

# ILMANLAATUMITTAUKSET RIIHIMÄELLÄ

**Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet  
jaksolla toukokuu–lokakuu 2016**



## **Riihimäen kaupunki**

Tekniikan ja ympäristön toimiala

Ympäristönsuojeluyksikkö

Eteläinen Asemakatu 4

11130 Riihimäki

Päivitys 11/2016



## ILMANLAATUMITTAUKSET RIIHIMÄELLÄ

### HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN PITOISUUDET JAKSOLLA TOUKOKUU-LOKAKUU 2016





**ILMANLAATUMITTAUKSET RIIHIMÄELLÄ**

**HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN PITOISUUDET  
JAKSOLLA TOUKOKUU–LOKAKUU 2016**

**JATTA SALMI  
HELENA SAARI**

**ILMATIETEEN LAITOS – ASiantuntijapalvelut  
ILMANLAATU JA ENERGIA  
HELSINKI 25.11.2016**





## SISÄLLYSLUETTELO

|     |                                                         |    |
|-----|---------------------------------------------------------|----|
| 1   | JOHDANTO .....                                          | 3  |
| 2   | TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA .....                | 4  |
| 2.1 | Hiukkaset .....                                         | 4  |
| 2.2 | Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot .....                   | 6  |
| 3   | TUTKIMUKSEN SUORITUS .....                              | 7  |
| 3.1 | Mittauspaikka ja mittausjakso .....                     | 7  |
| 3.2 | Mitatut ilman epäpuhtaudet ja mittausmenetelmät .....   | 9  |
| 4   | MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI .....               | 10 |
| 4.1 | Mitatut pitoisuudet .....                               | 10 |
| 4.2 | Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu .....                  | 12 |
| 4.3 | Ilmanlaatuindeksi .....                                 | 13 |
| 4.4 | Ohje- ja raja-arvoihin verrattavat pitoisuudet .....    | 14 |
| 4.5 | Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttaneita tekijöitä ..... | 16 |
| 4.6 | Pitoisuuksien vertailua .....                           | 19 |
| 5   | ILMANLAADUN SEURANTA RIIHIMÄELLÄ .....                  | 22 |
| 6   | YHTEENVETO .....                                        | 24 |
|     | VIITELUETTELO .....                                     | 26 |



## 1 JOHDANTO

Ilmatieteen laitos mittasi hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksia 1.5.–31.10.2016 välisenä aikana Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa. Mittausten tavoitteena oli hankkia tietoa kaupunkialueen hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos on mitannut hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia Riihimäen keskustassa aikaisemmin Hämeenkadun mittauspisteessä (Hämeenkatu 24–26) ajanjaksolla 1.3.2005–31.5.2006 (*Haaparanta, ym. 2006; Saari ja Pesonen, 2006*).

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisella analysaattorilla, jolla saadaan esiin myös pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut. Mittaustulosten tarkasteluja ja tulkintaa varten samassa paikassa mitattiin lisäksi tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja ilmanpainetta.

Tutkimuksen tilasi Riihimäen kaupunki. Tilaajan yhdyshenkilöinä tutkimuksessa toimi ympäristöjohtaja Elina Mäenpää. Mittausten kenttätöitä hoiti suunnittelija Kaj Lindgren ja tutkimuksen raportoinnista vastasivat tutkijat Jatta Salmi ja Helena Saari.

Selitteet raportissa käytetyille tärkeimmille yksiköille ja lyhenteille:

Yksiköt:

|             |                                                                         |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------|
| $\mu m$     | mikrometri = millimetrin tuhannesosa                                    |
| $\mu g/m^3$ | mikrogrammaa (= gramman miljoonasosaa) kuutiometrissä ilmaa (pitoisuus) |
| m/s         | metriä sekunnissa (tuulen nopeus)                                       |
| $^{\circ}C$ | Celsiusaste (lämpötila)                                                 |
| atm         | Atmosfääri, paineen yksikkö, 1 atm = normaali-ilmakehän paine           |
| K           | Kelvinaste (lämpötila), 293 K = 20 $^{\circ}C$                          |
| kPa         | kilopascal, paineen yksikkö, 101,3 kPa = 1 atm                          |

Lyhenteet:

|            |                                                                                                    |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|
| $PM_{10}$  | hengitettävät hiukkaset = halkaisijaltaan alle 10 $\mu m$ :n kokoiset hiukkaset                    |
| $PM_{2,5}$ | pienhiukkaset = halkaisijaltaan alle 2,5 $\mu m$ :n kokoiset hiukkaset                             |
| TSP        | <u>T</u> otal <u>S</u> uspended <u>P</u> articles = kokonaisleijumaan kuuluvat hiukkaset           |
| N          | pohjoinen (tuulen suunta), kun tuulee pohjoisesta tuulen suunta on 0 $^{\circ}$ tai 360 $^{\circ}$ |
| E          | itä (tuulen suunta), kun tuulee idästä tuulen suunta on 90 $^{\circ}$                              |
| S          | etelä (tuulen suunta), kun tuulee etelästä tuulen suunta on 180 $^{\circ}$                         |
| W          | länsi (tuulen suunta), kun tuulee lännestä tuulen suunta on 270 $^{\circ}$                         |

## 2 TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA

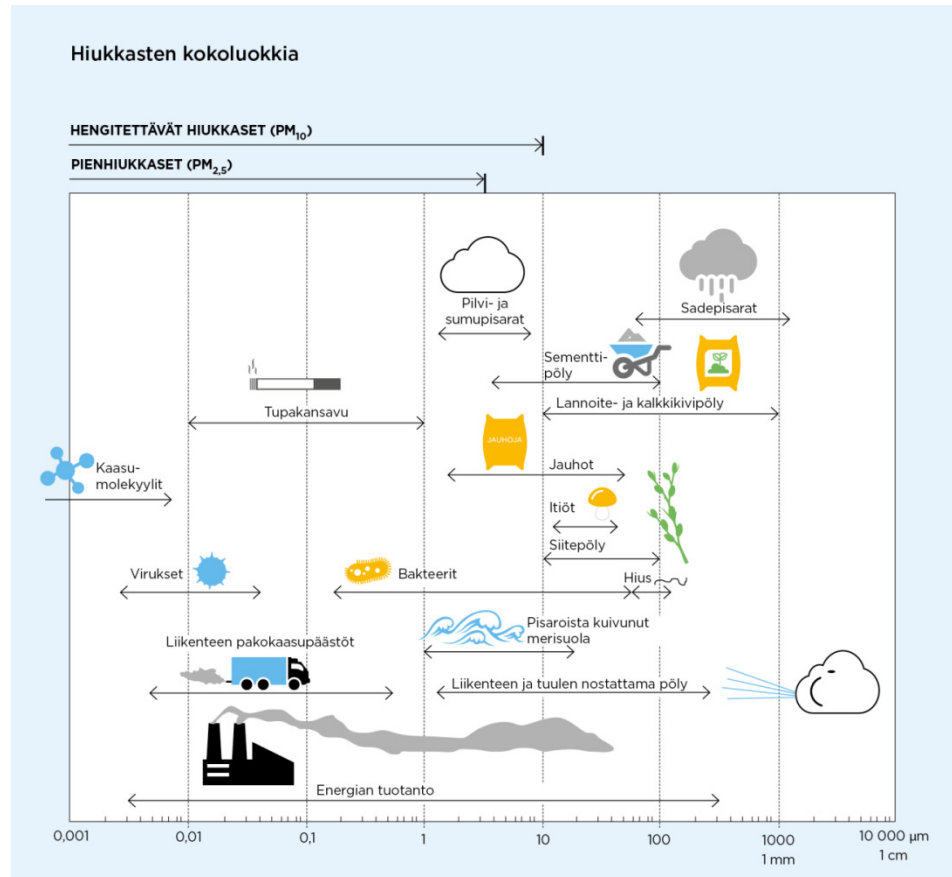
### 2.1 Hiukkaset

Hiukkaset ovat nykyisin typen oksidien ja selluntuotantopaikkakuntien haisevien rikkiyhdisteiden ohella merkittävin ilmanlaatuun vaikuttava tekijä maassamme. Hiukkaset ovat taajamissa peräisin suurelta osin liikenteen nostattamasta katupölystä eli epäsuorista päästöistä (ns. resuspensio). Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös suorat päästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden prosesseista sekä autojen pakokaasuista. Suorat hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia, joiden massa on varsin pieni ja lukumäärä suuri. Myös kaasumaisista yhdisteistä muodostuu ilmakehässä hiukkasia. Hiukkasiin on sitoutunut erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja metalleja. Liikenteen pakokaasuhiukkaset ovat suurelta osin peräisin dieselajoneuvoista. Näiden hiukkasten haitallisuutta kuvaa se, että niiden on arvioitu sekä ulko- että kotimaisissa terveysvaikutustutkimuksissa lisäävän syöpäriskiä ihmisissä.

Ulkoilman hiukkasten koko on eri tavoin yhteydessä niiden terveysvaikutuksiin. Kokonaisleijumalla tarkoitetaan pölyä, johon saattaa sisältyä kooltaan varsin suuriakin, halkaisijaltaan jopa kymmenien mikrometrien hiukkasia. Tällaisten hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista varsinkin keväisin, kun hiekoitushiekasta peräisin oleva katupöly nousee ilmaan. Suurin osa kokonaisleijuman hiukkasista on niin isoja, että ne jäävät ihmisten ylähengitysteihin ja poistuvat terveillä henkilöillä melko tehokkaasti elimistöstä. Kokonaisleijumasta käytetään lyhennettä TSP, joka tulee sanoista Total Suspended Particles.

Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syvälle ihmisten hengitysteihin: hengitettävät hiukkaset alempiin hengitysteihin eli henkitorveen ja keuhkoputkiin asti ja pienhiukkaset aina keuhkorakkuloihin saakka. Hengitettäville hiukkasille, joiden aerodynaaminen halkaisija on alle 10 mikrometriä, on annettu kotimaiset ohje- ja raja-arvot ja pienhiukkasille vuosikeskiarvoa koskeva raja-arvo. Hengitettävistä hiukkasista ja pienhiukkasista käytetään lyhenteitä PM<sub>10</sub> ja PM<sub>2,5</sub> (PM = Particulate Matter).

Taajama-alueilla alle 0,1 mikrometrin kokoiset hiukkaset ovat pääosin mittauspaikan lähistöllä tapahtuvista polttoprosesseista peräisin olevaa materiaalia, esimerkiksi liikenteestä ja energiantuotannosta tulleita hiiliyhdisteitä. Kokoluokassa 0,1–1 mikrometriä hiukkaset ovat pääasiassa kaukokulkeutunutta ainesta. Nämä hiukkaset edustavat suoria hiukkaspäästöjä tai ovat syntyneet kaasuhiukkasmuuntuman seurauksena. Halkaisijaltaan yli 1 mikrometrin kokoiset hiukkaset ovat yleensä mekaanisesti syntyneitä. Ne ovat esimerkiksi nousseet maasta ilmaan tuulen tai liikenteen nostattamana. Nämä hiukkaset koostuvat lähinnä maa-aineksesta, meriaerosoleista ja orgaanisesta materiaalista, kuten kasvien osista ja siitepölyistä sekä niiden pinnalle kiinnittyneistä hiukkasista. Isoiksi hiukkasiksi luokitellaan halkaisijaltaan yli 2,5 mikrometrin kokoiset hiukkaset. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 1.



Kuva 1. Hiukkasten kokoluokkia. Hiukkasten koko ilmaistaan halkaisijana mikrometreissä (µm). Mikro (µ) etuliite tarkoittaa miljoonasosaa. 1 µm on siten metrin miljoonasosa eli millimetrin tuhannesosa.

Hiukkasista aiheutuvat merkittävimmät terveyshaitat lapsille, vanhuksille sekä astmaa, pitkäaikaista keuhkoputkentulehdusta ja sydäntauteja sairastaville. Hiukkaspitoisuuden kohoaminen lisää astma-kohtauksia ja hengitystietulehduksia sekä heikentää keuhkojen toimintakykyä. Ulko- ja kotimaisissa terveysvaikutustutkimuksissa on lisäksi todettu, että hiukkaspitoisuuden kohotessa myös kuolleisuus ja sairaalahoitotarpeen määrä saattavat lisääntyä. Pitkäaikaisella liiallisella keuhkojen hiukkaskuormituksella voi olla yhteys keuhkosyövän syntyyn. Tähän voivat olla syynä itse hiukkasaltistuksen lisäksi useat hiukkasten sisältämät haitalliset aineet.

Suomen taajamien hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuusta huhtikuusta tuulen ja liikenteen nostaman katupölyn vaikutuksesta maanpinnan kuivumista, mutta pitoisuuksien kohoamista esiintyy taajamissa usein myös syys-marraskuusta talvirengaskauden alettua. Pienten hiukkasten pitoisuuksien kohoamiseen vaikuttaa ajoittain merkittävästi myös ulkomailta peräisin oleva kaukokulkeuma. Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Maamme suurimpien kaupunkien keskusta-alueilla on mitattu useina vuosina yli 25 µg/m<sup>3</sup>:n hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) pitoisuuden vuosikeskiarvoja. Pienempienkin kaupunkien keskusta-alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot voivat ylittää 20 µg/m<sup>3</sup> (Koppula ym., 2014).

Korkeimmat mitatut hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet ovat olleet useiden maamme kaupunkien keskustojen liikenneympäristöissä yli  $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja esikaupunkialueilla yli  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettua raja-arvoa ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sallittu 35 ylitystä/vuosi) ei kuitenkaan ole tähän mennessä mittaustulosten mukaan ylitetty Suomessa kuin Helsingin Runeberginkadulla vuonna 2003, Helsingin Mannerheimintien ja Hämeentien mittausasemilla ja Riihimäen keskustassa Hämeenkadulla vuonna 2005 sekä Helsingin Mannerheimintiellä ja Töölöntullissa vuonna 2006. Sen sijaan vuorokausipitoisuuden raja-arvon numeroarvo eli raja-arvoa vastaava pitoisuustaso,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ylittyy vuosittain yleisesti maamme kaupungeissa lähinnä keväisin. Suomen kuntien ilmanlaadun mittausverkkojen tulosten mukaan raja-arvotason ylityksiä esiintyi vuonna 2015 yhteensä yli 400 (*Ilmanlaatuportaali, 2016*).

Ilmatieteen laitos on seurannut viime vuosina hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia puhtailla tausta-alueilla Virolahdella, Raja-Joosepissa ja Pallaksen alueella. Viime vuosina vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Virolahdella noin  $9\text{--}12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Raja-Joosepissa noin  $4\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Pallaksella noin  $3\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Pienhiukkasten pitoisuuksia on seurattu Virolahdella, Utössä ja Pallaksen alueella. Pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Virolahdella noin  $5\text{--}9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , Utössä noin  $3\text{--}6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja Pallaksen alueella noin  $2\text{--}4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

## 2.2 Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot

*Ohjearvot* ovat ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden alittaminen on tavoitteena. Ohjearvoilla esitetään riittävän hyvän ilmanlaadun tavoitteet. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta niitä sovelletaan maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään ennakolta ja pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Ilmanlaadun ohjearvot on määriteltä valtionneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (*Vnp 480/1996*). Hengitettävien hiukkasten pitoisuutta koskeva ohjearvo tilastollisine määrittelyineen on esitetty taulukossa 1.

*Raja-arvot* ovat ilman epäpuhtauden pitoisuuksia, jotka on alitettava määräajassa. Kun raja-arvo on alitettu, sitä ei enää saa ylittää. Raja-arvot ovat sitovia. Raja-arvon ylittyessä on kunnan ryhdyttävä ympäristönsuojelulain mukaisiin toimiin ja laadittava ilmansuojelusuunnitelma ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Ilmanlaadun raja-arvot on määriteltä valtionneuvoston antamassa ilmanlaatuasetuksessa (*Vna 38/2011*). Ilmanlaatuasetuksen mukaiset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat raja-arvot on esitetty taulukossa 2.

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla, sillä työpaikka-alueilla sovelletaan omia työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä. Raja-arvojen noudattamista ei myöskään arvioida liikenneväylillä eikä alueilla, jonne yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta.

Taulukko 1 Ulkoilman hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia koskevat ilmanlaadun ohje-  
arvot (Vnp 480/1996).

| Ilman epäpuhtaus                             | Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>(20 °C, 1 atm) | Tilastollinen määrittely                      |
|----------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | 70                                                  | Kuukauden toiseksi suurin vuorokau-<br>siarvo |
|                                              |                                                     |                                               |

Taulukko 2. Terveystahitojen ehkäisemiseksi annetut ulkoilman hengitettävien hiukkasten  
pitoisuuksia koskevat raja-arvot (Vna 38/2011).

| Ilman epäpuhtaus                             | Keskiarvon<br>laskenta-aika | Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$<br>(293 K, 101,3 kPa) | Sallittujen ylitysten<br>määrä kalenteri-<br>vuodessa |
|----------------------------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) | 24 tuntia                   | 50 <sup>2)</sup>                                         | 35                                                    |
|                                              | kalenterivuosi              | 40 <sup>2)</sup>                                         | –                                                     |
|                                              |                             |                                                          |                                                       |

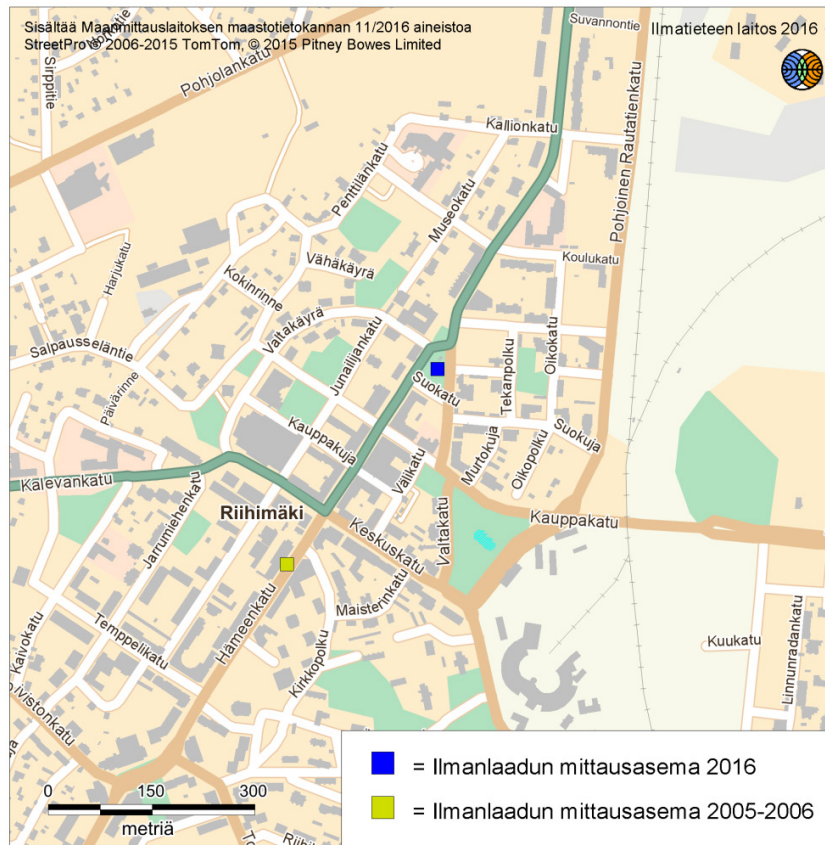
<sup>1)</sup> Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

### 3 TUTKIMUKSEN SUORITUS

#### 3.1 Mittauspaikka ja mittausjakso

Ilmatieteen laitos mittasi 1.5.–31.10.2016 välisenä aikana Riihimäen keskustassa jatkuvatoimisesti aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin suuruisten ns. hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuksia. Ilmanlaadun mittausasema sijaitsi Kolmiopuistossa eli Hämeenkadun, Valtakadun ja Suokadun rajoittamalla pienellä puistoalueella. Mittauspisteen sijaintikoordinaatit olivat: N 60° 44' 25,8", E 24° 46' 33,5". Ilmanlaadun mittausasemalla seurattiin hiukkasmittausten tulosten tulkintaa varten lisäksi tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja ilmanpainetta. Mittausaseman hengitettävien hiukkasten näytteenotto-sondi ja säämittausanturi sijaitsivat mittausyksikön katolla noin 4 metrin korkeudella maanpinnasta. Ilmanlaadun mittausaseman sijaintia on havainnollistettu kuvissa 2 ja 3. Kuvassa 2 on esitetty myös aikaisemman hiukkasmittausaseman sijainti Hämeenkadun varrella ajanjakosolla 1.3.2005–31.5.2006.





Kuva 2. Ilmanlaadun mittausaseman sijainti Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa (vuonna 2016) ja aiemman (vuosina 2005–2006) mittausaseman sijainti osoitteessa Hämeenkatu 24–26.



Kuva 3. Hiukkasmittausyksikkö Riihimäen Kolmiopuistossa. Ulkoilma imetään mittauslaitteeseen mittausyksikön katolla sijaitsevan näytteenottosondin kautta. Kuva: Helena Saari.

### 3.2 Mitatut ilman epäpuhtaudet ja mittausmenetelmät

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin Riihimäellä jatkuvatoimisella automaattisella analysaattorilla (taulukko 3). Mittauksia seurattiin kaukovalvontana Ilmatieteen laitokselta Helsingistä. Mittaustulokset kerättiin mittausasemalla minuuttiarvoina mittauksia ohjaavalle tietokoneelle, jolta ne siirrettiin edelleen minuuttiarvoina langattomasti modeemiyhteyden kautta Ilmatieteen laitoksen palvelimelle raakadatatiekantaan ja siitä edelleen muihin tietokantoihin. Raakadatatiekannassa mittaustulokset pysyvät aina muuttumattomina, jolloin alkuperäiset arvot ovat myöhemminkin tarvittaessa saatavilla. Minuuttiarvoista määritettiin edelleen tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot ja muut pidemmän jakson keskiarvot. Mittaustulokset validoitiin ja laitteiden toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin.

Mittaukset toimivat muuten hyvin, mutta mittausjakson alussa oli ongelmia mittauksia ohjaavan tietokoneen kanssa, joka sammui itsestään, ja vaihdettiin toiseen 24.5.2016. Elokuussa mittauksiin tuli katkos, kun mittauksen sähkönsaati katkesi ilkvallan takia. Sähkötolpan kansi oli murrettu auki ja sähköpistoke irroitettu tolpast.

Taulukko 3. Riihimäen Kolmiopuiston ilmanlaatumittausten keräys- ja analyysimenetelmät.

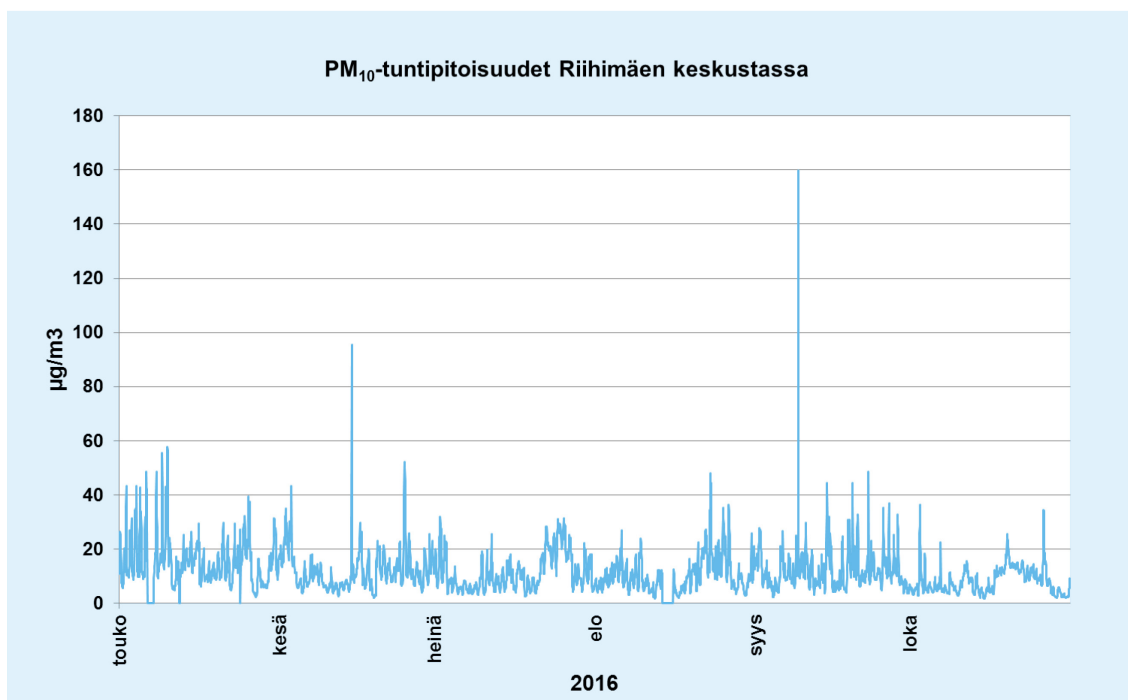
| Mitattava komponentti   | Mittausmenetelmä                        | Mittalaite              |
|-------------------------|-----------------------------------------|-------------------------|
| Hengitettävät hiukkaset | beetasäteilyn absorptio + valon sironta | Thermo Model 5030 SHARP |
| Meteorologiset tiedot   |                                         | Vaisala WXT520          |
|                         |                                         |                         |

Hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) mittaukset perustuvat CENin teknisen komitean CEN/TC 264 valmistelevaan tekniseen ohjeeseen FprCEN/TS 16450:2012 Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>). PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>-hiukkasten gravimetrinen referenssimenetelmä on kuvattu standardissa EN 12341:2014. Ilmatieteen laitoksen käyttämien automaattisten hiukkasanalysointilaitteiden antamien tulosten vastaavuus PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub> gravimetrisiin referenssimenetelmiin on osoitettu tutkimuksessa *Walden ym., 2010*.

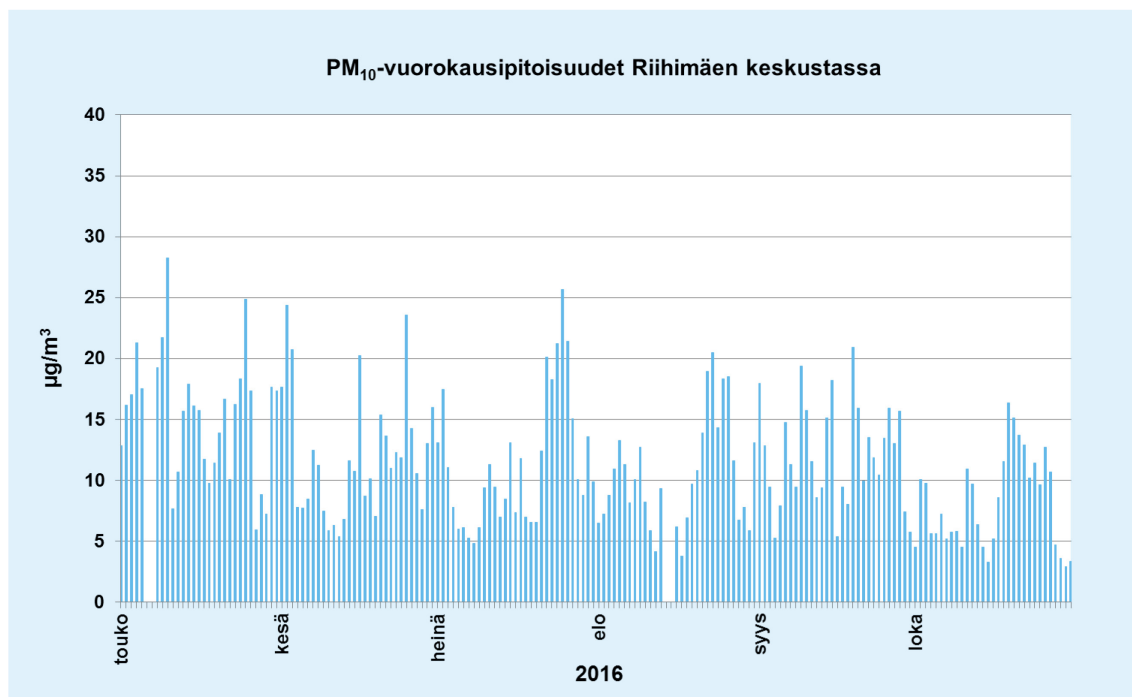
## 4 MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI

### 4.1 Mitatut pitoisuudet

Kuvissa 4 ja 5 on esitetty Riihimäen Kolmiopuistossa mitattujen hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksien tunti- ja vuorokausiarvojen aikasarjat mittausjaksolta 1.5.–31.10.2016. Taulukkoon 3 on puolestaan koottu kuukausittaisia tilastotietoja mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista tältä jaksolta. Hiukkasten pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa. Raportin lopussa liitekuvilla 1–5 on esitetty ulkoilman lämpötilan, suhteellisen kosteuden, tuulen nopeuden ja ilmanpaineen tuntikeskiarvot sekä sademäärän vuorokausiarvot mittausjakson ajalta.



Kuva 4. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.



Kuva 5. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudet Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.

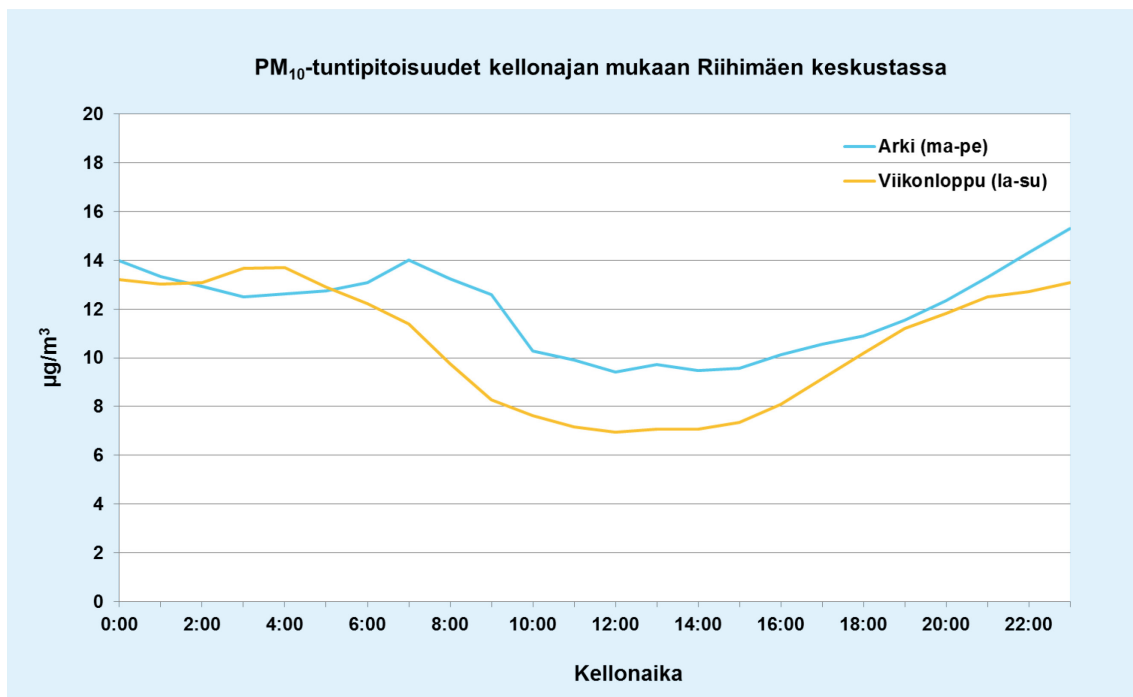
Taulukko 4. Riihimäen Kolmiopuistossa mitatut hengitettävien hiukkasten tunti- ja vuorokausipitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kuukausittain mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.

| PM <sub>10</sub>                             | 2016 |      |      |      |       |      |
|----------------------------------------------|------|------|------|------|-------|------|
|                                              | 5    | 6    | 7    | 8    | 9     | 10   |
| <b>TUNTIARVOJEN</b>                          |      |      |      |      |       |      |
| lukumäärä                                    | 710  | 720  | 744  | 693  | 720   | 744  |
| kattavuus (%)                                | 95.4 | 100  | 100  | 93.1 | 100   | 100  |
| keskiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )       | 15.6 | 12.0 | 11.4 | 10.5 | 12.1  | 8.1  |
| 99. %-piste ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )     | 43.2 | 40.7 | 29.2 | 31.6 | 35.4  | 25.0 |
| korkein arvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )    | 57.8 | 95.4 | 31.9 | 47.9 | 159.8 | 36.4 |
| <b>VRK-ARVOJEN</b>                           |      |      |      |      |       |      |
| lukumäärä                                    | 29   | 30   | 31   | 29   | 30    | 31   |
| 2. korkein arvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | 25   | 24   | 21   | 19   | 19    | 15   |
| korkein arvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )    | 28   | 24   | 26   | 20   | 21    | 16   |

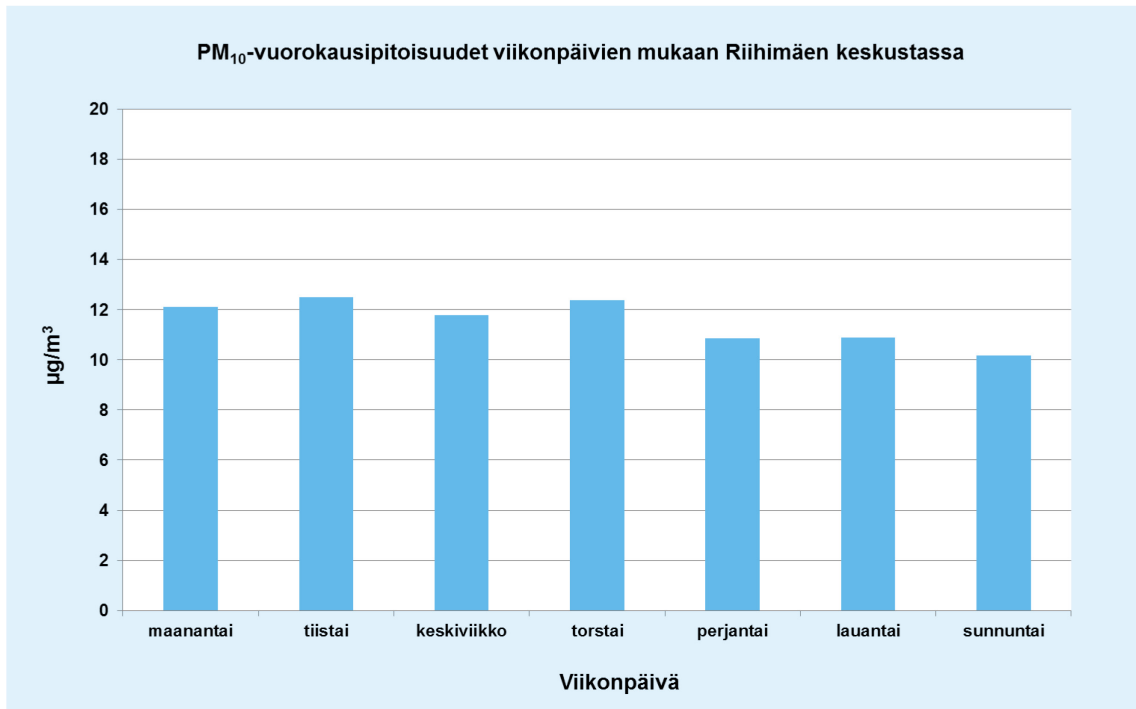
## 4.2 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Kuvassa 6 on tarkasteltu hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskimääräistä vaihtelua kellonajan mukaan Riihimäen Kolmiopuiston mittauspisteessä. Arkipäivinä korkeimmat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet esiintyvät aamuruuhkan aikaan. Viikonloppuisin korkeimmat pitoisuudet painottuvat aamuyön tunteihin.

Kuvassa 7 on tarkasteltu hengitettävien hiukkasten pitoisuuden keskimääräistä vaihtelua eri viikonpäivinä. Hiukkaspitoisuudet ovat korkeimmillaan arkisin maanantain ja torstain välisenä aikana ja pienimmillään sunnuntaisin. Erot eri viikonpäivinä havaituissa hiukkaspitoisuuksissa ovat kuitenkin pieniä.



Kuva 6. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kellonajan mukaan arkisin ja viikonloppuisin Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.



Kuva 7. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksien keskiarvo (µg/m³) viikonpäivän mukaan Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.

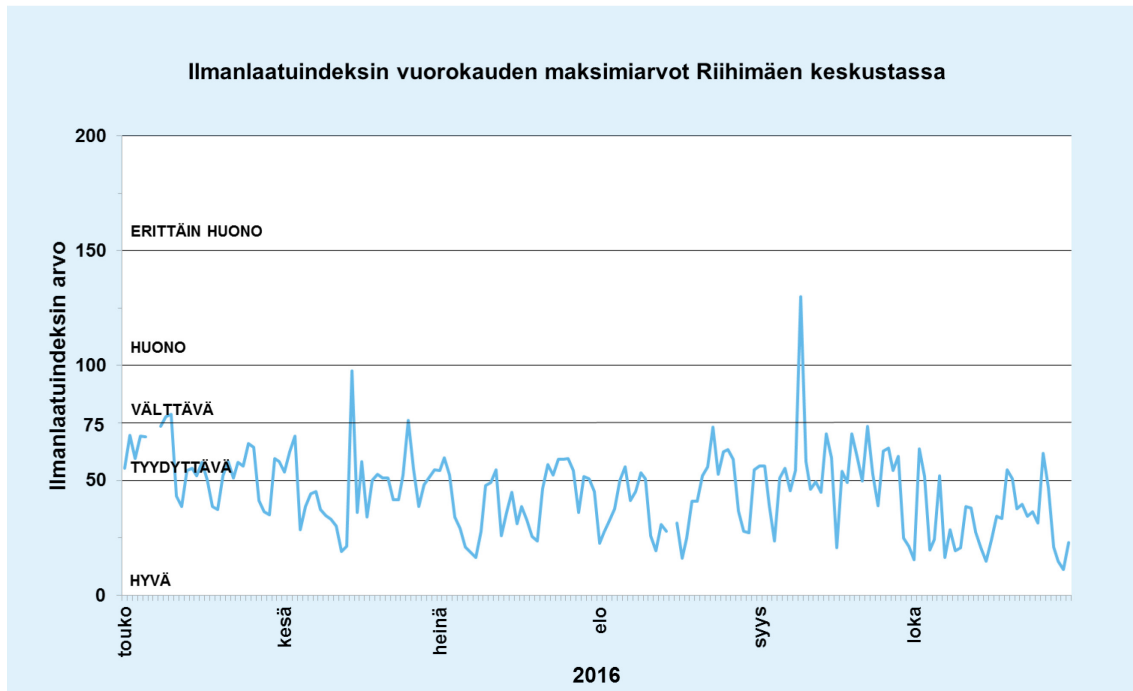
### 4.3 Ilmanlaatuindeksi

Riihimäen keskustassa mitattujen hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien perusteella on laskettu ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta sanallisella asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono. Indeksien laskennassa käytetään hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksia. Tarkastelussa mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Kuvassa 8 on esitetty yhteenveto jaksolle 1.5.–31.10.2016 lasketuista vuorokauden maksimi-indeksiarvoista.

Riihimäen keskustan ilmanlaatu oli ilmanlaatuindeksillä esitettynä hyvää 98 mittauspäivänä (53 % päivistä) ja tyydyttävää 78 mittauspäivänä (42 % päivistä). Ilmanlaatu oli huonoa yhtenä päivänä (1 % päivistä) ja välttävää 4 päivänä (2 % päivistä) mittausjakson aikana. Kolmelta päivältä indeksin arvot puuttuvat, koska mittausavoja ei ollut riittävästi pitoisuuksien vuorokausikeskiarvon laskemiseen.

Huonon ilmanlaadun päivä oli perjantai 9.9.2016. Tuona päivänä hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuus nousi aamulla hetkellisesti jopa pitoisuuteen 160 µg/m³ tasoittuen kuitenkin nopeasti normaalille tasolle. Todennäköinen syy tähän korkeaan pitoisuuteen oli viereisessä korttelissa, osoitteessa Hämeenkatu 40–42, sijainneen rakennuksen (ns. vanha Sokos) purkutyömaan pölyäminen. Rakennus purettiin paikalta 28.6.–18.10.2016 välisenä aikana, purkutöiden keskittyessä etenkin elo- ja syyskuulle. Välttävän ilmanlaadun tilanteet ajoittuivat touko- ja kesäkuulle (9.–10.5., 14.6. ja 25.6.). Näinä päivinä ei ollut tiedossa mitään erityistä syytä, jonka olisi tiedetty huonontavan ilmanlaatua.





Kuva 8. Vuorokauden suurimmat ilmanlaatuindeksin arvot Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.

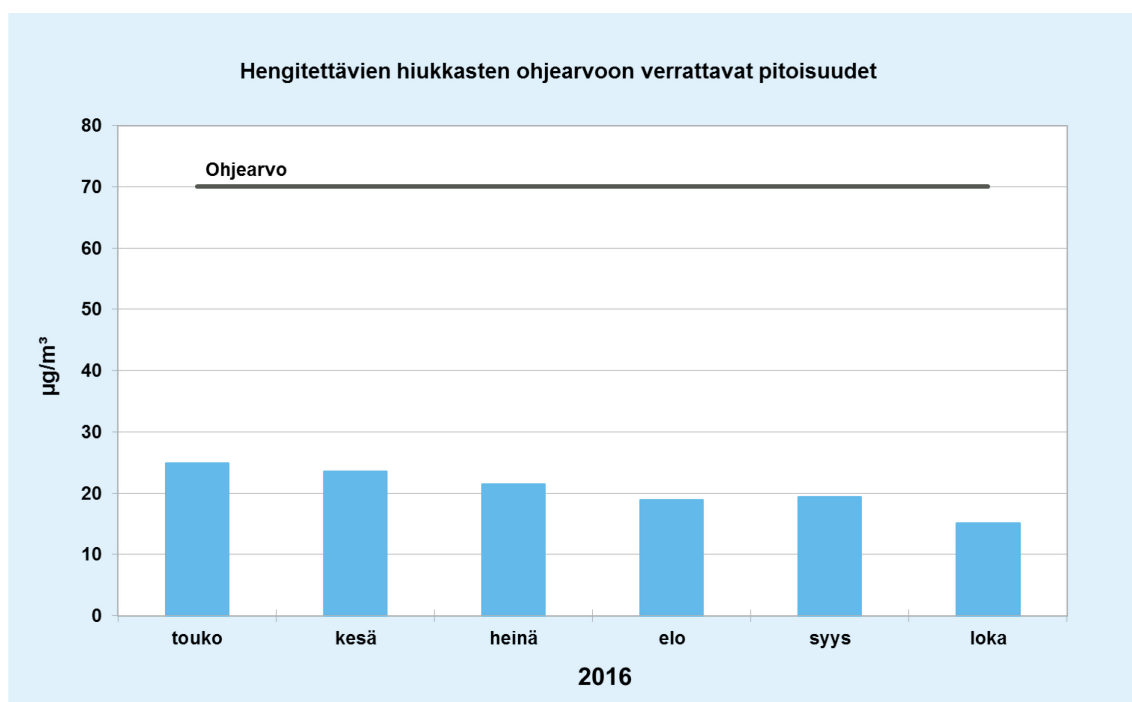
#### 4.4 Ohje- ja raja-arvoihin verrattavat pitoisuudet

Taulukossa 5 ja kuvassa 9 on esitetty Riihimäen Kolmiopuiston mittauspisteessä mitatut hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain sekä pitoisuuksien suhde ohjearvoon. Ohjearvoon vertaaminen edellyttää, että vuorokausipitoisuuksia on mitattu vähintään 75 % kuukauden vuorokausien lukumäärästä. Tämä vaatimus täyttyi kaikkien kuukausien osalta.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiohjearvo,  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , alittui selvästi Riihimäen keskustassa mittausjaksolla, toukokuun ja lokakuun välisenä aikana. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattava pitoisuus oli suurimmillaan 35 % ohjearvosta toukokuussa 2016.

Taulukko 5. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kuukausittain ja pitoisuuksien suhde vastaavaan ohjearvoon Riihimäen Kolmiopuistossa ajalla 1.5.–31.10.2016. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.

| Mittausajanjakso | Hengitettävien hiukkasten 2. suurin vrk-arvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) | % ohjearvosta ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) |
|------------------|---------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| Toukokuu         | 25                                                                        | 35 %                                          |
| Kesäkuu          | 24                                                                        | 34 %                                          |
| Heinäkuu         | 21                                                                        | 31 %                                          |
| Elokuu           | 19                                                                        | 27 %                                          |
| Syyskuu          | 19                                                                        | 28 %                                          |
| Lokakuu          | 15                                                                        | 22 %                                          |
|                  |                                                                           |                                               |



Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa ohjearvoon Riihimäen Kolmiopuistossa ajalla 1.5.–31.10.2016. Ohjearvotaso  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  on merkitty kuvaan tummalla vaakaviivalla.

Koska raja-arvotarkasteluissa vertailujakso on yksi kalenterivuosi, voidaan Riihimäellä mitatun 6 kuukauden mittausjakson pitoisuuksia tarkastella vain suuntaa-antavasti suhteessa raja-arvoihin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotasolle,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sallitaan vuoden jaksolla ylityksiä 35 kappaletta ennen kuin varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen katsotaan tapahtuneen. Riihimäen Kolmiopuistossa ei havaittu yhtään vuorokausikeskiarvopitoisuutta, joka olisi ylittänyt  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mittausjakson 36. suurin vuorokausi-



keskiarvo oli  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mittausjakson suurin vuorokausikeskiarvo oli toukokuussa havaittu  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mittausjaksolta 1.5.–31.10.2016 (6 kk) laskettu hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien keskiarvo Riihimäen Kolmiopuistossa oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa (12 kk) koskeva raja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

#### 4.5 Mitattuihin pitoisuuksiin vaikuttaneita tekijöitä

Kolmiopuiston mittauspiste sijaitsi Riihimäen keskustassa, Hämeenkadun, Valtakadun ja Suokadun rajoittamalla pienellä puistoalueella. Puistoa reunustavat suuret lehtipuut joka suunnasta (ks. kuva 10). Puiston pohjoispäädyssä on matala rakennus ja kesäkaudella Hämeenkadun varrella on siirrettävä jäätelökioski. Puiston keskellä on pyöreä hiekkapohjainen alue, jonka keskellä on kesäkaudella toiminnassa suihkulähde. Mittauspiste sijaitsi heti tämän pyöreän hietikkoalueen vieressä, sen pohjoispuolella.

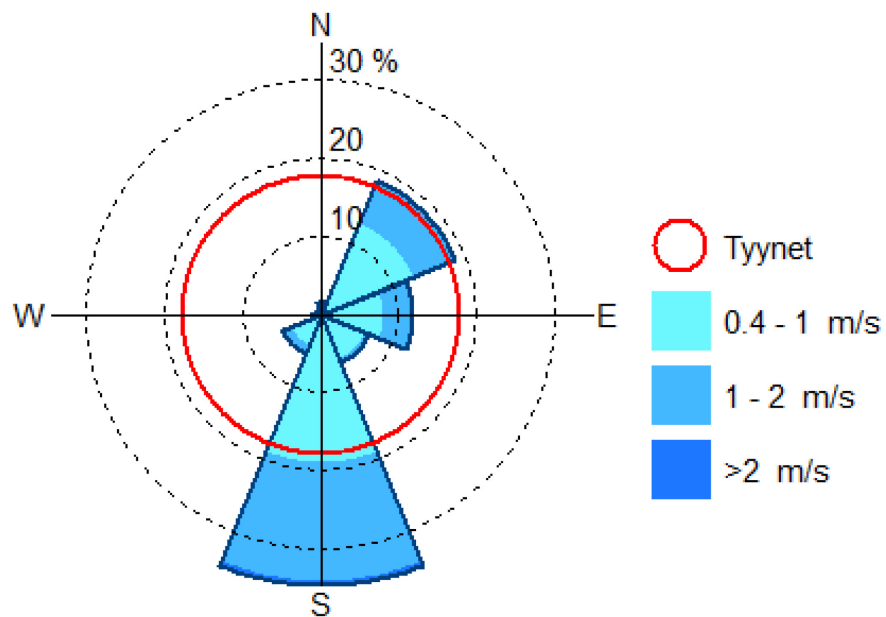


Kuva 10. Ilmakuva Kolmiopuiston mittauspisteen ympäristöstä. Mittauspiste on merkitty kartan keskelle sinisellä neliöllä. © Bing 2016 Microsoft Corporation.

Riihimäen Kolmiopuiston mittauspistettä ympäröivät kadut joka suunnasta. Hämeenkadun keskimääräinen vuorokausiliikennemäärä (KVL) on noin 1 500 ajoneuvoa vuorokaudessa ja Valtakadun KVL noin 6 600 ajoneuvoa

vuorokaudessa (*Riihimäen kaupunki, 2013*). Suokadulla Kolmiopuiston eteläpuolella on taksiasema sekä pysäköintialue (Suokadun ja Valtakadun risteyksessä). Myös Kolmiopuiston itäpuolella on parkkialue (Valtakadun ja Heikkilänkadun risteyksessä). Näin ollen mittausasema sijaitsee liikenneympäristössä, jossa mitattuihin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat voimakkaimmin autoliikenteen päästöt ja katupöly.

Tuulen suunnalla tarkoitetaan meteorologiassa suuntaa, josta tuuli puhaltaa. Niinpä etelätuuli puhaltaa havaittajaa tai mittalaitetta kohti etelästä ja länsituuli lännestä, jne. Tuulen suunnat ilmaistaan ns. kompassisuuntina. Tämä tarkoittaa, että kun tuulee idästä, tuulen suunta on  $90^\circ$ , kun tuulee etelästä, tuulen suunta on  $180^\circ$ , jne. Vallitsevat tuulensuunnat olivat hengitettävien hiukkasten mittausjaksolla etelästä ( $180^\circ$ ) ja koillisesta ( $45^\circ$ , kuva 11). Tyynien tilanteiden osuus oli kuitenkin tavanomaista suurempi, jopa 18 % kaikista tilanteista, koska mittauspiste sijaitsi puiston keskellä suurten lehtipuiden suojassa. Tyyniksi on luokiteltu kaikki sellaiset tilanteet, joissa tuulen nopeus on alle  $0,4 \text{ m/s}$ . Korkein mittauspisteessä ajanjaksolla 1.5.–31.10.2016 mitattu tuulennopeus oli  $3 \text{ m/s}$ .

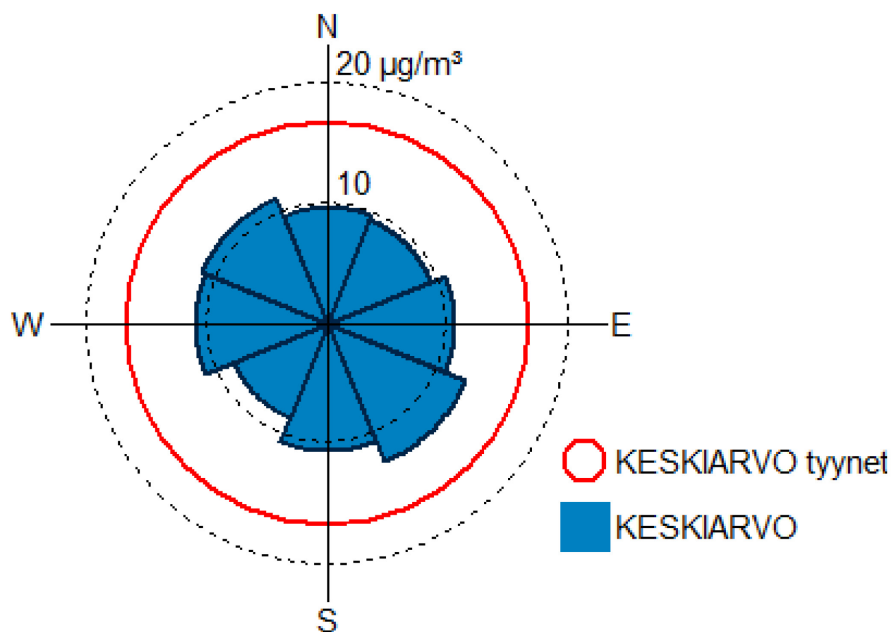


Kuva 11. Riihimäen Kolmiopuiston tuuliolosuhteet mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016.

Kuvassa 12 on havainnollistettu tuulen suunnan ja nopeuden vaikutusta Kolmiopuistossa mitattuihin hiukkaspitoisuuksiin ns. pitoisuusruusun avulla. Pitoisuusruusu kuvaa hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvoa eri tuulensuunnilla. Ruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvoa ko. tuulisektorissa. Tyynellä säällä (tuulen nopeus alle  $0,4 \text{ m/s}$ ) havaittujen tuntipitoisuuksien keskiarvo on esitetty ympyrällä, jonka säteen pituus kuvaa keskipitoisuuden ( $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) arvoa.

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet olivat Riihimäen Kolmiopuistossa keskimäärin suurimmillaan tyynellä säällä, jolloin pakokaasupäästöjen ja pölyämisestä aiheutuvien hiukkaspäästöjen laimeneminen on lähellä maanpintaa heikkoa. Eniten pölyä nousee katujen pinnoilta niiden ollessa kuivia. Mittausjakson kaikkein suurin hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuus  $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$  havaittiin tyynessä tilanteessa. Myös muut suurimmat tuntipitoisuudet havaittiin pääsääntöisesti tyynissä tilanteissa.

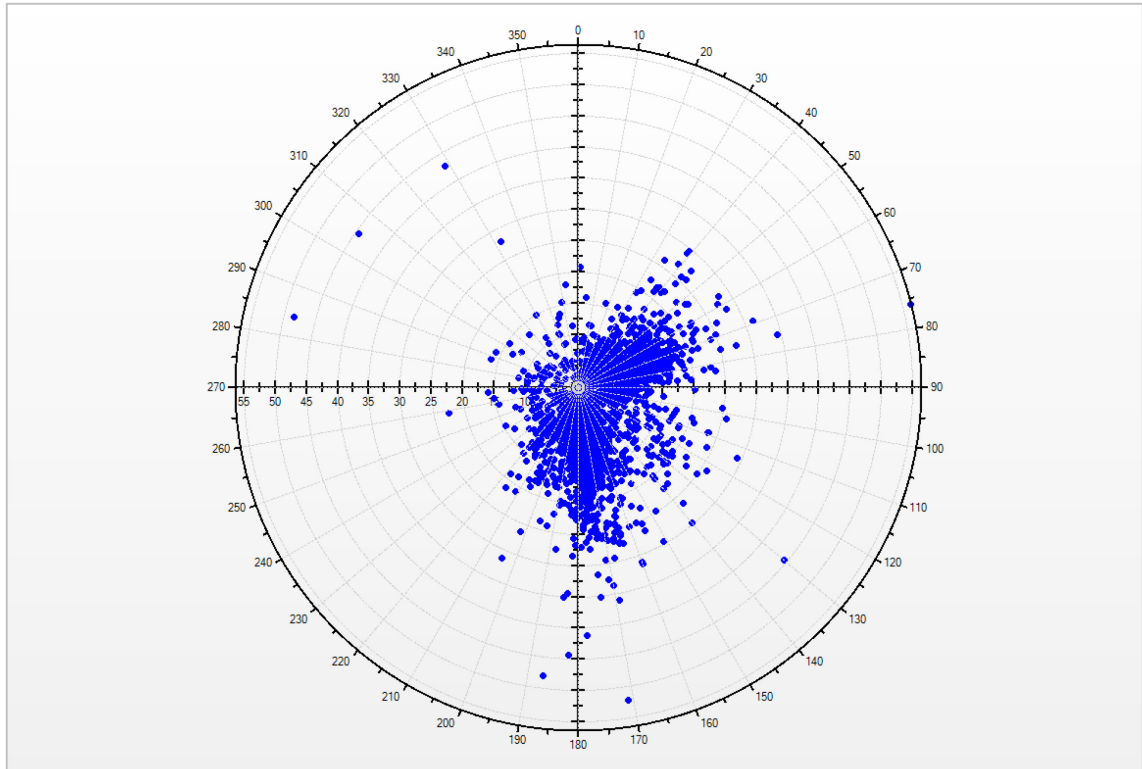
Mittausaineistosta ei voitu havaita mitään tiettyä tuulensuuntaa, jolla hiukkaspitoisuudet olisivat keskimäärin olleet suurempia kuin muilla tuulensuunnilla (kuva 12). Tämä johtuu siitä, että autoliikenteen päästöjä vapautuu mittausasemaa ympäröiviltä kaduilta joka suunnasta. Myös tyynellä esiintyvät keskimääräistä suuremmat pitoisuudet viittaavat liikenteen vaikuttavan pitoisuuksiin voimakkaimmin. Energiantuotannon ja teollisuuden laitosten vaikutusta hiukkaspitoisuuksiin ei voitu havaita. Yksittäisen laitoksen vaikutus voitaisiin havaita, jos laitoksen suunnasta puhaltavien tuulien aikana pitoisuudet olisivat keskimääräistä suurempia. Näin ollen mittautulosten ja mittauspaikan sijainnin perusteella voidaan päätellä, että autoliikenteen päästöt vaikuttivat merkittävimmin tutkimuspisteen hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin.



Kuva 12. Hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) tuntipitoisuuksien keskiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tuulensuunnittain Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016.

Kuvassa 13 on esitetty Kolmiopuistossa mitatut hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet tuulensuunnan mukaan. Kuvassa ei ole esitetty niitä pitoisuusarvoja, jotka havaittiin tyyninä ajanhetkinä. Tyyniksi luokitellaan kaikki sellaiset tilanteet, joissa tuulen nopeus on alle  $0,4 \text{ m/s}$ . Havaitut hengitettävien hiukkasten pitoisuudet painottuvat vallitsevien tuulensuuntien mukaisesti etelän ja

koillisen suuntiin. Etelän suunnasta pitoisuuksia voi aiheuttaa puiston hiekkakentän pölyäminen ja koillisen suunnasta parkkipaikan autoliikenteen päästöt. Suurimmat yksittäiset hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet esiintyivät kuitenkin satunnaisesti eri tuulensuunnissa. Esim. luoteen suunnassa havaitaan kolme yksittäistä tunti-arvoa, jolloin hengitettävien hiukkasten pitoisuus on yli  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

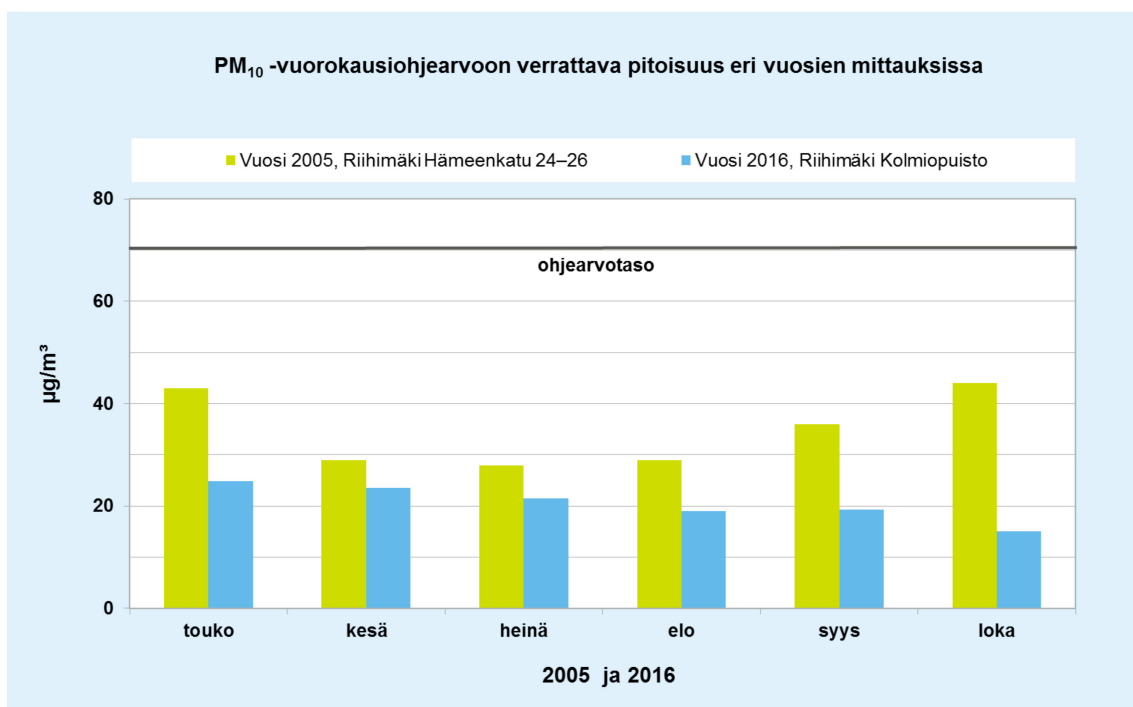


Kuva 13. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tuulensuunnittain Riihimäen Kolmiopuistossa jaksolla 1.5.–31.10.2016. Kuvassa ei ole esitetty niitä pitoisuusarvoja, jotka havaittiin tyyninä ajanhetkinä. Tyyniksi on luokiteltu kaikki sellaiset tilanteet, joissa tuulen nopeus on alle  $0,4 \text{ m/s}$ .

#### 4.6 Pitoisuuksien vertailua

Ilmatieteen laitos on mitannut hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia Riihimäellä aikaisemmin Hämeenkadun mittauspisteessä, osoitteessa Hämeenkatu 24–26, ajanjaksolla 1.3.2005–31.5.2006 (*Haaparanta, ym. 2006; Saari ja Pesonen, 2006*). Mittauspiste sijaitsi Hämeenkadulla jalkakäytävällä aivan ajoradan varrella, noin 350 metriä lounaaseen vuoden 2016 mittauspisteestä (ks. kuva 2). Erilaisen sijaintinsa vuoksi eri vuosien pitoisuusarvot eivät ole täysin vertailtavissa keskenään. Kuvassa 14 on esitetty suuntaa-antava vertailu näiden mittauspisteiden hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrannollisista pitoisuuksista jaksolta toukokuu–lokakuu 2005 ja toukokuu–lokakuu 2016. Kuvaajasta voidaan havaita, että vuoden 2016 mittausjaksolla pitoisuudet olivat kaikkina kuukausina pienempiä kuin vuoden 2005 mittausjaksolla havaitut pitoisuudet.

Vuonna 2005, ja etenkin vuoden 2005 kevätpölyaikaan maalis-toukokuussa, Riihimäellä mitattiin poikkeuksellisen korkeita hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia. Tämän seurauksena Riihimäellä alettiin kiinnittää erityistä huomiota pölyämisestä aiheutuviin haittoihin, ja kaupungin ympäristönsuojelumääräyksiin lisättiin maininta, että katujen pölyämistä ehkäistään tarvittaessa kostuttamalla kunnossapidettävät väylät ja muut alueet. Keväinen tehokas hiekoitushiekan poisto kaduilta ja katujen pesu vähentävät pölyävän materiaalin määrää katu ympäristössä. Katupölyn torjuntatoimenpiteiden vaikutus on mahdollisesti nähtävissä nyt vuonna 2016 mitatuissa matalammissa hiukkaspitoisuuksissa. Tosin vuonna 2005 mittauspiste sijaitsi myös lähempänä kadun reunaa, jossa pölyäminen on voimakkaampaa. Samoin on huomioitava, että sääolosuhteet vaikuttavat voimakkaasti hiukkaspitoisuuksiin, eivätkä vuodet ole sääolosuhteiltaan samanlaisia, joten eri vuosien mittaustuloksien vertailu on vain suuntaa-antava.



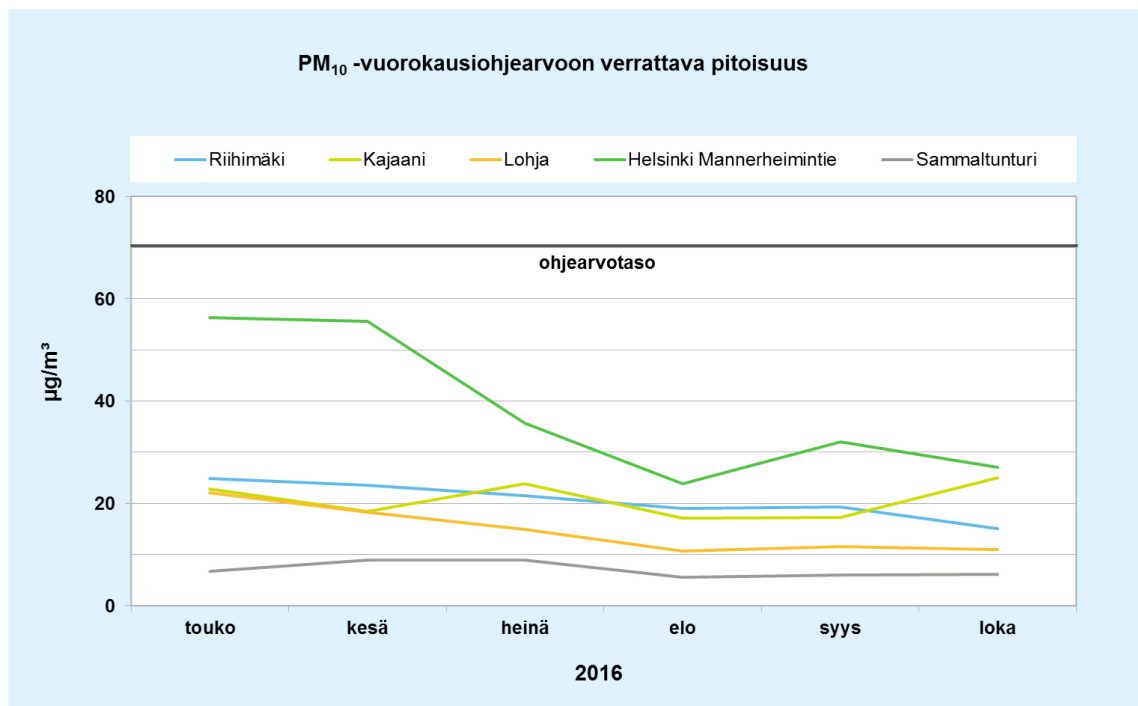
Kuva 14. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet (µg/m³) kuukausittain jaksolta toukokuu–lokakuu 2005 ja toukokuu–lokakuu 2016. Vuonna 2005 mittaukset on suoritettu Hämeenkadun varrella, osoitteessa Hämeenkatu 24–26 ja vuonna 2016 tästä noin 350 metrin etäisyydellä Kolmiopuistossa.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitataan samaan tapaan kuin tässä tutkimuksessa jatkuvatoimisilla laitteilla useilla paikkakunnilla Suomessa. Mittausasemat sijaitsevat yleensä vilkkaiden liikenneväylien tai teollisuuden ja energiantuotannon päästöjen vaikutusalueilla. Kuvissa 15 ja 16 on verrattu Riihimäen Kolmiopuistossa mitattuja hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon verrattavia pitoisuuksia ja hiukkaspitoisuuden kuukausikeskiarvoja jaksolta toukokuu–lokakuu 2016 vastaaviin mittaustuloksiin Lohjan ja Kajaanin keskustoista, Helsingin Mannerheimintieltä sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-asemalta (HSY, 2016; Ilmatieteen laitos, 2016 a ja b.).

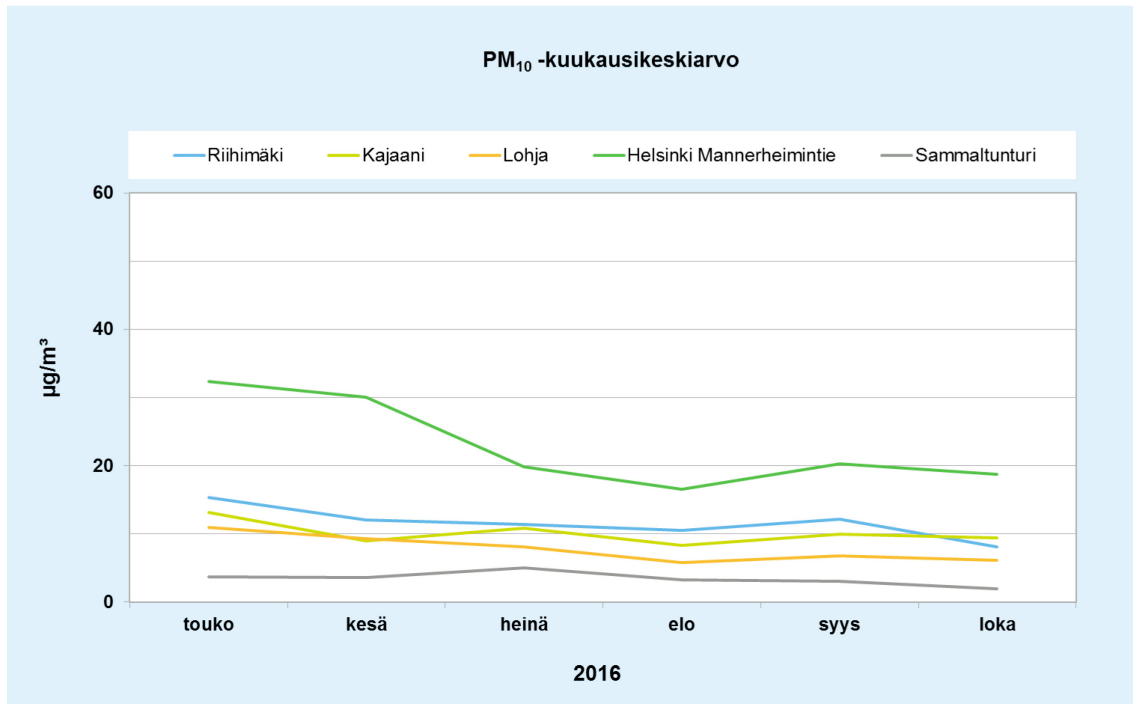


Kajaanin keskustan ilmanlaadun seuranta-aseilla mitatut pitoisuudet edustavat tasoa, jolle ihmiset altistuvat pienehkön kaupungin keskustan vilkasliikenteisten katujen varsilla liikkueensa. Lohjan Keskustan mittausasema ei ole aivan suoraan liikenteen päästöjen vaikutuspiirissä, vaan se on tyypiltään ns. kaupunkitausta-asema. Helsingin Mannerheimintie edustaa Suomen vilkasliikenteisimpiä ympäristöjä ja Sammaltunturin tausta-aseman pitoisuudet edustavat puhdasta tausta-aluetta Lapissa. Riihimäen hiukkasmittauksen tulosten vertailuarvoina käytetyt muilta mittausasemilla saadut pitoisuudet olivat tämän raportin laadinta-ajankohtana vielä tarkistamattomia.

Kuvista 15 ja 16 havaitaan, että hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet ja pitoisuuksien kuukausikeskiarvot ovat suunnilleen samaa tasoa Riihimäen ja Kajaanin keskustoissa. Lohjalla pitoisuudet ovat hiukan matalammalla tasolla, mikä oli oletettavaakin, koska mittausasema ei sijaitse aivan keskustassa. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjeeseen verrannollinen pitoisuus on lokakuussa Kajaanissa kuitenkin selvästi suurempi kuin Riihimäellä (kuva 15). Kajaanin pitoisuuksissa on lokakuussa todennäköisesti havaittavissa talvirenkaiden käytön myötä kohonneet katupölypitoisuudet. Riihimäellä ja muualla Etelä-Suomessa ei vielä lokakuussa ollut tarvetta talvirenkailla. Helsingin Mannerheimintiellä pitoisuustasot ovat selvästi suurempia kaikkina kuukausina kuin minkään pienemmän kaupungin mittauksissa havaitut pitoisuustasot. Sammaltunturin puhtaan tausta-alueen pitoisuustaso puolestaan on koko tarkastelujakson ajan ollut hyvin alhainen.



Kuva 15. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjeeseen verrattavat pitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) kuukausittain jaksolta toukokuu–lokakuu 2016 Riihimäen keskustassa, Lohjan keskustassa, Helsingin Mannerheimintiellä sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-asemalla. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.



Kuva 16. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden kuukausikeskiarvot ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) jaksolta toukokuu–lokakuu 2016 Riihimäen keskustassa, Lohjan keskustassa, Helsingin Mannerheimintieellä sekä Ilmatieteen laitoksen Sammaltunturin tausta-aseamalla. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa.

## 5 ILMANLAADUN SEURANTA RIIHIMÄELLÄ

Ilmanlaatuasetuksen (38/2011) mukaan ELY-keskuksen tulee huolehtia siitä, että sen alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin, ja että muun muassa mittausasemien määrä on riittävä niillä seuranta-alueilla, joilla jatkuvat mittaukset ovat pakollisia. ELY-keskusten tehtävänä on ohjata seurantaa yleisellä tasolla, aktivoida ja kannustaa kuntia yhteistyöhön sekä tehdä ehdotuksia seurannan järjestämiseksi lyhyellä ja keskipitkällä aikavälillä. Riihimäki kuuluu tällä hetkellä Hämeen ELY-keskuksen seuranta-alueeseen. Aluehallintouudistuksen edetessä seuranta-alueet tulevat todennäköisesti muuttumaan. Kunnat kuitenkin vastaavat ilmanlaadun seurannan toteutuksesta, koska ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan kunta on velvollinen huolehtimaan paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta. Ilmanlaadun seurantaa voidaan toteuttaa myös useiden kuntien välisenä yhteistyönä.

Riihimäellä ilmanlaadun seuranta on 2000-luvulla seurattu ilmanlaatuasetuksen mukaisilla ilmanlaadun seurantamenetelmillä eli mittaamalla hengitettävien hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$ ) pitoisuuksia ja päästöjen leviämismallilaskelmien avulla. Lisäksi Kanta- ja Päijät-Hämeessä on tehty ilmanlaadun arviointien tueksi bioindikaattoriseurantaa, jonka tutkimusaloista osa on sijainnut Riihimäellä (*Ruut ym., 2016*). Bioindikaattoritutkimukset eivät kuitenkaan ole ilmanlaatuasetuksen mukaista ilmanlaadun seurantaa, vaan niillä pyritään arvioimaan ilman epäpuhtauksien luontoon

aiheuttamia haittoja ja päästöjen vähenemisestä johtuvaa luonnon vaurioiden korjaantumista.

Ilmatieteen laitos on mitannut hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia Riihimäen keskustassa Hämeenkadun mittauspisteessä (Hämeenkatu 24–26) jatkuvatoimisilla laitteilla ajanjaksolla 1.3.2005–31.5.2006 (*Haaparanta ym., 2006; Saari ja Pesonen, 2006*). Keväällä 2005 (maalis-toukokuussa) mittauksissa todettiin ajoittain poikkeuksellisen korkeita hiukkaspitoisuuksia, minkä johdosta Riihimäen kaupunki laati uudet menettelytapaohjeet keväisin tapahtuvaan katujen ja teiden puhdistukseen ja talviajan hiekoitushiekan poistoon. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia seurattiin Hämeenkadulla samassa mittauspisteessä yhtäjaksoisesti aina kevääseen 2006 saakka, tavoitteena selvittää, olivatko katupölyn torjuntatoimenpiteet tehonneet ja hiukkaspitoisuudet laskeneet kevään 2005 tasosta. Kevään 2006 pitoisuusmittaukset osoittivat, että katupölyn torjunnalla voidaan merkittävästi ehkäistä kaupungin keskustan keväisiä pölyhaittoja ja väestön altistumista korkeille hiukkaspitoisuuksille. Keväällä 2006 mitatut pitoisuustasot olivat matalampia kuin edellisenä keväänä mitatut pitoisuudet. Eri vuosien erilaiset sääolosuhteet vaikuttavat kuitenkin voimakkaasti havaittuihin hiukkaspitoisuuksiin, joten eri vuosien mittaustuloksien erot eivät selity pelkästään tehdyillä katupölyn torjuntatoimilla vaan pitoisuuksissa havaitaan myös luontaista vaihtelua.

Vuonna 2016 Ilmatieteen laitos mittasi hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia Riihimäen keskustassa Kolmiopuiston mittauspisteessä puolen vuoden ajan, toukokuusta lokakuuhun. Näissä mittauksissa havaitut pitoisuudet olivat tyypillisiä Riihimäen kokoiselle kaupungille mittausajanjakson sijoittuessa katupölykauden ulkopuolelle. Vastaavan suuruisia hengitettävien hiukkasten pitoisuustasoja mitattiin esimerkiksi Kajaanin keskustassa samalla tarkastelujaksolla. Riihimäen Kolmiopuistossa havaittaisiin todennäköisesti korkeampia hiukkaspitoisuuksia, jos mittaukset ajoittuisivat katupölykaudelle. Hengitettävien hiukkasten pitoisuutta koskeva vuorokausiohjearvo ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja vuorokausipitoisuuksia koskeva raja-arvotaso ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sallittuja ylityksiä 35 kpl kalenterivuodessa) ylittyvät yleisesti Suomessa kaupunkien keskustoissa katupölyaikaan, vaikka raja-arvo on ylittynyt vain harvoin.

Ilmatieteen laitos selvitti leviämismallilaskelmilla Riihimäen energiantuotannosta, teollisuudesta ja autoliikenteestä vapautuvien päästöjen ilmanlaatuvaikutuksia vuonna 2011 (*Salmi ym., 2011*). Tarkastelun kohteena olivat typpidioksidin ( $\text{NO}_2$ ) ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet. Tutkimuksen tulosten mukaan korkeimmat typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Riihimäellä aiheutuivat autoliikenteen päästöjen ja kaukokulkeuman vaikutuksesta. Energiantuotannon ja teollisuuden päästöt aiheuttivat vain vähäisen lisän tutkimusalueen pitoisuuksiin. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat korkeimpia vilkkaimpien liikenneväylien varsilla ja näiden teiden risteysalueilla sekä Riihimäen keskustan alueella. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet voivat leviämislaskelmien mukaan epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa ylittää paikoitellen Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohjearvot ja raja-arvot. Pitoisuudet laimenivat nopeasti keskusta-alueen ulkopuolella ja etäisyyden kasvaessa vilkkaimmista väylistä. Suurimmassa osassa Riihimäen aluetta pitoisuudet olivat selvästi alle ohje- ja raja-arvotason. Riihimäen keskustassa ja asuntoalueilla ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot eivät mallilaskelmien mukaan ylittyneet.



Ilmatieteen laitos suosittelee edellä mainittujen tutkimuksien tulokset huomioiden, että Riihimäellä tehtäisiin ilmanlaatua koskevia selvityksiä määrävälein. Suositeltava väli ilmanlaadun mittauksille olisi viisi vuotta ja päästöjen leviämismalliselvityksille noin kymmenen vuotta. Leviämismallilaskelmin ja mittauksin saadut pitoisuustiedot täydentävät toisiaan.

Typenoksidipitoisuuksien tarkkailumittauksiin ei ole Riihimäellä jatkossakaan tarvetta, ellei kyseeseen tule jonkin yksittäisen energiantuotanto- tai teollisuuslaitoksen päästövaikutusten seuranta tai valvonta. Typen oksidien pitoisuustiedot voidaan tarvittaessa tuottaa riittävän tarkasti leviämismallilaskelmin.

Jatkuvat hiukkasmittaukset eivät Riihimäellä ole tarpeen. Sen sijaan Ilmatieteen laitos suosittelee Riihimäen keskustassa toteutettavaksi hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien kampanjamittauksia, jotka ajoittuisivat siten, että jaksoon sisältyisi myös hiukkaspitoisuuksien kannalta pahin aika eli katupölykausi. Näiden mittausten avulla voidaan seurata katupölyn torjuntakeinojen tehokkuutta. Suositeltava mittausjakson ajankohta olisi esimerkiksi tammikuusta kesäkuuhun. Pitoisuuksien vertaaminen ilmanlaadun raja-arvoihin sekä ylempiin ja alempiin arviointikynnyksiin kuitenkin edellyttää, että mittauksia on jatkettava koko kalenterivuoden ajan, koska raja-arvotarkasteluissa vertailujakso on yksi kalenterivuosi. Lyhyempien mittausjaksojen kohdalla vertailua voidaan tehdä ainoastaan suuntaa-antavasti. Hiukkasmittaukset tulisi jatkossakin tehdä Riihimäen kaupungin keskustassa, missä liikkuu ja oleskelee runsaasti ilman epäpuhtauksille altistuvia ihmisiä.

## 6 YHTEENVETO

Ilmatieteen laitos mittasi 1.5.–31.10.2016 välisenä aikana Riihimäen keskustassa jatkuvatoimisesti hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) pitoisuuksia. Ilmanlaadun mittausasema sijaitsi Kolmiopuistossa eli Hämeenkadun, Valtakadun ja Suokadun rajoittamalla pienellä puistoalueella. Ilmatieteen laitos on mitannut hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia Riihimäellä aikaisemmin Hämeenkadun varrella (osoitteessa Hämeenkatu 24–26) ajanjaksolla 1.3.2005–31.5.2006.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisella analysaattorilla, joilla saadaan esiin pitoisuuksien lyhytaikaisvaihtelut. Ilmanlaadun mittausasemalla seurattiin lisäksi tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja ilmanpainetta hiukkasmittausten tulosten tulkinnan tueksi.

Riihimäen keskustan liikenneympäristössä mitatut hengitettävien hiukkasten pitoisuudet alittivat selvästi sekä kotimaiset valtioneuvoston antamat ilmanlaadun ohje-arvot (*Vnp 480/96*) että ilmanlaatuasetuksessa (*Vna 38/2011*) määritellyt raja-arvotasot. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden terveysvaikutusperusteinen vuorokausiohjearvo  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  alittui mittausjaksolla selvästi Riihimäen Kolmiopuistossa. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannollinen pitoisuus oli suurimmillaan 35 % ohjearvosta toukokuussa 2016. Mittausjakson suurin vuorokausikeskiarvopitoisuus oli  $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Koska raja-arvotarkasteluissa vertailujakso on yksi kalenterivuosi, voidaan lyhyemmän mittausjakson pitoisuuksia tarkastella vain suuntaa-antavasti suhteessa raja-arvoihin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuorokausiraja-arvotasolle,  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , sallitaan vuoden jaksolla ylityksiä 35 kpl ennen kuin varsinaisen vuorokausiraja-arvon ylityksen katsotaan tapahtuneen. Riihimäen Kolmiopuistossa ei havaittu mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016 ainuttakaan vuorokausipitoisuutta, joka olisi ollut yli  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Mittausjakson 36. suurin vuorokausiarvo oli  $16 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Jaksolta 1.5.–31.10.2016 (6 kk) laskettu hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien keskiarvo oli  $12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvoa (12 kk) koskeva raja-arvo on  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Riihimäen Kolmiopuistossa mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista laskettiin ns. ilmanlaadun indeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta viisiportaisella sanallisella asteikolla (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono). Tarkastelussa koko mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Riihimäellä hyvää 53 %, tyydyttävää 42 % ja välttävää 2 % päivistä. Ilmanlaatu oli huonoa vain yhtenä päivänä (1 % päivistä) eikä erittäin huonon ilmanlaadun tilanteita havaittu ollenkaan. Huonon ilmanlaadun tilanne aiheutui todennäköisesti läheisen rakennuksen purkutyömaan aiheuttamasta pölyämisestä.

Mittaustulosten ja mittauspaikan sijainnin perusteella voitiin päätellä, että autoliikenteen pakokaasupäästöt ja liikenteen ilmaan nostama katupöly vaikuttivat merkittävimmin Riihimäen Kolmiopuistossa mitattuihin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin. Keskimäärin suurimmat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet esiintyivät tyynissä tilanteissa, jolloin pakokaasupäästöjen ja pölyämisestä aiheutuvien hiukkaspäästöjen laimeneminen on lähellä maanpintaa heikkoa ja pitoisuudet voivat kohota normaalia korkeammiksi. Tyyniä tilanteita (tuulen nopeus alle  $0,4 \text{ m/s}$ ) esiintyi mittausjakson aikana usein, koska mittauspiste sijaitsi puiston keskellä suurten lehtipuiden suojassa. Korkein koko tarkastelujaksolla mitattu tuulennopeus oli  $3 \text{ m/s}$ . Mittausaineistosta ei voitu havaita mitään tiettyä tuulensuuntaa, jolla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olisivat keskimäärin olleet suurempia kuin muilla tuulensuunnilla. Tämä johtuu siitä, että autoliikenteen päästöt vapautuu mittausasemaa ympäröiviltä kaduilta joka suunnasta.

Riihimäellä mitatut ulkoilman hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat tyypillisiä Riihimäen kokoiselle kaupungille. Vuoden 2016 mittausjaksolla pitoisuudet olivat kaikkina kuukausina pienempiä kuin vuoden 2005 mittausjaksolla havaitut pitoisuudet. Nyt raportoitavan tutkimuksen mittausjakso ajoittui toukokuusta lokakuun loppuun. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat etenkin katupölykaudella vilkkaasti liikennöityjen väylien läheisyydessä. Eniten pölyä nousee katujen pinnoilta niiden ollessa kuivia. Katupölyä esiintyy tyypillisesti keväällä maaliskuusta huhtikuusta sekä loppusyksystä talvirengaskauden jo alettua. Näin ollen myös Riihimäen Kolmiopuistossa havaittaisiin todennäköisesti tässä tutkimuksessa saatuihin nähden korkeampia hiukkaspitoisuuksia, jos mittaukset ajoittuisivat kyseisille jaksoille. Katupölyn ja korkeiden hiukkaspitoisuuksien muodostumiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa katujen talvikunnossapidolla sekä oikea-aikaisella katujen siivouksella ja pölynsidonnalla.

## VIITELUETTELO

*Haaparanta, S., Saari, H. ja Pesonen, R., 2006.* Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset Riihimäellä maaliskokuussa 2006. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 17 s. + 5 liites.

*HSY, 2016.* Tiedot Helsingin Mannerheimintielle ja Lohjalla helmi-lokakuussa 2016 mitatuista hengitettävien hiukkasten pitoisuuksista.

*Ilmanlaatuportaali 2016.* Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän ilmanlaatuosa, tarkistettut mittaustulokset. [www.ilmanlaatu.fi](http://www.ilmanlaatu.fi)

*Ilmatieteen laitos, 2016 a.* Tulokset Ilmatieteen laitoksen touko-lokakuussa 2016 Sammaltunturin tausta-asemalla mittaamista hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun koostumuksen tutkimus.

*Ilmatieteen laitos, 2016 b.* Tulokset Ilmatieteen laitoksen touko-lokakuussa 2016 Kajaanin keskustassa mittaamista hiukkaspitoisuuksista. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia.

*Komppula, B., Anttila, P., Vestenius, M., Salmi, T. ja Lovén, K., 2014.* Ilmanlaadun seurantatarpeen arviointi. Ilmatieteen laitos, Asiantuntijapalvelut, Ilmanlaatu ja energia. 123 s. + 47 liites.

*Riihimäen kaupunki, 2013.* Keskustan liikennesuunnitelma. Tammikuu 2013.

*Ruut, J., Toivanen, H., Kuhmonen, I., Leppänen, E. ja Kiljunen, A., 2016.* Kanta- ja Päijät-Hämeen ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuonna 2014. Raportteja 6/2016. Hämeen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus. ISBN 978-952-314-394-4 (pdf).

*Saari, H. ja Pesonen, R., 2006.* Hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittaukset Riihimäen Hämeenkadulla jaksolla maaliskuu 2005 - helmikuu 2006. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki. 23 s. + 13 liites.

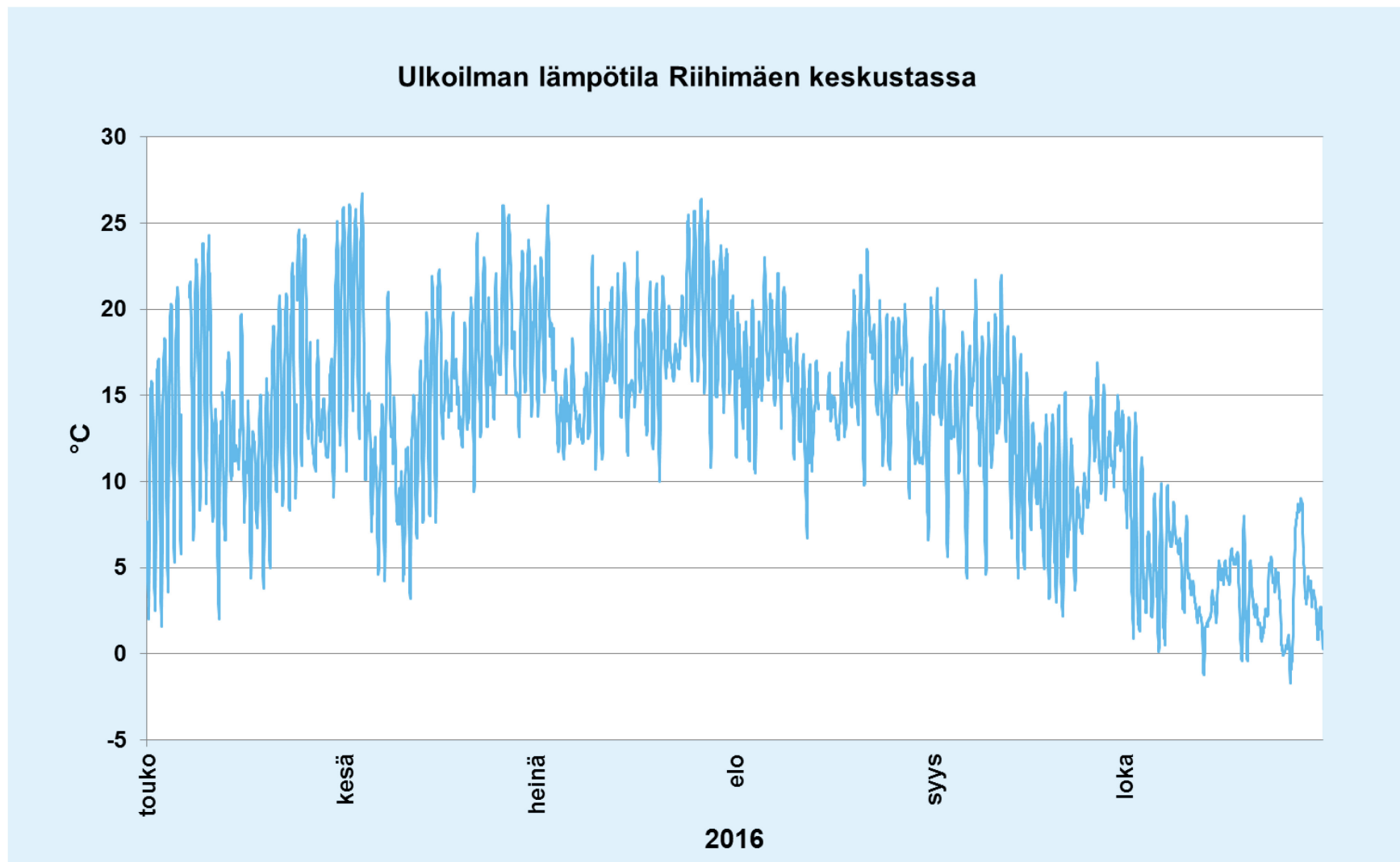
*Salmi, J., Alaviippola, B., Hannuniemi, H., Lovén, K., Pesonen, R. ja Kauhaniemi, M., 2011.* Riihimäen ilmanlaatuselvitys. Energiantuotannon, teollisuuden ja autoliikenteen typenoksidi- ja hiukkaspäästöjen leviämislaskelmat. Ilmatieteen laitos, Ilmanlaadun asiantuntijapalvelut, Helsinki, 32 s. + 27 liites.

*Vna 38/2011,* Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu 20.1.2011.

*Vnp 480/96,* Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista. Annettu 19.6.1996.

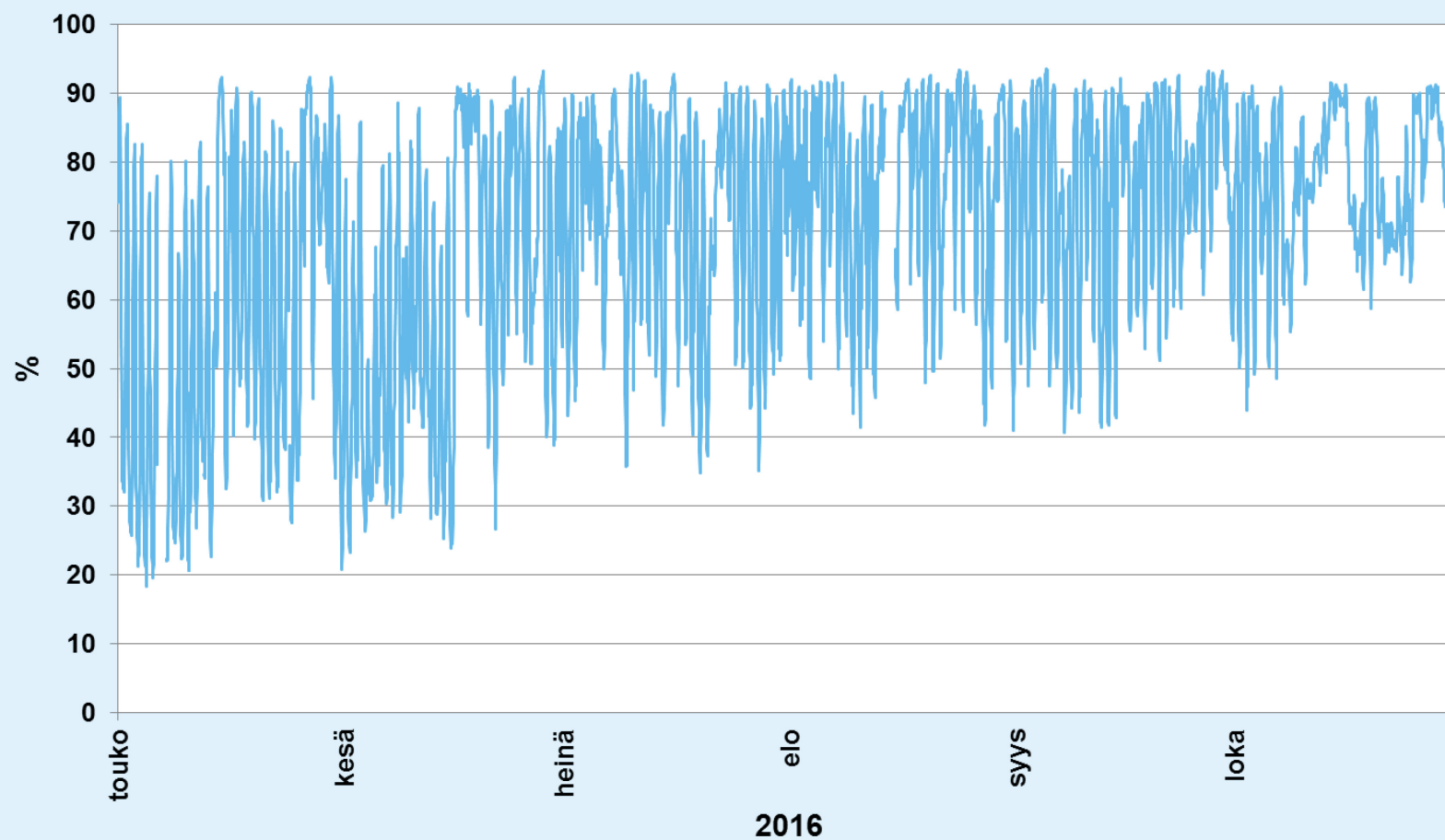
*Walden, J., Hillamo, R., Aurela, M., Mäkelä, T. ja Laurila, T. 2010.* Demonstration of the equivalence of PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub> measurement methods in Helsinki 2007–2008. Ilmatieteen laitos, Helsinki. Tutkimuksia No.3, 504.064. ISBN 978-951-697-726-6 (pdf).

*YSL 527/2014.* Ympäristönsuojelulaki. Annettu 27.6.2014.

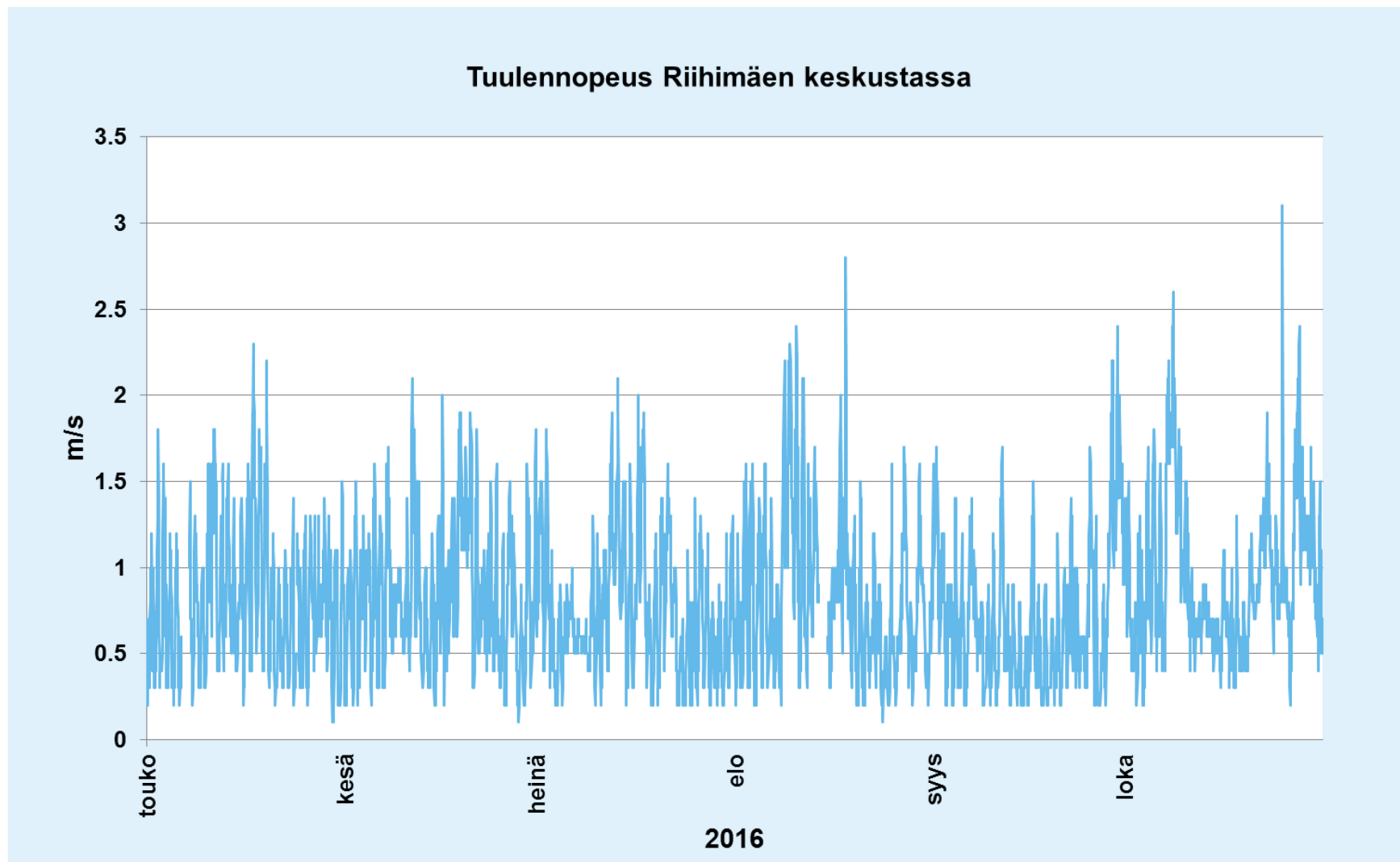


Liitekuva 1 Mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016 havaittu ulkoilman lämpötila tuntiarvoina (°C) Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa.

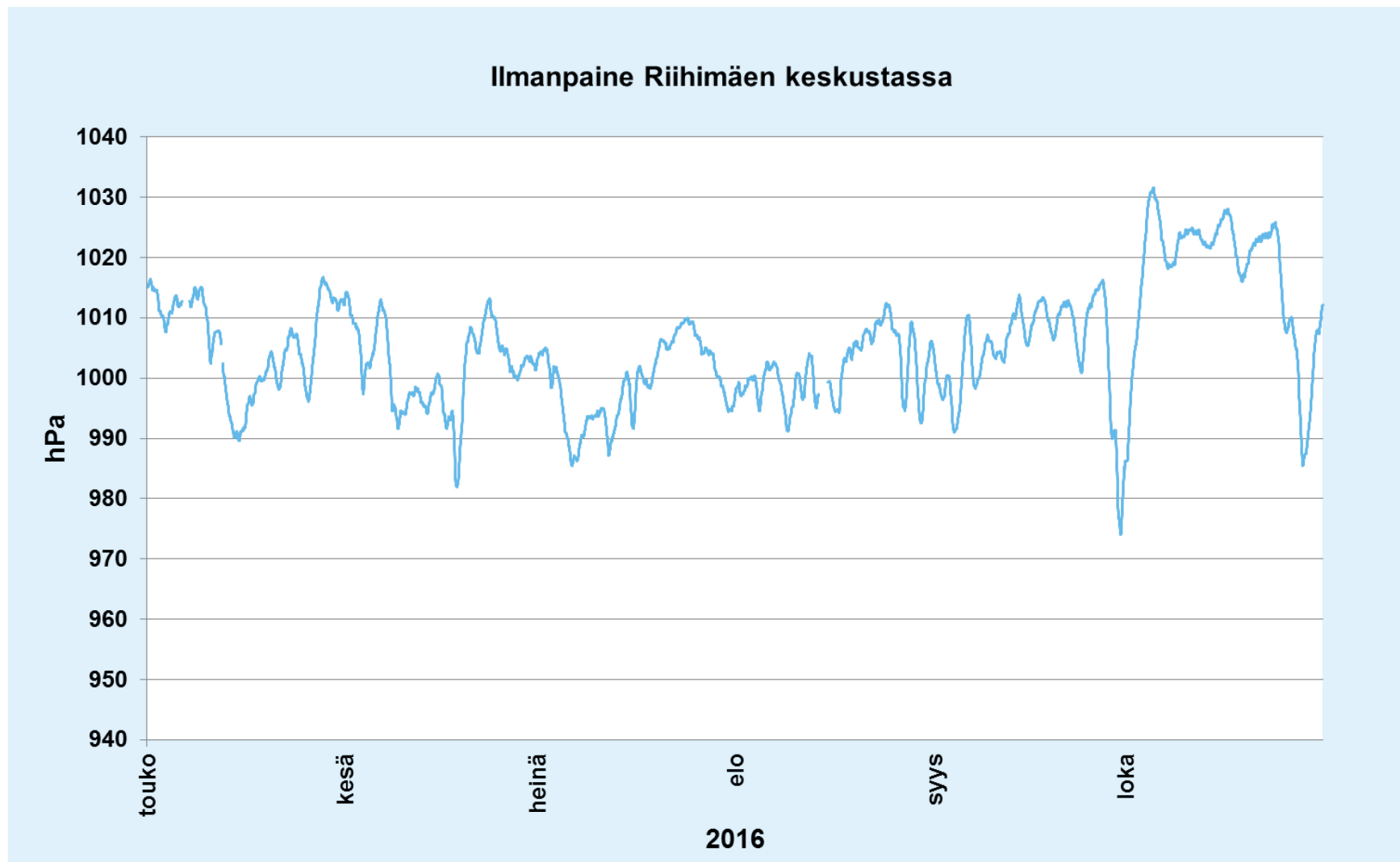
### Ulkoilman suhteellinen kosteus Riihimäen keskustassa



Liitekuva 2 Mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016 havaittu ulkoilman suhteellinen kosteus tunti-arvoina (%) Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa.

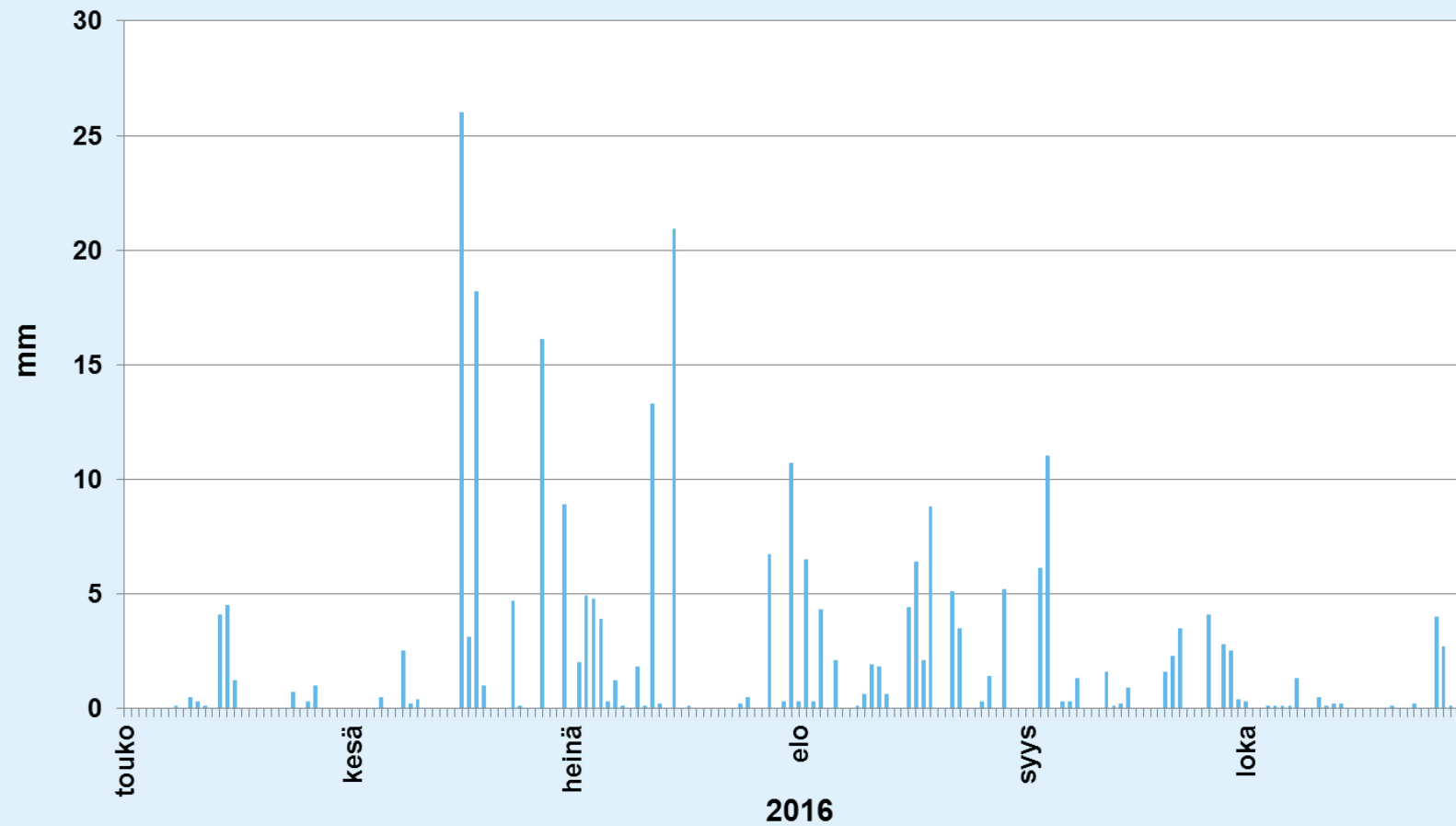


Liitekuva 3 Mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016 havaittu tuulennopeus tuntiarvoina (m/s) Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa.



Liitekuva 4 Mittausjaksolla 1.5.–31.10.2016 havaittu ilmanpaine tuntiarvoina (hPa) Riihimäen keskustassa Kolmiopuistossa.

### Vuorokausisademäärä Riihimäen keskustassa







ILMATIETEEN LAITOS  
METEOROLOGISKA INSTITUTET  
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

ILMATIETEEN LAITOS  
Erik Palménin aukio 1  
00560 Helsinki  
puh. 029 539 1000

[WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI](http://WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI)

