

RAAHEN
ILMANLAATU
2024

RAAHEN ILMANLAATU 2024

ILMANLAADUN SEURANTARAPORTTI, RAAHE 2024

Mittausten suorittaja ja tulosten editointi: Aino Alatalo **Mittalaitteiden kalibroinnit:** Aeri Oy **Metallianalyysit ja PAH-analyysit:** KVVY Tutkimus Oy **Raportin laatija:** Aino Alatalo **Kannen kuva:** Aino Alatalo **Valokuvat:** Anu Kiviniitty, Aino Alatalo, SSAB:n mediapankki, Kaisu Kaasalainen Raahen Energia, Hooli Stevedoring Oy, Raahen seutukunnan kuvapankki **Kartat:** Raahen kaupunki: Maankäyttö ja mittaus, Maanmittauslaitos

SISÄLLYS

1. TIIVISTELMÄ	6
2. JOHDANTO	7
3. SELITTEET	7
4. LAINSÄÄDÄNTÖ, LUPAVELVOITTEET JA STANDARDIT	9
4.1. Kuntien velvoitteet	9
4.2. Seurantaryhmän velvoitteet	10
4.3. Lainsäädännön ja standardien määritelmät	11
5. ILMANLAADUN MITTAUSVERKKO	14
5.1. Mittauspisteet	15
5.2. Menetelmät	18
5.3. Toimijat	19
6. PÄÄSTÖT	20
6.1. Teollisuus	20
6.2. Liikenne	23
6.3. Asutus ja muut hajalähteet	24
7. ILMANLAATUINDEKSI	24
7.1. Ilmanlaatuindeksi vuonna 2024	25
8. TYPEN OKSIDIT (NO_x)	27
8.1. Typen oksidipitoisuudet lainsäädännössä	27
8.2. Typpimittaukset vuonna 2024	29
9. RIKKIDIOKSIDI (SO₂)	32
9.1. Rikkidioksidipitoisuudet lainsäädännössä	33
9.2. Rikkidioksidimittaukset vuonna 2024	34
10. HIUKKASET (PM₁₀)	37
10.1. Hiukkaspitoisuudet lainsäädännössä	38
10.2. Hengitettävät hiukkaset 2024	39
11. PIENHIUKKASET (PM_{2,5})	42
11.1. Pienhiukkaset lainsäädännössä	43
11.2. Pienhiukkaset 2024	43
12. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT PAH-YHDISTEET	45
12.1. PAH-pitoisuudet lainsäädännössä	45
12.2. PAH-mittaukset vuonna 2024	46
13. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT RASKASMETALLIT	49
13.1. Raskasmetallipitoisuudet lainsäädännössä	50
13.2. Metallimittaukset vuonna 2024	51
14. SÄÄTIEDOT	57
14.1. Vuoden 2024 sää	57
15. LÄHDELUETTELO	61
16. LIITTEET	61

1. TIIVISTELMÄ

Vuonna 2024 ilmanlaadun mittaustoimintaa jatkettiin kaupungin tekemänä työnä edellisten vuosien tapaan. Mittaukset tehdään viisivuotisen seurantasuunnitelman mukaisesti, jossa alkoi uusi kausi 2023. Seurantasuunnitelma on voimassa vuoteen 2027. Mittauksia tehtiin Keskustan ja Lapaluodon mittausasemilla.

Vuoden 2023 lopulla hankittiin Keskustaan uusi hiukkasanalysaattori, joka mittaa hengitettävien hiukkasten lisäksi myös pienhiukkasia. Vuosi 2024 on pitkstä aikaa ensimmäinen, jolloin Raahessa raportoidaan myös pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) mittaustuloksia.

Mittauslaitteisto toimi ilman suurempia laitevikoja, mutta vuoden ajalle sattui joitakin lyhyitä mittauskatkoksia. Lapaluodossa rikkidioksin mittauksessa oli syksyllä ongelmia ja tuloksia jouduttiin hylkäämään, koska pumpu hajosi kaksi kertaa lyhyen ajan sisällä. Lisäksi katkoksia mittauksiin on tullut laitteiden huolloista ja kalibroinneista. Mittaustuloksia saatiin kuitenkin sekä kuukausi- että vuositasolla lainsäädännön vaatimusten mukaan riittävästi.

Vuonna 2024 ilmanlaatu oli hyvä Keskustan mittausasemalla 87,2 % vuodesta ja Lapaluodon mittausasemalla 84,4 % vuodesta. Ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä molemmilla mittausasemilla yli 98 % vuodesta. Ilmanlaatuindeksi huomioi kuitenkin vain jatkuvatoimisesti mitatut parametrit, joita ovat Raahessa rikkidioksidi (SO_2), typpidioksidi (NO_2), hengitettävät hiukkaset (PM_{10}) ja pienhiukkaset ($PM_{2,5}$).

Raahessa ilmanlaadulla voi olla hetkellisesti vaikutuksia herkemmille väestöryhmille, esim. keväisin katupölyaikaan. Raahessa tällaisia ajanjaksoja oli ilmanlaatuindeksinä tarkasteltuna koko vuonna Keskustassa yhteensä 14 ja Lapaluodossa yhteensä 24 tunnin aikana.

Vuosi oli säiden suhteen melko normaali. Alkuvuosi oli keskiarvoa kylmempi ja kevään tulo kesti pitkään, mutta loppuvuosi oli keskiarvoa lämpimämpää. Päätuulensuunta oli Lapaluodossa etelälounas.

Vuoden aikana sattui yhteensä neljä vuorokausiraja-arvon ylitystä, jotka kaikki olivat Lapaluodossa hengitettävillä hiukkasilla (PM_{10}). Lain mukaisesti vuorokausiraja-arvon ylityksiä hengitettävillä hiukkasilla (PM_{10}) saa tapahtua asemalla yhteensä 35 kertaa vuoden aikana, ennen kuin vuosittainen raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Hengitettävien hiukkasten ylitykset tapahtuivat helmi-, touko- ja syyskuussa, mikä on poikkeuksellista, koska normaalisti ylityksiä tapahtuu eniten keväällä katupölyaikaan. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvon raja-arvo ei ylittynyt. Lapaluodossa kuitenkin ylitettiin WHO:n vuorokausiohjearvo hengitettävien hiukkasten osalta. WHO:n vuosiohjearvo ei ylittynyt.

Pienhiukkasten ($PM_{2,5}$) osalta vuosikeskiarvo ei ylittänyt lainsäädännön vuorokausiraja-arvoa. WHO:n vuosi- ja vuorokausiohjearvot eivät ylittyneet, vaikka yksittäisiä vuorokausiarvon ylityksiä tapahtui kolme vuoden aikana.

Rikkidioksidin suurin tuntikeskiarvo oli $190,0 \mu g/m^3$. Rikkidioksidin osalta lainsäädännön ohje- tai raja-arvot, eikä myöskään WHO:n vuorokausiohjearvot ylittyneet.

Typen oksidien pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi, mutta WHO:n vuosiohjearvo alittui. Suurin mitattu typpidioksidin tuntikeskiarvo Keskustassa oli $106,1 \mu g/m^3$.

Hiukkasiin sitoutuneiden PAH-yhdisteiden merkkiaineen bentso(a)pyreenin tavoitearvo ylittyi Lapaluodossa. Vuosikeskiarvo Lapaluodossa oli $3,38 \text{ ng}/m^3$, kun lainsäädännössä asetettu tavoitearvo on $1 \text{ ng}/m^3$. Keskustan vuosikeskiarvo oli $0,94 \text{ ng}/m^3$, joka alittaa tavoitearvon, mutta ylittää ylemmän arviointikynnyksen. Tavoitearvo tulee mahdollisuuksien mukaan alittaa. Korkeimmat PAH-yhdisteiden pitoisuudet mitataan yleensä talviaikaan ja kesällä pitoisuudet ovat pienempiä.

Hiukkasiin sitoutuneista metalleista vain jälle on lainsäädännössä määritelty raja- tai tavoitearvo (arseeni, kadmium, nikkeli ja lyijy). Näiden raskasmetallien pitoisuudet jäivät selvästi alle kyseisten arvojen.

2. JOHDANTO

Tässä raportissa esitetään vuoden 2024 ilmanlaadun mittauksen tulokset sekä kerrotaan miten ja miksi ilmanlaatua mitataan. Lisäksi pohditaan lyhyesti ilmanlaadun vaikutusta ihmisiin ja ympäristöön.

Raportissa esitellään ne mitatut ja lasketut tulokset, jotka on raportoitu Ilmatieteen laitokselle. Tässä raportissa olevissa tuloksissa voi olla joitain pieniä eroavaisuuksia Ilmatieteen laitoksen julkaisemiin virallisiin tilastoihin, koska Ilmatieteen laitos laskee tilastonsa talviajassa. Erot ovat kuitenkin niin pieniä, ettei niillä ole merkittävää vaikutusta koko vuoden tuloksiin.

Maailman terveysjärjestö WHO julkaisi uudet päivitettyt ohjearvonsa 2021 syksyllä. Tässä raportissa vertaillaan mittaustuloksia myös WHO:n ohjearvoihin.

Ilmanlaadun mittaukset toteutettiin vuosille 2023-2027 laaditun ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen hyväksymän seurantasuunnitelman ja sen perusteella tehdyn seurantasopimuksen mukaisesti. Ilmanlaadun mittaustoiminnasta ja raportin laadinnasta on vastannut Raahen kaupunki. Ilmanlaadun kustannuksista ovat vastanneet Raahen kaupunki, SSAB Europe Oy, Raahen Voima Oy, Nordkalk Oy, Raahen Energia Oy, Raahen Satama Oy sekä Raahen Valimo Oy. Ilmanlaadun laboratorioanalyysit on tehnyt KVVY Tutkimus Oy. Mittauslaitteiden kalibroinnista on huolehtinut Aeri Oy.

Ajantasaista tietoa Raahen ilmanlaadusta on Raahen kaupungin nettisivuilla <https://raahe.fi/luonto-ja-ymparisto/ilmanlaatu>, sekä valtakunnallisesti koskien koko Suomen ilmanlaatatietoja Ilmatieteen laitoksen nettisivuilla <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>.



3. SELITTEET

Seuraaviin taulukoihin 1 ja 2 on koottu ilmanlaadun mittauksissa ja tässä raportissa käytettäviä yksiköitä, lyhenteitä ja termejä sekä

niiden määritelmiä. Lainsäädäntöön liittyviä termejä on käsitelty erikseen raportin kappaleessa 4.3.

Taulukko 1: Yksiköt ja niiden selitteet.

Yksikkö	Selite
µm	Pituuden yksikkö: mikrometri (= metrin miljoonasosa)
µg/m ³	Pitoisuuden yksikkö: mikrogrammaa (=gramman miljoonasosa) kuutiometrissä ilmaa
ng/m ³	Pitoisuuden yksikkö: nanogrammaa (=gramman miljardisosaa) kuutiometrissä ilmaa
°C	Lämpötilan yksikkö: Celsiusaste
K	Lämpötilan yksikkö: Kelvinaste, 293 K = 20 °C
atm	Paineen yksikkö: atmosfääri, 1 atm = normaali-ilmakehän paine
kPa	Paineen yksikkö: kilopascal, 101,3 kPa = 1 atm

Taulukko 2: Lyhenteitä tai termejä ja niiden määritelmät.

Lyhenne tai termi	Määritelmä
Epäpuhtaus	Ilmassa oleva aine, jolla voi olla haitallisia terveys- tai ympäristövaikutuksia.
Tuntikeskiarvo	Yhden tunnin kestäneen näytteenoton pitoisuusarvo tai lyhytaikaisemmista tuloksista laskettu keskiarvo yhden tunnin ajalta. Jatkuvatoimisissa mittauksissa tuntiarvo voidaan hyväksyä, jos sen laskemiseen käytettävät arvot kattavat ajallisesti vähintään 75 % tunnista.
Vuorokausikeskiarvo	Vuorokauden kestäneen näytteenoton pitoisuusarvo tai tuntiarvoista laskettua vuorokausikeskiarvo. Tuntiarvoista laskettu vuorokausiarvo voidaan hyväksyä, jos tuntiarvoista on hyväksyttyä yli 75 % eli vähintään 18 tuntia, ja peräkkäisiä puuttuvia tuntiarvoja on korkeintaan 25 % eli kuusi tuntia.
Vuosikeskiarvo	Lasketaan siitä aikasarjasta, jonka aikaresoluutio on pienin. Esimerkiksi jos sekä tuntiarvot että vuorokausiarvot ovat käytettävissä, vuosikeskiarvo lasketaan tuntiarvoista. Yleisesti kalibrointien ja normaalin kunnossapidon vuoksi menetetään tuntiarvoja 5 % vuoden tunneista, joka voidaan suoraan vähentää laatutavoitteen 90 %:sta eli laatutavoitteena käytetään 85 % vuoden tunneista.
PM ₁₀	Hengitettävät hiukkaset = halkaisijaltaan alle 10 µm:n kokoiset hiukkaset
PM _{2,5}	Pienhiukkaset = halkaisijaltaan alle 2,5 µm:n kokoiset hiukkaset
NO	Typpimonoksidi
NO ₂	Typpidioksidi
NO _x	Typhen oksidit (NO ja NO ₂ yhteismäärä laskettuna NO ₂ :na)
SO ₂	Rikkidioksidi
PAH	Polycyclic aromatic hydrocarbons, Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
B(a)p	Bentso(a)pyreeni. Yksi PAH-yhdiste, jota käytetään kaikkien PAH-yhdisteiden merkkiaineena.
CEN	European Committee for Standardisation, Euroopan standardisoimisjärjestö
ISO	International Standardisation Organisation, Kansainvälinen standardisointiorganisaatio
SFS	Suomen Standardisoimisliitto SFS ry
WHO	World health organisation, Maailman terveysjärjestö

4. LAINSÄÄDÄNTÖ, LUPAVELVOITTEET JA STANDARDIT

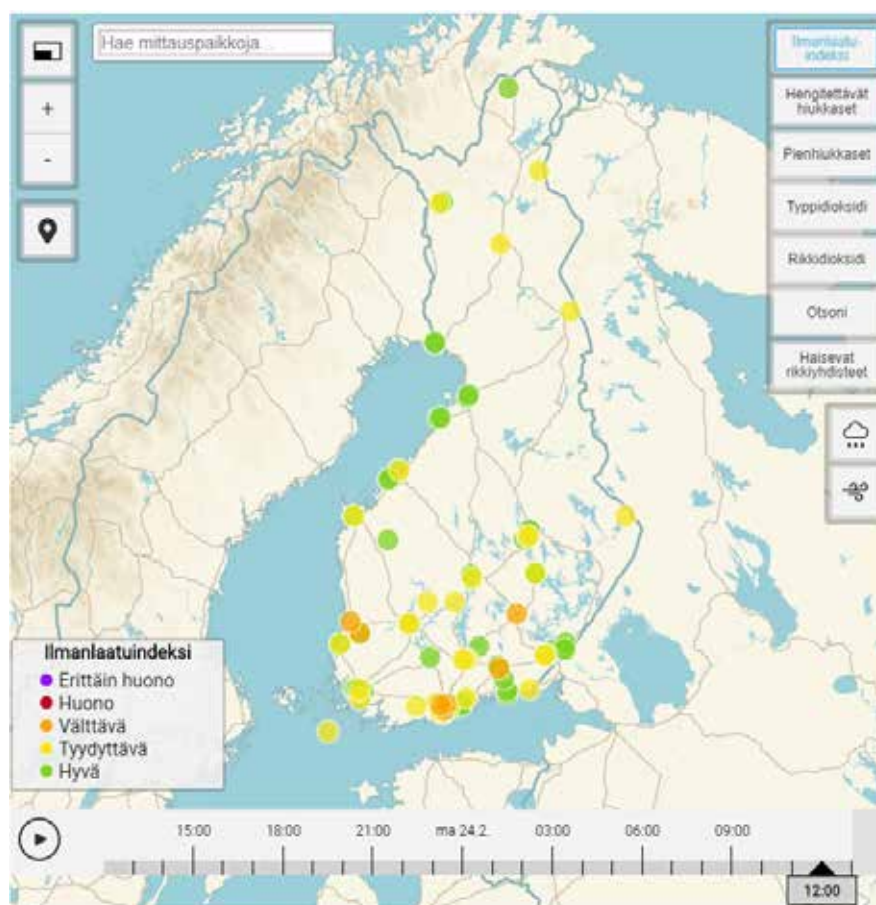
4.1. Kuntien velvoitteet

Ympäristönsuojelulain mukaisesti kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta, mukaan lukien ilmanlaadusta. Seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarvittavassa laajuudessa. Tämän lisäksi kuntien tulee tiedottaa asukkaita poikkeuksellisista ilmanlaatuilanteista, kuten raja-arvojen ylityksistä, internetin ja tarvittaessa paikallisten tiedotusvälineiden kautta.

Raahen kaupungin nettisivuilta (<https://raahe.fi/luonto-ja-ymparisto/ilmanlaatu>) voi tarkastella ajantasaisesti hengitettävien hiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin pitoisuuksia sivulle lisätystä karttaupotuksesta (kuva 1).

Mahdolliset ylitykset tulevat näkyviin muiden Suomessa mitattujen ylitysten kanssa ilmatieteenlaitoksen nettisivuille (<https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaadun-uusimmat-ylitykset>). Raahessa tapahtuneista ylityksistä on tiedotettu tapauskohtaisesti myös kaupungin nettisivuilla.

Lain mukaisesti ilmanlaadun seurannan riittävyyttä tarkastellaan vähintään viiden vuoden välein tehtävällä seurantasuunnitelmalla, jossa arvioidaan nykyisten mittausten riittävyys, sekä määritellään uudet mittaustarpeet ja tavoitteet. Mittausten aikainen seurantasuunnitelma ja yhteistyösopimukset on tehty vuosille 2023–2027.



Kuva 1: Kaupungin nettisivuilla oleva ilmanlaatuindeksin ajantasainen karttaupotus. Karttaa zoomaamalla näkee myös koko Suomen ilmanlaadun mittausverkkojen tilanteen.

4.2. Seurantaryhmän velvoitteet

Raahen ilmanlaadun mittauksiin vaikuttavat osaltaan myös mukana olevien toimijoiden omissa ympäristöluvuissaan määrätyt velvoitteet ilmaan johdettavien päästöjen seurannasta.

SSAB Europe Oy:n Raahen terästehtaan ympäristö- ja vesitalouslupapäätöksen mukaan luvanhaltijan on osallistuttava Raahen kaupungin ilmanlaadun yhteistarkkailuun, jonka järjestämisessä on otettava huomioon lupapäätöksessä ja sen liitteessä määrätyt asiat.

Tehdasalueella toimiville Raahen Voima Oy:n voimalaitokselle ja Nordkalk Oy:n Raahen kalkinpolttamolle, tehdasalueen läheisyydessä sijaitsevalle Raahen Satama Oy:lle sekä Raahen Valimo Oy:lle on myös annettu ympäristöluvuissaan määräykset osallistua Raahen seudun ilmanlaadun yhteistarkkailuun.

Raahen Energia Oy:n osallistumisvelvoite tulee pieniä polttolaitoksia koskevasta asetuksesta (1065/2017), jonka mukaisesti laitoksen on tarvittaessa osallistuttava ilmanlaadun yhteistarkkailuun.

ELY-keskus huolehtii ympäristön tilan seurannasta alueellaan. ELY-keskuksen tulee olla selvillä ilmanlaadusta ja huolehtia siitä, että sen alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin.



4.3. Lainsäädännön ja standardien määritelmät

Ympäristönsuojelulain lisäksi ilmanlaadun seurantaan vaikuttavia määräyksiä ja pitoisuusarvoja on asetettu mm. ilmanlaatu- ja metalliasetuksissa, jotka osaltaan määrittelevät myös, miten ilmanlaatua tulee mitata. Seuraavaan taulukkoon 3 on koottu kaikki nykyisin voimassa olevat lait ja asetukset, jotka

vaikuttavat ilmanlaadun mittauksiin, ja joihin viitataan myöhemmin raportissa. Ilmanlaatu- ja metalliasetusten raja-arvot ja mittaussuunnitelmat pohjautuvat Euroopan unionin direktiiveihin. Siten ilmanlaadun mittaustulokset ovat lähtökohtaisesti vertailukelpoisia koko EU:n alueella.

Taulukko 3: Ilmanlaadun mittauksiin vaikuttavat lait ja asetukset.

Lain lyhenne	Säädösnumero	Laki
YSL	YSL 527/2014	Ympäristönsuojelulaki
YSA	VNa 713/2014	Valtioneuvoston asetus ympäristönsuojelusta
Ilmanlaatuasetus	VNa 79/2017	Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta
Metalliasetus	VNa 113/2017	Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä
	VNp 480/1996	Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista



Lainsäädännössä määritellyt raja-arvot, tavoitearvot yms. on eritelty tähän raporttiin numeroarvoina kunkin epäpuhtauden osalta oman kappaleensa yhteydessä. Seuraavan sivun taulukossa 4 määritellään sanallisesti eri

termejä, joita on ryhmitelty epäpuhtauksien mukaan. Taulukkoon ja koko raporttiin on poimittu laeista vain ne epäpuhtaudet, joita Raahessa mitataan.

Taulukko 4: Lainsäädännössä olevia termejä ja niiden määritelmiä eri epäpuhtauksien mukaan.

Lyhenne tai termi	Määritelmä
Raja-arvo (SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5})	Tieteellisin perustein terveyshaittojen ehkäisemiseksi ja vähentämiseksi vahvistettu pitoisuus, joka on alitettava määräajassa ja jota ei saa ylittää sen jälkeen kun raja-arvo on saavutettu.
Tavoitearvo (As, Cd, Ni, B(a)P)	Pitoisuus tai kuormitus, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava määräajassa ja jolla pyritään vähentämään haitallisia terveys- ja ympäristövaikutuksia.
Ohjearvo (SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀)	Pitoisuus, jonka ylittyminen pyritään estämään ennakolta pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Ohjearvot on otettava huomioon mm. maankäytön ja liikenteen suunnittelussa.
WHO:n ohjearvot (SO ₂ , NO ₂ , PM ₁₀ , PM _{2,5} , Pb, Cd)	Maailman terveysjärjestö WHO päivitti syksyllä 2021 maailmanlaajuiset ilmansaasteiden ohjearvot. WHO:n ohjearvot edustavat tieteellistä näkemystä ilmansaasteiden pitoisuustasoista, joita pienemmillä pitoisuuksilla terveydelliset haittavaikutukset ovat epätodennäköisiä tai hyvin vähäisiä.
Ylempi arviointikynnys	Pitoisuus, jota korkeammissa pitoisuuksissa seuranta-alueella jatkuvat mittaukset ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä ja jota alemmissa pitoisuuksissa voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa-antavien mittausten yhdistelmää.
Alempi arviointikynnys	Pitoisuus, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittää, että seuranta-alueella käytetään yksinomaan mallintamista tai muita menetelmiä, kuten päästökartoituksia.
Jatkuva mittaus	Kiinteillä mittausasemilla jatkuvatoimisesti tai satunnaisotannalla tehty mittaukset. Kullekin epäpuhtaudelle on määritelty erityiset laatutavoitteet sallittujen epävarmuuksien, aineiston vähimmäismäärän ja ajallisen kattavuuden suhteen.
Suuntaa-antava mittaus	Kiinteillä tai siirrettävillä mittausasemilla tehtyjä yleensä lyhytkestoisia tai otantaan perustuvia mittauksia. Kullekin epäpuhtaudelle on määritelty erityiset laatutavoitteet.
Mallintaminen	Esim. leviämismalleilla tai päästökartoituksilla tehty arvio ilmanlaadun tasosta.
Prosenttipiste	Aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on n % (n = lukumäärä). Esimerkiksi 99. prosenttipiste on se aineiston arvo, jota pienempiä arvoja aineistossa on 99 %.
Varoituskynnys	Pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa yleisesti ihmisten terveyttä.
Tiedotuskynnys	Pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ilman epäpuhtauksille herkkien väestöryhmien terveyttä.
Kriittinen taso	Tieteellisin perustein vahvistettu (rikkidioksidin tai typen oksidien) pitoisuus, jota suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa suoria haitallisia vaikutuksia kasvillisuudessa tai ekosysteemeissä.

Ilmanlaatuasetuksen mukaan mittauksissa tulee käyttää mittausten laadun ja jäljitettävyyden takia asetuksessa määritellyjä standardeja. Seuraavaan taulukkoon 5 on koottu-

na kaikki vuoden 2024 mittauksissa käytössä olleet standardit mitattavan epäpuhtauden mukaan luokiteltuna.

Taulukko 5: Ilmanlaadun mittauksissa käytetyt standardit.

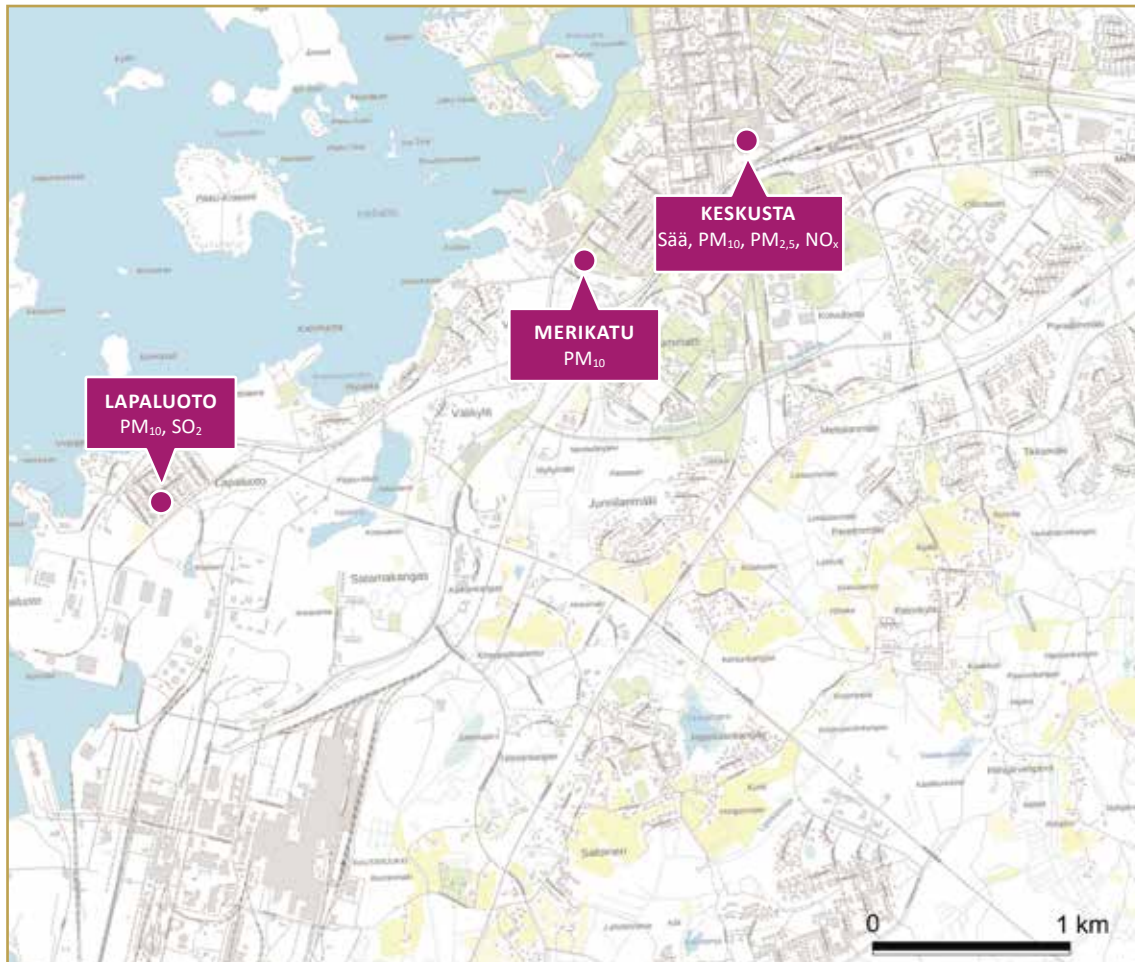
Mitattava epäpuhtaus	Standardinumero	Standardi
NO _x	SFS-EN 14211:2012	Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of nitrogen dioxide and nitrogen monoxide by chemiluminescence
SO ₂	SFS-EN 14212:2012	Ambient air. Standard method for the measurement of the concentration of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence
PM ₁₀ , PM _{2,5}	SFS-EN 12341:2014	Ambient air. Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM ₁₀ or PM _{2,5} mass concentration of suspended particulate matter
PM ₁₀ , PM _{2,5}	SFS-EN 16450:2017	Ambient air. Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM ₁₀ ; PM _{2,5})
PAH-yhdisteet	SFS-EN 15549:2008	Air quality. Standard method for the measurement of the concentration of bentzo[a]pyrene in ambient air
Raskasmetallit	SFS-EN 14902:2006	Ambient air quality. Standard method for the measurement of the of Pb, Cd, As and Ni in the PM ₁₀ fraction of suspended particulate matter



5.ILMANLAADUN MITTAUSVERKKO

Kuvassa 2 on esitetty kartalla nykyisten mitauspisteiden sijainnit sekä mittauspisteissä mitattavat epäpuhtaudet. Lisäksi Keskustassa

on sääasema, jossa mitataan mm. tuulen voimakkuutta ja suuntaa sekä ilman lämpötilaa.



Kuva 2: Mittausasemien sijainnit sekä mittausasemilla mitattavat epäpuhtaudet.



5.1. Mittauspisteet

5.1.1. Keskustan mittausasema

Aseman nimi:	Keskustan mittausasema
Osoite:	Fellmanin puistokatu 20, Raahе
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):	N 7175554, E 379861
Mittausvuodet:	1984 –
Mittausparametrit v. 2024:	PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ , NO, PAH, metallit, säätietoja
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta



Keskustan mittausasema on ollut nykyisellä paikallaan Fellmanin puistokadun keskiosan viherkaistalla vuodesta 2005. Tätä ennen asema on sijainnut viereisen liikekeskuksen (ent. Hittimaatti, nykyinen Kuntokeskus Raahе) katolla 1996–2003 ja sitä ennen linja-autoaseman pihalla jo vuodesta 1984 lähtien. Mittausaseman pitoisuudet edustavat keskustan suurimpia liikenteen aiheuttamia pitoisuuksia, joten liikenteen ja katupölyn aiheuttamat vaikutukset havaitaan selvästi. Aseman molemmin puolin kulkee kaksikaistainen katu ja aseman lähellä sijaitsee niin linja-autoasema, taksiasema kuin vilkas liikennevaloristeyskin.

Joulukuussa 2018 tehtyjen liikennelaskelmien mukaan aseman viereisen Fellmanin puistokadun keskimääräinen liikennemäärä on noin 6 000 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on vajaa 7 %. Nopeusrajoitus aseman kohdalla on 40 km/h, mutta läheisten liikennevalojen aiheuttaman jarruttamisen/ kiihdyttämisen takia keskimääräinen nopeus on vain noin 30 km/h.

Aseman välittömässä läheisyydessä on vain vähän pientaloasutusta ja teollisuutta. Etäisyyttä SSAB:n teollisuusalueeseen on lähimmilläänkin yli 4 km.

5.1.2. Lapaluodon mittausasema

Aseman nimi:

Osoite:

Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):

Mittausvuodet:

Mittausparametrit v. 2024:

Näytteenottokorkeus:

Lapaluodon mittausasema

Satamakatu 10, Raahе

N 7173924, E 376818

1984 –

PM₁₀, SO₂, PAH, metallit

4 m maanpinnasta

Lapaluodon koppi siirrettiin syyskuussa 2021 Ahtaajankadun vieriselle puistoalueelle. Etäisyys aiempaan sijaintipaikkaan on noin 20 metriä. Aiemmin Lapaluodon mittausasema on sijainnut vanhan Lapaluodon koulun pihalla vuodesta 1984 alkaen.

Asema edustaa SSAB:n teollisuusalueen ja sataman läheisyyden takia nimenomaan teollisuuden päästöjä, mutta pientalovaltaisena alueena Lapaluodon pitoisuuksiin vaikuttaa myös omakotitalojen puulämmitys. Tehdasalueelle on matkaa noin 1 km.

Tammikuussa 2019 tehtyjen liikennelaskelmien mukaan mittausaseman viereisen Satamakadun keskimääräinen liikennemäärä on vajaa 600 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaan liikenteen osuus on vajaa 10 %. Ajoneuvojen keskimääräinen nopeus on 17 km/h. Suurimmat teollisuuslaitokset sijoittuvat asemalta katsottuna etelän ja kaakon väliselle sektorille. Lähimmät kuonakäsittelyalueet sijoittuvat noin 700 metrin etäisyydelle mittausasemasta. Teollisuustoimintojen ja Lapaluodon mittausaseman välillä on metsää.



5.1.3. Merikadun mittausasema

Aseman nimi:	Merikadun mittausasema
Osoite:	Merikatu 20, Raahе
Koordinaatit (ETRS-TM35FIN):	N 7175061, E 379014
Mittausvuodet:	2009-2017, 2021
Mittausparametrit v. 2021:	metallit
Näytteenottokorkeus:	4 m maanpinnasta

Merikadun mittausasema on ollut nykyisellä paikallaan käytössä vuosina 2009-2017 sekä 2021. Tätä ennen mittauspiste sijaitsi Ratakadun varrella kaupungin varikolla. Varikolla on mitattu ilmanlaatua 1982-2008.

Aiemmin asemalla on mitattu SO_2 , $\text{PM}_{2,5}$ sekä PAH ja raskasmetalleja PM_{10} :sta. Nykyisen seurantasuunnitelman mukaisesti mittausasema on käytössä vain mittauskampanjan aikana, jolloin mitataan metalleja PM_{10} :sta. Kampanja toteutetaan vuoden mittaisena kerran viidessä vuodessa.

Aiemmissa mittauksissa Merikadulla on ollut nikkelin alemman ja ylemmän arviointikynnyksen ylityksiä. Viimeisen tavoitearvon ylitys on ollut 2011. Näiden tulosten vuoksi Merikadulla on edelleen pidetty mittausasema ja toteutettu kampanjaluonteisesti mittauksia, vaikka jatkuvatoimisia mittauksia ei asemalla enää tehdä.

Mittausaseman pitoisuudet edustavat liikenteen ja teollisuuden päästöjä. Aseman läheisyydessä toimii Raahen Valimo Oy.



5.2. Menetelmät

Mittauspisteillä mitattavat ilmanlaadun epäpuhtaudet, mittaustiheydet, käytössä olevat laitteet, analyysimenetelmät ja standardit ovat kuvattuna seuraavaan taulukkoon 6. Raportin kappaleessa 4.3. on eriteltynä käytettävät standardit myös otsikoiden perusteella.



Taulukko 6: Ilmanlaatumittauksissa käytettävät mittausmenetelmät.

Mittauspiste	Ilman epäpuhtaus	Mittaus-tiheys	Käytössä oleva laite/keräin	Analyysi-menetelmä	standardi (SFS-EN)
Keskusta	NO ₂	Jatkuva-toiminen	Environnement AC 32M	Kemilumine-senssi	14211:2012
Keskusta	PM ₁₀ , PM _{2,5}	Jatkuva-toiminen	Fidas 200E	Aerosolispek-tometri	12341:2014 16450:2017
Keskusta	PAH-yhdisteet ¹⁾	5-6 krt/vko	Leckel SEQ47/50-RV	GC-MS ⁴⁾	15549:2008 12341:2014
Keskusta	Raskas-metallit ²⁾	1 krt/vko	Leckel SEQ47/50-RV	ICP-MS ⁵⁾	14902:2006 12341:2014
Keskusta	Sääasema ³⁾	Jatkuva-toiminen	Vaisala WXT520		14212:2012
Lapaluoto	SO ₂	Jatkuva-toiminen	Thermo Electron model 43i	UV-fluore-senssi	12341:2014 16450:2017
Lapaluoto	PM ₁₀	Jatkuva-toiminen	Teom 1400 AB	Värähtelevä mikrovaaka	15549:2008 12341:2014
Lapaluoto	PAH-yhdisteet ¹⁾	5-6 krt/vko	Leckel SEQ47/50-RV	GC-MS ⁴⁾	14902:2006 12341:2014
Lapaluoto	Raskas-metallit ²⁾	1 krt/vko	Leckel SEQ47/50-RV	ICP-MS ⁵⁾	14902:2006 12341:2014
Merikatu	Raskas-metallit ²⁾	1 krt/vko	Leckel SEQ47/50-RV	ICP-MS ⁵⁾	14902:2006 12341:2014

1) Antraseeni, asenaftteeni, asenaftyleeni, bentso(a)antraseeni, bentso(a)pyreeni, bentso(e)pyreeni, bentso(g,h,i) peryleeni,

bentso(b)fluoranteeni, bentso(k+j)fluoranteeni, dibentso(ah)antraseeni, fenantreeni, fluorantreeni, fluoreeni, indeno(1,2,3-c,d)pyreeni, kryseeni, naftaleeni, peryleeni, pyreeni, reteeni.

2) Arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja vanadiini (V)

3) Lämpötila, tuulen suunta ja -nopeus, ilmanpaine, suhteellinen kosteus

4) Kaasukromatografia-massaspektrometria

5) Induktiivisesti kytketty plasma massaspektrometria

5.3. Toimijat

Vuonna 2024 ilmanlaadun mittauksiin osallistui Raahen kaupungin lisäksi yhteensä kuusi toimijaa: SSAB Europe Oy, Raahen Voima Oy, Nordkalk Oy Ab, Raahen Energia Oy, Raahen Satama Oy ja Raahen Valimo Oy.

SSAB Europe Oy:n Raahen tehdas valmistaa erilaisia terästuotteita, päätuotteinaan kuumavalssatut levyt ja kelatuotteet. Tehtaalla on koksaamo, kaksi masuunia, terässulatto sekä kuumavalssaamo. Alueella on myös raaka-ainneiden ja materiaalien käsittelytoiminnot sekä rahtisatama.

Tehdasalueella sijaitsevalla Nordkalk Oy Ab:n Raahen kalkinpolttamolla valmistetaan terästehtaan kuonanmuodostukseen tarvitsema poltettu kalkki ja raakaraudan rikinpoistolaitoksen tarvitsema rikinpoistoreagenssi. Loput tuotannosta toimitetaan Nordkalkin muille asiakkaille.

Tehdasalueella sijaitseva Raahen Voima Oy on EPV Energia Oy:n ja SSAB Europe Oy:n omistama yhteisyritys, joka omistaa terästehtaan voimalaitosliiketoiminnan. Voimalaitoksen päätehtäviä ovat masuunien puhallusilman tuottaminen, höyryn tuotanto sekä sähkön tuotanto ja jakelu tehtaalle. Osa höyrystä käytetään prosessihöyrynä tehtaan tuotantolaitoksilla. Voimalaitos toimittaa myös kaukolämpöä tehtaan ja Raahen kaupungin verkkoon.

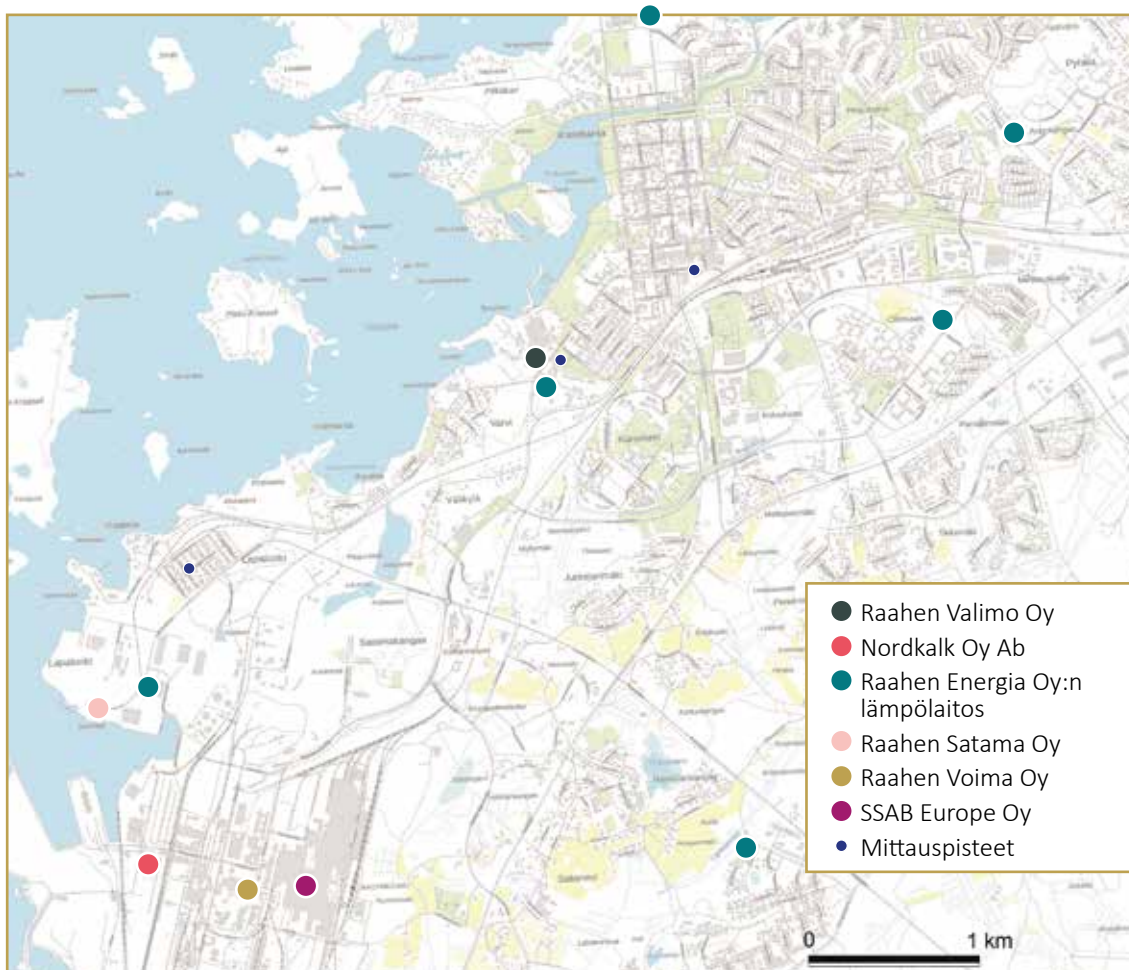


Raahen Energia Oy on Raahen kaupungin omistama energiayhtiö, joka hankkii valtaosan kaupunkialueen kaukolämmöstä ostolämpönä Raahen Voima Oy:ltä. Tämän lisäksi yhtiö tuottaa itse kaukolämpöä vara- ja huippuvoimana yhdellä pellettilämpökeskuksella ja kuudella öljyllä toimivalla lämpökeskuksella.

Raahen Satama Oy vastaa Raahen sataman toiminnasta. Satama sijaitsee kahdessa osassa Lapaluodossa sekä SSAB Europe Oy:n terästehtaan läheisyydessä. Satamassa käy noin 600 alusta vuodessa.

Raahen Valimo Oy valmistaa koneistettuja teräsvalutuotteita, kuten pumppujen, venttiilien ja paperikoneiden osia. Tuotantoa varten Raahen Valimo Oy:llä on käytössä kuusi induktio-uunia.





Kuva 3: Ilmanlaadun mittauksissa mukana olevat toimijat. Kuvasta on rajattu ulos Pattijoen Alakalassa sijaitseva Raahen Energian lämpölaitos.

6. PÄÄSTÖT

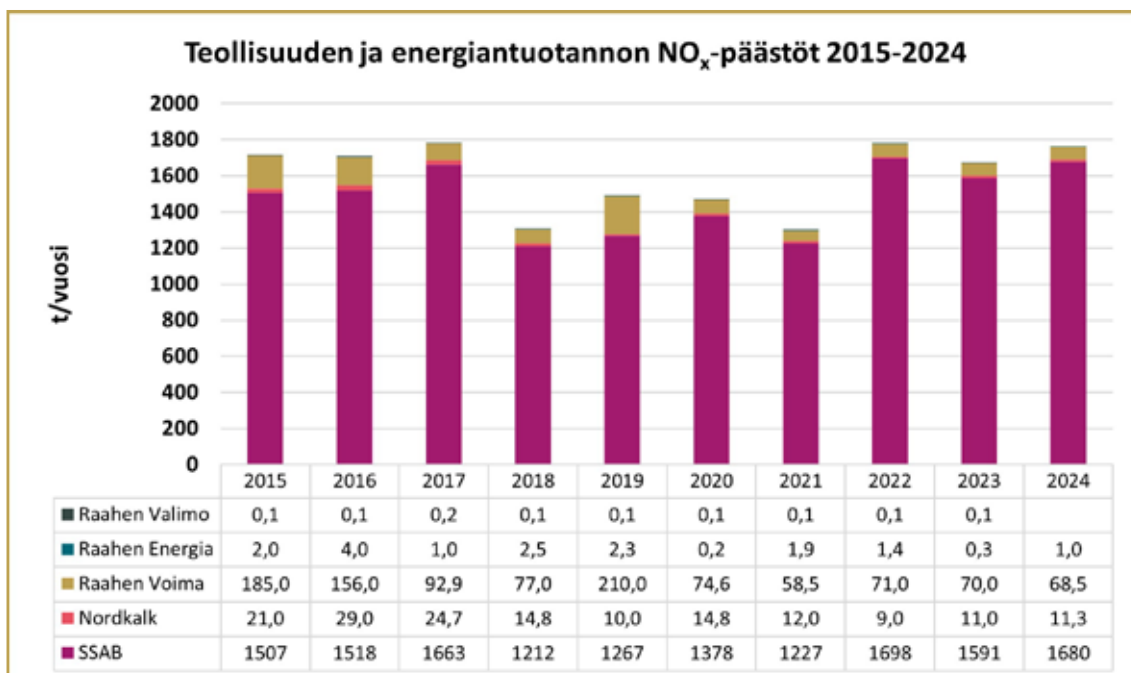
6.1. Teollisuus

Teollisuuden päästöistä merkittävimmät muodostuvat Raahessa SSAB:n, Nordkalkin, Raahen Voiman, Raahen Energian ja Raahen Valimon toiminnoista. Seuraaviin kaavioihin 1-4 on esitetty vuoden 2024 teollisuuden piippupäästöt, joihin ei ole laskettu mukaan hajapäästöjä. Kaavioissa on mukana historiatieto myös edellisen 10 vuoden ajalta.

Raahen Valimolta puuttuu vuodelta 2024 typen oksidi- ja raskasmetallipäästöt. Raahen Valimo meni konkurssiin alkuvuodesta 2025, mikä vaikutti siihen, ettei kaikkia päästötietoja raporttia varten saatu.

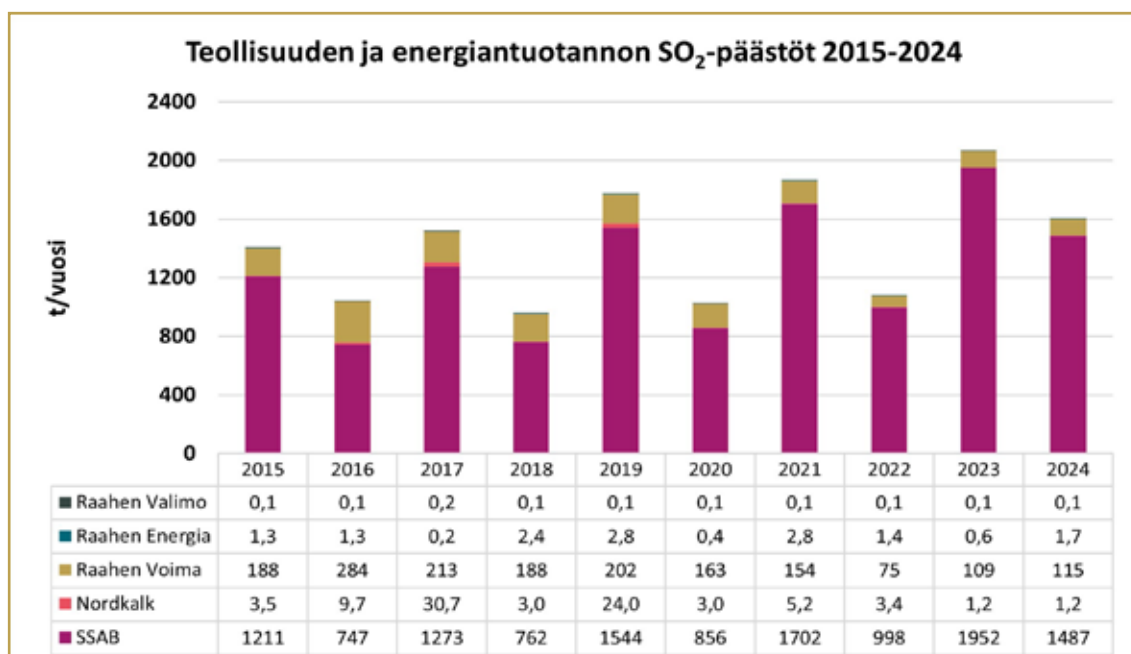
SSAB:n rikkidioksidipäästöjen vuosittainen vaihtelu johtuu säännöllisesti kahden vuoden välein tehtävistä rikinpoistolaitoksen huoltotoista, jolloin rikkidioksidipäästöt ovat edellistä vuotta suuremmat. Vuonna 2024 Koksamon rikinpoistolaitoksella tehdyt pienemmät huollot ovat aiheuttaneet kasvun rikkipäästöihin.

SSAB:n vuoden 2024 hiukkaspäästöt ovat kasvaneet verrattuna aiempiin vuosiin. Kasvu selittyy erityisesti koksamon ja sulaton laskennallisten hiukkaspäästöjen lisääntymisellä. Koksamolla lukua selittää yhden pölynpoiston ongelmat, ja sulatolla päästöä nostivat erityisesti konvertterien hiukkaspäästöjen kasvu.



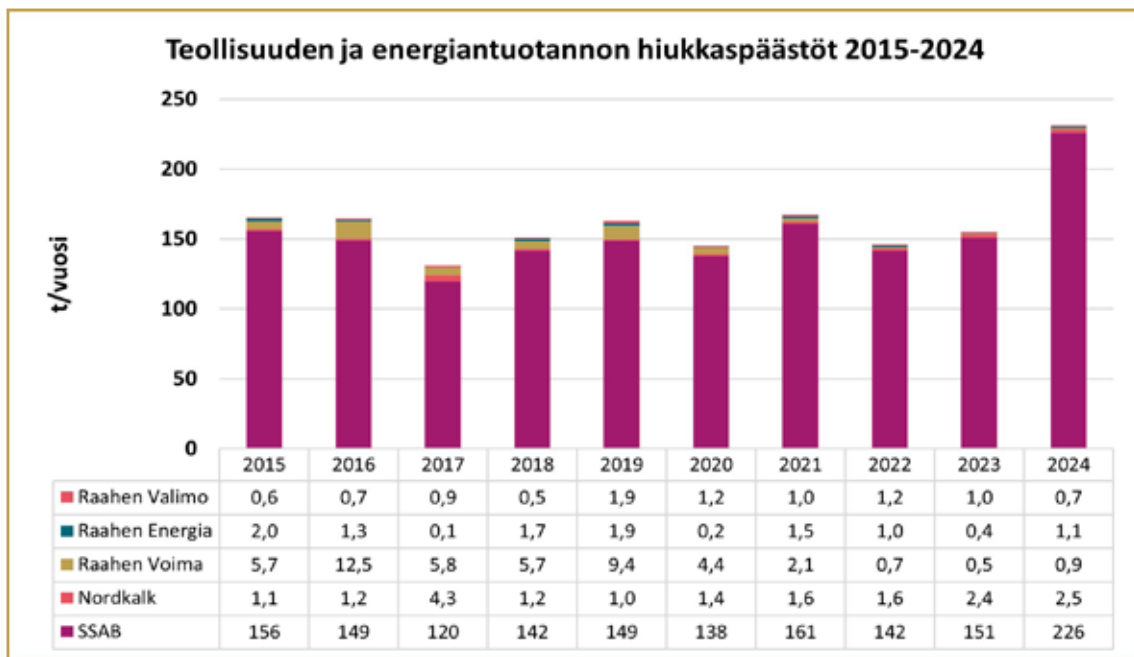
Kaavio 1: Teollisuuden ja energiantuotannon tyyppien oksidipäästöt 2015–2024.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.



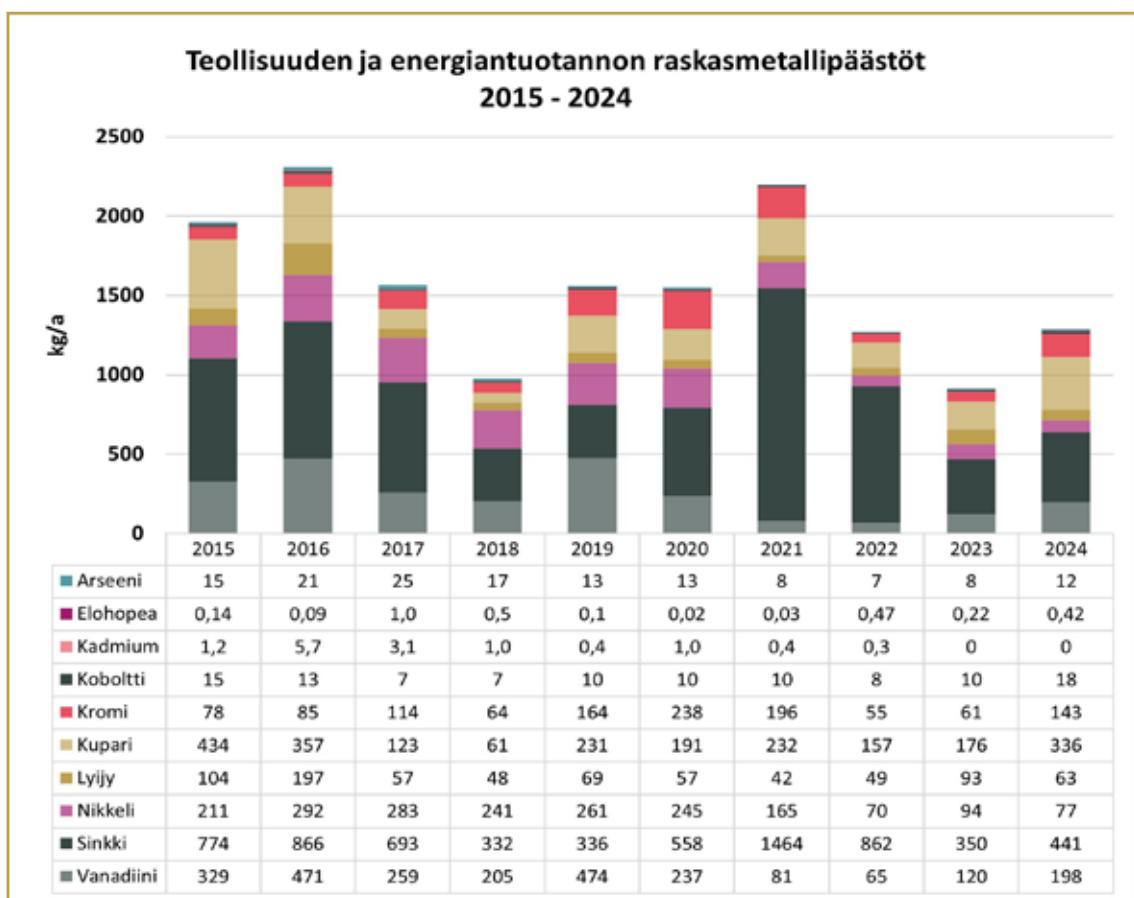
Kaavio 2: Teollisuuden ja energiantuotannon rikkidioksidipäästöt 2015–2024.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.



Kaavio 3: Teollisuuden ja energiantuotannon hiukkaspäästöt 2015–2024.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.



Kaavio 4: Teollisuuden ja energiantuotannon yhteenlasketut raskasmetallipäästöt 2015–2024 ilman rautaa.

Tiedot on saatu toimijoilta ajanjaksolta, jolloin he ovat olleet mukana ilmanlaadun mittauksissa.

Raahen Valimo Oy:n tiedot puuttuvat vuodelta 2024.

6.2. Liikenne

6.2.1. Tieliikenne

Ihmisten kannalta tieliikenteen päästöt ovat usein teollisuuden päästöjä merkittävämpiä, sillä ne vapautuvat lähellä maan pintaa ja kulkeutuvat helpommin ihmisten hengityselimiin. Vuosien aikana liikenteen päästöjä on pystytty alentamaan mm. erilaisilla teknisillä ratkaisuilla, kuten katalysaattoreiden ja lyijytömien polttoaineiden käyttöönotolla.

Vuosittaiset liikennepäästöt on saatu Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n toteuttamasta ja ylläpitämästä Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskentajärjestelmästä LIPASTO:sta, joka kat-

taa tie-, raide-, vesi- ja ilmailiikenteen sekä työ-koneet. LIPASTO:ssa on tieliikennettä koskeva alamalli LIISA, josta on saatu kuntakohtaiset päästöt. Laskelmat perustuvat automaattisiin liikennelaskureihin, joten eri vuosien tuloksia voi verrata vain karkeasti toisiinsa. VTT on muuttamassa raportointiaan, joten vuoden 2021 jälkeisiä tietoja ei ole raportin tekohetkellä saatavilla. Taulukossa 7 raportoidaan viimeisimmät tieliikenteen päästötiedot, jotka ovat olleet saatavilla.

Taulukko 7: Tieliikenteen päästöt Raahessa 2017–2021 (Lähde: VTT, LIISA-järjestelmä).

Tieliikenteen päästö t/v	2017	2018	2019	2020	2021
Hiilimonoksidi, CO	179,5	160,1	138,5	123,3	108,5
Hiilivedyt, HC	21,5	18,6	15,9	13,8	11,9
Typen oksidit, NO _x	144,3	136,4	118,4	106,1	95,9
Hiukkaset, PM	3,9	3,5	2,9	2,6	2,3
Metaani, CH ₄	2,2	2,1	1,5	1,4	1,3
Typpioksiduuli, N ₂ O	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Rikkidioksidi, SO ₂	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Hiilidioksidi, CO ₂	46 809	49 029	45 966	45 081	45 090
Suorite (Miljoonaa km)	221	224	217	214	213

6.2.2. Laivaliikenne

Vuodesta 2022 alkaen laivaliikenteen päästöt on saatu Raahen Sataman GISGRO Green -järjestelmästä. Seurannassa ovat mukana kaikki Raahen Sataman alueen toiminnot: Lapaluodon satama, SSAB:n satama ja syväsatama.

Aikaisemmin laivaliikenteen päästöt on otettu satamakohtaisesti LIPASTO:n vesiliikennettä koskevasta MEERI-järjestelmästä, joka kuvaa vesiliikenteen pakokaasupäästöjä ja kulutusta. MEERIn laskenta on perustunut satamakoh- taiseen laivakäyntimäärään, satamasta riippumattomaan sisään- ja ulosajoaikaan (yhteensä 60 min) ja eri laivatyypeille ominaiseen laiturissa oloaikaan (6–52 h). Päästökertoimet on määritetty kullekin laivatypille keskimääräis-

tä laivakäyntiä kohden. MEERIn tulokset poikkeavat jonkin verran GISGRO Green -järjestelmän tiedoista.

GISGRO Greenin laivojen ilmapäästöt lasketaan sataman aluskäyntitietoihin ja alusrekisterin teknisiin tietoihin perustuen. Lisäksi taustatietona hyödynnetään etäisyystietoa sataman laitureiden ja merialueen rajojen sijainneista. Näiden avulla arvioidaan laskennallisesti alusten polttoaineenkulutuksia. Laskennassa ja siinä käytettävissä päästökertoimissa sovelletaan Euroopan ympäristöviraston ohjeistusta (EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook 2019, päivitetty 10/2023)

Taulukko 8: Laivaliikenteen päästöt Raahen satamassa 2020–2024. Vuodesta 2022 alkaen tiedot ovat Raahen Sataman GISGRO Green -järjestelmästä. Vanhemmat tiedot ovat MEERI-järjestelmästä. (Lähteet: VTT, MEERI-järjestelmä; GISGRO Green)

Laivaliikenteen päästöt t/v	2020	2021	2022	2023	2024
Hiilivedyt, HC	2,8	2,0	2,4	2,1	1,9
Typen oksidit, NO _x	75,7	55,0	72,7	76,1	64,4
Hiukkaset, PM	1,6	1,1	0,4	0,5	1,2
Metaani, CH ₄	0,4	0,3	0,3	0,3	0,3
Typpioksiduuli, N ₂ O	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Rikkidioksidi, SO ₂	1,2	0,9	1,9	2,1	1,8
Hiilidioksidi, CO ₂	4 141	2 948	3 359	3 645	3 283
Satamakäynnit (kpl)	530	333	638	584	592

6.3. Asutus ja muut hajalähteet

Asutuksen aiheuttamat vaikutukset ilmanlaatuun näkyvät parhaiten pientaloalueilla, joissa talojen ja saunojen lämmittämiseen käytetään tulisijoja. Palamisen seurauksena syntyvien savukaasujen mukana ilmaan kerääntyy erityisesti hengitettäviä hiukkasia ja niihin sitoutuneita epätäydellisessä palamisessa muodostuvia PAH-yhdisteitä. Koska taloissa savupiiput

ovat matalalla, ilman laimentumisolosuhteet ovat heikommalla ja vaikutukset jäävät pääosin päästölähteen lähiympäristöön.

Kovilla tuulilla ilmansaasteet voivat kulkeutua satojenkin kilometrien päähän, jolloin esimerkiksi maastopaloista syntyvä savu voi kulkeutua laajallekin alueelle.

7. ILMANLAATUINDEKSI

Ilmanlaatuindeksi yhdistää tietyn hetken mittaustulokset yhdeksi indeksiarvoksi, joita kuvaamaan on luotu viisiportainen sanallinen ja värillinen asteikko. Vuonna 2024 Keskustan mittausasemalla ilmanlaatu oli hyvä 87,2 %, ja Lapaluodossa 84,4 % vuodesta. Molemmilla asemilla ilmanlaatu oli hyvä tai tyydyttävä yli 98 % vuodesta. Hetkellisesti esim. keväisin katupölyaikaan, ilmanlaadulla voi olla haitallisia terveysvaikutuksia herkemmille väestöryhmille. Vuoden 2024 ilmanlaatuindeksit kuukausitasolla löytyvät kappaleesta 7.1.

Ilmanlaatuindeksi kuvaa laadullisesti sen hetkistä ilmanlaatua viisiportaisella väriasteikolla ja laatusanoilla ”hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono”. Indeksillä on siis yksinkertaistettu vertailuluku, jolla mitattuja ilmanlaadun tuntipitoisuuksia suhteutetaan ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaatuindeksiä päivitetään tunnin välein, ja sitä voi seurata reaaliajassa kaupungin ja Ilmatieteen laitoksen nettisivuilla.

Ilmanlaatuindeksiä määritettäessä otetaan huomioon ilmansaasteet, joita kullakin ilmanlaatuasemalla mitataan. Näitä ovat rikkidioksidi (SO₂), typpidioksidi (NO₂), hengitettävät hiukkaset (PM₁₀), pienhiukkaset (PM_{2,5}), otsoni (O₃), hiilimonoksidi (CO) ja haisevat rikkiyhdisteet (TRS). Raahessa näistä mitataan vain neljää ensimmäistä. Näin ollen eri kaupunkien ja mittausasemien indeksit eivät ole täysin vertailukelpoisia, koska eri asemilla indeksiin vaikuttavat eri epäpuhtaudet.

Ilmanlaatuindeksin määrittämiseksi kullekin mitattavalle yhdisteelle lasketaan ensin pitoisuuksien tuntikeskiarvoista ali-indeksi, joista korkeimman arvo määrää ilmanlaatuindeksin arvon.

Alla olevaan taulukkoon 9 on kuvattu kutakin ilmanlaatuindeksiä kuvaavat mahdolliset terveysvaikutukset, sekä Raahessa mitattavien yhdisteiden indeksiarvot, eli ali-indeksit.

Taulukko 9: Ilmanlaatuindeksi, vaikutukset terveyteen ja luontoon sekä Raahessa mitattavien ilmansaasteiden indeksiarvot.

Indeksi-luokitus	Vaikutukset terveyteen	Indeksiarvo SO ₂ (µg/m ³)	Indeksiarvo NO ₂ (µg/m ³)	Indeksiarvo PM ₁₀ (µg/m ³)	Indeksiarvo PM _{2,5} (µg/m ³)
	Ei todettuja	< 20	< 40	< 20	<10
	Hyvin epätodennäköisiä	20 - 80	40 - 70	20 - 50	10-25
	Epätodennäköisiä	80 - 250	70 - 150	50 - 100	25-50
	Mahdollisia herkillä ihmisillä	250 - 350	150 - 200	100 - 200	50-75
	Mahdollisia herkillä väestöryhmillä	> 350	>200	>200	>75

7.1. Ilmanlaatuindeksi vuonna 2024

Ilmanlaatuindeksi määritellään Raahessa Keskustassa epäpuhtauksien NO₂, PM₁₀ ja PM_{2,5}, sekä Lapaluodossa epäpuhtauksien SO₂ ja PM₁₀ yhteisvaikutuksena. Laskentatavan mukaisesti indeksi määritellään sen perusteella, mikä pitoisuus on korkein, eli minkä pitoisuuden perusteella saadaan huonompi indeksi. Jos kyseiseltä tunnilta ei ole saatavilla minäkään epäpuhtauden mittaustietoa, se on merkitty kaavioihin ”puuttuu”.

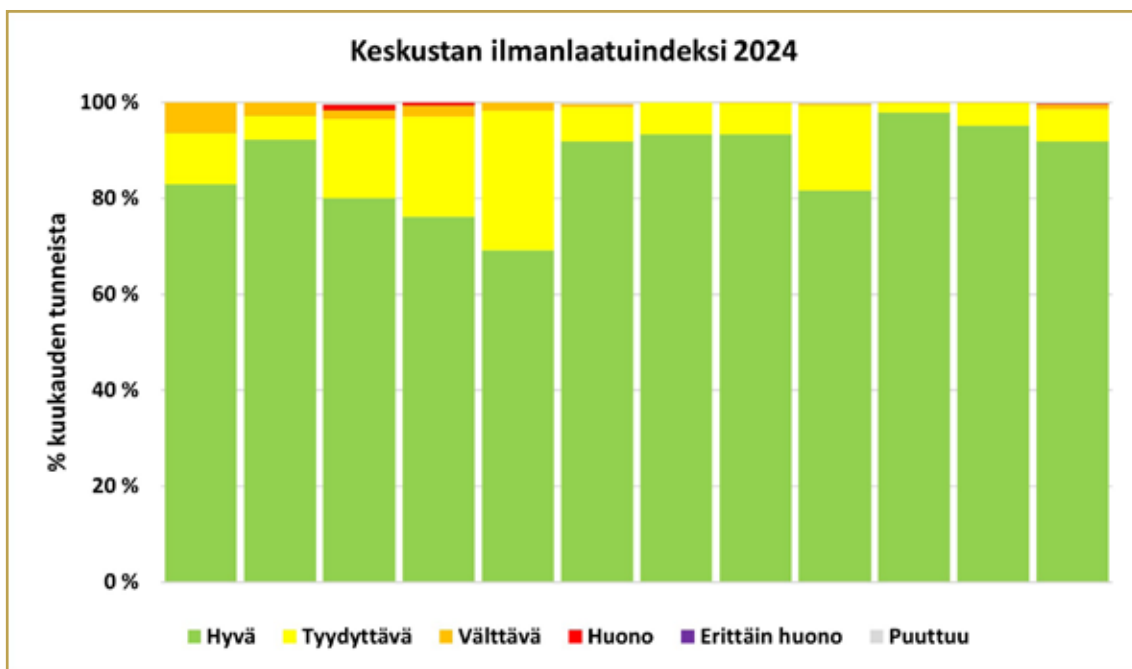
Keskustan asemalla (kaavio 5) ilmanlaatu oli hyvä 87,2 %, tyydyttävä 11,1 % ja välttävä 1,4 % siitä ajasta, jolloin mittaustietoa oli käytettävissä. Vuoden tunneista 14 tuntia ilmanlaatu oli huono (0,2 %) ja nolla tuntia erittäin huonoa. Vuoden mittaustietoa puuttui yhteensä 11 tunnilta (koko vuoden tunneista 0,1 %). Verrattuna edellisvuoteen ilmanlaatuindeksi oli Keskustassa kokonaisuudessaan parempi, koska erittäin huonoja tunteja ei mitattu lainkaan. Kuitenkin pienhiukkasten tultua mukaan mittauksiin, hyvän ilmanlaadun osuus laski hieman.

Katupölyaika jakautui keväällä useammalle kuukaudelle ja näkyy keskustassa erityisesti maaliskuun lopusta toukokuulle, jolloin ilmanlaatuindeksissä näkyy enemmän välttäväksi ja huonoksi luokiteltua ilmanlaatua. Pidemmälle

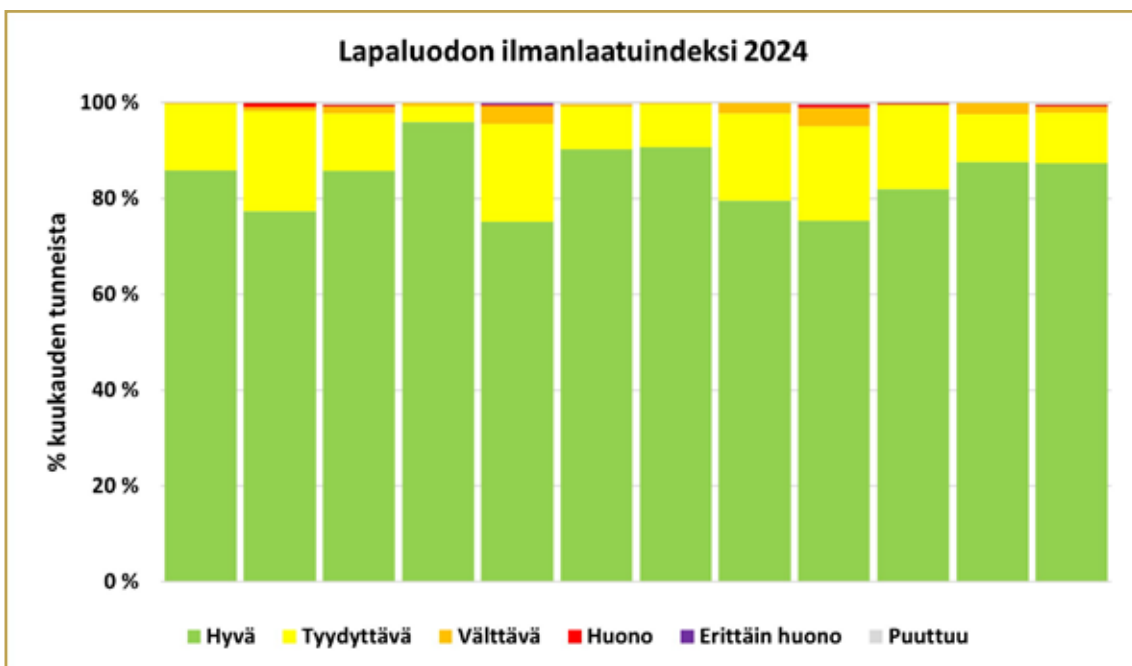
ajalle jakaantunut katupölyaika kuitenkin vaikuttii siihen, ettei erittäin huonoa ilmanlaatua ollut lainkaan ja huonoa ilmanlaatuakin oli vähemmän kuin edellisvuonna.

Lapaluodon asemalla (kaavio 6) ilmanlaatu oli hyvä 84,4 %, tyydyttävä 13,7 % ja välttävä 1,5 % siitä ajasta, jolloin mittaustietoa oli käytettävissä. Vuoden tunneista 20 tuntia ilmanlaatu oli huono (0,2 %) ja erittäin huono neljä tuntia (0,05 %). Erittäin huonot tunnit olivat 14.5. klo 18-19, 18.5. klo 9-10, 24.5. klo 10-11 ja 10.9. klo 13-14. Kaikkina näinä tunteina hengitettävien hiukkasten pitoisuus oli korkea. Vuoden mittaustietoa puuttui yhteensä 10 tuntia (koko vuoden tunneista 0,1 %). Verrattuna vuoteen 2023 ilmanlaatuindeksi oli hieman heikompi Lapaluodossa.





Kaavio 5: Ilmanlaatuindeksin jakautuminen kuukausittain Keskustassa.
 "Puuttuu" tarkoittaa osuutta, jolta ajalta mittaustietoa ei ollut saatavilla.



Kaavio 6: Ilmanlaatuindeksin jakautuminen kuukausittain Lapaluodossa.
 "Puuttuu" tarkoittaa osuutta, jolta ajalta mittaustietoa ei ollut saatavilla.

8. TYPEN OKSIDIT (NO_x)

Typen oksideja mitataan jatkuvatoimisesti Keskustan asemalla, sillä typen oksideja muodostuu merkittävimmin liikenteen ja energiantuotannon vaikutuksesta. Vuoden 2024 pitoisuudet eivät ylittäneet raja-arvoja. Suurin tuntikeskiarvo oli 106,1 µg/m³. Mittaukset sujuivat ilman suurempia katkoksia, mittaustuloksia on käytettävissä 99,8 % vuoden tunneista. Vuoden 2024 tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 8.2.

Typen oksideilla (NO_x) tarkoitetaan typpimonoksidia (NO) ja typpidioksidia (NO₂), joita pääsee ilmaan kaikessa palamisessa. Typen oksidipitoisuudet ilmoitetaan typpidioksidina, jotka lasketaan mitattavista NO ja NO_x-pitoisuuksista. Typpidioksidi on kaasu, joka suurina pitoisuuksina voi aiheuttaa ihmisille hengitysteiden ärsytystä, sekä luonnossa rehevöitymistä ja happamoitumista. Typpidioksidi vaikuttaa myös otsonin muodostumiseen.

Suomessa typpidioksidin kokonaispäästöistä puolet tulee energiatuotannosta ja puolet liikenteestä. Kaupunki-ilmaan liikenteellä on suurempi vaikutus, koska liikenteen päästöt tapahtuvat maanpinnan tasolla suoraan hengitysilmaan.

Typen oksideja syntyy polttomoottoreissa ilman typen sitoutuessa happeen. Erityisen voimakasta tämä reaktio on kaupunkiolosuhteissa kiihdytystilanteissa ja maanteillä ajettaessa suurilla nopeuksilla. Pakokaasujen typenoksidipäästöt ovat pääosin typpimonoksidia (NO), joka ilmassa hapettuu typpidioksidiksi (NO₂), joka on typen oksideista haitallisin. Typpidioksidipitoisuudet ovat vuosien aikana laskeneet mm. katalysaattoreilla varustettujen autojen korvattessa vanhempia autoja, mutta toisaalta liikennemäärän kasvu nostaa pitoisuuksia.

Suuremmissa kaupungeissa typen oksidipitoisuudet kohoavat erityisesti aamuruuhkan aikaan tai tyyninä pakkaspäivinä, jolloin ilman laimentumisolosuhteet ovat heikot.

8.1. Typen oksidipitoisuudet lainsäädännössä

Typen oksidipitoisuudet ilmoitetaan typpidioksidina (NO₂), jotka lasketaan mitattavista typpimonoksidi- (NO) ja typen oksidipitoisuuksista (NO_x). Ilmanlaatuasetuksen mukaisesti typpidioksidille on määritetty raja-arvot pitoisuuksille ulkoilmassa (taulukot 10 ja 12), jotka ovat olleet voimassa 1.1.2010 alkaen. Raja-arvon lisäksi on annettu varoituskyynnysarvo, joka on

400 µg/m³ (kolmen peräkkäisen tunnin arvo). Varoituskyynnysarvon ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ihmisen terveyttä. Vuodesta 1996 alkaen on ollut voimassa ohjearvot typpidioksidin kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipisteelle sekä kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokausiarvolle (taulukko 11).



Maailman terveysjärjestö WHO julkaisi 2021 uudistetut ilmanlaadun ohjearvonsa. Suhteellisesti suurin alenema (-75 %) koski typpidioksidin vuosikeskiarvon ohjearvoa, joka putosi 40 µg/m³:stä tasolle 10 µg/m³.

Typen oksideille (NO_x) on metsä- ja maaseutualueilla määritetty 15.8.2001 alkaen kriittinen taso (taulukko 13) kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi. Raahe ei kaupunkina ole lain määrittelemä metsä- tai maaseutualue, mutta pitoisuuksia seurataan kasvillisuuden takia.

Taulukko 10: Typpidioksidin vuosikeskiarvon raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017) sekä WHO:n ohjearvo.

NO ₂ (1 v)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	WHO:n ohjearvo
Numeerinen arvo	40 µg/m ³	65 % (26 µg/m ³)	80 % (32 µg/m ³)	10 µg/m ³
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa				

Taulukko 11: Typpidioksidin vuorokausikeskiarvon ohjearvo (VNa 79/2017) ja WHO:n ohjearvo.

NO ₂ (1 vrk)	Ohjearvo ^{1,2)}	WHO:n ohjearvo ⁴⁾
Numeerinen arvo	³⁾ 70 µg/m ³	25 µg/m ³
Sallittujen ylitysten määrä		3kpl
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa 3) Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo 4) Vuorokausiarvojen osalta WHO suosittaa, että ohjearvoa noudatetaan 99-prosenttisesti (3 ylityskertaa).		

Taulukko 12: Typpidioksidin tuntikeskiarvon raja-arvo, ohjearvot sekä alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017, VNp 480/1996) sekä WHO:n ohjearvo.

NO ₂ (1 h)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Ohjearvo ³⁾	WHO:n ohjearvo
Numeerinen arvo	200 µg/m ³	50 % (100 µg/m ³)	70 % (140 µg/m ³)	⁴⁾ 150 µg/m ³	200 µg/m ³
Sallittujen ylitysten määrä	18 kpl	18 kpl	18 kpl		
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa 3) 20 °C, 1 atm 4) Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste					

Taulukko 13: Typen oksidien vuosikeskiarvon kriittinen taso sekä alempi ja ylempi arviointikynnys metsä- ja maaseutalueilla (VNa 79/2017).

NO _x (1 v)	Kriittinen taso ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	30 µg/m ³	65 % (19,5 µg/m ³)	80 % (24 µg/m ³)
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa			

8.2. Typpimittaukset vuonna 2024

Raahessa typen oksideja mitataan jatkuva-

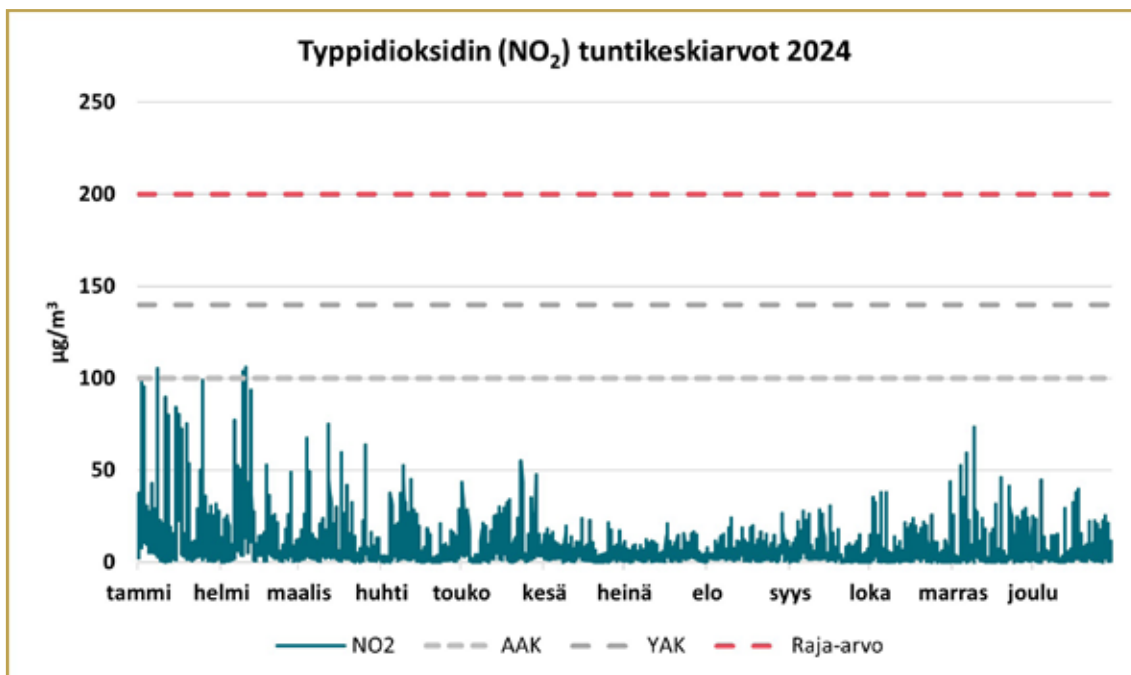
Vuonna 2024 mittaukset sujuivat ilman suurempia katkoksia, sillä vuoden aikana sattui vain muutamia korkeintaan parin tunnin pituisia keskeytyksiä laitteiston kalibrointien ja huoltojen vuoksi. Koko vuoden tunneista on hyväksyttyä tuntidataa 99,8 %.

Kaaviossa 7 on Keskustan asemalla mitatut typpidioksidin tuntikeskiarvot. Typpidioksidipitoisuudet ovat suurempia talvella pakka-

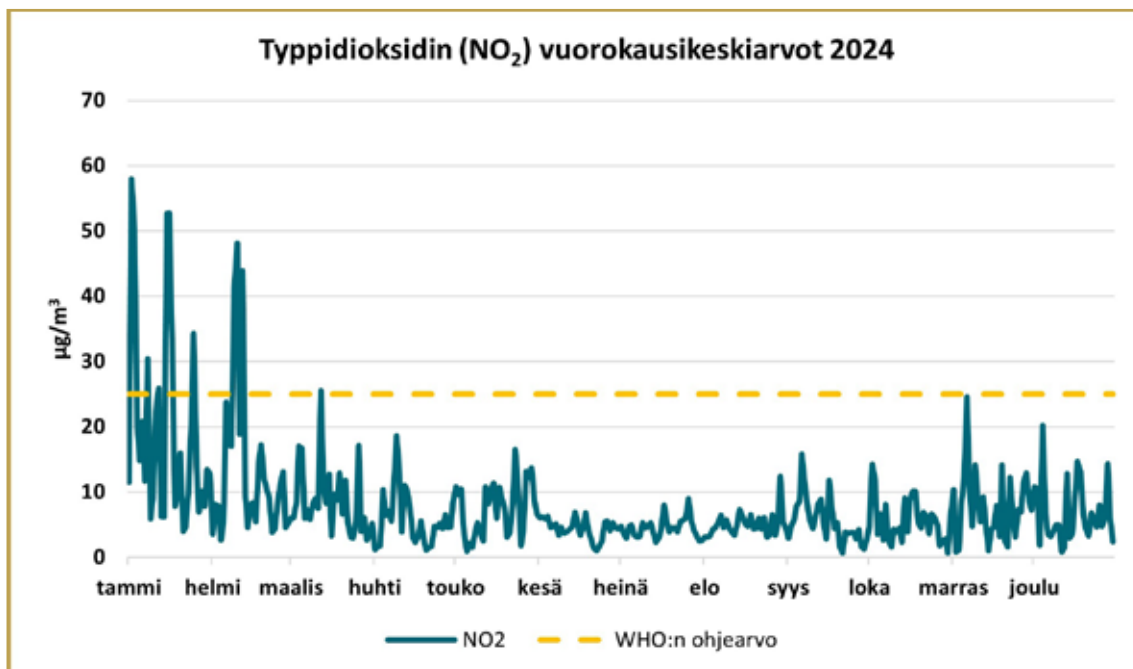
Kaaviossa 8 on esitetty typpidioksidin vuorokausikeskiarvot sekä WHO:n ohjearvo. Vuorokausiarvojen osalta WHO suosittaa, että ohjearvoa noudatetaan 99-prosenttisesti, mikä tarkoittaa, että arvo saa ylittyä kolme kertaa. Vuonna 2024 yksittäisiä ylityksiä tuli 12 kpl, joten WHO:n vuorokausiohjearvo on ylittynyt.

Kaavioon 9 on koottu typpidioksidin vuosikeskiarvoja 2015 alkaen, jonka perusteella viime vuosina NO₂-pitoisuudet ovat vakiintuneet samalle tasolle alittaen WHO:n ohjearvon. Vuonna 2020 NO₂:n normaalia pienempiin pitoisuuksiin vaikutti keskimääräistä lämpimämpi talvi ja covid19:n aiheuttamat rajoitukset, mitkä vähensivät liikennettä. Kaikki taulukossa esitetyt arvot ovat selvästi pienempiä kuin raja-arvo 40 µg/m³.

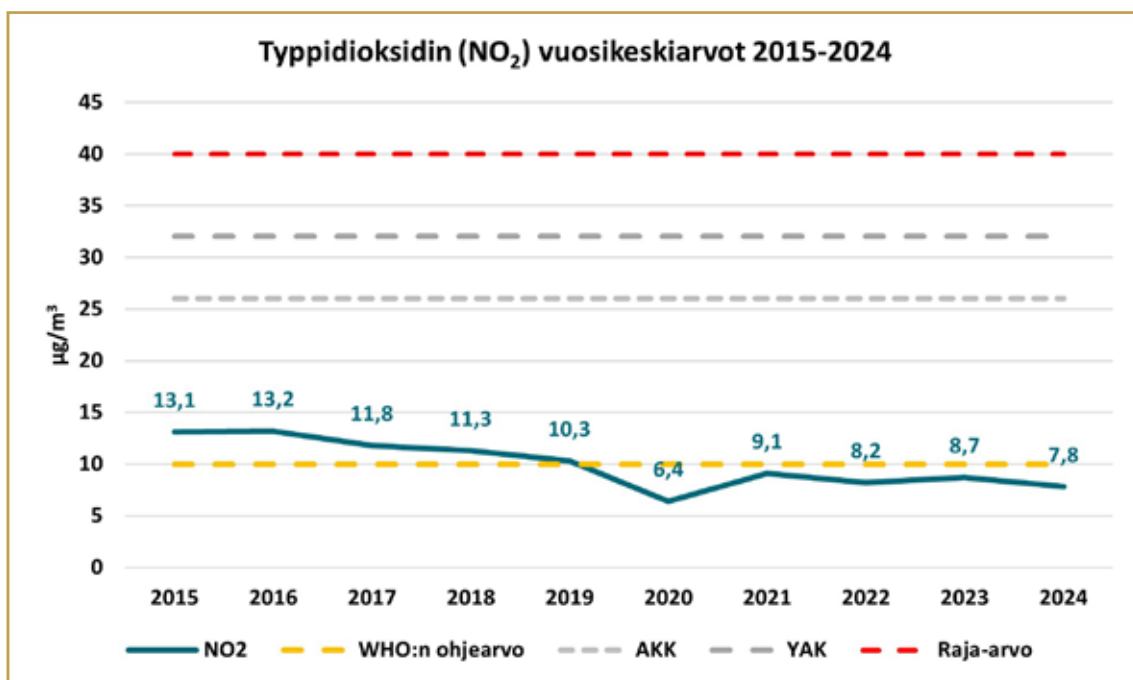
Kaavioissa 10-11 on esitetty typpidioksidin tuntiohjearvoon (kuukauden tunti-
arvojen 99 % -piste) ja vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2024 sekä vertailun vuoksi vuosien 2021, 2022 ja 2023 arvot. Kaikkina näinä vuosina tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 14 – 98 µg/m³, joten ohjearvon (150 µg/m³) ylityksiä ei tullut. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat välillä 7 – 54 µg/m³, joten nekkään eivät ylittäneet ohjearvoa (70 µg/m³) kaaviossa esitettyinä vuosina.



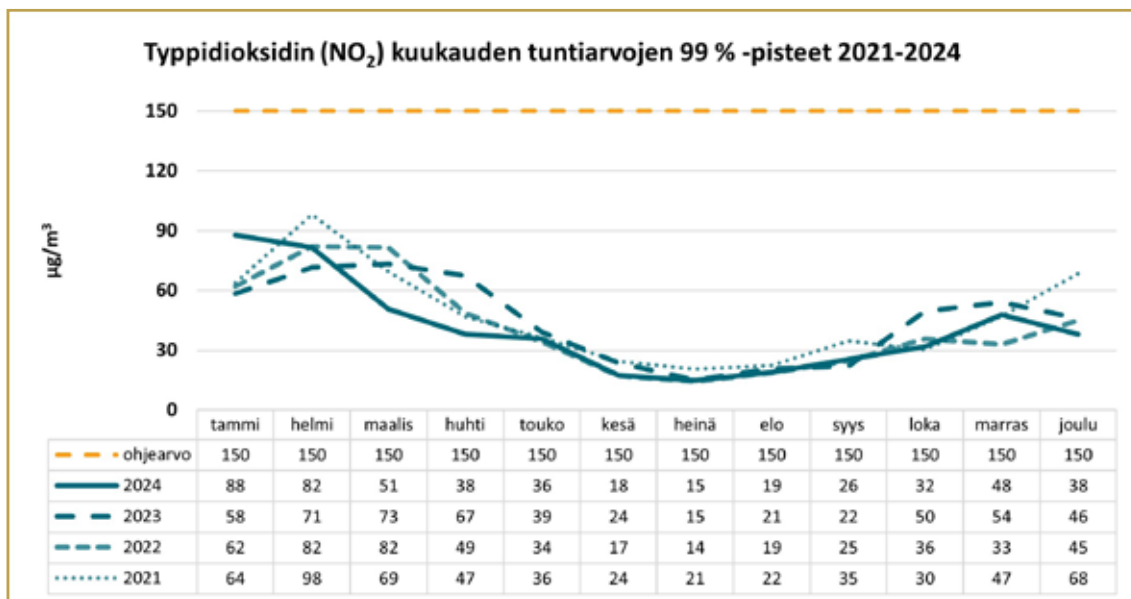
Kaavio 7: Typpidioksidin (NO₂) tuntikeskiarvot Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös tuntikeskiarvon raja-arvon (200 µg/m³) alempi arviointikynnys (100 µg/m³) ja ylempi arviointikynnys (140 µg/m³).



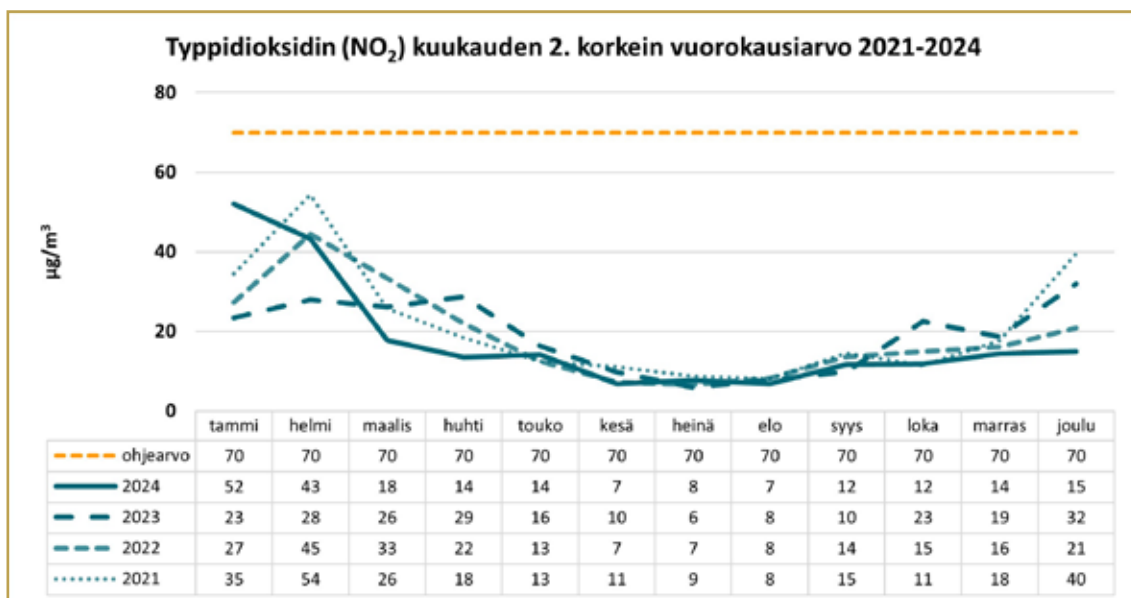
Kaavio 8: Typpidioksidin (NO₂) vuorokausikeskiarvot Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös WHO:n ohjearvo (25 µg/m³), joka saa ylittyä kolme kertaa.



Kaavio 9: Typpidioksidin (NO₂) vuosikeskiarvot Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös vuosikeskiarvon raja-arvo (40 µg/m³), alempi arviointikynnys (26 µg/m³), ylempi arviointikynnys (32 µg/m³) ja WHO:n ohjearvo (10 µg/m³).



Kaavio 10: Typpidioksidin tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuosina 2021-2024 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös ilmanlaatuasetuksen ohjearvo (150 µg/m³).

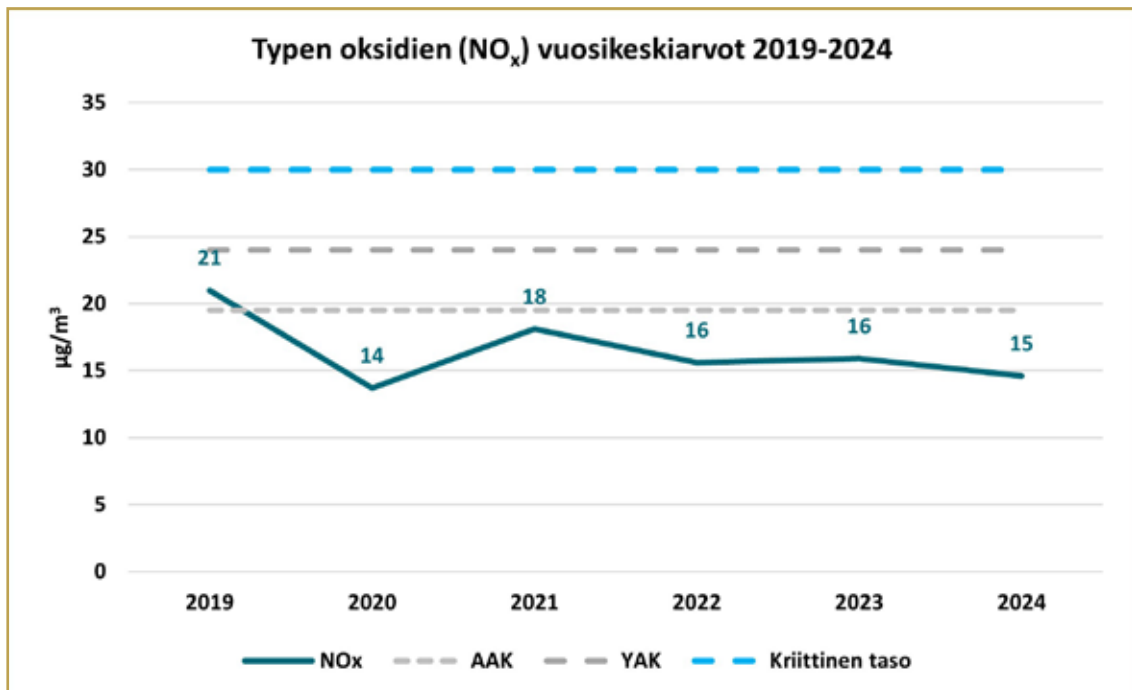


Kaavio 11: Typpidioksidin vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuosina 2021-2024 Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös ilmanlaatuasetuksen ohjearvo (70 µg/m³).

Raportin liitteessä 1 on koottuna yhteenvertaustavalla tyypidioksidin edellä olevien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna.

Typen oksideille on määritelty metsä- ja maaseutualueilla kasvillisuuden suojelemiseksi vuosikeskiarvon kriittinen taso 30 µg/m³. Kaa-

viossa 12 on esitetty typen oksidien vuosikeskiarvot viideltä vuodelta. Vuonna 2024 keskiarvo oli 14,6 µg/m³. Raahe ei kaupunkina ole lain määrittelemä metsä- tai maaseutualue, mutta pitoisuuksia seurataan kasvillisuuden takia. Typen oksidipitoisuudet ovat laskeneet viime vuosina lähes samassa suhteessa typpidioksidipitoisuuksien kanssa.



Kaavio 12: Typen oksidien (NO_x) vuosikeskiarvot Keskustassa. Kaavioon on merkitty myös kriittinen taso ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$), alempi arviointikynnys ($19,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja ylempi arviointikynnys ($24 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

9. RIKKIDIOKSIDI (SO_2)

Rikkidioksidia mitataan jatkuvatoimisesti Lapaluodon asemalla, koska rikkidioksidia muodostuu merkittävimmin teollisuuden vaikutuksesta. Vuonna 2024 rikkidioksidilla ei tapahtunut yhtään raja-arvon ylitystä. Koko vuoden mittaustuloksia on käytettävissä 98,3 %, mikä täyttää lainsäädännön vaatimukset ajallisesta kattavuudesta vuosikeskiarvon osalta. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 9.2.

Rikkidioksidi (SO_2) on vesiliukoinen, väritön ja suurissa pitoisuuksissa kitkerän hajuinen, ärsyttävä kaasu. Rikkidioksidi on peräisin teollisuudesta ja energiantuotannosta, ja tieliikenteen osuus päästöistä on pieni.

Rikkidioksidipitoisuudet laskivat voimakkaasti erityisesti 1980-luvulla, jolloin rikkidioksidipäästöjä alettiin rajoittaa happosateiden aiheuttamien metsävaurioiden ja vesistöjen happamoitumisten takia.

9.1. Rikkidioksidipitoisuudet lainsäädännössä

Ilmanlaatuasetuksen mukaisesti rikkidioksidi on määritetty seuraavat raja-arvot tunti- ja vuorokausipitoisuuksille sekä vuorokausiarvon ylempi ja alempi arviointikynnys (taulukot 14 ja 15), jotka ovat olleet voimassa 1.1.2005 alkaen. Raja-arvon lisäksi on annettu varoituskynnyksisarvo, joka on $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mitattuna kolmen peräkkäisen

tunnin aikana. Varoituskynnyksisarvon ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen voi vaarantaa ihmisen terveyttä. Raahessa näin korkeita pitoisuuksia ei ole mitattu varoituskynnyksisarvon voimaantulon jälkeen.

Vuodesta 1996 alkaen on ollut voimassa ohjearvot rikkidioksidin kuukauden tuntiarvojen

99. prosenttipisteelle sekä kuukauden toiseksi suurimmalle vuorokausiarvolle.

Ennen vuotta 2005 on ollut voimassa vuosikeskiarvolle ohjearvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on korvattu tunti- ja vuorokausikeskiarvojen raja-arvoilla. Metsä- ja maaseutualueille on kuitenkin kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi määritetty vuosikeskiarvolle ns. kriittisen tason raja-arvo $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (taulukko 16), joka on ollut voimassa 15.8.2001

alkaen. Raahe ei kaupunkina ole lain määrittelemä metsä- tai maaseutualue, mutta pitoisuuksia seurataan kasvillisuuden takia.

WHO:n uudistuneissa ohjearvoissa rikkidioksidin vuorokausiarvoa nostettiin $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$:stä tasolle $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, koska tutkimuksissa on saatu poissulkevaa näyttöä terveysvaikutuksista alhaisilla tasoilla. Lisäksi WHO on määritellyt ohjearvon $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rikkidioksidin 10 minuutin keskiarvolle.

Taulukko 14: Rikkidioksidin tuntikeskiarvon raja-arvo ja ohjearvo (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

SO ₂ (1 h)	Raja-arvo ^{1,2)}	Ohjearvo ³⁾
Numeerinen arvo	$350 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$250 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sallittujen ylitysten määrä	24 kpl	
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa 3) Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste, (20 °C, 1 atm)		

Taulukko 15: Rikkidioksidin vuorokausikeskiarvon raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys, ohjearvo (VNa 79/2017, VNp 480/1996) sekä WHO:n ohjearvot.

SO ₂ (1 vrk)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Ohjearvo ^{3,4)}	WHO:n ohjearvo ⁵⁾
Numeerinen arvo	$125 \mu\text{g}/\text{m}^3$	40 % ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	60 % ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sallittujen ylitysten määrä	3 kpl	3 kpl	3 kpl		3 kpl
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa 3) 20 °C, 1 atm 4) Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo 5) 10 minuutin WHO:n ohjearvo on $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$					

Taulukko 16: Rikkidioksidin vuosikeskiarvon ja talvikauden (1.10.–31.3.) kriittinen taso sekä alempi ja ylempi arviointikynnys metsä- ja maaseutualueille (VNa 79/2017, VNp 480/1996).

SO ₂ (1 v ja talvikausi ¹⁾) ²⁾ metsä ja maaseutualue	Kriittinen taso ³⁾	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	$20 \mu\text{g}/\text{m}^3$	40 % ($8 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	60 % ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
1) 1.10.-31.3. 2) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 3) Lämpötilassa 293 K, paineessa 101,3 kPa			

9.2. Rikkidioksidimittaukset vuonna 2024

Raahessa rikkidioksidia mitataan jatkuvatoimisesti Lapaluodon mittausasemalla UV-fluoresenssiin perustuvalla Thermo Electron model 43i –mittauslaitteella. Vuonna 2024 mittauksissa oli muutamia pidempiä mittauskatkoja, jotka johtuivat pumpun hajoamisesta sekä lyhyempiä katkoksia huolloista ja kalibroinneista johtuen. Koko vuoden tuntidataa on käytettävissä 98,3 %.

Kaavioissa 13–15 on rikkidioksidin tunti- ja vuorokausikeskiarvot viime vuodelta, sekä vuosikeskiarvot vuosilta 2015–2024. Vuonna 2024 rikkidioksidin korkein mitattu tuntiarvo oli 190,0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuoden aikana ei mitattu yhtään ilmanlaatuasetuksen mukaista tuntiohjearvon tai tuntiraja-arvon ylitystä. Vuorokausikeskiarvon raja-arvon ylityksiä ei myöskään ollut yhtään vuoden aikana. WHO:n vuorokausikeskiarvon ohjearvo ylittyy yhtenä päivänä, mutta tätä ei lasketa vielä ylitykseksi, koska ohjearvo katsotaan ylittyneeksi vasta kolmen ylityspäivän jälkeen.

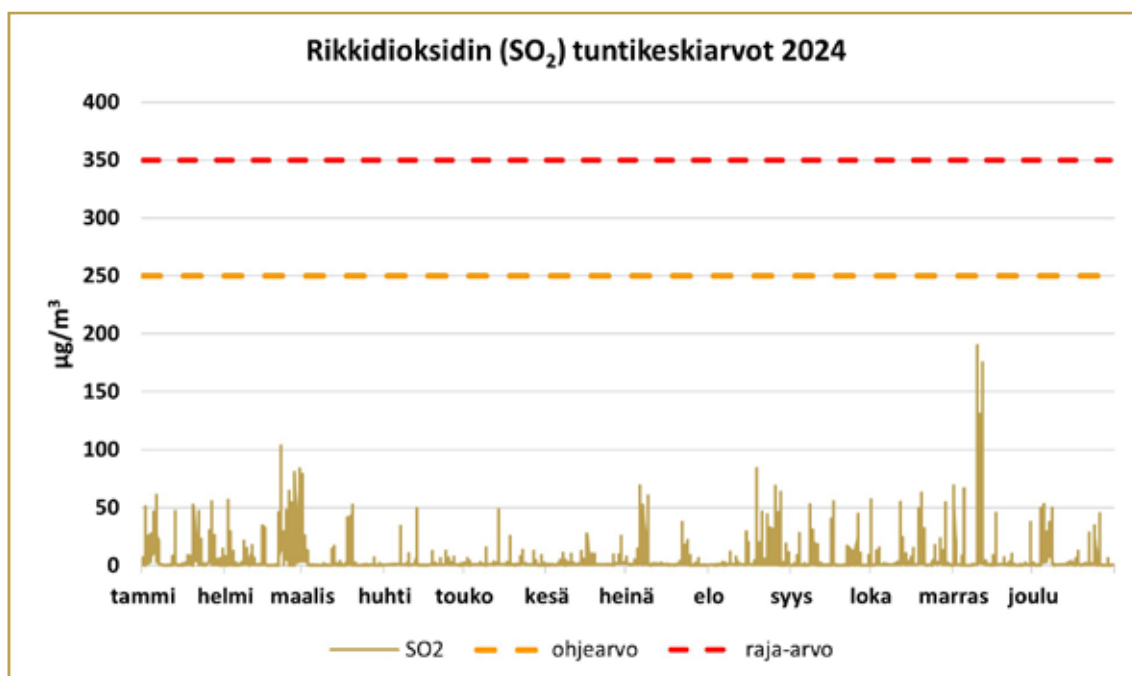
Vuonna 2024 rikkidioksidin vuosikeskiarvo on samaa tasoa kuin aiempina vuosina. Vuosikes-

kiarvon kriittinen taso (20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) on huomattavasti suurempi, kuin mitattu 3,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Kaaviossa 16 on esitetty rikkidioksidin 10 minuutin keskiarvot vuonna 2024. Kaaviossa nähdään, että suurin 10 minuutin keskiarvo on 233,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on reilusti alle WHO:n asettaman ohjearvon (500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Kaavioissa 17 ja 18 on esitetty rikkidioksidin tuntiohjearvoon (kuukauden tuntiarvojen 99 % -piste) ja vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain neljältä vuodelta. Tuntiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 13 – 121 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joten ohjearvo (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ei ylittynyt. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2024 välillä 5– 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joten myöskään tuntiohjearvo (80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ei ylittynyt.

Raportin liitteessä 2 on koottuna yhteenvetomaisesti rikkidioksidin seuraavien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna.



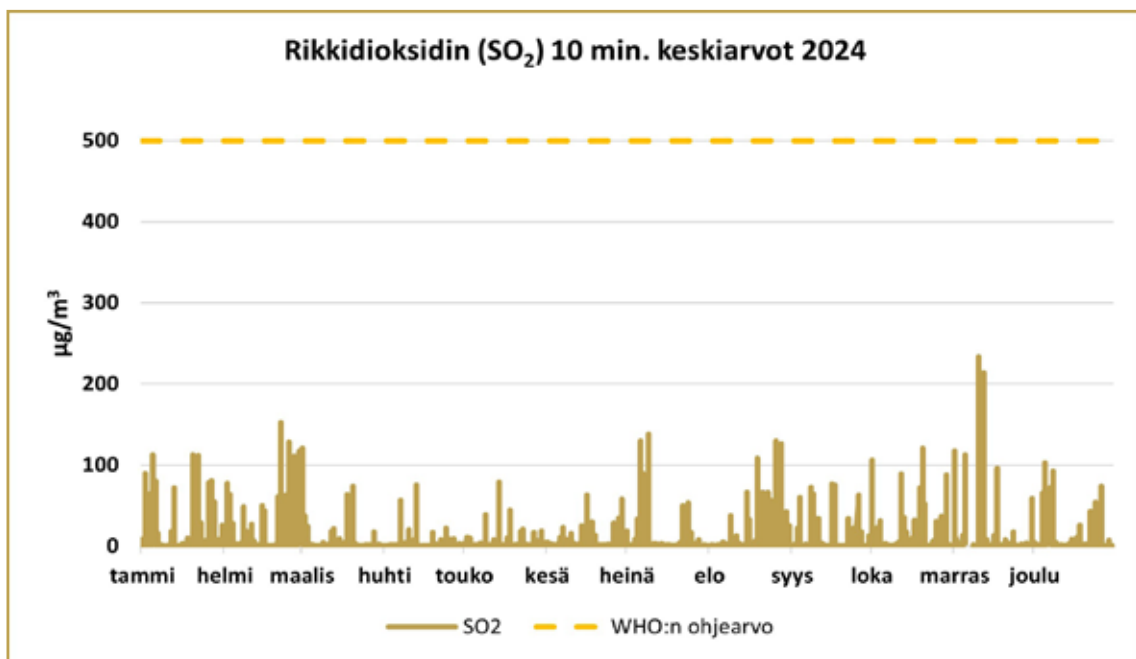
Kaavio 13: Rikkidioksidin tuntikeskiarvot Lapaluodossa sekä ilmanlaatuasetuksen mukaiset tuntikeskiarvon ohjearvo (250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja raja-arvo (350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



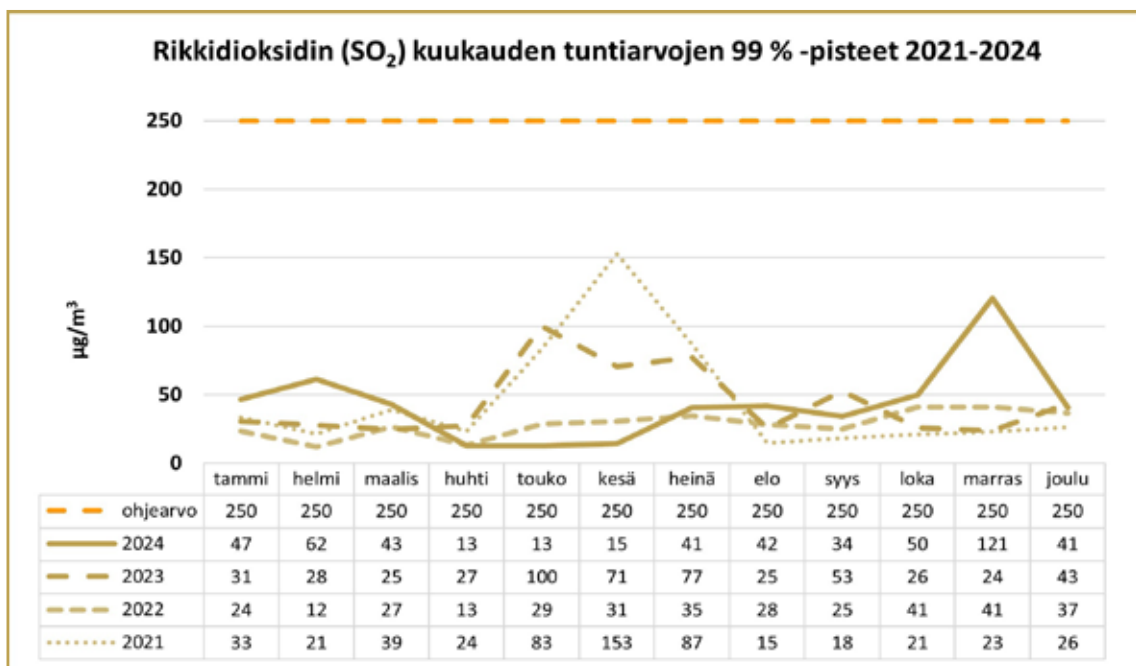
Kaavio 14: Rikkidioksidin vuorokausikeskiarvot Lapaluodossa sekä vuorokausikeskiarvon raja-arvo (125 µg/m³) ja WHO:n ohjearvo (40 µg/m³).



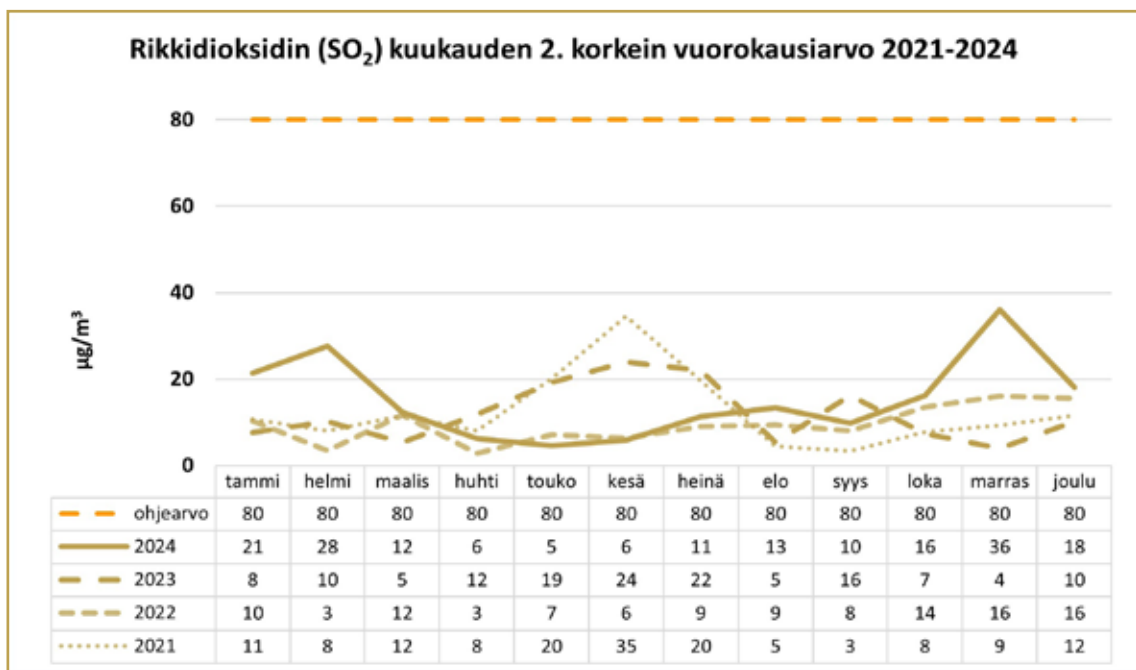
Kaavio 15: Rikkidioksidin vuosikeskiarvot Lapaluodossa 2015–2024. Vuosikeskiarvon kriittinen taso (20 µg/m³) on huomattavasti suurempi, kuin aikajakson suurin arvo.



Kaavio 16: Rikkidioksidin 10 minuutin keskiarvot ja WHO:n ohjearvo (500 µg/m³).



Kaavio 17: Rikkidioksidin tuntiarvoon verrannolliset pitoisuudet 2021-2024 kuukausittain Lapaluodossa. Kaavioon on merkitty myös ilmanlaatuasetuksen ohjearvo (250 µg/m³).



Kaavio 18: Rikkidioksidin vuorokausiohjeeseen verrannolliset pitoisuudet kuukausittain 2021-2024 Lapaluodossa. Kaavioon on merkitty myös ilmanlaatuasetuksen ohjearvo (80 µg/m³).

10. HENGITETTÄVÄT HIUKKASET (PM₁₀)

Hengitettäviä hiukkasia mitataan jatkuvatoimisesti sekä Keskustan että Lapaluodon asemilla. Hiukkasia muodostuu teollisuuden ja liikenteen prosesseissa sekä luonnonilmiöiden seurauksena. Vuoden aikana sattui yhteensä neljä vuorokausiraja-arvon ylitystä, jotka kaikki tapahtuivat Lapaluodossa. Lain mukaisesti vuorokausiraja-arvon ylityksiä saa tapahtua vuoden aikana 35 kertaa. Ylitykset tapahtuivat helmi-, touko ja syyskuussa. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo ei ylittynyt. Koko vuoden mittaustietoja on käytettävissä Keskustassa 99,8 % ja Lapaluodossa 99,5 % vuoden tunneista, mitkä täyttävät lainsäädännön vaatimuksen ajallisesta kattavuudesta. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 10.2.

Raahessa mitataan ilmanlaadun mittauksissa hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀), jotka ovat halkaisijaltaan alle 10 mikrometrin (µm) kokoisia. Nimensä mukaisesti ne voivat kulkeutua hengitettäessä suoraan hengityselimiin. Polttoaineiden palamisessa syntyy myös pienhiukkasia (PM_{2,5}), joiden halkaisija on alle 2,5 µm. Pienhiukkaset voivat kulkeutua hengitysilman mukana hengitystiehyihin.

Luonnosta peräisin olevat hiukkaset voivat olla esimerkiksi siitepölyä tai merisuolaa. Ilmanlaadussa mitataan hengitettävien hiuk-

kasten kokonaismäärän lisäksi niiden kemiallista koostumusta, joista analysoidaan niihin sitoutuneita raskasmetalleja ja hiilivetyjä.

Kaupunki-ilmassa kohonneita hiukkaspitoisuuksia esiintyy erityisesti keväällä, jolloin kuivilla ilmoilla liikenne nostaa ilmaan jauhunutta hiekoitushiekkaa ja asfalttipölyä. Katupölyn leviämisen ehkäisemiseksi on kuitenkin olemassa erilaisia keinoja, kuten teiden puhdistamisessa käytettävät menetelmät ja puhdistamisen ajoitus esim. sateisten päivien jälkeen.



10.1. Hiukkaspitoisuudet lainsäädännössä

Hengitettävien hiukkasten raja-arvot (taulukot 17–18) ovat olleet voimassa 1.1.2005 alkaen. Tätä ennen on ollut käytössä vuosikeskiarvon tavoiteraja-arvo $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuoteen 1995 saakka ja vuosina 1996–1999 ohjearvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

WHO:n uudistuneissa ohjearvoissa hengitettävien hiukkasten vuosiohjearvo putosi aiemmasta $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$:sta tasolle $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Uusi vuorokausiohjearvo on $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jossa sallittujen ylitysten määrä on ainoastaan kolme kappaletta vuodessa.

Taulukko 17: Hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvon raja-arvo, ohjearvo, alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017, VNp 480/1996) sekä WHO:n ohjearvo.

PM ₁₀ (1 vrk)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Ohjearvo ^{3,4)}	WHO:n ohjearvo
Numeerinen arvo	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ($25 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	75 % ($35 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$	$45 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Sallittujen ylitysten määrä	35 kpl	35 kpl	35 kpl		3 kpl

- 1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita
 2) Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa
 3) Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
 4) 20°C , 1 atm

Taulukko 18: Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvon raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017) sekä WHO:n ohjearvo.

PM ₁₀ (1 v)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	WHO:n ohjearvo
Numeerinen arvo	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	70 % ($28 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$15 \mu\text{g}/\text{m}^3$

- 1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita
 2) Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa

10.2. Hengitettävät hiukkaset 2024

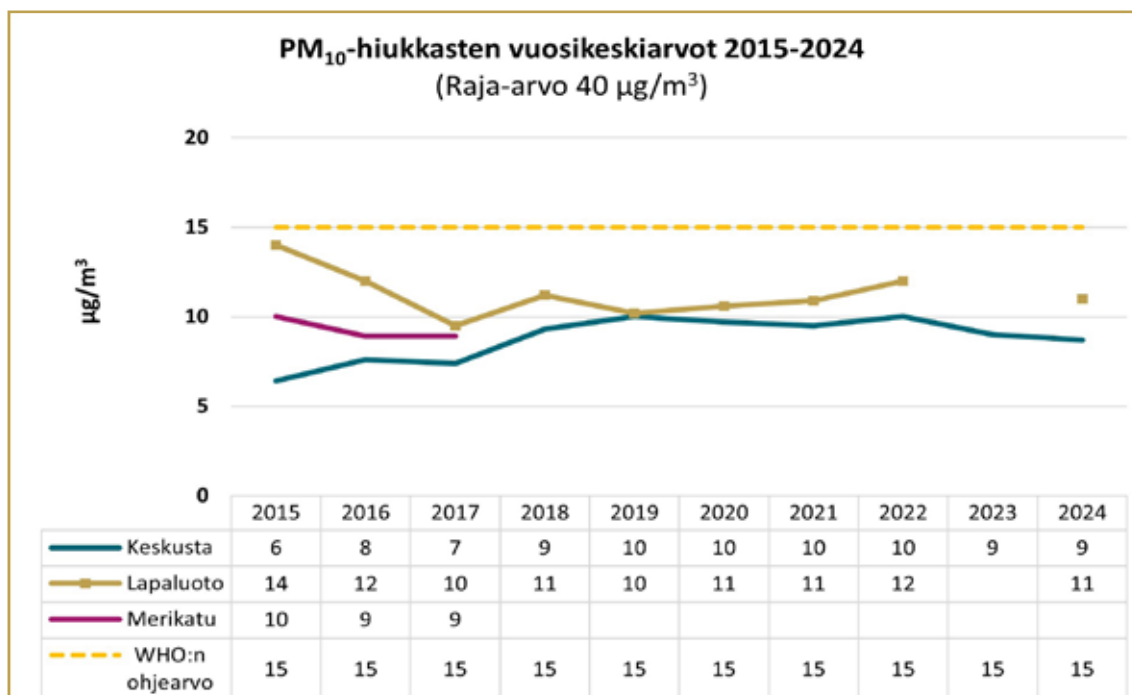
Raahessa hiukkasia mitataan molemmilla mitausasemilla. Jatkuvatoimisesti määritetään hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) kokonaispitoisuutta Lapaluodossa värähtelevään mikrovaakaan perustuvalla Teomin 1400A mittalaitteella ja Keskustassa Fidas 200E mittalaitteella, joka on aerosolispektometri. Fidas 200E analysoi pienhiukkasten lukumäärää kokoluokissa $180\text{ nm} - 18\text{ }\mu\text{m}$. Mittaustuloksista lasketaan PM_{10} ja $PM_{2.5}$ hiukkasten massapitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Näiden lisäksi molemmilla mitta-asemilla on Leckel SEQ 47/50 -keräimet, jotka keräävät tasaisin väliajoin vuorokauden ajan ympäröivää ilmaa suodattimille, jotka lähetetään laboratorioon ja joista mitataan PAH-yhdisteitä tai raskasmetalleja. Näitä tuloksia on käsitelty omissa kappaleissaan.

Vuonna 2024 hiukkasmittauksissa sattui vain muutamia korkeintaan parin tunnin kestäneitä katkoksia, jotka aiheutuivat kalibroinneista ja huolloista. Koko vuoden tuntidataa on käytettävissä Keskustasta 99,8 % ja Lapaluodosta 99,5 %. Ajalliset kattavuudet täyttivät kummallakin asemalla lainsäädännön vaatimuksen.

Kaaviossa 19 on koottu vuosikeskiarvopitoisuudet viimeisen 10 vuoden ajalta numeroarvoineen. Kaavion perusteella nähdään, että kymmenessä vuodessa hiukkaspitoisuudet ovat pysyneet saman tasoisina ilman isoja vaihteluja. Koko vuoden keskiarvot Keskustassa $8,7\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Lapaluodossa $11,0\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ ovat selvästi alle vuosikeskiarvon raja-arvon $40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös WHO:n uudistunut ohjearvo on alitettu jokaisena vuotena viimeisen kymmenen vuoden aikana. Vuoden 2023 tulos Lapaluodosta puuttuu, koska vuoden tulokset hylättiin laitevian vuoksi.

Vuosi 2024 oli poikkeuksellinen Keskustassa, koska katupölyaikana keväällä pitoisuudet eivät nousseet raja-arvon yli.

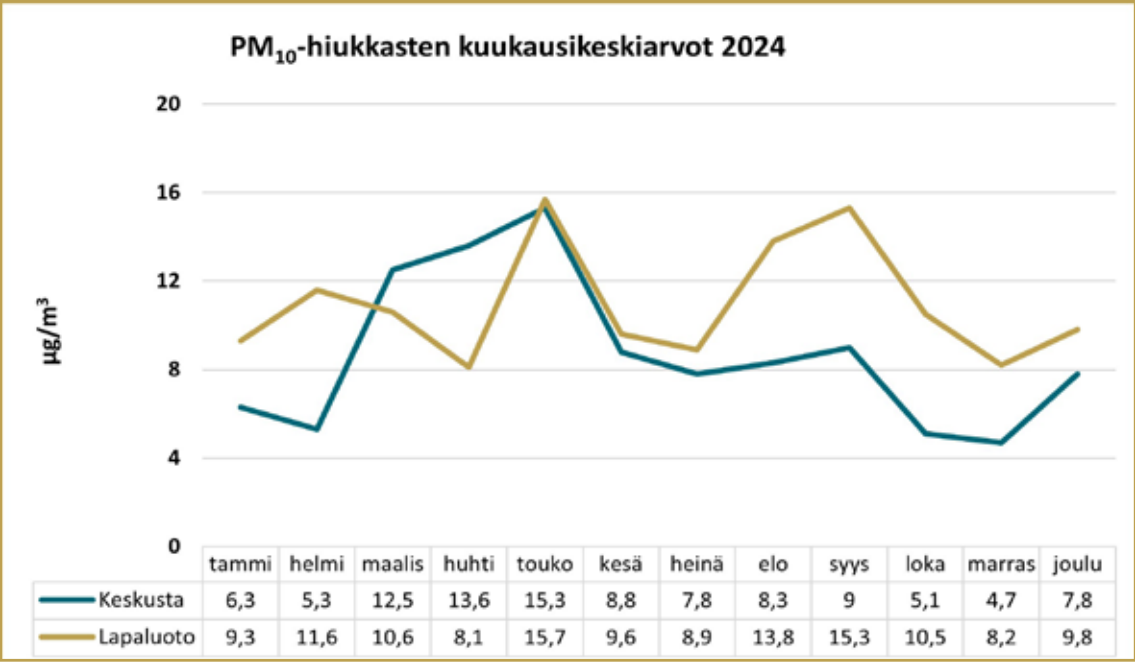
Kaaviossa 20 on hiukkaspitoisuuksien kuukausikeskiarvot, ja kaaviossa 21 on hiukkaspitoisuuksien vuorokausikeskiarvot. Hengitettävälle hiukkasille on määritelty vuorokausikohtainen raja-arvon numeroarvo $50\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, joka ylittyi vuonna 2024 Raahessa neljä kertaa. Ylitykset tapahtuivat Lapaluodossa helmi-, touko- ja syyskuussa. Numeroarvon sallittujen ylitysten määrä vuodessa on 35 ennen kuin raja-arvo ylittyy.



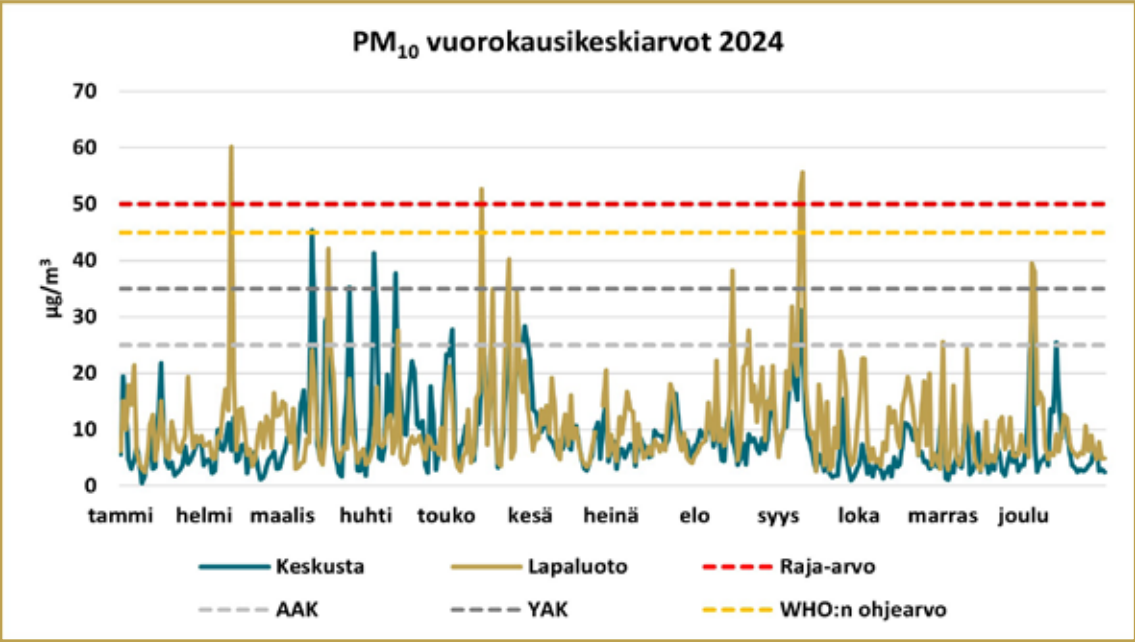
Kaavio 19: Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot 2015–2024. Kaavioon on merkitty lisäksi WHO:n ohjearvo. Vuosikeskiarvon raja-arvo on $40\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Raportissa tulokset on esitetty talvi- ja kesä-ajassa. Ilmatieteenlaitos seuraa ja raportoi kaikki tulokset talviajassa. Toisinaan tämä vaikuttaa ylityksiin, mutta vuonna 2024 kaikki ylitykset näkyivät samalla tavalla kesä- ja talviajassa seurattuna.

WHO:n ohjearvo ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$) kuitenkin ylittyi Lapaluodossa, koska siinä sallittujen numeroarvojen ylitysten määrä on kolme ja ylityksiä tapahtui vuonna 2024 neljä kertaa. Keskustassa WHO:n ohjearvon numeerisia ylityksiä tapahtui yksi, joka ei vielä aiheuta ohjearvon ylitystä.



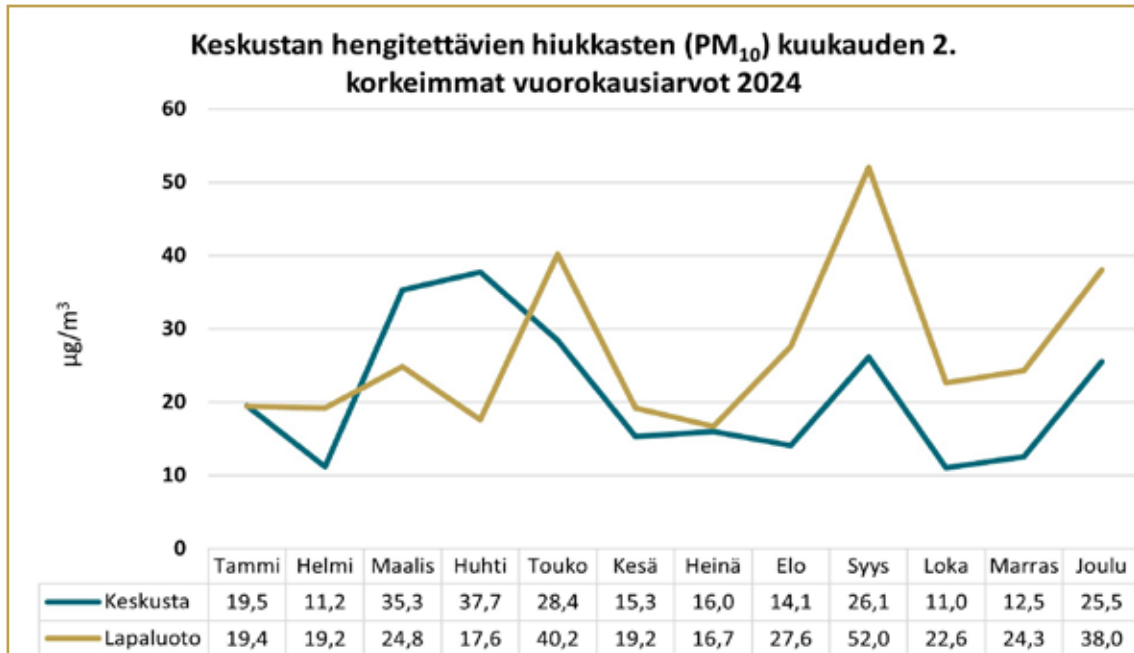
Kaavio 20: Hengitettävien hiukkasten kuukausikeskiarvot.



Kaavio 21: PM₁₀ vuorokausikeskiarvot. Vuoden aikana sattui yhteensä neljä raja-arvon ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ylitystä Keskustassa. Kaavioon on merkattu raja-arvon lisäksi ylempi (YAK, $35 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ja alempi (AAK, $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$) arviointikynnys sekä WHO:n ohjearvo ($45 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Kaaviossa 22 on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausikeskiarvoon (kuukauden toiseksi korkein vuorokausiarvo) verrannolliset pitoisuudet kuukausittain vuonna 2024. Vuorokausiohjearvoon verrannolliset pitoisuudet vaihtelivat Keskustassa välillä 11-38 ja Lapaluodossa välillä 17-52 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joten ohjearvo (70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ei ylittynyt.

Raportin liitteeseen 3 on koottuna yhteenvertomaisesti hengitettävien hiukkasten edellä olevien kaavioiden lukuarvot kuukausitasolla tarkasteltuna. Toisin kuin typpi- ja rikkidioksidilla, hengitettäville hiukkasille ei ole määritetty tuntiohjearvoon (kuukauden tuntiarvojen 99 % -piste) verrattavia lukuarvoja, joten näitä ei ole myöskään taulukoituna.



Kaavio 22: Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) kuukauden 2. suurimmat vuorokausiarvot kuukausittain Keskustan mitausasemalla.



11. PIENHIUKKASET (PM_{2,5})

Pienhiukkasia mitataan jatkuvatoimisesti Keskustan asemalla. Vuosi 2024 oli pitkästä aikaa ensimmäinen kokonainen vuosi, jolloin Raahessa mitattiin pienhiukkasia. Aikaisemmin pienhiukkasia mitattu Merikadulla vuoteen 2017 saakka. Pienhiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat liikenteen ja puunpolton päästöt. Lisäksi pienen kokonsa vuoksi pienhiukkaset pysyvät kauan ilmassa ja kulkeutuvat ilmvirran mukana jopa tuhansia kilometrejä. Pienhiukkasia pidetään erityisen haitallisina terveydelle. Hiukkasten vuosikeskiarvo ei ylittänyt vuosiraja-arvoa. Koko vuoden mittaustietoja on käytettävissä 99,8 %, mikä täyttää lainsäädännön vaatimuksen ajallisesta kattavuudesta. Tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 11.2.

Kaasujen ohella ilmakehässä, etenkin sen alaosissa, on vaihtelevia määriä nestemäisiä ja kiinteitä epäpuhtauksia eli aerosolihiukkasia. Halkaisijaltaan alle 2.5 mikrometrin (μm) hiukkasia kutsutaan pienhiukkasiksi (PM_{2,5}). Pienhiukkaset ovat osa hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀). Ilmanlaadun tarkkailussa on tarpeen kiinnittää huomio yhä pienempiin hiukkaskokoihin, sillä pienemmät hiukkaset tunkeutuvat hengitysilman mukana syvemmälle hengitystiehyihin aiheuttaen terveyshaittoja kuten hengitystie- ja sydänoireita.

Pienhiukkasia on ilmakehässä sekä luonnostaan että ihmisen toiminnan seurauksena. Pienhiukkasia tulee ilmaan polttoaineiden palamisessa, kuten puun pienpoltossa ja liikenteessä. Pienhiukkasiksi muuntuvat myös ilmaan päästetyt rikkidioksidi- ja typpidioksidikaasut. Luonnollisia pienhiukkasia ovat esimerkiksi merisuola hiukkaset.

Pienen kokonsa vuoksi nämä hiukkaset ovat yksittäisinä hiukkasina liian pieniä silmin havaittaviksi, mutta ilmakehässä olevat hiukkaset näkyvät esimerkiksi voimakkaamman värisinä auringonlaskuina. Ilmakehän pienhiukkaset sirottavat auringonsäteilyä ja auringonlasku muuttuu sitä punaisemmaksi, mitä enemmän auringonsäteistä siroaa pois lyhyitä sinisiä aallonpituuksia.

Pienhiukkaset voivat kulkeutua ilmamassojen mukana jopa tuhansia kilometrejä ja poistuvat ilmakehästä tehokkaasti vasta sateen mukana. Kaukokulkeutuma ilmenee usein samanaikaisina kohonneina pitoisuuksina laa-

joilla alueilla. Esimerkiksi suurten metsäpalojen hiukkaset kulkeutuvat kauaksi ja näkyvät voimakkaan värisinä auringonlaskuina jopa eri mantereilla.



11.1. Pienhiukkaset lainsäädännössä

Pienhiukkasten raja-arvo on ollut voimassa 1.1.2010 alkaen. Taulukossa 19 on esitetty pienhiukkasten raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys sekä WHO:n ohjearvo.

WHO on julkaissut jo aiemmin terveysperusteisia ohjearvoja. Vuodesta 2005 alkaen pien-

hiukkasten vuosikeskiarvon ohjearvo oli $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mutta tämä tiukentui vuonna 2021 WHO:n julkaistessa päivitetyt ohjearvot.

Uusin WHO:n julkaisema vuorokausikeskiarvo on $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, jossa sallittujen ylitysten määrä on ainoastaan kolme kappaletta vuodessa.

Taulukko 19: Pienhiukkasten vuosikeskiarvon raja-arvo, alempi ja ylempi arviointikynnys (VNa 79/2017) sekä WHO:n ohjearvo.

PM _{2,5} (1 v)	Raja-arvo ^{1,2)}	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	WHO:n ohjearvo
Numeerinen arvo	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$	50 % ($12 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	70 % ($17 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	$5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita				
2) Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa				

11.2. Pienhiukkaset 2024

Raahessa pienhiukkasia mitataan jatkuvatoimisesta Keskustan asemalla. Pienhiukkasten mittaus aloitettiin uudestaan 2024, kun se tuli mahdolliseksi laitehankinnan vuoksi. Fidas 200E mittaa samaan aikaan hengitettäviä hiukkasia ja pienhiukkasia. Aikaisemmin pienhiukkasia on mitattu Merikadun mittausasemalla 2009-2017. Pienhiukkasten mittaaminen lopui muutamaksi vuodeksi, kun Merikadun jatkuvatoimiset mittaukset lopetettiin.

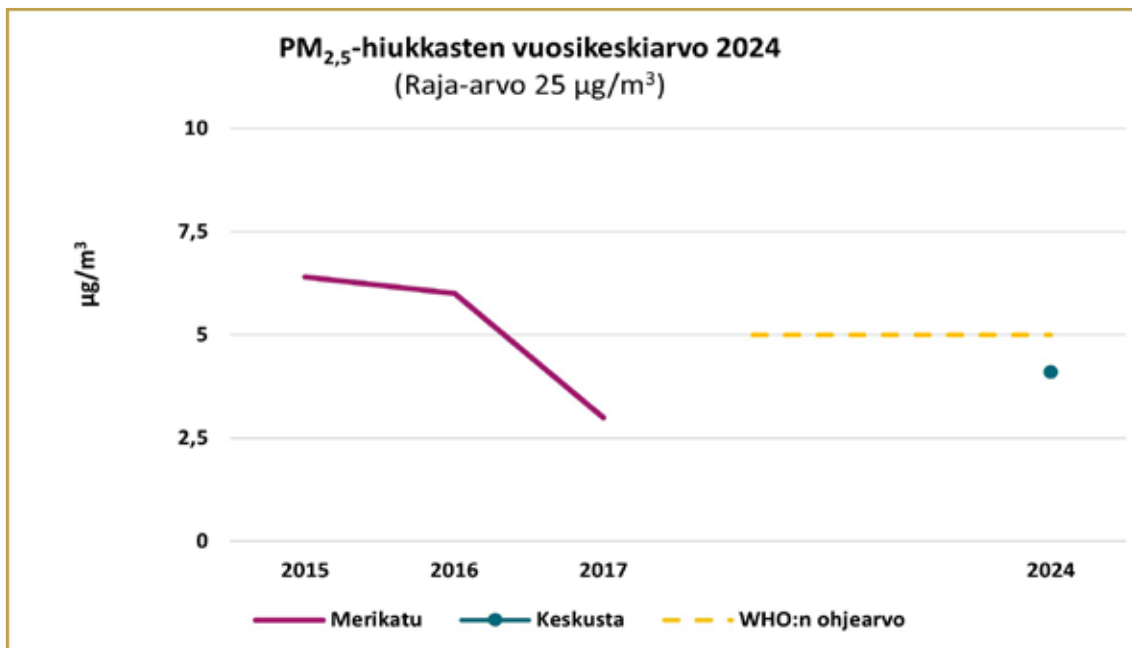
Vuonna 2024 hiukkasmittauksessa sattui muutamia lyhyitä katkoksia johtuen kalibroinneista. Koko vuoden tuntidataa on käytettävissä 99,8 %. Ajallinen kattavuus täyttää lainsäädännön vaatimuksen.

Kaaviossa 23 on esitetty pienhiukkasten vuosikeskiarvo vuodelta 2024. Koko vuoden keskiarvo oli $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka alittaa raja-arvon ja WHO:n ohjearvon. Lisäksi kaaviossa on vertailun vuoksi Merikadun vuosikeskiarvot vuosilta 2015-2017.

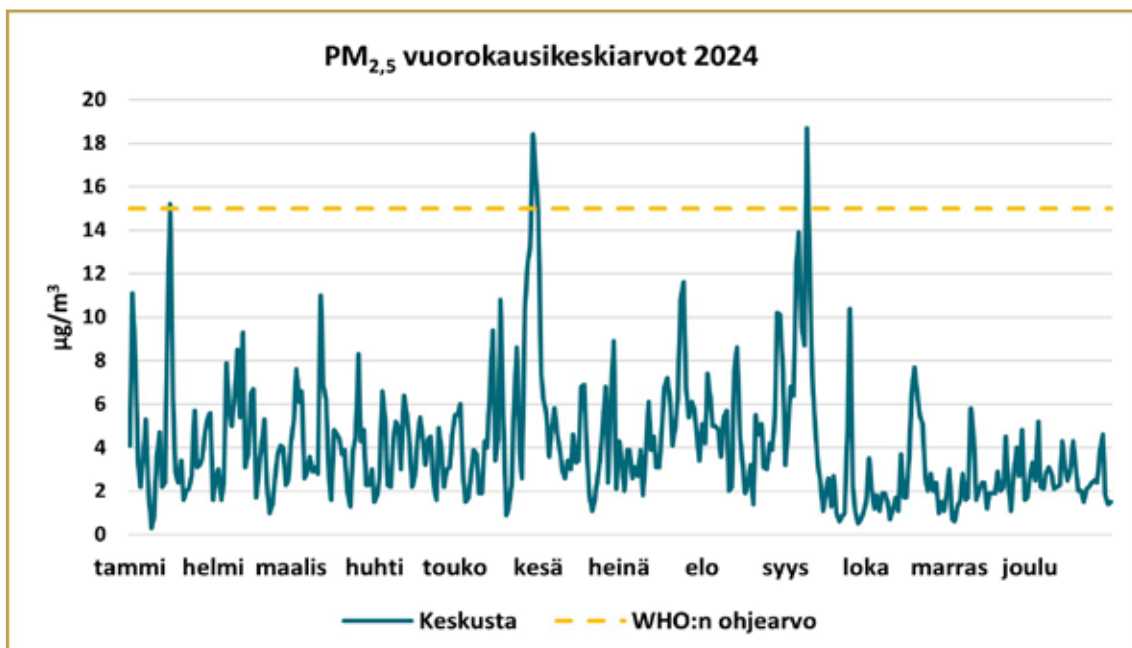
Kaaviossa 24 on esitetty hengitettävien hiukkasta vuorokausikeskiarvot. Vuoden aikana sattui kolme WHO:n vuorokausiohjearvon ylitystä. Vuorokausiohjearvo saa ylittyä kolme kertaa vuoden aikana, joten varsinaista

WHO:n ohjearvon ylitystä ei tapahtunut. Kaksi ylitystä tapahtui toukokuun lopussa ja yksi syyskuussa. Syyskuun ylityspäivänä tapahtui saman aikaisesti Lapaluodossa hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon ylitys.





Kaavio 23: Pienhiukkasten vuosikeskiarvo. Kaavioon on merkitty lisäksi WHO:n ohjearvo. Vuosikeskiarvon raja-arvo on 25 µg/m³.



Kaavio 24: Pienhiukkasten vuorokausikeskiarvot. Kaavioon on merkitty lisäksi WHO:n ohjearvo 15 µg/m³, joka saa ylittyä kolme kertaa vuoden aikana.

12. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT PAH-YHDISTEET

PAH-yhdisteitä mitataan säännöllisinä kertaluonteisina vuorokausinäytteinä sekä Keskustassa että Lapaluodossa kerätyistä hengitettävien hiukkasten suodatinnäytteistä. PAH-yhdisteet ovat yleisnimitys polysyklisille aromaattisille hiilivedyille, joita syntyy mm. epätäydellisen palamisen seurauksena. PAH-yhdisteiden tiedetään olevan syöpävaarallisia. PAH-yhdisteiden merkkiaineena pidetään bentso(a)pyreeniä, jolle on asetettu lainsäädännössä tavoitearvo 1 ng/m^3 , joka mahdollisuuksien mukaan tulee alittaa. Lapaluodon vuosikeskiarvo oli $3,38 \text{ ng/m}^3$ ja Keskustan vuosikeskiarvo oli $0,94 \text{ ng/m}^3$. Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kaikkien PAH-yhdisteiden osalta kappaleesta 12.2.2. ja bentso(a)pyreenin osalta kappaleesta 12.2.1.

Lyhenne PAH tulee sanoista polysyklinen aromaattinen hiilivety, joten "PAH-yhdiste" on yleisnimitys tällaiselle yhdistelmäryhmälle. PAH-yhdisteitä syntyy orgaanisen aineen epätäydellisessä palamisessa, joista kaupunki-ilmassa merkittävintä on puun pienpoltto sekä tieliikenteen pakokaasut. Teollisuudessa erityisesti koksaamoilla ja valimoilla syntyy PAH-yhdisteitä. PAH-yhdisteiden tiedetään olevan karsinogeenisiä, eli syöpävaarallisia.

PAH-yhdisteet ovat kiinnittyneinä hiukkasiin, joista ne voidaan mitata keräämällä näytteitä suodattimelle ja analysoimalla suodattimet laboratoriossa.



12.1. PAH-pitoisuudet lainsäädännössä

PAH-yhdisteiden merkkiaineena käytetään bentso(a)pyreeniä, jolle myös lainsäädännössä on määritelty ainoa PAH-yhdisteitä koskeva numeerinen rajoite. Tavoitearvo on raja-arvoa lievempi arvo, joka tulee mahdollisuuksien mukaan alittaa. Bentso(a)pyreenin tavoitearvo (taulukko 20) on annettu ns. metalliasetuksessa, joka on astunut voimaan 1.1.2013. Muista raja-arvoista poiketen metalliasetuksessa määritettyjen epäpuhtauksien tavoitearvo on kertaluokkaa pienemmässä yksikössä. Yleensä raja-arvot ovat mikrogrammaa kuutiometrissä ($\mu\text{g/m}^3$, $\mu=10^{-6}$), kun metalliasetuksen tavoitearvoille yksikkö on nanogrammaa kuutiometrissä (ng/m^3 , $\text{n}=10^{-9}$).

Taulukossa 20 on kuvattu tavoitearvon lisäksi myös ylempi- ja alempi arviointikynnys.

Bentso(a)pyreenin ajallisen kattavuuden vaatimukset on määritelty metalliasetuksessa, ja ne on koottu taulukkoon 21, johon on laskettu myös viikoittain otettavien vuorokausinäytteiden vähimmäismäärä, jotta kyseinen ajallisen kattavuuden vaatimus saavutetaan. Ajallinen kattavuus määritellään koko vuoden ajalle, jotta erilaiset ilmasto-olosuhteet ja päästöjä aiheuttavien toimintojen vaikutukset olisivat aineistossa edustavasti mukana.

Taulukko 20: Hengitettävien hiukkasten sisältämän bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvon tavoitearvo, sekä ylempi ja alempi arviointikynnys (VNa 113/2017, VNa 79/2017)

B(a)P (1 v)	Tavoitearvo	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys
Numeerinen arvo	1 ng/m ³	40 % (0,4 ng/m ³)	60 % (0,6 ng/m ³)

Taulukko 21: Bentso(a)pyreenimittausten ajallisen kattavuuden vaatimukset (VnA 113/2017).

B(a)P (1 v-arvo kolmena vuotena viidestä)	Jatkuva mittaus	Suuntaa antava mittaus	Mallintaminen / päästökartoitus
Pitoisuusalue	> 0,6 ng/m ³	0,4-0,6 ng/m ³	< 0,4 ng/m ³
Ajallinen kattavuus	33 %	14 %	-
Vähimmäismäärä vuorokausinäytteitä	~2,5 krt/vko	~1 krt/vko	-

12.2. PAH-mittaukset vuonna 2024

PAH-yhdisteet ovat kiinnittyneinä hiukkasiin, joista eri yhdisteiden määrät voidaan mitata keräämällä näytteitä suodattimelle ja analysoimalla suodattimet laboratoriossa. Raahessa näytteet kerätään Leckel SEQ 47/50 suodatinkeraimilla, jotka ovat vertailumenetelmien mukaiset.

Näytteiden keräys- ja analysointitavassa tehtiin muutos 2023 alkaen. Aikaisemmin Lapa-luodossa kerättiin suodatinnäytteitä joka toinen päivä ja Keskustassa kaksi kertaa viikossa. Näytteet analysoitiin yksittäisinä. Ajalliset kattavuudet olivat 14-33 %.

Muutoksen jälkeen näytettä kerätään edelleen yhdelle suodattimelle 24 tunnin ajan, mutta nyt näytteitä on kerätty lähes jokaisena vuorokautena ja suodattimet lähetetään 2,5 viikon välein laboratorioon. Katkoksia keräyksiin aiheuttavat suodatinten vaihtopäivät, kalibrointi ja huollot. Osasta yhden jakson näytteistä analysoidaan metallit ja lopuista suodattimista kokooma-analyysinä PAH-yhdisteet. Mittausten ajallinen kattavuus on tämän vuoksi lisääntynyt aiempaan verrattuna ja Keskustassakin mittaukset täyttävät nykyään

jatkuvien mittausten vaatimuksen.

Vuonna 2024 PAH-yhdisteitä mitattiin Lapa-luodossa ja Keskustassa 278 vuorokaudelta. Ajallinen kattavuus oli kummassakin 76 %.

Kaikki mittaustulokset raportoidaan vuosittain Ilmatieteen laitokselle. Vuonna 2013 määrittelyissä, joissa tulos on ollut alle määritysrajan, on tuloksena käytetty määritysrajaa. Vuodesta 2014 alkaen on Ilmatieteen laitoksen ohjeistuksen mukaisesti alle havaintorajan/määritysrajan oleville tuloksille on käytetty havaintorajan/määritysrajan puolikasta. Vuonna 2019 ohjeistusta on tarkennettu siten, että alle havaintorajan oleville tuloksille käytetään havaintorajan puolikasta ja alle määritysrajan oleville tuloksille käytetään määritysrajaa. Laskentatavan muutokset vaikuttavat hieman vuosikeskiarvoihin, mutta vaikutukset tuloksiin ovat melko vähäisiä.

Vuonna 2024 laboratorion mittaustuloksissa on esitetty ainoastaan määritysraja, jolloin alle määritysrajan oleville tuloksille on käytetty arvona määritysrajaa.

12.3.1. Bentso(a)pyreeni

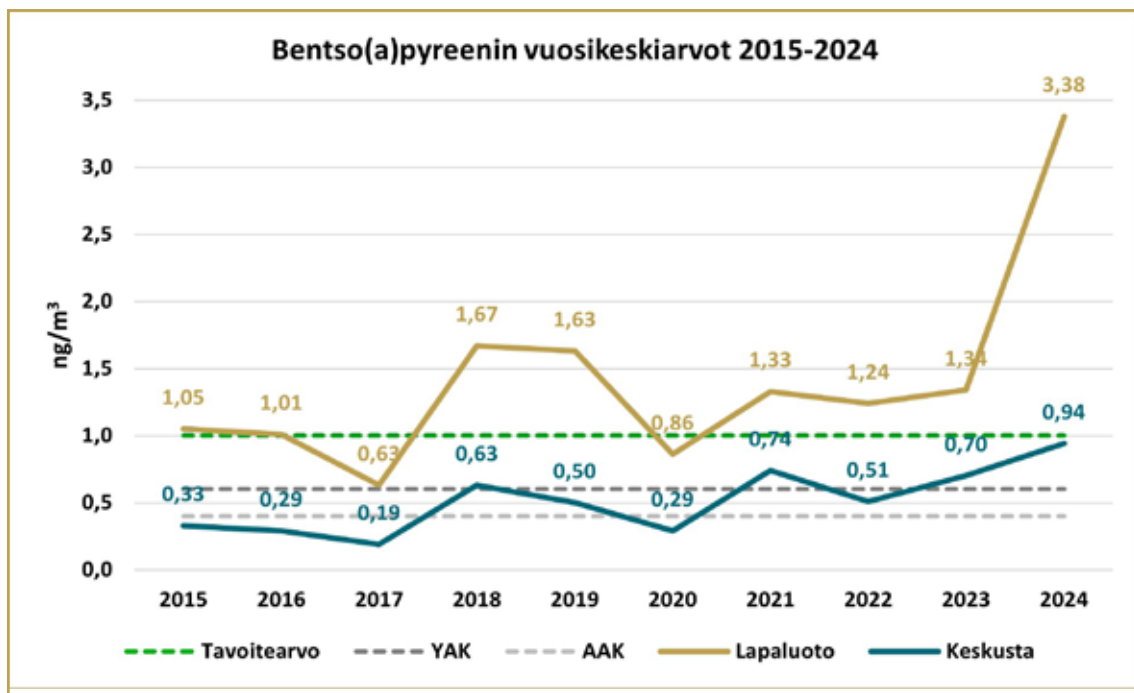
Analysointitavan muutos, yksittäisten näytteiden analysoinnista kokoomanäytteen analysointiin, vaikuttaa tulosten esittämistapaan. Kokoomanäytteiden tuloksia ei ole järkevää esittää tuulen suunnan mukaan pitoisuusruusuna, kuten aiemmin on tehty, koska tuulen suunta vaihtelee niin paljon 2,5 viikon keräysjakson aikana.

Kaaviossa 25 näkyy bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo vuodesta 2015 alkaen. Vuoden 2024 vuosikeskiarvot Lapaluodossa ($3,38 \text{ ng/m}^3$) ja Keskustassa ($0,94 \text{ ng/m}^3$) ovat suurempia kuin edellisenä vuotena. Lapaluodossa vuosikeskiarvo ylittää tavoitearvon neljäntenä vuotena peräkkäin. Keskustassa ylittyy ylempi arviointikynnys, mutta tavoitearvo kuitenkin alittuu.

Kaaviossa 26 on kuvattu kokoomanäytteiden bentso(a)pyreenipitoisuudet. Maaliskuun lopussa Lapaluodossa mitattiin poikkeuksellisen korkea Bentso(a)pyreenin pitoisuus, joka vaikuttaa huomattavasti vuosikeskiarvoon.

Bentso(a)pyreenin pitoisuuksiin vaikuttaa mm. sääolosuhteet ja puun pienpoltto. Talvella kylminä aikoina puun pienpolttoa on sel-

keästi kesää enemmän sekä ilman laimentumisolosuhteet ovat kesää heikkommat. Talvella myös PAH-yhdisteiden muuntuminen ilmakehässä on hitaampaa kuin kesällä, alemmista lämpötiloista ja vähäisemmästä valon määrästä johtuen.



Kaavio 25: Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo 2015–2024. Käyrien päällä oleva lukuarvo kuvaa kunkin vuoden mitattua vuosikeskiarvoa. YAK = Ylempi arviointikynnys ($0,6 \text{ ng/m}^3$) ja AAK = alempi arviointikynnys ($0,4 \text{ ng/m}^3$).

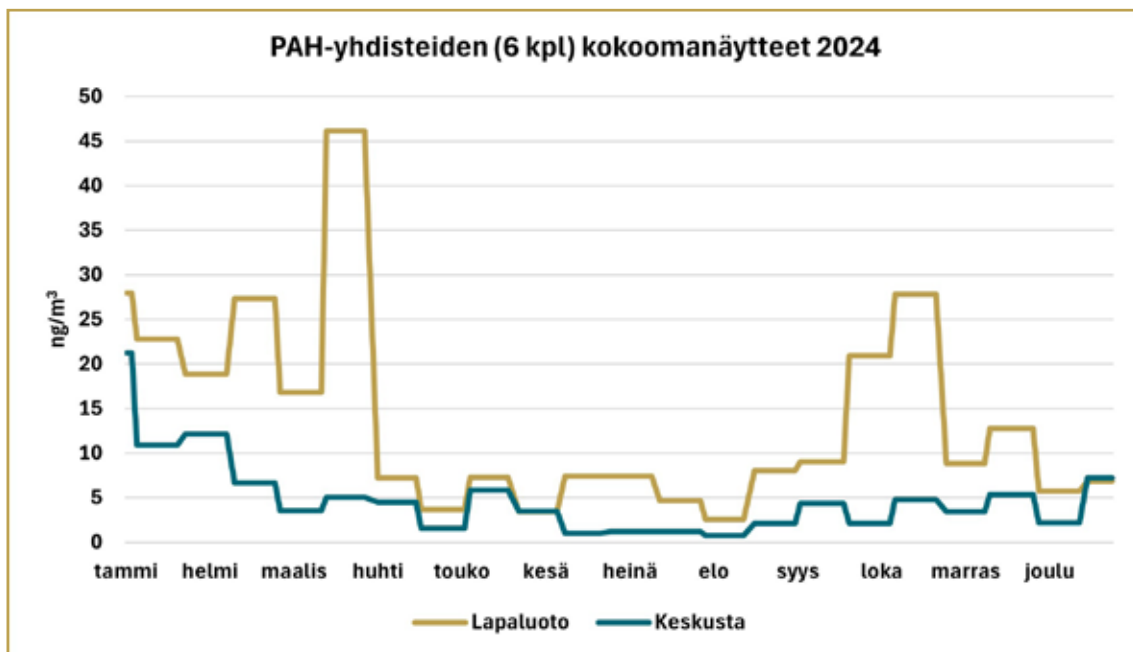


Kaavio 26: Bentso(a)pyreenin kokoomanäytteiden tulokset analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM_{10}).

12.3.2. PAH-yhdisteet yhteensä

Kaavioon 27 on laskettu bentso(a)pyreenin lisäksi viiden muun PAH-yhdisteen pitoisuudet: bentso(a)antraseenin, bentso(b)fluoranteenin, bentso(k+j)fluoranteenin, indeno(123-cd)pyreenin ja dibentso(ah)antraseenin.

Kaavion perusteella nähdään, että PAH-yhdisteiden yhteenlasketut pitoisuuskäyrät ovat lähes identtiset kaavion 26 bentso(a)pyreenin käyrien kanssa.



Kaavio 27: Kuuden PAH-yhdisteen yhteenlasketut kokoomanäytteiden tulokset analysoituna hengitettävistä hiukkasista (PM_{10}). Mukaan lasketut PAH-yhdisteet ovat bentso(a)pyreeni, bentso(a)antraseeni, bentso(b)fluoranteeni, bentso(k+j)fluoranteeni, indeno(123-cd)pyreeni ja dibentso(ah)antraseeni.

Kaavioon 27 lasketut PAH-yhdisteet on mainittu metalliasetuksessa bentso(a)pyreenin lisäksi muina merkityksellisinä PAH-yhdisteinä. Kyseisten yhdisteiden lisäksi Raahessa mitataan muitakin PAH-yhdisteitä, jotka on vuoteen 2017 saakka raporteissa laskettu vastaavissa kaavioissa yhteen. PAH-yhdisteet ja niiden määrät ovat vaihdelleet laboratorion riippuen eri vuosina. Vuonna 2024 analysoitiin 19 eri PAH-yhdistettä.

Raportin liitteeseen 4 on koottu pitoisuuksia Raahessa mitattavista PAH-yhdisteistä, sekä historiatieto vuodesta 2020 alkaen.



13. HIUKKASTEN SISÄLTÄMÄT RASKASMETALLIT

Raskasmetalleja mitataan säännöllisinä kertaluonteisina vuorokausinäytteinä Keskustassa ja Lapaluodossa kerätyistä hengitettävien hiukkasten suodatinnäytteistä. Raskasmetalleja on luonnostaan maaperässä, mutta ilmaan niitä pääsee teollisuuden ja energiantuotannon prosesseista, sekä liikenteestä. Suodattimista mitataan yhteensä yhdeksää eri raskasmetallia, joista vain lyijylle on asetettu raja-arvo ja kolmelle raskasmetallille (arseeni, kadmium ja nikkeli) tavoitearvot. Vuonna 2024 kaikki pitoisuudet jäivät alle raja- tai tavoitearvojen. Näytteitä kerättiin vuoden aikana Lapaluodossa ja Keskustassa 55 vuorokaudelta (15 %). Viime vuoden tarkemmat tulokset löytyvät kappaleesta 13.2. Merikadulla ei ollut mittauksia 2024.

Raskasmetalleja on luonnostaan maaperässä, kasveissa ja eläimissä, ja pieninä määrinä ne ovatkin elintärkeitä. Raskasmetallit ovat suurina pitoisuuksina myrkyllisiä. Ne voivat mm. kulkeutua hengitettävien hiukkasten mukana ja kertyä elimistöön. Ympäristössä raskasmetallit voivat rikastua ravintoketjussa. Ympäristön kannalta haitallisimpia raskasmetalleja ovat elohopea, lyijy ja kadmium.

Raskasmetalleja pääsee ilmaan erityisesti metalliteollisuuden prosesseista sekä ener-

giantuotannosta poltettaessa hiiltä, turvetta, raskasta polttoöljyä tai jätteitä. Tämän lisäksi liikenne aiheuttaa raskasmetallipäästöjä mm. jarrupalojen ja renkaiden kulumisen seurauksena, mutta aikaisemmin ongelmana oli myös bensiinin sisältämä lyijy. Lyijyttömään bensiiniin siirtyminen 1990-luvun alussa näkyi aikanaan selkeästi juuri lyijypitoisuuksissa. Hengitysilmassa raskasmetallit ovat sitoutuneena ilman hiukkasiin, joista niiden pitoisuudet voidaan määrittää.

13.1. Raskasmetallipitoisuudet lainsäädännössä

Ilmanlaatuasetuksessa metalleista vain lyijylle on määritelty kalenterivuosi-kohtainen raja-arvo (taulukko 22), ja se on ollut voimassa 15.8.2001 alkaen. Raja-arvoa lievempiä ovat tavoitearvot, joiden tarkoitus on ehkäistä terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haittoja. Tavoitearvoja on ns. metalliasetuksessa määritetty arseenille (As), kadmiumille (Cd) ja nikkelille (Ni). Nämä tavoitearvot (taulukko 22) ovat astuneet voimaan 1.1.2013. Muista raja-arvoista yms. poiketen kyseisten epäpuhtauksien tavoitearvo on kertaluokkaa pienemmässä yksikössä. Yleensä raja-arvot ovat mikrogrammaa kuutiometrissä ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, $\mu=10^{-6}$), kun näille epäpuhtauksien yksikkö on nanogrammaa kuutiometrissä (ng/m^3 , $\text{n}=10^{-9}$).

Taulukossa on esitetty myös WHO:n 2021 uudistetut ohjearvot kadmiumille ja lyijylle, jotka ovat vastaavat kuin lainsäädännön tavoite- ja raja-arvot.

Kuten aikaisemmin kerrottiin bentso(a)pyreenistä, myös raskasmetallien osalta seurataan ajallisen kattavuuden vaatimuksia. Raahessa ainoastaan nikkeli on ylittänyt arviointikynnyksiä Merikadun mittauksissa. Nikkelin osalta ajallisten kattavuuksien vaatimukset on määriteltävä alla olevaan taulukkoon 23, johon on laskettu myös viikoittain otettavien vuorokausinäytteiden vähimmäismäärä, jotta kyseinen ajallisen kattavuuden vaatimus saavutetaan. Muiden raskasmetallien osalta vaatimukset löytyvät metalliasetuksesta.

Taulukko 22: Ulkoilman epäpuhtauksien raja-arvo, ylemmät ja alemmat arviointikynnykset hengitettävien hiukkasten sisältämien metallien vuosikeskiarvolle (VNa 79/2017, VNa 113/2017).

Epäpuhtaus (Kalenterivuosi ¹⁾)	Raja-arvo ²⁾	Tavoitearvo ²⁾	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	WHO:n ohjearvo
Arseeni, As		6 ng/m ³	40 % (2,4 ng/m ³)	60 % (3,6 ng/m ³)	
Kadmium, Cd		5 ng/m ³	40 % (2 ng/m ³)	60 % (3 ng/m ³)	5 ng/m ³
Nikkeli, Ni		20 ng/m ³	50 % (10 ng/m ³)	70 % (14 ng/m ³)	
Lyijy, Pb	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$		50 % (0,25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	70 % (0,35 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	0,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1) Mittaustuloksia yhdistettäessä ja tilastollisia tunnuslukuja laskettaessa on noudatettava asetuksen VNa 79/2017 liitteen 9 perusteita 2) Ulkoilman lämpötilassa ja paineessa					

Taulukko 23: Nikkelimittausten ajallisen kattavuuden vaatimukset (VnA 113/2017).

Ni (1 v-arvo kolmena vuotena viidestä)	Jatkuva mittaus	Suuntaa antava mittaus	Mallintaminen / päästökartoitus
Pitoisuusalue	> 14 ng/m ³	10-14 ng/m ³	< 10 ng/m ³
Ajallinen kattavuus	50 %	14-50 %	
Vähimmäismäärä vuorokausinäytteitä	Joka 2. vrk	1 krt/vko	

13.2. Metallimittaukset vuonna 2024

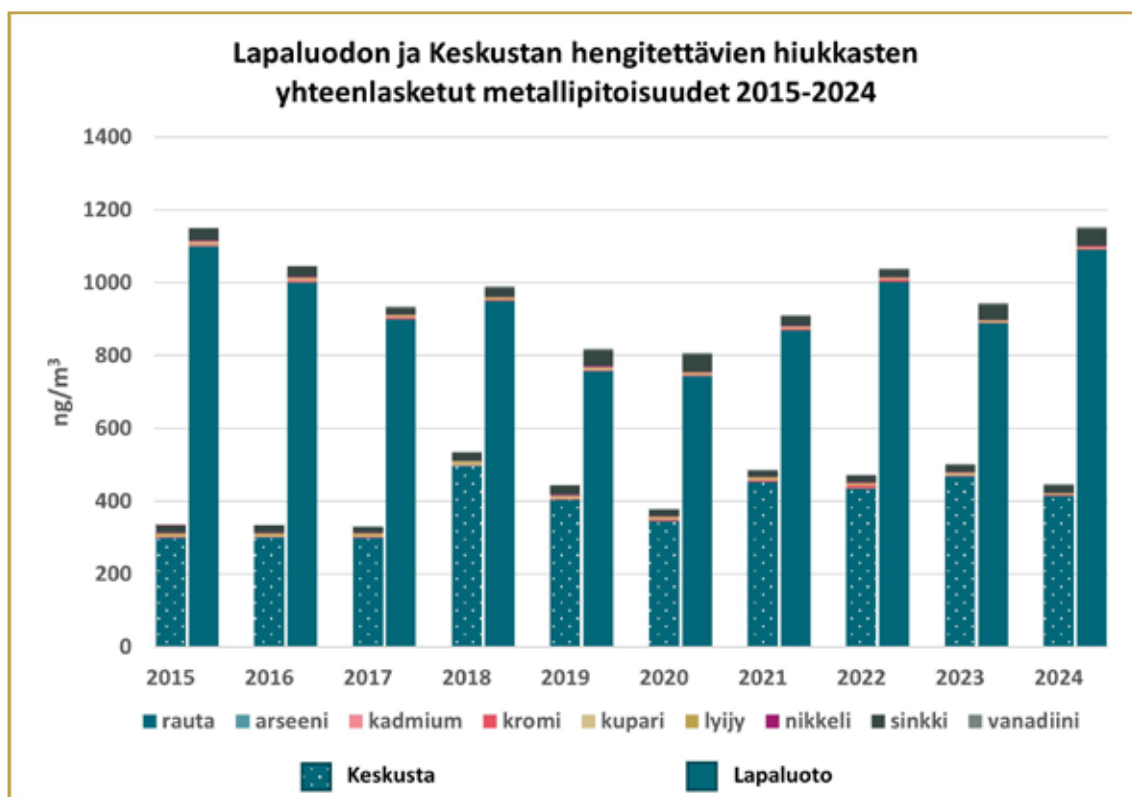
Raahessa hiukkasista määritetään seuraavat raskasmetallit: arseeni (As), kadmium (Cd), kromi (Cr), kupari (Cu), lyijy (Pb), nikkeli (Ni), rauta (Fe), sinkki (Zn) ja vanadiini (V). Näistä kaikki muut paitsi nikkeli ovat jääneet viime vuosina selvästi alle asetettujen raja- tai tavoitearvojen sekä arviointikynnysten.

Metallimäärittäystä varten näytteitä kerätään samalla tavalla kuin PAH-määrittäystäkin Leckel SEQ 47/50-keräimellä, mutta eri vuoro-kausilta kuin PAH-näytteet. Metallinäytteet lähetetään laboratorioon, jossa ne esikäsitellään ja analysoidaan.

Tulosten laskentatavassa on vaihtelua eri vuosien välillä, johtuen Ilmatieteen laitoksen monitulkintaisesta ohjeistuksesta. Näitä muutoksia on käsitelty tarkemmin kohdassa 11.2.

Seuraavassa kaaviossa 28 on koottu Keskustan ja Lapaluodon asemilla mitattujen metallipitoisuuksien yhteenlasketut tulokset 2015–2024.

toisuuksien yhteenlasketut tulokset 2015–2024. Kaavioista nähdään, että pitoisuudet vaihtelevat vuosittain, mutta pysyvät samalla tasolla. Lapaluodon yhteenlasketut pitoisuudet ovat vuosittain lähes kaksinkertaiset Keskustaan nähden.

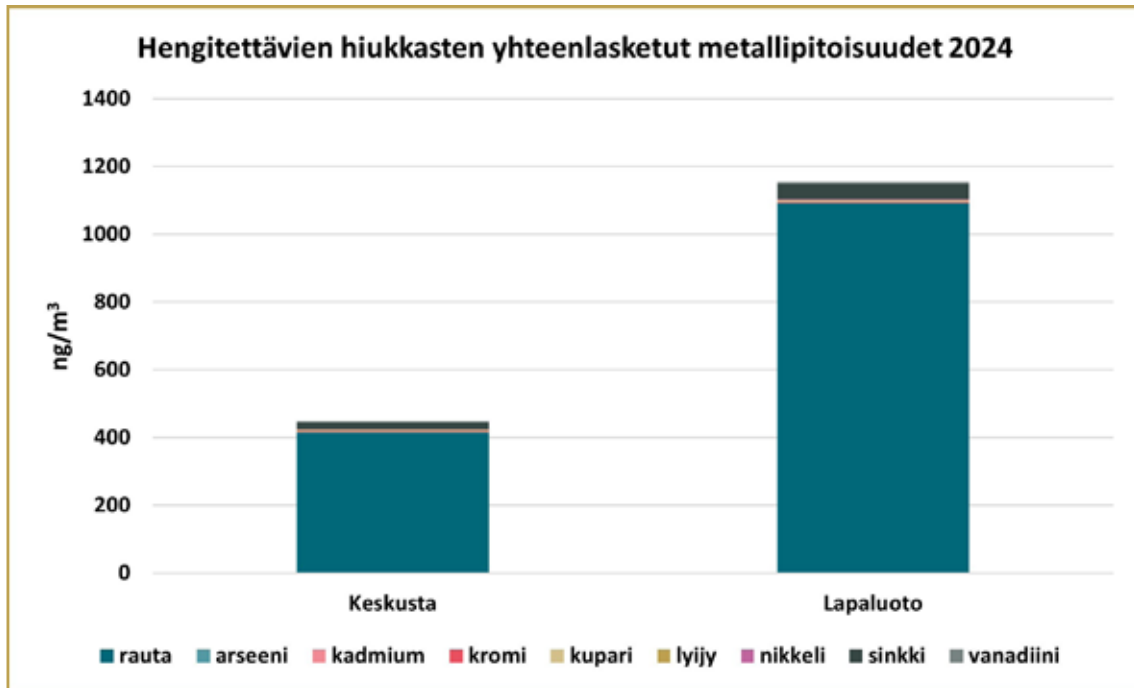


Kaavio 28: Lapaluodon ja Keskustassa mitattujen metallipitoisuuksien yhteenlasketut tulokset 2015–2024.

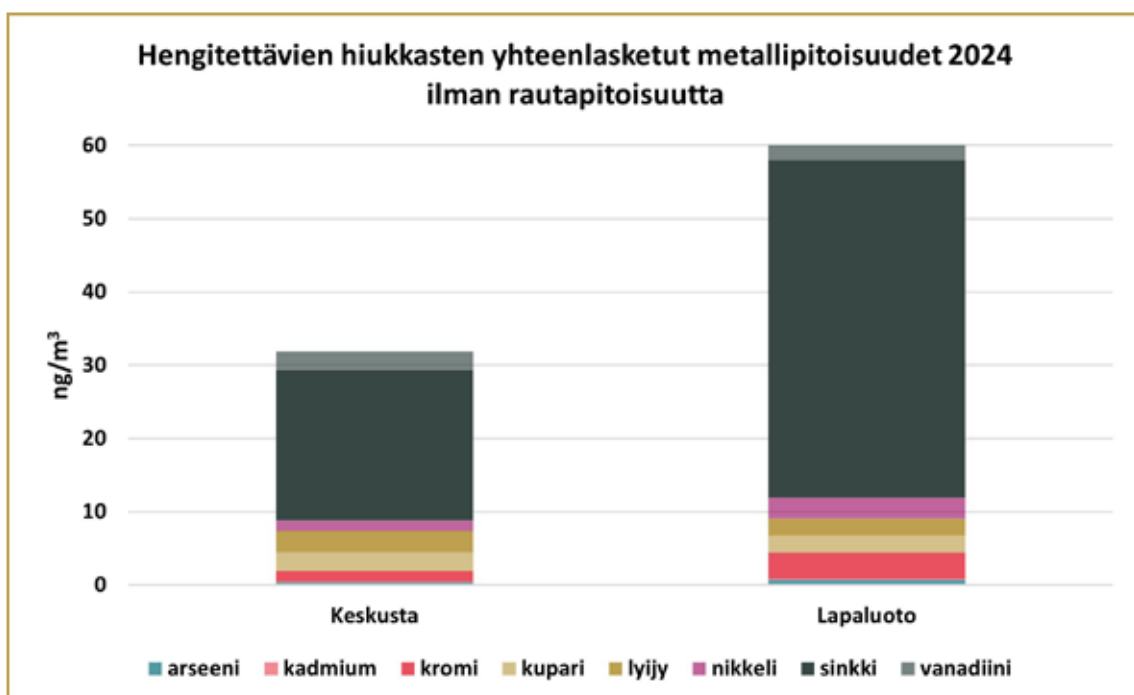
Seuraavissa kaavioissa on esitetty pelkästään vuoden 2024 mitatut metallipitoisuudet. Kaaviossa 29 on kuvattu yhteenlaskettuina metallipitoisuuksina kaikki Raahessa mitattavat metallit, josta nähdään, että raskasmetalleista yli 90 % koostuu raudasta. Kaaviossa 30 on kuvattu hengitettävien hiukkasten metallipitoisuu-

det ilman rautaa. Raudan jälkeen suurimmat pitoisuudet ovat sinkillä ja kromilla.

Suuntaa-antavat mittaukset vaativat yli 14 % ajallisen kattavuuden, joka täyttyi molemmilla asemilla. Kummallakaan mittausasemalla ei ole sellaisia pitoisuuksia raskasmetalleja, jotka edellyttäisivät laajempaa ajallista kattavuutta.



Kaavio 29: Hengitettävien hiukkasten yhteenlasketut metallipitoisuudet. Hiukkasten metalleista rautaa on yli 90 %.



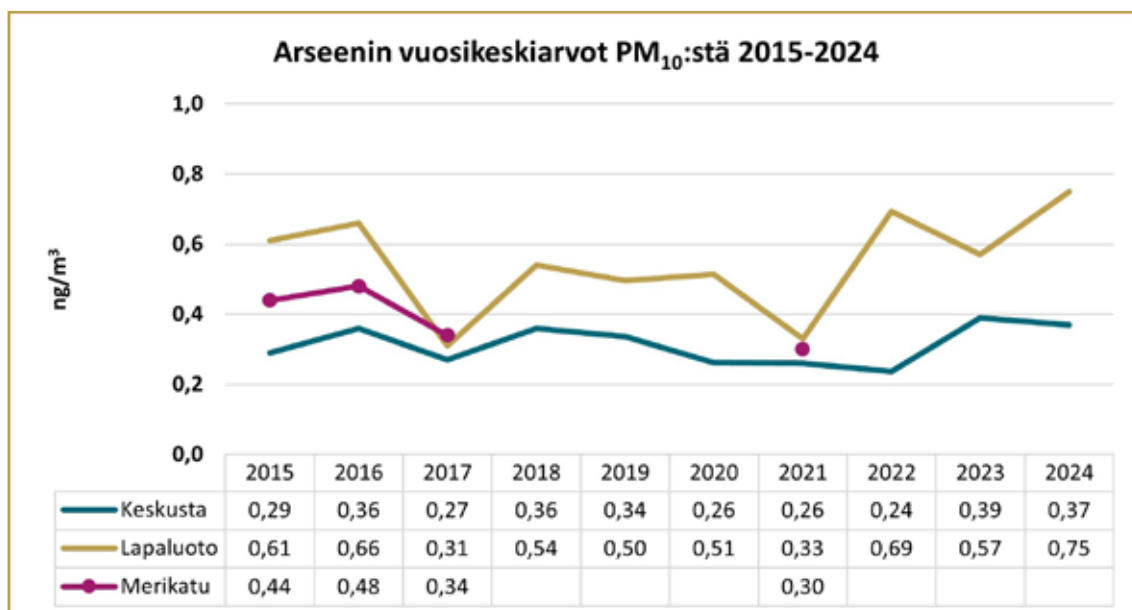
Kaavio 30: Hengitettävien hiukkasten yhteenlasketut metallipitoisuudet ilman rautapitoisuutta.

Kaavioihin 31–39 on määritelty hengitettävistä hiukkasista (PM₁₀) määritettävät metallit aakkosjärjestyksessä. Metalleista arseenille, kadmiumille, lyijylle ja nikkelille on lainsäädännössä määritelty raja- tai tavoitearvot. Osassa kaavioista ne on kirjoitettu kunkin metallin kuvatekstiin, koska kaikissa tapauksissa mitatut pitoisuudet ovat selkeästi alle kyseisten arvojen.

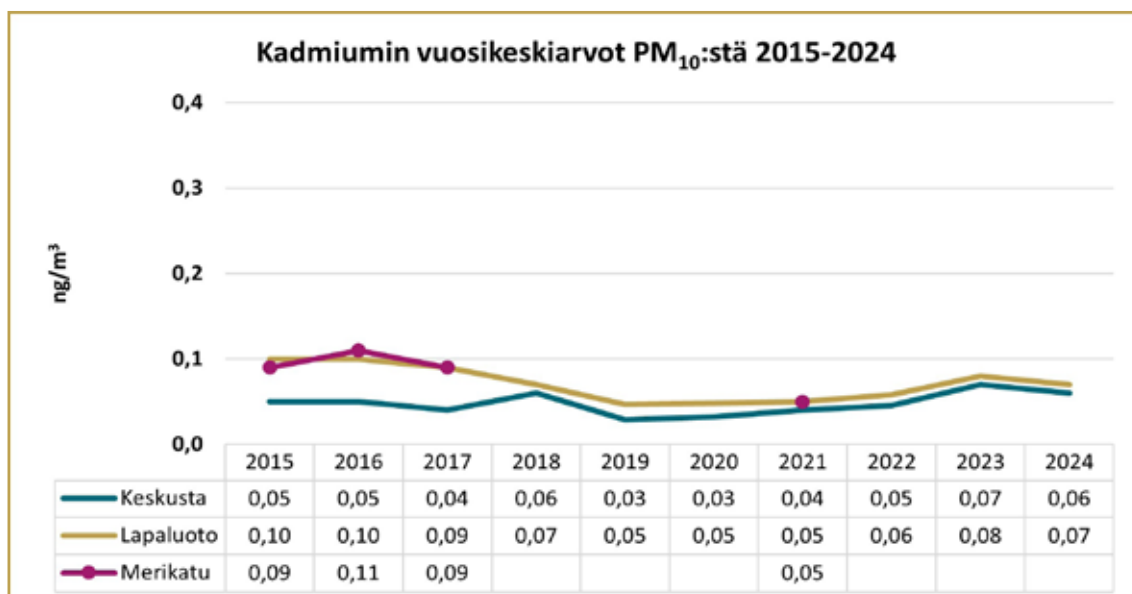
Seurantasuunnitelman mukaan Merikadulla tulee toteuttaa yksi vuoden mittainen mit-

tauskampanja viiden vuoden aikana. Mittaukset Merikadulla on toteutettu viimeksi vuoden 2021 aikana.

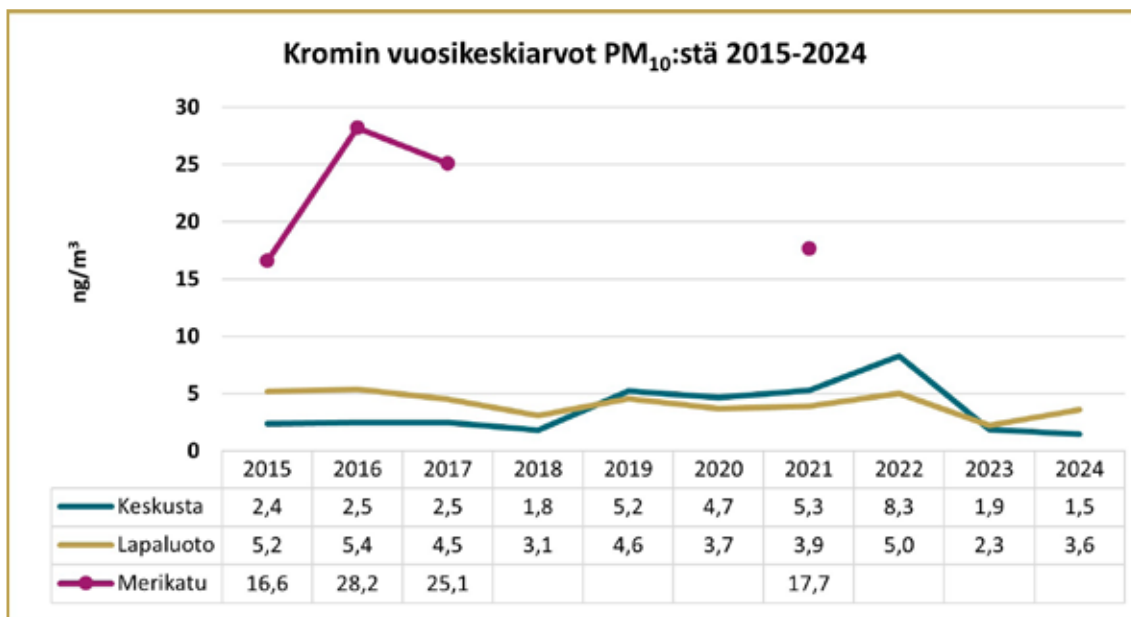
Kaavioista selviää myös historiatieto vuodesta 2015 alkaen. Verrattuna aikaisempiin vuosiin, vuonna 2024 metallipitoisuuksissa oli pieniä muutoksia suuntaan ja toiseen, riippuen mitatusta metallista. Kaikki pitoisuudet on ilmoitettu vertailtavuuden vuoksi samassa yksikössä ng/m³, mutta pitoisuudet ovat keskenään eri kokoluokissa.



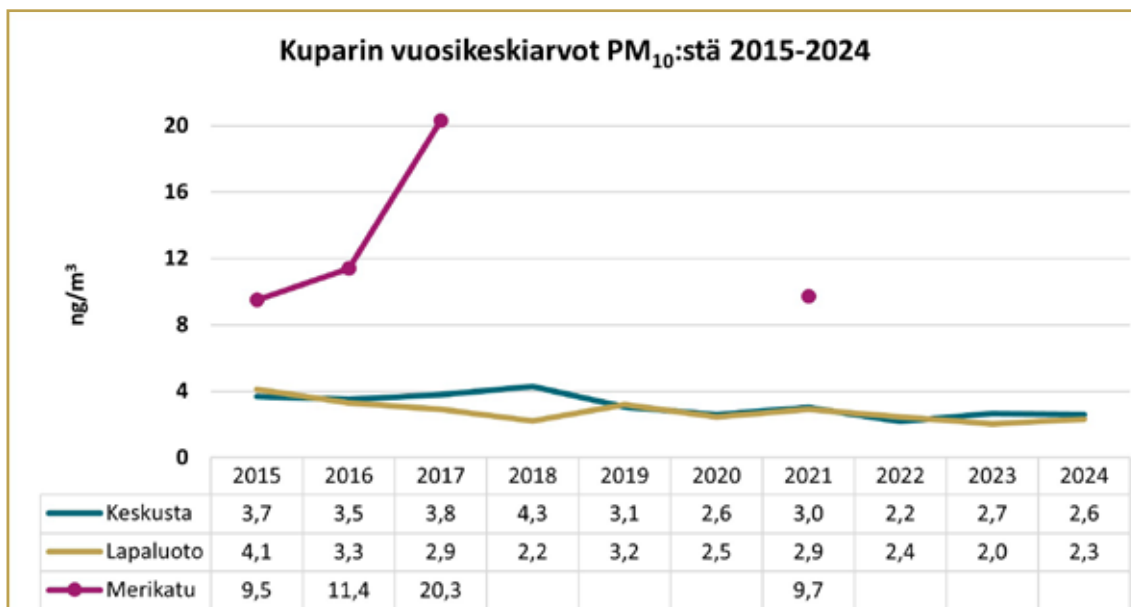
Kaavio 31: Arseenin vuosikeskiarvot. Arseenin vuosikeskiarvon tavoitearvo (6 ng/m³) on ollut voimassa 2013 alkaen.



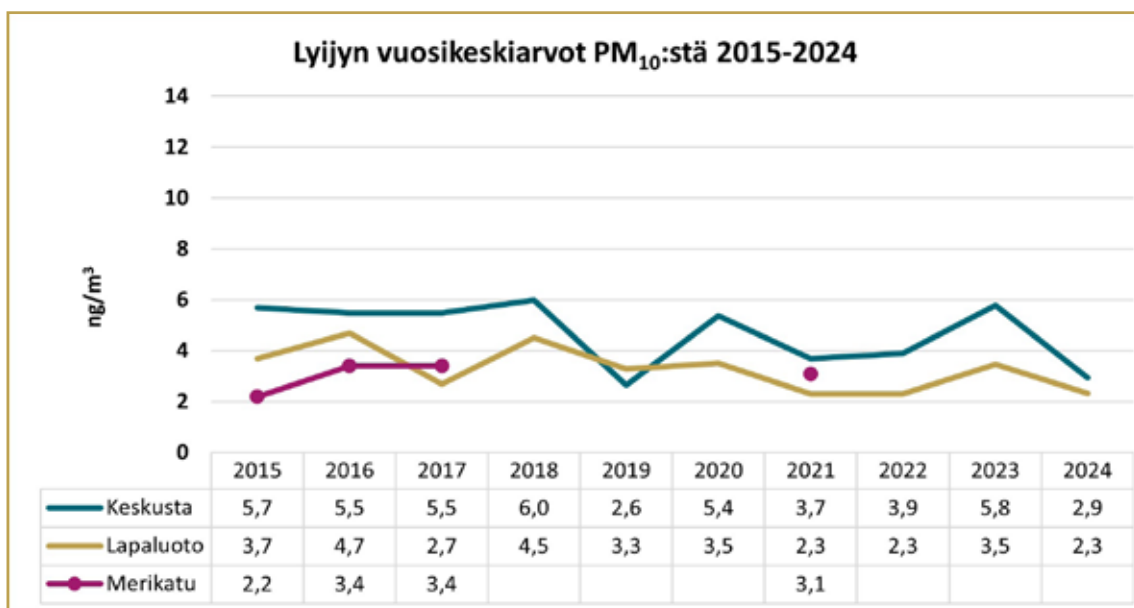
Kaavio 32: Kadmiumin vuosikeskiarvot. Kadmiumin vuosikeskiarvon tavoitearvo (5 ng/m³) on ollut voimassa 2013 alkaen. WHO:n ohjearvo on myös 5 ng/m³.



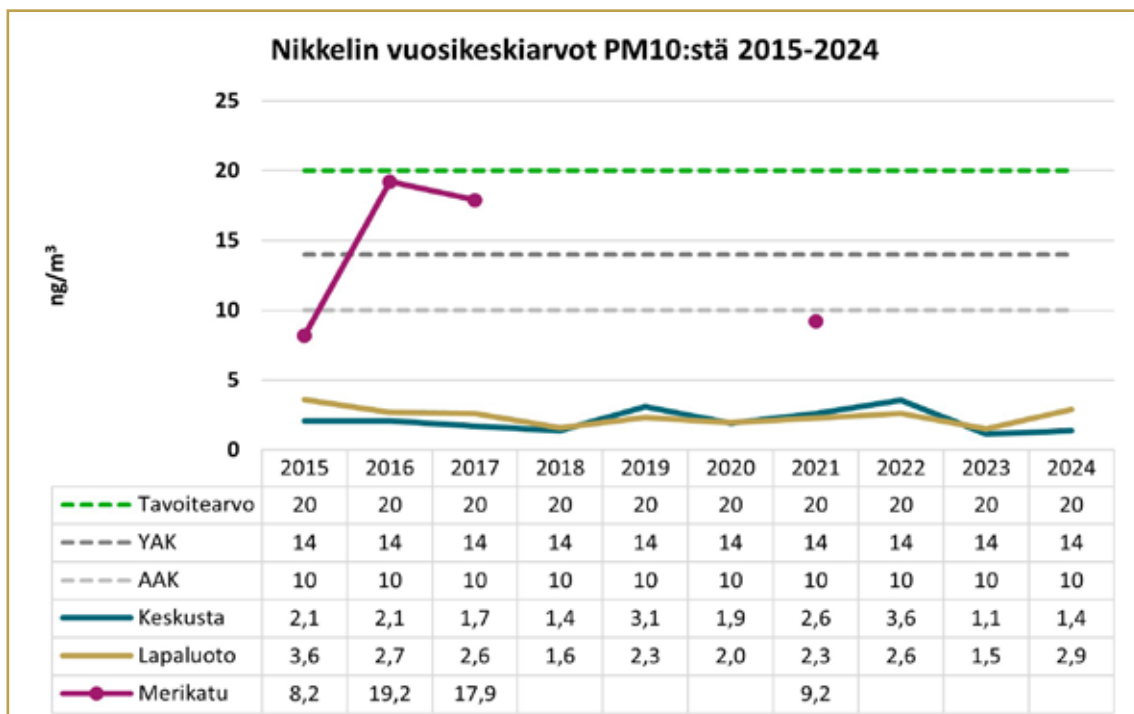
Kaavio 33: Kromin vuosikeskiarvot.



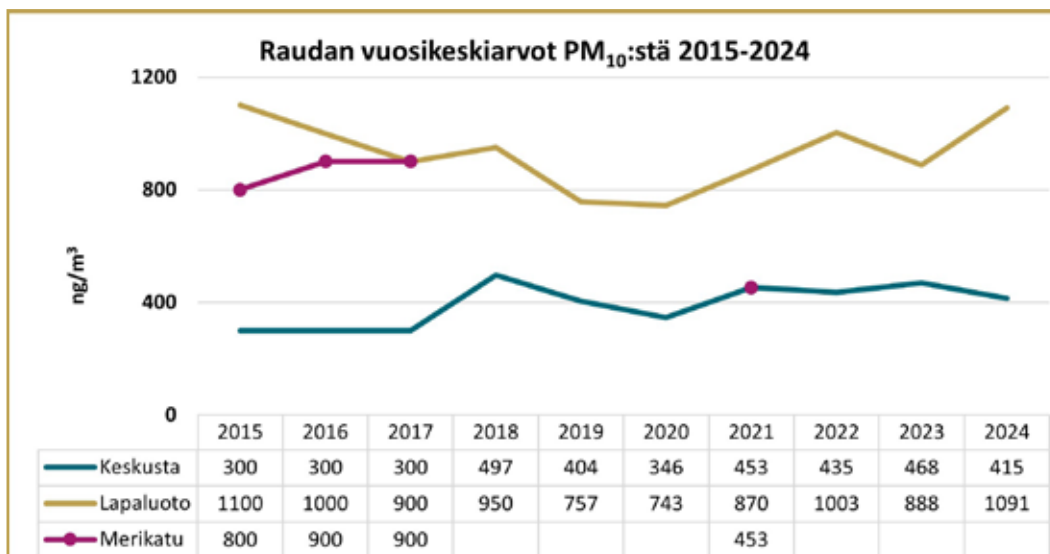
Kaavio 34: Kuparin vuosikeskiarvot.



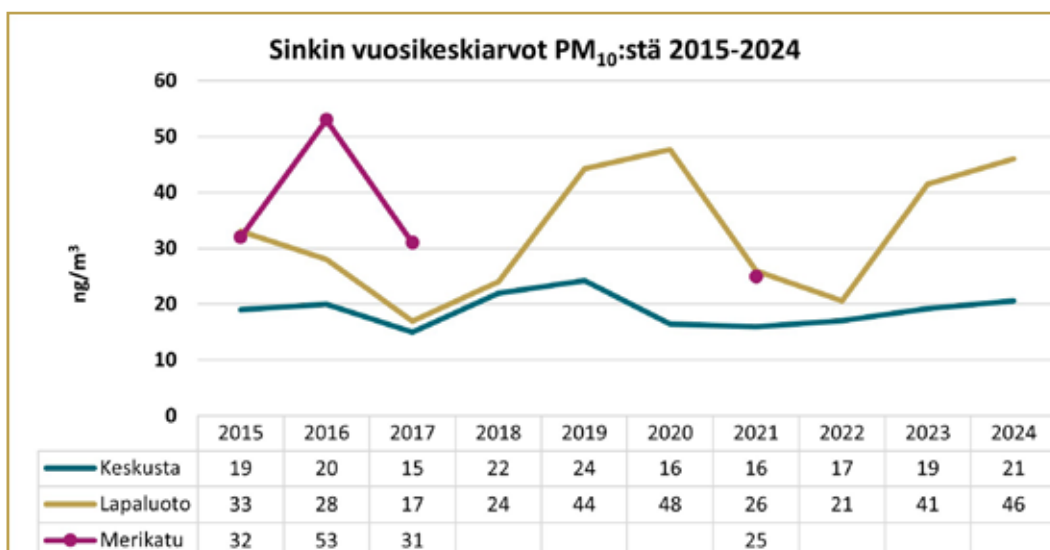
Kaavio 35: Lyijyn vuosikeskiarvot. Lyijyn vuosikeskiarvon raja-arvo ($0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 500 \text{ ng}/\text{m}^3$) on ollut voimassa 2011 alkaen. WHO:n ohjearvo on myös $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



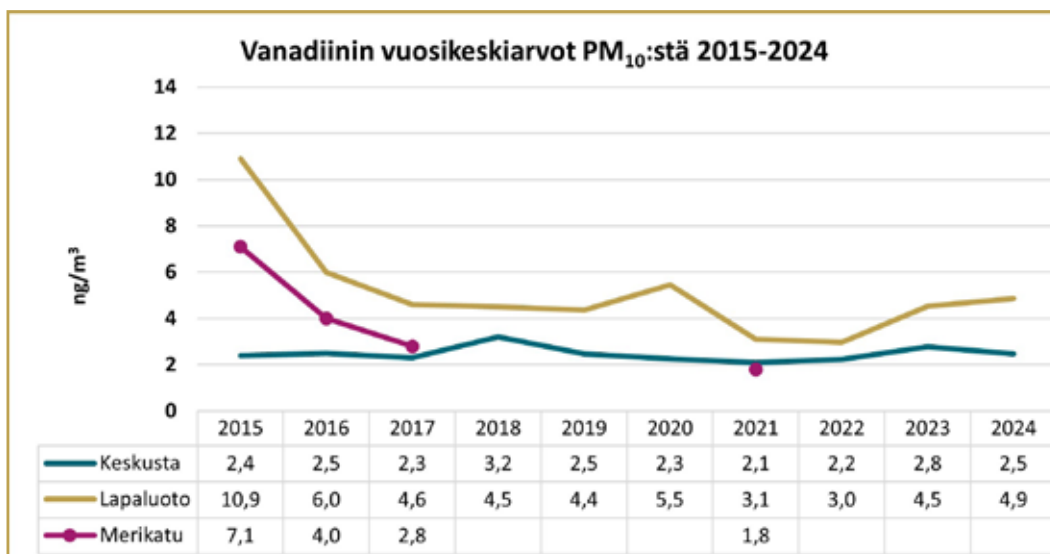
Kaavio 36: Nikkelin vuosikeskiarvot. Nikkelin vuosikeskiarvon tavoitearvo ($20 \text{ ng}/\text{m}^3$) on ollut voimassa 2013 alkaen.



Kaavio 37: Raudan vuosikeskiarvot.



Kaavio 38: Sinkin vuosikeskiarvot.



Kaavio 39: Vanadiinin vuosikeskiarvot.

14. SÄÄTIEDOT

Keskustan mittausasemalla on oma sääasema, mutta lisäksi tuloksissa hyödynnetään Lapaluodon satamassa sijaitsevaa Ilmatieteen laitoksen sääasemaa. Vuonna 2024 lämpötilat vaihtelivat huomattavasti verrattuna pitkän aikavälin kuukausikeskiarvoihin. Vallitseva tuulensuunta oli Lapaluodossa etelän ja lounaan välillä. Keskustassa mitattu tuulensuunta vaihtelee enemmän. Vuoden 2024 sää tiedot löytyvät kappaleesta 14.2.

Sää vaikuttaa ilmanlaatuun joko heikentävästi tai puhdistavasti. Erityisesti talvisin heikkotuulissa tilanteissa liikenteen päästöt eivät pääse sekoittumaan, vaan kerääntyvät päästölähteiden lähelle. Voimakkailla tuulilla päästöt taas voivat kulkeutua satojenkin kilometrien päähän. Sumupilvet ja sateet puhdistavat ilmaa, mutta toisaalta ilmassa olevat epäpuhtaudet joutuvat sateen mukana maaperään ja vesistöihin.

Talvisin ilmanlaatuun voi vaikuttaa myös ns. inversiotilanne, jollainen muodostuu erityisesti heikkotuulisen ja selkeän yön jälkeen. Tällöin maanpinta ja sen lähellä oleva ilma jäähtyy niin, että kylmempi ilma jää ylempänä olevan lämpimämmän ilman alle. Kylmä pintailma ei raskaampana pääse kohoamaan yläpuolellaan olevan lämpimän kerroksen läpi ja ilmakehän pystysuuntainen liike lakkaa. Tällöin maan pinnan läheisyydessä muodostuvat saasteet eivät pääse sekoittumaan kunnolla, vaan jäävät ”leijaillemaan” päästölähteen lähelle.



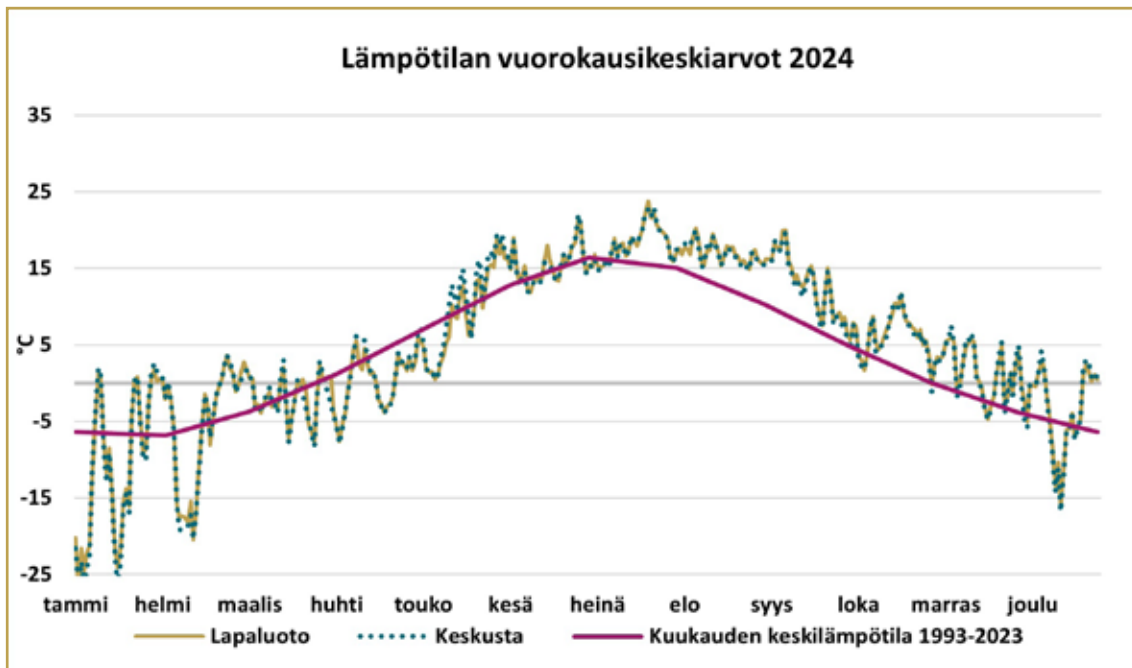
14.1. Vuoden 2024 sää

Keskustan sääasemalta on havaintojen ajallinen kattavuus sekä lämpötilan että tuulitietojen osalta 94,3 %. Omien mittauksien lisäksi tuloksissa ilmoitetaan Ilmatieteen laitoksen Lapaluodon sääasemalta olevat sää tiedot, josta ajallinen kattavuus oli 99,9 %.

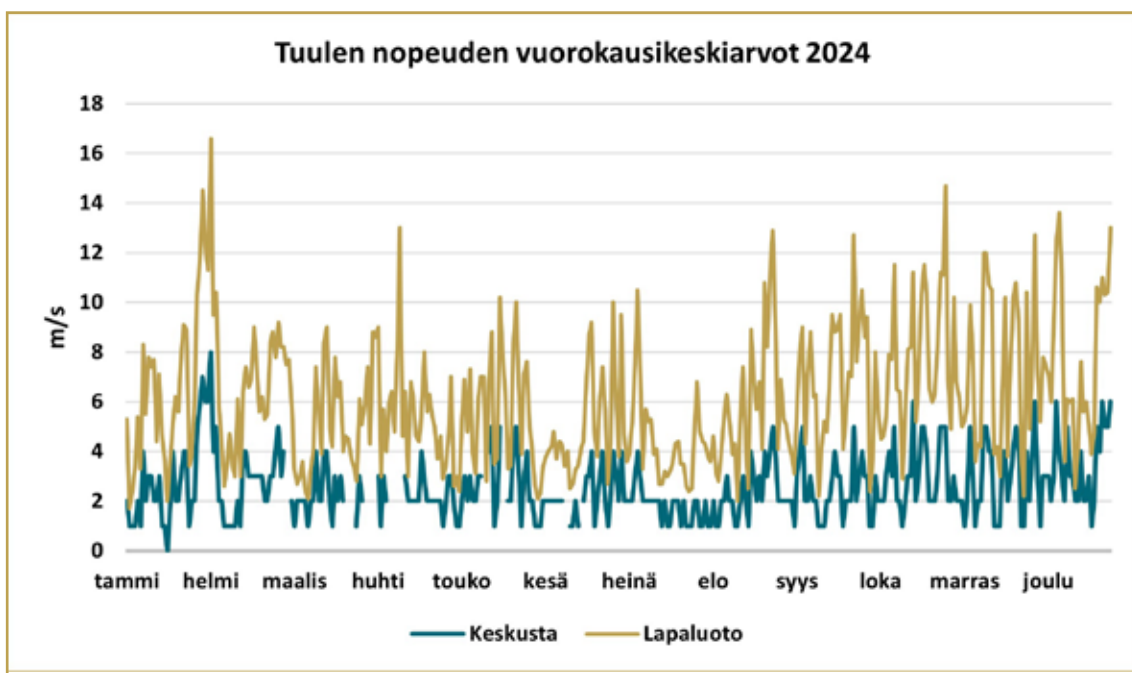
Kaavioihin 40–41 on kuvattuna lämpötilan ja tuulen nopeuksien vuorokausikeskiarvot Keskustassa ja Lapaluodossa. Lämpötilan kaavioon on merkitty myös vuosien 1993–2023 kuukausikeskiarvo. Kaaviosta nähdään, että lämpötilat ovat mittausasemilla lähes identtiset. Kaaviosta 41 näkyy ero tuulen voi-

makkuuksissa Lapaluodossa ja Keskustassa. Keskustassa rakennukset vaikuttavat tuulen suuntaan ja voimakkuuteen mittausasemalla.

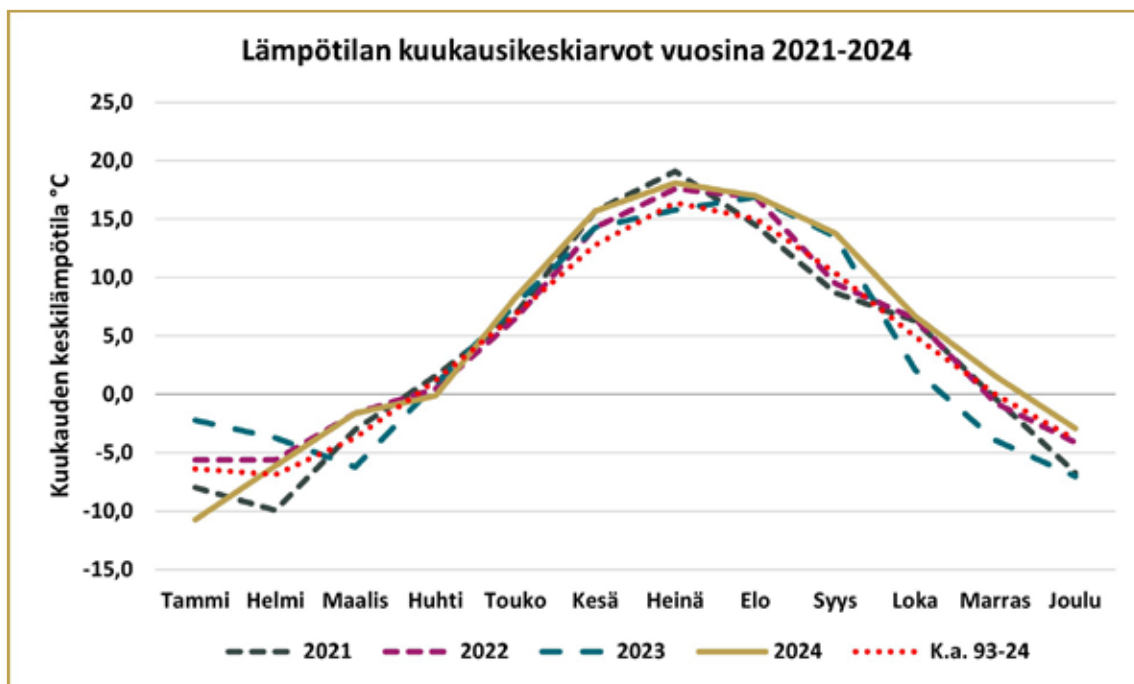
Kaaviosta 42 nähdään viimeisen neljän vuoden sekä pitkän ajanjakson (vuodet 1993–2024) lämpötilojen kuukausikeskiarvot. Vuonna 2024 alkutalvi oli keskiarvoa kylmempi ja kevään tulo kesti pitkään. Koko loppuvuosi oli kuitenkin keskiarvoa ja edellisiä vuosia lämpimämpää.



Kaavio 40: Lapuudon ja Keskustan lämpötilan vuorokausikeskiarvot sekä pitkän ajan kuukausikeskiarvo. Lapuudon säätiedot ovat Ilmatieteen laitoksen sääasemalta.



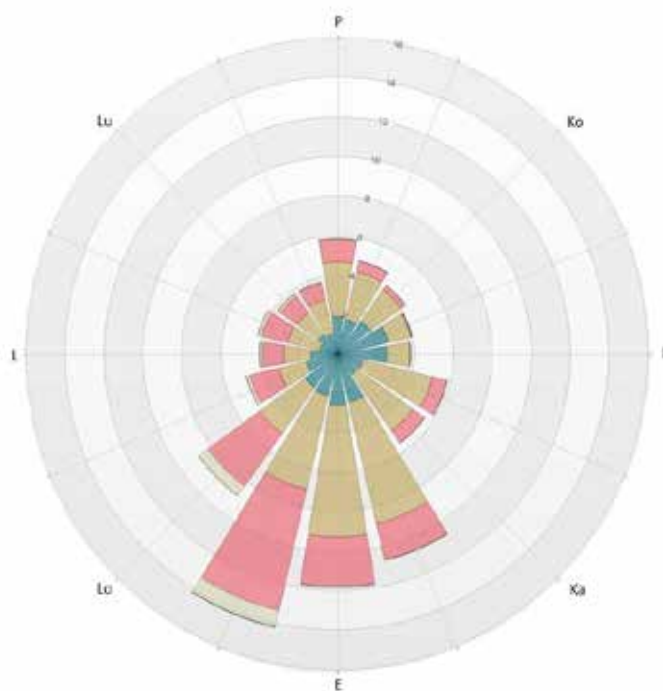
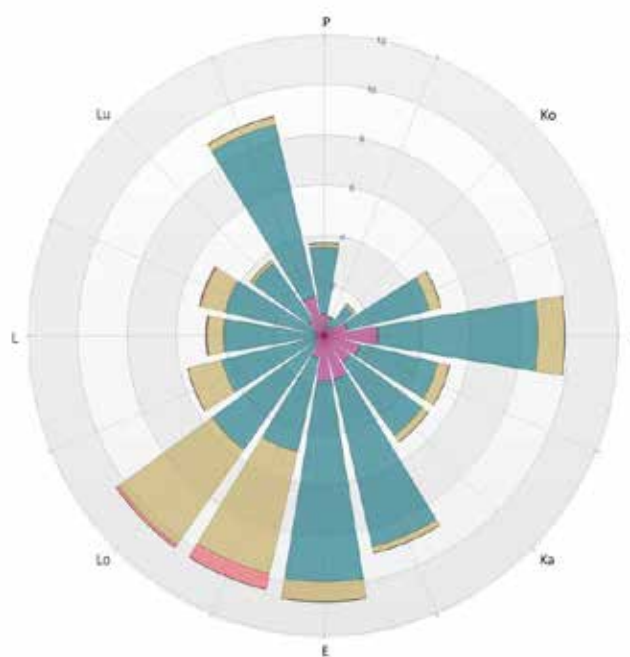
Kaavio 41: Keskustan ja Lapuudon tuulen nopeuden vuorokausikeskiarvot. Lapuudon säätiedot ovat Ilmatieteen laitoksen sääasemalta.



Kaavio 42: Lämpötilan kuukausikeskiarvot vuosina 2021–2024, sekä pitkän ajan kuukausikeskiarvo 1993–2024. Sääti-
dot ovat Ilmatieteenlaitoksen Lapaluodon sääasemalta.

Kaaviossa 43 on kuvattuna Keskustan ja Lapa-
luodon mittausasemien tuuliruusut, eli tuulen
suuntien suhteellinen osuus kaikista tuulitie-
doista. Keskustan tuulitiedot saadaan mittaus-
aseman omalta sääasemalta, ja Lapaluodon
tuulitiedot ovat Ilmatieteen laitoksen Lapa-
luodon sääasemalta. Kaaviosta nähdään, että
eniten tuulee etelän ja lounaan väliltä, mutta
voimakkainta tuulta on yleensä lounaasta päin
tuullessa. Keskustassa yleisiä tuulensuuntia
on myös itä ja pohjoisluode, kun taas pohjoi-
sen ja koillisen väliltä ei tuule yhtään. Tämä
johtuu aseman läheisistä kerrostaloista, jotka
suojaavat asemaa kyseiseltä ilmansuunnalta
tulevilta tuulilta. Keskustassa tuulen nopeus
on pääosin heikkoa tai kohtalaista (1-8 m/s).
Lapaluodon satamassa havaitaan tuulta joka
ilmansuunnasta ja tuulen nopeus on pääosin
kohtalaista tai navakkaa (4-14 m/s). Jonkin
verran havaitaan myös kovaa tuulta (14–20
m/s) ja myrskyä (>20 m/s). Erot tuulen no-
peuksissa johtuvat asemien sijainnista.





Tuulen osuus (%)

Tyyni < 1 m/s,

Navakka 8-14 m/s

Heikko 1-4 m/s

Kova 14-20 m/s

Kohtalainen 4-8 m/s

Myrsky >20 m/s

Kaavio 43: Keskustan (ylhäällä) ja Lapaluodon (alhaalla) tuulisuus 2024. Keskustan tuulitietoja on käytettävissä 94,3 % ja Lapaluodossa 99,9 % vuoden tunneista.

15. LÄHDELUETTELO

- Ilmatieteen laitos: Asiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja Energia (2016), Raahen ilmanlaadun seurantasuunnitelma
- Ilmatieteen laitos: Raportteja 2017:6, Ilmanlaadun Mittausohje 2017
- Vanhat vuosiraportit, erityisesti vuoden 1978–1992 kokoelmaraportti, sekä konsultin/mittaajan vaihtumisen jälkeisten vuosien 2000, 2004, 2007 ja 2018 raportit
- Ilmatieteen laitos: Ilmanlaatusivusto, sähköisesti:
<https://ilmatieteenlaitos.fi/teematietoa-ilmanlaadusta>
- Ilmatieteen laitos – Avoin data: Lapaluodon säätiedot ja –historia, sähköisesti:
<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>
- VTT: LIPASTO - Suomen liikenteen pakokaasupäästöjen ja energiankulutuksen laskenta-järjestelmä
- Toimijoiden vuosiraportit
- Lait, asetukset ja standardit

16. LIITTEET

LIITE 1: Typpidioksidin (NO₂) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet

LIITE 2: Rikkidioksidin (SO₂) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet

LIITE 3: Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet

LIITE 4: PAH-yhdisteiden pitoisuudet 2020–2024

LIITE 1: Typpidioksidin (NO₂) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet (µg/m³)

	Keskiarvo	Suurin vuoro- rokausi-arvo	2. suurin vuoro- rokausi-arvo	Suurin tuntiarvo	99 %:n tuntiarvo	Ajallinen kat- tavuus (%)
Raja-arvo	40 (vuosi)			200		85 % (vuosi)
Ohjearvo		70			150	75 % (kk)
Kriittinen taso	30 (vuosi)					
Tammi	19,5	58	52	105	88	100
Helmi	13,3	48	43	106	82	100
Maalis	8,5	26	18	75	51	99,5
Huhti	5,8	19	14	53	38	100
Touko	7,5	17	14	55	36	100
Kesä	4,4	7	7	24	18	99,6
Heinä	4,5	9	8	21	15	100
Elo	5,0	12	7	27	19	99,9
Syys	5,5	16	12	31	26	99,3
Loka	5,5	14	12	44	32	100
Marras	7,7	25	14	73	48	100
Joulu	6,6	20	15	45	38	99,6
Vuosikeski-arvo¹⁾	7,8 µg/m³					99,8 %

1) Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

LIITE 2: Rikkidioksidin (SO₂) raja- ja ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet (µg/m³)

	Keskiarvo	Suurin vuo- rokausi-arvo	2. suurin vuo- rokausi-arvo	Suurin tuntiarvo	99 %:n tuntiarvo	Ajallinen kat- tavuus (%)
Raja-arvo	125		350		85 % (vuosi)	
Ohjearvo	80		250		75 % (kk)	
Kriittinen taso	20 (vuosi)					
Tammi	5,9	24	21	61	47	100
Helmi	7,5	34	28	104	62	100
Maalis	3,1	29	12	79	43	99,6
Huhti	1,4	7	6	50	13	100
Touko	1,4	5	5	49	13	99,9
Kesä	1,6	7	6	28	15	99,7
Heinä	2,6	15	11	69	41	100
Elo	3,8	14	13	84	42	100
Syys	2,6	14	10	56	34	99,7
Loka	4,1	19	16	63	50	100
Marras	7,3	42	36	190	121	81,3
Joulu	3,8	20	18	53	41	99,6
Vuosikeski- arvo ¹⁾	3,7 µg/m³					98,3 %

1) Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

LIITE 3: Hengitettäviin hiukkasiin (PM₁₀) raja-arvoon verrannolliset pitoisuudet (µg/m³)

Keskusta	Keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	2. suurin vuorokausiarvo	Ajallinen kattavuus (%)
Raja-arvo	50			85 % (vuosi) 75 % (kk)
Ohjearvo	70			
Tammi	6,3	21,8	19,5	100
Helmi	5,3	12,1	11,2	100
Maalis	12,5	45,4	35,3	99,5
Huhti	13,6	41,3	37,7	100
Touko	15,3	32,8	28,4	99,9
Kesä	8,8	22,3	15,3	99,6
Heinä	7,8	16,4	16,0	100
Elo	8,3	15,7	14,1	100
Syys	9,0	31,2	26,1	99,7
Loka	5,1	11,2	11,0	100
Marras	4,7	14,4	12,5	100
Joulu	7,8	32,8	25,5	99,5
Vuosikeskiarvo ¹⁾	8,7 µg/m³			99,8 %

1) Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

Lapaluoto	Keskiarvo	Suurin vuorokausiarvo	2. suurin vuorokausiarvo	Ajallinen kattavuus (%)
Raja-arvo	50			85 % (vuosi) 75 % (kk)
Ohjearvo	70			
Tammi	9,3	21,4	19,4	99,9
Helmi	11,6	60,2	19,2	99,9
Maalis	10,6	42,1	24,8	99,6
Huhti	8,1	27,6	17,6	99,9
Touko	15,7	52,7	40,2	99,9
Kesä	9,6	20,5	19,2	96,8
Heinä	8,9	18,1	16,7	100
Elo	13,8	38,2	27,6	99,9
Syys	15,3	55,6	52,0	99,3
Loka	10,5	22,6	22,6	100
Marras	8,2	25,6	24,3	99,7
Joulu	9,8	39,5	38,0	99,5
Vuosikeskiarvo ¹⁾	11,0 µg/m³			99,5 %

1) Vuosikeskiarvo on mitattu koko vuoden mittaustulosten, ei kuukausikeskiarvojen perusteella.

LIITE 4: PAH-yhdisteiden pitoisuudet (ng/m³) 2020-2024

PAH-yhdiste (ng/m ³)	Lapaluoto 2020	Keskusta 2020	Lapaluoto 2021	Keskusta 2021	Lapaluoto 2022	Keskusta 2022	Lapaluoto 2023	Keskusta 2023	Lapaluoto 2024	Keskusta 2024
Tavoitetaso	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bentso(a)pyreenille										
Antraseeni	0,14	0,04	0,25	0,10	0,26	0,08	0,22	0,12	0,51	0,33
Asenaftteeni	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,04	0,04	0,06	0,04
Asenaftyleeni	0,09	0,09	0,11	0,09	0,10	0,09	0,05	0,05	0,08	0,05
Bentso(a)antraseeni	1,24	0,38	1,77	0,88	1,54	0,64	1,60	0,83	3,35	1,17
Bentso(a)pyreeni	0,86	0,29	1,32	0,74	1,24	0,51	1,34	0,70	3,38	0,94
Bentso(e)pyreeni							0,78	0,57	2,52	0,79
Bentso(b+j)fluoran- teeni	1,6	0,58	2,36	1,33	1,93	0,87				
Bentso(b)fluoran- teeni							1,29	0,88	3,64	1,14
Bentso(ghi)perylee- ni	0,66	0,30	1,13	0,76	0,95	0,47	0,81	0,58	1,12	0,53
Bentso(k)fluoran- teeni	0,48	0,18	0,67	0,36	0,62	0,29				
Bentso(k+j)fluoran- teeni							0,58	0,37	1,80	0,63
Dibentso(a,h)antra- seeni	0,18	0,06	0,29	0,16	0,35	0,15	0,12	0,07	0,23	0,11
Fenantreeni	0,69	0,29	1,17	0,54	1,18	0,44	1,11	0,77	1,81	0,92
Fluoranteeni	2,45	0,93	4,13	2,07	3,68	1,52	3,56	2,14	6,4	2,91
Fluoreeni	0,06	0,03	0,06	0,03	0,08	0,02	0,05	0,04	0,1	0,04
Indeno(1,2,3-cd) pyreeni	0,64	0,26	1,09	0,69	1,00	0,48	0,71	0,49	1,01	0,44
Kryseeni	0,97	0,35	1,53	0,79	1,37	0,56	1,66	0,97	3,3	1,31
Naftaleeni	0,13	0,10	0,11	0,09	0,13	0,09	0,1	0,1	0,1	0,1
Peryleeni							0,26	0,16	0,47	0,19
Pyreeni	2,02	0,88	3,71	2,11	3,22	1,35	3,80	2,14	5,72	2,61
Reteeni							0,20	0,17	0,19	0,25
Trifenyleeni	0,20	0,08	0,25	0,13	0,25	0,10				
PAH-yhteensä	12,50	4,94	20,06	10,96	17,99	7,75	18,08	10,98	35,77	14,51