

TURUN KAUPUNKISEUDUN ILMANLAATU VUONNA 2005



TURUN SEUDUN ILMANSUOJELUN YHTEISTYÖRYHMÄ:

Satu Viranko, Fortum Power and Heat Oy, Naantalin voimalaitos
Caj Karlsson, 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
Sauli Lehtinen, Fortum Lämpö Oy
Markku Alahäme, Turun Satama
Petri Moisio, Aker Finnyards Oy
Olli-Pekka Mäki, Turun kaupunki / ympäristönsuojelutoimisto

TIIVISTELMÄ

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

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

Ilmanlaatua Turun kaupunkiseudulla seurattiin kuudella mittauspisteellä, joista kaksi sijaitsee Turussa (kauppatori ja Ruissalo), kaksi Raisiossa (keskusta ja Kaanaa), yksi Naantalissa keskustassa ja yksi Kaarinan keskustassa. Mitattavia komponentteja olivat typen oksidit, hengitettävät hiukkaset, rikkidioksidi sekä otsoni. Tuulen suuntaa ja nopeutta seurattiin Juhannuskukkulan sääasemalla.

Ilman epäpuhtauspitoisuuksia verrataan ohje- ja raja-arvoihin. Raja-arvot eivät ylittyneet Turun kaupunkiseudulla. Hengitettävien hiukkasten raja-arvon numeroarvo ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylittyi Turun keskustassa 7, Naantalissa ja Raisiossa 8 ja Kaarinassa 4 vuorokautena. Muiden mitattujen epäpuhtauksien osalta raja-arvon numeroarvot eivät ylittyneet. Kauppatorin typpidioksidipitoisuudet ylittivät vuorokausiohjearvon joulukuussa. Hengitettävien hiukkasten ohjearvo ylittyi sekä Naantalissa että Raisiossa maaliskuussa. Rikkidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja Turun seudulla. Ruissalon otsonipitoisuudet eivät ylittäneet vuodelle 2010 annettua tavoitearvoa terveyshaittojen ehkäisemiseksi.

Indeksillä luonnehdittuna Turun seudun ilmanlaatu oli yleensä tyydyttävä lukuun ottamatta Kaarinaa, jossa ilmanlaatu oli yleensä hyvä. Huono tai erittäin huono (indeksin arvo yli 100) ilmanlaatu oli Turussa viitenä, Raisiossa ja Naantalissa yhdeksänä sekä Kaarinassa kahdeksana vuorokautena. Kohonneet indeksin arvot aiheutuivat keväisin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista ja talvisin kohonneista typpidioksidin pitoisuuksista. Hyväksi ilmanlaatu luokiteltiin Naantalissa 153, Kaarinassa 179, Raisiossa 74 ja Turun keskustassa 59 vuorokautena.

Kohonneet ilman epäpuhtauspitoisuudet aiheuttavat erilaisia terveys- ja luontovaikutuksia. Turun kaupunkiseudulla mitatut pitoisuudet ovat kuitenkin yleensä tasolla, jolla terveysvaikutukset ovat epätodennäköisiä. Ilman epäpuhtauksista aiheutuneet terveysvaikutukset liittyvät lähinnä lyhytkestoiisiin kohonneiden hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien hengitysteitä ärsyttävään vaikutukseen. 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 ungefär 4 000 ton per år i Åboregionen. Kvävedioxidutsläppen har varit ungefär 6 000 – 5 500 ton per år varav under en tredjedel är orsakad av trafiken. Partikelutsläppen har också minskat märkbart sedan slutet av 1980-talet och har legat på nivån 400 – 500 ton per år de senaste åren. Variationen i utsläppen från industrin och kraftverken beror på olika driftstider under dessa år.

Luftkvaliteten mäts på sex ställen i Åbonejden. Två mätstationer finns i Åbo (Salutorget och Runsala), två i Reso (centrum och Kaanaa), en i centrum av Nådendal och en i centrum av S:t Karins. Föroreningar som mäts är kväveoxider, respirabla partiklar, svaveldioxid och ozon. Vindriktning och vindhastighet mäts med väderstationen på Johannehöjden.

Föroreningshalterna jämförs med riktvärden och gränsvärden. I Åbonejden överskreds inget gränsvärde. Gränsvärdet ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) för respirabla partiklar överskreds i Åbo centrum 7, i Nådendal och Reso 8 samt i St Karins 4 dygn. Av de övriga föroreningarna mättes inga överskridningar av gränsvärdena. På Salutorget överskreds kvävedioxidriktvärdet i december. I Nådendal och i Reso överskreds riktvärdet för respirabla partiklar i mars. Svaveldioxidriktvärdena inte överskreds. På Runsala ozonmålvärdet för förebyggande av olägenheter för hälsan för år 2010 inte överskreds.

Med luftkvalitetsindex mätt har luftkvaliteten vanligen varit tillfredsställande i Åbonejden sånär som på i S:t Karins luftkvaliteten var vanligen god. Dålig eller mycket dålig (indexvärde över 100) var luften i Åbo under fem dagar, i Reso och i Nådendal under nio och i S:t Karins under åtta dagar. De höga indexvärdena orsakades på våren av höga halter respirabla partiklar och på vintern av höga kvävedioxidhalter. Luftkvaliteten bedömdes vara god i Nådendal under 153, i S:t Karins under 179, i Reso under 74 och på salutorget under 59 dygn.

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

ABSTRACT

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

The emissions of sulphur dioxide have reduced radically from the beginning of the 1980's. During the past few years the annual sulphur dioxide emissions have been about 4 000 tons. The emissions of nitrogen dioxide have been about 5 500 to 6 000 tons per year from which the share of the traffic emissions has been about one third. The emissions of particles have reduced since the late 1980's and during the last years the emissions have been about 400 to 500 tons per year. The annual emissions of industrial and energy production plants depend on the annual operation hours.

Ambient air quality in Turku region was monitored in six monitoring stations. Two of the stations located in Turku (Market Square and Ruissalo), two located in Raisio (centre and Kaanaa), one in the centre of Naantali and one in the centre of Kaarina. The components monitored were nitrogen oxides, fine (thoracic) particles, sulphur dioxide and ozone. Wind speed and direction were monitored in Juhannuskukkula weather station.

Concentrations of impurities in the ambient air are compared to the guideline and limit values. Limit values were not exceeded in Turku region. The concentrations of fine particles exceeded the numeric value of the limit value in city centre of Turku during seven days, in Naantali and in Raisio during eight days and in Kaarina during four days. Concentrations of other impurities did not exceed the numeric values of the limit values. Nitrogen dioxide concentrations in the Turku Market Square exceeded the guideline value in December. In Naantali and in Raisio the guideline value of fine particles was exceeded in March. Sulphur dioxide concentrations did not exceed the guideline values. The target value for ozone set for the prevention of health effects for the year 2010 was not exceeded.

When ambient air quality is characterised by air quality index, the air quality in Turku region was normally fair except in Kaarina where air quality was normally good. Air quality was classified as poor or very poor (index value above 100) five days in Turku, nine in Raisio and in Naantali and eight in Kaarina. The highest index values were caused by fine particles in the spring and during winter by nitrogen dioxide. Air quality was classified as good in Naantali during 153, in Kaarina during 179, in Raisio during 74 and in Turku centre during 59 days.

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

SISÄLLYS

LUETTELO KUVISTA	6
SANASTO.....	8
1 JOHDANTO	9
2 PÄÄSTÖT.....	9
2.1 RIKKIDIOKSIDI.....	9
2.2 TYPEN OKSIDIT.....	10
2.3 HIUKKASET	11
3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	11
4 SÄÄOLOSUHTEET	12
5 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT	13
6 ILMANLAATUINDEKSI	15
6.1 INDEKSIEN LASKEMINEN	15
6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA	16
7 TAUSTAPITOISUUDET UTÖSSÄ	17
8 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA	17
8.1 ILMANLAATU TURUSSA	18
8.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA.....	18
8.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET	18
8.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET.....	20
8.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET	22
8.1.5 TURUN OTSONIPITOISUUDET	23
8.2 ILMANLAATU RAISIOSSA	25
8.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA	25
8.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET	25
8.2.2 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET	27
8.2.3 RAISION HIUKKASPITOISUUDET	29
8.3 ILMANLAATU NAANTALISSA	30
8.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA	31
8.3.2 NAANTALIN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET	31
8.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET	32
8.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET	34
8.4 ILMANLAATU KAARINASSA	35
8.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA.....	36
8.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET.....	36
8.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET	37
9 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA.....	39
9.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN	39
9.1.1 YLEISTÄ	39
9.1.2 RIKKIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET.....	41
9.1.3 TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET	41
9.1.4 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET	41
9.1.5 OTSONIN VAIKUTUKSET	42

9.2	VAIKUTUKSET LUONTOON	42
9.2.1	YLEISTÄ	42
9.2.2	RIKKIDIOKSIDIN JA TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET.....	43
9.2.3	ALAILMAKEHÄN OTSONIN VAIKUTUKSET	43
9.2.4	HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET.....	43
10	YHTEENVETO	43
10.1	MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS	44
10.2	PÄÄSTÖT	44
10.3	ILMANLAATU TURUSSA.....	44
10.4	ILMANLAATU RAISIOSSA	44
10.5	ILMANLAATU NAANTALISSA	45
10.6	ILMANLAATU KAARINASSA.....	45
10.7	TERVEYSVAIKUTUKSET	45
10.8	LUONTOVAIKUTUKSET	45
10.9	VINKKEJÄ KUNTALAISILLE	45
	LÄHTEET.....	47
	LIITE 1	49

LUETTELO KUVISTA

KUVA	AIHE	SIVU
1	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	10
2	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typpidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.	10
3	Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten hiukkaspäästöjen kehitys Turun seudulla.	11
4	Tuulensuuntien jakautuminen Turun lentoasemalla vuonna 2005.	13
5	Ilmanlaatuindeksin jakautuminen eri luokkiin vuonna 2005.	17
6	Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.	18
7	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1989 – 2005.	19
8	Ruissalon vuorokausiohjeeseen verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2003 – 2005.	19
9	Ruissalon rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvot tuulen suunnan mukaan.	20
10	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Turun kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1991 – 2005.	20
11	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun kauppatorilla vuosina 2003 – 2005.	21
12	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat tuntikeskiarvot Turun kauppatorilla vuosina 2003 – 2005.	21
13	Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	22
14	Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen nopeuden mukaan.	22
15	Hengitettävien hiukkasten ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot kauppatorilla vuosina 2003 – 2005.	23
16	Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	23
17	Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot vuosina 2003 – 2005.	24
18	Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa ja Utössä vuonna 2005.	24
19	Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	25
20	Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005	25
21	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä vuosina 1990 – 2005.	26
22	Kaanaan vuorokausiohjeeseen verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2003 – 2005.	26
23	Kaanaan rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan vuonna 2005.	27
24	Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä vuosina 1990 – 2005.	27
25	Typpidioksidipitoisuuden ohjeeseen verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 – 2005.	28
26	Typpidioksidin ohjeeseen verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 – 2005.	28

27	Raision tyypidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	29
28	Raision tyypidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen suunnan mukaan.	29
29	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 – 2005.	30
30	Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	30
31	Naantalın ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.	31
32	Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä vuosina 1989 – 2005.	31
33	Vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa vuosina 2003 – 2005.	32
34	Naantalın rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan vuonna 2005.	32
35	Tyypidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä.	33
36	Tyypidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 – 2005.	33
37	Tyypidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 – 2005.	34
38	Naantalın tyypidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	34
39	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 – 2005.	35
40	Naantalın hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina.	35
41	Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.	36
42	Tyypidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005.	36
43	Tyypidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005.	37
44	Kaarinan tyypidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.	37
45	Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005.	38
46	Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina.	38
47	Hiukkasten pääsy elimistöön.	40

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.
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	Halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (1 μm = 1/1000 mm) kokoiset ilmassa leijuvat hiukkaset, jotka kulkeutuvat hengitysteihin.
Hiilimonoksidi (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.
Ohjearvo	Ilmanlaadun mittaustuloksia verrataan ohje- ja raja-arvoihin. Kansalliset ohjearvot on määritelty Valtioneuvoston päätöksessä (480/96) ja ne ovat pääosin terveysperusteisia ja ne ovat tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille.
Otsoni (O ₃)	Hapen muoto, jossa molekyyli muodostuu kolmesta happiatomista. Otsoni on voimakas hapetin, joka korkeina pitoisuuksina ärsyttää hengitysteitä.
Raja-arvo	Raja-arvot ovat ohjearvoja sitovampia ja ne perustuvat EU-direktiiveihin. Ilmansuojeluviranomaisten on estettävä niiden ylittyminen käytettävissä olevin keinoin.
Rikkidioksidi (SO ₂)	Rikin oksidi, jota syntyy rikin tai rikkiä sisältävän yhdisteiden palaessa ilmassa. Myrkyllinen kaasu, joka aiheuttaa myös ympäristöhaittoja, kuten happamoitumista.
Typen oksidit (NO _x)	Typen ja hapen muodostamat kaasumaiset yhdisteet typpidioksidi (NO ₂) ja typpimonoksidi (NO). Typen oksideja syntyy pääasiassa palamisessa ja ne aiheuttavat happamoitumista, rehevöitymistä, korroosiota, terveydellisiä ongelmia sekä osallistuvat alailmakehän otsonin muodostumiseen.
Iskemia	Paikallinen verenpuute, paikallinen verettömyys, kudoksen hapenpuute.
Krooninen obstruktiivinen keuhkoputkentulehdus	Keuhkoputken tulehdus, jossa esiintyy keuhkoputken pysyvää ahtautumista.
Epidemiologia	Tieteenala joka tutkii tautien esiintyvyyttä suhteessa niiden vaaratekijöihin.
Alveoli	Keuhkorakkulat (alveolus); noin puolen millimetrin läpimittaisia puolipalloja, joista suurin osa keuhkokudoksesta koostuu ja joiden seinämien läpi hengityskaasut vaihtuvat.
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.

1 JOHDANTO

Ilmanlaadun seurannan järjestämiseksi Turun kaupunkiseudulle perustettiin vuonna 1988 ilmansuojelun yhteistyöryhmä. Nykyään yhteistyöryhmän muodostavat Turun, Raision, Naantalın ja Kaarinan kaupungit sekä Fortum Power and Heat Oy:n Naantalın voimalaitos, Neste Oil Oyj:n Naantalın jalostamo, Turku Energia Oy, Varissuon Lämpö Oy, Fortum Lämpö Oy, Turun Satama sekä Aker Finnyards Oy. Käytännön tarkkailutyön ja raportoinnin hoitaa Turun kaupungin ympäristönsuojelutoimisto.

Vuonna 2005 ilmanlaadun mittausverkosto käsitti yhteensä kuusi mittauspistettä (taulukko 1, kansikuva) sekä sääaseman, jossa mitattiin tuulen suuntaa ja nopeutta.

Taulukko 1. Turun seudun ilmanlaadun mittauspiste ja mitattavat epäpuhtaudet.

Mittauspiste	Typen oksidit	Hengitettävät hiukkaset	Rikkidioksidi	Otsoni
Turku, Kauppatori	X	X		
Turku, Ruissalo	X		X	X
Raisio, keskusta	X	X		
Raisio, Kaanaa			X	
Naantali, keskusta	X	X	X	
Kaarina, keskusta	X	X		

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

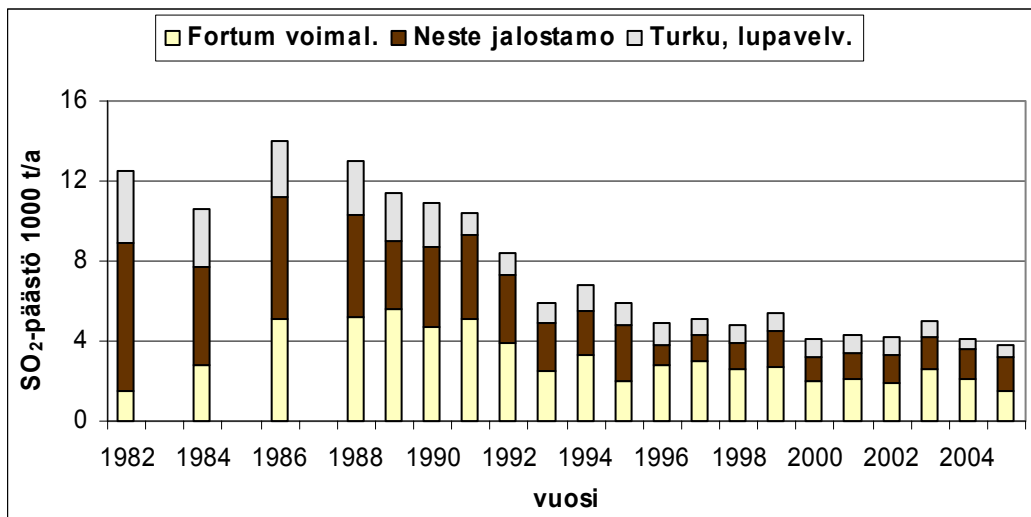
Hiilimonoksidi (häkä), rikkidioksidi, hiilivedyt, hiukkaset (noki, tuhka jne.) ja typen oksidit (NO ja NO₂) ovat viisi merkittävintä ilman epäpuhtautta. Ilman epäpuhtaudet aiheuttavat erilaisia terveys- ja ympäristövaikutuksia.

2 PÄÄSTÖT

2.1 RIKKIDIOKSIDI

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2005 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa yhteensä noin 3809 tonnia; osa esite-tyistä päästöistä perustuu vuoden 2004 tietoihin (liite 1). Laitosten sijaintikunnan mukaan kokonaispäästö jakaantui siten, että Naantalissa sijaitsevien laitosten osuus oli 83, Turun laitosten 17 ja Raision sekä Kaarinan laitosten 0 prosenttia päästöistä.

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt ovat pääsääntöisesti pienentyneet Turun seudulla vuoden 1986 jälkeen (kuva 1). Vuonna 2005 kokonaispäästöt laskivat hieman vuoteen 2004 verrattuna. Vuotuiset vaihtelut laitosten päästöissä aiheutuvat käyttömäärien vaihteluista.

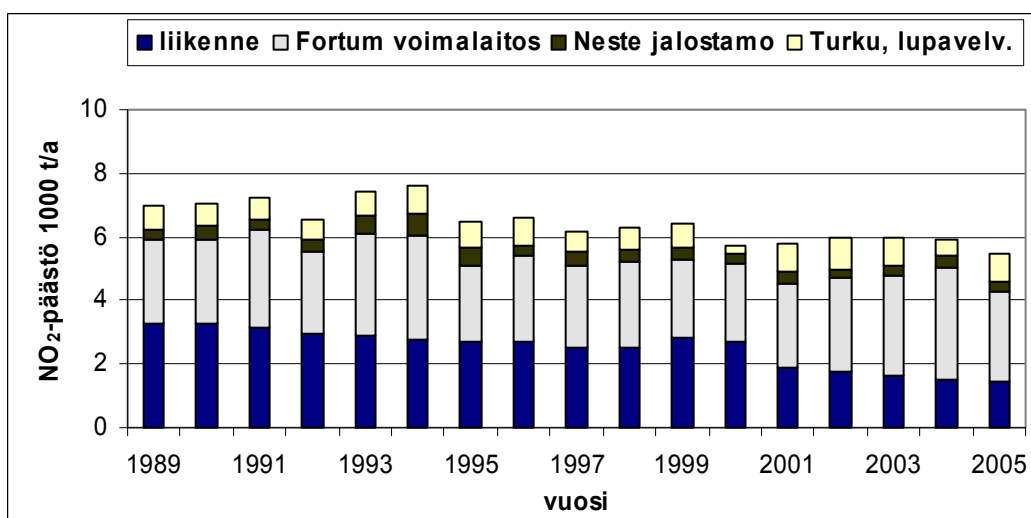


Kuva 1. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla.

2.2 TYPEN OKSIDIT

Vuonna 2005 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli noin 4113 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuoden 2004 tietoihin (liite 1). Kokonaispäästöt olivat vuonna 2005 noin 327 tonnia pienemmät kuin vuonna 2004. Laskennallisesti vuodelle 2005 selvitetty liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla yhteensä 1428 t (VTT: Liisa 2004). Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turussa 901 t/a, Raisiossa 239 t/a, Naantalissa 75 t/a ja Kaarinassa 214 t/a. Matalan päästökorkeutensa vuoksi liikenteen päästöjen merkitys paikalliseen ilmanlaatuun on kuitenkin suurempi kuin lupavelvollisten laitosten.

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



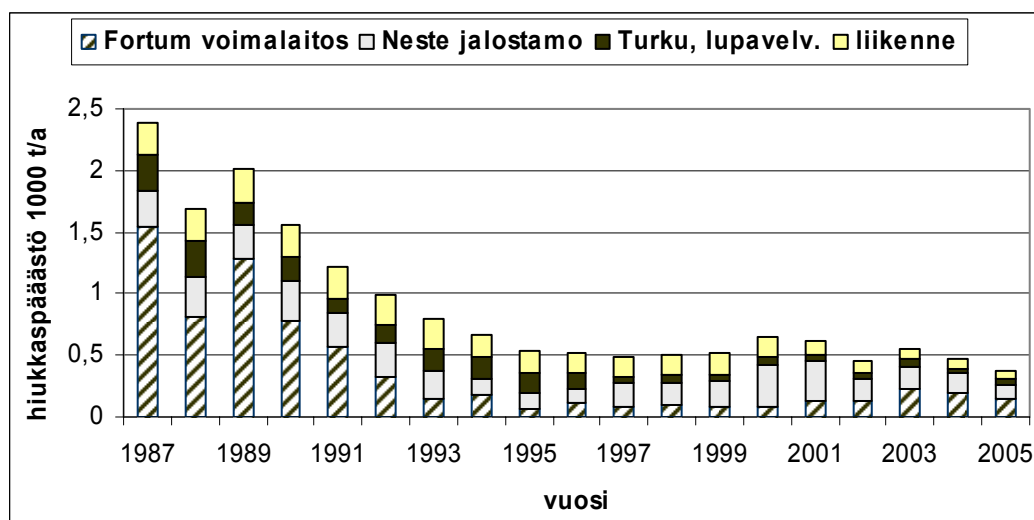
Kuva 2. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typpidioksidipäästöjen kehitys Turun seudulla. Liikenteen osuudessa on mukana Kaarinan liikenteestä aiheutuneet päästöt vuodesta 1999 alkaen. Vuonna 2001 liikenteen päästöjen laskentatapa on muuttunut.

2.3 HIUKKASET

Ulkoilman hiukaspitoisuuksiin 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) tutkimuksen 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 hiukaspitoisuuksissa on vähäinen. Pienen kokonsa vuoksi pakokaasuhiukkasten terveydellinen merkitys on kuitenkin suuri. Vuonna 2005 ympäristönsuojelulain mukaan lupavelvollisten laitosten hiukaspäästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 308 tonnia; osa esitetyistä päästöistä perustuu vuoden 2004 tietoihin (liite 1). Energiantuotannon ja teollisuuden ilmoittamat hiukaspäästöt sisältävät koko hiukkasaineksen eivätkä siten ole verrattavissa mitattuihin hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuksiin. Laitosten päästöt vaihtelevat vuosittain käyttömäärien mukaan.

Liikenteen pakokaasuista aiheutuvat laskennalliset hiukaspäästöt olivat vuonna 2005 yhteensä noin 77 tonnia (VTT: Liisa 2004). Liikenteestä aiheutuvat hiukaspäästöt olivat Turussa 49, Raisiossa 13, Kaarinassa 11 ja Naantalissa 4 tonnia. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn ns. re-suspension määrää on vaikea arvioida. Lupavelvollisten laitosten hiukaspäästöt laskivat vuonna 2005 noin 84 tonnia vuoden 2004 päästöihin verrattuna (kuva 3).



Kuva 3. Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten hiukaspäästöjen kehitys Turun seudulla. Liikenteen päästöihin on laskettu mukaan Kaarinan hiukaspäästöt vuodesta 1999 alkaen. Vuonna 2001 liikenteen päästöjen laskentatapa on muuttunut.

3 ILMANLAADUN MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Mittausjärjestelmä käsitti vuonna 2005 kolme rikkidioksidin (SO₂), viisi typen oksidien (NO_x), neljä hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja yhden otsonin (O₃) mittauspisteen sekä Juhannuskukkulan sääaseman, jossa seurattiin tuulen suuntaa ja nopeutta. Mittauspaikat on valittu lähinnä Ilmatieteen laitoksen tekemien leviämisselvitysten perusteella. Sijoituksessa on lisäksi otettu huomioon väestön sijoittuminen, erilaisten laitosten (koulut, päiväkodit, sairaalat yms.) sijainti sekä luonnonsuojelullisesti merkittävät alueet.

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

Turun keskustassa ilmanlaatua tarkkailtiin kauppatorilla, jossa mitattiin typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. **Ruissalon mittauspisteellä** mitattiin rikkidioksidin ja otsonin sekä typen oksidien pitoisuuksia. Otsonin mittauspisteellä pyrittiin seuraamaan otsonin pitoisuuksia keskusta-alueen ulkopuolella, sillä typen oksidit ovat mukana otsonin muodostumis- ja häviämisreaktioissa.

Raisiossa ilmanlaatua tarkkailtiin kahdella mittauspisteellä, keskustassa ja Kaanaalla. Keskustan mittauspisteellä, Opinpolulla, mitattiin typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Kaanaalla mitattiin rikkidioksidipitoisuuksia. Raision 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, joiden asiakasryhmät ovat erityisen herkkiä mahdollisille korkeille ilman epäpuhtauspitoisuuksille.

Ilmanlaatumittausten laadunvarmennus

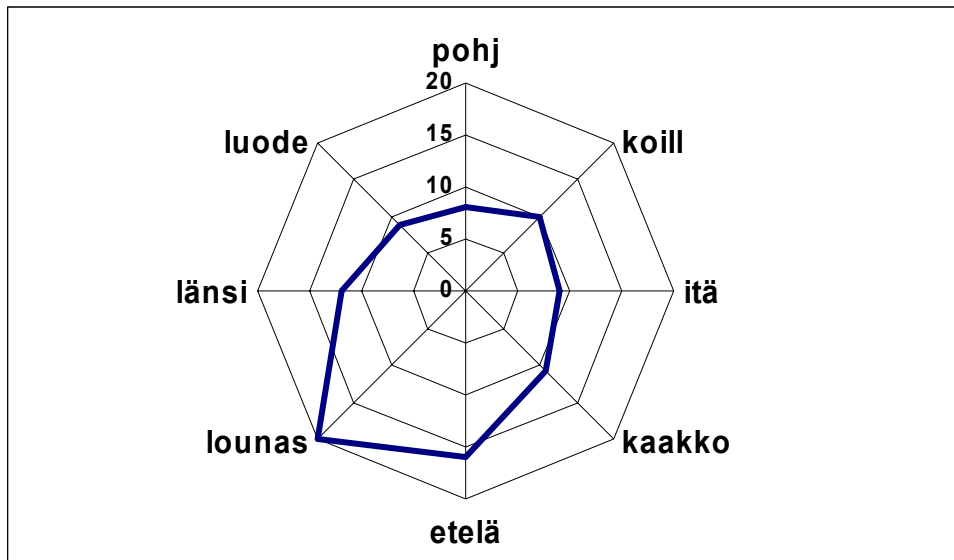
Vuonna 2005 mittausjärjestelmä toimi hyvin. Vuoden 2005 aikana kaasuanalysointilaitteet kalibroitiin keskimäärin kerran kahdessa kuukaudessa. Omien kalibrointien lisäksi suoritettiin ulkopuolisen konsultin toimesta kalibrointikierron, jolloin kalibroitiin myös hengitettävien hiukkasten analysointilaitteet. Kalibrointikierron osoitti laitteiden toimivan hyvin. Lisäksi analysointilaitteiden nolla- ja aluetasot tarkistettiin automaattisesti kerran vuorokaudessa niiden toiminnan varmistamiseksi. Ruissalon typen oksidien mittaus ei ollut toiminnassa joulukuussa eikä Naantalin rikkidioksidin mittaus elokuussa laitevikojen vuoksi.

4 SÄÄOLOSUHTEET

Tiedot lämpötilasta, tuulen suunnasta ja nopeudesta sekä sademäärästä ja ilman suhteellisesta kosteudesta saatiin Ilmatieteen laitoksen Turun lentoaseman säähavaintoasemalta. Lämpötilaa seurattiin myös kauppatorin mittauspisteellä.

TUULI

Vuoden 2005 keskimääräiseksi tuulen nopeudeksi mitattiin Turun lentoasemalla 3,0 m/s. Tuulisinta oli tammikuussa (3,7 m/s) ja vähätuulisinta maaliskuu- ja heinäkuussa (2,3 m/s). Tyyntä (alle 1 m/s) oli 5 % mittausajasta. Vuonna 2005 vallitseva tuulensuunta oli Turun lentoasemalla lounaasta (kuva 4).



Kuva 4. Tuulensuunnan jakautuminen Turun lentoasemalla vuonna 2005.

LÄMPÖTILA

Vuoden 2005 keskilämpötila oli Turun kauppatorilla 6,0 °C ja lentoasemalla 5,9 °C. Ilmatieteen laitoksen Turun lentoasemalla normaalikautena 1971 - 2000 mittaama lämpötilan pitkäaikainen keskiarvo on ollut +5,2 °C. Vuositasolla keskilämpötila oli siten tavallista korkeampi.

SADEMÄÄRÄ

Vuoden 2005 sademäärä oli keskimääräistä korkeampi. Kokonaissademäärä oli Turussa 734 mm. Pitkäaikaiskeskiarvo vuosilta 1971 - 2000 on 699 mm. Tammi-, heinä- ja elokuussa 2005 sademäärä oli pitkäaikaiseen sademäärään verrattuna lähes kaksinkertainen. Maaliskuussa sademäärä oli pitkäaikaista sademäärää huomattavasti pienempi.

ILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS

Turun lentoasemalla mitattu ilman suhteellinen kosteus oli vuonna 2005 keskimäärin 78 %. Pitkäaikainen keskiarvo vuosilta 1971 - 2000 on 79 %.

5 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Mittaustulosten käsittelyssä ja tarkastelussa on käytetty perustana valtioneuvoston syyskuussa 1996 voimaan astuneita ilmanlaadun ohjearvoja (VNp 480/1996 ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista). Taulukossa 2 on esitetty valtioneuvoston antamat ohjearvot (VNp 480/1996) hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksille.

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

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

Typpidioksidin osalta ohjearvot ylittyivät Turun kauppatorilla joulukuussa. Muilla mittausasemilla ei typpidioksidin osalta mitattu ohjearvon ylityksiä. Rikkidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoja Turun seudulla. Hengitettävien hiukkasten ohjearvo ylittyi sekä Naantalissa että Raisiossa maaliskuussa. Muilla mittausasemilla ei hengitettävien hiukkasten ohjearvon ylityksiä mitattu.

Valtioneuvosto on antanut 9.8.2001 asetuksen ilmanlaadusta (711/2001), jolla pannaan täytäntöön EY:n direktiivi 1999/30/EY ilmassa olevien rikkidioksidin, typpidioksidin, typen oksidien, hiukkasten ja lyijyn pitoisuuksien raja-arvoista (taulukko 3) sekä eräitä ilmanlaadun arvioinnista ja hallinnasta annetun direktiivin 1996/62/EY säännöksiä.

Taulukko 3. Valtioneuvoston 15.8.2001 antamat raja-arvot (711/2001).

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

1) Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

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

* Lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuuksia ei mitattu Turun kaupunkiseudulla vuonna 2005

Hengitettävien hiukkasten raja-arvon numeroarvo (50 µg/m³) ylittyi Turun keskustassa 7, Naantalissa 8, Raisiossa 8 ja Kaarinassa 4 vuorokautena. Muiden mitattujen epäpuhauksien osalta raja-arvot tai raja-arvon numeroarvot eivät ylittyneet Turun seudulla.

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

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

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

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

Peruste	Kynnysarvo (20 °C, 1 atm)	Tilastollinen määrittely
Väestölle tiedottaminen	180 µg/m ³	Tuntikeskiarvo
Väestön varoittaminen	240 µg/m ³	Tuntikeskiarvo

Ruissalossa ei mitattu tavoitearvon 120 µg/m³ ylittäviä pitoisuuksia vuonna 2005. Otsonin AOT40-tavoitearvo vuodelle 2010 kasvillisuuden suojelemiseksi on 18 000 µg/m³ h. Vuoden 2005 Ruissalon otsonipitoisuuksista laskettu AOT40 luku on 3178 µg/m³ h (18 % tavoitearvosta). Otsonin tiedotus- ja varoituskynnyspitoisuudet eivät ylittyneet.

6 ILMANLAATUINDEKSI

6.1 INDEKSIIN LASKEMINEN

Vuoden 2005 aikana ilmanlaatua kuvaava indeksi laskettiin Turun, Naantalien ja Kaarinan keskustojen sekä Raision mittausasemien tuloksista. Indeksia laskettaessa mitattuja ilman epäpuhtauspitoisuuksia verrataan ilmanlaadun ohjearvoihin. Turun keskustan indeksi koostui kauppatorin mittauspisteen typpidioksidin (NO₂) ja hengitettävän pölyn (PM₁₀) tuloksista. Naantalien mittauspisteellä indeksi koostui rikki- ja typpidioksidin sekä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Raision indeksi koostui keskustan mittauspisteen typpidioksidi- ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista sekä Kaanaan rikkidioksidipitoisuuksista. Kaarinan indeksi koostui typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

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

Taulukko 6. Ilmanlaatuindeksin laskennassa käytettävät epäpuhtauksien taitepisteet.

Indeksin arvo	CO mg/m ³ (1 h)	NO ₂ µg/m ³ (1 h)	SO ₂ µg/m ³ (1 h)	O ₃ µg/m ³ (1 h)	PM ₁₀ µg/m ³ (1 h)
50	4	40	20	60	20
75	8	70	80	120	70
100	20	150	250	150	140
150	30	200	350	180	210

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

Taulukko 7. Indeksien määrittely (YTV).

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

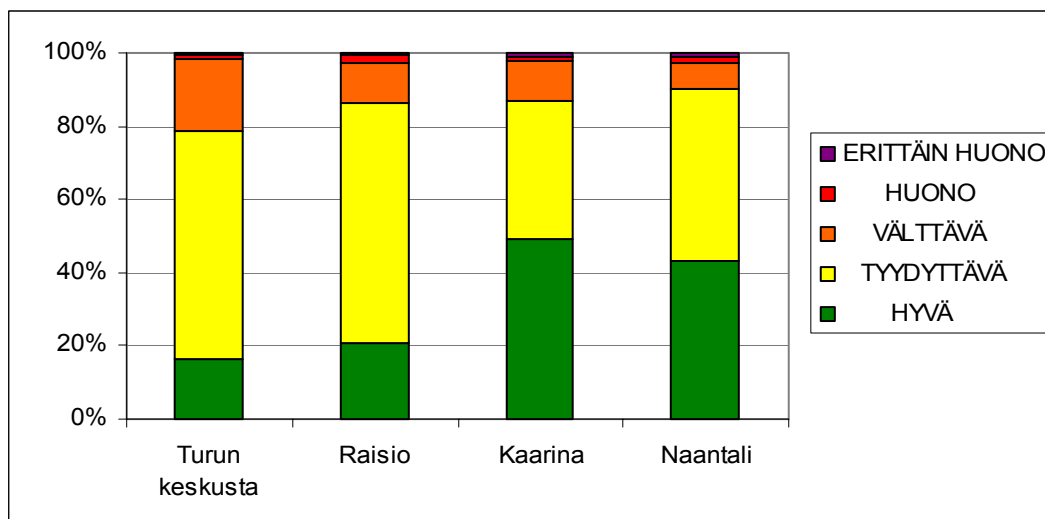
Indeksistä tiedotettiin Turun kaupunkiseudun paikallislehdille ja -radioille lähetettävällä faksilla arkipäivisin mikäli ilmanlaatu heikkeni huonoksi tai erittäin huonoksi ja tilanteen uskottiin kestävän useita tunteja. Turun Sanomien sääsivulla julkaistiin päivittäin Turun keskustan indeksiä. Reaaliaikaisesti indeksi oli näkyvä Internetissä osoitteessa:
<http://www2.ytv.fi/ilmanl/nyt/etusivu.phtml>

6.2 TURUN SEUDUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Vuonna 2005 ilmanlaatu luokiteltiin Kaarinassa yleensä hyväksi ja muilla mittausasemilla yleensä tyydyttäväksi (taulukko 8 ja kuva 5).

Taulukko 8. Ilmanlaatuindeksien päivittäisten maksimiarvojen jakautuminen eri luokkiin vuonna 2005.

	Turun keskusta	Raisio	Kaarina	Naantali
ERITTÄIN HUONO	1	2	3	3
HUONO	4	7	5	6
VÄLTTÄVÄ	72	41	39	26
TYYYDYTTÄVÄ	229	237	139	167
HYVÄ	59	74	179	153



Kuva 5. Ilmanlaatuindeksin jakautuminen eri luokkiin vuonna 2005.

Korkeimmat ilmanlaatuindeksin arvot aiheutuivat yleensä kohonneista typpidioksidin pitoisuuksista, mutta varsinkin keväällä hiekoitushiekan pölytessä myös hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

7 TAUSTAPITOISUUDET UTÖSSÄ

Turun seudun rikkidioksidi-, typpidioksidi- ja otsonipitoisuuden taustapitoisuutta kuvaamaan valittiin Ilmatieteen laitoksen Utön mittauspisteeltä Korppoosta saadut mittaustulokset.

Korkein rikkidioksidin kuukausikeskiarvo mitattiin Utön tausta-aseamalla helmikuussa, jolloin pitoisuudeksi mitattiin $2,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Alhaisimmat kuukausikeskiarvot mitattiin syyskuussa ($0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Typpidioksidipitoisuudet olivat korkeimmillaan huhtikuussa ($6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Alhaisin kuukausikeskiarvo mitattiin elokuussa, jolloin pitoisuus oli $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Typpidioksidipitoisuuksia ei Utössä mitattu loka-, marras- ja joulukuussa.

Korkeimmat otsonipitoisuudet mitattiin Utössä maaliskuu- ja huhtikuussa, jolloin kuukausikeskiarvo oli $85 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Alhaisimmat otsonipitoisuudet mitattiin marraskuussa ($52 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

8 ILMANLAATU TURUN KAUPUNKISEUDULLA

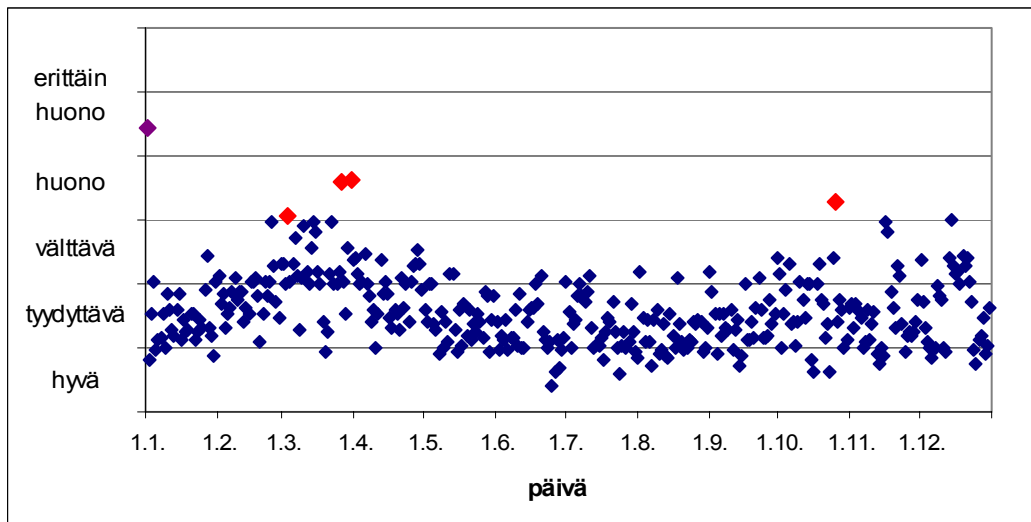
Seuraavissa kappaleissa on esitetty ilmanlaatujärjestelmän tuottamat rikkidioksidin, typpidioksidin, hiukkasten ja otsonin mittaustulokset ja niistä lasketut ilmanlaatuindeksit vuodelta 2005. Pitoisuudet on laskettu $20 \text{ }^\circ\text{C}$ lämpötilaan lukuun ottamatta hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) tuloksia, jotka on laskettu vallitsevaan ilmanpaineeseen ja lämpötilaan, paitsi ohjearvovertailussa.

8.1 ILMANLAATU TURUSSA

Turun keskustassa ilmanlaatuun vaikuttavat pääosin liikenteen päästöt sekä tuulen ja liikenteen maasta nostattama pöly. Teollisuuden päästöjen vaikutus Turun keskustan ilmanlaatuun on liikennettä pienempi. Ruissalossa ilmanlaatuun vaikuttaa lähinnä otsonipitoisuudet, mutta myös typen oksidit ja rikkidioksidi heikentävät Ruissalon ilmanlaatua.

8.1.1 TURUN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

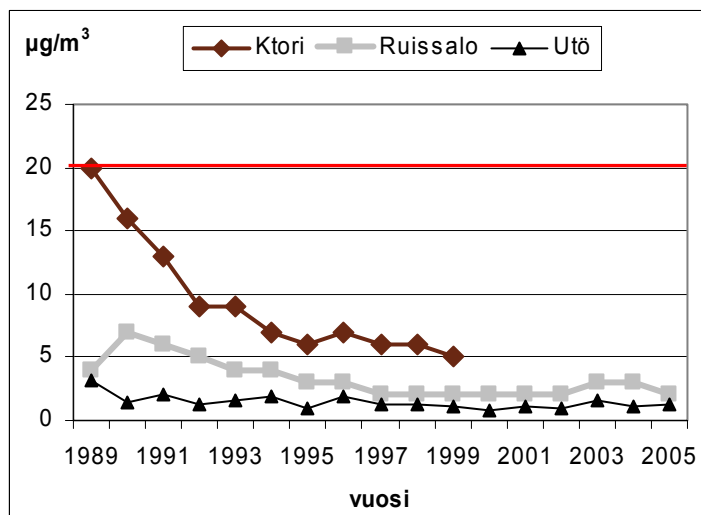
Turun keskustan ilmanlaatu oli indeksillä luonnehdittuna yleensä tyydyttävä (kuva 6). Korkeimmat indeksin arvot saatiin vuoden vaihteessa ilotulitusrakettien aiheuttamien hiukkasten vuoksi sekä keväällä hiekoitushiekan noustessa ilmaan tuulen ja liikenteen vaikutuksesta. Parhaimmillaan ilmanlaatu oli kesällä.



Kuva 6. Turun keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.

8.1.2 TURUN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Turun kauppatorilla, Ruissalossa sekä Utön tausta-asemalla vuosina 1989 - 2005 on esitetty kuvassa 7. Vuonna 2005 vuosikeskiarvo oli Ruissalossa $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kauppatorilla rikkidioksidin mittaus lopetettiin vuodenvaihteessa 1999 - 2000. Utössä vuosikeskiarvoksi mitattiin $1,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Laajoilla maa- ja metsätalousoalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla (VNp 480/96) rikkidioksidin vuosikeskiarvon ohjearvoksi on määritelty $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

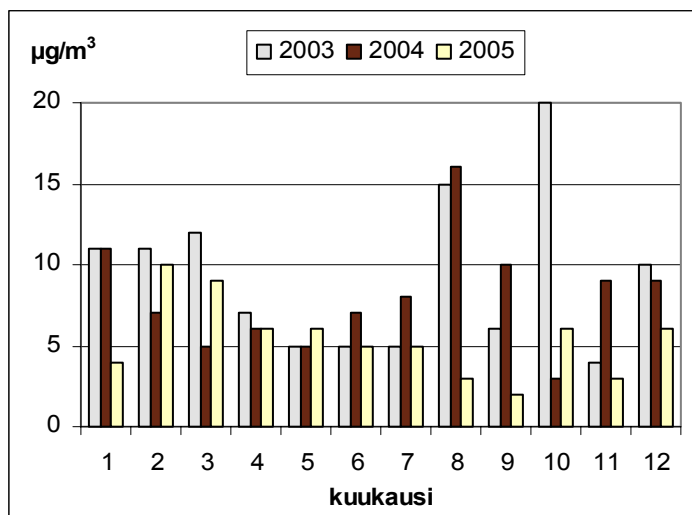


	Ktori	Rsalo
	µg/m ³	
1989	20	4
1990	16	7
1991	13	6
1992	9	5
1993	9	4
1994	7	4
1995	6	3
1996	7	3
1997	6	2
1998	6	2
1999	5	2
2000	lopetettu	2
2001		2
2002		2
2003		3
2004		3
2005		2

Kuva 7. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Turun kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1989 - 2005.

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

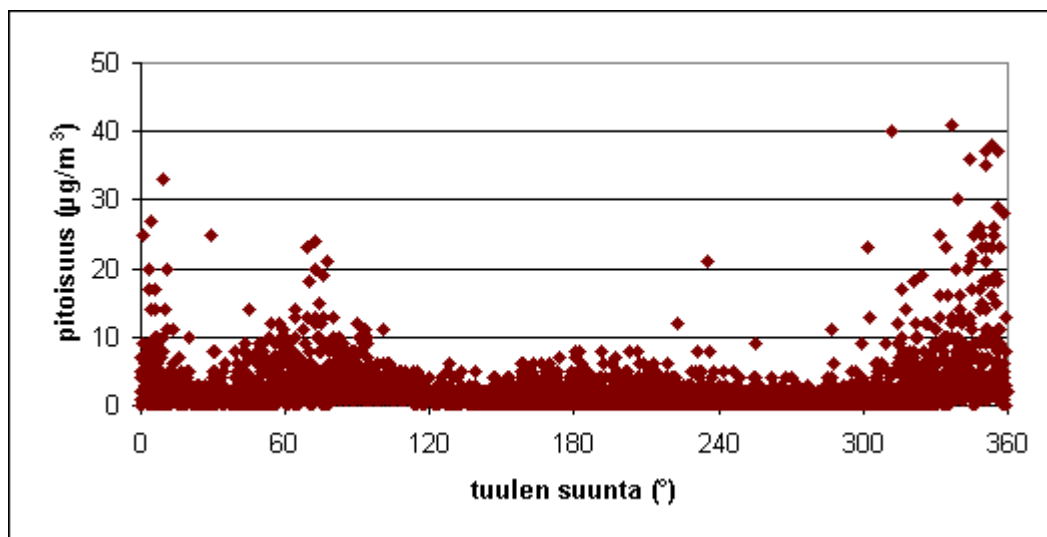
Ruissalossa korkeimmat rikkidioksidipitoisuuden vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrattavat pitoisuudet mitattiin helmikuussa (kuva 8). Korkeimmat tuntiohjearvoon (250 µg/m³) verrattavat pitoisuudet, 28 µg/m³ (11 % ohjearvosta), mitattiin lokakuussa.



	2003	2004	2005
	µg/m ³		
1	11	11	4
2	11	7	10
3	12	5	9
4	7	6	6
5	5	5	6
6	5	7	5
7	5	8	5
8	15	16	3
9	6	10	2
10	20	3	6
11	4	9	3
12	10	9	6

Kuva 8. Ruissalon vuorokausiohjearvoon verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2003 - 2005. Vuorokausiohjearvo on 80 µg/m³.

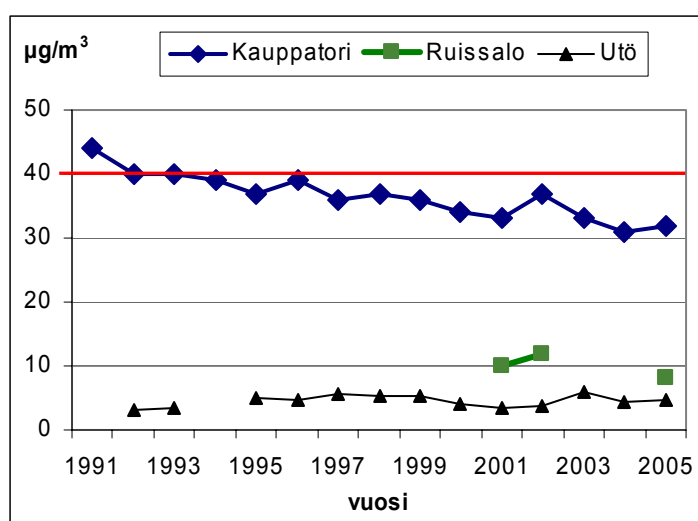
Kuvassa 9 on esitetty Ruissalon rikkidioksidipitoisuuksien jakautuminen tuulen suunnan mukaan. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin tuulen suunnan ollessa luoteesta koilliseen.



Kuva 9. Ruissalon rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvot tuulen suunnan mukaan.

8.1.3 TURUN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

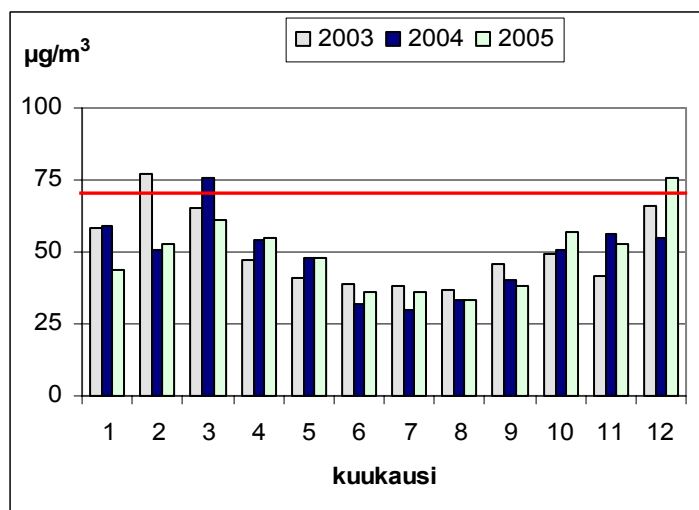
Turun keskustassa merkittävin typpidioksidin lähde on liikenne. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot kauppatorin, Ruissalon ja Utön mittausasemilla vuosina 1991 - 2005 on esitetty kuvassa 10. Vuonna 2005 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli kauppatorilla 32 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Ruissalossa 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tausta- asemalla Utössä 4,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosien 2003 ja 2004 Ruissalon typpidioksidipitoisuuksia ei ole esitetty mittauksessa olleiden häiriöiden vuoksi. Vuosikeskiarvolle ei ole annettu ohjearvoa, mutta sille on annettu raja-arvo 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



	Ktori	Rsalo
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1991	44	
1992	40	
1993	40	
1994	39	
1995	37	
1996	39	
1997	36	
1998	37	
1999	36	
2000	34	
2001	33	10
2002	37	12
2003	33	
2004	31	
2005	32	8

Kuva 10. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Turun kauppatorilla, Ruissalossa ja Utössä vuosina 1991 - 2005. Utön mittausmenetelmä on muuttunut vuonna 1996.

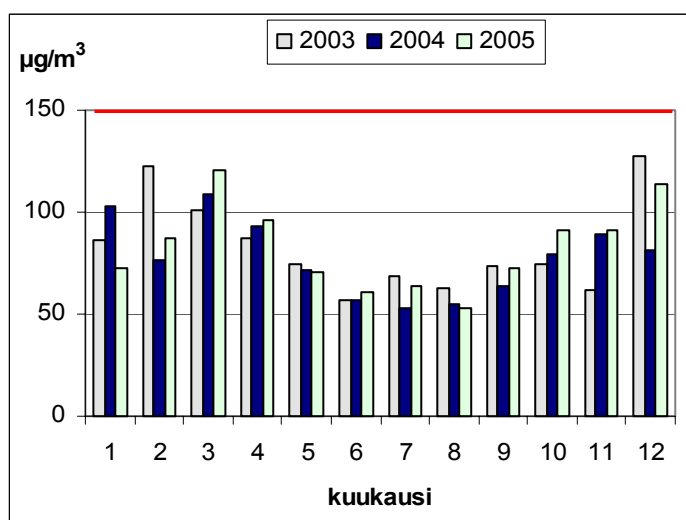
Kuvaan 11 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot kauppatorilla vuosina 2003 - 2005. Vuorokausiohjearvo on 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2005 kauppatorilla suurin vuorokausiarvo mitattiin joulukuussa, jolloin pitoisuus ylitti ohjearvon ollen 76 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (109 % ohjearvosta).



	2003	2004	2005
		µg/m ³	
1	58	59	44
2	77	51	53
3	65	76	61
4	47	54	55
5	41	48	48
6	39	32	36
7	38	30	36
8	37	33	33
9	46	40	38
10	49	51	57
11	42	56	53
12	66	55	76

Kuva 11. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Turun kauppatorilla vuosina 2003 – 2005.

Kuvassa 12 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot kuukausittain kauppatorilla. Tuntiohjearvo on 150 µg/m³. Kauppatorin korkeimmat arvot 121 µg/m³ (81 % ohjearvosta) mitattiin maaliskuussa.

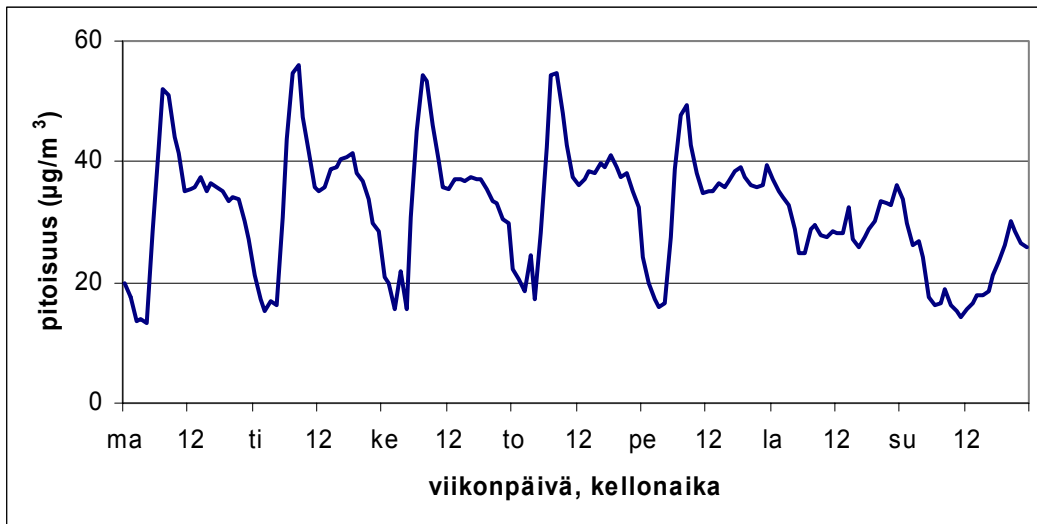


	2003	2004	2005
		µg/m ³	
1	86	103	73
2	123	76	87
3	101	109	121
4	87	93	96
5	75	72	71
6	57	57	61
7	69	53	64
8	63	55	53
9	74	64	73
10	75	79	91
11	62	89	91
12	127	81	114

Kuva 12. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot kuukausittain Turun kauppatorilla vuosina 2003 – 2005.

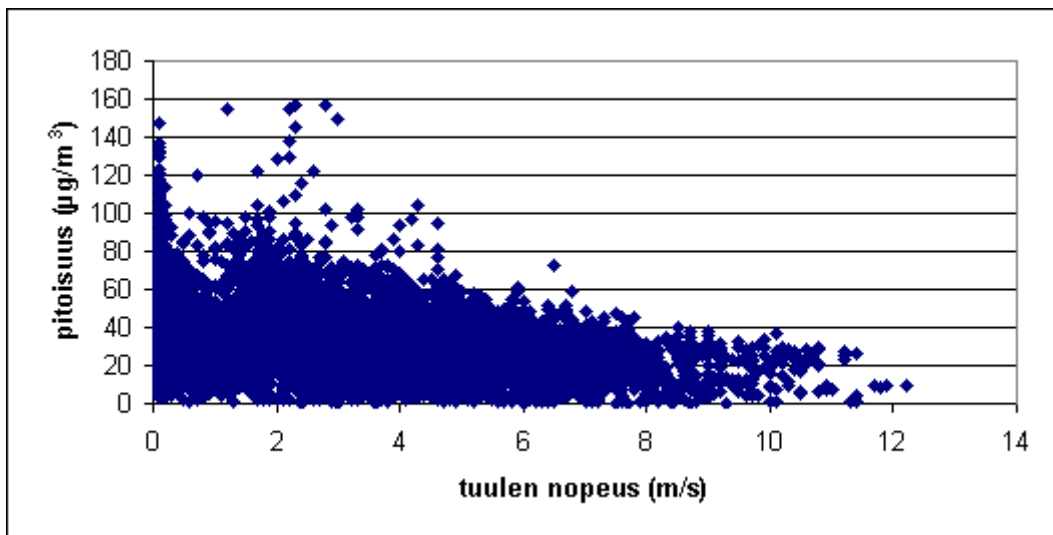
Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 13 on esitetty kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohdina. Sunnuntaisin pitoisuudet ovat merkittävästi alhaisemmat kuin arkipäivisin. Sunnuntaisin alhaisemmat pitoisuudet johtuvat pienemmistä liikennemääristä. Kauppatorin typpidioksidipitoisuudet vaihtelevat arkipäivisin liikennemäärien mukaan. Pitoisuudet ovat siten korkeimmillaan työmatkaliikenteen aikaan aamulla kello 7 - 9 ja alhaisimmillaan yöllä.



Kuva 13. Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

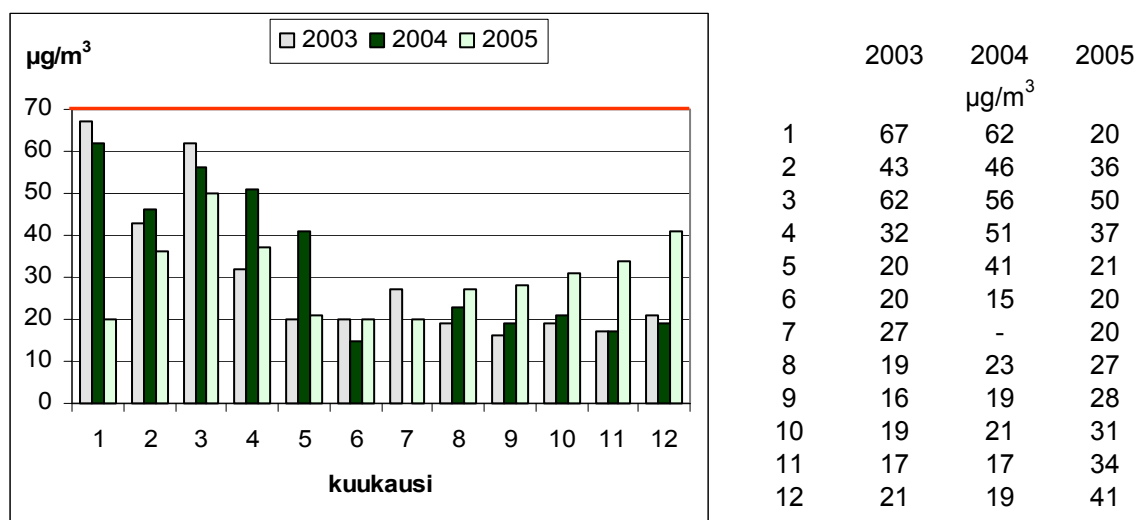
Kuvassa 14 on esitetty kauppatorin typpidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen nopeuden mukaan. Tuulen nopeuden ollessa korkea, ovat ilman sekoittumisolosuhteet hyvät, jolloin pitoisuudet ovat alhaiset.



Kuva 14. Kauppatorin typpidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen nopeuden mukaan.

8.1.4 TURUN HIUKKASPITOISUUDET

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo kauppatorilla vuonna 2005 oli $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvon ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jota ei Kauppatorilla ylitetty. Korkein ohjearvoon verrattava pitoisuus mitattiin maaliskuussa (kuva 15), jolloin vuorokausiarvo oli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (71 % ohjearvosta). Alhaisimmat vuorokausiarvot mitattiin tammi-, kesä- ja heinäkuussa, jolloin vuorokausiarvo oli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (29 % ohjearvosta).



Kuva 15. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat vuorokausikeskiarvot kauppatorilla vuosina 2003 - 2005.

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

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoin

Kuvassa 16 on esitetty kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Pitoisuudet olivat alhaisimmillaan sunnuntaisin sekä aamuöisin.



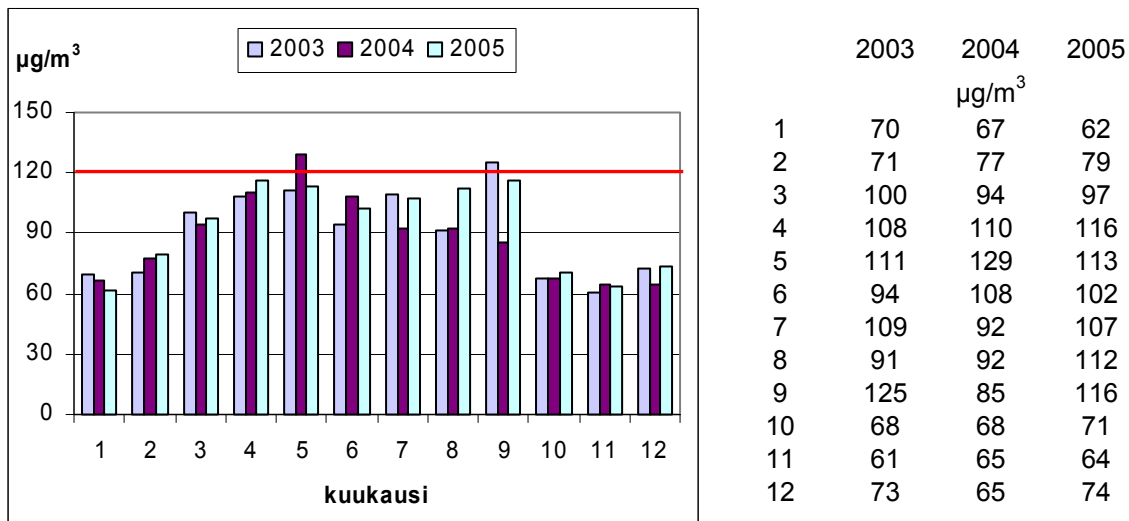
Kuva 16. Kauppatorin hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.1.5 TURUN OTSONIPITOISUUDET

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

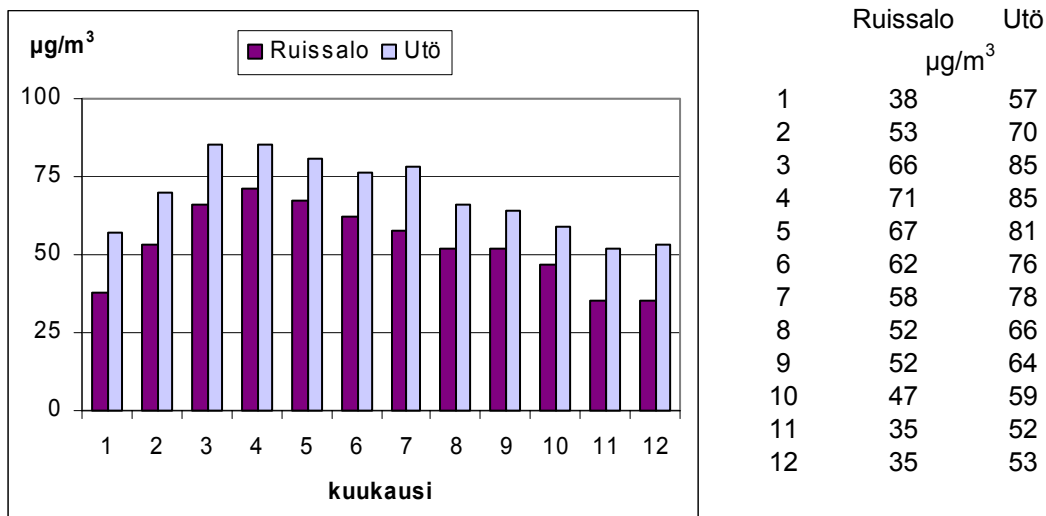
Otsonipitoisuuden mittaus aloitettiin Ruissalon Saaronniemessä tammikuussa 1999. Otsonille on annettu tavoitearvo $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuodelle 2010 eli korkein päivittäinen kahdek-

san tunnin keskiarvo, joka saa ylittyä enintään 25 päivänä kalenterivuodessa kolmen vuoden keskiarvona. Otsonin tavoitearvoa ei ylitetty vuonna 2005 (kuva 17).



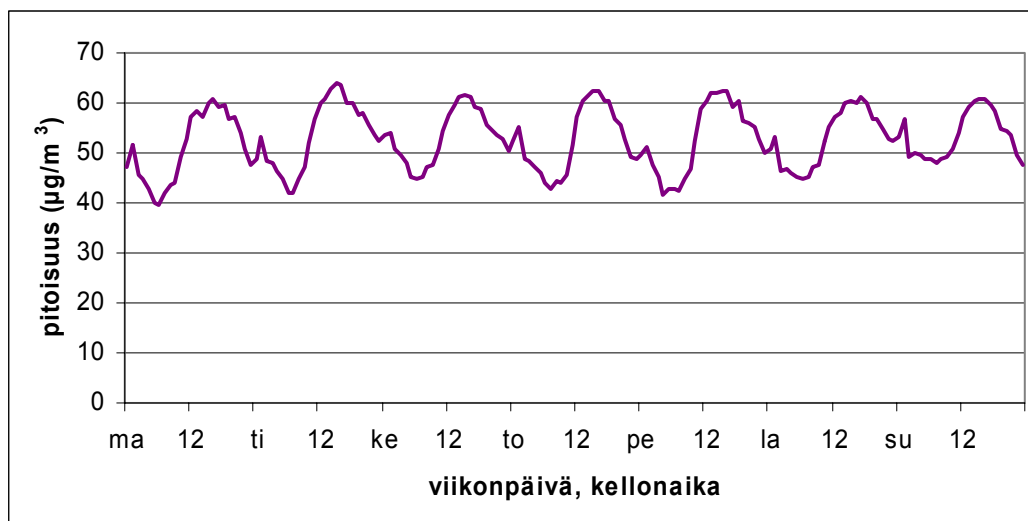
Kuva 17. Otsonipitoisuuksien korkeimmat 8 tunnin keskiarvot vuosina 2003 – 2005.

Vuonna 2005 korkein otsonin kuukausikeskiarvo ($71 \mu\text{g}/\text{m}^3$) Ruissalossa mitattiin huhtikuussa (kuva 18). Utössä korkein kuukausikeskiarvo ($85 \mu\text{g}/\text{m}^3$) mitattiin maalis- ja huhtikuussa. Kuukausikeskiarvolle ei ole asetettu raja-arvoa.



Kuva 18. Otsonipitoisuuksien kuukausikeskiarvot Ruissalossa ja Utössä vuonna 2005

Kuvassa 19 on esitetty Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Otsonin pitoisuuksissa on havaittavissa selvä vuorokausittainen rytmi, jolloin korkeimmat pitoisuudet mitataan iltpäivisin viikon jokaisena päivänä ja alhaisimmat aamuyöllä.



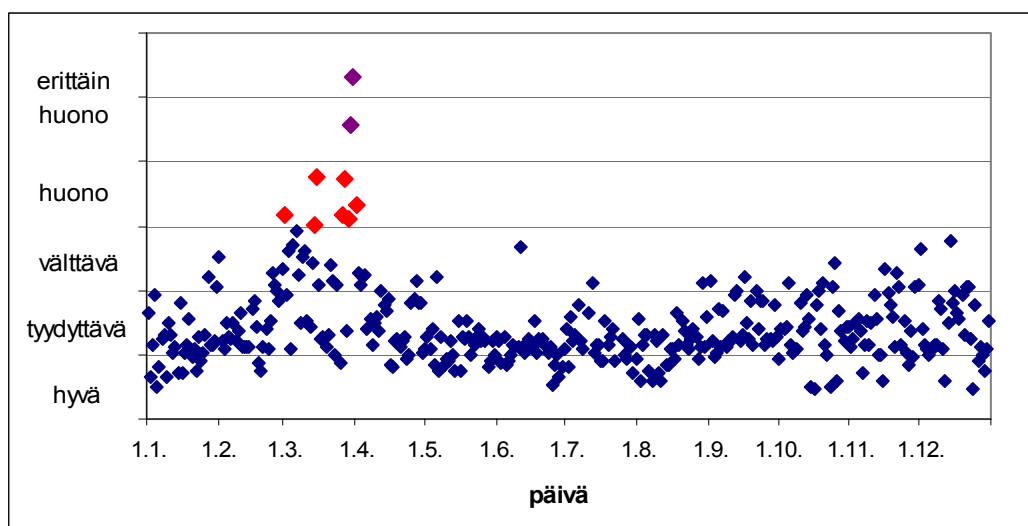
Kuva 19. Ruissalon otsonipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.2 ILMANLAATU RAISIOSSA

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

8.2.1 RAISION ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

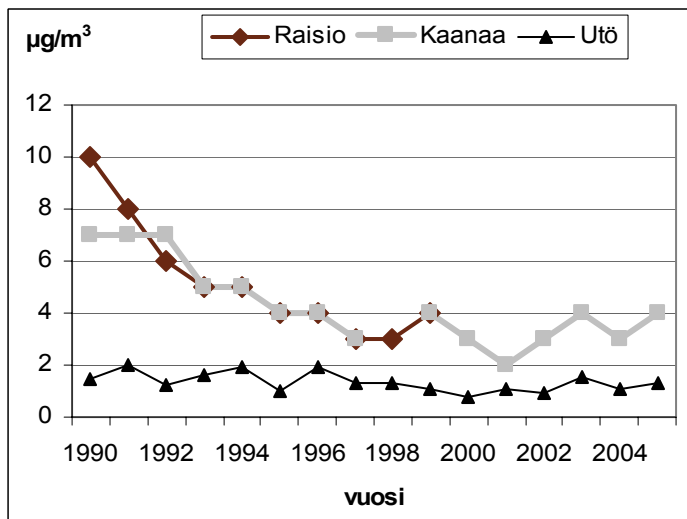
Raision ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 20). Korkeimmat indeksin arvot saatiin keväällä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien ollessa kohonneina.



Kuva 20. Raision ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.

8.2.2 RAISION RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

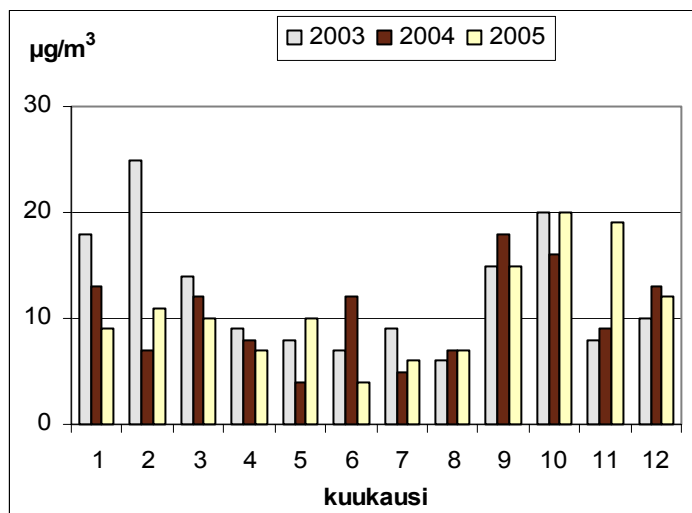
Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Raision mittausasemilla sekä Utön tausta-
asemalla vuosina 1990 - 2005 on esitetty kuvassa 21. Vuonna 2005 vuosikeskiarvo oli Kaanaalla $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



	Raisio	Kaanaa
	µg/m³	
1990	10	7
1991	8	7
1992	6	7
1993	5	5
1994	5	5
1995	4	4
1996	4	4
1997	3	3
1998	3	-
1999	4	4
2000	lopetettu	3
2001		2
2002		3
2003		4
2004		3
2005		4

Kuva 21. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Raision keskustassa, Kaanaalla ja Utössä vuosina 1990 - 2005.

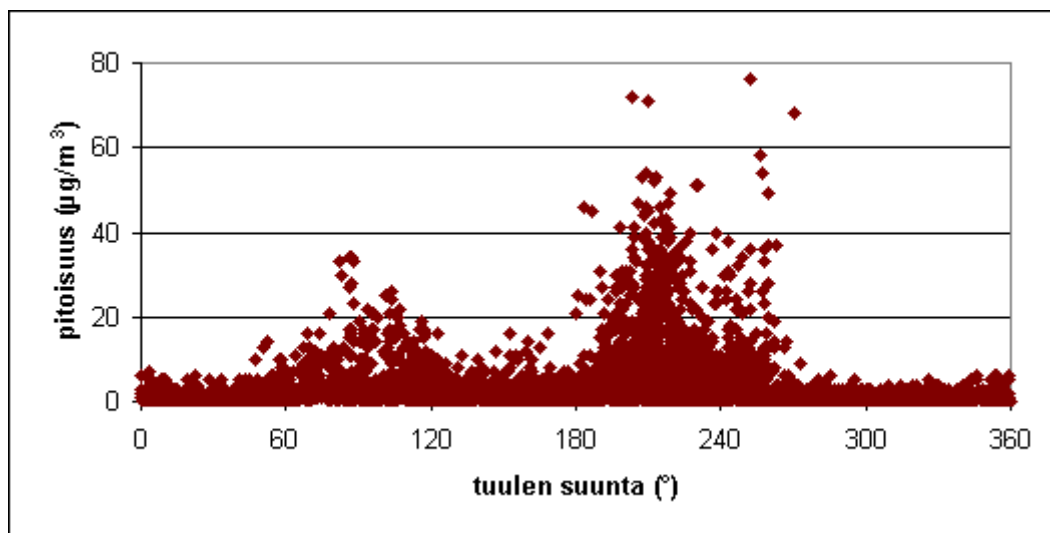
Merkittävimmät Raision ulkoilman rikkidioksidipitoisuuksiin vaikuttavat päästölähteet ovat Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamo ja Fortum Power and Heat Oy:n voimalaitos sekä Turun länsi- ja pohjoispuolella sijaitsevat laitokset. Raision rikkidioksidipitoisuuksien aleneminen 1990-luvulla onkin seurausta näiden laitosten päästöjen pienenemisestä. Vuoden 2000 alussa rikkidioksidin mittaus Raision keskustan mittauspisteellä lopetettiin. Kaanaalla rikkidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä 4 - 20 µg/m³ ohjearvon ollessa 80 µg/m³ (kuva 22). Korkein vuorokausiarvo 20 µg/m³ (25 % ohjearvosta) mitattiin lokakuussa. Korkein ohjearvoon verrattava tuntiarvo mitattiin syyskuussa, jolloin pitoisuus oli 53 µg/m³ (21 % ohjearvosta).



	2003	2004	2005
	µg/m³		
1	18	13	9
2	25	7	11
3	14	12	10
4	9	8	7
5	8	4	10
6	7	12	4
7	9	5	6
8	6	7	7
9	15	18	15
10	20	16	20
11	8	9	19
12	10	13	12

Kuva 22. Kaanaan vuorokausiohjearvoon (80 µg/m³) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet vuosina 2003 - 2005.

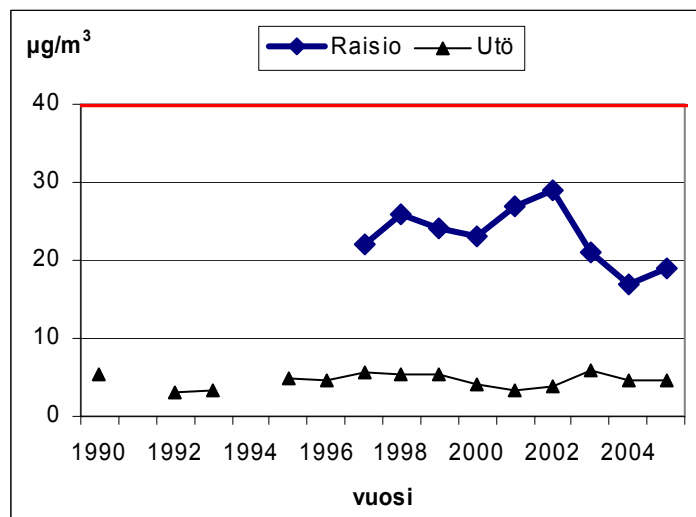
Kuvassa 23 on esitetty Kaanaan rikkidioksidipitoisuuksien tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan. Kuvasta nähdään selvästi Fortum Power and Heat Oy:n Naantalin voimalaitoksen ja Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamon päästöjen vaikutukset Kaanaan mittaustuloksiin.



Kuva 23. Kaanaan rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan vuonna 2005.

8.2.2 RAISION TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

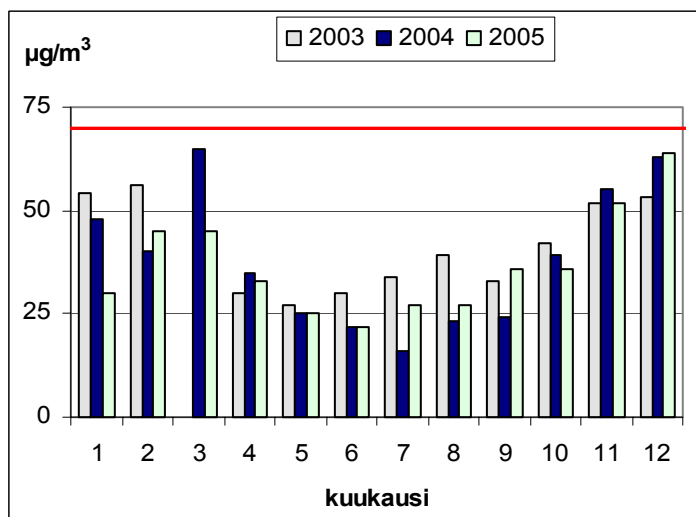
Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raision ja Utön mittausasemilla vuosina 1990 - 2005 on esitetty kuvassa 24. Vuonna 2005 typpidioksidin vuosikeskiarvo oli Raision keskustassa $19 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuoden 2002 elokuussa Raision keskustan mittauspiste siirrettiin Nallinkadulta noin 600 metriä lounaaseen Nesteentien varteen keskustan rakennustöiden takia.



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

Kuva 24. Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Raisiossa ja Utössä vuosina 1990 - 2005. Utön mittausmenetelmä on muuttunut vuonna 1996. Mittauspisteen paikkaa on siirretty elokuussa 2002. Raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

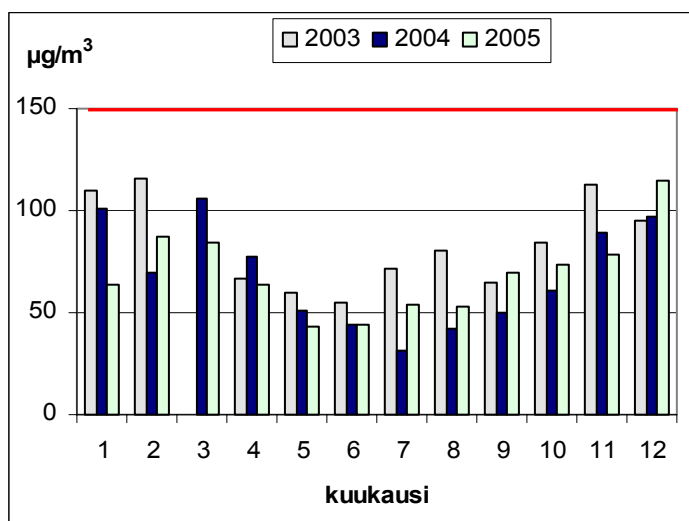
Kuvaan 25 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raision mittauspisteellä. Ohjearvon ylittäviä typpidioksidipitoisuuksia ei vuonna 2005 mitattu. Korkein vuorokausiarvo $64 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (91 % ohjearvosta) mitattiin joulukuussa. Maaliskuun 2003 mittaustulokset puuttuvat laitevian vuoksi.



	2003	2004	2005
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1	54	48	30
2	56	40	45
3	-	65	45
4	30	35	33
5	27	25	25
6	30	22	22
7	34	16	27
8	39	23	27
9	33	24	36
10	42	39	36
11	52	55	52
12	53	63	64

Kuva 25. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 - 2005

Kuvassa 26 on esitetty ohjearvoon verrattavat typpidioksidipitoisuuden tuntikeskiarvot Raisiossa kuukausittain. Vuonna 2005 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoa ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Raisiossa korkein tuntiarvo $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (77 % ohjearvosta) mitattiin joulukuussa ja matalin arvo $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (29 % ohjearvosta) toukokuussa.

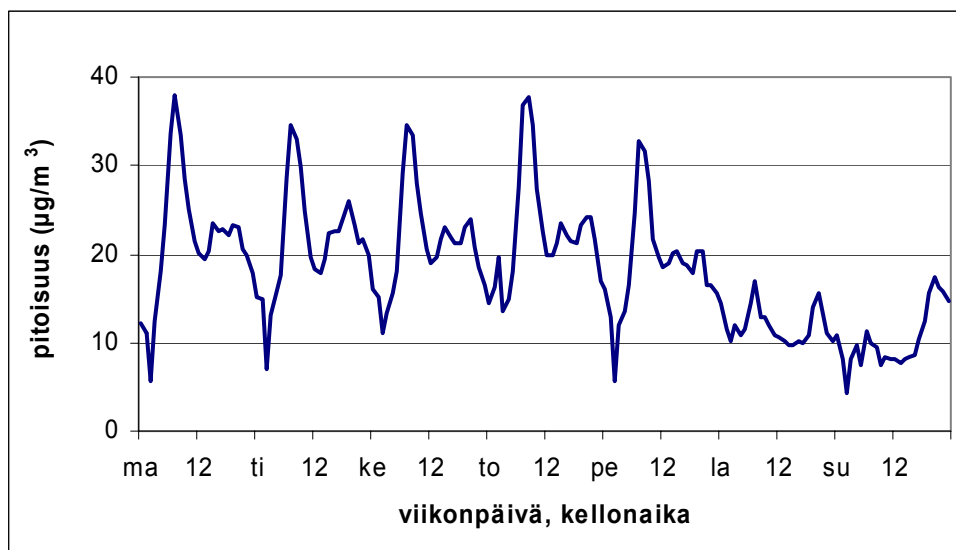


	2003	2004	2005
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1	110	101	64
2	116	70	87
3	-	106	84
4	67	77	64
5	60	51	43
6	55	44	44
7	72	31	54
8	80	42	53
9	65	50	70
10	84	61	74
11	113	89	78
12	95	97	115

Kuva 26. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 - 2005.

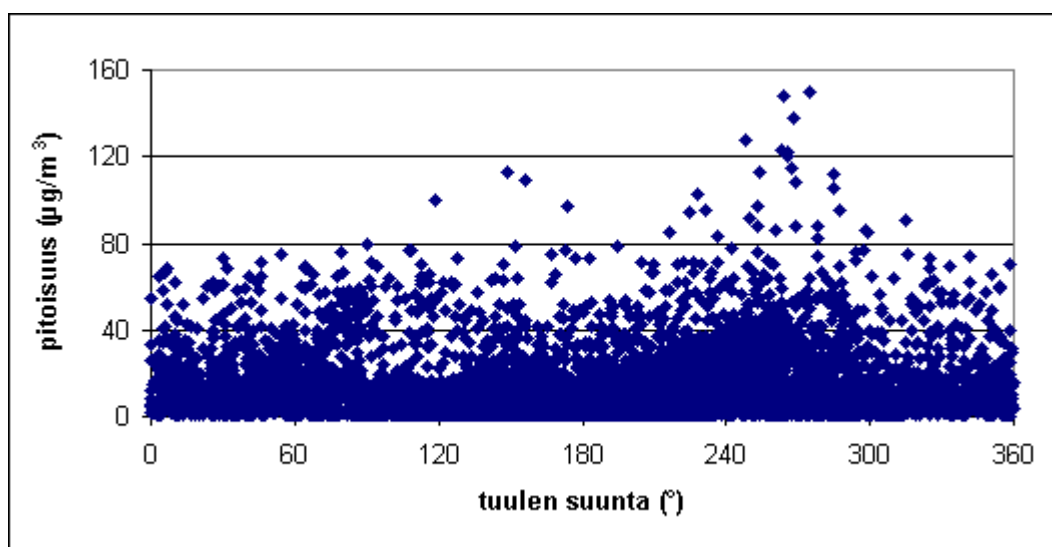
Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 27 on esitetty Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Lauantai ja sunnuntai erottuvat selvästi arkipäivistä, mikä johtuu vähäisemmästä liikenteestä. Arkipäivisin pitoisuuksien vaihtelu seuraa liikenteen rytmiä, jolloin pitoisuudet ovat korkeimmillaan aamulla ja alhaisimmillaan aamuyöllä.



Kuva 27. Raision typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

Kuvassa 28 on esitetty Raision typpidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen suunnan mukaan. Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät tuulen suunnan ollessa lounaasta luoteeseen eli Nesteentien suunnalta.

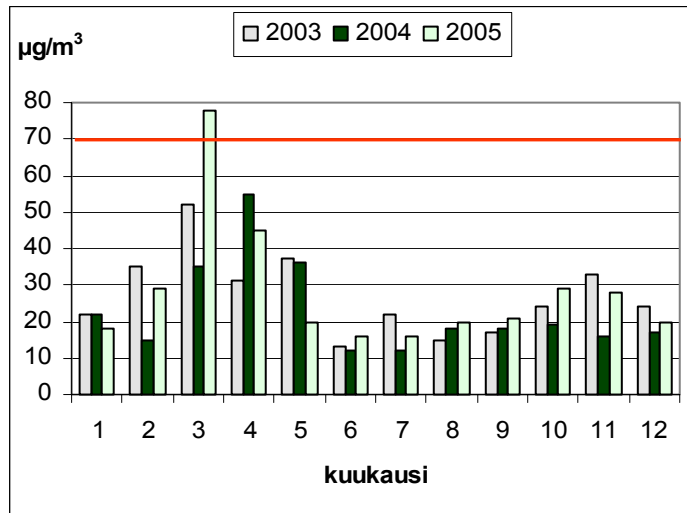


Kuva 28. Raision typpidioksidipitoisuuden jakautuminen tuulen suunnan mukaan.

8.2.3 RAISION HIUKKASPITOISUUDET

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

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo oli vuonna 2005 Raisiossa $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettäville hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ylitettiin Raisiossa maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli $78 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (111 % ohjearvosta). Pienimmät vuorokausiarvot, $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin Raisiossa kesä- ja heinäkuussa. Kuvassa 29 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava vuorokausikeskiarvo Raision keskustassa kuukausittain vuosina 2003 - 2005.



	2003	2004	2005
		µg/m ³	
1	22	22	18
2	35	15	29
3	52	35	78
4	31	55	45
5	37	36	20
6	13	12	16
7	22	12	16
8	15	18	20
9	17	18	21
10	24	19	29
11	33	16	28
12	24	17	20

Kuva 29. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon (70 µg/m³) verrattavat vuorokausikeskiarvot Raisiossa vuosina 2003 - 2005.

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 30 on esitetty Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Pitoisuuksia tarkasteltaessa viikonpäivien mukaan havaitaan, että pitoisuudet olivat alhaisimmillaan sunnuntaina. Raisiossa keskimääräiset hiukkaspitoisuudet vaihtelivat eri vuorokaudenaikoina siten, että korkeimmat pitoisuudet mitattiin aamulla kello 7 - 9 ja alhaisimmat kello 2 - 5. Päivällä erot pitoisuuksissa olivat melko pieniä. Tämä johtunee suurien väylien tasaisista liikennemääristä myös päivällä.



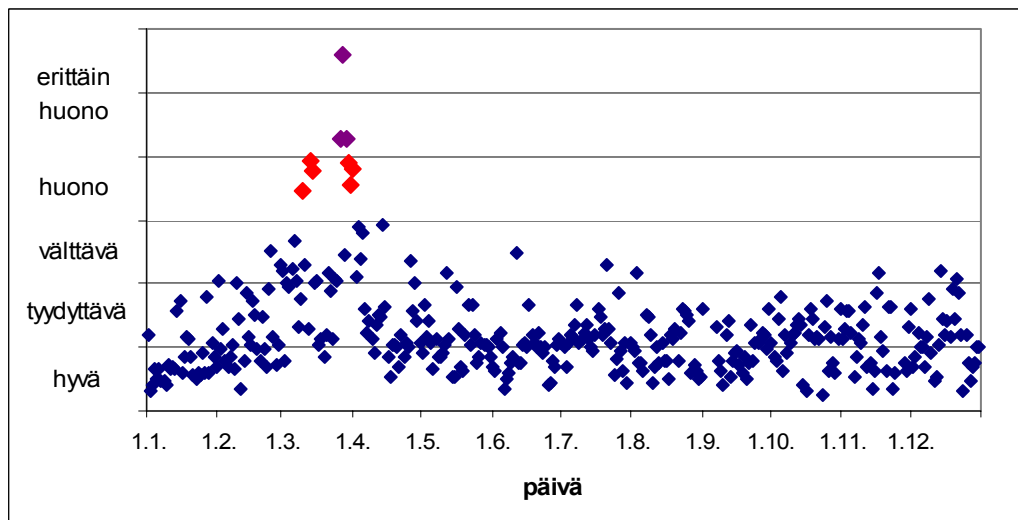
Kuva 30. Raision hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.3 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.

8.3.1 NAANTALIN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Naantalin ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä tyydyttävä (kuva 31). Korkeimmat indeksin arvot saatiin keväällä ja ne aiheutuivat kohonneista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

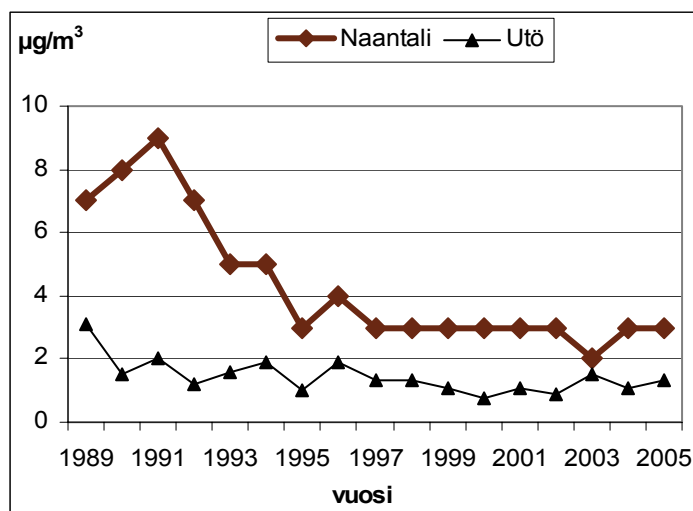


Kuva 31. Naantalin keskustan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.

8.3.2 NAANTALIN RIKKIDIOKSIDIPITOISUUDET

Naantalissa suurimmat rikkidioksidin päästölähteet ovat Neste Oil Oyj:n Naantalin jalostamo ja Fortum Power and Heat Oy:n voimalaitos, joiden osuus Turun seudun lupavelvoitusten rikkidioksidipäästöistä oli vuonna 2005 noin 83 %. Naantalissa rikkidioksidipitoisuuksien alenemiseen on vaikuttanut lähinnä jalostamon ja voimalaitoksen päästöjen pienentyminen. Viimeisten kymmenen vuoden aikana laitosten yhteispäästöt ovat laskeneet 5 500 tonnista noin 3 150 tonniin. Molemmilla laitoksilla on käytössä rikinpoistojärjestelmä.

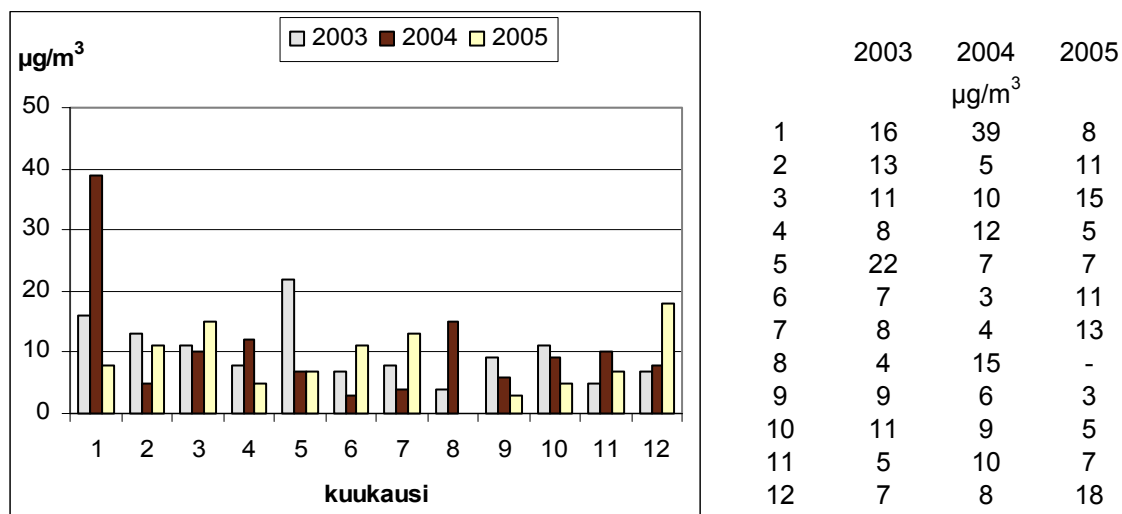
Rikkidioksidin vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa sekä Utön tausta-aseamalla vuosina 1989 - 2005 on esitetty kuvassa 32. Vuonna 2005 vuosikeskiarvo oli Naantalissa 3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



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

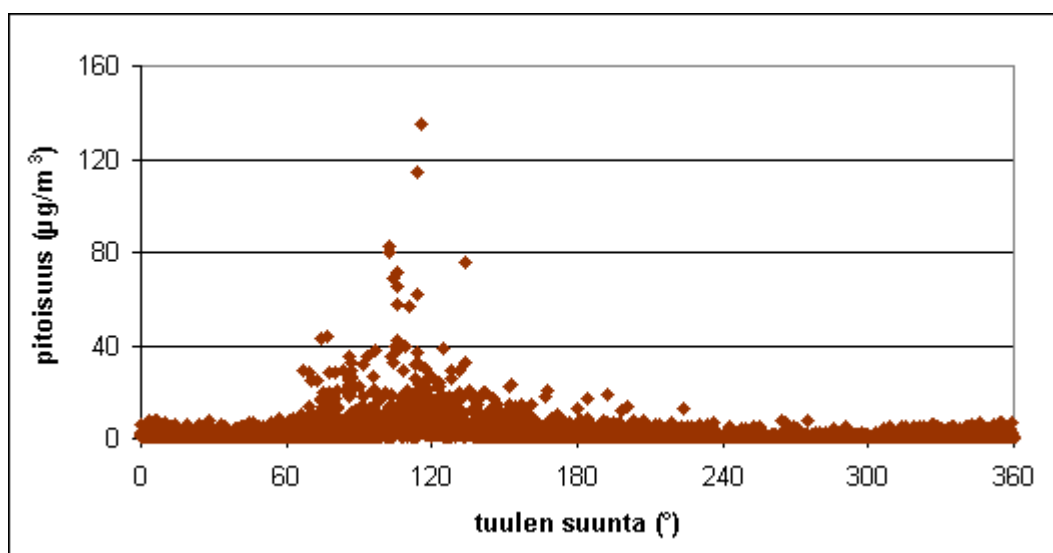
Kuva 32. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvojen kehitys Naantalissa ja Utössä vuosina 1989 - 2005.

Naantalissa kuukausien toiseksi suurimmat vuorokausikeskiarvot vaihtelivat välillä 5 - 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuorokausiohjearvon ollessa 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuva 33). Vuoden suurin ohjearvoon verrattava vuorokausiarvo (18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 23 % ohjearvosta) mitattiin joulukuussa. Elokuun mittaustulokset puuttuvat laitevian vuoksi.



Kuva 33. Vuorokausiohjearvoon (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa 2003 - 2005.

Kuvassa 34 on esitetty Naantalien rikkidioksidipitoisuuksien tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan. Kuvasta nähdään selvästi Fortum Power and Heat Oy:n Naantalien voimalaitoksen ja Neste Oil Oyj:n Naantalien jalostamon päästöjen vaikutukset Naantalien mittaustuloksiin.

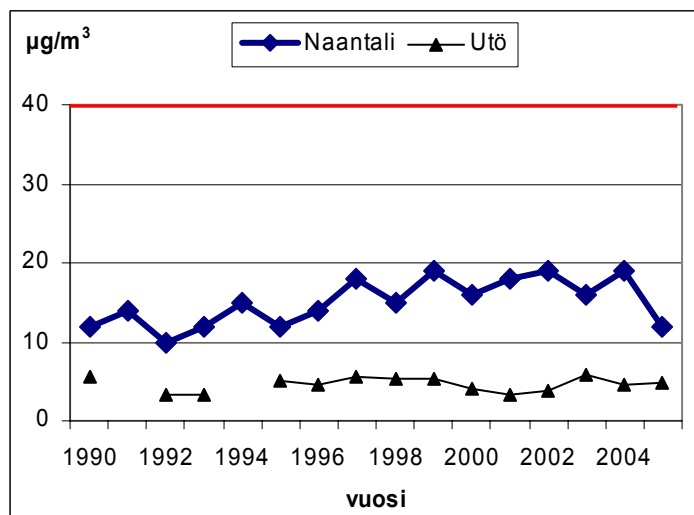


Kuva 34. Naantalien rikkidioksidipitoisuuden tuntiarvojen jakautuminen tuulen suunnan mukaan vuonna 2005.

8.3.3 NAANTALIN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Naantalien keskustan typen oksidien mittauspiste on perustettu lähinnä keskustan ilmanlaadun sekä Fortum Power and Heat Oy:n Naantalien voimalaitoksen päästöjen seurantaan. Viime vuosina tehtyjen mittavien ilmansuojelutoimenpiteiden seurauksena voimalaitoksen päästöjen vaikutus Naantalien ilmanlaatuun on pienentynyt.

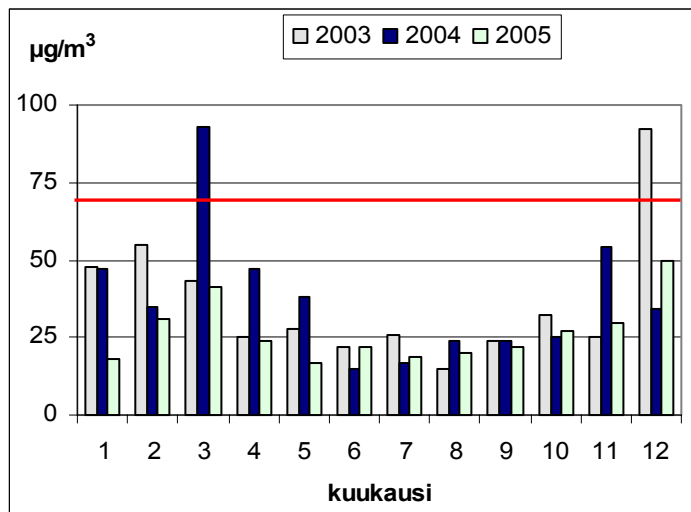
Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä mittausasemilla vuosina 1990 - 2005 on esitetty kuvassa 35. Vuonna 2005 typidioksidin vuosikeskiarvo oli Naantalissa $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuoden 1999 alussa mittauspiste siirrettiin Karvetista Naantalista keskustaan.



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

Kuva 35. Typidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Naantalissa ja Utössä. Utön mittausmenetelmä on muuttunut vuonna 1996.

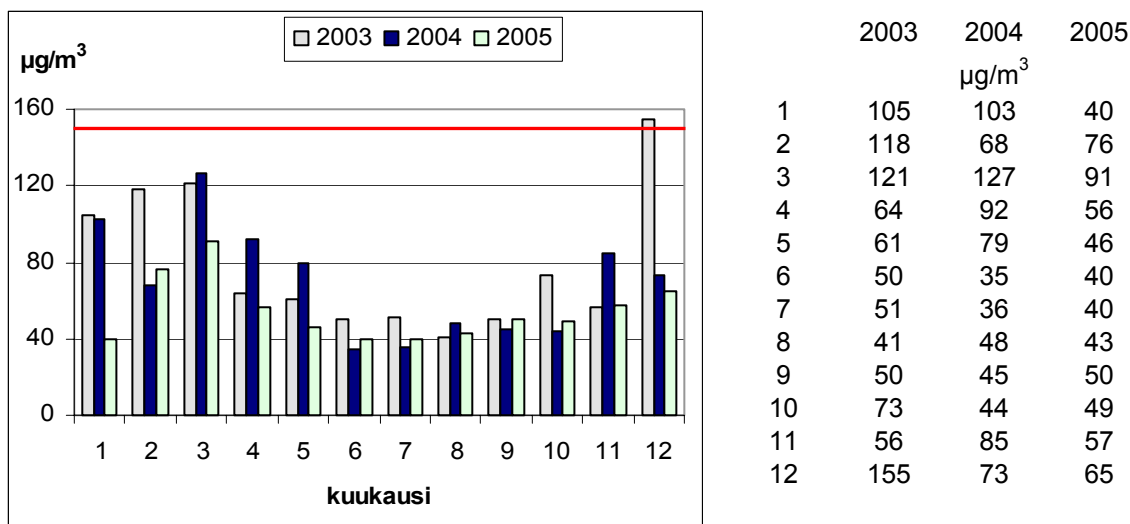
Kuvaan 36 on koottu kuukausittaiset typidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa mittauspisteessä. Naantalissa korkeimmat typidioksidin vuorokausiarvot mitattiin joulukuussa, jolloin pitoisuudet olivat $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (71 % ohjearvosta). Alhaisimmat typidioksidipitoisuudet mitattiin toukokuussa pitoisuuden ollessa $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 % ohjearvosta).



	2003	2004	2005
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	
1	48	47	18
2	55	35	31
3	43	93	41
4	25	47	24
5	28	38	17
6	22	15	22
7	26	17	19
8	15	24	20
9	24	24	22
10	32	25	27
11	25	54	30
12	92	34	50

Kuva 36. Typidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 - 2005.

Vuonna 2005 typidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoja (kuva 37). Korkeimmat tuntiarvot mitattiin maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (61 % ohjearvosta). Alhaisimmat tuntiarvot mitattiin tammi-, kesä- ja heinäkuussa, jolloin pitoisuudet olivat $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (27 % ohjearvosta).



Kuva 37. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 - 2005.

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 38 on esitetty Naantalissa typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Tarkasteltaessa pitoisuuksia eri viikonpäivien välillä havaitaan niiden olevan alhaisimmat viikonloppuisin. Arkipäivisin korkeimmat pitoisuudet Naantalissa ajoittuivat aamuun kello 6 - 9. Pienimmillään pitoisuudet olivat aamuyöllä kello 2 - 5.

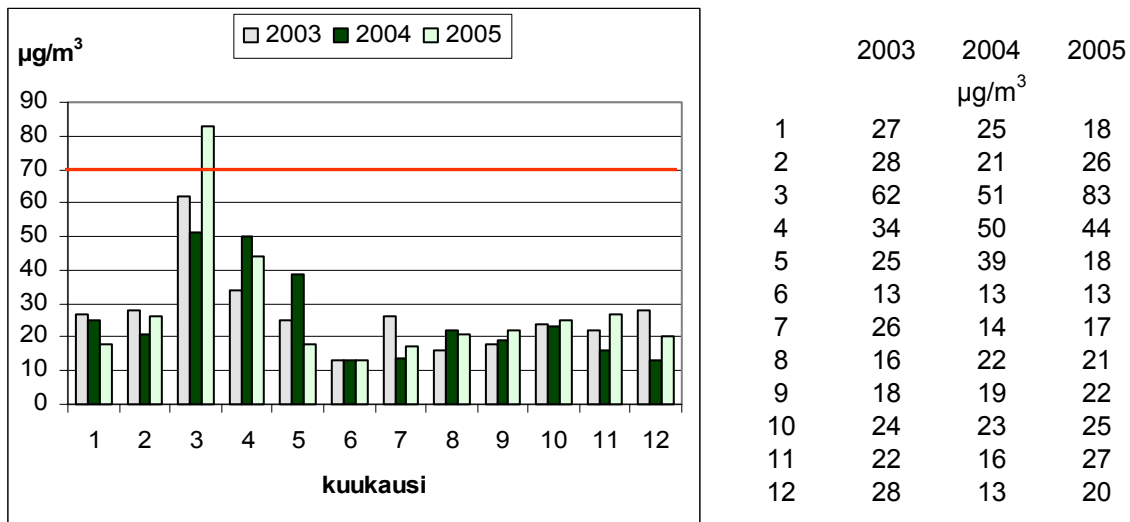


Kuva 38. Naantalissa typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.3.4 NAANTALIN HIUKKASPITOISUUDET

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

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo Naantalissa vuonna 2005 oli $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasille annettu vuorokausiohjearvo ylitettiin Naantalissa maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli $83 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (119 % ohjearvosta). Kuvassa 39 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa kuukausittain.



Kuva 39. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat vuorokausikeskiarvot Naantalissa vuosina 2003 - 2005.

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 40 on esitetty Naantalien hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina. Pitoisuuksia tarkasteltaessa voidaan niiden todeta vaihtelevan liikennemäärien mukaan. Arkisin pitoisuudet ovat siten korkeimmillaan työmatkaliikenteen aikaan aamulla kello 7 - 10 ja alhaisimmillaan kello 3 - 5.



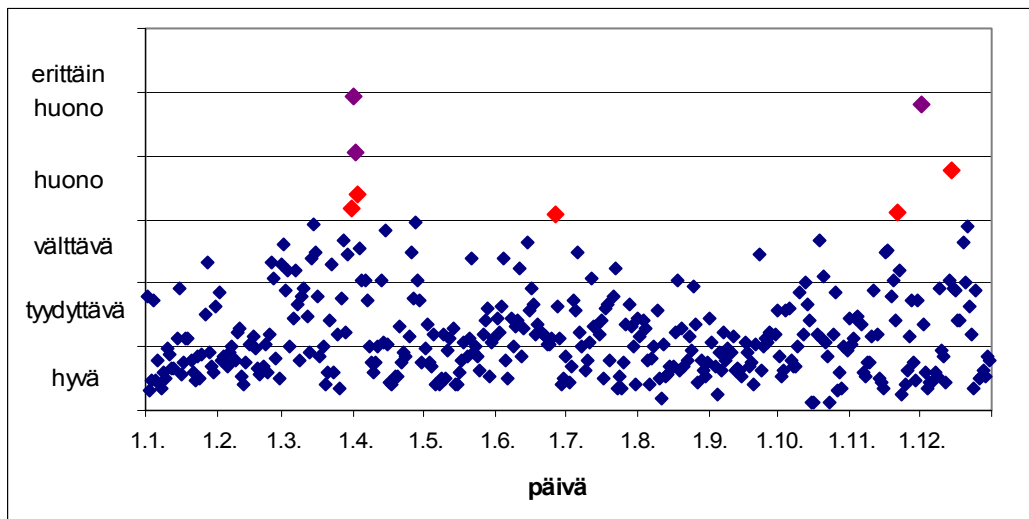
Kuva 40. Naantalien hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.4 ILMANLAATU KAARINASSA

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

8.4.1 KAARINAN ILMANLAATU INDEKSILLÄ KUVATTUNA

Kaarinan ilmanlaatu oli indeksillä kuvattuna yleensä hyvä (kuva 41). Korkeimmat indeksin arvot saatiin keväällä hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien ollessa kohonneina ja loppuvuodesta typpidioksidin suurien pitoisuuksien vuoksi.

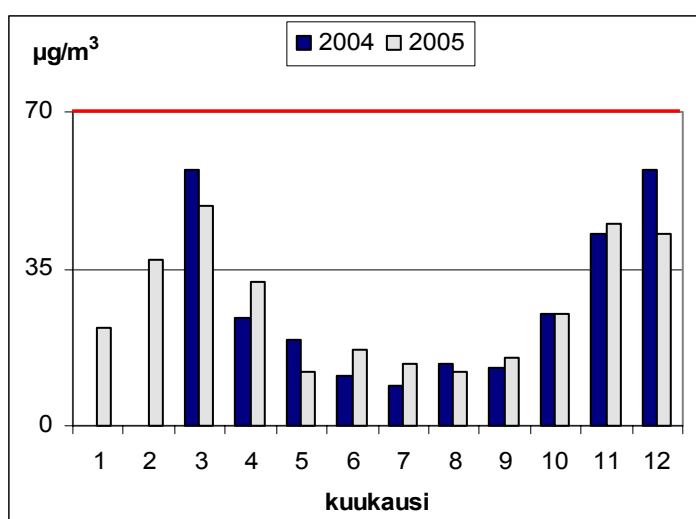


Kuva 41. Kaarinan ilmanlaatu indeksillä kuvattuna vuonna 2005.

8.4.2 KAARINAN TYPPIDIOKSIDIPITOISUUDET

Typpidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo Kaarinassa vuonna 2005 oli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

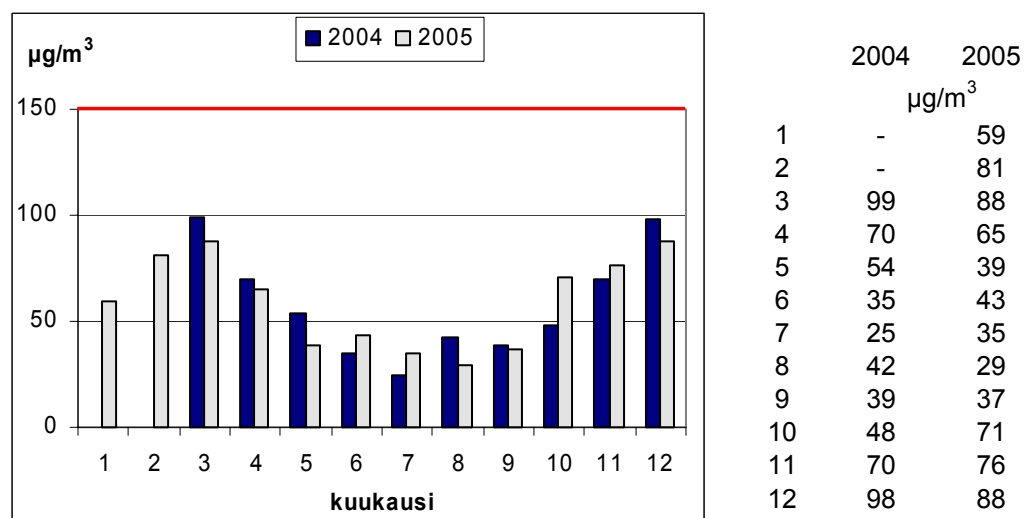
Kuvaan 52 on koottu kuukausittaiset typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinan mittauspisteessä. Ohjearvon ylittäviä typpidioksidipitoisuuksia ei vuonna 2005 mitattu. Korkeimmat vuorokausiarvot $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (70 % ohjearvosta) mitattiin maaliskuussa. Alhaisimmat pitoisuudet ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 17 % ohjearvosta) mitattiin touko- ja elokuussa.



Kuva 42. Typpidioksidipitoisuuden ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005.

Vuonna 2005 typpidioksidin tuntiarvot eivät ylittäneet ohjearvoa ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) (kuva 43). Kaarinassa korkein tuntiarvo $88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (59 % ohjearvosta) mitattiin maaliskuu- ja joulukuussa.

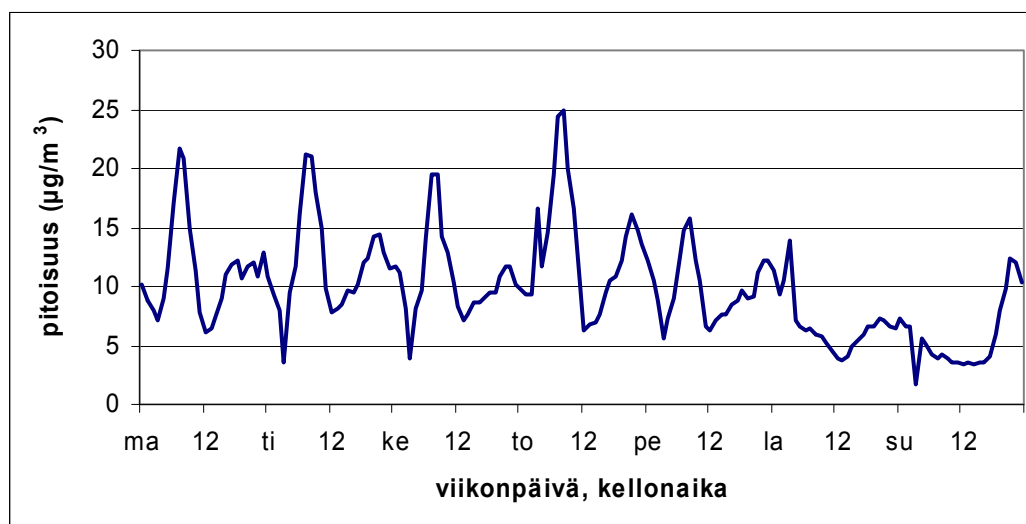
kuussa ja matalin $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19 % ohjearvosta) elokuussa. Mittaukset nykyisellä paikalla alkoivat maaliskuussa 2004.



Kuva 43. Typpidioksidin ohjearvoon verrattavat tuntikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Kuvassa 44 on esitetty Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina. Lauantai ja sunnuntai erottuvat selvästi arkipäivistä johtuen vähäisemmästä liikenteestä. Pitoisuuksien vaihtelu arkipäivisin eri vuorokaudenaikoina noudatti Kaarinassa normaaleja liikenteen ruuhkahuippuja. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin arkiamuisin kello 6 - 9.

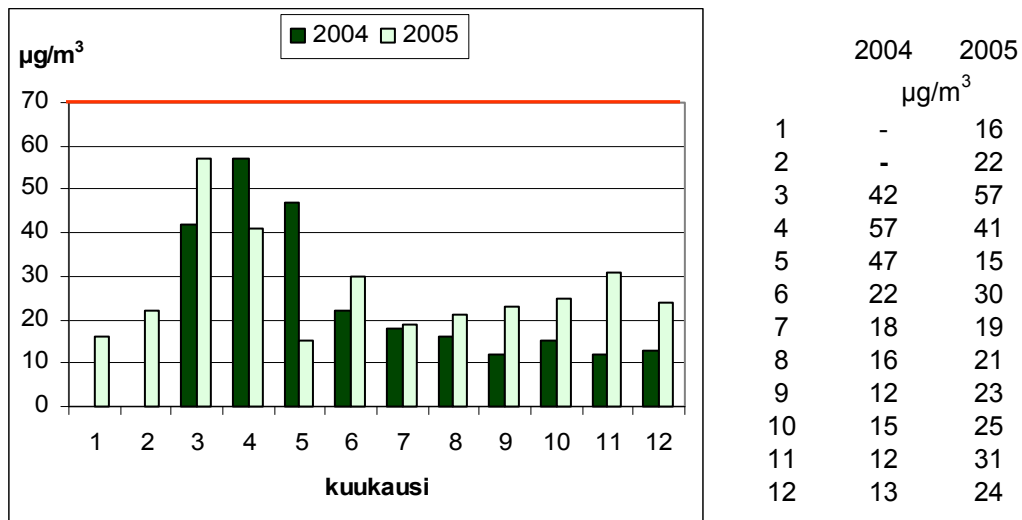


Kuva 44. Kaarinan typpidioksidipitoisuuden vaihtelut viikon eri ajankohtina.

8.4.3 KAARINAN HIUKKASPITOISUUDET

Kaarinan keskustassa hengitettäviä hiukkasia mitataan jatkuvatoimisella PM_{10} -esierottimella varustetulla hiukkasanalysaattorilla.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo vuonna 2005 oli $13 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kaarinan mittauspisteellä hengitettävien hiukkasten pitoisuudet eivät ylittäneet ohjearvoa (kuva 45). Suurimmat vuorokausikeskiarvot mitattiin maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (81 % ohjearvosta). Pienimmät vuorokausiarvot, $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin toukokuussa.



Kuva 45. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon ($70 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat vuorokausikeskiarvot Kaarinassa vuosina 2004 ja 2005.

Pitoisuusjakauma viikonpäivittäin ja kellonajoittain

Tarkasteltaessa hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia viikonpäivien eri ajankohtina havaitaan, että pitoisuudet olivat suurimmillaan arkipäivien aamun ruuhka-aipepujen aikaan ja alhaisimmillaan viikonloppuisin (kuva 46).



Kuva 46. Kaarinan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien vaihtelut viikon eri ajankohtina

9 ILMANSAASTEIDEN VAIKUTUKSIA

9.1 VAIKUTUKSET IHMISTEN TERVEYTEEN

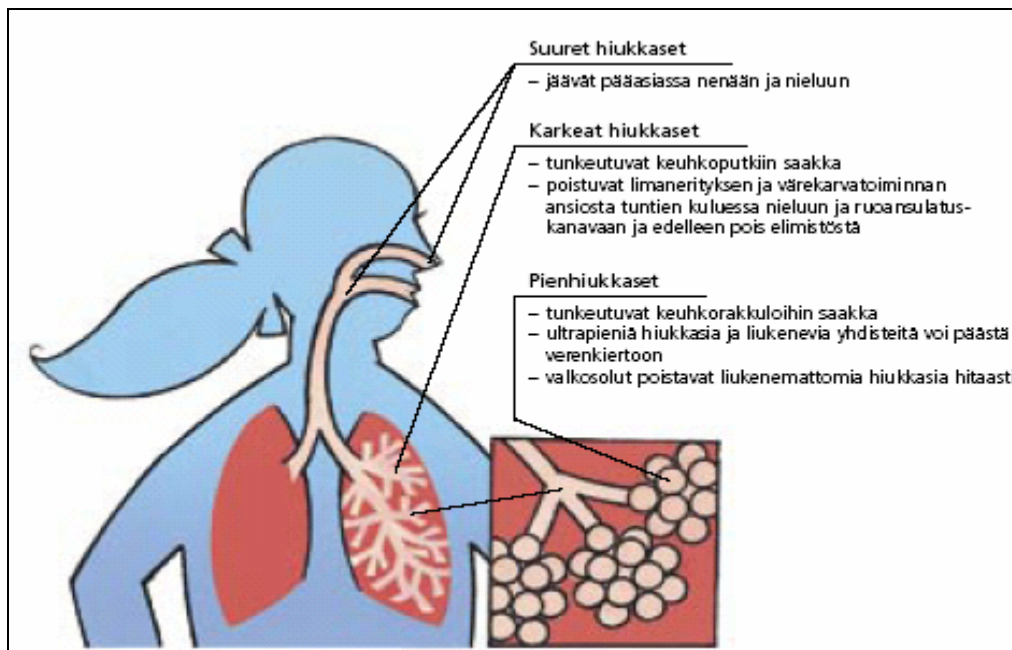
9.1.1 YLEISTÄ

Alla olevissa kappaleissa on esitetty kirjallisuudesta ja internetistä löytyviä yleisiä viittauksia ilmansaasteiden terveysvaikutuksiin. Turun seudulla epäpuhtauksien pitoisuudet ilmassa ovat kuitenkin yleensä tasolla, jolla vain herkät väestöryhmät kuten astmaatitot saavat lieviä oireita.

Erityisen alttiita ilmansaasteiden vaikutuksille ovat sikiöt ja erittäin nuoret lapset. Herkkiä ihmisryhmiä ovat myös vanhukset, allergia- ja astmaoireista kärsivät sekä muille toksisille materiaaleille altistuneet. (WHO, 2004). WHO ja EEA (2002) raportoivat yhteisjulkaisussaan, että useissa tutkimuksissa on löydetty selvä riippuvuus korkeiden ilmansaasteipitoisuuksien (erityisesti hengitettävät hiukkaset) ja lapsikuolleisuuden välillä.

Häkä, rikkidioksidi, hiilivedyt, hiukkaset (noki, tuhka jne.) ja typen oksidit ovat merkittävimmät ilmansaasteet. Näistä ulkoilmassa esiintyvä häkä on terveydelle vaarallinen ainoastaan poikkeuksellisissa olosuhteissa (syvissä katukuiluissa, liikennetunneleissa). Rikkidioksidin merkitys on vähentynyt pitoisuuksien pienenemisen myötä, mutta typen oksidien ja hiukkasten suhteellista terveysmerkitystä pidetään huomattavana. Merkittävin ilmanlaatua heikentävä komponentti saattaa olla erittäin pienet hiukkaset, jotka ovat läpimitaltaan vain muutamia kymmeniä nanometrejä. Niitä syntyy etenkin liikenteen pako-kaasuista. (Koulu ja Tuomisto, 1996). YTV:n (2003) julkaisun mukaan: "Nenän kautta hengitettäessä 10 µm suuremmat ja suun kautta hengitettäessä yli 15 µm hiukkaset eivät pääse syvemmälle hengitysteihin. Valtaosa henkitorveen päätyneistä 5 - 10 µm kokoisista hiukkasista jää kurkkutorveen ja keuhkoputkien alueelle. Pienemmät hiukkaset (alle 2 µm) todennäköisimmin pystyvät seuraamaan ilmavirtausta ja päätyvät syvemmälle hengitysteihin. Ultrapienet hiukkaset (alle 0,1 µm) voivat siirtyä keuhkoista edelleen verenkiertoon. Verenkierrrossa hiukkasia on havaittu jo minuutin kuluttua hengittämisen jälkeen, maksimipitoisuus saavutettiin 10 - 20 minuutin välillä ja tämä taso säilyi aina 60 minuuttia saakka."

Kansallisessa ympäristöterveysohjelmassa (Ympäristöterveystoimikunta, 1997) on arvioitu, että yhdyskuntailman epäpuhtaudet (erityisesti hiukkaset), aiheuttavat Suomessa vuosittain 200 - 400 ennenäikaista kuolemaa, 30 000 astmaoireiden pahentumista ja 30 000 - 40 000 lasten hengitystieinfektiota (Jokiniemi *et al.*, 2000). WHO (2004) on arvioinut laajassa tutkimuksessaan, että Euroopan tasolla ulkoilman pienhiukkaset aiheuttavat vuosittain 725 000 menetettyä elinvuotta. Kuvassa 47 on kuvattu havainnollisesti hiukkasten pääsyä elimistöön.



Kuva 47. Hiukkasten pääsy elimistöön (Ilmatieteen laitos, 2005).

Pienten hiukkasten lisäksi myös otsonin on pystytty osoittamaan aiheuttavan epidemiologisesti mitattavan kuolleisuuden lisääntymisen. WHO on arvioinut 100 000 – 400 000 ihmisen kuolevan vuodessa Euroopassa ilmansaasteiden takia vähintään vuoden ennenaikaisesti. Kyse on paitsi hengitystiesairauksista, myös verenkiertoelimistön sairauksista. Keuhkohtaumataudin ja keuhkoemfyseeman (pienentää diffuusiokapasiteettia, mikä johtuu keuhkorakkuloiden väliseinämien osittaisesta tuhoutumisesta ja diffuusiopinnan pienentymisestä sekä keuhkojen veritilavuuden vähentymisestä) kiistaton osoittaminen ilman saastumisesta johtuvaksi on vaikeaa, mutta yhteys on todennäköinen. Näiden tautien oireet pahenevat selvästi ilmanlaadun huonontuessa. Ilmanlaadulla on varsin selvä yhteys astman oireisiin. (Koulu ja Tuomisto, 1996)

On käynyt ilmeiseksi että ilman saastuminen lisää, mitattavissa määrin myös Suomessa, lasten infektioita ja infektio-oireita (esim. yskä). Todennäköisimmän infektioiden aiheuttajat ovat hiukkaset, typen oksidit ja otsoni. Keuhkosyöpäsairastuvuuden yhteyttä ilmanlaatuun on vaikea osoittaa, koska sekoittavia tekijöitä on useita (mm. tupakointi). Kuitenkin esimerkiksi amerikkalaisissa tilastoissa keuhkosyöpäkuolleisuudella ja väestön odotettavissa olevalla eliniällä on yhteys kaupungin ilman pitkäaikaiseen laatuun. (Koulu ja Tuomisto, 1996). Helsingissä tehdyssä tutkimuksessa havaittiin korkeiden hiilimonoksidipitoisuuksien ja sydän- sekä verisuonisairauksista johtuvan kuolleisuuden välillä merkitsevä yhteys, voimakkaimmin kolmen vuorokauden viiveellä. Kun yhdyskuntailman häikäpitoisuus kohosi 1 mg/m^3 , kokonaiskuolleisuusriski nousi 3,7 % ja sydän- ja verisuonisairauskuolleisuus 5,6 %. (Pönkä ja Virtanen, 2000)

Myös ohje- ja raja-arvoja alemmilla saastepitoisuuksilla on WHO:n (2004) mukaan havaittavissa negatiivisia vaikutuksia ihmisten terveyteen ja odotettavissa olevaan elinikään.

Myös ilmansaasteiden taloudellisia kustannusvaikutuksia on pyritty arvottamaan. Holland ja Watkiss (2002) ovat arvioineet tutkimuksessaan, että Suomen maaseudulla yhden rikkidioksiditonin marginaaliset ulkoiskustannukset ovat 970 €/t (EU15:n ka. 5200 €/t), typen oksidien 1500 €/t (ka. 4200 €/t) ja $\text{PM}_{2,5}$ 1400 €/t (ka. 14 000 €/t). Kaupungeissa ulkoiskustannusten arvioitiin olleen huomattavasti suuremmat. Asukasluvultaan 100 000 asukkaan kaupungissa $\text{PM}_{2,5}$:n ulkoiskustannukset arvioitiin 33 000 €/t ja rikkidioksidin 6000 €/t. Kaupunkikoon kasvaessa ulkoiskustannukset eivät kasva lineaarisesti, vaan hitaammin. (Holland ja Watkiss, 2002)

9.1.2 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 kudolvaurioita. Hiukkaset voimistavat rikkidioksidin vaikutuksia voimakkaasti, koska ne katalysoivat paljon voimakkaammin ärsyttävän rikkihapon syntyä. (Koulu ja Tuomisto, 1996)

9.1.3 TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET

Typen oksidit ovat ns. "syviä" ärsyttäjiä, koska ne eivät ole niin vesiliukoisia kuin rikkidioksidi ja siksi ne eivät jää nenän ja ylähengitysteiden limakalvoihin, vaan kulkeutuvat keuhkojen alveoleihin saakka aiheuttaen turpoamista ja pienimpien keuhkoputken haarojen vaurioitumista. Typen oksidit vaurioittavat myös keuhkojen fagosytoivia soluja ja syöttösoluja, mikä edelleen pahentaa seinämävauriota. Tyypidioksidi herkistää hengitysteitä bakteri- ja virusinfektioille sekä allergeenien vaikutuksille. Tyypidioksidi on myös yhteydessä välittömään hengitystiesairastuvuuteen. (Koulu ja Tuomisto, 1996)

9.1.4 HIUKKASTEN VAIKUTUKSET

Yhdyskuntailman epäpuhtauksien aiheuttamat laajamittaisimmat ja vakavimmat haitat (mm. lisääntynyt päivittäinen kuolleisuus, lisääntyneet hengitys- ja sydänsairaiden oireet, lääkkeidenkäyttö ja sairaalaanotot, lyhentynyt elinikä) liittyvät nimenomaan pienhiukkasiin. Näille vaikutuksille herkimpiä väestöryhmiä ovat hengityselin- ja sydänsairaat sekä lapset. Edellä kuvatuille terveyshaittoille ei ole nykyisen tutkimustiedon perusteella määritettävissä mitään turvallista kynnsarvoa, jota pienemmissä hiukkaspitoisuuksissa haittoja ei esiinny. (Jokiniemi *et al.*, 2000)

Ultrapienet hiukkaset ovat toksikologisten tutkimusten mukaan aktiivisempia kuin masaltaan sama määrä isompia hiukkasia (Pekkanen, 2004).

WHO:n asiantuntijaryhmä on todennut, että kaupunki-ilman hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuudella on yhteys päivittäiseen kuolleisuuteen ja väestössä päivittäin ilmeneviin oireisiin, sairastavuuteen ja keuhkofunktioihin. Jo suhteellisen pieninä pidettyjen PM₁₀-vuorokausipitoisuuksien (50 - 100 µg/m³) on arvioitu lisäävän päivittäistä kuolleisuutta 5 - 10 prosentilla, hengityselinsairauksista johtuvia sairaalaanottoja 10 - 20 prosentilla, astmaattikkojen kohtauksia 25 - 50 prosentilla ja astmaattikkojen kohtauslääkkeiden käyttöä 35 - 70 prosentilla. (Salonen, 1996). Kolmen suuren amerikkalaistutkimuksen mukaan PM_{2,5}-pitoisuuden 10 µg/m³:n nousu lisäsi kuolleisuutta 7 - 13 %. Vastaavasti eurooppalaisessa tutkimuksessa havaittiin, että jokainen vastaava liikenneperäinen PM_{2,5}-pitoisuuden nousu lisäsi päivittäistä kuolleisuuden riskiä 3,4 %:lla ja vastaava nousu kivihiiliperäisessä PM_{2,5}-pitoisuudessa 1,1 %:lla. Liikenteestä peräisin olevat hiukkaset olivat voimakkaammin yhteydessä sydänperäisiin kuolemiin ja kivihiilestä peräisin olevat hengityselinperäisiin kuolemiin. (YTV, 2003) Pekkasen (2004) mukaan monissa tutkimuksissa on arvioitu, että PM₁₀ pitoisuuden noustessa 10 µg/m³ päivittäinen kuolleisuus nousee noin 0,5 %.

Hiukkasmäärän nousu aiheuttaa sekä äkillisiä että ilmeisesti myös kroonisia haittoja. Äkillisiin kuuluvat hengitystieinfektioiden sekä keuhkosairauksia ja sydänsairauksia sairastavien oireiden paheneminen. (Suomen Lääkäriliitto). Altistumisen kohonneille hiukkaspitoisuuksille on todettu lisäävän riskiä sydäninfarktille muutaman tunnin - vuorokauden kuluessa altistumisesta (Peters *et al.*, 2001). Pienhiukkasilla on vaikutuksia verenkiertoon ja sydänlihakseen lisäten esimerkiksi sydämen lyöntitiheyttä. Suuren määrän pienhiukkasia ilmassa on havaittu eläinkokeissa vaikuttavan sydämen autonomisen hermoston säätelyyn sekä veren hyytymistekijöihin. Pienhiukkasten on havaittu lisäävän sydänlihaksen hapenpuutetta ja verisuonten kalkkeutumista. (Helin, 2005). Eläinkokeissa

pienhiukkasten on havaittu lisäävän keuhkojen tulehdusta. Vaikutus sydänlihaksen iskemiaan on havaittu sekä eläimillä että ihmisillä. (Pekkanen, 2004)

Hiukkasten tiedetään aiheuttavan myös pitkäaikaissairauksien kuten keuhkosityövän, kroonisen obstruktiivisen keuhkoputkentulehduksen sekä sydän- ja verisuonisairauksien lisääntymistä (Suomen Lääkäriliitto). Monissa epidemiologisissa tutkimuksissa on havaittu ilmansaasteiden, erityisesti hengitettävien hiukkasten, yhteys sekä hengityselinten että sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksiin ja näistä aiheutuneisiin kuolemiin. (Pekkanen)

9.1.5 OTSONIN VAIKUTUKSET

Otsoni on ns. "syvä" ärsyttävä. Se ei ole niin vesiliukoinen kuin rikkidioksidi, jonka vuoksi se ei jää nenän ja ylähengitysteiden limakalvoihin, vaan menee keuhkojen alveoleihin saakka ja aiheuttavat turpoamista ja pienimpien keuhkoputken haarojen vaurioitumista. Ne vaurioittavat 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 ja typen oksidien ohella tärkeimpänä yhdyskuntailman terveysriskinä. (Koulu ja Tuomisto, 1996). WHO (2002) on arvioinut, että korkeat alailmakehän otsonipitoisuudet johtavat vuosittain EU15-maissa lähes tuhanteen ensiapukäyntiin ja kahteen tuhanteen ennenaikaiseen kuolemaan.

Otsonin välittömiä oireita ovat mm. silmien, nenän ja kurkun limakalvojen ärsytysoireet. Hengityssairailta voivat myös yskä ja hengenahdistus lisääntyä sekä toimintakyky heikentyä. Väsymys, huonovointisuus ja päänsärky voivat myös olla mahdollisia. (Hengitysliitto, 2005)

9.2 VAIKUTUKSET LUONTOON

9.2.1 YLEISTÄ

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

Metsien vaurioituminen johtunee usein ympäristötekijöiden ja/tai tuhonaiheuttajien yhteisvaikutuksesta (monistressihypoteesi). Ennen kuin puissa voidaan havaita ilmansaasteiden aiheuttamia näkyviä oireita, on metsäekosysteemin muissa osissa usein jo tapahtunut muutoksia. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

Ilmansaasteiden vaikutukset näkyvät esim. neulasten värivaurioina. Värivaurioita syntyy kun haitalliset aineet syövyttävät neulasten suojaavaa vahakerrosta ja pääsevät sitä kautta ilmarakoihin. Lisäksi hiukkaset aiheuttavat noki- ja pölykerrostumia. Kuitenkin monet ilmansaasteiden aiheuttamaksi luokitellut vauriot ovat sienten tai hyönteisten aiheuttamia, näissäkin tapauksissa ilmansaasteet saattavat olla epäsuorasti mukana vaurioissa saasteiden puita rasittavan vaikutuksen ja tuholaisille altistamisen johdosta. (Laine)

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

9.2.2 RIKKIDIOKSIDIN JA TYPEN OKSIDIEN VAIKUTUKSET

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

9.2.3 ALAILMAKEHÄN OTSONIN VAIKUTUKSET

Lähellä maanpintaa esiintyvä otsoni on ihmisille, eläimille ja kasveille haitallista. Otsonia muodostuu auringonvalon vaikutuksesta ilmassa typen oksidien ja hiilivetyjen välisissä kemiallisissa reaktioissa ja sitä kuluu reaktioissa muiden ilmansaasteiden kanssa, jolloin syntyy muita haitallisia epäpuhtauksia kuten typpidioksidia. Otsoni vaurioittaa lehtiä ja neulasia. Otsonin vaikutuksesta metsien kasvu saattaa heikentyä ja se voi aiheuttaa viljelyksille satotappioita. (Ilmatieteen laitos, 2005)

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/m³ tunnin keskiarvona. Otsoniannos lasketaan kuuden kuukauden jaksolta huhtikuusta syyskuuhun kello 9.00 – 21.00. On esitetty, että kuuden kuukauden aikana kertyvä 20 000 µg/m³ h:n otsonialtistus aiheuttaisi kymmenen prosentin kasvutappion metsissä. (Metsäntutkimuslaitos, 2003)

9.2.4 HIILIDIOKSIDIN VAIKUTUKSET

Hiilidioksidi ei aiheuta paikallisia ilmanlaatuhaittoja, mutta edistää maailmanlaajuista kasvihuoneilmäilmiötä (Ilmatieteen laitos, 2002). Ilmastonmuutos vaikuttaa Suomen metsiin monella eri tavalla. Suomalainen ilmakehänmuutosten tutkimusohjelma SILMU arvioi, että metsien kasvu paranisi Suomessa lähivuosisikymmenien aikana useita kymmeniä prosentteja, jos ilmasto lämpenee ja hiilidioksidipitoisuudet kasvavat edelleen. Tämä johtuu pidemmästä kasvukaudesta ja hiilidioksidin lannoittavasta vaikutuksesta. Erityisesti Pohjois-Suomen metsien kasvu kiihtyisi. Suomen ilmaston soveltuvuus eri puulajeille muuttuisi. Pohjoinen havumetsävyöhyke siirtyisi noin 400 - 500 kilometriä pohjoiseen, ja lehtipuut yleistyisivät kaikkialla Suomessa. Jalojen lehtipuiden levinneisyysalue laajenisi, esimerkiksi tammi voisi levitä ensi 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)

10 YHTEENVETO

Turun kaupunkiseudulla ilmanlaatua tarkkailtiin vuonna 2005 kuudella mittauspisteellä, jotka sijaittivat Turun keskustassa kauppatorilla, Ruissalossa, Raision keskustassa ja Kaanaalla sekä Naantalissa ja Kaarinan keskustoissa.

10.1 MITTAUSJÄRJESTELMÄN TOIMIVUUS

Vuonna 2005 mittausjärjestelmä toimi kokonaisuutena erittäin hyvin. Juhannuskukkulan lämpötilan mittauksessa esiintyi ongelmia, jonka vuoksi niitä ei ole esitetty raportissa. Analyysoijat kalibroitiin keskimäärin kerran kahdessa kuukaudessa. Tämän lisäksi ne kalibroitiin kerran ulkopuolisen konsultin toimesta. Kerran vuorokaudessa tarkastettiin analyysoijain nolla- ja aluepisteet.

10.2 PÄÄSTÖT

Ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten rikkidioksidipäästöt olivat vuonna 2005 Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa yhteensä noin 3800 tonnia. Suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (n. 1550 t) sekä Neste Oil Oy:n Naantalissa jalostamo (n. 1600 t). Liikenteestä aiheutuvat rikkidioksidipäästöt olivat Turun kaupunkiseudulla yhteensä noin 3 tonnia.

Turussa, Raisiossa, Naantalissa ja Kaarinassa sijaitsevien ympäristönsuojelulain nojalla lupavelvollisten laitosten typen oksidien kokonaispäästö oli vuonna 2005 noin 4100 tonnia. Liikenteestä aiheutuvat typen oksidien päästöt olivat Turun seudulla yhteensä noin 1428 tonnia. Suurin yksittäinen päästölähde oli Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (n. 2860 t).

Liikenteen pakokaasuista aiheutuvat hiukkaspäästöt olivat vuonna 2005 yhteensä noin 77 tonnia. Liikenteen ja tuulen kadun pinnasta uudelleen nostattaman pölyn ns. resuspension määrää on vaikea arvioida. Hiukkasten suurimmat yksittäiset päästölähteet olivat Fortum Power and Heat Oy:n Naantalissa voimalaitos (142 t) ja Neste Oil Oy:n Naantalissa jalostamo (114 t).

10.3 ILMANLAATU TURUSSA

Ilmanlaatuindeksillä tarkasteltuna ilmanlaatu Turun keskustassa vuonna 2005 oli hyvä 59 päivänä ja yleensä tyydyttävä. Heikoimmillaan ilmanlaatu heikkeni erittäin huonoksi yhtenä päivänä. Kauppatorilla typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvo ylitti ohjearvon joulukuussa, jolloin vuorokausikeskiarvo oli $76 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 109 % ohjearvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kauppatorilla olivat korkeimmillaan maaliskuussa, vuorokausikeskiarvo oli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (71 % ohjearvosta).

Rikkidioksidipitoisuudet Ruissalossa olivat alhaiset. Rikkidioksidin vuosikeskiarvo Ruissalossa oli $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ruissalon otsonipitoisuus ei ylittänyt pitkän ajan tavoitearvoa $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Raja-arvot eivät ylittyneet Turussa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi seitsemänä päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa.

10.4 ILMANLAATU RAISIOSSA

Ilmanlaatu Raisiossa oli hyvä 74 päivänä ja yleensä tyydyttävä. Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kahtena vuorokautena. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvot Raision keskustassa olivat korkeimmillaan joulukuussa, jolloin pitoisuus oli 91 % ohjearvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuus Raision keskustassa oli korkeimmillaan maaliskuussa ollen 111 % ohjearvosta. Kaanaalla mitatut rikkidioksidipitoisuudet olivat alhaisia. Raja-arvot eivät ylittyneet Raisiossa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi kahdeksana päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa.

10.5 ILMANLAATU NAANTALISSA

Ilmanlaatu luokiteltiin Naantalissa hyväksi 153 päivänä ja yleensä tyydyttäväksi. Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kolmena vuorokautena. Suurimmat typpidioksidipitoisuu- den vuorokausikeskiarvot mitattiin joulukuussa, jolloin pitoisuus oli 71 % ohjearvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuus oli korkeimmillaan maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli 119 % ohjearvosta. Rikkidioksidipitoisuudet Naantalissa olivat alhaisia. Raja-arvot eivät ylittyneet Naantalissa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi kahdeksana päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa.

10.6 ILMANLAATU KAARINASSA

Ilmanlaatu Kaarinassa oli hyvä 179 päivänä. Erittäin huonoksi ilmanlaatu luokiteltiin kol- mena päivänä. Typpidioksidipitoisuuden vuorokausikeskiarvot Kaarinan keskustassa oli- vat korkeimmillaan maaliskuussa, jolloin pitoisuus oli 70 % ohjearvosta. Hengitettävien hiukkasten pitoisuus Kaarinan keskustassa oli korkeimmillaan maaliskuussa ollen 81 % ohjearvosta. Raja-arvot eivät ylittyneet Kaarinassa. Raja-arvon numeroarvo ylittyi neljä- nä päivänä hengitettävien hiukkasten osalta, kun sallittujen ylitysten lukumäärä on 35 kalenterivuodessa.

10.7 TERVEYSVAIKUTUKSET

Turun kaupunkiseudulla merkittävimmät mahdollisesti haitallisia terveysvaikutuksia aihe- uttavat ilman epäpuhtauskomponentit ovat typen oksidit ja erityisesti hengitettävät hiuk- kaset. Terveysvaikutuksia niillä voi olla erityisesti ilman huonojen sekoittumisolosuhtei- den aikana. Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutuksista ja erityisesti eri ilman epäpuhta- uksien yhteisvaikutuksista on kuitenkin liian vähän tutkimustuloksia, että pitkälle vietyjä johtopäätöksiä voitaisiin tehdä.

10.8 LUONTOVAIKUTUKSET

Ilmansaasteiden luontovaikutukset ilmenevät pitkällä ajanjaksolla. Ilmansaasteiden tär- keimmät vaikutukset liittyvät typen oksidien ja rikkidioksidin happamoittavaan vaikutuk- seen, joka aiheuttaa erilaisia vaurioita kasvillisuuteen sekä liuottaa maaperästä ravintei- ta. Otsoni voimakkaana hapettimena vaurioittaa lehtiä ja neulasia. Otsonin vaikutuksesta metsien kasvu saattaa heikentyä ja se voi aiheuttaa viljelyksille satotappioita.

10.9 VINKKEJÄ KUNTALAISILLE

Jokainen kuntalainen voi omalla käyttäytymisellään vaikuttaa paikalliseen ilmanlaatuun. Ohessa on lueteltu muutamia yksinkertaisia jokapäiväisiä toimenpiteitä, joilla yksittäinen ihminen voi myötävaikuttaa parempaan ilmanlaatuun (Motiva, 2005; Ilmatieteen laitos, 2005):

- Suosi kevyttä liikennettä ja julkisia liikennevälineitä yksityisautoilun sijaan.
- Käytä lohkolämmittintä, kun ulkolämpötila laskee alle +5 °C. Lohkolämmittintä 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 nuohoaminen säännöllisesti.

Lisätietoja ilmanlaadusta saa Internetistä: www.turku.fi/ympto kohdasta ilmanlaatu tänään.

LÄHTEET

- Helin Timo, 2005. Kevätpölyjen terveysvaikutukset. Ilmansuojelu 1/2005. Teemanumero: Pöly.
- Hengitysliitto, 2005. Otsonin vaikutukset keuhkoihin.
<<http://www.hengitysliitto.fi/terveysinfo/hengitysilma/hengityspuhelin/faq/index.asp?id=105>> Luettu 7.3.2006
- 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/betaec02aforprinting.pdf>> Luettu 7.3.2006
- Ilmatieteen laitos, 2005. Hiukkasia ilmassa.
<http://www.fmi.fi/kuvat/Mita_hengitamme.pdf> Luettu 9.3.2006
- Jokiniemi Jorma, Ohlström Mikael, Kulmala Markku ja Hämeri Kaarle, 2000. Teknologia katsaus 100/2000. Kartoitus pienhiukkastutkimuksesta Suomessa.
<www.tekes.fi/julkaisut/pienhiukkaskartoitus.pdf> Luettu 9.3.2006
- Koulu Markku ja Tuomisto Jouko, 2000. Toksikologia ja farmakologia (verkkoversio). Terveydelle haitalliset yhdyskuntailman saasteet ja toksiset aineet.
<www.medicina.fi/fato/76.pdf> Luettu 13.3.2006
- Laine Pirjetta. Metsiemme terveys – Ilmansaasteet. Tapio.
<<http://www.metsavastaa.net/index.cfm?docID=3650>> Luettu 13.3.2006
- Metsäntutkimuslaitos, 2003. Metsätilastollinen vuosikirja.
<http://www.metla.fi/metinfo/tilasto/julkaisut/vsk/2003/vsk03_02.pdf> Luettu 14.3.2006
- Motiva, 2005. Auton käyttö ja huolto.
<<http://www.motiva.fi/fi/kuluttajat/liikkuminen/autonkayttojahuolto/>> Luettu 14.3.2006
- Pekkanen Juha. Yhdyskuntailman pienten ja ultrapienien hiukkasten vaikutukset hengitys- ja verenkiertoelinten terveyteen. <<http://www.ktl.fi/sytty/tiivistelmat/pekka1t.htm>> Luettu 14.3.2006
- Pekkanen Juha, 2004. Kaupunki-ilman pienhiukkasten terveysvaikutukset. Duodecim 2004; 120:1645 - 52.
- Peters Annette, Dockery Douglas W., Muller James E., Mittleman Murray A., 2001. Increased Particulate Air Pollution and Triggering of Myocardial Infarction.
<<http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/103/23/2810>> Luettu 14.3.2006
- Pönkä A. ja Virtanen M., 2000. Yhdyskuntailman hiilimonoksidin vaikutus kuolleisuuteen ja sydäntautisairastavuuteen Helsingissä 1987 - 1995. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 5/2000.
- 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/> Luettu 13.3.2006
- Suomen Lääkäriliitto. Ihminen terveellisessä ympäristössä – opas.

<<http://www.laakariliitto.fi/uutiset/julkaisut/ymparisto/index.html>> Luettu 29.3.2002

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

WHO ja EEA, 2002. Children's Health and Environment: A Review of Evidence.
<http://reports.eea.eu.int/environmental_issue_report_2002_29/en/eip_29.pdf> Luettu 24.3.2006

WHO, 2002. The European Health Report 2002.
<http://www.euro.who.int/europeanhealthreport/20020903_2> Luettu 22.3.2006

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 22.3.2006

YTV, 2003. Hiukkastutkimuksia pääkaupunkiseudulla. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:16. <http://www.ytv.fi/NR/rdonlyres/533619F6-6291-4377-936F-68D28EE9152A/0/hiukkastutkimuksia_pks.pdf> Luettu 31.3.2006

LIITE 1

2005	t	t	t	t
LAITOS	SO ₂	NOx	Hiukkaset	CO ₂
KAARINA				
Rauvolan lämpökeskus	2,5	1,1	0,2	
Voivalan lämpökeskus	0,0	0,0	0,0	
NAANTALI				
Fortum Power and Heat Oy, Naantalin voimalaitos	1547,0	2860,0	142,2	1380582
Fortum Oil Oy, Naantalin jalostamo	1600,0	330,0	114,0	398765
Karvetin lämpökeskus	1,5	0,6	0,2	229
Turun Korjaustelakka Oy	9,0	33,9	0,9	
<i>Fingrid Oyj, Naantalin kaasuturbiinilaitos</i>	<i>0,3</i>	<i>0,7</i>	<i>0,0</i>	<i>279</i>
RAISIO				
Raisio Yhtymä Oyj	5,4	2,6	0,9	1064
Salvor Oy, topinojan käsittelylaitos	0,7	2,2	0,2	1156
Kemppilän lämpökeskus	3,1	1,2	0,4	
Haunisten lämpökeskus	2,4	1,0	0,3	
TURKU				
Linnankadun voimalaitos	49,3	24,8	1,4	9644
<i>Leaf Oy</i>	<i>49,1</i>	<i>25,3</i>	<i>0,8</i>	<i>9868</i>
Runosmäen Lämpö Oy	65,8	36,6	2,4	11459
Jalostaja Artukainen	61,5	29,1	2,7	10142
Artukainen öljykattila	0,0	0,0	0,0	3
Jätteenpolttolaitos	4,5	88,0	0,7	
Luolavuoren lämpökeskus	65,1	32,5	3,9	12660
TYKS lämpökeskus	51,4	24,9	1,5	9974
Orikedon lämpökeskus	19,6	145,0	3,4	5324
<i>Orion Pharma</i>	<i>10,6</i>	<i>4,5</i>	<i>0,2</i>	<i>1759</i>
Huiskulan Puutarha Oy	46,3	14,6	2,9	11400
Suomen Rehu Oy	21,1	8,9	1,6	3375
Härkämäen lämpökeskus	35,0	17,4	0,9	6793
Jäkärälän Huolto Oy	12,7	11,4	0,8	4402
Lepolan puutarha	18,5	8,3	10,5	4216
HK Ruokatalo, Kupittaa	16,7	12,2	1,1	4777
Evanes Oy, Valvillan lämpökeskus	4,6	5,9	0,5	2008
Valio Oy	6,5	3,7	0,2	1545
<i>Evanes Oy, Kaupunginsairaalan lämpökeskus</i>	<i>11,0</i>	<i>2,3</i>	<i>1,0</i>	<i>1818</i>
Koroisten lämpökeskus	3,5	1,8	0,2	692
Late-Rakenteet Oy	0,1	2,4	3,2	2409
Kärsämäentien lämpökeskus, kaukolämpö	0,0	0,0	0,0	0
Metsämäen kaasukattila	0,1	0,1	0,0	6
Myötäisten lämpökeskus	0,0	1,6	0,1	1311
Pernon lämpökeskus, kaukolämpö				3
Taalintehtaankadun laitos, kaukolämpö	0,0	1,7	0,1	1312
Varissuon Lämpö ja Paikoitus Oy, lämpökeskus	35,6	23,7	0,8	9381
Turun Satama	46,8	334,8	7,6	
Aker Finnyards Oy	1,2	17,7		2
Kaikki yhteensä	3808,7	4112,5	307,8	1908355,6

HARMAALLA KURSIVOIDULLA MERKITYT TIEDOT OVAT VUODEN 2004 PÄÄSTÖTIETOJA