



RAAHEN ALUEEN ILMANLAATU 2017

RAAHEN ALUEEN ILMANLAATU 2017

Päivämäärä 5.6.2018
Laatijat Toni Keskitalo, Leena Junnila, Anne Kiljunen
Tarkastaja Eerik Järvinen
Hyväksyjä Eerik Järvinen
Kuvaus Ilmanlaadun seurantaraportti, Raahen 2017

Viite 82142292-004

Sisältö

TULOSTEN TIIVISTELMÄ	5
1. JOHDANTO	7
2. ILMANLAATU LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ	9
2.1 Raja-arvot	10
2.2 Tavoitearvot	10
2.3 Ohjearvot	11
2.4 Arviointikynnykset	12
3. MITTAUKSET JA MENETELMÄT	15
3.1 Mittauspisteet	15
3.2 Menetelmät	16
3.3 Toimijat	17
4. TULOSTEN LAADUNVARMISTUS	19
5. PÄÄSTÖT	21
5.1 Teollisuuden ja energiantuotannon päästöt	21
5.2 Liikenteen päästöt	21
6. ILMANLAATU	25
6.1 Ilmanlaatuindeksi	25
6.2 Hiukkaset	27
6.3 Hengitettävien hiukkasten koostumus	30
6.4 Kaasumaiset ilman epäpuhtaudet	41
6.5 Laskeumat	47
7. SÄÄTIEDOT	51
8. LÄHTEET JA LISÄTIETOJA	53

Liitteet

Liite 1: Keskeisiä käsitteitä

Liite 2: Metallipitoisuudet näytteittäin 2017

Liite 3: PAH-Yhdisteiden pitoisuudet näytteittäin 2017

Liite 4: Laskeuma, metallit vuonna 2017

Liite 5: Ilmanlaadun mittaukset raahessa vuodesta 1978 alkaen



TULOSTEN TIIVISTELMÄ

Vuonna 2017 ilmanlaatua mitattiin Raahen kaupunkialueella. Ilmanlaatu oli vuonna 2017 tällä alueella pääosin hyvä. Ilmanlaatuindeksi Keskustassa ja Merikadulla oli hyvä tai tyydyttävä vähintään 89 % vuodesta.

Tavoitearvojen ja arviointikynnysten suhteen merkittävimmät ilman epäpuhtaudet Raahessa olivat vuonna 2017 nikkeli ja polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH, tarkasteltava yhdiste bentso[*a*]pyreeni).

Nikkelipitoisuuden vuosikeskiarvo Merikadun mittausasemalla oli 18 ng/m³, joka oli pienempi kuin tavoitearvo 20 ng/m³ mutta suurempi kuin arviointikynnykset (ylempi: 14 ng/m³; alempi: 10 ng/m³). Viiden viimeksi kuluneen vuoden aikana nikkelpitoisuus oli kolmena vuonna suurempi kuin 10 ng/m³ (2017, 2016 ja 2014), joten alemman arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen. Ylempi arviointikynnys ei ylittynyt. Nikkelipitoisuuden vuosikeskiarvo oli Keskustassa 1,7 ng/m³ ja Lapaluodossa 2,6 ng/m³.

Bentso[*a*]pyreenin vuosikeskiarvo ei ylittänyt tavoitearvoa (1 ng/m³) mittausasemilla ollen 0,63 ng/m³ Lapaluodossa, 0,36 ng/m³ Merikadulla ja 0,19 ng/m³ Keskustassa. Kuitenkin bentso[*a*]pyreenin ylempään arviointikynnyksen (0,6 ng/m³) katsotaan ylittyneen, koska vuosipitoisuus oli tätä suurempi kolmena vuotena viiden viime vuoden aikana.

Tavoitearvo on pitoisuustaso, joka on tullut saavuttaa mahdollisuuksien mukaan vuoden 2013 alkuun mennessä (VNa 113/2017). Kun pitoisuus ylittää ylempään arviointikynnyksen, ilmanlaadun tarkkailu pitää toteuttaa jatkuvilla mittauksilla. Kun pitoisuus on pienempi kuin alempi arviointikynnys, riittävät ilmanlaadun tarkkailumenetelmät ovat asetuksen mukaan mallintaminen sekä esimerkiksi päästökartoitukset. Arviointikynnysten välissä riittävä menetelmä on jatkuvien mittausten ja mallintamisen tai suuntaa antavien mittausten yhdistelmä (ks. kappale 2.4). (VNa 79/2017)

Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) pitoisuuden vuorokausikeskiarvo ei ylittynyt yhtään kertaa Raahessa vuonna 2017. Hengitettävien hiukkasten tai pienhiukkasten (PM_{2,5}) vuosiraja-arvot eivät ylittyneet. Myöskään ilmanlaatumittausten laajuuden määrittämisessä käytettävät arviointikynnykset eivät ylittyneet.

Lyijypitoisuuden vuosikeskiarvo oli kaikilla mittausasemilla pienempi kuin vuosiraja-arvo, eivätkä sen arviointikynnykset ylittyneet (VNa 79/2017). Hengitettävistä hiukkasista määritetyt arseenin ja kadmiumin pitoisuudet eivät ylitäneet tavoitearvoja tai arviointikynnyksiä (VNa 113/2017).

Rikkidioksidin ja typpidioksidin raja-arvot, arviointikynnykset (VNa 79/2017) tai ohjearvot (VNp 480/1996) eivät ylittyneet Raahessa mittausasemilla vuonna 2017.

Yleisimmät tuulensuunnat Keskustan mittausasemalla tehdyissä havainnoissa vuonna 2017 olivat itä (10,1 % vuoden tunneista), etelä (8,8 %) ja pohjoinen (8,6 %). Eniten nopeudeltaan yli 7 m/s tuulia oli etelälounaasta.



1. JOHDANTO

Ilmanlaatua heikentävät epäpuhtaudet voivat olla peräisin paikallisista päästölähteistä, tai ne voivat kulkeutua kauem-paa. Kaukokulkeuma saattaa aiheuttaa poikkeustilanteissa merkittävää haittaa jopa hyvin kaukana päästölähteestä, kuten esimerkiksi laajojen metsäpalojen tai tulivuorenpur-kausten aikana. Taajama- ja kaupunkialueella ilmanlaatu määräytyy kuitenkin hyvin pitkälle paikallisista päästöistä. Näitä vapautuu muun muassa teollisuuden ja energiantuo-tannon toiminnoista, liikenteen pakokaasuista, sekä ajovii-man ja tuulen nostattamasta tiepölystä. Erityisen selvästi tiepölyn vaikutus näkyy keväällä, maalís-toukokuussa, jol-loin talven aikana tielle jauhautunut hiekka, suola, asfalt-ti ja kumi yhdessä muiden epäpuhtauksien kanssa koho-avat ilmaan, heikentäen ilmanlaatua liikennöidyillä alueilla. Väestön kannalta liikenteen päästöt ovat merkittävimmät, sillä päästöt vapautuvat lähes suoraan hengityskorkeudelle.

Energiantuotannon ja teollisuuden piippupäästöt va-pautuvat korkealta, jolloin ne voivat esiintyä hengityskorke-udella vasta hieman kauempana laitoksesta. Teollisuuden luonteesta riippuen osa päästöistä saattaa vapautua ns. hajapäästönä, jonka päästökorkeus on piippupäästöjä ma-talampi. Hajapäästöjä ovat esimerkiksi teollisuusalueiden liikenne- ja kuljetusreitit sekä varasto- ja toiminta-alueet, yleispoistokanavat ja avonaiset prosessivaiheet. Suomessa teollisuuden ja energiantuotannon päästöt ovat vuosien mittaan vähentyneet, johtuen puhdistin- ja tuotantotek-niikan kehittymisestä yhdessä kiristyneen lainsäädännön kanssa.

Pientaloalueilla puun poltto voi heikentää ilmanlaatua merkittävästi. Koko Suomen tasolla pienhiukkaspäästöistä noin neljännes muodostuu pientulisijoista. Ongelmallista pientulisijojen päästöille on niiden vapautuminen suhteel-lisen matalalta, mikä näkyy usein mm. alueen bentso[a]py-reenipitoisuuksissa.

Ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä ovat ilman epäpuh-tauksien päästömäärien ja -korkeuden lisäksi sääolot, ymp-äristön maastonmuodot ja avoimuus. Sääolosuhteilla on merkittävä vaikutus ilmanlaatuun, sillä tietyissä olosuhteis-sa epäpuhtaudet eivät pääse sekoittumaan suurempaan il-mamassaan, vaan jäävät pitkäksi aikaa hengityskorkeudel-le. Tyypillinen esimerkki tästä on inversio, joka ilmenee eri-tyisesti talvella selkeän ja tyynen yön jälkeen. Ilmakehään syntyy inversiokerros, joka estää alimman maanpinnan lä-hellä olevan kylmän ja raskaan ilmamassan nousemisen ylöspäin. Epäpuhtaudet eivät pääse laimenemaan, sillä tuuli on heikkoa ja ilmaa sekoittava pyörteisyys hidasta.

Myös sääoloilla on vaikutusta ilmanlaatuun. Esimerkiksi tuulen suunnalla on suuri merkitys, sillä vallitsevan tuulen suunnan ollessa päästölähteestä altistuvaan kohteeseen, kuten asutusalueelle päin, epäpuhtauspitoisuudet ilmassa kasvavat. Vastaavasti pitoisuudet eivät pääse nousemaan, kun tuulen suunta on muilta alueilta päin. Epäpuhtauksia ilmasta poistuu myös kuivadeposition ja sateen mukana. Ilmakehässä läsnä olevien yhdisteiden ja auringon säteilyn vaikutuksesta epäpuhtauksissa tapahtuu myös kemiallista ja fysikaalista muutuntaa.

Ilmanlaadun seurantavelvoite on ympäristönsuojelulais-sa (YSL 527/2014) säädetty kunnille, joiden tulee huoleh-tia siitä, että pitoisuudet pysyvät raja-arvojen alapuolella. Vastaavasti toiminnanharjoittajalla on velvoite olla selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Raahan ilmanlaadun tarkkailu on vastaavan kokoisiin kaupunkeihin verrattu-na kattavampi, johtuen paikkakunnalla toimivasta teolli-suudesta. Mitattavia komponentteja ja mittauspisteitä on enemmän, sillä teollisuuden ympäristölupavelvoitteiden täyttämiseksi vaadittavat mittaukset toteutetaan yhdessä kaupungin ilmanlaadun mittausten kanssa.



Jens Bugge



2. ILMANLAATU LAINSÄÄDÄNNÖSSÄ

Ilman epäpuhtauksien pitoisuudelle ulkoilmassa on annettu Suomessa eriasteisia rajoituksia. Ilmanlaadusta ja toimista ilmanlaadun turvaamiseksi on säädetty ympäristönsuojelulaissa 527/2014, valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta 79/2017) sekä valtioneuvoston asetuksessa ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä 113/2017. Asetuksilla on pantu täytäntöön Euroopan unionin ilmanlaatua ja hallintaa koskevat direktiivit (EY) N:o 50/2008 ja 107/2004. Lisäksi ilmanlaatua koskevia kansallisia tavoitteita on annettu valtioneuvoston päätöksellä ilmanlaadun ohjearvoista 480/1996.

Asetus ilmanlaadusta 79/2017 korvasi asetuksen 38/2011 tammikuussa 2017, mutta raja-arvot eivät muuttuneet. Vastaavasti asetus 113/2017 korvasi asetuksen 164/2007 helmikuussa 2017, eivätkä tavoitearvot muuttuneet tässäkin tapauksessa.

Raja-arvot ovat ilmanlaatonormeista sitovimpia. Niillä tarkoitetaan ilman epäpuhtauksien korkeinta sallittua pitoisuutta. Kunnan on tiedotettava ilmanlaadusta ja raja-arvojen ylityksistä.

Tavoitearvot ovat raja-arvoihin verrattuna vähemmän sitovia. Tavoitearvojen tarkoituksena on ehkäistä terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haittoja.

Kynnysarvot liittyvät väestön suojelemiseen. Varoituskynnys on pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainen altistuminen voi vaarantaa yleisesti ihmisten terveyttä. Tiedotuskynnys on pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainen altistuminen voi vaarantaa ilman epäpuhtauksille herkien väestöryhmien terveyttä.

Ohjearvot ovat ensisijaisesti käytössä ympäristöviranomaisten apuvälineinä esimerkiksi ympäristölupamenetelyssä. Ne on otettava huomioon esimerkiksi maankäytön suunnittelussa. Kansalliset ohjearvot ovat tulleet voimaan vuonna 1996.

Arviointikynnyksien avulla määritellään taso, jolla ilmanlaatua alueella seurataan: tarvitaanko jatkuvia mittauksia, riittävätkö suuntaa antavat mittaukset täydennettynä mallintamisella tai pelkästään leviämismallit, päästökartoitukset ym. menetelmät.

Taulukko 1. Ulkoilman epäpuhtauksien raja-arvot (VNa 79/2017).
Kaikki arvot on esitetty samoina yksiköinä $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika ¹⁾	Raja-arvo ²⁾ , $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa (vertailujakso)
Rikkidioksidi, SO_2	1 h	350	24
	24 h	125	3
Typpidioksidi, NO_2	1 h	200	18
	kalenterivuosi	40	–
Hiilimonoksidi, CO	8 h ³⁾	10 000	–
Bentseeni, C_6H_6	kalenterivuosi	5	–
Lyijy, Pb	kalenterivuosi	0,5	–
Hengitettävät hiukkaset, PM_{10}	24 h	50	35
	kalenterivuosi	40	–
Pienihiukkaset $\text{PM}_{2,5}$	kalenterivuosi	25	–

1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita.

2) Kaasumaisilla yhdisteillä tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa. Lyijyn ja hiukkasten tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

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

2.1 Raja-arvot

2.1.1 Raja-arvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi

Ilmanlaatuasetuksessa (VNa 79/2017) on asetettu raja-arvot rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin pitoisuuksille ulkoilmassa (Taulukko 1).

Lisäksi rikkidioksidille ja typpidioksidille on annettu varoituskynnysarvot. Rikkidioksidin varoituskynnysarvo on 500 µg/m³ (kolmen peräkkäisen tunnin arvo) ja typpidioksidin 400 µg/m³ (kolmen peräkkäisen tunnin arvo).

2.1.2 Raja-arvot kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi

Ilmanlaatuasetuksessa (VNa 79/2017) asetetaan taulukon 2 mukaiset raja-arvot kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidin ja typen oksidien pitoisuuksille ulkoilmassa. Näitä raja-arvoja sovelletaan metsä- ja maaseutualueilla.

Taulukko 2. Rikkidioksidin ja typen oksidien raja-arvot kasvillisuuden haittojen ehkäisemiseksi (VNa 79/2017).

Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika ¹⁾	Kriittinen taso ²⁾ , µg/m ³
Rikkidioksidi, SO ₂	kalenterivuosi ja talvikausi (1.10.–31.3.)	20
Typen oksidit, NO _x	kalenterivuosi	30

1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita.

2) Tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa.

2.2 Tavoitearvot

Tavoitearvojen tarkoituksena on ehkäistä terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haittoja. Luvanvaraisessa toiminnassa tavoitearvojen ylittymistä tulee pyrkiä estämään käyttämällä parasta käyttökelpoista tekniikkaa (BAT) ja noudattamalla ympäristön kannalta parasta käytäntöä siten kuin ympäristönsuojelulaissa (527/2014) säädetään.

Tavoitearvot ilman arseeni-, kadmium-, nikkeli- ja bentso[a]pyreenipitoisuuksille on annettu valtioneuvoston asetuksessa 113/2017 (Taulukko 3). Tavoitearvot astuivat voimaan 1.3.2017. Bentso[a]pyreenin mittauksille vaatimus ajallisesta kattavuudesta jatkuville mittauksille on 33%, jonka tulee jakautua koko vuoden ajalle.

Taulukko 3. Tavoitearvot ilman arseeni-, kadmium-, nikkeli- ja bentso[a]pyreenipitoisuuksille (VNa 113/2017).

Epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Tavoitearvo ¹⁾ , ng/m ³
Arseeni, As	kalenterivuosi	6
Kadmium, Cd	kalenterivuosi	5
Nikkeli, Ni	kalenterivuosi	20
Bentso[a]pyreeni ²⁾	kalenterivuosi	1

1) Pitoisuus määritetään hengitettävien hiukkasten massapitoisuudesta kalenterivuoden keskiarvona. Tulokset ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

2) Bentso[a]pyreeni on polysyklinen aromaattinen yhdiste, jota käytetään näiden yhdisteiden syöpävaarallisuuden merkkiaineena.

Tavoitearvot ulkoilman otsonipitoisuudelle on annettu ilmanlaatuasetuksessa (VNa 79/2017) (Taulukko 4). Otsonipitoisuudelle on annettu myös tiedotuskynnys ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja varoituskynnys ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$) tuntikeskiarvona.

Taulukko 4. Otsonin pitkän ajan tavoitearvot (VNa 79/2017).

Peruste	Keskiarvon laskenta-aika ¹⁾	Pitkän ajan tavoite ²⁾
Terveyshaittojen ehkäiseminen ja vähentäminen	8 h ³⁾	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kalenterivuoden aikana
Kasvillisuuden suojeleminen	AOT40 ⁴⁾	$6\,000 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{ h}$

¹⁾ Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita.

²⁾ Tulokset ilmaistaan 293 K lämpötilassa ja 101,3 kPa paineessa.

³⁾ Vuorokauden korkein kahdeksan tunnin keskiarvo valitaan tarkastelemalla kahdeksan tunnin liukuvia keskiarvoja. Kukin kahdeksan tunnin jakso osoitetaan sille päivälle, jona jakso päättyy.

⁴⁾ AOT40 lasketaan 1.5.–31.7. välisen ajan tuntiarvoista, jotka mitataan klo 9.00–21.00 välisenä aikana Suomen normaali-aikaa, joka on klo 10.00–22.00 Suomen kesäaikaa.

2.3 Ohjearvot

Hiilimonoksidille, typpidioksidille, rikkidioksidille, hengitettävien hiukkasten pitoisuudelle, kokonaisleijumalle sekä haisevien rikkijyhdisteiden kokonaismäärälle ulkoilmassa on annettu ohjearvoja valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilasteen tavoitearvosta (VNp 480/1996) (Taulukko 5).

Ohjearvojen ylittyminen tulisi estää ennakolta. VNp 480/1996 asetetut ohjearvot on otettava huomioon ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi suunnittelussa, kuten maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä.

Taulukko 5. Ulkoilman epäpuhtauksien tavoitteelliset ohjearvot (VNp 480/1996).

Epäpuhtaus	Laskennallinen määrittely	Ohjearvo, 20°C / 1 atm
Rikkidioksidi, SO ₂	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Typpidioksidi, NO ₂	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste	$150 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Hiilimonoksidi, CO	tuntiarvo	$20 \text{ mg}/\text{m}^3$
	tuntiarvojen liukuva 8 tunnin keskiarvo	$8 \text{ mg}/\text{m}^3$
Hiukkaset, kokonaisleijuma (TSP)	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$
	vuosikeskiarvo	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Haisevien rikkijyhdisteiden kokonaismäärä (TRS)	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo, TRS ilmoitetaan rikkinä	$10 \mu\text{g}/\text{m}^3$

2.4 Arviointikynnykset

Ilmanlaadun jatkuvia mittauksia tulee tehdä seuranta-alueilla, joilla asetettu ylempi arviointikynnys ylittyy. Ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritetään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen, kun se on ylittynyt vähintään kolmena vuotena viiden viimeksi kuluneen vuoden aikana. (VNa 79/2017)

Kun pitoisuus ylittää ylemmän arviointikynnyksen, ilmanlaadun tarkkailun ensisijainen seurantamenetelmä on jatkuvat mittaukset. Kun pitoisuus on pienempi kuin alempi arviointikynnys, riittävät ilmanlaadun tarkkailumenetelmät ovat asetuksen mukaan mallintaminen ja esimerkiksi

päästökartoitukset. Arviointikynnysten välissä riittävä menetelmä on jatkuvien mittausten ja mallintamisen tai esimerkiksi päästökartoitusten yhdistelmä. (VNa 79/2017).

Arviointikynnykset rikkidioksidille, typpidioksidille, typen oksideille, hengitettävälle hiukkasille ja pienhiukkasille, lyijylle, hiilimonoksidille ja bentseenille on annettu ilmanlaatuasetuksessa (VNa 79/2017) (Taulukot 6–11).

Arviointikynnykset arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso[*a*]pyreenille on annettu asetuksessa ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä (VNa 113/2017) (Taulukko 12).

Taulukko 6. Arviointikynnykset: rikkidioksidi (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen	40 % 24 tunnin raja-arvosta (50 µg/m ³ , saa ylittyä 3 kertaa kalenterivuodessa)	60 % 24 tunnin raja-arvosta (75 µg/m ³ , saa ylittyä 3 kertaa kalenterivuodessa)
Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelu	40 % talvikauden raja-arvosta (8 µg/m ³)	60 % talvikauden raja-arvosta (12 µg/m ³)

Taulukko 7. Arviointikynnykset: typpidioksidi ja typen oksidit (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen (NO ₂)	50 % tuntiraja-arvosta (100 µg/m ³ , saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuodessa) ja 65 % vuosiraja-arvosta (26 µg/m ³)	70 % tuntiraja-arvosta (140 µg/m ³ , saa ylittyä 18 kertaa kalenterivuodessa) ja 80 % vuosiraja-arvosta (32 µg/m ³)
Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelu (NO _x)	65 % kriittisestä tasosta (19,5 µg/m ³)	80 % kriittisestä tasosta (24 µg/m ³)

Taulukko 8. Arviointikynnykset: hengitettävät hiukkaset (PM10) ja pienhiukkaset (PM2,5) (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen (PM ₁₀)	50 % 24 tunnin raja-arvosta (25 µg/m ³ , saa ylittyä 35 kertaa kalenterivuodessa) ja 50 % vuosiraja-arvosta (20 µg/m ³)	70 % 24 tunnin raja-arvosta (35 µg/m ³ , saa ylittyä 35 kertaa kalenterivuodessa) ja 70 % vuosiraja-arvosta (28 µg/m ³)
Terveyshaittojen ehkäiseminen (PM _{2,5}) ¹⁾	50 % vuosiraja-arvosta (12 µg/m ³)	70 % vuosiraja-arvosta (17 µg/m ³)

1) Arviointikynnyksiä ei sovelleta valittaessa mittausasemien sijoituspaikkoja pienhiukkasten altistumisvähennystavoitteen arviointiin.

Taulukko 9. Arviointikynnykset: lyijy (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen	50 % vuosiraja-arvosta (0,25 µg/m ³)	70 % vuosiraja-arvosta (0,35 µg/m ³)

Taulukko 10. Arviointikynnykset: hiilimonoksidi (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen	50 % 8 tunnin raja-arvosta (5 mg/m ³)	70 % 8 tunnin raja-arvosta (7 mg/m ³)

Taulukko 11. Arviointikynnykset: bentseeni (VNa 79/2017).

	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Terveyshaittojen ehkäiseminen	40 % vuosiraja-arvosta (2 µg/m ³)	70 % vuosiraja-arvosta (3,5 µg/m ³)

Taulukko 12. Arviointikynnykset: arseeni, kadmium, nikkeli ja bentso[a]pyreeni (VNa 113/2017).

Epäpuhtaus	Alempi arviointikynnys (% tavoitearvosta)	Ylempi arviointikynnys (% tavoitearvosta)
Arseeni, As	40 % (2,4 ng/m ³)	60 % (3,6 ng/m ³)
Kadmium, Cd	40 % (2 ng/m ³)	60 % (3 ng/m ³)
Nikkeli, Ni	50 % (10 ng/m ³)	70 % (14 ng/m ³)
Bentso[a]pyreeni	40 % (0,4 ng/m ³)	60 % (0,6 ng/m ³)



← SOFTPOLIS

↑ ☒ WANHA RAAHE
↑ + ⓘ PEKKATORI

→ OULU

HOTELLI

YÖLII
HIUSTENLEIKKI
MEN'S S
Kävelyt
men's

habita

i-Aika

Oori-Aika

HOTELLI

SUNWAY

FREE

P

⚠

⚠

↓

↓

P

YÖLII
HIUSTENLEIKKI
MEN'S S
Kävelyt
men's

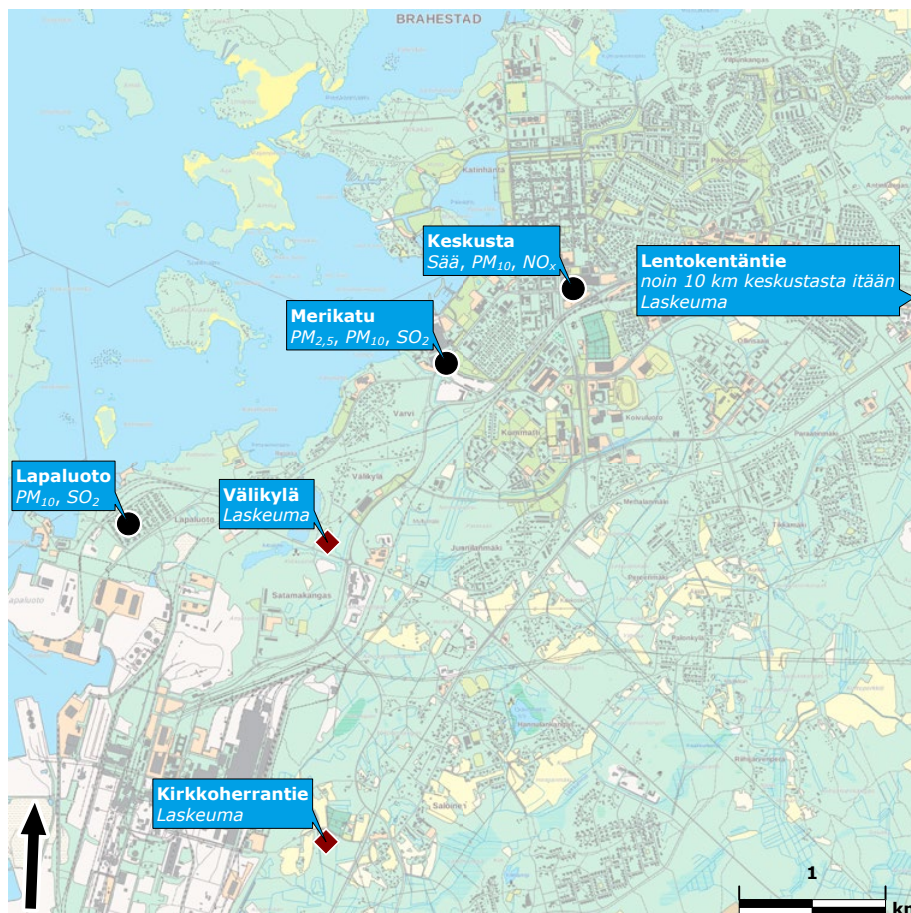
3. MITTAUKSET JA MENETELMÄT

3.1 Mittauspisteet

Raahessa tehtiin ilmanlaatumittauksia kuudessa mittauspisteessä. Kolmessa pisteessä tehtiin laajasti näytteenottoja ja jatkuvia mittauksia (mittausasemat). Loput kolme pistettä olivat laskeumamittauspisteitä. Mittausasemien ja laskeumamittauspisteiden sijainnit vuonna 2017 on esitetty kuvassa 1. Osaa laskeumamittauspisteistä siirrettiin vuoden 2014 syksyllä. Vuonna 2017 laskeumaa mitattiin Lentokentäntiellä (aikaisemmin Sarkalassa),

Kirkkoherrantiellä (aikaisemmin Saloisissa) ja Välikylässä. Lisätietoja laskeumamittauspisteiden siirrosta on vuoden 2014 ilmanlaaturaportissa.

Kaikista mitatuista komponenteista ei saatu dataa vuoden loppuun asti, koska mittaukset siirtyivät 1.1.2018 alkaen Raahen kaupungin hoidettaviksi (siirto aloitettiin jo vuoden 2017 lopulla).



Kuva 1. Mittausasemat (pallot) ja laskeumamittauspisteet (vinoneliöt) vuonna 2017. (Pohjakartta on Maanmittauslaitoksen avointa aineistoa, taustakartta 1:10000, helmikuu 2016.)

3.2 Menetelmät

Taulukossa 13 on esitetty ilmanlaadun mittausasemat Raahen alueella vuonna 2017.

Hiukkasia ja kaasumaisia yhdisteitä mitattiin Keskustan, Merikadun ja Lapaluodon mittausasemalla.

Mittaus- ja analyysimenetelmät on esitelty lyhyesti alla (Taulukko 14).

Taulukko 13. Raahen alueen mittausasemat ja analysoitavat parametrit vuonna 2017.

Mittausasema	Kuvaus	Määritettävä parametri	Määrittystiheys
Raahen keskusta	Liikenne	Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	Jatkuvatoiminen
		Typen oksidit, NO _x	
		Typpidioksidi, NO ₂	
		Typpioksidi, NO	
		Säätiedot	
		PAH-yhdisteet *	1 näyte (7 d)/2 vko
Raskasmetallit (PM ₁₀ :sta) *	1 näyte (7 d)/2 vko		
Merikatu	Liikenne ja teollisuus	Pienhiukkaset, PM _{2,5}	Jatkuvatoiminen
		Rikkidioksidi, SO ₂	1 näyte (24 h)/vko
		PAH-yhdisteet	
		Raskasmetallit (PM ₁₀ :sta) **	
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀ **	4 näytettä (24 h)/vko		
Lapaluoto	Teollisuus	Rikkidioksidi, SO ₂	Jatkuvatoiminen
		PAH-yhdisteet **	3 näytettä (24 h)/vko
		Raskasmetallit (PM ₁₀ :sta) **	1 näyte (24 h)/vko
		Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀ **	2 näytettä (24 h)/vko

* Näytteenotto suoritettiin TEOM 1400 ACCU -systeemin avulla.

** Näytteenotto suoritettiin FH95 LVS -referenssikeräimen avulla.

* ja ** Näytteenottoon käytettiin kvartsisuodattimia Munktell MK 360, Ø 47 mm.

Taulukko 14. Mittausnäytteiden analysoinnissa käytetyt menetelmät vuonna 2017. Standardien nimet on lueteltu lähdeluettelossa.

Parametri	Menetelmä
Rikkidioksidi, SO ₂	Jatkuvatoiminen SO ₂ -analysaattori: Merikatu: Thermo Electron model 43 C Lapaluoto: Thermo Electron model 43 I Standardi: SFS-EN 14212:2012
Typen oksidit, NO _x	Jatkuvatoiminen NO-NO ₂ -NO _x Environnement AC 32M Standardi: SFS-EN 14211:2012
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	Jatkuvatoiminen PM ₁₀ -analysaattori: TEOM 1400 Standardi: SFS-EN 12341:1998
Pienhiukkaset PM _{2,5}	Jatkuvatoiminen PM _{2,5} -analysaattori: TEOM 1400 AB Standardi: SFS-EN 12341:1998
Hiukkaset	Soveltaen standardia SFS 3863:1977
Laskeuma	SFS-EN 15841:2009, SFS-EN 15980:2011
Rauta (Fe), sinkki (Zn), lyijy (Pb), kadmium (Cd), arseeni (As), nikkeli (Ni), kromi (Cr), kupari (Cu), Vanadiini (V)	Perustuen standardiin SFS-EN 14902:2006. Alkuaineiden uutto ja analysointi on akkreditoitu mukautuvalla pätevyysalueella ICP-MS ja ICP-OES tekniikoille, perustuen mm. seuraaviin standardeihin: ISO 17294-2:2003 ja SFS-EN ISO 11885:2009
PAH-yhdisteet	Analysointi on akkreditoitu perustuen menetelmiin Nordtest Report NT Tech Report 329 ja ISO 18287:2006. Näytteenotto standardia SFS-EN 15549:2008 soveltaen.
Tuulen nopeus, tuulen suunta, lämpötila, ilmanpaine, suhteellinen kosteus	Sääasema Vaisala WXT520

3.3 Toimijat

Vuonna 2017 Raahen alueen ilmanlaadun seurantaan osallistui Raahen kaupungin lisäksi yhteensä kuusi toimijaa. Miilucast Oy, Raahen Energia Oy ja Raahen Satama Oy tulivat mukaan seurantaan vuonna 2015. Jo aikaisemmin seurannassa olivat mukana SSAB Europe Oy, Raahen Voima Oy ja Nordkalk Oy Ab. Kaikkien näiden toimijoiden sijainnit näkyvät kuvan 2 kartassa.

SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas valmistaa ns. standardi-, premium- ja erikoisteräksiä. Päätuotteita ovat kuumavalssatut levyt ja kelatuotteet. Tehtaalla on koksaaamo, kaksi masuunia, terässulatto sekä kuumavalssaamo. Alueella on myös raaka-aineiden ja materiaalien käsittelytoiminnot sekä rahtisatama.

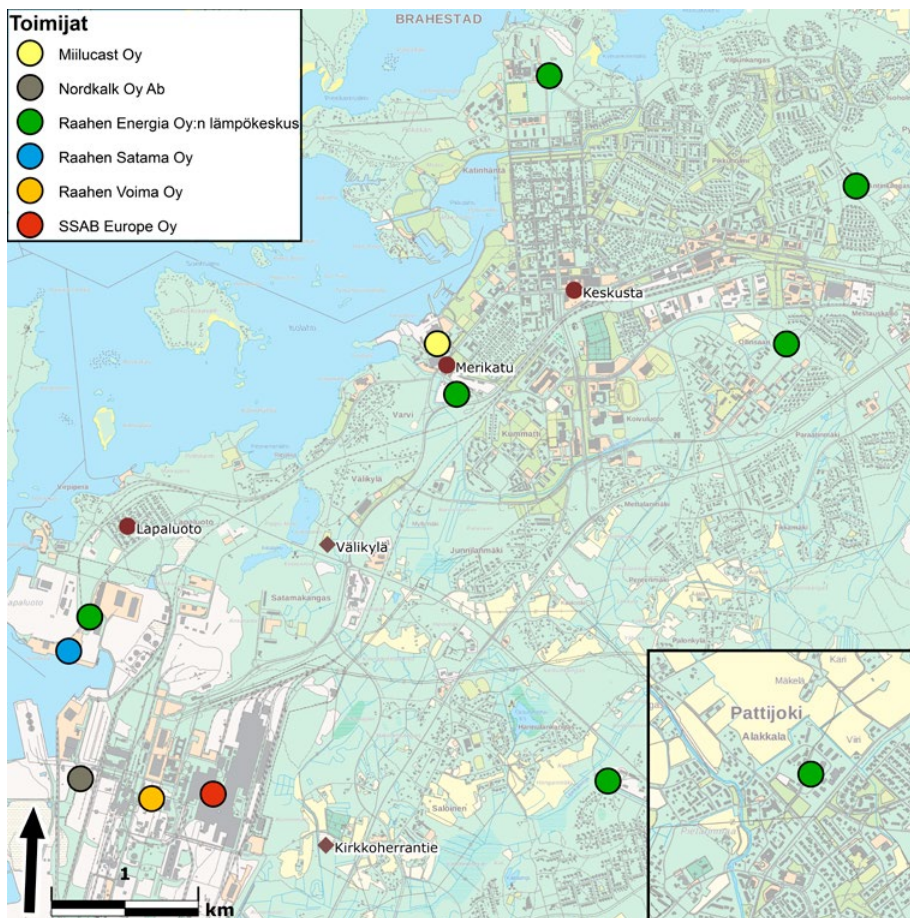
Raahen Voima Oy on EPV Energia Oy:n ja SSAB Europe Oy:n omistama yhteisyritys. Raahen Voima Oy osti keväällä 2014 terästehtaan voimalaitosliiketoiminnan. Voimalaitoksen päätehtäviä ovat masuunien puhallusilman tuottaminen, höyryn tuotanto sekä sähkön tuotanto ja jakelu tehtaalle. Lisäksi voimalaitos toimittaa myös kaukolämpöä tehtaan ja Raahen kaupungin verkostoon.

Nordkalk Oy Ab operoi Raahessa kahta kalkkiuunia SSAB:n Raahen terästehtaan yhteydessä. Uuneissa poltetaan Nordkalkin omaa kalkkikiveä Gotlannin Storugnsista ja Norjan Verdalista.

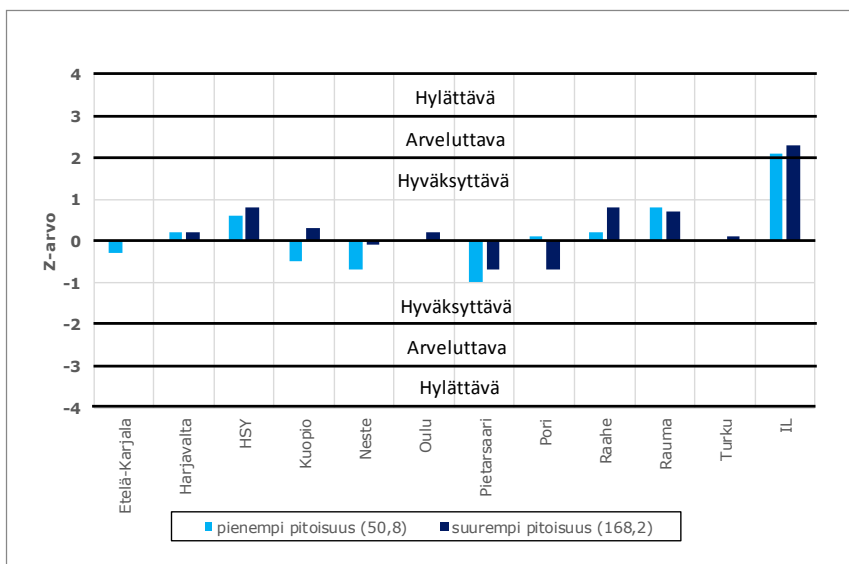
Miilucast Oy valmistaa koneistettuja teräsvalutuotteita. Tyypillisiä tuotteita ovat pumppujen ja venttiilien osat sekä paperikoneiden osat. Tuotantoa varten Miilucast Oy:llä on käytössä kuusi induktiouunia. Yhtiön teräsvalimo sijaitsee Merikadun mittausaseman läheisyydessä.

Raahen Energia Oy on Raahen kaupungin omistama energiayhtiö. Yhtiö hankkii valtaosan Raahen kaupunkialueen kaukolämmöstä ostolämpönä Raahen Voima Oy:ltä, joka myy SSAB Europe Oy:n terästehtaan hukkalämpöä. Raahen energia tuottaa itse kaukolämpöä vara- ja huippuvoimana yhdellä pellettilämpökeskuksella kuudella öljyllä toimivalla lämpökeskuksella.

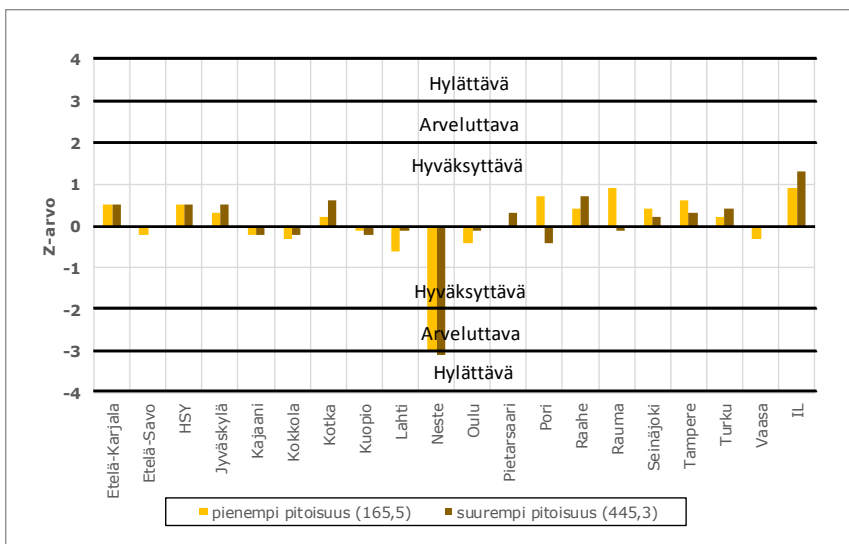
Raahen Satama Oy vastaa Raahen sataman toiminnasta. Satama sijaitsee kahdessa osassa Lapaluodossa sekä SSAB Europe Oy:n terästehtaan läheisyydessä. Satamassa on liikennettä useiden satojen alusten verran vuodessa, esim. vuonna 2017 laivaliikennettä oli 541 aluksen verran.



Kuva 2. Tutkimukseen osallistuvien toimijoiden toimintojen sijainnit. Raahen Energia Oy:llä on sairaalan lähellä kaksi lämpökeskusta. Mittausasemat ja mittauspisteet (paitsi Lentokentäntie) näkyvät myös kartalla. (Pohjakartta on Maanmittauslaitoksen avointa aineistoa, taustakartta 1:10000, helmikuu 2016.)



Kuva 3. Kansallisen vertailumittauksen tulokset SO₂-mittaukselle. Datan lähde Saarnio et al. 2018.



Kuva 4. Vertailumittauksen tulokset NO-mittaukselle. Datan lähde Saarnio et al. 2018.

4. TULOSTEN LAADUNVARMISTUS

Ilmanlaadun mittaus sisältää sekä päivittäisiä, että pidemmän aikavälin toimenpiteitä mittausten laadun varmistamiseksi ja jatkuvaksi parantamiseksi. Raahessa toteutettavat laadunvarmistustoimenpiteet noudattavat Ilmanlaadun mittausohjetta (Karstastenpää ym.,2004).

Metalli- ja PAH-analyysit teetettiin Eurofins Environment Testing Finland Oy:llä (3.4.2017 saakka Ramboll Analytics). Laboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima (eli päteväksi toteama) testauslaboratorio T039, akkreditointivaatimus SFS-EN ISO/IEC 17025. Akkreditoitu pätevyysalue on löydettävissä FINASin www-sivuilta tunnuksella T039. FINAS toteaa laboratorion toiminnan pätevyuden vuosittain.

Jatkuvatoimisten SO₂- ja NO_x-analysointilaitteiden nolla- ja aluetaso kalibroitiin automaattisesti kerran vuorokaudessa. Kalibrointi tapahtui laitteen permeaatioputken tuottamaan vakioipitoisuuteen vertaamalla. Lisäksi SO₂- ja NO_x-analysointilaitteet kalibroitiin neljä kertaa vuodessa käyttäen kansalliseen mittanormaaliin jäljitettäviä kalibrointikaasuja, joiden analyysitarkkuudet ovat ±3 % (SO₂) ja ±2 % (NO). Jatkuvatoimisten hiukkasmittareiden virtaukset tarkistettiin neljä kertaa vuodessa ja vaakavakion arvo kaksi kertaa vuodessa.

Mittauksissa tai laitteissa havaitut ongelmat ja poikkeamat, esimerkiksi sähkökatkot, ja mittaustuloksiin vaikuttava toiminta mittausaseman ympäristössä, tiedonsiirto-ongelmat, mahdolliset kaukokulkeumat ja muut vastaavat kirjattiin. Lisäksi laitteiden toimintaa ja niihin liittyviä parametre-

ja seurattiin säännöllisesti. Laitehäiriöiden ja kalibrointien vaikutukset korjattiin raportoitaviin mittaustuloksiin.

Raahen ilmanlaadun mittauksille toteutettiin Ramboll Finland Oy:n sisäinen auditointi heinäkuussa 2017. Auditoinnin kohteena olivat mittaus- ja menetelmäohjeet, mittaushenkilöstö ja toiminnan yleinen dokumentointi.

Mittausten yleistä tasoa ja vertailukelpoisuutta muiden mittaajien tuloksiin seurataan osallistumalla kansallisiin vertailumittauksiin. Vertailumittaukset toteutetaan yleensä vain kaasumaisten epäpuhtauksien osalta. Edellisen kerran Ilmatieteen laitos järjesti vertailumittaukset vuonna 2011 (tiedot vuoden 2012 raportissa).

Vuonna 2017 Ilmatieteen laitos järjesti ilmanlaadun kansallisen vertailulaboratorion vertailumittauskampanjan. Vertailumittauksiin osallistui 18 ilmanlaadun mittaajaa (18 osallistui NO-vertailuun ja 12 SO₂-vertailuun). Seuraavassa (Kuva 3, Kuva 4) on esitetty vertailumittauksen tulokset tilastollisen Z-arvon perusteella. Raahen ilmanlaadun mittaukset täyttivät vaatimuksen $|Z| < 2$ hyvin. (Saarnio *et al.* 2018)

Ilmatieteen laitos suoritti vertailumittauskampanjan ohessa mittausasemien auditoinnit ilmanlaatuasetuksessa 79/2017 asetetun tehtävän mukaisesti. Auditoinnissa tarkastelun kohteena olivat verkon laatujärjestelmä, mittaushenkilöstö, mittausasemiin liittyvä dokumentointi ja laadunvarmennustoimet sekä asemilla että toimistolla. Raahen mittausverkon auditoinnissa ei havaittu merkittäviä poikkeamia. (Saarnio *et al.* 2018)



Raahen Energian Oy:n pellettilämpökeskus (kuva Raahen Energia Oy)

5. PÄÄSTÖT

Päästötiedot on saatu toiminnanharjoittajilta sekä VTT:n LIPASTO- ja MEERI-järjestelmistä. Päästötiedot perustuvat toiminnanharjoittajien velvoitetarkkailuihin.

5.1 Teollisuuden ja energiantuotannon päästöt

Raahen alueella merkittävimmät teollisuuden päästöt muodostuvat SSAB Europe Oy:n, Nordkalk Oy Ab:n, Raahen Voima Oy:n, Raahen Energia Oy:n ja Miilucast Oy:n toiminoista.

Alla (Kuva 5, Kuva 6, Kuva 7, Kuva 8) on esitetty suurimmat teollisuuden päästöt vuodelta 2017. Esitetyt päästöt ovat piippupäästöjä, eli hajapäästöt eivät ole mukana kaavioissa.

SSAB Europe Oy:n rikkidioksidipäästöt (SO₂) olivat kasvaneet edelliseen vuoteen verrattuna. SSAB Europe Oy:n rikkidioksidipäästöjen vuosittainen vaihtelu johtuu säännöllisesti kahden vuoden välein tehtävistä rikinpoistolaitoksen huoltotoista, jotka vaikuttavat kyseisen vuoden kokonaispäästö määrään sitä nostavasti. Ennen vuotta 2012 hiukasten, SO₂:n ja metallien päästöt olivat merkittävästi suuremmat, mikä johtuu terästehtaan toimintojen muutoksista vuonna 2011, jolloin uusittiin masuunin pölynpoistojärjestelmät ja lopetettiin sintraamon toiminta.

Nordkalk Oy Ab:n ilmoitetut SO₂-päästöt olivat kasvaneet vuodesta 2016. Tämä johtuu siitä, että päästöjen laskentamenetelmä oli muuttunut: osa aikaisemmin SSAB Europe Oy:n tietoihin sisällyneistä päästöistä tuli Nordkalk Oy Ab:n osaksi.

Raahen Voima Oy:n päästöt ovat sisällyneet ennen vuotta 2014 SSAB Europe Oy:n lukuihin. Miilucast Oy:n metallipäästöt olivat 145 kg vuonna 2017, mikä sisälsi alumiinin, arseenin, kadmiumin, kromin, kuparin, mangaanin, nikkelin, lyijyn, titaanin, sinkin, raudan, mangaanin sekä rikin ja piin.



Kuva 9. Merikadun mittausasema.

5.2 Liikenteen päästöt

5.2.1 Tieliikenne

Yleensä ottaen liikenteen päästöt edustavat merkittävää osaa ilman epäpuhtauksista. Merkitystä lisää se, että ne vapautuvat lähellä ihmisten hengityskorkeutta. Päästö määrien kehitykseen ovat vaikuttaneet uusien henkilöautojen pienemmät päästöt, biopolttoaineet ja osin myös yleinen talouden tilanne.

Liikennemäärien muutokset peräkkäisten vuosien välillä ovat kuitenkin niin pieniä, että niiden vaikutusta ilmanlaatuun on vaikea havaita ilmanlaadun epäpuhtauksien mittauksissa. Liikennemäärien muutoksia suurempi vaikutus historiallisesti on sellaisilla tekniikan ja lainsäädännön muutoksilla kuten katalysaattorin käyttöönotto tai lyijyttömien polttoaineiden käyttö.

Vuosittaisia tilastoja liikenteen määrien kehityksestä, -päästöistä ja energian kulutuksesta julkaisee valtakunnallisesti Liikennevirasto. VTT:n LIPASTO-järjestelmän avulla voi tehdä ennusteita myös tulevaisuudesta. Sen mukaan liikenteen päästöt Suomessa ovat hienoisessa laskussa.

Taulukko 15. Raahan alueen tieliikenteen päästöt vuonna 2016 (Lähde VTT, LIISA-järjestelmä)

Yhdiste	päästö [t/a]
Hiilimonoksidi, CO	240
Hiilivedyt, HC	31
Typen oksidit, NO _x	150
Hiukkaset	4,7
Metaani, CH ₄	2,9
Typpioksiduuli, N ₂ O	1,1
Rikkidioksidi, SO ₂	0,20
Hiilidioksidi, CO ₂	53 000

Taulukko 16. Raahan sataman laivaliikenteen päästöt vuonna 2016 (Lähde VTT, MEERI-järjestelmä)

Yhdiste	päästö [t/a]
Hiilimonoksidi, CO	10
Hiilivedyt, HC	2,8
Typen oksidit, NO _x	74
Hiukkaset	1,9
Metaani, CH ₄	0,37
Typpioksiduuli, N ₂ O	0,10
Rikkidioksidi, SO ₂	2,3
Hiilidioksidi, CO ₂	4 100

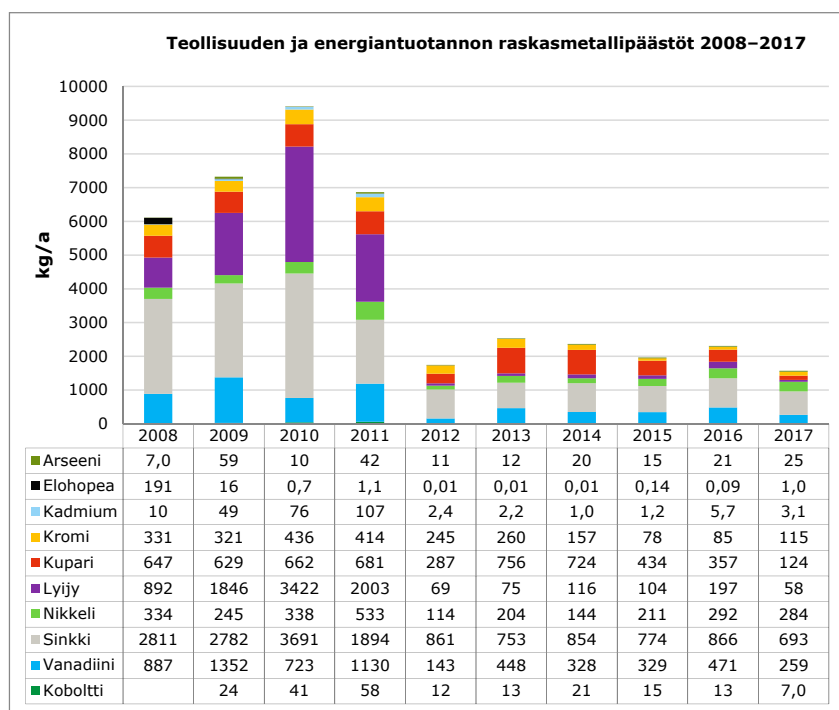
5.2.2 Laivaliikenne

Raahan sataman päästöt muodostuvat satamassa vieraillevien laivojen päästöistä, sekä työkoneiden ja kuljetuskaluston pakokaasupäästöistä.

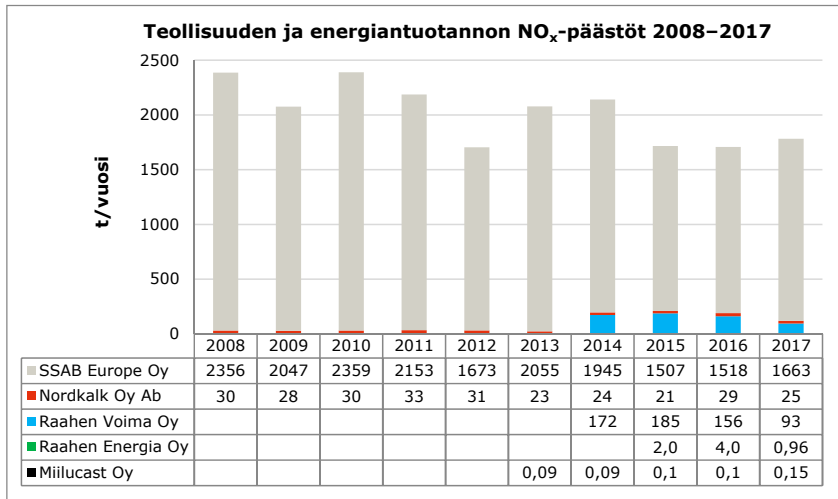
Sataman päästöjen laskennassa laivaliikenteen päästöiksi lasketaan 20 minuuttia sisäänajoa ja 20 minuuttia ulosajoa alennetulla teholla (20 %). MEERI-laskentajärjestelmän viimeisin julkaistu tieto vuoden 2016 päästötiedoista (Taulukko 16) kertoo Raahan satamassa käyneen 541 alusta. Vuonna 2017 aluksia kävi Raahan satamassa yhteensä myös 541 kappaletta.

Sataman typen oksidien päästöt olivat noin 5 % teollisuuden päästöistä, ja hiukkas- ja SO₂-päästöjen osuus jäi alle kahteen prosenttiin.

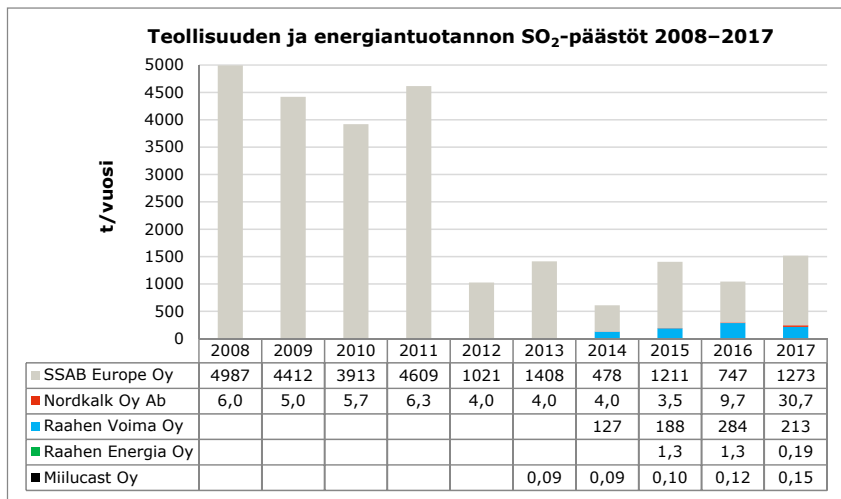
Vuoden 2015 alusta astui voimaan EU:n direktiivi joka säätelee laivojen Itämerellä käyttämän polttoaineen rikkipitoisuutta. Laivaliikenteen rikkidioksidipäästöt olivat MEERI-laskentajärjestelmän mukaan Raahessa vuonna 2015 alle puolet vuoden 2014 päästöistä (vuonna 2014 6,9 t/a; vuonna 2015 2,7 t/a), vaikka aluskäyntien määrä oli likimain sama kyseisinä vuosina (noin 600 vuodessa).



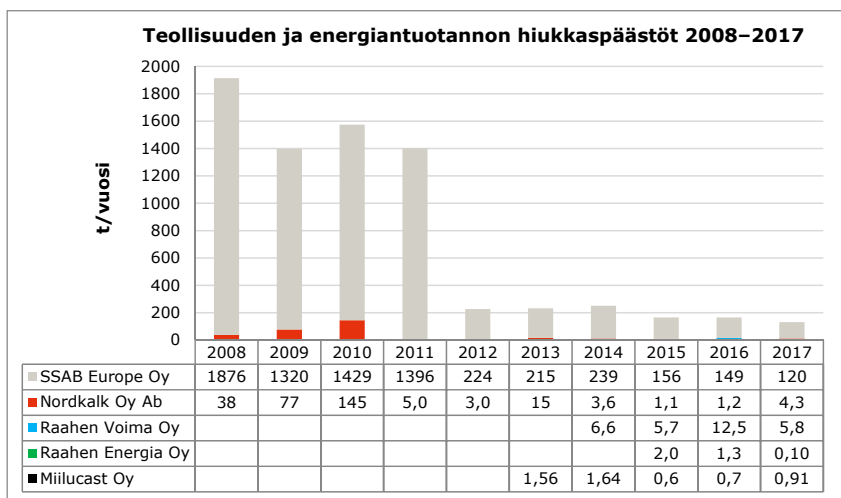
Kuva 5. Teollisuustoimijoiden yhteenlasketut raskasmetallipäästöt (kg/vuosi) vuosina 2008–2017 (SSAB Europe Oy, Raahan Voima Oy, Nordkalk Oy Ab sekä vuodesta alkaen 2014 Raahan Energia Oy). Pitoisuuksissa on nähtävissä sintraamon sulkemisen vaikutus vuodesta 2011 alkaen, erityisesti lyijyssä.



Kuva 6. SSAB Europe Oy:n (2008–2017), Nordkalk Oy Ab:n (2008–2017), Raahen Voima Oy:n (2014–2017), Raahen Energia Oy:n (2015–2017) ja Miilucast Oy:n (2013–2017) NO_x-päästöt vuosina 2008–2017.



Kuva 7. SSAB Europe Oy:n (2008–2017), Nordkalk Oy Ab:n (2008–2017), Raahen Voima Oy:n (2014–2017), Raahen Energia Oy:n (2015–2017) ja Miilucast Oy:n (2013–2017) SO₂-päästöt vuosina 2008–2017.



Kuva 8. SSAB Europe Oy:n (2008–2017), Nordkalk Oy Ab:n (2008–2017), Raahen Voima Oy:n (2014–2017), Raahen Energia Oy:n (2015–2017) ja Miilucast Oy:n (2013–2017) hiukkaspäästöt vuosina 2008–2017.



6. ILMANLAATU

Ilmalaatuun liittyvät tulokset perustuvat vuositarkkailun osana tehtyihin mittauksiin.

6.1 Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksiä käytetään päivittäisessä tiedotuksessa ilmanlaadusta. Mittausasemakohtainen ilmanlaatuindeksi voidaan ilmaista havainnollisella väriasteikolla sekä laatusanoilla (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono) (Taulukko 17). Tässä raportissa ilmanlaatuindeksin laskennassa on käytetty Ilmanlaatuportaalissa kuvattua menetelmää (ilmanlaatu.fi 2017). Menetelmä on YTV:n (nykyisin HSY) kehittämä ja ylläpitämä (www.hsy.fi 2017).

Ilmanlaatuindeksi on laskennallinen suure, joka muodostetaan rikkidioksidin (SO₂), typpidioksidin (NO₂), hengitettävien hiukkasten (PM₁₀), pienhiukkasten (PM_{2,5}), otsonin (O₃), hiilimonoksidin (CO) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuuksista. Ilmanlaatuindeksi lasketaan tunneittain yksittäiselle mittausasemalle, ja se havaintoajan ilmanlaatu suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin (Taulukko 18). Koska mittausasemilla ei pystytä mittaamaan kaikkia ilmanlaatuindeksiin vaikuttavia parametreja, lasketaan indeksi vain mitattavista parametreista. Tästä syystä eri mittausasemien ilmanlaatuindeksit eivät ole välttämättä suoraan vertailukelpoisia keskenään.

Merikadun ilmanlaatuindeksit on laskettu rikkidioksi- di- ja PM_{2,5} pitoisuuksien tuntikeskiarvojen perusteella ja Keskustan mittausaseman ilmanlaatuindeksi typpidioksi-

di- ja PM₁₀-pitoisuuksien perusteella. Lapaluodossa tunti- pohjaista mittausdataa on vain rikkidioksidipitoisuuksista, minkä vuoksi kyseisen mittausaseman ilmanlaatuindeksiä ei ole esitetty. Vuonna 2017 Lapaluodon rikkidioksidipitoisuu- suudet olivat ilmanlaatuindeksin rajoihin verrattuna tasolla ”hyvä” yli 96 % vuodesta.

Vuonna 2017 Merikadun mittausasemalla ilmanlaatuindek- si oli suurimman osan aikaa hyvä (86,8 %) tai tyydyttävä (2,3 %) vuodesta. Merikadulla ilmanlaatuindeksi oli tasolla välttävä 0,2% (18 tuntia) ja huono 0,03 % vuodesta (3 tuntia). (Kuva 10)

Merikadun ilmanlaatuindeksiä heikensivät eniten PM_{2,5}- pitoisuudet. Rikkidioksidin alaindeksi oli tyydyttävä kolme- na tuntina (0,03 % vuodesta).

Keskustan mittausasemalla vuonna 2017 ilmanlaatuin- deksi oli enimmäkseen hyvä, kaikkiaan 91,7 % vuodesta. Se oli tyydyttävä 4,3 %:na ja välttävä noin 0,5 %:na vuoden tunneista. Ilmanlaatuindeksi ei ollut lainkaan tasolla huono tai erittäin huono. (Kuva 11)

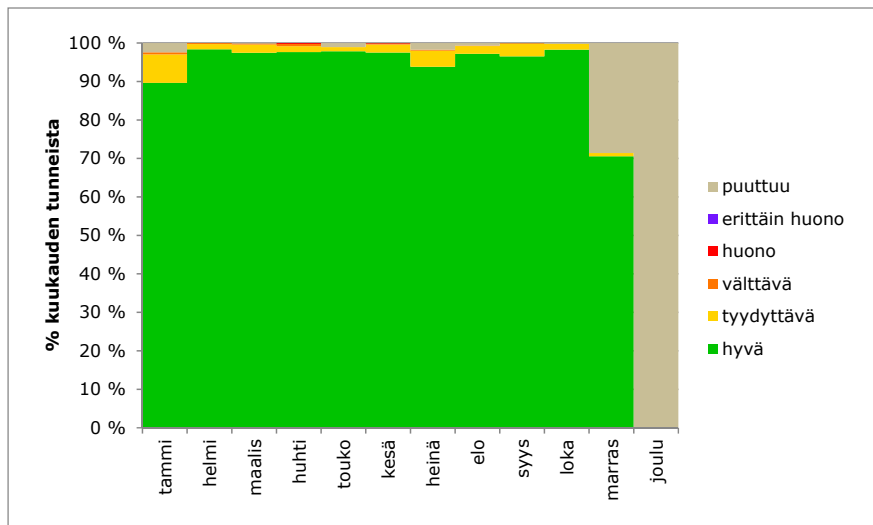
Keskustan mittausasemalla ilmanlaatuindeksin heikke- nemiseen tyydyttäväksi vaikuttivat sekä PM₁₀-pitoisuudet että NO₂-pitoisuudet. PM₁₀-pitoisuus aiheutti välttävän in- deksin yhdeksänä tuntina ja NO₂-pitoisuus 34 tuntina. Yhtä aikaa ne olivat välttävällä tasolla ainoastaan yhtenä tuntina perjantaina 31.3.2017 illalla klo 22.

Taulukko 17. Ilmanlaatuindeksien kuvaukset (HSY 2017).

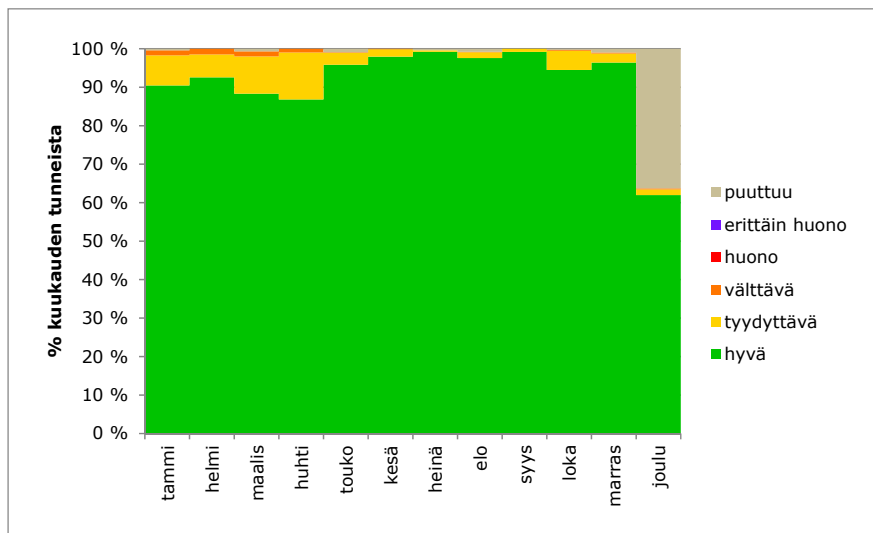
Ilmanlaatuindeksi	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
Erittäin huono ■	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
Huono ■	Mahdollisia herkillä yksilöillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
Välttävä ■	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
Tyydyttävä ■	Hyvin epätodennäköisiä	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
Hyvä ■	Ei todettuja	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä

Taulukko 18. Ilmanlaatuindeksin alaindeksien laskennassa käytettävät rajat tuntikeskiarvoille ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

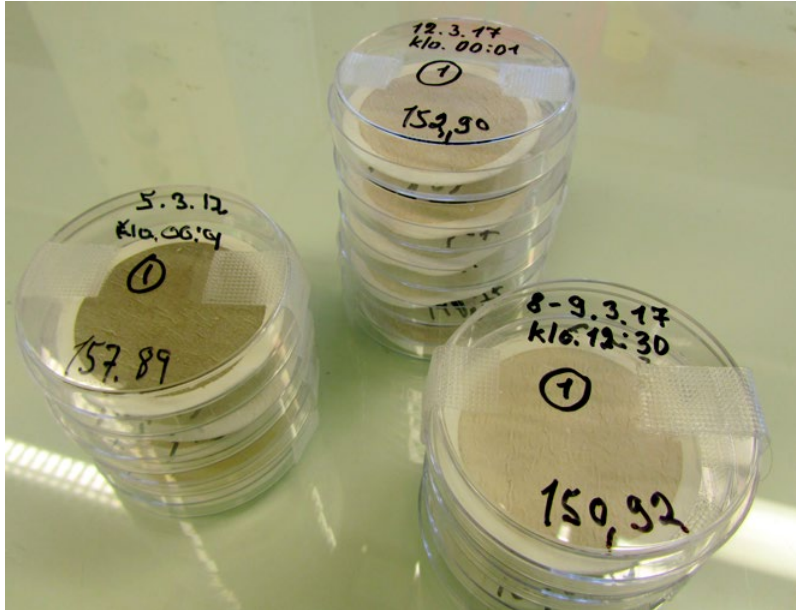
Ilmanlaatuindeksi	CO	NO ₂	SO ₂	O ₃	PM ₁₀	PM _{2,5}	TRS
Erittäin huono ■	> 30000	> 200	> 350	> 180	> 200	> 75	> 50
Huono ■	20000–30000	150–200	250–350	140–180	100–200	50–75	20–50
Välttävä ■	8000–20000	70–150	80–250	100–140	50–100	25–50	10–20
Tyydyttävä ■	5000–8000	40–70	20–80	60–100	20–50	10–25	5–10
Hyvä ■	< 4000	< 40	< 20	< 60	< 20	< 10	< 5



Kuva 10. Merikadun mittausaseman ilmanlaatuindeksi kuukausittain vuonna 2017 SO₂- ja PM_{2,5}-tuloksista laskettuna. "Puuttuu" tarkoittaa tunteja, joilta mittausdataa ei ollut saatavilla.



Kuva 11. Keskustan mittausaseman ilmanlaatuindeksi kuukausittain vuonna 2017 NO₂- ja PM₁₀-tuloksista laskettuna. "Puuttuu" tarkoittaa tunteja, joilta mittausdataa ei ollut saatavilla.



Kuva 12. Metallianalyysia odottavia hiukkassuodattimia (Kuva: Leena Junnila).

6.2 Hiukkaset

Eri lähteistä peräisin olevien hiukkasten vaikutukset terveyteen voivat olla erilaisia ja erisuuruisia. Hiukkasten vaikutukset terveyteen riippuvat niiden määrän lisäksi niiden fysikaalisista ja kemiallisista ominaisuuksista, kuten koosta ja koostumuksesta. Aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 μm :n hiukkasia kutsutaan hengitettäviksi hiukkasiksi (PM_{10}). Ne kulkeutuvat hengitysilman mukana nenäonteloa ja kurkunpäästä syvemmälle hengitysteihin. Aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 2,5 μm hiukkaset eli pienhiukkaset ($\text{PM}_{2,5}$) kulkeutuvat keuhkojen ääreisiin, aina keuhkorakkuloihin saakka. Pienhiukkasia pidetään länsimaissa merkittävimpana terveyshaittaa aiheuttavana ilman epäpuhtautena.

Vuonna 2017 hiukkaspitoisuuksia (PM_{10} ja $\text{PM}_{2,5}$) mitattiin Raahen Keskustassa, Lapaluodossa ja Merikadulla. Keskustan mittausasemalla mitattava PM_{10} ja Merikadun $\text{PM}_{2,5}$ mitattiin jatkuvatoimisesti. Merikadun ja Lapaluodon PM_{10} -pitoisuudet mitattiin keräimillä, joilla otetaan näytettä 24 tuntia kerrallaan, josta saadaan tulokseksi hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus. Vuorokausimittauksia tehtiin Merikadulla 199 kpl (kattavuus 55 %) ja Lapaluodossa 97 kpl (kattavuus 27 %).

Jatkuvatoimisten hiukkasanalysointilaitteiden mittaus tuloksia korjattiin kalibroitofunktioilla, jotka perustuivat

Ilmatieteen laitoksen Kuopiossa teettämien vertailumittausten tuloksiin (Waldén et al. 2017). Keskustan PM_{10} -mittausten kalibroitofunktio oli $y = 0,848x$. Merikadun $\text{PM}_{2,5}$ -tuloksille kalibroitofunktio oli $y = 1,009x - 1,681$, mutta tätä ei sovellettu tuloksiin, jotka olivat pienempiä kuin 2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Vuonna 2017 Keskustan mittausaseman jatkuvatoimistista PM_{10} -mittauksista puuttui havaintoja yhteensä 288 tunnin ajalta. Ne johtuivat suurimmaksi osaksi siitä, että mittausdataa ei ollut saatavilla 20.12.2017 klo 17 jälkeen. Koko vuoden mittausten ajallinen kattavuus oli 96,7 %.

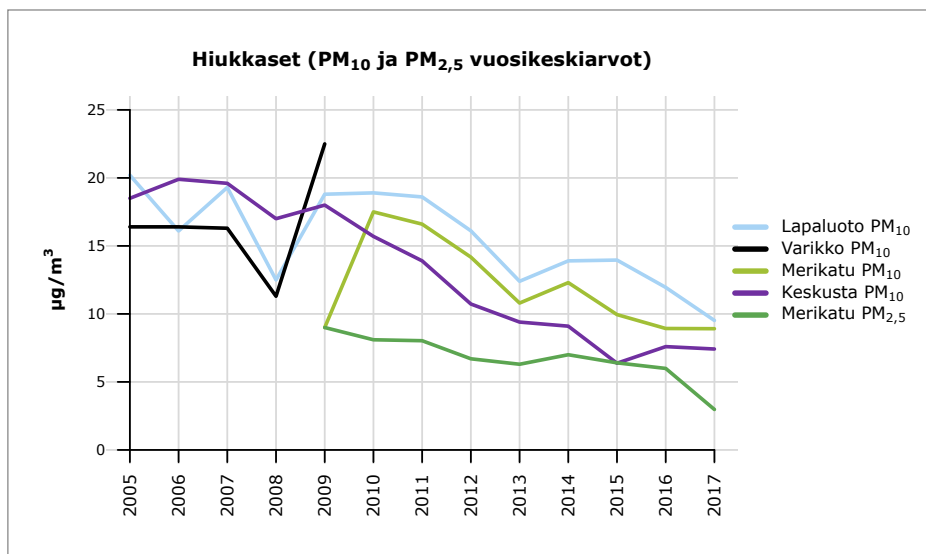
Merikadun mittausaseman jatkuvatoimiset $\text{PM}_{2,5}$ -mittausten dataa ei ollut käytettävissä 22.11.2017 klo 12:n jälkeen. $\text{PM}_{2,5}$ -mittausten ajallinen kattavuus Merikadulla oli vuositasolla 88,8 %.

Kalenterivuoden raja-arvot, $\text{PM}_{10} = 40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja $\text{PM}_{2,5} = 25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eivät ylittyneet millään mittausasemalla. PM_{10} -pitoisuuden alempi arviointikynnys vuosikeskiarvolle (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ei ylittynyt millään asemalla. PM_{10} -vuorokausipitoisuuksiin liittyvän alemman arviointikynnyksen (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, saa ylittyä 35 kertaa vuodessa) lukuarvo ylittyi joitain kertoja mittausasemilla, mutta tämän arviointikynnyksen ei katsota ylittyneen, koska ylityksiä oli alle 35 kertaa vuonna 2017.

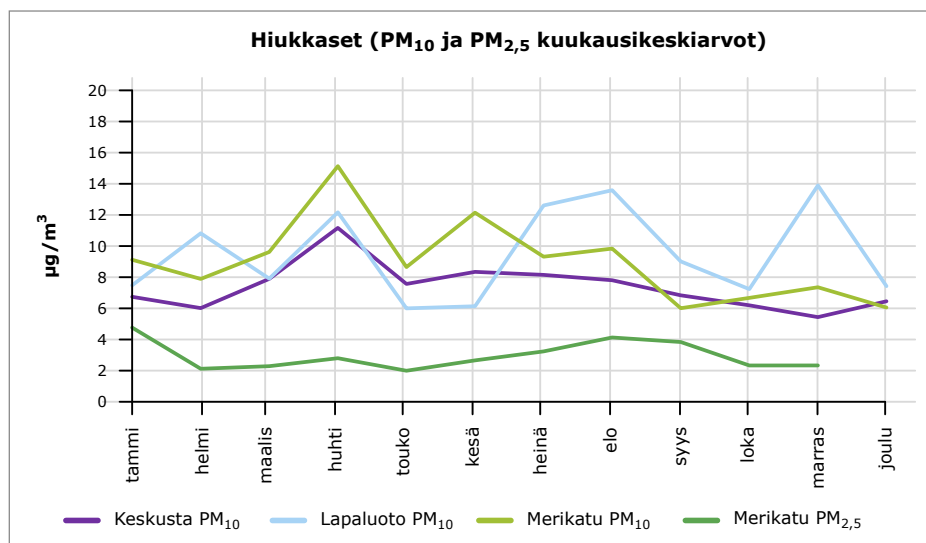
Taulukko 19. Hiukkaspitoisuuksien (PM₁₀ ja PM_{2,5}) vuosikeskiarvot vuosina 2007–2017.

µg/m ³	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Raja-arvo
Lapaluoto PM ₁₀	19	12	19	19	19	16	12	14	14	12	9,5	40
Varikko PM ₁₀	16	11	22*	-	-	-	-	-	-	-	-	40
Merikatu PM ₁₀	-	-	9,0**	18	17	14	11	12	10	8,9	8,9	40
Keskusta PM ₁₀	20	17	18	16	14	11	9,4	9,1	6,4	7,6	7,4‡	40
Merikatu PM _{2,5}	-	-	6,4**	8,1	8,0	6,7	6,3	7,0	6,4	6,0	3,0‡	25

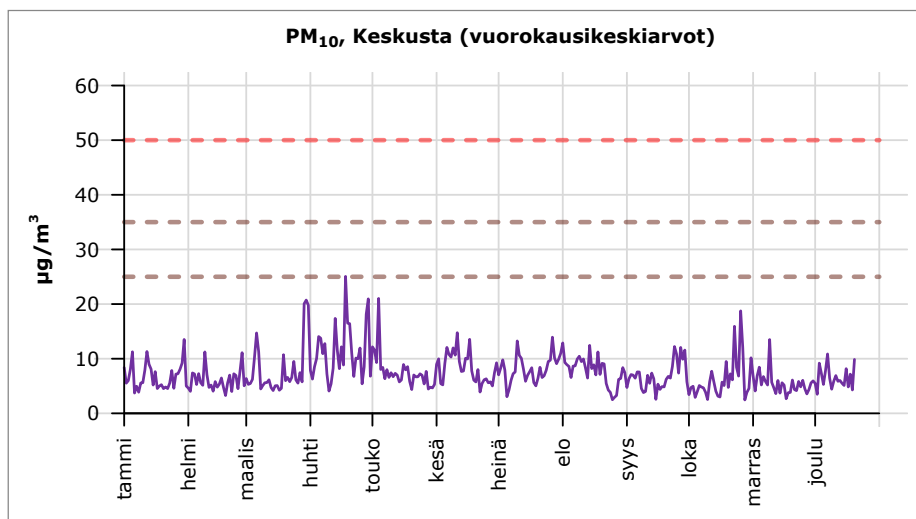
*mittausaika 9 kk, **mittausaika 3 kk, ‡käytetty korjauskerrointa



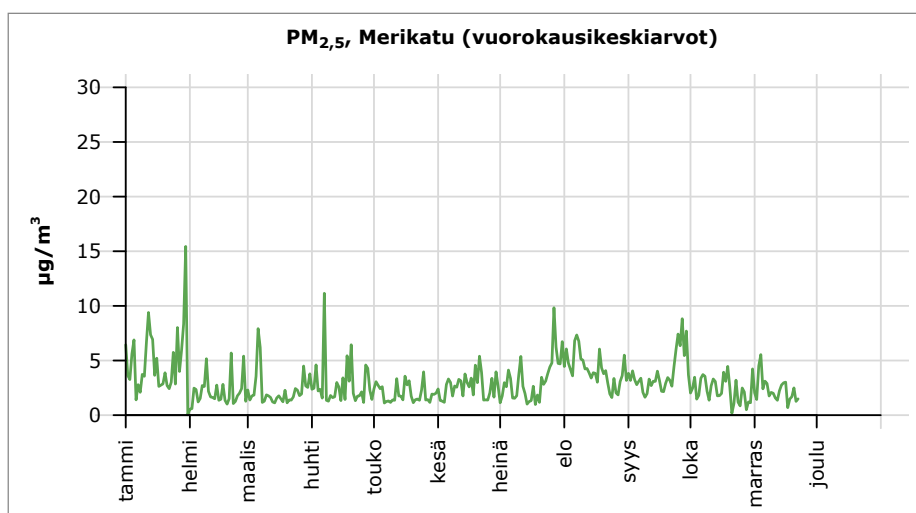
Kuva 13. Hiukkaspitoisuuksien vuosikeskiarvot (PM₁₀ ja PM_{2,5}) 2005–2017. Vuoden 2009 lopulla Varikon mittausasema siirrettiin Merikadulle, jossa mittauustoiminta jatkui. PM₁₀-vuosisiraja-arvo on 40 µg/m³ (ei kuvassa), ja PM_{2,5}-vuosisiraja-arvo on 25 µg/m³ (kuvan yläreunassa).



Kuva 14. Hiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot vuonna 2017 (PM₁₀ ja PM_{2,5}).



Kuva 15. Hengitettävien hiukkasten (PM10) pitoisuuden vuorokausikeskiarvot Keskustan mittausasemalla vuonna 2017. Punainen katkoviiva on vuorokausiraja-arvo 50 µg/m³, keskimäinen on ylempi arviointikynnys 35 µg/m³ ja alin on alempi arviointikynnys 25 µg/m³. Raja-arvo ja arviointikynnykset saivat ylittyä 35 kertaa vuoden aikana.



Kuva 16. Pienhiukkasten pitoisuuden (PM2,5) vuorokausikeskiarvot Merikadulla vuonna 2017. PM2,5-vuorokausikeskiarvolle ei ole raja-arvoa. Vuosikeskiarvon raja-arvo on 25 µg/m³.

6.3 Hengitettävien hiukkasten koostumus

Analyysilaboratorio siirtyi Eurofins Scientificin omistukseen maaliskuussa 2017. Laboratorion uusi nimi oli Eurofins Environment Testing Finland Oy. Omistajanvaihdos ei aiheuttanut muutoksia analyysimenetelmissä.

6.3.1 Metallipitoisuudet

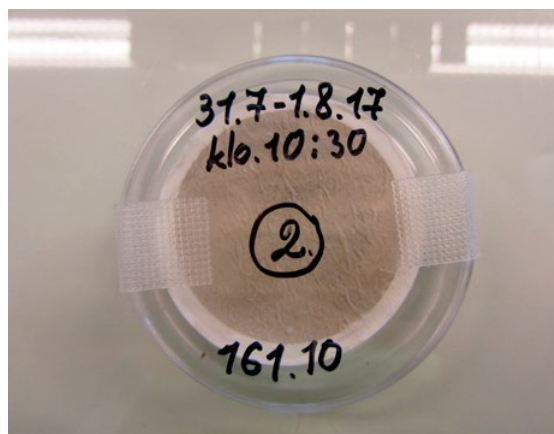
Hengitettävistä hiukkasista tutkittiin metallipitoisuuksia. Lyijylle (Pb), arseenille (As), kadmiumille (Cd) ja nikkelille (Ni) on annettu raja- ja tavoitearvot. Näiden lisäksi määritettiin kromin (Cr), kuparin (Cu), raudan (Fe), sinkin (Zn) ja vanadiinin (V) pitoisuuksia. Lapaluodossa ja Merikadulla hiukkasia (PM₁₀) kerättiin suodattimelle, josta metallipitoisuus määritettiin laboratoriossa. Keräysjakso oli 24 tunnin mittaisia ja vuonna 2017 niitä oli Lapaluodon mittausasemalla 52 kpl ja Merikadulla 49 kpl. Keskustan mittausasemalla metallit kerättiin seitsemän päivän jaksoissa (poikkeukset: 5.–11.1., 29.3.–4.4., ja 26.–31.12.), ja keräysjaksoja oli vuonna 2017 yhteensä 26 kpl.

Lyijypitoisuuden kalenterivuoden keskiarvo oli mittausasemilla välillä 0,003–0,005 µg/m³ (eli 3–5 ng/m³). Raja-arvo lyijyn vuosikeskiarvolla on 0,5 µg/m³ (VNa 79/2017) (500 ng/m³), joten lyijyn pitoisuudet Raahessa vuonna 2017 tehdyissä mittauksissa eivät ylittäneet raja-arvoa eivätkä alemmaa arviointikynnystä (0,25 µg/m³ = 250 ng/m³).

Hengitettävien hiukkasten metallipitoisuuksien vuosikeskiarvoille on valtioneuvoston asetuksessa 113/2017 annettu tavoitearvoja ja arviointikynnyksiä (As, Cd ja Ni). Mittauksilla on myös vaatimus ajallisesta kattavuudesta, joka on 50 % jatkuville ja 14 % suuntaa-antaville mittauksille. Ajallinen kattavuus Keskustassa oli 50 % ja Lapaluodossa sekä Merikadulla kummassakin 14 %.

Raahan vuoden 2017 mittaustulokset olivat arseenin (6 ng/m³) ja kadmiumin (5 ng/m³) osalta selvästi alle tavoitearvon, eikä myöskään alempi arviointikynnys (arseni: 2,4 ng/m³; kadmium: 2 ng/m³) ylittynyt millään mittausasemalla.

Nikkelipitoisuuden suurin vuosikeskiarvo havaittiin Merikadun mittausasemalla. Tämä pitoisuus oli 18 ng/m³. Tulos oli pienempi kuin tavoitearvo (20 ng/m³) mutta suurempi kuin kumpikin arviointikynnys (alempi: 10 ng/m³; ylempi: 14 ng/m³). Arviointikynnyksen katsotaan ylittyvän, kun kynnyksen lukuarvo on ylittynyt vähintään kolmena vuonna viiden vuoden aikana. Alemman arviointikynnyk-



Kuva 17. Metallianalyseja varten suodattimelle kerätty hiukkasanäyte Lapaluodosta 31.7.–1.8.2017 (Kuva: Leena Junnila).

sen lukuarvo oli ylittynyt vuosina 2012, 2014 ja 2016 (Kuva 24). Näin ollen alemman arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen Merikadulla. Ylempi arviointikynnys ei ylittynyt.

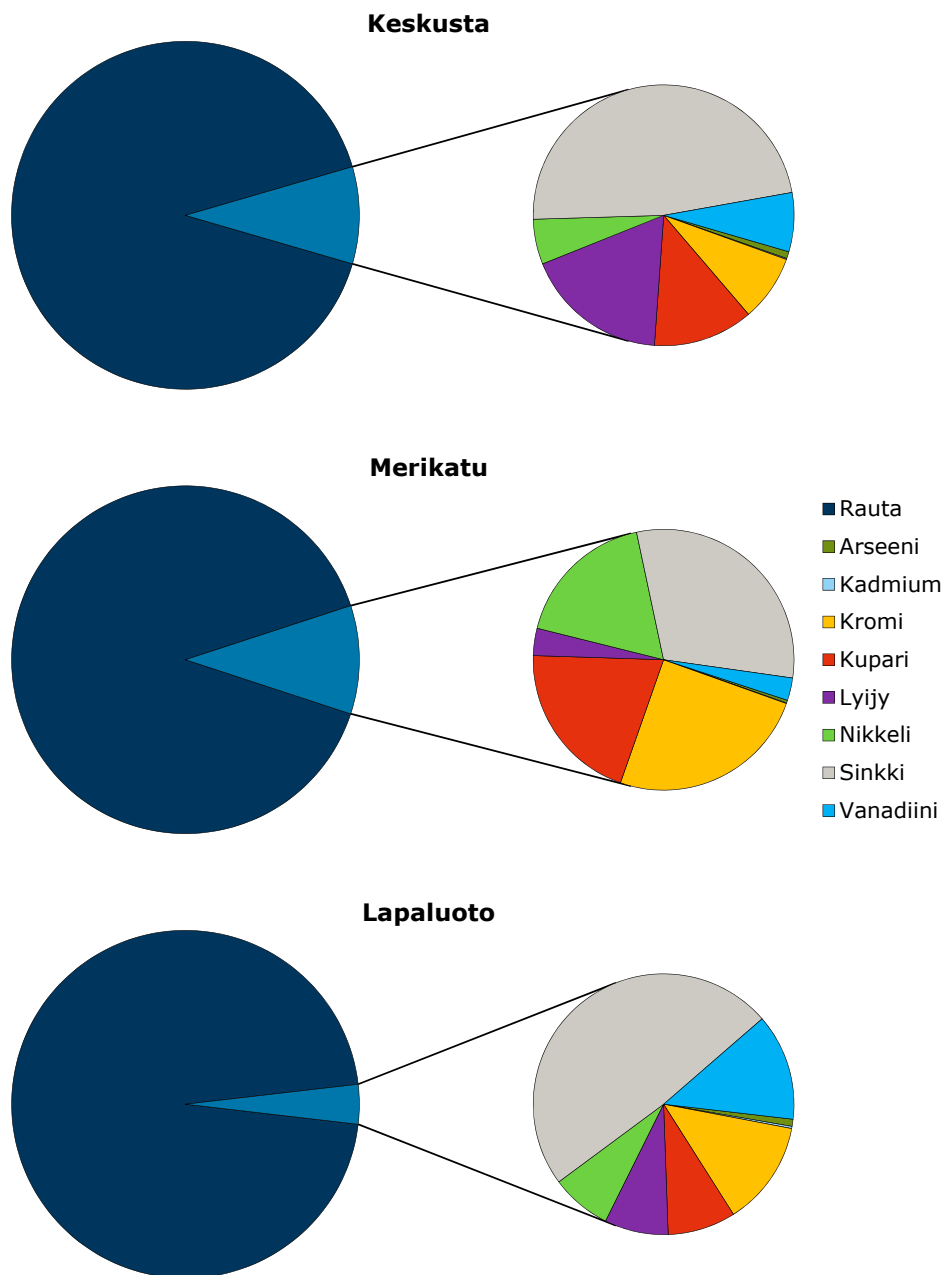
Nikkelin vuosipitoisuuden kasvua Merikadulla selittävät useat suuren pitoisuuden havainnot. Kolme suurinta pitoisuutta havaittiin jaksoilla, jotka alkoivat 24.8.2017 (120 ng/m³), 2.11.2017 (92 ng/m³) ja 4.5.2017 (80 ng/m³).

Kromin ja sinkin pitoisuudet olivat pienentyneet Merikadulla vuodesta 2016. Kromin suurimmat pitoisuudet havaittiin keräysjaksoilla, jotka alkoivat 24.8. (130 ng/m³), 19.1. (120 ng/m³) ja 25.5. (110 ng/m³). Sinkille suurimmat pitoisuudet havaittiin jaksoilla 2.11. (180 ng/m³), 24.8. (170 ng/m³) ja 16.3.2017 (150 ng/m³).

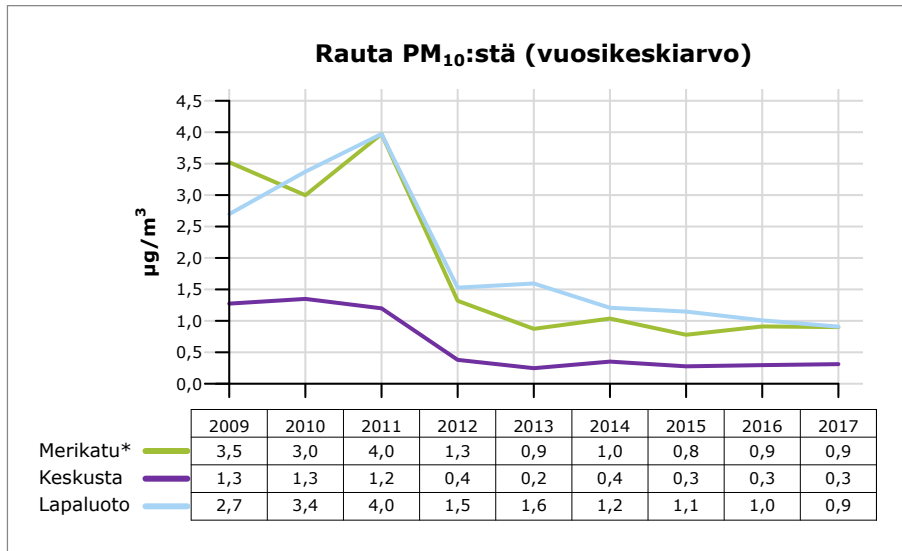
Eri metallien osuutta PM₁₀:sta analysoidusta metallisisällöstä on havainnollistettu seuraavassa (Kuva 18). Valtaosa analysoidusta metallisisällöstä koostui raudasta, ja muiden analysoidujen metallien yhteinen osuus oli 9–13 %. Näistä muista metalleista eniten oli sinkkiä.

Metallipitoisuuksien vuosikeskiarvot eri vuosina 2009–2017 (Kuva 19, Kuva 20, Kuva 21, Kuva 22, Kuva 23, Kuva 24, Kuva 25, Kuva 26) on esitetty seuraavaksi. Muiden metallien kuin nikkelin ja kuparin pitoisuudet olivat pienentyneet tarkastelujakson aikana.

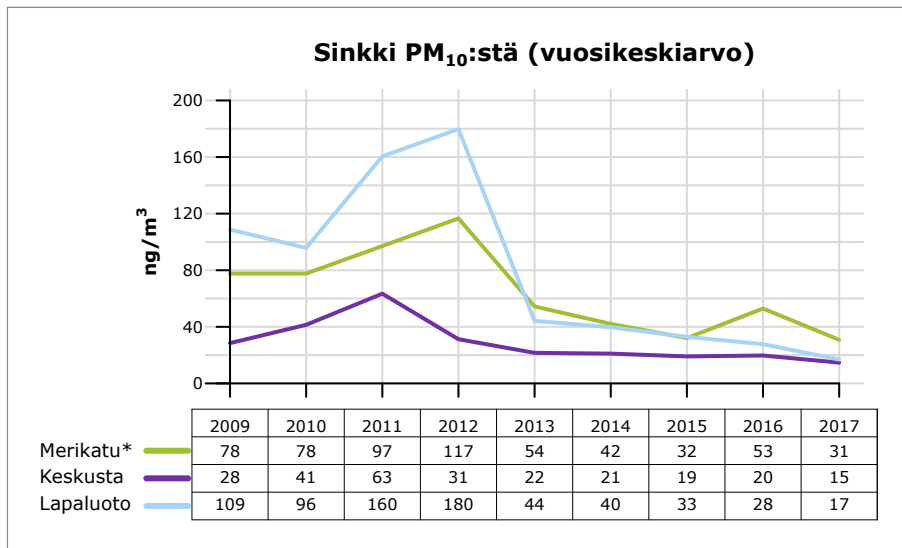
Kuva 27 esittää, kuinka nikkelin pitoisuus vaihteli tuulen nopeuden ja suunnan mukaisesti Merikadun aseman havaintojaksojen aikaan. Suurimmat nikkelpitoisuudet havaittiin silloin, kun tuuli puhalsi lounaan ja luoteen väliltä ja sen nopeus oli suurempi kuin 1,5 m/s.



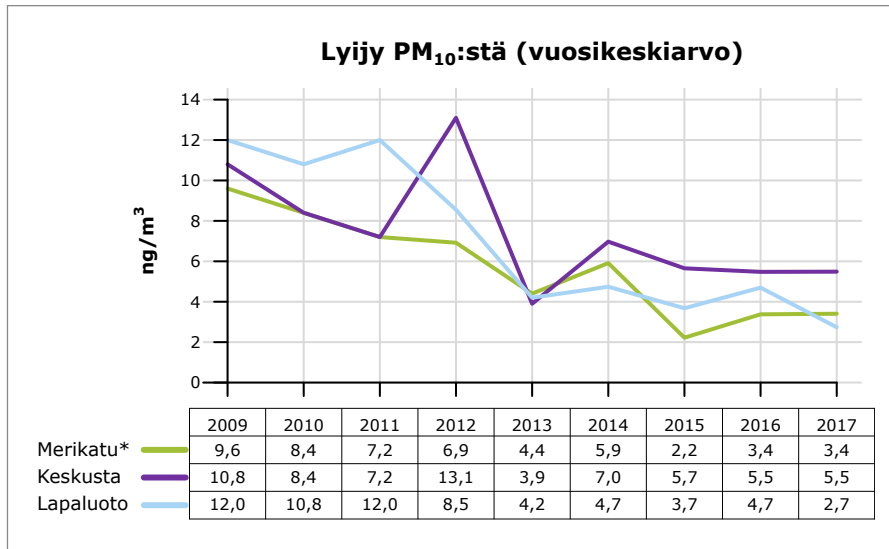
Kuva 18. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) metallipitoisuudet suhteellisina osuuksina vuoden 2017 keskiarvoisten metallipitoisuuksien summasta. Tarkoituksena on havainnollistaa mittasuhteiden eroja verrattaessa raudan pitoisuutta muihin metalleihin.



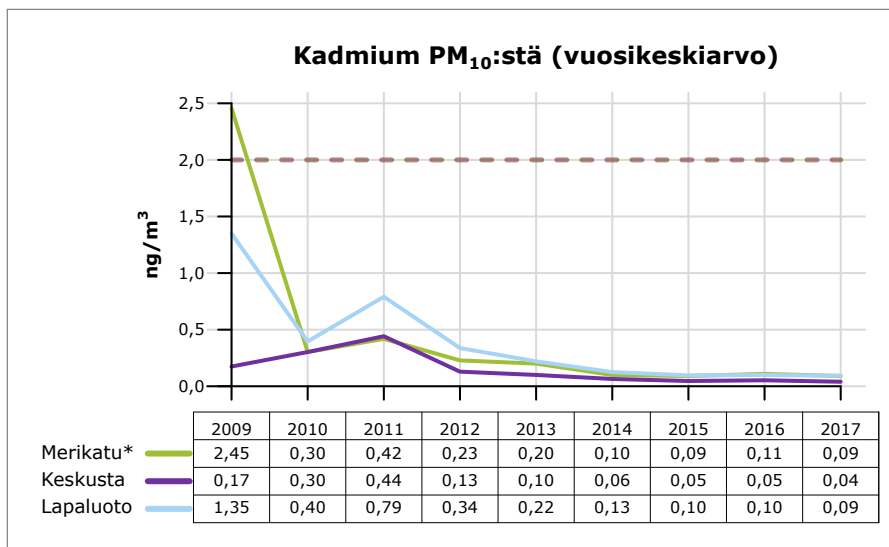
Kuva 19. Ulkoilman rautapitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka). Huomaa muista kappaleen kuvista poikkeava yksikkö µg/m³ (1 µg/m³ = 1000 ng/m³).



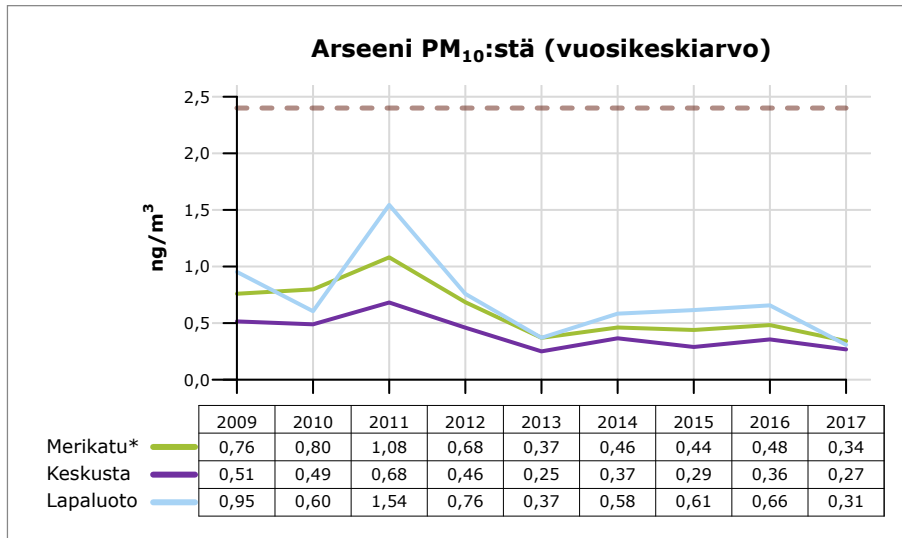
Kuva 20. Ulkoilman sinkkipitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka), yksikkö ng/m³.



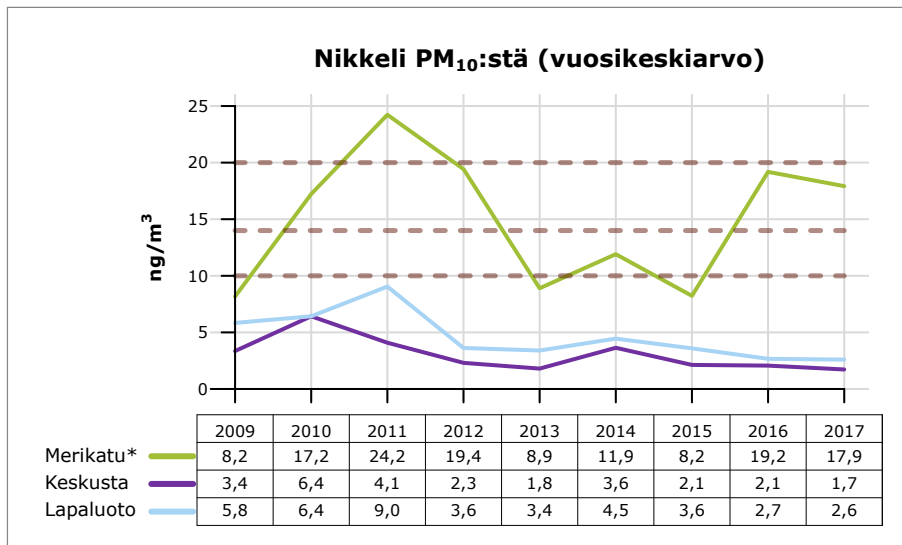
Kuva 21. Ulkoilman lyijypitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka), yksikkö ng/m³. Raja-arvo on 500 ng/m³ = 0,5 µg/m³ (35-kertainen asteikon suurimpaan arvoon verrattuna).



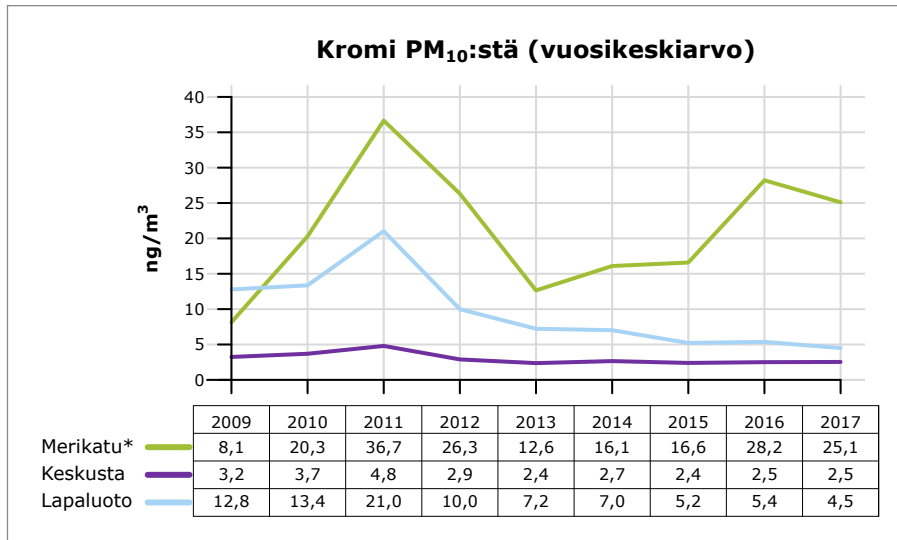
Kuva 22. Ulkoilman kadmiumpitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka), yksikkö ng/m³. Tavoitearvo on 5 ng/m³ (kaksinkertainen asteikon suurimpaan arvoon verrattuna). Katkoviiva on alempi arviointikynnys 2 ng/m³.



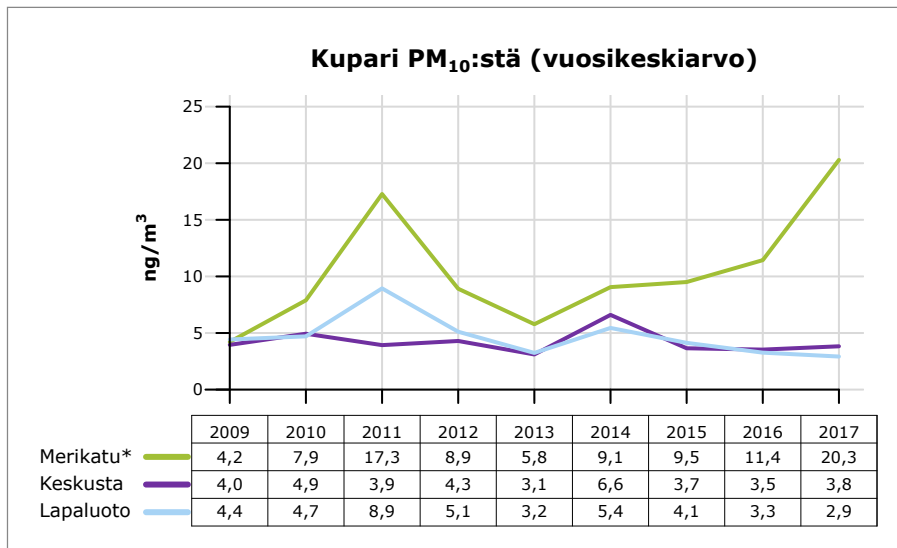
Kuva 23. Ulkoilman arseenipitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka). Katkoviiva on alempi arviointikynnys 2,4 ng/m³. Tavoitearvo on 6 ng/m³ (2,4-kertainen asteikon suurimpaan arvoon verrattuna). Vuosien 2010 ja 2011 Merikadun pitoisuudet on korjattu tarkistetuilla mittaustuloksilla.



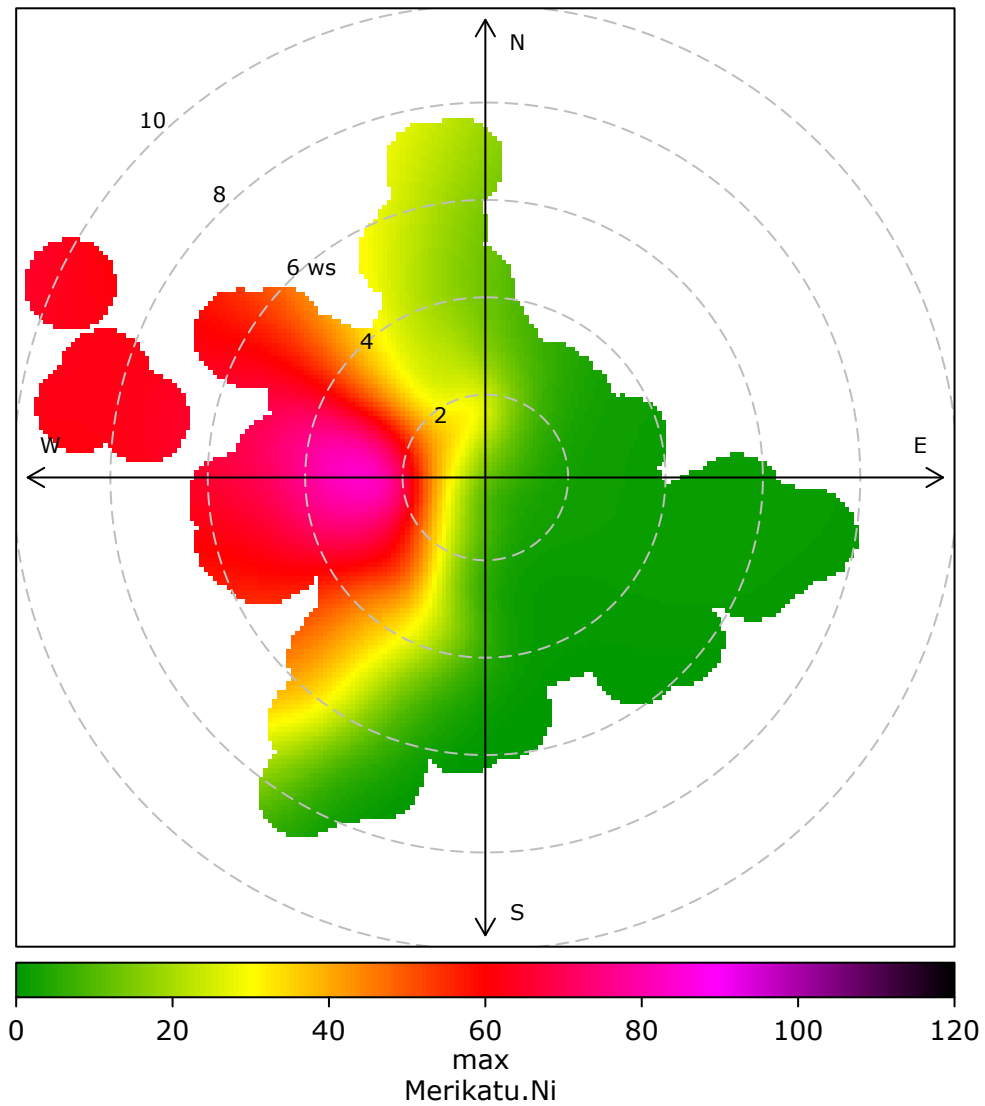
Kuva 24. Ulkoilman nikkelpitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka). Tavoitearvo on 20 ng/m³ (ylin katkoviiva), ylempi arviointikynnys on 14 ng/m³ (keskimmäinen katkoviiva) ja alempi arviointikynnys on 10 ng/m³ (alin katkoviiva).



Kuva 25. Ulkoilman kromipitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka).



Kuva 26. Ulkoilman kuparipitoisuuden vuosikeskiarvot 2009–2017 analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) (*Varikon mittauspiste syyskuun 2009 loppuun saakka).



Kuva 27. Kaavio esittää nikkelpitoisuuden maksimin (max) vaihtelun Merikadun havainnoissa tuulen suunnan ja nopeuden mukaisesti (sää tiedot tuntikeskiarvoina Keskustan asemalta). Väriasteikon yksikkö on ng/m^3 , ja suurin tuulen nopeus on 9,8 m/s. Kaavion mukaan suurimmat nikkelpitoisuudet havaittiin silloin, kun tuulen suunta oli lounaan ja luoteen välissä ja sen nopeus oli suurempi kuin 1,5 m/s. Maksimipitoisuudet sovitettiin säähavaintoihin matemaattisella mallilla, minkä takia kaaviossa esiintyvä suurin pitoisuus ei ulotu suurimpaan havaittuun pitoisuuteen.

6.3.2 PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteitä eli polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä syntyy, kun orgaaninen aines palaa epätäydellisesti. Mahdollisia PAH-päästölähteitä ovat puun pienpoltto ja terästeollisuuden prosesseista koksaston toiminta. Yleisesti PAH-pitoisuudet ovat suurimmillaan kovilla pakkasilla.

PAH-yhdisteiden määrää ilmassa tarkkaillaan, koska monet niistä ovat karsinogeenisia. Erityisen kiinnostuksen kohteena on bentso[*a*]pyreeni jonka tulokset ilmoitetaan erikseen, koska sitä käytetään näiden yhdisteiden syöpävaarallisuuden merkkiaineena.

Raahessa PAH-yhdisteitä mitattiin Merikadun, Lapaluodon ja Keskustan mittausasemilla. Keskustan mittausasemalla näytettä otettiin seitsemän vuorokauden ajan joka toinen viikko (yhteensä 26 näytettä), ja ilmamäärä suodattimen läpi oli noin 138 m³. Näytettä, jonka keruu alkoi 27.2.2017, otettiin kuusi vuorokautta, ja sen ilmamäärä suodattimen läpi oli noin 118 m³ Merikadulla ja Lapaluodossa yhden näytteenoton ilmamäärä suodattimen läpi oli noin 55 m³. Merikadun asemalla näytettä otettiin joka viikko 24 tunnin keräysajalla (yhteensä 52 näytettä).

Hengitettävien hiukkasten sisältämien PAH:iden vaatimuksena on, että mittausten ajallinen kattavuus on suunnitelluille mittauksille 14 %:n ja jatkuville mittauksille 33 %. Lapaluodossa näytteenottoa oli tihennetty vuonna 2015, ja vuonna 2017 näytteitä otettiin 153 kappaletta joista kukin edustaa noin 24 tunnin ajanjaksoa. Tihennetyllä näytteenotolla saavutettiin 42 %:n ajallinen kattavuus, joka täytti valtioneuvoston asetuksen vaatimuksen 33 % (VNa 113/2017). Merikadulla ajallinen kattavuus oli 14 % ja Keskustassa 50 %.

Näytteistä määritettiin 16 eri PAH-yhdistettä (EPA 16). Kokonaispitoisuus ja eri yhdisteiden pitoisuudet neljänä viime vuonna on eritelty taulukossa (Taulukko 20). Samoin kuin bentso[*a*]pyreenin, myös PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuuden vuosikeskiarvo oli suurin Lapaluodossa. Yksittäisten mittausten tulokset löytyvät liitteestä 3.

Raahan alueen ilmanlaadun seurantar ryhmän päätöksellä summia ja keskiarvoja laskettaessa on vuodesta 2014 alkaen raportoinnissa käytetty määritysrajan puolikasta jos tulos on alle määritysrajan. Vuonna 2013 käytettiin koko määritysrajaa. Laskentatavan muutos vaikuttaa hieman esitettyihin lukuihin.

Vuonna 2014 toteutettiin projektiluontoinen PAH-selvitys, josta löytyy lisätietoja vuoden 2014 ilmanlaaturaportista.

Vuoden 2017 mittauksissa bentso[*a*]pyreenin vuosikeskiarvo oli Lapaluodossa 0,63 ng/m³. Vastaava pitoisuus oli Merikadulla 0,36 ng/m³ ja Keskustassa 0,19 ng/m³.

Lapaluodossa bentso[*a*]pyreenin pitoisuus oli suurempi kuin ylempi arviointikynnys viitenä viime vuonna. Siten ylempään arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen.

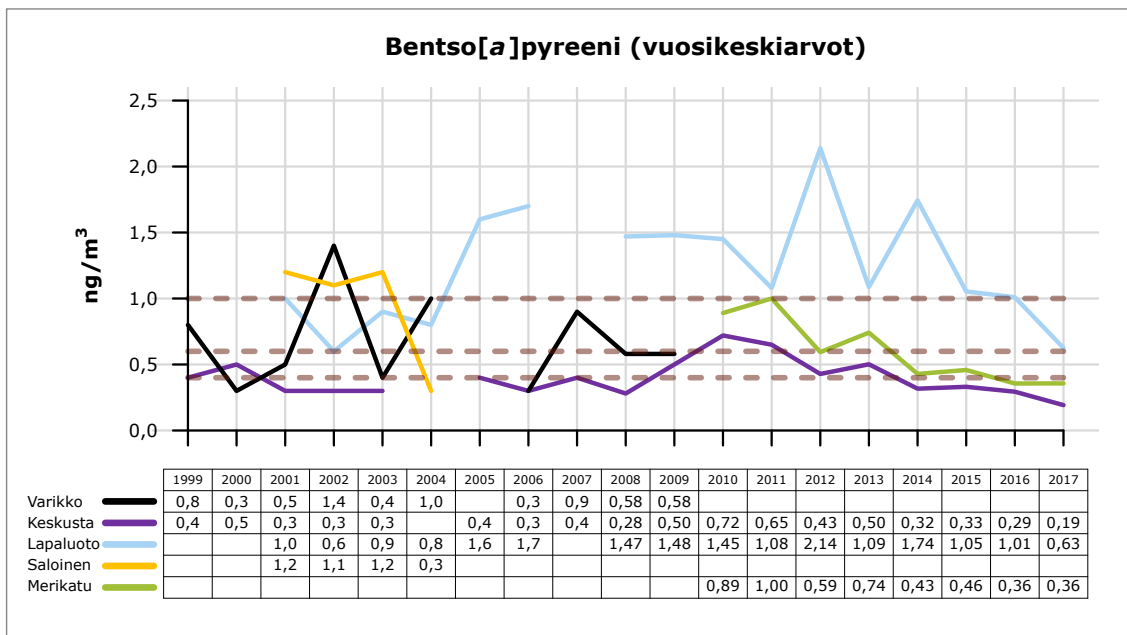
Merikadulla bentso[*a*]pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo vuonna 2017 oli pienempi kuin alempi arviointikynnys. Viiden viimeksi kuluneen vuoden aikana vuosikeskiarvo oli kolmena vuonna suurempi kuin alempi arviointikynnys, joten alemman arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen. Keskustassa bentso[*a*]pyreenin pitoisuuden vuosikeskiarvo oli pienempi kuin alempi arviointikynnys, eikä se ylittynyt viiden viimeksi kuluneen vuoden tulosten perusteella. Lisätietoja tavoitearvosta ja arviointikynnyksistä on kappaleissa 2.2 ja 2.4.

Lapaluodossa bentso[*a*]pyreenin suurin vuorokausipitoisuus oli 5,1 ng/m³ ja Merikadulla 1,6 ng/m³. Pitoisuudet havaittiin näytteissä, jotka otettiin eri aikoina tammikuussa: Lapaluodon 10.1. ja Merikadun 24.1. Keskustassa suurin seitsemän päivän jakson pitoisuus oli 0,87 ng/m³, joka määritettiin ennen Lapaluodon suurinta pitoisuutta (2.–9.1.2017). Bentso[*a*]pyreenipitoisuuden vaihtelu vuoden 2017 aikana on esitetty alla (Kuva 29).

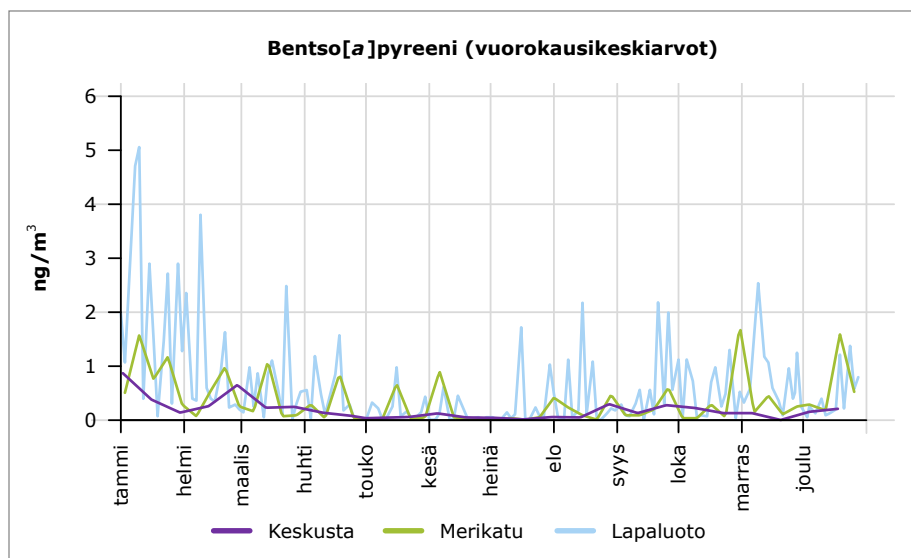
Lapaluodon suurimman bentso[*a*]pyreenipitoisuuden näytteenoton aikana 10.–11.1.2017 tuulen suunta oli etelästä tai etelälounaasta, ja lämpötila vaihteli välillä +1...+2 °C. Merikadulla suurimman pitoisuuden näytteenoton aikaan 24.–25.1.2017 tuuli oli heikkoa ja kääntyi koillisesta etelään (myötäpäivään), ja lämpötila oli välillä –16...–22 °C. Keskustan näytteenottojaksolla 2.–9.1.2016 tuulen suunta oli enimmäkseen idästä, etelästä ja lounaasta, ja kovimman pakkasen aikaan 4.–5.1.2017 oli lähes tyyntä ja ilmavirtauksen suunta vaihteli. Lämpötila oli välillä –23...+2 °C.

Analysoitujen PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus vaihteli vuonna 2017 samankaltaisesti kuin bentso[*a*]pyreenin pitoisuus (Kuva 30). PAH-yhdisteiden summalle ei ole rajataivoitearvoa.

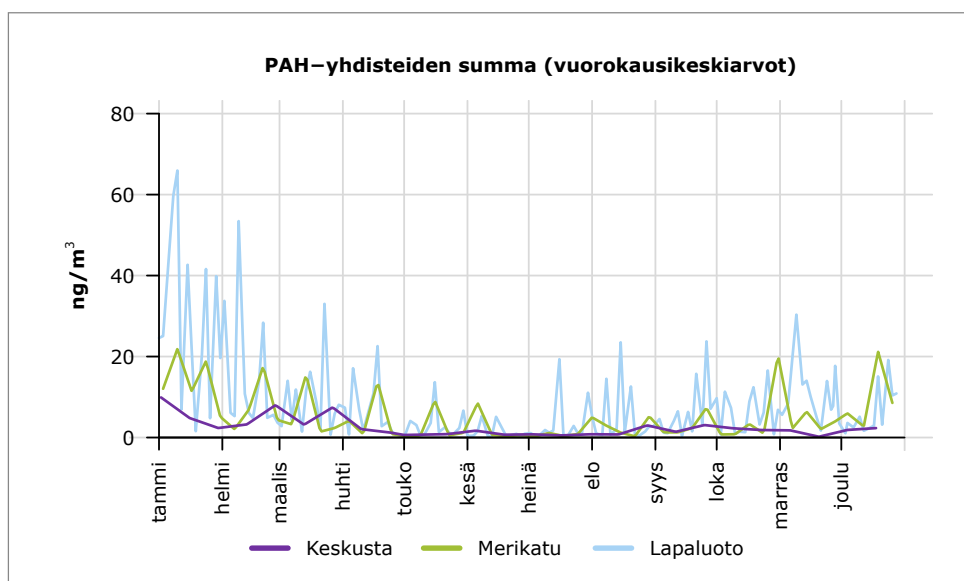
Kuva 31 esittää, kuinka bentso[*a*]pyreenipitoisuus vaihteli tuulen nopeuden ja suunnan mukaan Lapaluodon havainnoissa. Suurimmat bentso[*a*]pyreenipitoisuudet havaittiin kohtalaisen tuulen (noin 6 m/s) vallitessa etelänpuoleisilla tuulilla sekä kovemmilla tuulilla (8–10 m/s) etelälounaasta päin puhaltavilla tuulilla.



Kuva 28. Ulkoilman bentso[a]pyreenipitoisuuden vuosikeskiarvo analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) 1999–2017. Ylin katkoviiva on tavoitearvo 1 ng/m³, keskimäinen on ylempi arviointikynnys 0,6 ng/m³ ja alin on alempi arviointikynnys 0,4 ng/m³.



Kuva 29. Ulkoilman bentso[a]pyreenin vuorokausikeskiarvopitoisuudet analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) eri mittausasemilla vuonna 2017.

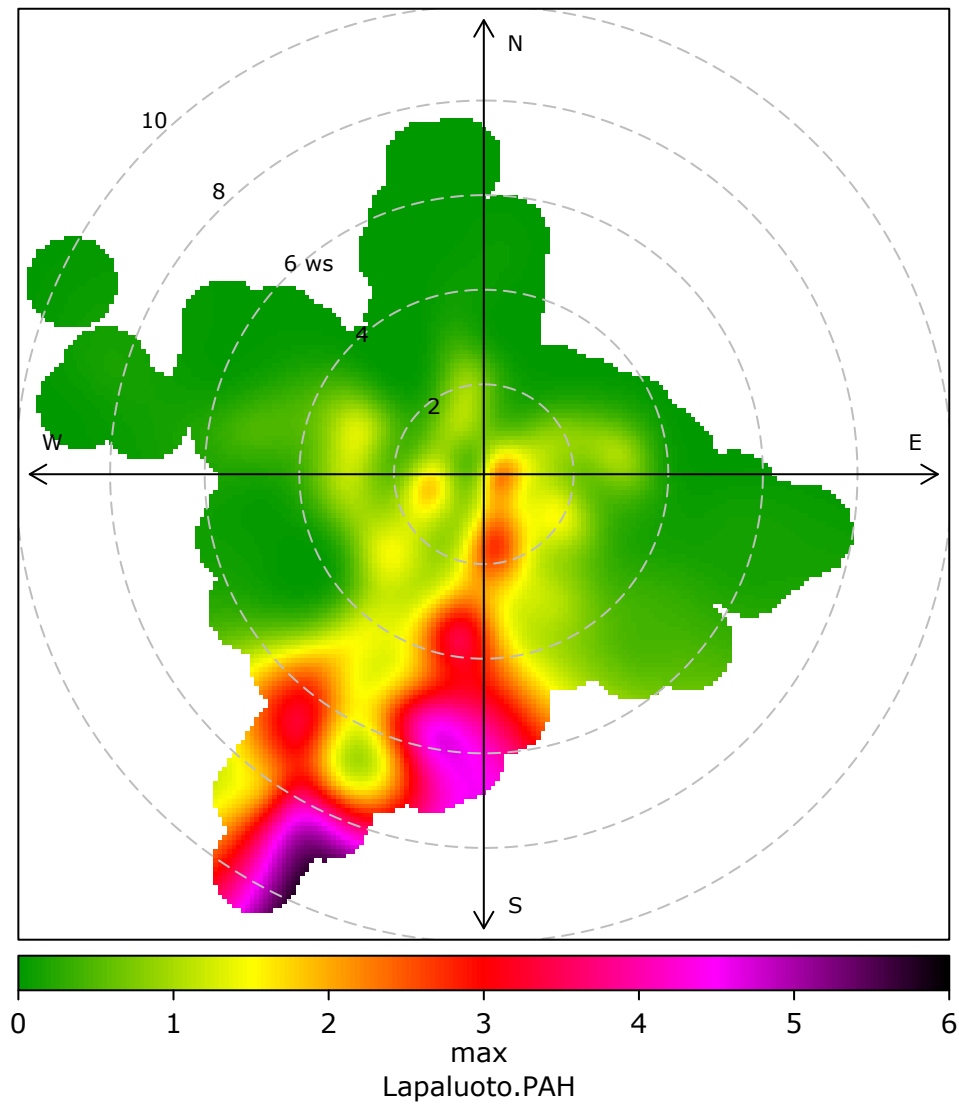


Kuva 30. Ulkoilman PAH-yhdisteiden (16 yhdistettä) pitoisuuksien summa analysoituna hengittävistä hiukkasista (PM₁₀) eri mittausasemilla vuonna 2017.

Taulukko 20. PAH-yhdisteiden (EPA 16) pitoisuuksien vuosikeskiarvot 2014–2017 eri mittausasemilla.

PAH-yhdiste, ng/m ³	2017			2016			2015			2014		
	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta	Lapaluoto	Merikatu	Keskusta
PAH yhteensä	8,54	5,25	2,56	14,25	5,65	3,42	13,96	6,71	3,71	23,09	5,93	3,34
Antraseeni	0,09	0,05	0,01	0,29	0,08	0,03	0,30	0,13	0,04	0,47	0,09	0,02
Asenafteeni	0,05	0,05	0,02	0,05	0,05	0,02	0,06	0,11	0,04	0,05	0,05	0,02
Asenaftyleeni	0,05	0,05	0,02	0,10	0,08	0,03	0,09	0,11	0,04	0,10	0,05	0,02
Bentso[a]antraseeni	0,73	0,41	0,15	1,35	0,41	0,25	1,37	0,57	0,27	2,45	0,55	0,27
Bentso[a]pyreeni	0,63	0,36	0,19	1,01	0,36	0,29	1,05	0,46	0,33	1,74	0,43	0,32
Bentso[b]fluoranteeni	1,38	0,86	0,54	1,77	0,72	0,68	1,37	0,66	0,59	2,13	0,58	0,51
Bentso[ghi]peryleeni	0,61	0,39	0,27	0,88	0,40	0,38	0,84	0,43	0,39	1,34	0,38	0,36
Bentso[k]fluoranteeni	0,44	0,27	0,16	0,61	0,23	0,21	0,64	0,29	0,23	0,97	0,29	0,22
Dibentso[a,h]antraseeni	0,09	0,05	0,03	0,17	0,06	0,05	0,18	0,13	0,06	0,28	0,08	0,05
Fenantreeni	0,57	0,36	0,07	1,28	0,55	0,12	1,23	0,55	0,11	1,95	0,46	0,10
Fluoranteeni	1,30	0,77	0,37	2,42	0,95	0,34	2,56	1,16	0,41	4,28	1,01	0,37
Fluoreeni	0,05	0,03	0,01	0,13	0,05	0,01	0,15	0,12	0,04	0,18	0,06	0,02
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	0,67	0,43	0,28	1,00	0,43	0,40	1,01	0,47	0,46	1,36	0,39	0,36
Kryseeni	0,77	0,5	0,16	1,22	0,45	0,24	1,12	0,54	0,22	2,54	0,64	0,29
Naftaleeni	0,06	0,05	0,02	0,05	0,05	0,02	0,07	0,11	0,04	0,05	0,05	0,02
Pyreeni	1,05	0,62	0,26	1,92	0,80	0,36	1,92	0,88	0,43	3,20	0,83	0,39

Keskiarvojen ja summien laskennassa on käytetty määrittärajän alittaville tuloksille määrittärajän puolikasta.



Kuva 31. Kaavio esittää bentso[**a**]pyreenipitoisuuden maksimin (max) vaihtelun Lapaluodon havainnoissa tuulen suunnan ja nopeuden mukaisesti (säätiiedot tuntikeskiarvoina Keskustan asemalta). Asteikon yksikkö on ng/m^3 , ja suurin tuulen nopeus on 9,8 m/s. Kaavion mukaan suurimmat bentso[**a**]pyreenipitoisuudet havaittiin eteläpuoleisilla ja etelälounaisilla tuulilla. Maksimipitoisuudet sovitettiin säähavaintoihin matemaattisella mallilla, ja tässä tapauksessa kaaviossa esiintyvä suurin pitoisuus (väriasteikko) ulottuu havaittuun suurimpaan pitoisuuteen.

6.4 Kaasumaiset ilman epäpuhtaudet

6.4.1 Rikkidioksidi (SO₂)

Rikkidioksidi (SO₂) on peräisin teollisuudesta, energiantuotannosta ja meriliikenteestä. Pitoisuudet ovat laskeneet huomattavasti Raahen alueella 80-luvulta, mikä johtuu teollisuuden prosessipäästöjen, sekä energiantuotannon ja liikenteen päästöjen vähenemisestä. Merkittävä osa tästä on aiheutunut siirtymisestä rikkittömiin tai vähärikkisiin polttoaineisiin.

Vuonna 2017 rikkidioksidia mitattiin Merikadulla ja Lapaluodossa. Lapaluodossa SO₂-mittaustuloksia ei ollut saatavilla 20.12.2017 klo 14 jälkeen. Ajallinen kattavuus Lapaluodossa oli 96,7 % koko vuodesta. Merikadulla ei ollut pitkiä katkoksia, ja SO₂-mittausten ajallinen kattavuus oli vuositasolla 99,7 %.

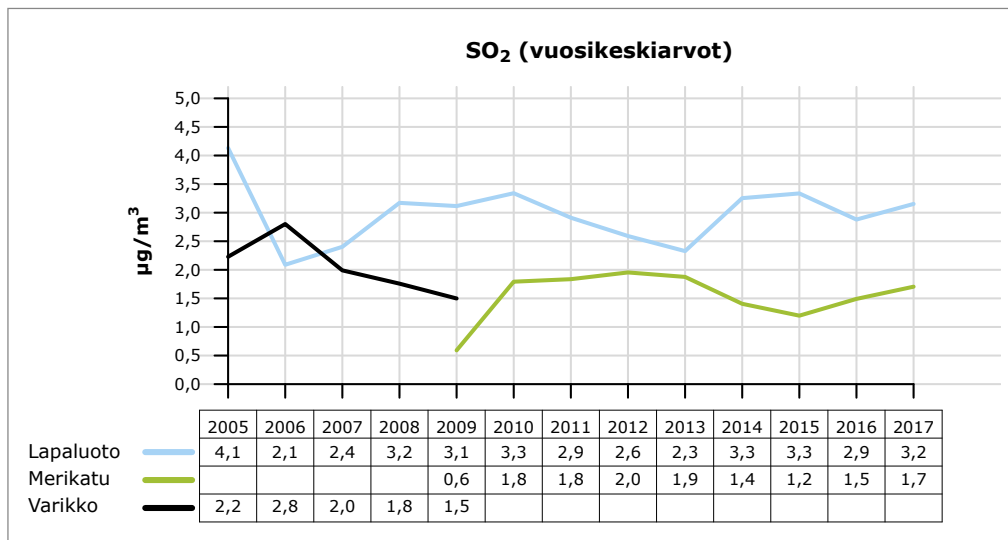
Raja-arvot kasvillisuuden haittojen ehkäisemiseksi eivät ylittyneet (VNa 79/2017). Rikkidioksidipitoisuuden raja-arvo sekä vuoden keskiarvolle että talvikauden keskiarvolle on 20 µg/m³. Vuosikeskiarvo oli Merikadulla 1,7 µg/m³ ja Lapaluodossa 3,3 µg/m³ (Kuva 32). Talvikauden (1.10.2016–31.3.2017) keskiarvo oli Merikadulla 1,7 µg/m³ ja Lapaluodossa 3,3 µg/m³.

Merikadulla rikkidioksidin tuntipitoisuus oli yli 10 µg/m³ 15 tunnin aikana seitsemänä eri vuorokautena (Kuva 34); suurin pitoisuus havaittiin tiistain ja keskiviikon välisenä yönä 17.5.2017 keskiyöllä. Lapaluodossa pitoisuudet olivat suurempia ja myös vaihtelukin oli suurempi (Kuva 33). Suurimmat tuntipitoisuudet havaittiin keskiviikkona 17.5.2017 klo 5–6 (maksimi 96 µg/m³).

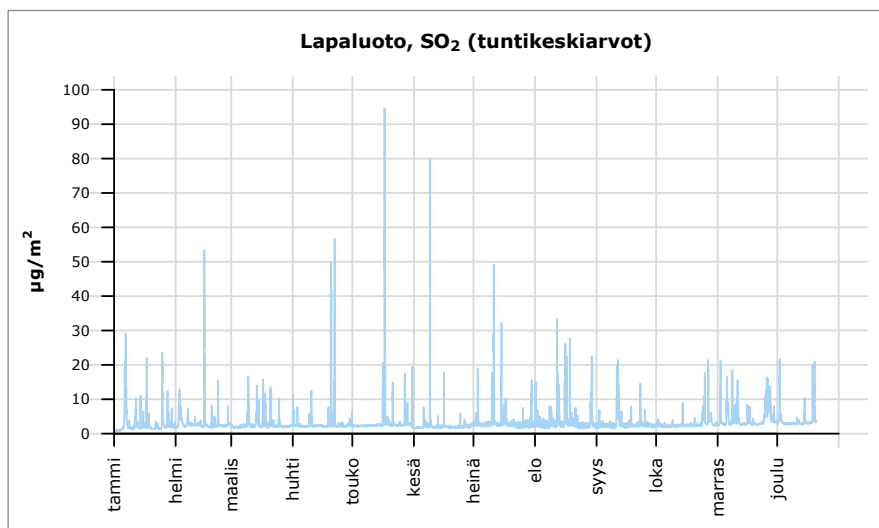
Tuntikeskiarvoista suurin yksittäinen tulos oli Lapaluodossa 95 µg/m³ ja Merikadulla 24 µg/m³. Kumpikaan suurin tuntikeskiarvo ei ylittänyt rikkidioksidille asetettua tuntiraja-arvoa 350 µg/m³ (VNa 79/2017). Suurimpien tuntikeskiarvojen perusteella myöskään ohjearvo 250 µg/m³ kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteelle ei ylittynyt kummallakaan mittausasemalla (VNp 480/1996).

Suurin vuorokausikeskiarvo oli Lapaluodossa 25 µg/m³ ja Merikadulla 4,4 µg/m³. Vuorokausikeskiarvot eivät ylittäneet raja-arvoa 125 µg/m³ (VNa 79/2017). Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo jäi myös selvästi ohjearvon 80 µg/m³ alle.

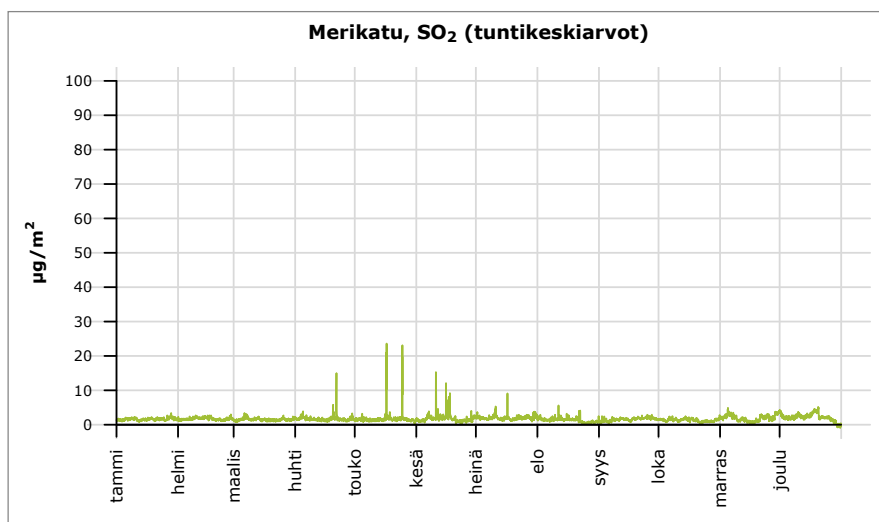
Vuonna 2017 Lapaluodon asemalla suurin SO₂-kuukausikeskiarvo oli 4,4 µg/m³ marraskuussa, kun vuoden 2016 suurin kuukausikeskiarvo oli tammikuussa 4,1 µg/m³. Merikadun mittausaseman suurin kuukausikeskiarvo oli heinäkuun keskiarvo 2,0 µg/m³ (vuonna 2016 marraskuu, 1,9 µg/m³) (Kuva 35).



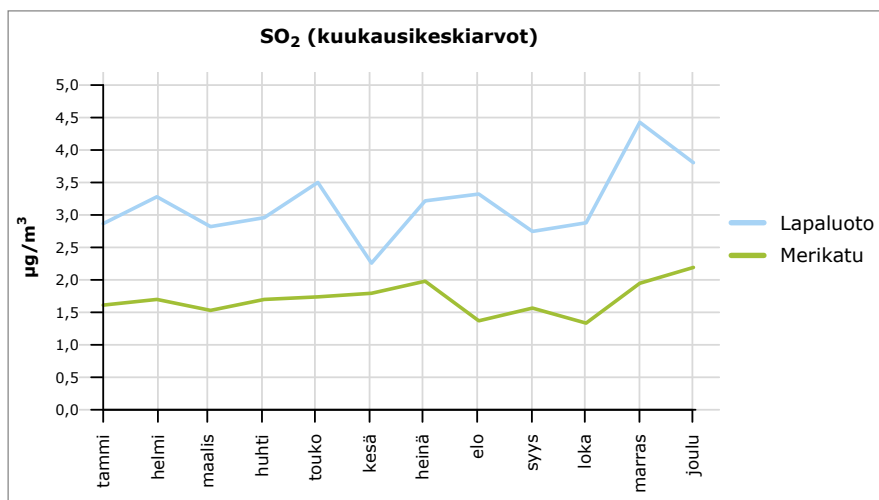
Kuva 32. Rikkidioksidipitoisuuden (SO₂) vuosikeskiarvot 2005–2017. SO₂-vuosikeskiarvolle ei ole raja-arvoa. Vuonna 2009 Varikon piste siirrettiin ja vaihdettiin Merikadun pisteeksi kesken vuotta. Lähde (vuodet 2005–2011): Ilmanlaatuportaali 2017.



Kuva 33. SO₂-pitoisuuden tuntikeskiarvot Lapaluodon mittausasemalla vuonna 2017, yksikkö µg/m³. Raja-arvo on 350 µg/m³ (3,5-kertainen asteikon suurimpaan arvoon verrattuna).



Kuva 34. SO₂-pitoisuuden tuntikeskiarvot Merikadun mittausasemalla vuonna 2017, yksikkö µg/m³. Raja-arvo on 350 µg/m³ (3,5-kertainen asteikon suurimpaan arvoon verrattuna).



Kuva 35. SO₂-pitoisuuden kuukausikeskiarvot mittausasemilla vuonna 2017, yksikkö µg/m³.

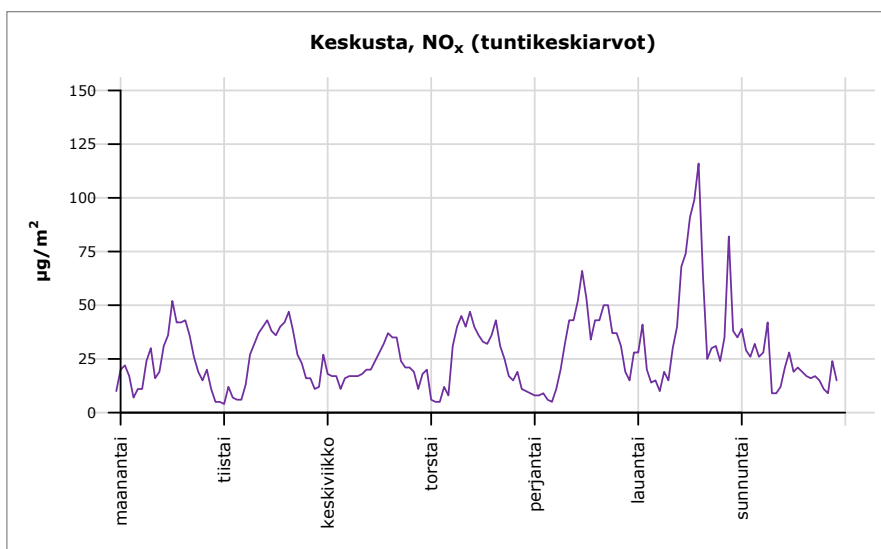
6.4.2 Typen oksidit (NO_x)

Typen oksideilla (NO_x) tarkoitetaan ilmanlaadusta puhuttaessa typpioksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂). Suurin osa niistä typen oksidien (NO_x) päästöistä, jotka vaikuttavat mittaustuloksiin, tulee liikenteen päästöistä. Teollisuuspäästöjen vaikutus näkyy lähinnä typpidioksidin (NO₂) pitoisuudessa. Raahen Keskustan mittausasemalla mitataan jatkuvatoimisella mittalaitteella NO_x:ja ja NO:a. NO₂-pitoisuus lasketaan NO_x:sta ja NO:sta. NO_x-pitoisuus ilmoitetaan NO₂:ksi laskettuna.

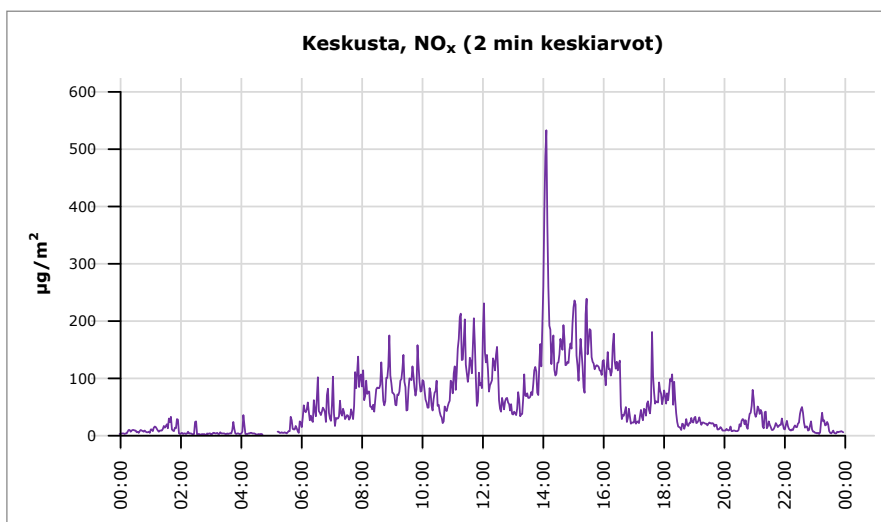
Vuonna 2017 Keskustan NO_x-mittaukset onnistuivat hyvin. Kuitenkaan mittausdataa ei ollut saatavilla vuoden lopusta 270 tunnin ajalta alkaen 20.12.2017 klo 18. Muu pisin yhtäjaksoinen katkos 30.5.2017 kesti neljä tuntia. Mittausten ajallinen kattavuus oli 96,7 % vuoden koko ajasta.

Yleensä kaupunki-ilman NO- ja NO₂-pitoisuudet ovat korkeampia talven aikana (Kuva 39, Kuva 40). Suurimmat NO₂-pitoisuudet havaitaan tuulettomalla pakkassäällä talviaikaan. Myös NO-pitoisuus riippuu sääolosuhteista, ja talven pitoisuushuiput aiheutuvat yleensä liikenteen aiheuttamista päästöistä (Kuva 36).

Kuva 37:ssä näkyy esimerkkinä, kuinka NO_x-pitoisuus oli yöllä pienempi.



Kuva 36. NO_x-pitoisuuden tuntikeskiarvo viikolla 50/2017 (11.–17.12.2017) Keskustan mittausasemalla. Viikon korkein pitoisuus havaittiin lauantaina iltopäivällä.



Kuva 37. NO_x-pitoisuuden kahden minuutin keskiarvot (µg/m³) 13.11.2017 (maanantai) Keskustan mittausasemalla.

Vuonna 2017 Raahen Keskustan mittausasemalla NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 12 µg/m³, joka oli pienempi kuin raja-arvo 40 µg/m³ (VNa 79/2017) (Kuva 38). Tuntikeskiarvot (suurin 100 µg/m³) jäivät selvästi tuntiraja-arvon 200 µg/m³ alle (Kuva 39).

Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste ei ylittänyt ohjearvoa 150 µg/m³ (VNp 480/1996) (Taulukko 21) vuonna 2017. Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvon oh-

jearvo on 70 µg/m³ (VNp 480/1996). Tämä arvo ei ylittänyt Keskustan mittausasemalla (Taulukko 22).

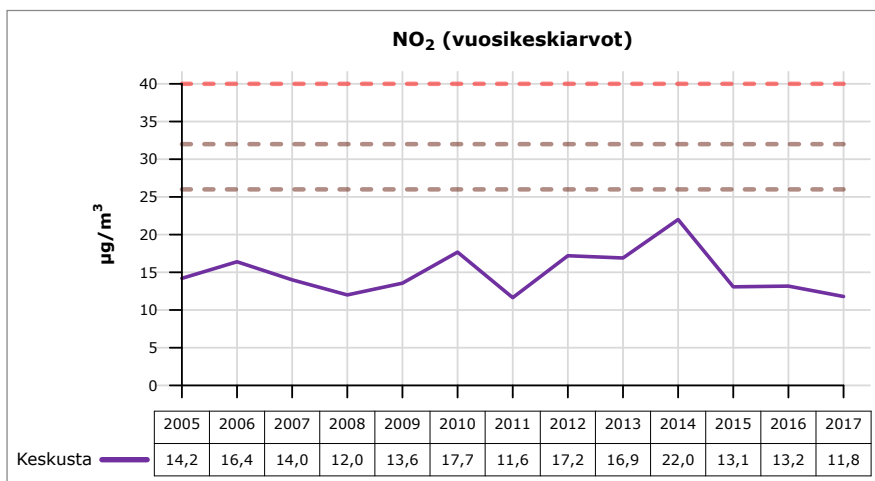
Tausta-alueilla sovellettava raja-arvo NO_x-pitoisuudelle kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi on 30 µg/m³ (laskenta-aika kalenterivuosi). Vuonna 2017 Keskustan rakennetussa ympäristössä sijaitsevan mittausaseman NO_x-tuntiarvojen keskiarvo oli 23 µg/m³.

Taulukko 21. NO₂-pitoisuuden tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet (eli kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste) kuukausittain Keskustan mittausasemalla vuonna 2017. Ohjearvo on 150 µg/m³ (VNp 480/1996). Ohjearvo ei ylittänyt vuonna 2017. Kuukaudet, jolloin havaintojen ajallinen kattavuus oli alle 75 %, on jätetty pois taulukosta.

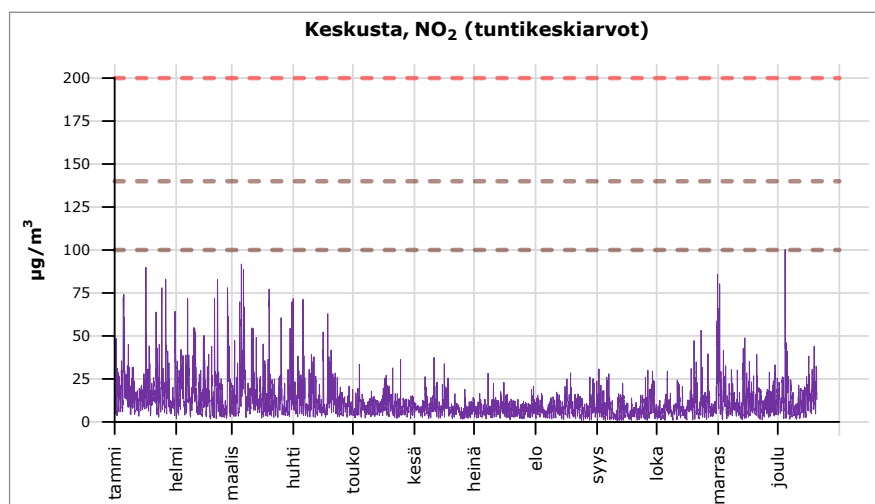
Kuukausi	µg/m ³
Tammikuu	86
Helmikuu	62
Maaliskuu	57
Huhtikuu	19
Toukokuu	12
Kesäkuu	11
Heinäkuu	11
Elokuu	14
Syyskuu	37
Lokakuu	90
Marraskuu	52
Joulukuu	-

Taulukko 22. NO₂-pitoisuuden vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet (eli kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo) kuukausittain Keskustan mittausasemalla vuonna 2017. Ohjearvo on 70 µg/m³ (VNp 480/1996). Ohjearvo ei ylittänyt vuonna 2017. Kuukaudet, jolloin havaintojen ajallinen kattavuus oli alle 75 %, on jätetty pois taulukosta.

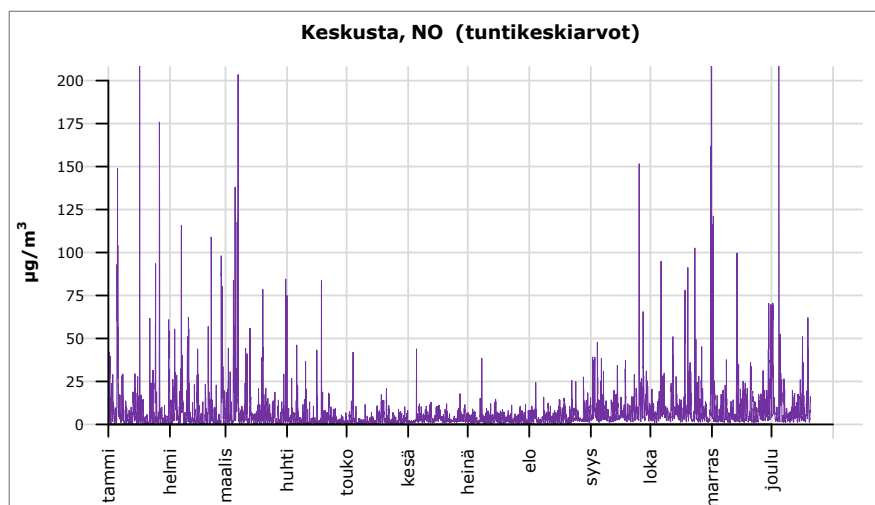
Kuukausi	µg/m ³
Tammikuu	28
Helmikuu	33
Maaliskuu	37
Huhtikuu	21
Toukokuu	14
Kesäkuu	12
Heinäkuu	9,4
Elokuu	12
Syyskuu	14
Lokakuu	15
Marraskuu	36
Joulukuu	-



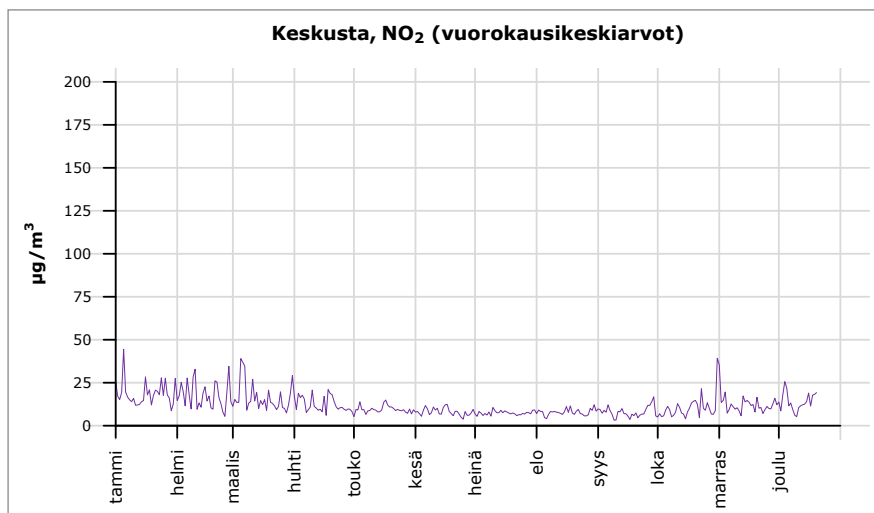
Kuva 38. NO₂-pitoisuuden vuosikeskiarvot vuosina 2005–2017 Keskustan mittausasemalla, yksikkö µg/m³. Punainen katkoviiva on vuoriraja-arvo 40 µg/m³, keskimäinen katkoviiva on ylempi arviointikynnys 32 µg/m³ ja alin on alempi arviointikynnys 26 µg/m³ (ei ylityksiä esitettyllä jaksolla).



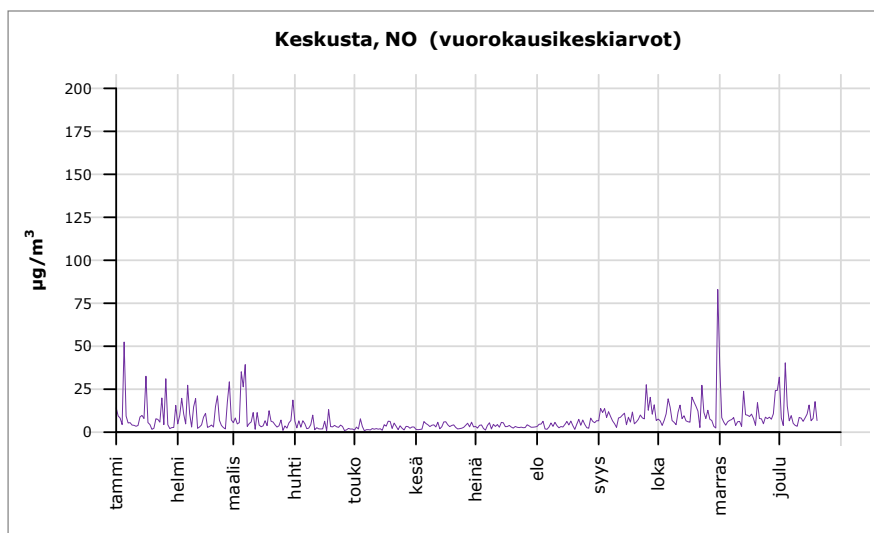
Kuva 39. NO₂-pitoisuuden tuntikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla, yksikkö µg/m³. Punainen katkoviiva on tuntiraja-arvo 200 µg/m³, keskimäinen katkoviiva on ylempi arviointikynnys 140 µg/m³ ja alin on alempi arviointikynnys 100 µg/m³. Raja-arvo ja arviointikynnykset saivat ylittyä 18 kertaa vuoden aikana.



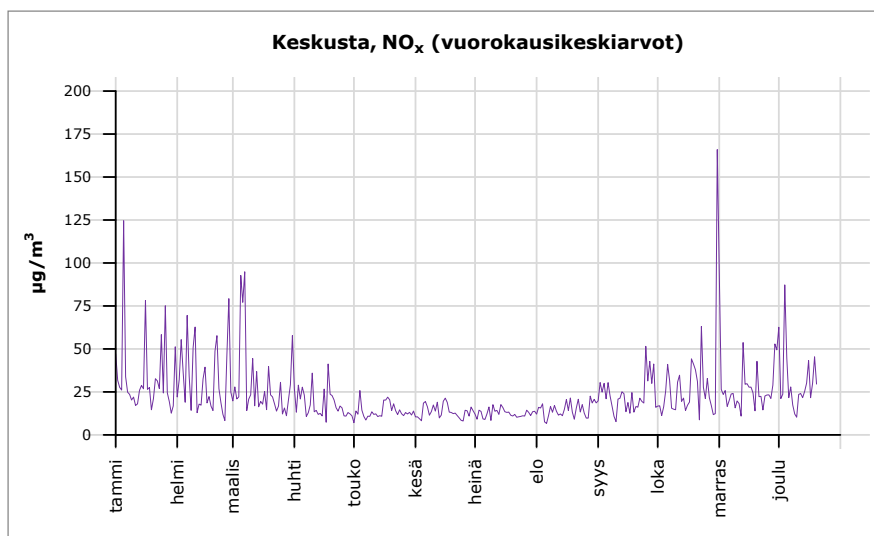
Kuva 40. NO-pitoisuuden tuntikeskiarvot vuonna 2017, Keskustan mittausasema, yksikkö µg/m³.



Kuva 41 NO₂-pitoisuuden vuorokausikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla, yksikkö $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 42. NO-pitoisuuden vuorokausikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla, yksikkö $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 43. NO_x-pitoisuuden (ilmoitettu NO₂:na) vuorokausikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla, yksikkö $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.5 Laskeumat

Laskeumana mitataan sitä osaa ilmakehän pölystä, joka laskeutuu kuukauden aikana painovoiman vaikutuksesta maanpinnalle. Laskeuma sisältää sateen ja tuulien mukana kulkeutuvia ilmansaasteita. Paikalliset päästölähteet aiheuttavat kertymätason nousua, ja kertymään sisältyy myös pitkienkin matkojen takaa saapuvaa kaukokulkeumaa. Tulokset kuvaavat kokonaislaskeumaa, eli niissä on mukana sekä liukoinen että liukenematon osuus laskeumasta.

Laskeuman mittauspaikkojen sijainnissa on kiinnitetty huomiota teollisuuden metallipäästöihin suurimman päästölähteen ollessa SSAB Europe Oy:n terästehdas. Mittauspisteistä Välikylä (2 km keskustasta, 2 km SSAB Europe Oy:stä) ja Kirkkoherrantie (4 km keskustasta, 0,5 km SSAB Europe Oy:stä) edustavat lähellä suurinta päästölähdettä olevaa laskeumatasoa. Kolmas laskeumamittauspaikka on taustapitoisuutta ja mahdollista kaukokulkeuman tasoa edustava Lentokentätien mittauspiste, joka sijaitsee noin 10 km päässä Raahen keskustasta itään.

Laskeuman keräysaika oli 12 kuukautta vuodessa ja laskeumakeräimet vaihdettiin kuukausittain. Laskeumista määritettävät raskasmetallit olivat lyijy (Pb), kadmium (Cd), arseeni (As), nikkeli (Ni), kromi (Cr), vanadiini (V), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja kupari (Cu). Tulokset ilmoitettiin kertymänä neliömetriä ja kuukautta kohti ($\text{mg}/\text{m}^2/30 \text{ d}$).

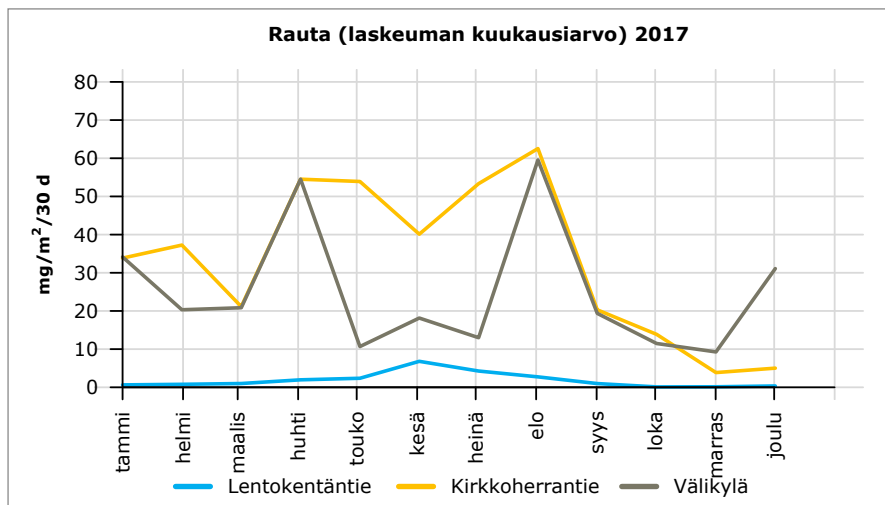
Lokakuussa 2014 kaksi laskeumamittauspistettä siirrettiin. Uudet pisteet ovat Lentokentäntie (entinen Sarkala) ja Kirkkoherrantie (entinen Saloinen). Vuoden 2014 tuloksissa uusien ja vanhojen mittauspisteiden tulokset yhdistettiin keskiarvojen laskentaa varten, ja tämä tulee huomioida tuloksia tarkasteltaessa. Uudet mittauspisteet ovat riittävällä tarkkuudella vastaavia vanhoihin nähden, jotta laskeuman metallipitoisuutta Raahen alueella voidaan arvioida.



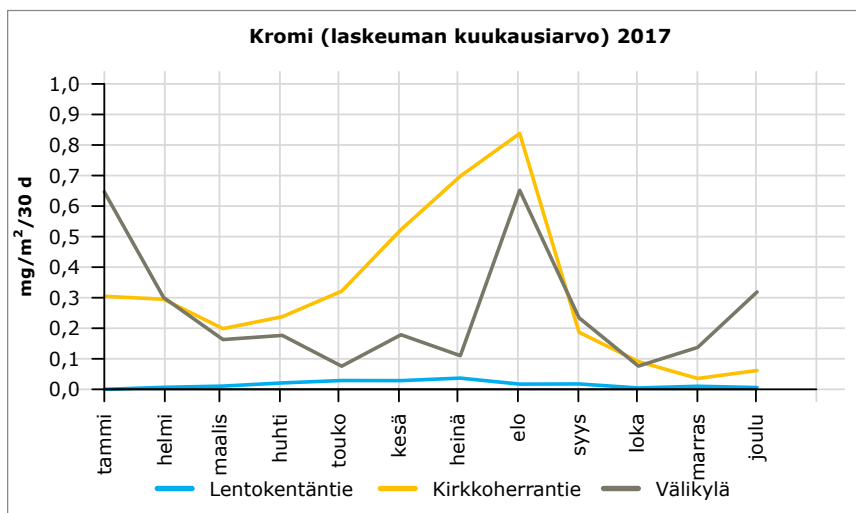
Kuva 44. Laskeumakeräin Lentokentätien mittauspisteellä (kuva Leena Junnila).

Laskeumatuloksissa ilmoitetaan summana sekä veteen liuenneet että hiukkasiin sitoutuneet metallit.

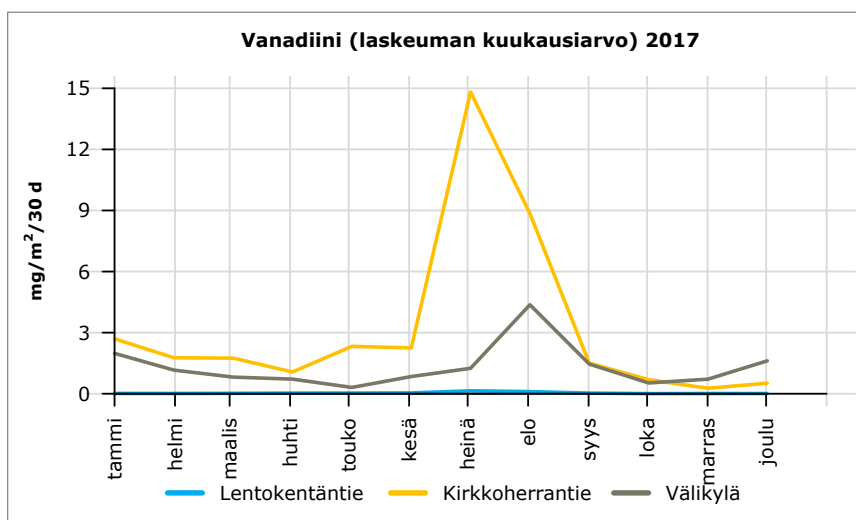
Raudan, kromin ja vanadiinin kertymä kuukausittain vuonna 2017 on esitetty (Kuva 45, Kuva 46, Kuva 47). Suurimmat kertymät havaittiin elokuussa tai heinäkuussa. Sen jälkeen (Kuva 48, Kuva 49, Kuva 50, Kuva 51) on esitetty kuukausilaskeumien vuosikeskiarvojen kehitys eri mittauspisteissä raudan, lyijyn, sinkin ja kadmiumin osalta. Kaikkien analysoitujen metallien kuukausikertymät vuonna 2017 on esitetty liitteessä 4.



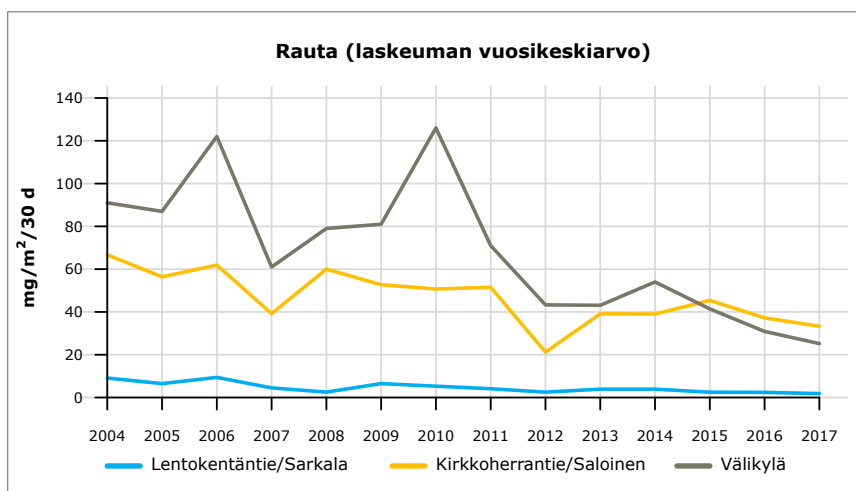
Kuva 45. Rautalaskeuma eri mittauspisteissä kuukausittain vuonna 2017.



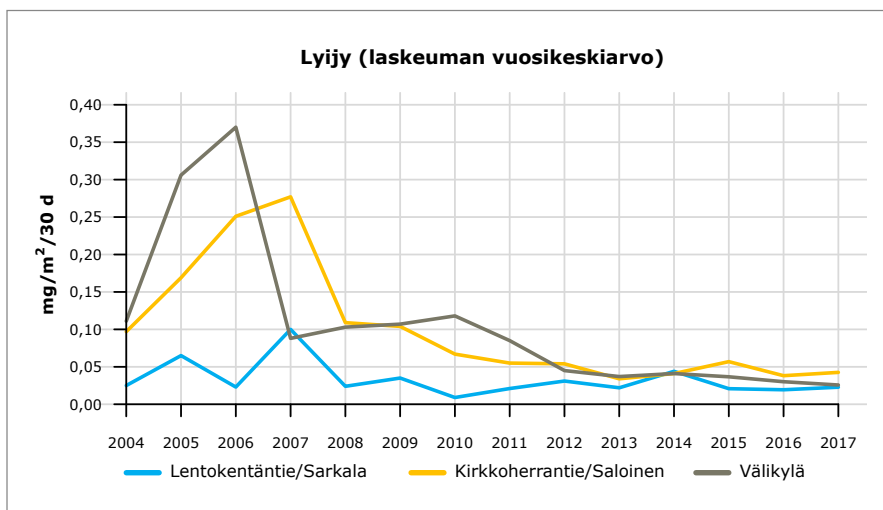
Kuva 46. Kromilaskeuma eri mittauspisteissä kuukausittain vuonna 2017.



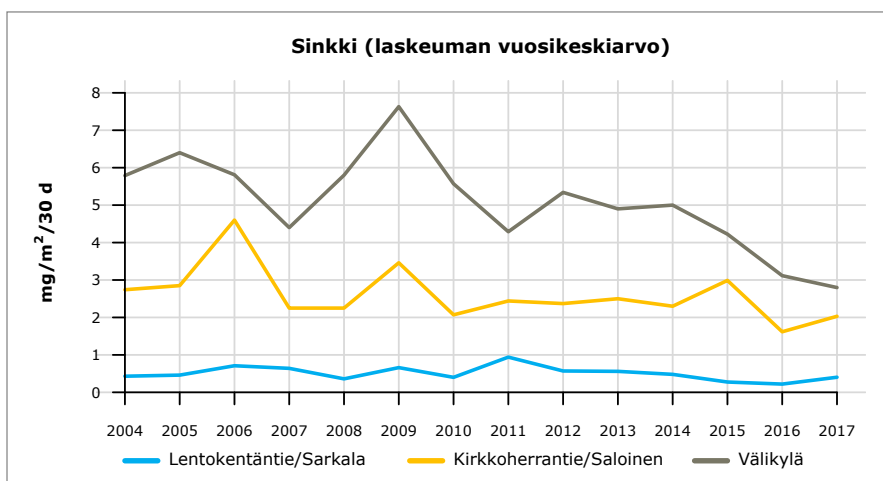
Kuva 47. Vanadiinilaskeuma eri mittauspisteissä kuukausittain vuonna 2017.



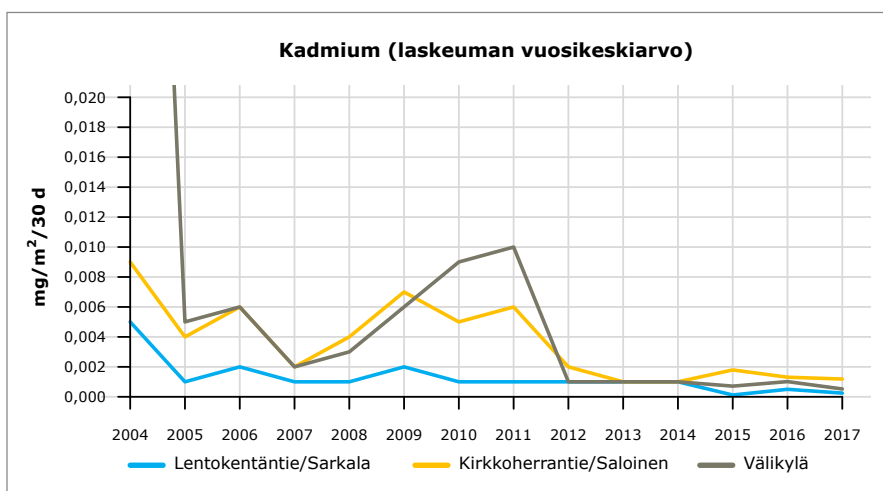
Kuva 48. Raudan laskeuman vuosikeskiarvot 2004–2017 kuukausituloksista laskettuna (mg/m²/30 d). Keräimet olivat Sarkalassa ja Saloisissa syyskuuhun 2014 saakka.



Kuva 49. Lyijyn laskeuman vuosikeskiarvot 2004–2017 kuukausituloksista laskettuna (mg/m²/30 d). Keräimet olivat Sarkalassa ja Saloisissa syyskuuhun 2014 saakka.



Kuva 50. Sinkin laskeuman vuosikeskiarvot 2004–2017 kuukausituloksista laskettuna (mg/m²/30 d). Keräimet olivat Sarkalassa ja Saloisissa syyskuuhun 2014 saakka.



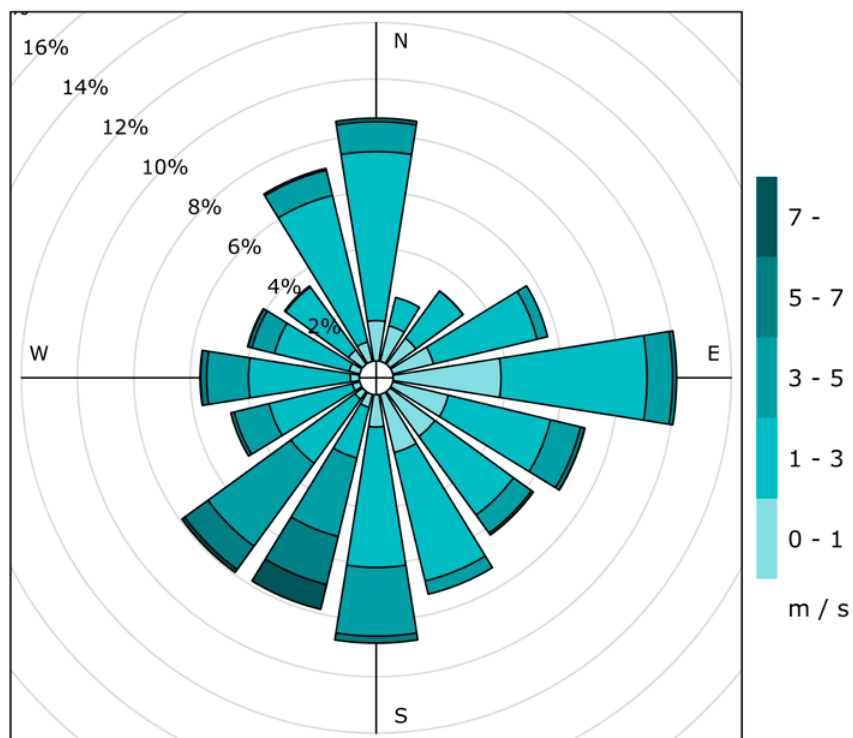
Kuva 51. Kadmiumin laskeuman vuosikeskiarvot 2004–2017 kuukausituloksista laskettuna (mg/m²/30 d). Keräimet olivat Sarkalassa ja Saloisissa syyskuuhun 2014 saakka.



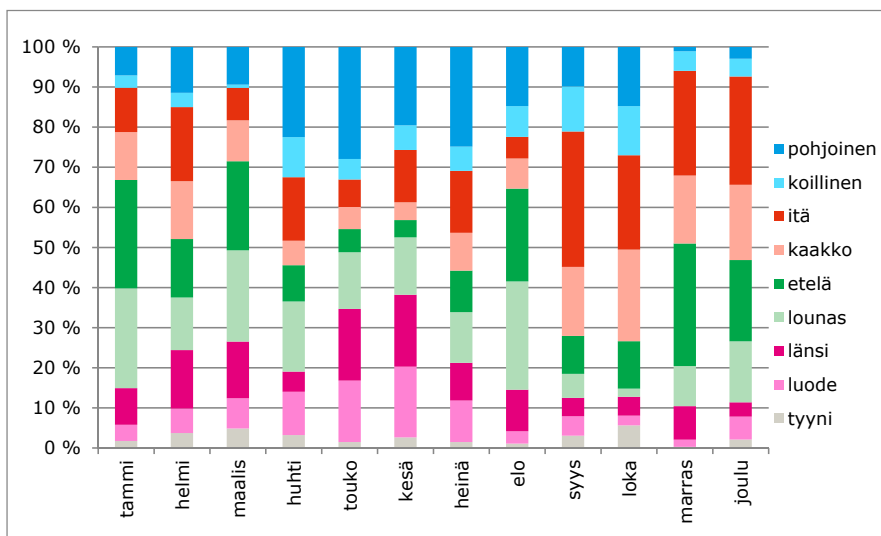
7. SÄÄTIEDOT

Säätietoja kerättiin Raahen Keskustan mittausasemalla käyttäen sääasema Vaisala WXT 520:tä. Sääasema sijaitsi mittauskopin katolla tangon päässä. Asemalla mitattiin jatkuvatoimisesti tuulen nopeutta ja suuntaa, ilman lämpötilaa, ilmanpainetta sekä suhteellista kosteutta. Tuulen suunnan ja nopeuden sekä lämpötilan vaihtelut vuonna 2017 on esitetty (Kuva 52, Kuva 53, Kuva 54, Kuva 55). Yleisimmät tuulensuunnat vuonna 2017 olivat itä (10,1 % vuoden tunneista), etelä (8,8 %) ja pohjoinen (8,6 %). Eniten nopeudeltaan yli 7 m/s tuulia oli etelälounaasta.

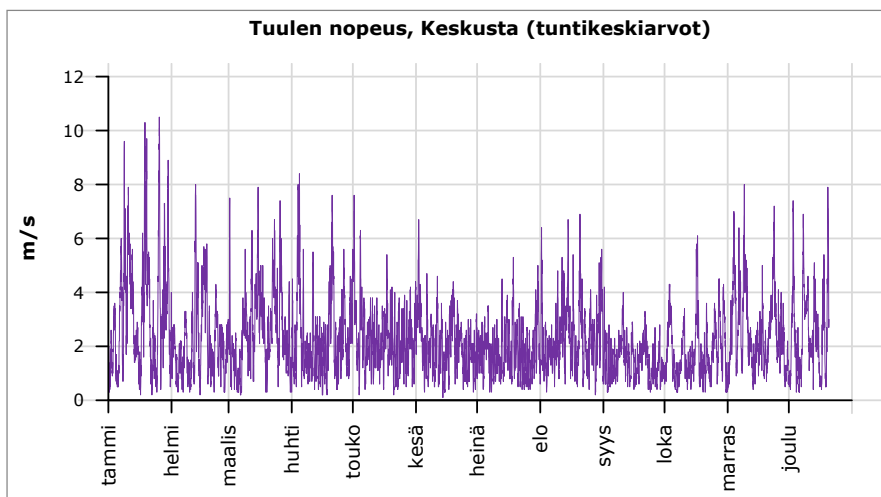
Säähavaintoja oli käytettävissä 20.12.2017 klo 17 saakka. Havaintojen ajallinen kattavuus oli 96,9 % vuodesta. Tyyntä tai lähes tyyntä (tuulen nopeus alle 0,5 m/s) vuonna 2017 oli 222 havaintotunnin aikana eli 2,5 % vuodesta.



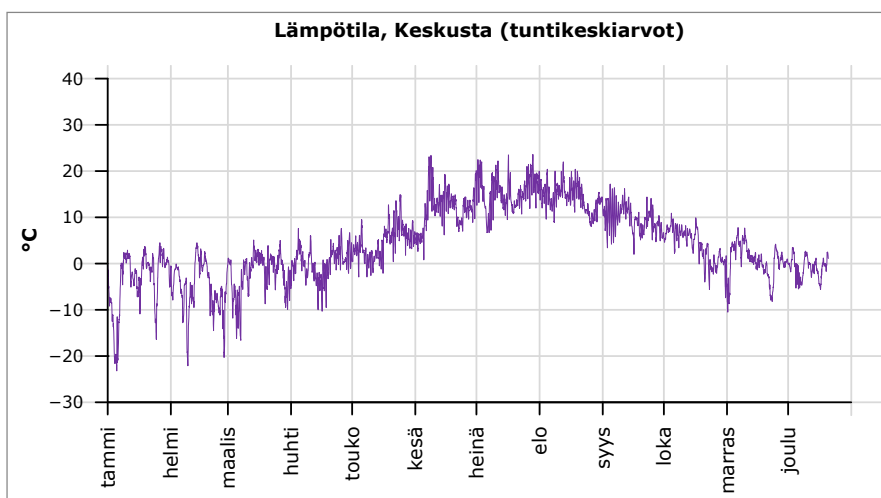
Kuva 52. Tuulen suuntien jakauma Raahessa vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla. Kaavio kertoo, mistä suunnasta ilmavirta on käynyt ja millä nopeudella. Asteikko on prosentteja vuoden tunneista. Tyyntä tai lähes tyyntä (tuulen nopeus alle 0,5 m/s) vuoden aikana oli 2,5 % vuodesta (2,6 % jaksosta, jolta havaintoja oli).



Kuva 53. Tuulen suuntien ja tyynen (nopeus alle 0,5 m/s) osuudet kuukausittain Raahessa vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla.



Kuva 54. Tuulen nopeuden tuntikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla.



Kuva 55. Lämpötilan tuntikeskiarvot vuonna 2017 Keskustan mittausasemalla.

8. LÄHTEET JA LISÄTIETOJA

HSY 2017: Mikä on ilmanlaatuindeksi. <https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmansuojelu/ilmanlaatu tiedotus/Sivut/Ilmanlaatuindeksi.aspx>. Vierailtu 24.3.2017.

Ilmanlaatuportaali: <http://www.ilmanlaatu.fi>

Karstastenpää, R., Pohjola, V., Waldén, J., Salmi, T. ja Saari, H. (2004) Ilmanlaadun mittausohje Versio 1.0. Ilmatieteen laitos – Ilmanlaadun tutkimus, Helsinki. (http://cdn.fmi.fi/legacy-fmi-fi-content/documents/ilmanlaadun_mittausohje.pdf)

Pienhiukkasten vaikutus terveyteen, TEKES 2006 (ISBN 952-457-250-8)

Päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista VNp 480/1996

http://www.raahe.fi/ilmanlaadun_seuranta

Raahen Satama: Toimintakertomus 2015

Saarnio, K., Kyllönen, K., Laurila, S., Lusa, K. ja Waldén, J. (2018) Ulkoilman SO₂- NO- ja O₃-mittausten kansallinen vertailumittaus sekä ilmanlaatumittausten laatu järjestelmä- ja kenttäauditointi (draft). Ilmatieteen laitos, Helsinki 2018.

SFS-EN 12341:1998: Ambient air. Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM₁₀ or PM_{2,5} mass concentration of suspended particulate matter.

SFS-EN 14211:2012: Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence.

SFS-EN 14212:2012: Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence.

SFS-EN 14902:2006: Ambient air quality. Standard method for the measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM₁₀ fraction of suspended particulate matter.

SFS-EN 15549:2008: Air quality. Standard method for the measurement of the concentration of benzo[a]pyrene in ambient air.

SFS-EN 15841:2009: Ambient air quality. Standard method for determination of arsenic, cadmium, lead and nickel in atmospheric deposition.

SFS-EN 15980:2011: Air quality. Determination of the deposition of benz[a]anthracene, benzo[b]fluoranthene, benzo[j]fluoranthene, benzo[k]fluoranthene, benzo[a]pyrene, dibenz[a,h]anthracene and indeno[1,2,3-cd]pyrene.

SFS-EN ISO 11885:2009: Water quality. Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) (ISO 11885:2007).

ISO 17294-2:2003: Water quality. Application of inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Part 2: Determination of selected elements including uranium isotopes (ISO 17294-2:2016).

SFS 3863:1977: Leijuvan pölyn määrittäminen ilmasta. Tehokeräysmenetelmä.

Waldén, J., Waldén, T., Laurila, S. ja Hakola, H., Demonstration of the equivalence of PM_{2,5} and PM₁₀ measurement methods in Kuopio 2014-2015. Ilmatieteen laitos 2017, Helsinki.

VTT:n Lipasto-järjestelmä: <http://lipasto.vtt.fi>

http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Ilmansuojelu/Ilmansuojelun_raja_ja_ohjearvot#Ohjearvot

VNa 113/2017: Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä

VNa 79/2017: Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta.

Ympäristönsuojelulaki YSL 527/2014

Liite 1: KESKEISIÄ KÄSITTEITÄ

Ilmanlaatu

Ilmanlaatu kuvaa ilmassa olevien epäpuhtauksien määrää. Ilmanlaadun seuranta on järjestetty Suomessa hajautetusti siten, että kunnat, kuntayhtymät ja teollisuus ylläpitävät kattavaa asemaverkostoa ilman epäpuhtauksien mittaamiseksi kaupunki- ja teollisuusalueilla.

Ohje- ja raja-arvo

Ohje- ja raja-arvo on ohjeellinen suurin sallittu epäpuhtauksien enimmäispitoisuus ja raja-arvo puolestaan on korkein hyväksyttävä epäpuhtauspitoisuus. Ohje- ja raja-arvoja on asetettu tunti-, vuorokausi- ja vuosikeskiarvoille, jotka valtioneuvosto on määritellyt terveydellisin perustein tai ekosysteemille aiheutuvan haitan perusteella. Tuntiarvo ilmaisee lyhytkestoisen altistuksen ilman epäpuhtauksille. Vuorokausiarvolla (24 h) mitataan pitkäkestoisempaa altistusta terveydelle haitalliselle ilman epäpuhtaudelle. Siten vuorokausiohje- ja raja-arvojen ylitykset ovat selvästi haitallisempia kuin tuntiarvojen ylitykset. Pitkän aikavälin ohje- ja raja-arvoja (vuosikeskiarvo) asetetaan esim. kokonaisleijumalle, jotta voitaisiin pyrkiä pitkäkestoisen terveydellisen haitan vähentämiseen sekä parantaa viihtyvyyttä torjumalla ennalta ilmanlaadun heikkenemistä. Ilmanlaatuasetuksella rikkidioksidille, typpidioksidille ja hengitettävälle hiukkasille annettuisa uusissa tunti- ja vuorokausiraja-arvoissa sallitaan tietty määrä raja-arvon numeroarvon ylityksiä vuodessa.

Tavoitearvo

Tavoitearvolla tarkoitetaan ilmassa olevaa epäpuhtauden pitoisuutta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava määräajassa ja jolla pyritään välttämään, ehkäisemään tai vähentämään epäpuhtauden aiheuttamaa ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haitallisia vaikutuksia.

Arviointikynnys

Ylemmällä arviointikynnyksellä tarkoitetaan pitoisuustasoa, jonka ylittyessä seuranta-alueilla ja väestökeskittymisissä kiinteät ja jatkuvat mittaukset pitoisuuksien seuraamiseksi ovat pakollisia.

Alemmalla arviointikynnyksellä tarkoitetaan pitoisuustasoa, jonka ylittyessä ilmanlaadun arviointiin voidaan käyttää mittausten (suuntaa-antavat mittaukset mukaan lukien) ja mallintamistekniikoiden yhdistelmää. Alemman arviointikynnyksen alittuessa ilmanlaadun arvioinnissa on

mahdollista käyttää pelkkiä mallintamistekniikoita tai objektiivista arviointia. Arviointikynnys katsotaan ylittyneeksi silloin, kun pitoisuus on ylittänyt arviointikynnyksen kolmena vuotena viimeksi kuluneen viiden vuoden aikana.

Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksi on vertailuluku, jolla kuvataan ilmanlaadun suhteellista tasoa. Indeksillä on yksinkertainen, tunnetuin mittaustuloksista laskettava luku, joka ottaa huomioon eri epäpuhtauskomponenttien (SO_2 , NO_2 , PM_{10} , CO ja O_3) tai osan niistä pitoisuudet, riippuen mittauss asemasta. Eri komponenteille määritetään vertailuluku siten, että niiden pitoisuutta (tuntiarvoa) verrataan eri kategorioiden rajoihin. Eri komponenteista huonoimman arvosanan saanut määrittää ilmanlaatuindeksin tason.

Raahessa indeksin laskemisessa otetaan huomioon rikkidioksidi (SO_2), typpidioksidi (NO_2) ja hengitettävät hiukkaset (PM_{10}). Koko maan tilannetta voidaan seurata Ilmanlaatuportaalista (www.ilmanlaatu.fi). Ilmanlaatuindeksin kehitti ja sitä ylläpitää YTV (nykyään HSY).

Prosenttipiste

Ohje- ja raja-arvoihin vertaamisessa ja ilmanlaadun raportoinnissa käytetään joissakin tapauksissa nk. prosenttipistettä. Määritelmän mukaan prosenttipiste on se aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on n % ($n=0-100$). Esimerkiksi 98. prosenttipiste on se aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on 98 %.

Kaukokulkeuma

Kaukokulkeuma käsittää ilman epäpuhtaudet, jotka ilmavirtausten mukana kulkeutuvat syntypaikaltaan jopa useiden satojen kilometrien etäisyydelle.

Laskeuma

Hiukkasmaiset epäpuhtaudet ja aerosolit, jotka eivät jää pysyvästi ilmakehään, vaan poistuvat suhteellisen nopeasti laskeumana maanpintaan, vesistöihin ja kasvillisuuteen. Laskeumalla tarkoitetaan sitä osaa ilmakehän pölystä, joka laskeutuu tietyn mittausjakson (esim. kuukauden) aikana painovoiman vaikutuksesta maanpinnalle. Laskeuma määritetään keräämällä tätä laskeutuvaa ainesta tietyn pinta-alan omaavaan keräimeen, josta sitten määritetään laskeuma yksikössä g/m^2 .

PAH-yhdisteet

Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet) ovat orgaanisia rengasrakenteisia yhdisteitä, joita muodostuu tavallisesti epätäydellisen palamisen yhteydessä (teollisuuden, energiantuotannon ja jätteenpolton huonosti palaneet savukaasut) tai orgaanisia aineita kuumennettaessa. Monet PAH-yhdisteet ovat karsinogeenisia ja lisäävät erityisesti keuhkosyöpään sairastumisen riskiä. PAH-yhdisteiden aiheuttaman syöpäriskin merkkiaineena käytetään bentso[*a*]pyreeniä. Bentso[*a*]pyreeni esiintyy hiukkasiin sitoutuneena ja sen pitoisuudet kuvaavat hyvin myös muiden PAH-yhdisteiden käyttäytymistä ja ominaisuuksia. Bentso[*a*]pyreenipitoisuuden vuosittaiset keskiarvot ovat olleet Euroopan maaseututausta-alueilla 0,1–1 ng/m³, kaupunkialueilla 0,5–3 ng/m³ ja jopa 30 ng/m³ joidenkin teollisuuslaitosten välittömässä läheisyydessä. Ilmansaasteiden ja ennen kaikkea ilmassa leijuviin hiukkasiin sitoutuneiden polyaromaattisten hiilivetyjen uskotaankin olevan merkittävä vaikuttaja keuhkosyövän aiheuttamiin kohonneisiin kuolleisuuslukuihin kaupungeissa verrattuna maaseutuun.

Kokonaisleijuma

Kokonaisleijumalla tarkoitetaan kaikkea ilmassa olevaa leijuvaa epäpuhtautta (TSP). Tässä raportissa kokonaisleijumalla tarkoitetaan hiukkasia, joiden halkaisija on alle 40 µm.

Leijuma PM₁₀ ja PM_{2,5} (Particulate Matter)

PM₁₀ tarkoittaa aerodynaamiselta halkaisijaltaan alle 10 µm olevia leijuvia hiukkasia (hengitettävät hiukkaset) ja vastavasti PM_{2,5} halkaisijaltaan alle 2,5 µm olevia leijuvia hiukkasia (pienhiukkaset). Terveyshaittojen kannalta merkittävimpiä ilmansaasteita ovat liikenteestä, puun pienpoltosta ja muusta epätäydellisestä palamisesta syntyvät pienhiukkaset. Kooltaan alle 10 µm:n hiukkaset pystyvät tunkeutumaan nenäonteloa ja kurkunpäästä syvemmälle hengitysteihin ja alle 2,5 µm:n hiukkaset pystyvät puolestaan tunkeutumaan keuhkojen ääreisosiin keuhkorakkuloihin saakka. Koko maan, tai esimerkiksi Raahen alueen, leijumatilannetta voidaan seurata Ilmanlaatuportaalista reaaliaikaisesti (Kuva 52).

Pöly

Suomen taajamissa merkittävin keväisin hiukkaspitoisuuksiin vaikuttava tekijä on maasta nouseva pöly eli resuspensio. Yleensä hiukkaset ovat pääasiassa peräisin liikenteen nostamasta katu- ja asfalttipölystä.

Päästö

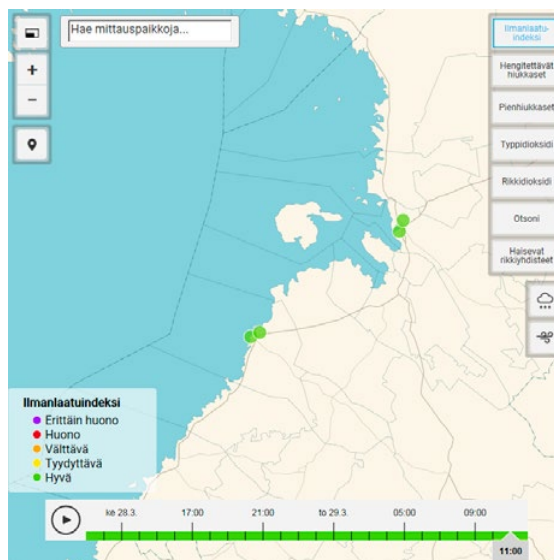
Päästöllä tarkoitetaan energiantuotannon, teollisuuden, liikenteen ym. aiheuttamaa ilmanlaatua heikentävää joko hetkellistä tai jatkuvaa haittaa. Päästökorkeus vaikuttaa merkittävästi maanpinnan lähellä hengitettäviin epäpuhtauspitoisuuksiin. Päästöt voivat olla erilaisia kaasumaisia tai hiukkasmaisia yhdisteitä, kuten rikkidioksidiä, pelkistyneitä rikkiyhdisteitä, lukuisia muita epäorgaanisia ja orgaanisia yhdisteitä sekä metalleja.

Inversio

Inversio tai lämpötilainversio on ilmakehässä tilanne, jossa lämpötila kasvaa ylemmäs mentäessä. Normaalisti korkeammalla ilmakehässä on kylmempi. Suomessa inversiota esiintyy kesäisin yöaikaan ja talvisin kun taivas on selkeä ja tuuli heikkoa. Inversiotilanteessa painavampi kylmä ilma ei nouse ylös, jolloin ilma ei sekoitu normaalisti ja syntyy olosuhteet joissa ilman epäpuhtauksien pitoisuudet voivat kohota. Erityisesti matalalla tapahtuvat päästöt kuten liikenteen päästöt voivat inversiotilanteessa jäädä hengityskorkeudelle.

Auditointi

Auditoinnilla tarkoitetaan usein tarkastuskäyntiä, jolla pyritään varmistamaan, että toiminta on ohjeiden ja standardien mukaista. Usein ohjeet tulevat organisaatiossa käytettävästä laatu järjestelmästä tai standardoimisjärjestöjen laatimista standardeista.



Kuva 56. Esimerkki Ilmanlaatuportaalista (<http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>), jossa voi tarkastella vanhoja ja uusia ilmanlaadun mittaustuloksia.

Liite 2: METALLIPITOISUUDET NÄYTTEITTÄIN 2017

Metallit, Keskusta PM ₁₀ (µg/m ³) vuonna 2017									
pvm	Rauta (Fe)	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Nikkeli (Ni)	Sinkki (Zn)	Vanadiini (V)
9.-16.1.	0,38	0,0004	<0,0001	0,0024	0,0035	0,0040	0,0017	0,020	0,0027
23.-30.1.	0,50	0,0005	0,0001	0,0053	0,015	0,0057	0,0033	0,031	0,0023
6.-13.2.	0,24	0,0003	<0,0001	0,0021	0,0033	0,0029	0,0013	0,019	0,0015
20.-27.2.	1,1	0,0004	<0,0001	0,0047	0,0074	0,0049	0,0041	0,032	0,011
6.-13.3.	0,34	0,0004	0,0001	0,0032	0,0051	0,0052	0,0014	0,016	0,0020
20.-27.3.	0,32	0,0002	<0,0001	0,0033	0,0029	0,0034	0,0020	0,018	0,0014
3.-10.4.	0,57	0,0003	<0,0001	0,0038	0,0041	0,0066	0,0033	0,020	0,0029
17.-24.4.	0,53	0,0004	<0,0001	0,0038	0,0034	0,023	0,0032	0,028	0,0038
1.-8.5.	0,32	0,0001	<0,0001	0,0017	0,0049	0,0021	0,0013	0,010	0,0028
15.-22.5.	0,19	0,0002	<0,0001	0,0012	0,0020	0,0020	0,0011	0,011	0,0012
29.5.-5.6.	0,26	<0,0001	<0,0001	0,0020	0,0015	0,0009	0,0012	<0,0073	0,0027
12.-19.6.	0,41	0,0003	<0,0001	0,0029	0,0043	0,0015	0,0024	0,014	0,0035
26.6.-3.7.	0,50	0,0005	<0,0001	0,0022	0,0059	0,0015	0,0030	0,019	0,0045
10.-17.7.	0,35	0,0001	<0,0001	0,0035	0,0026	0,0014	0,0015	0,010	0,0025
24.-31.7.	0,30	0,0002	<0,0001	0,0018	0,0032	0,0009	0,0015	0,011	0,0025
7.-14.8.	0,22	0,0002	<0,0001	0,0033	0,0063	0,0015	0,0022	0,0087	0,0015
21.-28.8.	0,064	0,0001	<0,0001	0,0015	0,0014	0,0005	0,0006	0,0094	0,0004
4.-11.9.	0,094	0,0004	<0,0001	0,0013	0,0028	0,0073	0,0011	<0,0073	0,0007
18.-25.9.	0,074	0,0002	<0,0001	0,0010	0,0016	0,0022	0,0006	0,0074	0,0006
2.-9.10.	0,094	0,0002	<0,0001	0,0012	0,0014	0,0087	0,0007	0,011	0,0006
16.-23.10.	0,18	0,0002	<0,0001	0,0016	0,0023	0,0039	0,0010	0,015	0,0010
30.10.-6.11.	0,28	0,0004	<0,0001	0,0025	0,0053	0,0041	0,0015	0,026	0,0019
13.-20.11.	0,18	0,0001	<0,0001	0,0062	0,0023	0,0030	0,0015	<0,0074	0,0010
27.11.-4.12.	0,19	0,0006	<0,0001	0,0013	0,0015	0,021	0,0009	0,016	0,0007
11.-18.12.	0,29	0,0002	<0,0001	0,0015	0,0026	0,014	0,0011	0,015	0,0018
25.-31.12.	0,11	0,0001	<0,0001	0,0007	0,0034	0,0100	0,0013	<0,0077	0,0010
keskiarvo	0,31	0,0003	<0,0001	0,0025	0,0038	0,0055	0,0017	0,015	0,0023

Metallit, Merikatu PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vuonna 2017									
pvm	Rauta (Fe)	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Nikkeli (Ni)	Sinkki (Zn)	Vanadiini (V)
4.-5.1.	0,25	0,0004	<0,0002	0,0040	0,0045	0,015	0,0020	0,024	0,0036
12.-13.1.	0,20	0,0003	<0,0002	0,0022	0,0016	0,0027	0,0013	<0,018	0,0018
19.-20.1.	1,6	0,0004	<0,0002	0,12	0,025	0,0016	0,060	0,062	0,0027
26.-27.1.	0,67	0,0004	<0,0002	0,0036	0,33	0,0063	0,0033	<0,018	0,0009
2.-3.2.	0,085	0,0004	<0,0002	0,0025	0,0027	0,0011	<0,0009	<0,018	0,0006
9.-10.2.	0,38	0,0004	<0,0002	0,0062	0,0063	0,011	0,0033	0,042	0,0016
16.-17.2.	1,6	0,0004	<0,0002	0,029	0,0098	0,0065	0,014	0,044	0,0060
23.-24.2.	0,56	<0,0002	<0,0002	0,0080	0,0031	0,0042	0,0040	0,020	0,0042
2.-3.3.	0,17	<0,0002	<0,0002	0,0027	0,0034	0,0009	0,0033	<0,018	0,0020
9.-10.3.	0,18	<0,0002	<0,0002	0,0033	0,0016	0,0012	0,0013	<0,018	0,0010
16.-17.3.	0,54	0,0007	<0,0002	0,0029	0,0031	0,0043	0,0014	0,15	0,0015
23.-24.3.	1,8	0,0010	<0,0002	0,087	0,023	0,0020	0,057	0,036	0,0032
30.-31.3.	2,5	0,0005	<0,0002	0,014	0,042	0,0036	0,0082	0,031	0,014
6.-7.4.	5,8	0,0011	<0,0002	0,042	0,025	0,0016	0,038	0,025	0,0045
12.-13.4.	0,89	0,0003	<0,0002	0,0060	0,0051	0,0014	0,0036	0,020	0,0087
20.-21.4.	2,4	0,0006	<0,0002	0,0078	0,0034	0,0038	0,0045	0,036	0,016
27.-28.4.	0,91	0,0007	<0,0002	0,024	0,011	0,0010	0,016	<0,018	0,0056
4.-5.5.	2,5	0,0006	<0,0002	0,098	0,092	0,0022	0,080	0,038	0,0054
11.-12.5.	1,7	0,0005	<0,0002	0,024	0,012	0,0009	0,027	<0,018	0,0022
18.-19.5.	0,15	<0,0002	<0,0002	0,0043	0,0031	0,0008	0,0031	<0,018	0,0014
25.-26.5.	1,5	0,0005	<0,0002	0,11	0,034	0,0036	0,078	0,074	0,0031
1.-2.6.	1,8	0,0002	<0,0002	0,029	0,0083	0,0011	0,022	0,029	0,0047
8.-9.6.	0,44	<0,0002	<0,0002	0,0076	0,0018	0,0007	0,0033	<0,018	0,0020
15.-16.6.	1,2	0,0004	<0,0002	0,043	0,011	0,0029	0,029	0,040	0,0054
21.-22.6.	2,6	0,0005	<0,0002	0,018	0,0096	0,0007	0,010	<0,018	0,0007
29.-30.6.	1,5	0,0005	<0,0002	0,089	0,027	0,0025	0,053	0,15	0,0017
6.-7.7.	0,78	<0,0002	<0,0002	0,025	0,0100	0,0010	0,017	<0,018	0,0007
13.-14.7.	0,54	0,0003	<0,0002	0,014	0,0082	0,0006	0,014	<0,018	0,0013
20.-21.7.	0,22	0,0002	<0,0002	0,0031	0,0027	0,0005	0,0016	<0,018	0,0010
27.-28.7.	0,36	0,0002	<0,0002	0,0080	0,0022	0,0009	0,0025	<0,018	0,0016
3.-4.8.	0,51	0,0004	<0,0002	0,024	0,089	0,0031	0,017	<0,018	0,0022
10.-11.8.	0,81	0,0004	<0,0002	0,085	0,024	0,0040	0,062	0,049	0,0033
17.-18.8.	0,34	<0,0002	<0,0002	0,0067	0,0015	0,0007	0,0031	<0,018	0,0025
24.-25.8.	1,0	0,0003	<0,0002	0,13	0,090	0,0029	0,12	0,17	0,0012
31.8.-1.9.	1,1	0,0003	<0,0002	0,0094	0,0051	0,0031	0,0053	<0,018	0,0007
7.-8.9.	0,051	0,0002	<0,0002	0,0011	0,0014	0,0042	<0,0009	<0,018	0,0004
14.-15.9.	1,6	0,0003	<0,0002	0,011	0,0091	0,0006	0,0080	<0,018	0,0006
21.-22.9.	0,11	<0,0002	<0,0002	0,0020	0,0042	0,0005	0,0020	<0,018	0,0006
28.-29.9.	0,60	0,0004	<0,0002	0,0060	0,0089	0,0029	0,0036	0,033	0,0034
5.-6.10.	0,13	<0,0002	<0,0002	0,0049	0,0024	0,0047	0,0033	<0,018	0,0004
12.-13.10.	0,31	<0,0002	<0,0002	0,0020	0,0043	0,0012	0,0053	<0,018	0,0011
19.-20.10.	0,33	0,0004	<0,0002	0,0065	0,0034	0,0038	0,0025	0,018	0,0018
26.-27.10.	0,40	<0,0002	<0,0002	0,0029	0,0014	0,0027	0,0022	<0,018	0,0040
2.-3.11.	1,5	0,0009	<0,0002	0,085	0,063	0,0089	0,092	0,18	0,0056
9.-10.11.	0,60	0,0004	<0,0002	0,0027	0,0025	0,0018	0,0015	<0,018	0,0022
16.-17.11.	0,43	<0,0002	<0,0002	0,0027	0,0025	0,0020	0,0024	<0,018	0,0020
24.-25.11.	0,078	<0,0002	<0,0002	0,0011	0,0020	0,0009	0,0014	<0,018	0,0003
30.11.-1.12.	0,058	0,0005	<0,0002	0,0016	0,0015	0,013	<0,0009	<0,018	0,0003
7.-8.12.	0,22	<0,0002	<0,0002	0,0017	0,0034	0,0010	0,0017	<0,018	0,0015
14.-15.12.	0,063	0,0002	<0,0002	0,0027	0,0025	0,0011	<0,0009	<0,018	0,0003
21.-22.12.	0,67	0,0003	<0,0002	0,085	0,012	0,0033	0,036	0,053	0,0010
28.-29.12.	0,043	<0,0002	<0,0002	<0,0009	0,0011	0,024	<0,0009	<0,018	0,0005
keskiarvo	0,90	0,0003	0,0001	0,025	0,020	0,0034	0,018	0,031	0,0028

Metallit, Lapaluoto PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) vuonna 2017									
pvm	Rauta (Fe)	Arseeni (As)	Kadmium (Cd)	Kromi (Cr)	Kupari (Cu)	Lyijy (Pb)	Nikkeli (Ni)	Sinkki (Zn)	Vanadiini (V)
4.-5.1.	0,33	0,0006	<0,0002	0,0045	0,0034	0,0096	0,0020	0,047	0,0024
11.-12.1.	0,47	0,0008	<0,0002	0,0040	0,0025	0,0052	0,0020	0,025	0,0029
18.-19.1.	0,44	<0,0002	<0,0002	0,0018	0,0022	0,0005	0,0015	<0,018	0,0011
25.-26.1.	1,2	0,0004	<0,0002	0,0023	0,0020	0,0043	0,0012	<0,018	0,0033
1.-2.2.	1,6	0,0004	<0,0002	0,0079	0,0043	0,0031	0,0022	0,049	0,0032
8.-9.2.	0,17	0,0002	<0,0002	0,0051	0,0020	0,0036	0,0010	0,031	0,0008
15.-16.2.	2,9	0,0003	<0,0002	0,0024	0,0033	0,0012	0,0012	<0,018	0,0060
22.-23.2.	4,2	0,0008	<0,0002	0,0074	0,0045	0,0025	0,0025	0,029	0,018
1.-2.3.	0,25	0,0004	<0,0002	0,0036	0,0027	0,0014	0,0020	<0,018	0,0017
8.-9.3.	3,3	0,0005	<0,0002	0,0038	0,0062	0,0031	0,0017	0,022	0,0063
15.-16.3.	0,29	<0,0002	<0,0002	0,0022	0,0016	0,0051	<0,0009	<0,018	0,0012
22.-23.3.	0,70	<0,0002	<0,0002	0,0022	0,0064	0,0016	0,0026	<0,018	0,0018
29.-30.3.	0,22	<0,0002	<0,0002	0,0024	0,0025	0,0017	0,0011	<0,018	0,0007
5.-6.4.	0,76	0,0004	0,0002	0,0047	0,0025	0,0089	0,0025	0,025	0,0036
12.-13.4.	0,45	0,0002	<0,0002	0,0096	0,0098	0,0018	0,0045	<0,018	0,0020
19.-20.4.	4,9	0,0006	<0,0002	0,0072	0,0047	0,0038	0,013	0,045	0,017
26.-27.4.	0,24	<0,0002	<0,0002	0,0045	0,0038	0,0008	0,0027	<0,018	0,0012
3.-4.5.	0,91	<0,0002	<0,0002	0,0025	0,0024	0,0004	0,0016	0,022	0,0029
10.-11.5.	0,087	<0,0002	<0,0002	0,0016	0,0017	0,0008	0,0012	<0,018	0,0010
17.-18.5.	0,11	<0,0002	<0,0002	0,0053	0,0017	0,0016	0,0015	<0,018	0,0014
22.-23.5.	0,11	<0,0002	<0,0002	0,0024	0,0025	0,0006	0,0013	<0,018	0,0005
31.5.-1.6.	0,062	<0,0002	<0,0002	0,0022	0,0024	<0,0004	0,0020	<0,018	0,0003
7.-8.6.	0,62	0,0003	<0,0002	0,0063	0,0036	0,0007	0,0022	<0,018	0,013
14.-15.6.	0,76	0,0004	<0,0002	0,0063	0,0034	0,0008	0,0022	<0,018	0,0031
21.-22.6.	0,12	<0,0002	<0,0002	0,0029	0,0013	0,0006	0,0034	<0,018	0,0005
28.-29.6.	0,20	0,0002	<0,0002	0,0025	0,0056	0,0006	0,022	0,087	0,0012
3.-4.7.	0,40	0,0003	<0,0002	0,0047	0,0020	0,0011	0,0013	<0,018	0,0018
12.-13.7.	0,31	0,0002	<0,0002	0,0027	0,0018	0,0010	0,0015	<0,018	0,0022
19.-20.7.	0,038	<0,0002	<0,0002	0,0072	<0,0009	<0,0004	0,0011	<0,018	0,0003
26.-27.7.	0,49	<0,0002	<0,0002	0,0071	0,0013	0,0008	0,0020	<0,018	0,024
2.-3.8.	0,62	0,0004	<0,0002	0,0034	0,0016	0,013	0,0020	<0,018	0,0042
9.-10.8.	1,2	0,0005	<0,0002	0,025	0,0045	0,0022	0,0027	0,018	0,0045
16.-17.8.	2,7	0,0004	<0,0002	0,0071	0,0024	0,0026	0,0057	0,024	0,018
23.-24.8.	0,092	0,0002	<0,0002	0,0043	0,0018	<0,0004	0,0027	<0,018	0,0004
30.-31.8.	0,24	0,0003	<0,0002	0,0038	0,0018	0,0017	0,0013	<0,018	0,0009
6.-7.9.	0,27	<0,0002	<0,0002	0,0029	0,0022	0,0007	0,0014	<0,018	0,0073
13.-14.9.	0,69	0,0005	<0,0002	0,0056	0,0027	0,0014	0,0016	<0,018	0,0060
20.-21.9.	0,083	<0,0002	<0,0002	0,0022	0,0018	0,0005	0,0010	<0,018	0,0004
27.-28.9.	0,16	0,0002	<0,0002	0,0033	0,0024	0,0018	0,0016	0,024	0,0006
4.-5.10.	0,67	0,0003	<0,0002	0,0029	<0,0009	0,0006	0,0020	0,020	0,0020
11.-12.10.	0,38	<0,0002	<0,0002	0,0033	0,0029	0,0029	0,0027	0,022	0,0099
18.-19.10.	0,038	0,0008	<0,0002	0,0013	<0,0009	0,0005	0,0015	<0,018	<0,0002
25.-26.10.	0,98	0,0005	<0,0002	0,0058	0,0025	0,0027	0,0029	<0,018	0,014
1.-2.11.	4,7	0,0011	<0,0002	0,010	0,0071	0,0034	0,0058	0,034	0,015
8.-9.11.	3,1	0,0006	<0,0002	0,0040	0,0043	0,0060	0,0033	<0,018	0,0067
15.-16.11.	0,99	0,0006	<0,0002	0,0029	0,0020	0,012	0,0020	0,027	0,0043
22.-23.11.	2,4	0,0003	<0,0002	0,0100	0,0033	0,0018	0,0024	0,020	0,012
29.-30.11.	0,18	<0,0002	<0,0002	0,0015	0,0018	0,0014	0,0018	<0,018	0,0005
8.-9.12.	0,16	<0,0002	<0,0002	0,0015	0,0024	<0,0004	<0,0009	<0,018	0,0006
13.-14.12.	0,65	0,0004	<0,0002	0,0025	0,0020	0,0036	0,0018	<0,018	0,0027
20.-21.12.	0,15	<0,0002	<0,0002	<0,0009	0,0054	0,0047	0,0010	<0,018	0,0004
27.-28.12.	0,34	<0,0002	<0,0002	<0,0009	0,0017	0,011	<0,0009	<0,018	0,0025
keskiarvo	0,91	0,0003	0,0001	0,0045	0,0029	0,0027	0,0026	0,017	0,0046

Liite 3: PAH-YHDISTEIDEN PITOISUUDET NÄYTTEITTÄIN 2017

PAH, Keskusta (ng/m ³) vuonna 2017																
pvm	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyleeni	Bentso[a]antraseeni	Bentso[a]pyreeni	Bentso[b]fluoranteeni	Bentso[ghi]peryleeni	Bentso[k]fluoranteeni	Dibentso[fa,h]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
2.–9.1.	0,07	<0,04	<0,07	0,65	0,87	2,39	1,09	0,68	0,11	0,25	0,80	0,02	1,16	0,73	<0,04	1,02
16.–23.1.	0,02	<0,04	<0,04	0,34	0,38	1,24	0,52	0,33	<0,04	0,09	0,40	0,01	0,56	0,37	<0,04	0,47
30.1.–6.2.	<0,01	<0,04	<0,04	0,12	0,14	0,57	0,29	0,15	0,03	0,09	0,21	<0,01	0,27	0,15	<0,04	0,27
13.–20.2.	<0,02	<0,04	<0,04	0,25	0,26	0,74	0,33	0,20	0,07	0,09	0,33	<0,01	0,31	0,23	<0,04	0,35
27.2.–5.3.	<0,08	<0,04	<0,08	0,68	0,65	1,52	0,79	0,47	0,06	0,34	0,85	0,03	0,83	0,72	<0,04	0,93
13.–20.3.	<0,04	<0,04	<0,04	0,24	0,23	0,68	0,28	0,20	0,04	0,11	0,34	0,01	0,31	0,26	<0,04	0,39
27.3.–3.4.	<0,04	<0,04	<0,04	0,20	0,25	0,80	0,41	0,24	0,04	0,12	4,21	0,01	0,43	0,24	<0,04	0,44
10.–17.4.	<0,04	<0,04	<0,04	0,10	0,14	0,47	0,21	0,14	0,02	0,08	0,21	<0,01	0,22	0,12	<0,04	0,28
24.4.–1.5.	<0,04	<0,04	<0,04	0,07	0,08	0,23	0,12	0,07	0,01	0,04	0,15	<0,01	0,13	0,08	<0,04	0,18
1.–8.5.	<0,01	<0,04	<0,04	0,03	0,04	0,13	0,07	0,04	<0,01	<0,04	<0,15	<0,01	0,07	0,04	<0,04	<0,15
22.–29.5.	<0,04	<0,04	<0,04	0,04	0,06	0,19	0,10	0,05	<0,01	<0,04	<0,15	<0,01	0,10	0,04	<0,04	<0,15
5.–12.6.	0,01	<0,04	<0,04	0,09	0,13	0,36	0,23	0,10	0,03	0,05	0,15	<0,01	0,23	0,09	<0,04	0,15
19.–26.6.	<0,01	<0,04	<0,04	0,03	0,05	0,12	0,08	0,04	0,01	<0,04	0,08	<0,01	0,09	0,04	<0,04	0,09
3.–10.7.	<0,01	<0,04	<0,04	0,03	0,04	0,17	0,09	0,04	0,01	<0,04	0,07	0,01	0,08	0,07	<0,04	0,09
17.–24.7.	<0,01	<0,04	<0,04	0,01	0,01	0,11	0,07	0,03	<0,01	<0,04	0,05	<0,01	0,06	0,02	<0,04	0,07
31.7.–7.8.	<0,01	<0,04	<0,04	0,03	0,06	0,17	0,10	0,05	<0,04	<0,04	0,07	<0,04	0,11	0,04	<0,04	0,07
14.–21.8.	<0,01	<0,04	<0,04	0,04	0,05	0,17	0,11	0,05	<0,04	<0,04	0,05	<0,01	0,10	0,04	<0,04	0,06
28.8.–4.9.	<0,04	<0,04	<0,04	0,15	0,30	0,70	0,44	0,21	0,06	0,06	0,20	<0,04	0,45	0,15	<0,04	0,22
11.–18.9.	<0,01	<0,04	<0,04	<0,07	0,13	0,34	0,24	0,10	<0,04	<0,04	0,06	<0,04	0,23	0,04	<0,04	0,12
25.9.–2.10.	0,01	<0,04	<0,04	<0,37	0,28	0,63	0,33	0,20	<0,07	0,12	0,35	<0,04	0,34	0,20	<0,04	0,33
9.–16.10.	0,01	<0,04	<0,04	<0,15	0,23	0,55	0,33	0,17	0,03	0,07	0,13	<0,01	0,32	0,09	<0,04	0,21
23.–30.10.	0,01	<0,04	<0,04	<0,14	0,13	0,46	0,22	0,13	0,02	0,06	0,14	<0,01	0,22	0,09	<0,04	0,22
6.–13.11.	<0,01	<0,04	<0,04	0,09	0,13	0,41	0,23	0,12	<0,04	0,04	0,14	<0,04	0,25	0,09	<0,04	0,17
20.–27.11.	<0,01	<0,04	<0,04	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	<0,01	<0,04	0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,04	0,02
4.–11.12.	0,01	<0,04	<0,04	0,10	0,15	0,39	0,21	0,16	0,02	0,06	0,15	<0,01	0,20	0,13	<0,04	0,22
18.–25.12.	0,01	<0,04	<0,04	0,18	0,21	0,49	0,21	0,21	0,03	0,06	0,22	<0,01	0,21	0,19	<0,04	0,25

PAH, Merikatu (ng/m ³) vuonna 2017																
pvm	Antraseeni	Asenafteneeni	Asenaftyleeni	Bentso[a]antraseeni	Bentso[a]pyreeni	Bentso[b]fluoranteeni	Bentso[ghi]peryleeni	Bentso[k]fluoranteeni	Dibentso[a,h]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
3.-4.1.	0,11	<0,09	<0,18	0,58	0,51	0,91	0,51	0,27	<0,09	2,54	2,72	0,16	0,51	0,65	<0,09	2,35
10.-11.1.	0,18	<0,09	<0,09	1,99	1,57	3,98	1,48	1,18	0,27	1,41	3,44	0,11	1,77	2,17	<0,09	2,17
17.-18.1.	0,11	<0,09	<0,09	1,20	0,76	1,81	0,72	0,54	0,13	0,80	1,81	0,07	0,82	1,21	<0,09	1,30
24.-25.1.	0,20	<0,09	<0,18	1,66	1,17	2,70	1,46	0,79	<0,09	1,48	2,88	0,13	1,50	1,80	<0,09	2,88
31.1.-1.2.	0,04	<0,09	<0,09	0,31	0,29	0,94	0,45	0,27	<0,09	0,31	0,80	0,04	0,47	0,53	<0,09	0,51
7.-8.2.	0,04	<0,09	<0,09	0,11	0,07	0,29	0,11	0,07	0,02	0,27	0,36	0,02	0,11	0,20	<0,09	0,24
14.-15.2.	<0,04	<0,09	<0,09	0,54	0,54	1,25	0,76	0,34	0,09	0,29	0,78	<0,02	0,69	0,71	<0,09	0,74
21.-22.2.	0,13	<0,09	<0,09	1,47	0,98	2,18	1,21	0,65	0,16	1,60	3,08	0,09	1,18	1,61	<0,09	3,08
28.2.-1.3.	0,05	<0,09	<0,09	0,34	0,25	0,71	0,31	0,22	0,07	0,31	0,72	0,02	0,33	0,42	<0,09	0,45
7.-8.3.	<0,09	<0,09	<0,09	0,14	0,16	0,49	0,22	0,14	<0,02	0,33	0,58	0,02	0,25	0,31	<0,09	0,42
14.-15.3.	0,18	<0,09	<0,09	1,48	1,09	2,54	0,89	0,80	0,18	1,12	2,54	0,11	1,10	1,61	<0,09	1,74
21.-22.3.	<0,02	<0,09	<0,09	0,07	0,07	0,25	0,11	0,07	<0,02	0,09	0,22	<0,02	0,13	0,14	<0,09	0,13
28.-29.3.	<0,18	<0,09	<0,09	0,16	0,09	0,25	0,09	0,07	<0,02	0,33	0,51	0,05	0,09	0,18	<0,09	0,29
4.-5.4.	<0,09	<0,09	<0,09	0,33	0,29	0,65	0,25	0,22	0,07	0,31	0,71	0,04	0,29	0,36	<0,09	0,43
11.-12.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,04	0,11	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,13	<0,02	0,05	0,07	<0,09	0,09
18.-19.4.	0,14	<0,09	<0,18	1,07	0,85	2,17	0,94	0,65	0,22	1,20	2,17	0,14	1,12	1,25	0,22	1,43
25.-26.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,04	0,13	0,07	0,04	<0,02	<0,09	0,13	<0,02	0,07	0,07	<0,09	0,07
2.-3.5.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
9.-10.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,02	0,05	0,04	<0,02	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	0,04	0,04	<0,09	0,05
16.-17.5.	0,11	<0,09	<0,09	0,78	0,67	1,68	0,63	0,45	0,13	0,58	1,27	0,07	0,78	0,83	0,16	0,85
23.-24.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,02	0,05	0,04	<0,02	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,04	0,04	<0,09	0,05
30.-31.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,20	0,16	0,05	<0,02	<0,09	0,11	<0,02	0,14	0,07	<0,09	0,11
6.-7.6.	0,04	<0,09	<0,09	0,52	0,91	1,36	0,94	0,40	0,07	0,16	1,07	<0,02	1,01	0,58	<0,09	1,32
13.-14.6.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,05	0,09	0,07	0,02	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	0,05	0,04	<0,09	0,05
20.-21.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
27.-28.6.	0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,02	0,07	0,02	0,02	0,04	<0,09	0,09	<0,02	0,04	0,04	<0,09	0,05
4.-5.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
11.-12.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,04	0,25	0,14	0,05	<0,02	<0,09	0,13	<0,02	0,13	0,07	<0,09	0,07
18.-19.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,02
25.-26.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,14	0,11	0,04	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	0,11	0,04	<0,09	0,05
1.-2.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,38	0,42	0,87	0,38	0,25	0,09	0,33	0,65	<0,09	0,43	0,42	0,11	0,47
8.-9.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,25	0,24	0,52	0,20	0,16	<0,09	0,14	0,40	<0,02	0,25	0,24	<0,09	0,29
15.-16.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,07	0,09	0,20	0,11	0,05	<0,02	<0,09	0,14	<0,02	0,11	0,07	<0,09	0,11
22.-23.8.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02

PAH, Merikatu (ng/m³) vuonna 2017

pvm	Antraseeni	Asenafteneeni	Asenaftyleeni	Bentso[a]antraseeni	Bentso[a]pyreeni	Bentso[b]fluoranteeni	Bentso[ghi]peryleeni	Bentso[k]fluoranteeni	Dibentso[a,h]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
29.–30.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,47	0,47	1,10	0,43	0,36	0,11	0,14	0,58	<0,02	0,53	0,42	<0,09	0,43
5.–6.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,09	0,27	0,14	0,07	<0,02	<0,09	0,09	<0,09	0,16	0,07	<0,09	0,09
12.–13.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,09	0,27	0,18	0,07	<0,02	<0,09	0,05	<0,09	0,18	0,05	<0,09	0,07
19.–20.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,18	0,20	0,44	0,20	0,15	<0,02	<0,09	0,29	<0,09	0,25	0,18	<0,09	0,31
26.–27.9.	0,05	<0,09	<0,09	<0,91	0,60	1,36	0,58	0,49	<0,09	0,45	1,09	<0,09	0,67	0,62	<0,09	0,76
3.–4.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,04	0,13	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,07	0,05	<0,09	0,07
10.–11.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,04	0,14	0,09	0,05	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	0,09	0,05	<0,09	0,05
17.–18.10.	0,02	<0,09	<0,09	<0,36	0,29	0,80	0,38	0,27	0,05	<0,09	0,22	<0,02	0,38	0,38	<0,09	0,16
24.–25.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,05	0,16	0,09	0,07	<0,02	<0,09	0,11	<0,02	0,09	0,09	<0,09	0,09
31.10.–1.11.	0,14	<0,09	<0,09	<3,62	1,74	3,44	1,58	1,03	0,16	0,74	2,72	0,02	1,72	2,17	<0,09	2,90
7.–8.11.	0,02	<0,09	<0,09	0,11	0,14	0,45	0,25	0,18	<0,09	<0,09	0,16	<0,02	0,29	0,20	<0,09	0,16
14.–15.11.	0,05	<0,09	<0,09	0,54	0,45	1,29	0,54	0,45	<0,09	0,31	0,69	<0,09	0,67	0,72	<0,09	0,45
21.–22.11.	0,02	<0,09	<0,09	0,09	0,11	0,25	0,14	0,09	<0,02	0,14	0,40	<0,09	0,14	0,18	<0,09	0,31
28.–29.11.	0,04	<0,09	<0,09	0,24	0,25	0,81	0,43	0,31	<0,09	0,14	0,33	<0,09	0,51	0,40	<0,09	0,29
4.–5.12.	0,02	<0,09	<0,09	0,34	0,29	1,38	0,69	0,65	0,05	0,09	0,47	<0,02	0,63	0,85	<0,09	0,36
12.–13.12.	0,02	<0,09	<0,09	0,11	0,18	0,47	0,31	0,25	0,02	0,11	0,27	<0,02	0,31	0,31	<0,09	0,24
19.–20.12.	0,22	<0,09	<0,09	2,53	1,59	3,62	1,29	1,41	0,27	0,94	3,08	<0,02	1,41	2,53	<0,09	2,17
26.–27.12.	0,09	<0,09	<0,09	0,62	0,53	1,16	0,53	0,34	0,05	0,83	1,50	<0,05	0,53	0,69	<0,09	1,52

PAH, Lapaluoto (ng/m³) vuonna 2017

pvm	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyyleeni	Bentso[a]antraseeni	Bentso[a]pyreeni	Bentso[b]fluoranteeni	Bentso[ghi]perylenei	Bentso[k]fluoranteeni	Dibentso[a,h]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
1.-2.1.	0,18	<0,09	<0,09	2,17	1,99	3,62	1,81	1,09	<0,09	1,00	3,99	0,04	1,99	2,36	<0,09	4,17
3.-4.1.	0,34	<0,09	<0,36	1,32	1,07	1,99	0,94	0,58	<0,09	5,07	5,62	0,31	0,98	1,45	<0,09	5,07
8.-9.1.	0,65	<0,09	<0,18	6,52	4,71	10,32	3,80	3,26	0,71	3,44	9,24	0,24	4,53	5,61	<0,09	6,52
10.-10.1.	0,87	<0,09	<0,18	7,23	5,06	9,75	3,79	3,25	0,74	5,06	11,38	0,38	4,52	5,96	<0,09	7,77
12.-13.1.	0,09	<0,09	<0,09	0,36	0,40	0,99	0,45	0,27	<0,09	0,76	1,32	0,07	0,52	0,56	<0,09	0,98
15.-16.1.	0,38	<0,09	<0,09	4,53	2,90	6,16	2,72	1,99	0,42	3,26	7,43	0,24	3,08	4,35	<0,09	5,07
17.-18.1.	0,24	<0,09	<0,09	2,36	1,52	3,62	1,32	1,14	0,18	1,59	3,62	0,14	1,59	1,99	<0,09	2,36
19.-20.1.	0,04	<0,09	<0,09	0,06	0,07	0,13	0,07	0,04	<0,09	0,20	0,31	0,02	0,07	0,09	<0,09	0,28
22.-23.1.	0,21	<0,09	<0,09	2,32	1,46	3,57	1,39	1,11	0,21	1,05	2,86	0,11	1,64	2,32	<0,09	1,96
24.-25.1.	0,62	<0,09	<0,36	3,98	2,71	5,25	2,53	1,63	0,24	3,80	7,42	0,31	2,71	3,98	<0,09	6,15
26.-27.1.	0,04	<0,09	<0,09	0,34	0,31	1,01	0,42	0,29	<0,09	0,18	0,63	<0,02	0,45	0,51	<0,09	0,40
29.-30.1.	0,47	<0,09	<0,18	3,99	2,90	6,16	2,36	1,99	0,38	3,08	6,70	0,24	2,90	3,99	<0,09	4,53
31.1.-1.2.	0,16	<0,09	<0,09	1,59	1,28	3,29	1,33	1,00	0,20	1,35	3,29	0,11	1,50	2,01	<0,09	2,38
2.-3.2.	0,33	<0,09	<0,13	3,62	2,36	5,25	2,36	1,65	0,63	2,17	5,43	0,18	2,54	3,44	<0,09	3,62
5.-6.2.	0,05	<0,09	<0,09	0,45	0,40	0,65	0,40	0,22	0,04	0,63	1,12	0,04	0,36	0,45	<0,09	1,16
7.-8.2.	<0,04	<0,09	<0,09	0,27	0,36	0,71	0,53	0,22	0,04	0,29	1,00	<0,02	0,43	0,43	<0,09	0,85
9.-10.2.	0,42	<0,09	<0,36	4,71	3,80	6,52	3,99	2,17	0,47	4,17	8,88	0,29	3,99	4,53	<0,09	9,24
12.-13.2.	0,09	<0,09	<0,09	0,91	0,60	1,99	0,72	0,63	0,22	0,76	1,56	0,09	0,80	1,32	<0,09	0,98
14.-15.2.	0,04	<0,09	<0,09	0,38	0,40	0,78	0,45	0,22	0,05	0,49	1,11	0,04	0,42	0,49	<0,09	1,05
16.-17.2.	<0,02	<0,09	<0,09	0,33	0,34	0,78	0,51	0,24	0,04	0,13	0,72	<0,02	0,43	0,47	<0,09	0,67
19.-20.2.	0,13	<0,09	<0,09	1,11	0,92	1,74	0,91	0,58	0,13	1,05	2,54	0,05	0,91	1,25	<0,09	2,54
21.-22.2.	0,36	<0,09	<0,13	3,08	1,63	3,98	1,72	1,27	0,42	2,17	4,89	0,18	1,81	2,90	<0,09	3,80
23.-24.2.	<0,04	<0,09	<0,09	0,23	0,23	0,65	0,29	0,14	0,04	0,67	0,98	0,07	0,31	0,40	<0,09	0,70
26.-27.2.	<0,05	<0,09	<0,09	0,36	0,29	0,69	0,36	0,22	0,04	0,43	1,21	0,02	0,34	0,45	<0,09	1,03
28.2.-1.3.	<0,02	<0,09	<0,09	0,29	0,20	0,67	0,29	0,22	0,05	0,16	0,56	<0,02	0,31	0,38	<0,09	0,38
2.-3.3.	<0,02	<0,09	<0,09	0,16	0,15	0,44	0,22	0,13	<0,02	0,24	0,53	<0,09	0,20	0,31	<0,09	0,25
5.-6.3.	0,16	<0,09	<0,18	1,16	0,98	1,70	0,92	0,53	0,07	0,85	2,54	0,07	0,92	1,20	<0,09	2,72
7.-8.3.	<0,09	<0,09	<0,09	0,25	0,25	0,65	0,25	0,18	0,02	0,42	0,76	0,05	0,31	0,42	<0,09	0,63
9.-10.3.	0,20	<0,09	<0,09	1,25	0,87	1,99	0,67	0,65	0,14	0,83	1,73	0,13	0,83	1,23	<0,09	1,19
12.-13.3.	<0,09	<0,09	<0,09	0,09	0,05	0,27	0,07	0,09	<0,02	<0,09	0,22	0,02	0,07	0,20	<0,09	0,14
14.-15.3.	0,13	<0,09	<0,09	1,01	0,85	2,36	0,82	0,67	0,14	0,65	1,61	0,07	1,01	1,05	<0,09	1,05
16.-17.3.	0,16	<0,09	<0,09	1,61	1,11	3,44	1,16	1,05	0,20	0,78	1,99	0,09	1,43	1,76	<0,09	1,32
19.-20.3.	<0,09	<0,09	<0,09	0,65	0,56	1,16	0,45	0,36	0,04	0,83	1,77	0,07	0,52	0,80	<0,09	1,36
21.-22.3.	<0,02	<0,09	<0,09	0,11	0,11	0,40	0,14	0,13	<0,02	0,11	0,31	0,02	0,16	0,22	<0,09	0,18
23.-24.3.	0,34	<0,09	<0,35	2,84	2,48	3,73	1,76	1,21	0,11	2,84	6,39	0,23	1,95	2,48	<0,09	6,39
26.-27.3.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	0,02	0,14	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,05	0,07	<0,09	0,04
28.-29.3.	0,05	<0,09	<0,09	0,34	0,31	0,60	0,24	0,20	<0,02	0,76	1,49	0,09	0,25	0,40	<0,09	1,01

PAH, Lapaluoto (ng/m³) vuonna 2017

pvm	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyleeni	Bentso[<i>a</i>]antraseeni	Bentso[<i>a</i>]pyreeni	Bentso[<i>b</i>]fluoranteeni	Bentso[<i>ghi</i>]perylenei	Bentso[<i>k</i>]fluoranteeni	Dibentso[<i>a,h</i>]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
30.-31.3.	0,09	<0,09	<0,09	0,60	0,53	1,24	0,47	0,42	0,07	0,76	1,36	0,09	0,56	0,76	0,11	0,93
2.-3.4.	<0,09	<0,09	<0,09	0,54	0,56	1,28	0,65	0,38	0,07	0,36	1,03	0,02	0,68	0,67	<0,09	0,97
4.-5.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,04	0,09	0,05	0,04	<0,02	0,09	0,11	0,02	0,04	0,05	<0,09	0,05
6.-7.4.	<0,09	<0,09	<0,19	1,39	1,19	2,60	1,08	0,70	0,15	1,11	3,15	0,06	1,26	1,78	<0,09	2,41
9.-10.4.	<0,09	<0,09	<0,09	0,48	0,48	1,42	0,57	0,39	0,11	0,35	0,94	0,04	0,66	0,66	<0,09	0,64
11.-12.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,07	0,11	0,25	0,13	0,07	<0,02	0,14	0,29	<0,02	0,14	0,13	<0,09	0,24
16.-17.4.	<0,09	<0,09	<0,18	0,76	0,85	1,46	0,83	0,43	0,09	0,78	1,81	0,09	0,87	0,92	<0,09	1,81
18.-19.4.	0,33	<0,09	<0,18	1,99	1,57	3,07	1,45	0,96	0,33	2,35	3,79	0,25	1,59	1,81	0,25	2,71
20.-21.4.	0,05	<0,09	<0,09	0,18	0,18	0,42	0,25	0,11	0,05	0,29	0,29	0,07	0,23	0,20	0,16	0,22
23.-24.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,20	0,29	0,56	0,31	0,16	0,04	0,36	0,67	0,04	0,33	0,29	<0,09	0,47
25.-26.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,29	0,14	0,07	<0,02	0,09	0,22	<0,02	0,16	0,13	<0,09	0,09
27.-28.4.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,04	0,13	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,11	<0,02	0,05	0,05	<0,09	0,05
1.-2.5.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
2.-3.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,07	0,11	0,24	0,11	0,05	<0,02	<0,09	0,14	<0,09	0,13	0,11	<0,09	0,14
4.-5.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,29	0,33	0,60	0,34	0,20	<0,09	0,14	0,58	<0,02	0,38	0,36	<0,09	0,63
7.-8.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,18	0,22	0,42	0,20	0,13	<0,02	0,22	0,54	<0,09	0,22	0,27	<0,09	0,43
9.-10.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,02	0,05	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,02	0,04	<0,09	0,05
11.-12.5.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	0,04	0,16	0,07	0,04	<0,02	<0,09	0,09	<0,02	0,09	0,05	<0,09	0,04
14.-15.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,22	0,25	0,56	0,31	0,14	<0,09	0,24	0,51	<0,09	0,34	0,29	<0,09	0,45
16.-17.5.	0,18	<0,09	<0,09	1,30	0,98	2,17	0,80	0,58	0,18	1,14	2,17	0,18	1,01	1,27	0,14	1,45
18.-19.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,05	0,07	0,29	0,13	0,07	<0,02	<0,09	0,18	<0,02	0,14	0,09	<0,09	0,11
21.-22.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,13	0,16	0,51	0,25	0,14	<0,09	0,11	0,29	<0,02	0,29	0,20	<0,09	0,22
23.-24.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,11	0,05	0,04	<0,02	0,18	0,22	<0,09	0,05	0,07	<0,09	0,13
25.-26.5.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,04	0,11	0,05	0,04	<0,02	0,09	0,11	<0,02	0,05	0,05	<0,09	0,05
28.-29.5.	<0,09	<0,09	<0,09	0,13	0,14	0,45	0,18	0,13	<0,09	0,13	0,33	<0,02	0,22	0,18	<0,09	0,23
30.-31.5.	0,07	<0,09	<0,09	0,47	0,43	1,49	0,56	0,43	<0,18	0,38	0,78	<0,09	0,71	0,54	<0,09	0,51
1.-2.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,02
4.-5.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,05	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,09	<0,02	0,02	0,02	<0,09	0,04
6.-7.6.	<0,02	<0,09	<0,09	0,07	0,13	0,24	0,16	0,07	<0,02	<0,09	0,24	<0,02	0,14	0,11	<0,09	0,22
8.-9.6.	0,04	<0,09	<0,09	0,36	0,62	0,91	0,65	0,25	0,05	0,16	0,51	0,04	0,62	0,36	<0,09	0,63
11.-12.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
13.-14.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	0,04	0,05	0,04	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	0,04	0,02	<0,09	0,04
15.-16.6.	0,05	<0,09	<0,09	0,42	0,45	0,92	0,42	0,27	0,09	0,18	0,78	0,02	0,45	0,38	<0,09	0,54
20.-21.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
25.-26.6.	0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,06	0,13	0,07	0,04	<0,02	<0,09	0,11	<0,02	0,09	0,06	<0,09	0,09
27.-28.6.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,02
29.-30.6.	<0,02	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,16	0,11	0,04	<0,02	<0,09	0,09	<0,02	0,11	0,05	<0,09	0,07

PAH, Lapaluoto (ng/m³) vuonna 2017

pvm	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyyleeni	Bentso[a]antraseeni	Bentso[a]pyreeni	Bentso[b]fluoranteeni	Bentso[ghi]peryleeni	Bentso[k]fluoranteeni	Dibentso[a,h]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
2.-3.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,05	0,05	0,18	0,09	0,05	<0,02	<0,09	0,11	0,05	0,09	0,09	<0,09	0,11
4.-5.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	0,02	<0,02	<0,09	<0,02
6.-7.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,05	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,02	<0,02	<0,09	0,02
9.-10.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,09	0,14	0,40	0,24	0,11	0,04	<0,09	0,14	<0,02	0,24	0,11	<0,09	0,16
11.-12.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,04	0,29	0,16	0,05	0,02	<0,09	0,13	<0,02	0,14	0,07	<0,09	0,07
13.-14.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,09	0,11	0,33	0,16	0,09	0,04	<0,09	0,25	<0,02	0,16	0,13	<0,09	0,16
16.-17.7.	0,14	<0,09	<0,09	1,76	1,72	3,80	1,57	1,18	0,45	0,67	2,53	0,05	1,70	1,63	<0,09	1,99
18.-19.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	0,02	<0,02	<0,09	<0,02
20.-21.7.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,02	<0,02	0,02	<0,02	<0,09	<0,02
23.-24.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,13	0,24	0,65	0,40	0,18	0,04	<0,09	0,24	<0,02	0,36	0,20	<0,09	0,24
25.-26.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,05	0,07	0,16	0,11	0,05	<0,02	<0,09	0,13	<0,02	0,11	0,07	<0,09	0,09
27.-28.7.	<0,02	<0,09	<0,09	0,02	0,05	0,18	0,14	0,04	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,14	0,04	<0,09	0,05
30.-31.7.	0,09	<0,09	<0,09	0,87	1,03	2,17	1,03	0,61	0,25	0,42	1,32	0,07	1,08	0,80	0,14	1,08
1.-2.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,43	0,49	1,03	0,43	0,34	0,11	0,18	0,63	<0,09	0,51	0,40	<0,09	0,47
3.-4.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,04	0,05	0,14	0,05	0,05	<0,02	<0,09	0,14	<0,02	0,07	0,07	<0,09	0,09
6.-7.8.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	0,04	0,11	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,04	<0,02	0,07	0,02	<0,09	0,04
8.-9.8.	0,33	<0,09	<0,18	1,21	1,12	2,53	0,90	0,78	0,20	1,16	2,17	0,16	1,10	1,01	0,20	1,50
10.-11.8.	<0,02	<0,09	<0,09	0,05	0,05	0,11	0,04	0,04	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,05	0,04	<0,09	<0,09
13.-14.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,14	0,18	0,43	0,18	0,13	<0,09	<0,09	0,22	<0,02	0,20	0,14	<0,09	0,18
15.-16.8.	0,25	<0,09	<0,18	2,17	2,17	4,71	1,79	1,41	0,43	1,07	2,72	<0,18	2,36	1,81	0,20	2,17
17.-18.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,05	0,11	0,24	0,16	0,07	<0,02	<0,09	0,11	<0,02	0,16	0,07	<0,09	0,11
20.-21.8.	0,14	<0,09	<0,09	1,19	1,08	2,17	0,90	0,72	0,22	0,76	1,48	0,14	1,12	1,17	0,27	1,12
22.-23.8.	<0,09	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	0,02	<0,02	0,14	<0,09	0,04	<0,02	0,05	0,02	<0,09	<0,09
24.-25.8.	<0,09	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,04	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	<0,09
27.-28.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,07	0,13	0,24	0,14	0,09	<0,02	<0,09	0,16	<0,02	0,14	0,13	<0,09	0,14
29.-30.8.	<0,09	<0,09	<0,09	0,20	0,22	0,62	0,25	0,22	<0,09	<0,09	0,29	<0,02	0,29	0,22	<0,09	0,20
31.8.-1.9.	<0,09	<0,09	<0,09	0,22	0,18	0,49	0,20	0,16	<0,09	0,22	0,36	0,04	0,24	0,20	<0,09	0,24
3.-4.9.	0,02	<0,09	<0,09	<0,18	0,29	1,16	0,52	0,27	<0,09	0,16	0,45	<0,09	0,60	0,40	<0,09	0,38
5.-6.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,09	0,22	0,11	0,05	<0,02	<0,09	0,09	<0,09	0,13	0,11	<0,09	0,11
7.-8.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,07	0,22	0,11	0,05	<0,02	<0,09	0,05	<0,09	0,13	0,07	<0,09	0,07
10.-11.9.	0,07	<0,09	<0,09	0,34	0,31	0,63	0,25	0,22	<0,09	0,34	0,61	<0,09	0,29	0,33	<0,09	0,45
12.-13.9.	0,05	<0,09	<0,09	<0,91	0,56	1,30	0,54	0,45	<0,18	0,27	0,82	<0,09	0,63	0,43	0,09	0,63
14.-15.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	<0,02	0,05	<0,02	<0,02	<0,02	<0,09	0,02	<0,09	0,02	0,02	<0,09	<0,02
17.-18.9.	0,05	<0,09	<0,09	<0,90	0,56	1,14	0,43	0,38	<0,09	0,24	0,96	<0,09	0,51	0,65	<0,09	0,72
19.-20.9.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,11	0,29	0,13	0,09	<0,02	<0,09	0,16	<0,09	0,14	0,14	<0,09	0,16
21.-22.9.	<0,09	<0,09	<0,09	<1,82	2,18	3,09	2,00	1,04	<0,18	0,15	1,20	<0,09	1,82	1,24	<0,09	1,80
24.-25.9.	<0,09	<0,09	<0,09	<0,36	0,31	0,63	0,36	0,20	<0,09	0,11	0,25	<0,09	0,40	0,18	<0,09	0,29
26.-27.9.	0,20	<0,09	0,14	2,36	1,99	3,99	1,43	1,45	0,34	1,47	3,44	0,16	1,72	2,36	0,29	2,36
28.-29.9.	0,07	<0,09	<0,09	<0,91	0,56	1,56	0,63	0,49	<0,18	0,38	0,63	<0,09	0,71	0,60	0,27	0,51
1.-2.10.	0,02	<0,09	<0,09	<0,90	1,12	1,99	1,07	0,69	0,09	0,09	0,87	<0,02	1,09	0,96	<0,09	1,14

PAH, Lapaluoto (ng/m³) vuonna 2017

pvm	Antraseeni	Asenaftteeni	Asenaftyteeni	Bentso[<i>a</i>]antraseeni	Bentso[<i>a</i>]pyreeni	Bentso[<i>b</i>]fluoranteeni	Bentso[<i>ghi</i>]perylenei	Bentso[<i>k</i>]fluoranteeni	Dibentso[<i>a,h</i>]antraseeni	Fenantreeni	Fluoranteeni	Fluoreeni	Indeno[1,2,3- <i>cd</i>]pyreeni	Kryseeni	Naftaleeni	Pyreeni
3.-4.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,04	0,09	0,05	0,04	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,05	0,07	<0,09	0,07
5.-6.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,91	1,12	2,90	1,47	0,92	0,13	<0,09	0,72	<0,02	1,58	0,92	<0,09	0,91
8.-9.10.	0,02	<0,09	<0,09	<0,91	0,72	1,61	0,96	0,54	0,07	0,11	0,58	<0,02	0,94	0,45	<0,09	0,71
10.-11.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,05	0,16	0,11	0,07	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,11	0,05	<0,09	0,07
12.-13.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,09	0,29	0,14	0,11	<0,02	<0,09	0,16	<0,02	0,16	0,11	<0,09	0,13
15.-16.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,09	0,07	0,27	0,18	0,11	<0,02	<0,09	0,09	<0,02	0,18	0,07	<0,09	0,09
17.-18.10.	0,05	<0,09	<0,09	<1,81	0,71	2,17	0,91	0,65	0,16	0,27	0,53	<0,04	0,94	1,01	<0,09	0,42
19.-20.10.	0,16	<0,09	<0,09	<1,81	0,98	2,17	0,91	0,76	0,16	0,82	1,72	0,07	0,98	1,20	<0,09	1,45
22.-23.10.	0,04	<0,09	<0,09	<0,36	0,25	0,60	0,27	0,20	0,04	0,11	0,40	<0,02	0,27	0,33	<0,09	0,38
24.-25.10.	0,05	<0,09	<0,09	<0,90	0,49	0,99	0,51	0,36	0,05	0,34	0,79	<0,04	0,52	0,61	<0,09	0,83
26.-27.10.	0,25	<0,09	0,11	<3,61	1,30	2,35	0,99	0,85	0,20	1,25	2,53	0,13	1,03	1,50	<0,09	2,17
29.-30.10.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,04	0,04	0,13	0,07	0,05	<0,02	<0,09	0,07	<0,02	0,07	0,07	<0,09	0,07
31.10.-1.11.	0,07	<0,09	<0,09	<0,91	0,53	1,11	0,49	0,36	0,05	0,40	1,00	<0,02	0,53	0,69	<0,09	1,03
2.-3.11.	<0,04	<0,09	<0,09	0,40	0,33	1,20	0,49	0,36	<0,09	0,16	0,69	<0,09	0,63	0,60	<0,09	0,51
5.-6.11.	0,11	<0,09	<0,09	0,60	0,58	1,58	0,67	0,49	0,11	0,58	1,11	<0,09	0,85	0,71	<0,09	0,82
7.-8.11.	0,11	<0,18	<0,18	<0,91	<0,91	<181	<0,04	<18	<0,04	2,72	13,22	0,67	<0,04	<36	<0,18	<0,18
9.-10.11.	0,24	<0,09	0,13	2,72	2,54	5,98	1,99	1,81	0,45	1,54	4,17	<0,18	2,54	2,72	0,13	3,26
12.-13.11.	0,05	<0,09	<0,09	1,16	1,18	2,35	1,19	0,71	<0,09	0,33	1,52	<0,09	1,34	1,23	<0,09	1,81
14.-15.11.	0,09	<0,09	<0,09	1,52	1,07	2,35	0,87	0,69	0,14	0,87	2,35	<0,09	1,08	1,19	<0,09	1,63
16.-17.11.	0,07	<0,09	<0,09	0,78	0,60	2,35	0,78	0,65	0,13	0,52	1,21	<0,09	0,96	0,98	<0,09	0,87
19.-20.11.	<0,04	<0,09	<0,09	0,36	0,36	0,96	0,43	0,31	<0,09	0,11	0,52	<0,02	0,51	0,54	<0,09	0,54
21.-22.11.	<0,02	<0,09	<0,09	0,07	0,09	0,24	0,11	0,09	<0,02	0,13	0,27	<0,09	0,13	0,16	<0,09	0,22
24.-25.11.	0,16	<0,09	<0,09	1,20	0,96	2,35	0,92	0,71	0,14	0,96	2,35	<0,18	1,05	1,25	<0,09	1,67
26.-27.11.	0,11	<0,09	<0,09	0,51	0,40	1,27	0,60	0,40	<0,09	0,51	0,89	<0,09	0,65	0,71	<0,09	0,62
27.-28.11.	0,09	<0,09	<0,09	0,67	0,51	1,49	0,49	0,49	0,11	0,47	1,09	<0,09	0,63	0,85	<0,09	0,72
28.-29.11.	0,27	<0,09	0,11	1,99	1,25	3,26	1,14	0,92	0,22	1,19	2,35	<0,18	1,43	1,67	<0,09	1,72
30.11.-1.12.	<0,04	<0,09	<0,09	0,23	0,25	0,87	0,45	0,25	<0,09	<0,09	0,14	<0,02	0,52	0,34	<0,09	0,14
3.-4.12.	<0,02	<0,09	<0,09	<0,02	0,05	<0,18	0,13	<0,18	0,04	<0,09	0,13	<0,02	0,13	0,13	<0,09	0,07
4.-5.12.	<0,02	<0,09	<0,09	0,25	0,25	0,52	0,27	<0,36	0,04	0,11	0,63	<0,02	0,31	0,43	<0,09	0,45
7.-8.12.	0,02	<0,09	<0,09	0,11	0,13	0,33	0,25	<0,18	0,02	0,20	0,29	<0,02	0,22	0,38	<0,09	0,31
10.-11.12.	0,07	<0,09	<0,09	0,24	0,40	0,67	0,47	0,31	0,04	0,36	0,80	<0,02	0,43	0,43	<0,09	0,78
12.-13.12.	<0,02	<0,09	<0,09	0,05	0,09	0,38	0,20	<0,18	0,02	<0,09	0,14	<0,02	0,20	0,20	<0,09	0,09
14.-15.12.	<0,04	<0,09	<0,09	0,09	0,13	0,31	0,16	<0,18	<0,02	0,18	0,35	<0,02	0,16	0,22	<0,09	0,27
17.-18.12.	<0,05	<0,09	<0,09	0,11	0,20	0,43	0,22	0,23	0,04	0,20	0,49	<0,02	0,23	0,32	<0,09	0,29
19.-20.12.	0,11	<0,09	<0,09	1,56	1,21	3,26	1,14	1,12	0,20	0,54	1,74	<0,02	1,29	1,47	<0,09	1,30
21.-22.12.	0,05	<0,09	<0,09	0,27	0,22	0,36	0,18	<0,18	<0,02	0,22	0,53	<0,04	0,18	0,34	<0,09	0,56
24.-25.12.	0,34	<0,09	0,18	1,99	1,38	2,54	0,91	0,98	0,13	1,61	3,26	0,18	1,03	1,81	<0,09	2,72
26.-27.12.	0,11	<0,09	<0,09	0,87	0,58	1,43	0,58	0,53	0,05	0,65	1,99	<0,02	0,62	1,03	<0,09	1,81
28.-29.12.	0,11	<0,09	<0,09	0,96	0,80	1,77	0,78	0,62	0,07	0,69	1,36	<0,02	0,80	1,05	<0,09	1,74

Liite 4: LASKEUMA, METALLIT VUONNA 2017

Lento- kentäntie	mg/m ² /kk								
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Fe	Zn	V
tammi	<0,001	<0,001	<0,001	0,29	0,012	0,001	0,63	0,17	0,014
helmi	<0,001	<0,001	0,006	0,30	0,008	0,006	0,79	0,022	0,012
maalis	<0,001	<0,001	0,011	0,59	0,009	0,002	0,99	0,13	0,019
huhti	0,001	0,002	0,021	0,29	0,010	0,023	2,0	0,16	0,029
touko	0,001	<0,001	0,029	0,45	0,010	0,024	2,4	0,26	0,031
kesä	0,002	<0,001	0,028	0,19	0,024	0,014	6,8	0,27	0,039
heinä	0,006	<0,001	0,037	1,1	0,041	0,026	4,3	0,45	0,14
elo	<0,001	<0,001	0,017	0,20	0,008	0,019	2,7	1,4	0,10
syys	<0,001	<0,001	0,018	1,5	0,094	0,011	0,98	1,2	0,030
loka	<0,001	<0,001	0,004	0,21	0,001	0,002	0,10	<0,001	0,004
marras	<0,001	<0,001	0,010	0,14	0,007	0,003	0,13	0,016	0,009
joulu	<0,001	<0,001	0,006	0,30	0,049	<0,001	0,35	0,70	0,009
keskiarvo	0,001	<0,001	0,016	0,47	0,023	0,011	1,8	0,40	0,037

Kirkko- herrantie	mg/m ² /kk								
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Fe	Zn	V
tammi	0,011	0,001	0,30	0,079	0,045	0,061	34	1,4	2,7
helmi	0,013	<0,001	0,29	0,43	0,080	0,060	37	2,1	1,8
maalis	0,010	<0,001	0,20	0,023	0,041	0,042	21	1,4	1,7
huhti	0,007	<0,001	0,24	<0,001	0,042	0,084	55	2,5	1,1
touko	0,012	0,004	0,32	0,83	0,045	0,069	54	3,4	2,3
kesä	0,006	0,002	0,52	0,41	0,068	0,053	40	2,3	2,2
heinä	0,021	0,002	0,70	0,51	0,085	0,12	53	2,4	15
elo	0,006	<0,001	0,84	0,025	0,043	0,090	63	1,7	8,8
syys	0,004	<0,001	0,19	0,51	0,040	0,026	20	4,8	1,5
loka	0,002	<0,001	0,091	0,32	0,010	0,18	14	<0,001	0,69
marras	0,003	<0,001	0,035	<0,001	0,007	0,013	3,9	0,72	0,27
joulu	0,002	0,003	0,062	0,49	0,005	<0,001	5,0	1,7	0,52
keskiarvo	0,008	0,001	0,32	0,30	0,043	0,066	33	2,0	3,2

Välikylä	mg/m ² /kk								
	As	Cd	Cr	Cu	Pb	Ni	Fe	Zn	V
tammi	0,009	<0,001	0,65	0,057	0,030	0,042	34	1,6	2,0
helmi	0,009	<0,001	0,30	0,27	0,024	0,047	20	4,1	1,2
maalis	0,010	<0,001	0,16	0,032	0,026	0,036	21	3,6	0,81
huhti	0,006	0,002	0,18	0,13	0,042	0,081	55	8,4	0,72
touko	<0,001	<0,001	0,076	0,22	0,010	0,021	11	1,7	0,31
kesä	0,005	<0,001	0,18	0,15	0,033	0,026	18	1,5	0,84
heinä	0,008	<0,001	0,11	0,41	0,027	0,043	13	2,6	1,2
elo	0,005	0,001	0,65	0,15	0,034	0,074	60	1,9	4,4
syys	0,004	<0,001	0,23	0,15	0,033	0,060	19	1,7	1,5
loka	0,002	<0,001	0,076	0,30	0,007	0,032	11	1,5	0,53
marras	0,007	<0,001	0,14	0,016	0,015	0,030	9,3	1,5	0,71
joulu	0,008	<0,001	0,32	0,29	0,027	0,029	31	3,4	1,6
keskiarvo	0,006	<0,001	0,26	0,18	0,026	0,043	25	2,8	1,3

Liite 5: ILMANLAADUN MITTAUKSET RAAHESSA VUODESTA 1978 ALKAEN

Vuoden 2017 lopussa käytössä olleet mittauspisteet ja käynnissä olleet mittaukset on korostettu vihreällä.

Mittausasema	SO ₂	NO _x	TSP	PM ₁₀	PM _{2,5}	PAH	raskasmetallit
Keskusta (linja-autoasema)	–	–	1984–1996	–	–	1984–1996	1985–1996
Keskusta (Hittimaatti)	–	–	1996–2003	*1997– 9/2004	–	1996– 9/2004	1996– 9/2004
Keskusta ("linja-autoasema")	–	9/2004–	–	9/2004–	–	9/2004–	9/2004–
Varvi	1978–1981	–	–	–	–	–	–
Varikko	1982–2009	2002– 9/2004	–	*1991– 10/2009	–	1991– 10/2009	1991– 10/2009
Merikatu	10/2009–	–	–	*10/2009–	10/2009–	10/2009–	10/2009–
Saloinen	1978– 9/2004	–	1985–2003	*5/2000– 9/2004	–	1989–2003	2000–2003
Lapaluoto	9/2004–	–	1984–2003	*10/2009–	–	1984–	1985–
Ollinsaari	1978–2000	2000–2001	1980–1999	–	–	–	–
Pattijoki (kunnanvirasto)	–	–	1984–2003	–	–	1985–2003	1985–2003
Ruukki	–	–	9/1991– 1994	–	–	–	9/1991– 1994
Pyymäki, Raahe	–	–	–	–	6/1997– 6/1998	6/1997– 6/1998	6/1997– 6/1998
Ruukki Metals Oy, Koksaamontie	–	–	–	–	–	2/2014– 3/2014	–
Ruukki Metals Oy, Lapaluodon satama	–	–	–	–	–	**2/2014– 3/2014	–

* Keräinmenetelmä.

** PAH PM₁₀:ssä.

