



ETELÄ-KYMENLAAKSON TEOLLISUUDEN ILMANLAADUN VUOSIRAPORTTI 2023

Viitetiedot: Tamminen A., Pullinen K., Tamminen T, Etelä-Kymenlaakson
teollisuuden ilmanlaadun vuosiraportti 2023. Enwin Oy, Pirkkala,
27.2.2024, ISSN 2954-1697

Sisältö

YHTEENVETO vuoden 2023 ilmanlaadusta Kotkassa.....	2
1. TEOLLISUUDEN ILMANLAADUN YHTEISTARKKAILU KOTKASSA.....	3
2. ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT.....	3
3. VUODEN 2023 SÄÄOLOSUHTEET	5
4. MITTAUSJÄRJESTELMÄ.....	6
4.1. PM ₁₀ ja PM _{2,5} -hiukkasmittaukset Kirjastotalolla.....	6
4.2. TRS -virtuaaliasemat Kirjastotalolla, Metsäkulmalla ja Rauhalassa.....	6
4.3. Mittausten edustavuus	7
5. MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	7
5.1 Kirjastotalon hiukkaspitoisuudet vuonna 2023	7
5.1.1 PM ₁₀ -pitoisuudet (µg/m ³) kuukausittain Kirjastotalolla	7
5.1.2 PM _{2,5} -pitoisuudet (µg/m ³) kuukausittain Kirjastotalolla	8
5.2 Hiukkaspitoisuuksien raja-arvovertailu	9
5.3 Hiukkaspitoisuuksien ohjearvovertailu	10
5.4 Hiukkaspitoisuuksien vertailu vuosina 2021-2023	11
5.5 TRS pitoisuudet Kirjastotalolla, Metsäkulmalla ja Rauhalassa.....	13
5.6 TRS-pitoisuuksien ohjearvovertailu	15
5.7 TRS-hajutunnit Kotkassa	15
5.8 Ilmanlaatuindeksi	16
6. TEOLLISUUDEN TOIMINTA 2023.....	18
6.1 Stora Enso Oyj, Sunila	18
6.2 MM Kotkamills Oy	19
6.3 Kotkan Energia Oy	19
6.4 Ahlstrom Glassfibre Oy.....	19
LIITE 1. Enwin Oy:n ilmanlaadun tarkkailupisteet Kotkassa.....	20
LIITE 2. Pitoisuuksien kuvaajat.....	21
LIITE 3. WHO:n PM _{2,5} vrk-ohjearvon (15 µg/m ³) ylityspäivien tuulensuunnat v.2023.....	24
LIITE 4. WHO:n PM ₁₀ vrk-ohjearvon (45 µg/m ³) ylityspäivien tuulensuunnat v.2023	27

COPYRIGHTS2024©ENWIN OY

YHTEENVETO vuoden 2023 ilmanlaadusta Kotkassa

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kotkansaaren mittausasemalla Kirjastotalolla 1.2-50.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuorokausipitoisuuden raja-arvon lukuarvo 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi yhtenä päivänä. PM_{10} -pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kotkansaarella 8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on 22 % PM_{10} -hiukkasten ilmanlaadun vuosiraja-arvosta (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, VNA 79/2017). Kuukauden toiseksi korkein PM_{10} -vuorokausipitoisuus vaihteli 8-48 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ilmanlaadun PM_{10} -hiukkasten vrk-ohjearvo 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt (VNp 480/1996).

Maailman terveysjärjestö WHO julkaisi 2021 syyskuussa uudet ilmanlaadun ohjearvot. PM_{10} -vuosipitoisuus 8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ oli 59 % uudesta WHO:n vuosiohjearvosta 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. WHO:n uusi PM_{10} -vuorokausiohjearvo on 45 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (99. prosenttipiste), jossa sallitaan 3-4 ylityspäivää vuodessa. Kotkassa uusi PM_{10} -vuorokausiohjearvon lukuarvo ylittyi kaksi kertaa vuonna 2023.

Pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) vuoden 2023 vuosikeskiarvo oli 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on 20 % $PM_{2.5}$ -hiukkasten ilmanlaadun vuosiraja-arvosta 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VNA 79/2017). $PM_{2.5}$ -hiukkasten vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kotkansaaren mittausasemalla 0.8-18.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

WHO:n 09/2021 julkaistu $PM_{2.5}$ vuorokausiohjearvo on 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosiohjearvo 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2023 Kotkassa mitattiin 5 ylityspäivää WHO:n $PM_{2.5}$ vrk-ohjearvosta, kun WHO- sallii 3-4 ylitystä vuodessa (99. prosenttipiste, P99). Vuoden 2023 $PM_{2.5}$ vuosikeskiarvo 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vastaa WHO:n pienhiukkasten vuosiohjearvoa.

Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) vuorokausiohjearvo 10 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ (kk:n 2. korkein arvo, VNp 480/1996) ei ylittynyt tarkkailupisteillä. Ohjearvoon verrannolliset toiseksi korkeimmat vrk-arvot olivat Kirjastotalolla 0.4-2.7 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$, Metsäkulmalla 0.1-0.7 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ ja Rauhalassa 0.03-0.4 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$.

Hajutunteja eli $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia esiintyi Kirjastotalolla 195 tuntia, Metsäkulmalla 0 tuntia ja Rauhalassa 1 tunti vuonna 2023.

1. TEOLLISUUDEN ILMANLAADUN YHTEISTARKKAILU KOTKASSA

Vuosina 2021-2025 Kotkan ilmanlaatua tarkkaillaan teollisuuden yhteistarkkailuna Enwin Oy:n toimesta kolmella asemalla. Kotkansaarella Kirjastotalon katolla mitataan PM_{2.5}-hiukkasia (pienhiukkaset, halkaisijaltaan $\leq 2.5 \mu\text{m}$:n hiukkaskoko) ja PM₁₀-hiukkasia (hengityskelpoinen pöly, halkaisijaltaan $\leq 10 \mu\text{m}$:n hiukkaskoko). TRS-yhdisteiden eli hajurikkiyhdisteiden pitoisuuksia ulkoilmassa mallinnetaan reaaliajassa TRS-virtuaaliasemilla Kirjastotalolla, Metsäkulman entisellä koululla ja Rauhalassa.

Ilmanlaadun tarkkailu perustuu Kaakkois-Suomen ELY-keskuksen päätökseen (KASELY/8/07.03/2010 29.4.2020). Tarkkailuun osallistuvat Stora Enso Oyj Sunilan tehdas (hiukkaset, TRS), MM Kotkamills Oy (hiukkaset, TRS), Ahlstrom Glassfibre Oy, Karhulan tehdas (hiukkaset) ja Kotkan Energia Oy (hiukkaset).

2. ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Ilman epäpuhtaudet voivat suurina pitoisuuksina vaikuttaa haitallisesti terveyteen, viihtyvyyteen ja luontoon. Ilmanlaatua heikentäville epäpuhtauksille on sen vuoksi määritetty kansalliset ohjearvot sekä sitovat, EU:n direktiiveihin perustuvat raja- ja kynnysarvot.

Ohjearvot perustuvat terveysvaikutustutkimuksiin ja ne on tarkoitettu ensisiassa ohjeeksi suunnittelijoille sekä sovellettaviksi ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvot eivät ole sitovia, mutta tavoitteena on, että niiden ylittyminen estetään ennakolta.

Raja-arvot ovat sitovia. Ne eivät saa ylittyä alueilla, joilla asuu tai oleskelee ihmisiä. ilmanlaadun raja-arvot määrittelevät suurimmat hyväksyttävät pitoisuudet, joiden rajoissa pysymisestä ympäristöviranomaisten on huolehdittava käytettävissä olevin keinoin. Raja-arvojen ylittymisistä ja niiden syistä on myös tiedotettava alueen asukkaille ja raportoitava Euroopan Unionille.

Taulukossa 1 on esitetty hiukkasten ja TRS-yhdisteiden Suomessa voimassa olevat ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot (VNp 480/1996 ja VNA 79/2017).

Taulukko 1. Hiukkasten (PM₁₀, PM_{2.5}) ja TRS: n ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot.

Aine	VNp 480/1996 Ohjearvo (µg/m ³)	tilastollinen määrittely	VNA 79/2017 Raja-arvo (µg/m ³)	tilastollinen määrittely
PM₁₀ hengitettävät hiukkaset	70	kuukauden 2. suurin vrk- keskiarvo	50	vrk-keskiarvo sallitut ylitykset 35 vrk/a
PM₁₀			40	vuosikeskiarvo
PM_{2.5} pienhiukkaset	-	-	25	vuosikeskiarvo
TRS-S haisevat rikkiyhdisteet	10	kuukauden 2. suurin vrk- keskiarvo	-	-

* PM_{2.5}- ja PM₁₀-pitoisuudet ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa. Haisevat rikkiyhdisteet ilmoitetaan rikkinä (µgS/m³).

Euroopan komissiossa on meneillään Ilmanlaatudirektiivin tarkistaminen ja komissio on antanut ehdotuksen (26.10.2022) uusiksi ilmanlaadun raja-arvoiksi. Ehdotuksessa asetetaan parannetut EU:n ilmanlaadunormit vuodelle 2030 raja- ja tavoitearvoina, jotka mukailevat paremmin WHO:n suuntaviivoja. Uudistettu Ilmanlaatudirektiivi tullaan aikanaan vahvistamaan Suomessa asetuksella.

Maailman Terveysjärjestö WHO on julkaissut maailmanlaajuiset ilmanlaadun ohjearvot terveyshaittoja aiheuttaville ilman epäpuhtauksille. WHO julkaisi syyskuussa 2021¹ uudet ohjearvot. WHO:n ohjearvot ovat hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten vuosi- ja vuorokausipitoisuuksien osalta tiukemmat kuin nykyiset EU:n vastaavat raja-arvot. Taulukossa 2 on WHO:n ohjearvot hiukkasille.

Taulukko 2. Maailman Terveysjärjestön (WHO) hiukkasten ohjearvot (9/2021).

	WHO 2021 ohjearvo (µg/m ³)	tilastollinen määrittely
PM₁₀-hengitettävät hiukkaset	45	vuorokausi*
	15	kalenterivuosi
PM_{2.5}- pienhiukkaset	15	vuorokausi *
	5	kalenterivuosi

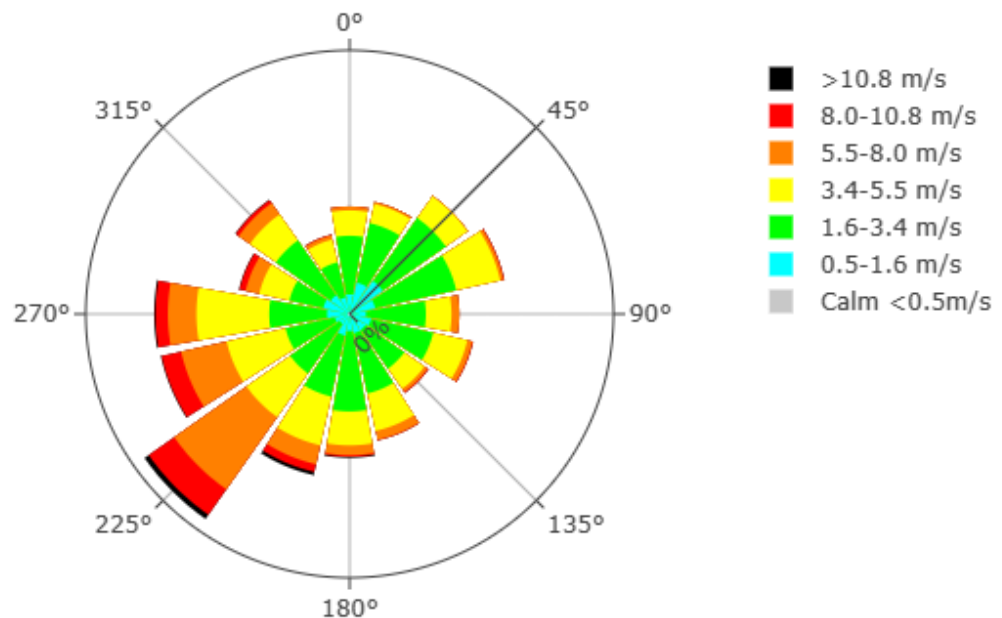
WHO suosittelee, että ohjearvoa noudatetaan 99 %:sti (vuorokausipitoisuuksissa sallitaan enintään 3-4 ylityskertaa, P99)

¹ WHO Global Air Quality Guidelines. Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. ISBN 978-92-4-003422-8, 22.9.2021

3. VUODEN 2023 SÄÄOLOSUHTEET

Kotkan alueella vuoden 2023 keskilämpötila $+6.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ oli $+0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ pitkäaikaista keskiarvoa korkeampi (vv.1991-2020 keskiarvo $+5.9\text{ }^{\circ}\text{C}$)². Sademäärä 675 mm oli 111 % pitkäaikaisesta v. 1991-2020 keskiarvosta 606 mm.

Kotkansaarella vuoden 2023 lämpötilan keskiarvo oli $+6.4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Alin lämpötila $-18.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ mitattiin 7.3.2023 ja ylin $+27.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ mitattiin 7.8.2023. Koko vuoden 2023 Kotkansaaren aineistossa päätuulensuunta oli lounaasta. Vuonna 2023 tuulen keskinopeus oli Kotkansaarella 3.5 m/s ja tyynen (alle 0.5 m/s) osuus oli 0.5 % ajasta. Kuvassa 1 on esitetty Kotkansaaren tuuliruuus vuonna 2023.



Kuva 1. Kotkansaaren tuuliruuus vuonna 2023 (pylväs osoittaa mistä tuulee). Tuulen keskinopeus oli 3.5 m/s ja tyyntä $<0.5\text{ m/s}$ oli 0.5 %.

² Ilmatieteenlaitos, kuukausitilastot 2023

4. MITTAUSJÄRJESTELMÄ

Liitteen 1 kartalla on esitetty Enwin Oy:n ilmanlaadun tarkkailupisteet Kotkassa.

4.1. PM_{10} ja $PM_{2.5}$ -hiukkasmittaukset Kirjastotalolla

Kirjastotalon katolla (h=13 m) tehdään hiukkasmittaukset valon sirontaan perustuvalla PALAS FIDAS 200E -hiukkasmittauslaitteistolla, joka on standardien EN16450 (TÜV) ja EN15267 mukaan tyyppihyväksytty (TÜV). Analysaattorin tiiviys, näytevirtaus ja muut parametrit sekä kalibrointi tarkistetaan säännöllisesti TÜV -sertifikaatin mukaan.

Lähimmät hiukkaspäästöjen pistelähteet Kirjastotalolta ovat MM Kotkamills Oy, etäisyys n. 1000 m suunta itä (E), Kotkan Energia Oy, Hovinsaaren voimalaitos, etäisyys n. 1100 m suunta luode (NW) ja Stora Enso Oyj Sunilan tehdas, etäisyys n. 2600 m suunta koillinen (NE).

4.2 TRS -virtuaaliasemat Kirjastotalolla, Metsäkulmalla ja Rauhalassa

MM Kotkamills Oy:n ja Stora Enso Oyj:n Sunilan tehtaiden TRS-rikin (TRS-S) päästöjen leviäminen mallinnetaan jatkuvasti reaaliaikaisella Enwin TOM-TRS-hajumallinnusohjelmistolla kolmelle virtuaaliselle mittausasemalle ulkoilman TRS-S-pitoisuutena yksikössä $\mu\text{gS}/\text{m}^3$. Leviämismallissa otetaan huomioon reaaliaikaisesti teollisuuden päästödata ja ohitustilanteiden päästöt, kertamittaukset, reaaliaikainen säädata, päästölähteiden lähirakennukset ja maaston korkeusmalli (©Maanmittauslaitos).

Kirjastotalon lähin TRS-päästöjen lähde on MM Kotkamills Oy, n. 1000 m itään (E). Stora Enso Oyj Sunilan tehtaasta etäisyys Kirjastotalolta on n. 2600 m koilliseen (NE).

Metsäkulman lähin TRS-päästöjen lähde on Stora Enso Oyj. Sunilan tehdas, 1300 m lounaaseen (SW) Metsäkulmalta. Kotkamills Oy:n on n. 3700 m Metsäkulmalta etelään (S).

Rauhalan mittausaseman lähin TRS-päästöjen lähde on Stora Enso Oyj. Sunilan tehdas, etäisyys 2100 m etelään (S) mittausasemalta. Kotkamills Oy sijaitsee n. 4800 m Rauhalasta etelään (S). Rauhalan mittausasemalla molemmat tehtaasta voivat lisätä TRS-S-pitoisuutta samanaikaisesti etelänpuoleisella tuulella.

Virtuaaliasemat näkyvät kartalla Liitteessä 1.

4.3 Mittausten edustavuus

Kirjastotalon hiukkasmittausasemalla saatiin vuonna 2023 tuntiarvoja 8569/8760 tuntia eli 97.8 % koko vuoden tunneista. Puuttuvat tunnit johtuvat pääosin elokuussa tapahtuneesta mittauskatkoksesta (9.8. klo 21-17.8. klo 14), jonka aiheutti Windows-järjestelmäpäivitys.

Mittaustuloksissa on huomioitu Ilmatieteen laitoksen HIVATO-raportissa ³ esittämät korjauskertoimet FIDAS200 -analysaattoreille. ($PM_{2.5}$ -kerroin 0.915 ja PM_{10} -kerroin 0.95).

TRS-mallinnuksen edustavuus perustuu reaaliaikaisen säädäntä, tehtaiden reaaliaikaisen päästödatan sekä akreditoitujen ja standardoitujen kertamittausten luotettavuuteen. Kaikilla TRS -virtuaaliasemille mallinnettiin TRS-tuntiarvoja 8754 tuntia eli 99.9 % vuoden 2023 tunneista 6 tunnin puuttuessa reaaliaikaisesta säädäntästä.

5. MITTAUSTULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

5.1 Kirjastotalon hiukkaspitoisuudet vuonna 2023

5.1.1 PM_{10} -pitoisuudet ($\mu g/m^3$) kuukausittain Kirjastotalolla

Taulukossa 3 on esitetty v.2023 Kirjastotalolla mitatut PM_{10} -pitoisuuden korkeimmat tunti- ja vuorokausiarvot ($\mu g/m^3$) kuukausittain, kuukausikeskiarvot sekä kk:n 2. korkeimmat vuorokausiarvot verrattuna kansalliseen ohjearvoon $70 \mu g/m^3$ (VNp480/1996).

³ Hiukkasmittausten vaatimuksenmukaisuuden todentaminen (HIVATO) 2019-2020,
<http://hdl.handle.net/10138/338137>

Taulukko 3. PM₁₀-pitoisuudet (µg/m³) kuukausittain Kirjastotalolla v.2023.

PM ₁₀ -pitoisuudet (µg/m ³) Kirjastotalo							
tuntiarvot (µg/m ³)					vuorokausiarvot (µg/m ³)		
	lkm/ kk	%- osuus	kk:n keskiarvo	korkein tunti	korkein vrk	2. korkein vrk	2. korkein vrk % vrk-ohjeavosta (70 µg/m ³)
1/2023	744	100	4.9	15	8.9	7.7	11 %
2/2023	672	100	7.5	46	26	17	24 %
3/2023	743	100	6.0	66	18	13	19 %
4/2023	720	100	19.7	123	51	48	69 %
5/2023	742	99.7	12	46	24	24	34 %
6/2023	720	100	12.2	40	27	22	32 %
7/2023	744	100	6.7	17	10	9.6	14 %
8/2023	588	79	8.3	33	24	12.1	17 %
9/2023	720	100	9.5	36	22.1	21.9	31 %
10/2023	744	100	5.0	21	9.2	8.5	12 %
11/2023	718	99.7	6.8	48	23.5	15.8	23 %
12/2023	744	100	7.4	26	18.9	17.2	25 %

5.1.2 PM_{2.5} -pitoisuudet (µg/m³) kuukausittain Kirjastotalolla

Taulukossa 4 on esitetty PM_{2.5}-pitoisuuden korkeimmat tunti- ja vuorokausiarvot (µg/m³) kuukausittain sekä kuukausikeskiarvot Kirjastotalolla v.2023.

Taulukko 4. PM_{2.5}-pitoisuudet (µg/m³) kuukausittain Kirjastotalolla v.2023.

PM _{2.5} -pitoisuudet (µg/m ³) Kirjastotalo							
tuntiarvot (µg/m ³)					vuorokausiarvot (µg/m ³)		
	lkm/kk	%- osuus	kk:n keskiarvo	korkein tunti	korkein vrk	2. korkein vrk	korkein vrk % WHO:n vrk- ohjeavosta (15 µg/m ³)
1/2023	744	100	3.8	12	7.4	6.4	49 %
2/2023	672	100	5.8	26	19	16	127 %
3/2023	743	100	3.6	25	8.4	6.7	56 %
4/2023	720	100	6.6	32	19	13	127 %
5/2023	742	99.7	5.4	35	14	13	93 %
6/2023	720	100	6.3	28	16	12	106 %
7/2023	744	100	4.0	13	7.5	6.2	50 %
8/2023	588	79	4.9	21	15.2	7.1	101 %
9/2023	720	100	5.7	23	14.2	14.1	95 %
10/2023	744	100	2.9	11	7.0	4.8	47 %
11/2023	718	99.7	4.3	19	12.8	7.4	85 %
12/2023	744	100	6.3	22	17	13.5	113 %

5.2 Hiukkaspitoisuuksien raja-arvovertailu

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kotkansaaren mittausasemalla Kirjastotalolla 1.2–50.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **PM_{10} -pitoisuuden vuosikeskiarvo oli Kotkansaarella 8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , mikä on 22 % PM_{10} -hiukkasten ilmanlaadun vuosiraja-arvosta 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VNA 79/2017). Vuorokausipitoisuuden raja-arvon lukuarvo 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi yhtenä päivänä (11.4.). PM_{10} -hiukkasten vuorokausipitoisuuden alempi arviointikynnys (25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ylitettiin 8 kertaa (v.2022 13 kertaa), kun enintään 35 ylitystä vuodessa sallitaan.

Pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kotkansaaren mittausasemalla 0.8–18.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. **Pienhiukkasten vuoden 2023 vuosikeskiarvo oli 5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$** , mikä on 20 % $PM_{2.5}$ -hiukkasten ilmanlaadun vuosiraja-arvosta 25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (VNA 79/2017). Taulukoissa 5 ja 6 on esitetty hiukkaspitoisuuksien raja-arvovertailut vuonna 2023.

Taulukko 5. PM_{10} -hiukkasten vrk-pitoisuuden raja-arvovertailu vuonna 2023.

(VNA 79/2017)	PM_{10} (24 h) vuorokausiarvo	PM_{10} Alempi arviointikynnys 50 % 24 tunnin raja-arvosta
Vrk-pitoisuuden raja-arvon lukuarvo	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Sallitut ylitykset	35 kpl/vuosi	35 kpl/vuosi
Raja-arvon lukuarvon ylitykset yhteensä vuonna 2023	1	8

Taulukko 6. PM_{10} -ja $PM_{2.5}$ -hiukkasten vuosipitoisuuden vertailu vuosiraja-arvoon

(VNA 79/2017)	PM_{10} vuosipitoisuus	$PM_{2.5}$ vuosipitoisuus
Vuosiraja-arvo	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Mitattu vuosipitoisuus 2023	8.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	5.0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
% vuosiraja-arvosta	22 %	20 %

5.3 Hiukkaspitoisuuksien ohjearvovertailu

Hengitettävien hiukkasten (PM_{10}) vuorokausipitoisuudet vaihtelivat Kotkansaaren mittausasemalla Kirjastotalolla $1.2-50.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kun vuorokausiohjearvon lukuarvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (VNp 480/1996, kk:n toiseksi korkein vrk-arvo). Kuukauden toiseksi korkein PM_{10} -vuorokausipitoisuus Kirjastotalolla oli $8-48 \mu\text{g}/\text{m}^3$. PM_{10} -hiukkasten vuorokausiohjearvo ei ylittynyt Kirjastotalolla Kotkassa vuonna 2023.

Maaailman terveysjärjestö WHO julkaisi vuonna 2021 syyskuussa uudet ilmanlaadun ohjearvot. WHO:n uusi PM_{10} -vuorokausiohjearvo on $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (99.prosenttipiste), josta sallitaan 3-4 ylityspäivää vuodessa. WHO:n PM_{10} -vuorokausiohjearvon lukuarvo ylittyi kaksi kertaa vuonna 2023 (ylityspäivät 11.4 ja 17.4). PM_{10} -vuosipitoisuus $8.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ oli 59 % uudesta WHO:n vuosiohjearvosta $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

WHO:n (9/2021) $PM_{2.5}$ -hiukkasten vuosiohjearvo on $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kirjastotalolla mitattu $PM_{2.5}$ -vuosikeskiarvo $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vastasi WHO:n uutta pienhiukkasten vuosiohjearvoa.

WHO:n $PM_{2.5}$ -hiukkasten vrk-ohjearvo on $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, josta myös sallitaan 3-4 ylitystä vuodessa (99. prosenttipiste, P99). Vuonna 2023 Kotkassa mitattiin 5 ylityspäivää WHO:n pienhiukkasten vuorokausiohjearvosta.

Taulukossa 7 on esitetty mittaustulosten vertailu WHO:n 09/2021 hiukkasten ohjearvoihin.

Taulukko 7. Vertailu WHO:n PM_{10} ja $PM_{2.5}$ -hiukkasten ohjearvoihin.

	PM_{10} vuosi	PM_{10} vrk ^a	$PM_{2.5}$ vuosi	$PM_{2.5}$ vrk ^a
WHO:n ohjearvot ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	15	45	5	15
2023 vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8.8		5	
Vuorokausiohjearvon ylityksiä		2 kpl		5 kpl

vrk^a = 99. prosenttipiste = sallittu 3-4 ylityspäivää vuodessa

Taulukossa 8 ovat WHO 09/2021 hiukkasten ohjearvojen ylityspäivät vuonna 2023. Ylityspäivien tuulensuunnat on esitetty liitteissä 3 ja 4.

Taulukko 8. WHO:n PM_{2.5} -hiukkasten vrk-ohjearvon (15 µg/m³) 5 ylityspäivää ja PM₁₀ -hiukkasten vrk-ohjearvon (45 µg/m³) 2 ylityspäivää vuonna 2023.

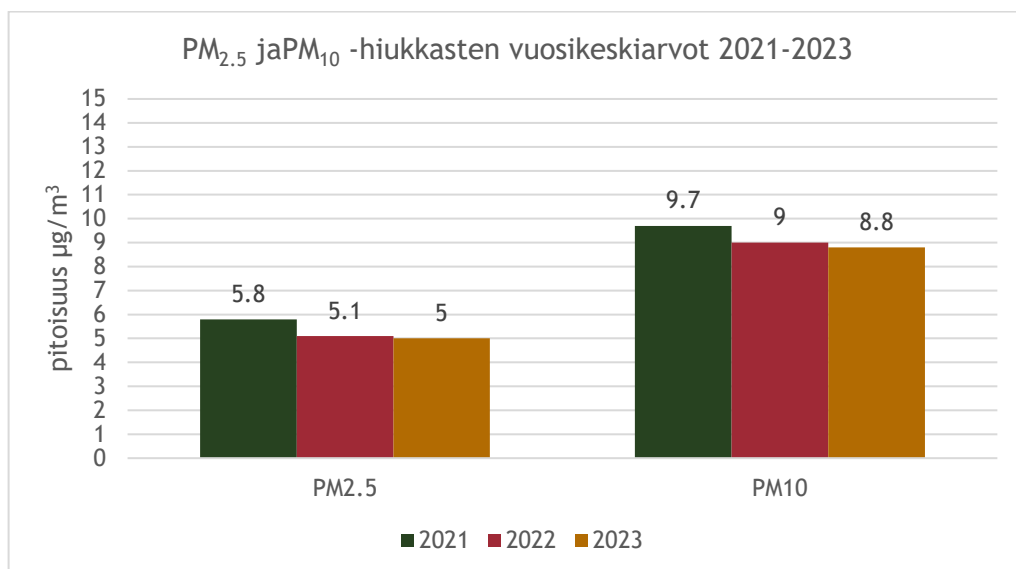
Ylityspäivä	päivämäärä	PM _{2.5} (µg/m ³)
1.	21.02.2023	15.5
2.	22.02.2023	18.6
3.	17.04.2023	18.8
4.	17.06.2023	15.6
5.	11.12.2023	17.0
Ylityspäivä	päivämäärä	PM ₁₀ (µg/m ³)
1.	11.4.2023	50.9
2.	17.4.2023	47.5

5.4 Hiukkaspitoisuuksien vertailu vuosina 2021-2023

Kuvassa 2 on esitetty PM_{2.5} ja PM₁₀ hiukkasten vuosikeskiarvot vuosilta 2021-2023.

Taulukossa 9 vertaillaan vuosien 2021-2023 PM₁₀ -hiukkasten vuorokausipitoisuuksia.

Taulukossa 10 on esitetty PM_{2.5} -hiukkasten vuorokausipitoisuuksien vaihteluvälit sekä WHO:n PM_{2.5} vuorokausiohjearvon ylityspäivien lukumäärät eri vuosina.



Kuva 2. PM_{2.5} ja PM₁₀ -hiukkasten vuosikeskiarvot 2021-2023. WHO:n vuosiohjeearvo PM_{2.5} on 5 µg/m³ ja PM₁₀ 15 µg/m³. PM_{2.5} vuosiraja-arvo on 25 µg/m³ ja PM₁₀ vuosiraja-arvo 40 µg/m³ (VNA 79/2017).

Taulukko 9. PM₁₀ vuorokausipitoisuuksien vertailu vuosina 2021-2023

PM ₁₀ -hiukkaset	2021	2022	2023
Vuorokausipitoisuuksien vaihteluväli (µg/m ³)	1.6-70.4	5.0-44.7	1.2-50.9
Vuorokausiraja-arvon (50 µg/m ³) ylitykset ^a	2	0	1
WHO:n vuorokausiohjeearvon (45 µg/m ³) ylitykset*	2	0	2
2. korkein vuorokausipitoisuus vaihteluväli (µg/m ³)	12-66	8-34	8-48
Kansallisen vuorokausiohjeearvon (70 µg/m ³) ylitykset	0	0	0

^a sallittu 35 ylityspäivää vuodessa, *sallittu 3-4 ylityspäivää vuodessa

Taulukko 10. PM_{2.5} -vuorokausipitoisuuksien vertailu vuosina 2021-2023

PM _{2.5} -hiukkaset	2021	2022	2023
Vuorokausipitoisuuksien vaihteluväli (µg/m ³)	0.8-30	0.9-27.8	0.8-18.8
WHO:n vuorokausiohjeearvon (15 µg/m ³) ylitykset*	13	17	5

*sallittu 3-4 ylityspäivää vuodessa

5.5 TRS pitoisuudet Kirjastotalolla, Metsäkulmalla ja Rauhalassa

Taulukossa 11 on esitetty TRS-virtuaalimittausasemien vuoden 2023 TRS -tuntipitoisuuksista lasketut vuosikeskiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$), tuntipitoisuuksien mediaanit (50 % suurempia ja 50 % pienempiä kuin taulukon arvo) ja maksimituntipitoisuudet. Taulukoissa 12-14 on esitetty kuukausittaiset TRS-pitoisuudet virtuaalimittausasemilla.

Liitteessä 2 on graafit asemien TRS-pitoisuuden tunti- ja vuorokausikeskiarvojen vaihteluista ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) vuonna 2023.

Taulukko 11. TRS-pitoisuuksien ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) vuosikeskiarvot, tuntipitoisuuksien mediaanit ja maksimituntipitoisuudet vuonna 2023.

TRS $\mu\text{gS}/\text{m}^3$	Kirjastotalo	Metsäkulma	Rauhala
vuosikeskiarvo	0.32	0.09	0.06
mediaanitunti	0.04	0.01	0.003
maksimitunti	8.8	2.3	3.0

Taulukko 12. TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Kirjastotalolla kuukausittain vuonna 2023.

TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Kirjastotalo							
tuntiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)					vuorokausiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)		
	lkm/kk	%-osuus	keskiarvo	korkein tunti	korkein vrk	2. korkein vrk	% vrk-ohje-arvosta (10 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$)
1/2023	744	100	0.4	6.8	2.3	1.4	14 %
2/2023	672	100	0.3	6.1	2.2	0.9	9 %
3/2023	743	100	0.3	6.4	2.1	1.5	15 %
4/2023	720	100	0.9	6.2	2.8	2.7	27 %
5/2023	744	100	0.2	6.9	1.6	1.4	14 %
6/2023	720	100	0.3	8.8	1.5	1.2	12 %
7/2023	744	100	0.2	6.8	1.3	1.3	13 %
8/2023	744	100	0.6	6.8	2.4	2.2	22 %
9/2023	720	100	0.1	5.0	0.8	0.6	6 %
10/2023	744	100	0.2	5.2	1.9	0.7	7 %
11/2023	720	100	0.2	1.8	0.5	0.5	5 %
12/2023	744	100	0.2	1.6	0.9	0.4	4 %

Taulukko 13. TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Metsäkulmalla kuukausittain vuonna 2023

TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Metsäkulma							
tuntiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)					vuorokausiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)		
	lkm/kk	%-osuus	keskiarvo	korkein tunti	korkein vrk	2. korkein vrk	% vrk-ohje-arvosta ($10 \mu\text{gS}/\text{m}^3$)
1/2023	744	100	0.2	2.3	0.9	0.7	7 %
2/2023	672	100	0.2	1.6	0.8	0.6	6 %
3/2023	743	100	0.1	2	0.6	0.5	5 %
4/2023	720	100	0.1	1.8	0.7	0.3	3 %
5/2023	744	100	0.1	0.9	0.2	0.2	2 %
6/2023	720	100	0.1	2.2	0.4	0.3	3 %
7/2023	744	100	0.1	1.2	0.2	0.2	2 %
8/2023	744	100	0.1	1.5	0.3	0.3	3 %
9/2023	720	100	0.1	1.4	0.4	0.2	2 %
10/2023	744	100	0.02	0.4	0.1	0.1	1 %
11/2023	720	100	0.03	0.6	0.1	0.1	1 %
12/2023	744	100	0.02	0.4	0.1	0.1	1 %

Taulukko 14. TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Rauhalassa kuukausittain vuonna 2023.

TRS-pitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) Rauhala							
tuntiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)					vuorokausiarvot ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$)		
	lkm/kk	%-osuus	keskiarvo	korkein tunti	korkein vrk	2. korkein vrk	% vrk-ohje-arvosta ($10 \mu\text{gS}/\text{m}^3$)
1/2023	744	100	0.1	1.4	0.6	0.4	4 %
2/2023	672	100	0.1	3.0	0.5	0.4	4 %
3/2023	743	100	0.1	1.6	0.5	0.3	3 %
4/2023	720	100	0.1	1.5	0.5	0.4	4 %
5/2023	744	100	0.04	0.9	0.2	0.2	2 %
6/2023	720	100	0.03	1.2	0.2	0.1	1 %
7/2023	744	100	0.02	0.9	0.2	0.1	1 %
8/2023	744	100	0.05	1.2	0.2	0.2	2 %
9/2023	720	100	0.05	0.9	0.2	0.2	2 %
10/2023	744	100	0.01	0.2	0.04	0.03	0.3 %
11/2023	720	100	0.02	0.6	0.1	0.1	1 %
12/2023	744	100	0.02	0.5	0.1	0.1	1 %

5.6 TRS-pitoisuuksien ohjearvovertailu

Vuorokausipitoisuudet vaihtelivat TRS-virtuaalimittausasemilla 0.0-2.8 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$. Haisevien rikkiyhdisteiden (TRS) vuorokausiohjearvon lukuarvo 10 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ (VNp 480/1996, *kk:n toiseksi suurin vrk-arvo*) ei ylittynyt Kotkassa vuonna 2023. Ohjearvoon verrannolliset toiseksi korkeimmat vrk-arvot olivat Kirjastotalolla 0.4-2.7 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$, Metsäkulmalla 0.1-0.7 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ ja Rauhalassa 0.03-0.4 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$ (vrt. taulukot 12-14).

5.7 TRS-hajutunnit Kotkassa

Maailman terveysjärjestö WHO on antanut suosituksen, että ulkoilman rikkivetypitoisuuden tulisi alittaa 5 ppb eli 7.5 $\mu\text{gH}_2\text{S}/\text{m}^3$ (=n.7 $\mu\text{gS}/\text{m}^3$) 30 minuutin keskipitoisuutena, jotta hajun viihtyvyysaistiaa ja siitä seuraavia hajuvalituksia ei esiintyisi. Rikkivedylle tyypillinen mädän kananmunan haju aistitaan likimain tuossa pitoisuudessa.

Tästä WHO:n pitoisuustasosta on johdettu ns. TRS-yhdisteiden hajutuntipitoisuus $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$, jota on yleisesti käytetty hajun esiintyvyyttä (hajufrekvenssejä) laskettaessa. Hajutunnit voidaan laskea myös erilaisilla hajun voimakkuuden kynnystasoilla esim. $\geq 1 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ on juuri aistittava haju ja $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ on tunnistettava haju. Näin lasketut hajutunnit on esitetty taulukossa 15.

Vuonna 2023 viihtyvyyttä vähentäviä hajutunteja eli $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ tuntipitoisuuksia esiintyi Kirjastotalolla 195 tuntia, Metsäkulmalla ei ollenkaan ja Rauhalassa 1 tunti.

Kirjastotalolla viihtyvyyttä vähentäviä hajutunteja oli 2.2 % vuoden 2023 tunneista, kun vuotta aiemmin niitä 8.2 %. Rauhalassa hajutunteja oli 0.01 % vuoden tunneista, kun vuotta aiemmin niitä oli 0.8 %. Metsäkulmalla hajutunteja oli 0.0 % vuoden tunneista, kun vuotta aiemmin niitä oli 0.9 % (taulukko 15). Taulukossa 16 näkyy hajutuntien määrät vuosina 2021-2023.

Taulukko 15. Hajutunnit Kotkassa vuonna 2023.

Pitoisuus	$\geq 1 \mu\text{gS}/\text{m}^3$	$\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$
Kirjastotalo	758 tuntia	195/8754 tuntia (2.2 %)
Metsäkulma	88 tuntia	0/8754 tuntia (0.0 %)
Rauhala	57 tuntia	1/8754 tuntia (0.01 %)

Taulukko 16. Hajutuntien lukumäärät eli yli $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ TRS-pitoisuudet vuosina 2021-2023

	Kirjastotalo	Metsäkulma	Rauhala
2023	195	0	1
2022	712	76	69
2021	208	30	22

Kuukausitasolla eniten hajutunteja esiintyi vuonna 2023 Kirjastotalolla huhtikuussa, noin 6.5 % kuukauden tunneista (taulukko 17).

Taulukko 17. Hajutunnit $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ prosenttia tunneista (%) kuukausittain.

Asema	Kirjastotalo	Metsäkulma	Rauhala
Kuukausi	$\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ (%)	$\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ (%)	$\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ (%)
Tammikuu	3.2	0	0
Helmikuu	1.6	0	0.15
Maaliskuu	2.7	0	0
Huhtikuu	6.5	0	0
Toukokuu	1.5	0	0
Kesäkuu	1.7	0	0
Heinäkuu	2.0	0	0
Elokuu	5.6	0	0
Syyskuu	0.7	0	0
Lokakuu	1.4	0	0
Marraskuu	0	0	0
Joulukuu	0	0	0

Liitteessä 2 on esitetty v. 2023 hajun tuntipitoisuuksien kuvaajat Kotkan TRS-virtuaaliasemilla.

5.8 Ilmanlaatuindeksi

Suomessa käytössä oleva ilmanlaatuindeksi on HSY ja THL:n kehittämä viisiluokkainen ilmanlaatua kuvaava väriasteikko⁴. Ilmanlaatuindeksin indeksiluokat on luokiteltu seitsemälle komponentille (CO, NO₂, SO₂, O₃, PM₁₀, PM_{2.5}, TRS). Eri mittausasemien ilmanlaatuindeksit eivät kuitenkaan ole keskenään täysin vertailukelpoisia, sillä mittausasemilla saatetaan mitata

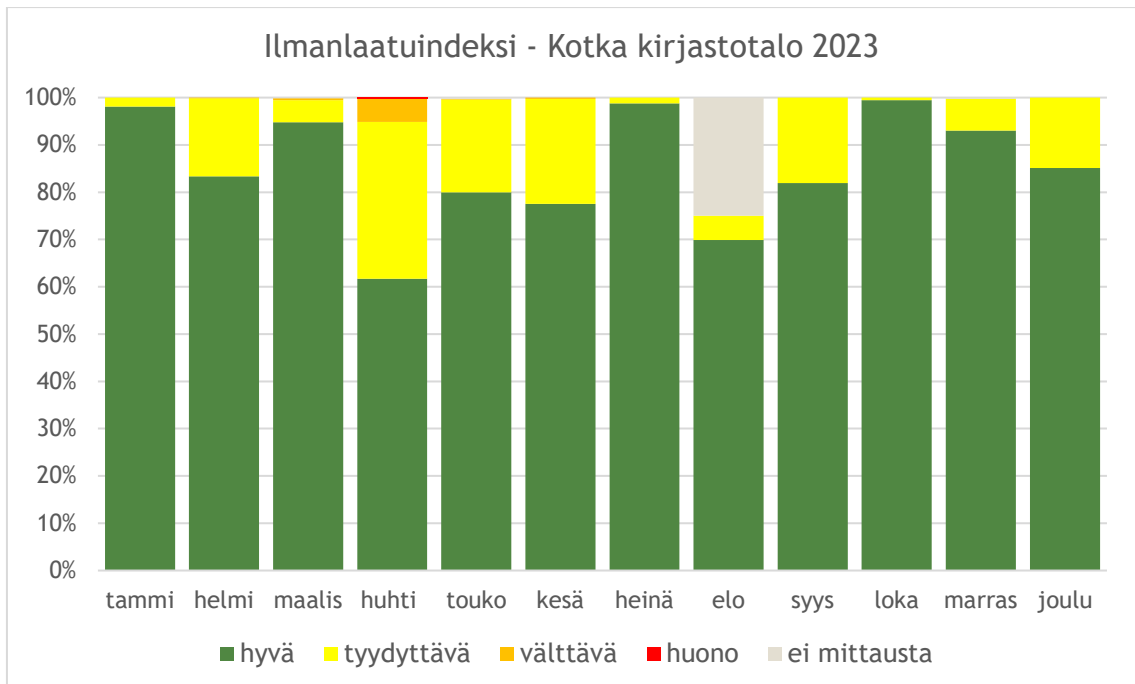
⁴ <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmast/mika-on-ilmanlaatuindeksi/>

eri ilmansaasteita. Ilmanlaatuindeksi helpottaa kuitenkin alueiden ilmanlaadun tarkastelua ja siitä tiedottamista suurelle yleisölle. Taulukossa 18 on esitetty indeksiluokat Kotkassa tarkkailtaville ilman epäpuhtauksille PM₁₀, PM_{2.5} ja TRS-S.

Taulukko 18. Ilmalaatuindeksin indeksiluokat PM₁₀, PM_{2.5} ja TRS-S, yksikkö µg/m³

Indeksi		PM10	PM2.5	TRS-S
Erittäin huono (≥151)	violetti	≥201	≥76	≥51
Huono (101-150)	punainen	101-200	51-75	21-50
Välttävä (76-100)	oranssi	51-100	26-50	11-20
Tyydyttävä (51-75)	keltainen	21-50	11-25	6-10
Hyvä (≤50)	vihreä	≤20	≤10	≤5

Ilmanlaatuindeksi laskettiin tunneittain eri kuukausina Kotkan Kirjastotalon mittausasemalle (Kuva 3). Laskennassa huomioitiin kaikki Kirjastotalon mittausasemalla mitatut ilmansaasteet eli hengitettävät hiukkaset PM₁₀ ja pienhiukkaset PM_{2.5} sekä virtuaaliaseman pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS). Jokaiselle ilmansaasteelle laskettiin ali-indeksi ja näistä korkein oli ko. tunnin ilmanlaatuindeksi. Ilmanlaatuindeksin mukaan ilmanlaatu oli heikoin huhtikuussa, jolloin ilmalaatu oli hyvä 62 %, tyydyttävä 33 %, välttävä 4.9 % ja huono 0.3 % kuukauden tunneista.



Kuva 3. Ilmanlaatuindeksi kuukausittain perustuen Kirjastotalon mittausaseman pitoisuuksiin.

Jos tarkastellaan koko vuotta 2023, ilmanlaatu oli hyvä 85 %, tyydyttävä 12 %, välttävä 0.5 % ja huono 0.3 % ajasta (Taulukko 19). Mittausasemalla ei esiintynyt lainkaan tunteja, joina ilmanlaatu olisi ollut erittäin huono (violetti, ks. Taulukko 18).

Taulukko 19. Ilmanlaatuindeksi kirjastotalolla vuonna 2023

	vihreä	keltainen	oranssi	punainen	
	hyvä	tyydyttävä	välttävä	huono	ei mittausta
tammi	98 %	1.9 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
helmi	83 %	17 %	0.1 %	0.0 %	0.0 %
maalis	95 %	4.7 %	0.4 %	0.0 %	0.1 %
huhti	62 %	33 %	4.9 %	0.3 %	0.0 %
touko	80 %	20 %	0.1 %	0.0 %	0.3 %
kesä	78 %	22 %	0.3 %	0.0 %	0.0 %
heinä	99 %	1.2 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
elo	70 %	5.1 %	0.0 %	0.0 %	25 % *
syys	82 %	18 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
loka	99 %	0.5 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
marras	93 %	6.7 %	0.0 %	0.0 %	0.3 %
joulu	85 %	15 %	0.0 %	0.0 %	0.0 %
koko vuosi	85 %	12 %	0.5 %	0.0 %	2.2 %

*elokuussa Windows -päivitys katkaisi mittauksen

6. TEOLLISUUDEN TOIMINTA 2023

6.1 Stora Enso Oyj, Sunila

Stora Enso Oyj:n Sunilan tehtaalla hiukkaspäästöjä muodostui soodakattiloista, meesauunista sekä kuorikattilasta ja hajukaasukattilasta. Soodakattiloiden sulanliuottajilta muodostui erikseen hiukkaspäästöjä vain häiriötilanteissa, jos liuottajien hönkiä ei johdettu soodakattilaan. Kuorikattilan savukaasut johdetaan soodakattila SK11 kanssa samaan piippuun, jossa on jatkuvatoiminen hiukkasmittaus. Kuorikattilan hiukkaspäästöjä mitataan myös erikseen.

Vuonna 2023 tuotanto oli seis 19.2. keittämön laiteongelmien takia ja 26.2.-5.3. huoltoseisokin sekä AKT:n lakon takia. Tuotannonrajoitusseisokki alkoi 1.5. ja tehdas ajettiin alas viikon 18 aikana. Tuotantoa ei enää käynnistetty 4.9.2023 annetun Sunilan tehtaan lopetus päätöksen jälkeen. Kuorikattila otettiin ajoon vedenvalmistuksen ja lämmöntuoton vuoksi 12.10.2023 ja se on edelleen ajossa.

Tehtaan sulkemispäätöksen takia vuoden 2023 hiukkaspäästöt jäivät 78.3 tonniin vuodessa ollen 56 % pienemmät kuin vuoden 2022 hiukkaspäästöt. Vuonna 2023 TRS-päästö pieneni tasolle 1.3 tS/a (vuonna 2022 2.4 tS/a). Tehtaalta on reaaliaikaisessa Enwin TOM-TRS-leviämismallissa yhteensä 14 TRS -päästölähdettä, joista 4 kpl on piipuissa olevia jatkuvatoimisia TRS-analysaattoreita. Häiriöpäästöt on huomioitu mallissa reaaliajassa ns. on/off-tiedon perusteella.

6.2 MM Kotkamills Oy

MM Kotkamills Oy:llä on reaaliaikaisessa Enwin TOM-TRS-leviämismallissa mukana maks.13 päästölähdettä, joista 2 piipuissa olevaa jatkuvatoimista TRS-analysaattoria. Kotkamillsin TRS-päästö oli vuonna 2023 2.6 tS/a, joka on edellistä vuotta hieman pienempi (vuonna 2022 2.9 tS/a ja 2021 3.2 tS/a). Suunniteltu integraattiseisokki oli 2.10.-16.10.2023.

6.3 Kotkan Energia Oy

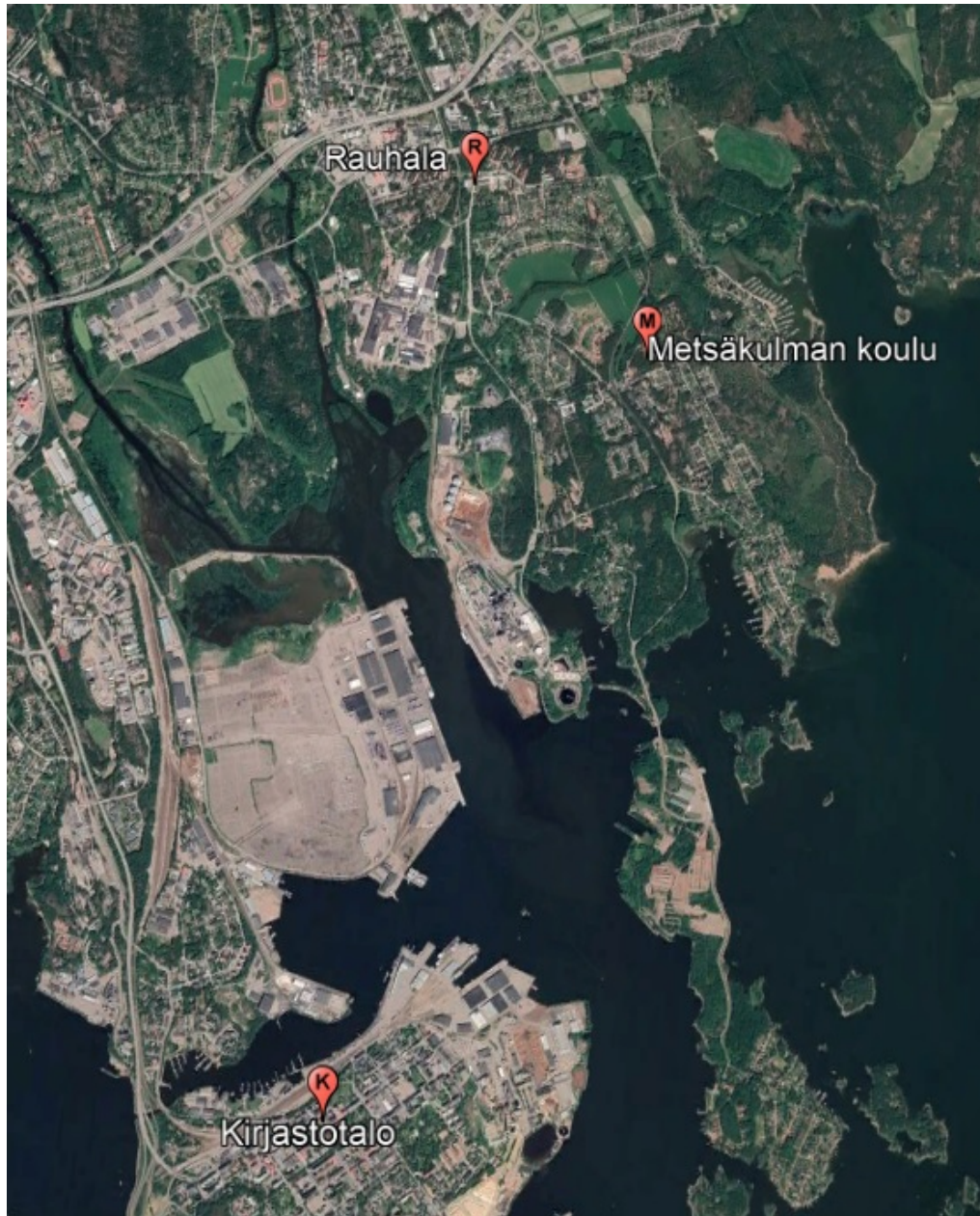
Kotkan Energia Oy:n Hovinsaaren voimalaitoksen hiukkaspäästöt olivat 0.83 t/a v. 2023 (0.64 t/a vuonna 2022). Laitoksen seisokki oli 29.8-15.9.2023.

Vuonna 2023 Hyötyvoimalaitoksen hiukkaspäästöt olivat 0.32 t/a (0.71 t/a vuonna 2022). Laitoksen seisokki oli 8.10-29.10.2023.

6.4 Ahlstrom Glassfibre Oy

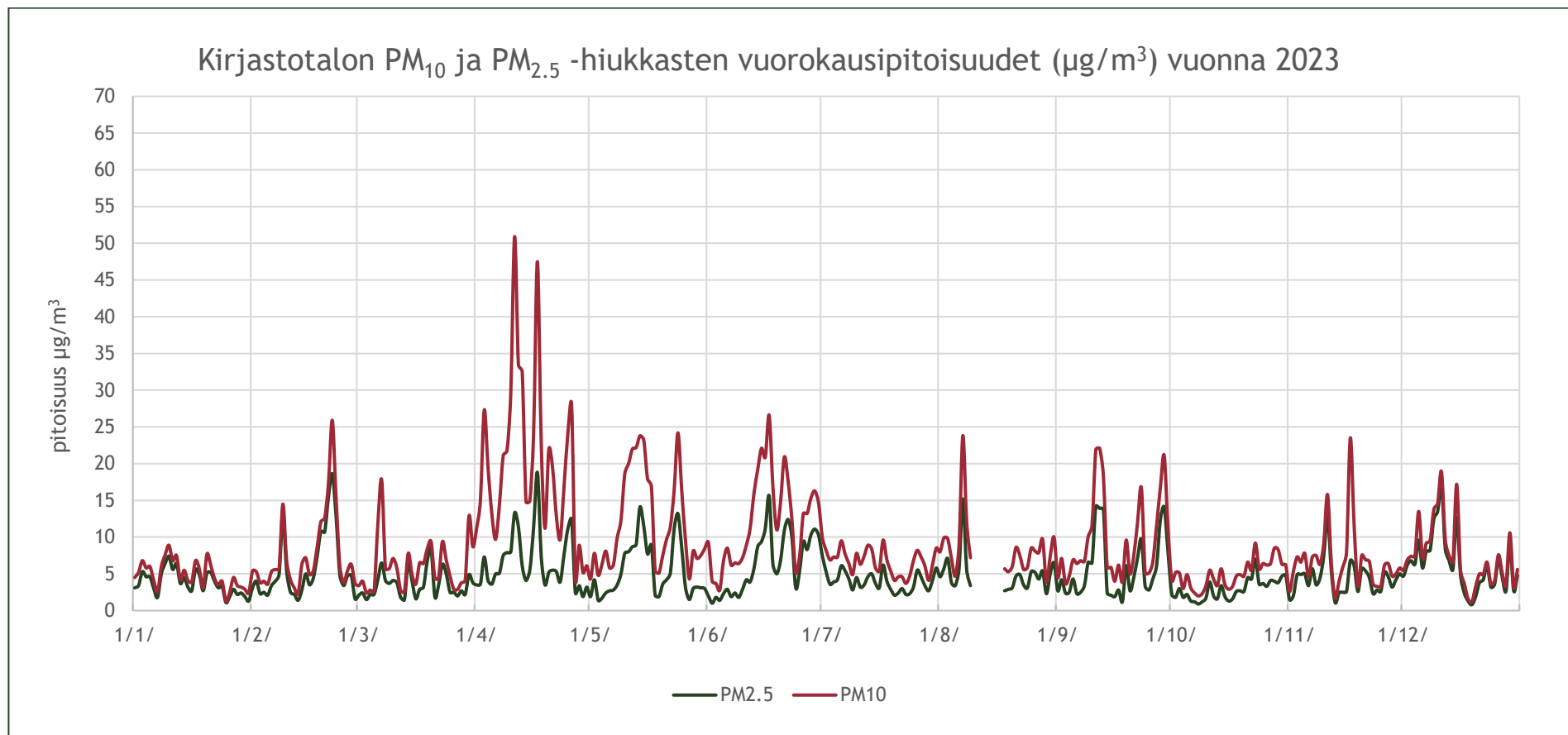
Ahlstrom Glassfibre Oy:llä hiukkaspäästöt olivat ennallaan.

LIITE 1. Enwin Oy:n ilmanlaadun tarkkailupisteet Kotkassa

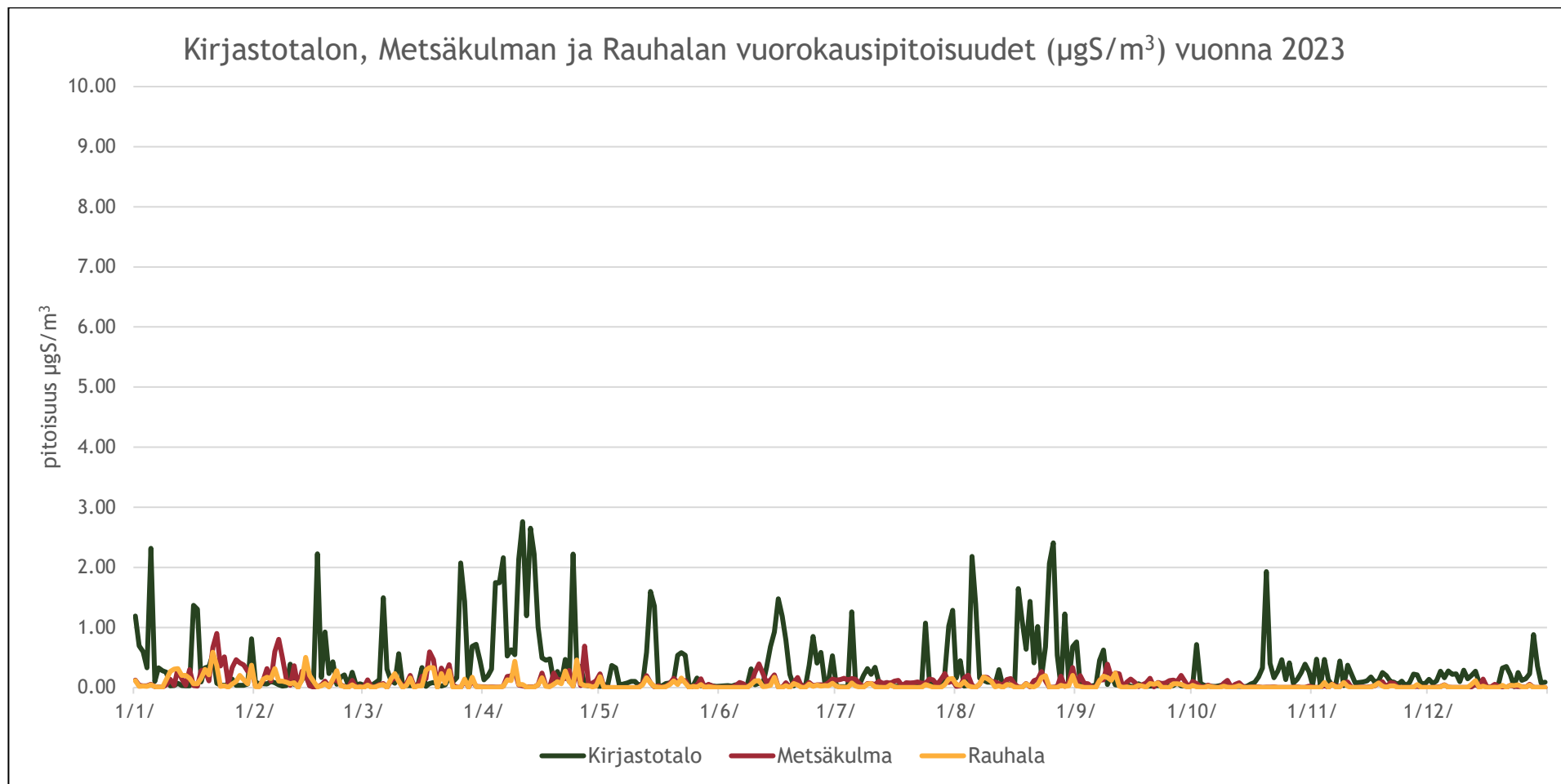


Enwin Oy:n ilmanlaadun tarkkailupisteet Kotkassa ©Google.

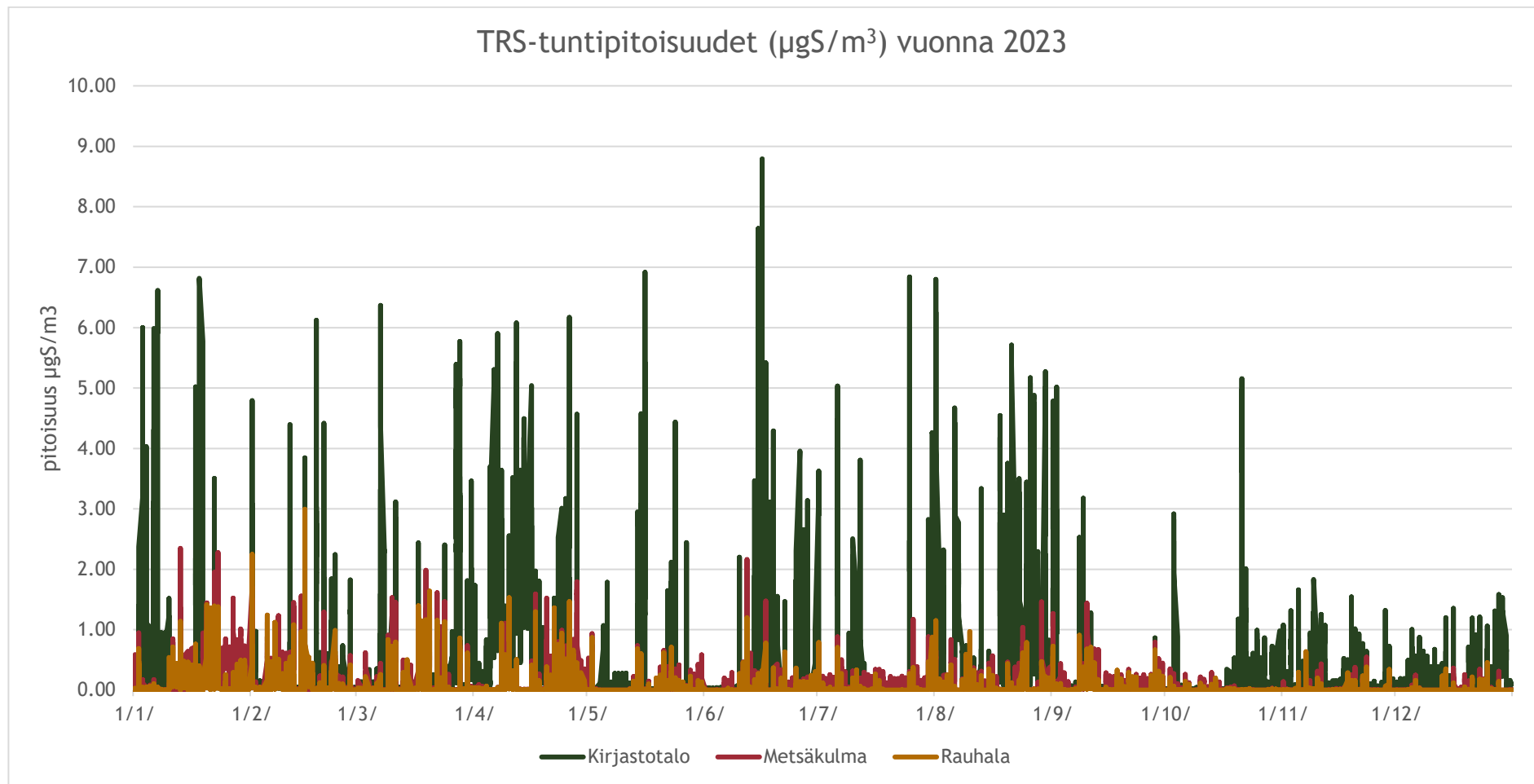
LIITE 2. Pitoisuuksien kuvaajat



Kuva 1/L2. Kirjastotalon PM₁₀ ja PM_{2.5} -hiukkasten vuorokausipitoisuudet (µg/m³) vuonna 2023. PM₁₀ vrk-ohjearvo 70 µg/m³, raja-arvon lukuarvo 50 µg/m³, PM_{2.5} WHO:n 09/2021 vrk-ohjearvo 15 µg/m³.

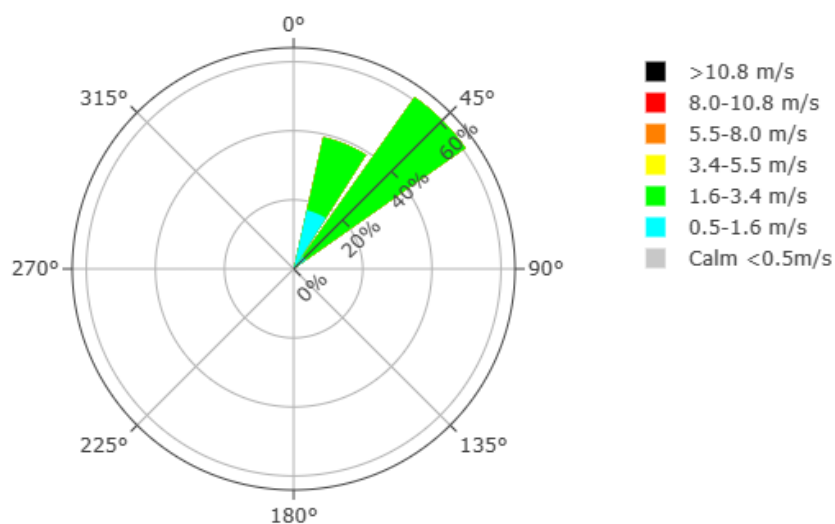


Kuva 2/L2. Virtuaaliasemien TRS -vuorokausipitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) vuonna 2023. TRS:n vuorokausipitoisuuden ohjearvo Suomessa on $10 \mu\text{gS}/\text{m}^3$.

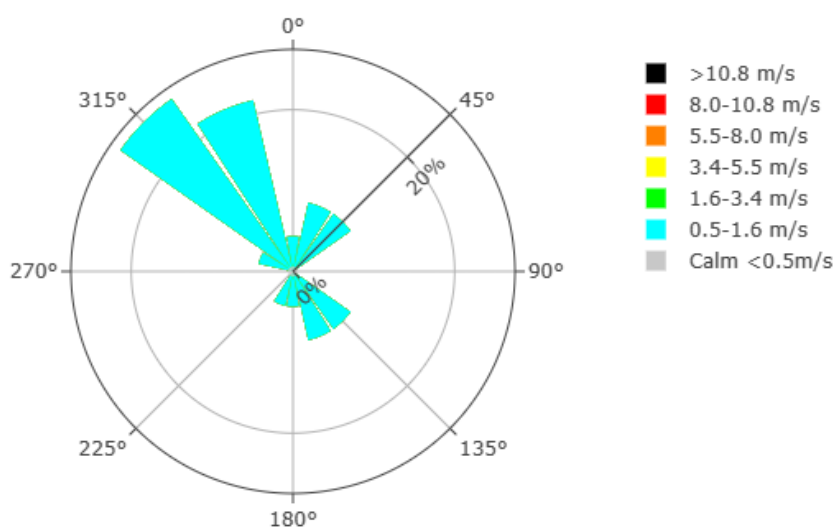


Kuva 3/L2. Virtuaaliasemien TRS -tuntipitoisuudet ($\mu\text{gS}/\text{m}^3$) vuonna 2023. TRS-tuntipitoisuuksille ei ole lainsäädännössä annettu ohje- tai raja-arvoja. TRS-tuntipitoisuus $\geq 3 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ on tunnistettava haju. Hajutunnin raja $\geq 1 \mu\text{gS}/\text{m}^3$ on juuri aistittava eli hajukynnystaso.

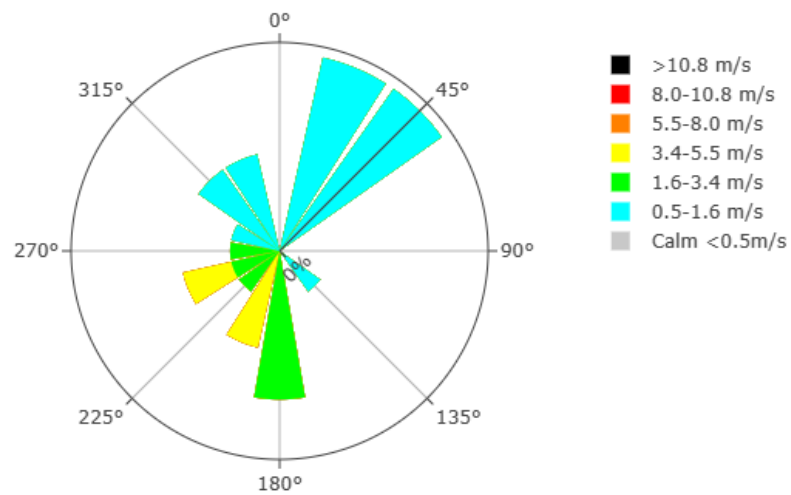
LIITE 3. WHO:n PM_{2.5} vrk-ohjearvon (15 µg/m³) ylityspäivien tuulensuunnat v.2023



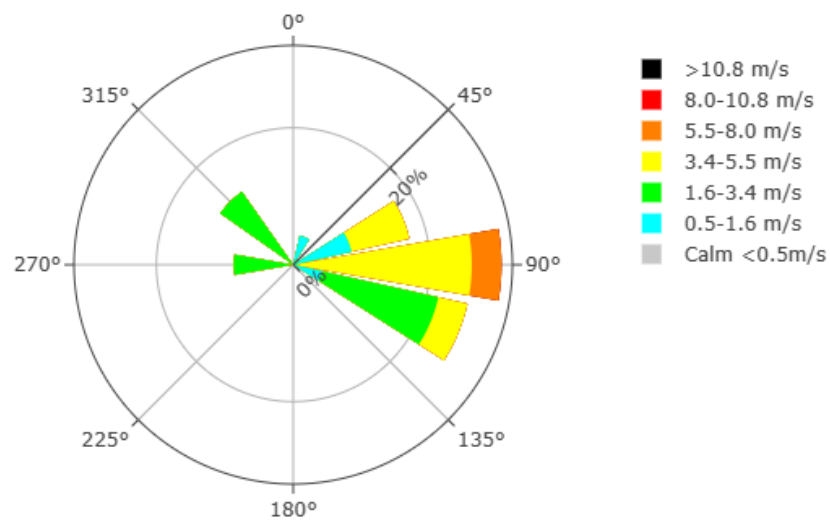
Päivä 1. Tiistai 21.02.2022 PM_{2.5}-vrk-pitoisuus 15.5 µg/m³.



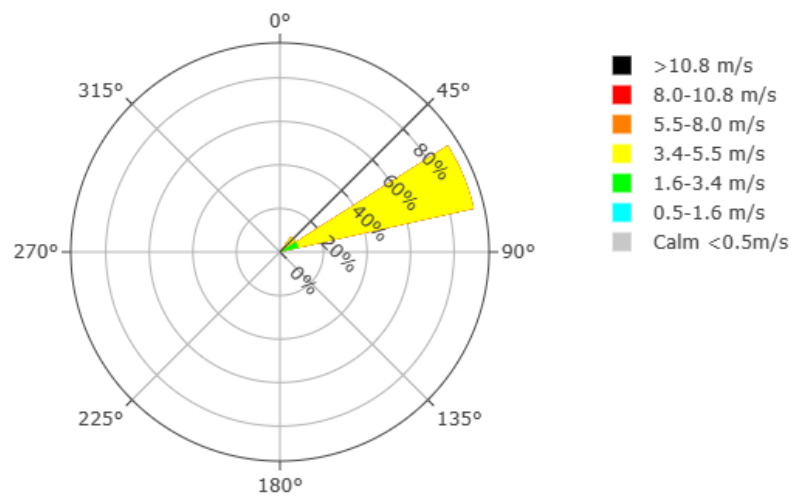
Päivä 2. Keskiviikko 22.02.2022 PM_{2.5}-vrk-pitoisuus 18.6 µg/m³.



Päivä 3. Maanantai 17.04.2023 PM_{2.5} -vrk-pitoisuus 18.8 µg/m³.

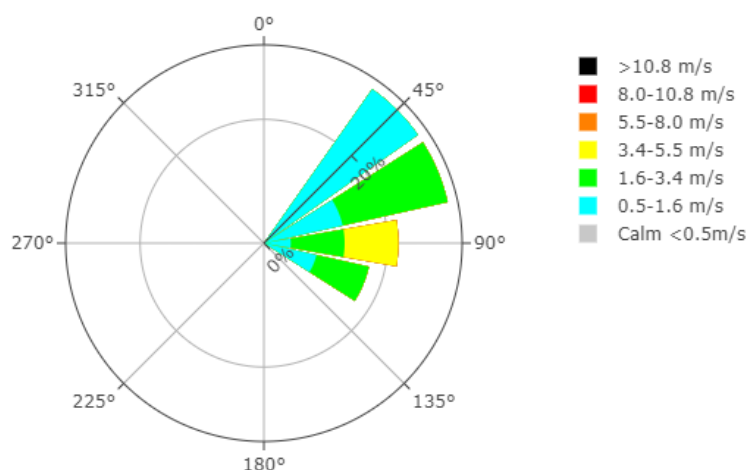


Päivä 4. Lauantai 17.06.2023 PM_{2.5} -vrk-pitoisuus 15.6 µg/m³.

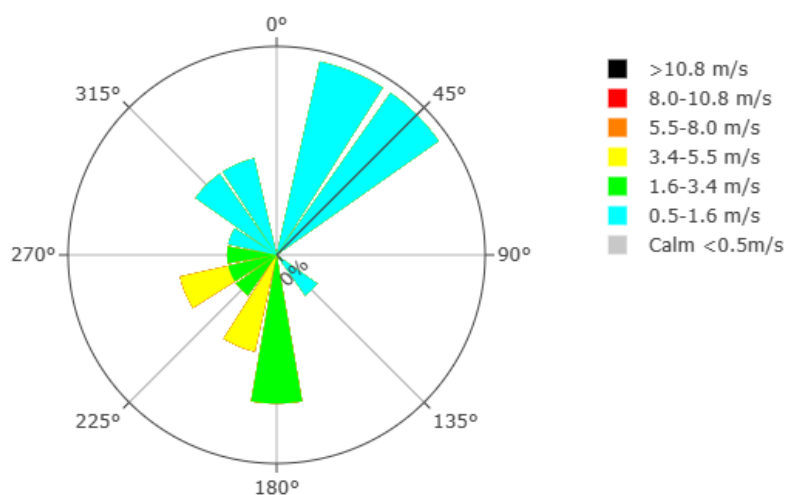


Päivä 5. Maanantai 11.12.2023 PM_{2.5} -vrk-pitoisuus 17.0 µg/m³.

LIITE 4. WHO:n PM₁₀ vrk-ohjearvon (45 µg/m³) ylityspäivien tuulensuunnat v.2023



Päivä 1. Tiistai 11.4.2023 PM₁₀ -vrk-pitoisuus 50.9 µg/m³.



Päivä 2. Maanantai 17.04.2023 PM₁₀ -vrk-pitoisuus 47.5 µg/m³.

