

RAUMAN KESKUSTAN ILMANLAATU 2022



Rauman kaupunki

Tekninen toimiala

Ympäristönsuojelu

Fanny Siitonen

13.6.2022

Sisällys

1 JOHDANTO	3
2 ILMANLAADUN TARKKAILU	4
2.1 Mittausasema ja palvelusopimus	4
2.2 Mitattavat komponentit.....	5
2.2.1 Typen oksidit	6
2.2.2 Hengitettävät hiukkaset.....	6
2.3 Mittauslaitteet	7
2.4 Mittausjärjestelmä ja laadunvarmistus	8
3 ILMANLAADUN ARVIOINTI.....	9
3.1 Ohjearvot.....	9
3.2 Raja-arvot.....	10
3.3 Kriittinen taso ja varoituskynnys.....	10
3.4 Ilmanlaatuindeksi.....	11
4 MITTAUSTULOSTEN ARVIOINTI JA VERTAILU	12
4.1 Mittaustulokset ohjearvoihin verrattuna.....	13
4.2 Mittaustulokset raja-arvoihin verrattuna	15
4.3 Mittaustulosten ilmanlaatuindeksit.....	16
4.4 Vertailu edellisvuosiin	18
5 YHTEENVETO	21



Sanasto

Typen oksidit **NO_x**

Typen ja hapen yhdisteitä. Käsittää typpimonoksidin (NO) ja typpidioksidin (NO₂).

Typpidioksidi **NO₂**

Kaasumainen yhdiste. Hengitysteitä ärsyttävä. Aiheuttaa luonnossa rehevöitymistä ja happamoitumista. Yleisimmät päästölähteet Suomessa ovat energiantuotanto, teollisuus ja liikenne.

Hengitettävät hiukkaset **PM₁₀**

Hiukkaset, jotka ovat halkaisijaltaan alle 10 mikrometriä (µm). Kulkeutuvat hengitysteihin. Peräisin esimerkiksi katupölystä tai puun pienpoltosta.

µg/m³

Mikrogrammaa kuutiometrissä. Tilavuuden yksikkö, joka kuvaa esimerkiksi aineen pitoisuutta ilmassa.

1 JOHDANTO

Hyvällä ilmanlaadulla on suuri merkitys ihmisten ja luonnon hyvinvoinnille. Ilmanlaatuun vaikuttaa ihmisen aiheuttamat vaikutukset kuten liikenne ja teollisuus, mutta myös luonnolliset tekijät kuten sää tai ilmanpaine. Ilmassa on luonnostaankin ilmanlaatua heikentäviä tekijöitä, kuten siitepölyä. Kuitenkin muun muassa liikenne ja katupöly voivat huonontaa ilmanlaatua merkittävästi varsinkin keväisin.

Kunnilla on velvollisuus huolehtia ympäristönsä tilan seurannasta asianmukaisin menetelmin, ja kuntien on turvattava hyvä ilmanlaatu alueellaan ympäristölaatuvaatimusten ja -tavoitteiden mukaisesti (Ympäristönsuojelulaki 527/2014, § 143 ja § 144). Käytännössä ilmanlaadun seuranta tehdään usein yhteistyönä eri toimijoiden välillä, esimerkiksi kunnat voivat toteuttaa ilmanlaadun seurannan yhdessä muiden kuntien kanssa, ja yritykset voivat seurata ilmanlaatuaan itsenäisesti ympäristöluvassa määritetyllä tavalla. Ympäristönsuojelulain lisäksi ilmanlaatua ja sen seuranta määrittävät Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (480/1996), Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017) ja Euroopan Unionin päästökattodirektiivi (2016/2284).

Raumalla ilmanlaadun seurantaan kuuluvat jatkuva ilmanlaadun mittaus mittausasemilla Hallikadulla ja Sinisaarella. Hallikadulla, Rauman keskustassa mitataan hengitettävien hiukkasten ja typen oksidien pitoisuuksia. Mittauksista huolehtii Rauman kaupungin ympäristönsuojeluyksikkö yhteistyössä Porin kaupungin elinvoima- ja ympäristötoimialan ympäristöyksikön kanssa. Mittaustulokset lähetetään Ilmatieteen laitokselle reaaliajassa, ja ne ovat luettavissa verkkosivulla <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>.

Sinisaaren mittausasemalla tehdään yritysten ympäristölupien mukaisia mittauksia, ja mittausaseman toiminnasta vastaa Ilmatieteen laitos. Sinisaaren toiminta ei sisälly tähän raporttiin, mutta sekä Sinisaaren että Hallikadun vuosittaiset ilmanlaadun seurannan raportit ovat luettavissa verkkosivulla www.rauma.fi/ilmanlaatu.

2 ILMANLAADUN TARKKAILU

Ilmanlaadun arvioinnissa voidaan mitata ja arvioida useita eri yhdisteitä, mutta yleisimpiä mitattavia yhdisteitä ovat muun muassa typpidioksidi, rikkidioksidi ja hengitettävät hiukkaset. Lainsäädäntö määrittelee näille yhdisteille muun muassa tavoite- ja raja-arvoja. Tässä raportissa tarkastelu rajataan Hallikadulla mitattaviin typen oksideihin ja hengitettäviin hiukkasiin.

Kunnalla on velvollisuus seurata ilmanlaatua ja turvata hyvä ilmanlaatu käytössä olevin keinoin. Lisäksi kunnan viranomaisella on velvollisuus viipymättä tiedottaa ja varoittaa yleisöä mittausarvojen ylittäessä raja-arvot, ja mitattujen pitoisuuksien suhteesta raja-arvoon sekä niiden terveysvaikutuksista on oltava maininta (79/2017, § 19). Huono ilmanlaatu voi aiheuttaa ärsytysoireita tai muita haitallisia terveysvaikutuksia.

Kansallinen ilmansuojelu on yleisesti parantanut ilmanlaatua, mutta ajoittainen ilmanlaadun heikentyminen on mahdollista muun muassa katupölyn tai puun pienpolton takia. Hallikadun mittausasemalla todennäköisimpiä päästölähteitä ovat asuminen ja liikenne.

Ilmanlaatatietojen saatavuusmääräysten (79/2017, § 18) mukaan epäpuhtauksien mittaustuloksista on tehtävä vuosittain yleisesti saatavilla oleva kirjallinen raportti.

2.1 Mittausasema ja palvelusopimus

Hallikadun mittausasema sijaitsee Rauman keskustassa, osoitteessa Hallikatu 12, Nuortentalon pihapiirissä. Mittausasema on vilkkaasti liikennöidyn kadun varrella, joten tulokset antavat tyypillisen kuvan keskustan alueen päästöistä sekä liikenteen että asumisen päästöjen suhteen. Mittausasemasta vastaa Rauman kaupungin teknisen toimialan ympäristönsuojeluyksikkö.



Kuva 1 Karttakuva. Mittausaseman sijainti merkitty punaisella pisteellä (Hallikatu 12). Kuva: Trimble Viewer 2022.

Rauman kaupunki toimii palvelusopimuksen mukaan ilmanlaadun tarkkailussa yhteistyössä Porin kaupungin kanssa. Jatkuvatoimisen mittauksen tulokset lähtevät tunneittain mobiiliyhteydellä Porin kaupungin ympäristöyksikön keskustietokoneelle. Porista käsitellyt tulokset lähetetään edelleen Ilmatieteen laitokselle, ja ne näkyvät ilmanlaatuportaalissa tunnin viiveellä. Hallikadun vuosiraportoinnista vastaa Rauman kaupungin ympäristönsuojeluyksikkö.

Mittausaseman kalibroinnista ja tulosten editoinnista vastasivat Olli Pärjälä, Aeri Oy ja Juha Pulkkinen, JPP Kalibrointi Ky.

2.2 Mitattavat komponentit

Raumalla mitataan jatkuvatoimisesti kahta komponenttia, typen oksideja (NO_x) ja hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀). Typen oksidit käsittävät typpimonoksidin (NO) ja typpidioksidin (NO₂).

2.2.1 Typen oksidit

Typen oksidit ovat typen ja hapen yhdisteitä, joista tässä raportissa keskitytään typpidioksiidiin. Typpidioksidi on kaiken palamisen lopputuote. Suomessa typpidioksidin suurimmat päästölähteet ovat energiantuotanto, teollisuus ja liikenne. Kaupunkiympäristöissä merkittävin lähde on liikenne, koska kaasumainen typpidioksidi vapautuu lähellä maanpintaa ja jää hengitettävään ilmaan. Typpidioksidin kasautuminen kertyminen ilmaan on erityisen ongelmallista juuri kaupungeissa, sillä kaupunkien tiheä ja korkea rakennuskanta edesauttaa typpidioksidin pysymistä alhaalla hengitysilmassa varsinkin tyynellä, tuulettomalla säällä. Ruuhkat nostavat pitoisuuksia.

Typpidioksidi ärsyttää hengitysteitä ja saattaa pahentaa muun muassa keuhkosairauksien kuten astman oireita. Luonnossa typpidioksidi aiheuttaa esimerkiksi vesistöjen rehevöitymistä ja happamoitumista.

Typpidioksidin lisäksi typpimonoksidia syntyy liikenteen päästönä. Typpimonoksidilla ei ole terveysvaikutuksia eikä pitoisuutta rajoittavaa lainsäädäntöä, mutta sen hapettua ilmakehässä syntyy typpidioksidia.

Typpidioksidipäästöt ovat yleensä pysyneet Suomessa raja-arvojen alapuolella. Esimerkiksi uusien autojen katalysaattorit ja kasvanut tietoisuus ympäristöystävällisestä liikkumisesta ovat mahdollistaneet päästövähennyksiä.

2.2.2 Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävät hiukkaset ovat halkaisijaltaan alle 10 µm kokoisia ilmassa leijuvia kiintoainehiukkasia. Ne ovat nimensä mukaisesti hengitysilman mukana keuhkoputkiin asti kulkeutuvia hiukkasia, jotka voivat olla vaaratonta pölyä, mutta saattavat sisältää myös haitallisia aineita kuten raskasmetalleja. Ongelmallisempia ovat pienhiukkaset, jotka ovat halkaisijaltaan vain alle 2,5 µm, ja voivat kulkeutua hengitysteissä keuhkorakkuloihin asti ja edelleen elimistöön. Tietoa hiukkasten aiheuttamista terveyshaitoista on vielä vähän.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuus on korkeammalla keväisin, kun hieketushiekka ja asfalttipöly leviävät liikenteen mukana ilmaan. Pitoisuuksiin vaikuttaa muun muassa sää, kuivuus, liikenne, nastarenkaiden käyttö ja teiden puhdistus. Hiukkaspitoisuus saattaa ylittää satunnaisesti raja-arvopitoisuuden, ja jopa 35 ylityspäivää vuodessa on sallittua.

2.3 Mittauslaitteet

Hallikadun mittausasemalla on kaksi mittauslaitetta, joista toinen mittaa typen oksidien ja toinen hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia (kuva 2). Laitteet tekevät mittausta jatkuvasti ja tiedot tallentuvat kahden minuutin välein. Tulokset toimitetaan eteenpäin automaattisesti tunneittain. Typen oksideja on mitattu vuodesta 2002 ja hengitettäviä hiukkasia vuodesta 2003.



Kuva 2 Hallikadun mittausaseman laitteistoa. Oikealla PM₁₀-mittauslaite, vasemmalla NO_x-mittauslaite.

Typen oksidien mittauslaite on elokuussa 2013 hankittu Environnement AC-32M. Mittauslaite käyttää hyväkseen kemiluminesenssia eli kemiallista valon emissiota. Mittaus tapahtuu kolmessa syklistä, joista ensimmäisessä mitataan referenssiarvo, toisessa typpimonoksidi ja kolmannessa typen oksidit. Prosessissa ilmanäyte käsitellään pelkistämällä typpidioksidi typpimonoksidiksi, joka



taas reagoi otsonin kanssa virittyneiksi typpimonoksidimolekyyleiksi. Palatessaan normaalitilaan, virittyneet molekyylit emittoivat energiaa, ja emission intensiteetti on verrannollinen näytteen typpimonoksidipitoisuuteen. Pelkistettyä ja pelkistämätöntä näytettä verrataan keskenään. Typpidioksidin mittaustulos saadaan vähentämällä typen oksidien mittaustuloksesta typpimonoksidin mittaustulos.

Hengitettävien hiukkasten mittauslaite on heinäkuussa 2014 hankittu Environnement MP101M, jonka toiminta perustuu C-14 –säteilylähteen aiheuttamaan beetasäteilyyn. Mittaustulos määritetään keräysnauhalle kertyvien hiukkasten avulla, kun säteilyn määrä vähenee hiukkasten massan kasvaessa. Hiukkasten muilla ominaisuuksilla, kuten värillä, ei ole merkitystä.

2.4 Mittausjärjestelmä ja laadunvarmistus

Mittaustulokset kerätään ja käsitellään käyttäen ympäristödatalle soveltuvaa Envidas Ultimate-ohjelmaa. Mittausaseman ohjelmisto laskee kahden minuutin tuloksista automaattisesti tunti- ja vuorokausiarvot, jotka siirretään Poriin ympäristöyksikön keskustietokoneelle mobiiliyhteydellä. Keskustietokoneessa on mittaustulosten käsittelyä ja edelleen lähettämistä varten Envista ARM-ohjelmisto. Porista mittaustulokset siirtyvät Ilmanlaatuportaaliin tunneittain. Automatisoidun mittausjärjestelmän tulokset tarkistetaan päivittäin, ja tarvittavat korjaukset voidaan tehdä kalibrointien tai editointien yhteydessä.

Rauman mittaustulosten laadunvarmistuksessa sovelletaan laatujärjestelmää, joka on osa laajempaa ilmanlaadun seurannan laatukäsikirjaa. Laatujärjestelmä sisältää mittausten menetelmä- ja laatuohjeet, ja täyttää ilmanlaatuasetusten vaatimukset ohje- ja raja-arvoista. Laatujärjestelmän laatimisessa on käytetty ISO 9001 Laadunhallinnan standardisarjan standardeja SFS-EN ISO 9000:2205, SFS-EN ISO 9001:2008 ja SFS-EN ISO 9004:2009. Lisäksi laatimisessa noudatettiin testaus- ja kalibrointilaboratorioiden laadunvalvontaan tarkoitettua standardia SFS-EN ISO 17025:2005.

Typenoksidianalysaattorin nolla- ja aluetaso tarkistetaan automaattisesti kerran vuorokaudessa. Kalibrointi ja tarkempi tarkastus tehdään neljästi vuodessa. Kalibrointitulosten perusteella mittaustuloksia on saatettu korjata tai hylätä. Hiukkasmittaussaitteen virtaamat, vaakavakiot sekä lämpötilan ja paineen mittausta on tarkistettu kahdesti vuodessa. Laite-edustajan perushuolto on suoritettu huolto-ohjelman mukaan.

Valtioneuvoston asetuksen ilmanlaadusta (79/2017) liitteiden mukaisia määräyksiä muun muassa mittausalueiden valinnasta ja mittausasemien sijoittamisesta, seurantamenetelmien laatutavoitteista sekä mittaustulosten yhdistämisestä ja tilastollisten tunnuslukujen laskennasta on noudatettu. Mittausasema on sijoitettu Hallikadulle, joka edustaa hyvin ympäröivän alueen ilmanlaatua ja ympäristön päästölähteiden yhteisvaikutusta. Aseman näytteenottimen lähellä ei ole ilmapirtaa rajoittavia esteitä tai välittömiä päästölähteitä. Seurantamenetelmien sallittua epävarmuutta, ajallista kattavuutta ja mittausaineiston vähimmäismäärää koskevia laatutavoitteita (%) on noudatettu.

3 ILMANLAADUN ARVIOINTI

Osana hallinnollista ohjausta ilmanlaadun arvioimiseksi käytetään eräille haitallisille yhdisteille lainsäädännössä määritellyjä ohje- ja raja-arvoja. Tässä raportissa arviointi rajataan typen oksidien ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin.

3.1 Ohjearvot

Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista (480/1996, § 2) määrittelee terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi ilman epäpuhtauksille ohjearvot, jotka otetaan huomioon muun muassa maankäytön ja rakentamisen suunnittelussa. Ohjearvot on määritelty hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja kokonaislaskeuman suurimmille pitoisuuksille. Tässä raportissa tarkasteltujen typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ohjearvot esitetään taulukossa 1.

Taulukko 1 Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ohjearvot.

Aine	Ohjearvo [µg/m ³]	Tilastollinen määrittely	Sallittujen ylitysten määrä
NO ₂	150	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste	Enintään 1 % ajan kuukaudessa
NO ₂	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	Kerran kuukaudessa

PM ₁₀	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	Kerran kuukaudessa
------------------	----	--	--------------------

3.2 Raja-arvot

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017, § 4) määrittelee terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi ilman epäpuhtauksille raja-arvot hiilimonoksidin, typpidioksidin, rikkidioksidin, bentseenin, lyijyn ja hiukkasten suurimmille pitoisuuksille ulkoilmassa. Tässä raportissa tarkasteltujen typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvot esitetään taulukossa 2.

Taulukko 2 Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten raja-arvot.

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuodessa
NO ₂	1 tunti	200	18
NO ₂	kalenterivuosi	40	ei yhtään
PM ₁₀	24 tuntia	50	35
PM ₁₀	kalenterivuosi	40	ei yhtään

3.3 Kriittinen taso ja varoituskyynnys

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017, § 7) määrittelee kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidille ja typen oksideille kriittiset tasot, joita ei saa ylittää. Typen oksidien kalenterivuoden keskiarvon raja-arvo esitetään taulukossa 3.

Taulukko 3 Typen oksidien kriittinen taso.

Aine	Keskiarvon laskenta-aika	Raja-arvo [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]	Sallittujen ylitysten määrä
NO _x	kalenterivuosi	30	ei yhtään

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (79/2017, § 7) määrittelee typpidioksidin varoituskynnykseksi 400 µg/m³ mitattuna kolmen perättäisen tunnin aikana. Varoituskynnykset on määritelty myös rikkidioksidille ja otsonille.

3.4 Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksiä käytetään yleisessä ilmanlaatatiedottamisessa. Tiedottamista havainnollistetaan ilmanlaadusta kertovilla väreillä viidessä luokassa hyvästä erittäin huonoon (taulukko 3). Ilmanlaatuindeksi perustuu haitallisten aineiden pitoisuuksiin eli ohje-, raja- ja kynnyisarvoihin, sekä niistä terveydelle ja luonnolle aiheutuviin vaikutuksiin. Laskettu ilmanlaatuindeksi on korkein ali-indeksi (taulukko 4), joka lasketaan mittausasemalla mitatuille yhdisteille, joita voivat olla muun muassa rikkidioksidi, typpidioksidi, hengitettävät hiukkaset tai otsoni. Hallikadun mittausasemalla määritetään typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten ali-indeksien korkeamman arvon perusteella asemaindeksi, joka määrittelee ilmanlaatuindeksiluokan. Mittausasemien eroavaisuuksien vuoksi niiden väliset tulokset eivät ole täysin vertailukelpoisia.

Suomen ilmanlaatuindeksi on YTV:n (nyk. HSY) ja Terveyden- ja hyvinvoinnin laitoksen kehittämä ja pohjautuu tunneittain määriteltäviin arvoihin. Muissa Pohjoismaissa otetaan huomioon myös kahdeksan tunnin ja vuorokauden keskiarvot. Suomen ilmanlaatuindeksi otettiin käyttöön vuonna 1988 ja tiedotuksessa vuonna 1993. Laskentaperusteita on sittemmin uudistettu kahdesti.

Taulukko 4 Ilmanlaatuindeksiluokat, luokkien ali-indeksien alaraja-arvot sekä terveys- ja muut vaikutukset (HSY).

Ilmanlaatu	Arvo	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
Hyvä	<50	Ei todettuja	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
Tyydyttävä	50-75	Hyvin epätodennäköisiä	Lieviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
Välttävä	75-100	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
Huono	100-150	Mahdollisia herkillä yksilöillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä

Erittäin huono	>150	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä	Selviä kasvillisuus- ja materiaalivaikutuksia pitkällä aikavälillä
----------------	------	-------------------------------------	--

Taulukko 5 Tyypidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksien alarajat ali-indeksin määrittämiseksi.

Indeksiluokka	NO ₂	PM ₁₀
Hyvä	<40	<20
Tyydyttävä	40-70	20-50
Välttävä	70-150	50-100
Huono	150-200	100-200
Erittäin huono	>200	>200

4 MITTAUSTULOSTEN ARVIOINTI JA VERTAILU

Tässä luvussa on esitetty vuoden 2022 mittaustuloksia, ja vertailtu niitä ohje- ja raja-arvoihin. Lopussa on tulosten vertailua edellisvuosiin.

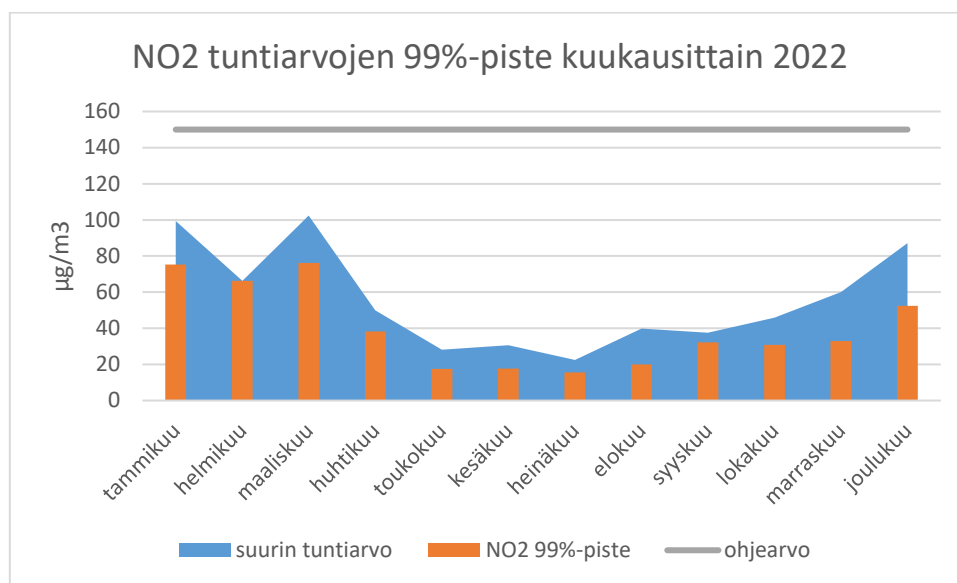
Ajoittain voidaan jäädä ilman mittaustuloksia esimerkiksi kalibroinnin tai laitevian vuoksi. Mittaustulosten koko vuoden ajallinen kattavuus oli 94,57 prosenttia PM₁₀-mittauslaitteen osalta ja 97,9 prosenttia NO_x-mittauslaitteen osalta. NO_x-mittauslaitteella yksi vuorokauden mittauservoista on aina näytearvo, joten laite ottaa huomioon 23 mittaustulosta vuorokaudessa, mikä jo itsessään laskee laitteen antamien mittaustulosten ajallisen kattavuuden 95,8 prosenttiin. Ilmanlaatuindeksin määrittämisen ajallinen kattavuus oli 100 prosenttia.

Vuonna 2022 ilmanlaadun seurannassa havaittiin seuraavia erityispiirteitä:

- PM₁₀-mittauslaite oli laiterikon vuoksi korjauksessa 2.-20.7.2022.
- NO_x-mittauslaite oli laiterikon vuoksi korjauksessa 27.12.2022-25.01.2023

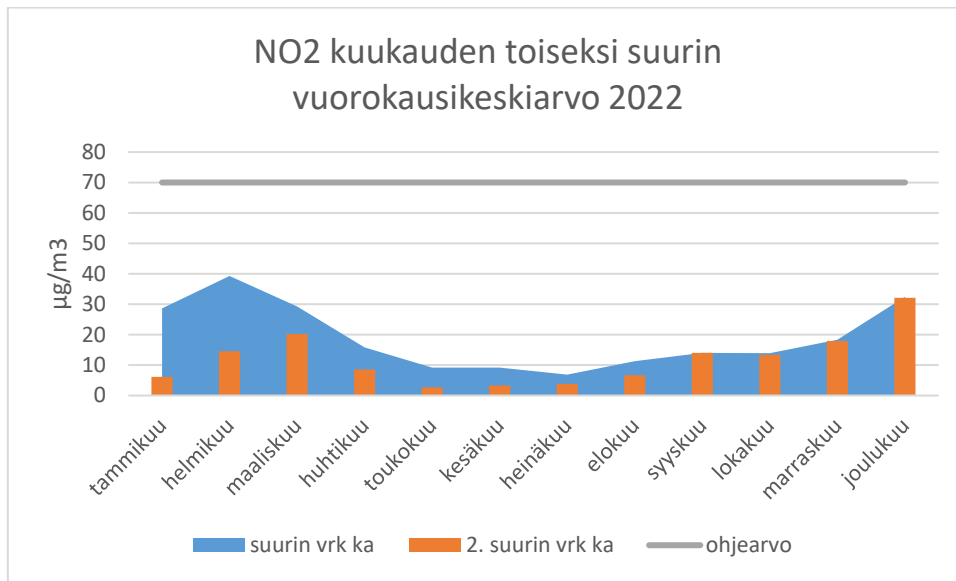
4.1 Mittaustulokset ohjearvoihin verrattuna

Kuvassa 3 on esitetty typpiidioksidin kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteet vuonna 2022. Ohjearvoon verrattaessa määrittävä arvo eli 99. prosenttipisteen arvo ei ylittänyt ohjearvoa 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kertaakaan. Korkeimmillaan arvo oli kylminä kuukausina. Matalimmat arvot saatiin kesäkuukausina. Suurin tuntiarvo oli maaliskuinen arvo 102,4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



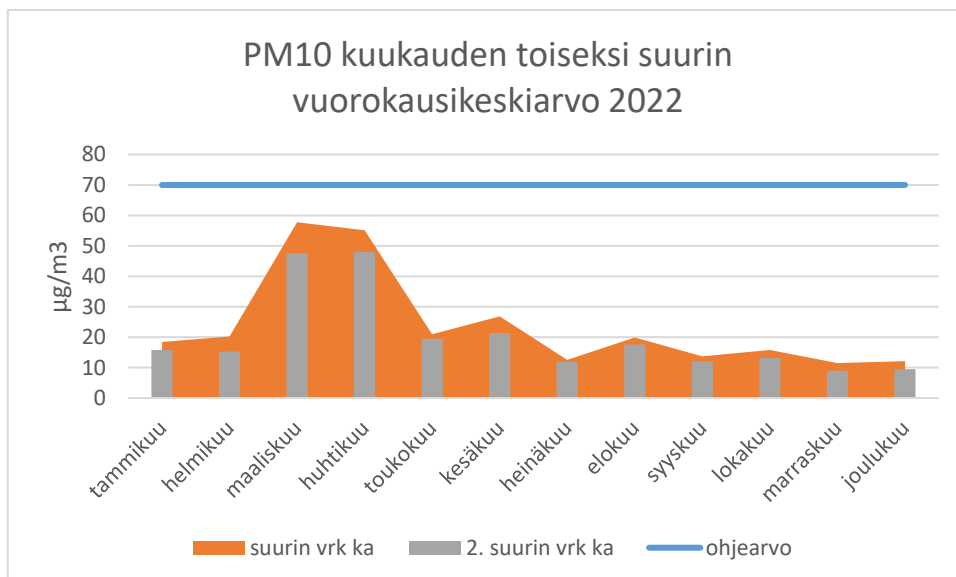
Kuva 3 typpiidioksidin tuntikeskiarvot vuonna 2022.

Kuvassa 4 on esitetty typpiidioksidin kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo vuonna 2022. Keskiarvo ei ylittänyt ohjearvoa 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ kertaakaan, ja korkein määrittävä eli toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo oli 32,1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mittaustulokset olivat muutenkin yleensä tasaisen maltillisia joulukuun nousua lukuun ottamatta. Kesäkuukausina saatiin matalampia arvoja. Suurin vuorokausikeskiarvo oli helmikuinen arvo 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 3 Typpidioksidin kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo vuonna 2022.

Kuvassa 5 on esitetty hengitettävien hiukkasten kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo vuonna 2022. Ohjearvoihin verrattaessa määrittävä eli toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo oli korkeimmillaan 47,9 µg/m³ ja pysyi ohjearvon 70 µg/m³ alapuolella. Suurin vuorokausikeskiarvo oli joulukuinen arvo 57,7 µg/m³.

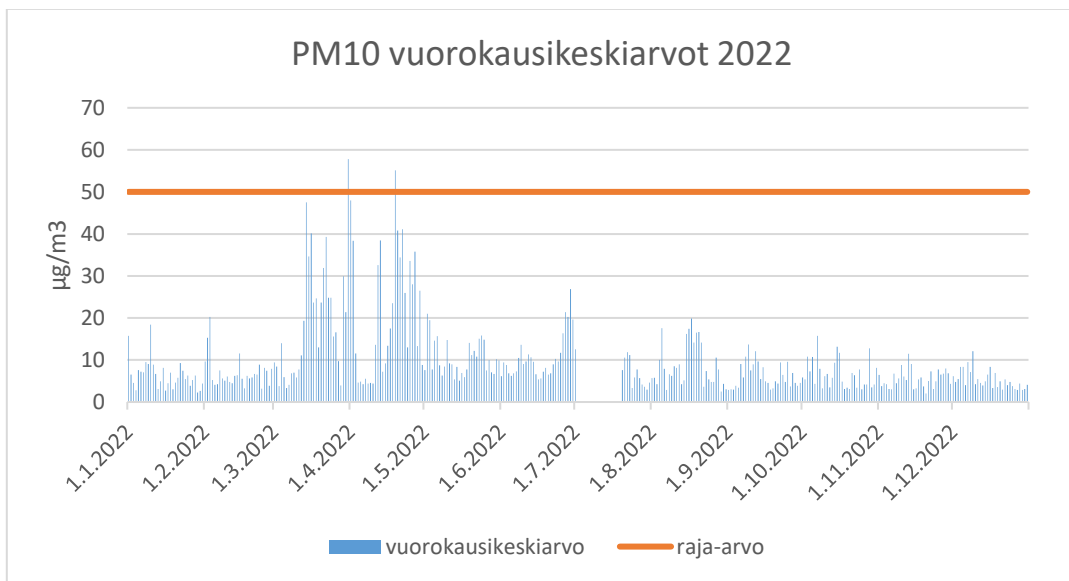


Kuva 5 Hengitettävien hiukkasten kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo vuonna 2022.

4.2 Mittaustulokset raja-arvoihin verrattuna

Edellä todettiin epäpuhtauksien pitoisuuksien raja-arvon ylityksen olevan eräillä yhdisteillä tietyissä määrin sallittua (taulukko 1). Mittaustulosten mukaan typpidioksidin tuntiarvo ei ylittänyt kertaakaan raja-arvoa 200 µg/m³, helmikuussa mitatun suurimman tuntiarvon ollessa 102,4 µg/m³. Kalenterivuoden keskiarvo oli 7,7 µg/m³, jääden myös reilusti raja-arvon 40 µg/m³ alle.

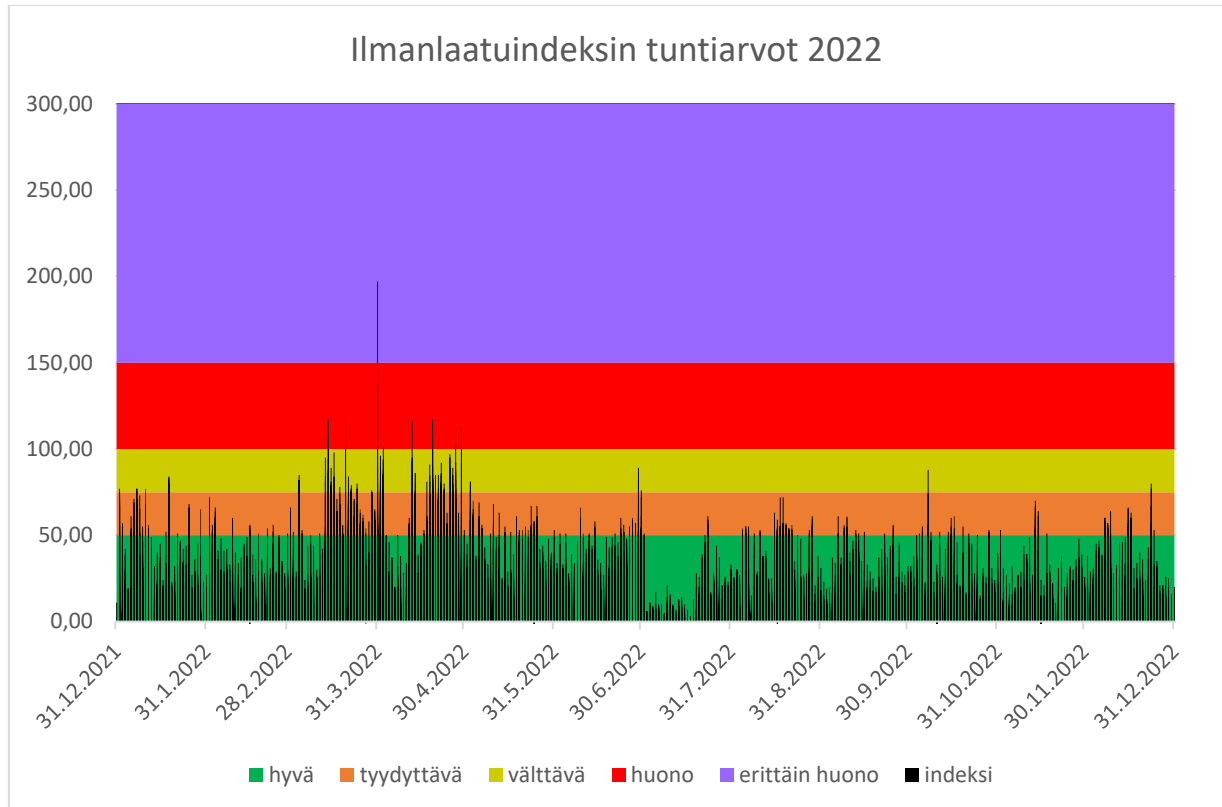
Kuvassa 6 on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot vuonna 2022. Arvo ylitti raja-arvon 50 µg/m³ kaksi kertaa, sallittujen ylitysten määrän ollessa 35. Raja-arvon ylittävät vuorokausikeskiarvot saatiin maaliskuussa, 57,8 µg/m³ ja huhtikuussa 55 µg/m³ ja niistä annettiin tiedote yleisölle. Kalenterivuoden keskiarvo oli 9,6 µg/m³, mikä on noin neljännes raja-arvosta 40 µg/m³.



Kuva 4 Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvot vuonna 2022.

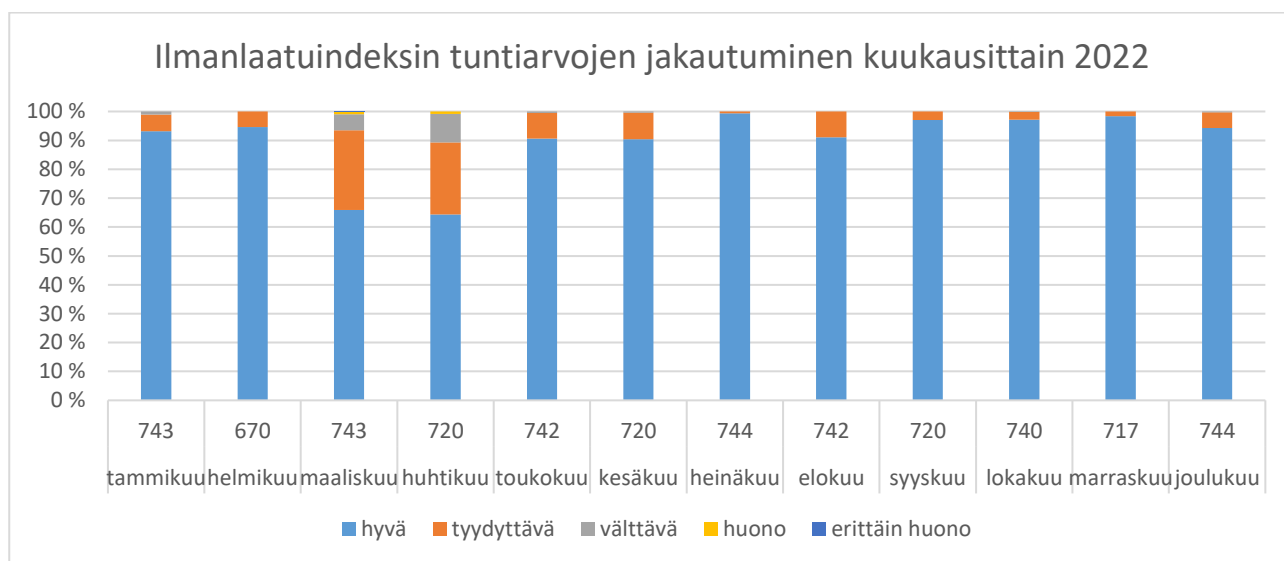
4.3 Mittaustulosten ilmanlaatuindeksit

Kuvassa 7 on esitetty, että ilmanlaatuindeksi Hallikadun mittausasemalla vuonna 2022 oli pääosin luokkaa hyvä, ja vain yksittäiset arvot yltävät ylsivät luokkaan huono tai erittäin huono. Korkein indeksiarvo 197 saatiin maaliskuussa. Yleisimmin korkeita arvoja havaittiin talvi- ja kevätkuukausina.



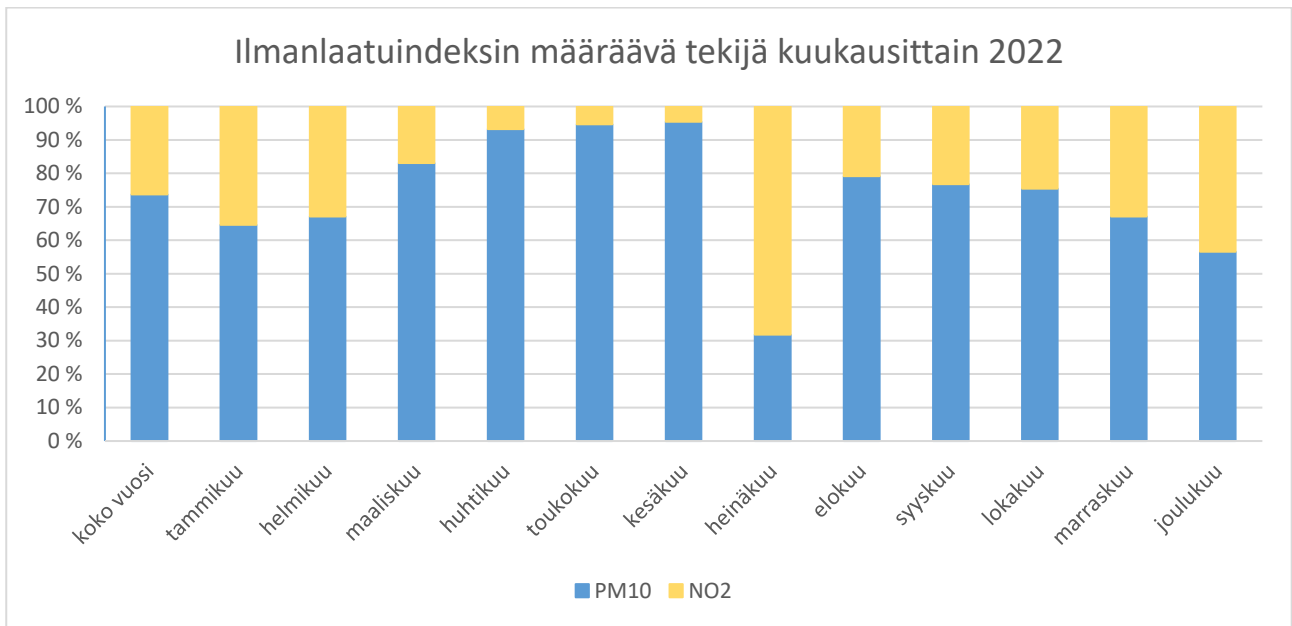
Kuva 5 Ilmanlaatuindeksin tuntiarvot indeksiluokkiin verrattuna vuonna 2022.

Kuvassa 8 on esitetty ilmanlaatuindeksin jakautuminen viidessä eri luokassa kuukausittain vuonna 2022. Heikointa ilmanlaatu oli maaliskuussa. Koko vuonna hyvän ilmanlaadun osuus ylsi keskimäärin 90 prosenttiin ja tyydyttävän ilmanlaadun osuus 8 prosenttiin.



Kuva 6 Ilmanlaatuindeksin tuntiarvojen jakautuminen kuukausittain vuonna 2021.

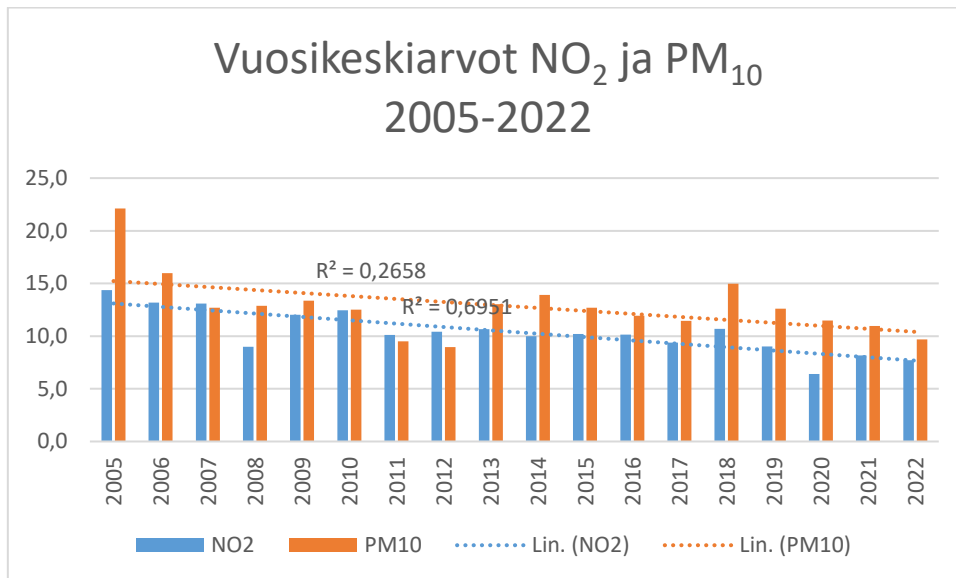
Kuvassa 9 on esitetty, että ilmanlaatuindeksi määräävä tekijä oli yleensä hengitettävät hiukkaset. Koko vuoden keskimääräiset osuudet olivat hengitettävälle hiukkasille 74 prosenttia ja typpidioksidille 26 prosenttia. Talvikuukausina typpidioksidin osuus kasvaa jonkin verran pakkasilman myötä, mutta toisaalta myös pienhiukkaspäästöjä lisäävä puulämmitys yleistyy talvella.



Kuva 9 Ilmanlaatuindeksin määrävän tekijän (hengitettävät hiukkaset tai typpidioksidi) osuus kuukausittain ja koko vuonna 2022.

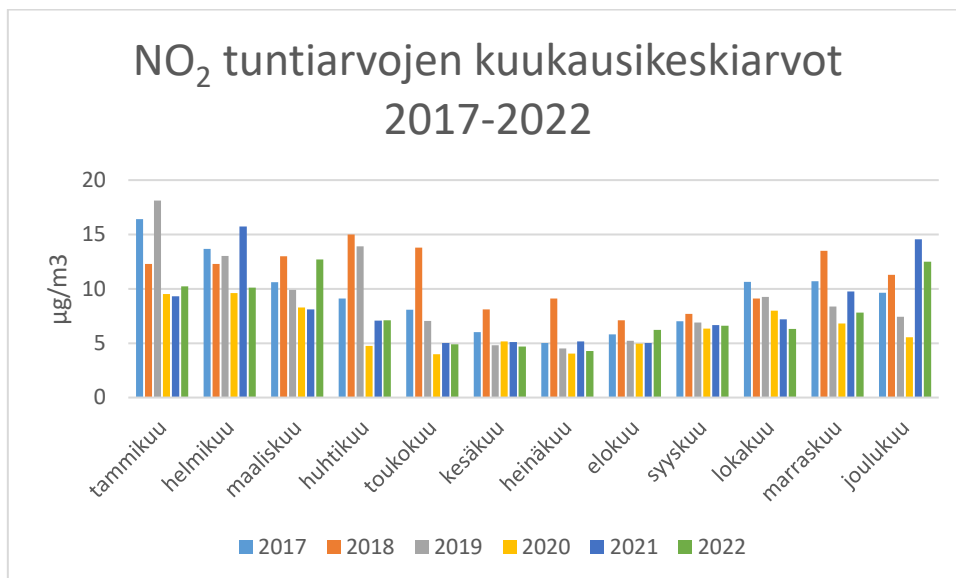
4.4 Vertailu edellisvuosiin

Kuvassa 10 on esitetty typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot kahdeksaltatoista peräkkäiseltä vuodelta. Trendiviivat ovat laskevia, mikä kertoo päästöjen keskimääräisestä vähenemisestä. Korrelaatiokerroin R^2 kertoo lineaarisen riippuvuuden. Typpidioksidin korrelaatiokerroin on suurempi, eli sen laskeva trendi saattaa pohjautua muuttujien väliseen riippuvuuteen ja täten olla realistisempi. Hengitettävien hiukkasten korrelaatiokerroin on pieni, mikä viittaa enemmän sattumaan kuin todelliseen ilmiöön, jossa pitoisuudet laskevat vuosittain.

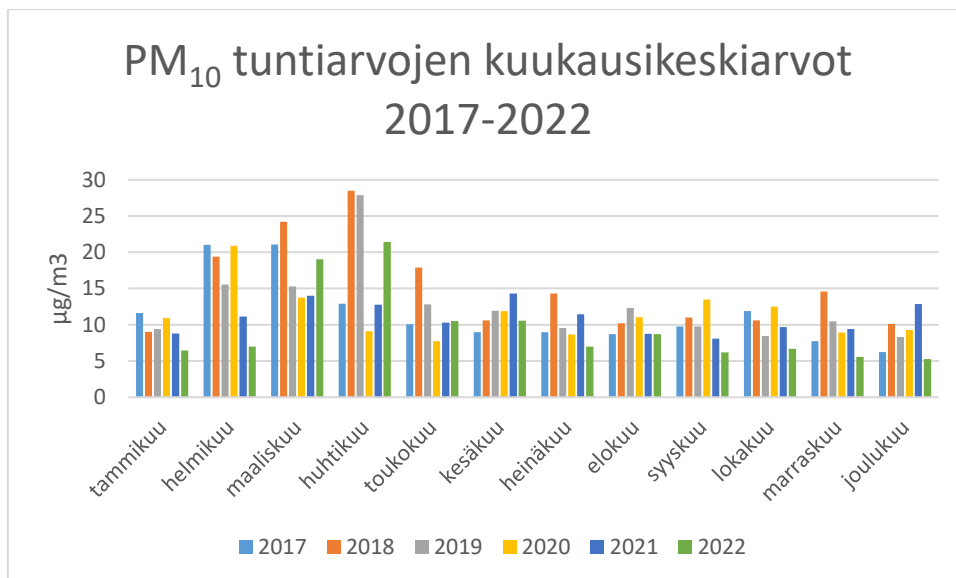


Kuva 10 Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot vuosina 2005-2022.

Kuvassa 11 on esitetty typpidioksidin tuntiarvojen kuukausikeskiarvot viidelle viimeiselle vuodelle. Vastaavat hengitettävien hiukkasten viiden vuoden arvot ovat kuvassa 12. Kuvista voi havaita kuukausittaisen vaihtelun, jossa tyypillisesti arvot ovat korkeampia talvikuukausina ja matalampia kesäkuukausina. Typpidioksidin arvot ovat yleensä korkeimmillaan keskitalvella, jolloin on kylmintä ja lämmityskausi aktiivisimmillaan. Hengitettävien hiukkasten arvot taas ovat korkeimmillaan kevättalvella, jolloin katupölyä on runsaasti kuivuuden ja hiekoituksen jäljiltä. Vuonna 2022 typpidioksidin päästöt olivat joko samaa luokkaa tai korkeampia edellisen vuoden koronasulun vaikuttamiin arvoihin verrattuna. Hiukkaspäästöt ovat pysyneet edellisvuosien tasolla.



Kuva 11 Typpidioksidin tuntiarvojen kuukausikeskiarvot vuosina 2017-2022.



Kuva 12 Hengitettävien hiukkasten kuukausikeskiarvot vuosina 2017-2022.

5 YHTEENVETO

Ilmanlaatua on mitattu Rauman keskustassa jo lähes kaksi vuosikymmentä. Ilmanlaatu vuonna 2022 oli aiempien vuosien tavoin pääosin hyvää. Mittaustulosten pitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat typpidioksidille 7,7 µg/m³ ja hengitettävälle hiukkasille 9,6 µg/m³, jääden reilusti alle raja-arvon 40 µg/m³. Ilmanlaatuindeksi oli pääosin luokkaa hyvä, ja vain yksittäiset tuntiarvot ylsivät tasolle huono tai erittäin huono. Vaikka koronapandemia jatkui edelleen, etätyöstä alettiin palata toimistoihin, mikä vaikutti erityisesti typpidioksidipäästöihin. Edellisen vuoden liikenteen vähenemisestä aiheutuneet matalat typpidioksidipitoisuudet lähtivätkin jälleen loppuvuonna 2022 nousuun. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa ei nähty muuta merkittävää muutosta kuin edelleen matalina pysyneet kevätkauden pitoisuudet. Kuvista 11 ja 12 voi joissain määrin päätellä, että typpidioksidipäästöjen ollessa matalat vähäisemmän liikenteen takia, myös hiukkaspäästöt pysyivät matalina.

Ohjearvoihin verrattuna tulokset olivat hyviä, sillä yhtään ylitystä ei tapahtunut. Typpidioksidin ohjearvoon verrattaessa määrittävä arvo eli tuntiarvojen kuukausittainen 99. prosenttipisteen korkein arvo oli maaliskuussa mitattu 102,4 µg/m³, jääden kauas ohjearvosta 150 µg/m³. Toinen määrittävä arvo eli typpidioksidin kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo oli korkeimmillaan joulukuussa, jolloin sen arvo oli 32 µg/m³, siis maltillinen ohjearvoon 70 µg/m³ verrattuna. Ohjearvoon verrattaessa hengitettävien hiukkasten määrittävä arvo eli kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo oli korkeimmillaan huhtikuussa, jolloin sen arvo oli 48 µg/m³, hyvin alle ohjearvon 70 µg/m³. Suurin vuorokausikeskiarvo oli joulukuinen arvo 58 µg/m³.

Raja-arvopitoisuudet typpidioksidin tuntiarvolle ja hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvolle ylitettiin vain kaksi kertaa. Typpidioksidin korkein tuntiarvo, helmikuussa mitattu 39 µg/m³, ei ylittänyt raja-arvopitoisuutta 200 µg/m³. Hengitettävien hiukkasten mittaustulokset ylittivät raja-arvopitoisuuden 50 µg/m³ vain kerran sallitun määrän ollessa 35 ylitystä. Ylittävä vuorokausikeskiarvo mitattiin joulukuussa ja oli 57,3 µg/m³.

Ilmanlaatuindeksi vuonna 2022 oli 90 % ajasta hyvä ja 8 % ajasta tyydyttävä. Huonoa tai erittäin huonoa ilmanlaatua oli ajallisesti vain 0,14 %. Ilmanlaatu oli heikointa maaliskuussa kuivan pakkasilman, hiekoituksen ja lumien sulamisen johdosta ja tällöin saatiin myös ilmanlaatuindeksin vuoden korkein arvo 192 µg/m³. Ilmanlaatuindeksin heikompia tuloksia esiintyi muutenkin enemmän talvikaudella kuin lämpiminä kuukausina. Ilmanlaatuindeksin määräävä tekijä eli korkeamman ali-



indeksin saanut oli yleensä hengitettävät hiukkaset. Koko vuoden keskimääräiset osuudet olivat hengitettäville hiukkasille 74 % ja typpidioksidille 26 %. Typpidioksidin osuus kasvoi talviaikaan.

Typpidioksidin mittaustulosten korkeimmat arvot talvikuukausina kertovat pakkasilman vaikutuksesta pitoisuuksiin. Lämmityskaudella puulämmityksen yleistyminen lisää typpidioksidipäästöjä. Lisäksi autojen polttoainepäästöjen typpimonoksidi muuttuu herkästi ilman kanssa reagoidessaan typpidioksidiksi. Tynellä säällä typpidioksidi jää kaasuna viipymään kaupunkiympäristön rakennusten muodostamiin katukuiluihin. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat enemmän kevättalvella, jolloin kuiva pakkasilma nostattaa ilmaan nastarenkaiden ja hiekoituksen myötä lisääntynyttä katupölyä. Toisaalta myös puun pienpoltto lisää asutettujen ympäristöjen hiukkaspäästöjä. Kesällä ja syksyllä kosteampi ilma taas sitoo hiukkasia ympäristöön.

Mittaustulosten ajallinen kattavuus koko vuoden ajalta oli 94,6 prosenttia PM₁₀-mittauslaitteen osalta ja 97,9 prosenttia NO_x-mittauslaitteen osalta. Ilmanlaatuindeksin määrittelyn ajallinen kattavuus oli 100 prosenttia.

Vuonna 2022 ilmanlaadun tarkkailussa erityistä oli PM₁₀-mittauslaitteen laiterikko ja sen korjaus 2.-20.7.2022. Myös NO_x-mittauslaite oli laiterikon vuoksi korjauksessa 27.12.2022-25.01.2023. Näistä syistä mittauksessa tuli ajallisia katkoksia.



Lisätietoa

Environnement S.A. (2010). AC32M Chemiluminescent Nitrogen Oxide Analyzer. Technical Manual.

Environnement S.A. (2014). MP101M. Suspended Particulate Beta Gauge Monitor. Technical Manual.

Ilman laadun seuranta, Rauman kaupunki. [su](#)

Ilmanlaadun mittausohje 2017, Ilmatieteen laitos. Raportteja 2017:6

http://expo.fmi.fi/ages/public/Ilmanlaadun_mittausohje_2017.pdf

Ilmanlaatua koskeva sääntely, Ympäristöhallinnon yhteinen verkkopalvelu.

https://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilm/Ilmansuojelu/Ilmansuojelun_raja_ja_ohjeavot

Ilmansaasteet, Ilmatieteen laitos. <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmansaasteet>

Mikä on ilmanlaatuindeksi? Helsingin seudun ympäristöpalvelut HSY.

<https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/mika-on-ilmanlaatuindeksi/>