY, 2009) Herkkiä ihmisryhmiä ovat vanhukset, allergia- ja astmaoireista kärsivät sekä muille myrkyllisille materiaaleille altistuneet (WHO, 2004). Erytisen 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 samansuuruisen turvotuksen 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

hiukkasen, jonka kyky ärsyttää ja mahdollisesti myös herkistää on suurempi. (Haahtela, 2009)

Saasterasitus heikentää ja vaurioittaa limakalvojen suoja mekanismeja, jolloin virukset ja bakteerit aiheuttavat infektoita, 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. (Haahtela, 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 alhaisemmillä 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 miljardia euroa. 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 ennen aikaista 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 kokonaismäärää ja aiheuttavat lähempänä keskustaa asuvien lähiympäristöön enemmän liikennettä, saasteita ja kasvavan onnettomuusriskin." (Kuoppa, 2007)

Ilmansaasteet on monissa tutkimuksissa yhdistetty sydän- ja hengitysoireisiin American Journal of Epidemiology – lehdessä julkaistun Italiassa tehdyn tutkimuksen mukaan sydänkohtaukset lisääntyivät noin prosentin kaksi päivää sen jälkeen, kun ilman hiukkaspitoisuudet olivat nousseet yli kymmenellä mikrogrammalla kuutiossa ilmaa. Typpidioksidipitoisuuden noustessa yli kymmenellä mikrogrammalla kuutiossa ilmaa lisääntyivät infarktit noin kaksi prosenttia. Häkään liitetty lisäys jäi alle prosenttiin. Hengitysilman pien- ja hengitettävät hiukkaset ovat merkittävien sydänkohtauksien laukaisija. Niihin liittyvä riski on yksilötasolla vähäinen, mutta niille altistuu lähes koko väestö. (Nuvolone *et al.*, 2010)

Brittitutkijoiden British Medical Journalissa julkaisemien tulosten mukaan hengitysilman pienhiukkaset ja typpidioksidi lisäävät sydänkohtauksia 1 – 6 tunnin ajaksi pitoisuuksien noususta. Tutkimuksen mukaan tämän jälkeen sydänkohtausriski yllättäen pienenee alle alkuperäisen tason. Tämän perusteella tutkijat ovat tulleet siihen tulokseen, etteivät nämä ilmansaasteet välttämättä lisää sydänkohtauksia, vaan ainoastaan aikaistavat niitä henkilöillä, jotka joka tapauksessa olisivat sairastuneet. (Bhaskaran *et al.*, 2011)

Taiwanilaistutkijoiden tulosten perusteella ilmansaasteet sairastuttavat luultavasti lisäämällä riskitekijöitä, jotka altistavat sydän- ja verisuonitautien kehittymiselle. Tutkimuksen tulosten mukaan ilmansaastealtistukseen liittyvät ainakin korkea verenpaine, kolesteroli- ja sokeriaineenvaihdunnan ongelmat sekä tulehdustiloista kertovien interleukiini-6:n ja neutrofiilien runsaus. Suurin merkitys näyttäisi olevan pienhiukkasilla (PM<sub>2,5</sub>), mutta myös hengitettävillä hiukkasilla (PM<sub>10</sub>), typpidioksidilla ja otsonilla. Tutkimuksessa tarkasteltiin saasteiden keskimääräisen vuosipitoisuuden vaikutuksia. (Chuang *et al.*, 2010)

Lancet-lehdessä julkaistussa 36 erillisen tutkimuksen yhteisanalyysiin perustuvassa selvityksessä belgialais-sveitsiläinen tutkijaryhmän mukaan ilmansaasteet sekä hengitettävät hiukkaset ovat mahdollisesti merkittävimmät sydänkohtauksia laukaisevat tekijät. Jopa viidestä seitsemään sydänkohtausta sadasta saattaa olla ilmansaasteiden laukaisemia. Analyysissä oli tarkoitus selvittää, millaiset tapahtumat ja tekijät useimmin edeltävät sydänkohtausta. Ilmansaasteita pahempia sydänkohtauksen laukaisijoita olivat mm. kokaiini, raskas ateria, marihuana, kielteiset tunteet, fyysinen rasitus, vahvat myönteiset tunnekuohut, vihaisuus ja seksi. Kun tutkijat huomioivat tekijöiden yleisyyden ja vaikutukset väestötasolla, merkittävimmäksi nousivat hengitysilman pienhiukkaset ja hengitettävät hiukkaset. Näiden osalta riski yksilötasolla on vähäinen, mutta joille lähes koko väestö altistuu. (Nawrot *et al.*, 2011)

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).

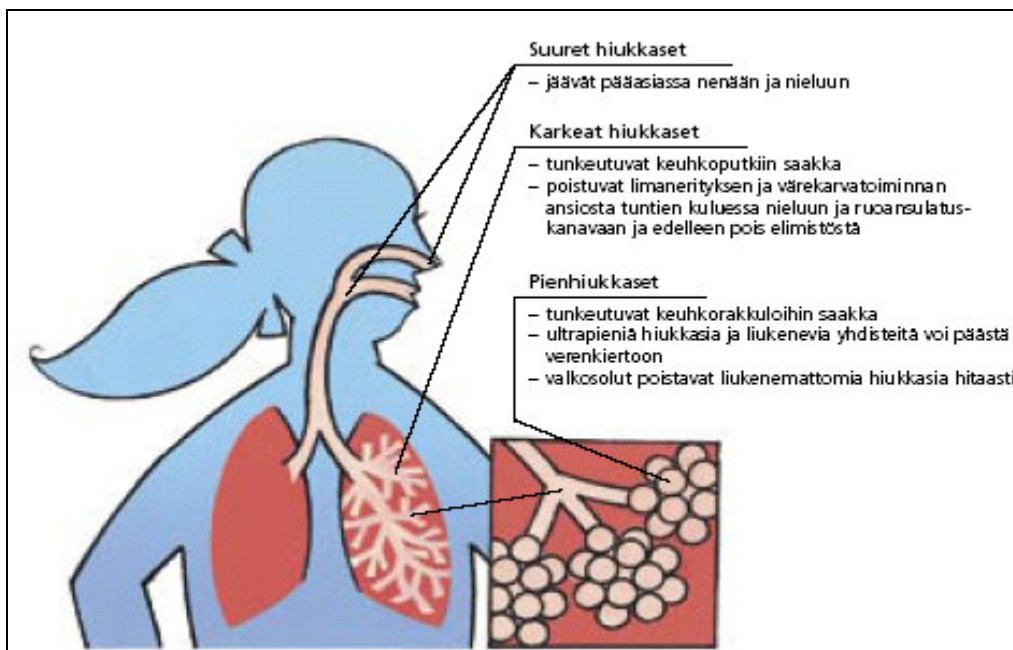
### 8.1.2 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET

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. 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 sairaalakäyntejä 10 - 20 prosentilla, astmatikkojen kohtauksia 25 - 50 prosentilla ja astmatikkojen 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 62 on havainnollistettu hiukkasten pääsyä elimistöön. Niiden vaikutukset riippuvat alkuperästä, koostumuksesta ja hiukkaskoosta. Haitallisimpia ovat epätäydellisestä palamisesta syntyvät hiukkaset. Merkittäviä lyhytaikaisia altistumisia ja haittoja aiheutuu metsä-, maasto- ja kulotussavujen kaukokulkeutumisista. Keväinen katupöly taas altistaa lyhytaikaisesti karkeille hengitettävillä hiukkasilla, joiden seurauksena syntyy suuri määrä lieviä terveydellisiä haittoja. (Salonen ja Pennanen, 2006)



Kuva 62. Hiukkasten pääsy elimistöön (Hengitysliitto, 2004).

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. Ahtaumaplakit voivat repeytyä, mikä johtaa sydän- ja aivoinfarkteihin. (Salonen ja Pennanen, 2006)

Taulukossa 10 on esitetty Salosen ja Pennasen (2006) näkemys pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) vaikutuksista terveyteen Euroopassa (25 maata) ja Suomessa vuonna 2000.

Taulukko 10. Pienhiukkasten PM<sub>2,5</sub> vaikutuksia terveyteen Euroopassa ja Suomessa vuonna 2000. (Salonen ja Pennanen, 2006)

ARVIOITU TERVEYDELLINEN HAITTA	EU25	SUOMI
Ennenaikaisia kuolemantapauksia	347 900	1 270
Menetettyjä elinvuosia	3 618 700	13 840
Imeväiskuolemia (0-1 v)	677	2
Kroonisia keuhkoputkentulehduksia (27 v ->)	163 800	620
Hengitys- ja sydänsairaiden sairaalaan ottoja (0-100 v)	100 300	383
Lasten hengitystieläkkeiden käyttöpäiviä (5-14 v)	4 218 500	11 310
Aikuisten hengitystieläkkeiden käyttöpäiviä (20 v →)	27 741 700	104 450
Lasten alempien hengitysteiden oirepäiviä (5-14 v)	192 756 400	778 870
Työikäisten vajaakuntoisuuspäiviä (15-64 v)	347 687 000	1 323 390
Taloudelliset menetykset	268-781 miljardia euroa/vuosi	1-2,9 miljardia euroa/vuosi

### 8.1.3 OTSONIN VAIKUTUKSET

Otsoni on ns. "syvä" ärsyttävä. Se ei ole niin vesiliukoinen kuin rikkidioksidi, minkä 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 ennenaikaista 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)



#### 8.1.4 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 kudosvaurioita. Hiukkaset voimistavat rikkidioksidin vaikutuksia voimakkaasti, koska ne katalysoivat voimakkaasti 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)

#### 8.1.5 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 astmatikkojen reaktioita siitepölyille, mutta on epävarmaa tapahtuuko tätä Suomen kaupunkien pitoisuustasoilla. Korkeat sisäilman typpidioksidipitoisuudet (kaasuliedet, jäähallien jäänhoitokoneet, karting-autot) lisäävät yleisiä hengityselinoireita kuten yskää ja nuhaa. Äärioloissa typpidioksidi voi aiheuttaa jopa äkillisen keuhkopöhön. (Jantunen *et al.*, 2005)

#### 8.1.6 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 anemialta 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)

### 8.2 VAIKUTUKSET LUONTOON

#### 8.2.1 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 kasvihuoneilmaston 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 ava-

ruuteen 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)

Ilmastonmuutoksen 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 väriasiat 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)

#### 8.2.2 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 lisäävää 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)

#### 8.2.3 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 µg/m<sup>3</sup> tunnin keskiarvona. Otsoniannos lasketaan kuuden kuukauden jaksolta huhtikuusta syyskuuhun kello 10 – 22. On esitetty, että kuuden kuukauden aikana kertyvä 20 000 µg/m<sup>3</sup> h:n otsonialtistus aiheuttaisi kymmenen prosentin kasvutappion metsissä. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

#### 8.2.4 HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET

Hiilidioksidi ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja, mutta edistää maailmanlaajuista 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 kiihtyi. Suomen ilmaston soveltuvuus eri puulajeille muuttui. Pohjoinen havumetsävyöhyke siirtyisi noin 400 - 500 kilometriä pohjoiseen, ja lehtipuut yleistyisivät kaikkialla Suomessa. Jalojen lehtipuiden levinneisyysalue laajeni, 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)

#### 8.2.5 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)

## 9 YHTEENVETO

Turun kaupunkiseudulla ilmanlaatua tarkkailtiin vuonna 2011 kahdeksalla mittauspisteellä, jotka sijaitsivat Turun keskustassa Kauppatorilla, Orikedolla, Ruissalossa, Paraisilla, Raision keskustassa ja Kaanaalla sekä Naantalissa ja Kaarinan keskustoissa.

### 9.1 MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS

Vuonna 2011 mittausjärjestelmä toimi pääosin hyvin. Kahden hiukkasanalysointilaitteen (Oriketo ja Parainen) varaosien toimitusvaikeuksien vuoksi näiden osalta tuli melko pitkät mittauskatkokset. Kaikki analysointilaitteet huollettiin niille laadittujen huoltosuunnitelmien mukaisesti. Kaasuanalysointilaitteiden toiminta varmistettiin kerran vuorokaudessa tapahtuvilla automaattisilla nolla- ja aluetason tarkistuksilla. Kalibroinnit tehtiin automaattitarkistusten ja huoltosuunnitelmien perusteella typenoksidianalysointilaitteille keskimäärin kerran kuussa ja rikkidioksidianalysointilaitteille kerran kolmessa kuukaudessa. Lisäksi ulkopuolinen konsultti kävi tarkastamassa kaasuanalysointilaitteiden toiminnan kerran vuoden 2011 aikana. Kalibroinnit osoittivat laitteiden toimineen hyvin.

## 9.2 PÄÄSTÖT

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2011 Turussa, Raisiossa, Naantalissa, Kaarinassa ja Paraisilla yhteensä noin 4200 tonnia. Suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo (1930 t) ja Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos (1964 t). Liikenteestä aiheutuvat rikkidioksidipäästöt olivat Turun kaupunkiseudulla yhteensä noin 2,4 tonnia.

Turussa, Raisiossa, Naantalissa, Kaarinassa ja Paraisilla sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli vuonna 2011 noin 5800 tonnia. Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla vuonna 2011 yhteensä noin 1281 tonnia. Suurin yksittäinen päästölähde oli Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos (3589 t).

Liikenteen pakokaasuista aiheutuneet hiukkaspäästöt olivat vuonna 2011 yhteensä noin 73 tonnia. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn, ns. re-suspension määrää on vaikea arvioida. Hiukkasten suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos (182 t) ja Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo (145 t).

## 9.3 ILMANLAATU TURUSSA

Ilmanlaatuindeksillä tarkasteltuna ilmanlaatu Turun keskustassa vuonna 2011 oli hyvä 57 päivänä ja yleensä tyydyttävä. Ilmanlaatu luokiteltiin huonoksi viitenä vuorokautena. Erittäin huonoksi ilmanlaatua ei luokiteltu yhtenäkkään vuorokautena. Parhaimmillaan ilmanlaatu oli kesällä. Orikedolla ilmanlaatu luokiteltiin yleensä hyväksi (179 vuorokautta). Huonoksi Orikedon ilmanlaatu luokiteltiin neljänä vuorokautena.

Kauppatorilla, Orikedolla ja Ruissalossa typpidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvopitoisuuksia. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvon ohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ei ylittynyt Kauppatorilla eikä Orikedolla. 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 kahtena päivänä Turun keskustassa ja yhtenä päivänä Orikedolla, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidin osalta raja-arvon numeroarvo ei ylittynyt Kauppatorilla, Orikedolla eikä Ruissalossa. Rikkidioksidin pitoisuudet Ruissalossa olivat pääosin alhaisia. Ruissalon otsonipitoisuus ei ylittänyt terveyshaittojen ehkäisemiseksi annettua tavoitearvoa ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

## 9.4 ILMANLAATU RAISIOSSA

Ilmanlaatu luokiteltiin Raisiossa yleensä tyydyttäväksi. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin 135 vuorokautena. Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhtenä päivänä ja huonoksi kolmena vuorokautena. Raja-arvot eivät ylittyneet Raisiossa. Raja-arvon numeroarvo hengitettävien hiukkasten osalta ei ylittynyt kertaakaan. Sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa, jolloin vuorokausipitoisuus oli  $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (91 % ohjearvosta). Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ei ylittynyt vuonna 2011. Korkein hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava vuorokausiarvo oli huhtikuun  $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (61 % ohjearvosta). Kaanaalla mitatut rikkidioksidipitoisuudet olivat alhaisia.

## 9.5 ILMANLAATU NAANTALISSA

Ilmanlaatu luokiteltiin Naantalissa yleensä tyydyttäväksi. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin 151 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatua ei luokiteltu yhtenäkkään päivänä. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhtenä vuorokautena. Raja-arvot eivät ylittyneet Naantalissa. Myöskään raja-arvon numeroarvot eivät ylittyneet Naantalissa. Korkeimmat typpidioksidin ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa, jolloin pitoisuus oli  $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eli 90 % vuorokausikeskiarvolle annetusta ohjearvosta ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Hengitettävälle hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ei ylittynyt Naantalissa korkeimman pitoisuuden ollessa huhtikuun  $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (49 % ohjearvosta). Rikkidioksidin pitoisuudet Naantalissa olivat pääosin alhaisia.

## 9.6 ILMANLAATU KAARINASSA

Ilmanlaatu Kaarinassa luokiteltiin hyväksi 203 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatua ei luokiteltu yhtenäkkään vuorokautena. Huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kuutena päivänä. Raja-arvot eivät ylittyneet Kaarinassa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi yhtenä vuorokautena hengitettävien hiukkasten osalta. Sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa. Typpidioksidipitoisuuden korkeimmat ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa, jolloin vuorokausipitoisuus oli  $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (86 % ohjearvosta). Hengitettävien hiukkasten korkeimmat ohjearvoon verrattavat pitoisuudet mitattiin huhtikuussa, jolloin pitoisuus oli  $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (69 % ohjearvosta).

## 9.7 ILMANLAATU PARAISILLA

Ilmanlaatu Paraisilla luokiteltiin hyväksi 121 päivänä ja tyydyttäväksi 123 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin yhtenä vuorokautena ja huonoksi yhdeksänä päivänä. Hengitettävien hiukkasten raja-arvo ei ylittynyt Paraisilla. Raja-arvon numeroarvo ylittyi kolmena vuorokautena. Sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa.

## 9.8 TERVEYSVAIKUTUKSET

Turun kaupunkiseudulla merkittävimmät mahdollisesti haitallisia terveysvaikutuksia aiheuttavat ilman epäpuhtauskomponentit ovat typen oksidit ja erityisesti pienhiukkaset. 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.

## 9.9 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.

## 9.10 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; Hengitysliitto, 2004):

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

Ulkoilman lämpötila	Sopiva lämmitysaika	
	Lohkolämmitin	Säteilylämmitin
+5 °C ... -5 °C	0,5 tuntia	1 tunti
-5 °C ... -10 °C	1 tunti	2 tuntia
-10 °C ... -20 °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) ⇒ vähemmän energiantuotantoa ⇒ 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, Naantalın, Kaarinan ja Paraisten ilmanlaadun mittaustuloksia. Lisäksi portaalista saa tietoa ilmansaasteista sekä ilmanlaadun mittaamisesta.

## LÄHTEET

- Bhaskaran Krishnan, Hajat Shakoora, Armstrong Ben, Haines Andy, Herrett Emily, Wilkinson Paul, Smeeth Liam, 2011. The effects of hourly differences in air pollution on the risk of myocardial infarction: case crossover analysis of the MINAP database. <<http://www.bmj.com/content/343/bmj.d5531?tab=full>> Luettu 23.12.2011
- Chuang Kai-Jen, Yan Yuan-Hong, Chiu Shu-Yi, Cheng Tsun-Jen, 2010. Long-term air pollution exposure and risk factors for cardiovascular diseases among the elderly in Taiwan. <<http://oem.bmj.com/content/68/1/64.abstract>> Luettu 21.12.2011
- 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
- Hengityслиitto, 2004. Hiukkasia ilmassa. <[http://www.hengityслиitto.fi/content/Julkaisut\\_materiaalit/Oppaat\\_aineistot/Tietoa\\_ulkoiilmasta/Hiukkasia\\_ilmassa.pdf](http://www.hengityслиitto.fi/content/Julkaisut_materiaalit/Oppaat_aineistot/Tietoa_ulkoiilmasta/Hiukkasia_ilmassa.pdf)> Luettu 18.1.2010
- Hengityслиitto, 2008. Rikkidioksidi. <<http://www.hengityслиitto.fi/Ilma/Merkittavimmatilmansaasteet/Rikkidioksidi/>> Luettu 15.4.2010
- Hengityслиitto. Hiilimonoksidi eli häkä. <<http://www.hengityслиitto.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 julkaisu B11/2005.

- <[http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja\\_b/2005b11.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2005b11.pdf)> Luettu 20.12.2011
- 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/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja\\_b/2007/2007b11.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2007/2007b11.pdf)> Luettu 20.12.2011
- 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. 2006, Taloudellinen ajaminen – älykäs ajotapa –opas. <[http://www.motiva.fi/files/2130/Taloudellinen\\_ajaminen\\_-\\_alykas\\_ajotapa.pdf](http://www.motiva.fi/files/2130/Taloudellinen_ajaminen_-_alykas_ajotapa.pdf)> Luettu 20.12.2011
- Nawrot Tim S, Perez Laura, Künzli Nino, Munters Elke, Nemery Benoit, 2011. Public health importance of triggers of myocardial infarction: a comparative risk assessment. <[http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(10\)62296-9/abstract](http://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(10)62296-9/abstract)> Luettu 20.12.2011
- Nuvolone Daniela, Balzi Daniela, Chini Marco, Scala Danila, Giovannini Franco and Barchielli Alessandro, 2010. Short-Term Association Between Ambient Air Pollution and Risk of Hospitalization for Acute Myocardial Infarction: Results of the Cardiovascular Risk and Air Pollution in Tuscany (RISCAT) Study. <<http://aje.oxfordjournals.org/content/early/2011/05/19/aje.kwr046.abstract>> Luettu 20.12.2011
- 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/fi/document/43037/fine\\_terveys\\_pdf](http://www.tekes.fi/fi/document/43037/fine_terveys_pdf)> Luettu 20.12.2011

Salonen Raimo O., Nevalainen Aino ja Pekkanen Juha, 2007. Ilma. Julkaisussa Lasten ympäristö ja terveys. Kansallinen CEHAP-selvitys. Kansanterveystieteen laitoksen julkaisu B11/2007.

<[http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja\\_b/2007/2007b11.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/suomi/julkaisut/julkaisusarja_b/2007/2007b11.pdf)> Luettu 20.12.2011

Tainio Marko et al., 2007. Jatkuva pienhiukkasaltistus lyhentää väestön odotettavissa olevaa elinikää.

<[www.ktl.fi/attachments/osastot/ytos/jatkuva\\_pienhiukkasaltustus\\_lyhentaa\\_elinikaa\\_tainio\\_2007.pdf](http://www.ktl.fi/attachments/osastot/ytos/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.

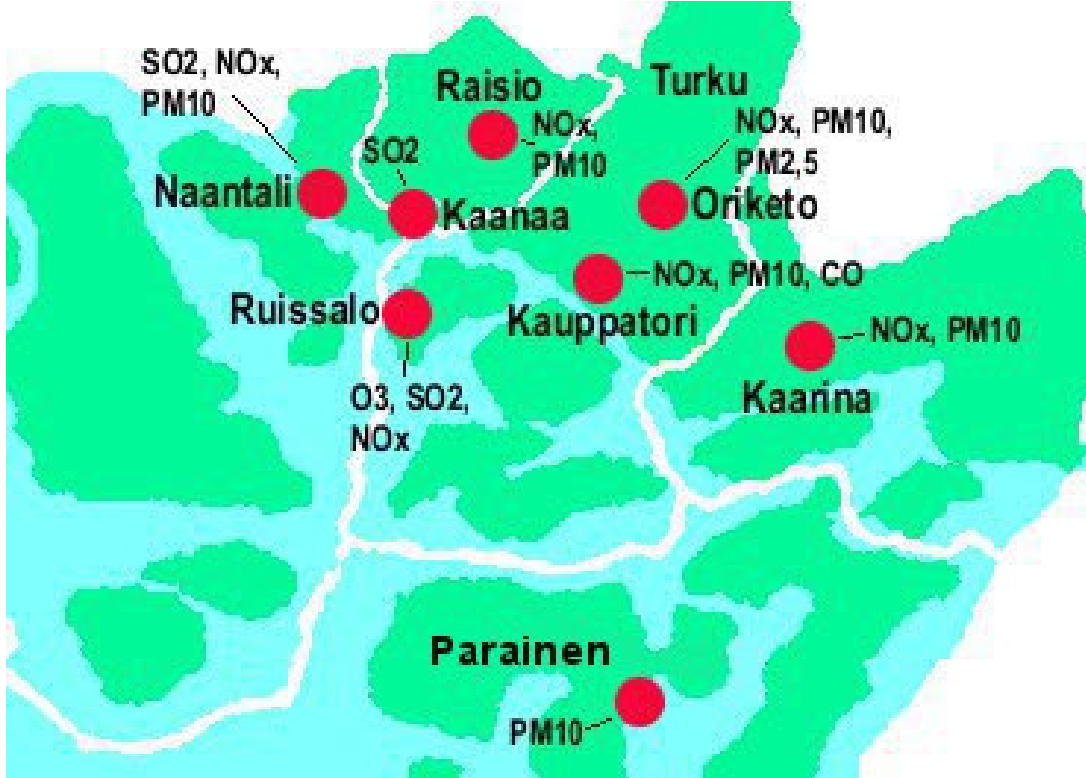
<<http://www.euro.who.int/Document/E90038.pdf>>

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 2011



## YMPÄRISTÖLUPAVELVOLLISTEN LAITOSTEN PÄÄSTÖT

<b>2011</b>	t	t	t
<b>LAITOS</b>	<b>SO<sub>2</sub></b>	<b>NO<sub>x</sub></b>	<b>Hiukkaset</b>
<b>KAARINA</b>			
Rauvolan lämpökeskus			2.4
Voivalan lämpökeskus			0.0
Nummenniitty			0.4
<b>NAANTALI</b>			
Fortum Power and Heat Oy, Naantalin voimalaitos	1964.0	3589.0	182.3
Neste Oil Oyj, Naantalin jalostamo	1630.0	375.0	145.0
Karvetin lämpökeskus	0.5	1.9	0.1
<b>Turun Korjaustelakka Oy</b>	<b>9.0</b>	<b>33.9</b>	
<i>Fingrid Oyj, Naantalin kaasuturbiinilaitos</i>	<i>0.1</i>	<i>0.3</i>	<i>0.0</i>
<b>PARAINEN</b>			
Paraisten Kaukolämpö Oy, Lehtiniemen biolämpökeskus		4.3	2.3
Paraisten Kaukolämpö Oy, Kalkkirannan öljylämpökeskus		2.0	0.1
Finnsementti Oy	21.0	1189.0	27.0
Paroc Oy	50.0	22.3	38.0
Rudus Oy	0.0	7.0	2.8
<b>RAISIO</b>			
Raisio Yhtymä Oyj	4.2	2.2	0.2
Kemppilän lämpökeskus	0.0	0.0	0.0
Hakinmäen lämpökeskus	0.0	0.4	0.1
Haunisten lämpökeskus	23.2	7.0	1.9
<b>TURKU</b>			
STX Finland Cruise Oy	0.3	2.4	0.1
<i>Hansaprint Oy, Artukaisten tehtaat</i>		8.9	
Huiskulan Puutarha Oy	31.7	15.4	2.9
Late-Rakenteet Oy	0.1	2.9	2.9
<b>Lepolan puutarha</b>	<b>10.9</b>	<b>5.4</b>	<b>5.9</b>
Fortum Power and Heat Oy (1.7.2011 lähtien Runosmäen Lämpö Oy), Runosmäen Lämpö	42.6	17	3.4
<b>Hankkija-Maatalous Oy, Turku</b>	<b>25.8</b>	<b>10.8</b>	<b>0.6</b>
Turku Energia, Artukaisten lämpökeskus	11.9	22.9	3.1
Turku Energia, Härkämäen lämpökeskus	30.0	12.6	0.7
Turku Energia, Jäkärilän lämpökeskus	22.1	11.0	2.2
Turku Energia, Jätteenpolttolaitos	5.6	52.1	0.1
Turku Energia, Koroisten lämpökeskus	24.1	10.1	1.5
KPS Kunnallissairaalan tie	3.1	5.9	0.8
Turku Energia, Kärsämäentien lämpökeskus	0.0	0.0	0.0
Turku Energia, Linnankadun lämpökeskus	98.9	41.7	3.8
Turku Energia, Luolavuoren lämpökeskus	70.3	29.6	2.7
Turku Energia, Metsämäen kaasukattila	0.0	0.0	0.0
<i>Turku Energia, Myötäisten lämpökeskus</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>	<i>0.0</i>
Turku Energia, Orihedon lämpökeskus	19.1	127.6	3.1
Turku Energia, Orionin höyrykeskus	1.9	3.7	0.5
Turku Energia, Pernon lämpökeskus	0.0	0.0	0.0
Turku Energia, Taalintehtaankadun lämpökeskus	0.0	0.0	0.0
Turku Energia, TYKS lämpö- ja höyrykeskus	63.4	29.4	2.1
Turku Energia, Ylijoentien lämpökeskus	0.2	0.8	0.0
Turun Satama	7.3	134.0	2.6
Varissuon Lämpö Oy, lämpökeskus	31.7	12.9	0.5
<b>Kaikki yhteensä</b>	<b>4160</b>	<b>5775</b>	<b>439</b>

Kursiivilla merkityt ovat vuoden 2010 päästötietoja

**Lihavoidulla kursiivilla merkityt ovat vuoden 2008 päästötietoja.**

**Lihavoidulla merkityt ovat vuoden 2007 tietoja**