



Juha Pulkkinen/J.P.Pulkkisen kalibrointi Ky

# MIKKELIN ILMANLAADUN VUOSIRAPORTTI 2004



Mikkelin kaupungin julkaisu 4/2005

ISBN 952-9861-88-5

ISSN 1459-1790

Tilaukset:

Mikkelin kaupunki, ympäristöpalvelut  
Jääkärintie 14  
50100 Mikkelä  
Puh. 015 – 1944 700  
email: [kaija.ringbom@mikkeli.fi](mailto:kaija.ringbom@mikkeli.fi)



## **MIKKELIN ILMANLAADUN VUOSIRAPORTTI 2004**

### **SISÄLTÖ**

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>5</b>
<b>2 PÄÄSTÖT ILMAAN MIKKELISSÄ</b>	<b>6</b>
2.1 Kokonaispäästöt	
2.1.1 Pistelähteiden päästöt ilmaan	
2.1.2 Liikenteen päästöt ilmaan	
2.1.3 Pintalähteiden päästöt ilmaan	
<b>3 ILMANLAADUN MITTAUSASEMA MIKKELISSÄ</b>	<b>9</b>
3.1 Porrassalmenkadun mittausasema	
<b>4 ILMANLAADUN MITTAUSAINEISTO</b>	<b>11</b>
4.1 Mittausjärjestelmä	
4.2 Mittausten määrä	
4.3 Sää tiedot	
4.4 Typenoksidien mittaukset	
4.5 Hengitettävien hiukkasten mittaukset	
4.6 Mittausten laadunvarmennus	
<b>5 SÄÄTIEDOT TARKASTELUJAKSOLLA</b>	<b>15</b>
<b>6 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT</b>	<b>17</b>
<b>7 TYPENOKSIDIEN (NO JA NO<sub>2</sub>) PITOISUUDET MIKKELISSÄ</b>	<b>19</b>
7.1 Ohje- ja raja-arvoihin verrattavat typpidioksidipitoisuudet	
7.2 Typpidioksidin pitoisuudet eri kausina vuonna 2004	
<b>8 HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN PITOISUUDET</b>	<b>24</b>
8.1 Ohje-arvoihin verrattavat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet	
8.2 Raja-arvoihin verrattavat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet	
8.3 Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri kausina vuonna 2004	
<b>9 ILMANLAATUINDEKSI</b>	<b>28</b>
9.1 Indeksiarvot	
<b>10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>31</b>

## **TIIVISTELMÄ**

Mikkelissä ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä on selvästi merkittävin liikenne. Ilmoitusvelvollisista laitoksista merkittävin on Etelä-Savon Energia Oy.

Mikkelissä on mitattu tarkastelujakson aikana typen oksideja ja hengitettävää pölyä. Näiden mittauksien tuloksista on tässä työssä laskettu ohje- ja raja-arvoihin verrattavat lukuarvot.

Typpidioksiditasot ylittivät Mikkelissä vuonna 2004 tehdyn mittausjakson aikana selvästi ohjearvotason maaliskuussa (vuorokausiohjearvo).

Hengitettävän pölyn pitoisuuksissa ylittyi Mikkelissä vuonna 2004 tehdyn mittausjakson aikana ohjearvo huhtikuussa ja raja-arvon lukuarvo ylittyi yksitoista kertaa. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin keväällä.

Ilmanlaatuindeksillä arvioituna ilmanlaatu Mikkelissä oli noin 80 % ajasta hyvää.

Mikkelissä huhtikuussa 2005

Juha Pulkkinen

J. P. Pulkkisen kalibrointi Ky

## **1 JOHDANTO**

Mikkeli on keskisuuri kaupunki Etelä-Savossa ja se kuuluu ilmanlaadun seuranta-alueissa Etelä-Savon ympäristökeskuksen alueeseen. Muita ko. alueeseen kuuluvia kaupunkeja ovat Pieksämäki ja Savonlinna. Vuoden 2001 ilmanlaatuasetuksessa (9.8.2001/711) määritetään, että jatkuvia ilmanlaadunmittauksia tulee tehdä alueilla, joilla ylittyy ylempi arviointikynnys ko. epäpuhtaudesta. Mikkelissä ei ole ilmapäästöjä aiheuttavaa suurteollisuutta. Ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä valtaosa tulee liikenteestä. Etelä-Savossa ei tehdä rutiinisti ilmanlaadun jatkuvatoimisia mittauksia. Kuitenkin hengitettävän pölyn (PM10) ja typenoksidien pitoisuudet saattavat ajoittain kohota Valtioneuvoston antamien ohjearvojen yläpuolelle.

Nykyisten EU:n tukemien mittausten tavoitteena on selvittää kolmen vuoden jatkuvatoimisen mittauksen avulla, ylittyykö hengitettävän pölyn ja typenoksidien ylempi arviointikynnys, ja onko jatkuvatoimiset mittaukset siten tarpeellisia Etelä-Savon alueella jatkossakin. Tämä raportti esittelee Porrassalmenkadun varrella sijainneessa mittauskopissa tehtyjen hengitettävän pölyn ja typenoksidien mittaustuloksia vuodelta 2004 ja on lähinnä dokumentoiva. Tulosten tarkempi tarkastelu tehdään mittausjakson loputtua vuonna 2005.

## **2 PÄÄSTÖT ILMAAN MIKKELISSÄ**

Ilmapäästöjä syntyy pistelähteistä, liikenteestä ja pintalähteistä.

Pistelähteitä ovat mm. suurehkot teollisuus- ja energialaitokset, joiden ympäristövaikutukset ovat yleensä niin merkittäviä, että ne joutuvat tekemään ilmoituksen viranomaisille vuosittain päästöistään. Puhutaan ns. ilmoitusvelvollisista laitoksista. Liikenteen päästöjä muodostuu auto-, laiva-, rautatie- ja ilmailuliikenteestä. Pintalähteillä tarkoitetaan pieniä päästölähteitä kuten pienpoltto, talokohtaista lämmitystä sekä pientä ja keskisuurta teollisuutta.

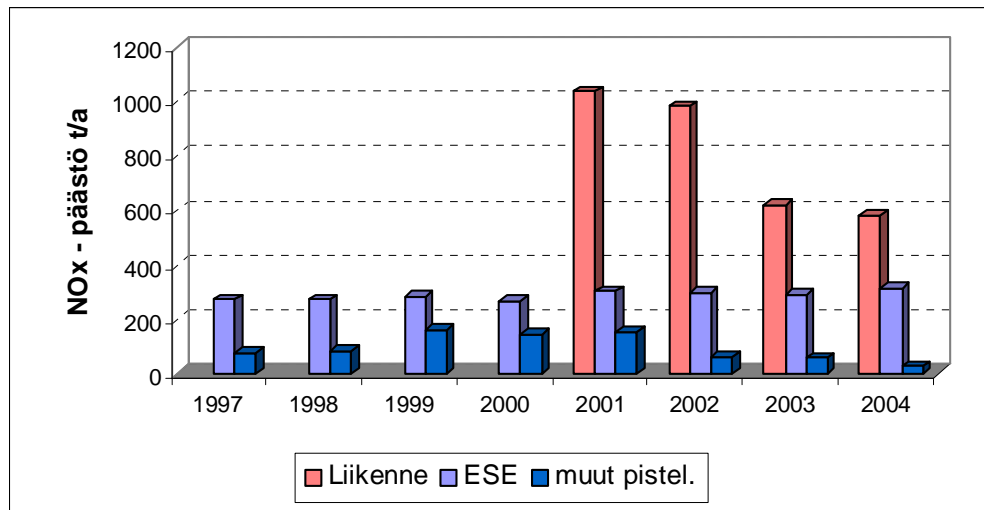
### **2.1 Kokonaispäästöt**

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet Mikkelissä ovat Etelä-Savon Energia Oy:n (ESE Oy) Pursialan voimalaitos ja liikenne.

#### **2.1.1 Pistelähteiden päästöt ilmaan**

Mikkelin seudulla typenoksidien ja hiukkasten pistelähteitä ovat ESE Oy:n laitokset Pursialassa, Kyyhkylässä, Oravinmäellä, Siekkilässä, Tikkalassa ja Rokkalassa sekä Versowood Otava Oy:n saha (entinen Otavan Saha Oy), Helprint Quebecor Oy, Fortum Lämpö Oy ja Lemminkäinen Oyj (asfalttiasema).

**Kuva 2-1** Mikkelin seudun ilmoitusvelvollisten laitosten typenoksidien päästötiedot (t/a) vv 1997-2004.

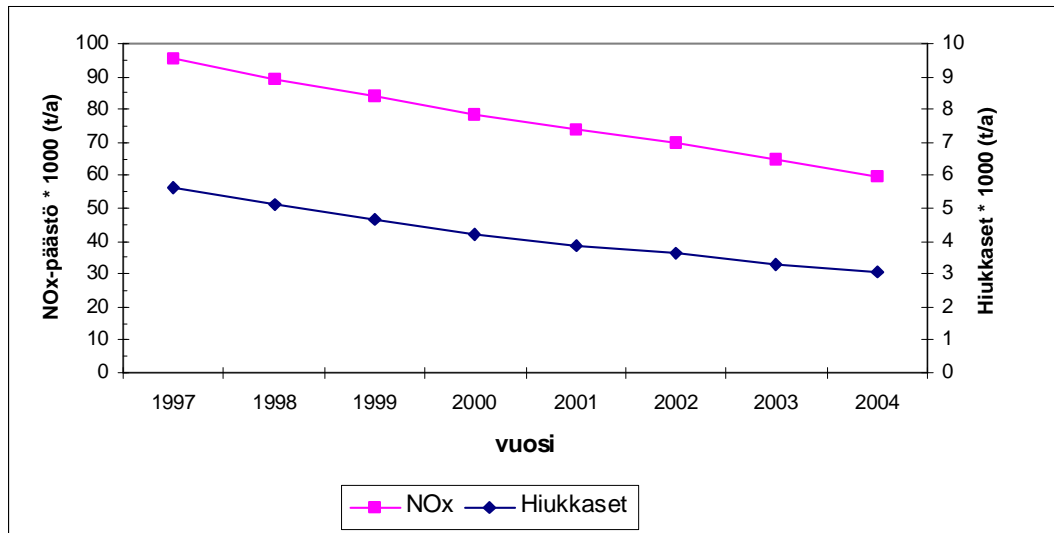


Mikkelin seudun ilmoitusvelvollisten laitosten NO<sub>x</sub>-päästöjen trendit vuoden 1997 jälkeen voi nähdä kuvasta 2-1. Etelä-Savon Energia Oy:n päästötaso on vakiintunut noin 300 t/vuosi, mutta muiden pistemäisten päästölähteiden typenoksidien päästötaso on vaihdellut vuosittain ilman selvää trendiä, ollen viimevuosina n. 20% ESE Oy:n päästöistä.

### 2.1.2 Liikenteen päästöt ilmaan

Liikenteen päästöillä on usein ratkaiseva vaikutus ilmanlaatuun, koska päästöt vapautuvat hengityskorkeudelle. Kuvasta 2-2 voi nähdä eräiden tieliikenteen päästöjen kehityksen Suomessa vuosina 1997-2003 vuoden 2002 tietojen mukaan. Hiukkasten ja typenoksidien päästötaso on myös laskussa katalysaattorin ja parempien polttoaineiden ja moottorien tekniikan myötä. Katalysaattorit tulivat pakollisiksi uusiin bensiinikäyttöisiin henkilöautoihin vuonna 1992.

Tarkemmin yksilöidyt (Liisa 2002) tieliikenteen pakokaasupäästöt Mikkelin seudun eri tyyppisiltä kaduilta on esitetty liitteessä 1.



**Kuva 2-2** Tieliikenteen päästöjen (tonnia/vuosi) kehitys vuosina 1997-2004 Suomessa vuoden 2002 tietojen mukaan (Liisa 2002).

### 2.1.3 Pintalähteiden päästöt ilmaan

Pintalähteillä tarkoitetaan muita kuin ilmoituslupavelvollisia laitoksia. Nämä ovat pieniä päästölähteitä kuten kiinteistökohtainen lämmitys, ei ilmoitusvelvollinen pieni ja keskisuuri teollisuus, maatalouden ja kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö ja työkoneet. Pintalähteiden vaikutus lähiympäristön ilmanlaatuun voi olla ajoittain merkittävää.

### 3 ILMANLAADUN MITTAUSASEMA

Mikkelissä ilmanlaadun jatkuvatoiminen seuranta aloitettiin maaliskuussa 2003. Tällöin ilmanlaadunseuranta kattoi hengitettävien hiukkasten (PM10) ja typpidioksidin mittauksen Porrassalmenkadun mittausasemalla. Mittauspisteen paikka on merkitty kartalle liitteeseen 2.

#### 3.1 Porrassalmenkadun mittausasema

Porrassalmenkadun mittausasema (kuva 3-1) sijaitsee kirjastotalon takana olevan sisäpihan ja Porrassalmenkadun välissä 89 metriä merenpinnasta, 3 metriä maanpinnasta pohjoiskoordinaatissa 6842140 ja itäkoordinaatissa 3514640. Mittausaseman tyyppi on luokiteltu liikenneasema ja ympäristön tyyppi on kaupunki. Mittaukset aloitettiin 6.3.2003.



**Kuva 3-1** Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasema vuonna 2004.

Mitattavia epäpuhtauskomponentteja olivat typenoksidit ja hengitettävä pöly. Mittausasemalla on mitattu myös sääparametrejä: ilman lämpötilaa ja ilmanpainetta. Mittauslaitteistona oli typenoksidien osalta kemiluminesenssi menetelmään perustuva laite malli API 200 A ja hengitettävällä pölyllä mittauslaitteena oli TEOM malli 1400 A.

Mikkelin suurin pistemäinen päästölähde ESE Oy:n energialaitokset sijaitsevat mittausasemasta noin 1500 metrin päässä etelä-kaakkoon. Mittauskopin ympäristön katujen liikennemäärät ovat: Porrassalmenkatu n. 4500 kpl/vrk, Raatihuoneenkatu n. 6000 kpl/vrk ja Vilhonkatu n. 4000 kpl/vrk.

## **4 MIKKELIN ILMANLAADUN MITTAUSAINEISTO**

### **4.1 Mittausjärjestelmä**

Mikkelissä on käytössä jatkuvatoiminen ilmanlaadun mittausjärjestelmä. Termostoituihin tiloihin sijoitetut analysaattorit mittaavat ulkoilmanlaatua lähes reaaliaikaisesti. Tiedonkeruuyksikkö tallensi mittaustulokset 2 minuutin keskiarvoina. Toimiston mittaustietokone keräsi ja tallensi päivisin säännöllisesti kolmen tunnin välein tiedonkeruuyksikön analysaattoreilta keräämän mittaustiedon modeemin välityksellä. Tulokset tallentuivat DILTA:an tuntiarvoina, joita voi sitten tarvittaessa editoida arkistointiohjelman avulla. Mittaustulosten keräykseen, editointiin ja raportointiin käytettiin PPM Systems Oy:n kehittämää DILTA-ohjelmistoa. Tässä raportissa on kaikki tulokset redusoitu + 20 °C:een vuonna 1996/2001 annettujen ohje- ja raja-arvojen mukaisesti. Hengitettävän pölyn osalta on tulokset lisäksi laskettu raja-arvovertailuissa vallitseviin olosuhteisiin.

### **4.2 Mittausten määrä**

Mittausten määrän tulee kattaa vähintään 75 % mittausajasta, jotta mittauksia voisi verrata voimassa oleviin ohje- ja raja-arvoihin (VNP 480/1996 ja 711/2001). Taulukkoon 1 on kerätty mittauskomponenttien mittausten määrät kuukausittain. Mikkelissä mittausten määrä riittää ohje- ja raja-arvojen vertailuun vuonna 2004. Mittausten alkamisen jälkeen on mittausaineisto saatu hyvin talteen, eikä yllättäviä pitkäkestoisia katkoksia ole ollut.

**Taulukko 1** Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman eri mittauskomponenttien mittausten ajallinen edustavuus prosentteina vuonna 2004.

Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman mittausten määrä			
kuukausi	NO2	NO	PM10
tammi	98 %	98 %	100%
helmi	97 %	97 %	100%
maalis	98 %	98 %	100%
huhti	97 %	97 %	100%
touko	98 %	98 %	99%
kesä	98 %	98 %	100%
heinä	98 %	98 %	100%
elo	98 %	98 %	100%
syys	98 %	98 %	100%
loka	97 %	97 %	100%
marras	97 %	97 %	99 %
joulu	97 %	97 %	99 %
<b>koko vuosi</b>	<b>97,5 %</b>	<b>97,5 %</b>	<b>99,5 %</b>

### **4.3 Säätiiedot**

Ulkoilman epäpuhtauksien pitoisuuksiin ja päästöjen leviämiseen ja laimenemiseen ratkaisevasti vaikuttavia säätiietoja ei ole mitattu ennen vuoden 2003 syyskuuta. Tällöin alettiin mitata tuulensuuntaa, tuulennopeutta, ilman lämpötilaa ja ilman suhteellista kosteutta Rantakylässä sijaitsevilla Reino Rehn Ky:n tuuliantureilla. Säätietöjen mittaamiseen käytettiin jatkuvatoimisia antureita ja keskusyksiköitä. Mitattuja säätiietoja ei tässä yhteydessä käsitellä lainkaan, vaan ne otetaan mukaan lopullisessa raportoinnissa mittausjakson päätyttyä.

#### **4.4 Typen oksidien (NO ja NO<sub>2</sub>) mittaukset**

Typenoksidien mittaukset tehtiin jatkuvatoimisella API 200A - analysaattorilla. Laitteiden mittausten menetelmä perustuu kemiluminesenssiin (ISO 7996:1985). Kemiluminesenssin menetelmällä toimivissa analysaattoreissa näyteilma johdetaan vuoroin konvertterin (NO<sub>2</sub> pelkistetään NO:ksi) kautta ja vuoroin suoraan reaktiokammioon, jossa NO - molekyylit hapetetaan otsonin avulla virittyneiksi NO<sub>2</sub> - molekyyleiksi. Perustilaan palatessaan ne emittoivat säteilyä, joka mitataan valomonistinputkella. Syntyneen säteilyn määrä on suoraan verrannollinen näyteilman NO - pitoisuuteen.

Kun näyteilma kulkee konvertterin kautta, mittaustulos kertoo NO:n ja NO<sub>2</sub>:n yhteisen pitoisuuden. Kun konvertteri ohitetaan, mittaa laite näyteilman NO-pitoisuutta. NO<sub>2</sub> - pitoisuus saadaan laskennallisesti vähentämällä mitatusta typenoksidien kokonaismäärästä mitattu NO-pitoisuus. Konvertterina on käytössä molybdeenikonvertteri, joka on lämmitetty lämpötilaan n. 320 °C.

#### **4.5 Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) mittaukset**

Hengitettäviä hiukkasia (PM<sub>10</sub>) mitattiin PM<sub>10</sub> - esierottimella varustetulla jatkuvatoimisella TEOM 1400a - analysaattorilla. Sen toiminta perustuu erityiselle värähtelijälle kertyvän hiukkasmassan aiheuttamaan värähtelytaajuuden muutokseen. Menetelmässä näyteilmaa imetään suodattimelle, joka on asetettu ontton keraamisen värähtelijän päähän. Suodattimen hiukkasmassan kasvaessa värähtelijän värähtelytaajuus muuttuu. Värähtelytaajuuden muutos on laskennallisesti muutettavissa massan määräksi. Mitä nopeammin värähtelytaajuus muuttuu, sitä suurempi on näyteilman hiukkaspitoisuus.

#### **4.6 Mittausten laadunvarmennus**

Mittauksissa käytetyt typenoksidianalyzaattorit monipistekalibroitiin 3 kk:n välein ja välissä tehtiin ns. yksipistekalibrointi, yhteensä yhdeksän kertaa vuonna 2004. Kalibrointitulosten perusteella mittaustulokset joko hyväksyttiin, editoitiin jälkikäteen oikeiksi (huomioitiin analysaattorien mittausalueen heilunta) tai hylättiin. Kalibroinnit teki J.P.Pulkkisen kalibrointi Ky/ Juha Pulkinen, joka myös teki tulosten editoinnit.

Typenoksidianalysaattorin kalibroinnissa käytettiin sekä Environnement VE 3M-permeaatiokalibraattoria (typpidioksidi), että kalibrointikaasua (typpimonoksidi) laimentimen kanssa. PM<sub>10</sub> - analysaattori kalibroititiin esipunnituilla suodattimilla kolmesti vuodessa. Laitteen ilmavirtaus tarkistettiin massavirtausmittarilla neljästi kuluneen vuoden aikana.

## **5 SÄÄTIEDOT TARKASTELUJAKSOLLA**

Sääolosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti ulkoilman epäpuhtauspäästöjen leviämiseen ja laimenemiseen ja siten myös kulloinkin vallitseviin pitoisuuksiin.

Suomessa ilmanlaadun episodit liittyvät talven korkeapainetilanteisiin, jolloin tuuli on heikkoa. Kuivassa pakkassäässä maanpinnan lähelle muodostuu stabiili ilmakerros, ns. inversiokerros. Inversiossa päästöjen kulkeutuminen on hidasta ja sekoittuminen rajoitettua. Alhaisessa lämpötilassa voimalaitosten päästöt ovat suurimmillaan, mikä luonnollisesti vaikuttaa episodin syntymiseen. Maanpintainversiossa maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempänä olevan lämpimän ilman alle. Tällöin erityisesti liikenteen päästöt hajaantuvat hyvin huonosti. Sen sijaan energiantuotannon päästöt korkeista savupiipuista saattavat purkautua matalien maanpintainversioiden yläpuolelle, jolloin ne eivät juuri vaikuta pitoisuuksiin lähellä maanpintaa lähialueillaan.

Tähän raporttiin on koottu katsaus vuoden säätilasta Ilmatieteenlaitoksen ilmastokatsauksesta. Taulukossa 2 on nähtävillä keskimääräiset sadannat ja lämpötilat kuukausittain. Vuonna 2004 oli sää Mikkelissä keskilämpötilaltaan hieman keskimääräistä lämpimämpi, keskilämpötila oli 3,9 °C. Talvikuukaudet (12/2003-2/2004) olivat normaaleja lämpötiloiltaan. Kevätkuukausista (3/2004-5/2004) toukokuun varhaiset hellepäivät olivat poikkeuksellisia, joskin toukokuussa esiintyi myös laajasti hallaa. Kesäkuukaudet (6/2004-8/2004) olivat taas sängen sateisia, helteitä ei juurikaan esiintynyt ennen elokuuta. Syksyn kuukaudet (9/2004-11/2004) olivat taas keskilämmöltään normaalit. Joulukuussa kelit vaihtelivat paljon ja vuosi päättyi leutona normaalia lämpimämpänä.

Vuoden 2004 sademäärä oli monilla paikoin ennätyskellisen suuri, Mikkelissä se oli 675 millimetriä ja oli siten yli pitkän ajan keskiarvon Itä-Suomessa. Kesällä esiintyneet trombit ja voimakkaat ukkossateet aiheuttivat paljon ongelmia. Kesän lisäksi voimakkaita myrskyjä ilmeni myös joulukuussa. Aurinkoisuudeltaan vuosi oli poikkeuksellinen. Eniten aurinkoa saatiin huhtikuussa, kun taas touko-, kesä-, ja heinäkuussa aurinko paistoi keskimääräistä vähemmän.

**Taulukko 2** Mikkelin keskimääräiset lämpötilat ja sadannat kuukausittain vuonna 2004. (Ilmastokatsaus 12/2004, Ilmatieteenlaitos)

<b>kk</b>	<b>keski lpt °C</b>	<b>sademäärä mm</b>
<b>tammi</b>	-10,1	37
<b>helmi</b>	-7,3	48
<b>maalis</b>	-2,6	38
<b>huhti</b>	2,9	11
<b>touko</b>	9,1	55
<b>kesä</b>	12,7	86
<b>heinä</b>	16,4	90
<b>elo</b>	15,1	58
<b>syys</b>	11,4	92
<b>loka</b>	3,9	32
<b>marras</b>	-2,0	46
<b>joulu</b>	-2,8	82
<b>vuosi-ka</b>	<b>3,9</b>	<b>675</b>

## 6 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Valtioneuvosto on antanut päätöksissään 480/96 ja 711/01 ilmanlaatua koskevat ohje-, raja- ja kynnysarvot, jotka astuivat voimaan 1.9.1996, 9.8.2001 sekä 4.9.2003.

**Ohjearvoilla** pyritään ehkäisemään ensisijaisesti ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveyshaittoja, mutta myös luonnon vaurioitumista ja viihtyvyyshaittoja. Ohjearvot on tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille. Niitä sovelletaan mm. kaavoituksessa, muussa rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvoja on esitetty taulukossa 3.

**Taulukko 3.** Ilmanlaadun ohjearvoja (Vnp 480/96)

Epäpuhtaus	Ohjearvo	Tilastollinen määrittely (20EC, 1atm)	Peruste
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	150 µg/m <sup>3</sup> 70 µg/m <sup>3</sup>	kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste kuukauden toiseksi suurin vrk-arvo	Terveyshaitto- jen ehkäiseminen
Hengitettävät hiukkaset(PM <sub>10</sub> )	70 µg/m <sup>3</sup>	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	
NO + NO <sub>2</sub>	30 µg/m <sup>3</sup> (NO <sub>2</sub> :ksi laskettuna)	vuosikeskiarvo	Kasvillisuus- vaikutusten ehkäiseminen

**Raja-arvot** määrittelevät ne ilman epäpuhtauksien ehdottomat enimmäispitoisuudet, joiden ylittäminen velvoittaa viranomaiset toimenpiteisiin ilman laadun parantamiseksi. Ilmansuojelusta vastaavien viranomaisten tulee käytettävissään olevin keinoin ehkäistä raja-arvojen ylittyminen. Raja-arvoja on esitetty taulukossa 4.

**Taulukko 4. Ilmanlaadun raja-arvoja terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vnp 711/01)**

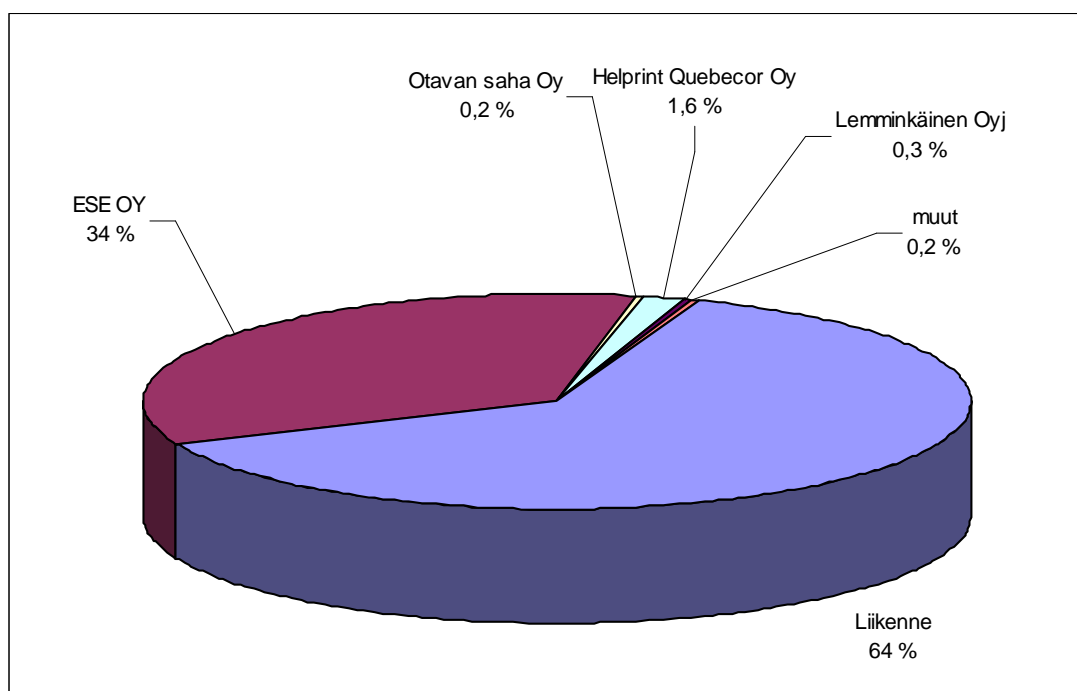
<b>Epäpuhtaus</b>	<b>Raja-arvo</b> (20EC, 1atm)	<b>Tilastollinen määrittely</b>
Typpidioksidi (NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup>	vuodessa sallittu 18 ylitystä (tuntiarvo)
Hiukkaset (PM <sub>10</sub> ) (vallitseva lämpötila ja ilmanpaine)	50 µg/m <sup>3</sup> 40 µg/m <sup>3</sup>	vuodessa sallittu 35 ylitystä (vuorokausiarvo) vuosikeskiarvo

Typpidioksidille on myös annettu varoituskyynnys, jossa NO<sub>2</sub> pitoisuus on 400 µg/m<sup>3</sup> mitattuna kolmen perättäisen tunnin aikana. Ko. raja-arvot astuvat voimaan pääosin vuonna 2005, typpidioksidin osalta kuitenkin vuonna 2010. Ennen raja-arvojen voimaantuloa on voimassa ns. siirtymäajan säännös, jossa lasketaan typpidioksidille vuoden tuntiarvojen 98. prosenttipiste (raja-arvo 200 µg/m<sup>3</sup>).

## 7 TYPEN OKSIDIEN (NO ja NO<sub>2</sub>) PITOISUUDET MIKKELISSÄ

Typen oksidit ovat pääosin peräisin energiantuotannosta ja liikenteestä. Typen oksideja muodostuu aina palamisen yhteydessä. Mitä korkeampi lämpötila ja happipitoisuus, sitä enemmän typen oksideja muodostuu. Typen oksidit ovat päästöissä yleensä lähes täysin typpimonoksidina (NO), joka hapettuu ulkoilmassa nopeasti mm. otsonin vaikutuksesta typpidioksidiksi (NO<sub>2</sub>). Tämä taas on terveysvaikutuksiltaan haitallisin typen oksidi.

Typpidioksidi on hengitysteitä ärsyttävä kaasu, joka aiheuttaa astmakohtauksia, altistaa hengitystietulehduksille ja vahvistaa muiden hengitystieärsykkeiden kuten esim. kylmän ilman ja allergeenien vaikutuksia. Typen oksideilla on suoria kasvillisuusvaikutuksia ja yhdessä muutuntayhdisteidensä, nitraattien ja typpihapon, kanssa ne aiheuttavat maaperän ja vesistöjen happamoitumista ja rehevöitymistä.



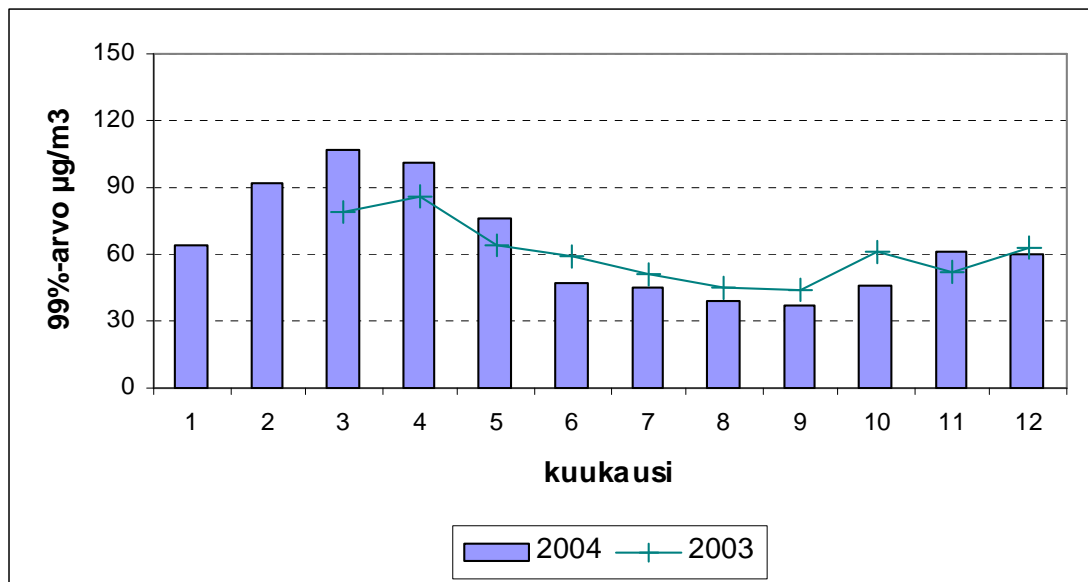
Reaktiivisina kaasuina typen oksidit voivat osallistua yhdessä hiilivetyjen kanssa myös alailmakehän otsonia ja muita hapettimia tuottaviin reaktioihin.

**Kuva 7-1** Typpidioksidin päästöosuudet Mikkelissä vuonna 2004. Liikenteen osuus on laskettu Liisa 2002 ohjelmalla.

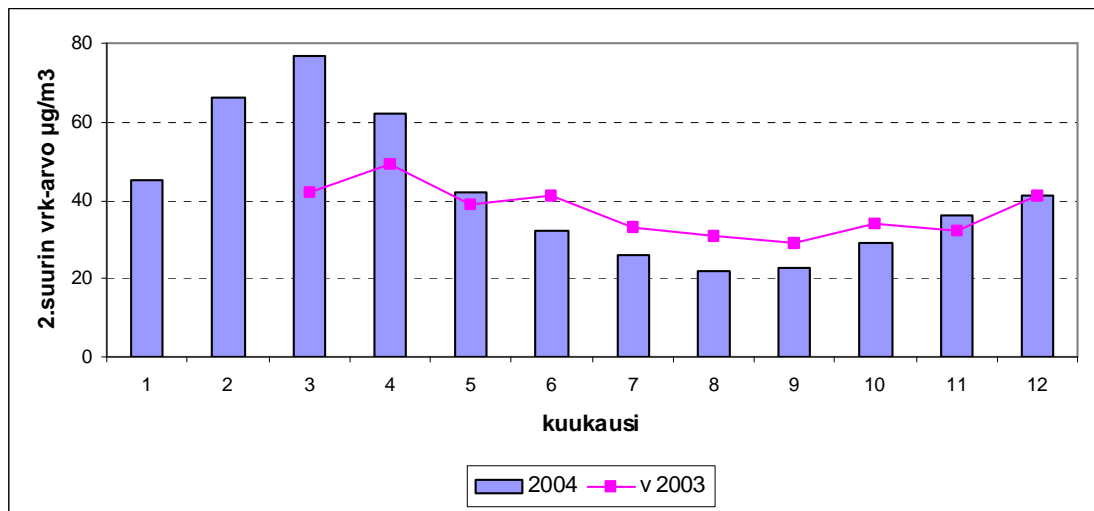
Kuvasta 7-1 voidaan havaita, että pääosa typpidioksidista Mikkelissä on lähtöisin liikenteestä, Etelä-Savon Energia Oy:n osuus on noin kolmannes.

### 7.1 Ohje- ja raja-arvoihin verrattavat typpidioksidipitoisuudet

Typpidioksidille on voimassa kaksi ohjearvoa, joissa toisessa lasketaan kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo ja toisessa kuukauden tunti-arvojen 99. prosenttipiste. Kuvista 7-2 ja 7-3 näkyy Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman ohjearvoon verrattavat kuukauden tunti-arvojen 99.%-pisteet ja kuukauden toiseksi suurimmat vuorokausiarvot vuonna 2004. Kuvista voidaan havaita, että pitoisuustasot vaihtelevat vuosittain ollen suurimmillaan keväisin. Vuorokausiohjearvo ylittyy maaliskuussa.



**Kuva 7-2** Typpidioksidin ohjearvoon verrattava kuukauden tunti-arvojen 99.% piste vuonna 2004 (2003) Mikkelin Porrassalmenkadun mittauspisteeltä. Ohjearvo on 150 µg/m<sup>3</sup>.



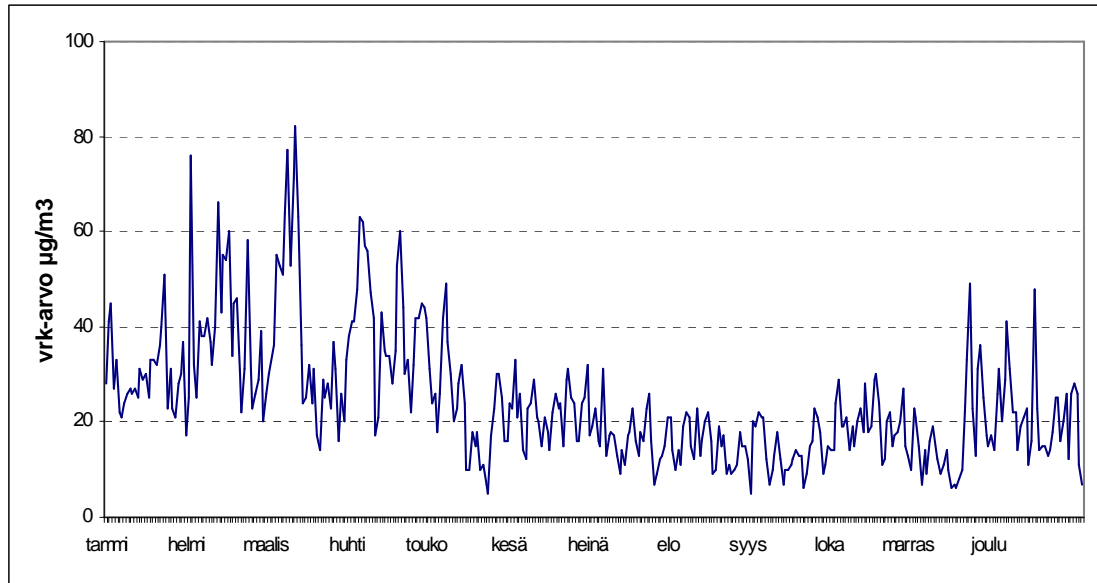
**Kuva 7-3** Typpidioksidin ohjearvoon verrattava kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo vuonna 2004(2003) Mikkelin Porrassalmenkadun mittauspisteeltä. Ohjearvo on 70 µg/m<sup>3</sup>.

Valtioneuvosto on antanut Euroopan unionin määräysten mukaiseksi raja-arvoksi typpidioksidille vuoden tuntiarvojen 98.%-piste. Mikkelissä Porrassalmenkadun mittausaseman raja-arvopitoisuudeksi vuonna 2004 tulee 77 µg/m<sup>3</sup>(vuonna 2003 oli 38 µg/m<sup>3</sup>). Tämä on 39 % raja-arvosta, kun siirtymäkauden raja-arvo on 200 µg/m<sup>3</sup>. Vuosikeskiarvo on 25 µg/m<sup>3</sup>, joka on 63 % vuosiraja-arvosta. Tuloksia vertailtaessa tulee kuitenkin muistaa, että vuoden 2003 alun talvikuukaudet puuttuivat mittausaineistosta.

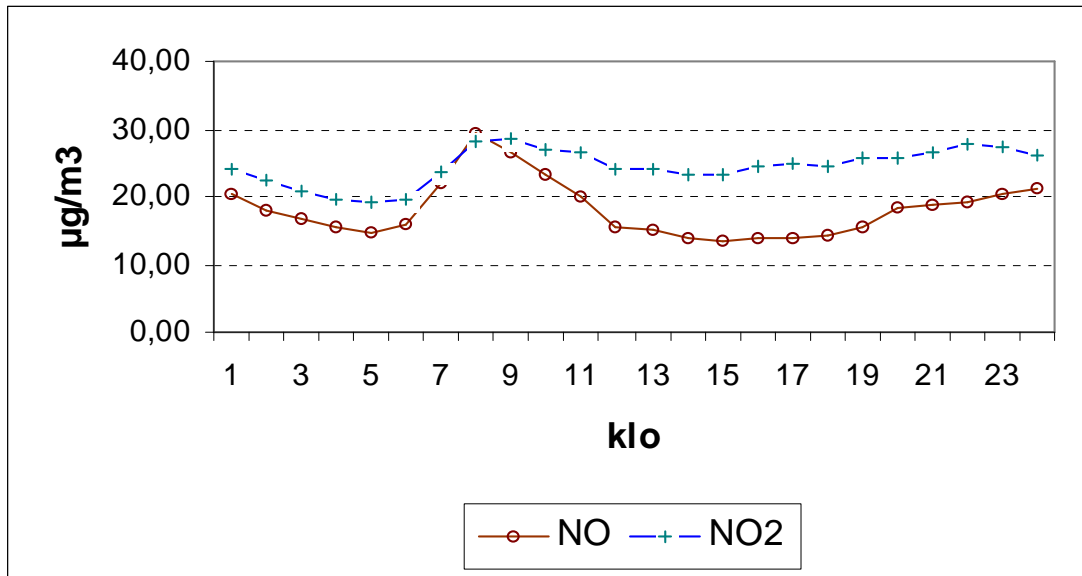
Mikkelin mittausasema on luokitukseltaan liikenneasema, joten kasvillisuusvaikutuksiin perustuvaa raja-arvo-vertailua ei voida eikä saa tehdä ko. mittauksista.

## 7.2 Typpidioksidin pitoisuudet eri kausina vuonna 2004

Typpidioksidin pitoisuuteen ilmassa vaikuttaa päästöjen lisäksi leviäminen ja hapettuminen, joten se vaihtelee paljon. Vaihtelu tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä eri vuodenaikoina. Vuodenaikaisvaihtelu näkyy kuvasta 7-4. Siitä voidaan todeta, että kevätluipun lisäksi myös syksyllä on muutamia kohonneita arvoja.

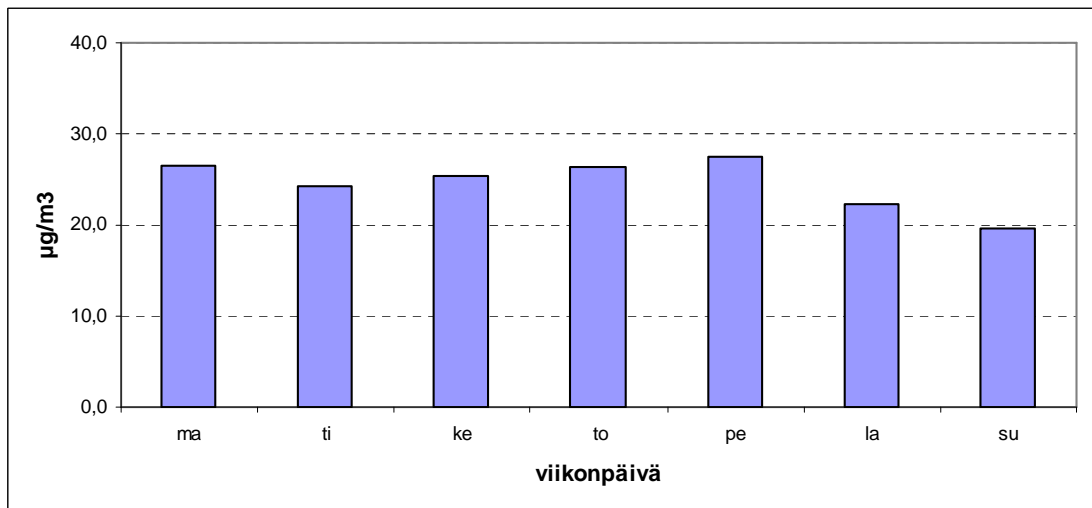


**Kuva 7-4** Typpidioksidin vuorokausiarvot Mikkelissä Porrassalmenkadun mittaus-  
 aseman mittauspisteellä vuonna 2004.



**Kuva 7-5** Typenoksidien pitoisuudet eri kellonaikoina Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004.

Kuvassa 7-5 on esitetty typenoksidien keskiarvoja eri kellonaikoina. Kuvasta havaitaan, että aamuinen työliikenne näkyy mittausaseman pitoisuuksissa. Kuvassa 7-6 on esitetty typenoksidien keskiarvoja eri viikonpäivinä: pitoisuudet ovat pienimmillään viikonloppuisin.

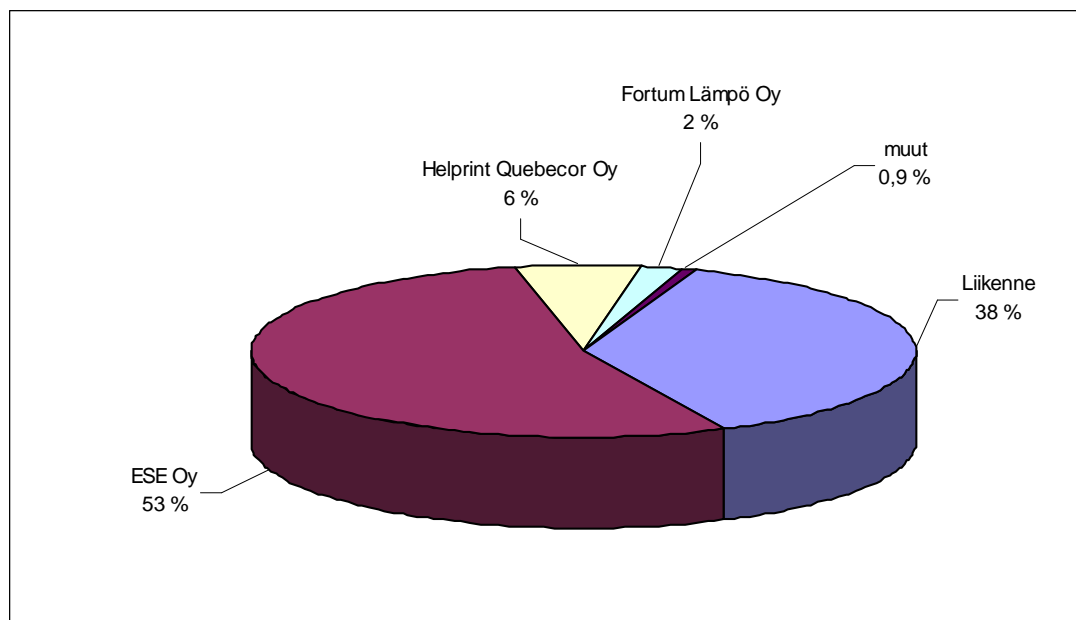


**Kuva 7-6** Typpidioksidin pitoisuudet Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004 eri viikonpäivinä.

## 8 HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN (PM<sub>10</sub>) PITOISUUDET

Ilmassa on tyypillisesti kahdenlaisia hiukkasia: hienoja ja karkeita. Hienot hiukkaset syntyvät kaasuista tiivistymällä esim. savuhiukkasien jäähtyessä tai kemiallisten reaktioiden seurauksena. Hiukkasia synnyttävät prosessit voivat tapahtua jo ennen savupiipun tai pakoputken päätä, jolloin muodostuu hiukkaspäästöjä. Ilman hiukkaspitoisuus voi kohota myös kaasumaisten päästöjen takia, kun päästöissä olevat aineet reagoivat vasta ilmakehässä muodostaen hiukkasia. Hienot hiukkaset taas kasvavat ilmassa toisiinsa törmätessään tai kondensoidessaan kaasuja itseensä. Myös liikenteen aiheuttamat ilmavirrat voivat kohottaa hiukkaspitoisuuksia.

Leijuva pöly ärsyttää hengitysteiden ja silmien limakalvoja. Pienet hiukkaset aiheuttavat astmakohtauksien lisääntymistä, keuhkojen toimintakyvyn heikkenemistä ja lisääntyneitä hengitystietulehduksia. Leijuvassa pölyssä voi olla mukana syöpävaarallisia ja perimämuutoksia aiheuttavia ainesosia. Korkeiden pienhiukkaspitoisuuksien arvioidaan jopa suoranaisesti lisäävän ihmisten kuolleisuutta.



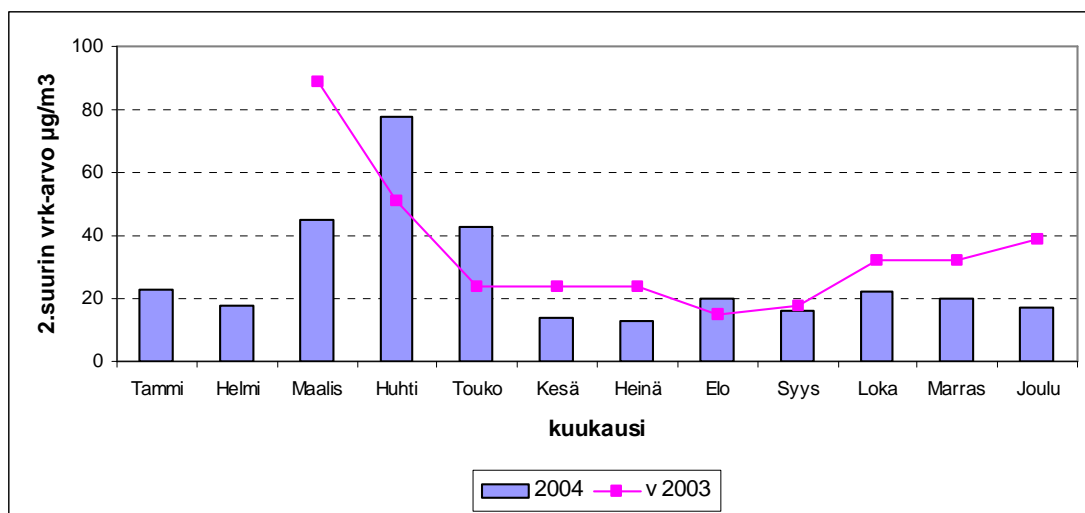
**Kuva 8-1** Hiukkasten päästöosuudet Mikkelissä vuonna 2004. Liikenteen osuus on laskettu Liisa 2002 ohjelmalla.

Kuvassa 8-1 esitetään hiukkasten päästöjen osuudet vuonna 2004 Mikkelissä. Kuvasta voidaan nähdä, että pääosa hiukkaspäästöistä tulee Etelä-Savon Energia Oy:n eri laitoksista ja liikenteestä.

### 8.1. Ohjearvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet

Hengitettävälle pölylle on voimassa ohjearvo, jossa lasketaan kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo.

Kuvassa 8-2 näkyy Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman hengitettävän pölyn ohjearvoon verrattavat vuorokausiarvot vuonna 2004 (2003). Kuvasta voidaan havaita, että ohjearvo ylittyy vuonna 2004 huhtikuussa (v. 2003 maaliskuussa). Pitoisuudet ovat maaliskuu-toukokuussa suurimmillaan ja loppuvuodesta pitoisuustasot alkavat jälleen kohoamaan.



**Kuva 8-2** Hengitettävän pölyn ohjearvoon verrattava kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo Mikkelissä Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2004 (sekä 2003). Ohjearvo on 70 µg/m<sup>3</sup>.

## 8.2. Raja-arvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet

Hengitettävälle pölylle on annettu raja-arvo, jossa vuorokausiarvo ei saa ylittää 50 µg/m<sup>3</sup> vuosittain yli 35 kertaa, sekä vuosikeskiarvo 40 µg/m<sup>3</sup>. Raja-arvo tulee saavuttaa vuoteen 2005 mennessä.

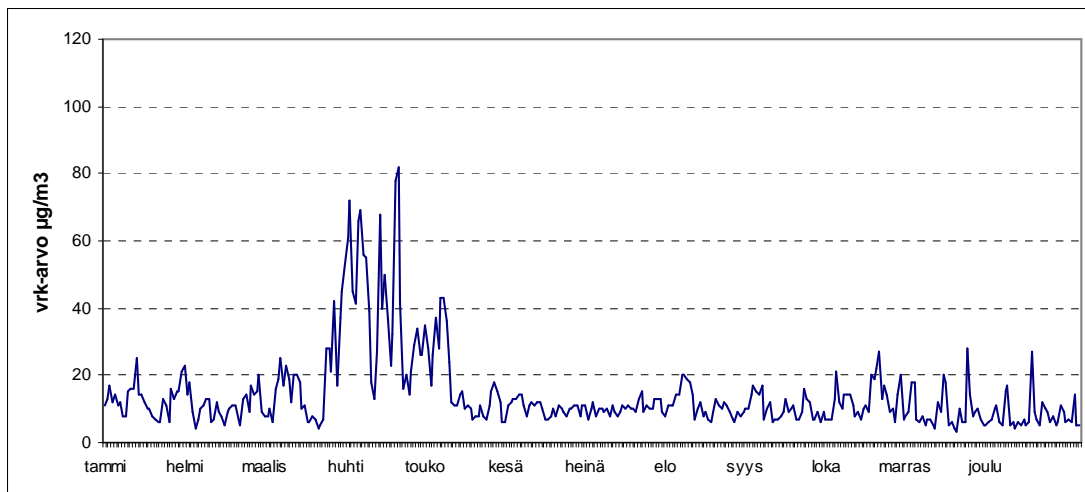
Taulukoon 5 on kirjattu Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman raja-arvoon verrattavat vuorokausiarvojen ylitykset vuonna 2004. Taulukosta voidaan havaita, että raja-arvon lukuarvon ylityksiä oli 11 kappaletta (v. 2003 7 kpl), kun ylityksiä saa olla 35 kappaletta. Mikkelissä ei siten tullut varsinaista raja-arvon ylitystä vuonna 2004. Raja-arvoon verrattava vuosikeskiarvo oli 15 µg/m<sup>3</sup>, joka on 38 % raja-arvosta.

**Taulukko 5** Hengitettävän pölyn ( $PM_{10}$ ) raja-arvoon verrattavat vuorokausiarvon ylityskerrat, päivämäärät ja pitoisuudet Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004 Raja-arvo 50 µg/m<sup>3</sup> (laskettuna vallitseviin olosuhteisiin, ylityksiä sallitaan 35 kpl).

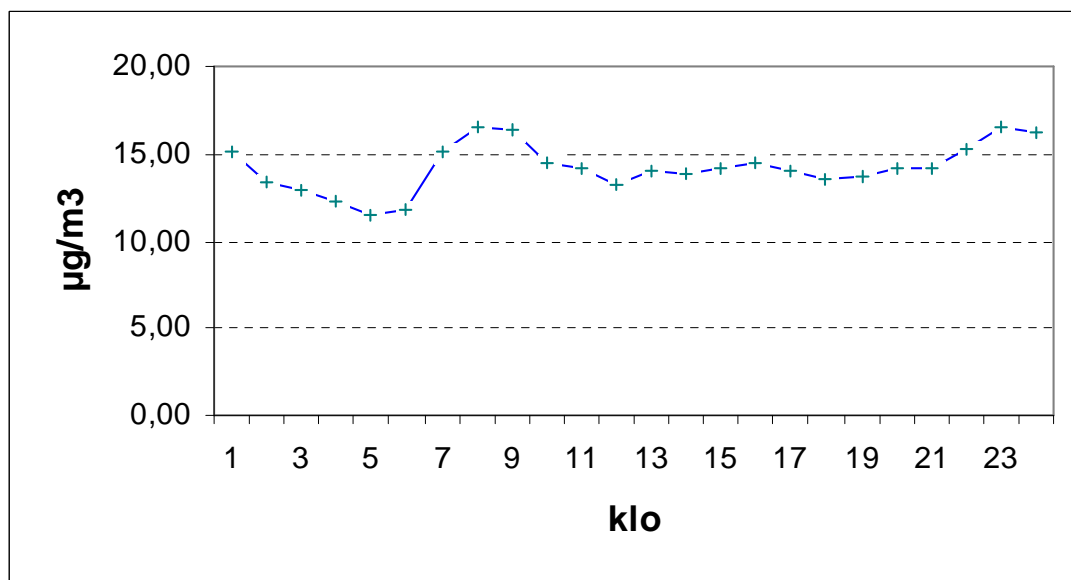
Päivämäärä	pitoisuus (µg/m <sup>3</sup> )	syy
31.3.2004	56,3	kevätpöly
1.4.2004	66,0	kevätpöly
2.4.2004	77,8	kevätpöly
5.4.2004	69,6	kevätpöly
6.4.2004	72,7	kevätpöly
7.4.2004	58,8	kevätpöly
8.4.2004	57,9	kevätpöly
13.4.2004	71,8	kevätpöly
15.4.2004	52,4	kevätpöly
19.4.2004	80,7	kevätpöly
20.4.2004	84,6	kevätpöly

### 8.3. Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri kausina vuonna 2004

Hengitettävän pölyn pitoisuus ilmassa vaihtelee paljon. Vaihtelua tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä vuodenaikoina. Vuodenaikaisvaihtelu näkyy kuvasta 8-3. Siitä voidaan todeta selkeä keväthuippu.



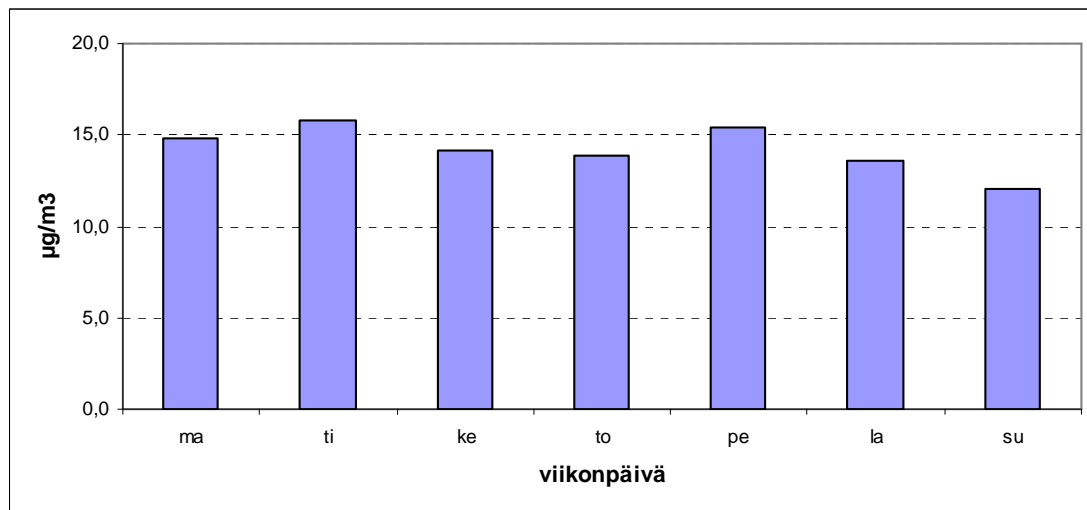
**Kuva 8-3** Hengitettävän pölyn vuorokausiarvot Mikkelissä Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2004 (pitoisuudet laskettu + 20 °C).



**Kuva 8-4** Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri kellonaikoina Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004.

Kuvassa 8-4 on esitetty hengitettävän pölyn keskiarvoja eri kellonaikoina. Kuvasta havaitaan, että aamuinen työliikenne näkyy mittausaseman pitoisuuksissa.

Kuvassa 8-5 on esitetty hengitettävän pölyn keskiarvoja eri viikonpäivinä. Kuvasta havaitaan, että pitoisuudet ovat pienimmillään sunnuntaisin.



**Kuva 8-5** Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri viikonpäivinä Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004.

## 9 ILMANLAATUINDEKSI

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvataan ilmanlaatua yksinkertaistetussa ja helposti omaksuttavassa muodossa. Indeksillä on tarkoitettu erityisesti ilmanlaadusta tiedottamiseen. Keskustan mittaustuloksista laskettu indeksiarvo on päivitetty viikon välein J. P. Pulkisen kalibrointi Ky:n ylläpitämälle ilmanlaatusivulle (<http://www.dlc.fi/~jppkal.fi/mlivii03.htm>).

Indeksin avulla ilmanlaatu jaetaan **viiteen laatuluokkaan**: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Indeksillä lasketaan tunneittain typidioksidin ja pienhiukkasten osin ohjearvoihin verrannollisista tunnusluvuista. Kummallekin epäpuhtaudelle lasketaan oma ali-indeksi, joista korkeamman arvo määrää lopullisen ilmanlaatuindeksin arvon ja ilmanlaatuokan. Indeksillä määrittäminen perustuu pääosin ennakoitaviin terveysvaikutuksiin, mutta sen luonnehdinnassa on otettu huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia.

**Taulukko 3 Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat (YTV)**

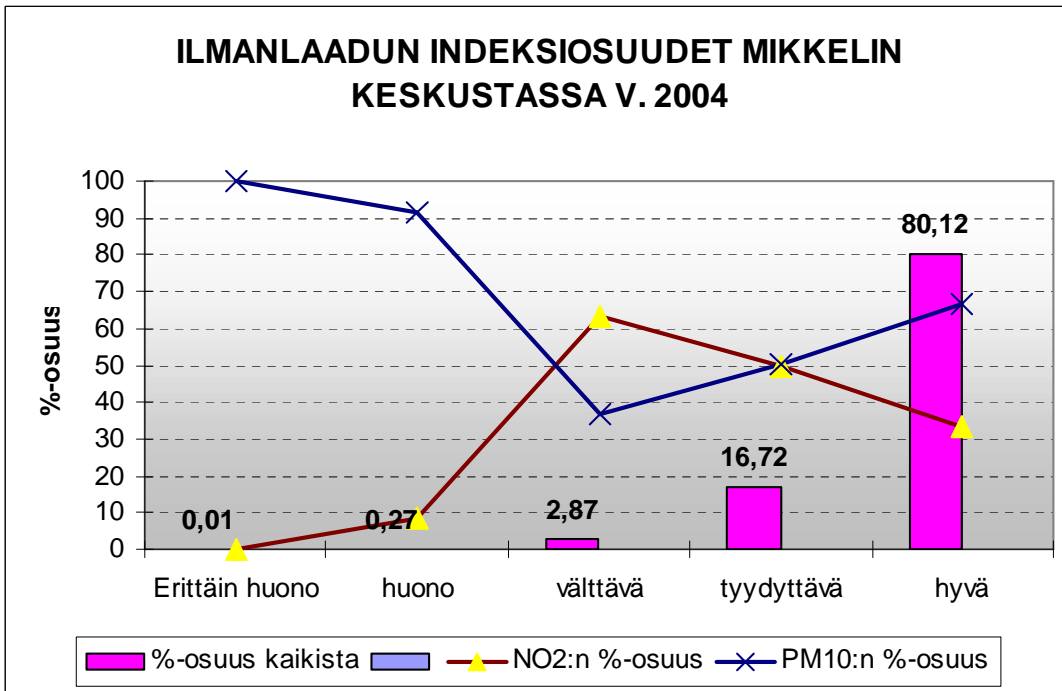
INDEKSI	VÄRI	LUONNEHDINTA	TERVEYS- VAIKUTUKSET	MUUT VAIKUTUKSET
0 - 50	Vihreä	Hyvä	Ei todettuja	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
51 - 75	Keltainen	Tyydyttävä	Hyvin epätodennäköisiä	
76 - 100	Oranssi	Välttävä	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
101 - 150	Punainen	Huono	Mahdollisia herkillä yksilöillä	
151 -	Violetti	Erittäin huono	Mahd. herkillä väestöryhmillä	

**Taulukko 4 Indeksiarvojen määräytyminen**

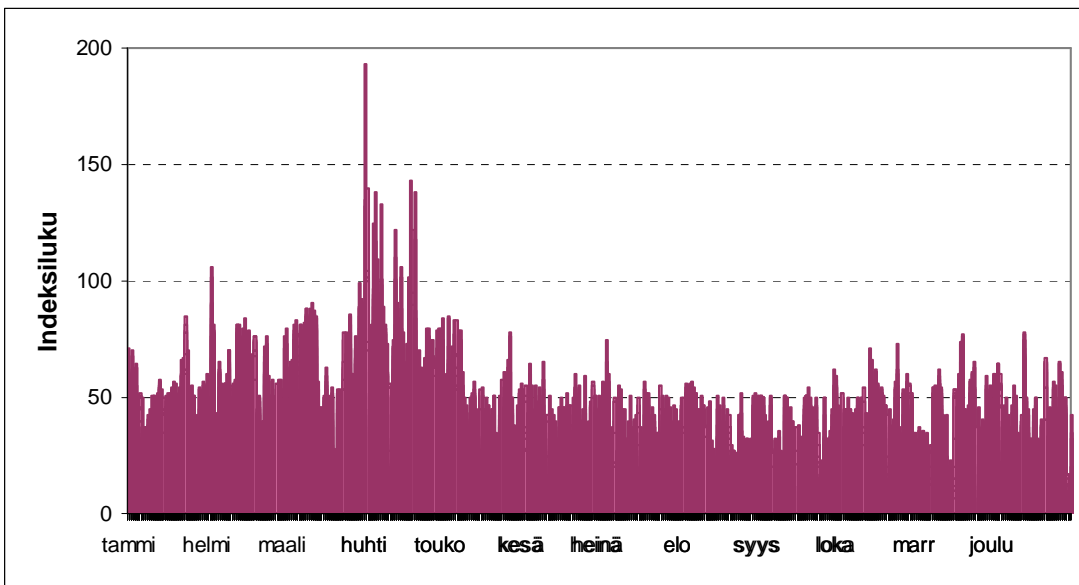
<i>INDEKSI-luku</i>	<i>NO<sub>2</sub>-tuntipitoisuus</i>	<i>PM<sub>10</sub>-tuntipitoisuus</i>
50	40	20
75	70	70
100	150	140
150	200	210

### 9.1 Indeksiarvot

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvattuna kaupunkialueen ilmanlaatu oli pääosin vuotta hyvä. Ilmanlaatuindeksin keskiarvo oli 37. Ilmanlaatuindeksien jakautuminen vuoden aikana eri luokkiin näkyy kuvasta 9-1. Siitä voidaan havaita, että 80 % ajasta ilmanlaatu on hyvää Mikkeliissä ilmanlaatuindeksillä arvioituna. Hengitettävä pöly (52 %) oli hieman useammin laukaisijana kuin typpidioksidi (48 %). Vuoden 2004 ilmanlaatuindeksit mittausasemalla näkyvät kuvasta 9-2.



**Kuva 9-1** Ilmanlaatuindeksin eri luokkien %-osuudet Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004.



**Kuva 9-2** Ilmanlaatuindeksit Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2004.



## 10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mikkelissä ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä on selvästi merkittävin liikenne. Pistemäisten lähteiden päästöjen osuus on vakiintunut nykyiselle tasolle ollen typenoksidien osalta n. 36 % ja hiukkasten osalta 62 % kokonaispäästöistä.

Typidioksiditasot ylittivät Mikkelissä vuonna 2004 tehdyn mittausjakson aikana vuorokausiohjearvotason maaliskuussa. Vaihteluväli oli kuukausittain tarkasteltavissa 99%:n tuntiarvoissa 25-71 % ohjearvosta ja toiseksi suurimmassa vuorokausiarvoissa 31-110% ohjearvosta. Vuosiraja-arvoon verrattava vuosikeskiarvo oli 39 % raja-arvosta.

Hengitettävän pölyn pitoisuuksissa ylittyi Mikkelissä vuonna 2004 tehdyn mittausjakson aikana ohjearvo huhtikuussa. Vaihteluväli oli kuukausittain tarkasteltavassa toiseksi suurimmassa vuorokausiarvossa 19-111 % ohjearvosta. Vuorokausi raja-arvon lukuarvo ylittyi vuoden aikana yksitoista kertaa. Vuosiraja-arvoon verrattava luku oli 38 % raja-arvosta. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan keväällä, jolloin myös ohjearvon ylitys tapahtui.

Ilmanlaatuindeksillä arvioituna ilmanlaatu Mikkelissä oli pääosan ajasta hyvää.