



# TERRAFAME OY:N ILMANLAADUN TARKKAILU

Hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, arseenin ja metallien pitoisuudet vuonna 2025



**TERRAFAME OY:n ILMANLAADUN TARKKAILU**

**Hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, arseenin ja metallien  
pitoisuustulokset vuonna 2025**

**Elina Suorsa**

**Henrik Virta**

**Maija Peltola**

**Toni Mattila**

**Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS – ASiantuntijapalvelut ILMANLAATU JA ENERGIA**

**Helsinki 13.3.2026**

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>OSA I</b> .....	<b>4</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET</b> .....	<b>5</b>
2.1 Mitatut pitoisuudet.....	5
2.2 Ilmanlaatuindeksi.....	8
2.3 Pitoisuuksien vertailua raja- ja ohjearvoihin.....	9
2.4 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu.....	11
2.5 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin.....	12
2.6 Hengitettävien hiukkasten sisältämät arseeni- ja metallipitoisuudet.....	15
2.7 Pitoisuuksien vertailua muualla mitattuihin pitoisuuksiin.....	20
<b>3. YHTEENVETO MITTAUSTULOISTA</b> .....	<b>21</b>
<b>OSA II</b> .....	<b>24</b>
<b>4. TUTKIMUKSEN SUORITUS</b> .....	<b>24</b>
4.1 Mittausaseman sijainti.....	24
4.2 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät.....	25
4.3 Hiukkasmittausten vertailukelpoisuus ja epävarmuus.....	27
4.4 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot.....	27
<b>5. SÄÄTIEDOT</b> .....	<b>28</b>
5.1 Tuulitiedot mittausjaksolla.....	28
5.2 Keskilämpötilat.....	29
5.3 Sademäärät.....	29
5.4 Ilmanlaatuun vaikuttavat säätekijät.....	30
<b>6. TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA</b> .....	<b>31</b>
6.1 Hiukkaset.....	31
6.2 Arseeni ja metallit.....	33
6.3 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset.....	35
6.4 Ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvot sekä arviointikynnykset.....	35
<b>VIITELUETTELO</b> .....	<b>38</b>
<b>LIITETAULUKOT</b> .....	<b>40</b>
<b>LIITEKUVAT</b> .....	<b>42</b>

Kannen kuva: Antti Mannisenaho

# OSA I

---

## 1. JOHDANTO

Terrafame Oy perusti huhtikuussa 2023 Taattolaan vakituisen ilmanlaadun mittauspisteen, jossa Ilmatieteen laitos seurasi Terrafame Oy:n lähialueen ulkoilmanlaatua vuonna 2025 (1.1.–31.12.2025). Mittausasema sijaitsee Kainuussa Sotkamon kunnassa. Taattolan mittausta paikka sijaitsee kaivosalueen koillispuolella, noin 1,3 km:n päässä kaivosalueen lähimmästä reuna-alueesta (kuva 1).



Kuva 1. Ilmakuva Terrafamen teollisuusalueesta (Maanmittauslaitoksen ilmakuva, 2026). Taattolan mittausasema on merkitty punaisella tähdellä.

Taattolan mittauspiste edustaa Terrafamen läheisyydessä sijaitsevaa asutusta, eli niin kutsuttua lähintä altistuvaa kohdetta. Asemalla mitattiin hengitettävien hiukkasten ( $PM_{10}$ ) ja pienhiukkasten ( $PM_{2,5}$ ) pitoisuuksia jatkuvatoimisella automaattisella analysaattorilla sekä kerättiin hiukkasten ( $PM_{10}$ ) vuorokausinäytteitä joka 6. vuorokausi. Kerätyistä näytteistä analysoitiin laboratoriossa  $PM_{10}$ -hiukkasten sisältämät arseeni- ja metallipitoisuudet. Mittausten tavoitteena on kartoittaa kaivos- ja teollisuustoiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun kaivospiirin ympäristössä seuraamalla näiden ilma-  
saasteiden pitoisuustasoja ja hetkellistä vaihtelua mittausjakson ajan. Ilmanlaatumittausten tulosten tulkintaa varten asemalla mitattiin myös perussäätietoja: tuulen suuntaa ja nopeutta, ilman lämpötilaa, ilmanpainetta ja ilman suhteellista kosteutta. Ilmanlaadun mittauskampanjoita on toteutettu Terrafame Oy:n toimeksiannosta vuosina 2022, 2023, 2024, 2015–2016 (joulukuu 2015–elokuu 2016) ja 2008–2009 (syyskuu 2008–helmikuu 2009) eri mittausasemilla (Tehdasalue, Myllyniemi ja Taattola).

Tässä raportissa esitetään vuoden 2025 seurannan aikaiset ilmanlaadun mittaustulokset. Tuloksia verrataan lainsäädännössä asetettuihin ilmanlaadun raja-, ohje- ja tavoitearvoihin, sekä arviointikynnyksiin (kuvattu tarkemmin kappaleissa 6.4). Lisäksi raportissa verrataan pitoisuuksia muilla Suomen mittausasemilla vastaavana aikana mitattuihin pitoisuusarvoihin sekä aiempiin Terrafame Oy:n teollisuusalueella ja sen ympäristössä mitattuihin pitoisuuksiin.

Ilmatieteen laitoksen Asiantuntijapalvelut-yksikkö vastasi ilmanlaadun mittauksista sekä niihin liittyvästä asiantuntijatyöstä ja työn tilasi Terrafame Oy.

## **2. ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET**

### **2.1 Mitatut pitoisuudet**

Mitattujen hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) tunti- ja vuorokausipitoisuudet vuonna 2025 on esitetty kuvissa 2–5. Lisäksi raportin liitetaulukoissa 2–3 esitetään kuukausittaisia tilastotietoja mittausjaksolla mitatuista pitoisuuksista.

#### **2.1.1 Tuntipitoisuudet**

Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuudet vaihtelivat vuoden 2025 aikana huomattavasti Taattolan mittauspisteessä, erityisesti kevätkaudella. Korkeimmat tuntipitoisuudet mitattiin 21.3. klo 22:00–22.3. klo 6:00, jolloin arvot vaihtelivat välillä 120–189 µg/m<sup>3</sup> (kuvat 2 ja 3). Tähän ajankohtaan liittyi lähes tyyntä säätä tai heikkoa tuulta lännen ja lounaan väliltä, mikä edesauttoi pitoisuuksien kohoamista.

Teollisuuden ja liikenteen päästöjen lisäksi tuntipitoisuuksia kohottavat maanpinnasta nousevat pöly, jonka määrään vaikuttavat muun muassa tuulen nopeus, sateisuus, maanpinnan kosteus ja kasvilisuuspeitteisyys. Pölyämistä esiintyy tyypillisesti kevät–kesäkaudella, jolloin maanpinta on kuivaa.

#### **2.1.2 Vuorokausikeskiarvot**

Kohonneiden hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksien yhteydessä 21.–22.3. mitatut vuorokausikeskiarvot olivat 29 µg/m<sup>3</sup> ja 62 µg/m<sup>3</sup>. Näistä jälkimmäinen, 22.3. mitattu arvo, ylitti raja-arvotason. Varsinainen raja-arvo ei kuitenkaan ylittynyt vuonna 2025, sillä hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso saa ylittyä enintään 35 kertaa kalenterivuoden aikana ennen kuin varsinainen raja-arvo katsotaan ylityksi.

Toisinaan talvikaudella korkeita pitoisuuksia voi selittää lämpötilainversio. Inversiotilanteessa kylmä ilma jää maanpinnan läheisyyteen ja lämpimämpi ilma on sen yläpuolella, jolloin normaali pystysuuntainen sekoittuminen estyy. Tavallisesti lämpötila laskee ylöspäin mentäessä ja ilma sekoittuu vapaasti, mutta inversion aikana päästöt ja pöly jäävät lähelle maanpintaa ja voivat nostaa pitoisuuksia. Inversiot ovat tyypillisimpiä talvella kovien pakkasten aikaan. Taattolassa havaitun raja-arvotason ylityksen aikaan lämpötila oli nollan vaiheilla eikä selkeää inversiota todettu.

Kohonneita pitoisuustasoja voi joskus selittää myös kaukokulkeuma. Suomessa havaittiin vuonna 2025 kaukokulkeuman nostamia hiukkasten taustapitoisuuksia helmikuun lopussa sekä 10.–12.9., mikä näkyy erityisesti PM<sub>2,5</sub>-pitoisuuksissa myös Taattolan mittauspisteessä.

### 2.1.3 Vuosikeskiarvot

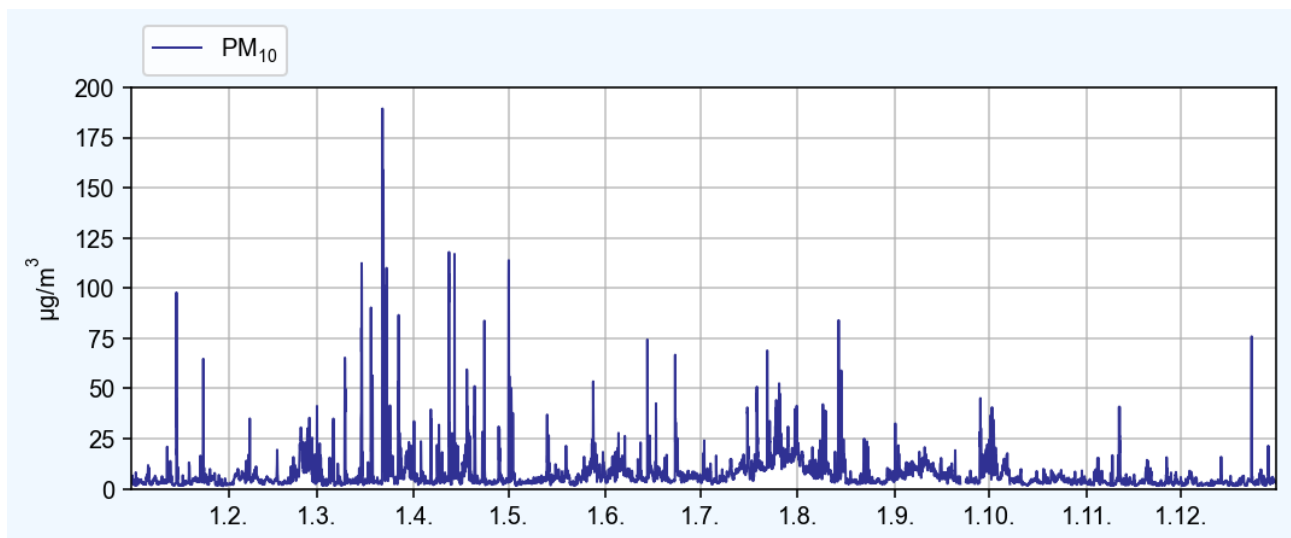
Vuoden 2025 pitoisuuksien vuosikeskiarvot olivat  $7,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  hengitettävillä hiukkasilla ( $\text{PM}_{10}$ ) sekä  $3,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  pienhiukkasilla ( $\text{PM}_{2,5}$ ). Nämä ovat selvästi alle vuosiraja-arvojen ( $\text{PM}_{10}$ :  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ,  $\text{PM}_{2,5}$ :  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Pitoisuudet olivat keskimäärin hieman korkeampia kesäkaudella kuin talvella lumipeitteeseen aikaan.

### 2.1.4 Mittausasetelma ja vertailukelpoisuus

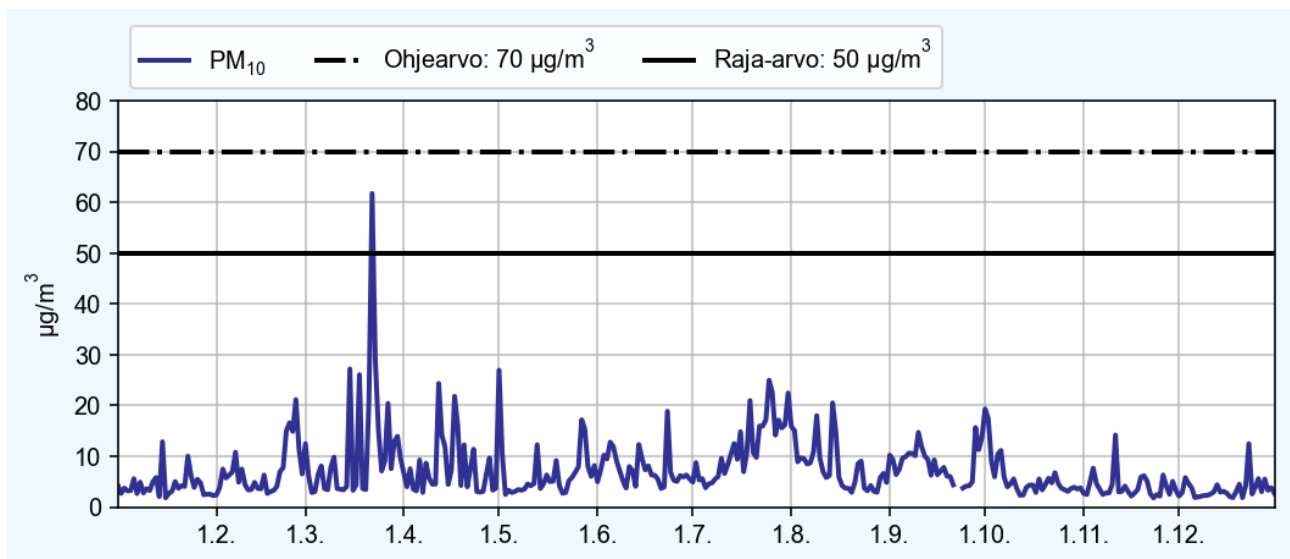
Mittaukset suoritettiin jatkuvatoimisilla automaattisilla mittalaitteilla. Mittauspaikka on kuvattu tarkemmin luvussa 4.1 ja mittausmenetelmät sekä käytetyt laitteet luvussa 4.2.

Ilmatieteen laitos on mitannut Terrafame Oy:n teollisuusalueen ympäristössä aiemmin vuosina 2008–2009, 2015–2016, 2022 sekä 2023–2024 (Tehdasalue, Myllyniemi ja Taattola). Eri vuosina mitatut vuosikeskiarvopitoisuudet on koottu taulukkoon 1. Kaikki aiemmat vuosikeskiarvot eivät kuitenkaan ole täsmällisesti vertailukelpoisia vuoden 2025 kanssa, sillä mittaukset ovat eri vuodenaikoina ja osin eri sijainneissa.

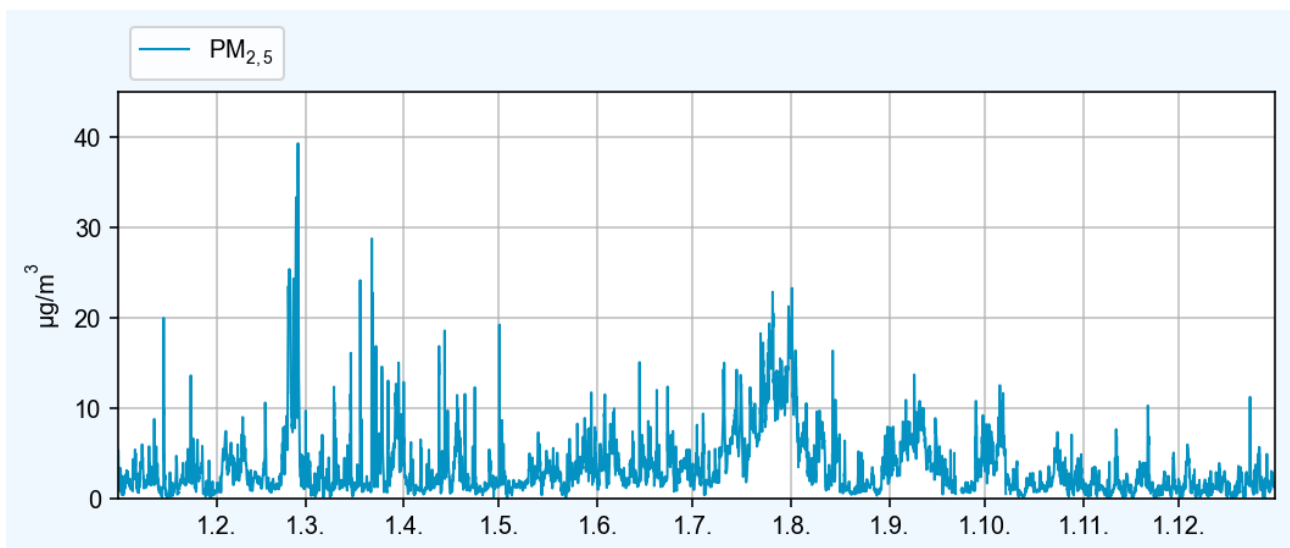
Ilmanlaatulainsäädäntö edellyttää, että jatkuvien mittausten ajallinen kattavuus on oltava 100 % siten, että kaikki vuodenaikat tulevat edustetuiksi. Vuosikeskiarvon luotettava arviointi edellyttää lisäksi, että vähintään 90 % vuoden tunneista (tai 85 % huollot ja kalibroinnit huomioiden) sisältyy mitattuun aineistoon. Mikäli kattavuus jää näiden arvojen alle, mittaukset luokitellaan suuntaa-antaviksi, jolloin niiden tulee kattaa vähintään 14 % vuoden tunneista. Vuonna 2025 mittausaineisto täytti sekä ajallisen kattavuuden että vähimmäisaineistovaatimukset.



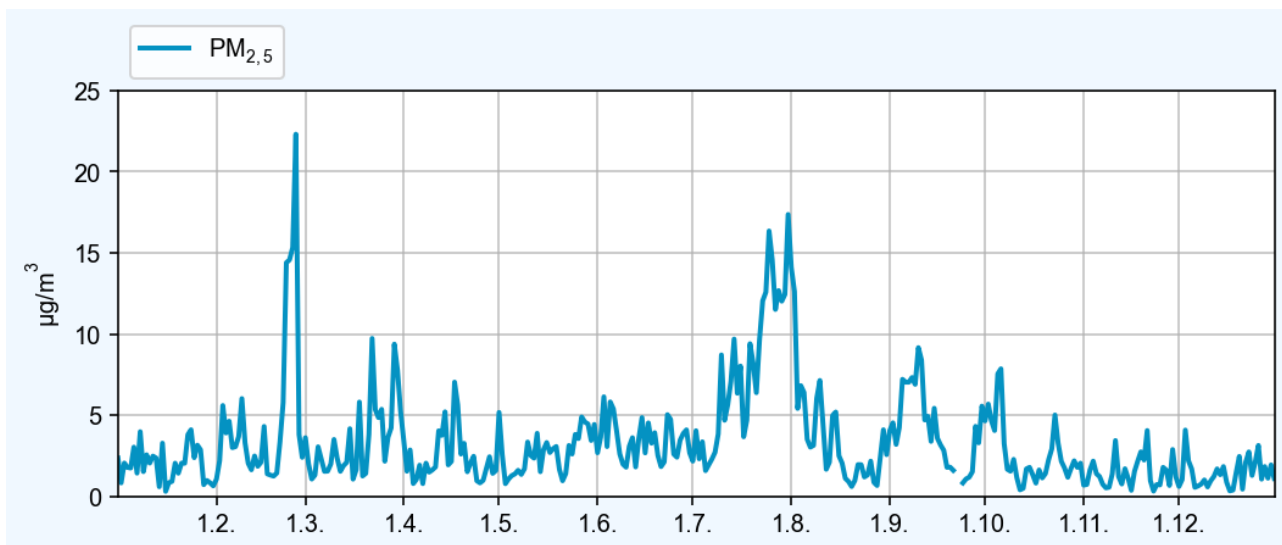
Kuva 2. Terrafame Oy:n Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 mitatut  $\text{PM}_{10}$ -hiukkasten tuntipitoisuudet. Hengitettävien hiukkasten tuntipitoisuuksille ei ole määritetty raja-arvoa.



Kuva 3. Terrafame Oy:n Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 mitatut PM<sub>10</sub> hiukkasten vuorokausipitoisuudet. Kuvaan on merkitty viivalla hengitettävien hiukkasten raja-arvotaso. Vuorokausiraja-arvotason 50 µg/m<sup>3</sup> ylityksiä saa olla 35 kappaletta vuodessa.



Kuva 4. Terrafame Oy:n Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 mitatut PM<sub>2,5</sub>-hiukkasten tuntipitoisuudet. Pienhiukkasten tuntipitoisuuksille ei ole määritetty raja-arvoa.



Kuva 5. Terrafame Oy:n Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 mitatut PM<sub>2,5</sub>-hiukkasten vuorokausipitoisuudet. Pienhiukkasten vuorokausipitoisuuksille ei ole määritetty raja-arvoa.

Taulukko 1. Terrafamen Tehdasalueen, Myllyniemen ja Taattolan mittausasemilla eri ajanjaksoina mitatut hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) keskiarvopitoisuudet.

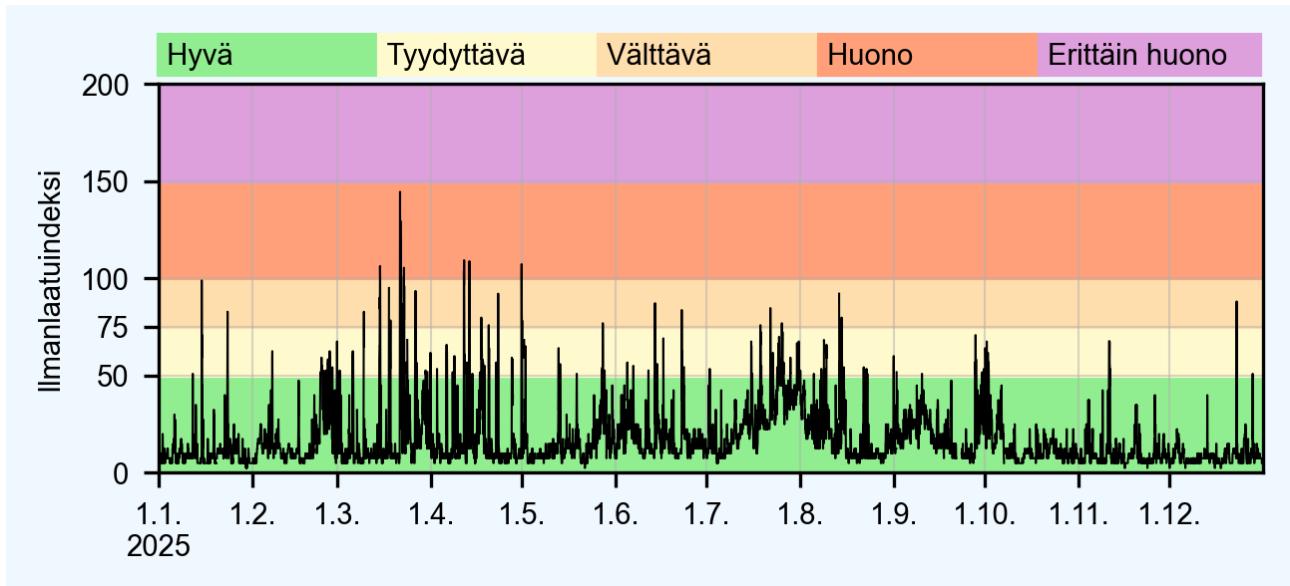
Mittausjakson PM <sub>10</sub> -keskiarvopitoisuus	2008–2009 (6 kk) (µg/m <sup>3</sup> )	2015–2016 (8,5 kk) (µg/m <sup>3</sup> )	2022 (12 kk) (µg/m <sup>3</sup> )	2023 (8,5 kk) (µg/m <sup>3</sup> )	2024 (12 kk) (µg/m <sup>3</sup> )	2025 (12 kk) (µg/m <sup>3</sup> )
Tehdasalue	16	24	14	-	-	-
Myllyniemi	7	8	10	-	-	-
Taattola	-	-	-	8	9	7

## 2.2 Ilmanlaatuindeksi

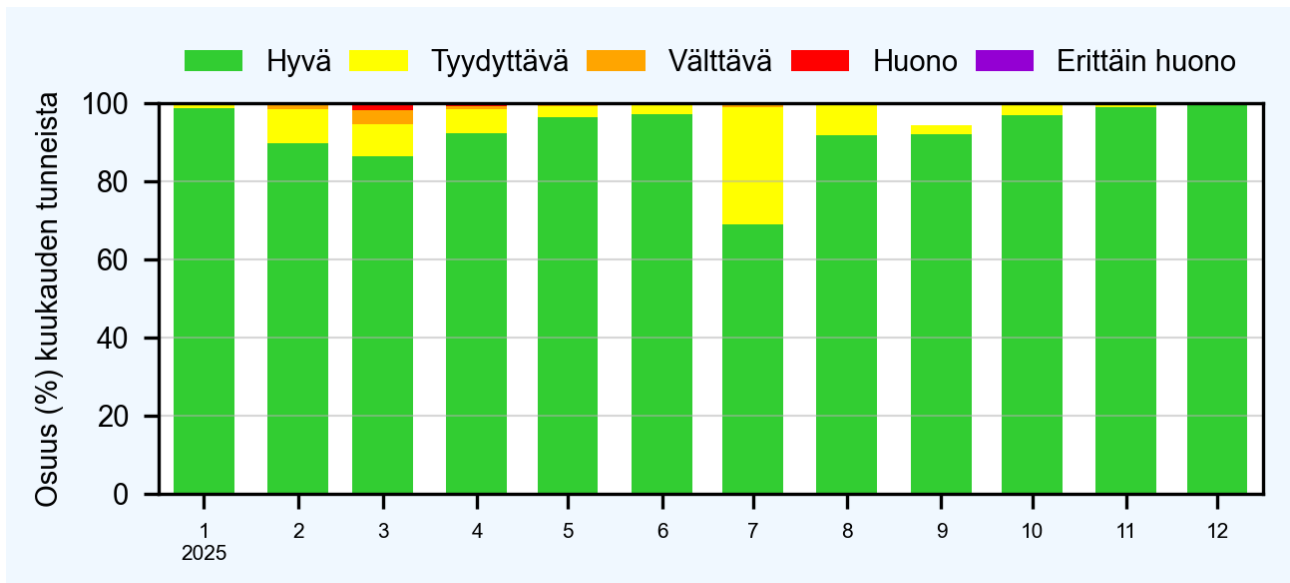
Terrafamen ilmanlaadun mittausasemalla mitatuista PM<sub>10</sub>- ja PM<sub>2,5</sub>-hiukkasten tuntipitoisuuksista laskettiin ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatua viisiportaisella sanallisella asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Ilmanlaatuindeksi on vertailuluku, joka suhteuttaa mitatut pitoisuudet niiden terveysperusteisiin raja- ja ohjearvoihin.

Ilmanlaatuindeksi muodostetaan siten, että kullekin mitattavalle epäpuhtaudelle lasketaan ensin tuntipitoisuuksien perusteella ali-indeksi; tunnin ilmanlaatuindeksin arvo määräytyy korkeimman ali-indeksin mukaan (<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatuindeksi>).

Kuvassa 6 on esitetty ilmanlaatuindeksin vaihtelu tunneittain, ja kuvassa 7 on esitetty kuukausittainen jakautuminen eri indeksiluokkiin Taattolan mittausasemalla vuonna 2025. Indeksien perusteella ilmanlaatu oli mittausasemalla hyvää 92,3 %, tyydyttävää 6,2 %, välttävää 0,6 %, huonoa 0,2 % ja erittäin huonoa 0 % tunneista. Hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>) määrittivät indeksin arvon 68,8 % tunneista ja pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>) 31,2 % tunneista.



Kuva 6. Ilmanlaatuindeksin tuntiarvot Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025.



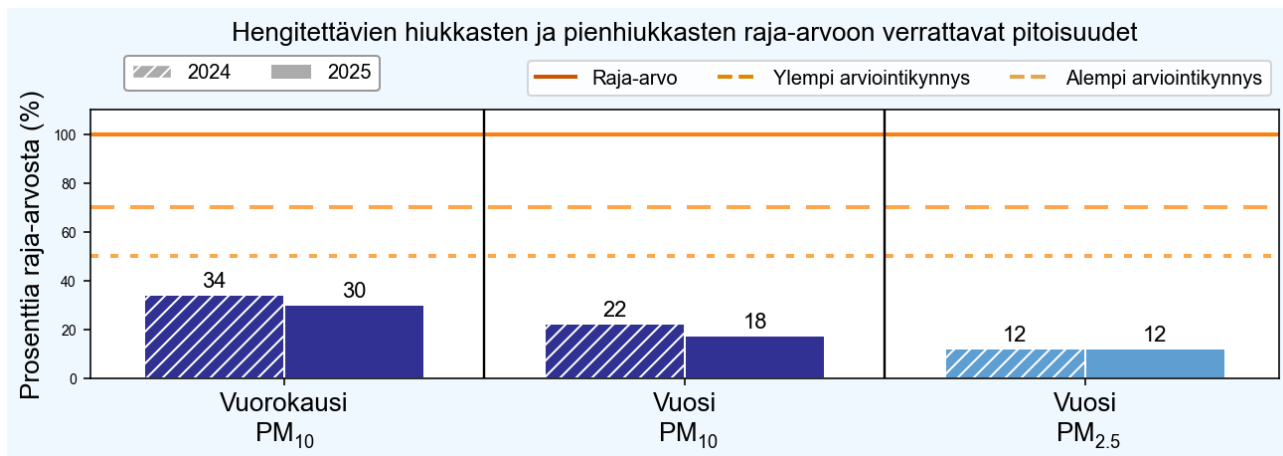
Kuva 7. Ilmanlaatuindeksin jakautuminen prosentuaalisesti eri luokkiin (hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono) kuukauden mukaan Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025.

### 2.3 Pitoisuuksien vertailua raja- ja ohjearvoihin

Laiassa on annettu ilman epäpuhtauksille raja-arvoja, joita ei saa ylittää. Raja-arvot ovat voimassa kaikissa EU-maissa alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. Raja-arvot eivät ole voimassa liikenneväylillä ja teollisuusalueilla, joille ihmisillä ei ole vapaata pääsyä. Ohjearvot eivät ole yhtä sitovia kuin raja-arvot. Niitä käytetään suunnittelun tukena, esimerkiksi YVA-prosesseissa sekä kaavoituksen ja maankäytön suunnittelussa.

Raja- ja ohjearvot eivät ole keskenään suoraan vertailukelpoisia, koska ne perustuvat eri tilastollisiin määritelmiin ja hiukkasten raja-arvoihin sisältyy erikseen sallittuja ylityskertoja. Arviointikynnyksiä käytetään puolestaan määrittämään ilmanlaadun seurantarvetta ja tarvittavia seurantamenetelmiä. Ilmanlaadun lainsäädäntöä on kuvattu tarkemmin raportin osassa II, luvussa 6. Raja-arvotarkastelussa vertailujaksona käytetään yhtä kalenterivuotta.

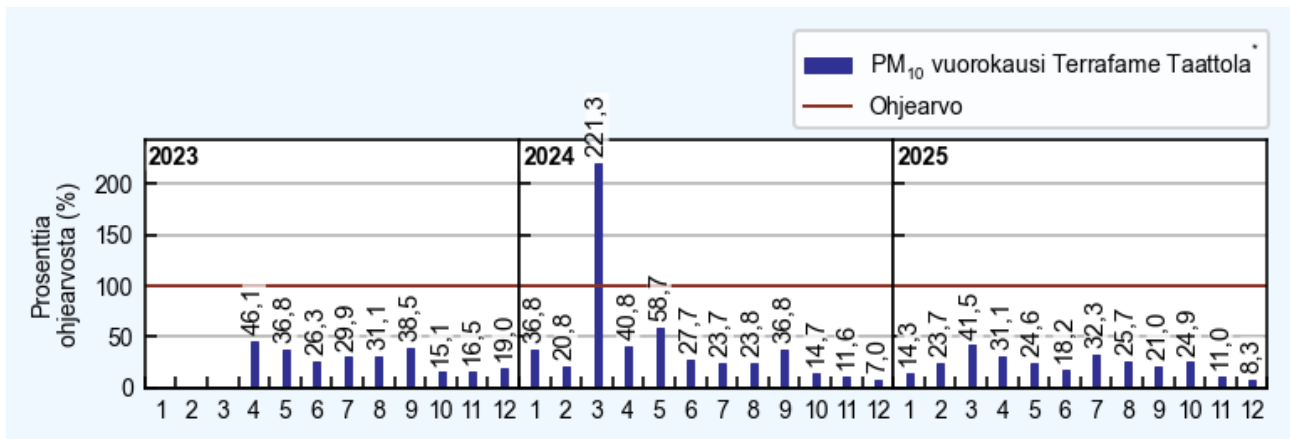
Kuvassa 8 on esitetty Taattolan mittauspisteessä havaittujen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksien suhde vuorokausi- ja vuosiraja-arvoihin sekä arviointikynnyksiin vuosina 2024–2025. Hengitettävien hiukkasten sisältämistä arseeni- ja metallipitoisuuksista ja niiden tavoitearvoihin verrannollisista pitoisuuksista on kerrottu kappaleessa 2.6. Taattolan mittauspisteessä mitatut pitoisuudet jäivät selvästi raja-arvojen ja arviointikynnysten alapuolelle, ja ne olivat matalampia kuin vuonna 2024. Vuonna 2025 hengitettävien hiukkasten raja-arvoihin verrattavat pitoisuudet olivat 30 % vuorokausiraja-arvosta ja 18 % vuosiraja-arvosta. Vuorokausiraja-arvotason ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ylityksiä havaittiin yksi (22.3.2025), kun vuoden 2024 aikana ylityksiä oli viisi. Vuorokausiraja-arvotason saa ylittää enintään 35 kertaa vuodessa. Pienhiukkaspitoisuudet jäivät vuonna 2025 selvästi vuosiraja-arvon alapuolelle, ollen 12 % vuosiraja-arvosta.



Kuva 8. Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten raja-arvoon verrattavat pitoisuudet suhteessa (%) raja-arvoihin Taattolan mittauspisteessä vuosina 2024–2025. Kuvaan on merkitty vaakaviivoilla raja-arvotaso sekä ylempi ja alempi arviointikynnys. Etukenotaustaviivoitus kuvaa vuotta 2024 ja tasaväriäinen vuotta 2025.

Raja-arvojen noudattamisen valvonnassa jatkuvien mittausten aineiston vähimmäismäärä on 90 % kalenterivuoden tunneista. Vähimmäismäärä ei kuitenkaan sisällä laitteen normaalista huollosta tai kalibroinnista johtuvia katkoksia, joiden arvioidaan tyypillisesti olevan noin 5 % vuoden tunneista. Näin ollen laadullisena tavoitteena käytetään 85 %:n kattavuutta. Ajanjaksolla 15.4.–31.12.2023 aineiston vähimmäismäärä täyttyi hiukkasten osalta, mutta koska kyseessä ei ollut kokonainen kalenterivuosi, vuoden 2023 mittauksia ei voida käyttää raja-arvotarkasteluun. Sen sijaan vuosien 2024 ja 2025 mittaukset täyttivät sekä ajallisen kattavuuden että aineiston määrän vähimmäisvaatimukset.

Kuvassa 9 on esitetty hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvopitoisuus) verrannolliset pitoisuudet Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalta. Ohjearvotaso ylittyi maaliskuussa vuonna 2024, jolloin hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannolliset pitoisuudet olivat korkeimmillaan, 221 % ohjearvosta. Ohjearvoon vertaaminen edellyttää, että vuorokausipitoisuuksia on vähintään 75 % kuukauden vuorokausien lukumäärästä. Tämä vaatimus on täyttynyt vuoden 2023 toukokuusta alkaen.



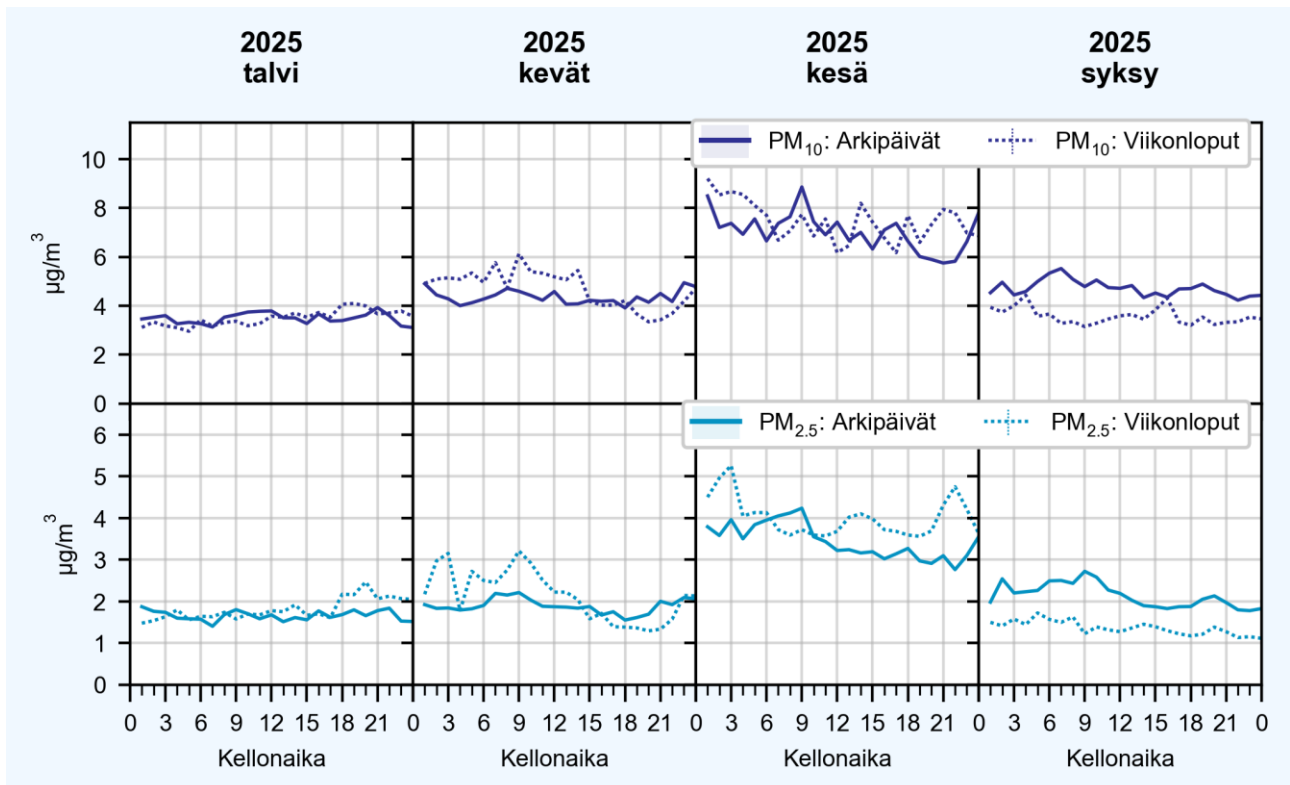
Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat vuorokausikeskiarvopitoisuudet kuukausittain Terrafamen Taattolan mittausasemalla 15.4.2023–31.12.2025. Vaakaviivalla (100 %) on merkitty ohjearvotaso (70 µg/m<sup>3</sup>) kuukauden 2. korkeimmille vuorokausipitoisuuksille.

## 2.4 Pitoisuuksien ajallinen vaihtelu

Kuvassa 10 on esitetty Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla mitattujen hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) tuntikohtaisten pitoisuuksien keskilukujen vaihtelua vuorokauden eri kellonaikoina. Tarkastelu on tehty erikseen arkipäiville (maanantai–perjantai), viikonlopuille (lauantai–sunnuntai) sekä vuodenajoille (talvi: tammi–helmi ja joulukuu; kevät: maaliskuu–toukokuu; kesä: kesä–elokuu; syksy: syys–marraskuu).

Kuvasta näkyy, että pienhiukkasten pitoisuudet ovat kesällä keskimäärin korkeampia kuin muina vuodenaikoina, mikä voi liittyä kuivan maan herkempään pölyämiseen. Myös hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat selvästi kesäkuukausina, jolloin kuivien pintojen pölyäminen on yleisempää.

Arkipäivien ja viikonloppujen välillä ei havaittu merkittäviä eroja. Pitoisuuksiin vaikuttavat teollisuuden päästöjen ja liikenteen lisäksi tuulen ja ajoneuvojen nostattama katupöly, jonka määrään vaikuttavat muun muassa liikennemäärät ja -nopeudet, tuulen nopeus, sekoittumiskorkeus, maaperän ja tienpinnan kosteus sekä sateisuus. Taattolan mittausaseman lähialueella liikenne on vähäistä, ja ympäristön pölyäminen voi tapahtua mihin vuorokaudenaikaan tahansa viikon kaikkina päivinä. Lisäksi kuvaajien muotoon vaikuttaa myös teollisuuden toiminnasta peräisin olevat hiukkaspäästöt.

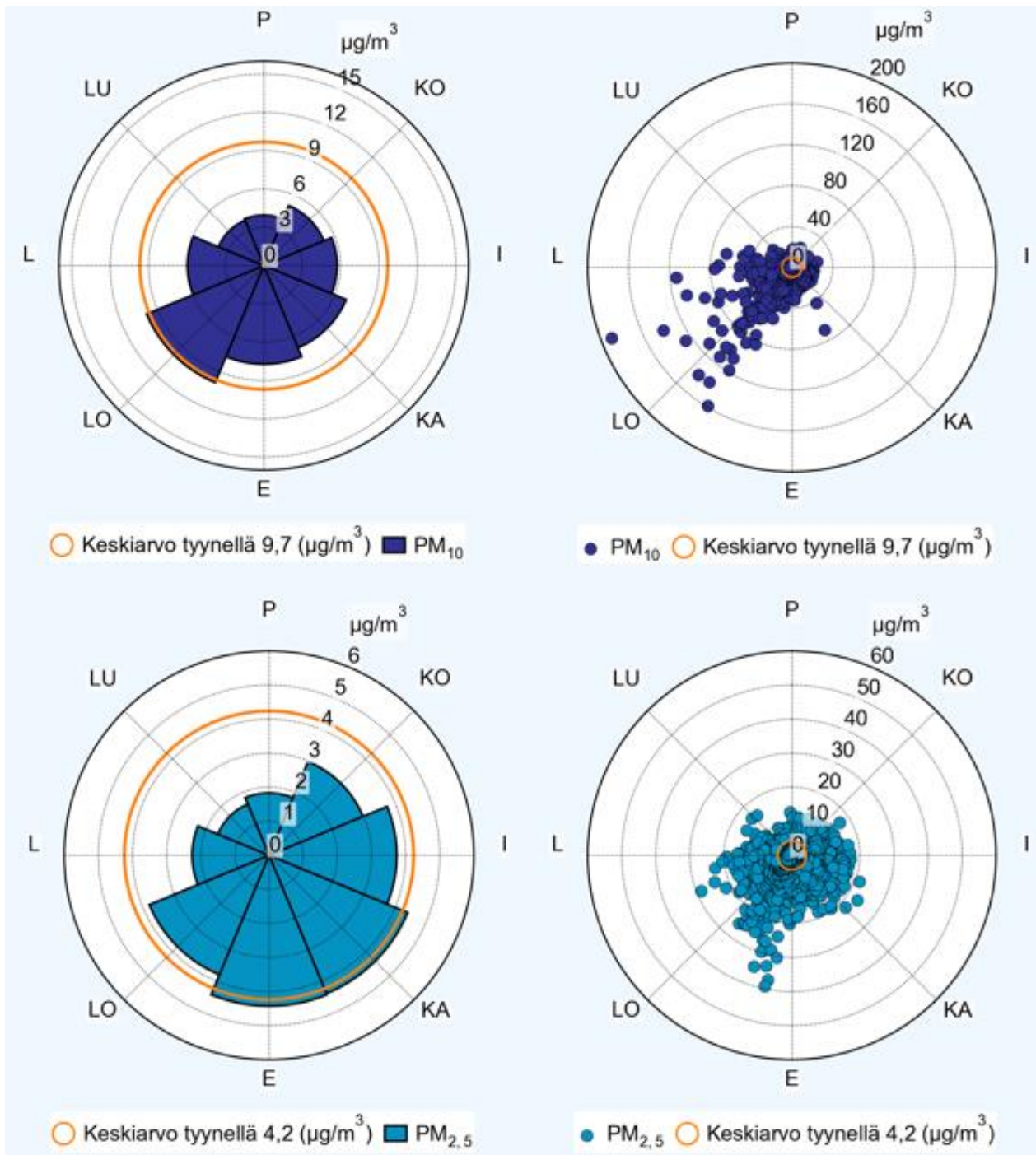


Kuva 10. Mitattujen pitoisuuksien tuntikohtaisten keskilukujen (mediaani) ajallinen vaihtelu vuorokaudenajan, viikonpäivän sekä vuodenajan mukaan Terrafamen Taattolan mittausasemalla vuonna 2025.

## 2.5 Tuulen suunnan ja nopeuden vaikutus mitattuihin pitoisuuksiin

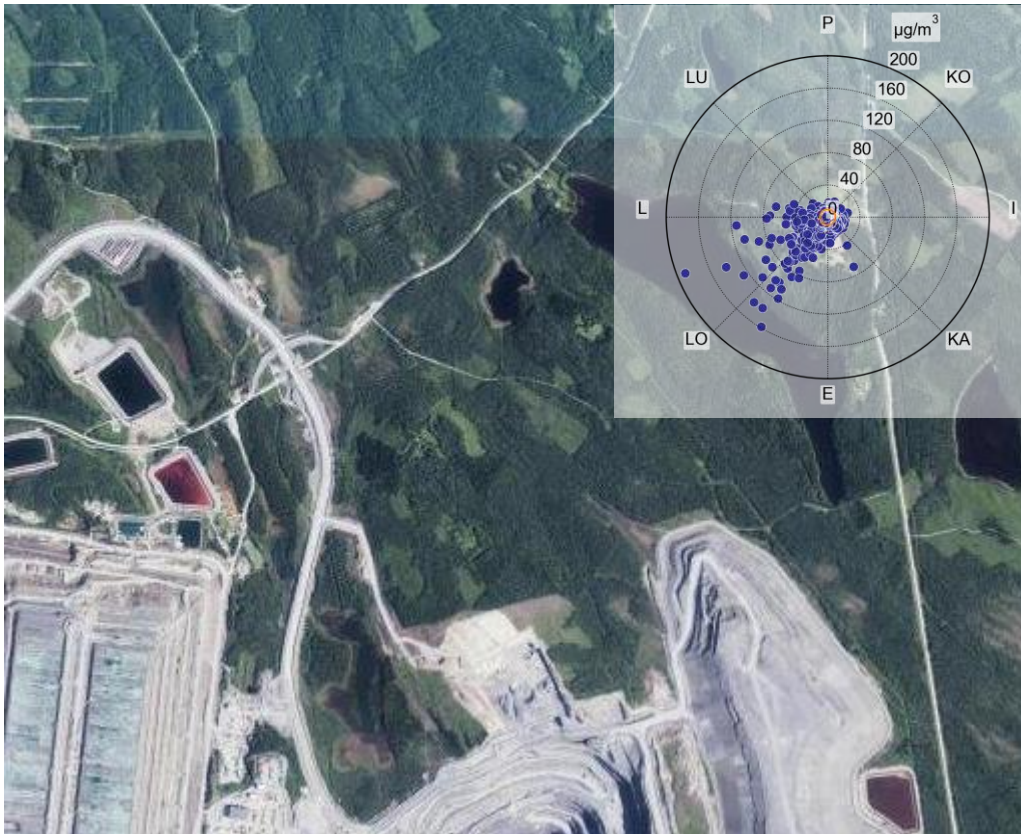
Kuvassa 11 on havainnollistettu Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla mitattujen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuuksien keskimääräistä riippuvuutta tuulensuunnasta pitoisuusruusun ja napakoordinaatistoon piirretyn pistekaavion avulla. Pitoisuusruusu kuvaa hiukkasten tuntipitoisuuksien keskiarvoa eri tuulensuunnilla. Tyynellä säällä, eli kun tuulen nopeus on alle 0,5 m/s, havaittujen tuntipitoisuuksien keskiarvo on esitetty ympyrällä, jonka etäisyys keskipisteestä kuvaa pitoisuuden keskiarvoa. Muilla tuulennopeuksilla havaitut pitoisuudet on esitetty tuulen suunnittaisina sektoreina, joissa etäisyys keskipisteestä vastaa tuntipitoisuuksien keskiarvoa.

Tyynellä säällä havaitut korkeat hiukkasten pitoisuudet kertovat paikallisista lähipäästölähteistä, joiden lähdettä ja sijaintia ei pystytä tarkasti määrittelemään. Kovemilla tuulennopeuksilla pystytään selkeästi päättelemään, mistä suunnasta mitatut pitoisuudet ovat peräisin. Taattolan mittausaseman hengitettävien hiukkasten pitoisuusruusun mukaan tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat suurimmillaan lounaan puoleisilla tuulilla sekä tuulen ollessa tyyni. Pienhiukkasten pitoisuusruusun mukaan tuntipitoisuuksien keskiarvot olivat suurimmillaan itä-lounassektorilla, ja toisaalta myös tyynellä säällä. Mittausaseman etelän ja lounaan välisellä suunnalla on tuotanto- ja kaivosaluetta. Asemasta idän ja etelän välisellä sektorilla on lähirakennuksia sekä peltoja, joiden toiminnot, kuten puunpolto ja ajot pelloilla, ovat voineet aiheuttaa korkeampia pitoisuuksia mittausjakson aikana.



Kuva 11. Terrafame Taattolan mittausasemalla mitattujen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten keskiarvot tuulensuunnittain (vasen), sekä yksittäiset tuntipitoisuudet pistekaaviona napakoordinaatissa (oikea) vuonna 2025. Ympyrällä (oranssi) on merkitty pitoisuuksia, jotka on mitattu tyynissä tilanteissa. Tyyneksi on tässä tarkastelussa luokiteltu tuuli, jonka nopeus on alle 0,5 m/s.

Kuvassa 12 on esitetty Terrafamen Taattolan mittausasemalla mitattujen hengitettävien hiukkasten yksittäisten tuntipitoisuuksien riippuvuus tuulen suunnasta. Mittausasemalla eniten korkeampia pitoisuuksia mitattiin lounaan ja lännen suunnista puhaltavilla tuuilla. Lounaassa sijaitsee kaivosalue, mutta lännessä ei ole muita mahdollisia kiinteitä lähteitä lähistöllä kuin pari rakennusta. Kuvassa 13 on esitetty vastaava kuva pienhiukkasille. Pienhiukkasten yksittäiset korkeammat pitoisuudet mitattiin etelän ja lännen väliltä.



Kuva 12. Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla mitatut hengitettävien hiukkasten yksittäiset tuntipitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tuulensuunnittain ( $0^\circ$ – $360^\circ$ ) vuonna 2025. Ympyrällä (oranssi) on merkitty pitoisuuksia, jotka on mitattu tyynissä tilanteissa. Kuvan alareunassa näkyy kaivosalueen pohjoisosaa. Kartta: Maanmittauslaitoksen ilmakekuva, 2026).



Kuva 13. TerraFamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla mitatut pienhiukkasten yksittäiset tuntipitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) tuulensuunnittain ( $0^\circ\text{--}360^\circ$ ) vuonna 2025. Ympyrällä (oranssi) on merkitty pitoisuuksia, jotka on mitattu tyynissä tilanteissa. Kuvan alareunassa näkyy kaivosalueen pohjoisosaa. Kartta: Maanmittauslaitoksen ilmakekuva, 2026).

## 2.6 Hengitettävien hiukkasten sisältämät arseeni- ja metallipitoisuudet

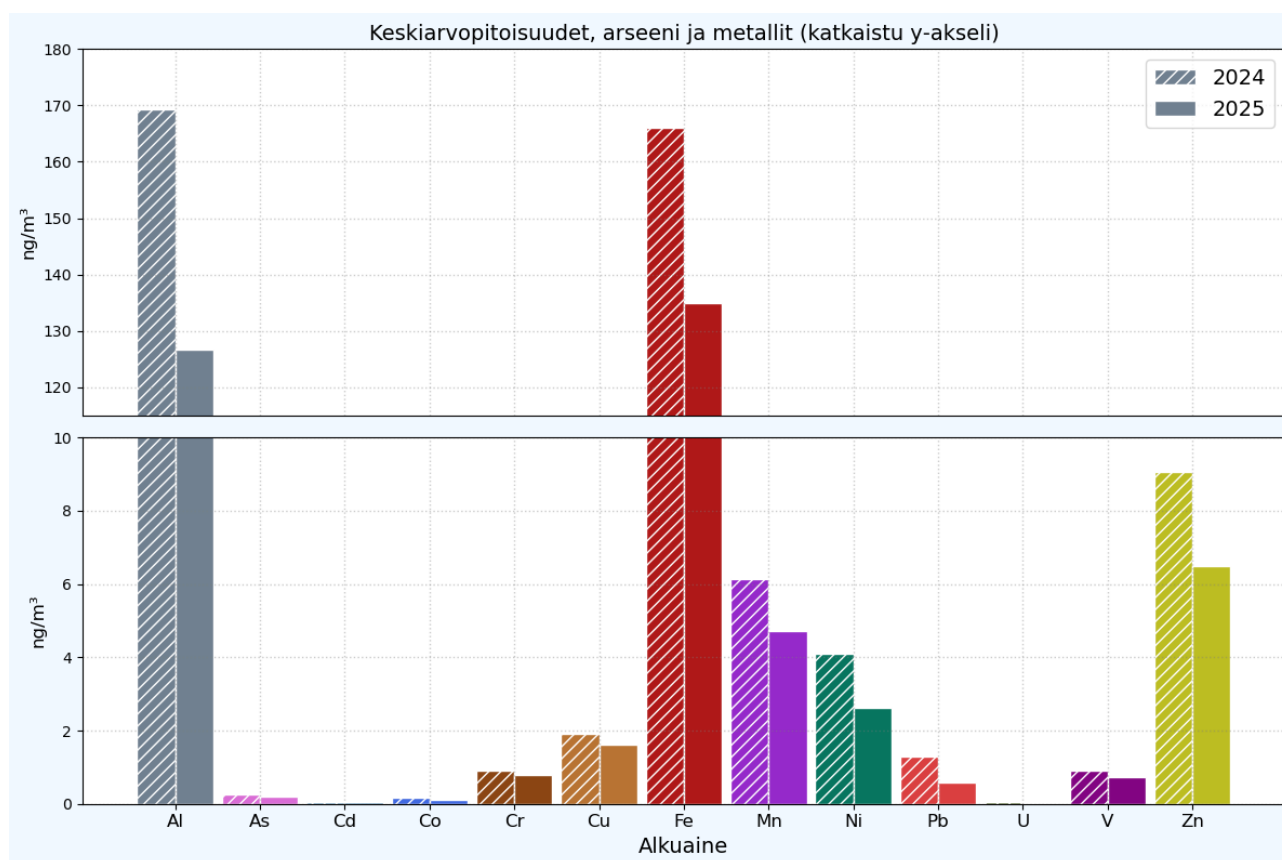
TerraFamen Taattolan mittauspisteessä kerättiin suodattimille hengitettävien hiukkasten vuorokausinäytteitä, joista analysoitiin laboratoriossa arseeni- ja metallipitoisuudet. Näytteitä kerättiin joka kuudes päivä vuonna 2025. Asemalta saatiin kerättyä ja analysoitua onnistuneesti kaikki keräyssuunnitelman 61 näytettä.

Kuvassa 14 on esitetty analysoitujen arseenin ja metallien vuosikeskiarvopitoisuudet vuosilta 2024 ja 2025. Kuvasta nähdään, että kaikkien analysoitujen alkuaineiden vuosikeskiarvo oli vuonna 2025 pienempi kuin vuonna 2024. Vuoden 2025 keräyksissä alumiinin ja raudan vuosikeskiarvopitoisuudet olivat selvästi korkeimmat ( $127\text{ ng}/\text{m}^3$  ja  $135\text{ ng}/\text{m}^3$ ), kun taas muiden mitattujen metallien pitoisuudet olivat alle  $10\text{ ng}/\text{m}^3$ .

Arseenille, kadmiumille, nikkeliille ja lyijylle on asetettu ilmanlaadun lainsäädännön vertailuarvot (raja- tai tavoitearvot) ihmisten terveyden suojelemiseksi ja ympäristöön kohdistuvien haittojen ehkäisemiseksi. Näiden ilmanlaadun kannalta tärkeimpien metallien ja arseenin pitoisuustulokset vuonna 2025 on esitetty taulukossa 2, johon on koottu mittausjakson pitoisuuskeskiarvo, suurin ja pienin arvo sekä hajonta.

Taulukko 2. Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 kerätyistä hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) vuorokausinäytteistä analysoidut arseeni- ja metallipitoisuudet, joille on annettu ilmanlaadun tavoite- tai raja-arvo.

Keräinnäytteiden pitoisuudet	Arseeni (As) (ng/m <sup>3</sup> )	Kadmium (Cd) (ng/m <sup>3</sup> )	Nikkeli (Ni) (ng/m <sup>3</sup> )	Lyijy (Pb) (ng/m <sup>3</sup> )
Keskiarvo	0,21	0,04	2,61	0,60
Minimi	0,01	0,00	0,04	0,02
Maksimi	2,57	0,31	21,52	7,42
Hajonta	0,36	0,05	3,94	0,98



Kuva 14. Terrafame Taattolassa mitatut metallien ja arseenin keskiarvopitoisuudet vuosina 2024 ja 2025.

Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuustulokset on esitetty näytteittäin kuvissa 15–18. Muiden hengitettävistä hiukkasista analysoitujen metallien (alumiini, koboltti, kupari, kromi, mangaani, rauta, sinkki, vanadiini ja uraani) pitoisuustulokset on esitetty näytteittäin vuodelta 2025 raportin liitekuvissa 1–9.

Yksittäisten näytteitten välillä metallien pitoisuuksissa esiintyi vaihtelua. Yleisesti metalli- ja arseenipitoisuuksissa ei ollut havaittavissa selkeää vuodenaikaisvaihtelua. Alumiinin, koboltin, kuparin, mangaanin ja raudan suurimmat pitoisuudet havaittiin lumettomaan aikaan keväästä syksyyn.

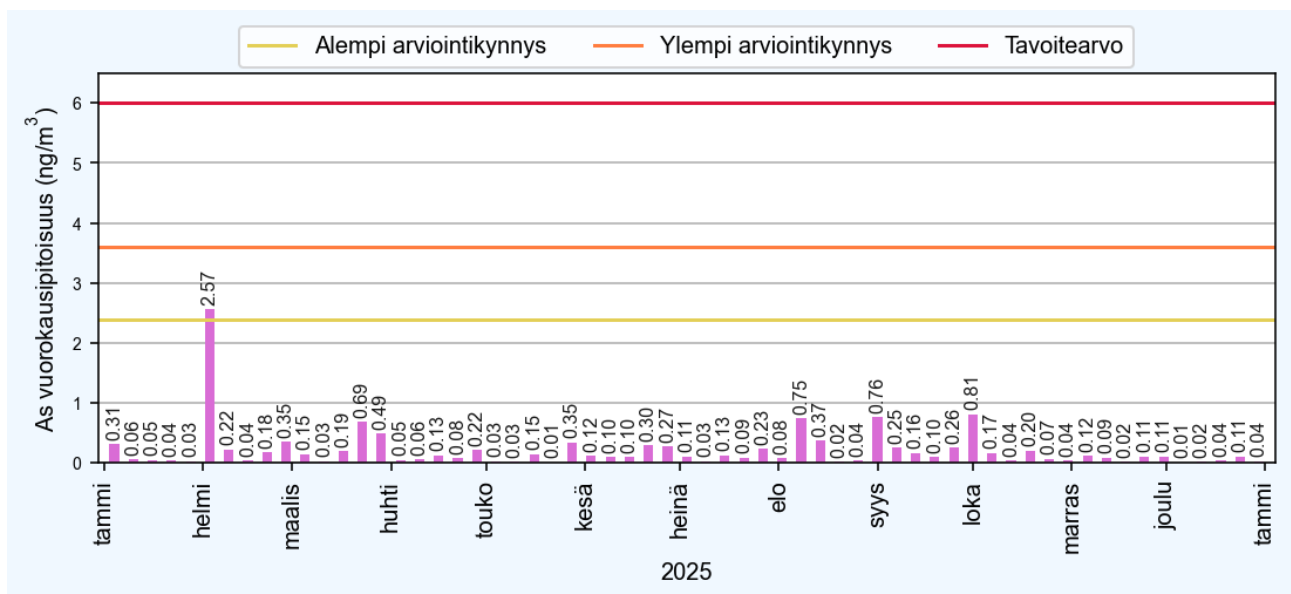
Usean metallin osalta mittausjakson suurimmat arvot mitattiin maaliskuun lopussa (23.3.2025), elokuussa (8. ja 14.8.2025) sekä lokakuun alussa (1.10.2025). Kyseisinä päivinä on ollut hyvin tyyntä tai tuuli on ollut heikkoa. Hiukkaset ovat tulleet asemalle pääasiassa lännen ja lounaan väliseltä suunnalta.

Arseenin ja lyijyn pitoisuudet olivat mittausjakson aikana korkeimmillaan 3.2., jolloin päivän aikana kerätty arseenin pitoisuus ylitti alemman arviointikynnyksen tason. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuus oli kuitenkin hyvin alhainen, alle  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Kyseisenä päivänä hiukkaset ovat tulleet asemalle idän ja pohjoisen väliseltä sektorilta. Vuoden 2025 mittausjakson pitoisuuskeskiarvot alittivat raja- ja tavoitearvon sekä myös alemman arviointikynnyksen.

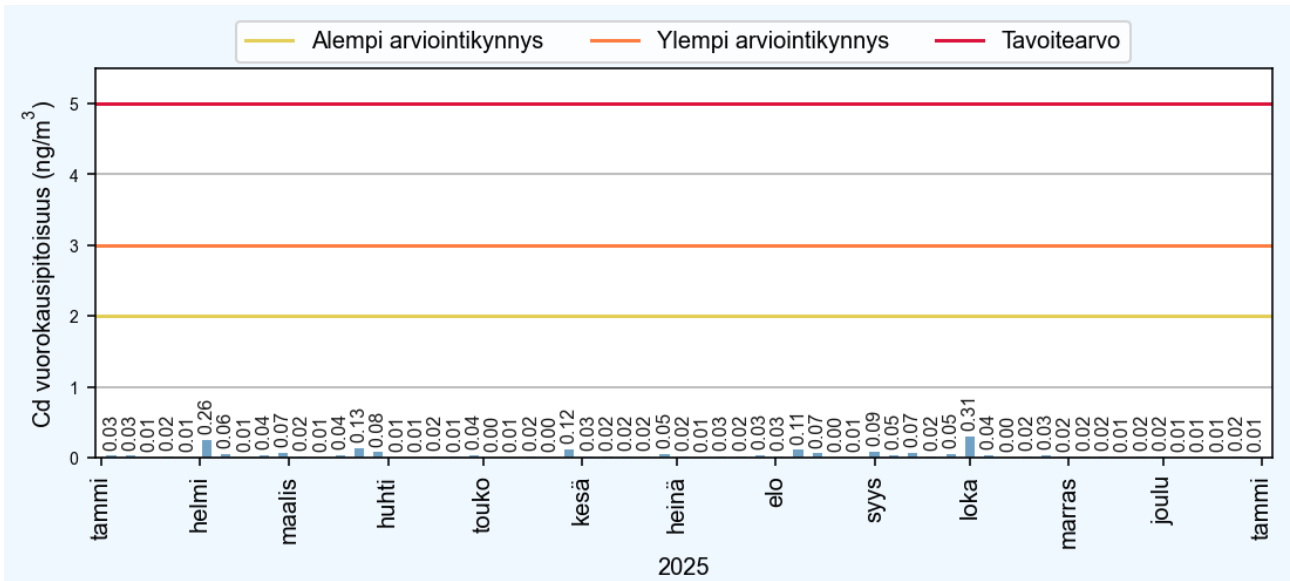
Nikkelin pitoisuus oli korkeimmillaan 12.11., jolloin tuuli oli lounaan suunnalta. Tuona päivänä kerätty nikkelin pitoisuus ylitti tavoitearvotason. Sen lisäksi nikkelin vuorokausipitoisuus ylitti kolmena päivänä alemman arviointikynnyksen tason elo–lokakuussa. Nikkelin pitoisuuskeskiarvo mittausjakson aikana kuitenkin alitti selvästi tavoitearvon sekä alemman arviointikynnyksen.

Kuvissa 19 ja 20 esitetään arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn vuosien 2024 ja 2025 vuosikeskiarvojen vertailu raja- tai tavoitearvoihin. Arseenin, kadmiumin ja lyijyn mittausjakson pitoisuuksien keskiarvot olivat erittäin pieniä (As ja Cd alle  $0,5 \text{ ng}/\text{m}^3$ , Pb  $0,6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ). EU-säädösten mukaisessa raportoinnissa näin pienet pitoisuudet pyörivät nolaksi, minkä vuoksi pitoisuudet ovat 0 % vastaavista raja- tai tavoitearvoista. Tavoitearvot arseenille ( $6 \text{ ng}/\text{m}^3$ ), kadmiumille ( $5 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) ja nikkelille ( $20 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) perustuvat direktiiviin 2004/107/EY, ja lyijyn raja-arvo ( $0,5 \mu\text{g}/\text{m}^3 = 500 \text{ ng}/\text{m}^3$ ) perustuu direktiiviin 2008/50/EY. Nikkelipitoisuuden mittausjakson keskiarvo oli 15 % sen tavoitearvosta.

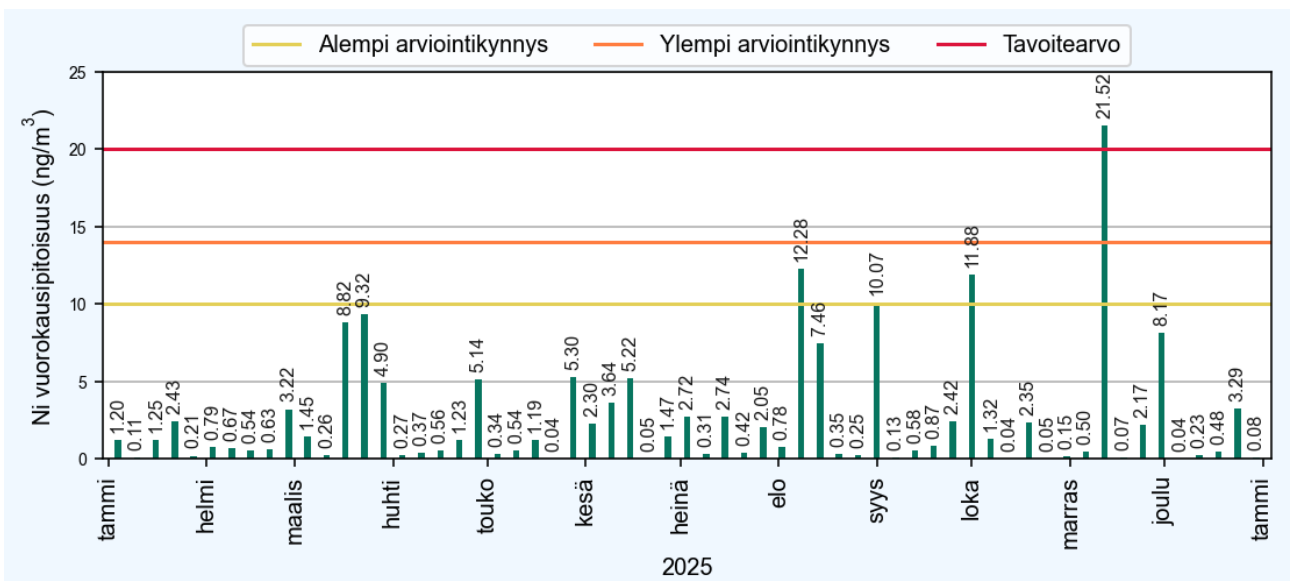
Tarkastellessa suurimpia arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuuksia, voidaan sanoa, että suurimpien havaittujen pitoisuuksien aikaan tuuli pääasiassa lännen ja lounaan puolelta (liitetaulukko 1).



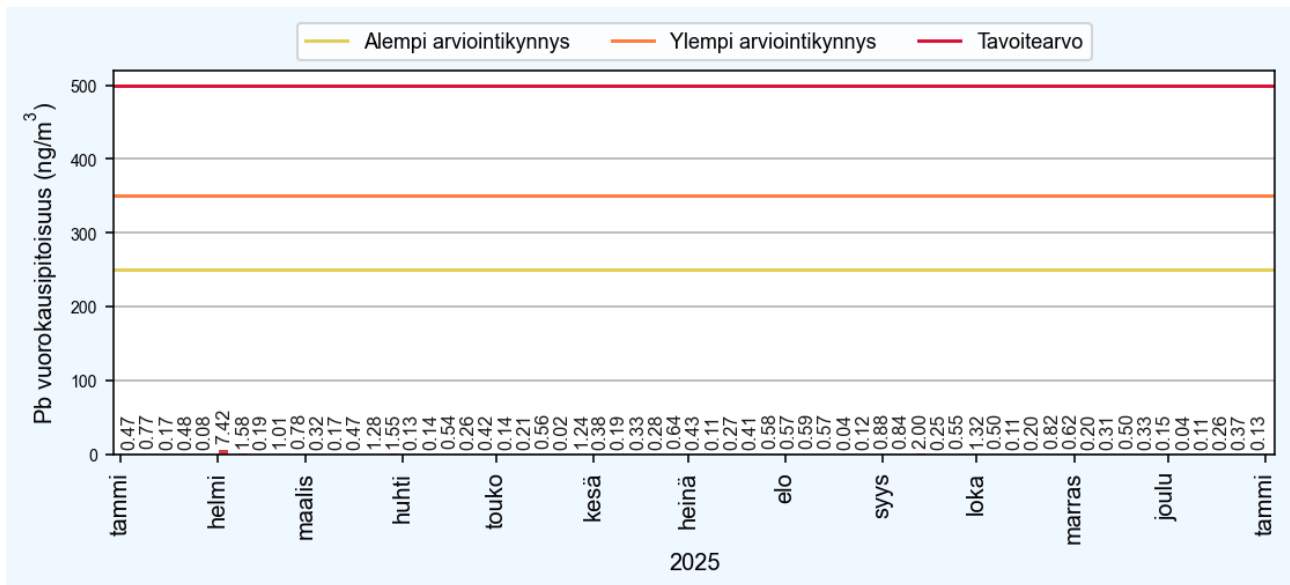
Kuva 15. Terrafame Taattolassa mitatut **arseenipitoisuudet** vuonna 2025. Tavoitearvo ja arviointikynnykset koskevat vuosikeskiarvoa, eivät yksittäisiä pitoisuusarvoja, ja ne ovat kuvassa vain havainnollistamassa pitoisuustasoa.



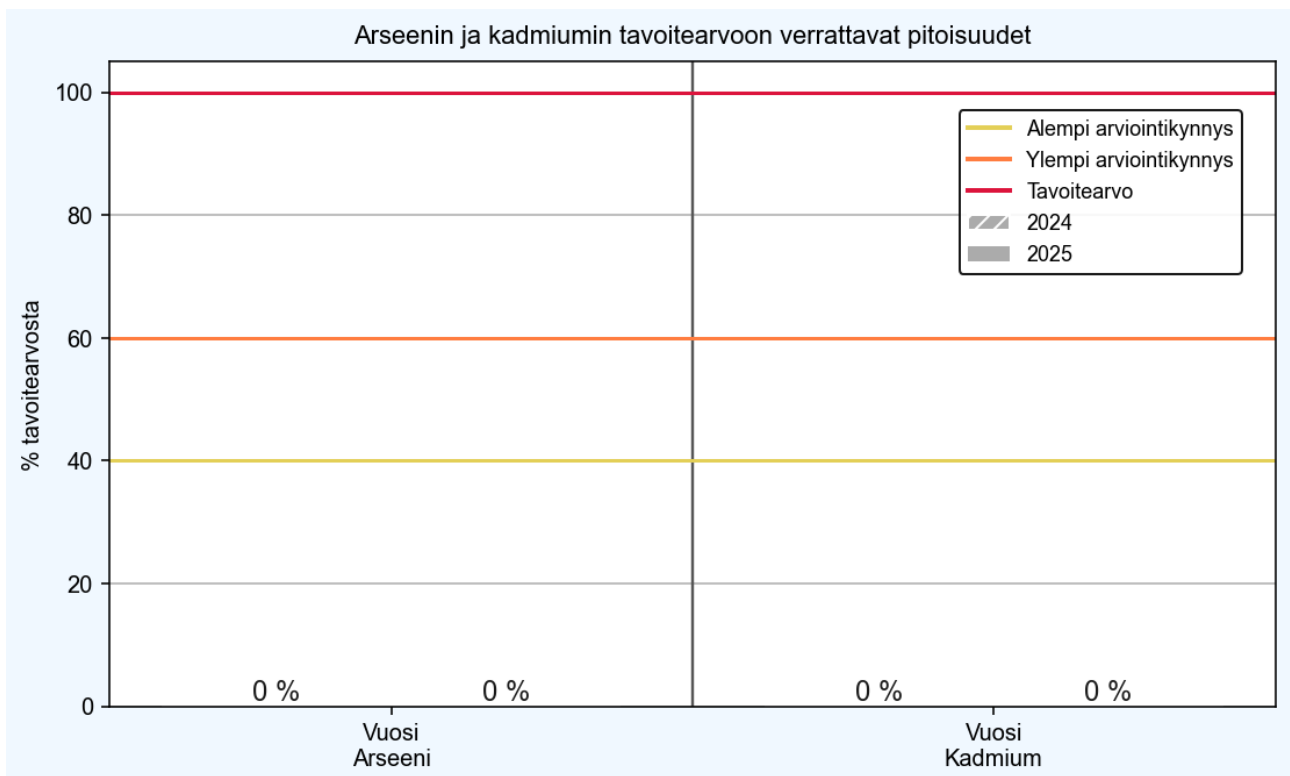
Kuva 16. Terrafame Taattolassa mitatut **kadmipitoisuudet** vuonna 2025. Tavoitearvo ja arviointikynnykset koskevat vuosikeskiarvoa, eivät yksittäisiä pitoisuusarvoja, ja ne ovat kuvassa vain havainnol-listamassa pitoisuustasoja.



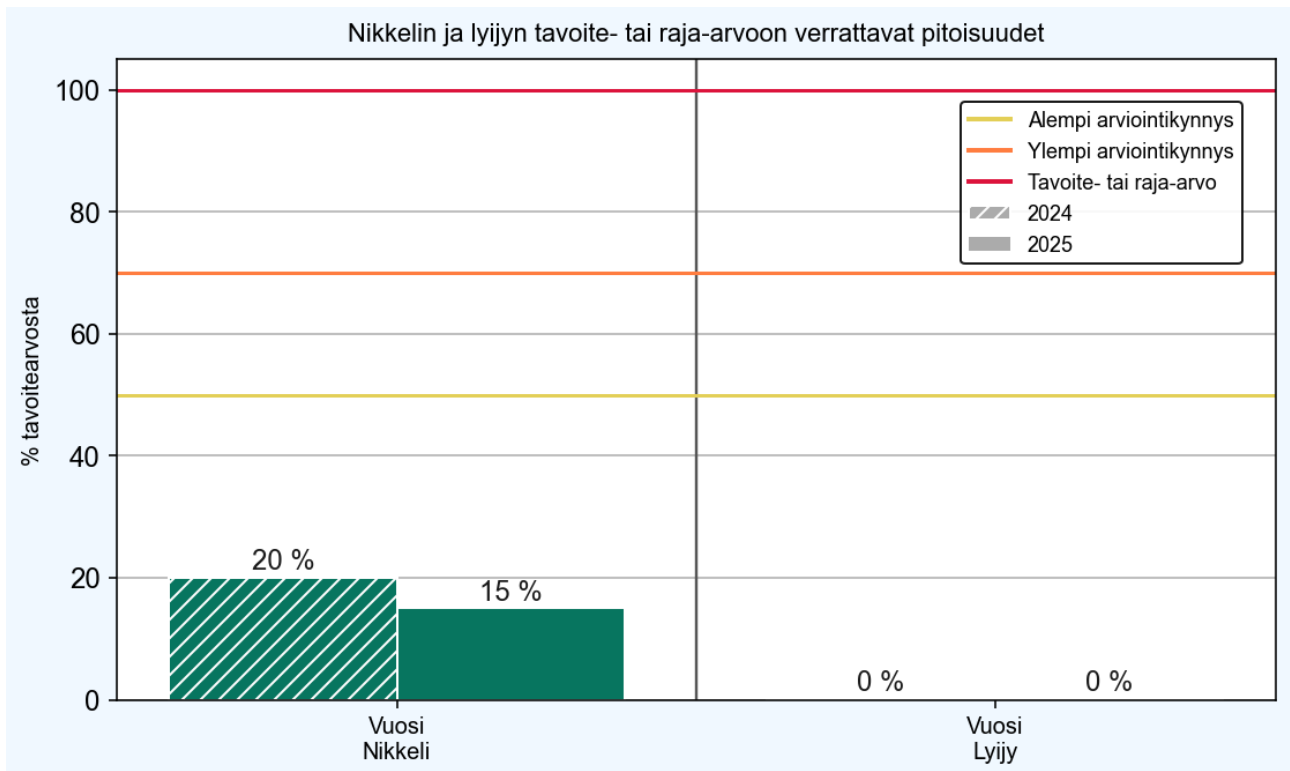
Kuva 17. Terrafame Taattolassa mitatut **nikkelipitoisuudet** vuonna 2025. Tavoitearvo ja arviointikynnykset koskevat vuosikeskiarvoa, eivät yksittäisiä pitoisuusarvoja, ja ne ovat kuvassa vain havainnol-listamassa pitoisuustasoja.



Kuva 18. Terrafame Taattolassa mitatut **lyijypitoisuudet** vuonna 2025. Tavoitearvo ja arviointikynnykset koskevat vuosikeskiarvoa, eivät yksittäisiä pitoisuusarvoja, ja ne ovat kuvassa vain havainnollistamassa pitoisuustasoa.



Kuva 19. Arseenin ja kadmiumin pitoisuuskeskiarvot suhteessa (%) vastaavaan ilmanlaadun tavoitearvoon Terrafamen Taattolan mittauspisteessä vuosina 2024 ja 2025. Kuvaan on merkitty vaakaviivoilla tavoitearvo sekä ylempi ja alempi arviointikynnys.

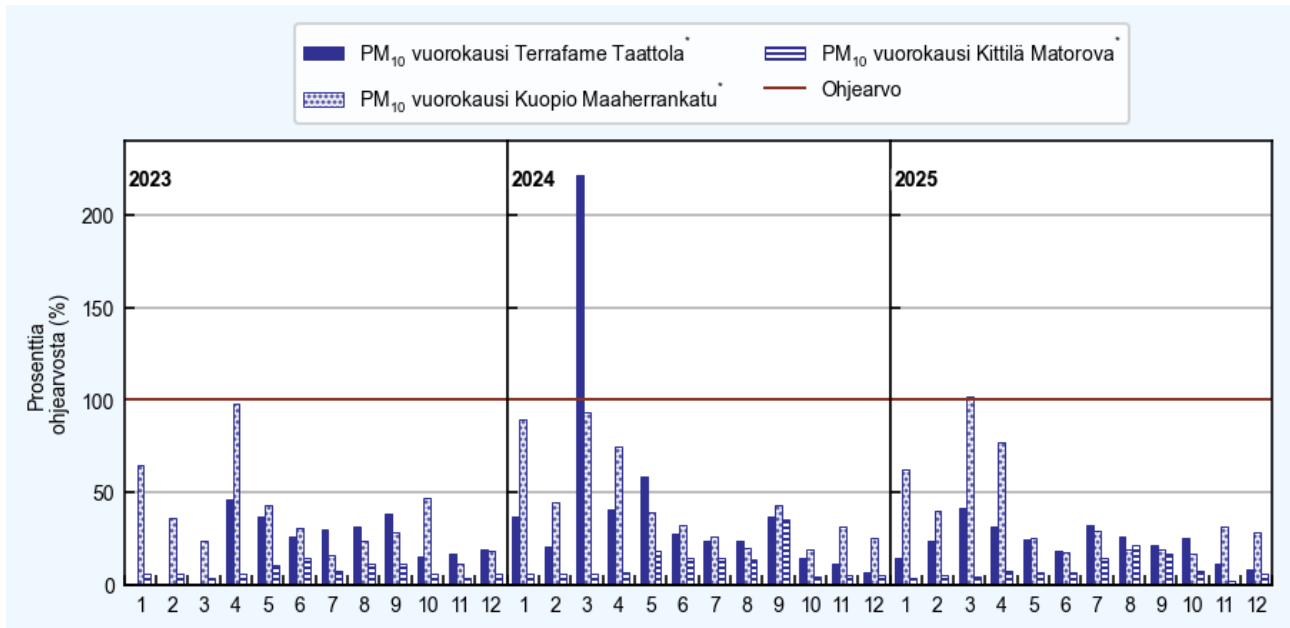


Kuva 20. Nikkelin ja lyijyn pitoisuuskeskiarvot suhteessa (%) nikkelin tavoitearvoon ja lyijyn raja-arvoon Terrafamen Taattolan mittauspisteessä vuosina 2024 ja 2025. Kuvaan on merkitty vaakaviivoilla tavoitearvotaso sekä ylempi ja alempi arviointikynnys.

## 2.7 Pitoisuuksien vertailua muualla mitattuihin pitoisuuksiin

Kuvassa 21 on esitetty hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrannollisia pitoisuuksia Terrafamen Taattolan mittausaseman osalta mittausjaksolta 15.4.–31.12.2023 ja vuosilta 2024–2025 sekä Kuopion Maaherrankadulta ja Ilmatieteen laitoksen taustailmanlaadun mittausasemalta Kittilän Matorovalta vuosilta 2023–2025. Kaikki pitoisuustulokset on mitattu jatkuvatoimisilla laitteilla. Kuopio on noin 123 000 asukkaan kaupunki ja Maaherrankadun mittausasema sijaitsee Kuopion keskustassa. Kittilän Matorovan mittausasema edustaa pitoisuuksia Lapissa puhtaalla tausta-alueella, jossa mittausaseman välittömässä läheisyydessä ei ole ihmistoimintoja. Hengitettävien hiukkasten pitoisuustaso Terrafamen mittausasemalla oli ohjearvoon verrattavina pitoisuuksina kahdeksana kuukautena alhaisempi kuin Kuopion mittausasemalla vuonna 2025.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttavat näissä mittauspisteissä autoliikenteen pakokaasupäästöjen lisäksi hiukkasten kaukokulkeuma ja paikallinen mittausaseman ympäristön pölyäminen. Kaupunkialueella pölynsidonta ja mittausaseman ympäristön katujen puhdistus kaduille talven aikana kertyneestä hiekoitushiekasta vaikuttavat nopeasti keväisiin katupölypitoisuuksiin. Matorovalta hengitettävien hiukkasten ohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat pienemmät kaikkina kuukausina kuin Terrafamen mittausasemalla.



Kuva 21. Terrafamen Taattolan mittausasemalla ajanjaksolla 15.4.2023–31.12.2025, Kuopion Maaherrankadulla sekä Kittilässä Matorovan taustamittausasemalla vuosina 2023–2025 mitatut hengitettävien hiukkasten vuorokausiohjearvoon ( $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) verrannolliset pitoisuudet (%) kuukausittain. Ohjearvotaso on esitetty punaisella vaakaviivalla.

### 3. YHTEENVETO MITTAUSTULOISTA

Ilmatieteen laitos mittasi Terrafamen kaivospiirin lähialueen ulkoilman laatua vuonna 2025 yhdessä mittauspisteessä Taattolan asemalla. Kaivos- ja teollisuustoiminta on alkanut alueella vuonna 2008. Vuodesta 2015 lähtien Terrafame Oy on ollut kaivos- ja teollisuustoiminnan harjoittaja. Ilmatieteen laitos on tehnyt ilmanlaadun tarkkailua alueella aiemmin vuosina 2008–2009, 2015–2016, 2022 sekä 2023–2024. Ilmanlaadun mittauksen tavoitteena on kartoittaa kaivos- ja teollisuustoiminnan vaikutuksia ilmanlaatuun Terrafamen kaivospiirin ympäristössä mittaamalla hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuustasoa ja hetkellistä vaihtelua kaivoksen lähialueella, sekä arvioida mittaus tulosten perusteella ilmanlaadun seurannan tarvetta tulevaisuudessa. Hiukkasten ( $\text{PM}_{10}$  ja  $\text{PM}_{2,5}$ ) pitoisuuksia mitattiin jatkuvatoimisilla hiukkasanalysointilaitteilla koko mittausjakson ajan. Mittausasemalla kerättiin myös hengitettävien hiukkasten vuorokausinäytteitä joka 6. vuorokausi. Näistä näytteistä analysoitiin laboratoriossa arseenin ja metallien pitoisuuksia. Ilmanlaatumittauksen tulosten tulkintaa varten asemalla mitattiin myös säätietoja.

Terrafamen teollisuusalueen ilmanlaadun mittausasemalla mitattujen hiukkaspitoisuuksien tuntiarvojen perusteella laskettiin ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatuilannetta viisiportaisella sanallisella asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono tai erittäin huono. Mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Ilmanlaatuindeksi on vertailuluku, joka kuvaa sen hetkistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaadun ollessa hyvää tai tyydyttävää terveysvaikutukset ovat epätodennäköisiä (HSY, 2023). Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu Taattolassa oli hyvää 92,3 %, tyydyttävää 6,2 %, välttävää 0,6 %, huonoa 0,2 % ja erittäin huonoa 0 % tunneista. Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ ) määrittivät indeksin arvon 68,8 % tunneista ja pienhiukkaset ( $\text{PM}_{2,5}$ ) 31,2 % tunneista.

Mitattuja pitoisuuksia verrattiin lainsäädännössä annettuihin ilmanlaadun raja-, ohje- ja tavoitearvoihin sekä pitoisuuksien seurantarvetta määrittäviin arviointikynnyksiin. Terveyshaittojen ehkäisemiseksi annetut ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvot ovat voimassa sellaisilla alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä tai joihin ihmisillä on vapaa pääsy. Hengitettävien hiukkasten mitatut pitoisuudet jäivät selvästi alle raja- ja ohjearvojen sekä alle arviointikynnysten.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat 30 % vuorokausiraja-arvosta ja 18 % vuosiraja-arvosta. Myös pienhiukkasten pitoisuudet jäivät selvästi alle vuosiraja-arvon ja arviointikynnysten ollen 12 % vuosiraja-arvosta. Arviointikynnykset määrittävät minimikriteerit ilmanlaadun seurannalle ja seurantamenetelmille. Arviointikynnyksien ylittymisen tarkastelussa käytetään viiden kalenterivuoden mittausjaksoja.

Taattolassa hengitettävien hiukkasten suurin vuorokausiohjearvoon verrattava pitoisuus oli maaliskuussa, 41,5 % ohjearvosta. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta niitä sovelletaan maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään ennakolta ja pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi.

Mitatut hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat keskimäärin korkeimmat lounaan puoleisilla tuulilla sekä tyynellä säällä, jolloin tuulen nopeus oli alle 0,5 m/s. Tyynellä säällä pitoisuuksien lähde tai lähteen ilmansuuntaa ei pysty päättelemään. Tyynissä tilanteissa korostuu lähipäästölähteiden vaikutus ilmanlaatuun. Asemasta etelän ja lounaan suunnilla on kaivosaluetta ja etelässä on myös asuinrakennuksia ja peltoa. Pienhiukkasten pitoisuudet olivat suurimmillaan lounaissektorilla sekä tyynellä säällä. Asemasta idän ja etelän välisellä sektorilla on lähirakennuksia sekä peltoja, joissa toiminnat, kuten mahdollinen puunpoltto ja ajot pelloilla, ovat voineet aiheuttaa hiukkaspitoisuuksia mittausjakson aikana. Suurimmat hiukkaspitoisuudet mitattiin tuulen ollessa kaivokselta päin.

Mitattujen pitoisuuksien tunti- ja vuorokausijakaumien sekä tuulensuuntatarkasteluiden perusteella Taattolan mittauspisteessä pitoisuuksiin vaikutti sekä Terrafamen teollisuusalueen toiminta, että mittauspaikan lähiympäristössä tapahtunut toiminta kuten puunpoltto ja pihapiirin, peltojen ja tien pölyäminen. Tuulen ja liikenteen maanpinnasta ilmaan nostattamat hiukkaset vaikuttavat merkittävästi hiukkasten pitoisuuksiin. Korkeimmat metallipitoisuudet havaittiin tyynellä säällä sekä tuulen ollessa Terrafamen teollisuusalueen suunnalta, etelän, lännen ja lounaan puoleisilla tuulilla. Osa mitatuista pitoisuuksista johtui todennäköisesti Terrafamen teollisuustoiminnasta.

Ulkoilman epäpuhtauksien pitoisuuksiin vaikuttavat kiinteiden lähteiden, kuten teollisuuden ja energiantuotannon, päästöt, sekä liikenteen ja hajapäästölähteiden, kuten asuinrakennusten tulisijojen, päästöt. Yksittäisen päästölähteen vaikutusta hiukkaspitoisuuksiin on yleensä vaikea erottaa. Vuodenaika, liikenne, kaukokulkeuma, maan pinnasta tuulen ja liikenteen vaikutuksesta ilmaan nouseva pöly ja sääolosuhteet vaikuttavat hiukkaspitoisuuksiin voimakkaasti. Esimerkiksi sateet alentavat väliaikaisesti ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ja puhdistavat hengitysilmaa. Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet nousevat yleensä korkeiksi tyynen tai heikkotuulisen sään aikana ja erityisesti ns. inver-siotilanteissa, kun ilmakehän pystysuuntainen lämpötilajakauma estää tai rajoittaa epäpuhtauksien laimenemista pystysuunnassa. Hiukkaspitoisuudet ovat tyypillisesti korkeimmillaan keväisin ns. kevätpölyaikaan sekä kesällä sateettomaan aikaan.

Ilmanlaatuasetuksessa (Vna 79/2017) todetaan, että ilmanlaadun seurannan riittävyys ja esimerkiksi ilman epäpuhtauspitoisuuksien suhde raja-arvoihin ja ilmanlaadun arviointikynnyksiin tulee tarkistaa ainakin viiden vuoden välein. Jos ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat alemman arviointikynnyksen alapuolella, riittää, että ilmanlaatua seurataan yksinomaan suuntaa-antavien mittausten, mallintamistekniikoiden, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella. Taattolan ilmanlaatumittaukset tulevat jatkumaan toistaiseksi useita vuosia. Niin pitkään, kun Terrafame Oy:n teollisuusalueen läheisyydessä Taattolassa tehdään jatkuvatoimisia hiukkasmittauksia sekä arseeni- ja metallimittauksia, lisämittausten tekemiselle säännöllisin välein muissa mittauspisteissä ei ole tarvetta. Mikäli toiminta kaivosalueella merkittävästi muuttuu tai jatkuvatoimiset hiukkasmittaukset Taattolan mittauspisteessä lopetetaan, tulee mittaustarve Terrafame Oy:n ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi jatkossa arvioida tehtyjen jatkuvatoimisten mittaustulosten perusteella uudelleen. Jatkuvatoimisten mittausten avulla pystytään arvioimaan kattavasti erilaisten sääolosuhteiden ja vuodenaikojen vaikutuksia pitoisuuksiin. Pitkäaikaiset, usean vuoden mittaukset mahdollistavat myös ilmanlaadun pitkäaikaistrendien ja kehittymisen seurannan mittauspaikassa. Jatkuvatoimisia mittauksia voidaan hyödyntää myös ilmanlaadun parantamistoimenpiteiden tarpeen arviointiin, toimenpiteiden suunnitteluun ja niiden oikea-aikaiseen toteuttamiseen.

## OSA II

---

### 4. TUTKIMUKSEN SUORITUS

#### 4.1 Mittausaseman sijainti

Ilmatieteen laitos mittasi ilmanlaatua Terrafamen kaivospiirin lähialueella Sotkamossa yhdellä mittausasemalla vuonna 2025. Mittausaseman sijainti on esitetty kuvassa 1, ja valokuvia mittausaseman ympäristöstä on esitetty kuvissa 22–23. Taattolan mittauspiste sijaitsee Hakosen järven itäpuolella, noin 2,5 kilometrin päässä kaivosalueelta pohjois-koillisuuntaan lähiasutusta edustavan kiinteistön alueella. Mittausasemaa lähinnä olevat rakennukset ovat Terrafamen omistuksessa. Kyseiset rakennukset eivät ole häiriintyvää aluetta ja niistä ei aiheudu esimerkiksi savuhaittoja. Tutkimuspisteessä mitattiin hiukkasmittausten tulosten tulkintaa varten lisäksi tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja ilmanpainetta.



Kuva 22. Taattolan ilmanlaadun mittauspiste huhtikuussa 2023. Mittausasema sijaitsee peltoaukealla sorapintaisen tien päässä. Kuva: Mika Vestenius.



Kuva 23. Taattolan ilmanlaadun mittauspiste huhtikuussa 2023. Mittausaseman ympäristössä on rakennuksia, sekä länsipuolella metsää. Kuva: Mika Vestenius.

## 4.2 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät

Terrafamen ilmanlaadun mittauspisteessä on mittauskontti, jossa kaikki mittauksiin liittyvät toiminnot tapahtuivat häiriöttä ja mittausolosuhteet pysyivät stabiileina. Mittausasemalla mitattiin jatkuvatoimisilla automaattisilla analysaattoreilla halkaisijaltaan alle 10 µm suuruisten hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) sekä alle 2,5 µm suuruisten pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) pitoisuuksia. Mittausasemilla kerättiin myös hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) vuorokausinäytteitä joka 6. vuorokausi (suuntaa-antavien mittauksien ajallisen kattavuuden vaatimus >14 %, näytteenotto jakautuu tasaisesti koko vuodelle ja eri viikonpäiville). Näistä näytteistä analysoitiin laboratorioissa arseenin ja metallien pitoisuuksia. Mittalaitteet ja mittausmenetelmät on esitetty taulukossa 3. Kaikkien laitteiden näytteenotto tapahtui mittausaseman katolla olevista näytteenottimista noin 4 metrin korkeudelta ja hiukkasten näytteenotto tapahtui pystysuoralla näytteenottolinjalla. Lisäksi mittausasemilla havainnoitiin tuulen suuntaa ja nopeutta, ulkoilman lämpötilaa, suhteellista kosteutta ja ilmanpainetta. Säämittausanturin korkeus oli noin 4 metriä maanpinnan tasosta. Kontin ilmastointi järjestettiin niin, ettei poistoilmavirta häirinnyt näytteenottoa, eivätkä poistoilman epäpuhtaudet päässeet näytteenottimiin. Hiukkasten pitoisuutta mitattiin valon sirontaan perustuvalla menetelmällä. Hiukkasten jatkuvatoimiset mittaukset perustuvat standardiin *SFS EN 16450:2017 Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>)*. PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub> hiukkasten gravimetrinen referenssimenetelmä on kuvattu standardissa EN 12341:2014. Ilmatieteen laitoksen käyttämien automaattisten hiukkasanalysaattoreiden antamien tulosten vastaavuus PM<sub>10</sub>/PM<sub>2,5</sub>-hiukkasten gravimetrisen referenssimenetelmään on esitetty ilmanlaadun mittausohjeessa (Ilmatieteen laitos 2025 a).

Näytekeräykset (PM<sub>10</sub>) suoritettiin automaattisella hiukkaskeräimellä, joka huolehtii näytesuodattimien vaihdosta laitteen sisällä laitteeseen ennalta ohjelmoidun syklin mukaisesti. Käytetty keräimenetelmä on referenssimenetelmä (EN 12341:2014) hengitettävien hiukkasten pitoisuusmittauksissa ja sillä tulee kerätä myös arseenin, kadmiumin ja nikkelin määrittystä varten otettavat hengitettävien hiukkasten näytteet metalliasetuksen (Vna 113/2017) mukaan. Suodatinnäytteiden keräys kesti kerrallaan vuorokauden (aloitusaika aina klo 00:00) ja näytteitä otettiin joka kuudes vuorokausi. Suodattimien käsittely (mm. pakkaus ja purkaminen) tapahtui ainoastaan akkreditoidussa laboratoriossa ja mittausasemalla käsiteltiin suodattimia vain suodatinkoteloissaan, keräimen suodatinkasetin vaihdon yhteydessä. Näytteistä määritettiin arseenin, kadmiumin, nikkelin, kromin, lyijyn, sinkin, alumiinin, kobolttin, kuparin, raudan, mangaanin, vanadiinin ja uraanin pitoisuudet Suomen ympäristökeskuksen ympäristökemian tutkimuslaboratoriossa. Laboratorion laatu järjestelmä on standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 mukainen ja sen arseeni- ja metallianalyysit on akkreditoitu suodatinnäytteille. Suomen ympäristökeskuksen kemian laboratorio on Turvallisuus- ja kemikaaliviraston akkreditointiyksikön (FINAS) akkreditoima testauslaboratorio T003. Metallien analyysit tehtiin ICP-MS-menetelmällä standardin SFS-EN 14902:2006 mukaan, mikä on metallidirektiivin mukainen menetelmä arseenille, kadmiumille ja nikkelille. Menetelmä sisältää näytteiden tyyppihappohajotuksen mikroaaltouunissa. Menetelmällä päästään erittäin pieniin pitoisuuksiin.

Jatkuvatoimisten mittalaitteiden mittaustulokset kerättiin minuuttiarvoina mittauksia ohjaavalle tietokoneelle, jolta ne siirrettiin edelleen minuuttiarvoina langattomasti modeemiyhteyden kautta Ilmatieteen laitoksen palvelimelle raakadatatiekantaan ja siitä edelleen tallennettavaksi muihin tietokantoihin. Raakadatatiekannassa mittaustulokset pysyvät aina muuttumattomina, jolloin alkuperäiset arvot ovat myöhemminkin tarvittaessa saatavilla. Minuuttiarvoista määritettiin tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot ja muut pidemmän jakson keskiarvot. Laitteiden toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin. Mittauksia seurattiin etävalvontana Ilmatieteen laitokselta Helsingistä.

Taulukko 3. Taattolan asemalla ilmanlaadun mittauksissa käytetyt menetelmät ja laitteet.

Mitattava komponentti	Mittausmenetelmä	Mittalaite
Hengitettävät hiukkaset	Valon sironta	Palas Fidas 200E
Pienhiukkaset	Valon sironta	Palas Fidas 200E
Hengitettävät hiukkaset, vuorokausinäytteet (24 t)	Pientehokeräin	Leckel SEQ 47/50
Meteorologiset tiedot		Vaisala WXT530

### 4.3 Hiukkasmittausten vertailukelpoisuus ja epävarmuus

Hiukkasmassan määrittämisen standardissa (*EN 12341:2014*) määritetty ns. referenssimenetelmä on gravimetrinen määrittäminen vuorokausikeskiarvolle. Kullekin Suomessa käytettävälle jatkuvatoimiselle hiukkasmittalaitteelle on osoitettu laitteen ekvivalenttisuus eli vertautuvuus referenssimenetelmään, ja kertoimia käyttämällä eri mittalaitteilla mitatut hiukkasmittaustulokset ovat keskenään vertailukelpoisia. Määritettyjä korjauskertoimia käyttämällä tässä tutkimuksessa käytettyjen hiukkasmittalaitteiden tuottamat tulokset ovat vastaavia referenssimenetelmää vastaan. Mittausarvojen oletettu vaihtelu eli mittausepävarmuus on positiivinen luku, joka on saatu käytettävissä olevien tietojen perusteella. Yleisesti, mittauksen yhteydessä on tärkeää tietää mittauksen epävarmuus, koska muuten mittauksista ei voida luotettavasti tehdä johtopäätelmiä (Hiltunen ym., 2011). Jatkuvatoimisilla hiukkasmittalaitteilla mittausepävarmuus saa olla korkeintaan 25 %. Tämä kriteeri täyttyy tämän raportin kuvaamissa mittauksissa ja käytettyjen monitorien osalta. Palas Fidas 200-hiukkasmittauksen kartoitus ja mittausepävarmuudet on julkaistu Ilmanlaadun mittausohjeessa (Ilmatieteen laitos, 2025 a). Mittausohjeen mukaan Fidaksen korjauskerroin  $PM_{10}$ -hiukkasmassalle on  $0,836y + 1,388$  ja  $PM_{2,5}$  hiukkasmassalle  $1y$ . Käyttämällä näitä kertoimia Fidas 200-monitorin antamien  $PM_{10}$ -hiukkasmassan mittauksien epävarmuus on 13 % ja  $PM_{2,5}$ -hiukkasmassan 12 %.

### 4.4 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot

Terrafamen ilmanlaadun mittaukset suoritettiin kansallisen ilmanlaadun mittausohjeen (Ilmatieteen laitos, 2025 a) sekä Ilmatieteen laitoksen ilmanlaadunmittauksen laatuvarmistuksen mukaisesti (Ilmatieteen laitos, 2025 b). Mittauksen aikana suoritettiin mittalaitteiden säännölliset laadunvarmistus- ja ylläpitotoimenpiteet. Lisäksi mittauksen toimintaa ja laatua valvottiin päivittäin, jolloin mahdollisiin toimintahäiriöihin voitiin puuttua mahdollisimman nopeasti. Ilmanlaadun mittausasemalla tehtävät toimenpiteet dokumentoitiin mittauspäiväkirjaan ja kalibrointi- ja laatuvarmistus- ja ylläpitotoimien tulokset tallennettiin kalibrointiraportteihin. Mittauspäiväkirjaan kirjattiin myös häiriötilanteet ja niihin liittyvät toimenpiteet. Mittausaseman varustus dokumentoitiin Ilmatieteen laitoksen mittausasema- ja laitehuoltoihin.

Hiukkasmittalaitteet kalibroitiin valmistajan ja standardin *SFS-EN 16450:2017* ohjeiden mukaisesti. Hiukkasmittalaitteilla laadunvarmistus- ja ylläpitotoimiin sisältyvät jatkuvatoimisille analysaattoreille tehtävät nolla-span -tarkistukset (testifolioiden ja HEPA-suodattimen avulla), virtauksen tarkistukset ja näytteenottimien puhdistukset tehtiin noin kolmen kuukauden välein. Hiukkasmittauksien tulokset korjattiin vertailumittausten (Ilmatieteen laitos, 2025 a) mukaisella ekvivalenttisuuskertoimella. Tulosten validoinnin yhteydessä laitteen toimintahäiriöistä johtuneet virheelliset arvot poistettiin.

Mittalaitteet toimivat pääsääntöisesti hyvin koko mittausjakson ajan. Raja-arvojen ylittymisen valvontaan käytettävissä jatkuvissa mittauksissa aineiston vähimmäismäärä on 90 % kalenterivuoden tunneista, mikä ei kuitenkaan sisällä laitteiden säännöllisestä kalibroinnista tai normaalista kunnossapidosta aiheutuvaa tietohukkaa. Tavoitteen täyttymisen arvioimiseksi vähennetään ensin kalibrointien ja normaalin kunnossapidon vuoksi menetettyjen mittauksien yhteismäärä koko vuoden suurimmasta mahdollisesta mittausarvojen määrästä. Yleisesti kalibrointien ja normaalin kunnossapidon vuoksi voidaan katsoa menetettävän 5 % vuoden tunneista, eli laadutavoitteena käytetään 85 % vuoden tuntimäärästä. Aineiston vähimmäismäärän laadutavoite täyttyi vuoden 2025 mittausjaksolla hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten osalta Taattolan mittausasemalla. Ohjearvoon vertaaminen edellyttää, että vuorokausipitoisuuksia on vähintään 75 % kuukauden vuorokausien lukumäärästä. Tämä vaatimus täyttyi mittausasemalla hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten osalta vuonna 2025 kaikkina kuukausina.

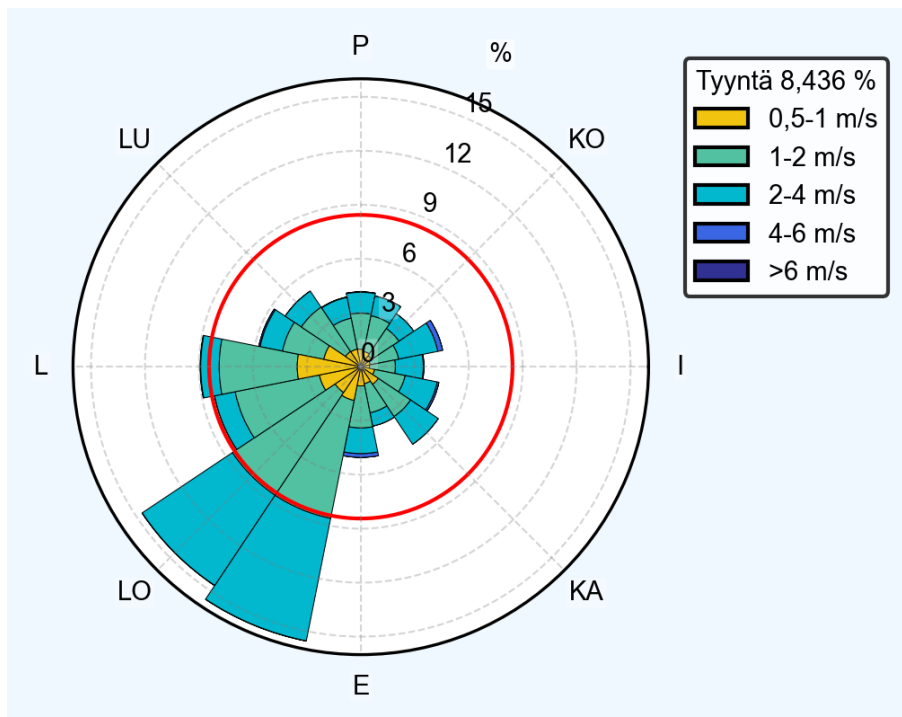
## 5. SÄÄTIEDOT

### 5.1 Tuulitiedot mittausjaksolla

Terrafamen Taattolan mittausasemalla mitattujen tuulen nopeuksien keskiarvo mittausjaksolla oli 1,6 m/s ja tyynien tilanteiden osuus oli noin 8 % mittausjakson tunteista. Tyyniksi katsotaan tässä tarkastelussa tunnit, jolloin tuulen nopeus oli alle 0,5 m/s. Tuulianturit sijaitsivat noin 4 metrin korkeudella maanpinnasta ilmanlaadun mittausaseman katolla.

Kuvassa 24 on esitetty mittausjakson tuuliruusu eli tuulensuuntien ja -nopeuksien kuvaaja Taattolan mittausasemalta. Tuuliruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa kunkin tuulisektorin tuulien prosentuaalista osuutta jakson tuulista. Tyynät tapaukset on kuvattu ympyrällä, jonka säteen pituus kertoo tyynien tilanteiden prosentuaalisen osuuden kaikista tuulihavainnoista. Tuuliruususta nähdään myös tuulten nopeusjakaumat tuulensuuntasektoreittain. Eri tuulennopeuksien prosentuaaliset osuudet saadaan vertaamalla sektoreiden kunkin nopeusluokan pituutta prosenttiasteikkoon.

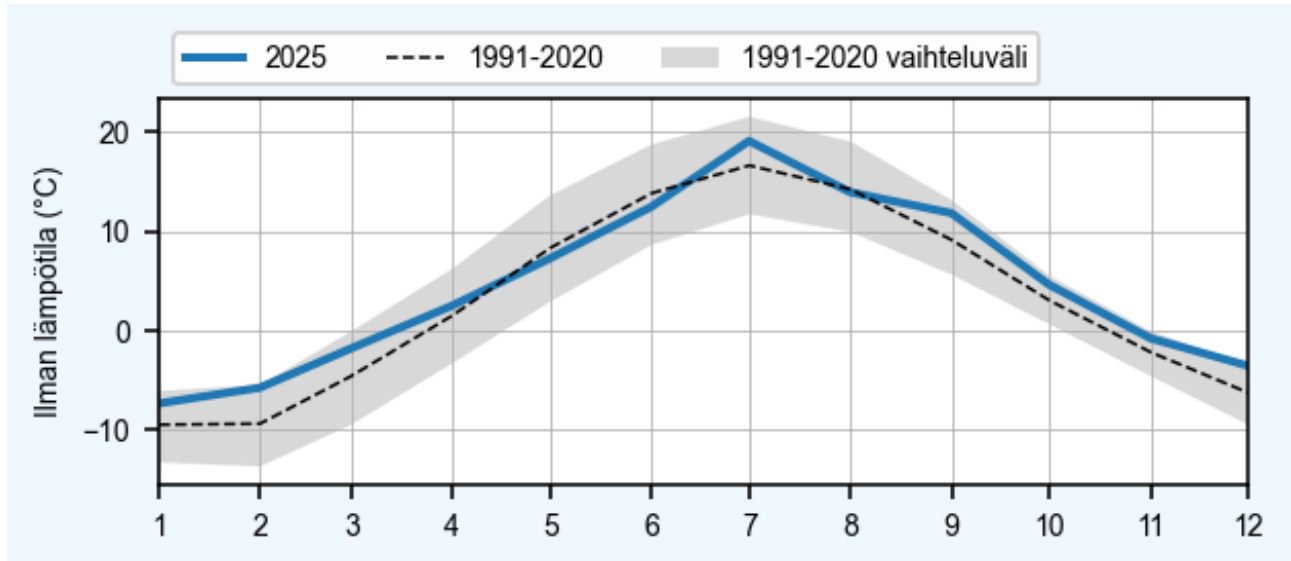
Tuulen suunnalla tarkoitetaan meteorologiassa suuntaa, josta tuuli puhaltaa. Kun tuulta mitataan ja ilmoitetaan tuulen suunta, tarkoitetaan aina, että tuuli puhaltaa kyseisestä ilmansuunnasta havaitsijaa kohti. Terrafamen Taattolan mittausasemalla vallitseva tuulensuunta oli mittausjaksolla lounas, ja myös lännestä tuuli usein. Kaikkein vähiten tuuli pohjoisesta. Taattolan asemalla tuulennopeudet olivat yleisimmin heikkoja jääden pääosin alle 4 m/s kaikissa tuulensuuntasektoreissa.



Kuva 24. Terrafame Taattolan mittausasemalla mitatut tuulensuunnat (ilmansuuntasektorit) ja tuulennopeudet (m/s) vuonna 2025. Tyynien tilanteiden osuus oli 8,4 % kaikista tuulista. Tyyniksi on tässä tarkastelussa luokiteltu alle 0,5 m/s tuulen nopeudet.

## 5.2 Keskilämpötilat

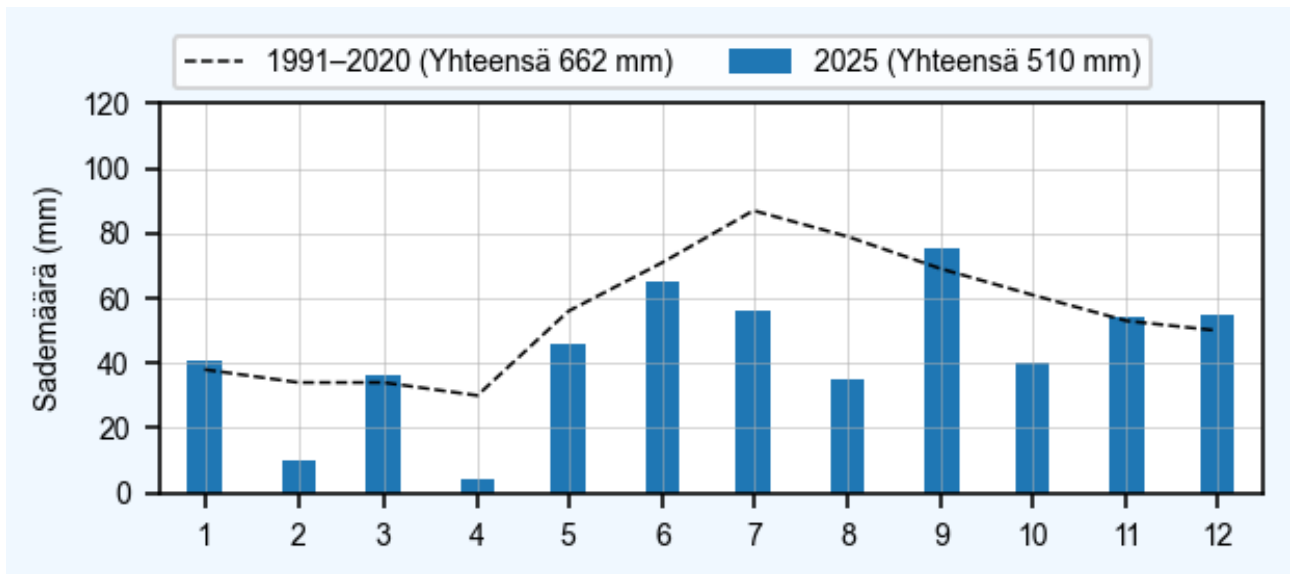
Ilmatieteen laitoksen ylläpitämä sääasema Nurmes Valtimo on Terrafamen Taattolaa lähimpänä sijaitseva virallinen sääasema, jolta on saatavilla ilmastollisen vertailukauden 1991–2020 lämpötilatiedot (Jokinen ym., 2021). Kuvassa 25 on vertailtu Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla mitattuja vuoden 2025 keskilämpötiloja Nurmes Valtimon sääaseman ilmastollisen vertailukauden 1991–2020 lämpötiloihin. Lämpötilat Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla olivat mittausjaksolla vertailukautta 1,5–2,9 astetta lämpimämpiä tammi-maaliskuussa, heinäkuussa, syyskuussa ja joulukuussa. Muina kuukausina keskilämpötila oli joko vertailukautta vastaava tai hiukan kylmempi.



Kuva 25. Lämpötilan kuukausikeskiarvot Terrafamen Taattolan ilmanlaadun mittausasemalla vuonna 2025 verrattuna Nurmes Valtimon sääasemalla mitattuihin ilmastollisen vertailukauden 1991–2020 pitkäaikaiskeskiarvoihin.

## 5.3 Sademäärät

Terrafamen Taattolan ilmalaatuasemalla ei mitattu sademäärää. Ilmatieteen laitoksen ylläpitämät sääasemat Sotkamo Tuhkakylä ja Sotkamo Kuolaniemi ovat Terrafamen Taattolan mittausasemaa lähimpänä sijaitseva virallinen sademäärää mittaava sääasema. Kuvassa 26 on vertailtu Sotkamo Tuhkakylän sääasemalla mitattuja vuoden 2025 kuukausisademääriä (Ilmatieteen laitos, 2025 c) Sotkamo Kuolaniemen sääaseman ilmastollisen vertailukauden 1991–2020 sademääriin. Koko mittausjakson sademäärä Sotkamo Tuhkakylän asemalla oli yhteensä 510 mm, mikä on noin 23 % pienempi kuin vertailukauden 1991–2020 keskimääräinen sademäärä. Mittausjaksolla lähes joka kuukautena Sotkamo Tuhkakylässä satoi vähemmän kuin seudulla keskimäärin. Erityisen kuivaa oli helmi- ja huhtikuussa. Syyskuussa satoi hieman tavanomaista enemmän. Etenkin kesäisin kuurosaatteet saattavat olla hyvinkin paikallisia, mikä helposti vaikuttaa myös paikallisiin sademääriin.



Kuva 26. Kuukausisademäärät Ilmatieteen laitoksen Sotkamo Tuhkakylän sääasemalla vuonna 2025 ja kuukausisademäärät Sotkamo Tuhkakylän sääasemalla ilmastollisella vertailukaudella 1991–2020.

#### 5.4 Ilmanlaatuun vaikuttavat säätekijät

Ilman epäpuhtauksien päästöistä suurin osa vapautuu ilmakehän alimpaan kerrokseen, jota kutsutaan rajakerrokseksi. Rajakerroksessa päästöt sekoittuvat ympäröivään ilmaan ja ilman epäpuhtauksien pitoisuudet laimenevat. Päästöt voivat levitä liikkuvien ilmassa olevien mukana laajoille alueille. Tämän kulkeutumisen aikana ilmansaasteet voivat reagoida keskenään sekä muiden ilmassa olevien yhdisteiden kanssa muodostaen uusia yhdisteitä. Ilman epäpuhtaudet poistuvat ilmasta sateen huuhtomina, kuivalaskeumana erilaisille pinnoille tai kemiallisen muuntuman kautta.

Ilman epäpuhtauksien leviämisen ja laimenemisen kannalta keskeisiä meteorologisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuus ja sekoituskorkeus. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilmansaasteiden kulkeutumissuunnan, mutta rajakerroksen ilmapirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi ilmansaasteiden sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemiseen kulkeutumisen aikana. Rajakerroksen korkeus määrittää sen ilmatilavuuden, johon päästöt voivat välittömästi sekoittua ja laimentua. Rajakerroksen korkeus on Suomessa tyypillisesti alle kilometrin, mutta varsinkin kesällä se voi nousta yli kahteen kilometriin. Matalimmat rajakerroksen korkeudet havaitaan yleensä talvella kovilla pakkasilla. Ilmakehän stabiilisuudella tarkoitetaan ilmakehän herkkyyttä pystysuuntaiseen sekoittumiseen. Stabiilisuuden määrää ilmakehän pystysuuntainen lämpötilarakenne, mutta siihen vaikuttavat myös auringon säteily, tuuli ja maanpinnan laatu. Stabiiliustilan ollessa vakaa ilmakehän sekoittuminen on vähäistä. Jos tila on epävaka, sekoittuminen on voimakasta ja ilmaan päässeet epäpuhtaudet laimenevat nopeasti.

Inversiolla tarkoitetaan tilannetta, jossa ilmakehän lämpötila nousee ylöspäin mentäessä. Erityisesti maanpintainversion aikana ilmanlaatu voi paikallisesti huonontua nopeasti. Maanpintainversiossa maanpinta ja sen lähellä oleva ilmakerros 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 estyy. Inversiokerroksessa tuuli on hyvin heikkoa ja näin ollen ilmaa sekoittava pyörteisyys on vähäistä, minkä vuoksi ilmansaasteiden pitoisuudet laimenevat huonosti. Inversiotilanteissa pitoisuudet kohoavat, koska ilmansaasteet kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät kaupunkialueilla useimmiten stabiileissa heikkotuulisissa tilanteissa voimakkaan maanpintainversion vallitessa. Autoliikenne on haitallisin päästölähdeyhmä korkeiden pitoisuuksien muodostumisen kannalta useimmissa maamme kaupungeissa. Liikenteen päästöjen osuus monien ilman epäpuhtauksien päästöistä on huomattava ja pakokaasut pääsevät suoraan ihmisten hengityskorkeudelle. Korkeista piipuista vapautuvat energiantuotannon ja teollisuuden päästöt saattavat joskus purkautua matalien maanpintainversioiden yläpuolelle, jolloin ne eivät juuri vaikuta pitoisuuksiin lähellä maanpintaa lähialueellaan.

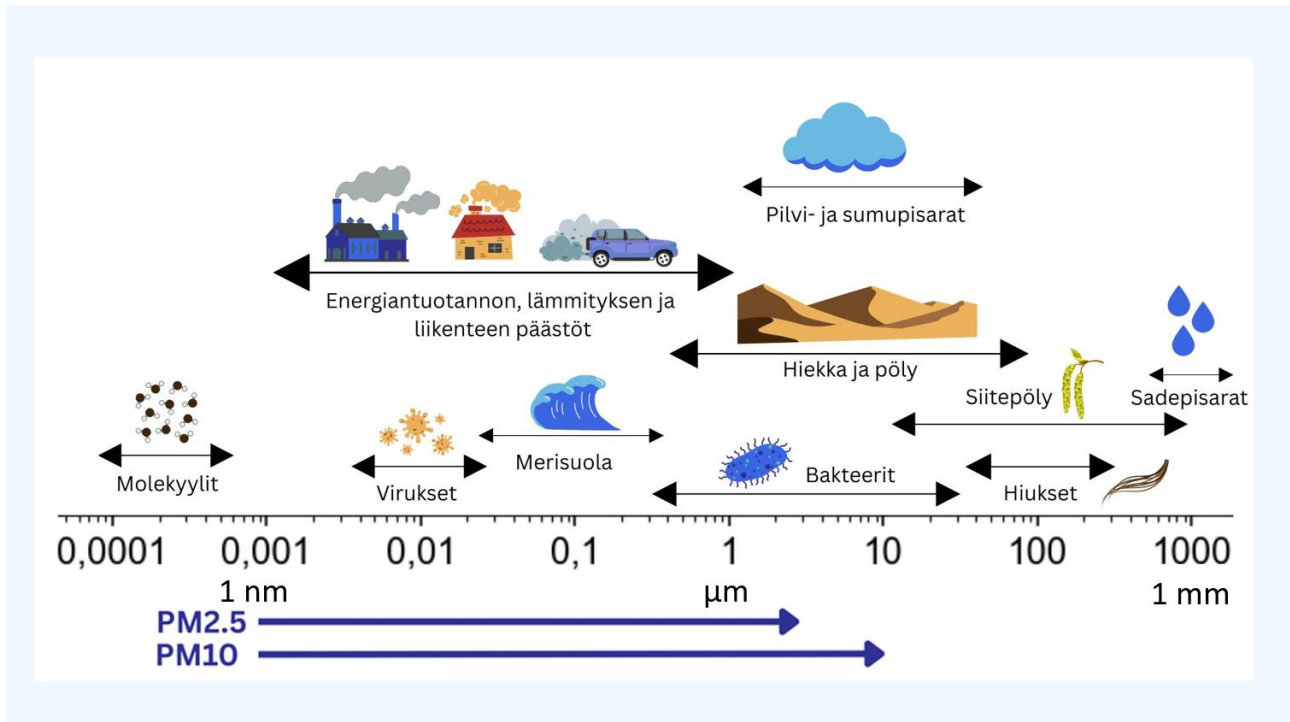
Keväisin merkittävin ilmanlaatuhaittojen aiheuttaja on katupöly. Katupölyä syntyy, kun lumi sulaa keväällä, ja talven aikana tien varsille kerääntynyt hiukkasmassa vapautuu ilmaan tuulen ja liikenevirtojen vaikutuksesta katujen kuivuttua. Lumen sulamisvedet, sateet ja pölynsidonta suolaliuoksella hillitsevät keväistä pölyämistä. Sateet alentavat myös muina vuodenaikoina väliaikaisesti ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ja puhdistavat hengitysilmaa.

## **6. TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA**

### **6.1 Hiukkaset**

Ulkoilman hiukkaset ovat nykyisin merkittävimpiä ilmanlaatuun vaikuttavia tekijöitä Suomen kaupungeissa. Pienhiukkasia pidetään haitallisimpana ilmaperäisenä ympäristötekijänä ihmisten terveydelle. Ulkoilman hiukkaset ovat taajamissa suurelta osin peräisin liikenteen ja tuulen nostattamasta katupölystä (ns. resuspensio) eli epäsuorista päästöistä. Hiukkaspitoisuuksia kohottavat myös ihmisperäiset suorat hiukkaspäästöt, jotka ovat peräisin energiantuotannon ja teollisuuden palamisprosesseista, autojen pakokaasuista ja puun pienpoltosta. Nämä hiukkaspäästöt ovat pääasiassa pieniä hiukkasia. Hiukkasiin on sitoutunut myös erilaisia haitallisia yhdisteitä kuten hiilivetyjä ja raskasmetalleja.

Ulkoilman hiukkasten koko on yhteydessä niiden aiheuttamiin erilaisiin vaikutuksiin. Suurempien hiukkasten korkeat pitoisuudet vaikuttavat merkittävimmin viihtyvyyteen ja aiheuttavat likaantumista. Terveysvaikutuksiltaan haitallisempia ovat ns. hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset, jotka kykenevät tunkeutumaan syväälle ihmisten hengitysteihin. Hengitettäville hiukkasille, joiden halkaisija on alle 10 mikrometriä ( $PM_{10}$ ), on annettu ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kohoavat erityisesti keväällä, jolloin jauhautunut hiekoitushiekka ja asfalttipöly nousevat ilmaan kuivilta kaduilta liikenteen nostattamana. Pienhiukkaset, joiden halkaisija on alle 2,5 mikrometriä ( $PM_{2,5}$ ), ovat pääasiassa peräisin suorista autoliikenteen ja teollisuuden päästöistä ja kaukokulkeumasta, jonka lähde voi olla esimerkiksi metsä- ja maastopalot. Hiukkasten kokoluokkia on havainnollistettu kuvassa 27.



Kuva 27. Hiukkasten kokoluokkia. Hiukkasten koko ilmaistaan halkaisijana mikrometreissä (μm). Mikro (μ) etuliite tarkoittaa miljoonasosaa. 1 μm on siten metrin miljoonasosa eli millimetrin tuhannesosa.

Suomessa hiukkaspitoisuudet kohoavat yleensä voimakkaasti keväällä maaliskuusta huhtikuuseen, kun maanpinnan kuivumisen tuulet ja liikenne nostattavat talven aikana kertynyttä katupölyä ilmaan. Pitoisuuksien kohoamista esiintyy taajamissa katupölyn vuoksi usein myös syksyllä talvirengaskauden alkuun. Pienten hiukkasten pitoisuuksien kohoamiseen vaikuttaa ajoittain merkittävästi myös ulkomailta peräisin oleva kaukokulkeuma. Suurimmat hiukkaspitoisuudet esiintyvät vilkkaasti liikennöidyissä kaupunkikeskustoissa. Liikenteen vaikutukset korostuvat matalan päästökorkeuden vuoksi.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuuksille asetettu raja-arvotaso (50 μg/m<sup>3</sup>) ylittyy Suomen mittausasemilla tyypillisesti 0–25 kertaa vuoden aikana. Vuorokausiraja-arvotason ylityksiä saa olla mittausasemalla 35 kappaletta vuodessa, ennen kuin raja-arvo katsotaan ylittyneeksi. Hengitettävien hiukkasten vuorokausipitoisuudelle annettu raja-arvo on ylittynyt vain Helsingin keskustassa, viimeksi vuonna 2006. Katupölyn muodostumiseen voidaan merkittävästi vaikuttaa oikea-aikaisella katujen siivouksella ja kunnossapidolla sekä pölynsidonnalla.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvopitoisuudelle annettu raja-arvo 40 μg/m<sup>3</sup> alittuu Suomessa. Hengitettävien hiukkasten pitoisuuden vuosikeskiarvot ovat olleet viime vuosina Suomen kaupungeissa noin 5–20 μg/m<sup>3</sup>. Vilkkaimmilla teillä ja katukuilualueilla vuosipitoisuudet voivat olla yli 20 μg/m<sup>3</sup>. Puhtailla tausta-alueilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin 9–14 μg/m<sup>3</sup> ja Pohjois-Suomessa noin 3–5 μg/m<sup>3</sup> (Ilmatieteen laitos, 2025 c).

Pienhiukkaspitoisuuden vuosikeskiarvolle määritetty raja-arvo 25 μg/m<sup>3</sup> alittuu selvästi kaikkialla Suomessa. Viime vuosina pienhiukkasten vuosikeskiarvopitoisuus on ollut pääkaupunkiseudun kaupunkialueilla noin 5–9 μg/m<sup>3</sup> ja muilla kaupunkialueilla noin 2–8 μg/m<sup>3</sup>. Pitoisuserot erityyppisten mittausympäristöjen välillä ovat muutamia mikrogrammoja. Puhtailla tausta-alueilla vuosikeskiarvopitoisuudet ovat olleet Etelä-Suomessa noin 4–6 μg/m<sup>3</sup> ja Pohjois-Suomessa noin 2–3 μg/m<sup>3</sup> (Ilmatieteen laitos, 2025 c). Pienhiukkasten taustapitoisuudesta valtaosa on kaukokulkeutunutta hiukkasainesta. Kaukokulkeuma muodostaa huomattavan osan myös kaupunki-ilman pienhiukkaspitoisuuksista.

## 6.2 Arseeni ja metallit

Arseenia ja metalleja pääsee ulkoilmaan sekä kaasuina että hiukkasiin sitoutuneina pääasiassa erilaisista metalliteollisuusprosesseista, energiantuotannosta, jätteenpoltosta ja liikenteestä sekä myös luonnollisista lähteistä, kuten metsäpalojen, tuulieroosion ja tulivuorten purkausten vaikutuksesta. Poltto- ja teollisuusprosesseista peräisin olevat hiukkaset sisältävät useita terveydelle haitallisia alkuaineita, kuten arseenia, kadmiumia, nikkeliä ja lyijyä. Näitä aineita voi myös rikastua maaperään, jolloin niitä löytyy myös maasta takaisin ilmaan nousseista hiukkasista. Kadmium (Cd), nikkeli (Ni) ja arseeni (As) ovat tässä tutkimuksessa hiukkasnäytteistä määritetyistä alkuaineista terveys- ja ympäristövaikutuksiltaan merkittävimpiä. Niiden vuosikeskiarvopitoisuuksille on Suomessa säädetty tavoitearvot (*Vna 113/2017*). Myös ulkoilman lyijyn (Pb) vuosipitoisuuksille on annettu raja-arvo (*Vna 79/2017*), mutta raja-arvo alittuu selkeästi kaikkialla Suomessa eikä lyijy ole enää keskeinen ilmanlaatutekijä maassamme. Arseenin, kadmiumin, lyijyn ja nikkelin pitoisuudet ilmassa ovat yleensä alhaiset Euroopassa, ja raja- tai tavoitearvojen ylityksiä esiintyy vain muutamissa paikoissa. Nämä epäpuhtaudet aiheuttavat kuitenkin laskeumaa ja myrkyllisten metallitasojen kertymistä maaperään, sedimentteihin ja organismeihin (EEA, 2025).

### 6.2.1 Arseeni

Arseeni esiintyy ympäristössä kolmi- tai viisiarvoisina epäorgaanisina, vesiliukoisina ja heikosti vesiliukoisina suoloina sekä kaasumaisina epäorgaanisina ja orgaanisina arseeniyhdisteinä. Luonnossa arseeni on sulfidina monien kaivannaismetallien sulfidien yhteydessä. Arseeni esiintyy pääasiassa ulkoilman pienissä hiukkasissa, jotka ovat kooltaan luokkaa 1 µm tai sitä pienempiä. Arseenin keskeisiä päästölähteitä Suomessa ovat energiantuotanto, teollisuusprosessit ja jätehuolto. Arseenin kokonaispäästöiksi Suomessa on arvioitu 1,6 tonnia vuonna 2023 (Syke, 2025). Helsingin Kallion kaupunkitaustaa edustavalla ilmanlaadun mittausasemalla arseenin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2009–2015 vaihdelleet välillä 0,3–0,9 ng/m<sup>3</sup> (HSY, 2016). Raahen Lapaluodon teollisuutta edustavalla ilmanlaadun mittausasemalla pitoisuudet puolestaan ovat olleet 0,3–0,7 ng/m<sup>3</sup> vuosina 2014–2023 (Raahen kaupunki, 2024). Tavoitearvon 6 ng/m<sup>3</sup> ylityksiä on vuosina 2000–2020 Suomessa tapahtunut ainoastaan Harjavallan Kalevan ja Pirkkalan mittausasemilla (Ilmatieteen laitos, 2025 d). Arseenille altistutaan pääasiallisesti ruoansulatuskanavan kautta ruoan ja juomaveden välityksellä. Eurooppalaisissa arvioissa on esitetty, että vain alle 1 % kokonaisannoksesta saataisiin normaalioloissa hengitysilmosta. Työperäisissä altistuksissa, joissa arseenipitoisuudet ovat merkittävästi korkeampia kuin ulkoilmassa, on arseenin todettu lisäävän sydänkuoleman riskiä, aiheuttavan maksasairauksia, ruoansulatuskanavan, keskus- ja ääreishermoston oireita, allergisia ja muita iho-oireita sekä vaikuttavan verisolujen muodostumiseen luuytimessä. Epäorgaaniset arseeniyhdisteet ovat ihmisille iho- ja keuhkosityöpää aiheuttavia aineita. Hengitysteitse saatavien arseeniannosten kannalta keuhkosityöpä on merkittävin pitkäaikaisen altistumisen seuraus.

## 6.2.2 Kadmium

Kadmium on pehmeä, hopeanvalkea metalli, joka höyrystyessään hapettuu nopeasti kadmiumoksiidiksi. Monet epäorgaaniset kadmiumyhdisteet liukenevat hyvin veteen. Kadmium rikastuu pääasiassa ulkoilman pieniin hiukkasiin, jotka ovat kooltaan luokkaa 1 µm tai sitä pienempiä. Kadmiumin keskeisiä päästölähteitä Suomessa ovat energiantuotanto, teollisuusprosessit, jätehuolto ja liikenne. Kadmiumin kokonaispäästöiksi Suomessa on arvioitu 0,8 tonnia vuonna 2023 (Syke, 2025). Helsingin Kallion kaupunkitausta-asemalla kadmiumin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2009–2015 olleet 0,1–0,2 ng/m<sup>3</sup> (HSY, 2016). Raahen Lapaluodon teollisuusasemalla pitoisuudet ovat vastaavasti olleet 0,05–0,13 ng/m<sup>3</sup> vuosina 2014–2023 (Raahen kaupunki, 2024). Harjavallan Kalevan ja Pirkkalan mittausasemilla on mitattu vuosina 2000–2020 Suomen korkeimmat pitoisuudet, noin 1–4 ng/m<sup>3</sup> (Ilmatieteen laitos, 2025 d). Ihmiset altistuvat kadmiumille hengitysilman, juomaveden ja ravinnon kautta. Koska kadmiumyhdisteet imeytyvät ruoansulatuskanavaan melko huonosti, on hengityselinten kautta saatu altistus terveysvaikutusten kannalta tärkeä. Tupakointi lisää merkittävästi kadmiumin altistusannosta. Korkeilla, pitkäaikaisilla työperäisillä kadmiumpitoisuuksilla on havaittu olevan yhteyttä eturauhasen sekä ylähengitysteiden ja keuhkojen syöpien lisääntymiseen ja krooniselle keuhkotulehdukselle ominaisiin oireisiin ja löydöksiin. Kadmium kertyy maksaan ja munuaisiin, joista se poistuu vasta vuosikymmenien kuluessa. Munuaisiin kertymiseen voi myös liittyä elinten vaja-toimintaa. Kansainvälinen syöpätutkimuskeskus, IARC, on luokitellut kadmiumin ihmisille syöpävaaralliseksi. Myös Euroopan unionin luokittelun mukaan kadmium ja sen monet yhdisteet katsotaan syöpää aiheuttaviksi, mutta kadmiumin merkitystä eurooppalaisissa ulkoilmapitoisuuksissa syöpää aiheuttavana tekijänä ei ole yleisesti hyväksytty. Maailman terveysjärjestö WHO määrittelee kadmiumin pitkäaikaisvaikutusten rajoittamista koskevan ohjearvon väestölle aiheutuvien munuaisvaikutusten perusteella (WHO, 2021).

## 6.2.3 Nikkeli

Nikkeli on hopeanvalkoinen, kova metalli, joka esiintyy pääasiassa kaksiarvoisena sekä orgaanisissa että epäorgaanisissa yhdisteissä. Nikkeliä esiintyy yleisesti maaperässä ja sitä on rikastuneena raakaöljyyn. Nikkeliä käytetään runsaasti teräksen ja metallisekoitteiden tuotannossa. Muita käyttöalueita ovat muun muassa keramiikka, paristot, elektroniikka sekä lasin ja muovien värjäys. Toisin kuin arseenia ja kadmiumia, nikkeliä esiintyy ulkoilmassa melko runsaasti myös karkeammassa hiukkasissa, jotka ovat kooltaan muutamasta mikrometrinä ylöspäin. Nikkeliä vapautuu ulkoilmaan pääasiassa polttoaineiden ja jäteöljyn poltossa sekä nikkelimalmin louhinnassa ja jalostuksessa. Ulkoilman tärkeitä nikkeliyhdisteitä ovat nikkelisulfaatti ja nikkelioksidi, joita syntyy esimerkiksi energiantuotannossa. Öljyn ja hiilen poltossa muodostuvat hiukkaset sisältävät lisäksi myös monimutkaisia metallioksiedeja ja metalliteollisuuden päästöissä esiintyy myös metallista nikkeliä. Nikkelin kokonaispäästöiksi Suomessa on arvioitu 8,8 tonnia vuonna 2023 (Syke, 2025). Helsingin Kallion kaupunkitausta-asemalla nikkelin vuosikeskiarvot ovat vuosina 2009–2015 vaihdelleet välillä 2–4 ng/m<sup>3</sup> (HSY, 2016). Raahen Lapaluodon teollisuusasemalla pitoisuudet ovat vastaavasti olleet 1,5–4,5 ng/m<sup>3</sup> vuosina 2014–2023 (Raahen kaupunki, 2024). Tavoitearvon 20 ng/m<sup>3</sup> ylityksiä on viime vuosina Suomessa mitattu ainoastaan Harjavallan Kalevan mittausasemalla 2016–2022 ja 2024 (Ilmatieteen laitos, 2025 d). Kun otetaan huomioon ulkoilman nikkeli- ja kadmiumpitoisuuksien taso, merkittävin nikkeli-altistus saadaan Suomessa ja koko Euroopassa yleensä ruoan välityksellä. Keuhkoihin kohdistuvassa altistuksessa tupakoinnilla on erittäin suuri merkitys: tupakoitsijan saama annos voi olla jopa monikymmenkertainen tupakoimattoman henkilön saamaan nähden. Nikkelin aiheuttamia yleisiä terveyshaittoja ovat myös allergiset kontakti-ihottumat, hengitysteihin kohdistuvat vaikutukset, limakalvojen ärsytys, sekä elimistön immuuni- ja puolustusjärjestelmään kohdistuvat vaikutukset. Euroopan unionin luokittelun mukaan useat nikkeliyhdisteet on todettu syöpää aiheuttaviksi ja monet nikkeliyhdisteet arvioitu mahdollisiksi karsinogeeneiksi. Lukuun ottamatta metallista nikkeliä, myös Kansainvälinen syöpätutkimuskeskus, IARC, on luokitellut nikkeliyhdisteet ihmisille syöpävaarallisiksi. Maailman terveysjärjestö WHO määrittelee nikkelin ohjearvon nikkelin aiheuttaman keuhkosityöpärisikin perusteella (WHO, 2021).

### 6.3 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset

Ilman epäpuhtauksien terveyshaitat ovat seurausta altistumisesta ulkoilmassa oleville haitallisille aineille. Altistuminen on sitä suurempaa mitä korkeampia hengitysilman pitoisuudet ovat ja mitä kauemmin ihminen hengittää saastunutta ilmaa. Pitkäaikainen altistuminen ilmansaasteille on terveysvaikutusten kannalta haitallisempaa kuin lyhytaikainen altistuminen.

Ilmansaasteiden arvioidaan aiheuttavan Suomessa noin 1 600 ennen aikaista kuolemantapausta vuodessa (Hänninen ym. 2016). Lisäksi ilmansaasteet aiheuttavat haittoja lisääntyneen sairastamisen takia. Haitalliset vaikutukset ilmenevät siitä huolimatta, että ilmanlaadun raja- tai ohjearvot eivät Suomessa ylity laajassa mitassa. Terveyshaitat aiheutuvat suurelta osin pienhiukkasista ja vähemmässä määrin hengitettävistä hiukkasista sekä typpidioksidista. Yksilöiden herkkyys ilmansaasteille vaihtelee. Herkkiä väestöryhmiä ovat kaikenikäiset astmaatit, ikääntyneet sepelvaltimotautia ja keuhkohtaumatautia sairastavat, sekä lapset. Talvisin pakkasen voi pahentaa ilmansaasteista aiheutuvia oireita.

Tieteellinen näyttö pienhiukkasten haitallisista terveysvaikutuksista on erittäin laaja. Hiukkaset kulkeutuvat ilman mukana kaikkiin osiin hengitysteitä, jolloin ne aiheuttavat sekä suoria vaikutuksia keuhkoissa että siirtyvät osin verenkiertoon ja edelleen kehon muihin osiin kuten sydänlihakseen ja aivoihin. Hiukkaset lisäävät sydän- ja verenkiertoelimestön sairauksia sekä kuolleisuutta. Muiden ilmansaasteiden vaikutukset ovat myös vakavia, mutta niiden kansanterveydelliset haitat ovat pienhiukkasiin verrattuna vähäisempiä.

### 6.4 Ilmanlaadun ohje-, raja- ja tavoitearvot sekä arviointikynnykset

*Ohjearvot* ovat ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden alittaminen on tavoitteena. Ohjearvoilla esitetään riittävän hyvän ilmanlaadun tavoitteet. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta niitä sovelletaan maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa sekä ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään ennakolta ja pitkällä aikavälillä alueilla, joilla ilmanlaatu on tai saattaa toistuvasti olla huonompi kuin ohjearvo edellyttäisi. Ilmanlaadun ohjearvot on määritelty valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (Vnp 480/1996, taulukko 4).

Taulukko 4. Ilmanlaadun ohjearvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vnp 480/1996).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Hengitettävät hiukkaset ( $\text{PM}_{10}$ )	70 <sup>1)</sup>	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

1) Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

*Raja-arvot* ovat ilman epäpuhtauden pitoisuuksia, jotka on alitettava määräajassa. Kun raja-arvo on alitettu, sitä ei enää saa ylittää. Raja-arvot ovat sitovia ja ne eivät saa ylittyä alueilla, joissa asuu tai oleskelee ihmisiä. Raja-arvon ylittyessä on kunnan ryhdyttävä ympäristönsuojelulain mukaisiin toimiin ja laadittava ilmansuojelusuunnitelma ilmanlaadun parantamiseksi ja raja-arvon ylitysten estämiseksi. Tällaisia toimia voivat olla esimerkiksi määräykset liikenteen tai päästöjen rajoittamisesta. Ilmanlaadun raja-arvot on määritelty ilmanlaatuasetuksessa (Vna 79/2017, taulukko 5).

*Tavoitearvolla* tarkoitetaan ilmassa olevaa pitoisuutta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava määräajassa ja jolla pyritään välttämään, ehkäisemään tai vähentämään ihmisten terveyteen ja ympäristöön kohdistuvia haitallisia vaikutuksia. Tavoitearvoja on annettu muun muassa hiukkasten sisältämien arseenin, nikkelin ja kadmiumin pitoisuuksille. Näiden aineiden tavoitearvot on määritellyt valtioneuvoston asetuksessa *Vna 113/2017* ja ne on esitetty taulukossa 5.

Ilmanlaatuasetuksessa (*Vna 79/2017*) määritellyt *arviointikynnykset* ohjaavat seuranta-alueen mitaustarvetta. Jatkuvia mittauksia on tehtävä seuranta-alueilla, joilla pitoisuudet ylittävät ylemmän arviointikynnyksen, sekä alueilla, joilla pitoisuudet ovat ylemmän ja alemman kynnyksen välissä. Alemman arviointikynnyksen ylittyessä jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa antavien mittausten yhdistelmää. Kun pitoisuudet pysyvät alemman arviointikynnyksen alapuolella, ilmanlaatua voidaan seurata yksinomaan suuntaa antavien mittausten, mallintamistekniikoiden, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyvän, kun se on ylittynyt vähintään kolmena vuotena viiden edellisen vuoden aikana.

Taulukko 5. Ilmanlaadun raja-arvot, tavoitearvot ja arviointikynnykset (*Vna 79/2017*; *Vna 113/2017*). Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Ilman epäpuhtaus	Tilastollinen tunnusluku	Ylempi arviointikynnyks		Alempi arviointikynnyks	
Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> , µg/m <sup>3</sup> )	Raja-arvo				
24 tuntia (saa ylittyä 35 krt/vuosi)	50	35	70 %	25	50 %
vuosi	40	28	70 %	20	
Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> , µg/m <sup>3</sup> )	Raja-arvo				
	25	17	70 %	12	50 %
Lyijy (Pb, µg/m <sup>3</sup> )	Raja-arvo				
kalenterivuosi	0,5	0,35	70 %	0,25	50 %
Arseeni (As, ng/m <sup>3</sup> )	Tavoitearvo				
kalenterivuosi	6	3,6	60 %	2,4	40 %
Kadmium (Cd, ng/m <sup>3</sup> )	Tavoitearvo				
kalenterivuosi	5	3	60 %	2	40 %
Nikkeli (Ni, ng/m <sup>3</sup> )	Tavoitearvo				
kalenterivuosi	20	14	70 %	10	50 %



Kuva 28. Ilmanlaadun seurantarve seuranta-alueella määräytyy mitattujen pitoisuuksien suhteesta ylempään ja alempaan arviointikynnökseen. Seurantatarve kasvaa pitoisuuksien kasvaessa.

# VIITELUETTELO

---

EEA, 2025. Europe's environment and climate: knowledge for resilience, prosperity and sustainability EEA Report, No. 11/2025. ISSN: 1977-8449.

<https://www.eea.europa.eu/en/europe-environment-2025/main-report>

EN 12341:2014. Ambient air – Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>10</sub> or PM<sub>2,5</sub> mass concentration of suspended particulate matter. CEN, European Committee for Standardization.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2004/107/EY (2004). Ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä. Annettu Strasbourgin kaupungissa 15.12.2004.

Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi 2008/50/EY (2008). Ilmanlaadusta ja sen parantamisesta. Annettu Strasbourgin kaupungissa 21.5.2008.

Hiltunen, E., Linko, L., Hemminki, S., Hägg, M., Järvenpää, P., Saarinen, S., Simonen, P., ja Kärhä, P. (2011). Laadukkaan mittaamisen perusteet. Metrologian neuvottelukunta ja Mittatekniikan keskus, MIKES. MIKESJulkaisu J4/2011

<https://www.vttresearch.com/sites/default/files/pdf/MIKES/2011-J4.pdf>.

HSY (2016). Ilmanlaatu pääkaupunkiseudulla vuonna 2015. Helsingin seudun ympäristöpalvelut – kuntayhtymä, HSY:n julkaisuja 6/2016.

<https://www.hsy.fi/globalassets/ilmanlaatu-ja-ilmasto/tiedostot/6-2016-ilmanlaatu-pks-2015.pdf>

Hänninen, O., Korhonen, A., Lehtomäki, H., Asikainen, A., ja Rumrich, I. (2016). Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 16/2016.

[https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74861/YMra\\_16\\_2016.pdf](https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74861/YMra_16_2016.pdf)

Ilmatieteen laitos, 2025 a. Ilmanlaadun mittausohje. Raportteja 2025:1.

<https://doi.org/10.35614/isbn.9789523362048>

Ilmatieteen laitos, 2025 b. Ilmanlaatumittausten laatujärjestelmien kuvaus.

[https://expo.fmi.fi/aqes/public/Ilmatieteen\\_laitoksen\\_ilmanlaatumittausten\\_laatuja\\_rjestelmien\\_kuvaus.pdf](https://expo.fmi.fi/aqes/public/Ilmatieteen_laitoksen_ilmanlaatumittausten_laatuja_rjestelmien_kuvaus.pdf)

Ilmatieteen laitos, 2025 c. Ilmatieteen laitos, Avoin data.

<https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>

Ilmatieteen laitos 2025 d. Ilmanlaatu Suomessa.

<https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>

Jokinen, P., Pirinen, P., Kaukoranta, J.-P., Kangas, A., Alenius, P., Eriksson, P., Johansson, M., ja Wilkman, S. (2021). Tilastoja Suomen ilmastosta ja merestä 1991–2020. Ilmatieteen laitos, Raportteja 2021:8. <http://hdl.handle.net/10138/336063>

Maanmittauslaitos. (2026). Karttapaikka. <https://asiointi.maanmittauslaitos.fi/karttapaikka/> viitattu 16.2.2026

*Raahen kaupunki (2024)*. Raahen ilmanlaatu 2023

<https://raahe.fi/sites/raahe.fi/files/liitetiedosot/Elinymp%C3%A4rist%C3%B6/2023%20ilmanlaatura-portti%20web2.pdf>

*SFS-EN 14902:2006*. Ambient air quality – Standard method for the measurement of Pb, Cd, As and Ni in the PM<sub>10</sub> fraction of suspended particulate matter. CEN, European Committee for Standardization.

*SFS-EN 16450:2017*. Ambient air – Automated measuring systems for the measurement of the concentration of particulate matter (PM<sub>10</sub>/PM<sub>2.5</sub>). Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

*SFS-EN ISO/IEC 17025:2017*. Yleiset pätevyysvaatimukset testaus- ja kalibrointilaboratorioille. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.

Syke, 2025. Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa (vuonna 2023). Suomen ympäristökeskus. [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ilman\\_epapuhtauksien\\_paastot](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot) viitattu 20.2.2026

*Vna 79/2017 (2017)*. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 26.1.2017.

*Vna 113/2017 (2017)*. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadun arvioinnista. Annettu Helsingissä 23.2.2017.

*Vnp 480/1996 (1996)*. Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta. Annettu Helsingissä 19.6.1996.

*World Health Organization (2021)*. WHO global air quality guidelines. Particulate matter (PM<sub>2.5</sub> and PM<sub>10</sub>), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228?ua=1>.

# LIITETAULUKOT

Liitetaulukko 1. Arseenin ja metalliyhdisteiden kolme suurinta pitoisuutta, hengitettävien hiukkasten korkein tuntiarvo ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), sekä tuulen suunnan ja nopeuden tuntiarvot korkeimman hengitettävien hiukkasten tuntiarvon aikaan.

Päivämäärä	Yhdiste	Pitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	PM <sub>10</sub> , maks. 1 t ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Tuulensuunta (maks. PM <sub>10</sub> 1 t) (°)	Tuulennopeus (maks. PM <sub>10</sub> 1 t) (m/s)
<b>03.02.2025</b>	<b>As</b>	<b>2,6</b>	<b>9,8</b>	<b>KO</b>	<b>1,0</b>
<b>01.10.2025</b>	<b>As</b>	<b>0,8</b>	<b>40,6</b>	<b>LO</b>	<b>0,5</b>
<b>01.09.2025</b>	<b>As</b>	<b>0,8</b>	<b>32,5</b>	<b>L</b>	<b>0,4</b>
<b>01.10.2025</b>	<b>Cd</b>	<b>0,3</b>	<b>40,6</b>	<b>LO</b>	<b>0,5</b>
<b>03.02.2025</b>	<b>Cd</b>	<b>0,3</b>	<b>9,8</b>	<b>KO</b>	<b>1,0</b>
<b>23.03.2025</b>	<b>Cd</b>	<b>0,1</b>	<b>110,0</b>	<b>LO</b>	<b>3,1</b>
01.10.2025	Co	0,8	40,6	LO	0,5
23.03.2025	Co	0,7	110,0	LO	3,1
14.08.2025	Co	0,5	84,0	L	0,4
12.11.2025	Cr	7,2	5,3	LO	2,5
14.08.2025	Cr	4,5	84,0	L	0,4
04.01.2025	Cr	3,0	4,7	E	0,8
01.10.2025	Cu	13,1	40,6	LO	0,5
08.08.2025	Cu	8,7	24,2	L	0,6
01.09.2025	Cu	8,6	32,5	L	0,4
01.10.2025	Mn	38,8	40,6	LO	0,5
23.03.2025	Mn	33,1	110,0	LO	3,1
01.09.2025	Mn	22,6	32,5	L	0,4
<b>12.11.2025</b>	<b>Ni</b>	<b>21,5</b>	<b>5,3</b>	<b>LO</b>	<b>2,5</b>
<b>08.08.2025</b>	<b>Ni</b>	<b>12,3</b>	<b>24,2</b>	<b>L</b>	<b>0,6</b>
<b>01.10.2025</b>	<b>Ni</b>	<b>11,9</b>	<b>40,6</b>	<b>LO</b>	<b>0,5</b>
<b>03.02.2025</b>	<b>Pb</b>	<b>7,4</b>	<b>9,8</b>	<b>KO</b>	<b>1,0</b>
<b>13.09.2025</b>	<b>Pb</b>	<b>2,0</b>	<b>13,0</b>	<b>LO</b>	<b>1,9</b>
<b>09.02.2025</b>	<b>Pb</b>	<b>1,6</b>	<b>11,1</b>	<b>LO</b>	<b>2,0</b>
01.10.2025	U	0,2	40,6	LO	0,5
23.03.2025	U	0,2	110,0	LO	3,1
14.08.2025	U	0,1	84,0	L	0,4
01.10.2025	V	6,4	40,6	LO	0,5
23.03.2025	V	4,5	110,0	LO	3,1
08.08.2025	V	2,6	24,2	L	0,6
01.10.2025	Zn	50,0	40,6	LO	0,5
23.03.2025	Zn	26,7	110,0	LO	3,1
08.08.2025	Zn	26,5	24,2	L	0,6
23.03.2025	Al	1225,4	110,0	LO	3,1
01.10.2025	Al	850,0	40,6	LO	0,5
14.08.2025	Al	804,6	84,0	L	0,4
23.03.2025	Fe	1190,8	110,0	LO	3,1
01.10.2025	Fe	872,9	40,6	LO	0,5
14.08.2025	Fe	642,3	84,0	L	0,4

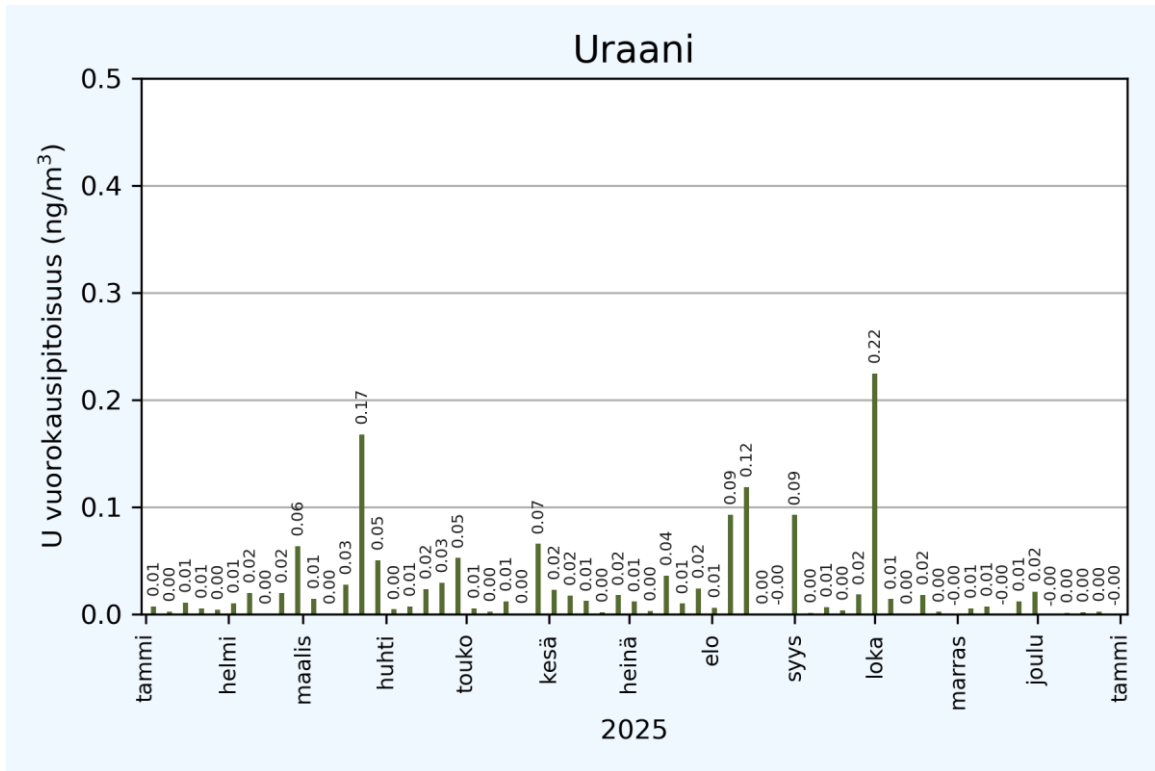
Liitetaulukko 2. Terrafame Taattolan mittausasemalla mitatut hengitettävien hiukkasten (PM<sub>10</sub>) tunti- ja vuorokausipitoisuudet (µg/m<sup>3</sup>) kuukausittain vuonna 2025. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

PM <sub>10</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tuntiarvojen												
Lukumäärä (kpl)	742	672	742	718	744	719	740	744	679	742	720	744
Aineiston määrä (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100
Korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	97,8	35,4	189,4	117,9	113,8	74,3	68,9	84	45,1	40,6	40,8	75,9
Keskiarvo (µg/m <sup>3</sup> )	4,2	7,1	11,4	7,7	6,7	7,5	11,7	8	8,6	5,7	4,1	3,5
99. %-piste	19,2	28,9	111,4	56,4	42,3	26,5	41	30,8	24,6	27,2	20	10,6
Vrk-arvojen												
Lukumäärä (kpl)	31	28	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
2. korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	64,7	35	158,8	117	105,6	66,8	52,5	58,9	32,5	36,5	40,8	71,8
Korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	12,9	21,2	61,7	24,3	26,9	18,9	25	20,5	15,7	19,3	14,2	12,5

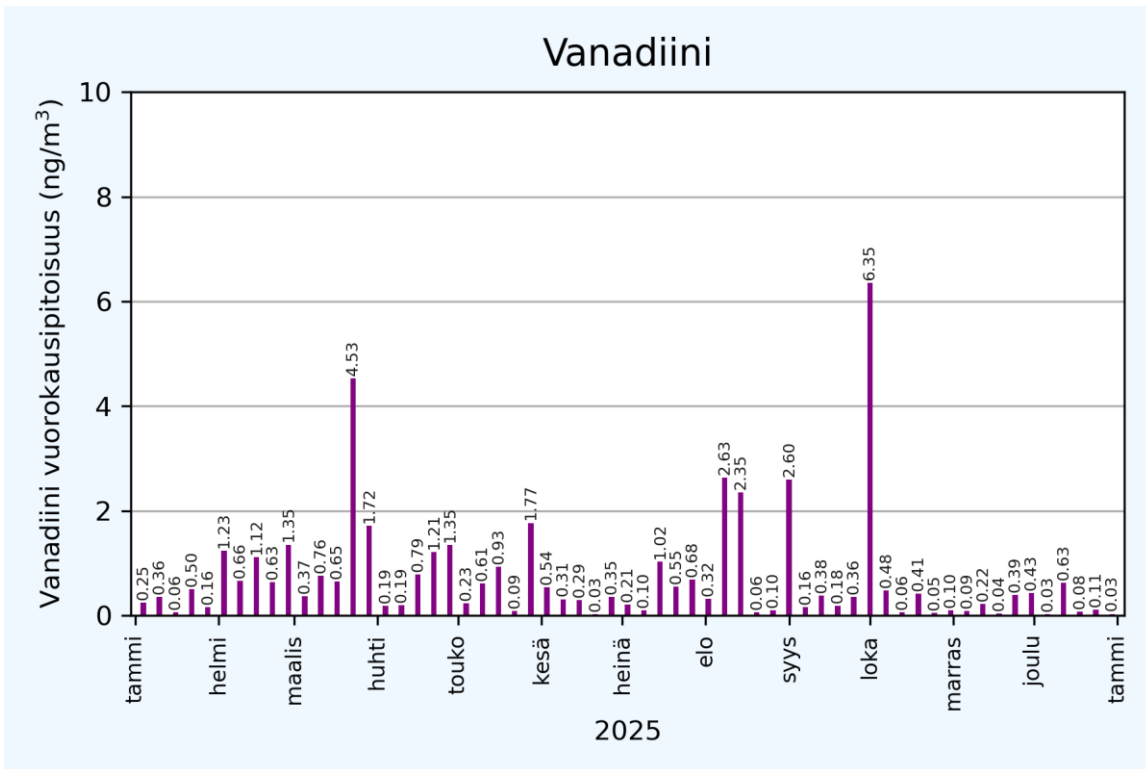
Liitetaulukko 3. Terrafame Taattolan mittausasemalla mitatut pienhiukkasten (PM<sub>2,5</sub>) tunti- ja vuorokausipitoisuudet (µg/m<sup>3</sup>) kuukausittain vuonna 2025. Pitoisuudet on ilmoitettu ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

PM <sub>2,5</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Tuntiarvojen												
Lukumäärä (kpl)	742	672	742	718	744	719	740	744	679	742	720	744
Aineiston määrä (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	94	100	100	100
Korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	20	39,3	28,8	18,6	19,2	15	22,8	23,2	13,7	12,5	10,2	11,2
Keskiarvo (µg/m <sup>3</sup> )	2	4,9	3,4	2,4	2,7	3,5	7,7	3,7	4,2	2,6	1,4	1,4
99. %-piste	6,5	28,8	18,1	11,5	8,5	10,5	19,4	17,2	10,2	9,3	6,5	5,6
Vrk-arvojen												
Lukumäärä (kpl)	31	28	31	30	31	30	31	31	28	31	30	31
2. korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	13,6	37,2	24,1	16,8	19	12,3	21,2	21,9	12,1	11,6	9,3	10
Korkein arvo (µg/m <sup>3</sup> )	4,1	22,3	9,7	7	5,2	6,1	17,4	14,1	9,2	7,9	4	4,1

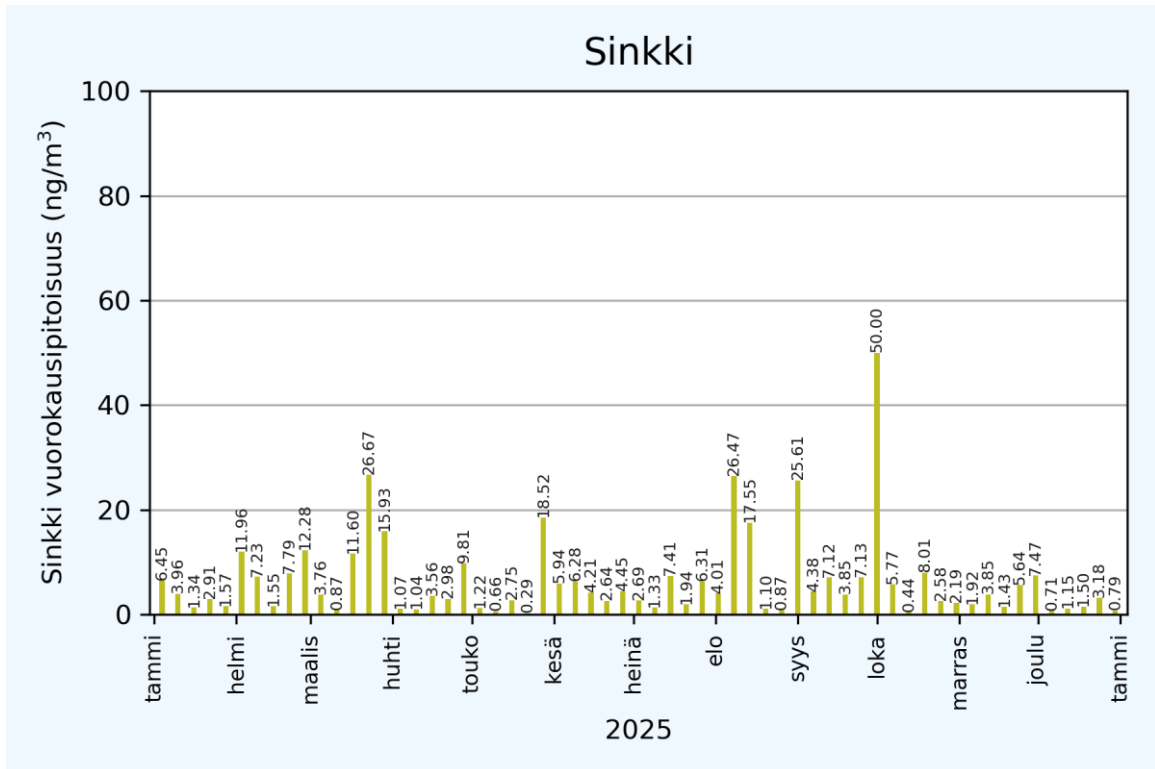
# LIITEKUVAT



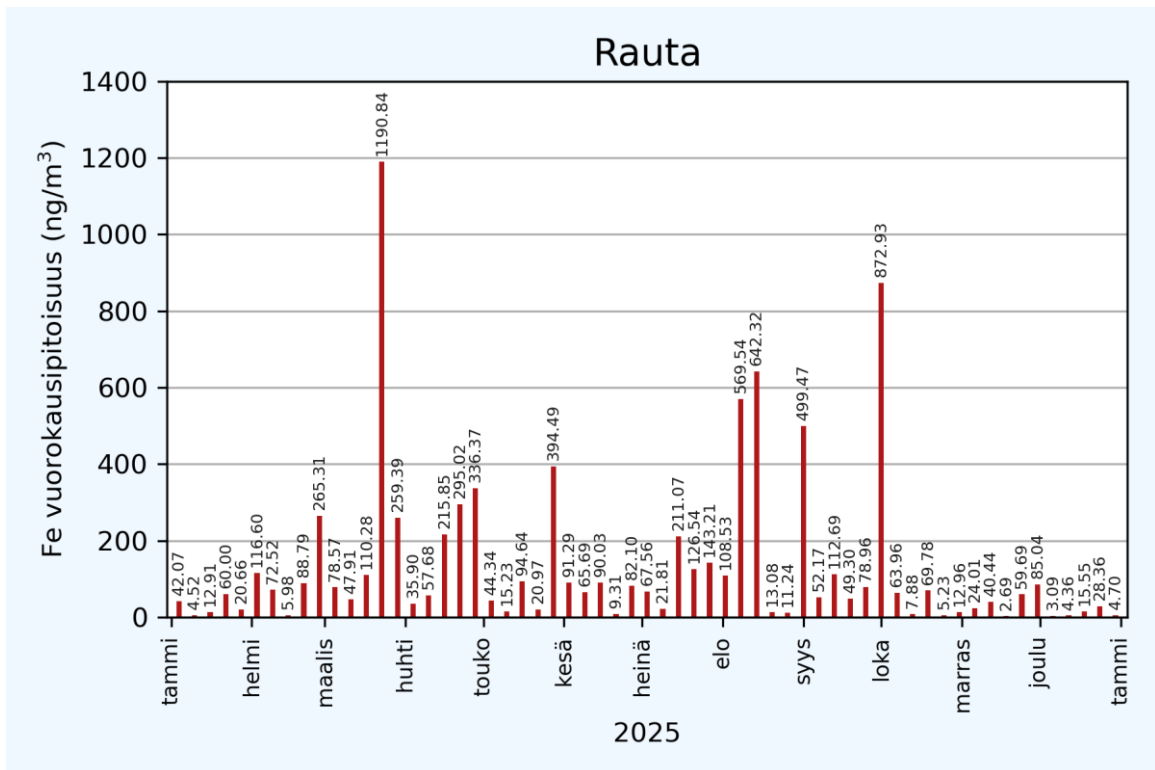
Liitekuva 1. Terrafame Taattolassa mitatut uraanipitoisuudet vuonna 2025.



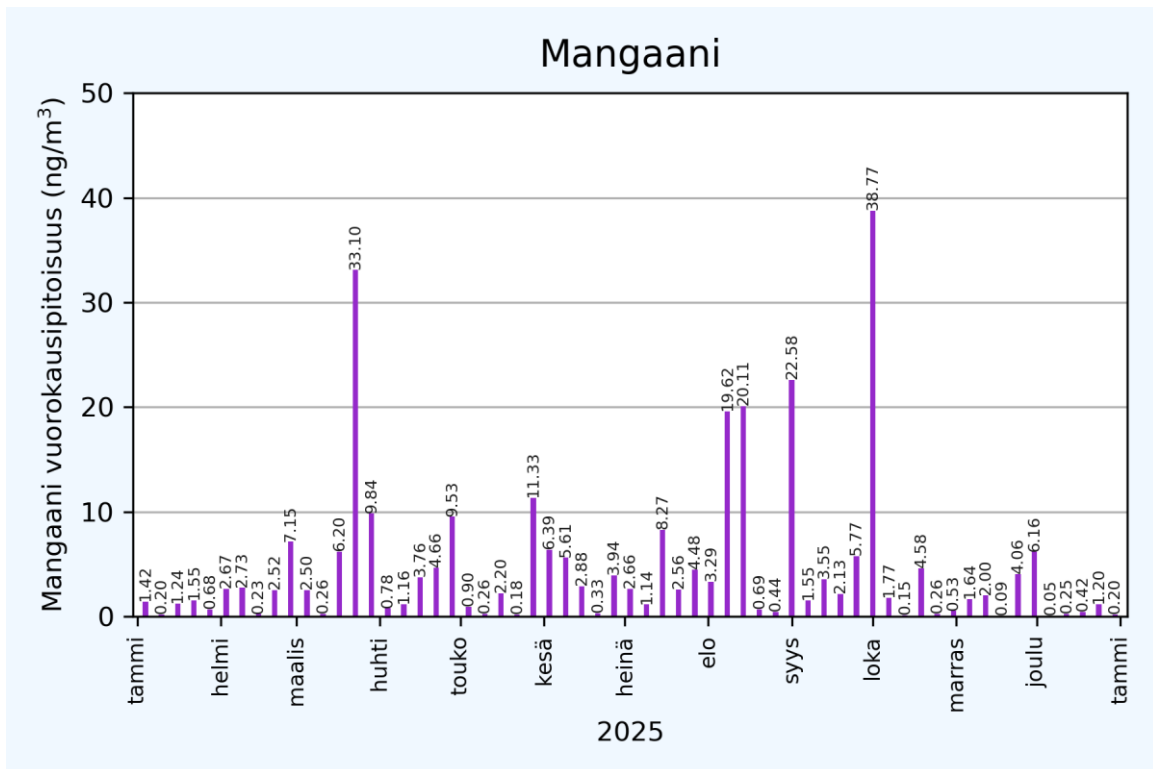
Liitekuva 2. Terrafame Taattolassa mitatut vanadiinipitoisuudet vuonna 2025.



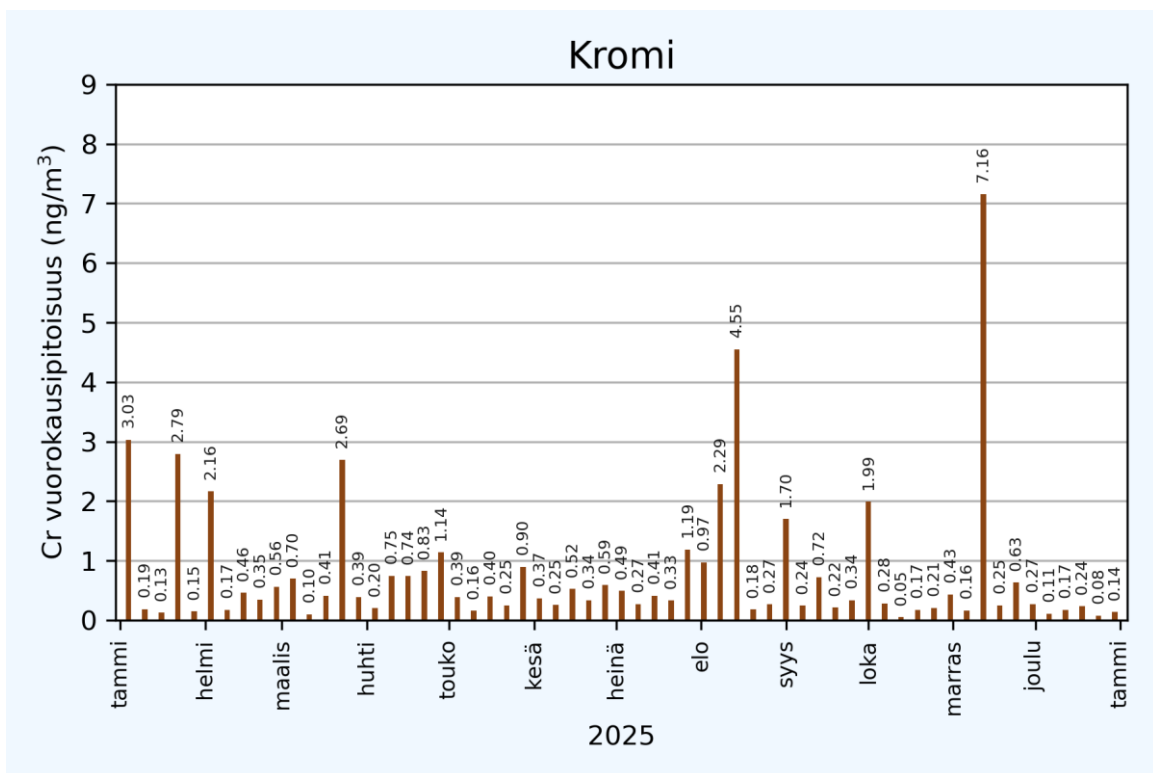
Liitekuva 3. Terrafame Taattolassa mitatut sinkkipitoisuudet vuonna 2025.



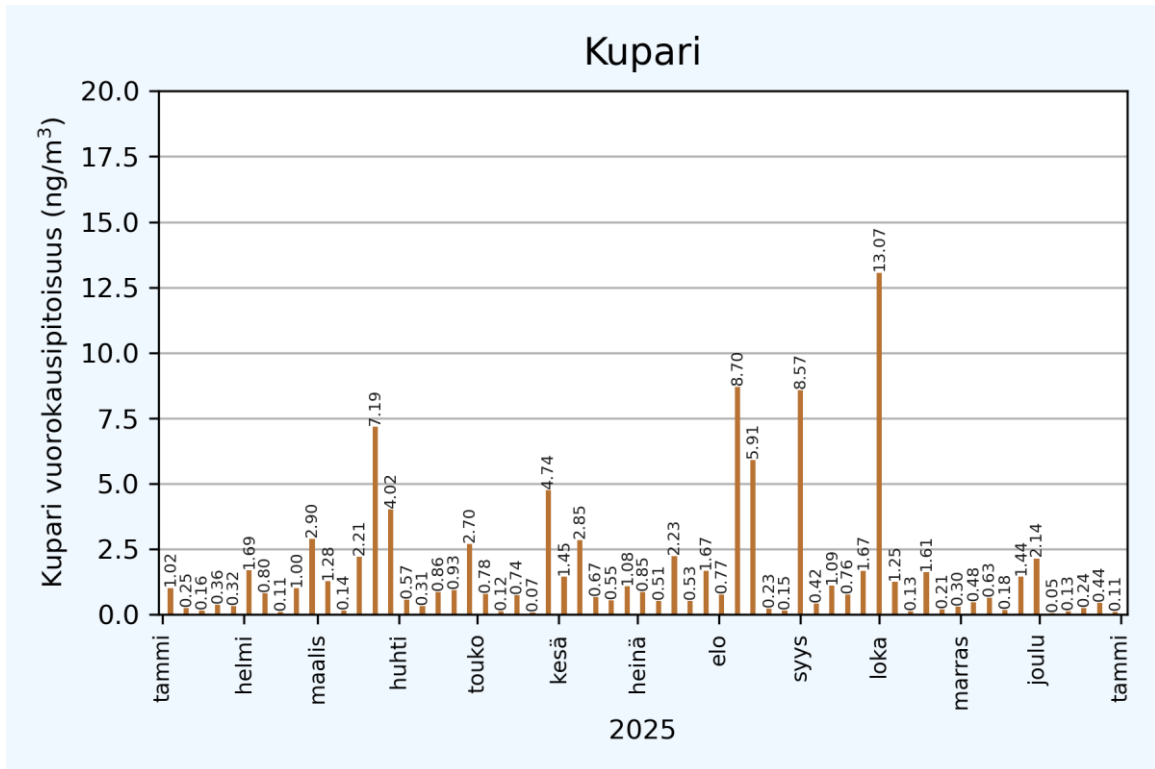
Liitekuva 4. Terrafame Taattolassa mitatut rautapitoisuudet vuonna 2025.



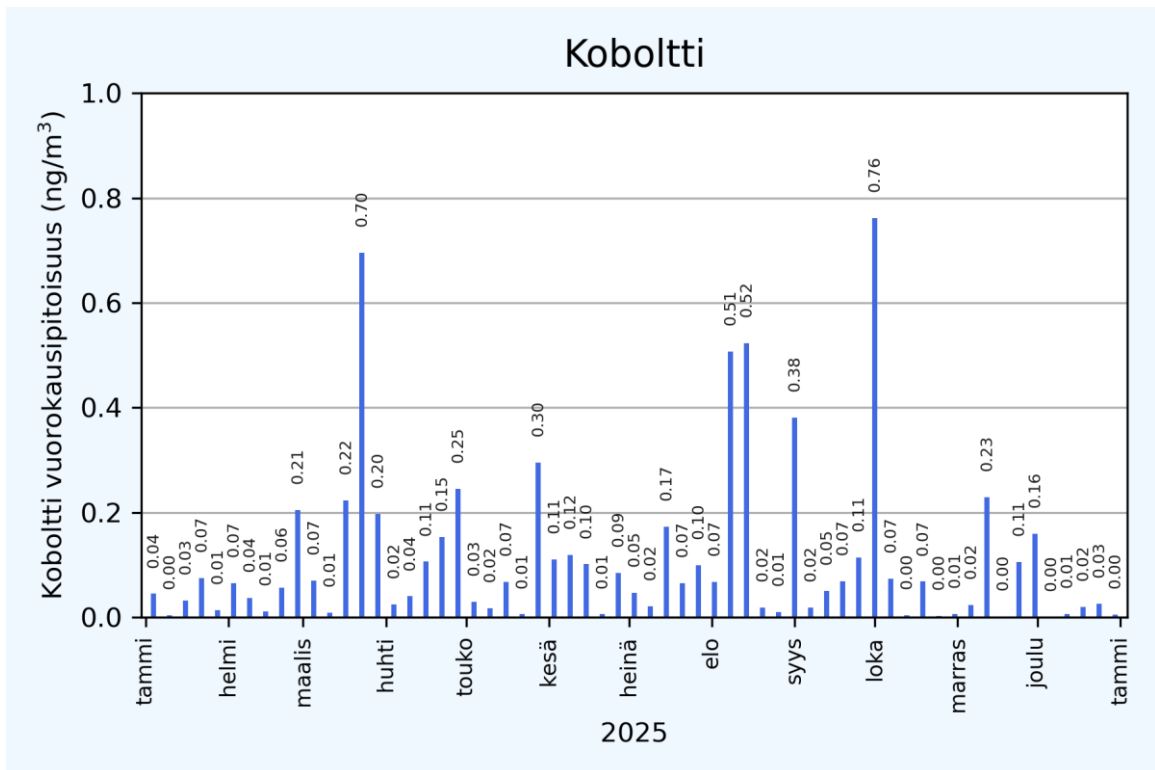
Liitekuva 5. TerraFame Taattolassa mitatut mangaanipitoisuudet vuonna 2025.



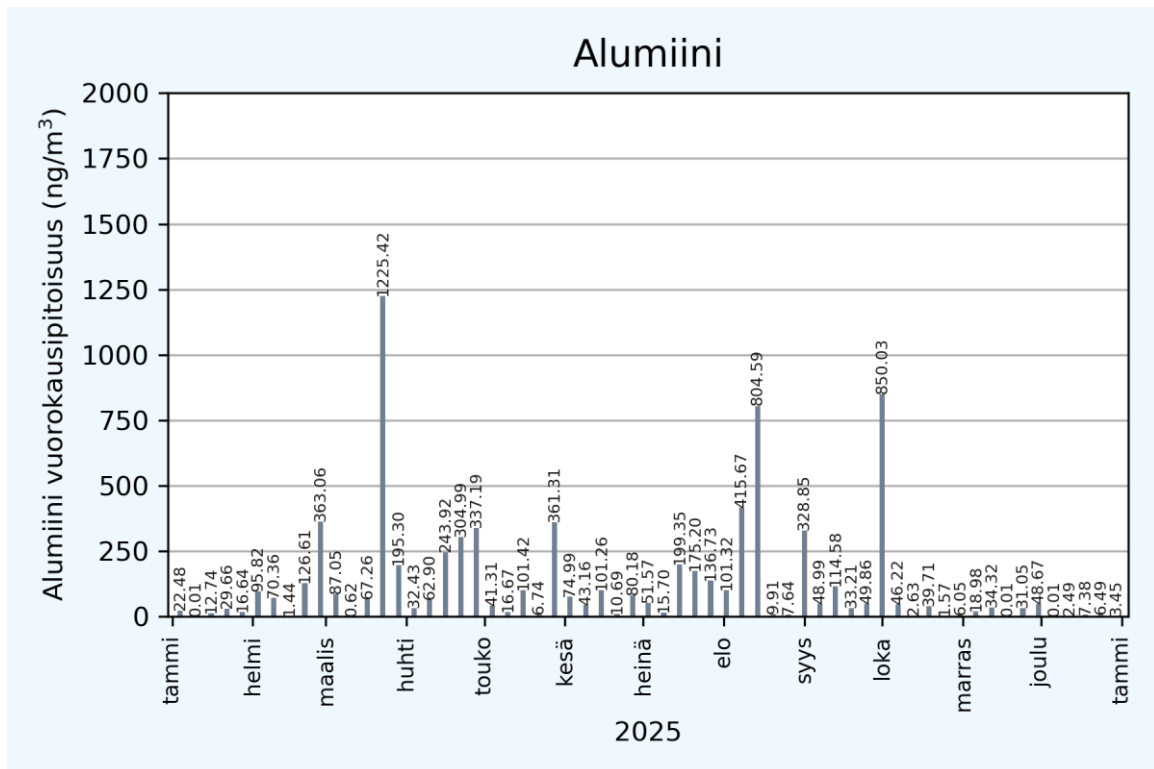
Liitekuva 6. TerraFame Taattolassa mitatut kromipitoisuudet vuonna 2025.



Liitekuva 7. Terrafame Taattolassa mitatut kuparipitoisuudet vuonna 2025.



Liitekuva 8. Terrafame Taattolassa mitatut kobolttipitoisuudet vuonna 2025.



Liitekuva 9. TerraFame Taattolassa mitatut alumiinipitoisuudet vuonna 2025.



ILMATIETEEN LAITOS

**ILMATIETEEN LAITOS**

puh. 029 539 1000

Ilmanlaatu ja Energia

[ilmanlaatupalvelut@fmi.fi](mailto:ilmanlaatupalvelut@fmi.fi)

[www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatupalvelut](http://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatupalvelut)

**WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI**

