

**HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN PITOISUUSMITTAUKSET
RIIHIMÄEN HÄMEENKADULLA JAKSOLLA
MAALISKUU 2005 - HELMIKUU 2006**

**Helena Saari
Risto Pesonen**



**ILMATIETEEN LAITOS - ILMANLAADUN ASiantuntijapalvelut
Helsinki 5.5.2006**

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	3
2	ILMANLAATUA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ.....	4
3	HIUKKASTEN PITOISUUSMITTAUKSET RIIHIMÄELLÄ	5
3.1	Mittausmenetelmä ja mittauspaikka	5
3.2	Mittaustulokset	7
3.3	Mitattujen pitoisuuksien suhde ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.....	9
3.4	Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin.....	11
3.5	Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu	12
3.6	Mitattujen hiukkaspitoisuuksien vertailua ja tarkastelua.....	14
4	JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET	19
	VIITELUETTELO.....	23
	LIITE: Keväisin esiintyvien pölyhaittojen torjunta kaupunkialueilla	

1 JOHDANTO

Ilmatieteen laitos mittasi 1.3.2005 - 28.2.2006 välisenä aikana Riihimäen kaupungin keskustassa halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Mittauspiste sijaitsi Hämeenkatu 24–26:n kohdalla ajoradan viereisellä jalkakäytävällä. Mittaukset käsittivät ensi vaiheessa maaliskuu–toukokuun 2005. Näiden mittauksen tavoitteena oli kartoittaa hiukkaspitoisuustilannetta ja väestön altistumista hiukkasille kaupungin keskustassa kevätpölyjakson aikana. Keväisin hiukkaspitoisuudet kohoavat yleisesti taajamissa varsinkin talviajan liukkaudenestoon käytetyn hiekan jauhautuessa autojen pyörien alla lumien sullettua sekä tuulen ja liikenteen nostattaessa katupölyn ilmaan maanpinnan kuivuessa. Hämeenkadun maaliskuu–toukokuun 2005 hiukkasmittauksista laadittiin erillinen väliraportti (*Saari ja Pesonen, 2005*).

Hiukkasmittauksia jatkettiin Hämeenkadulla lisätilauksella samassa tarkkailupisteessä kesäkuun 2005 alusta helmikuun 2006 loppuun tavoitteena saada aiempaa laajempi aineisto hiukkaspitoisuuksia ohje- ja raja-arvovertailuihin ja arvioida Riihimäen keskustan hiukkaspitoisuuksien perustasoa aikana, jolloin keväisin esiintyvä pahin pölykausi ei vaikuta mittaustuloksiin. Maaliskuu–toukokuun 2005 hiukkastutkimuksen tilasi Riihimäen kaupungin ympäristönsuojeluyksikkö. Kesäkuun 2005 - helmikuun 2006 lisämittausjakson tilauksesta ja rahoituksesta vastasivat Riihimäen kaupungin ympäristönsuojeluyksikkö ja Fortum Power and Heat Oy:n Riihimäen voimalaitos. Tilaajien yhdyshenkilöinä toimivat ympäristönsuojelupäällikkö Elina Mäenpää ja projektisihteeri Markku Kyösti Riihimäen kaupungin ympäristönsuojeluyksiköstä sekä voimalaitospäällikkö Jorma Malmi Fortum Power and Heat Oy:n Riihimäen voimalaitokselta. Mittauksen kenttätyöt hoiti teknikko Kaj Lindgren ja raportoinnista vastasivat tutkija Helena Saari ja kehittämispäällikkö Risto Pesonen. Hämeenkadun hiukkasmittauksia on päätetty myöhemmin jatkaa toukokuun 2006 loppuun asti.

Hiukkaset ovat nykyisin typen oksidien ja selluntuotantopaikkakuntien haisevien rikkiyhdisteiden ohella merkittävien ja tulevana vuosinakin haastavien ilmanlaatutekijä Suomen taajamissa. Kaupunkien hiukkaspitoisuudet ovat varsinkin keväisten pölyjaksojen aikana huomattavan korkeita, jolloin ohje- ja raja-arvotasot ylittyvät yleisesti. Euroopan unioni panostaa tulevana vuosina merkittävästi koko Euroopan alueen hiukkaspitoisuuksien hallintaan pyrkien siten vähentämään hiukkasten aiheuttamia haitallisia terveysvaikutuksia. Hiukkasista aiheutuvat merkittävimmät terveyshaitat lapsille, vanhuksille sekä astmaatikkoille ja muille hengitystiesairaille sekä sydän- ja verisuonitauteja sairastaville.

Ilmanlaadun terveysvaikutuksia arvioitaessa on otettava huomioon se, että ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat usein rakennusten sisäilmassa lähes samalla tasolla kuin ulkoilmassa, ts. rakennusten ilmastointijärjestelmät eivät varsinkaan vanhemmissa kiinteistöissä kykene kovin tehokkaasti poistamaan ulkoilmassa esiintyviä terveydelle haitallisia kaasuja ja hiukkasia. Tämä on merkittävä tekijä ilman epäpuhtauksille altistumisen kannalta, sillä ihmiset viettävät valtaosan ajastaan sisätiloissa.

2 ILMANLAATUA OHJAAVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Vuonna 1996 voimaan tulleet kotimaiset ilmanlaadun ohjearvot, joilla ilmaistaan riittävän hyvän ilmanlaadun tavoitteet, on valtioneuvoston päätöksen (*Vnp 480/96*) mukaisesti otettava huomioon ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi. Ohjearvoista todetaan valtioneuvoston päätöksessä painokkaasti: ”Tavoitteena on, että ohjearvojen ylittyminen estetään ennakolta”. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Päätöstä sovelletaan edelleen yhdessä ilmanlaatuasetuksen (*Vna 711/2001*) ja siinä mainittujen raja-arvojen kanssa muun muassa maankäytön ja liikenteen suunnittelussa sekä rakentamisen muussa ohjauksessa ja toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä.

Niillä alueilla, joilla ohjearvot ylittyvät, tulee em. päätöksen mukaisesti ryhtyä toimiin ilmanlaadun parantamiseksi vähintään ohjearvojen vaatimusten mukaiseksi. Eräissä maamme kaupungeissa ovat paikalliset ilmansuojeluviranomaiset yhdessä muiden viranomaisten ja toiminnanharjoittajien kanssa tehneet selvityksiä ohjearvojen ylitysten syistä ja laatineet suunnitelmia, joilla vähintään ohjearvotasoihin pyritään.

Ilmanlaatuasetuksen (*Vna 711/2001*) mukaan niillä alueilla, joilla raja-arvot ylittyvät tai ovat vaarassa ylittyä, on kuntien velvollisuus laatia ja toimeenpanna ohjelmia ja suunnitelmia, joilla varmistetaan raja-arvojen saavuttaminen viimeistään annettuihin määräaikoihin mennessä, muun muassa hengitettävälle hiukkasille ja hiilimonoksidille 1.1.2005 mennessä ja typpidioksidille 1.1.2010 mennessä. Pääpaino ohjelmissa ja suunnitelmissa tulee olla keskipitkän ja pitkän ajan toimissa, joilla saadaan aikaan pysyviä parannuksia ilmanlaatuun. Ohjelmissa ja suunnitelmissa on kiinnitettävä huomiota esimerkiksi toimintojen sijoitteluun, liikennejärjestelyihin, liikenteen ohjaukseen, joukkoliikenteeseen, kevyen liikenteen järjestämiseen sekä katujen ja teiden puhtaanapitoon ja talvikunnossapitoon.

Suunnitelmissa ja ohjelmissa tulisi huomioida myös eri tekijöistä johtuvat, odotettavissa olevat päästömuutokset ja päästömääräysten tiukentuminen. Jos raja-arvo ylittyy, on tapauksesta raportoitava Euroopan unionin komissiolle. Hengitettävien hiukkasten suhteen tällainen tilanne syntyy, kun vuorokausiraja-arvo ylittyy useammin kuin 35 kertaa kalenterivuodessa tai kalenterivuoden mitattujen pitoisuuksien keskiarvo ylittää hengitettävien hiukkasten vuosiraja-arvon. Vielä ei tiedetä, millaisia sanktioita EU-komissio tällaisissa tapauksissa mahdollisesti asettaa. Raportointijärjestys on seuraava: ensin kunta raportoi ylityksestä alueelliselle ympäristökeskukselle ja se ympäristöministeriölle, joka puolestaan jatkaa tiedottamista komissiolle.

Jos raja-arvo ylittyy, on kunnan ryhdyttävä ympäristönsuojelulain (*86/2000*) nojalla tarpeellisiin toimiin ja annettava määräyksiä liikenteen rajoittamiseksi ja päästöjen vähentämiseksi. Kunta voi myös antaa määräyksiä ilmanlaadun parantamiseksi raja-arvojen ylittymisen estämiseksi. Edellä kuvattuja suunnitelmia ja ohjelmia valmistellessa kunnan on syytä olla yhteydessä alueelliseen ympäristökeskukseen ja lähetettävä ne ko. viranomaisille tiedoksi. Todettakoon, että laitosten lupakäytännössä riittävän hyvä ilmanlaatu

taataan arvioimalla tapauskohtaisesti, jolloin raja-arvoa matalampaakin pitoisuutta voidaan pitää merkittävänä ilman pilaantumisenä.

Tapauksissa, joissa hengitettävien hiukkasten pitoisuuden raja-arvon ylitys johtuu kiistatonta teiden ja katujen talvihiekoituksesta peräisin olevasta kuormituksesta, ei edellä kuvattuja suunnitelmia ja ohjelmia tarvitsisi ilmanlaatuasetuksen mukaan laatia. Kuntien tulee kuitenkin valmistella selvitykset, joista käy ilmi tiedot muun muassa havaituista tai arvioiduista pitoisuuksista ja päästölähteistä sekä tiedot toteutetuista tai suunnitelluista toimista pitoisuuksien alentamiseksi.

Suomen kaupungeissa tehtyjen mittausten ja selvitysten mukaan voidaan ilmanlaadussa usein vähäisilläkin toimilla saada aikaan merkittäviä paikallisia muutoksia, jotka havaitaan parantuneena ympäristönä. Kunnallisen ympäristönsuojelun lähtökohtana on, että myös ilmansuojelutavoitteet otetaan täysipainoisesti huomioon kaikissa kunnan ympäristön tilaan vaikuttavissa hankkeissa ja kunnan omassa suunnittelussa ja toiminnassa. Suurin panostus maamme kuntien ilmanlaadun parantamisessa tulee jatkossakin kohdistumaan hiukkaspitoisuuksien alentamiseen. Tällöin toimenpiteet on suunnattava energiantuotannon, teollisuuden ja liikenteen suorien hiukkaspäästöjen vähentämisen lisäksi varsinkin taajama-alueiden katu- ja tieverkon hiekoitushiekkan pölyämisestä aiheutuvien haittojen ehkäisyyn.

3 HIUKKASTEN PITOISUUSMITTAUKSET RIIHIMÄELLÄ

3.1 Mittausmenetelmä ja mittauspaikka

Riihimäen Hämeenkadun tutkimuspisteessä mitattiin aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin kokoisten ns. hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Hengitettävistä hiukkasista käytetään lyhennettä PM_{10} , $PM = \text{Particulate Matter}$. Mittaukset tehtiin beesäteilyn absorptioon perustuvalla menetelmällä seuraavan standardiehdotuksen mukaisesti: ISO 10473:2000 Ambient air - Measurement of the mass of particulate matter on a filter medium - Beta-ray absorption method. Tutkimuksessa käytetty hiukkaspitoisuus-analysointilaitteisto oli Eberline FH 62 I-R Particulate Monitor. Tällä jatkuvatoimisella mittalaitteella saadaan esiin myös hiukkaspitoisuuden hetkittäiset lyhytaikaisvaihtelut. Pitoisuustulokset saadaan tuntiarvoina, joista tuotetaan pidemmän ajan keskiarvot. Mittaustulokset kerättiin mikrotietokoneelle ja tiedonkeruuhelmisto laski mitatuista pitoisuuksista tuntikeskiarvot, jotka siirrettiin Ilmatieteen laitokselle jatkokäsittelyä varten. Ilmatieteen laitos seurasi mittauksia kaukovalvontana Helsingistä.

Mittauspiste sijaitsi Riihimäen keskustassa Hämeenkatu 24–26:n kohdalla (kuva 1) ajoradan viereisellä jalkakäytävällä (kuva 2).



Kuva 1. Mittauspisteen (●) sijainti Riihimäen Hämeenkadulla.



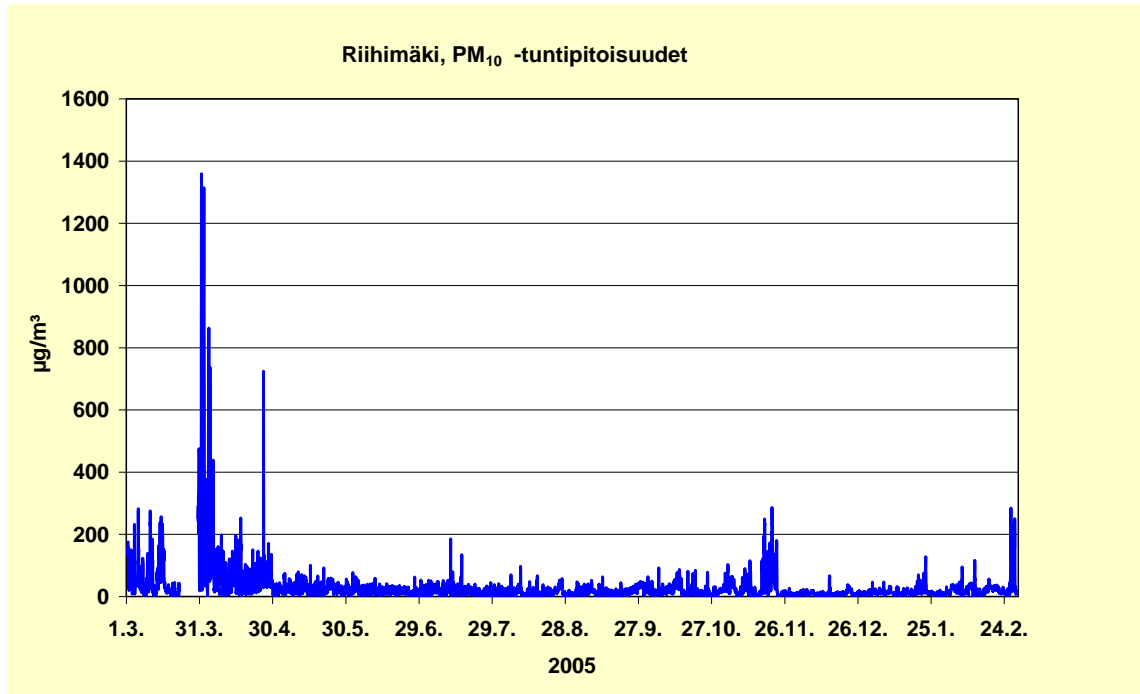
Kuva 2. Mittauskontti Riihimäen Hämeenkadulla.

3.2 Mittaustulokset

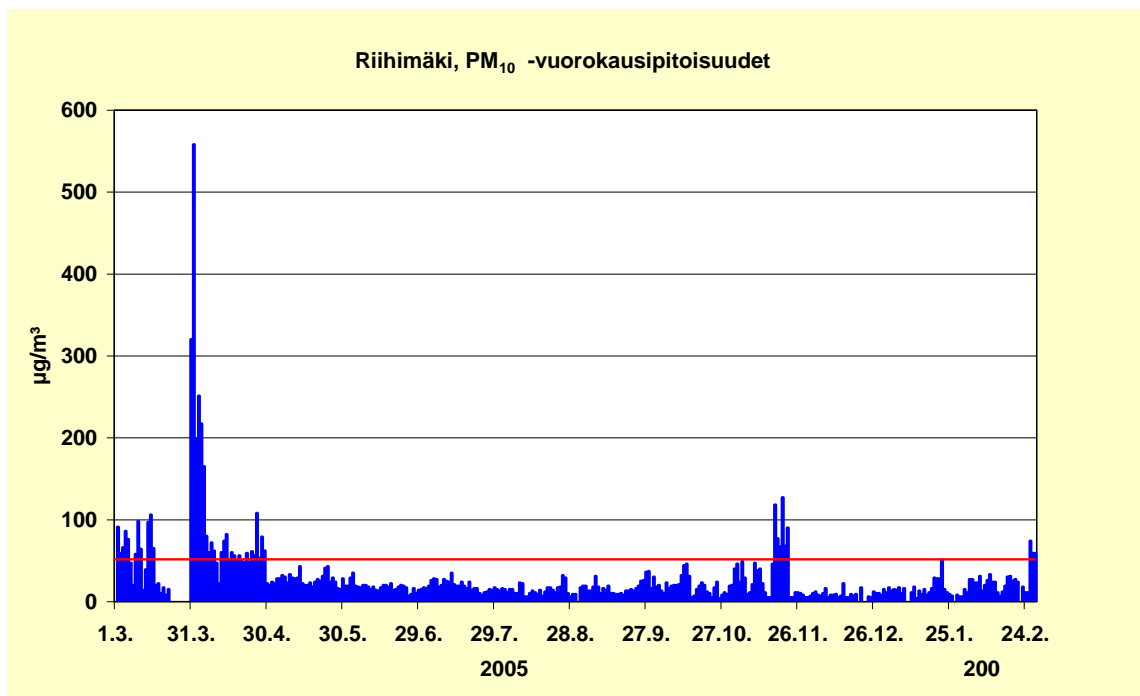
Taulukkoon 1 on koottu jakson 1.3.2005 - 28.2.2006 kuukausittaiset tilastotiedot Riihimäellä mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista. Kuvissa 3 ja 4 on esitetty hengitettävien hiukkasten pitoisuuden tunti- ja vuorokausikeskiarvot koko jaksolta ja liiteku-
vissa 1–12 kuukausittain. Pitoisuudet on esitetty ulkoilman lämpötilassa. Kuvien 3 ja 4 pitoisuusaikasarjoissa on muutaman päivän katkos maaliskuun 2005 lopussa, koska mit-
taustuloksia jouduttiin hylkäämään hiukkaspitoisuusanalysointilaitteen epävarman toiminnan
vuoksi. Laitte vaihdettiin uuteen 30.3.2005. Joulukuussa 2005 - helmikuussa 2006 hiukka-
sanalysointilaitteissa esiintyi toimintahäiriöitä, joiden johdosta menetettiin tuntituloksista jou-
lukuussa 3 %, tammikuussa 4,8 % ja helmikuussa 2,1 %. Jos vuorokauden tuntihavain-
noista puuttuu yli 25 %, eli yli 6 tuntia, myöskään vuorokausiarvoa ei voida pitää hyväk-
syttävänä, eli vuorokausiarvo jää puuttumaan. Sekä joulukuun 2005 että tammikuun 2006
vuorokausiarvoista jäi tämän takia puuttumaan 3 kpl ja helmikuun 1 kpl. Edellä kuvatut
mittalaitteiden virhetilanteet ja mittaustulosten osittainen puuttuminen ovat normaaleja
ilmanlaadun kenttämittauksissa.

Taulukko 1. Riihimäellä havaitut hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet kuukausittain
mittausjaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa ja
yksikössä mikrogrammaa ilmaukuutiometrissä.

Riihimäki, Hämeenkatu	2005										2006	
PM ₁₀	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2
TUNTIARVOJEN												
lukumäärä	543	717	743	718	743	729	717	742	720	722	708	658
määrä (%)	73,0	99,6	99,9	99,7	99,9	98,0	99,6	99,7	100	97,0	95,2	97,9
keskiarvo (µg/m ³)	64	95	26	18	19	14	17	18	35	10	15	26
99. %-piste (µg/m ³)	-	802	70	57	52	52	48	78	228	33	69	164
korkein arvo (µg/m ³)	1359	1314	101	77	185	97	63	92	286	67	127	284
VRK-ARVOJEN												
lukumäärä	22	30	31	30	31	30	30	31	30	28	28	27
2. korkein arvo (µg/m ³)	106	251	43	29	28	29	36	44	118	17	29	59
korkein arvo (µg/m ³)	320	559	43	35	35	32	37	46	127	22	51	74



Kuva 3. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet Riihimäellä mittausjaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006.



Kuva 4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet Riihimäellä mittausjaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006. Punainen vaakaviiva kuvaa hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden raja-arvotaso, joka on 50 mikrogrammaa ilmakeuutiometrissä.

Kuvista 3 ja 4 voidaan todeta, että jo maaliskuun 2005 aikana havaittiin hiukkaspitoisuuksissa useina päivinä noin 200–300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n tuntiarvoja ja noin 50–100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausiarvoja. Merkittävä hiukkaspitoisuuksien kohoaminen todettiin mittauksin maaliskuuhuhtikuun vaihteessa, jolloin hengitettävien hiukkasten pitoisuudet nousivat tuntiarvoina korkeimmillaan yli 1 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:aan ja vuorokausiarvoina suurimmillaan noin 560 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:aan. Nämä maksimi-arvot ovat Suomen oloissa poikkeuksellisen suuria. Katujen puhdistus talven hiekoitushiekasta ajoittui Riihimäen kaupungin keskustassa mittauspisteen ympäristössä suunnilleen samaan aikaan todetun pitoisuuksien kohoamisen kanssa. Huhti - toukokuun vaihteessa hiukkaspitoisuudet pienenevät sekä tunti- että vuorokausiarvoina huomattavasti aiemmin mitattuja alemmille tasoille. Pitkän jakson normaalitasosta selvästi poikkeavia hiukkaspitoisuuksia havaittiin myös marraskuussa 2005 sekä tammi- ja helmikuussa 2006. Vastaavanlaisia pitoisuustilanteita esiintyi em. kuukausina muissakin maamme kaupungeissa. Näiden muodostumiseen vaikuttavat merkittävästi pakkasilman aikainen katujen pintojen kuivuminen ja pitoisuuksien heikko laimeneminen kylmällä ilmalla esiintyvissä stabiileissa päästöjen sekoittumisoloissa.

3.3 Mitattujen pitoisuuksien suhde ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin

Nykyiset kotimaiset ilmanlaadun ohje-arvot ovat olleet voimassa 1.9.1996 alkaen. Hengitettävälle hiukkasille (PM_{10}) ohje-arvona on, että kalenterikuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo ei saisi ylittää pitoisuutta 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*Vnp 480/1996*).

Valtioneuvoston antaman ilmanlaatuasetuksen (*Vna 711/2001*) mukaiset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot on esitetty taulukossa 2. Asetus tuli voimaan 9.8.2001. Ilman epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen ehkäisemiseksi alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä ja joilla ihmiset saattavat altistua ilman epäpuhtauksille hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ulkoilmassa eivät saa ylittää seuraavia raja-arvoja:

Taulukko 2. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi.

Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)	Ajankohta, jolloin pitoisuuksien viimeistään tulee olla raja-arvoa pienemmät
Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})	24 tuntia	50 ¹⁾	35	1.1.2005
	kalenterivuosi	40 ¹⁾	-	1.1.2005

¹⁾ Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

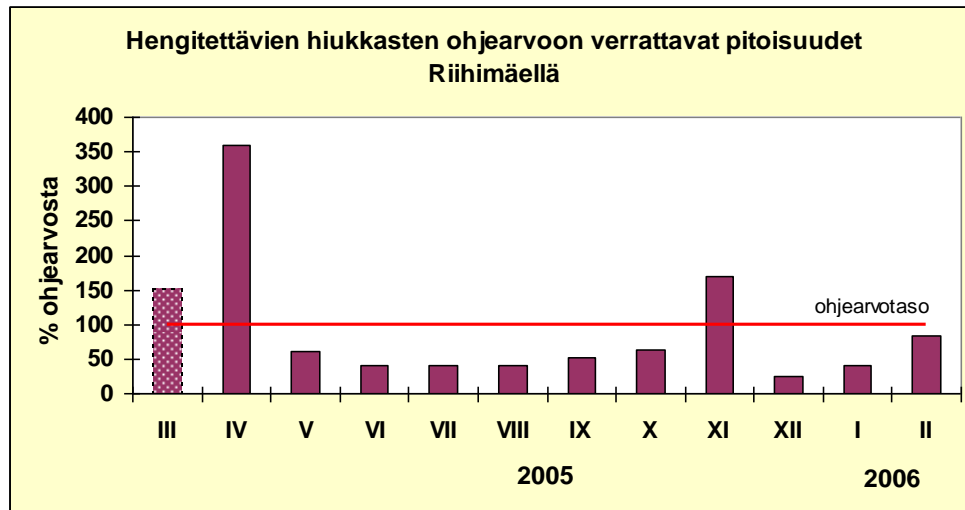
Taulukossa 3 ja kuvassa 5 on esitetty Riihimäen Hämeenkadun hengitettävien hiukkasten mittaustuloksista saadut ohje-arvoon verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä ko. pitoisuuksien suhde ohje-arvoon jaksolla maaliskuu 2005 - helmikuu 2006. HUOM! Kun pitoisuuden suhde ohje-arvoon on 100 %, on ohje-arvoon verrannollinen pitoisuus eli kalenterikuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo yhtä suuri kuin ohje-arvo. Jos prosenttiluku on yli 100, on ohje-arvo ylittynyt. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausioh-

jearvo ylittyi Riihimäen Hämeenkadulla maalisi- ja huhtikuussa 2005 sekä marraskuussa 2006.

Taulukko 3. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjeeseen verrattavat pitoisuudet Riihimäellä kuukausittain sekä ko. pitoisuuksien suhde ohjeeseen 1.3.2005 - 28.2.2006. Pitoisuudet on ilmaistu ulkoilman lämpötilassa ja yksikössä mikrogrammaa ilmauutiometrissä.

Riihimäki, Hämeenkatu	PM ₁₀	
	2. suurin vrk-arvo (µg/m ³)	% ohjeesta
2005		
Maaliskuu	106	- *
Huhtikuu	251	359
Toukokuu	43	61
Kesäkuu	29	41
Heinäkuu	28	40
Elokuu	29	41
Syyskuu	36	51
Lokakuu	44	63
Marraskuu	118	169
Joulukuu	17	24
2006		
Tammikuu	29	41
Helmikuu	59	84
Ohje	70	

*) Ohjevertailun edellyttämä vuorokausiarvojen vähimmäismäärä ei täyty, joten tarkkaa arvoa ylityksen suuruudesta ei saada. Toiseksi korkein vuorokausiarvo on kuitenkin vähintään 106 µg/m³, joten ohje ylittyi.



Kuva 5. Hengitettävien hiukkasten ohjeeseen verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjeeseen Riihimäellä 1.3.2005 - 28.2.2006. PM₁₀ -vuorokausiohje on 70 µg/m³ = kuvan ohjevotaso = 100 % ohjeesta. Pitoisuudet on ilmaistu ulkoilman lämpötilassa.

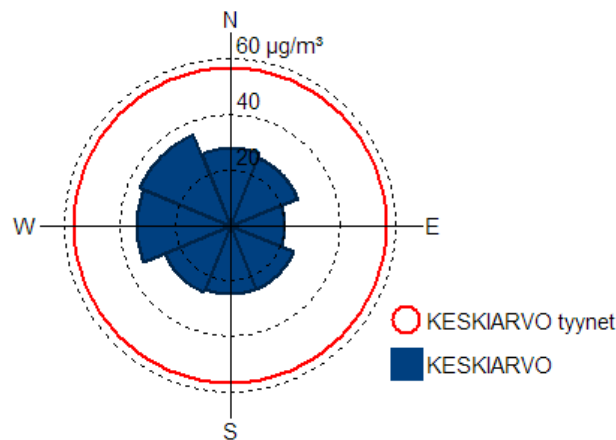
Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiarvon raja-arvolle, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan kalenterivuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl. Jos ylityksiä on tätä enemmän, katsotaan varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen ilmanlaatuasetuksen mukaan tapahtuneen. Riihimäellä esiintyi 1.3. - 31.12.2005 välisellä mittausjaksolla yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuuksia 41 kpl, joten vuorokausiraja-arvo ylittyi kalenterivuoden 2005 aikana. Koko nyt raportoitavalla mittausjaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006 yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuuksia oli yhteensä 45 kpl. Mittaustuloksia puuttuu laitehäiriön vuoksi muutaman päivän ajalta maaliskuun 2005 lopusta. Jakson suurin vuorokausipitoisuus oli Riihimäellä $559 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli yli 11-kertainen raja-arvotasoon nähden. Tämä maksimiarvo mitattiin 1.4.2005.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kalenterivuoden jaksolla. Mittausjaksolta maaliskuu-joulukuu 2005 laskettu hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksien keskiarvo oli Riihimäellä $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on 78 % raja-arvosta. Koko mittausjakson maaliskuu 2005 - helmikuu 2006 vastaava keskiarvo oli $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

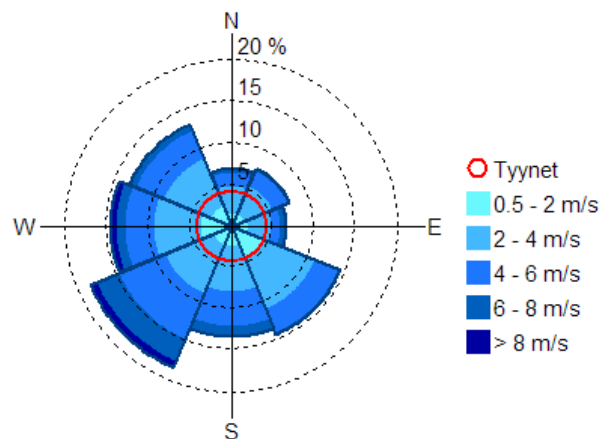
3.4 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin

Kuvassa 6 on havainnollistettu tuulen suunnan ja nopeuden vaikutusta Riihimäen Hämeenkadulla mitattuihin hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksiin ns. saasteruusun avulla. Saasteruusuu kuvaa hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvoa eri tuulensuunnilla. Saasteruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa epäpuhtauden tuntipitoisuuksien keskiarvoa ko. tuulisektorissa. Tyynellä säällä havaittujen tuntipitoisuuksien keskiarvo on esitetty ympyrällä, jonka säteen pituus kuvaa pitoisuuden arvoa. Kuvassa 6 esitetyn, koko mittausjakson tilannetta kuvaavan saasteruusun tuulihavaintoina on käytetty mittauspaikkaa lähinnä sijaitsevan Ilmatieteen laitoksen sääaseman, Hämeenlinnan Katisen, tuulihavainnot. Katisen tuulihavainnot koko mittausjaksolta on esitetty tuuliruusuna kuvassa 7.

Kuvan 7 tuuliruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa ko. tuulisektorin tuulien prosentuaalista osuutta jakson tuulista. Tyynet tapaukset on kuvattu ympyrällä, jonka säteen pituus kertoo tyynien tilanteiden prosentuaalisen osuuden kaikista tuulihavainnoista. Tuuliruususta nähdään myös tuulen nopeusjakaumat tuulensuuntasektoreittain. Eri tuulennopeuksien prosentuaaliset osuudet saadaan vertaamalla sektorien kunkin nopeusluokan pituutta prosenttiasteikkoon. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat kuvan 6 mukaan Riihimäen keskustan mittauspisteessä suurimmillaan tyynellä säällä.



Kuva 6. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) tuntipitoisuuksien keskiarvo tuulensuunnittain Riihimäen Hämeenkadulla mittausjakson 1.3.2005 - 28.2.2006 aikana.



Kuva 7. Tuulen suunta- ja nopeusjakauma Hämeenlinnan Katsisen sääasemalla mittausjakson 1.3.2005 - 28.2.2006 aikana.

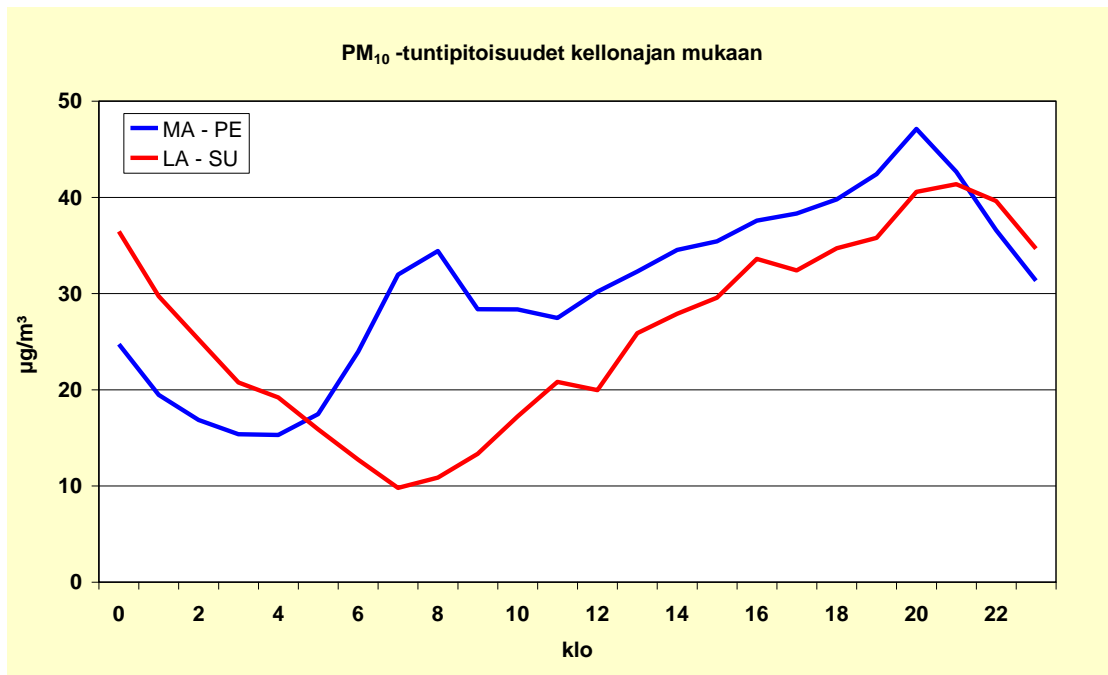
3.5 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Kuvassa 8 on tarkasteltu Riihimäen Hämeenkadulla jaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006 mitattujen hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskimääräistä vaihtelua vuorokauden ajan mukaan erikseen arkipäivisin (ma - pe) ja viikonloppuisin (la - su).

Hiukkaspitoisuuden vuorokaudenaikavaihtelu poikkeaa taajamien liikenneympäristöissä yleensä jonkin verran kaasumaisten yhdisteiden, kuten typen oksidien, pitoisuusvaihtelusta. Hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat pakokaasuissa olevien hiukkasten lisäksi liikenteen ja tuulen vaikutuksesta maanpinnasta ilmaan nousevat suuret ja pienet hiukkaset, joiden

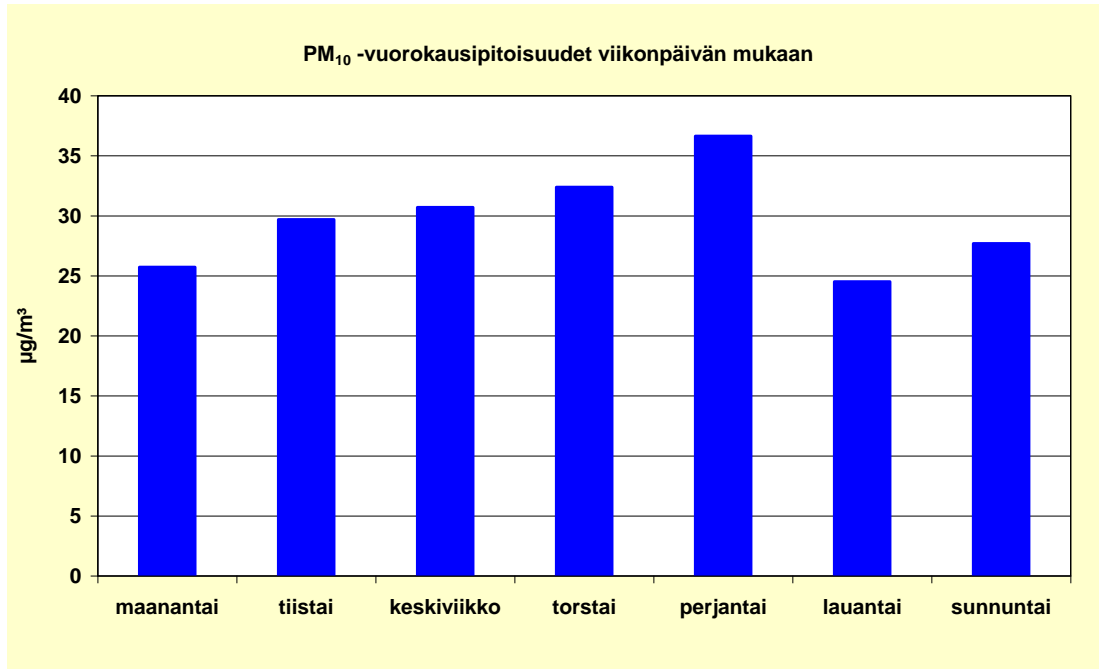
määrää säätelevät muun muassa liikenteen määrä ja nopeus, tuulen nopeus sekä maan- ja kadunpintojen kosteus ja sateisuus.

Riihimäen Hämeenkadun mittauspisteessä oli hengitettävillä hiukkasilla jaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006 havaittavissa arkisin selvä pitoisuustason nousu aamuisin klo 6.00–8.00 aikaan, jolloin pitoisuus saavutti huippunsa klo 8.00. Iltapäivällä pitoisuustaso alkoi kohota uudelleen ja saavutti huippunsa illalla klo 20. Viikonloppuisin pitoisuustaso oli varsinkin aamupäivisin selvästi alempi kuin vastaavan aikaan arkipäivinä ja suurimmat pitoisuudet esiintyivät viikonloppuina iltayöstä. Em. hiukkaspitoisuuden vaihteluun liittyvät piirteet ovat tyypillisiä taajamien liikenneympäristöissä.



Kuva 8. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) tuntipitoisuuksien keskiarvo (µg/m³) kellonajan mukaan Riihimäen Hämeenkadulla arkisin ja viikonloppuisin jaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006.

Hiukkasten keskimääräinen pitoisuustaso vaihteli jonkin verran eri viikonpäivinä (ks. kuva 9). Hiukkaspitoisuudet olivat keskimäärin suurimmillaan perjantaisin ja pienimmillään lauantaisin. Keskimääräisten pitoisuuksien eroja selittänee parhaiten Riihimäen keskustan liikennemäärien vaihtelu eri viikonpäivien välillä.



Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausipitoisuuksien keskiarvot (µg/m³) eri viikonpäivinä Riihimäen Hämeenkadulla jaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006.

3.6 Mitattujen hiukkaspitoisuuksien vertailua ja tarkastelua

Hiukkaspitoisuudet kevätpölyjaksolla maaliskuu-toukokuussa 2005

Riihimäellä esiintyi jaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006 eniten hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylittäviä pitoisuuksia maaliskuu-huhtikuussa 2005, jolloin mitattiin myös koko mittausjakson suurimmat hiukkaspitoisuuden tunti- ja vuorokausiarvot. Taulukossa 4 on vertailtu kevätpölyjakson hengitettävien hiukkasten maaliskuu-toukokuun 2005 pitoisuuksien tasoa ja korkeiden vuorokausiarvojen esiintyvyyttä Riihimäen Hämeenkadulla, pääkaupunkiseudulla ja Keravalla (*YTV ympäristötoimisto, 2005 ja 2006*) sekä Lohjalla ja Torniossa (*Ilmatieteen laitos, 2005a ja 2006*) ko. jaksolla tehtyjen mittausten tulosten perusteella. Erityyppisissä mittauspisteissä (teollisuusasema, liikenneasema, tausta-asema) mitatut pitoisuudet eivät ole suoraan vertailukelpoisia keskenään, vaan tuloksia tulkittaessa on otettava huomioon mittauspisteen sijainti pölyämistä ja hiukkaskuormitusta aiheuttaviin lähteisiin nähden.

Mittauspisteistä Helsingin Mannerheimintie ja Hämeentie edustavat Suomen vilkasliikenteisimpiä ympäristöjä ja Vantaan Tikkurila sekä Espoon Leppävaara ko. kaupunkien vilkasliikenteisiä keskuksia. Hämeentien mittaukset tehtiin katukuilussa, jossa pitoisuuksien laimeneminen on heikkoa. Keravan mittauspiste sijaitsi kaupungin vilkkaasti liikennöidyn Keskustan Kehän varrella torin läheisyydessä. Lohjan Nahkurintorin mittausasema edustaa ns. kaupunkitausta-aluetta sijaiten hieman sivussa liikenteen kaikkein eniten

kuormittamasta kaupunkikeskustasta. Tornion mittauspiste oli kaupungin keskustassa lähellä vilkasliikenteistä Suomesta Ruotsin puolelle johtavaa valtavylyä, jolla on runsaasti myös raskasta liikennettä.

Taulukko 4. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden suurimpien vuorokausiarvojen tasot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja vuorokausiraja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylitysten lukumäärä kevätpölyjaksolla maaliskokuussa 2005 Riihimäen Hämeenkadulla, erällä Helsingin, Vantaan ja Espoon ilmanlaadun mitausasemilla sekä Lohjan, Tornion ja Keravan kaupunkien keskusta-alueilla.

Mittausasema	Suurimpien vuorokausiarvojen taso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Vuorokausiraja-arvotason ylitykset (kpl)
Riihimäki, Hämeenkatu	200-560	35*
Helsinki, Mannerheimintie	180	38
Helsinki, Hämeentie	100	29
Vantaa, Tikkurila	100	17
Espoo, Leppävaara	150	14
Lohja, Nahkurintori	90	7
Tornio, Länsiranta**	130	8
Kerava, Keskusta	130	20
Raja-arvotaso	50	

*) ylityksiä voi olla muutama enemmän maaliskuun 2005 lopulta, jolta tulokset puuttuvat

***) vain huhti - toukokuu 2005

Taulukon 4 arvoista voidaan todeta, että maaliskokuussa 2005 Riihimäen Hämeenkadulla havaittu hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuden maksimitaso poikkeaa selvästi muiden vertailussa mukana olevien mittauskohteiden vastaavasta tasosta. Mittaustulosten vertailussa on huomioitava, että muun muassa Helsingin Mannerheimintien ja Hämeentien sekä Leppävaaran mittauspisteiden ympäristön liikennemäärät ovat merkittävästi suuremmat kuin Riihimäen mittauskohteessa. Taulukon 4 huippuarvon lisäksi Riihimäen Hämeenkadun mittauspisteessä havaittiin viitenä päivänä luokkaa $150\text{--}250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ olleita hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksia.

Myös hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrä oli Riihimäen keskustassa maaliskokuussa 2005 huomattava. Sen lisäksi, että mittauksin havaittiin 35 kpl em. ylityksiä, joista 12 kpl maaliskuussa ja 23 kpl huhtikuussa, oltiin maaliskokuussa 2005 hyvin lähellä raja-arvotaso viitenä päivänä: 7.3.2005 ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 10.4.2005 ($47 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 23.4.2005 ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$), 20.4.2005 ($49 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja 18.4.2005 ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Niin sanotut liikenneasemat eivät eroa sijoitukseltaan niin paljon toisistaan, että se selittäisi pitoisuustasojen eron. Merkittävimpana tekijänä Riihimäellä kevätpölykaudella esiintyneisiin korkeisiin hiukkaspitoisuuksiin voidaan pitää katujen kevätsiivouksmenetelmien puutteellisuutta.

Maalis-huhtikuun 2005 vaihteessa Riihimäen Hämeenkadulla esiintyi muutamana päivänä hengitettävien hiukkasten lyhytaikaisia pitoisuuspiikkejä, jotka vaihtelivat tuntikeskiarvoina korkeimmillaan noin $800 \mu\text{g}/\text{m}^3$:sta yli $1\ 350 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aan. Tällainen pitoisuuspiikki, tuntikeskiarvona yli $700 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esiintyi myös huhtikuun loppupuolella. Maaliskuussa tuntikeskiarvojen maksimit ylittivät useita kertoja tason $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun taas toukokuussa pysyttiin koko ajan yhtä poikkeusta lukuun ottamatta tuntipitoisuuden $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alapuolella. Vain 15.5.2005 klo 12.00–13.00 mitattiin tuntiarvo $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuntipitoisuudet vaihtelivat pääosin välillä $20\text{--}40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Riihimäen Hämeenkadun hiukkasmittaustuloksissa on havaittavissa merkittävä pitoisuustason madaltuminen tunti- ja vuorokausiarvoissa toukokuun 2005 alusta alkaen. Toukokuun keskimääräisen tunti- ja vuorokausiarvojen tason voidaan kuitenkin sanoa olevan ainakin jossain määrin koholla muilla paikkakunnilla kevätpölykauden jälkeen yleisesti eri vuosina havaittuihin vastaaviin tasoihin verrattuna. Riihimäen toukokuun 2005 hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot olivat vielä hiekoitushiekkan poistonkin jälkeen toukokuussa useina päivinä noin $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$:sta hieman yli $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aan, kun raja-arvotaso on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Edellä esitetty kevätpölyjakson pitoisuustarkastelu viittaa siihen yleisesti todettuun ja viimeaikoina erikoismittauksinkin todistettuun seikkaan, että katujen pinnasta irtoaa runsaasti hiukkasia vielä hiekoitushiekkan poiston jälkeenkin. Harjakoneita käytettäessä hienoin hiukkasjäte hieroutuu kadun pintaan ja kiinnittyy siihen nousten myöhemmin kuivuttuaan tuulen ja liikennevirran nostattamana ilmaan. Lisäksi keväisessä puhdistuksessa jää osa hiekoitushiekasta melko yleisesti ajoradan reunaan ja aiheuttaa pölyhaittoja liikenteen ja tuulen vaikutuksesta. Yleensä Suomen kaupunkien hiukkaspitoisuudet alenevat keväällä vasta hiekoitushiekkan poiston jälkeen tehdyn katujen tehopesun tai kesän ensimmäisten rankkasateiden jälkeen.

Hiukkaspitoisuudet jaksolla kesäkuu 2005 - helmikuu 2006

Kesä- lokakuussa 2005 hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet pysyivät keskimäärin alle $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n tasolla. Joitakin yksittäisiä tuntipitoisuuspiikkejä esiintyi tälläkin jaksolla, esimerkkeinä kuukausittaiset maksimiarvot: kesäkuu $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$, heinäkuu $185 \mu\text{g}/\text{m}^3$, elokuu $97 \mu\text{g}/\text{m}^3$, syyskuu $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja lokakuu $92 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Suurimmat hiukkaspitoisuuden vuorokausiarvot vaihtelivat ko. jaksolla elokuun $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$:sta lokakuun $46 \mu\text{g}/\text{m}^3$:aan.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat marraskuun 2005 alkupuolella kohonneita niin, että lähes raja-arvotasoisia vuorokausikeskiarvoja muodostui useina päivinä ennen kuun puoltaväliä. Ko. pitoisuuksista suurin, $49 \mu\text{g}/\text{m}^3$, esiintyi 4.11.2005. Jaksolla 17.11.–22.11.2005 vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi kuutena päivänä vuorokausipitoisuuksien vaihteluvälin ollessa $67\text{--}127 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tällainen loppusyksyyn tai alkutalveen liittyvä hiukkaspitoisuuksien nousu on yleistä Suomen taajama-alueilla ja se liittyy pakkasäiden alkamiseen. Ulkoilman kylmetessä katujen ja teiden pinnat kuivuvat ja niillä olevat hiukkaset nousevat ilmaan tuulen ja liikenteen vaikutuksesta. Toisaalta tällaisilla pakkasilla tuulet voivat olla heikkoja tai ilma voi olla tyyni, jolloin kaupunkikeskustojen autoliikenteen pakokaasujen hiukkaspäästöt ja kaduilta noussut pölypäästö laimenevat

heikosti ja jäävät lähelle hengitys- ja mittauskorkeutta aiheuttaen korkeita hiukkaspitoisuuksia. Em. marraskuun jaksolla ilmanlaatu oli huono ja hiukkaspitoisuudet korkeita myös muun muassa pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla.

Riihimäen Hämeenkadun joulukuun 2005 hiukkasmittausten tulokset kuvaavat hengitettävien hiukkasten pitoisuuden perustasoa kaupungin keskustassa lumisella kaudella sellaisissa oloissa, joissa katujen pölyäminen ei juurikaan vaikuta ilmanlaatuun. Tällöin hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ovat paikallisen energiantuotannon ja teollisuuden päästöt, liikenteen pakokaasupäästöt sekä muualta Suomesta ja ulkomailta peräisin olevat kaukokulkeutuneet hiukkaspäästöt. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden tuntiarvojen keskimääräinen taso oli joulukuussa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja korkein hiukkaspitoisuuden vuorokausiarvo hieman yli $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun vastaavat arvot olivat huhtikuussa 2005 pahimmalla kevätpölyjaksolla: tuntipitoisuuksien keskiarvo $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$, korkein vuorokausiarvo noin $560 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus ylitti Riihimäellä raja-arvotason vuoden 2006 tammi-helmikuussa 21.1. ja 26.2. - 28.2. eli neljänä päivänä. Nämä olivat heikkoituksia pakkaspäiviä: esimerkiksi 21.1.2006 lämpötila laski laajoilla alueilla koko Etelä-Suomessa alle $-20 \text{ }^\circ\text{C}$:een. Samoina päivinä ilmanlaatu oli huonoa ja hiukkaspitoisuudet korkeita myös pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla. Riihimäen Hämeenkadun hengitettävien hiukkasten pitoisuus oli korkeimmillaan 26.2., jolloin suurin tuntiarvo oli $284 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vastaava vuorokausiarvo $74 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemista hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksiä tapahtui tammi-helmikuussa 2006 Mannerheimintielle 4 kpl ja Töölöntullissa 5 kpl. Muilla asemilla ylityksiä ei havaittu (*YTV ympäristötoimisto, 2005 ja 2006*).

Edellä taulukossa 4 tarkasteltiin hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylitysten lukumäärä kevätpölyjaksolla maaliskuu-toukokuussa 2005 Riihimäen Hämeenkadulla, eräillä Helsingin, Vantaan ja Espoon ilmanlaadun mittausasemilla sekä Lohjan, Tornion ja Keravan kaupunkien keskusta-alueilla. Taulukossa 4 tarkastelluilla ilmanlaadun mittausasemilla esiintyi koko kalenterivuoden 2005 aikana vuorokausiraja-arvotason ylityksiä seuraavasti: Helsinki, Mannerheimintie 49 kpl, Helsinki, Hämeentie 41 kpl, Vantaa, Tikkurila 23 kpl, Espoo, Leppävaara 22 kpl, Lohja, Nahkurintori 10 kpl, ja Kerava, Keskusta 29 kpl (*YTV ympäristötoimisto, 2005 ja 2006 ja Ilmatieteen laitos, 2005a ja 2006*). Riihimäellä ylityksiä oli vuoden 2005 aikana yhteensä 41 kpl. Sallittujen raja-arvotason ylitysten määrä on kalenterivuoden jaksolla 35 kpl.

Hiukkaspitoisuuksien vuorokausiohjeeseen verrattavat pitoisuudet ja kuukausikeskiarvot

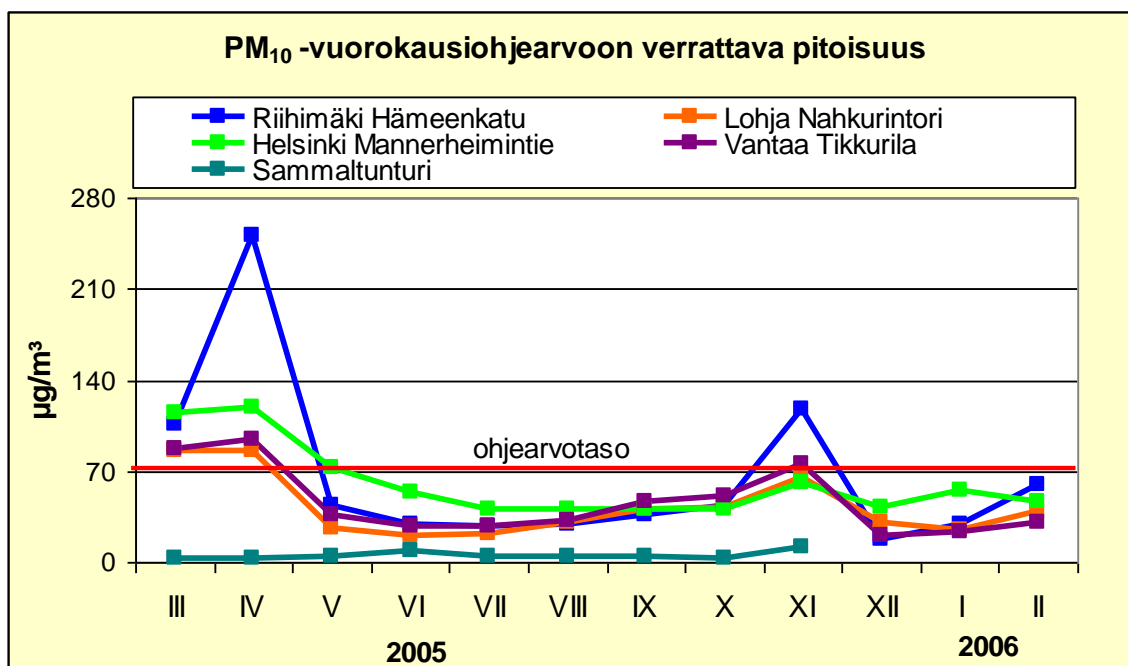
Kuvissa 10 ja 11 on vielä esitetty yhteenveto hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksista jaksolta maaliskuu 2005 - helmikuu 2006 Riihimäen Hämeenkadulta, Lohjan Nahkurintorilta (*Ilmatieteen laitos, 2005a ja 2006*), Helsingin Mannerheimintieltä ja Vantaan Tikkurilasta (*YTV ympäristötoimisto, 2005 ja 2006*) sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-asemalta (*Ilmatieteen laitos, 2005b*) vuorokausiohjeeseen verrattavina

pitoisuuksina ja kuukausikeskiarvoina. Riihimäen hiukkasmittausten tulosten vertailuarvoina seuraavassa käytetyt muilta mittausasemilla saadut tammi - helmikuun 2006 pitoisuusarvot ovat tämän raportin laadinta-ajankohtana vasta alustavasti tarkistettuja.

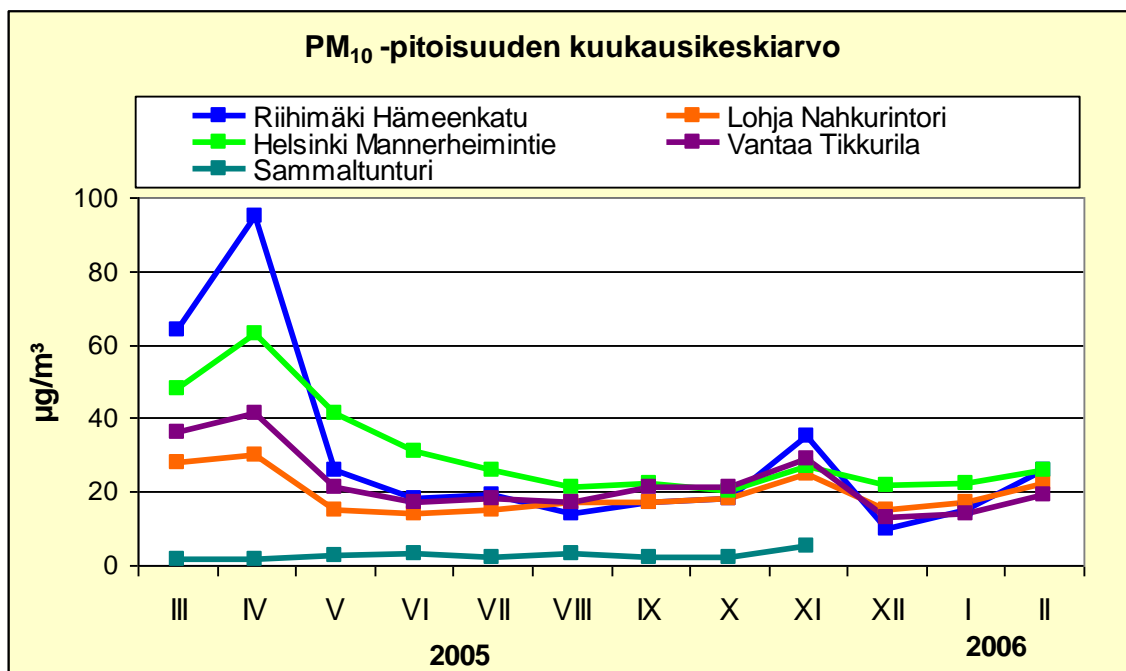
Mittauspisteistä Helsingin Mannerheimintie edustaa Suomen vilkasliikenteisimpiä ympäristöjä ja Vantaan Tikkurila ko. kaupungin vilkasliikenteistä keskusta. Lohjan Nahkurintorin mittausasema edustaa ns. kaupunkitausta-alueita sijaiten hieman sivussa liikenteen kaikkein eniten kuormittamasta kaupunkikeskustasta. Mittaustulosten vertailussa on huomioitava, että muun muassa Helsingin Mannerheimintien mittauspisteen ympäristön liikennemäärä on merkittävästi suurempi kuin muissa mittauskohteissa.

Kuvasta 10 havaitaan, että hengitettävien hiukkasten pitoisuudelle annettu vuorokausiohjearvo ylittyy yleisesti kevätkuukausina niillä taajamien mittausasemilla, joiden lähialueilla on vilkasta autoliikennettä. Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-aseman tulokset edustavat hyvin puhtaan alueen ilmanlaatua.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat Riihimäellä kevätpölykaudella sekä loppusyksyn pölykaudella korkeita verrattuna Etelä-Suomen kaupunkialueilla yleisesti mitattuihin pitoisuustasoihin sekä vuorokausiohjearvoon verrattavina pitoisuuksina että kuukausikeskiarvoina tarkastellen. Muina aikoina pitoisuudet olivat samaa tasoa Vantaan Tikkurilassa ja Lohjan Nahkurintorilla mitattujen pitoisuuksien kanssa.



Kuva 10. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kuukausittain jaksolta maaliskuu 2005 - helmikuu 2006 Riihimäen Hämeenkadun, Lohjan Nahkurintorin, Helsingin Mannerheimintien ja Vantaan Tikkurilan ilmanlaadun mittausasemilla sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-asemalla. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.



Kuva 11. Hengitettävien hiukkasten kuukausikeskiarvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) jaksolta maaliskuu 2005 - helmikuu 2006 Riihimäen Hämeenkadun, Lohjan Nahkurintorin, Helsingin Mannerheimintien ja Vantaan Tikkurilan ilmanlaadun mittausasemilla sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-asemalla. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET JA SUOSITUKSET

Riihimäen keskustan ilmanlaatu oli Hämeenkadun hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittausten tulosten perusteella arvioituna maalis-huhtikuussa 2005 päivittäin huono tai jopa erittäin huono. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu ohje-arvo, $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi molempina em. kuukausina. Huhtikuussa suurin ohjearvoon verrattava vuorokausipitoisuus oli yli 3,5-kertainen ohjearvoon nähden.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat jo maaliskuun 2005 alusta alkaen sekä tunti-että vuorokausiarvoina korkeita verrattuna Etelä-Suomen kaupunkialueilla yleisesti mitattuihin pitoisuustasoihin. Pahin korkeiden hiukkaspitoisuuksien jakso ajoittui muutaman päivän ajalle maalis-huhtikuun vaihteeseen. Hiukkaspitoisuudet olivat tällöin tuntiarvoina korkeimmillaan yli $1\ 300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausiarvoina suurimmillaan yli $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja maksimiarvona noin $560 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Nämä pitoisuustasot ovat Suomen kaupunkien ilmanlaatumittauksissa hyvin poikkeuksellisia. Huhti - toukokuun vaihteessa hengitettävien hiukkasten pitoisuudet alenivat Hämeenkadulla merkittävästi aiemmista maalishuhtikuun arvoista, mutta toukokuun keskimääräinen tunti- ja vuorokausiarvojen taso oli ainakin jossain määrin koholla muilla paikkakunnilla kevätpölykauden jälkeen yleisesti eri vuosina havaittuihin vastaaviin tasoihin verrattuna.

Maalis-huhtikuun vaihteessa Riihimäen Hämeenkadulla havaitut hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiarvot olivat vähintään samalla tasolla kuin Helsingin Mannerheimintiellä ja Espoon Leppävaarassa ja selvästi suurempia kuin esimerkiksi Helsingin Hämeentiellä ja Vantaan Tikkurilassa. Maalis-huhtikuussa Hämeenkadulla esiintyi hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotason ylityksiä lähes saman verran kuin Mannerheimintiellä ja hieman enemmän kuin Hämeentiellä. Nämä Helsingin mittauspaiikat ovat Suomen vilkasliikenteisimpiä kaupunkikohteita. Nämä niin sanotut liikenneasemat eivät eroa sijoitukseltaan niin paljon toisistaan, että se selittäisi pitoisuustasojen eron. Merkittävimpänä tekijänä Riihimäellä kevätpölykaudella 2005 esiintyneisiin poikkeuksellisen korkeisiin hiukkaspitoisuuksiin voidaan pitää katujen kevätsiivousmenetelmien puutteellisuutta.

Kesä - lokakuussa 2005 hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet pysyivät suurimman osan ajasta suhteellisen matalalla tasolla. Tosin joitakin yksittäisiä tuntipitoisuuspiikkejä ja muita korkeampia vuorokausipitoisuuksia esiintyi tälläkin jaksolla. Hämeenkadun hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet olivat näinä kuukausina suurimmillaan noin 40–60 % vastaavasta ohjearvosta eli suurimmillaan lokakuussa samalla tasolla kuin toukokuussa ja muina kuukausina toukokuun pitoisuuksia matalampia.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat marraskuun 2005 alkupuolella kohonneita niin, että lähes raja-arvotasoisia vuorokausikeskiarvoja muodostui useina päivinä ennen kuun puoliväliä. Heti marraskuun puolenvälin jälkeen vuorokausiraja-arvon taso, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ylittyi kuutena päivänä vuorokausipitoisuuksien vaihteluvälin ollessa noin 70–130 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Em. marraskuun jaksolla ilmanlaatu oli huono ja hiukkaspitoisuudet korkeita myös muun muassa pääkaupunkiseudun ilmanlaadun mittausasemilla. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudelle annettu ohjearvo ylittyi Hämeenkadulla lähes 70 %:lla marraskuussa 2005.

Joulukuussa 2005 havaittiin Hämeenkadulla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden lumista kautta edustava perustaso oloissa, joissa katujen pölyämällä ei ollut juurikaan vaikutusta mittaustuloksiin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden tuntiarvot olivat joulukuussa 2005 keskimäärin vain noin 10 % huhtikuun 2005 pahimman kevätpölyjakson vastaavasta tasosta ja joulukuun korkein hiukkaspitoisuuden vuorokausiarvo vain noin 4 % huhtikuun korkeimmasta vuorokausiarvosta. Hiukkasten pitoisuustilanne pysyi edellä kuvatuslaisena joulukuulta 2005 pitkälle tammikuuhun 2006 kunnes tammikuun puolenvälin jälkeen hiukkaspitoisuudet alkoivat kohota ja vuorokausiraja-arvotaso ylittyi kerran loppukuusta. Myös helmikuussa 2006 hiukkaspitoisuudet olivat selvästi korkeampia kuin joulukuussa 2005 ja vuorokausiraja-arvotaso ylittyi jälleen kolmena helmikuun viimeisenä päivänä.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiarvon raja-arvolle, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, sallitaan kalenterivuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl. Jos ylityksiä on tätä enemmän, katsotaan varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen ilmanlaatuasetuksen mukaan tapahtuneen. Riihimäellä esiintyi 1.3. - 31.12.2005 välisellä mittausjaksolla yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuuksia 41 kpl, joten vuorokausiraja-arvo ylittyi kalenterivuoden 2005 aikana. Koko nyt raportoitavalla mittausjaksolla 1.3.2005 - 28.2.2006 yli $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$:n vuorokausipitoisuuksia

sia oli yhteensä 45 kpl. Mittaustuloksia puuttuu laitehäiriön vuoksi muutaman päivän ajalta maaliskuun 2005 lopusta. Jakson suurin vuorokausipitoisuus oli Riihimäellä $559 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli yli 11-kertainen raja-arvotasoon nähden. Tämä maksimi-arvo mitattiin 1.4.2005. Raja-arvon ylittyminen johtui talvihiekoituksen aiheuttamasta hiukkaskuormituksesta, jota ei käytössä olleilla katujen kevätsiivousmenetelmillä kyetty ehkäisemään.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kalenterivuoden jaksolla. Mittausjaksolta maaliskuu-joulukuu 2005 laskettu hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksien keskiarvo oli Riihimäellä $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on 78 % raja-arvosta. Koko mittausjakson maaliskuu 2005 - helmikuu 2006 vastaava keskiarvo oli $29 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvot ovat sitovia, ja niiden ylittymisestä on raportoitava Euroopan unionille.

Riihimäen keskusta-alueen hiukkaspitoisuuksiin vaikutti maaliskuun 2005 - helmikuun 2006 mittausjaksolla merkittävimmin liikenteen ja tuulen maasta nostattama katupöly sekä katujen puhdistus talven hiekoitushiekasta, joka ajoittui mittauspisteen ympäristössä suunnilleen samaan aikaan todetun pitoisuuksien selvän kohoamisen ja huippupitoisuuksien kanssa. Kaupungin keskustan ilmanlaadun kannalta maaliskuu- ja huhtikuu olivat hankalimmat, mutta myös pakkasilmoilla varsinkin marraskuussa 2005 ja vuoden 2006 helmikuussa ilma oli useina päivinä huonoa ja muutamina päivinä hyvin huonoa. Tällainen loppusyksyyn tai alkutalveen liittyvä hiukkaspitoisuuksien nousu on yleistä myös muissa maamme kaupungeissa. Tutkimuksessa tehtyjen tarkastelujen mukaan keskimäärin suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyivät Riihimäellä tynissä tilanteissa, jolloin pakokaasupäästöjen ja pölyämisestä aiheutuvien hiukkaspäästöjen laimeneminen on lähellä maanpintaa heikkoa ja ilman epäpuhtauspitoisuudet voivat kohota normaalia korkeammiksi. Eniten pölyä nousee katujen pinnoilta niiden ollessa kuivia.

Tutkimus osoitti, että muiden hiukkaspäästölähteiden kuin katupölyn ja liikenteen pakokaasupäästöjen vaikutus Riihimäen keskustan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin oli kevätpölykaudella 2005 lähinnä marginaalinen. Paikallisen energiantuotannon ja teollisuuden päästöt sekä muualta Suomesta ja ulkomailta peräisin olevat kaukokulkeutuneet hiukkaspäästöt aiheuttivat vain hyvin pienen taustapitoisuuden luonteisen pohjatason kaupungin keskustan hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin.

Hämeenkadun maaliskuun 2005 - helmikuun 2006 hiukkasmittausten tuloksiin ja hiukkasten mahdollisiin terveysvaikutuksiin perustuen hiukkaspitoisuuksien alentaminen tulisi ottaa jatkossa Riihimäellä tärkeimmäksi ilmanlaadun parantamistavoitteeksi. Tässä suhteessa Riihimäki ei ole Suomen taajamat huomioiden poikkeuksellinen paikkakunta, sillä korkeiden hiukkaspitoisuuksien ja kevätpölyhaittojen ehkäiseminen on lähivuosina suurin ilmansuojeluhaaste kaikissa maamme kunnissa. Ympäristölainsäädännön mukaan ohje- ja lupajärjestelmien ylittyminen tulee estää ennakolta huomioimalla ilmanlaatuvaikuttajat muun muassa suunnittelussa, rakentamisessa ja lupakäsittelyssä. Niillä alueilla, joilla ohje- ja lupajärjestelmien ylittyminen tulee ryhtyä toimiin ilmanlaadun parantamiseksi vähintään ohje- ja lupajärjestelmien vaatimusten mukaisesti.

Ohje- ja raja-arvojen alittamiseen tähtäävissä ohjelmissa ja suunnitelmissa on kiinnitettävä huomiota esimerkiksi toimintojen sijoitteluun, liikennejärjestelyihin, liikenteen ohjaukseen, joukkoliikenteeseen, kevyen liikenteen järjestämiseen sekä katujen ja teiden puhtaanapitoon ja talvikunnossapitoon. Näistä viimeksi mainitut ovat keskeisessä asemassa puututtaessa taajama-alueiden keväisiin pölyhaittoihin ja kohonneisiin hiukkaspitoisuuksiin.

Hämeenkadun kevään 2005 hiukkasmittausten tulokset osoittivat, että hiekoitushiekan poisto ja kaupungin keskusta-alueen puhdistus olisi ollut merkittävien ilmanlaatuvaikutusten välttämiseksi suositeltavaa aloittaa jo aikaisin maaliskuussa. Suomen kaupungeissa joudutaan hiekoitushiekan ja katupölyn poiston aloitus optimoimaan käytävissä olevan kaluston ja säätilan mukaan. Kohonneita hiukkaspitoisuuksia esiintyy yleisesti keväisin aurinkoisella ja kuivalla säällä esimerkiksi vielä maaliskuullakin esiintyvien yöpakkasten jälkeen. Tällaisissa tilanteissa varsinkin ensimmäisten lakaisukertojen jälkeen kaduille jäävää hienojakoista pölyä ei pestä tai märkäharjata pois, ennen kuin ilma lämpenee. Tämä pöly voi ilmaan noustessaan aiheuttaa pitkään kohonneita hiukkaspitoisuuksia.

Kun Hämeenkadun hiukkasmittausten maaliskuu-toukokuun 2005 tulokset olivat valmistuneet ja väliraportoitu ja hiukkaspitoisuuksien todettiin olleen kevät-pölyjaksolla poikkeuksellisen korkeita, pölyhaitat tiedostettiin Riihimäellä voimakkaasti. Jo loppukesästä 2005 aloitettiin kaupungin teknisen viraston ja ympäristönsuojeluyksikön toimesta sellaisten uusien keinojen, toimenpiteiden ja menettelytapojen kartoitus, joilla varsinkin kaupungin keskustan pölyhaittoja kyettäisiin lieventämään. Ympäristönsuojeluyksikössä valmistettiin helmikuussa 2006 julkistettu luonnos Riihimäen kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiksi, joiden mukaan kulkuväylien ja muiden alueiden kunnossa- ja puhtaanapitotyössä tulisi kiinnittää erityistä huomiota pölyämisestä aiheutuvaan ympäristön pilaantumisen vaaran ehkäisyyn kostuttamalla tarvittaessa kunnossapidettävät väylät ja muut alueet. Myös puhaltimien käyttö olisi määräysten mukaan kiellettyä hiekoitushiekan poistossa ja lehtipuhaltimien käyttöä suositellaan välttämään taajaan asutuilla alueilla, kuten kaupungin keskustassa, maaliskuu-toukokuun aikana.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset jatkuvat Riihimäen Hämeenkadulla maaliskuu-toukokuun 2006 ajan samassa tarkkailupisteessä kuin aiemminkin. Mittausten tärkeimpänä tavoitteena on saada tietoa siitä, missä määrin uudet, aiemmasta poikkeavat hiekoitushiekan keväistä poistoa sekä katujen ja teiden puhtaanapitoa koskevat toimintatavat vaikuttavat hiukkaspitoisuuksia alentavasti kaupungin keskustassa.

VIITELUETTELO

ILMATIETEEN LAITOS, 2005a. Tiedot Ilmatieteen laitoksen vuonna 2005 Lohjan Nahkurintorilla sekä Tornion keskustassa mittaamista hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut.

ILMATIETEEN LAITOS, 2005b. Tiedot Ilmatieteen laitoksen vuonna 2005 Sammaltunturin tausta-aseamalla mittaamista hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun tutkimus.

ILMATIETEEN LAITOS, 2006. Tiedot Ilmatieteen laitoksen Lohjalla tammi-helmikuussa 2006 mittaamista hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut.

SAARI, H. ja PESONEN, R., 2005. Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset Riihimäen Hämeenkadulla maaliskokuussa 2005. Väkiraportti. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 14 s.

Vna 711/2001. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 9.8.2001.

Vnp 480/96. Päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

YTV ympäristötoimisto, 2005 ja 2006. Tiedot pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 ja tammi-helmikuussa 2006 sekä Keravalla vuonna 2005 mitatuista hiukkaspitoisuuksista. (Pääkaupunkiseudun ilmanlaatu, kuukausikatsaukset 2005 ja Tiedotteet hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotason ylityksistä vuonna 2005 ja tammi-helmikuussa 2006, YTV:n Internet-sivustot: www.ytv.fi sekä kirjallinen tiedonanto pääkaupunkiseudulla vuonna 2005 ja tammi-helmikuussa 2006 mitatuista hiukkaspitoisuuksista.).

86/2000. Ympäristönsuojelulaki. Annettu 4.2.2000.

LIITE

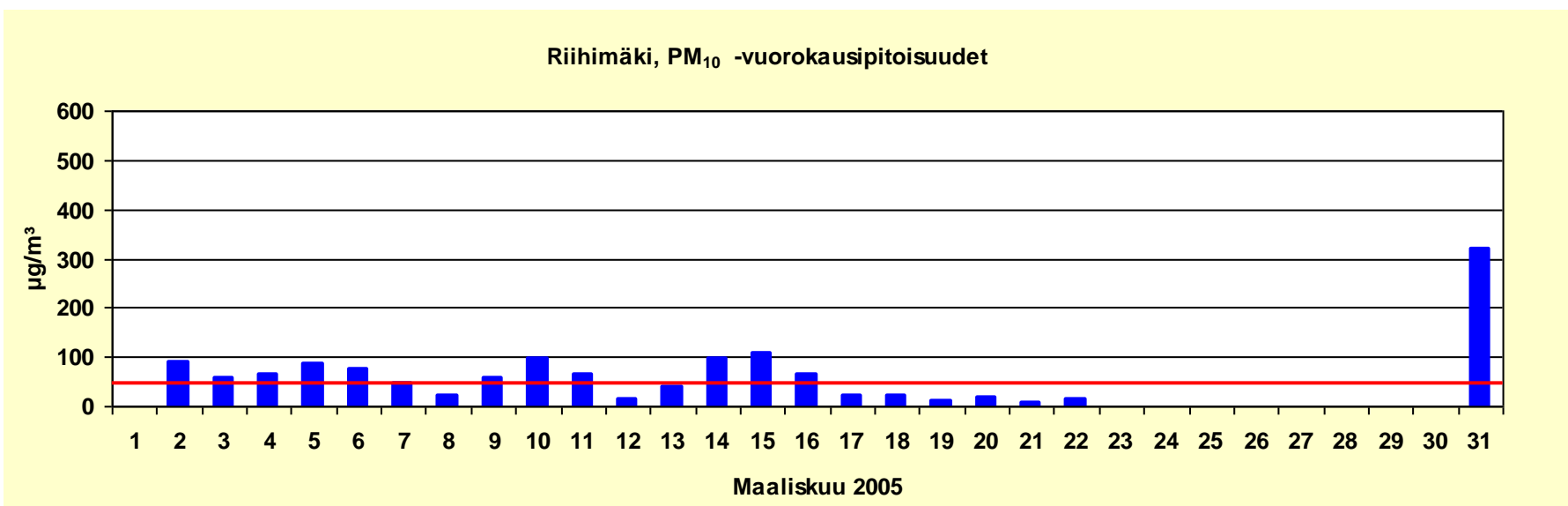
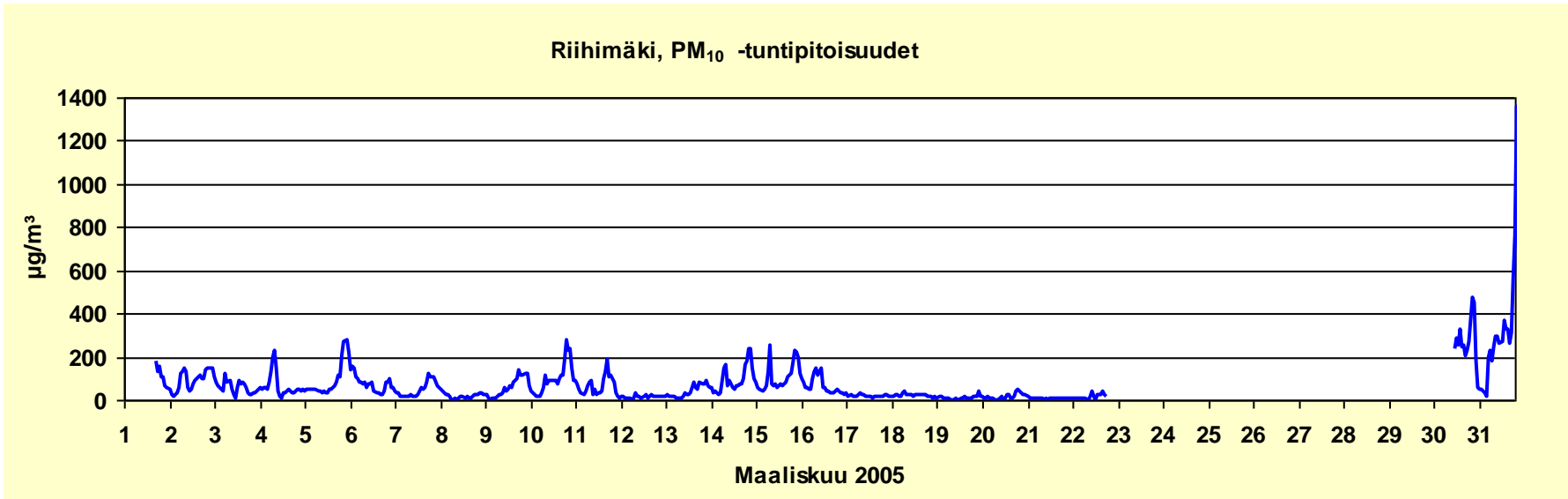
Keväisin esiintyvien pölyhaittojen torjunta kaupunkialueilla

Kaupunkien keskustojen korkeiden hiukkaspitoisuuksien ja keväisten katupölytilanteiden ehkäisemiseksi on käytettävissä yleisiä toimenpiteitä kuten huomion kiinnittämistä asfaltin ja hiekoitushiekan laatuun ja ominaisuuksiin pahimmin kuormitetuilla alueilla, valitsemalla liukkauden estoon pestyjä ja seulottuja sepelilaatuja, kuljettamalla tehokkaammin pölyn likaamaa lunta talvella ja keväisin pois keskusta-alueilta ja puhdistamalla katuja jo talven suojailmoilla. Mitä enemmän talvella hiekoitetaan ja mitä hienompaa hiekkaa käytetään, sitä enemmän pölyä keväällä. Hiekan laatu vaikuttaa myös asfaltin kulumiseen ja siitä irtoavien hiukkasten määrään: hienojakoinen hiekka kuluttaa enemmän kuin karkea ja mitä kovempia materiaaleja hiekka sisältää, sitä voimakkaammin asfaltti kuluu.

Kun kevätpölyn torjunnassa toimitaan asianmukaisesti, kiinteistöt keräävät hiekat omalla vastuullaan olevalta alueelta ja toimittavat sen keräyspisteisiin. Kiinteistöjen pihalueiden ja jalkakäytävien hiekoja ei missään tapauksessa tule siivota kadulle ja siivousten tulisi alkaa juuri ennen kaupungin tekemää katujen puhdistusta. Hiekoitushiekan poisto tulisi ajoittaa kaupunkien keskustoissa merkittävien viihtyvyshaittojen ja terveysturvallisuuden välttämiseksi mahdollisimman lyhyelle jaksolle.

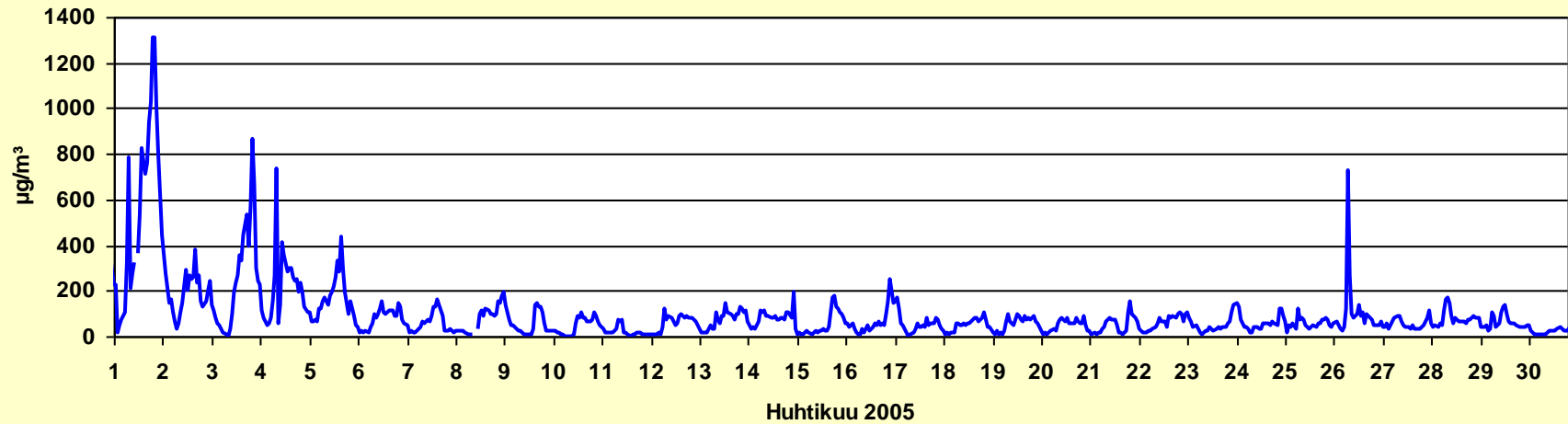
Maamme suurimmissa kaupungeissa hiekoitushiekan ja katupölyn poisto käynnistyy yleensä niin, että aluksi puhdistetaan pääväylät ja vilkasliikenteisimmät kadut. Ensin poistetaan karkea hiekka, jonka jälkeen kadut pestään. Lopuksi hienojakoinen pöly joko lakaistaan tai liikenneväylät pestään tehokkailla pesulaitteilla pienimmän hiukkasjakeen poistamiseksi katujen ja teiden pinnoilta. Pienemmissä kaupungeissa ei useinkaan ole riittävää määrää kalustoa tai henkilöresursseja jokakeväiseen hiekan poistoon nopealla aikataululla edellä esitetyllä tavalla, vaikka ilmanlaatu- ja viihtyvyysseikat niin vaatisivatkin.

Helsingissä on jo muutaman vuoden ajan kokeiltu hyvällä menestyksellä kalsiumkloridiliuoksen käyttöä katupölyn sitojana. Sitä voidaan laittaa kaduille ja kadun reunoille pienillä pakkasillakin. Vaikka tämä on ehkä parhaiten vain suurimpien kaupunkiemme katukuiluihin soveltuva menetelmä, se on kuitenkin eräs niistä uusista keinoista, joita keväisten pölyongelmien vähentämiseksi on otettu käyttöön perinteisten keinojen rinnalle. Kalsiumkloridiliuosta käytetään Helsingissäkin varsin rajoitetusti yleensä vain sellaisissa tapauksissa, joissa hiukkaspitoisuus on jo noussut korkeaksi ja on säätietojen perusteella ennakoitavissa, että pitoisuustilanne pysyy lähitunteina tai -päivinäkin samankaltaisena.

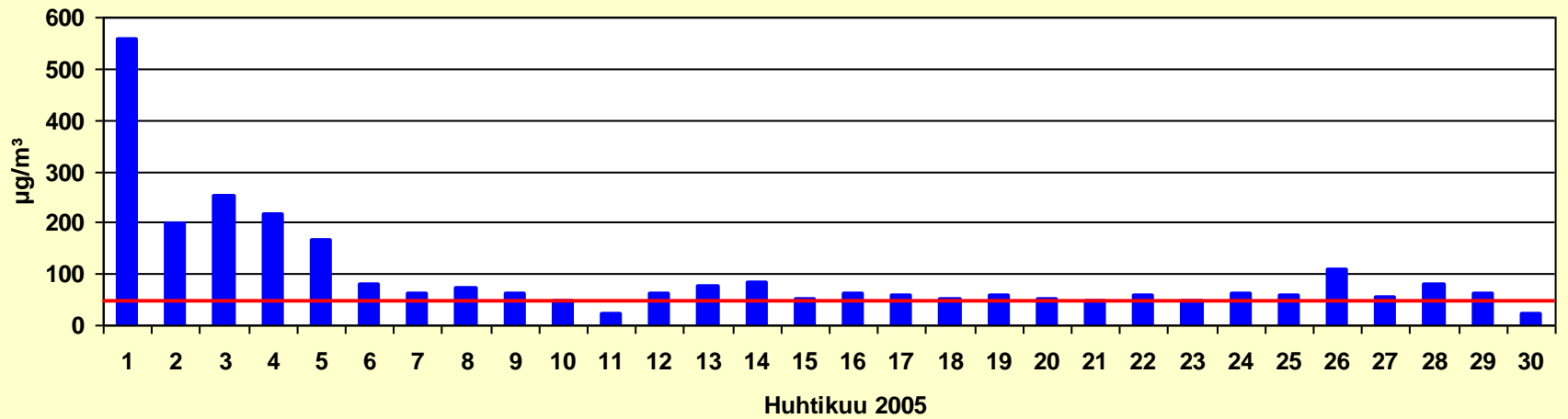


Liitekuva 1. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla maaliskuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

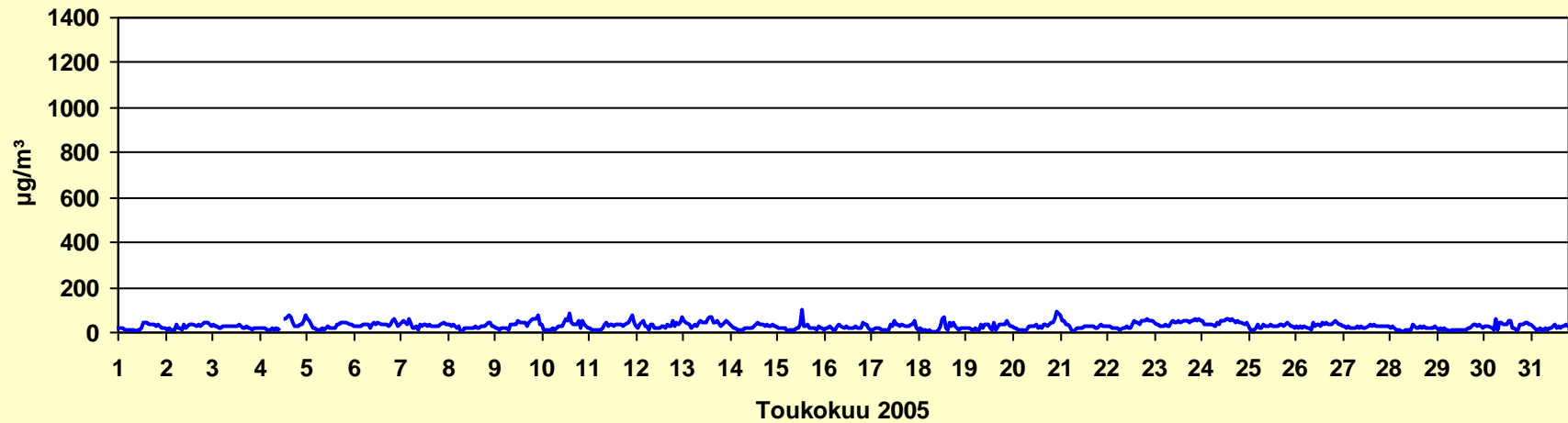


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

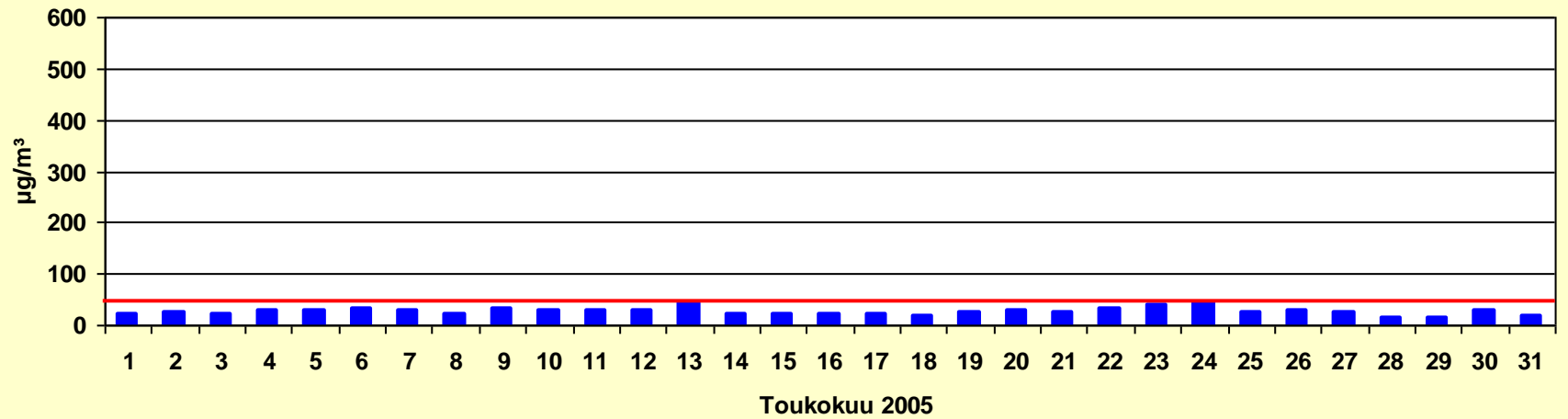


Liitekuva 2. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla huhtikuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

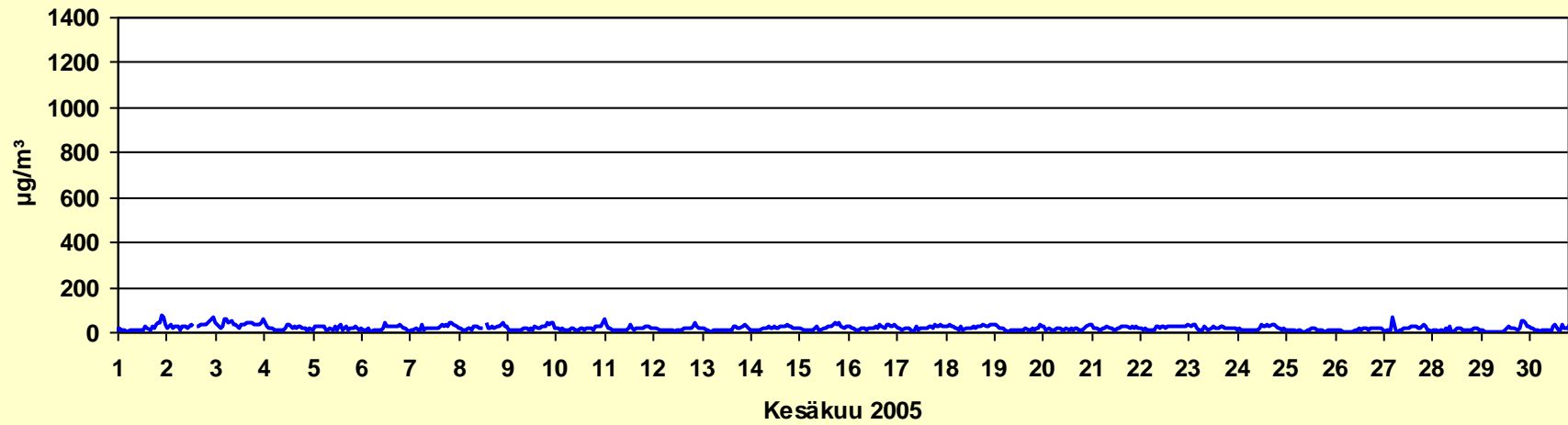


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

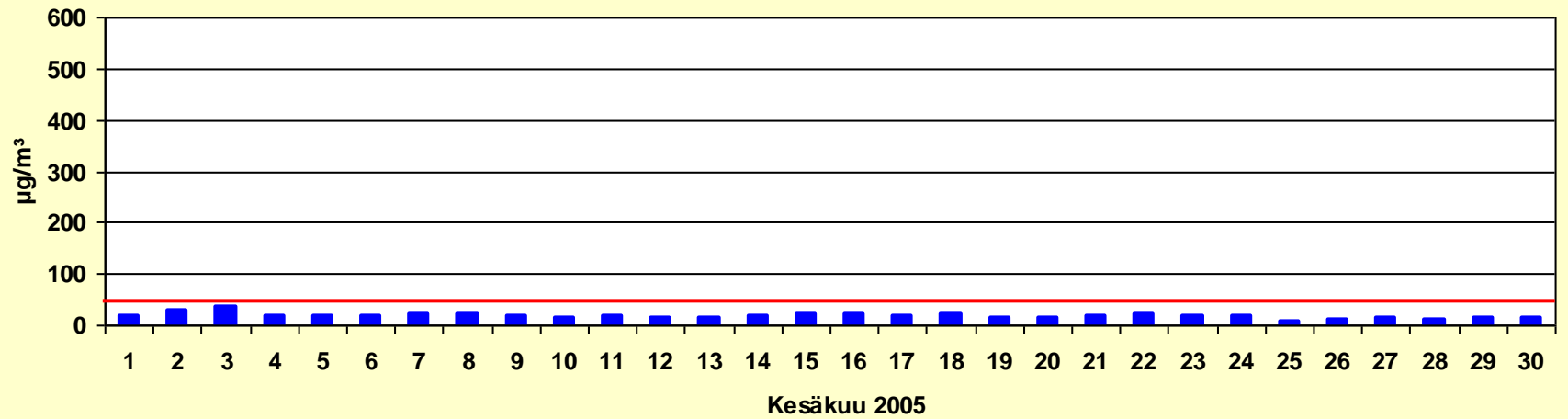


Liitekuva 3. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla toukokuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

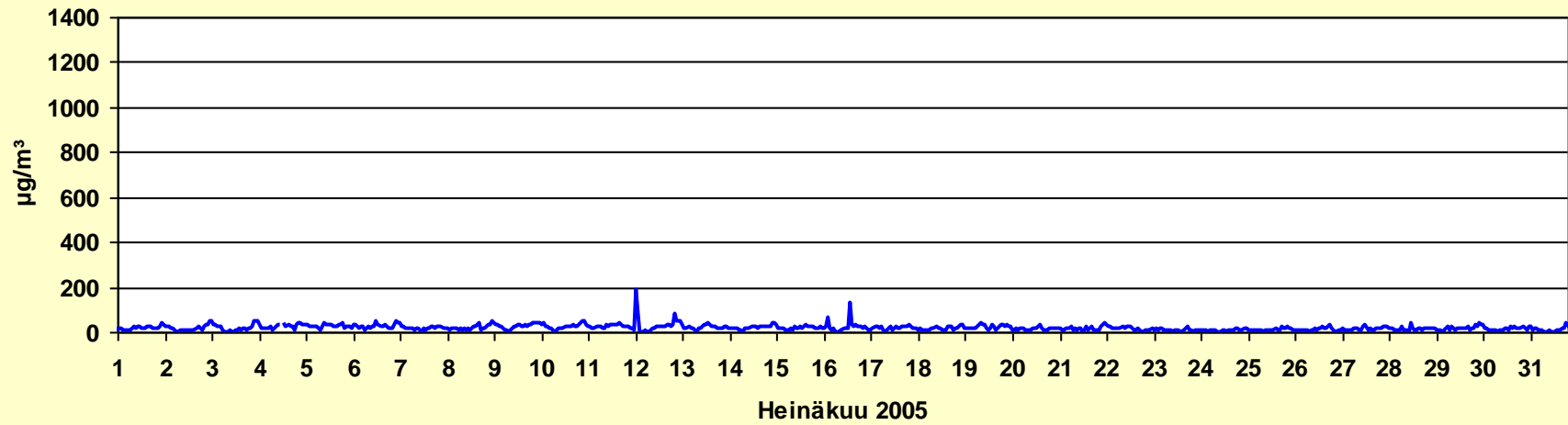


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

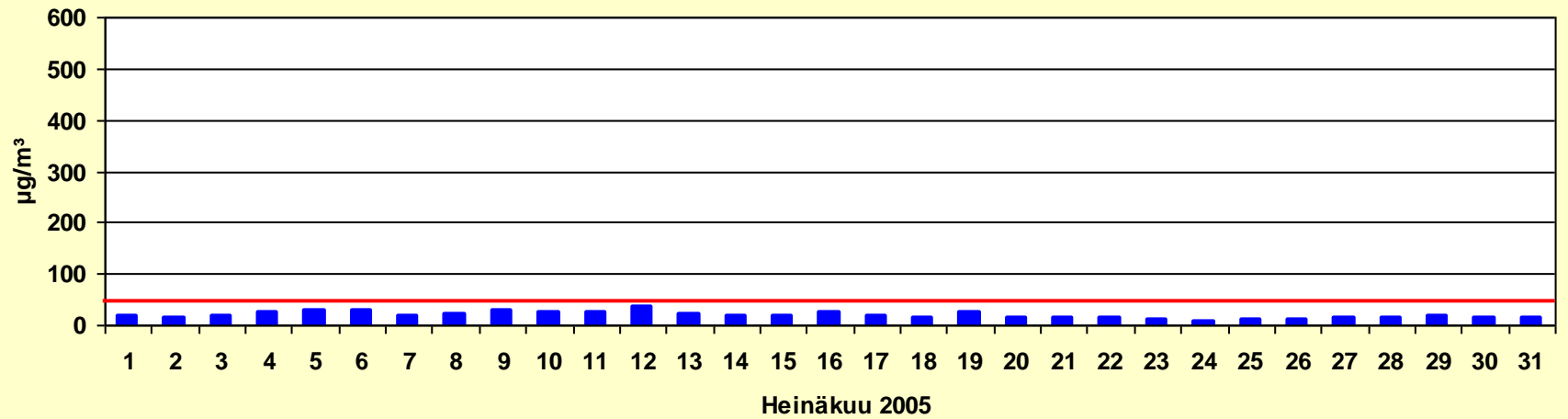


Liitekuva 4. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla kesäkuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

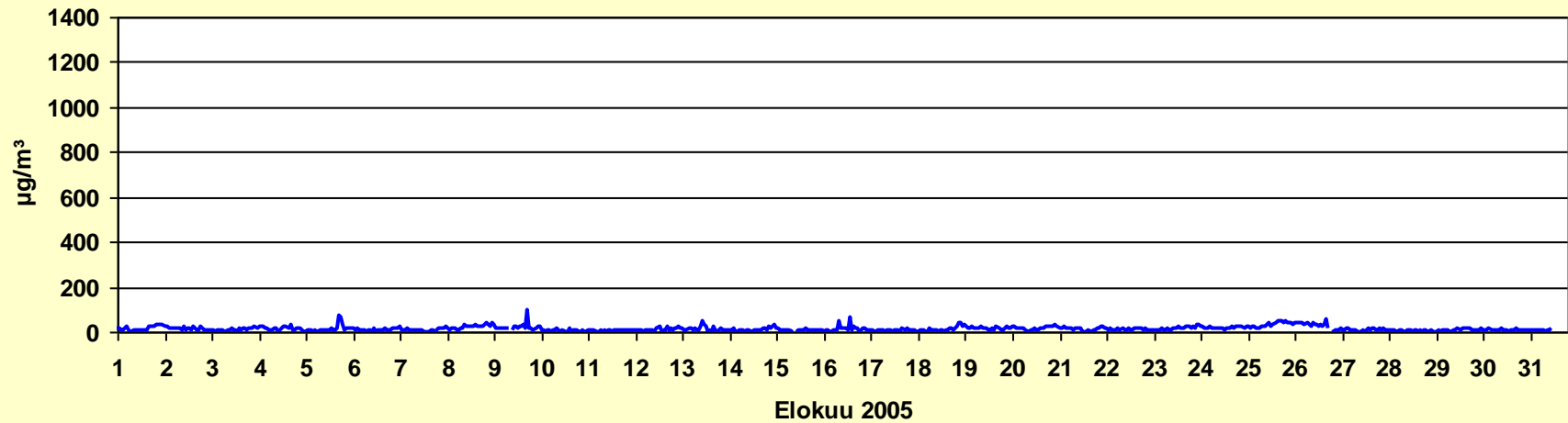


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

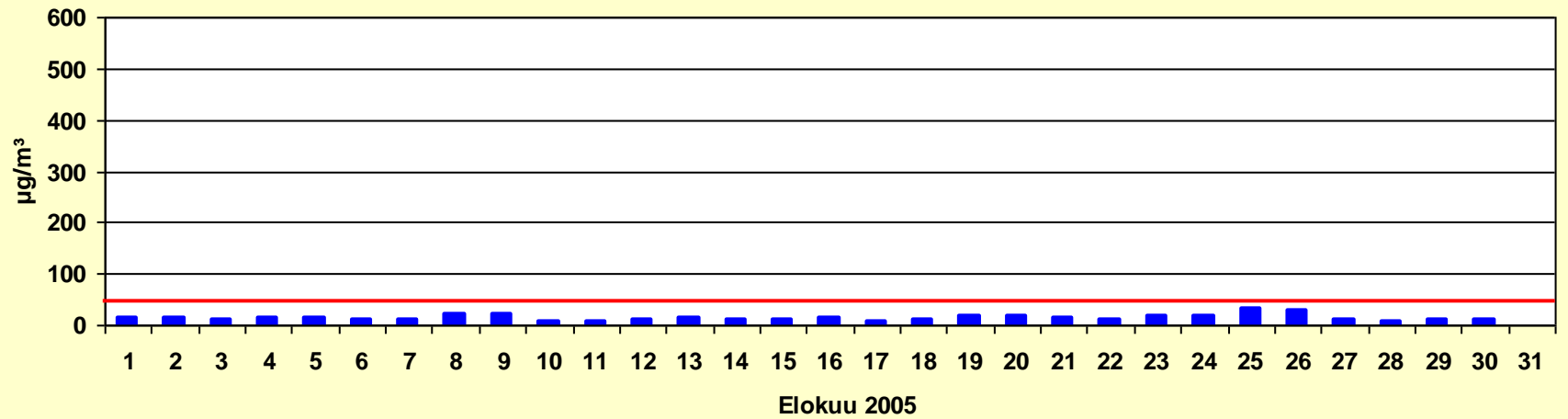


Liitekuva 5. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla heinäkuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

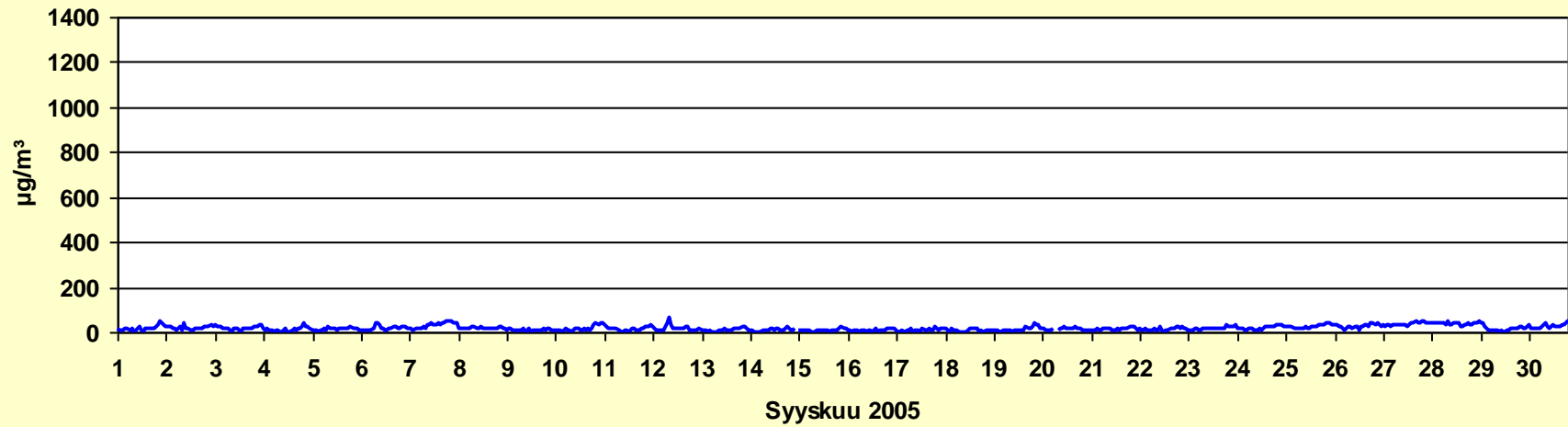


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

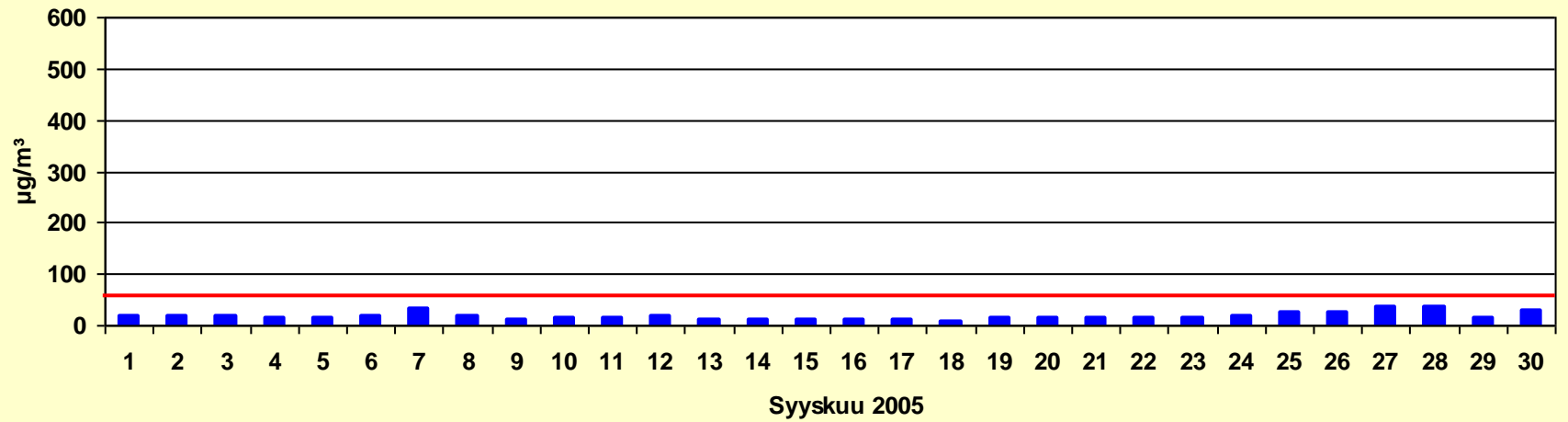


Liitekuva 6. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla elokuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

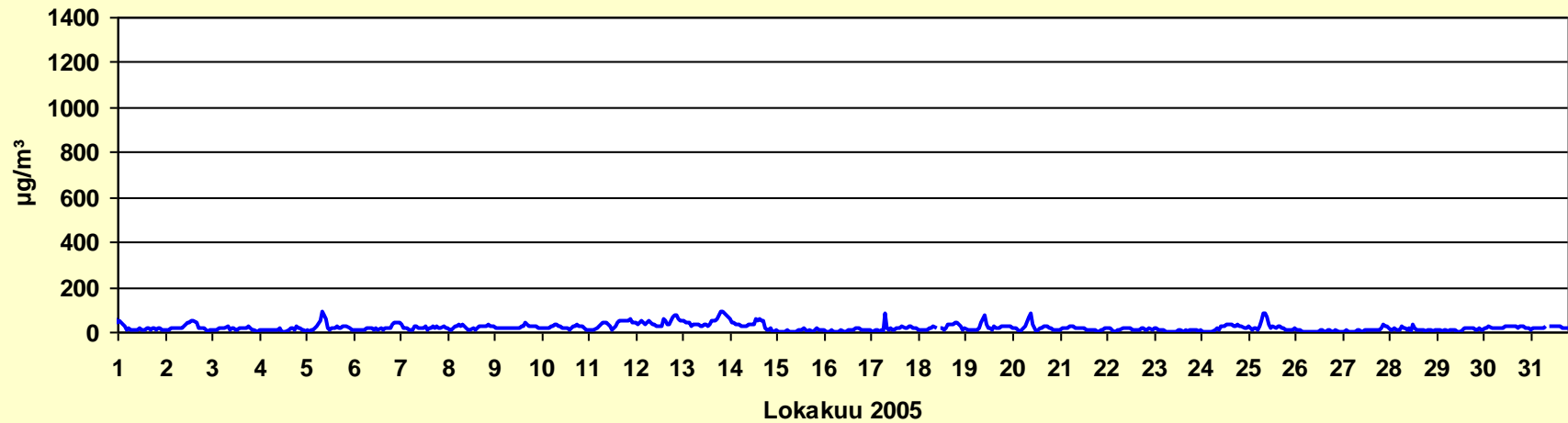


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

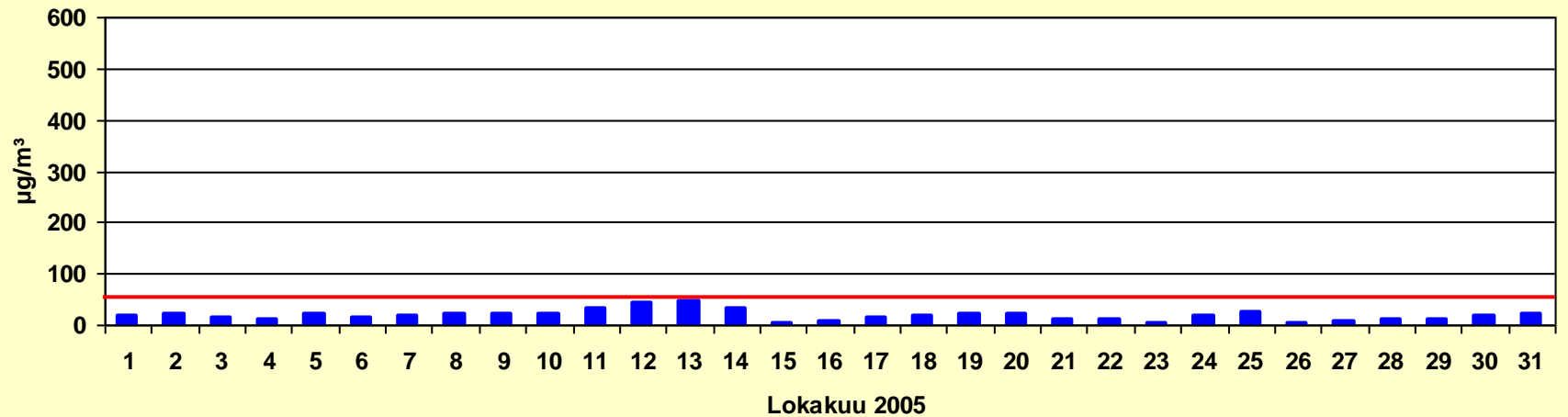


Liitekuva 7. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla syyskuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

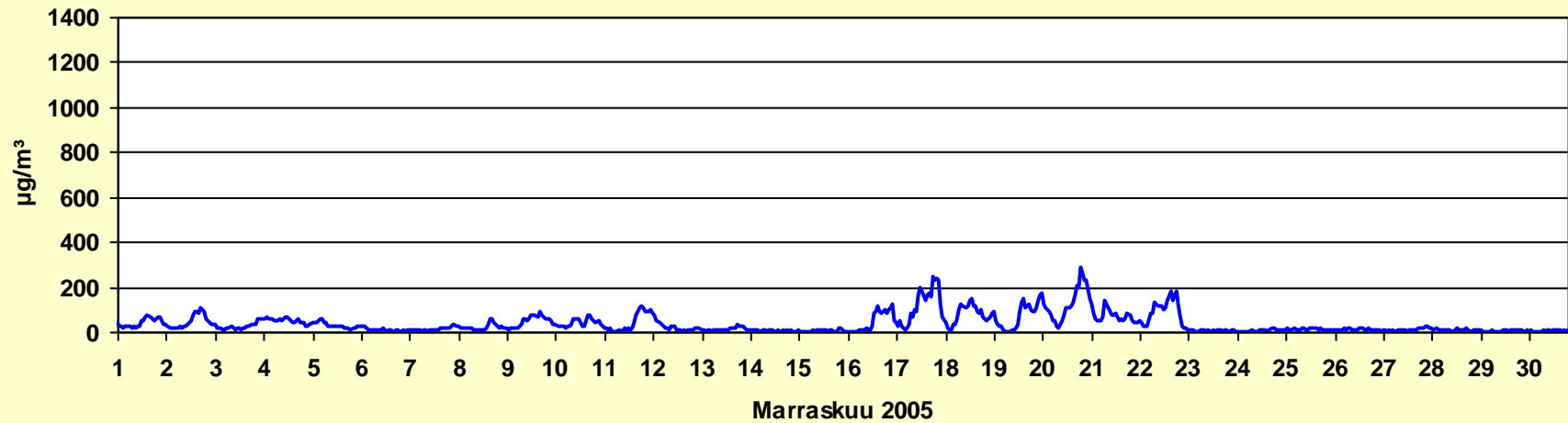


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

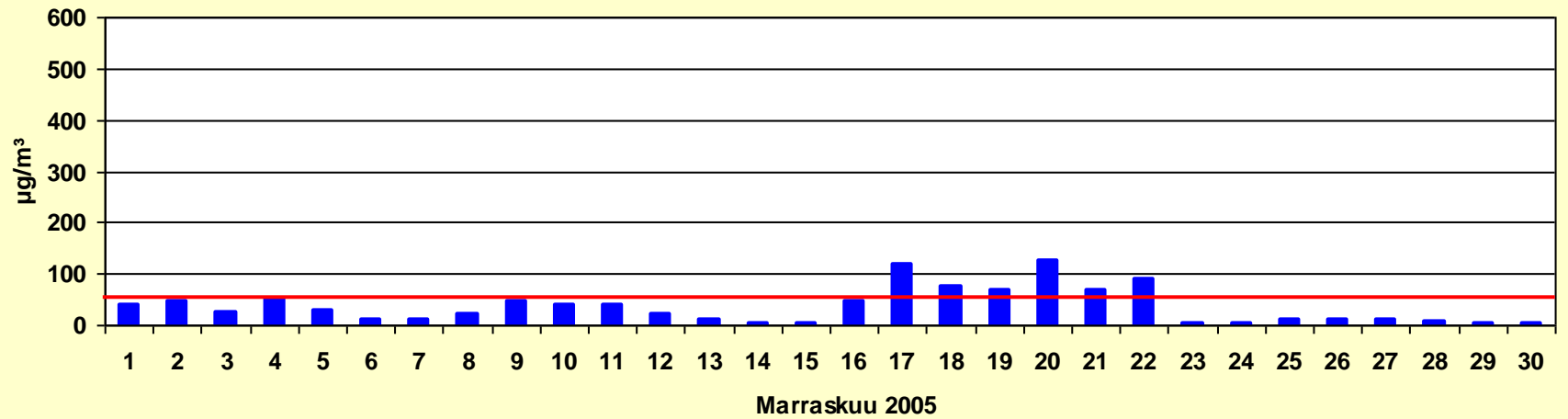


Liitekuva 8. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla lokakuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

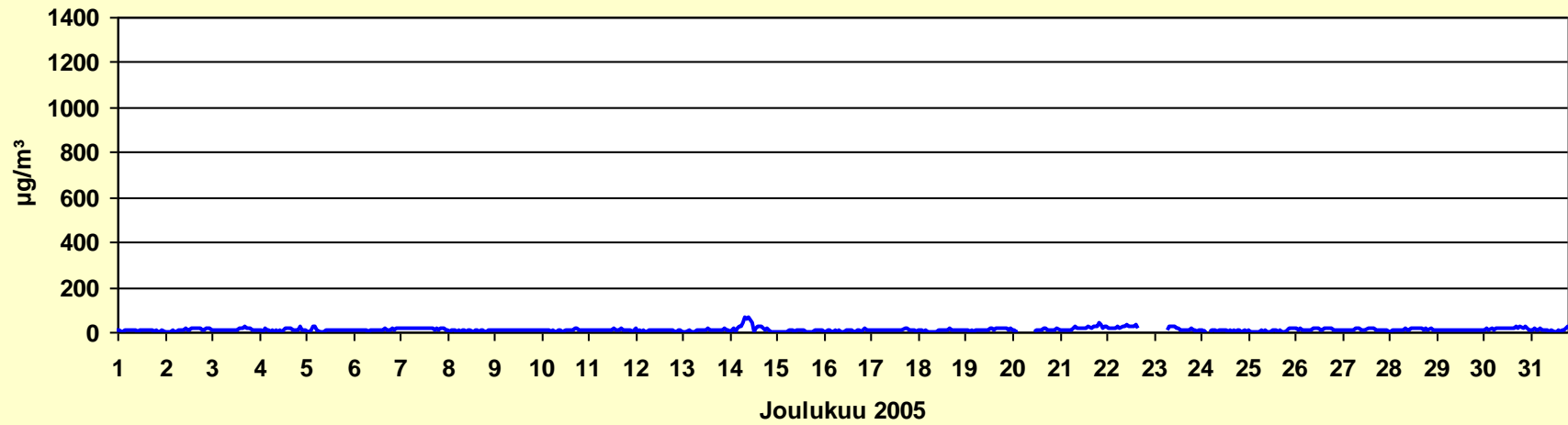


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

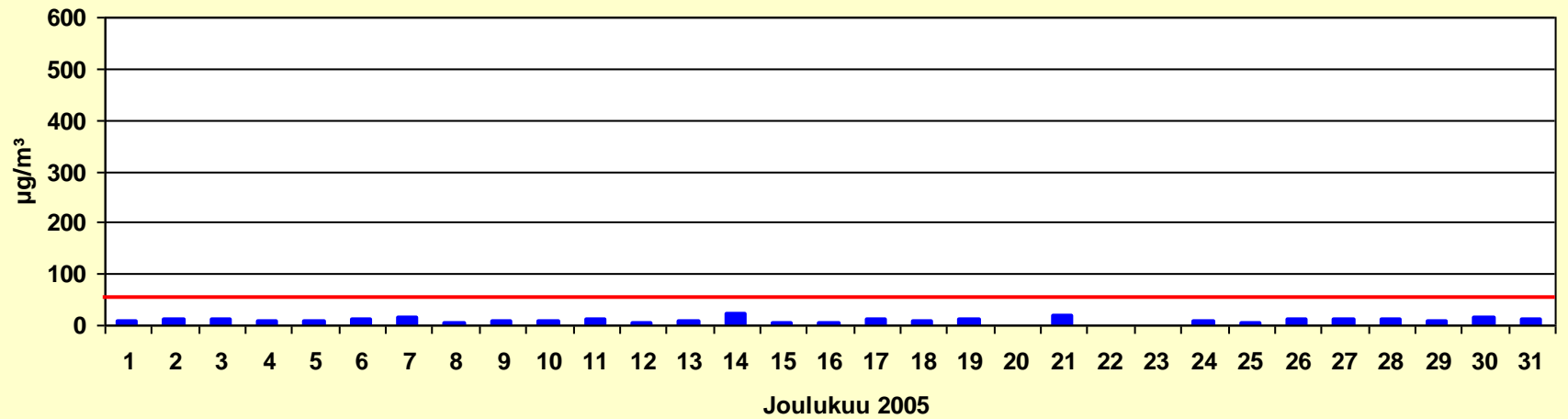


Liitekuva 9. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla marraskuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

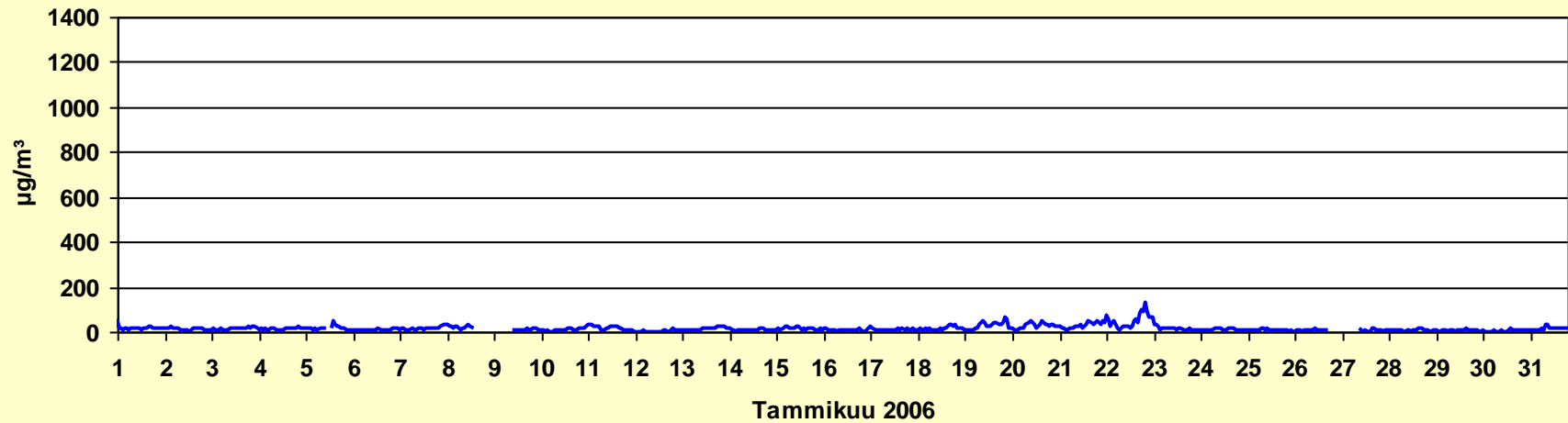


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

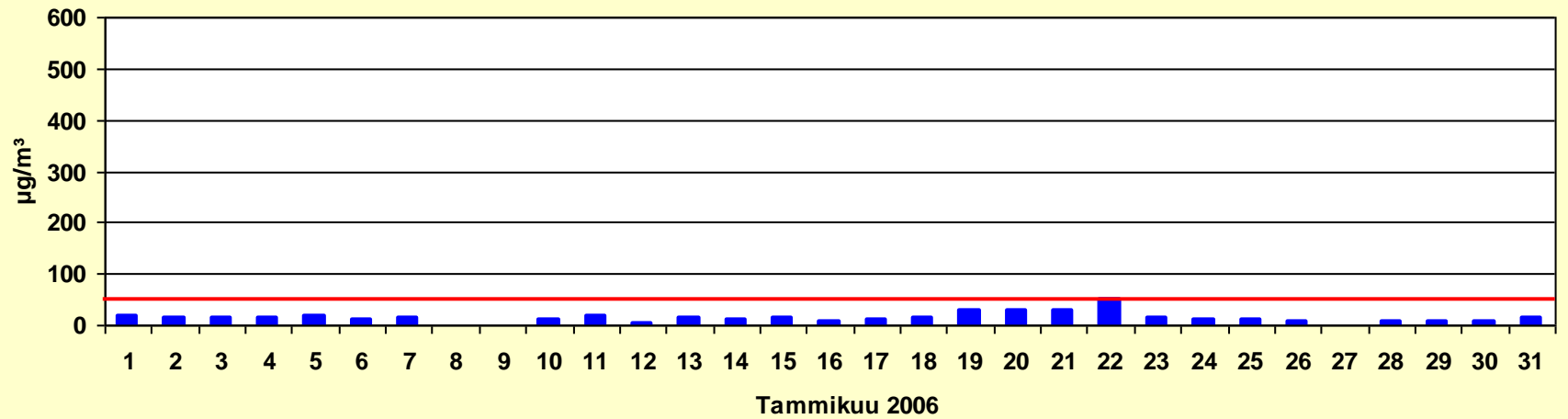


Liitekuva 10. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla joulukuussa 2005.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet

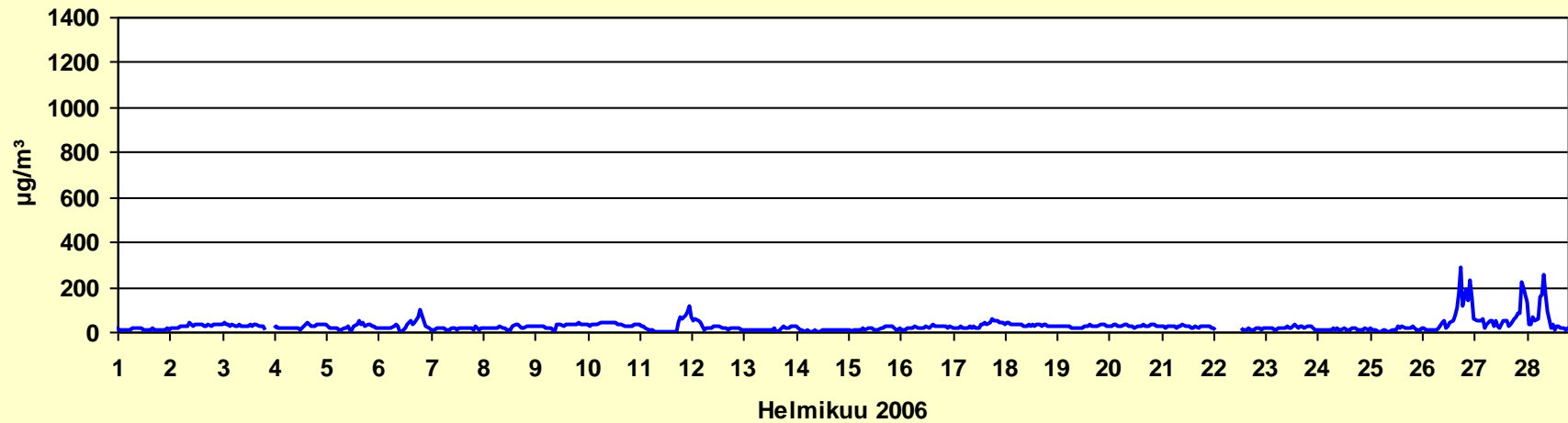


Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet

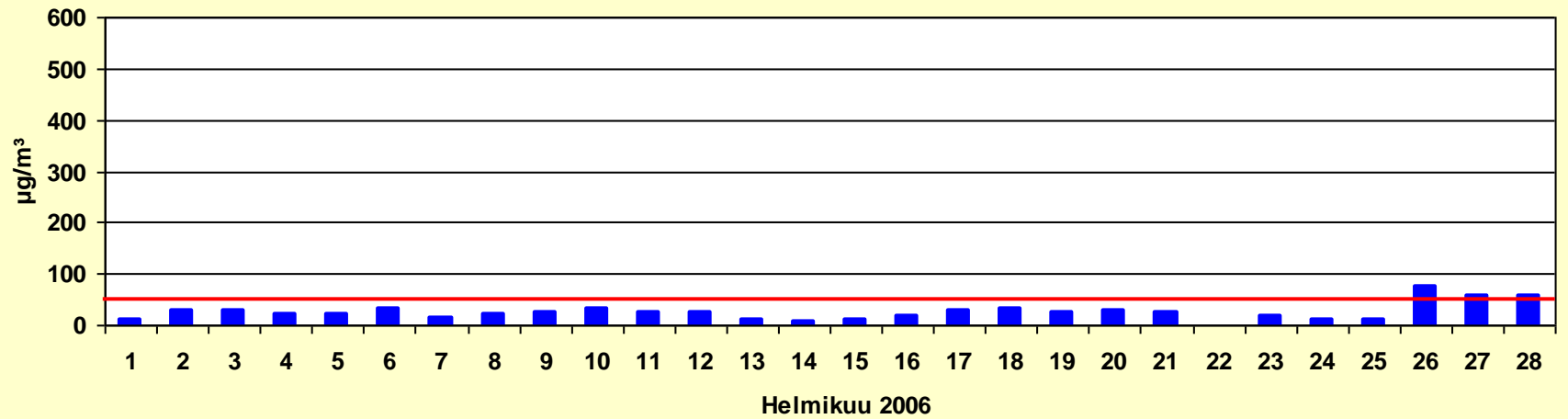


Liitekuva 11. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla tammikuussa 2006.

Riihimäki, PM₁₀ -tuntipitoisuudet



Riihimäki, PM₁₀ -vuorokausipitoisuudet



Liitekuva 12. Hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet Riihimäen Hämeenkadulla helmikuussa 2006.