



RAUMAN METSÄTEOLLISUUDEN ILMANLAADUN SEURANTA

Rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet Rauman Sinisaarella vuonna 2025



RAUMAN METSÄTEOLLISUUDEN ILMANLAADUN SEURANTA

**Rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet
Rauman Sinisaarella 2025**

**Mika Vestenius
Maija Peltola
Toni Mattila
Elina Suorsa
Antti Mannisenaho
Katja Lovén**

**ILMATIETEEN LAITOS – ASiantuntijapalvelut
ILMANLAATU JA ENERGIA
Helsinki 18.2.2026**

SISÄLLYSLUETTELO

OSA I	4
1. JOHDANTO	4
2. ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET	5
2.1 Mitatut pitoisuudet	5
2.2 Ilmanlaatuindeksi	11
2.3 Pitoisuuksien vertailua raja- ja ohjearvoihin	9
2.4 Hajujen esiintyminen	12
2.5 Tuulitiedot ja pitoisuudet tuulensuunnittain vuodelta 2025	13
2.6 Pitoisuuksien vertailua Sinisaassa aiemmin mitattuihin pitoisuuksiin	16
3. YHTEENVETO MITTAUSTULOISTA	18
OSA II	19
4. TUTKIMUKSEN SUORITUS	19
4.1 Sinisaaren mittausasema	19
4.2 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät	20
4.3 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot	21
4.4 Ilmanlaatuun vaikuttavat säätökijät	22
5. TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA	23
5.1 Rikkidioksidi	23
5.2 Haisevat rikkiyhdisteet	23
5.3 Ilman epäpuhtauksien terveysvaikutukset	24
5.4 Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot	24
5.5 Ilmanlaadun arviointikynnykset	26
VIITELUETTELO	27

OSA I

1. JOHDANTO

Rauman Sinisaarella sijaitsevalla ilmanlaadun mittausasemalla mitataan rikkidioksidin (SO₂) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuuksia. Mittausasema on perustettu Rauman metsäteollisuuden ilmanlaadun tarkkailua varten. Tarkkailuun osallistuvat Metsä-Fibre Oy Rauman tehtaat, Rauman Biovoima Oy ja Forchem Oy. Tässä raportissa esitetään mittaustulokset ajanjaksolta 1.1.–31.12.2025. Kaikki tässä raportissa esitettävät mittaustulokset on validoitu ja tarvittaessa korjattu laitteille säännöllisesti tehtävien kalibroitulosten perusteella. Tässä raportissa esitetään vuoden 2025 ilmanlaadun mittaustulokset ja verrataan niitä ilmanlaadun lainsäädännössä asetettuihin raja- ja ohjearvoihin. Lisäksi raportissa verrataan pitoisuuksia Sinisaarella mitattuihin aikaisempiin mittaustuloksiin.

Mitattuja ilmanlaatu tietoja ja sääparametrien arvoja voi seurata reaaliaikaisesti verkkosivujen kautta: <http://ilmanlaatu.fmi.fi/sinisaari/>. Sinisaaren ilmanlaatu tiedot näkyvät myös Ilmatieteen laitoksen ylläpitämässä kansallisella ilmanlaadun seurantasivustolla osoitteessa <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>. Ilmanlaatusivuilla on esitetty myös mitattujen pitoisuuksien perusteella lasketut ilmanlaadun indeksin arvot, jotka kuvaavat vallitsevaa ilmanlaadun tilannetta sanallisella asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono. Indeksien laskentaan käytetään Raumalla rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuuksia. Mitatut pitoisuudet ja ilmanlaatuindeksin arvot ovat nähtävillä verkkosivuilla reaaliaikaisesti ja historiatietoina.

Ilmanlaadun mittauksista sekä niihin liittyvästä asiantuntijatyöstä vastasi Ilmatieteen laitoksen Asiantuntijapalvelut-yksikkö.

Selitteet raportissa käytetyille yksiköille ja lyhenteille:

µg/m ³	mikrogrammaa (= gramman miljoonasosaa) kuutiometrissä ilmaa (pitoisuus)
µg(S)/m ³	mikrogrammaa kuutiometrissä ilmaa rikkinä ilmaistuna (pitoisuus), haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuus ilmaistaan ko. yksiköissä
SO ₂	rikkidioksidi
TRS	Total Reduced Sulphur = haisevien rikkiyhdisteiden kokonaismäärä
m/s	metriä sekunnissa (tuulen nopeus)
P	pohjoinen (tuulen suunta), kun tuulee pohjoisesta tuulen suunta on 0° tai 360°
I	itä (tuulen suunta), kun tuulee idästä tuulen suunta on 90°
E	etelä (tuulen suunta), kun tuulee etelästä tuulen suunta on 180°
L	länsi (tuulen suunta), kun tuulee lännestä tuulen suunta on 270°
KO	koillinen (tuulen suunta), kun tuulee koillisesta tuulen suunta on 45°
KA	kaakko (tuulen suunta), kun tuulee kaakosta tuulen suunta on 135°
LO	lounas (tuulen suunta), kun tuulee lounaasta tuulen suunta on 225°
LU	luode (tuulen suunta), kun tuulee luoteesta tuulen suunta on 315°

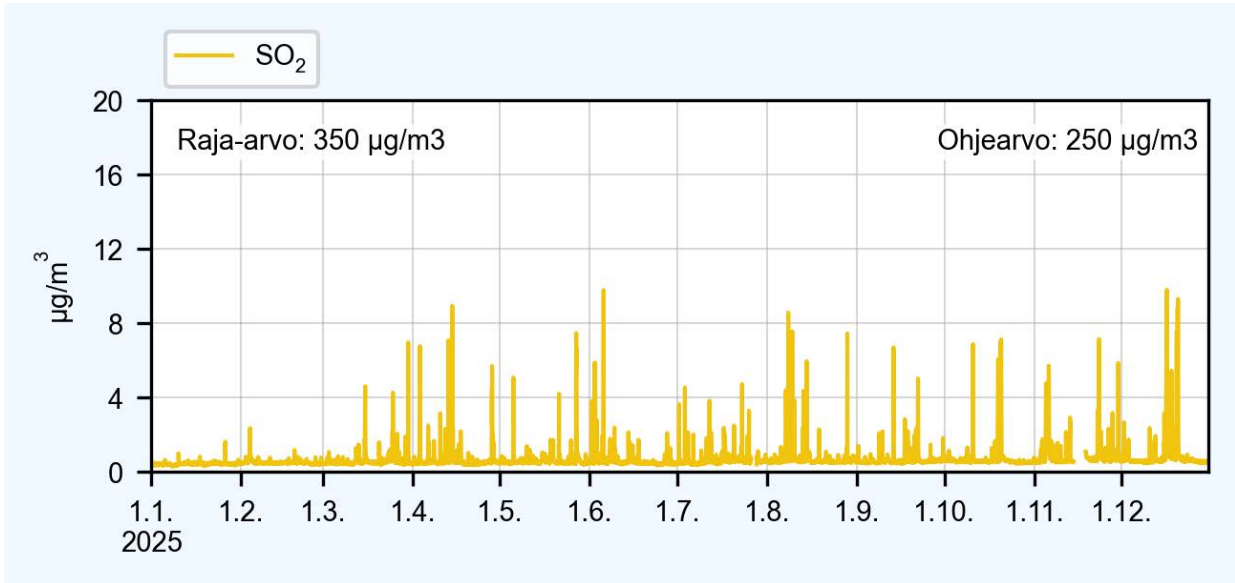
2. ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET

2.1 Mitatut pitoisuudet

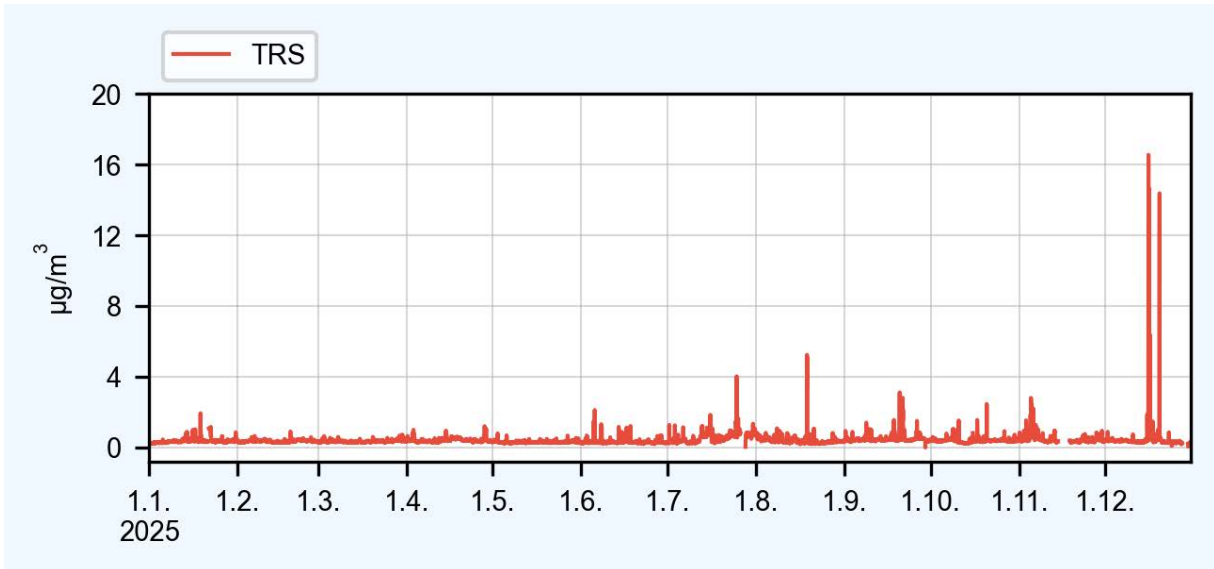
Kuvissa 1–4 on esitetty vuonna 2025 Rauman Sinisaassa mitattujen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot (rikkidioksidi ja haisevat rikkiyhdisteet lämpötilassa 20 °C). Suurimmat pitoisuuspiikit sekä TRS:n että SO₂:n osalta mitattiin joulukuussa. Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet näyttivät jonkin verran yleisesti kohoavan kevään tasosta syksyä kohti mentäessä (kuvat 2 ja 4).

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli vuonna 2025 Rauman Sinisaassa 0,7 µg/m³. Rikkidioksidin tuntiohjeeseen (250 µg/m³) verrattavat pitoisuudet (99. prosenttipiste) vaihtelivat välillä 1–10 µg/m³ eli <1–4 % ohjeesta. Vuorokausiohjeeseen (80 µg/m³) verrattavat pitoisuudet (kuukauden toiseksi suurin arvo) vaihtelivat välillä 0,3–1,4 µg/m³ eli 0–2 % ohjeesta. Suurin yksittäinen tuntipitoisuus, 10 µg/m³, mitattiin joulukuun 16. päivä iltapäivällä lounaan puoleisella tuulella ja korkein vuorokausipitoisuus 3,9 µg/m³ samana päivänä. Korkeamman tuntipitoisuuden tunteja esiintyi satunnaisesti keväästä lähtien, mutta raja-arvojen ylityksiä ei ollut. Tuntiraja-arvon ylityksiä (pitoisuus yli 350 µg/m³, 24 kpl sallittuja ylityksiä, kuva 1) tai vuorokausiraja-arvon ylityksiä (125 µg/m³, sallittuja ylityksiä 3 kpl, kuva 3), ei siten ollut.

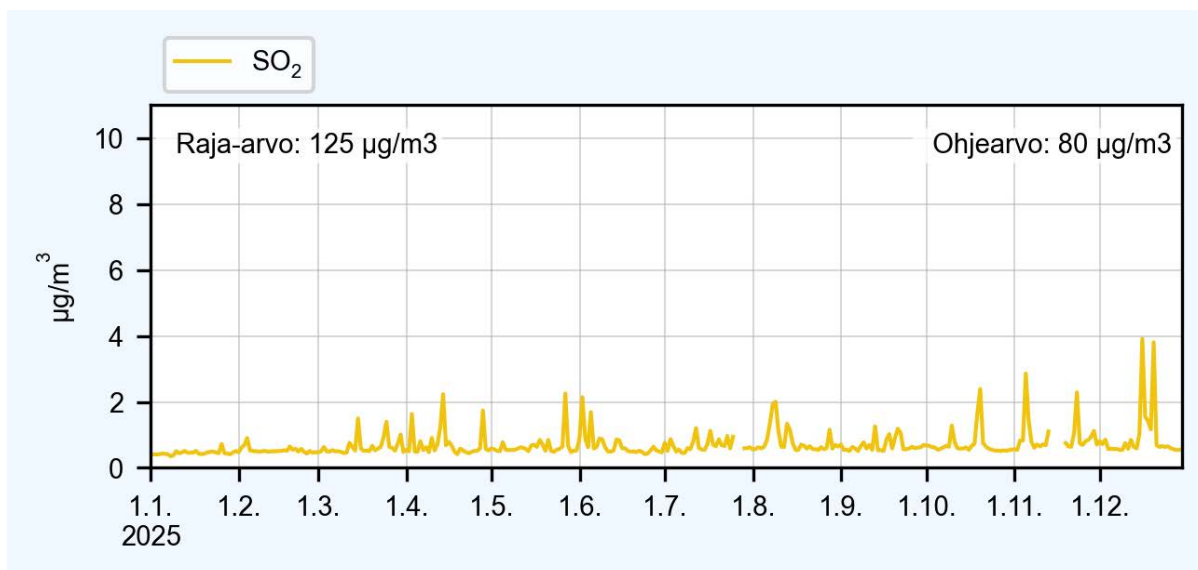
Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 2025 Rauman Sinisaassa 0,4 µg(S)/m³. Suurin yksittäinen TRS-tuntipitoisuus 17 µg(S)/m³ mitattiin 16.12. lounaistuulella ja korkein vuorokausipitoisuus 1,6 µg(S)/m³ samana päivänä. Haiseville rikkiyhdisteille on Suomessa ilmanlaatuasetuksessa määritelty ohjearvo joka on kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo. Vuorokausiohjeeseen 10 µg(S)/m³ (kuukauden toiseksi suurin vuorokausipitoisuus) verrattavat pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2025 välillä 0,4–1,4 µg(S)/m³ eli 4–14 % ohjeesta.



Kuva 1. Rikkidioksidin (SO₂) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Rauman Sinisaarella vuonna 2025.



Kuva 2. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$) Rauman Sinisaarella vuonna 2025.



Kuva 3. Rikkidioksidin (SO₂) vuorokausipitoisuudet (µg/m³) Rauman Sinisaarella vuonna 2025.



Kuva 4. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) vuorokausipitoisuudet (µg(S)/m³) Rauman Sinisaarella vuonna 2025.

Vuonna 2025 Rauman Sinisaaren ilmanlaadun tarkkailupisteessä mitattujen rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksien kuukausittaisia tilastoarvoja on koottu taulukoihin 1 ja 2.

Taulukko 1. Rikkidioksidipitoisuudet ja raja-arvoihin verrattavat pitoisuudet Sinisaarella 2025.

	SO ₂ tuntiarvot						SO ₂ vuorokausiarvot		
	lukumäärä (kpl)	kattavuus (%)	keskiarvo (µg/m ³)	99.%-piste	korkein arvo (µg/m ³)	% raja-arvosta (350 µg/m ³)	lukumäärä	suurin vrk (µg/m ³)	% raja-arvosta (125 µg/m ³)
Koko vuosi	8576	98 %	0.7	4.3	10		358	3,9	5 %
Tammikuu	739	99 %	0,5	0,9	2	1 %	31	0,7	1 %
Helmikuu	672	100 %	0,5	1,1	2	1 %	28	0,9	1 %
Maaliskuu	743	100 %	0,6	3,4	7	2 %	31	1,5	2 %
Huhtikuu	717	100 %	0,7	5,7	9	3 %	30	2,2	3 %
Toukokuu	744	100 %	0,7	4,9	7	2 %	31	2,3	3 %
Kesäkuu	720	100 %	0,7	5,0	10	3 %	30	2,1	3 %
Heinäkuu	697	94 %	0,7	2,7	5	1 %	28	1,2	1 %
Elokuu	744	100 %	0,8	4,6	9	3 %	31	2,0	3 %
Syyskuu	720	100 %	0,7	2,9	7	2 %	30	1,3	1%
Lokakuu	737	99 %	0,7	6,1	7	2 %	31	2,4	3%
Marraskuu	623	87 %	0,9	5,2	7	2 %	25	2,9	4%
Joulukuu	720	100 %	0,9	8,0	10	3 %	30	3.9	5 %

Taulukko 2. Haisevien rikkijyhdisteiden (TRS) pitoisuudet Sinisaarella 2025.

	TRS tuntiarvot				
	lukumäärä (kpl)	kattavuus (%)	keskiarvo (µg(S)/m ³)	korkein arvo (µg(S)/m ³)	99.%-piste
Koko vuosi	8730	97,4 %	0,4	17	1,5
Tammikuu	737	99 %	0,4	2	1,1
Helmikuu	696	100 %	0,3	1	0,6
Maaliskuu	736	100 %	0,3	1	0,6
Huhtikuu	720	99 %	0,4	1	0,9
Toukokuu	744	100 %	0,3	1	0,6
Kesäkuu	695	100 %	0,3	2	1,2
Heinäkuu	737	93%	0,5	4	1,6
Elokuu	744	100 %	0,4	5	1,0
Syyskuu	713	100 %	0,5	3	1,9
Lokakuu	744	98%	0,4	2	1,0
Marraskuu	720	87 %	0,5	3	2,2
Joulukuu	744	92 %	0,6	17	10,0

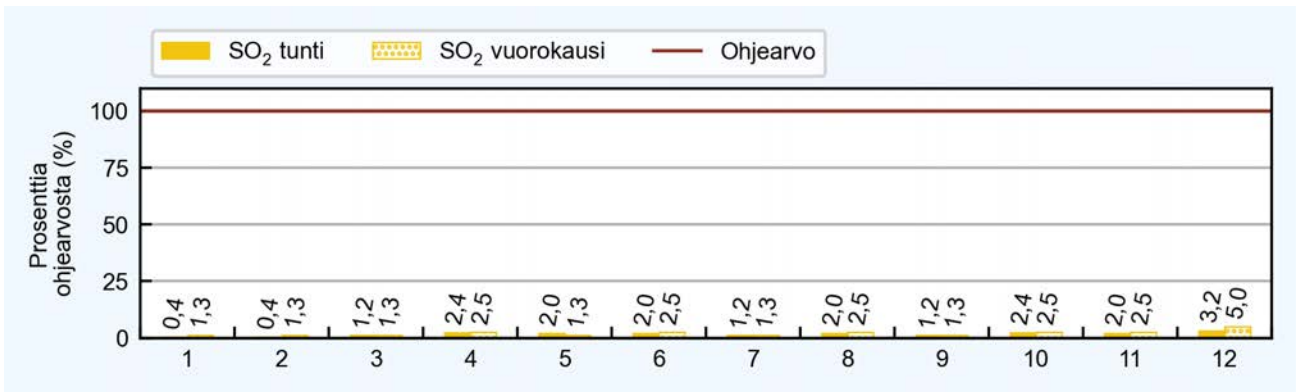
2.2 Pitoisuuksien vertailua ohjearvoihin

Raja-arvot määrittelevät pitoisuuksille enimmäiskaton, jota ei saa ylittää. Ohjearvojen seuraamisella sen sijaan yritetään ohjata esimerkiksi kaavoitusta sellaisille alueille, jossa pitoisuudet ovat ihmisten terveydelle haitattomalla tasolla. Raja- ja ohjearvoilla on erilaiset tilastolliset määrittelyt ja raja-arvopitoisuuksille sallitaan vielä erikseen ylityksiä määrittelystä pitoisuustasosta, joten raja- ja ohjearvoja ei voi suoraan lukuarvoina verrata keskenään. Arviointikynnyksiin vertaamisen avulla määritetään ilmanlaadun seurantarvetta ja käytettäviä seurantamenetelmiä. Ilmanlaadun lainsäädännöstä on kerrottu tarkemmin raportin toisessa osassa kappaleessa 5.4.

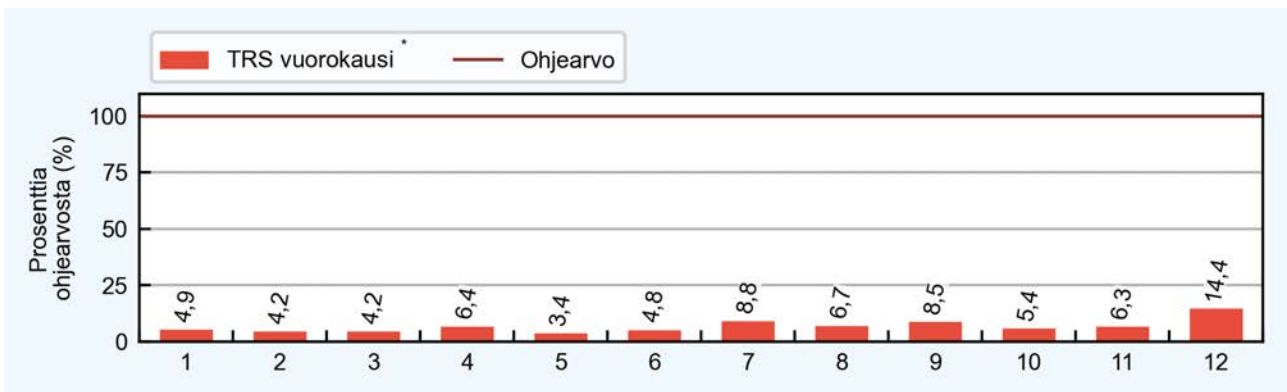
Taulukoissa ja kuvissa on esitetty rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden ohjearvoon verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä pitoisuuksien suhde ohjearvoon Rauman Sinisaarella vuonna 2025. Jos pitoisuuden suhde ohjearvoon on 100 %, on ohjearvoon verrannollinen pitoisuus yhtä suuri kuin ohjearvo. Jos prosenttiluku on yli 100, on ohjearvo ylittynyt.

Taulukko 3. Rikkidioksidin (SO₂) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) ohjearvoihin verrattavat pitoisuudet kuukausittain sekä näiden suhde ohjearvoihin Rauman Sinisaaren mittauspisteessä vuonna 2025.

2025	SO ₂ tunti		SO ₂ vrk		TRS vrk	
	99 %-piste (µg/m ³)	% ohjearvosta	2. suurin vrk (µg(S)/m ³)	% ohjearvosta	2. suurin vrk (µg(S)/m ³)	% ohjearvosta
Tammikuu	0,9	0 %	0,5	1 %	0,5	5 %
Helmikuu	1,1	0 %	0,7	1 %	0,4	4 %
Maaliskuu	3,4	1 %	1,4	2 %	0,4	4 %
Huhtikuu	5,7	2 %	1,7	2 %	0,6	6 %
Toukokuu	4,9	2 %	0,8	1 %	0,3	3 %
Kesäkuu	5,0	2 %	1,7	2 %	0,5	5 %
Heinäkuu	2,7	1 %	1,1	1 %	0,9	9 %
Elokuu	4,6	2 %	1,9	2%	0,7	7 %
Syyskuu	2,9	1 %	1,2	1 %	0,8	8 %
Lokakuu	6,1	2 %	1,7	2 %	0,5	5 %
Marraskuu	5,2	2 %	2,3	3 %	0,6	6 %
Joulukuu	8,0	3 %	3,8	5 %	1,4	14 %
Ohjearvo	250		80		10	



Kuva 5. Rikkidioksidin ohjearvopitoisuudet Sinisaassa 2025.



Kuva 6. Haisevien rikkijhdisteiden vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet Sinisaassa 2025.

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvo oli vuonna 2025 Rauman Sinisaassa $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kriittinen taso rikkidioksidin vuosikeskiarvopitoisuudelle on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kriittinen taso, joka on annettu kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelemiseksi, ei ylittynyt Sinisaassa vuonna 2025.

Rikkidioksidipitoisuudet alittivat ohjearvot Rauman Sinisaassa vuonna 2025. Rikkidioksidin tuntiohjearvoon ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat pitoisuudet (99. prosenttipiste) vaihtelivat välillä $1\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $<1\text{--}4 \%$ ohjearvosta. Vuorokausiohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat pitoisuudet (kuukauden toiseksi suurin arvo) vaihtelivat välillä $0,3\text{--}1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $0\text{--}2 \%$ ohjearvosta.

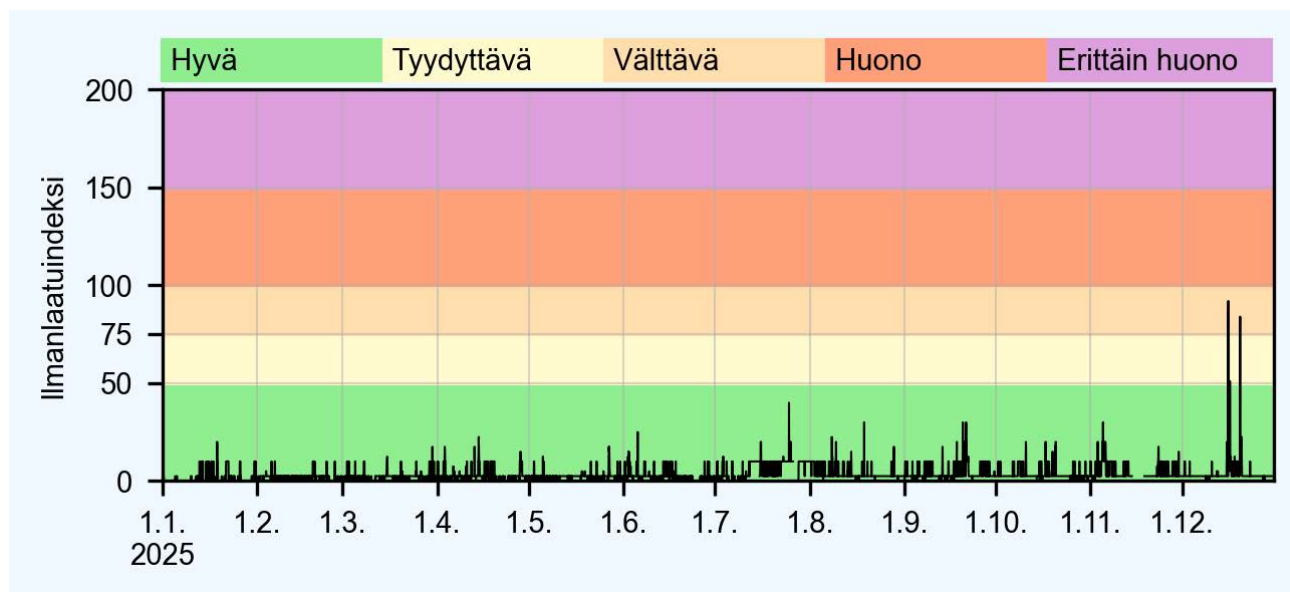
Haisevien rikkijhdisteiden suurin yksittäinen tuntipitoisuus, $17 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ mitattiin 16.12. lounaistuulella ja korkein vuorokausipitoisuus $1,6 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ samana päivänä. Vuorokausiohjearvoon $10 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ (kuukauden toiseksi suurin vuorokausipitoisuus) verrattavat pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2025 välillä $0,4\text{--}1,4 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ eli $4\text{--}14 \%$ ohjearvosta.

2.3 Ilmanlaatuindeksi

Rauman Sinisaassa mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien perusteella laskettiin ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatutilannetta sanallisella asteikolla: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono, erittäin huono. Indeksien laskentaan käytettiin rikkidioksidin ja haisevien rikkijhdisteiden tuntipitoisuuksia.

Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Rauman Sinisaassa vuonna 2025 rikkidioksidin ja TRS:n osalta hyvää 99% tunneista (kuva 5). Muita kuin hyvän ilmanlaadun päiviä oli kaksi kappaletta. Ilmanlaatu oli välttävää kahtena päivänä (16.12 ja 20.12.2025). Tämä johtui haisevien rikkijhdisteiden määrästä. Tyydyttävän, huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun päiviä ei vuonna 2025 esiintynyt Sinisaassa lainkaan. Koska ilmanlaatuindeksin arvon määrittelyt perustuvat pääosin mitattujen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksista aiheutuviin terveysvaikutuksiin, on Rauman Sinisaassa voinut mittaajaksolla esiintyä hajuhaittoja, vaikka indeksin arvo osoittaisi hyvää tai tyydyttävää ilmanlaatua.

Ilmanlaadun indeksiarvojen laskenta perustuu mitattujen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien tarkasteluun suhteessa niiden terveysvaikutusperusteisiin ohjearvopitoisuuksiin. Tästä syystä haisevien rikkijhdisteiden aiheuttamat ilmanlaatuvaikutukset kuvautuvat indeksiarvoissa vain mahdollisten terveysvaikutusten osalta, eikä indeksi kuvaa TRS-yhdisteiden aiheuttamaa hajuhaittaa. Metsä Fibre Oy:n Rauman sellutehtaan rikkivetypäästöt aiheuttivat vuonna 2025 ajoittain kaupungin alueella ihmisten viihtyvyyteen vaikuttaneita hajuhaittoja ja huononsivat tuolloin osaltaan ilmanlaatua muiden ilmanlaatuun vaikuttaneiden tekijöiden lisäksi.



Kuva 7. Tunti-ilmanlaatuindeksin arvot Rauman Sinisaarella vuonna 2025

2.4 Hajujen esiintyminen

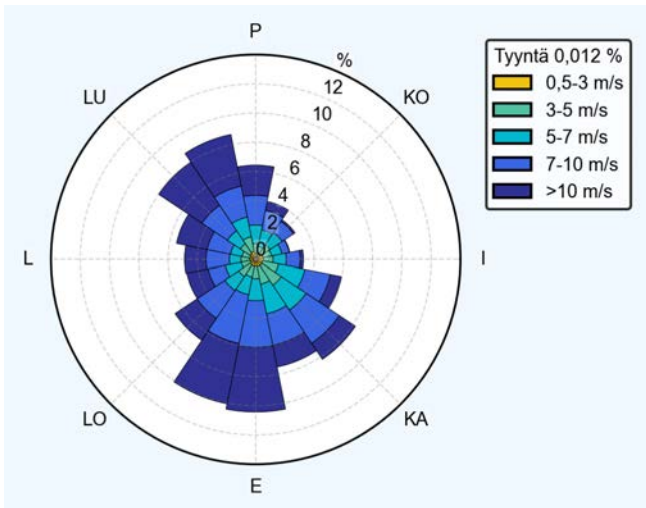
Sinisaarella mitattuja haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuuksia tarkastelemalla voidaan tilastollisesti arvioida, että mittausjaksolla olisi esiintynyt hajutunteja 21 kpl eli alle yhdessä prosentissa (0,2 %) koko mittausjakson tunneista (8 532 kpl). Hajutunneiksi on tässä tarkastelussa määritetty kaikki tunnit, jolloin TRS-pitoisuus on ollut $\geq 3 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$. Näistä tunneista olisi ollut melko voimakasta tunnistettavissa olevaa hajua 10 tuntia. Eniten hajutunteja esiintyi joulukuussa. Valtaosan mittausjaksosta haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet kuitenkin olivat matalia, eikä hajuja esiintynyt. TRS-pitoisuus oli koko mittausjaksolla noin 98 % tunneista alle $1 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$.

TRS-pitoisuuksiin perustuvaa hajujen esiintyvyyden arviointia voidaan pitää vain hyvin suuntaa antavana. Tässä tarkastelussa on oletettu, että kaikki mitattu TRS-pitoisuus olisi ollut rikkivetyä, joka on kaikista TRS-yhdisteistä herkimmin haiseva, eli sillä on matalin hajukynnys. Rikkivety aiheuttaa tunnistettavaa hajua pitoisuustasolla noin $3\text{--}6 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$ ja melko voimakasta tunnistettavissa olevaa hajua, kun pitoisuus on yli $6 \mu\text{g(S)}/\text{m}^3$. Todellisuudessa mitattu pitoisuus sisältää eri TRS-yhdisteitä, ja kaikkien niiden haju havaitaan eri pitoisuustasoilla, koska yhdisteillä on kullakin eri hajukynnys. Hajun kokemukseen vaikuttaa siis merkittävästi se, missä suhteessa päästö kyseisellä hetkellä sisältää erilaisia haisevia rikkiyhdisteitä. Näin ollen kokonais-TRS-pitoisuus ei suoraan kerro hajun esiintyvyydestä.

2.5 Tuulitiedot ja pitoisuudet tuulensuunnittain vuodelta 2025

Tuulen suunnalla tarkoitetaan meteorologiassa suuntaa, josta tuuli puhaltaa. Kun tuulta mitataan ja ilmoitetaan tuulen suunta, tarkoitetaan aina, että tuuli puhaltaa kyseisestä ilmansuunnasta havaitsijaa kohti. Niinpä etelätuuli puhaltaa etelästä ja länsituuli lännestä, jne. Tuulen suunnat ilmaistaan ns. kompassisuuntina. Tämä tarkoittaa, että kun tuulee idästä, tuulen suunta on 90° , kun tuulee etelästä, tuulen suunta on 180° , jne. Samalla tavoin määräytyvät väli-ilmansuunnat asteina. Kuvassa 8 on esitetty koko mittausjakson tuulen suunta- ja nopeustietojen yhteenveto tuuliruusun muodossa. Tuuliruusun keskipisteestä lähtevän janan pituus sektorin kehäviivalle vastaa ko. tuulisektorin tuulien prosentuaalista osuutta jakson tuulista. Tuuliruususta nähdään myös tuulten nopeusjakaumat tuulensuuntasektoreittain. Eri tuulienopeuksien prosentuaaliset osuudet saadaan vertaamalla sektoreiden kunkin nopeusluokan sektoripituutta prosenttiasteikkoon.

Vuoden 2025 tuulien tarkastelussa on käytetty Ilmatieteen laitoksen Kylmäpihlajan sääaseman tuulidataa. Kylmäpihlaja sijaitsee noin kymmenen kilometrin päässä Sinisaaresta länteen. Kylmäpihlajan tuulimittaus kuvaa hyvin tuulen alueellista jakaumaa ja sitä voidaan käyttää arvioitaessa päästöjen kulkeutumista läheiseltä tehdasalueelta Sinisaareen, vaikka merellä tyypillisesti mitataankin voimakkaampia tuulia mantereeseen verrattuna. Kuvassa 8 esitetty tuulikuvaaja edustaa Kylmäpihlajalla mitattuja tuulia vuonna 2025. Kuvasta nähdään, että Kylmäpihlajassa on tuullut jonkun verran kaikilta suunnilta, mutta eniten ja voimakkaimmin tuuli on puhaltanut etelästä ja eteläkaakosta, noin 22 % sekä luoteesta ja pohjois-luoteesta, noin 17% vuoden tunneista. Vähiten on tuullut koillisesta, noin 5 % mitatuista tunneista. Tyypillisesti Suomessa vallitseva tuulen suunta on lounaasta, mutta tuulen suuntaan vaikuttavat myös paikalliset olosuhteet, maan pinnan muodot ja maaston rosoisuus. Tuulianalyysin perusteella Sinisaaren mittauskoppi on sijainniltaan hyvässä paikassa Rauman paperiteollisuuden päästöjen mittausten kannalta tehtaiden koillispuolella.



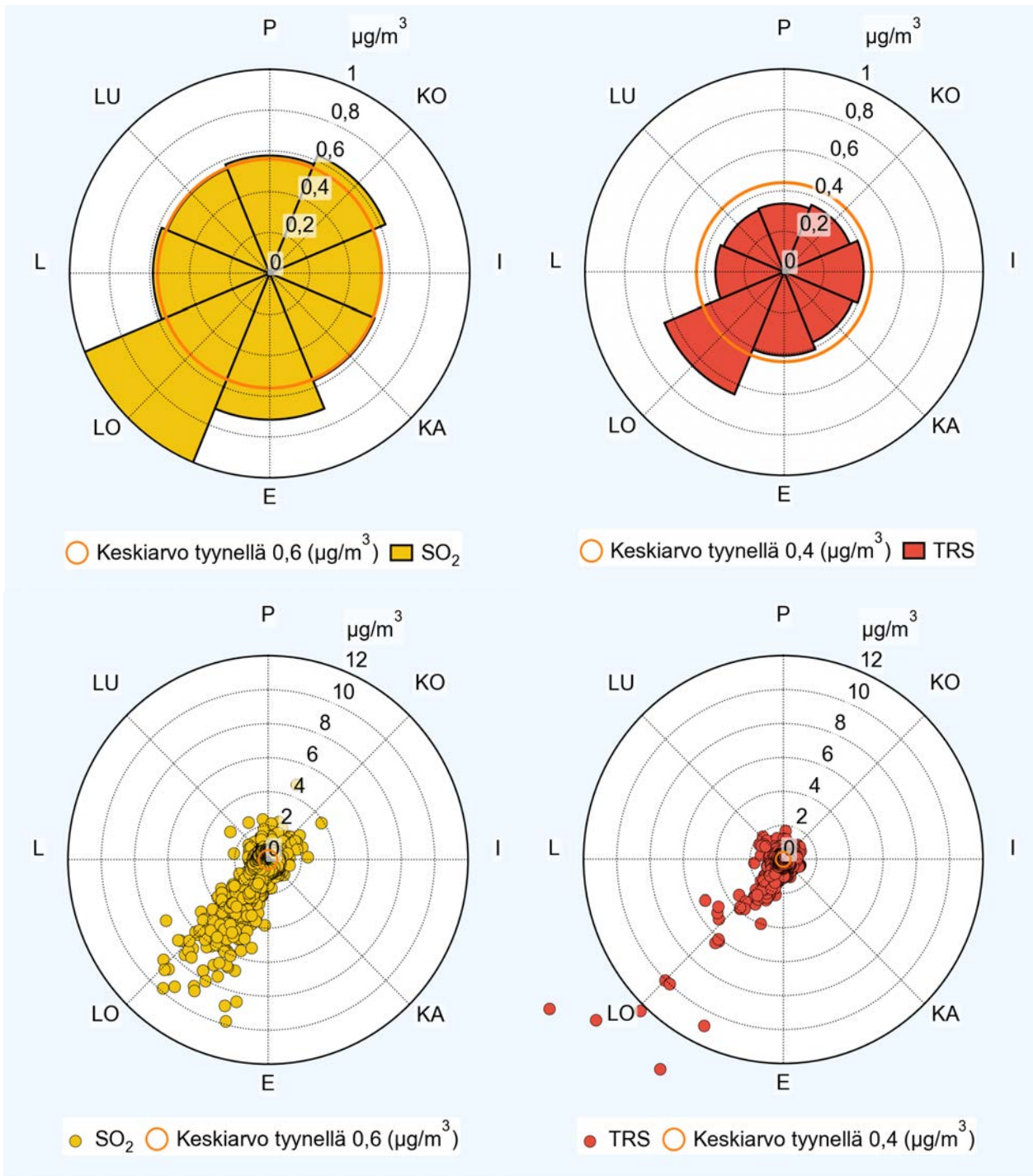
Kuva 8. Tuulen suunta ja nopeus Kylmäpihlajassa mittausjaksolla 1.1.–31.12.2025.

Seuraavissa kuvaajissa on esitetty tuulen suunnan vaikutus rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksiin Sinisaarella pitoisuusruusujen avulla. Kuvissa esitetään mitatut pitoisuuksien tuntikeskiarvot mittausaineistoissa eri tuulensuunnilla. Pisteiden etäisyys kuvaajan keskipisteestä vastaa epäpuhtauden tuntikeskiarvopitoisuutta ko. tuulisektorissa.

Vallitsevat tuulensuunnat olivat Sinisaarella vuonna 2025 laajalla alueella idästä luoteeseen. Sekä rikkidioksidin että haisevien rikkiyhdisteiden korkeimmat tuntipitoisuudet painottuivat lounaan puoleisille tuulille (kuva 9) eli tuuli toi korkeampia SO₂- ja TRS-pitoisuuksia lounaan suunnalta selkeästi eniten verrattuna muihin ilmansuuntiin. Yksittäisiä pitoisuushavaintoja tehtiin lähes kaikilla tuulensuunnilla mutta suurimmat rikkidioksidipitoisuudet painottuvat eniten lounaan puoleisille tuulille. Haisevien rikkiyhdisteiden tuntipitoisuuksissa on hieman enemmän hajontaa eri tuulensuuntiin, mutta niissäkin suurimmat pitoisuudet painottuvat lounaan puoleisille tuulille.

Haisevat rikkiyhdisteet ovat peräisin yleensä pääasiassa teollisuudesta, jätekeskuksista ja jätevesien käsittelystä. Rauman seudulla merkittävin haisevien rikkiyhdisteiden päästölähde on Metsä Fibre Oy:n Rauman sellutehdas, joka sijaitsee Sinisaaren mittauspisteestä noin 2 km lounaaseen.

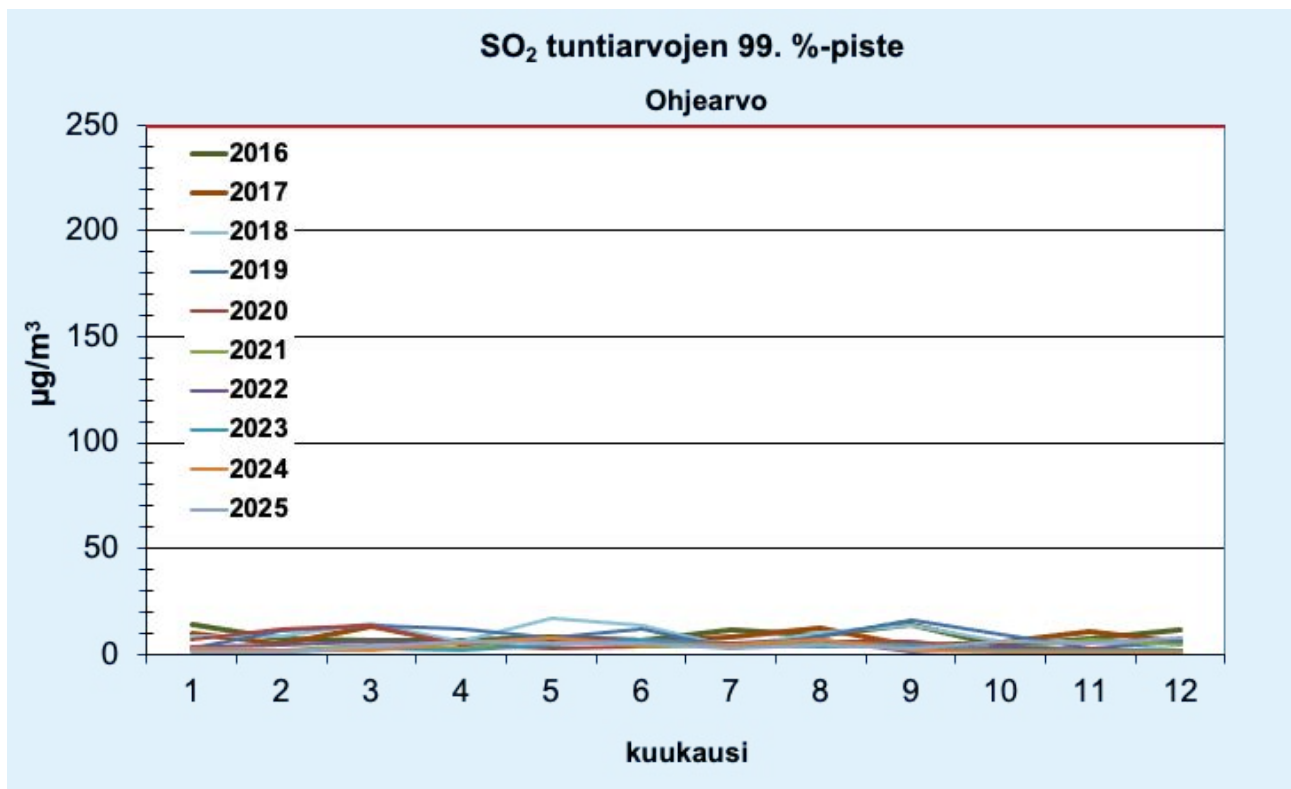
Rikkidioksidin merkittävimpiä päästölähteitä Rauman seudulla ovat Metsä Fibre Oy:n Rauman sellutehtaan ohella Rauman Biovoima Oy ja Forchem Oy, jotka sijaitsevat myös lounaaseen Sinisaaren mittauspisteestä, Rauman Biovoima noin kilometrin päässä ja Forchem Oy noin 2 km päässä. Kuvassa 13 on esitetty mittausaseman sijainti suhteessa merkittävimpiin päästölähteisiin.



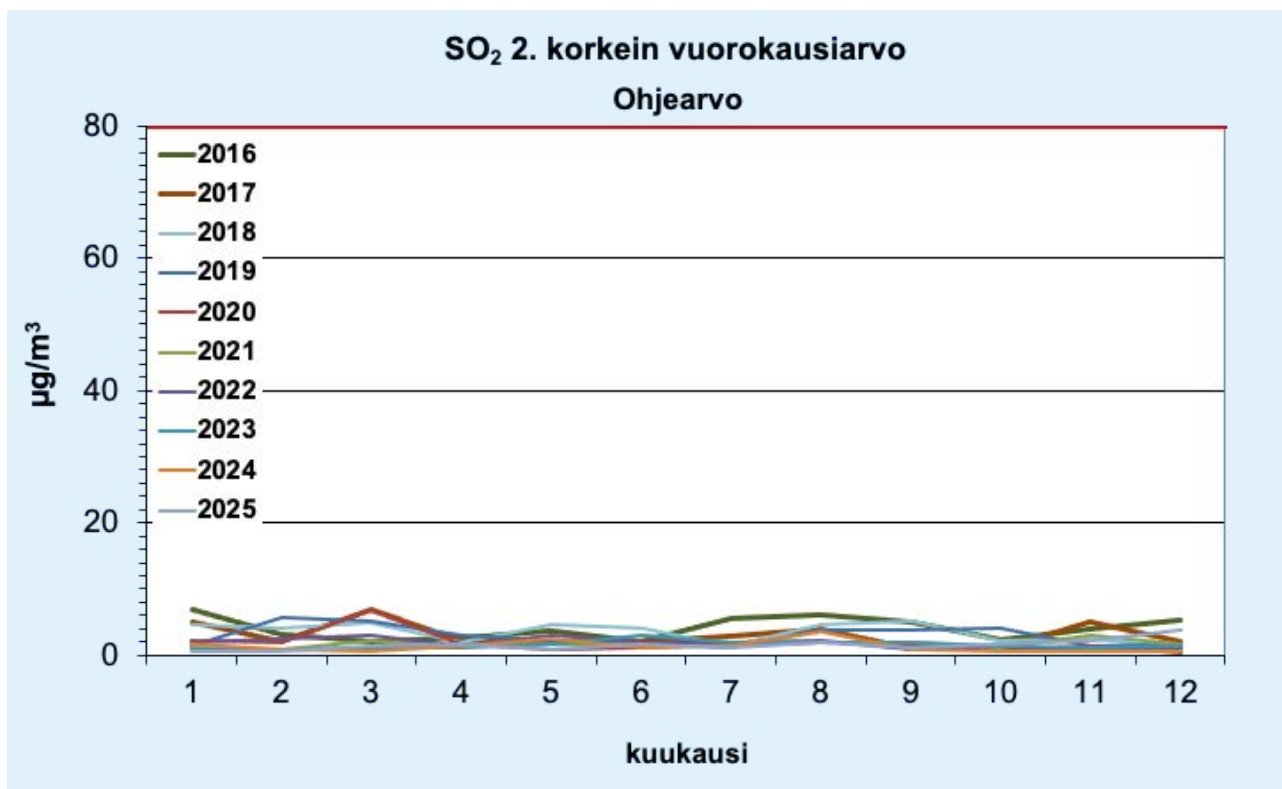
Kuva 9. Sinisaaren mittausasemalla mitatut SO_2 :n ja TRS:n pitoisuudet tuulensuunnittain mittausjaksolla 1.1.–31.12.2025. Oranssi ympyrä kuvaa pitoisuuksia tyyneellä (tuulen nopeus $<0,5 \text{ m/s}$).

2.6 Pitoisuuksien vertailua Sinisaassa aiemmin mitattuihin pitoisuuksiin

Rauman Sinisaassa rikkidioksidin ohjearvoihin verrannolliset pitoisuudet ovat vaihdelleet kymmenen viime vuoden tarkastelujaksolla (2016–2025) melko vähän (kuvat 10 ja 11). Rikkidioksidin tuntiohjearvoon (kuukauden tuntiarvojen 99. %-piste) verrattavat pitoisuudet ovat vaihdelleet Rauman Sinisaassa vuosina 2016–2025 välillä $<1\text{--}17\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausiohjearvoon (kuukauden toiseksi suurin vrk-keskiarvo) verrattavat pitoisuudet välillä $<1\text{--}7\ \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvo on ollut Rauman Sinisaassa $0,4\text{--}1,4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosina 2016–2025 (kuva 12). Vuosikeskiarvo ($0,4\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) oli vuonna 2025 hieman alempi verrattuna kahteen edelliseen vuoteen. Rikkidioksidipitoisuudet ovat olleet laskusuunnassa ja ohje- ja raja-arvot ovat alittuneet selvästi kaikkina vuosina Rauman Sinisaassa kymmenen viime vuoden tarkastelujaksolla.



Kuva 10. Rikkidioksidin tuntiohjearvoon ($250\ \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet Rauman Sinisaassa vuosina 2016–2025.



Kuva 11. Rikkidioksidin vuorokausi-ohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrannolliset pitoisuudet Rauman Sinisaassa vuosina 2016–2025.



Kuva 12. Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot Rauman Sinisaassa vuosina 2016–2025.

3. YHTEENVETO MITTAUSTULOKSISTA

Vuonna 2025 Rauman metsäteollisuuden ilmanlaadun tarkkailusta on vastannut Ilmatieteen laitos. Rauman Sinisaarella sijaitsevalla mittausasemalla mitattiin ulkoilmasta rikkidioksidin (SO_2) ja haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuuksia.

Rauman Sinisaarella vuonna 2025 mitatut rikkidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet raja- tai ohjearvoja.

Rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvoksi mitattiin vuonna 2025 $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rikkidioksidin tuntiohjearvoon ($250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) verrattavat pitoisuudet (99. prosenttipiste) vaihtelivat välillä $<1-10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $<1-4 \%$ ohjearvosta. Vuorokausiohjearvoon ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, 2. suurin vrk-arvo) verrattavat pitoisuudet vaihtelivat välillä $<0,3-4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $0-2 \%$ ohjearvosta. Suurin yksittäinen tuntipitoisuus, $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitattiin joulukuun 16. päivä iltapäivällä lounaan puoleisella tuulella ja korkein vuorokausipitoisuus $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ samana päivänä.

Rauman Sinisaarella vuonna 2025 mitatut rikkidioksidipitoisuudet eivät ylittäneet ilmanlaatuasetuksessa annettuja raja-arvoja. Tuntiraja-arvotaso $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt kertaakaan, kun ylityksiä sallitaan 24 kpl kalenterivuodessa. Raja-arvomäärittelyn mukainen 25. suurin tuntiarvo oli $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli 2% raja-arvosta. Myöskään rikkidioksidin vuorokausiraja-arvotaso $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt kertaakaan, kun ylityksiä sallitaan 3 kpl kalenterivuodessa. Neljänneksi korkein vuorokausiarvo oli $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $<1 \%$ raja-arvosta. Rikkidioksidin pitoisuus oli keväällä pienimmillään ja kesästä lähtien Sinisaarella keskimäärin hieman korkeampi kevääseen verrattuna ja taustapitoisuutta korkeamman tuntipitoisuuden tunteja esiintyi tuolloin myös eniten.

Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuden vuosikeskiarvo oli 2025 Rauman Sinisaarella $0,4 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$. Suurin yksittäinen TRS-tuntipitoisuus $17 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ mitattiin 16.12. lounaistuulella ja korkein vuorokausipitoisuus $1,6 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ samana päivänä. Vuorokausiohjearvoon $10 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ (kuukauden toiseksi suurin vuorokausipitoisuus) verrattavat pitoisuudet vaihtelivat vuonna 2025 välillä $0,4-1,4 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$ eli $4-14 \%$ ohjearvosta. Suurimmat pitoisuuspiikit sekä TRS:n että SO_2 :n osalta mitattiin joulukuussa. Haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuudet näyttivät jonkin verran yleisesti kohoavan kevään tasosta syksyä kohti mentäessä.

Suurimmat tuntipitoisuudet sekä rikkidioksidin että haisevien rikkiyhdisteiden osalta mitattiin joulukuussa. Sinisaarella normaalista poikkeavat kohonneet pitoisuudet voivat ainakin osittain liittyä poikkeustilanteisiin ja myös normaaliin kesän huoltoseisokkiin elo-syyskuussa.

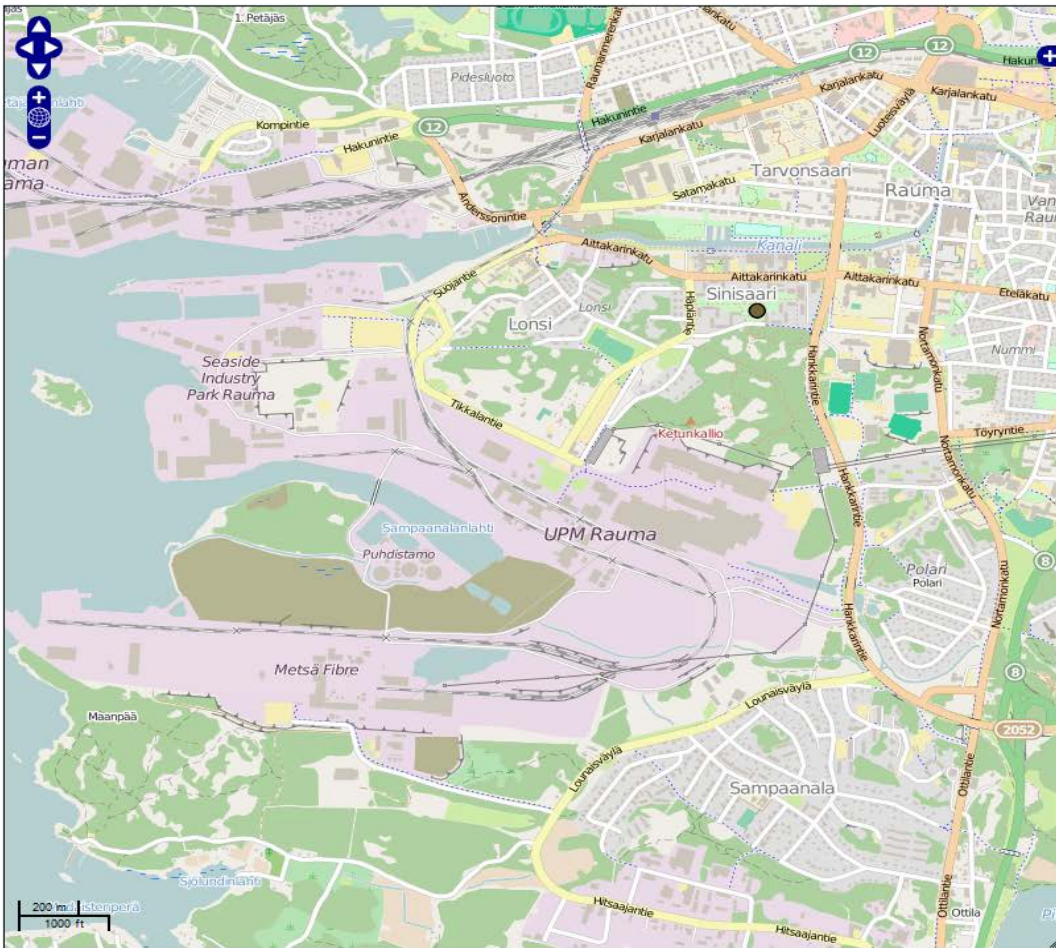
Rauman Sinisaarella mitattujen ilman epäpuhtauspitoisuuksien perusteella laskettiin ilmanlaatuindeksi, joka kuvaa vallitsevaa ilmanlaatutilannetta asteikolla hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Indeksillä ilmaistuna ilmanlaatu oli Rauman Sinisaarella vuonna 2025 rikkidioksidin ja TRS:n osalta hyvää 99% päivistä (kuva 5). Ilmanlaatu oli välttävää kahtena päivänä (16.12 ja 20.12.2025). Tämä johtui TRS:sta. Tyydyttävän, huonon tai erittäin huonon ilmanlaadun päiviä ei vuonna 2025 esiintynyt Sinisaarella lainkaan. Tässä tarkastelussa mittauspäivän indeksi määräytyy ilmanlaadultaan huonoimman tunnin mukaan. Rauman Sinisaarella esiintyi Metsä Fibre Oy:n Rauman sellutehtaan päästöistä johtuvia ihmisten viihtyvyyteen vaikuttaneita hajuhaittoja vuonna 2025 noin 21 hajutunnin aikana, joka on $0,2 \%$ mitatusta vuoden tunneista. Hajutunniksi on tässä työssä arvioitu sellaiset tunnit, jolloin mitattu TRS-tuntipitoisuus oli vähintään $3,0 \mu\text{g}(\text{S})/\text{m}^3$.

OSA II

4. TUTKIMUKSEN SUORITUS

4.1 Sinisaaren mittausasema

Raumalla Sinisaaren puistossa sijaitsevalla ilmanlaadun mittausasemalla on vuodesta 1998 lähtien mitattu rikkidioksia ja haisevia rikkiyhdisteitä. Haisevien rikkiyhdisteiden ja rikkidioksidin näytteenottimet sijaitsevat noin 3 metrin korkeudella maanpinnasta. Mittauspaikan sijaintia ja ympäristöä on havainnollistettu kuvissa 13 ja 14. Kylmäpihlajan sääasema sijaitsee noin 10 kilometrin päässä mittauspaikasta koilliseen.



Kuva 13. Sinisaaren ilmanlaadun mittausaseman (●) sijainti Raumalla. Kartta-aineisto: OpenStreetMap.org (Creative Commons Attribution-ShareAlike 2.0)



Kuva 14. Sinisaaren ilmanlaadun mittausasema. Kuva: Mika Vestenius.

4.2 Mitatut suureet ja mittausmenetelmät

Rikkidioksin ja haisevien rikkiyhdisteiden pitoisuuksia mitattiin Raumalla jatkuvatoimisilla automaattisilla analysointilaitteilla (taulukko 4). Ilmanlaadun mittaustulokset kerättiin mittausasemilla mittausmikroille minuuttiarvoina, joista ne siirrettiin edelleen minuuttiarvoina langattomasti modeemiyhteyden kautta Ilmatieteen laitoksen palvelimelle raakadatietokantaan. Raakadatietokannassa mittaustulokset pysyvät aina muuttumattomina, jolloin alkuperäiset arvot ovat myöhemminkin tarvittaessa saatavilla. Minuuttiarvoista määritettiin tuntikeskiarvot ja vuorokausikeskiarvot. Mittaustulokset korjattiin kalibroitulosten perusteella ja mahdolliset laitteiden toimintahäiriöistä ja kalibroinneista johtuneet virheelliset arvot poistettiin. Mittauksia seurattiin kaukovalvontana Ilmatieteen laitokselta Helsingistä.

Taulukko 4. Sinisaaren ilmanlaadun mittauksissa käytetyt menetelmät ja laitteet.

Mitattava komponentti	Mittausmenetelmä	Mittalaite
Rikkidioksidi	UV-fluoresenssi	TEI 43i TLE
Haisevat rikkiyhdisteet	UV-fluoresenssi + konvertteri	TEI 43S + PPM891 konvertteri
Meteorologiset tiedot	Akustinen tuulimittari (Kylmäpihlajalla, FMISID 101061)	Thies UA2D

Rikkidioksidin mittauksissa käytettiin UV-fluoresenssiin perustuvaa määrittämenetelmää. Mittaukset perustuvat EU:n referenssimenetelmään, joka on kuvattu standardissa SFS-EN 14212:2012. Ambient air - Standard method for the measurement of the concentrations of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence. Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuutta määritetään hapettamalla rikkiyhdisteet korkeassa lämpötilassa ns. konvertterissa rikkidioksidiksi. Tämän jälkeen myös TRS-laitteessa mitataan rikkidioksidin kokonaispitoisuutta UV-fluoresenssimenetelmällä.

4.3 Kalibrointimenetelmät, laadunvarmistus ja laitehuollot

Sinisaaren ilmanlaadun tarkkailun laadunvarmennuksessa kiinnitettiin huomiota kalibrointien suorittamiseen, kalibrointien jäljitettävyyteen ja laitteiden toimintaan. Rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden mittalaitteiden kalibroinnit tehtiin monipistekalibroinnin (4–5 pitoisuutta) avulla. Mittausaineisto korjattiin matemaattisesti kalibrointitulosten perusteella. Kalibrointien yhteydessä tehtiin tarvittavat huollot ja näytteenottoelinjojen tarkastukset. Ilmanlaadun mittaukset suoritettiin kansallisen ilmanlaadun mittausohjeen (*Ilmatieteen laitos, 2025* sekä [Ilmatieteen laitoksen ilmanlaatumittausten laatu järjestelmän](#) mukaisesti (linkki avautuu uuteen ikkunaan).

Rikkidioksidin mittalaite kalibroitiin käyttäen rikkidioksidikaasua (SO₂), joka laimennettiin erillisen laimentimen avulla halutuille pitoisuustasoille. Kalibrointipisteet kattoivat pitoisuusalueen 0–100 ppb. Laimentimena käytettiin kentälaimenninta. Kaasunormaalina käytettiin SO₂-permeaatioputkea. Laimentimella tuotetut kalibrointipitoisuudet varmennettiin ilmanlaatumittausten kansallisessa vertailulaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella jäljitettävästi kalibroidulla rikkidioksidianalysaattorilla. Ilmatieteen laitoksen vertailulaboratorio on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima kalibrointilaboratorio K043. Kalibrointien perusteella Sinisaaren ilmanlaadun tarkkailun rikkidioksidin pitoisuusmittaukset on jäljitetty kansalliseen mittanormaliin ja sitä kautta ainemäärään.

TRS-mittalaite kalibroitiin käyttäen rikkivetykaasua (H₂S), joka laimennettiin erillisen laimentimen avulla halutuille pitoisuustasoille. Kalibrointipisteet kattoivat pitoisuusalueen 0–100 ppb. Laimentimena käytettiin kentälaimenninta. Kaasunormaalina käytettiin H₂S-permeaatioputkea. Laimentimesta tuotettiin kalibrointipitoisuusarvot, jotka varmennettiin ilmanlaatumittausten kansallisessa vertailulaboratoriossa Ilmatieteen laitoksella jäljitettävästi kalibroitu rikkidioksidianalysaattoria vastaan.

Rikkidioksidin ja haisevien rikkiyhdisteiden mittalaitteet kalibroitiin tammikuussa, huhtikuussa, heinäkuussa ja lokakuussa 2025 sekä tammikuussa 2026 Analysaattoreiden näytteenottolinjat tarkistettiin ja analysaattoreiden hiukkassuodattimet vaihdettiin jokaisella kalibroitokerralla. Näytteenottolinjat uusittiin kesäkuun kalibrointien ja huollon yhteydessä.

Mittaukset toimivat yleensä ottaen hyvin lukuun ottamatta lyhyitä katkoja vuoden aikana johtuen paikallisista sähkökatkoista tai mittauskoneen viasta.

Laatutavoite koko vuoden aineiston vähimmäismäärälle saavutettiin mittausaineiston ajallisen kattavuuden ollessa 99 %. Raja-arvojen ylittymisen valvontaan käytettävissä mittauksissa aineiston vähimmäismäärä on 90 %, mikä ei kuitenkaan sisällä laitteiden säännöllisestä kalibroinnista tai normaalista kunnossapidosta aiheutuvaa tietohukkaa. Tämä laatutavoite täyttyi Rauman Sinisaaren ilmanlaatumittausten osalta, tosin Sinisaaren mittausasema ei kuulu minkään komponentin osalta raja-arvoa valvoviin mittausasemiin.

Rikkidioksidin mittauksissa käytettiin UV-fluoresenssiin perustuvaa määrittämenetelmää. Mittaukset perustuvat EU:n referenssimenetelmään, joka on kuvattu standardissa SFS-EN 14212:2012. *Ambient air - Standard method for the measurement of the concentrations of sulphur dioxide by ultraviolet fluorescence.*

Haisevien rikkiyhdisteiden kokonaispitoisuutta määritetään hapettamalla rikkiyhdisteet korkeassa lämpötilassa ns. konverterissa rikkidioksidiksi. Tämän jälkeen myös TRS-laitteessa mitataan rikkidioksidin kokonaispitoisuutta UV-fluoresenssimenetelmällä.

4.4 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 ilmassojen 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 muutoksen kautta.

Ilman epäpuhtauksien leviämisen ja laimenemisen kannalta keskeisiä meteorologisia tekijöitä ovat tuulen suunta ja nopeus, ilmakehän stabiilisuus ja sekoituskorkeus. Rajakerroksen tuuliolosuhteet määräävät karkeasti ilmansaasteiden kulkeutumis suunnan, mutta rajakerroksen ilmavirtausten pyörteisyys ja kerroksen korkeus vaikuttavat merkittävästi ilmansaasteiden sekoittumiseen ja pitoisuuksien laimenemisen 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 epävakaa, 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 ilmakehän kerros 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 ilmakehän kerrokseen päästölähteiden lähelle.

Korkeimmat pitoisuudet esiintyvät kaupunkialueilla useimmiten stabiileissa heikkotuulisissa tilanteissa voimakkaan maanpintainversion vallitessa. Autoliikenne on haitallinen päästölähderyhmä 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 lumet sulavat keväällä ja talven aikana tien varsille kerääntynyt hiukkasmassa vapautuu ilmaan tuulen ja liikennevirtojen vaikutuksesta katujen kuivuttua. Lumien sulamisvedet, sateet ja pölynsidonta suolaliuoksella hillitsevät keväistä pölyämistä. Sateet alentavat myös muina vuodenaikoina väliaikaisesti ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia ja puhdistavat hengitysilmaa.

5. TAUSTATIETOA ILMAN EPÄPUHTAUKSISTA

5.1 Rikkidioksidi

Ulkoilman rikkidioksidipitoisuudet ovat nykyisin alhaisella tasolla Suomessa. Rikkidioksidipäästöjen tehokkaan ja pitkäjänteyksen rajoittamisen seurauksena kaupunkialueiden rikkidioksidipitoisuudet ovat laskeneet lähelle tausta-alueiden pitoisuuksia. Ulkoilmassa oleva rikkidioksidi on pääosin peräisin energiantuotannosta, teollisuudesta ja laivojen päästöistä. Teollisuuspaikkakunnilla rikkidioksidipitoisuudet voivat kohota lyhytaikaisesti ja paikallisesti epäedullisissa meteorologisissa tilanteissa ja häiriöpäästötilanteissa. Myös satamien ja huippulämpökeskusten lähellä voi ajoittain esiintyä korkeita lyhytaikaispitoisuuksia. Korkeat rikkidioksidipitoisuudet voivat lisätä hengitystieinfektioita ja astmaatikkojen kohtauksia. Äkillisiä oireita ovat yskä, hengenahdistus ja keuhkoputkien supistuminen. Pakkanen voi pahentaa rikkidioksidin aiheuttamia oireita. Puhtailla tausta-alueilla rikkidioksidipitoisuuden vuosikeskiarvot ovat olleet jo useiden vuosien ajan noin 1–2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (Ilmatieteen laitos, 2025).

5.2 Haisevat rikkiyhdisteet

Haisevat rikkiyhdisteet eli TRS-yhdisteet (Total Reduced Sulphur) aiheuttavat suomalaisille tutun selluteollisuuden pahan hajun. Samanlaisia rikkiyhdisteitä syntyy myös orgaanisen aineen hapettomassa hajoamisessa eli mätänemisessä. Näitä hajuja esiintyy myös esimerkiksi kaatopaikoilla ja jätevedenkäsittelyssä, mutta myös soiden ja järvien pohjamudista voi purkautua haisevia rikkiyhdisteitä.

TRS-yhdisteillä tarkoitetaan pelkistyneitä rikkiyhdisteitä, kuten rikkivety H_2S , metyylimerkaptani CH_3SH , dimetyylisulfidi $(CH_3)_2S$ ja dimetyylidisulfidi $(CH_3)_2S_2$. Näitä yhdisteitä esiintyy selluteollisuuden päästöissä vaihtelevina osuuksina. Useimmiten rikkiyhdisteitä käsitellään kokonais-TRS-päästöinä ja -pitoisuuksina. Kullakin yhdistellä on sille ominainen hajukynnys, eli pitoisuus, jossa puolet ihmisistä aistii hajua. Haisevat rikkiyhdisteet aiheuttavat jo pieninä pitoisuuksina yhdyskuntailmassa viihtyvyyshaittaa epämiellyttävän hajunsa takia. Ulkoilman TRS-pitoisuuksia ei Suomessa seurata puhtailla tausta-alueilla, vaan TRS-pitoisuuksien mittauksia tehdään ainoastaan teollisuuspäästöjen vaikutusalueilla (*Ilmatieteen laitos, 2025*).

5.3 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 pienemmältä osin 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 verenkiertoelimistön sairauksia ja lisäävät kuolleisuutta. Muiden ilmansaasteiden vaikutukset ovat myös vakavia, mutta niiden kansanterveydelliset haitat ovat pienhiukkasiin verrattuna vähäisempiä.

5.4 Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot

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 5*).

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 ylityessä 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 6)

Taulukko 5. Ilmanlaadun ohjearvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vnp 480/1996).

Ilman epäpuhtaus	Ohjearvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO_2)	250 ¹⁾	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
Haisevat rikkiyhdisteet (TRS)	80 ¹⁾	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
	10 ¹⁾	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

²⁾ Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Taulukko 6. Ilmanlaadun raja-arvot terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon las- kenta-aika	Raja-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (293 K, 101,3 kPa)	Sallittujen ylitysten määrä kalenterivuo- dessa
Rikkidioksidi (SO_2)	1 tunti	350 ¹⁾	24
	1 vuorokausi	125 ¹⁾	3

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

²⁾ Tulokset ilmaistaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoja ei sovelleta työpaikoilla eikä tehdasalueilla, sillä työpaikka-alueilla sovelletaan omia työterveyttä ja työturvallisuutta koskevia säännöksiä. Raja-arvojen noudattamista ei myöskään arvioida liikenneväylillä eikä alueilla, jonne yleisöllä ei ole vapaata pääsyä ja joilla ei ole pysyvää asutusta.

Rikkidioksidipitoisuuksien kriittisen tason ylittyessä pitoisuudet saattavat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia kasvillisuudelle tai ekosysteemeille. Kriittisiä tasoja (taulukko 7) sovelletaan rakennetun ympäristön ulkopuolella olevilla laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla.

Taulukko 7. Ulkoilman rikkidioksidin pitoisuuksia koskeva ilmanlaadun kriittinen taso (Vna 79/2017).

Ilman epäpuhtaus	Kriittinen taso $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO_2)	20 ¹⁾	Vuosikeskiarvo

¹⁾ Tulokset ilmaistaan lämpötilassa 293 K ja paineessa 101,3 kPa.

5.5 Ilmanlaadun arviointikynnykset

Seuranta-alueen ilmanlaadun seurannan suunnittelussa on otettava huomioon ilmanlaatuasetuksessa määritellyt arviointikynnykset (Vna 79/2017). Jatkuvia mittauksia on tehtävä seuranta-alueilla, joilla ylempi arviointikynnys ylittyy sekä seuranta-alueilla, joilla ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat ylempään ja alemman arviointikynnyksen välissä. Alemman arviointikynnyksen ylittyessä jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa antavien mittausten yhdistelmää. Jos ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat alemman arviointikynnyksen alapuolella, riittää, että ilmanlaatua seurataan yksinomaan suuntaa antavien mittausten, mallintamistekniikoiden, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella.

Ylempään ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritetään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen, kun se on ylittynyt vähintään kolmena vuotena viidestä. Taulukossa 8 on esitetty rikkidioksidin pitoisuuksille määritetyt ylempät ja alemmat arviointikynnykset sekä niiden osuus raja-arvopitoisuuksista

Taulukko 8. Ilmanlaadun seurannan suunnittelussa käytettävät ilmanlaadun ylempät ja alemmat arviointikynnykset rikkidioksidille (Vna 79/2017). Suluissa on esitetty arviointikynnyksen osuus raja-arvopitoisuudesta.

Ilman epäpuhtaus	Keskiarvon laskenta-aika	Ylempi arviointikynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Alempi arviointikynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rikkidioksidi (SO_2)	kalenterivuosi	28 (70 %)	20 (50 %)
	1 tunti	75 (60 %)	50 (40 %)

VIITELUETTELO

Hänninen, O., Korhonen, A., Lehtomäki, H., Asikainen, A., Rumrich, I., 2016. Ilmansaasteiden terveysvaikutukset. Ympäristöministeriön raportteja 16/2016. https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/74861/YMra_16_2016.pdf

Ilmatieteen laitos, 2025. Ilmanlaadun mittausohje. Raportteja 2025:1
<https://doi.org/10.35614/isbn.9789523362048>

Ilmatieteen laitos, 2025. Ympäristönsuojelun tietojärjestelmän ilmanlaatuosa, tarkistetut mittaus-tulokset. <https://ilmatieteenlaitos.fi/havaintojen-lataus#!/>

Vna 79/2017. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Annettu Helsingissä 26.1.2017.

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



ILMATIETEEN LAITOS

ILMATIETEEN LAITOS

puh. 029 539 1000

Ilmanlaatu ja energia

ilmanlaatupalvelut@fmi.fi

www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatupalvelut

WWW.ILMATIETEENLAITOS.FI

