

Ilmanlaadun yhteistarkkailu

Tiivistelmä mittaustuloksista 2023



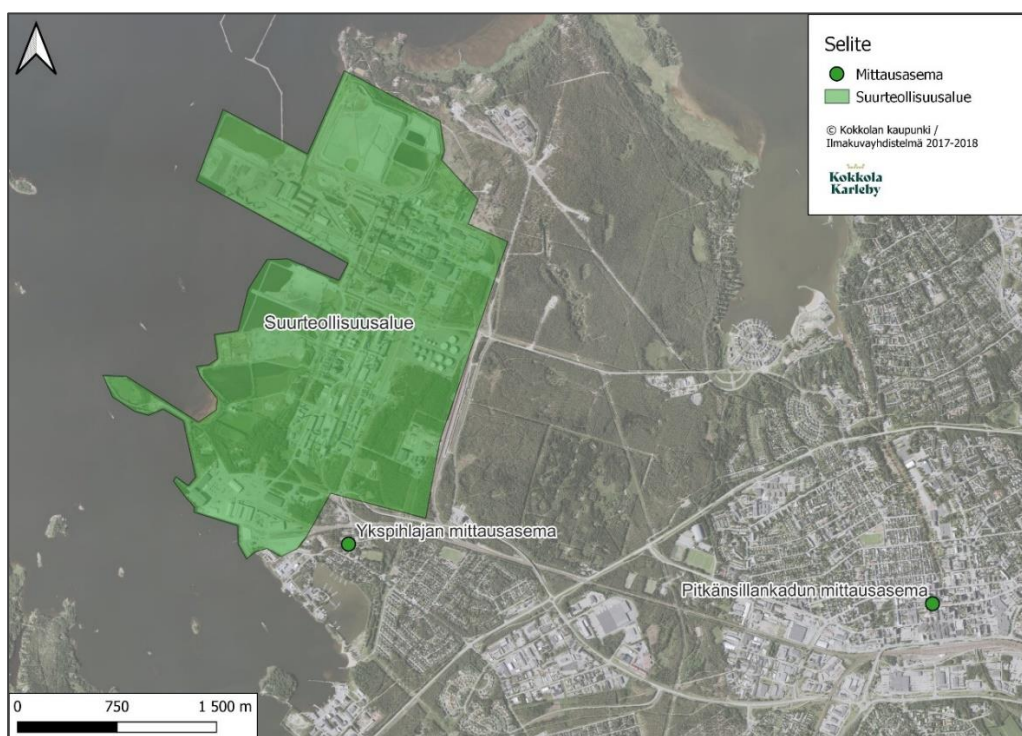
**Tuomas Hirvijoki & Tiia Sillanpää
Helmikuu 2023**

Sisällysluettelo

1 Johdanto.....	3
2 Sääolosuhteet.....	5
2.1 Tuulen suunta	5
3 Ilmanlaatuindeksi	5
4 Ilmanlaadun mittaustulokset.....	7
4.1 Rikkidioksidi (SO ₂).....	7
4.2 Typpidioksidi (NO ₂).....	10
4.3 Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	15
4.4 Pienhiukkaset (PM _{2,5})	19
5 Metallinäytteenotto.....	20
6 Tulosten laadunvarmistus	21
7 Yhteenveto	22

1 Johdanto

Ympäristönsuojelulain (YSL 527/2014) mukaan kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta asianmukaisin menetelmin. Kokkolan kaupungin ympäristöpalveluiden toimesta ilmanlaatua mitataan kahdella mittausasemalla Kokkolassa, jotka sijaitsevat Ykspihlajassa ja Pitkänsillankadulla (kuva 1). Taulukossa 1 on esitetty mittausasemilla vuonna 2023 tarkkailtavat parametrit.



Kuva 1. Pitkänsillankadun ja Ykspihlajan mittausasemien sijainnit.

Taulukko 1. Pitkänsillankadun ja Ykspihlajan mittausasemilla tarkkailtavat parametrit vuonna 2023.

Parametri	Pitkänsillankatu	Ykspihlaja
NO ₂	X	X
NO	X	X
PM ₁₀	X	X
PM ₄		X
PM _{2,5}		X
PM ₁		X
TSP		X
SO ₂		X
Metallinäytteenotto		X
Ulkolämpötila	X	X
Ilmanpaine		X
Tuulensuunta		X
Tuulennopeus		X

Ympäristönsuojelulakia täydentävät säännökset sisältyvät valtioneuvoston asetukseen ilmanlaadusta (VNa 79/2017). Siinä säädetään ilmanlaadun seurannan järjestämisestä, seurannan laatutavoitteista, ilmanlaatutietojen raportoinnista sekä väestölle tiedottamisesta ja väestön varoittamisesta. Asetuksessa on annettu raja-arvot rikkidioksidille, typpidioksidille, hiilimonoksidille, bentseenille, lyijylle ja hiukkasille. Lisäksi asetuksessa on annettu tavoitearvot, tiedotuskynnys ja varoituskynnys.

Mittaustuloksia verrataan ilmanlaatuasetuksessa annettuihin ilmanlaadun raja-arvoihin (VNa 79/2017), jotka määrittävät suurimmat hyväksyttävät ilman epäpuhtauksien pitoisuudet. Mittaustuloksia verrataan myös terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi annettuihin ohjearvoihin (VNp 480/1996). Mittaustulosten arvioinnissa verrataan tuloksia myös kriittisiin tasoihin, jotka on määritelty kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi rikkidioksidin ja typen oksidien ulkoilmapitoisuuksille (VNa 79/2017). Maailman terveysjärjestö WHO asetti ensimmäiset ilmanlaadun terveysperusteiset ohjearvot vuonna 1987 ja on päivittänyt niitä vuosina 2000, 2005 ja 2021. Syyskuussa 2021 päivitetty WHO:n ohjearvot tiukentuivat huomattavaksi ja sen vuoksi raporteissa vertailua tehdään kansallisten raja- ohje- ja tavoitearvojen lisäksi WHO:n ohjearvoihin eri yhdisteiden osalta.

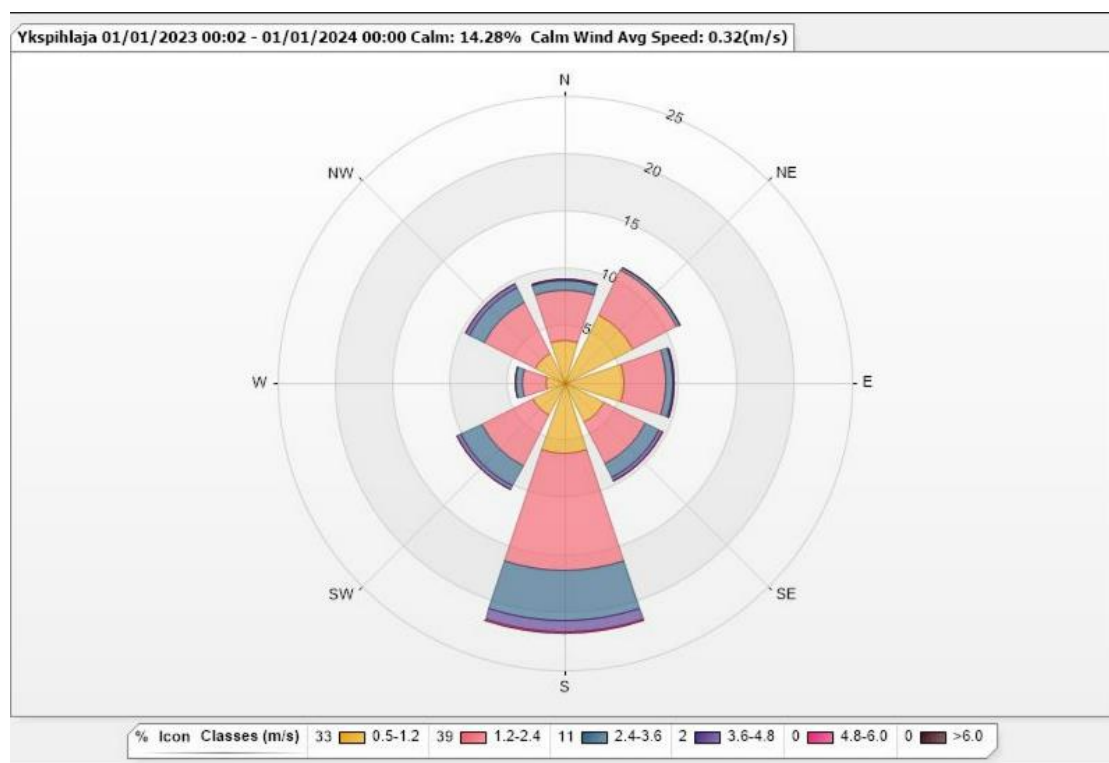
Ilmanlaaduntarkkailun vuosiraportoinnin tiivistelmässä tarkastellaan vuoden 2023 ilmanlaatua Kokkolassa ja Kokkolan kaupungin ympäristöpalveluiden suorittamia ilmanlaadun mittauksia. Syksyllä julkaistavassa ilmanlaaduntarkkailun vuosiraportissa tarkastellaan ilmanlaatua tarkemmin ja laajemmin laitosten päästötiedot sekä metallimittaustulokset ja liikennepäästötiedot huomioiden ja verrataan niitä laajemmin aiempien vuosien mittaustuloksiin. Tässä tiivistelmässä esitetyt mittaustulokset, jotka ovat esitettynä kokonaislukuina, ovat pyöristettyjä lukuarvoja. Raja-, -ohje ja tavoitearvoihin verrataan kokonaislukuja, mutta selvyiden vuoksi raportissa esitetään osa tuloksista myös tarkkoina likiarvoina.

Ilmanlaadun seuranta toteutettiin vuonna 2023 Kokkolan alueen ilmanlaadun yhteistarkkailukauden 2022-2026 mukaisesti. Tarkkailun kustannuksista vastasivat Kokkolan kaupunki sekä yhteistarkkailussa mukana olevat yritykset.

2 Sääolosuhteet

2.1 Tuulen suunta

Ykspihlajan mittausasemalla mitataan tuulen suuntaa ja voimakkuutta. Ykspihlajassa vallitseva tuulensuunta on viime vuosina ollut etelästä. Vuonna 2023 vallitseva tuulen suunta oli myös etelästä. Tuuliruusu on esitetty kuvassa 2.



Kuva 2. Tuulensuuntien osuudet (%) ja tuulennopeuden (m/s) jakautuminen eri nopeusluokkiin tuulensuunnittain Ykspihlajassa vuonna 2023.

3 Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksiä käytetään Suomessa yleisesti kuvaamaan ilmanlaatua. Kokkolassa ilmanlaatuindeksi lasketaan molemmilla mittausasemilla. Pitkäsillankadun mittausasemalla indeksin laskennassa käytettiin typpidioksidin (NO_2) ja hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) pitoisuuksia. Ykspihlajan mittausasemalla indeksin laskennassa käytettiin typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten (PM_{10}), pienhiukkasten ($\text{PM}_{2.5}$) ja rikkidioksidin (SO_2) pitoisuuksia. Aikaisempina vuosina indeksin laskentaan ei ole sisällytetty pienhiukkasia. Vuoden 2023 ilmanlaatu oli Kokkolan keskustassa hyvä 90 % ajasta, tyydyttävä 9 % ajasta ja välttävä 1 % ajasta. Ilma oli huonoa 13 tunnin ajan ja erittäin huonoa 4 tunnin ajan. Ykspihlajassa ilmanlaatu oli hyvä 91 % ajasta, tyydyttävä 8 % ajasta ja välttävä 1 % ajasta. Ilma oli huonoa 6 tunnin ajan ja erittäin huonoa 2 tunnin ajan. Pitkäsillankadun osalta ilmanlaatuindeksi on esitettyä kuvassa

3 ja Ykspihlajan osalta kuvassa 4. Kuukausitasolla tarkasteltava ilmanlaatuindeksi esitetään vuosiraportoinnin yhteydessä. Ilmanlaatuindeksillä arvioituna vuoden 2023 ilmanlaatu oli hieman parempaa, kuin vuonna 2022.



Kuva 3. Ilmanlaatuindeksin tuntijakauma (%) Kokkolan keskustassa vuonna 2023.

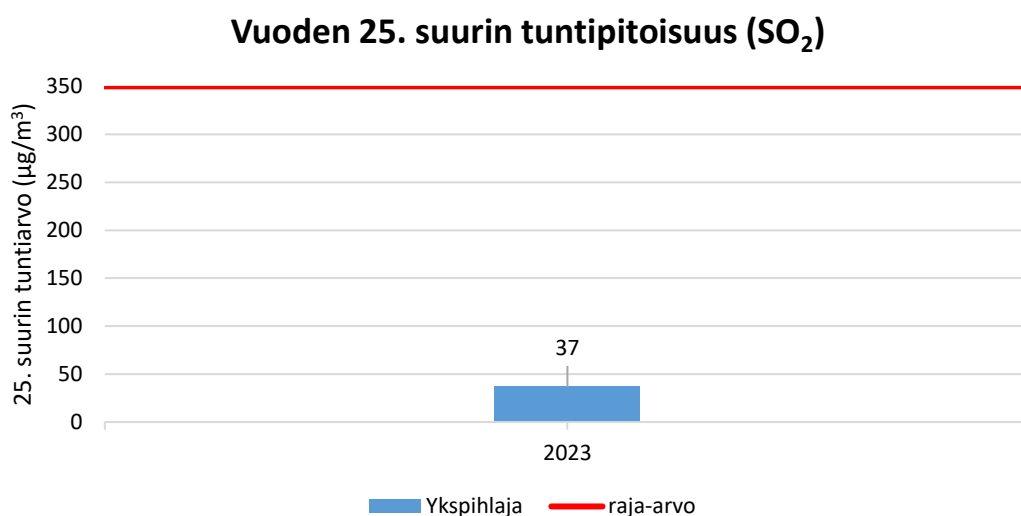


Kuva 4. Ilmanlaatuindeksin tuntijakauma (%) Ykspihlajassa vuonna 2023.

4 Ilmanlaadun mittaustulokset

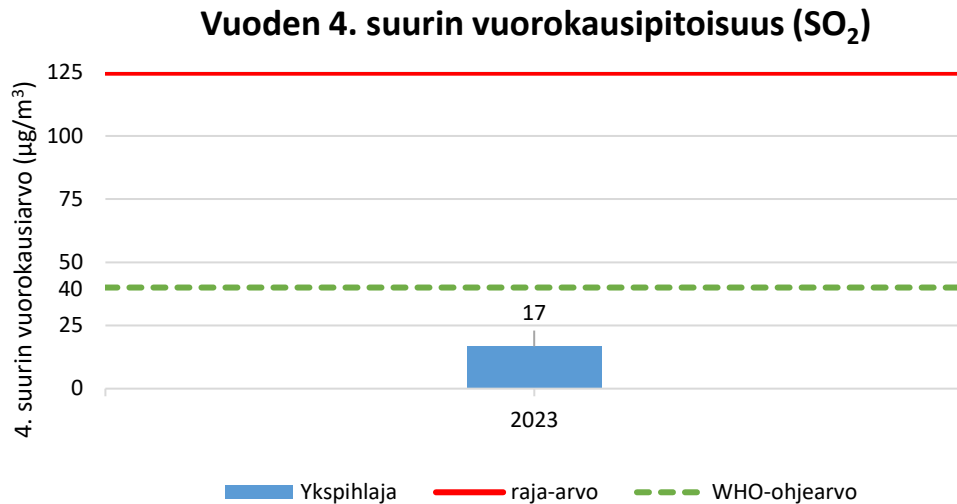
4.1 Rikkidioksidi (SO₂)

Rikkidioksidia mitattiin vuonna 2023 Ykspihlajan mittausasemalla. Kuvassa 5 on esitettyä vuoden 25. suurin tuntipitoisuus rikkidioksidille. Rikkidioksidin 25. suurin tuntipitoisuus vuonna 2023 oli 37 µg/m³. Sitä verrataan 350 µg/m³:n raja-arvoon, joka on asetettu terveyden suojelemiseksi. Raja-arvo tarkoittaa sitä, että vuodessa ylityksiä sallitaan 24 kappaletta. Vuonna 2023 raja-arvo ei ylittynyt kertaakaan. Suurin yksittäinen tuntipitoisuus oli 238 µg/m³ (17.6.2023).



Kuva 5. Rikkidioksidin 25. suurin tuntipitoisuus (µg/m³) Ykspihlajassa vuonna 2023. Raja-arvo on 350 µg/m³.

Kuvassa 6 on esitettyä vuoden 4. suurin vuorokausipitoisuus rikkidioksidille. Vuonna 2023 rikkidioksidin 4. suurin vuorokausipitoisuus oli 17 µg/m³. Sitä verrataan 125 µg/m³:n raja-arvoon, joka on asetettu terveyden suojelemiseksi. Raja-arvo tarkoittaa sitä, että vuodessa ylityksiä sallitaan 3 kappaletta. Vuonna 2023 raja-arvo ei ylittynyt, eikä myöskään WHO:n ohjearvo..



Kuva 6. Rikkidioksidin 4. suurin vuorokausipitoisuus (µg/m³) Ykspihlajassa vuonna 2023. Raja-arvo on 125 µg/m³. WHO:n ohjearvo on 40 µg/m³, jossa suosituksena on enintään 3 ylityskertaa.

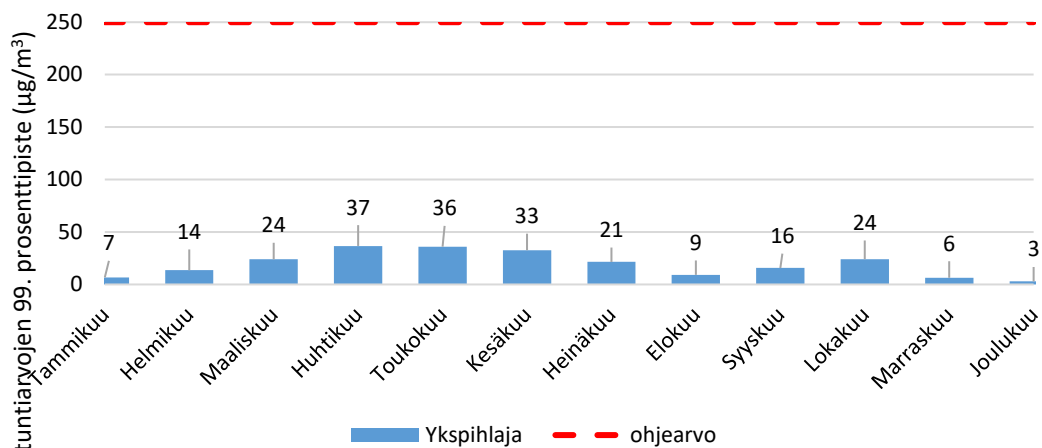
Kuvassa 7 on esitettynä vuoden 2023 rikkidioksidin kuukausittaiset tuntiarvojen 99. prosenttipisteet. Niitä verrataan 250 µg/m³:n ohjearvoon, joka on asetettu terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Suurimmat 99. prosenttipisteet olivat huhtikuussa (37 µg/m³) ja toukokuussa (36 µg/m³). Prosenttipisteellä (q) tässä tapauksessa tarkoitetaan aineiston pitoisuusarvoa, jota pienempiä tai yhtä suuria pitoisuusarvoja aineistossa on q %. Kun verrataan mittaustuloksia ohjearvoihin, aineiston hyväksytyt pitoisuusarvot järjestetään suuruusjärjestykseen pienimmästä suurimpaan (1):

$$X_1 \leq X_1 \leq \dots \leq X_k \leq \dots \leq X_{N-1} \leq X_N \quad (1)$$

Aineiston q. prosenttipiste on arvo X_k , jossa K on (2) pyöristettynä lähimpään kokonaislukuun, kun N on hyväksytyjen arvojen lukumäärä tarkastelujaksolla:

$$K = \left(\frac{q}{100} \right) * N \quad (2)$$

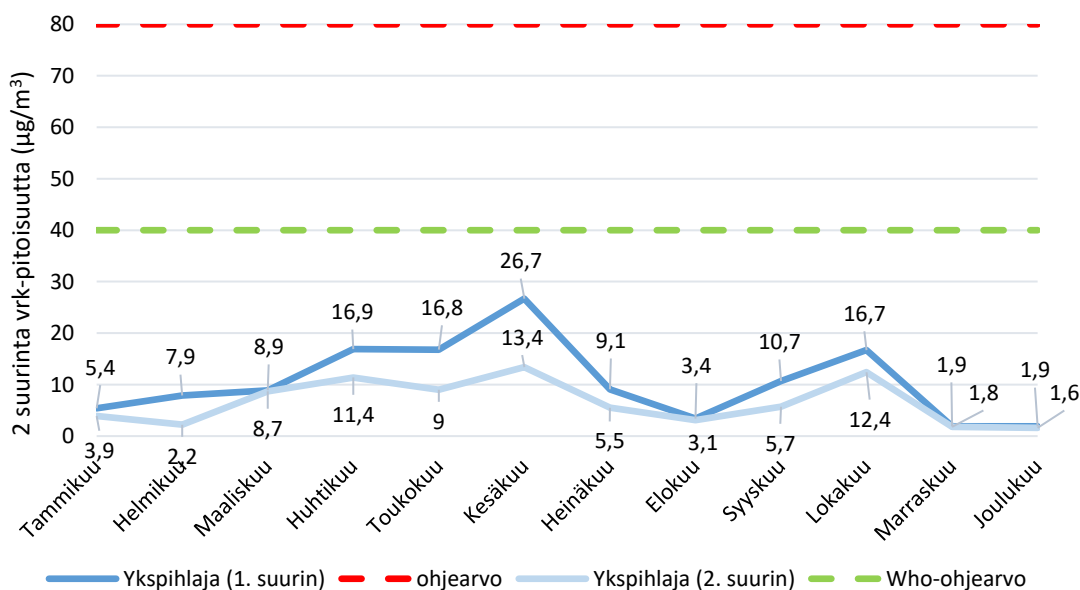
Tuntiarvojen 99. prosenttipiste (SO₂)



Kuva 7. Rikkidioksidin tuntiarvojen 99. prosenttipiste (µg/m³) kuukausittain. Ykspihlajassa vuonna 2023. Ohjearvo on 250 µg/m³.

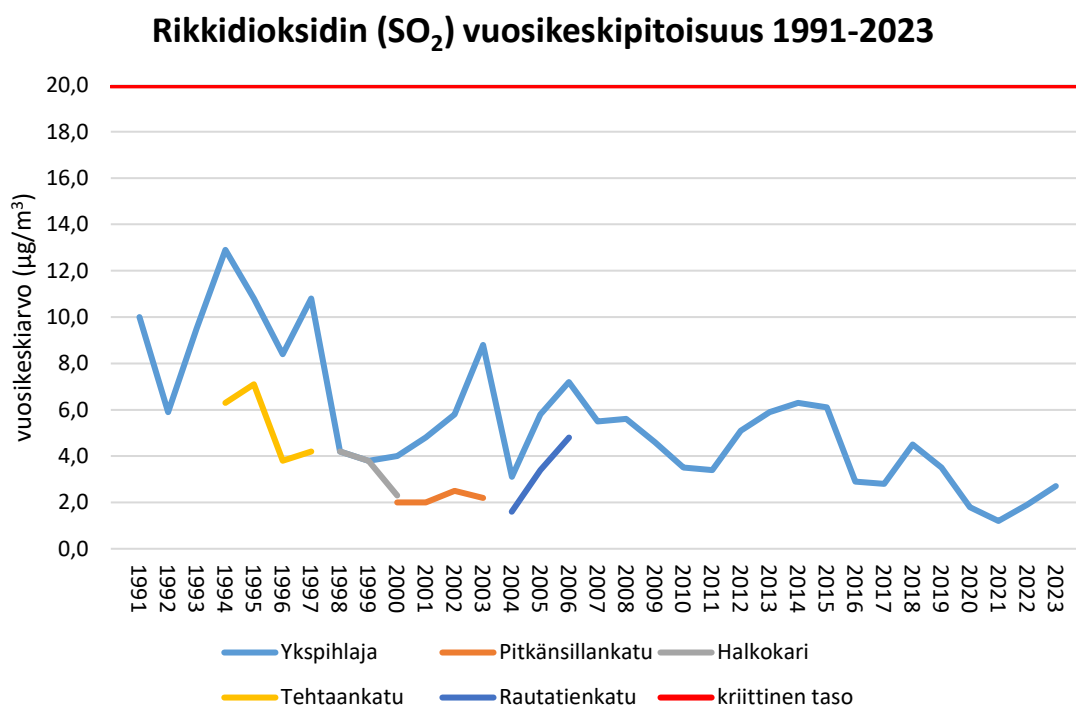
Kuvassa 8 on esitetty vuoden 2023 suurimmat ja toiseksi suurimmat rikkidioksidin vuorokausipitoisuudet kuukausittain. Toiseksi suurinta vuorokausiarvoa verrataan ohjearvoon 80 µg/m³. WHO:n ohjearvo on 40 µg/m³, jossa suosituksena on enintään 3 ohjearvon ylitystä. Kumpikaan ohjearvo ei ylittynyt Kokkolassa. Toiseksi suurin rikkidioksidin kuukausikohtainen vuorokausipitoisuus 13,4 µg/m³ mitattiin kesäkuussa. Suurin vuorokausipitoisuus oli 26,7 µg/m³, joka mitattiin myös kesäkuussa.

Suurin ja toiseksi suurin vuorokausipitoisuus (SO₂)



Kuva 8. Rikkidioksidin kuukauden suurimmat ja toiseksi suurimmat vuorokausipitoisuudet (µg/m³) Ykspihlajassa vuonna 2023. Ohjearvo on 80 µg/m³. WHO:n ohjearvo on 40 µg/m³

Kuvassa 9 on esitettyä kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi asetettuun kriittiseen tasoon verrattava rikkidioksidin vuosikeskipitoisuuskehitys vuodesta 1991 vuoteen 2023. Kriittinen taso on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidin vuosikeskipitoisuus on alittanut joka vuosi kriittisen tason selvästi. Vuonna 2023 rikkidioksidin vuosikeskipitoisuus oli Ykspihlajassa $2,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 9. Rikkidioksidin vuosikeskipitoisuuden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kehitys Kokkolassa vuosina 1991- 2023. Rikkidioksidin vuosiraja-arvo on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

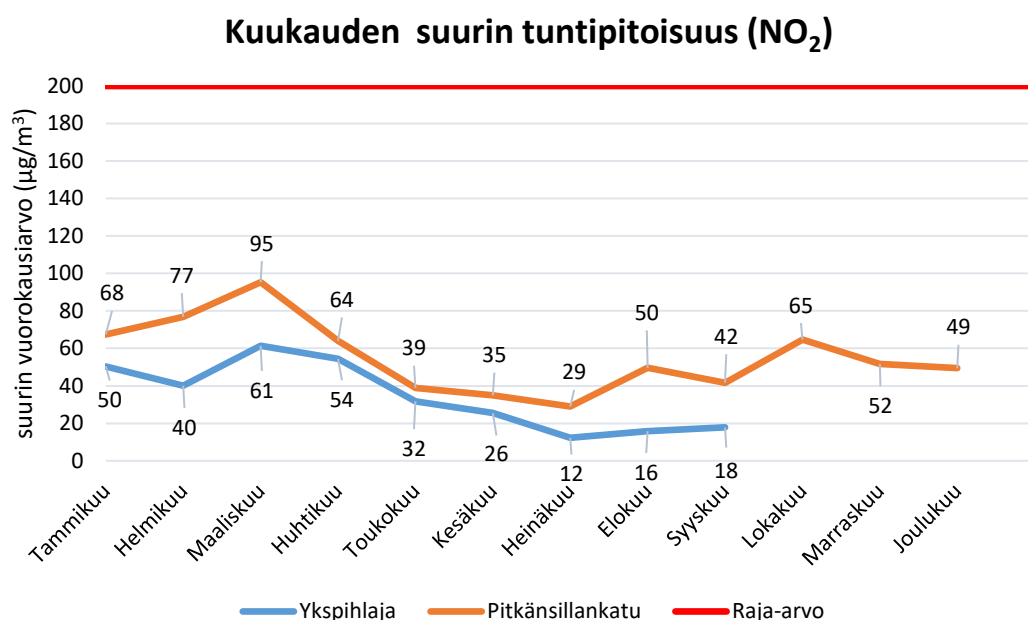
4.2 Typpidioksidi (NO_2)

Typenoksideja mitattiin vuonna 2023 Pitkäsillankadun ja Ykspihlajan mittausasemilla. Tulokset raportoidaan typpidioksidin osalta. Typenoksidien merkittävin päästölähde Kokkolan keskustan alueella on yleensä liikenne. Kokkolan alueella typenoksidien suurin mitattava tai laskennallisesti määritetty päästölähde on ollut vuosia 2020 ja 2022 lukuun ottamatta liikenteen pakokaasupäästöt. Vuoden 2023 osalta tieliikennepäästöt raportoidaan vuosiraportin yhteydessä syksyllä. Vuosiraportissa käsiteltävät tieliikenteen päästöt ladataan Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toteuttamasta ja ylläpitämästä Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmästä nimeltä LIPASTO. LIISA on osa VTT:n kehittämää LIPASTO - laskentajärjestelmää. LIISA on VTT:ssä kehitetty Suomen tieliikenteen

päästölaskentamalli, jolla tuotetaan Suomen viralliset vuosittaiset päästömäärät EU:lle, YK:lle ja Suomen tilastoihin.

Typpidioksidin osalta mittausdataa on koko vuodelta, mutta tulokset eivät ole riittävän luotettavia Ykspihlajassa lokakuulta, marraskuulta, eikä joulukuulta laiterikon takia, jonka johdosta mittaustulokset on jätetty kokonaisuudessaan pois kyseisiltä kuukaussilta.

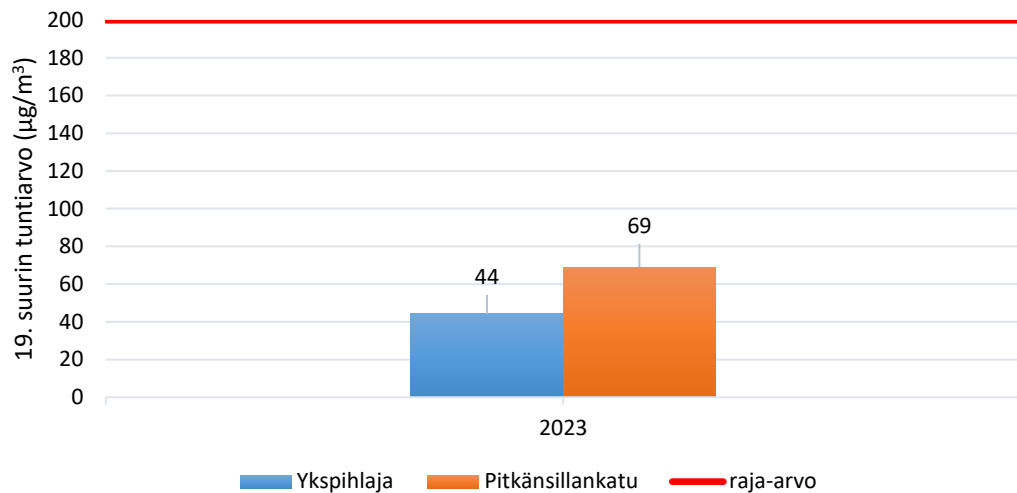
Typpidioksidin korkeimmat tuntipitoisuudet kuukausittain vuonna 2023 on esitetty kuvassa 10. Pitkänsillankadun suurin tuntipitoisuus $95 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin maaliskuussa. Ykspihlajan suurin tuntipitoisuus $61 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin myös maaliskuussa. Raja-arvo korkeimmalle tuntipitoisuudelle on $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvon ylityksiä sallitaan vuodessa 18 kappaletta. Raja-arvo ei ylittynyt Kokkolassa kertaakaan.



Kuva 10. Typpidioksidin kuukauden suurin tuntipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Raja-arvo korkeimmalle tuntipitoisuudelle on $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kuvassa 11 on esitettyä vuoden 19. suurin tuntipitoisuus typpidioksidille vuonna 2023, joka oli Pitkänsillankadulla $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maaliskuu) ja Ykspihlajassa $44 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maaliskuu). Kuvalla havainnollistetaan sallittavien raja-arvojen ylitysten määrää kuvan 10 lisäksi.

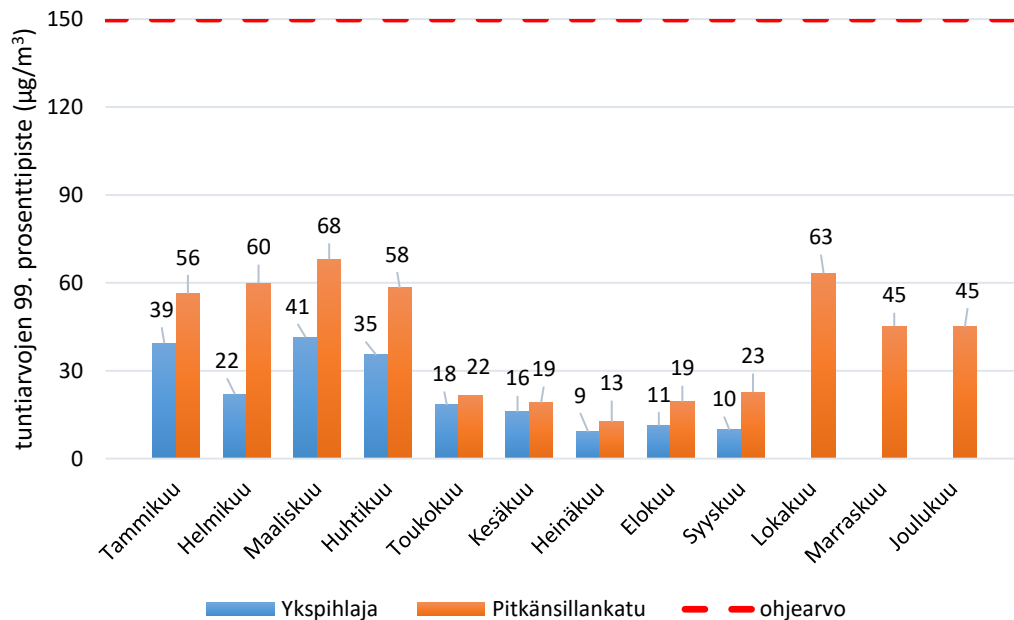
Vuoden 19. suurin tuntiarvo (NO₂)



Kuva 11. Typpidioksidin vuoden 19. suurin tuntipitoisuus (µg/m³). Raja-arvo korkeimmalle tuntipitoisuudelle on 200 µg/m³, joka saa ylittyä 18 kertaa.

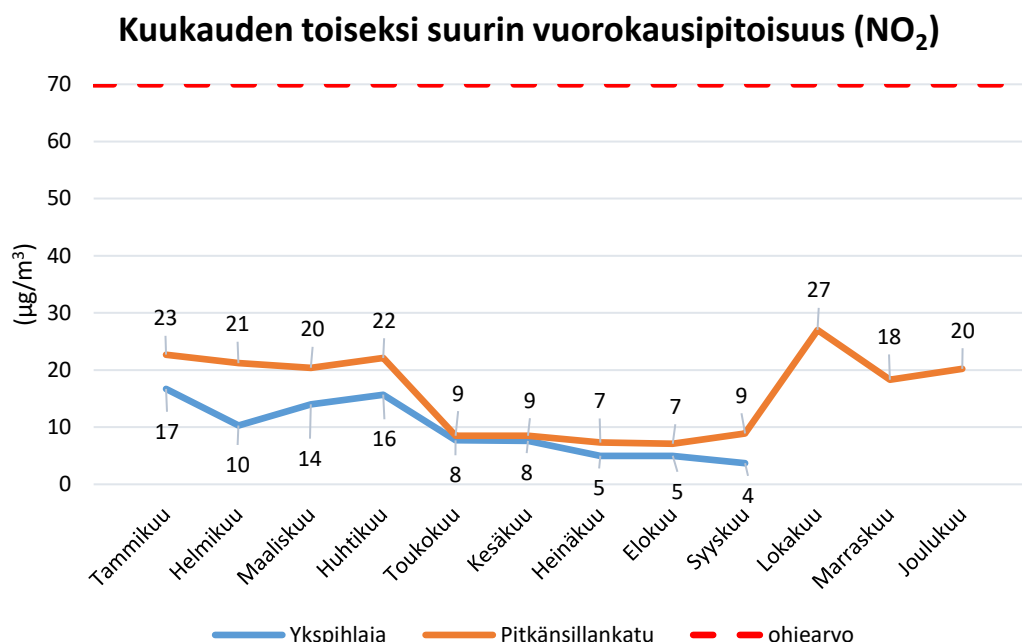
Vuoden 2023 kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteet on esitetty kuvassa 12. Tuloksia verrataan typpidioksidin ohjearvoon 150 µg/m³. Pitkäsillankadun suurin 99. prosenttipiste 68 µg/m³ mitattiin maaliskuussa. Ykspihlajan suurin 99. prosenttipiste 41 µg/m³ mitattiin myös maaliskuussa.

Tuntiarvojen 99. prosenttipiste (NO₂)



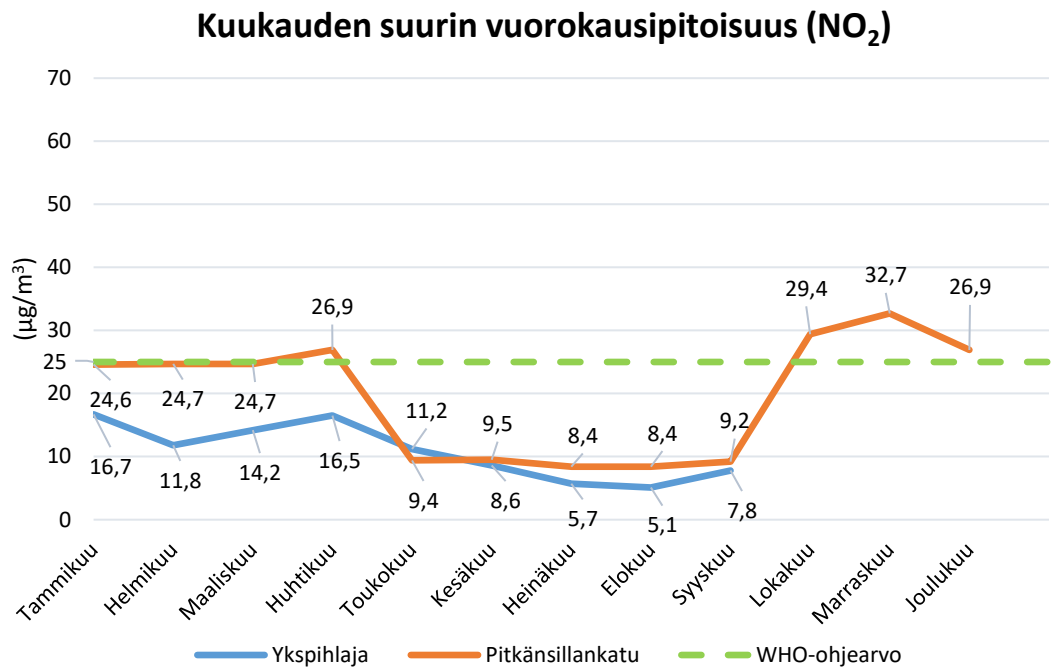
Kuva 12. Typpidioksidin kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste (µg/m³) Ykspihlajassa ja Pitkäsillankadulla vuonna 2023. Ohjearvo on 150 µg/m³.

Typpidioksidin kuukauden toiseksi suurimmat vuorokausipitoisuudet on esitetty kuvassa 13. Tuloksia verrataan ohjearvoon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on annettu terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Pitkäsillankadun toiseksi suurin kuukausittainen vuorokausipitoisuus $27 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin lokakuussa. Ykspihlajan toiseksi suurin vuorokausipitoisuus $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattiin tammikuussa.

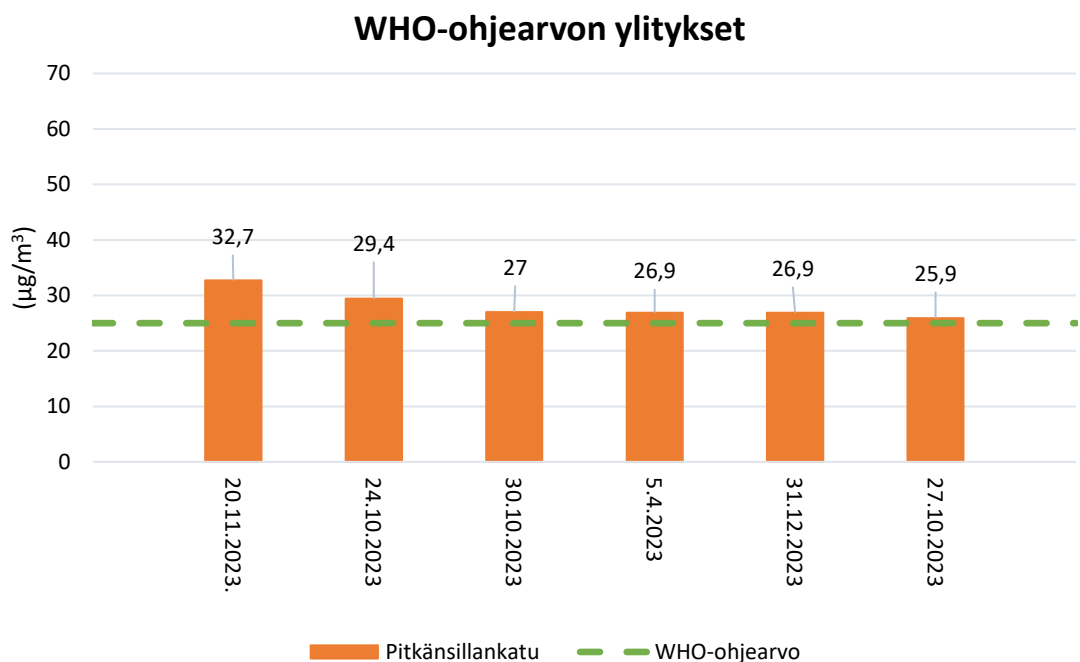


Kuva 13. Typpidioksidin kuukauden toiseksi suurin vuorokausipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Pitkäsillankadun ja Ykspihlajan mittausasemilla vuonna 2023. Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kuvassa 14 on esitettyinä kuukauden suurimmat vuorokausipitoisuudet WHO:n ohjearvoon $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrattuna. WHO:n suosituksena on, että ylityksiä sallitaan 3 kertaa koko vuoden aikana. Kuvassa 15 on esitettyinä kaikki WHO:n ohjearvon ylitykset päivämäärittäin. Ylityksiä oli Pitkäsillankadun mittausasemalla yhteensä 6 kertaa. Ykspihlajassa WHO:n ohjearvon ylityksiä saattoi olla kahtena vuorokautena. (30.10.2023 ja 20.11.2023), mutta niitä ei huomioida, koska mittausdata ei ole luotettavaa, eikä ole pystytty erittelemään niitä vuorokausia, joiden minuuttidata olisi riittävän usealta tunnilta luotettavaa vuorokausikeskipitoisuuden määrittämiseksi. Tuloksia tulkittaessa on kuitenkin syytä huomioida, että ensisijaisesti vertailua tulee tehdä suomen lainsäädännössä määritettäviin raja- tavoite- ja ohjearvoihin, jotka typpidioksidin osalta alittuivat selvästi.



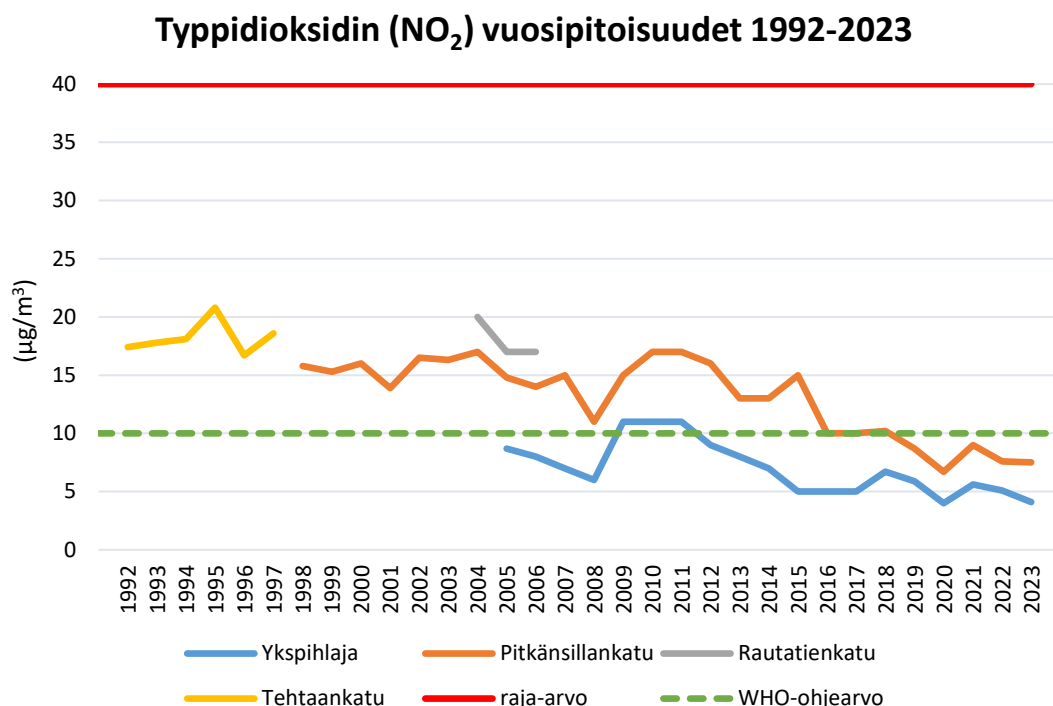
Kuva 14. Typpidioksidin kuukauden suurin vuorokausipitoisuus (µg/m³) Pitkäsillankadun ja Ykspihlajan mittausasemilla vuonna 2023. WHO:n ohjearvo on 25 µg/m³.



Kuva 15. Typpidioksidin vuorokausipitoisuuksien ylitykset WHO:n ohjearvoon 25 µg/m³ verraten.

Typpidioksidin vuosittaiset pitoisuudet on esitetty kuvassa 16. Typpidioksidin vuosikeskipitoisuus Pitkäsillankadun mittausasemalla vuonna 2023 oli 7,5 µg/m³. Ykspihlajassa typpidioksidin vuosikeskipitoisuus oli 4,1 µg/m³. Typpidioksidin vuosikeskipitoisuus laski 0,1 µg/m³ vuoteen 2022 verrattuna Pitkäsillankadulla ja

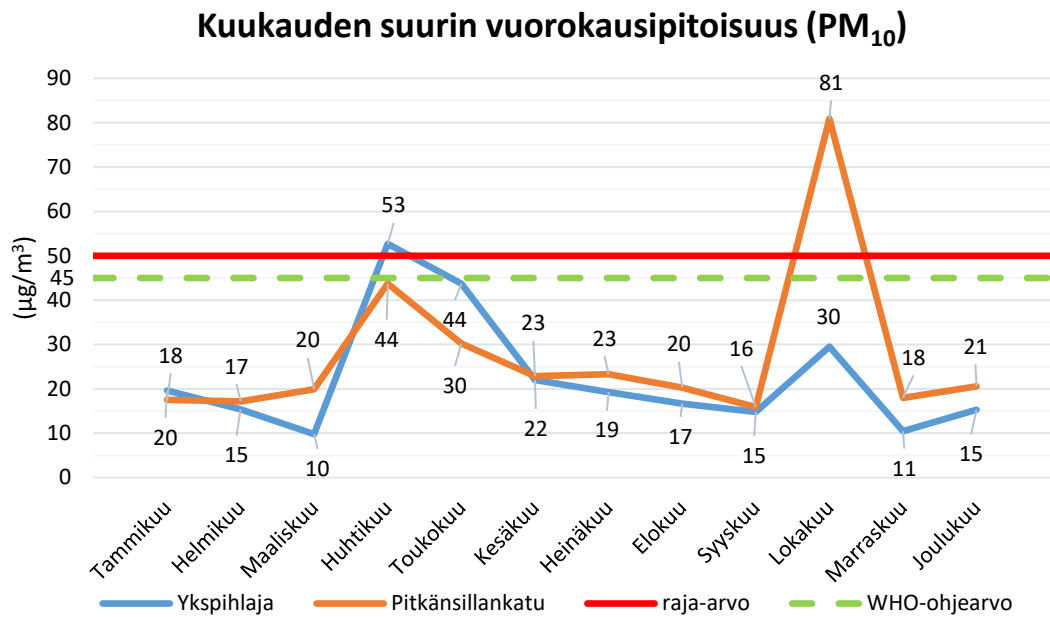
hieman enemmän Ykspihlajassa. Ykspihlajan osalta vuosikeskipitoisuudesta tulee huomioida, että loka-, marras-, ja joulukuun mittaustulokset eivät luotettavia, jonka takia niitä ei ole sisällytetty myöskään vuosikeskipitoisuuden laskentaan. On kuitenkin todennäköistä, että varsinaista merkitystä sillä ei ole, vaan todellinen vuosikeskipitoisuus on vastaavalla tasolla, kuin vuonna 2022. Typpidioksidin vuosikeskipitoisuuden raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka alittui selvästi. Kuvasta nähdään myös, että WHO:n ohjearvo vuosikeskipitoisuudelle alittuu selvästi molemmilla mittausasemilla.



Kuva 16. Kuvassa on typpidioksidin vuosikeskipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Vuosikeskipitoisuudelle annettu raja-arvo on $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

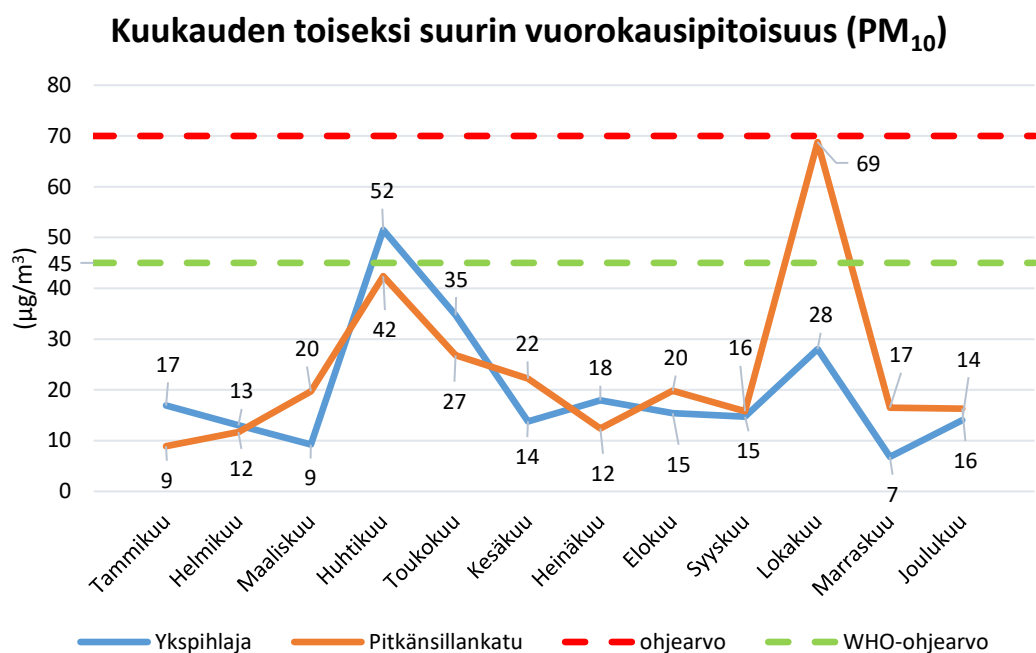
4.3 Hengitettävät hiukkaset (PM_{10})

Hengitettäviä hiukkasia on Kokkolassa mitattu vuodesta 1992 alkaen. Kuvassa 17 on kuvattu kuukauden suurimmat vuorokausipitoisuudet. Suurin vuorokausipitoisuus Pitkäsillankadulla oli $81 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka mitattiin lokakuussa ja suurin vuorokausipitoisuus Ykspihlajassa oli $53 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka mitattiin huhtikuussa. Vuorokausipitoisuuden raja-arvo on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuorokausipitoisuuteen verrattava raja-arvo saa ylittyä 35 kertaa. WHO:n ohjearvo on $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jossa suosituksena on enintään kolme ylitystä.

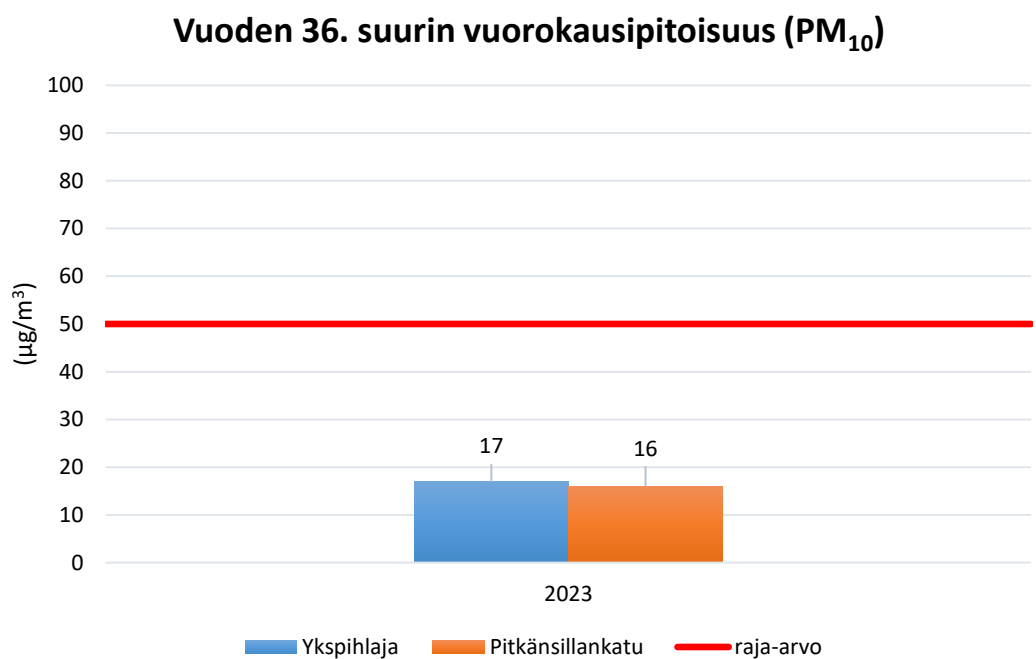


Kuva 17. PM₁₀–pitoisuuksien suurimmat vuorokausipitoisuudet (µg/m³). Raja-arvo on 50 µg/m³. WHO:n ohjearvo on 45 µg/m³.

Kuvassa 18 on esitetty kuukausittain toiseksi suurimmat vuorokausipitoisuudet, jotka olivat Pitkäsillankadulla lokakuussa 69 µg/m³ ja Ykspihlajassa huhtikuussa 52 µg/m³. Toiseksi suurinta vuorokausipitoisuutta verrataan Suomen lainsäädännössä määritettyyn ohjearvoon (70 µg/m³). Kuvassa 19 on esitetty PM₁₀-hiukkasten 36. suurin vuorokausipitoisuus. Pitkäsillankadulla 36. suurin vuorokausipitoisuus oli 19 µg/m³ ja Ykspihlajassa 17 µg/m³. Raja-arvo on 50 µg/m³, jonka ylityksiä sallitaan 35 kappaletta vuodessa. Yksittäisistä vuorokausiraja-arvon 50 µg/m³ ylityksistä tulee tiedottaa kuntalaisia.



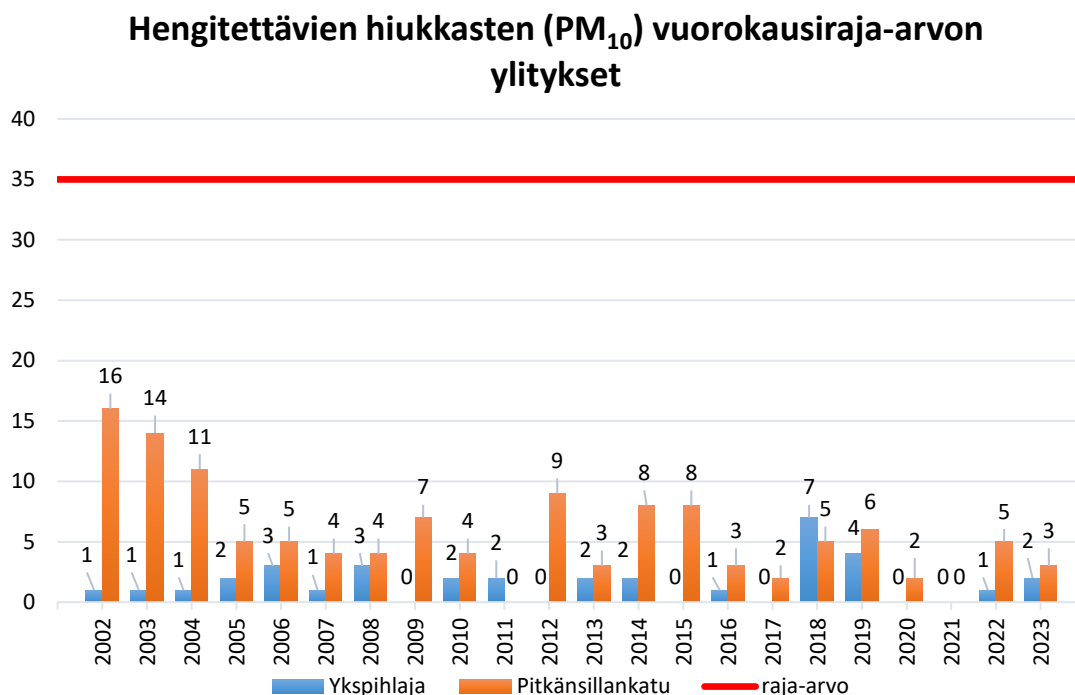
Kuva 18. PM₁₀-pitoisuuksien toiseksi suurimmat vuorokausipitoisuudet (µg/m³). Ohjearvo on 70 µg/m³. WHO:n ohjearvo on 45 µg/m³.



Kuva 19. PM₁₀ vuorokausirajapitoisuus on 50 µg/m³ ja siihen verrataan vuoden 36. suurinta vuorokausipitoisuutta.

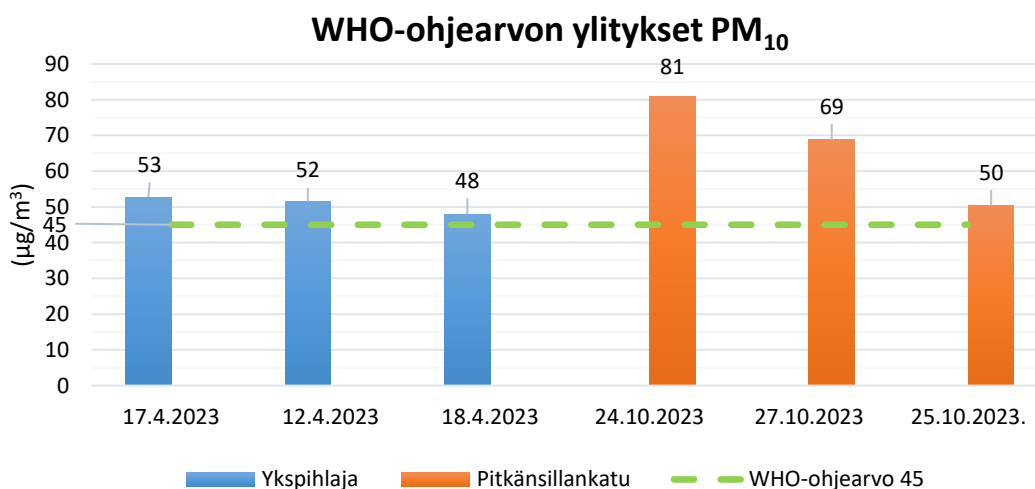
Kuvassa 20 on esitetty PM₁₀-hiukkasten vuorokausiraja-arvojen ylitykset vuosittain. Vuonna 2023 hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) osalta vuorokausiraja-arvo ylittyi 5 kertaa keskustan mittausasemalla ja kerran Ykspihlajan mittausasemalla. Kuvassa 22

on esitetty kaikki WHO:n ohjearvoon verrattavat vuorokausipitoisuuksien ylitykset Kokkolassa vuonna 2023.



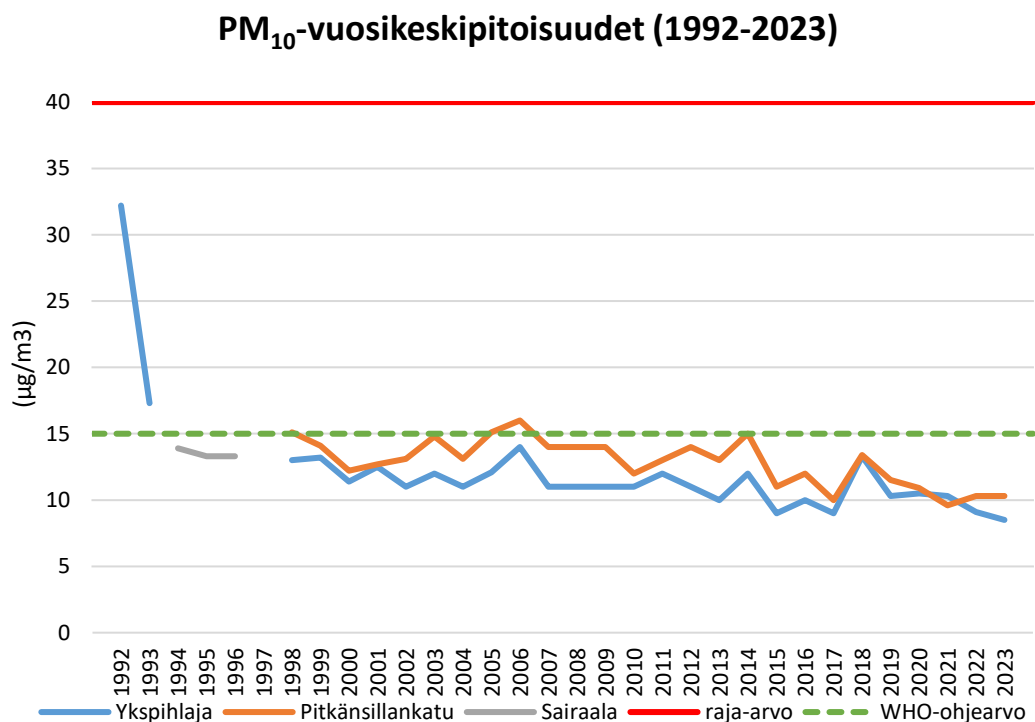
Kuva 20. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) vuorokausiraja-arvon ylitysten määrä vuosittain Kokkolassa. Raja-arvoylityksiä sallitaan 35 kpl / vuosi.

Kuvassa 21 on esitetty kaikki vuorokausipitoisuudet, jotka ylittivät WHO:n ohjearvon 45 µg/m³. WHO:n ohjearvon suosituksena on enintään kolme ylityskertaa. Kokkolassa ylityksiä oli yhteensä kuusi.



Kuva 21. Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) WHO:n ohjearvon 45 µg/m³ ylitysten määrä vuosittain Kokkolassa. WHO:n suosituksena on enintään kolme ylityskertaa.

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosittaiset keskipitoisuudet vuosilta 1992-2022 on esitettyä kuvassa 22. Vuosikeskiarvoon asetettu raja-arvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ole ylittynyt kertaakaan kyseisellä ajan jaksolla. Vuonna 2023 vuosikeskipitoisuus Pitkäsillankadulla oli $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Ykspihlajassa $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Tuloksista nähdään, että vuosipitoisuus alitti selvästi raja-arvon ja myös alitti selvästi WHO:n ohjearvon.



Kuva 22. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosikeskipitoisuuksien kehitys Kokkolassa. Pitkäsillankadun kaikki mittaustulokset vuodesta 1998 ja Ykspihlajan mittaustulokset vuodesta 2003 on mitattu jatkuvatoimisilla PM_{10} -analysaattoreilla, kun taas sitä vanhemmat tulokset on saatu suurtehokeräinmenetelmällä.

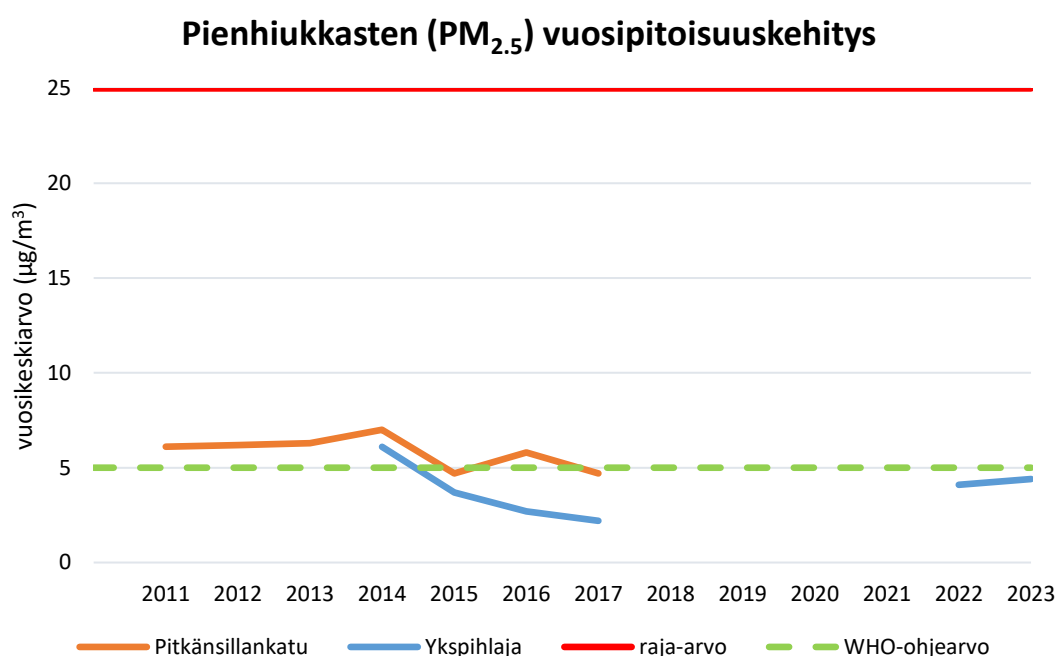
4.4 Pienhiukkaset ($PM_{2,5}$)

Pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) mittaus aloitettiin Kokkolassa vuoden 2011 aikana. Keskustassa mittaus aloitettiin maaliskuussa 2011 ja Ykspihlajassa kesäkuussa 2011. Vuoden 2011 tulokset eivät ole vertailukelpoisia, koska ne eivät kata kuin osan kalenterivuodesta. $PM_{2,5}$ -mittauksista on syytä huomioida myös, että mittauksiin käytetty menetelmä (CPM-yksikkö) on hyväksytty vain indikaatiivisiin mittauksiin, joten tuloksia voidaan pitää vain suuntaa-antavina vuoteen 2022 asti. Vuoden 2018 tuloksista huomattiin, että laitteen $PM_{2,5}$ -mittaus häiriintyy korkeista PM_{10} -pitoisuuksista ja sen takia mittaustuloksia ei voida pitää luotettavina. Tämän vuoksi vuoden 2017 jälkeisiä mittaustuloksia ei ole raportoitu ollenkaan (kuva 24). Ykspihlajassa aloitettiin $PM_{2,5}$ -mittaus uudella hiukkanalyysaattorilla toukokuussa 2022. Vuoden 2022 osalta $PM_{2,5}$ -mittaukset kattavat ajanjakson toukokuu-joulukuu. Vuoden 2023 mittaustulokset

kattavat koko kalenterivuoden. Vuonna 2024 PM_{2.5}-mittaus aloitetaan myös keskustan mittausasemalla vuonna 2024 sen jälkeen, kun uusi hiukkasanalysaattori on hankittu.

Hankittava hiukkasanalysaattori on samanlainen, kuin Ykspihlajan mittausasemalla ja täyttää standardin EN 16450:2017 vaatimukset. Hiukkasanalysaattorilla on standardin EN-15267 mukainen voimassa oleva tyyppihyväksyntä ja se on hyväksytty raja-arvomittauksiin Suomessa ilmatieteenlaitoksen vertailulaboratorion toimesta.

Kuvassa 23 on esitetty vertailuna vuoden 2022 ja 2023 mittaustulokset. Mittaustuloksista nähdään, että vuosikeskipitoisuus alittaa selvästi raja-arvon ja alittaa myös WHO:n ohjearvon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Ykspihlajan mittausasemalla. Vuonna 2023 vuosikeskipitoisuus Ykspihlajan mittausasemalla oli $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 23. Pienhiukkasten vuosikeskipitoisuuden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) arvot Kokkolassa 2011-2017. 2022 tulokset esitetään vuosiraportin yhteydessä. Pienhiukkasille määritetty vuorokauden raja-arvo on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. WHO:n ohjearvo syyskuusta 2021 eteenpäin vuosipitoisuudelle on $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

5 Metallinäytteenotto

Ykspihlajan mittausasemalla määritettiin metallit. Tulokset raportoidaan vuosiraportin yhteydessä, kun koko kalenterivuoteen sisältyvät näytteet on analysoitu. Analyysitulokset on saatu ajanjaksolta tammikuu-syyskuu, joiden perusteella on odotettavissa koko vuoden osalta, että metallipitoisuudet ovat vastaavalla tasolla, kuin edellisenä vuonna.

6 Tulosten laadunvarmistus

Mittausten luotettavuuden varmistamiseksi analysaattorit kalibroitiin vuoden 2023 aikana neljästi Aeri Oy:n toimesta. Aeri Oy:n kalibroinneissa käyttämät kaasut on säännöllisesti testattu ilmatieteenlaitoksen vertailulaboratoriossa.

Analysaattoreiden toimintaa seurattiin päivittäin Envista ARM-ohjelmiston avulla. Analysaattoreiden kalibroinneista tallennettiin erikseen kalibrintipöytäkirjat kaupungin verkkolevylle. Erilaisista laitehäiriöistä johtuvat virheelliset mittaustulokset poistettiin tai korjattiin tarvittaessa lähes päivittäin.

Ilmanlaadun seurantamenetelmille on annettu ilmanlaatu- ja metalliasetuksissa ilmanlaadun arviointiin liittyvät tietojen laatutavoitteet: sallittu epävarmuus, mittausten ajallinen kattavuus ja mittausaineiston vähimmäismäärä. Aineiston vähimmäismäärän laatutavoite on 90 %. Mittausaineiston vähimmäismäärää ja mittausten ajallista kattavuutta koskevat vaatimukset eivät sisällä laitteiden säännöllisestä kalibroinnista tai normaalista kunnossapidosta johtuvaa tietohukkaa. Todellisen vähimmäismäärän laatutavoitteen arvioidaan siten olevan noin 85 %. Mitattavat komponentit ja mittausten aineiston määrä Kokkolassa vuodelta 2023 on esitettyinä taulukossa 2. Ajallinen kattavuus kuukausittain esitetään vuosiraportin yhteydessä. Vuosiraportin yhteydessä analysoidaan myös tarkemmin tulosten luotettavuutta niiden mittaustulosten osalta, joissa kuukauden mittausaineiston määrä on suppeampi, kuin muiden kuukausien mittausaineiston määrä.

Taulukko 2. Mitattavat komponentit ja aineiston määrä.

Mittausasema	Mitattava komponentti	Ajallinen kattavuus /mittausaineiston määrä (%)
Pitkänsillankatu	NOx	100
	NO ₂	100
	NO	100
	PM ₁₀	93,4
	PM _{2,5}	0*
	PM ₁	0*
	Ulkolämpötila	96,8
Ykspihlaja	NOx	74,8 (poistettu loka-, marras- ja joulukuu)
	NO	74,8 (poistettu loka-, marras- ja joulukuu)
	NO ₂	74,8 (poistettu loka-, marras- ja joulukuu)
	PM ₁₀	91,8

	PM ₄	91,8
	PM _{2,5}	91,8
	PM ₁	91,8
	TSP	91,8
	SO ₂	95,1
	Metallinäytteenotto	100
	Ulkolämpötila	100
	Ilmanpaine	100
	Tuulensuunta	100
	Tuulennopeus	100

**Parametrin mittaaminen on mahdollista, mutta mittaustulos on epäluotettava, eikä kyseistä parametria ole mitattu kuin epäsäännöllisesti vuonna 2023, jonka johdosta ajallinen kattavuus on merkitty myös nolllaksi.*

7 Yhteenveto

Ilmanlaatua mitattiin Kokkolassa vuonna 2023 kahdella mittausasemalla, Ykspihlajassa ja kaupungin keskustassa Pitkäsillankadulla. Ykspihlajassa mitattiin jatkuvatoimisesti rikkidioksidia (SO₂), typen oksideja (NO_x, typpidioksidia (NO₂), typpimonoksidia (NO), hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀), pienhiukkasia (PM_{2,5}) mukaan lukien hiukkasten PM₁- ja PM₄-fraktioita sekä TSP:tä. Keskustassa Pitkäsillankadun mittausasemalla mitattiin typen oksideja (NO_x), typpidioksidia (NO₂), typpimonoksidia (NO) ja hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) ja satunnaisesti pienhiukkasia (PM_{2,5}) ja hiukkasten PM₁-fraktiota hiukkasanalysaattorin cpm-yksiköllä. Ykspihlajan mittausasemalla on lisäksi kerätty PM₁₀-fraktiosta hiukkasnäytteitä, joista on analysoitu erikseen metallipitoisuudet. Metallipitoisuudet raportoidaan syksyllä vuosiraportin yhteydessä. Vuonna 2023 ilmanlaatu oli Kokkolassa pääosin hyvä. Ilmanlaatuindeksillä arvioituna ilmanlaatu oli hieman parempaa, kuin vuonna 2022.

Rikkidioksidin suurimmat 99. prosenttipisteet mitattiin huhtikuussa (37 µg/m³) ja toukokuussa (36 µg/m³) Ykspihlajassa. Kuukauden toiseksi suurin (13,4 µg/m³) ja suurin (26,7 µg/m³) kuukausikohtainen vuorokausipitoisuus mitattiin kesäkuussa Ykspihlajassa. Rikkidioksidin vuosikeskipitoisuus oli Ykspihlajassa 2,7 µg/m³.

Typpidioksidin osalta Pitkäsillankadun suurin tuntipitoisuus 95 µg/m³ mitattiin maaliskuussa. Ykspihlajan suurin tuntipitoisuus 61 µg/m³ mitattiin maaliskuussa. Pitkäsillankadun suurin 99. prosenttipiste 68 µg/m³ mitattiin maaliskuussa. Ykspihlajan suurin 99. prosenttipiste 41 µg/m³ mitattiin myös maaliskuussa.

Typpidioksidin vuosikeskipitoisuus Pitkäsillankadun mittausasemalla oli $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Ykspihlajassa $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuosikeskipitoisuus oli Ykspihlajassa $9,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Pitkäsillankadulla $10,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausiraja-arvo ylittyi 5 kertaa Pitkäsillankadun mittausasemalla ja yhden kerran Ykspihlajan mittausasemalla. Vuorokausiraja-arvo saa ylittyä 35 kertaa vuodessa.

Valtioneuvoston yhdyskuntailmalle asettamat vuosiraja-arvot alitettiin selvästi kaikkien mitattavien epäpuhtauksien osalta. WHO:n ohjearvot vuosipitoisuuksien osalta alitettiin selvästi, mutta muutamia vuorokausikohtaisia ylityksiä oli eri mitattavilla yhdisteillä.