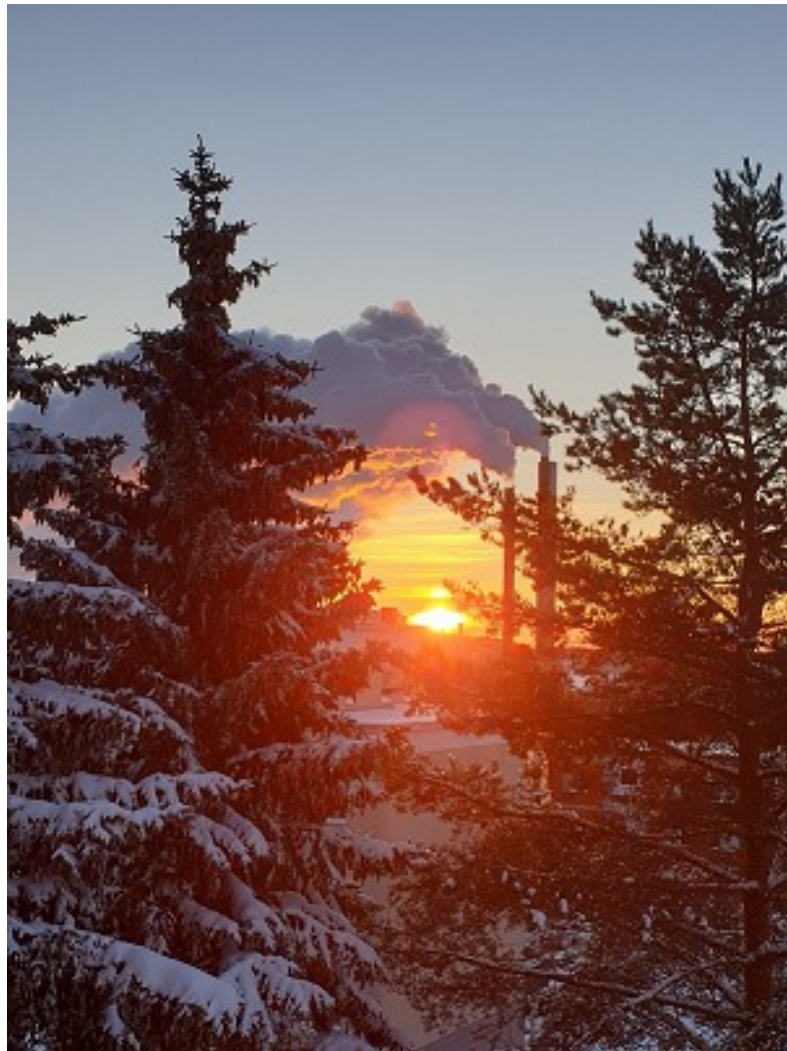


Kuopion seudun ilmanlaatu vuonna 2021



KUOPIO

JPP-Kalibrointi Ky

19.4.2022

Määritelmiä, yksiköitä ja symboleita

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	mikrogrammaa kuutiometrissä
AOT40	kumuloitunut altistus pitoisuustasolle, joka ylittää 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Tämä edustaa summaa, kun tuntipitoisuuksista jotka ylittävät $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$, vähennetään $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja erotukset lasketaan yhteen. Laskennassa otetaan huomioon klo 8.00 – 20.00 mitatut pitoisuudet.
BaP	bentso(a)pyreeni
C_5H_6	bentseeni
CO	hiilimonoksidi
NMVOC	muut haihtuvat orgaaniset yhdisteet kuin metaani
NH_3	ammoniakki
NO	typpimonoksidi
NO_2	typpidioksidi
NO_x	typen oksidit
O_3	otsoni
PAH	polyaromaattiset hiilivedyt
PM	hiukkaset
$\text{PM}_{2,5}$	hiukkaset joiden halkaisija on alle $2,5 \mu\text{m}$
PM_{10}	hiukkaset joiden halkaisija on alle $10 \mu\text{m}$
ppb	miljoonasosa
SO_2	rikkidioksidi
TRS	pelkistyneet rikkiyhdisteet
VOC	haihtuvat orgaaniset yhdisteet
WHO	Maailman terveysjärjestö

TIIVISTELMÄ

Vuonna 2021 hiukkaspäästöt Kuopiossa olivat noin 940, typen oksidien päästöt hieman vajaa 2 400 t ja rikkidioksidipäästöt noin 320 t, Vuonna 2021 päästöissä ei tapahtunut suuria muutoksia vuoteen 2020 verrattuna. Tärkeimpien päästöjen määrät ovat olleet laskussa aina 1990-luvulta. Tärkeimmät päästölähteet Kuopiossa ovat Mondi Powerflute Oy:n puoliselutehdas, Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitos, tieliikenne sekä erilaiset hajapäästölähteet, kuten kiinteistökohtainen lämmitys.

Siilinjärvellä vuonna 2021 hiukkaspäästöt olivat noin 230 t, typen oksidien päästöt noin 490 ja rikkidioksidipäästöt noin 790 t, Vuonna 2021 päästöissä ei tapahtunut suuria muutoksia vuoteen 2020 verrattuna. Myös Siilinjärvellä tärkeimpien päästöjen määrät ovat olleet laskussa aina 1990-luvulta lukuun ottamatta hiukkaspäästöjä, jotka ovat olleet hienoisessa kasvussa lähinnä hajapäästöjen lisääntymisestä johtuen. Siilinjärvellä tärkeimmät päästölähteet ovat Yara Suomi Oy:n tuotantolaitokset, tieliikenne sekä erilaiset hajapäästölähteet, kuten kiinteistökohtainen lämmitys.

Vuonna 2021 alkuvuodesta vallitsi varsin talvinen ja kylmä sää. Talvinen sää muuttui lämpimämmäksi nopeasti maaliskuun loppupuolella. Keväällä sää jatkui varsin vaihtelevana. Toukokuun puolivälissä lämpötila kohosi jo hellelukumiehin. Loppukevät oli myös hyvin sateinen. Koko alkukesä kesä-heinäkuussa oli hyvin lämmin ja aurinkoinen ja samalla myös kuiva. Kesä päättyi kuitenkin jo koleampana ja sateisena. Sademäärä elokuussa oli noin kaksinkertainen pitkän keskiarvoon nähden. Viileän loppukesän jälkeen syksy alkoi niin ikään viileänä, joskin melko vähäsateisena. Lokamarraskuussa vallitsi varsin leuto säätyyppi. Marraskuun loppupuolelle sää muuttui hyvinkin talviseksi ja maassa oli lunta. Kylmä talvinen sää jatkui koko loppuvuoden joulukuun loppuun.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Kuopiossa vuonna 2021 olivat samaa tasoa kuin vuonna 2020. Vuonna 2021 katupölykausi ajoittui maaliskuuhuhtikuulle. Huhtikuussa Savilahdessa kansallinen ohjearvo 70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi selvästi ja Tasavallankadun mittausasemalla oltiin ohjearvon tasolla. Vuonna 2021 hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylityksiä mitattiin Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla hieman enemmän vuonna 2020. Muilla Kuopion mittausasemilla ylityksiä mitattiin kutakuinkin sama määrä kuin vuonna 2020. Liikenneympäristöissä ylityksiä mitattiin paitsi katupöly kautena, niin myös joinakin talven pakkaspäivinä. Maailman terveysjärjestön vuorokausiohjearvo hengitettävälle hiukkasille ylittyi vuonna 2021 Kuopiossa Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla ja Siilinjärven Sulkavanniin mittausasemalla.

Vuonna 2021 pienhiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmillaan syksyllä lokamarraskuussa, jolloin pitoisuuksia kohotti kaukokulkeuma. Maailman terveysjärjestön vuorokausiohjearvo pienhiukkasille ylittyi vuonna 2021 Kuopiossa Maaherrankadun ja Savilahden mittausasemilla ja Siilinjärven

Sulkavanniityn mittausasemalla. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat olleet hienoisessa laskussa 2000-luvulla, joskin vuonna 2021 vuosikeskiarvot olivat pääosin jonkin verran korkeampia kuin kahtena edellisenä vuonna. Maailman terveysjärjestön vuosiohjearvo pienhiukkasille ylittyi Kuopiossa Niiralan mittausasemalla lähinnä puun pienpolton päästöistä johtuen.

Typpidioksidin pitoisuudet olivat korkeimmillaan helmi-maaliskuussa sekä joulukuussa eli kylmimpinä talvikuukausina. Typpidioksidin vuorokausiarvot ylittivät Maailman terveysjärjestön ohjearvon kaikilla mittausasemilla ja vuosikeskiarvon Tasavallankadun ja Savilahden mittausasemilla. Typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet lievästi laskussa 2000-luvulla. Vuonna 2021 vuosikeskiarvot olivat kuitenkin 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ korkeampia kuin koronavuonna 2020.

Otsonin pitoisuudet ovat olleet kasvussa aina 1990-luvulta. Erittäin lämpimästä ja aurinkoisesta alkukesästä johtuen vuonna 2021 otsonin vuosikeskiarvo oli korkein, mitä Kuopiossa on mitattu. Otsonipitoisuudet olivat korkeimmillaan lämpimän ja aurinkoisen kesäkuun aikana, jolloin otsonipitoisuus sivusi ilmanlaatuasetuksen tavoitearvoa.

Sorsasalossa rikkidioksidin pitoisuudet olivat korkeimmillaan touko-heinäkuussa. Vuonna 2021 rikkidioksidipitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin vuonna 2020.

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet vuonna 2021 sekä Haminalahdessa että Sorsasalossa olivat varsin alhaisia. Haminalahdessa pitoisuuksissa ei ollut merkittävää vaihtelua eri kuukausina. Sorsasalossa pitoisuudet olivat korkeimmillaan toukokuussa. Vuonna 2021 pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet olivat valtaosin samaa tasoa kuin vuonna 2020.

Kokonaisuutena Kuopion kaupunkialueen ilmanlaatu oli vuonna 2021 pääosan vuotta hyvä. Huonoimmillaan ilmanlaatu oli kevään katupölyjakson aikana sekä tammi-helmikuussa sekä joulukuussa pakkaspäivinä. Myös loppusyksyllä ilmassa oli ajoittain katupölyä. Kuopion kaupunkialueen ilmanlaatuun vaikuttavat pääosin tieliikenteen päästöt, mukaan lukien katupöly. Puun pienpoltolla on keskeinen vaikutus Niiralan pientaloalueen ilmanlaatuun. Myös Siilinjärven Sulkavanniityn pientaloalueella puun pienpolton päästöillä oli vuonna 2021 huomattava vaikutus ilmanlaatuun.

Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivoksen kaivosalueen ympäristössä hiukkaspitoisuuksia mitattiin Mustin ja Rannan alueilla. Mittaukset uusilla mittalaitteilla aloitettiin kesäkuussa. Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmillaan alkukesän ja alkusyksyn aikaan. Pitoisuudet alittivat kansalliset ohjearvot. Pienhiukkasten vuorokausiarvo ja vuosikeskiarvo kuitenkin ylittivät molemmilla mittauspaikoilla Maailman terveysjärjestön ohjearvot. Pienhiukkaspitoisuuksiin vaikuttivat paikallisen puun pienpolton päästöt, kaukokulkeumat ja Mustissa mahdollisesti myös luontoperäiset päästöt.

ESIPUHE	1
ILMANLAADUN ARVIOINNIN PERUSTEET	2
ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN TERVEYS-, YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET	5
PÄÄSTÖT	10
<i>Yleistä</i>	10
<i>Hiukkaset</i>	10
<i>Typen oksidit</i>	12
<i>Rikkidioksidi</i>	14
<i>Pelkistyneet rikkiyhdisteet</i>	16
SÄÄOLOSUHTEET VUONNA 2021	17
HIUKKASET (PM ₁₀ ja PM _{2,5})	19
Yleistä hiukkasista	19
<i>Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja- arvoihin</i>	20
<i>Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin</i>	24
<i>Pienhiukkasten pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin</i>	26
<i>Pienhiukkasten pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin</i>	29
<i>Pölytilanne Yara Suomi Oy:n kaivoalueen ympäristössä Siilinjärvellä</i>	30
<i>Pölyepisodit ja hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat tekijät vuonna 2021</i>	34
TYPEN OKSIDIT (NO ₂ ja NO _x)	38
<i>Typidioksidin pitoisuudet verrattuna ohjearvoihin</i>	38
<i>Typenoksidien pitoisuudet suhteessa kriittiseen tasoon</i>	41
<i>Typenoksidien pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin</i>	42
OTSONI (O ₃)	43
<i>Otsonin muodostuminen</i>	43
<i>Otsonin pitoisuudet suhteessa tavoitearvoihin</i>	43
RIKKIDIOKSIDI (SO ₃)	45
<i>Rikkidioksidin pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä kriittiseen tasoon</i>	45
<i>Rikkidioksidin pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin</i>	47
PELKISTYNEET RIKKIYHDISTEET (TRS)	48
<i>Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet suhteessa ohjearvoihin</i>	48
ILMANLAATUINDEKSI	49
Yleistä	49

<i>Ilmanlaatuluokat Kuopiossa ja Siilinjärvellä vuonna 2021</i>	50
YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	51
Liite 1 ILMANLAATULUOKAT	54
LIITE 2 MITTAUSASEMIEN KUVAUS	55
LIITE 3 MITTAUS- JA ANALYYSIMENETELMÄT JA TULOSTEN LAADUNVARMISTUS	64
LIITE 4 RIKKIDIOKSIDIN JA PELKISTYNEIDEN RIKKIYHDISTEIDEN PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021	67
LIITE 5 RIKKIDIOKSIDIN PÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021	68
LIITE 6 TYPEN OKSIDIEN JA AMMONIAKIN PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021	69
LIITE 7 TYPEN OKSIDIEN PÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021	70
LIITE 8 HIUKKASPÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021 ...	71
LIITE 9 HIUKKASPÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021	72
LIITE 10 TUNNUSLUKUJA VUOSIEN 2010-2021 MITTAUKSISTA	73

ESIPUHE

Tähän julkaisuun on koottu tulokset Kuopiossa ja Siilinjärvellä vuonna 2021 tehdyistä ilmanlaadun mittauksista. Mittauksista on vastannut Kuopion kaupungin alueelliset ympäristönsuojelupalvelut. Mittaukset on toteutettu osana Kuopion, Jyväskylän, Siilinjärven ja Varkauden ilmanlaadun yhteisseurantaa, jonka kustannuksiin ovat osallistuneet Kuopion kaupungin, Jyväskylän kaupungin, Keski-Savon ympäristötoimen (Leppävirran kunta) ja Siilinjärven kunnan lisäksi tärkeimmät energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset Kuopiosta, Siilinjärveltä ja Varkaudesta erillisen tarkkailusopimuksen mukaisesti. Mittauksiin on hankittu alihankintana palveluja JPP Kalibrointi Ky:ltä (1.1.2022 alkaen Aeri Oy)..

ILMANLAADUN ARVIOINNIN PERUSTEET

Ilmanlaadun arviointi perustuu ensisijaisesti kansallisessa lainsäädännössä annettuihin ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. Ohje-, raja- ja tavoitearvojen merkitys ja sitovuus poikkeaa toisistaan. Lisäksi ilmanlaadun arvioinnissa voidaan soveltaa myös sellaisia viitearvoja, joita ei ole lainsäädännössä. Näistä merkittävimmät ovat Maailman terveysjärjestön (WHO) antamat ohjearvot, joissa on esitetty tieteellinen näkemys sellaisista ilman epäpuhtauksien tasoista, joilla terveydelliset haittavaikutukset ovat väestötasolla vähäiset.

Ohjearvot ovat ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia, joiden alittaminen on tavoitteena. Valtioneuvoston päätöksessä (480/1996) on annettu kansalliset ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Ohjearvojen ylittyminen on pyrittävä estämään ennakolta ja pitkällä aikavälillä sellaisilla alueilla, joilla ilmanlaatu voi olla ohjearvoa huonompi. Ohjearvoilla on tilastollinen määritelmä ja jotkut niistä sallivat tietyn määrän ylityksiä ilman, että ohjearvon tulkitaan ylittyvän.

Yhdiste	Aika	Ohjearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Tilastollinen määritelmä
Rikkidioksidi, SO_2	Tunti	250	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	Vuorokausi	80	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo
Typpidioksidi, NO_2	Tunti	150	Kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	Vuorokausi	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo
Hiilimonoksidi, CO	Tunti	20 000	
	8 tuntia	8 000	Liukuva keskiarvo
Kokonaisleijuma, TSP	Vuorokausi	120	Vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
	Vuosi	50	
Hengitettävät hiukkaset, PM_{10}	Vuorokausi	70	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo
Pelkistyneet rikkiyhdisteet, TRS	Vuorokausi	10	Kuukauden toiseksi suurin vuorokausikeskiarvo rikkinä

Maailman terveysjärjestö WHO antoi vuonna 2021 uudistetut globaalit ohjearvot ilmanlaadulle. WHO:n ohjearvot edustavat tieteellistä näkemystä ilmansaasteiden pitoisuustasoista, mitä pienemmillä pitoisuuksilla terveydelliset haittavaikutukset ovat epätodennäköisiä tai hyvin vähäisiä.

Yhdiste	Aika	Ohjearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa / tilastollinen määritelmä
Pienhiukkaset, $\text{PM}_{2,5}$	Vuorokausi	15	3
	Vuosi	5	
Hengitettävät hiukkaset, PM_{10}	Vuorokausi	45	3
	Vuosi	15	
Typpidioksidi, NO_2	Tunti	200	
	Vuorokausi	25	3
	Vuosi	10	
Rikkidioksidi, SO_2	10 min	500	
	Vuorokausi	40	3
Otsoni, O_3	8 tuntia	100	
	6 kuukautta	60	vuorokauden korkeimpien 8 tunnin keskiarvojen keskiarvo 6 kuukauden ajalta.
Hiilimonoksidi, CO	Tunti	30 000	
	Vuorokausi	4 000	3
Lyijy, Pb	Vuosi	0,5	
Kadmium, Cd	Vuosi	0,005	

Raja-arvot ovat valtioneuvoston asetuksessa (79/2017) annettuja ilman epäpuhtauden pitoisuuksia, jotka on alitettava määräajassa. Raja-arvot ovat voimassa koko EU:n alueella. Kun raja-arvo on alitettu, sitä ei enää saa ylittää. Jos raja-arvo ylittyy, on kunnan välittömästi toimeenpantava suunnitelmia ja ohjelmia, joilla pitoisuuksia pienennetään ja raja-arvojen ylittyminen estetään. Raja-arvot on annettu terveyshaittojen ehkäisemistä varten. Osalla raja-arvoista on tilastollinen määritelmä, joka sallii tietyn määrän ylityksiä vuosittain.

Kasvillisuuden ja ekosysteemin suojelemiseksi ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) on annettu erikseen **kriittiset tasot** rikkidioksidille ja typen oksideille. Niitä sovelletaan ensisijaisesti laajoilla maa- ja metsätalousalueilla sekä luonnonsuojelun kannalta merkityksellisillä alueilla, kuten Natura-alueilla ja mulla luonnonsuojelualueilla.

Yhdiste	Aika	Terveysten suojeleluu raja- arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kasvillisuuden suojeleluu kriittinen taso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi, SO_2	Tunti	350		24
	Vuorokausi	125		3
	Vuosi ja talvikausi (1.10.-30.3.)		20	
Typpidioksidi, NO_2	Tunti	200		18
	Vuosi	40		
Typen oksidit, $\text{NO}+\text{NO}_2$	Vuosi		30	

Yhdiste	Aika	Terveysten suojelun raja- arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kasvillisuuden suojelun kriittinen taso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	Vuorokausi	50		35
	Vuosi	40		
Pienhiukkaset, PM _{2,5}	Vuosi	25		
Lyijy, Pb	Vuosi	0,5		
Bentseeni, C ₆ H ₆	Vuosi	5		
Hiilimonoksidi, CO	8 tuntia	10 000		

Pienhiukkasille on lisäksi asetettu ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) **altistumisen pitoisuuskatto ja altistumisen vähennystavoite**. Näiden tavoitteena on vaiheittain vähentää väestön keskimääräinen altistuminen pienhiukkasille hyväksyttävään tasoon. Suomen kansallinen altistumisindikaattori pienhiukkaspitoisuudelle on $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvona.

Tavoitearvo on annettu otsonille, arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso(a)pyreenille (PAH-yhdiste). Otsonin tavoitearvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa 79/2017 ja muille yhdisteille valtioneuvoston asetuksessa 113/2017. Tavoitearvot ovat tasoja, jotka tiettyyn aikamäärään mennessä on pyrittävä alittamaan. Tavoitearvot on pääosin annettu terveyshaittojen ehkäisemiseksi, tosin otsonille myös kasvillisuuden suojelemiseksi. Tavoitearvot ovat voimassa koko EU:n alueella.

Yhdiste	Aika	Terveysten suojelun tavoitearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kasvillisuud en suojelun pitkän ajan tavoitearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3\text{h}$)	Sallitut ylitykset vuodessa
Otsoni, O ₃	8 tunnin liukuva keskiarvo	120		25 kolmen vuoden keskiarvona
	AOT40- altistusindeksi		6 000	
Arseeni, As	Vuosi	0,006		
Kadmium, Cd	Vuosi	0,005		
Nikkeli, Ni	Vuosi	0,020		
Bentso(a)pyreeni	Vuosi	0,001		

Varoituskynnys on pitoisuus, jonka ylittyessä väestöä on varoitettava. Varoituskynnykset on annettu otsoni-, rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuksille.

Otsonipitoisuudelle on annettu myös **tiedotuskynnys**, jonka ylittyessä väestöä on tiedotettava korkeasta otsonipitoisuudesta.

Ilmanlaadun seurantarpeen arviointia varten asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 epäpuhtauksille on annettu alemmat ja ylemmät arviointikynnykset. **Ylemmällä arviointikynnyksellä** tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota

korkeammissa pitoisuuksissa ilmanlaadun jatkuvat mittaukset ovat tarpeen ja ne ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä. Pitoisuuksilla, jotka ovat **ylemmän ja alemman arviointikynnyksen välissä**, jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja ilmanlaadun arvioinnissa voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa-antavien mittausten yhdistelmää.

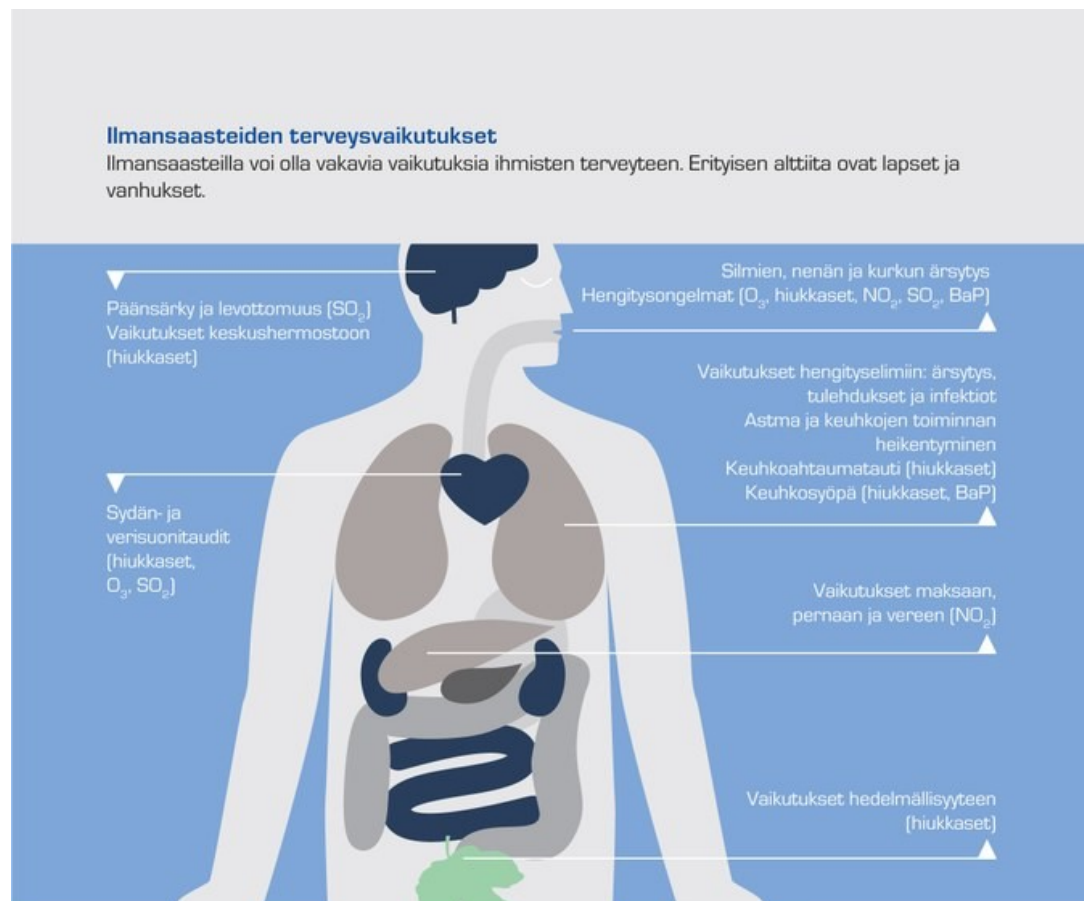
Alemmalla arviointikynnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittää, että seuranta-alueella käytetään yksinomaan mallintamista tai muita menetelmiä, kuten päästökartoituksia.

Ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritellään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Arviointikynnyksen katsotaan ylittyneen, kun se on ylittynyt vähintään kolmena vuotena viidestä. Jos pitoisuustietoja ei ole saatavilla viiden vuoden jaksolta, voidaan käyttää lyhyemmiltä mittausjaksoilta saatuja tietoja yhdistettynä päästökartoituksista ja mallilaskelmista saatuihin tietoihin. Mittaustietojen tulee edustaa alueita ja vuodenaikoja, jolloin pitoisuudet ovat tyypillisesti korkeimmillaan.

Ilmanlaadun seurannan riittävyys tulee valtioneuvoston asetuksen 79/2017 11 §:n mukaan arvioida vähintään viiden vuoden välein.

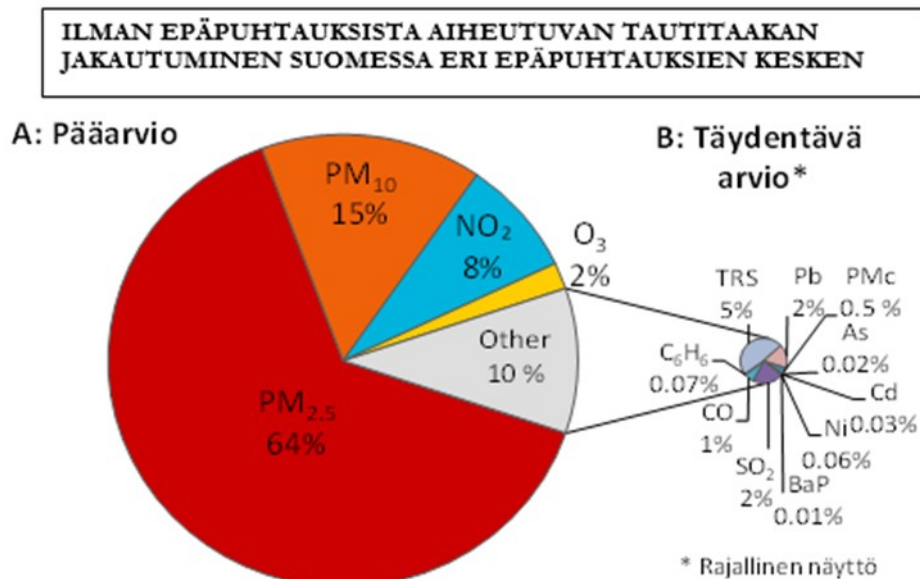
ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN TERVEYS-, YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET

Ilman saasteet voivat aiheuttaa hyvin erityyppisiä terveyshaittoja epäpuhtaudesta ja altistumisajasta riippuen. Myös eri väestöryhmien ja yksilöiden herkkyys epäpuhtauksien haittavaikutuksille vaihtelee.



(Kuva EEA, 2013)

Suomessa ilmansaasteiden terveysvaikutukset aiheutuvat valtaosin hiukkasista, erityisesti pienhiukkasista (PM_{2,5}). Vähäisempää vaikutusta on typpidioksidilla (NO₂) ja ulkoilman otsonilla (O₃). Hiukkasiin on usein sitoutuneena erilaisia epäpuhtauksia, kuten esimerkiksi puun pienpoltossa yleisesti muodostuvia polyaromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteet), kuten benzo(a)pyreeniä (BaP).



(Kuva Hänninen et al. 2017)

Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen uusimman arvion mukaan Suomessa ilmansaasteiden aiheuttama tautitaakka (DALY = disability adjusted lifeyears = sairauden kanssa eletty aika + ennen aikaisista kuolemantapauksista johtuvat menetetyt elinvuodet) vuosittain on 28 000 DALYa (menetettyä toimintakykyistä elinvuotta). Kuopiossa liikenteen päästöjen aiheuttamien pienhiukkasten aiheuttamaksi tautitaakaksi on arvioitu 173 DALYa ja 6 pienhiukkasista johtuvaa ennen aikaisista kuolemantapausta.

Suomessa rikkijhdisteiden happamoittava vaikutus ja typen oksidien rehevöittävä vaikutus ekosysteemeihin ei ole enää merkittävä ympäristövaikutus päästöjen pientymisen vuoksi.

Osalla ilman epäpuhtauksista on vaikutusta myös ilmastoon. Erityisesti otsonilla ja hiukkasilla (lähinnä musta hiili) on lyhytaikaisvaikutuksia ilmastoon (lämmittävä vaikutus). Osalla epäpuhtauksista on myös epäsuoria vaikutuksia ilmastoon. Esimerkiksi hiukkaset vaikuttavat pilvien ominaisuuksiin ja sateisuuteen.

Epäpuhtaus	Terveysvaikutukset	Ympäristövaikutukset	Ilmastovaikutukset
Hiukkaset (PM)	Voivat aiheuttaa tai edistää verenkiertoelin- ja keuhkosairauksia, sydänkohtauksia, vaikuttaa keskushermostoon ja lisääntymiseen. Voivat aiheuttaa syöpää. Vaikutukset ilmenevät ennen aikaisina kuolemina.	Voivat vaikuttaa eläimiin samoin kuin ihmisiin. Vaikuttavat kasvien kasvuun ja ekosysteemeihin. Voivat vaurioittaa materiaaleja. Heikentää näkyvyyttä.	Ilmastovaikutukset vaihtelevat riippuen hiukkasten koosta ja koostumuksesta. Osa edistää ilmaston lämpenemistä, osa hidastaa sitä. Voivat vaikuttaa sateisuuteen.
Otsoni (O₃)	Voi heikentää keuhkojen toimintaa, edistää astmaa ja muita keuhkosairauksia. Voi	Vahingoittaa kasvillisuutta, heikentäen satoisuutta ja kasvien kasvua. Voi	Edistää ilmakehän lämpenemistä.

	lisätä ennen aikaisia kuolemia.	muuttaa ekosysteemien rakenteita, vähentää biodiversiteettiä ja vähentää kasvien yhteytyskykyä.	
Typen oksidit (NO_x)	NO ₂ voi aiheuttaa verenkiertoelin ja hengitystieoireita, jotka ovat sidoksissa ennen aikaiseen kuolleisuuteen.	Edistää maaperän ja vesistöjen happamoitumista ja rehevöitymistä muuttaen eliölajien esiintymistä. Toimii otsonin ja sekundääristen hiukkasten esiasteena. Voi vaurioittaa materiaaleja.	Edistää otsonin ja sekundääristen hiukkasten muodostumista ja sitä kautta vaikuttaa ilmastoon. Muodostaa nitraatteja, jotka hidastavat lämpenemistä.
Rikkidioksidi (SO₂)	Edistää astmaa ja voi heikentää keuhkojen toimintaa. Voi aiheuttaa päänsärkyä ja yleistä epämiellyttävyyden tunnetta.	Edistää maaperän ja vesistöjen happamoitumista. Vaurioittaa kasvillisuutta ja edistää vesi- ja maaekosysteemeissä lajien häviämistä. Toimii sekundääristen hiukkasten esiasteena. Vaurioittaa materiaaleja.	Edistää sulfaattihiukkasten muodostumista viilentäen ilmakehää.
Hiilimonoksidi (CO)	Voi aiheuttaa sydänsairauksia ja vaurioittaa keskushermostoa. Aiheuttaa päänsärkyä ja huimausta.	Voi vaikuttaa eläimiin samoin kuin ihmisiin. Toimii otsonin muodostuksessa esiasteena.	Muodostaa ilmakehässä hiilidioksidia ja otsonia, jotka ovat kasvihuonekaasuja.
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)	Aiheuttaa päänsärkyä ja pahoinvointia sekä silmien, nenän ja kurkun ärsytystä. Aiheuttaa jo pienissä pitoisuuksissa viihtyisyyshaittaa pahan hajunsa takia.	Hapettuu ilmakehässä rikkidioksidiksi, jolla omat vaikutuksensa.	Hapettuu ilmakehässä rikkidioksidiksi, jolla omat vaikutuksensa.
Bentseeni (C₆H₆)	Syöpää aiheuttava yhdiste, joka voi aiheuttaa leukemiaa ja epämuodostumia sikiölle. Voi vaikuttaa keskushermostoon ja verisolujen muodostumiseen ja heikentää vastustuskykyä sairauksille.	Akuutisti myrkyllinen vesieliöille. Kertyy erityisesti selkärangattomiin eliöihin. Heikentää lisääntymiskykyä ja aiheuttaa muutoksia eliöstöihin ja niiden käyttöön. Voi vaikuttaa kasvien lehtiin ja satoihin ja aiheuttaa kasvien kuoleman.	Edistää otsonin ja sekundääristen orgaanisten aerosolien muodostumista, joilla edelleen ilmastovaikutuksia.
PAH-yhdisteet (bentzo-a-pyreeni, BaP)	Syöpää aiheuttava yhdiste. Ärsyttää silmiä, nenää, kurkkua ja keuhkoputkia.	Myrkyllinen yhdiste vesieliöille ja linnuille. Kertyy erityisesti selkärangattomiin eliöihin.	Ei erityisiä ilmastovaikutuksia.
Metallit	Monenlaisia terveysvaikutuksia yhdisteestä riippuen. Osa aiheuttaa syöpää. Voivat vaikuttaa lisääntymiskykyyn ja hengityselimiin, maksaan ja munuaisiin, ruoansulatuselimiin ja keskushermostoon. Osa voi aiheuttaa iho-oireita. Voivat vaikuttaa vastustuskykyyn muille sairauksille.	Monenlaisia ympäristövaikutuksia yhdisteestä riippuen. Osa myrkyllisiä vesieliöistölle, linnuille ja maalla eläville eläimille. Osa hyvin pysyviä ja kertyvät usein eliöihin. Vaikuttavat eliöiden lisääntymiskykyyn.	Ei erityisiä ilmastovaikutuksia.

MITTAUSPISTEET

Vuonna 2021 Kuopion keskeisellä kaupunkialueella ilmanlaadun mittauksia tehtiin seuraavilla mittausasemilla

- Haminalahti: Mittausasema luokitellaan teollisuusasemaksi ja sen tulokset kuvaavat Jätekkukko Oy:n Heinälamminrinteen jätekeskuksen pelkistyneiden rikkiyhdisteiden päästöjen vaikutuksia lähimmän asutuksen piirissä.
- Maaherrankatu: Mittausasema luokitellaan liikenneasemaksi ja sen tulokset edustavat keskimääräistä ilmanlaatua Kuopion ruutukaavakeskustassa
- Niirala: Mittausasema luokitellaan kaupunkitausta-asemaksi ja sen tulokset edustavat koko Kuopion keskeisen kaupunkialueen keskimääräistä ilmanlaatua. Alueen ilmanlaatuun vaikuttaa myös Niiralan asutusalueen puun pienpolton päästöt.
- Savilahti: Mittausasema luokitellaan liikenneasemaksi ja sen tulokset edustavat ilmanlaatua Kuopion kuormitetuimmalla alueella valtatie 5:n (moottoritie) vaikutuspiirissä.
- Sorsasalo: Mittausasema luokitellaan teollisuusasemaksi ja sen tulokset kuvaavat Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitoksen vaikutuksia ilmanlaatuun.
- Tasavallankatu: Mittausasema luokitellaan liikenneasemaksi ja sen tulokset edustavat ilmanlaatua Kuopion keskustaan johtavan pääväylän varrella asutuksen piirissä.





Siilinjärvellä mittauksia tehtiin seuraavilla mittausasemilla

- **Musti:** Mittausasema luokitellaan teollisuusasemaksi ja sen tulokset kuvaavat Yara Suomi Oy:n louhos- ja rikastushiekka-alueen vaikutuksia ilmanlaatuun lähimmän asutuksen piirissä pohjoisessa
- **Ranta:** Mittausasema luokitellaan teollisuusasemaksi ja sen tulokset kuvaavat Yara Suomi Oy:n louhos- ja läjitysalueiden vaikutuksia ilmanlaatuun lähimmän asutuksen piirissä idässä.
- **Sulkavanniitty:** Mittausasema luokitellaan osin teollisuusasemaksi ja osin Siilinjärven taajaman taustailmanlaadun mittausasemaksi ja sen tulokset kuvaavat Yara Suomi Oy:n louhos- ja kipsin läjitysalueen vaikutuksia ilmanlaatuun lähimmän asutuksen piirissä etelässä. Alueen ilmanlaatuun vaikuttaa myös Sulkavanniityn pientaloalueen kiinteistökohtaisen lämmityksen, etenkin puun pienpolton, päästöt



Säätiedot ovat olleet käytettävissä Haminalahden, Niiralan, Savilahden, Sorsasalon, Tasavallankadun ja Sulkavanniityn mittausasemilta sekä Ilmatieteen laitoksen Savilahden lentosääasemalta ja Rissalan lentoasemalta.

Mittausasemien yksityiskohtainen kuvaus on liitteessä 2.

PÄÄSTÖT

Yleistä

Tieliikenteen ja erilaisten hajapäästöjen, kuten kiinteistökohtaisen lämmityksen, ohella tärkeimmät yksittäiset päästölähteet Kuopiossa ovat Sorsasalossa sijaitseva Mondi Powerflute Oy:n aallotuskartonkitehdas ja voimalaitos ja Haapaniemellä sijaitsevat Kuopion Energia Oy:n voimalaitokset sekä Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n tuotantolaitokset ja kaivosalue.

Hieman Kuopion kaupunkialueen ulkopuolella Hepomäen ja Heinälammnrinteen alueella toimii useita paikalliseen ilmanlaatuun vaikuttavia laitoksia: NCC Industry Oy:n kivenlouhimo ja –murskaamo, Peab Industri Oy:n kivenlouhimo ja –murskaamo, Rudus Oy:n kivenlouhimo ja –murskaamo ja jätteenkäsittelytoiminnot, Savon Kuljetus Oy:n kivenlouhimo ja –murskaamo ja jätteenkäsittelytoiminnot, Skanska Industrial Solutions Oy:n asfalttiasema, Jätekuukko Oy:n jätekeskus ja Pelastusopiston harjoitusalue.

Savon Voima Oyj:llä on lisäksi maaseututaajamissa lämpökeskuksia: 1 kpl Juankosken taajamassa, 2 kpl Karttulan taajamassa, 1 kpl Maaningan taajamassa sekä 6 kpl Nilsin ja Tahkon alueella.

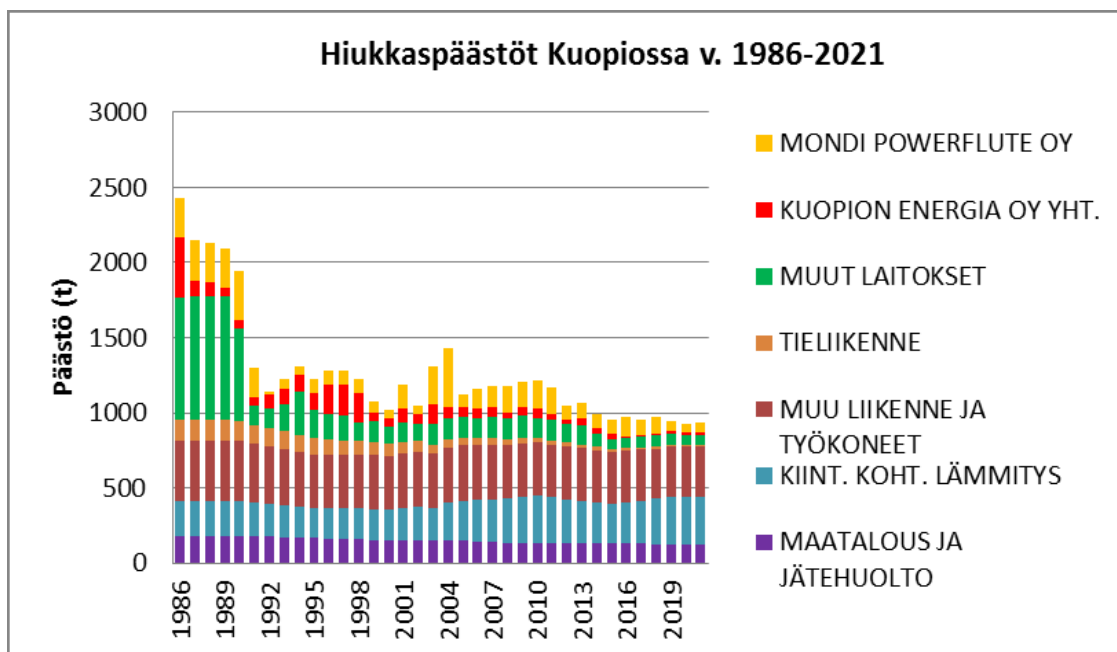
Yksityiskohtaiset päästötiedot on esitelty liitteissä 4-9. Päästötiedot perustuvat teollisuus- ja energiantuotantolaitosten osalta ympäristöhallinnon YLVA-tietokantaan ja tieliikenteen osalta VTT:n LIISA-tietokantaan. Muun liikenteen (raide- ja vesiliikenne), työkoneiden, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja maatalouden päästöt perustuvat Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietoihin.

LIISA-tietokannan viimeisin päästötieto tieliikenteen päästöille on vuodelle 2020, mistä johtuen vuoden 2021 päästötietona tieliikenteelle on käytetty vuoden 2020 tietoa. LIISA-tietokantaan on tehty vuodesta 2015 lähtien niin merkittäviä muutoksia, että päästöjen kehitys vuodesta 2015 eteenpäin ei ole täysin vertailukelpoinen vanhempiin tietoihin.

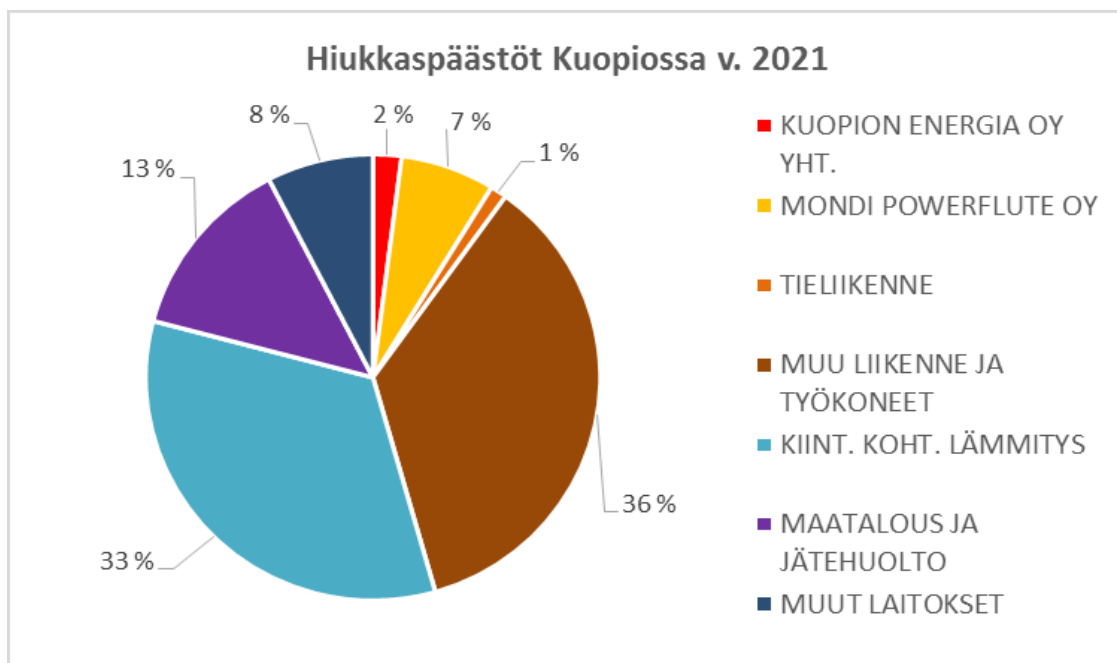
Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tiedot muun liikenteen (raide- ja vesiliikenne), työkoneiden, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja maatalouden päästöistä ovat käytettävissä vuosilta 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ja 2019. Puuttuvilta välivuosilta päästöt on arvioitu olettaen niiden muuttuneen lineaarisesti kullakin aikavälillä.

Hiukkaset

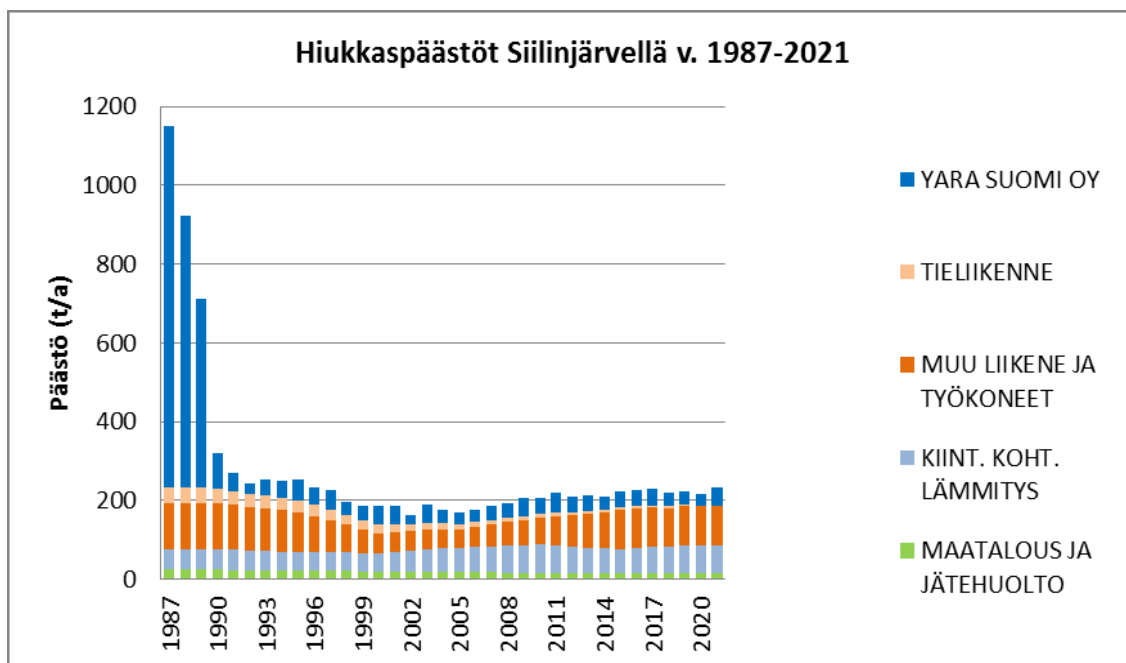
Hiukkaspäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 940 tonnia. Päästöt ovat hiljalleen pienentyneet 2010-luvulta. Vuonna 2021 päästöt olivat lähes samaa tasoa kuin vuonna 2020. Päästömäärässä ei ole mukana katupölypäästöt, jonka osuus hiukkasten kokonaispäästöistä voi olla suuruusluokkaa 1/3.



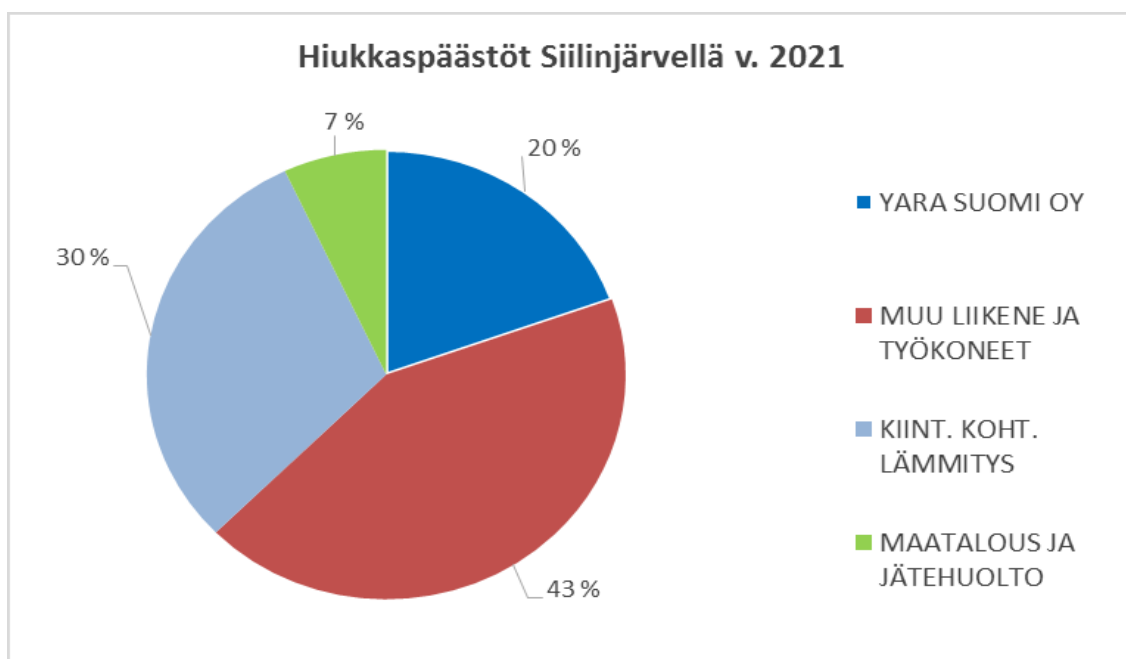
Uusimpien arvioiden mukaan Kuopiossa hiukkaspäästöt ovat pääosin peräisin erilaisista hajapäästölähteistä, kuten työkonesta ja kiinteistökohtaisesta lämmityksestä. Näistä päästöistä suuri osa aiheutuu maaseutumaisilla haja-asutusalueilla. Energiantuotanto- ja teollisuuslaitoksista tärkein päästölähde on Mondi Powerflute Oy:n voimalaitos.



Hiukkaspäästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 230 tonnia. Päästöt eivät ole merkittävästi muuttuneet viime vuosina, joskin vuonna 2021 päästöt hieman kasvoivat Yara Suomi Oy:n päästöjen kasvun seurauksena. Erilaiset hajapäästöt ovat 2000-luvulla hieman kasvaneet mm. työkonesta ja kiinteistökotaisesta lämmityksestä. Päästömäärässä ei ole mukana katupölypäästöt, jonka osuus hiukkasten kokonaispäästöistä voi olla suuruusluokkaa 1/3.



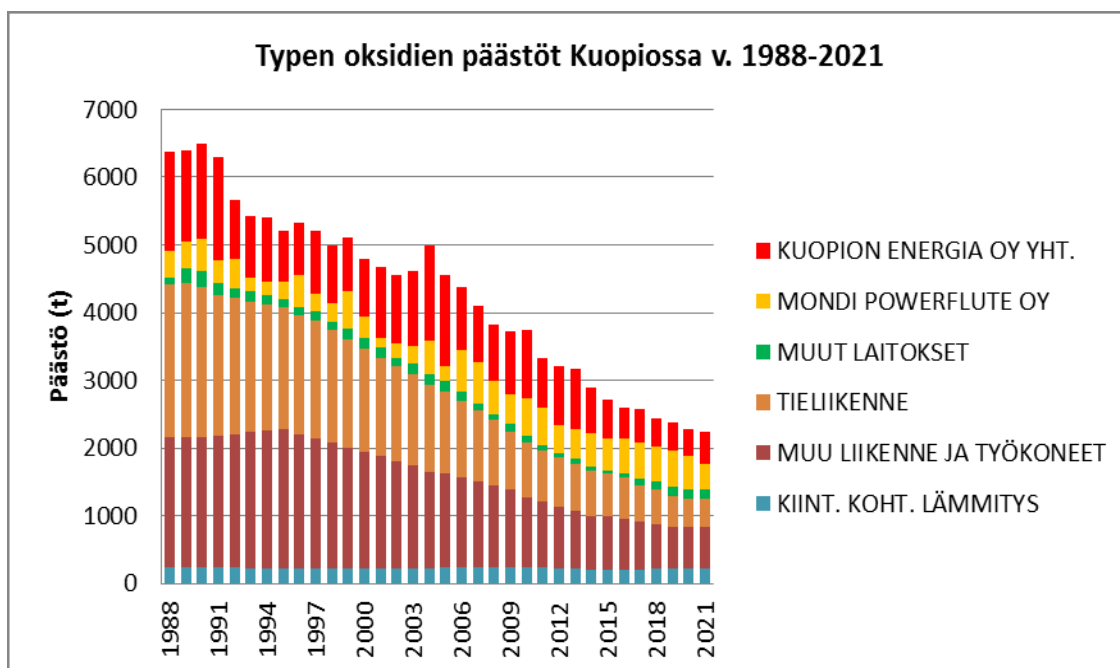
Uusimpien arvioiden mukaan Siilinjärvellä hiukkaspäästöt ovat pääosin peräisin erilaisista hajapäästölähteistä, kuten työkoneista ja kiinteistökohtaisesta lämmityksestä. Energiantuotanto- ja teollisuuslaitoksista ainoa merkittävä päästölähde ovat Yara Suomi Oy:n tuotantolaitokset.



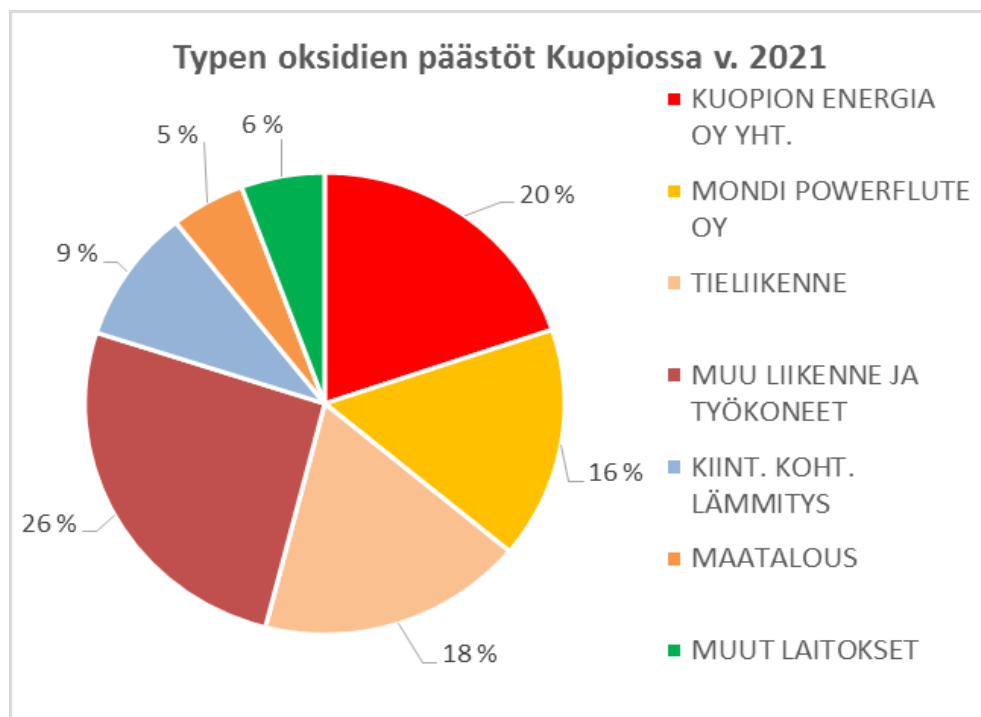
Typen oksidit

Typen oksidien päästöt ovat valtaosin peräisin tieliikenteestä ja energiantuotannosta. Typpi esiintyy päästöissä pääosin **typpimonoksidina (NO)**. Ilmakehässä typpimonoksidi kuitenkin hapettuu edelleen **typpidioksidiksi (NO₂)**.

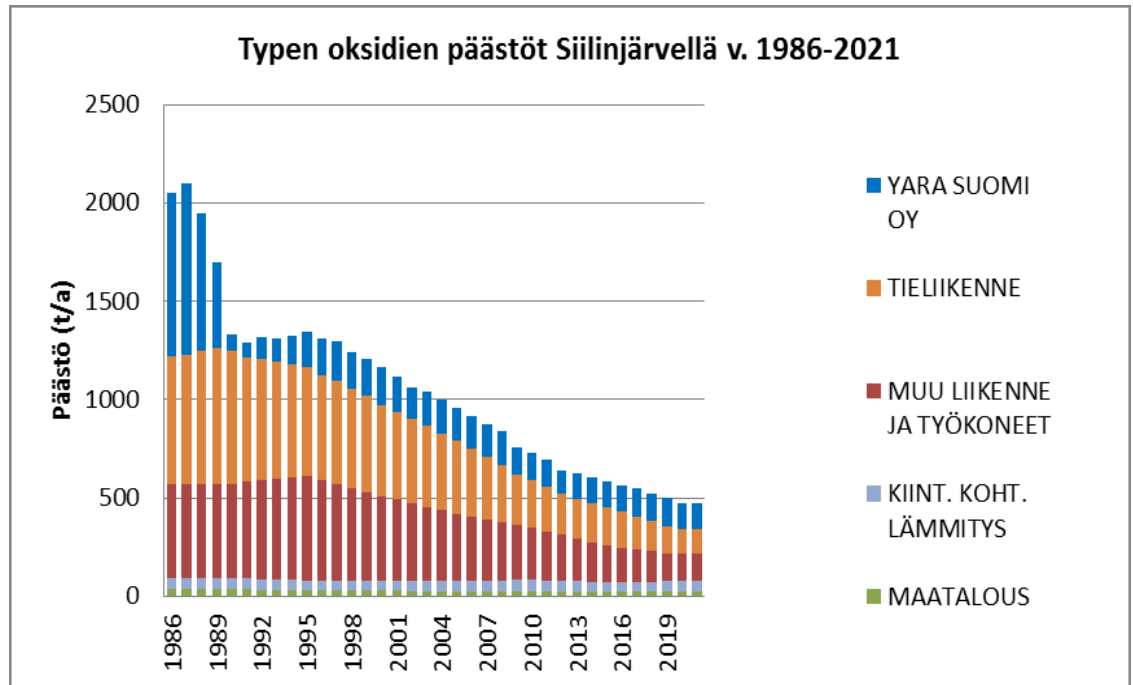
Typen oksidien päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat vajaa 2 400 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta varsin tasaisesti 1990-luvulta saakka. Vuonna 2021 päästöt pienenevät edelleen tieliikenteen ja Mondi Powerflute Oy:n päästöjen laskun seurauksena. Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksella päästöt sen sijaan jonkin verran kasvoivat.



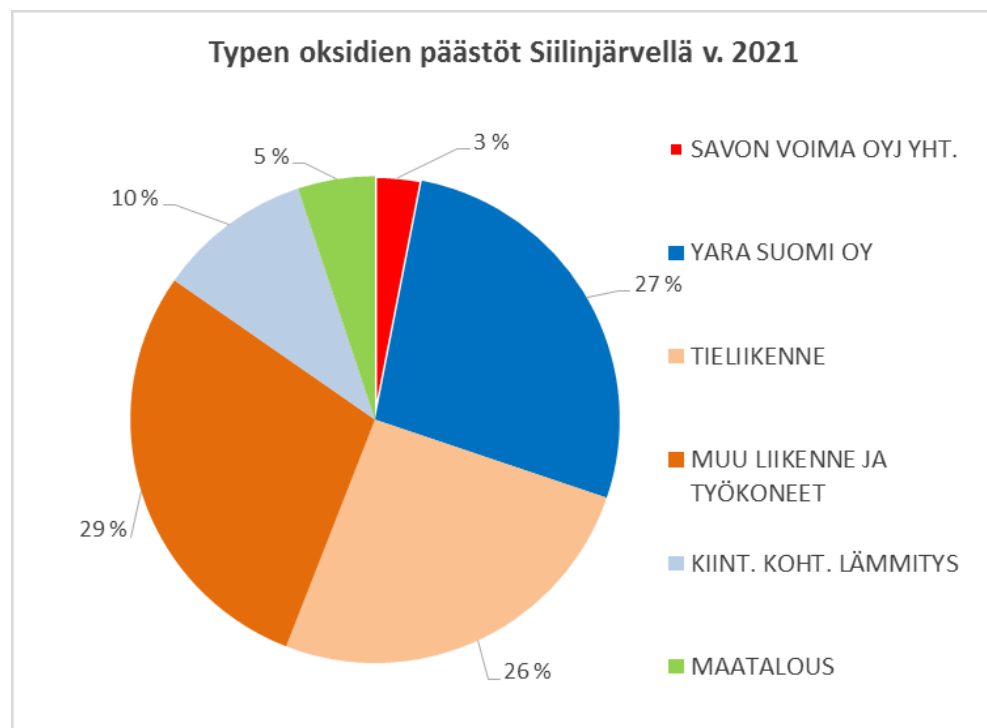
Tärkeimmät typenoksidien päästölähteet Kuopiossa vuonna 2021 olivat liikenne, mukaan lukien erilaiset työkoneet, sekä Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitokset. Suuri osa typen oksidien päästöistä liikenteestä ja työkoneista syntyy laajoilla maaseutumaisilla alueilla.



Typen oksidien päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 490 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet varsin tasaisesti 1990-luvun puolivälistä saakka, näin etenkin liikenteessä. Vuonna 2021 päästöt olivat melko samaa tasoa kuin vuonna 2020.



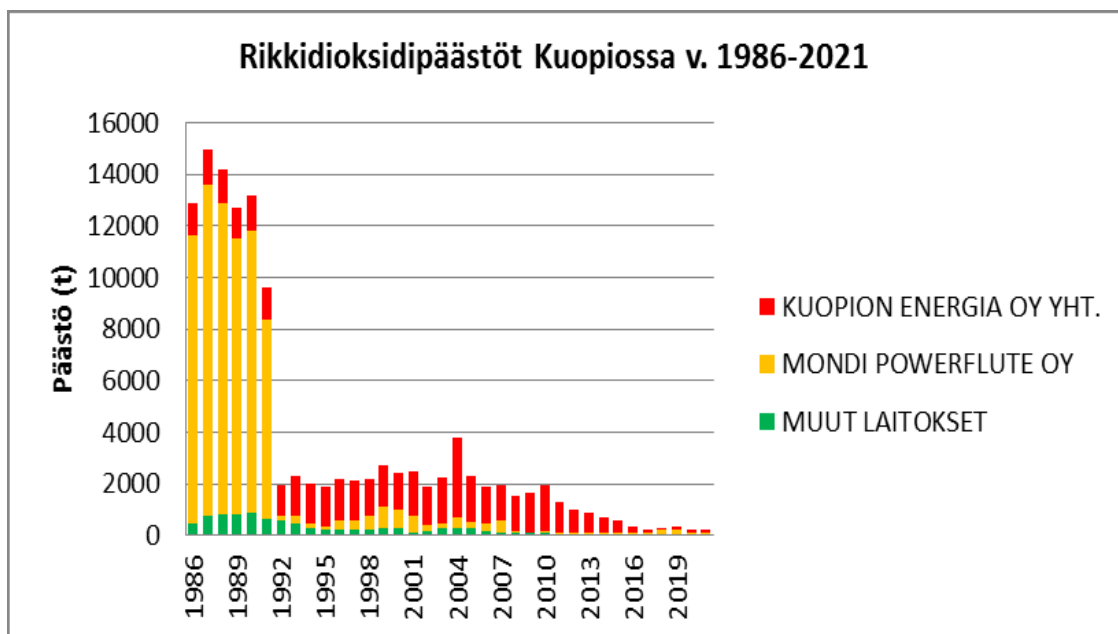
Tärkeimmät typenoksidien päästölähteet Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat, liikenne, mukaan lukien työkoneet, ja Yara Suomi Oy:n tuotantolaitokset.



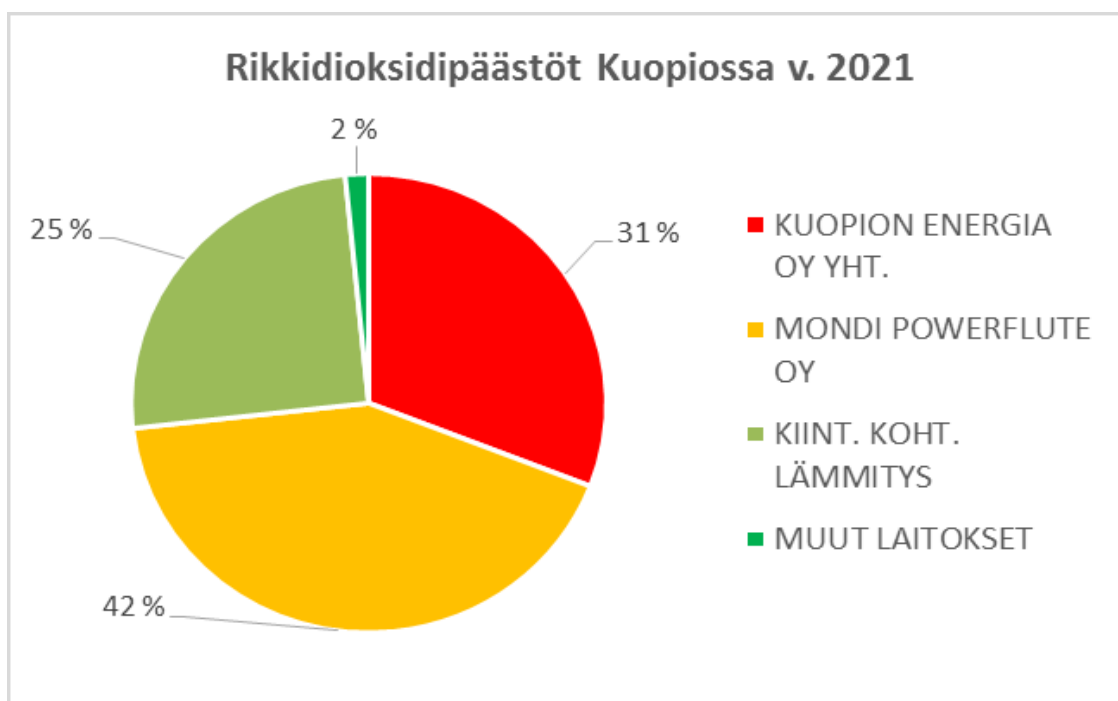
Rikkidioksidi

Rikkidioksidipäästöt ovat peräisin rikkipitoisten polttoaineiden poltosta ja teollisuusprosesseista.

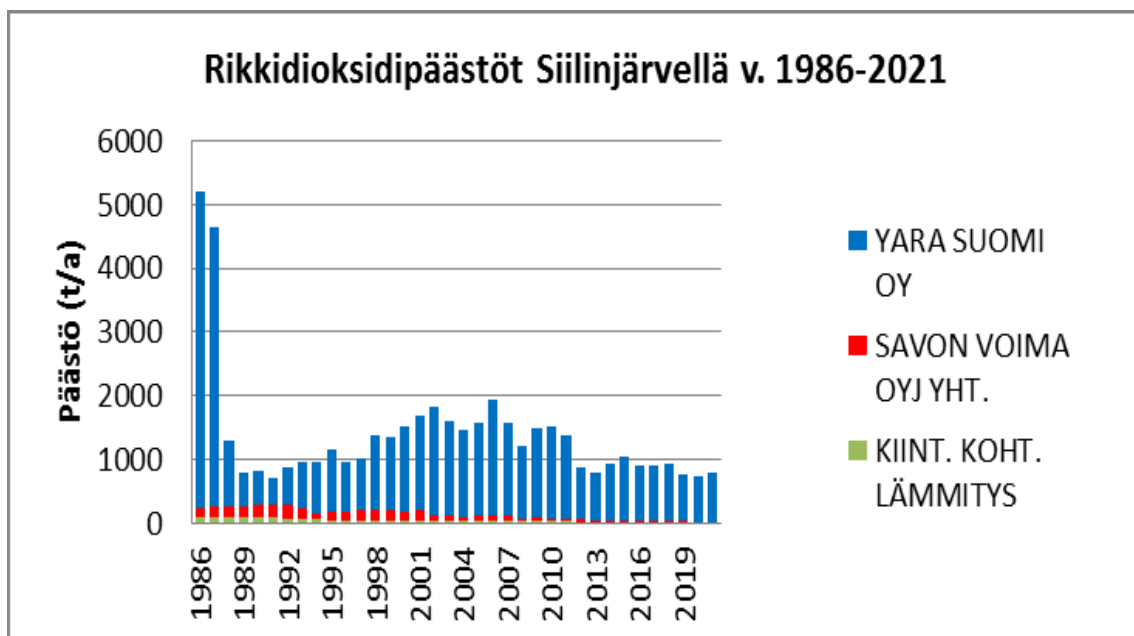
Rikkidioksidipäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 320 tonnia. Päästöissä on viime vuosina ollut jonkin verran vaihtelua johtuen Mondi Powerflute Oy:n ja Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksen päästöjen vaihtelusta. Mutta kokonaisuutena päästöt ovat olleet laskussa 2000-luvulla.



Tärkeimmät rikkidioksidin päästölähteet Kuopiossa ovat Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitokset ja Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitos.



Siilinjärvellä rikkidioksidipäästöt vuonna 2020 olivat noin 790 tonnia. Päästöt kasvoivat Yara Suomi Oy:n tuotantolaitoksilla noin 5 % vuodesta 2020. Muutoinkin päästöjen vuotuinen vaihtelu on yksinomaan riippunut Yara Suomi Oy:n päästöjen vaihteluista.

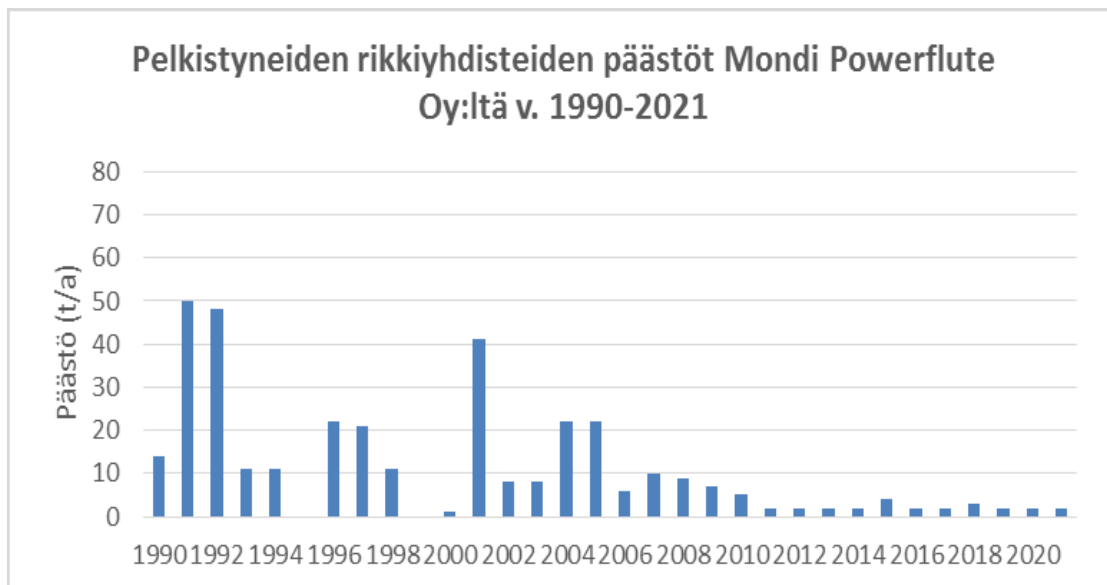


Siilinjärvellä rikkidioksidipäästöt ovat lähes yksinomaan peräisin Yara Suomi Oy:n tuotantolaitoksilta..



Pelkistyneet rikkiyhdisteet

Merkittävimmät pelkistyneiden rikkiyhdisteiden, kuten rikkivedyn (H_2S), päästölähteet Kuopiossa ovat Mondi Powerflute Oy:n tehtaat Sorsasalossa ja Jätekuikko Oy:n jätekeskus Heinälamminrinteellä Haminalahdessa. Mondi Powerflute Oy:n rikkivetypäästöt vuonna 2020 olivat 2 tonnia laskettuna rikkinä. Mondi Powerflute Oy:n rikkivetypäästöt ovat pysyneet vuodesta 2010 lähtien melko samalla tasolla eri vuosina. Jätekuikko Oy:n Heinälamminrinteen jätekeskuksen rikkivetypäästön tarkkaa määrää ei tiedetä.



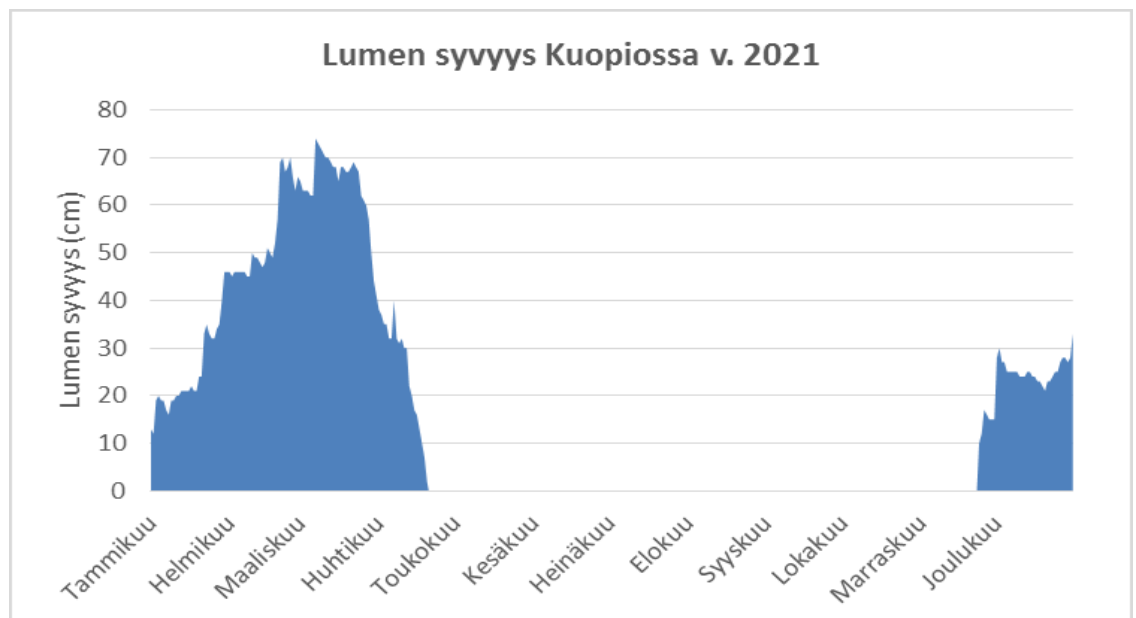
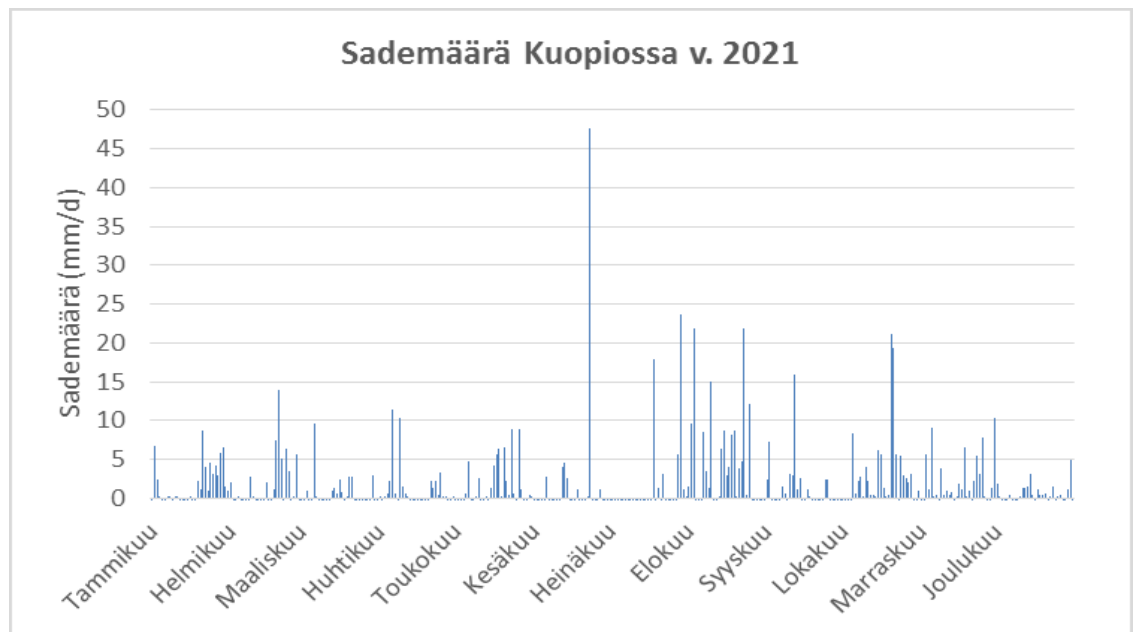
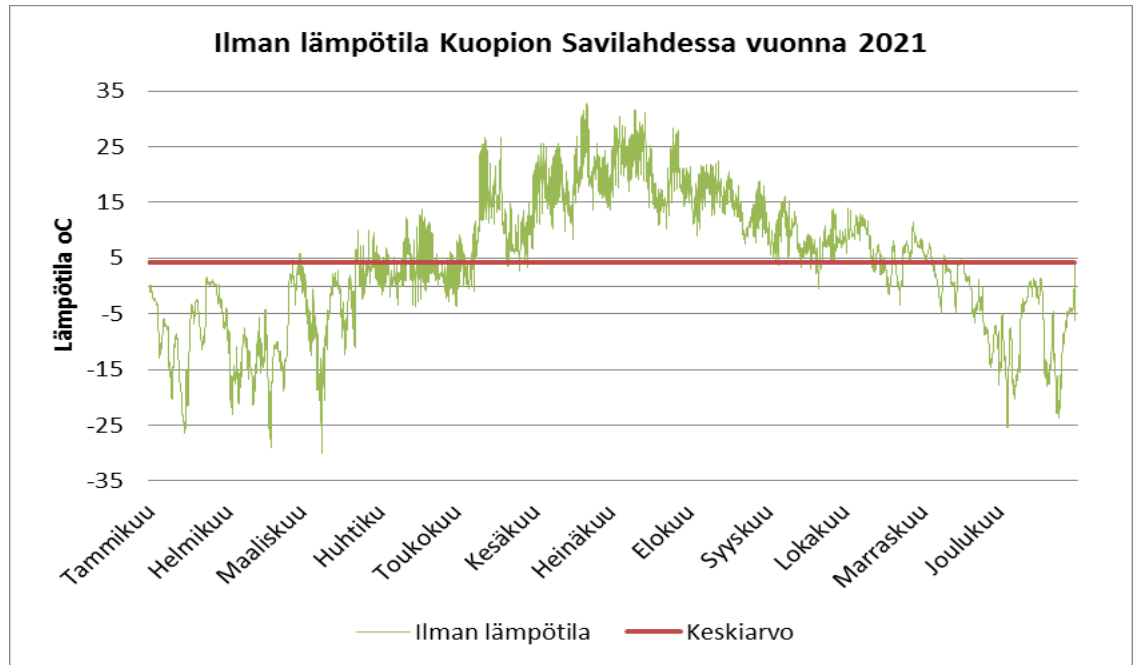
SÄÄOLOSUHTEET VUONNA 2021

Vuosi 2021 alkoi tammikuussa melko tavanomaisella talvisäällä. Sää kylmeni erityisesti kuukauden puolessavälissä, jolloin pakkasta oli enimmillään jopa yli -30 °C. Kuukauden loppupuoli oli selvästi lauhempi ja sateisempi. Lunta oli koko maassa kuukauden lopulla varsin paljon. Vaihteleva talvisää jatkui myös helmikuussa. Kuukausi alkoi pitkällä, varsin kireällä pakkasjaksolla ja Keski-Suomessa satoi kuukauden puolenvälin jälkeen hyvin paljon lunta muutamassa päivässä.

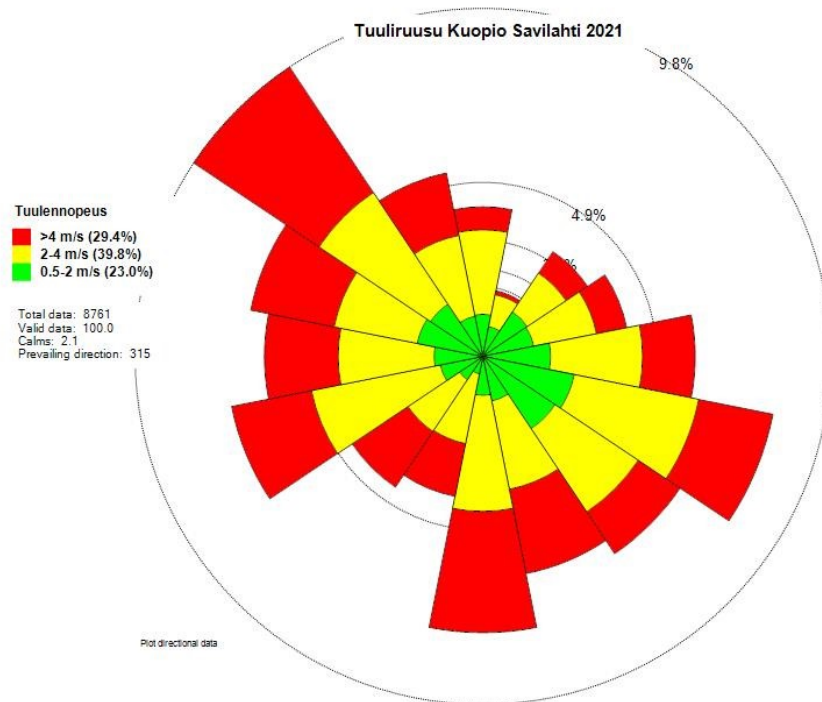
Alkukeväästä maaliskuussa säätila vielä vaihteli talvisen ja lämpimämmän kevätseen välillä, mutta säätyyppi lämpeni selvästi loppukuusta ja samalla lumipeite hupeni nopeasti. Itä-Suomessa maaliskuun puolessavälissä oli vielä kovia yöpakkasia. Kevät jatkui huhtikuussa ja toukokuussa vaihtelevassa kevätssä. Huhtikuun lopussa saatiin vielä lumisateitakin, vaikka ei lunta loppukuusta enää ollutkaan. Toukokuun puoliväli oli erityisen lämmin ja lämpötila kohosi hellelukemiin. Toukokuussa satoi myös erityisen paljon.

Koko alkukesä kesä-heinäkuussa oli hyvin lämmin ja aurinkoinen ja samalla myös kuiva. Erityisesti kesäkuu oli ennätyksellisen lämmin. Kesäkuussa hellepäiviä oli poikkeuksellisen paljon. Kesäkuun keskilämpötila oli noin 5 astetta ja heinäkuun keskilämpötila noin 3 astetta pitkän ajan keskiarvoa korkeampi. Heinäkuussa mitattiin useina päivinä yli +30 °C:een päivälämpötiloja. Heinäkuussa myös yöt olivat lämpimiä. Kesä päättyi kuitenkin jo koleampana ja sateisena. Sademäärä elokuussa oli noin kaksinkertainen pitkän keskiarvoon nähden.

Viileän loppukesän jälkeen syksy alkoi syyskuussa niin ikään viileänä, joskin melko vähäsateisena. Itä-Suomessa oli syyskuussa noin kaksi astetta tavanomaista viileämpää. Syyskuussa sää oli myös hyvin pilvinen: Lokakuu puolestaan oli melko lämmin ja poikkeuksellisen sateinen. Ensilumi satoi keskisessä Suomessa lokakuun puolessa välissä. Leuto säätyyppi jatkui aina marraskuun loppupuolelle, jolloin sää muuttui hyvinkin talviseksi ja maassa oli lunta. Itä-Suomessa pyrytti runsaasti lunta marraskuun lopussa. Kylmä talvinen sää jatkui koko loppuvuoden joulukuun loppuun saakka. Keski-Suomessa joulukuussa satoi poikkeuksellisen vähän, mutta lunta oli koko maassa.



Vallitsevat tuulet Kuopiossa vuonna 2021 olivat koillisesta-etelästä ja lännestä-luoteesta.



HIUKKASET (PM₁₀ ja PM_{2,5})

Yleistä hiukkasista

Ilmassa olevat hiukkaset voidaan jakaa useisiin fraktioihin niiden koon mukaan. **Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)** ovat peräisin pääosin hiekoitushiekasta, tiesuolasta, teiden ja katujen asfalttipinnasta, maanpinnasta, autojen jarruista ja renkaista ja myös erilaisista teollisuuden prosessipäästöistä. **Pienhiukkaset (PM_{2,5})** ovat puolestaan peräisin pienpolton ja autojen pakokaasuista, energiantuotantolaitosten lentotuhkasta sekä metsä- ja maastopaloista.

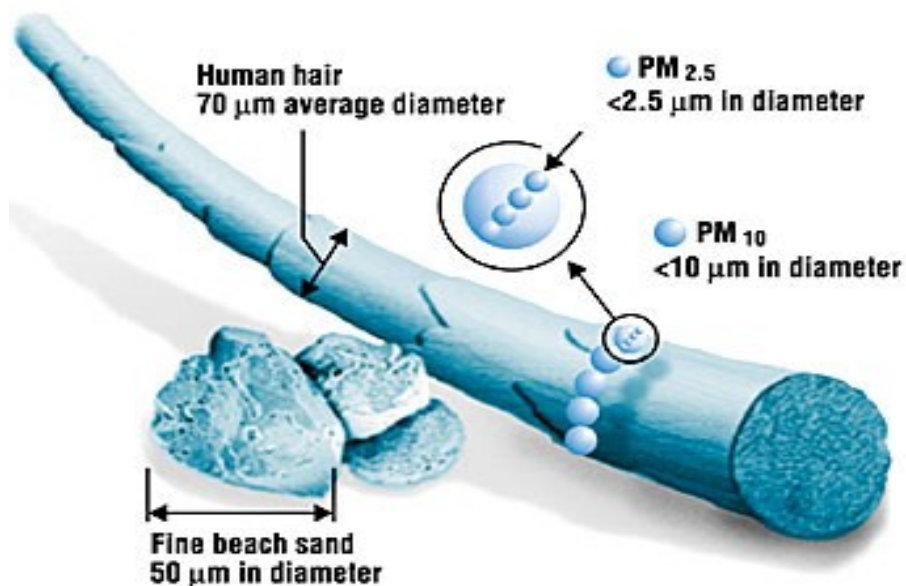


Image courtesy of EPA Office of Research and Development

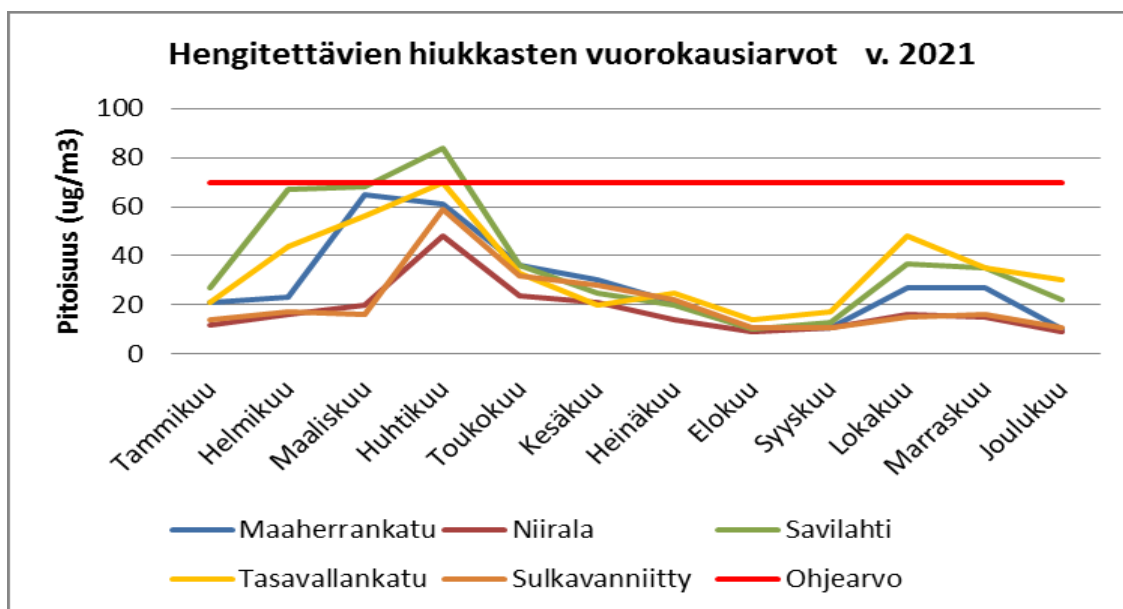
(Kuva EPA, 2010)

Paitsi että ilmakehässä olevista hiukkasista osa on peräisin suorista päästöistä energiantuotannosta, teollisuusprosesseista, liikenteestä ja erilaisista hajapäästöistä (**primäärihiukkaset**), osa hiukkasista on peräisin kaasumaisista epäpuhtauksista (SO₂, NO_x, NH₃ ja VOC-yhdisteet), kun ne reagoivat ilmakehässä (**ns. sekundääriset hiukkaset**). Suomessa pienhiukkasista valtaosa on tällaisia kaukokulkeutuvia sekundäärihiukkasia maan rajojen ulkopuolelta.

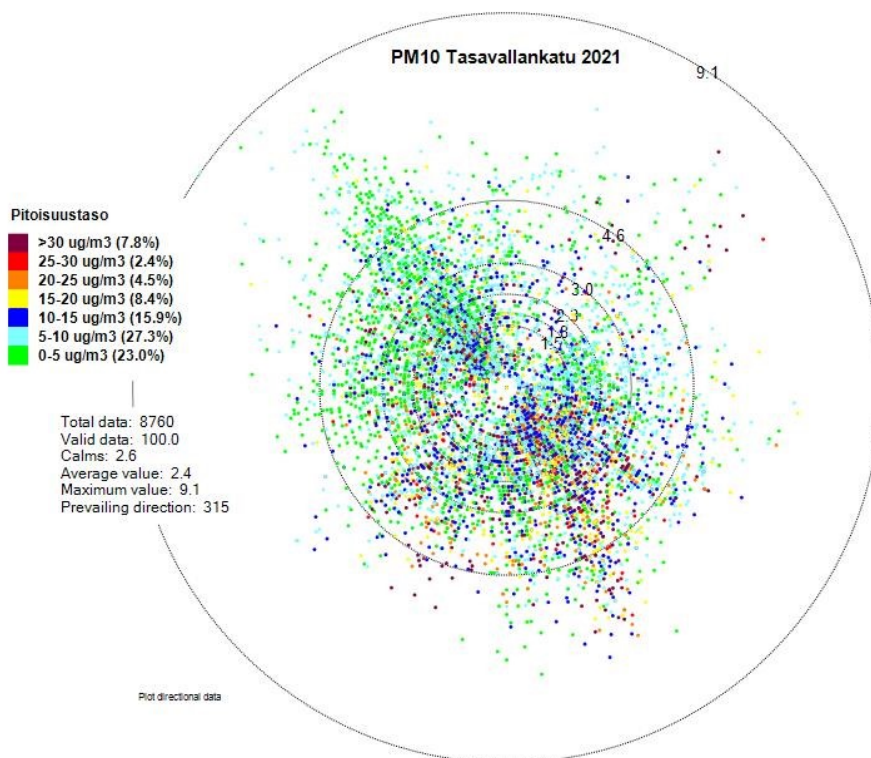
Ilmakehän hiukkasmateriaalista osa on **epäorgaanista**, kuten ammonium-, nitraatti- ja sulfaatti-ionit, ja osa orgaanista. **Orgaaninen aine** koostuu sadoista yksittäisistä yhdisteistä.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin

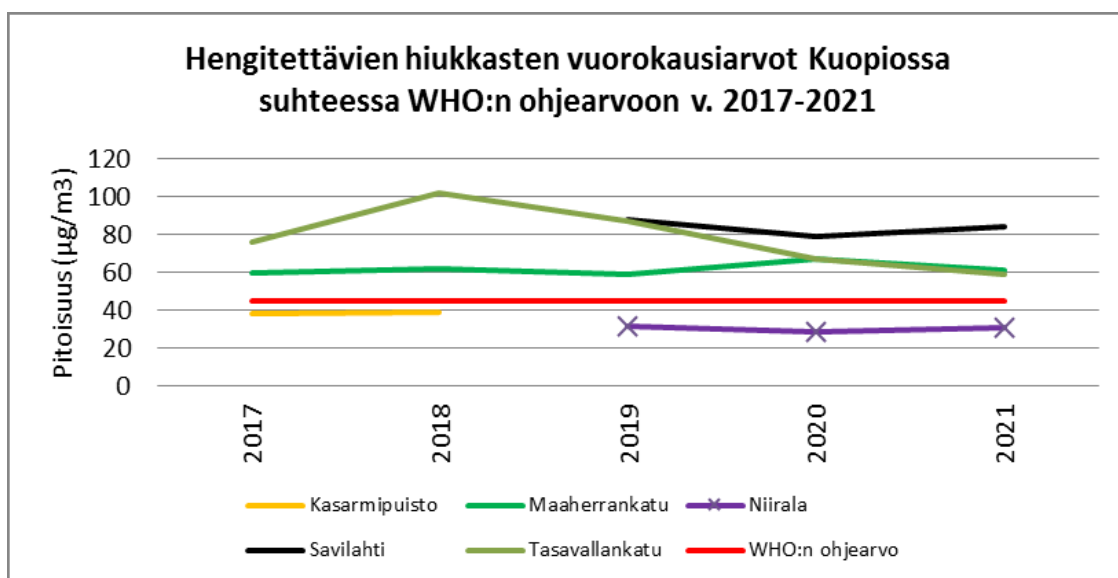
Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) olivat kaikilla mittausasemilla korkeimmillaan katupölyaikaan, joka pääosin ajoittui huhtikuulle. Kuitenkin jo maaliskuussa vilkkaimmin liikennöidyillä alueilla hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat koholla katupölyn vuoksi. Syksyllä loka-marraskuussa, ennen kuin lumipeite oli maassa, ilmassa oli myös hengitettäviä hiukkasia, katupölystä johtuen. Lisäksi loka-marraskuun vaihteeseen ajoittui hiukkasten voimakas kaukokulkeumaepisodi. Pitoisuudet olivat vuonna 2021 korkeimmat moottoritien vaikutuspiirissä Savilahden mittausasemalla sekä Tasavallankadun ja Maaherrankadun mittausasemilla. Huhtikuussa Savilahdessa kansallinen ohjearvo 70 µg/m³ ylittyi selvästi ja Tasavallankadun mittausasemalla oltiin ohjearvon tasolla.



Hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttaa eniten tieliikenne ja katupöly. Tämä ilmenee hyvin esimerkiksi Tasavallankadun mittausaseman tuloksista, joista voidaan nähdä, että korkeimmat pitoisuudet on mitattu, kun tuuli on ollut Tasavallankadun suunnasta sekä Tasavallankadun ja Siikaniemenkadun risteyksen suunnasta. Tuulianalyysin perusteella Tasavallankadun mittausasemalla hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin mahdollisesti vaikuttaa jossain määrin myös Niiralan pientaloalueen lämmityksen päästöt.

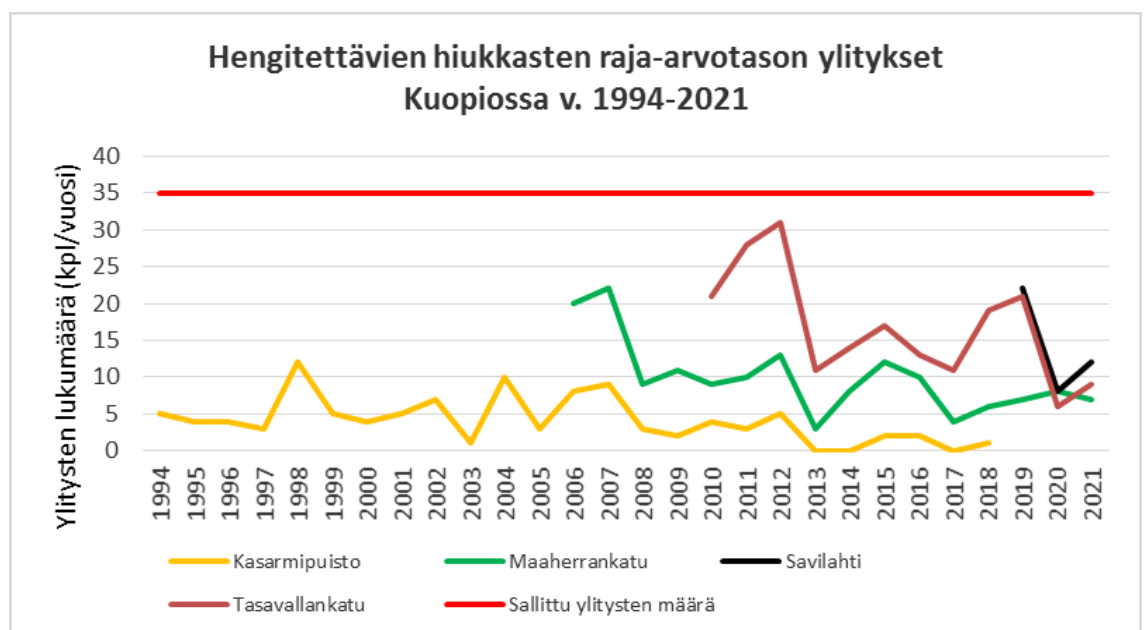
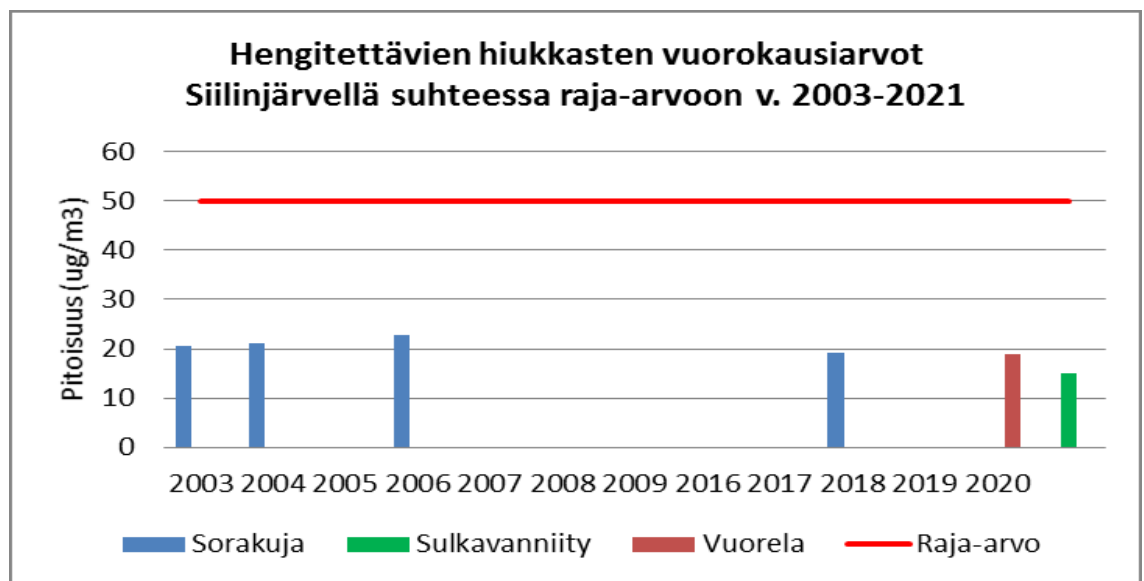
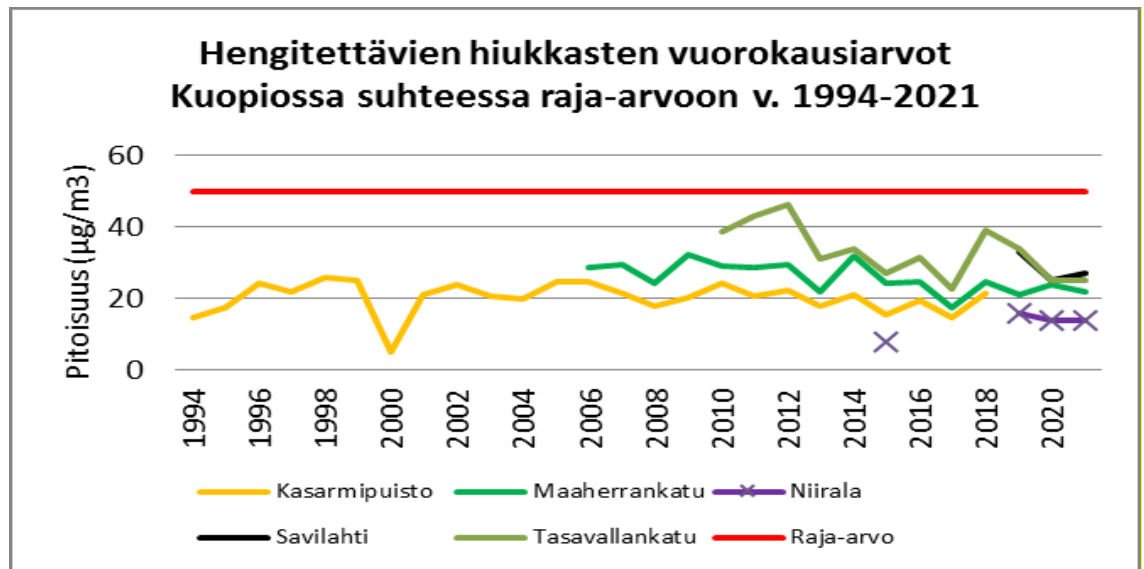


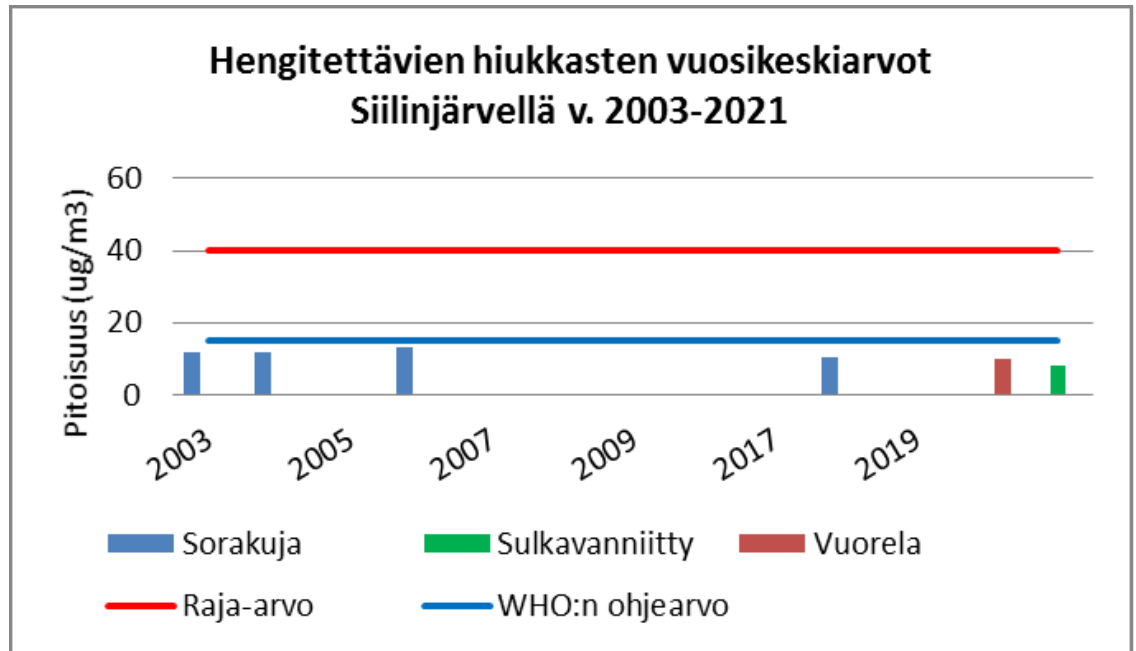
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat vuosina 2017-2021 ylittäneet reilusti Maailman terveysjärjestön (WHO) vuorokausiohjearvon 45 µg/m³ Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla. Myös Siilinjärven Sulkavanniityn mittausasemalla WHO:n vuorokausiohjearvo ylittyi niukasti vuonna 2021.



Hengitettävien hiukkasten raja-arvo 50 ug/m³ (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) ei virallisesti ylittynyt millään mittausasemalla Kuopiossa tai Siilinjärvellä vuonna 2021. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason 50 ug/m³ ylityksiä vuonna 2021 Kuopiossa mitattiin Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla hieman enemmän kuin vuonna 2020. Savilahdessa ylityksiä mitattiin 12 vuorokautena, Tasavallankadulla 9 vuorokautena, Maaherrankadulla 7 vuorokautena ja Niiralassa yhtenä vuorokautena. Savilahdessa, Tasavallankadulla ja Maaherrankadulla osa ylityksistä mitattiin helmi- ja maaliskuussa pakkaspäivinä ja tällöin ylitykset johtuivat tieliikenteen

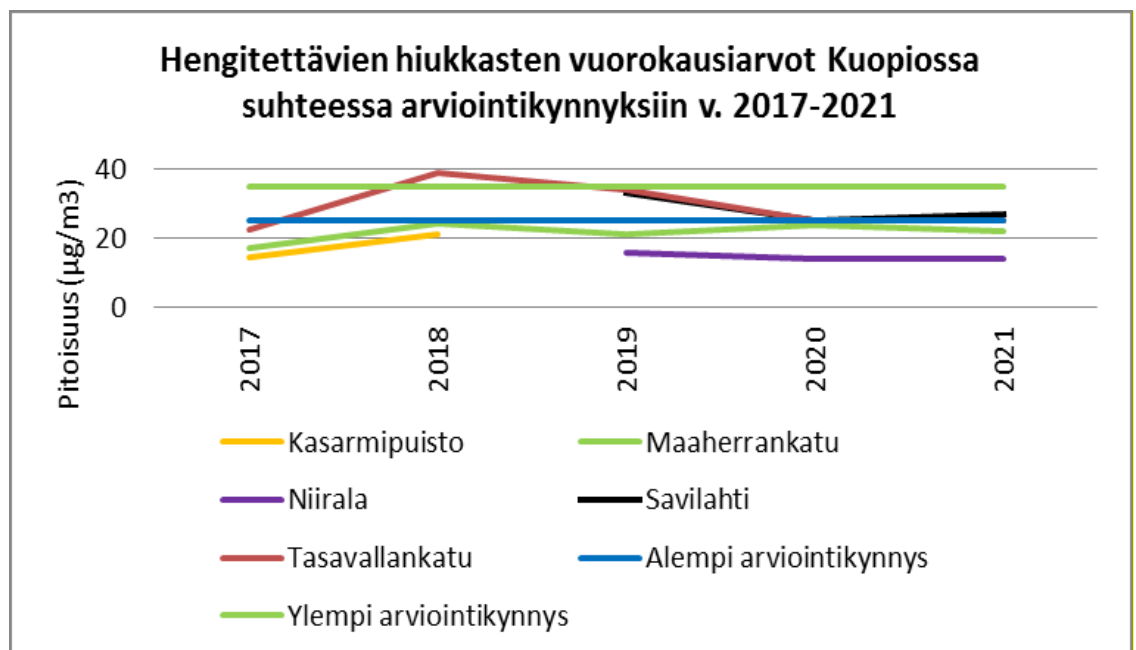
pakokaasupäästöistä. Siilinjärven Sulkavanniityllä ylityksiä mitattiin 2 vuorokautena ja ne osin liittyivät mittausaseman lähistöllä tehtyjen maanrakennustöiden aiheuttamaan pölyämiseen huhtikuussa.



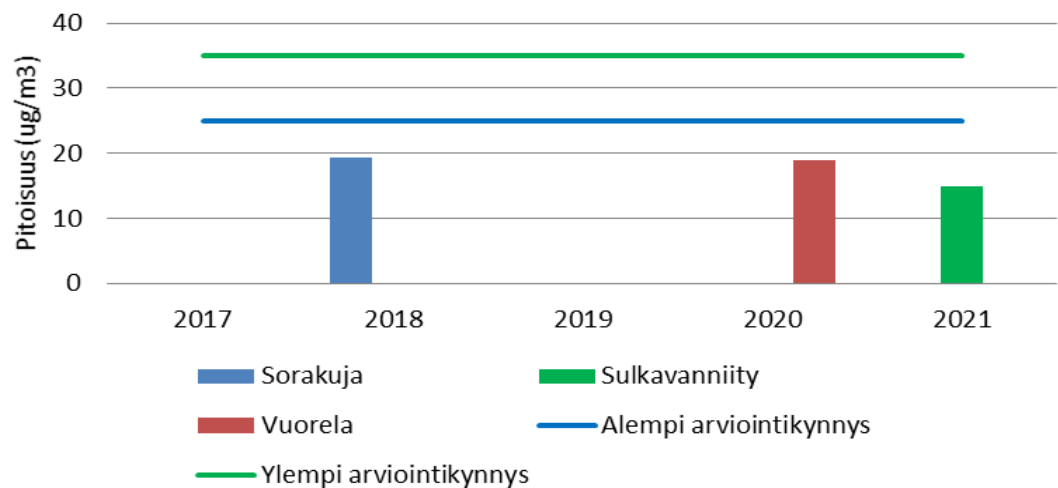


Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin

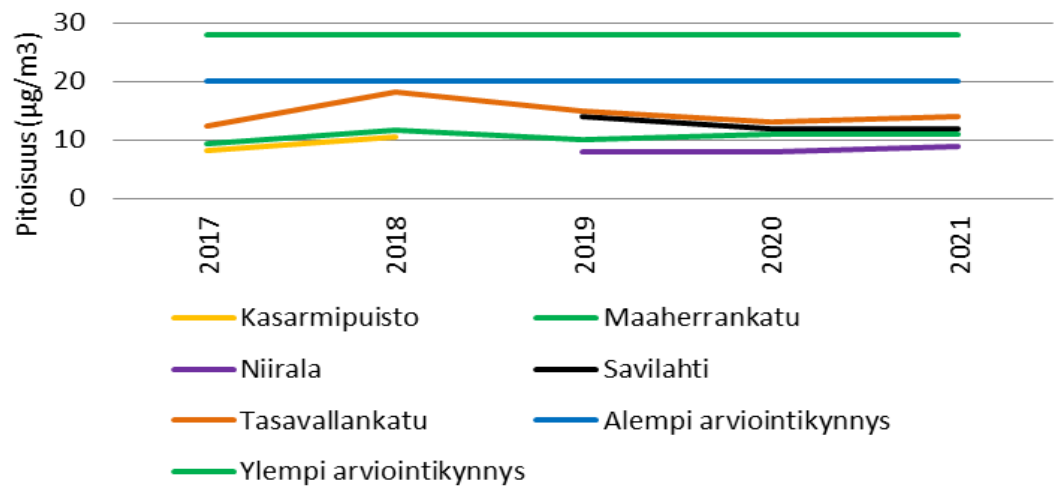
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvon arviointikynnyksiin verrannolliset vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat vuosien 2017-2021 aikana ylittäneet alemman arviointikynnyksen Kuopion Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla. Vuonna 2018 Tasavallankadulla ylittyi myös ylempi arviointikynnys. Sen sijaan vuosikeskiarvon arviointikynnyksiin verrannolliset vuosikeskiarvot ovat alittaneet alemman ja ylempään arviointikynnyksen vuosina 2017-2021 kaikilla mittausasemilla Kuopiossa ja Siilinjärvellä.



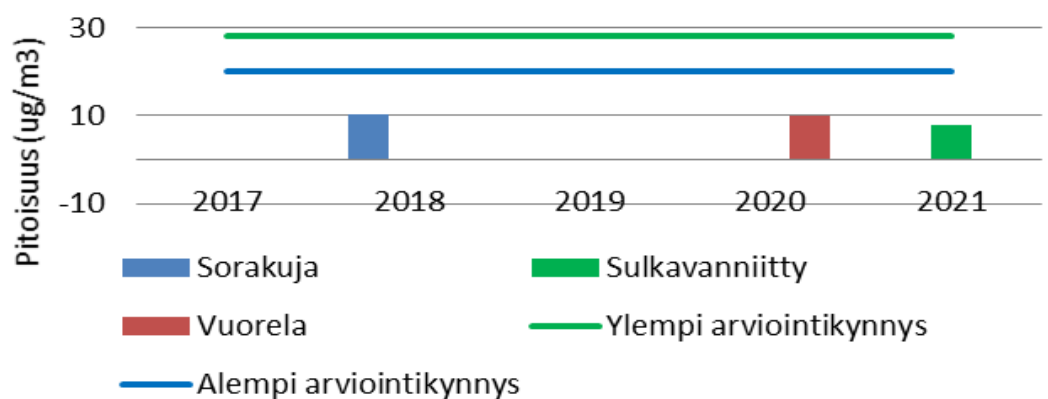
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin v. 2017-2021



Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin v. 2017-2021

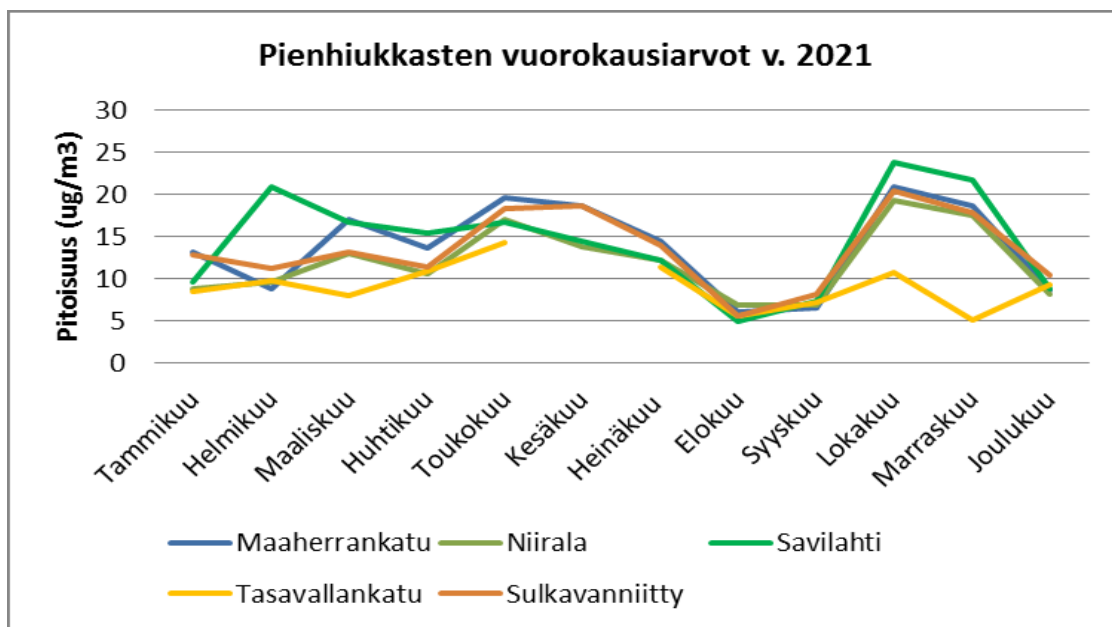


Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin v. 2017-2021

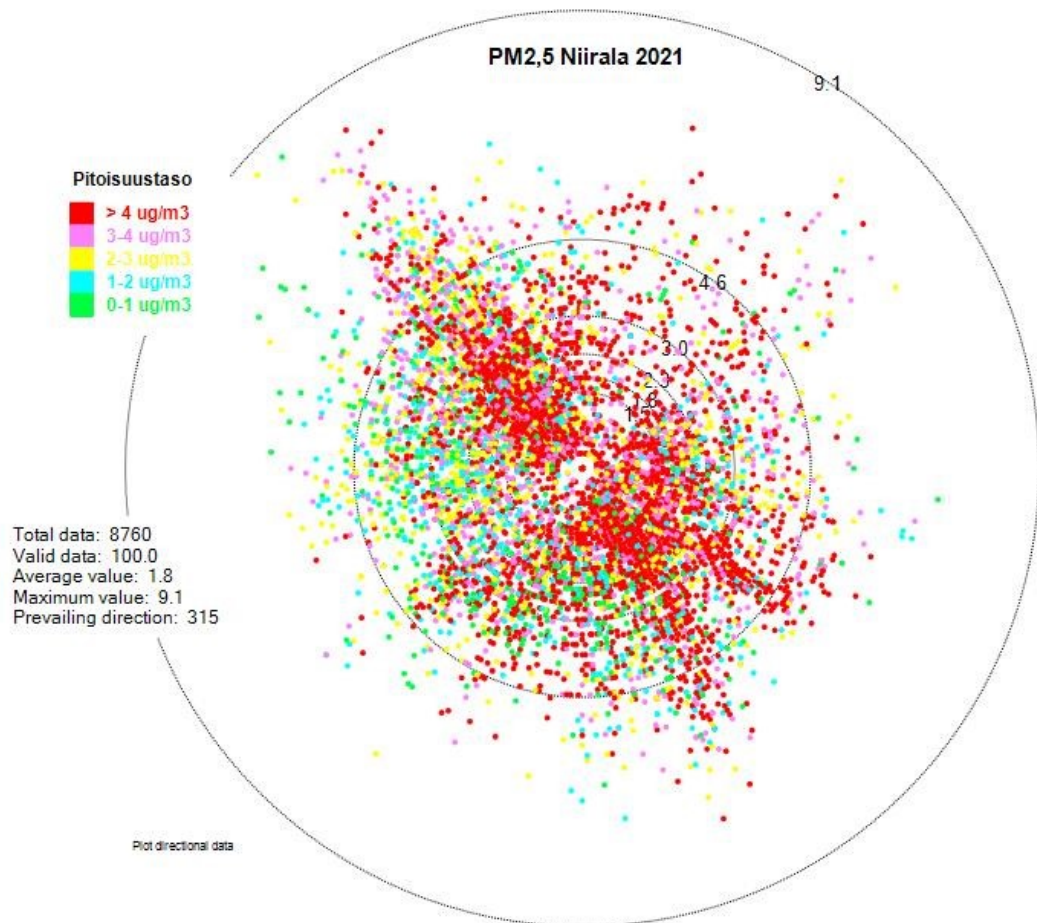


Pienhiukkasten pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin

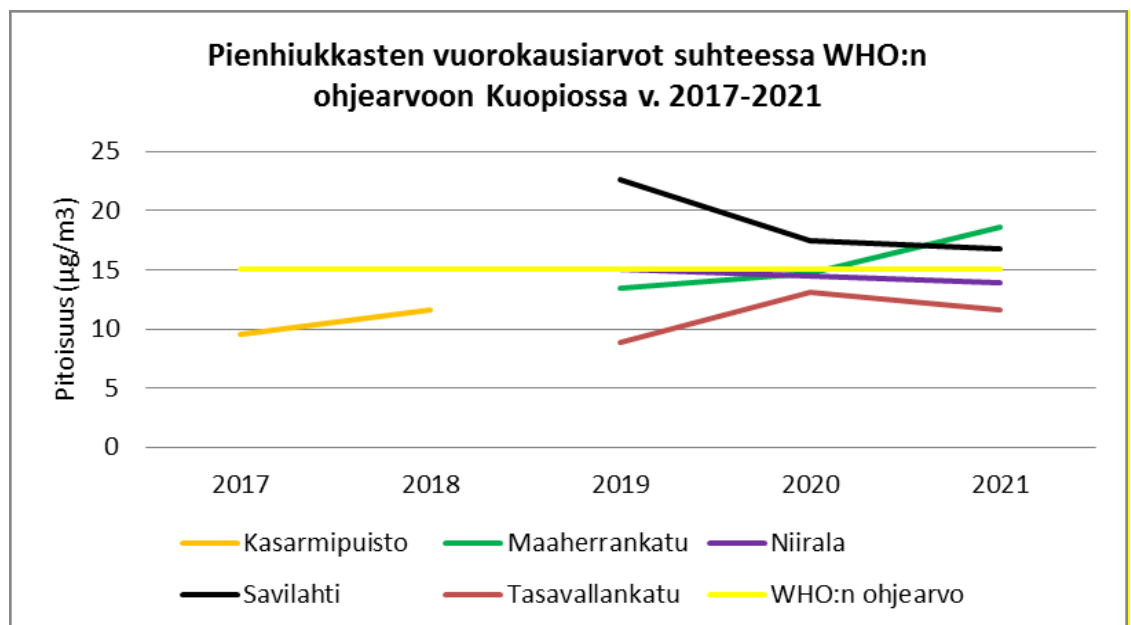
Pienhiukkasten pitoisuudet (kuukauden korkein vuorokausikeskiarvo) olivat korkeimmillaan syksyllä loka-maraskuussa kaikilla muilla mittausasemilla paitsi Tasavallankadulla. Pitoisuuksia kohotti tällöin kuukausien vaihteeseen ajoittunut voimakas hiukkasten kaukokulkeumaepisodi. Marraskuun tulokset Tasavallankadulta eivät kuitenkaan ole edustavia mittalaitevian vuoksi. Tämä osaltaan selittää Tasavallankadun tulosten poikkeavuuden marraskuulta suhteessa muiden mittausasemien tuloksiin. Muutoin pienhiukkaspitoisuudet olivat koholla lämpimän ja kuivan loppukevään ja alkukesän aikana sekä Savilahdessa moottoritien vaikutuspiirissä pakkaspäivinä helmikuussa.

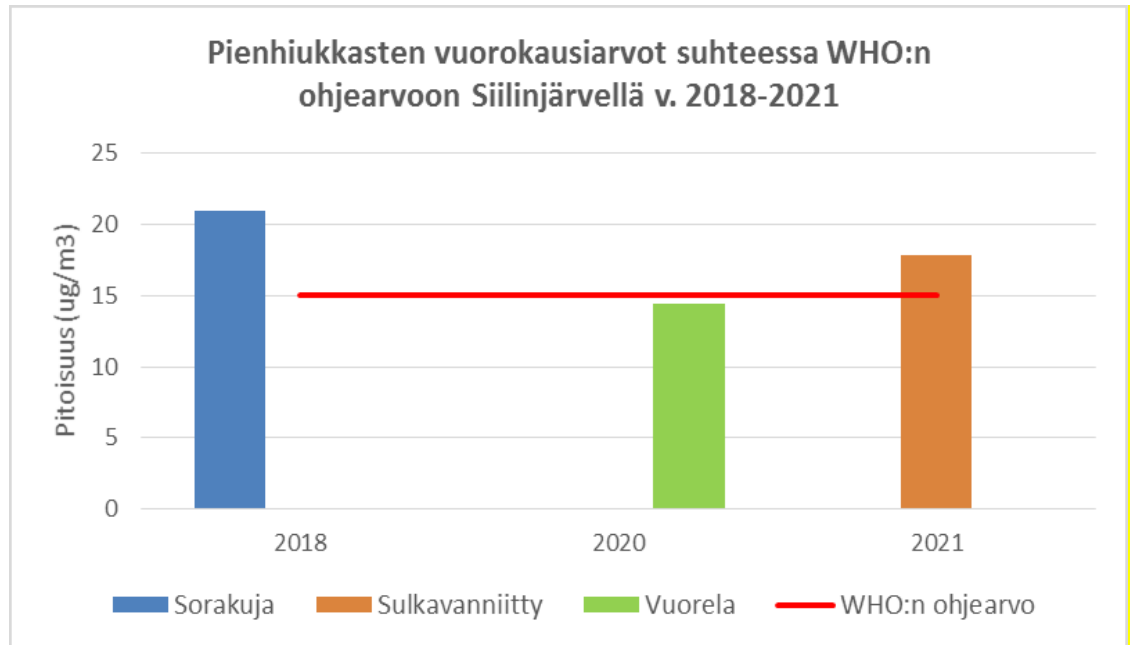


Kuopion seudulla pienhiukkaisista valtaosa on kaukokulkeumaa etelästä. Paikallisilla päästöillä on vaikutusta pienhiukkaspitoisuuksiin etenkin pientaloalueilla, joilla on paljon puun pienpolttua. Tämä on havaittavissa Niiralan mittausaseman tuloksissa, missä mitatut korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet jakautuvat tuulensuunnan mukaan melko tasaisesti, kun mittausasema sijaitsee pientaloalueen keskellä.

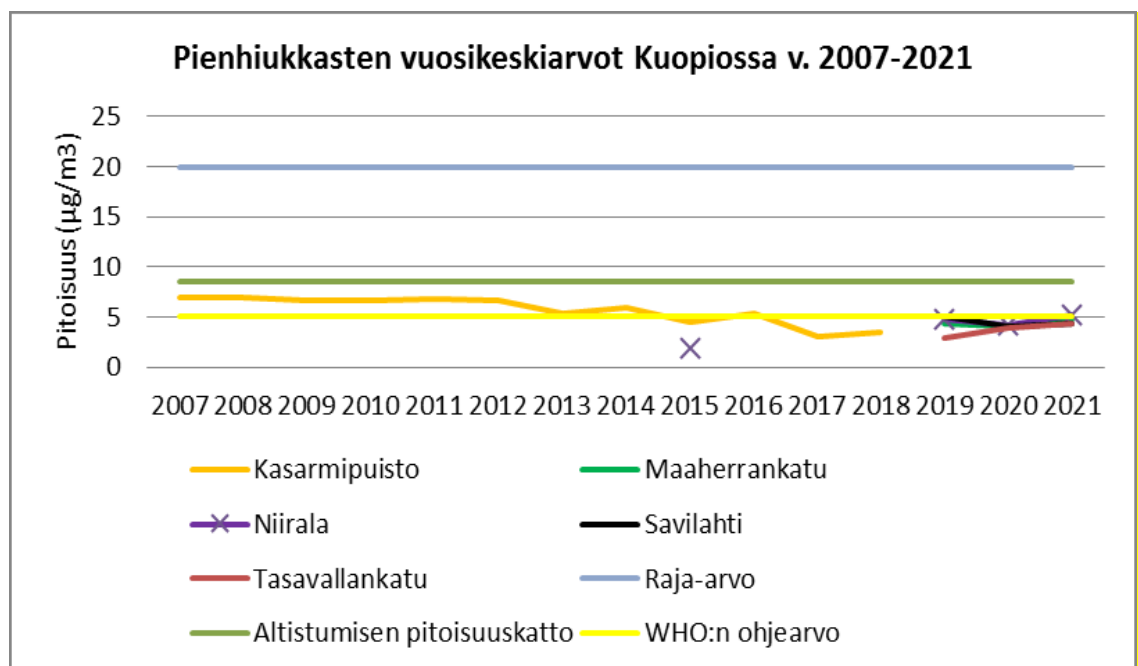


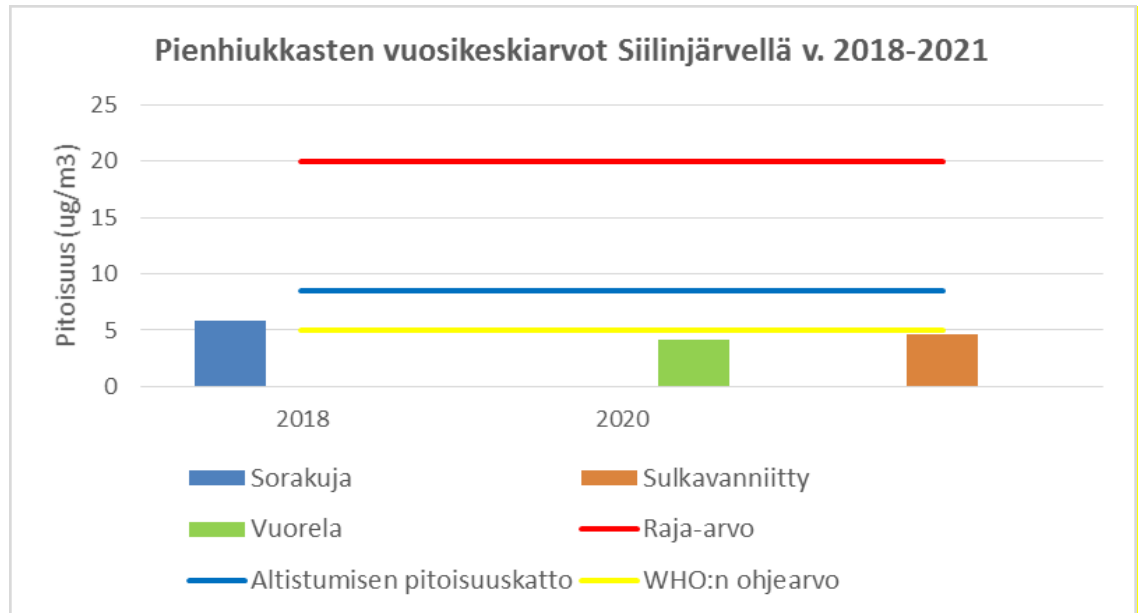
Pienhiukkasten vuorokausiarvo (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) ylitti vuonna 2021 Maailman terveysjärjestön (WHO) vuorokausiohjearvon 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sekä Maaherrankadulla että Savilahdessa ja Niiralassakin vuorokausiarvo oli varsin lähellä ohjearvoa. Siilinjärven Sulkavanniityllä WHO:n ohjearvoon verrannollinen pienhiukkasten vuorokausiarvo oli 17,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli myös siellä ohjearvo ylittyi.





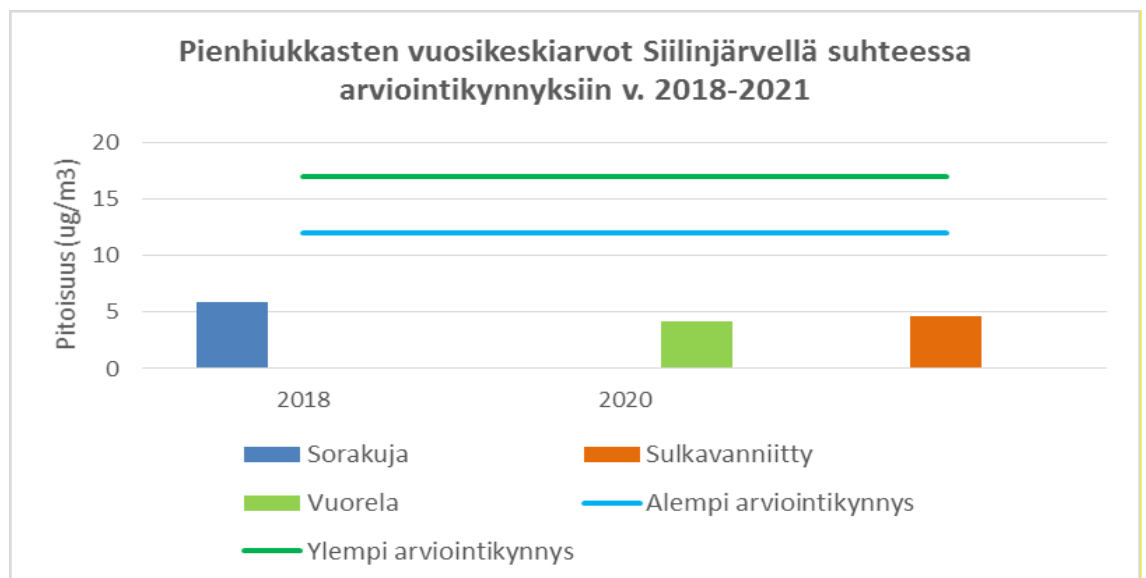
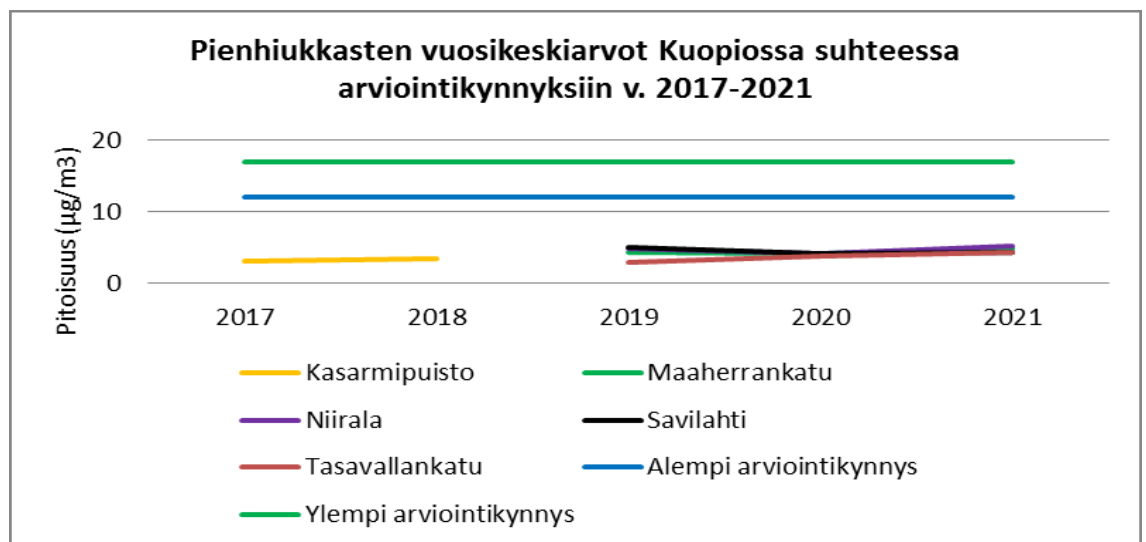
Pienhiukkasten vuosikeskiarvot alittivat kaikilla mittausasemilla selvästi ilmanlaatuasetuksen raja-arvon sekä kansallisen pienhiukkasten altistuskaton. Sen sijaan Maailman terveysjärjestön vuosiohjearvo ylittyi lievästi Niiralan mittausasemalla ja muillakin mittausasemilla vuosikeskiarvo oli varsin lähellä WHO:n ohjearvoa. Niiralassa pienhiukkaspitoisuuksia kohottaa pientaloalueen puun pienpoltto. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat olleet hienoisessa laskussa 2000-luvulla, joskin vuonna 2021 vuosikeskiarvot olivat pääosin jonkin verran korkeampia kuin kahtena edellisellä vuonna.





Pienhiukkasten pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin

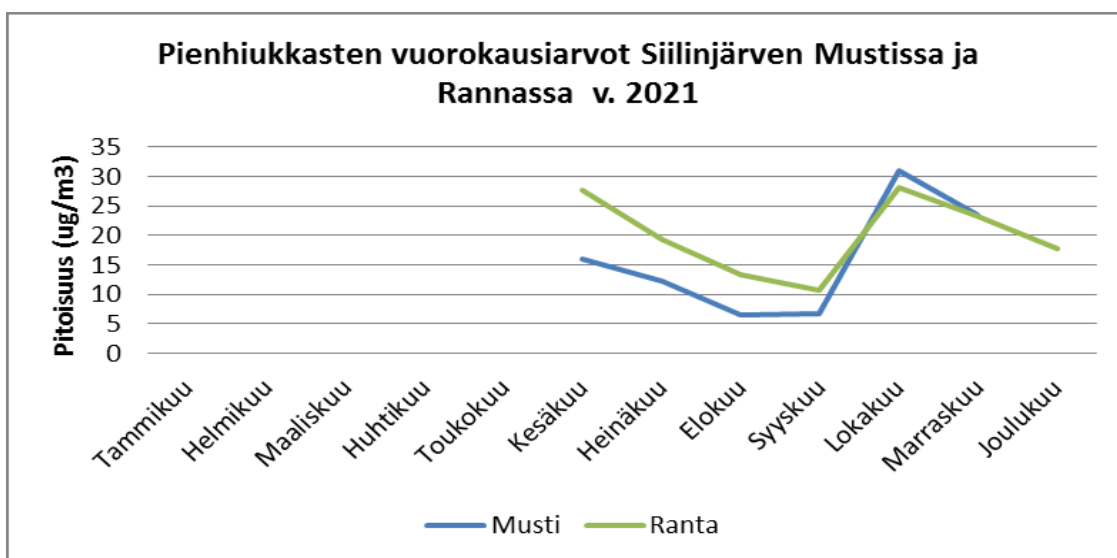
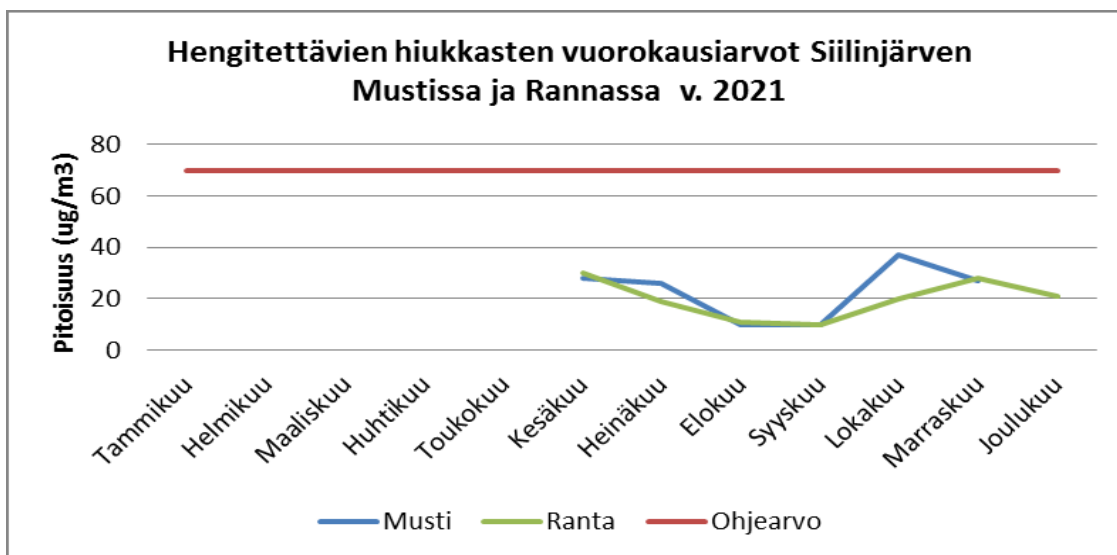
Pienhiukkasten arviointikynnyksiin verrannolliset vuosikeskiarvot ovat selvästi alittaneet alemman ja ylemmän arviointikynnyksen vuosina 2017-2021.



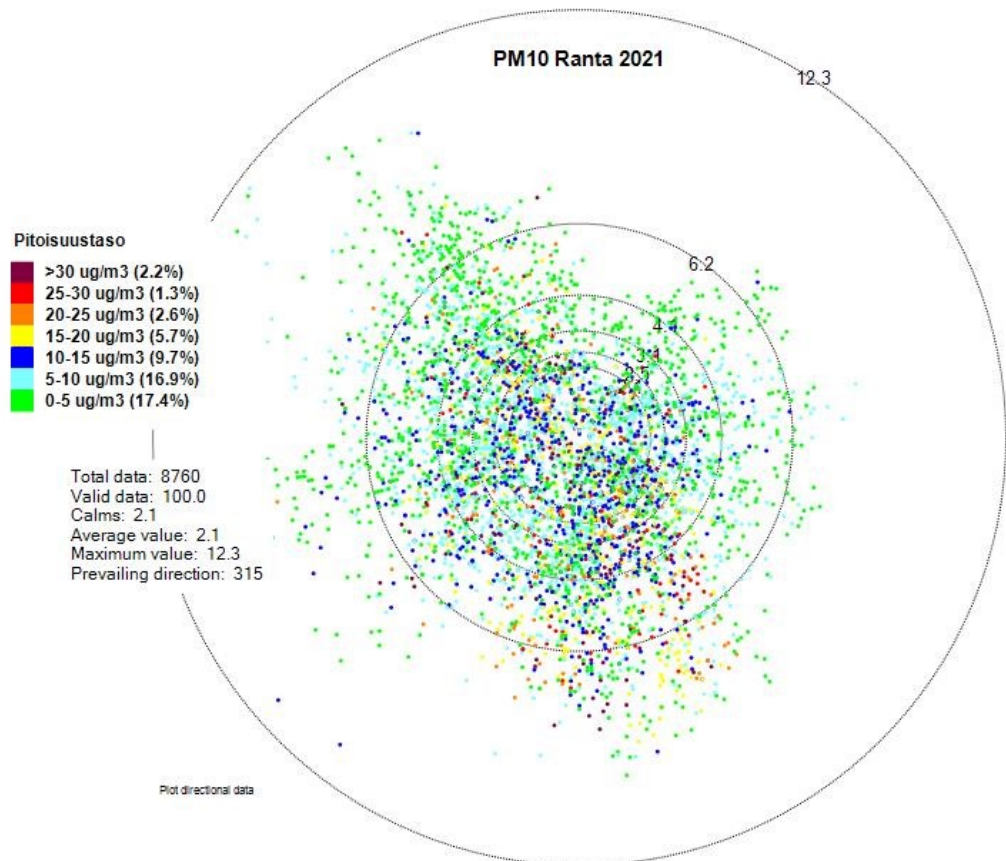
Pölytilanne Yara Suomi Oy:n kaivoalueen ympäristössä Siilinjärvellä

Vuonna 2021 hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauksia Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä Siilinjärvellä tehtiin Mustin alueella rikastushiekka-alueen pohjoispuolella sekä Rannan alueella louhosalueen itäpuolella. Lisäksi hiukkasmittauksia tehtiin Sulkavanniin asuinalueella kaivosalueen ja kipsijätteen varastoalueen eteläpuolella. Sulkavanniin mittaukset olivat raja-arvoa valvovia mittauksia, jotka täyttivät jatkuvatoimisten mittauksen laatuvaatimukset. Sulkavanniin yksityiskohtaiset tulokset on esitetty edellisissä kappaleissa. Mustissa ja Rannassa mittaukset aloitettiin kesäkuun alussa ja mittaukset tehtiin suuntaa-antavilla mittalaitteilla, joiden tulokset vastaavat suuntaa-antavien mittauksen tuloksia tarkkuudeltaan. Koska tuloksia vuodelta 2021 on vain noin puolelta vuodelta, kaikkien tunnuslukujen osalta tulokset eivät ole tilastollisesti edustavia.

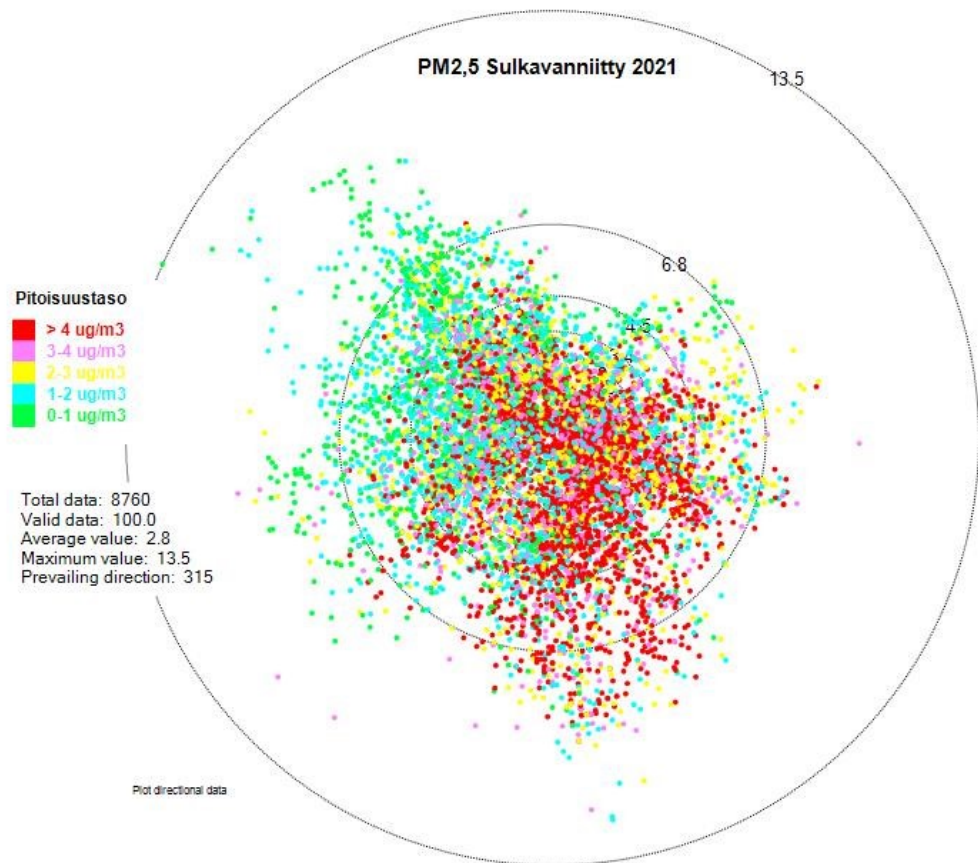
Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) ja pienhiukkasten pitoisuudet (kuukauden korkein vuorokausikeskiarvo) olivat korkeimmillaan alkukesän ja alkusyksyn aikaan. Alkukesästä pitoisuuksia kohotti lämmin ja kuiva sää, mikä lisäsi yleisesti maaston pölyämistä. Loka-marraskuun vaihteessa sekä hengitettävien hiukkasten että pienhiukkasten pitoisuuksia kohotti kuukauden vaihteeseen ajoittunut voimakas kaukokulkeumaepisodi. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet alittivat selvästi kansallisen ohjearvon.



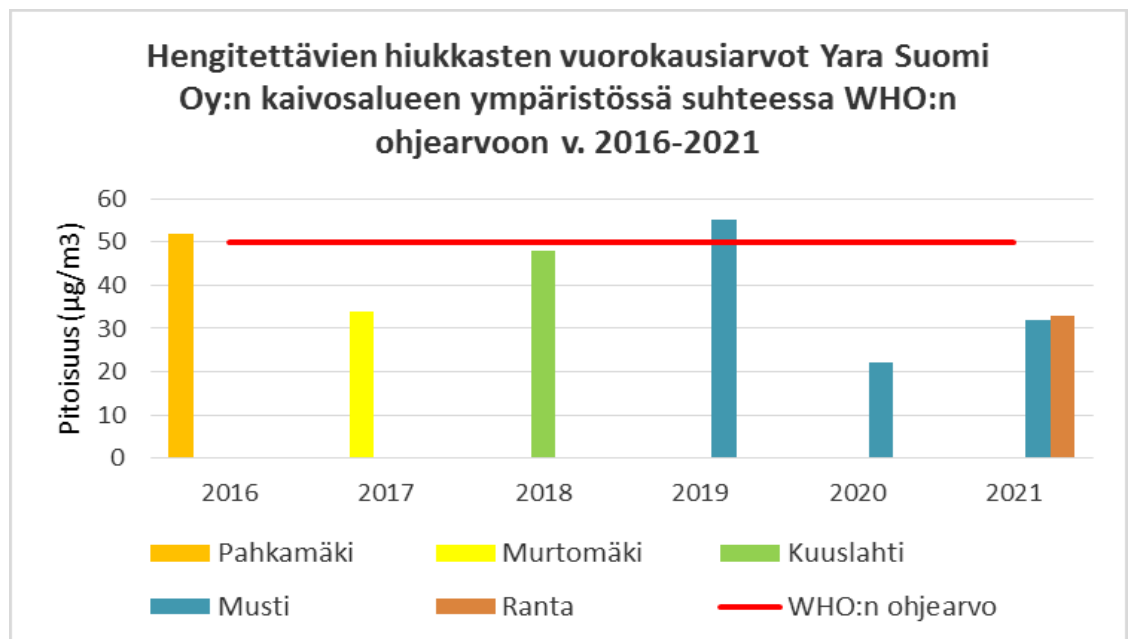
Yara Suomi Oy:n kaivosalueen pölypäästöjen vaikutus hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin Mustissa ja Rannassa ei vuoden 2021 tuloksissa vaikuta olevan kovin suuri. Esimerkiksi Rannan mittauspisteessä tuulianalyysin perusteella suuri merkitys korkeimpiin mitattuihin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin vaikuttaa olevan mittauspisteen pientalon pihapiirin pölyämisellä ja mahdollisesti lämmityksen päästöillä.



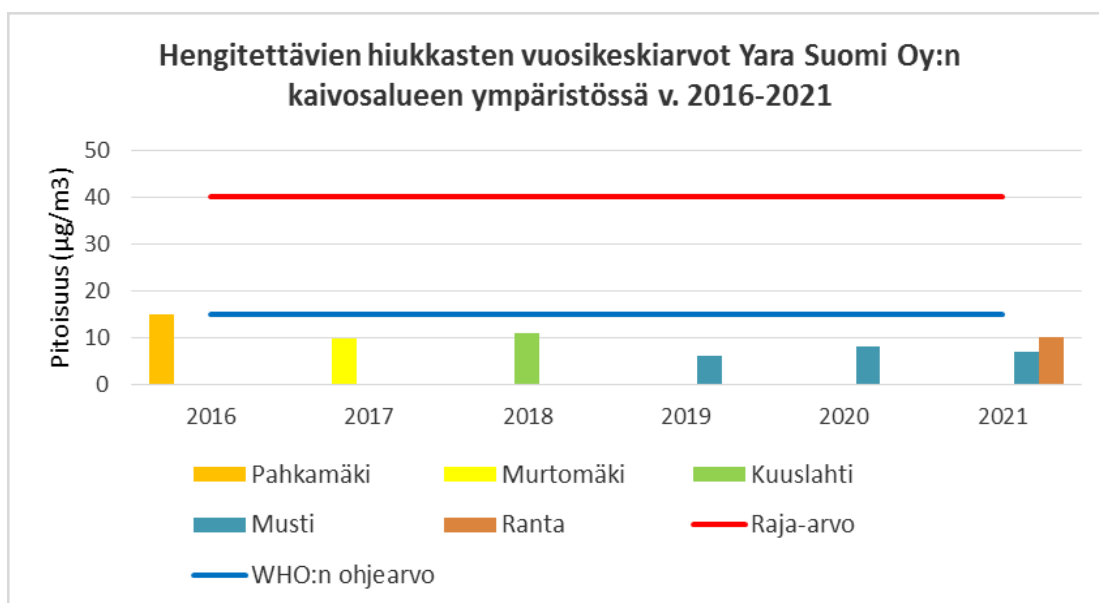
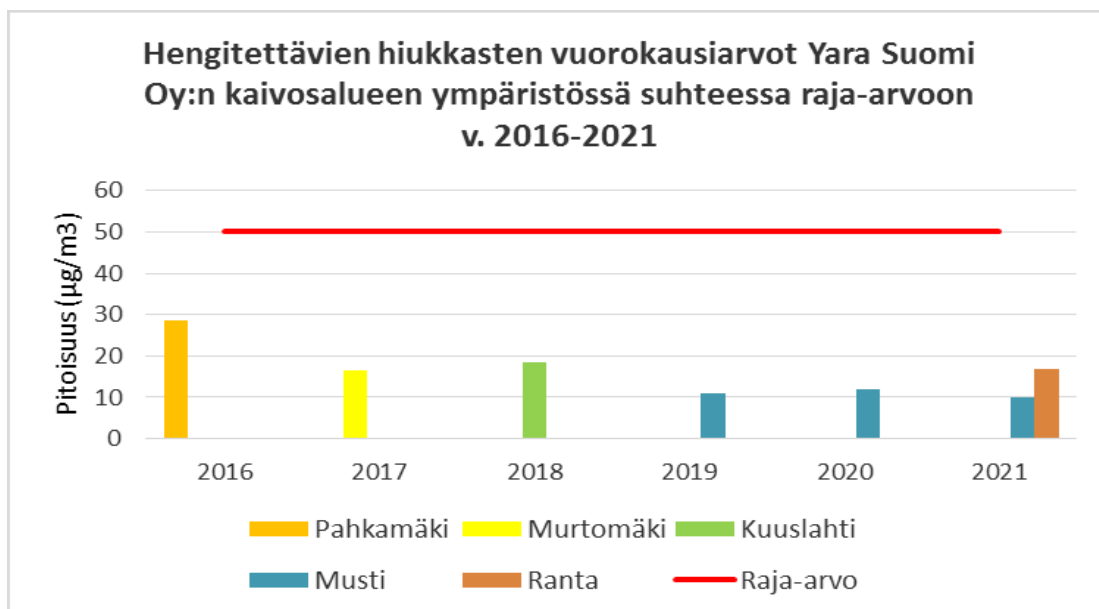
Yara Suomi Oy:n kaivosalueen pölypäästöjen vaikutus pienhiukkasten pitoisuuksiin kaivosalueen ympäristössä on vuoden 2021 tulosten perusteella vähäinen verrattuna esimerkiksi kaukokulkeumaan. Sulkavanniityn pientaloalueella vallitsevat pienhiukkaspitoisuudet vaikuttavat tuulianalyysin perusteella olevan valtaosin peräisin pientaloalueella tapahtuvan pienpolton päästöistä.



Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat lievästi ylittäneet WHO:n ohjearvon vuonna 2016 Pahkamäessä ja vuonna 2019 Mustissa. Vuonna 2021 ohjearvo alitettiin sekä Mustissa että Rannassa.



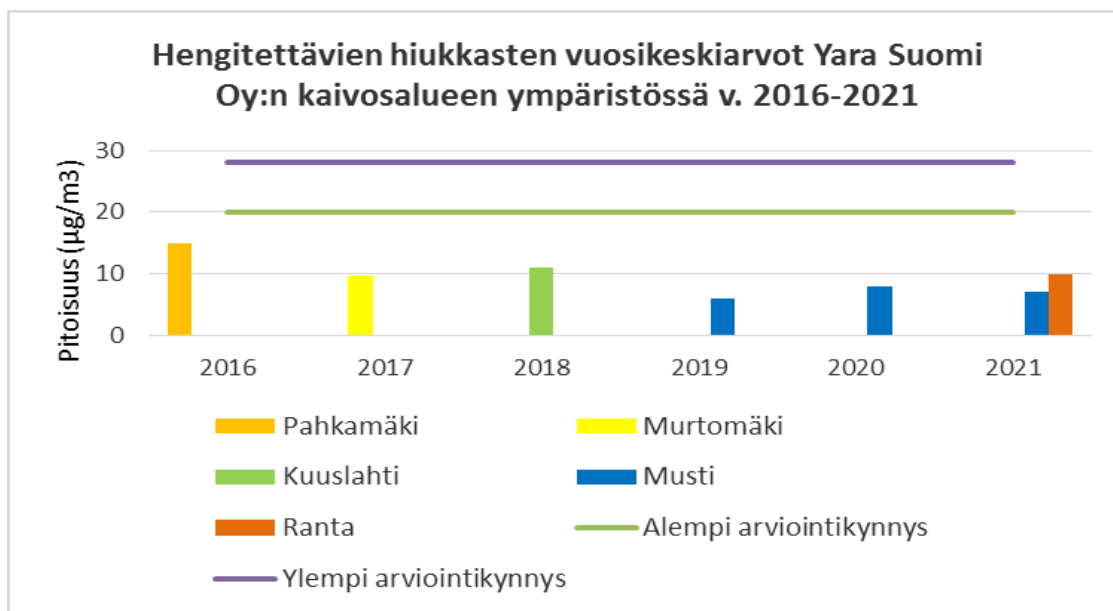
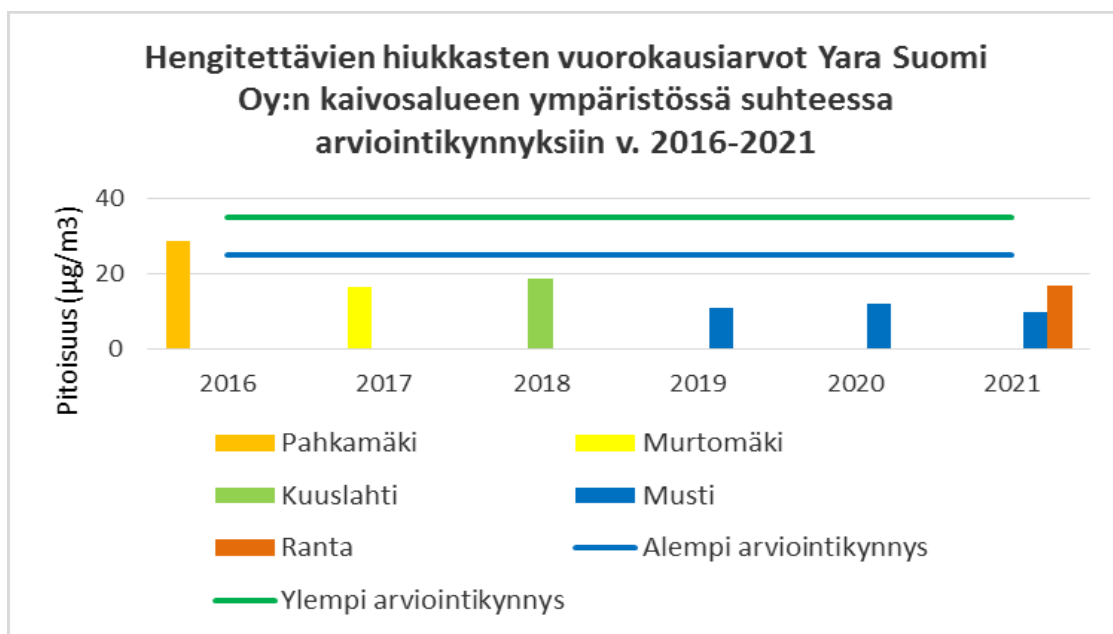
Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) ja vuosikeskiarvot alittivat ilmanlaatuasetuksen raja-arvot ja vuosikeskiarvot myös WHO:n ohjearvon vuonna 2021.



Vuonna 2021 hengitettävien hiukkasten raja-arvotason 50 µg/m³ ylityksiä ei mitattu Mustissa tai Rannassa kesä-joulukuun aikana.



Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvoa ja vuosikeskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset alittuivat vuonna 2021. Vuosina 2016-2021 vain vuonna 2016 Pahkamäessä vuorokausiarvoa koskeva alempi arviointikynnys on ylittynyt.

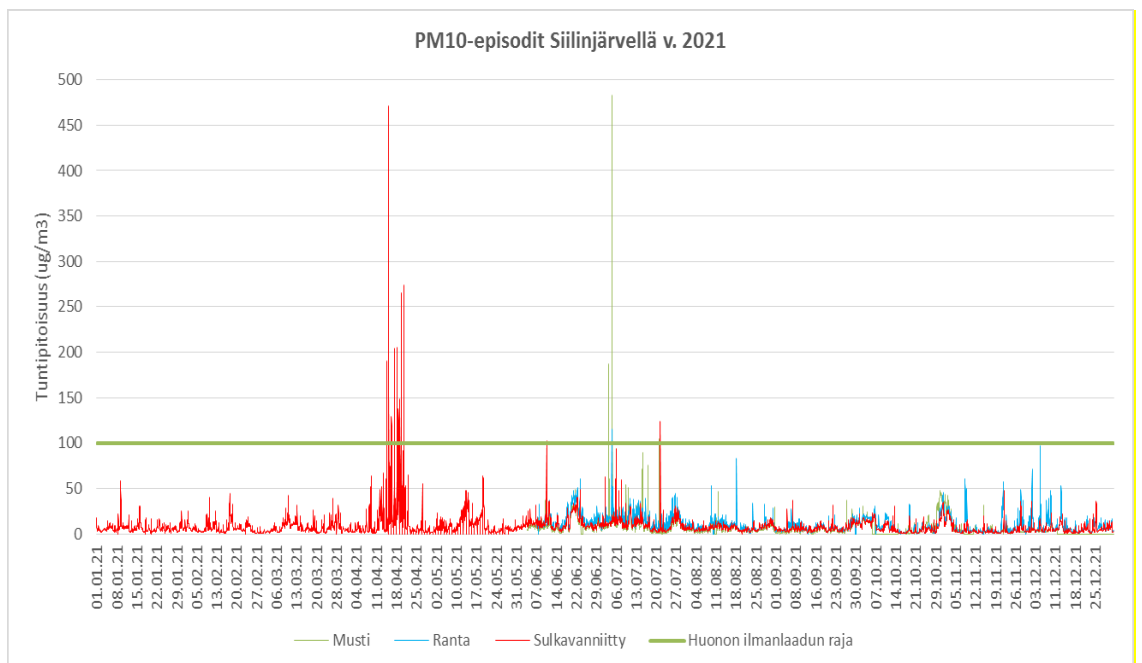
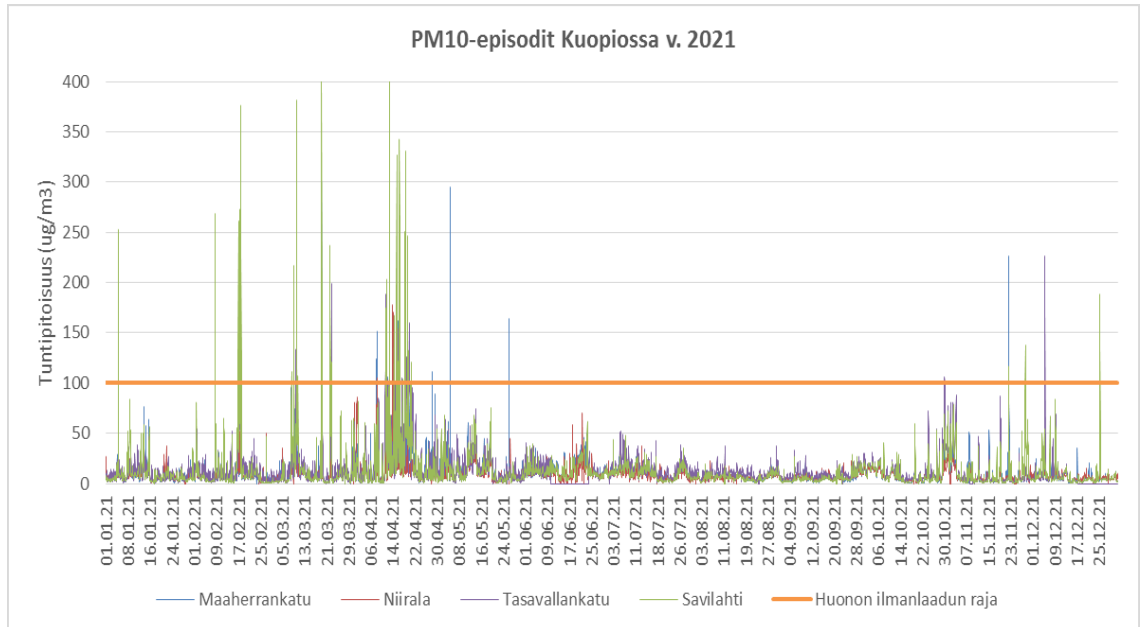


Pienhiukkasten vuosikeskiarvo Mustissa oli $4,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Rannassa $5,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Rannan selvästi korkeampaan vuosikeskiarvoon vaikutti hyvin todennäköisesti kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt pihapiirissä, missä mittalaite sijaitsee. Rannan vuosikeskiarvo ylittää WHO:n ohjearvon, mikä on $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös WHO:n vuorokausiohjearvo $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylittyi molemmilla mittauspaiikoilla. Mustissa ohjearvoon verrannollinen arvo oli $21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja Rannassa $23,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

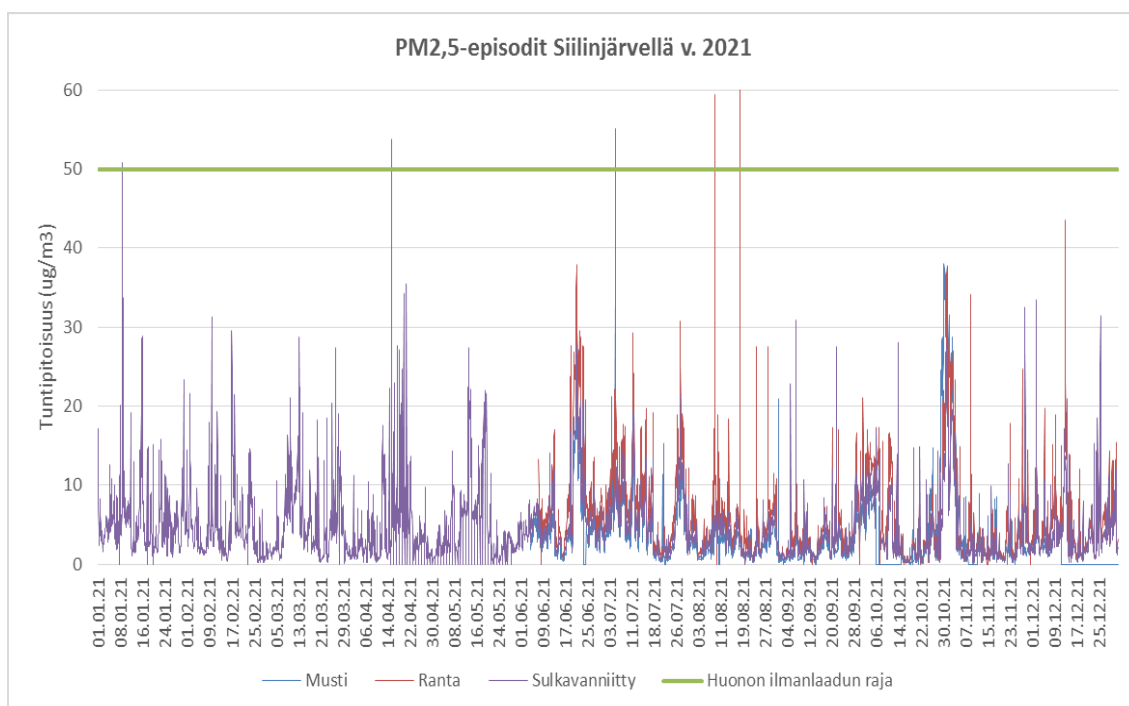
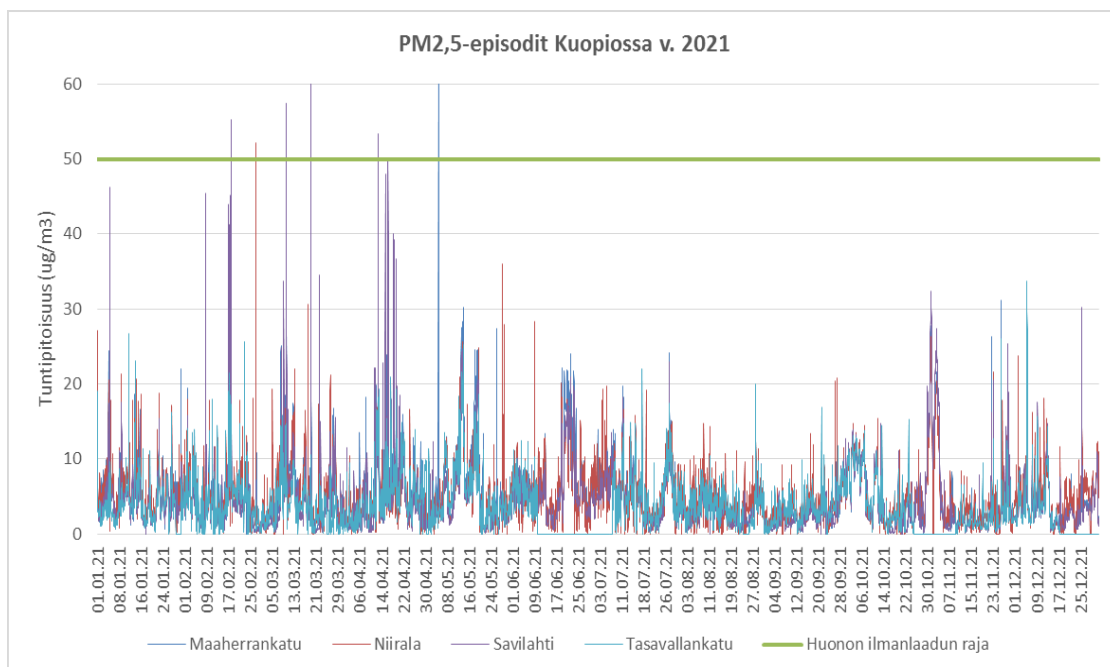
Pölyepisodit ja hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavat tekijät vuonna 2021

Vuonna 2021 kevään katupölyepisodi ajoittui maaliskuun loppupuolen ja huhtikuun puolenvälin väliselle ajalle. Yksittäisiä lyhyitä katupölystä aiheutuvia hengitettävien hiukkasten episodeja oli jo maaliskuussa sekä syksyllä

lokakuussa ennen, kuin maahan satoi pysyvä lumi. Etenkin Kuopiossa liikenneympäristössä oli pakkaspäivinä helmi- ja joulukuussa yksittäisiä päiviä, jolloin hengitettävien hiukkasten pitoisuudet kävivät reilusti koholla. Helteisestä kuivasta säästä johtuen hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat lievemmin koolla useita kertoja toukokuun lopun ja heinäkuun lopun välisenä aikana. Lisäksi pidempiä kaukokulkeumasta johtuvia hengitettävien hiukkasten episodeja, jolloin pitoisuudet kohosivat kaikilla mittausasemilla, oli syys-lokakuun sekä loka-marraskuun vaihteessa.



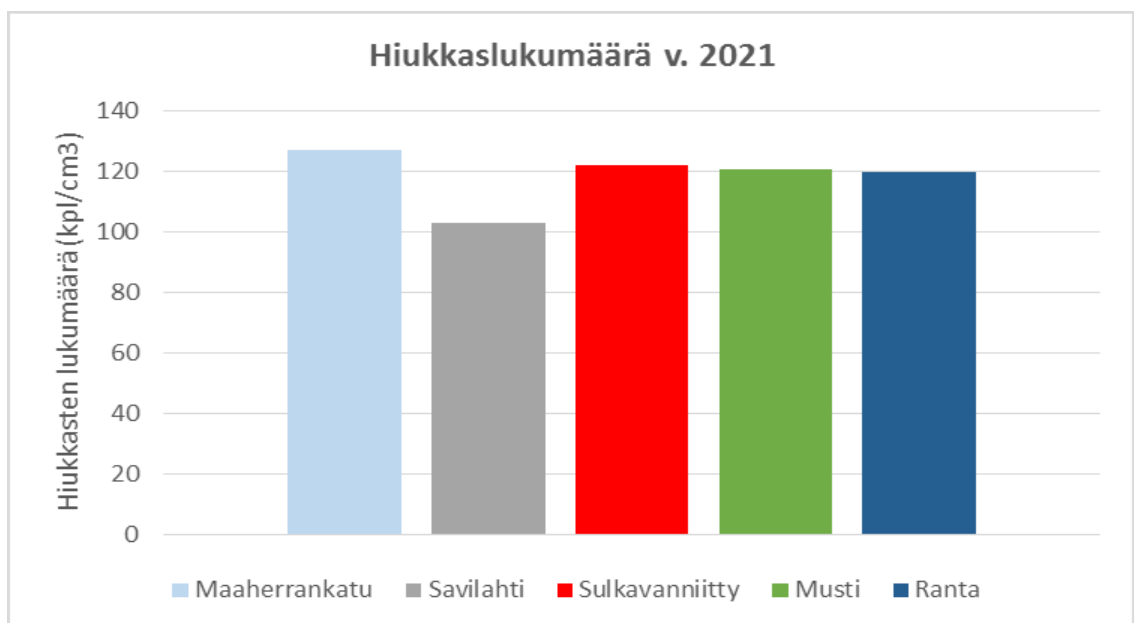
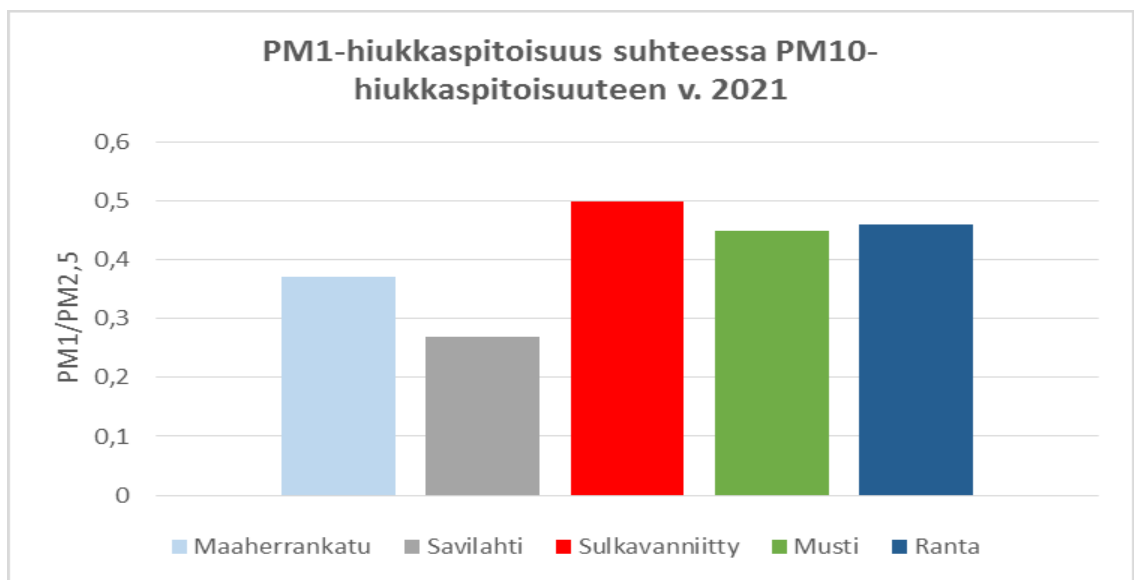
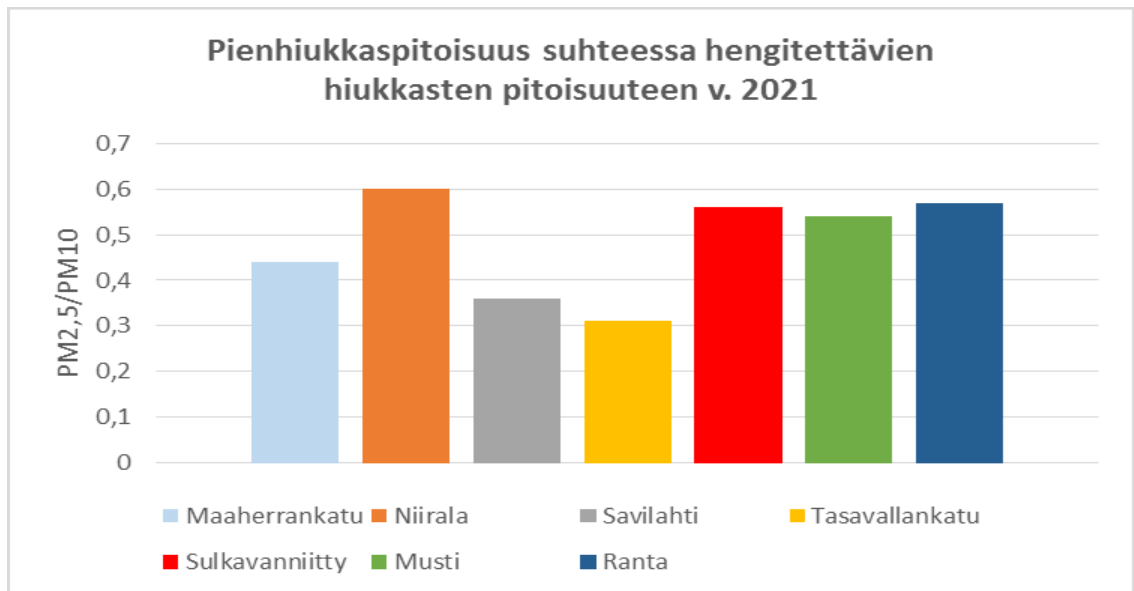
Pienhiukkaspitoisuudet olivat jonkin verran koholla kauttaaltaan talvikuukausina tammi-, helmi- ja joulukuussa. Pienhiukkaspitoisuudet olivat koholla myös kevään katupölyjakson aikana maaliskuu- ja huhtikuussa, etenkin Kuopiossa. Helteisestä kuivasta säästä ja osin kaukokulkeumasta johtuen pienhiukkaspitoisuudet olivat koholla lähes parin kuukauden ajan toukokuun lopulta heinäkuun lopulle. Lisäksi kaksi voimakasta pienhiukkasten kaukokulkeumaepisodia ajoittui syys-lokakuun sekä loka-marraskuun vaihteeseen.



Vallitseviin hiukkaspitoisuuksiin vaikuttavia päästölähteitä voidaan jossain määrin arvioida tarkastelemalla eri hiukkaskokoluokkien pitoisuuksia suhteessa toisiinsa. Vertaamalla pienhiukkasten (PM_{2,5}) ja hengitettävien hiukkasten suhdetta ja toisaalta PM₁-kokoluokan hiukkasia suhteessa hengitettäviin hiukkasiin voidaan päätellä, missä määrin eri mittausasemilla pitoisuuksiin vaikuttavat lähialueen tieliikenteen pakokaasupäästöt ja toisaalta pienpoltton päästöt. Myös hiukkasten lukumäärä indikoi jossain määrin lähialueen ympäristön päästölähteitä.

Tämän perusteella Niiralan ja Sulkavanniityn pientaloalueilla kiinteistökohtaisella lämmityksellä ja etenkin puun pienpoltolla on vaikutusta vallitseviin hiukkaspitoisuuksiin. Näin on ilmeisesti myös Rannan ja Mustin mittausasemilla, missä ainakin Rannassa mittauspisteen yhteydessä olevan pientalon lämmityksen päästöt vaikuttanevat hiukkaspitoisuuksiin. Myös Mustissa voi kyse olla kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöistä tai myös luontoperäisestä hiukkaskuormituksesta. Maaherrankadulla hiukkaspitoisuuksiin

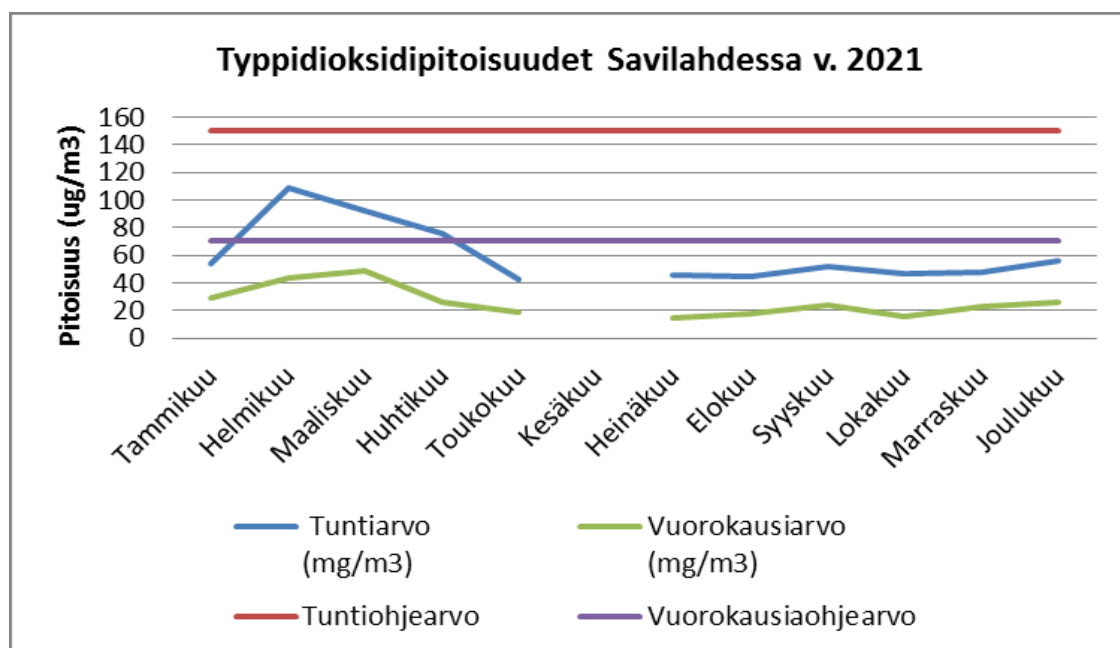
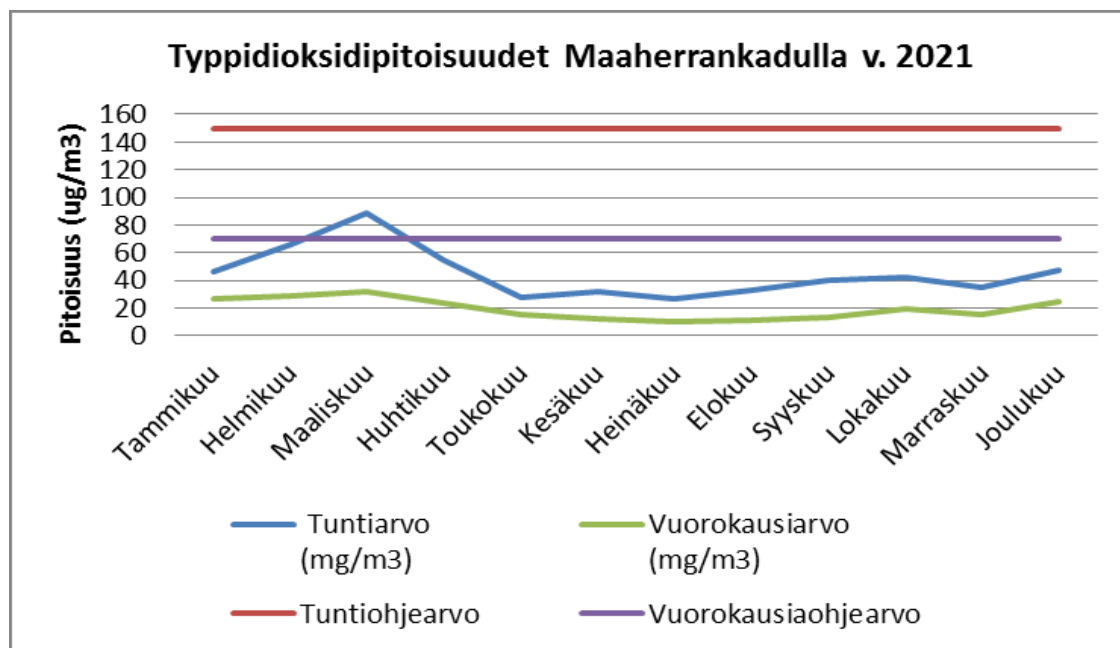
vaikuttaa jossain määrin katupölyn ohella tieliikenteen suorat pakokaasupäästöt. Katupölyn vallitseva merkitys sen sijaan on havaittavissa Tasavallankadun ja Savilahden mittausasemilla.

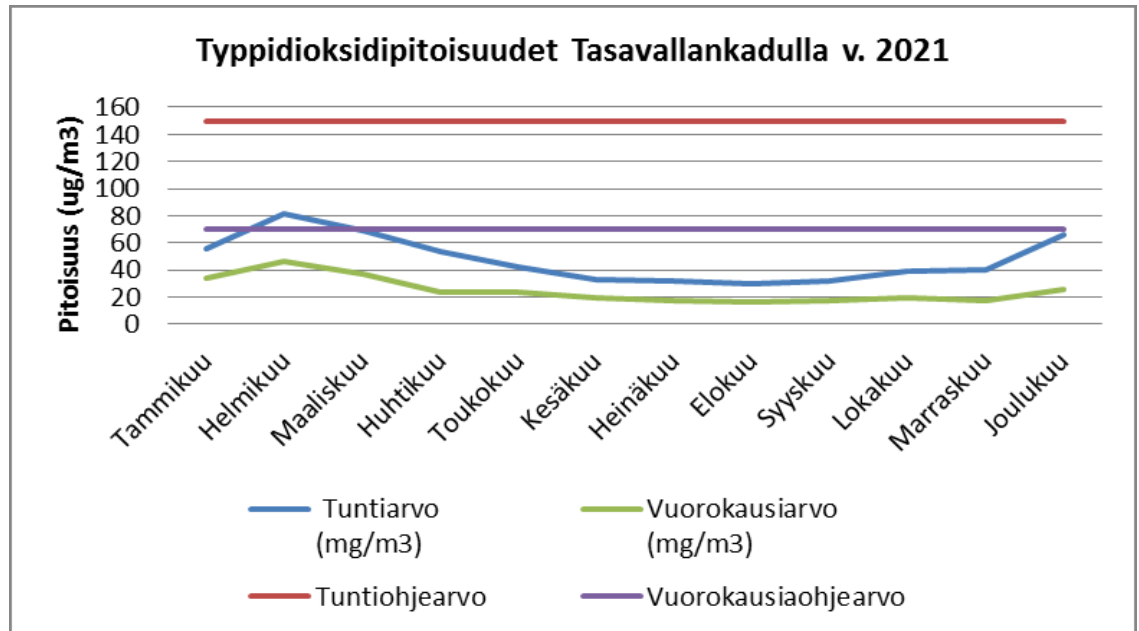


TYPEN OKSIDIT (NO₂ ja NO_x)

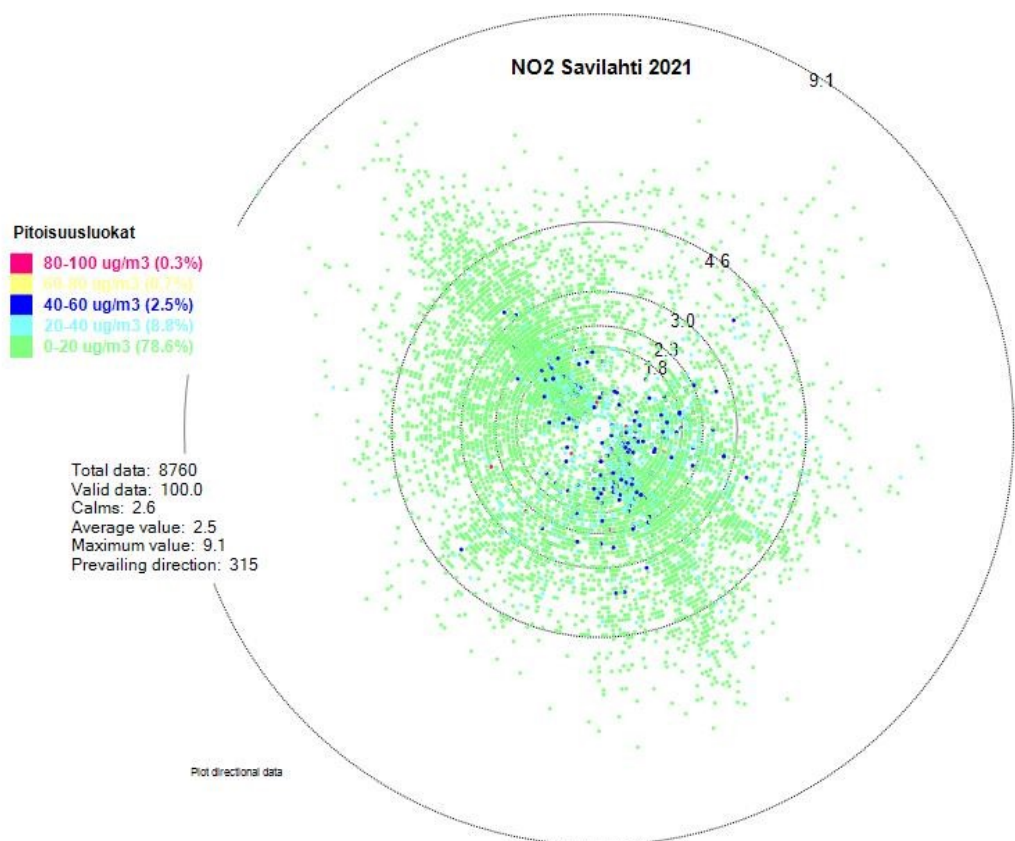
Typpidioksidin pitoisuudet verrattuna ohjearvoihin

Typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden tuntipitoisuuksien 99 %:n pysyvyystaso) ja vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) olivat kaikilla mittausasemilla korkeimmillaan helmi-maaliskuussa sekä joulukuussa eli kylmimpinä talvikuukausina. Pitoisuudet olivat korkeimmat Savilahden mittausasemalla moottoritien vaikutuspiirissä. Pitoisuudet alittivat kansalliset ohjearvot kaikilla mittausasemilla.

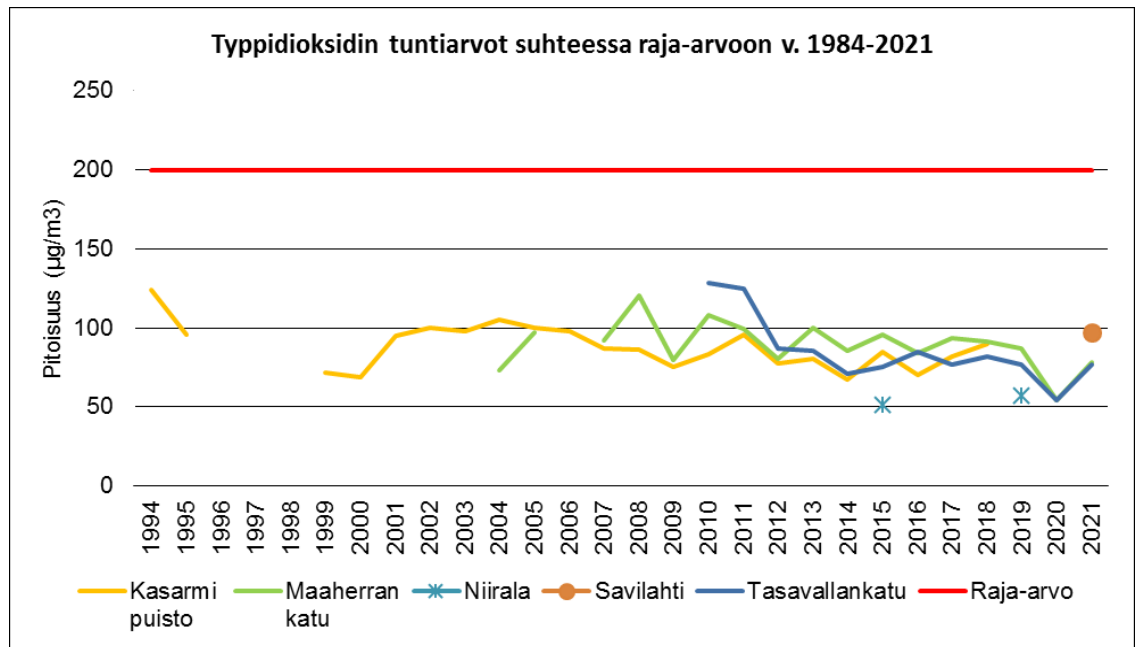
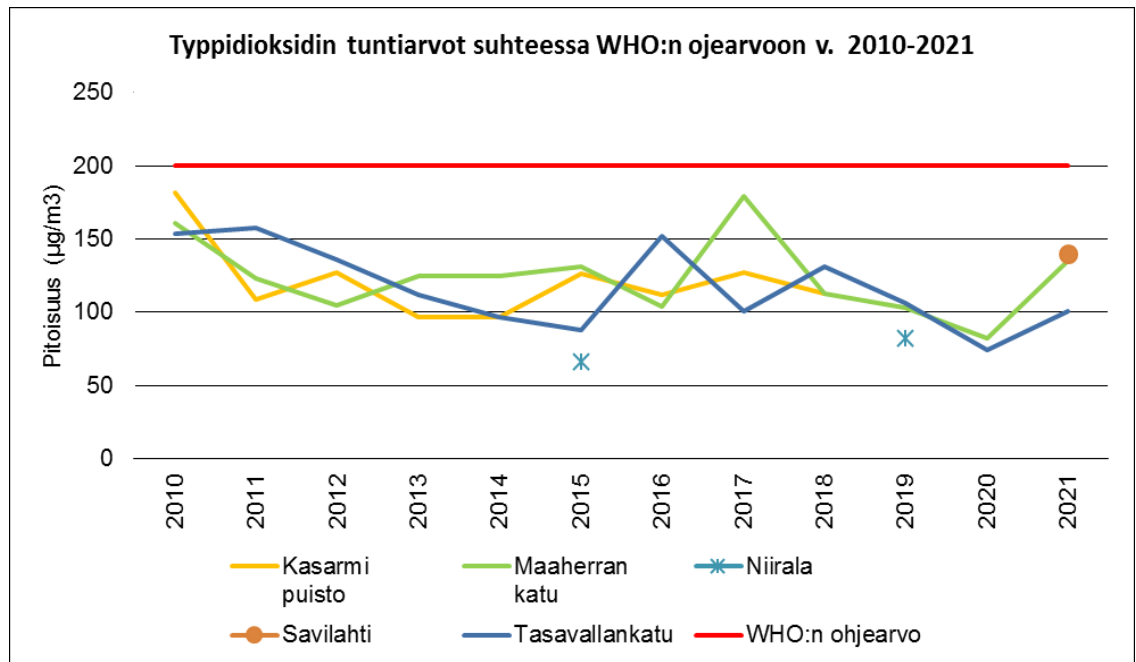




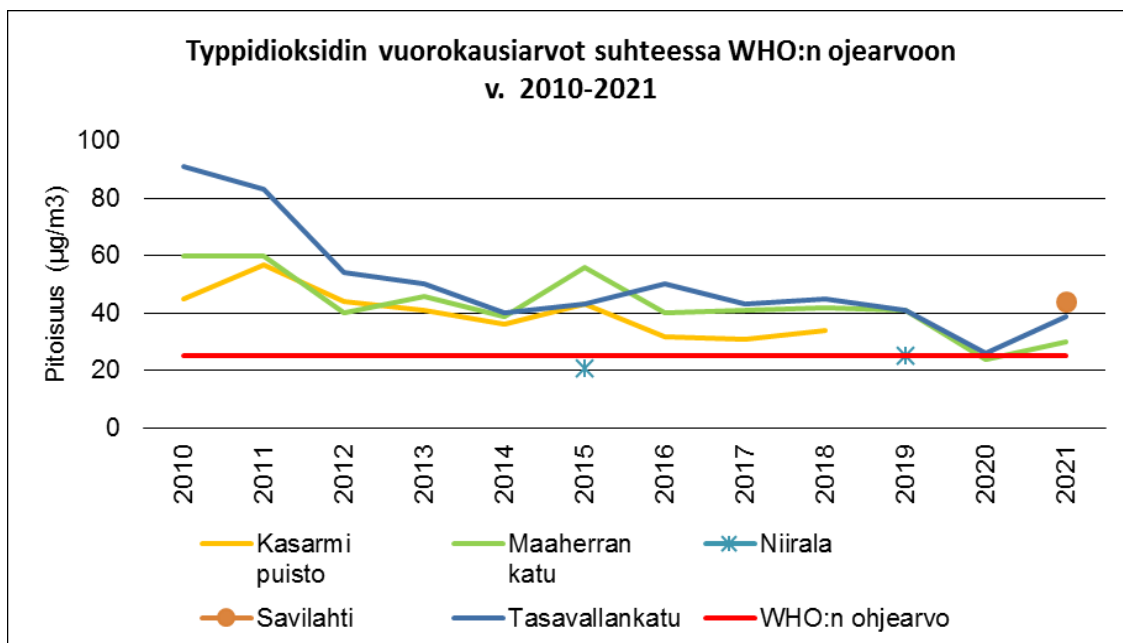
Kuopiossa typpidioksidin vallitsevat pitoisuudet ovat lähes yksinomaan peräisin tieliikenteen päästöistä. Esimerkiksi valtatie 5:n (moottoritie) läheisyydessä olevalla Savilahden mittausasemalla korkeimmat mitatut typpidioksidipitoisuudet painottuvat tilanteisiin, kun tuuli on moottoritieltä päin. Jossain määrin typpidioksidipitoisuuksiin on kuitenkin vaikutusta myös paikallisilla päästöillä mm. laajoilta pysäköintialueilta.



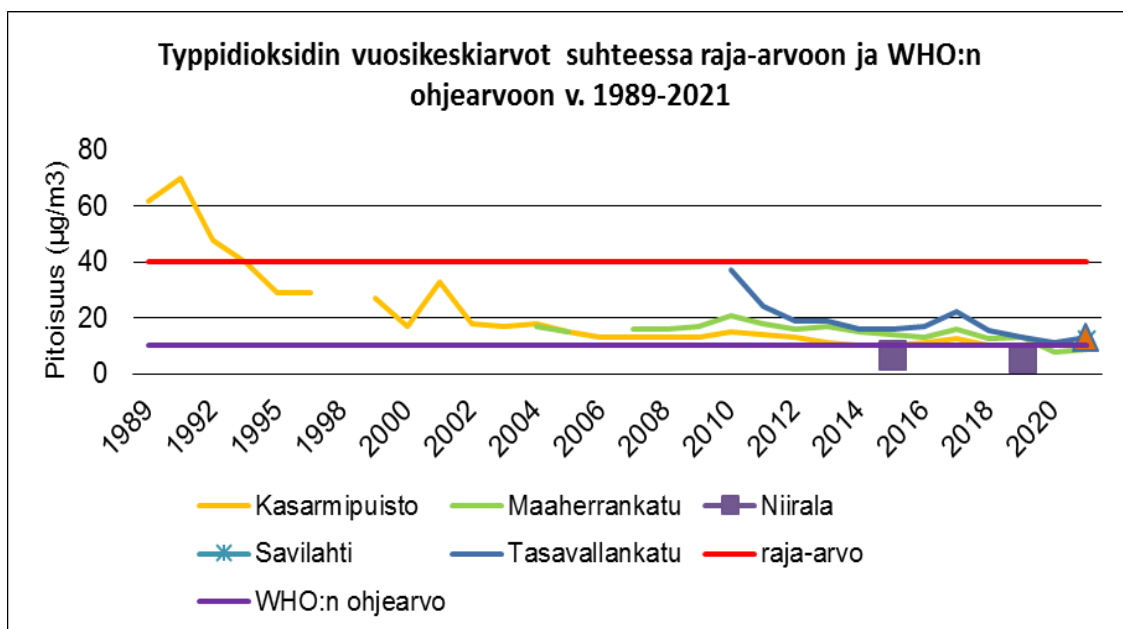
Typpidioksidin tuntiarvot ovat varsin selvästi alittaneet WHO:n ohjearvon (vuoden korkein tuntikeskiarvo) ja ilmanlaatuasetuksen raja-arvon (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) vuosina 2012-2021.



Typpidioksidin vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat ylittäneet WHO:n ohjearvon vuosina 2010-2021 lukuun ottamatta Niiralan tuloksia vuosina 2015 ja 2019 sekä Maaherrankadun tulosta koronavuonna 2020. Koronavuotta 2020 lukuun ottamatta ylitykset ovat olleet varsin selviä.

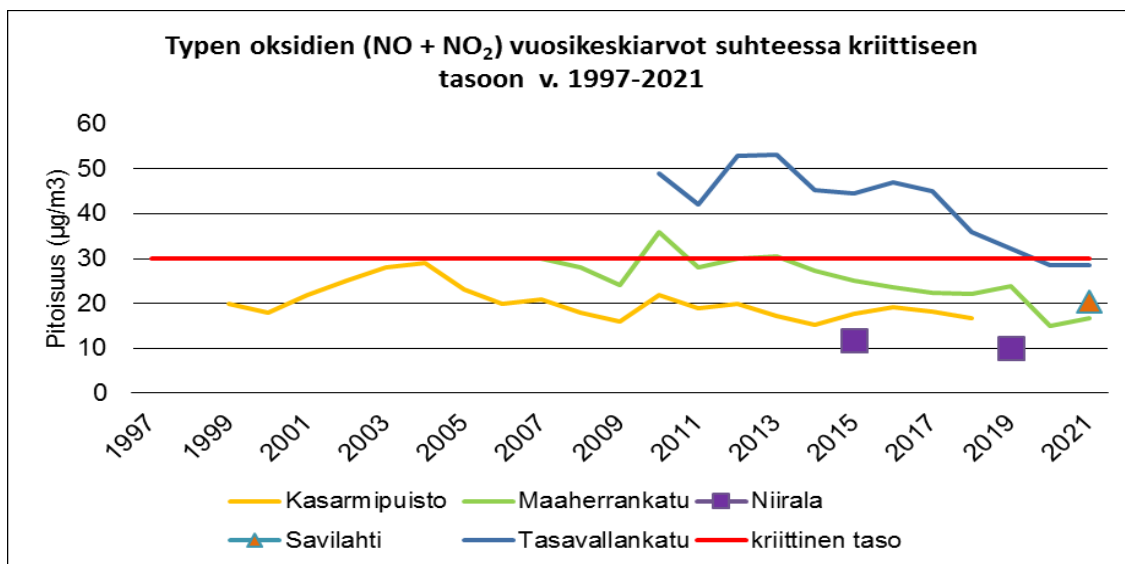


Typidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet lievästi laskussa 2000-luvulla. Viime vuosina ne ovat olleet noin ¼ ilmanlaatuasetuksen raja-arvosta $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Sen sijaan WHO:n uusi ohjearvo on edelleen ylittynyt vuosina 2020-2021 Tasavallankadulla ja Savilahdessa. Maaherrankadulla WHO:n vuosiohjearvo on vuosina 2020-2021 alittunut. Vuonna 2021 vuosikeskiarvot olivat $1-2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ korkeampia kuin koronavuonna 2020.



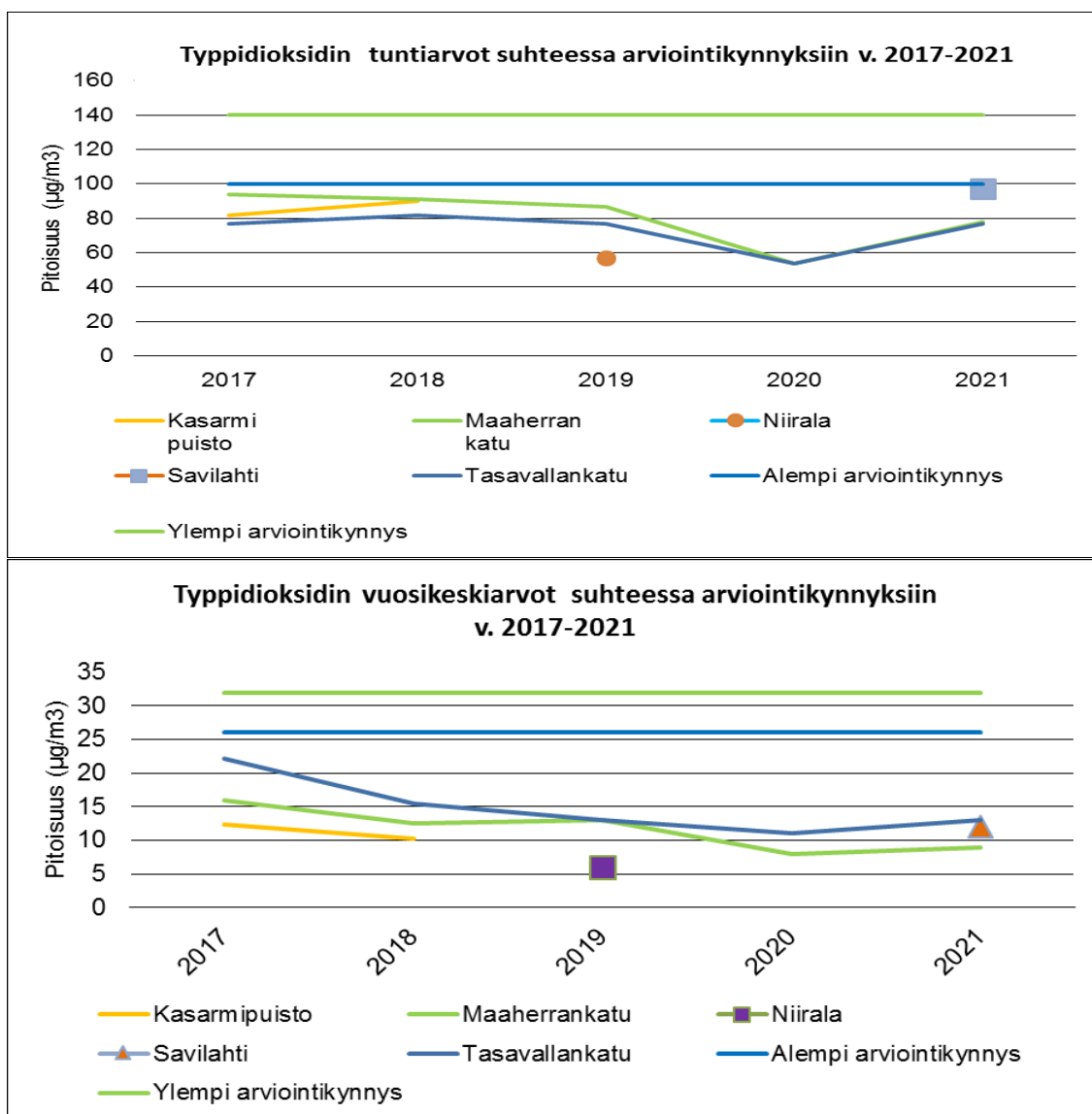
Typenoksidien pitoisuudet suhteessa kriittiseen tasoon

Typen oksidien ($\text{NO}+\text{NO}_2$) kriittinen taso on vuosina 2020-2021 alittanut kaikilla mittausasemilla. Typen oksidien vuosikeskiarvo on ollut selvässä laskussa viime vuosina. Tosin vuonna 2021 Maaherrankadulla typen oksidien vuosikeskiarvo hieman nousi koronavuoden 2020 tasosta. Typenoksidien kriittinen taso on kuitenkin annettu kasvillisuuden suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja suojelualueilla, eikä sitä ei sellaisenaan sovelleta taajamissa.

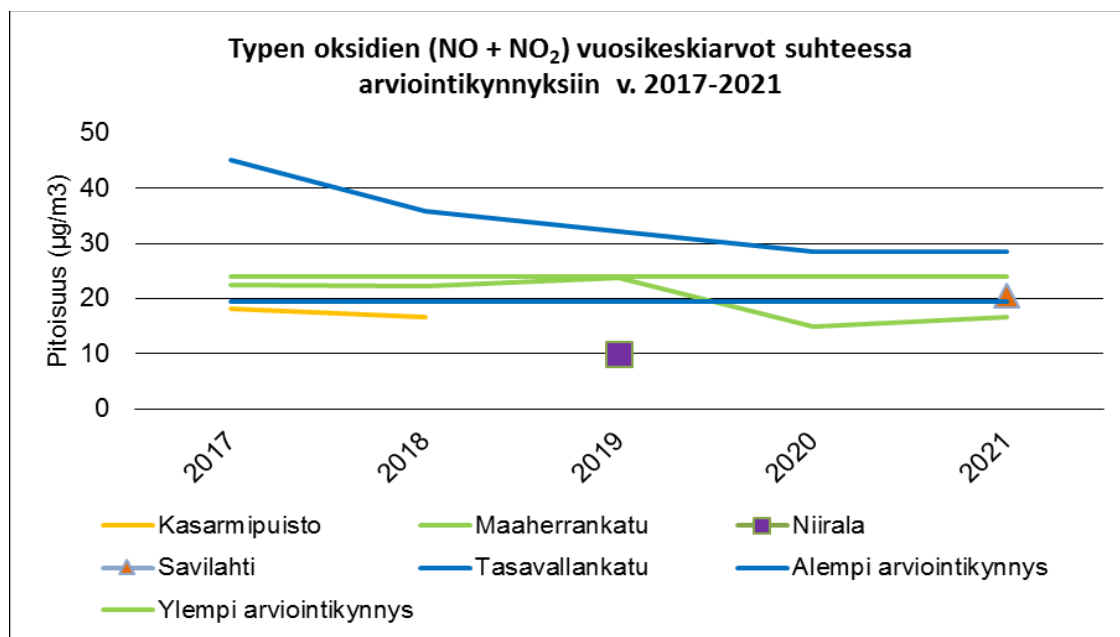


Typenoksidien pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin

Typidioksidin tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) ja vuosikeskiarvo ovat vuosina 2017-2021 alittaneet sekä ylemmän että alemman arviointikynnyksen. Tosin vuonna 2021 tuntiarvo Savilahdessa oli hyvin lähellä alempaa arviointikynnystä.



Typen oksidien ($\text{NO} + \text{NO}_x$) ylempi ja alempi arviointikynnys ovat ylittyneet vuosina 2017-2021 Tasavallankadulla. Maaherrankadulla alempi arviointikynnys on ylittynyt vuosina 2017-2019 ja Savilahdessa vuonna 2021. Typen oksidien vuosikeskiarvoa ei kuitenkaan sovelleta kaupunkiympäristössä, vaan se on annettu kasvillisuuden suojelemiseksi laajoilla maa- ja metsätalousalueilla ja suojelualueilla.



OTSONI (O_3)

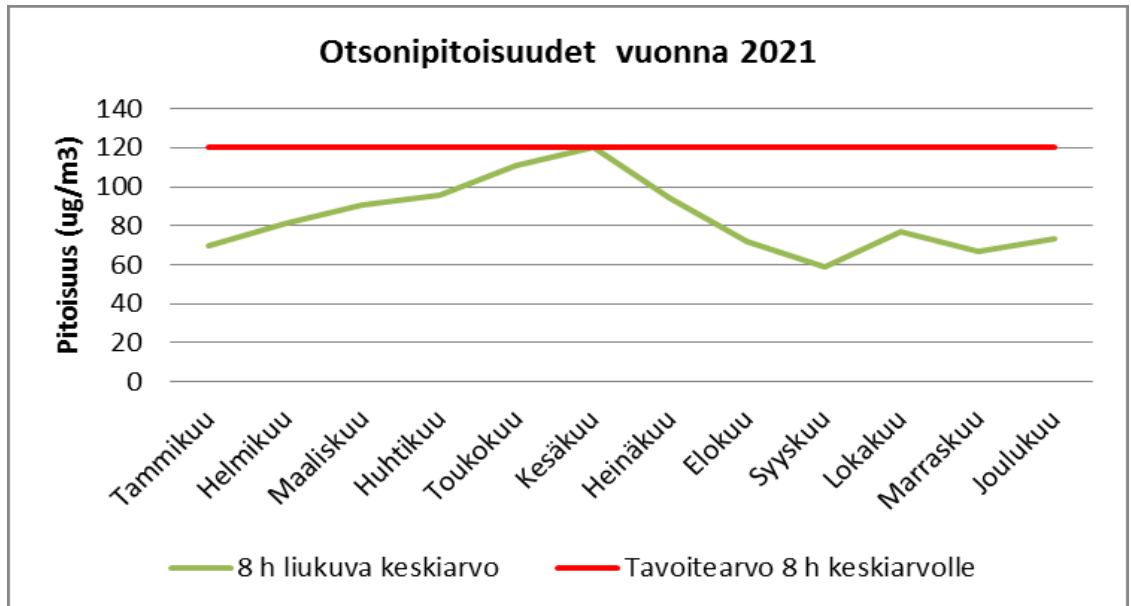
Otsonin muodostuminen

Alailmakehän otsoni muodostuu typen oksidien ja hiilivety-yhdisteiden reagoitessa keskenään auringonvalon vaikutuksesta. Myös metaanilla ja (CH_4) ja hiilimonoksidilla (CO) on merkitystä otsonin muodostumisessa. Lisäksi sitä kulkeutuu maanpinnan läheisyyteen yläilmakehästä. Otsonin valokemiallinen muodostuminen on voimakkainta keväällä ja kesällä.

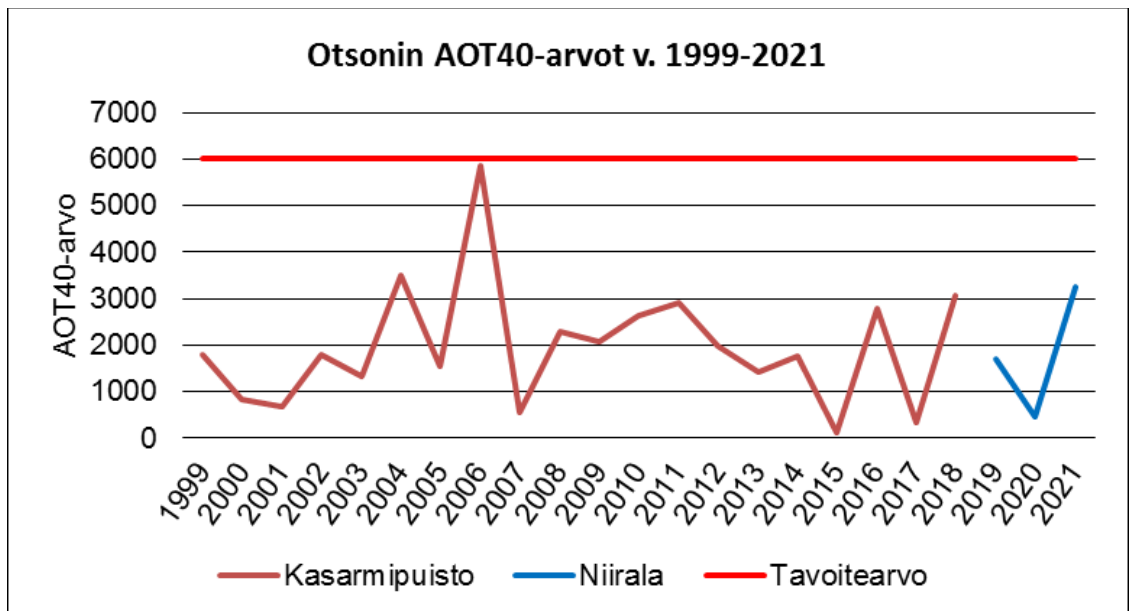
Otsoni on hyvin reaktiivinen kaasu. Se reagoi ilmakehässä muiden epäpuhtauksien kanssa. Tämän vuoksi päästölähteiden läheisyydessä, esim. vilkkaasti liikennöidyillä alueilla kaupunkikeskustoissa, otsonipitoisuudet usein ovat alhaisempia kuin kauempana päästölähteistä, kuten maaseudulla. Kuopion seudulla suurin osa mitattavasta otsonista on kaukokulkeumaa aina Keski-Euroopasta saakka.

Otsonin pitoisuudet suhteessa tavoitearvoihin

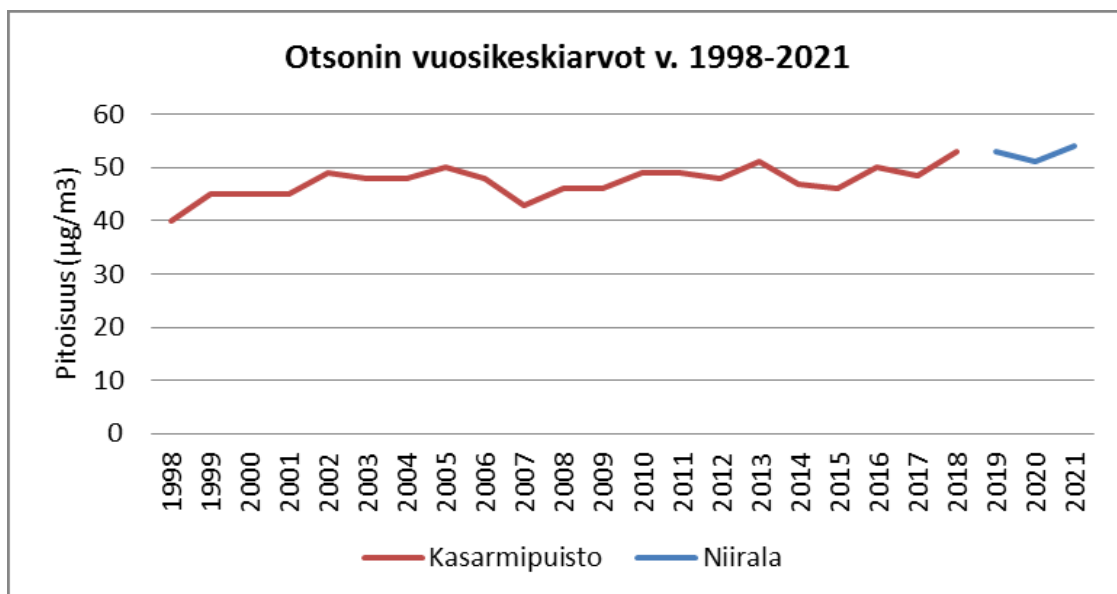
Vuonna 2021 otsonipitoisuudet Niiralassa kohosivat tasaisesti pitkin alkuvuotta ja pitoisuudet olivat korkeimmillaan lämpimän ja aurinkoisen loppukevään ja alkukesän aikana. Tällöin yleisestikin otsonipitoisuudet Suomessa ovat korkeimmillaan, kun valokemialliset olosuhteet ovat otollisimmat otsonin muodostumiselle ilmakehässä. Kesäkuussa otsonipitoisuus (korkein liukuva kahdeksan tunnin keskiarvo) sivusi ilmanlaatuasetuksen tavoitearvoa $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Otsonin AOT40-arvo, joka tarkoittaa kumuloitunutta altistusta pitoisuustasolle, joka ylittää 40 ppb ($80 \mu\text{g}/\text{m}^3$), on vaihdellut paljon eri vuosina, lähinnä eri vuosien erilaisista kevään ja kesän sääolosuhteista johtuen. Vuonna 2021 AOT40-arvo oli korkein, mitä Kuopiossa on mitattu huippuvuoden 2016 jälkeen. Korkea AOT40-arvo johtui erittäin lämpimästä ja aurinkoisesta loppukeväästä ja alkukesästä.



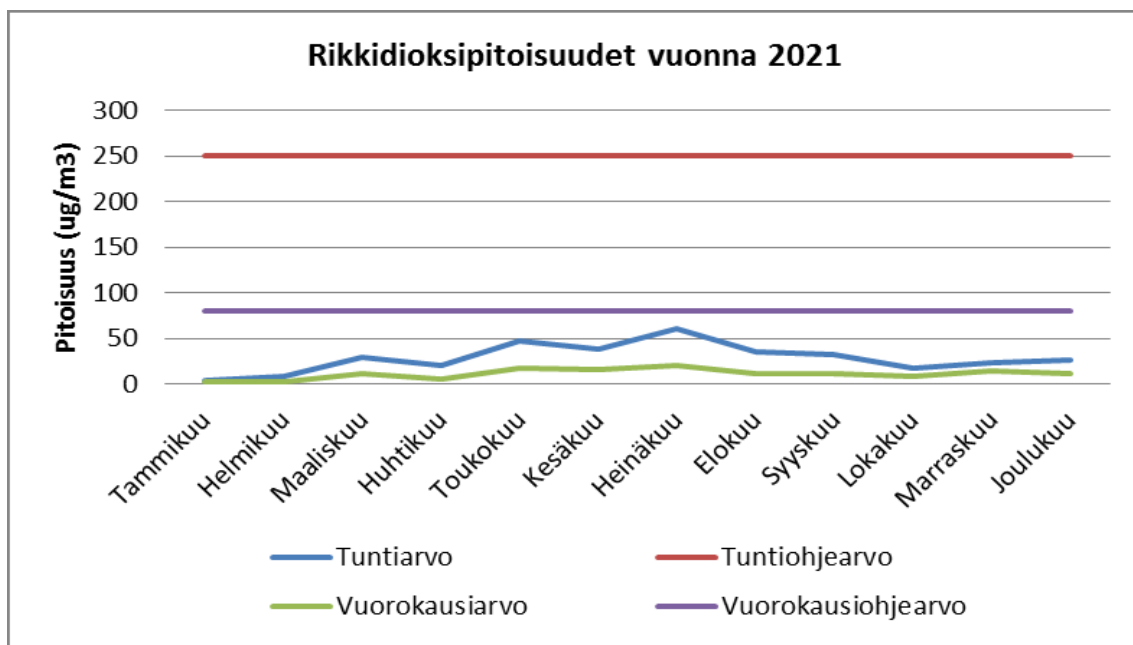
Otsonin vuosikeskiarvot ovat olleet koko ajan lievässä kasvussa 2000-luvulla. Erittäin lämpimästä ja aurinkoisesta alkukesästä johtuen vuonna 2021 otsonin vuosikeskiarvo oli korkein, mitä Kuopiossa on mitattu.



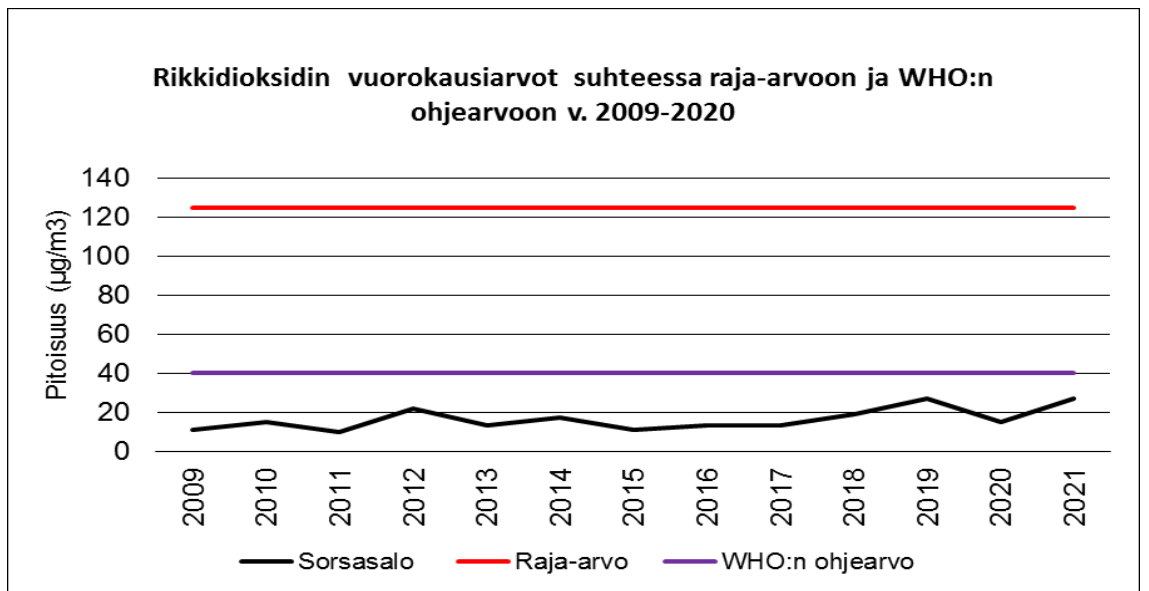
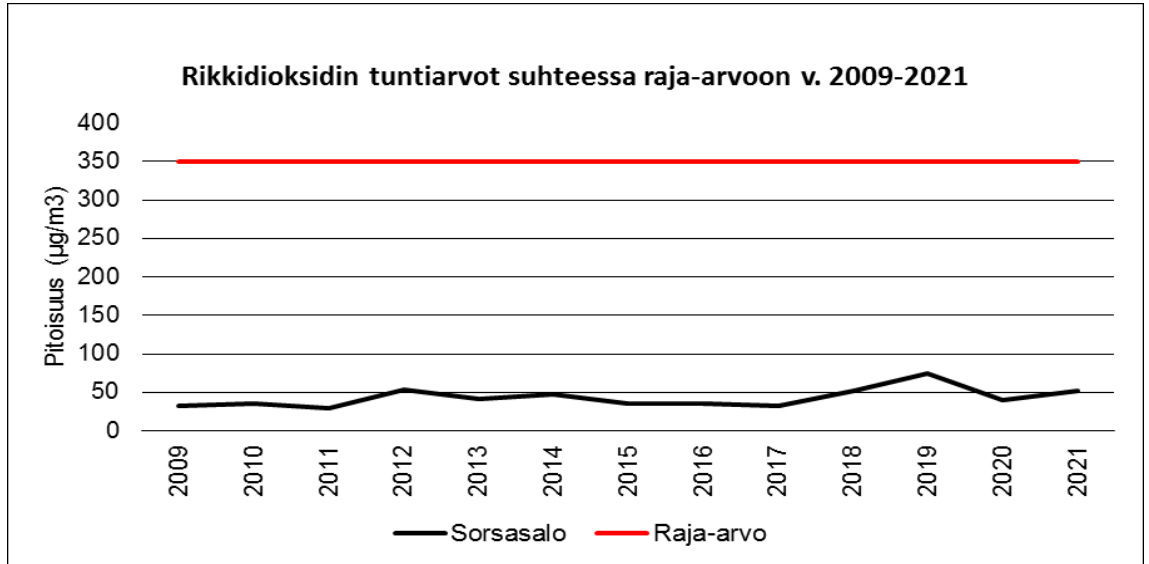
RIKKIDIOKSIDI (SO₃)

Rikkidioksidin pitoisuudet suhteessa ohje- ja raja-arvoihin sekä kriittiseen tasoon

Sorsasalossa rikkidioksidin pitoisuudet olivat korkeimmillaan touko-heinäkuussa. Tällöin vallitsevana olivat lämpimät, osin helteiset ja osin tyynät sääolosuhteet, jolloin Mondi Powerflute Oy:n tehtaiden suhteellisen viileät savukaasut leviävät huonosti ympäristöön ja muodostavat korkeampia pitoisuuksia tehtaan lähialueella. Tämä vuotuinen pitoisuusvaihtelu on ollut tyypillistä alueella aiempinakin vuosina. Rikkidioksidipitoisuudet alittivat selvästi kansalliset ohjearvot.

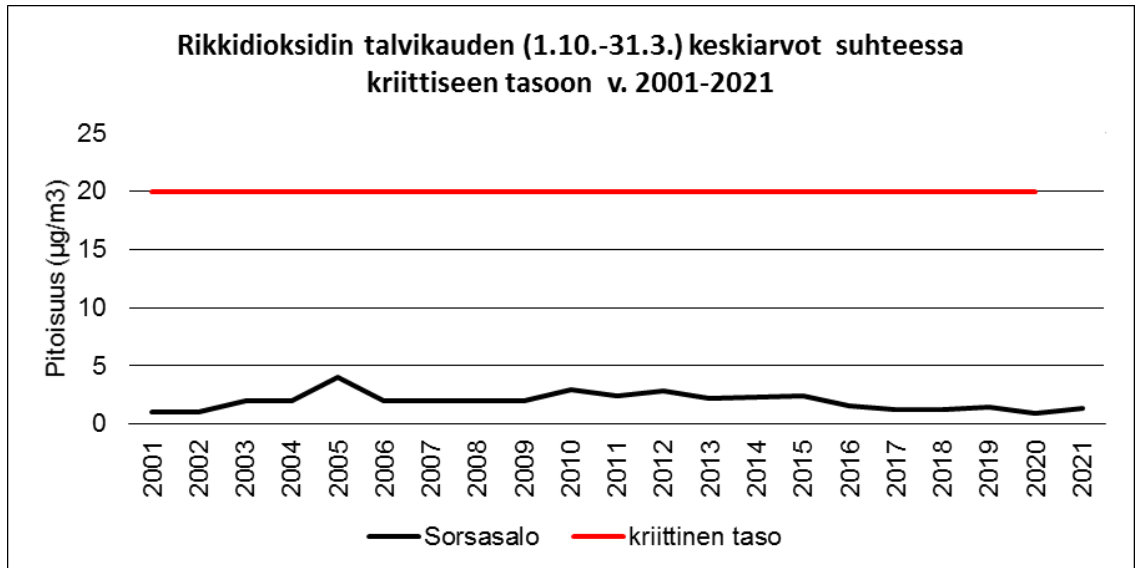


Sorsasalossa rikkidioksidin tuntiarvot (vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo) ja vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat selvästi alittaneet raja-arvon koko 2010-luvun ajan. Myös vuorokausiarvoa koskeva WHO:n uusi ohjarvo on alittunut. Vuonna 2021 näihin lyhytaikaisiin raja-arvoihin verrannolliset pitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin vuonna 2020.



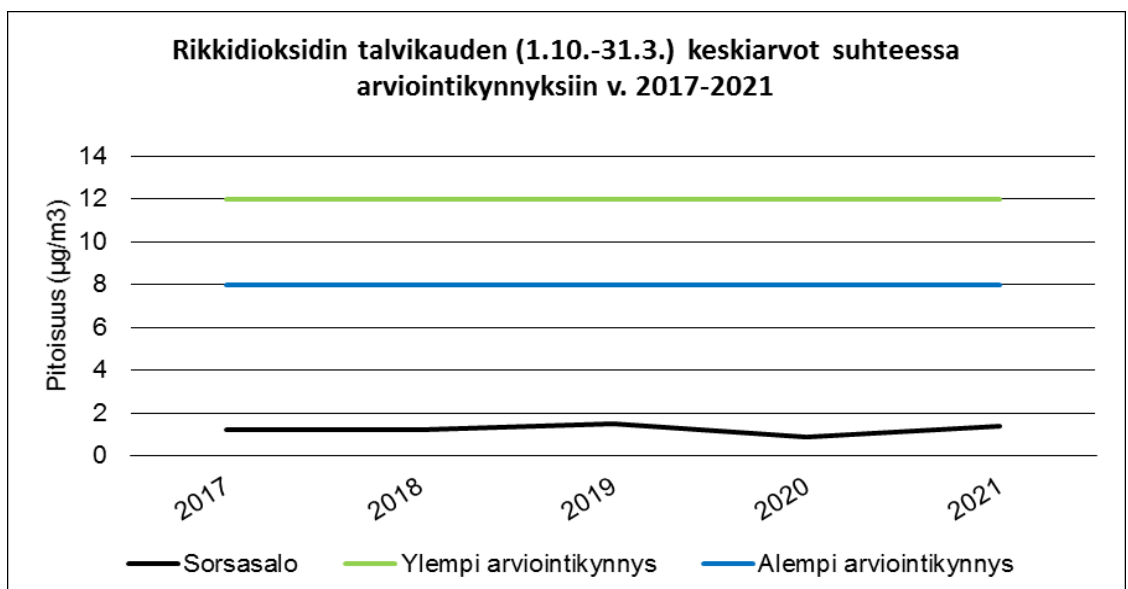
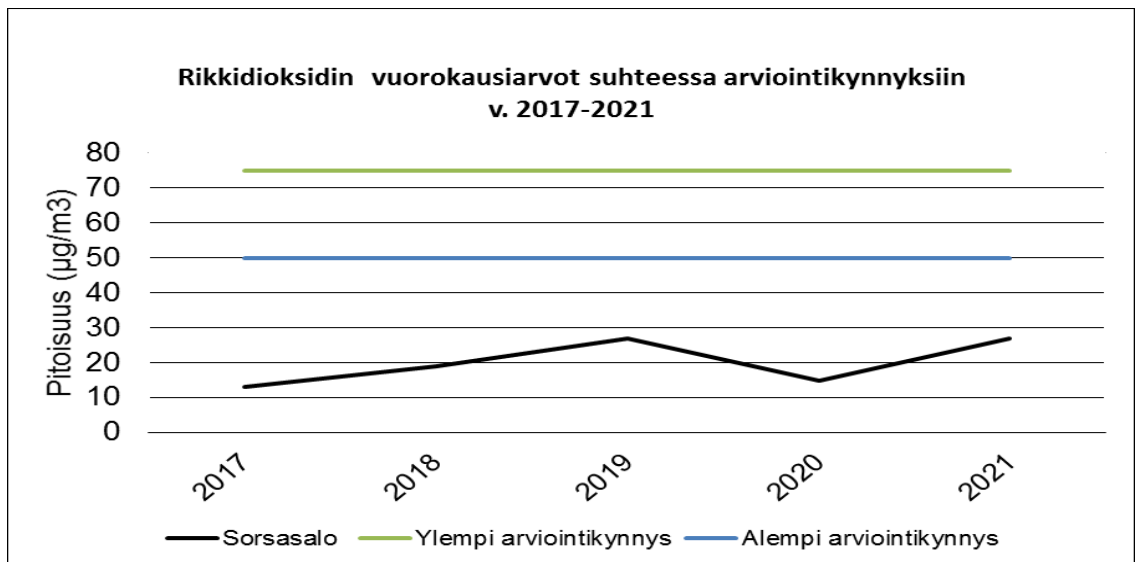
Rikkidioksidin vuosikeskiarvo ja talvikauden (1.10.-31.3.) keskiarvo Sorsasalossa ovat olleet koko 2000-luvun ajan alhaisia ja selvästi alle kriittisen tason. Vuonna 2021 nämä pitkäajan keskiarvot olivat hieman korkeampia kuin vuonna 2020.





Rikkidioksidin pitoisuudet suhteessa arviointikynnyksiin

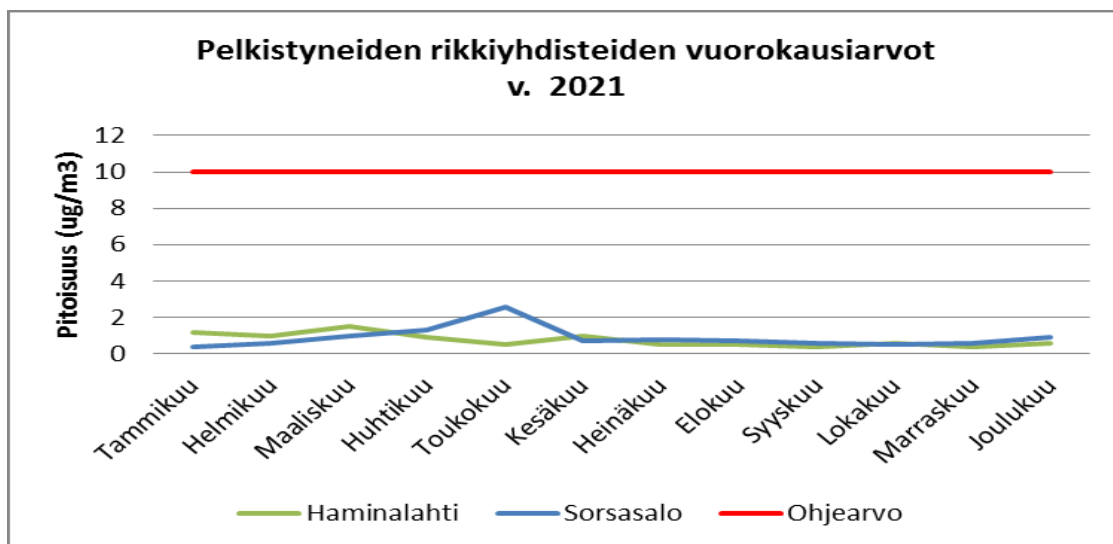
Rikkidioksidin tuntiarvot (vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo) ja talvikauden 1.10.-31.3. keskiarvot Sorsasalossa ovat viiden viime vuoden aikana selvästi alittaneet sekä alemman että ylemmän arviointikynnyksen.



PELKISTYNEET RIKKIYHDISTEET (TRS)

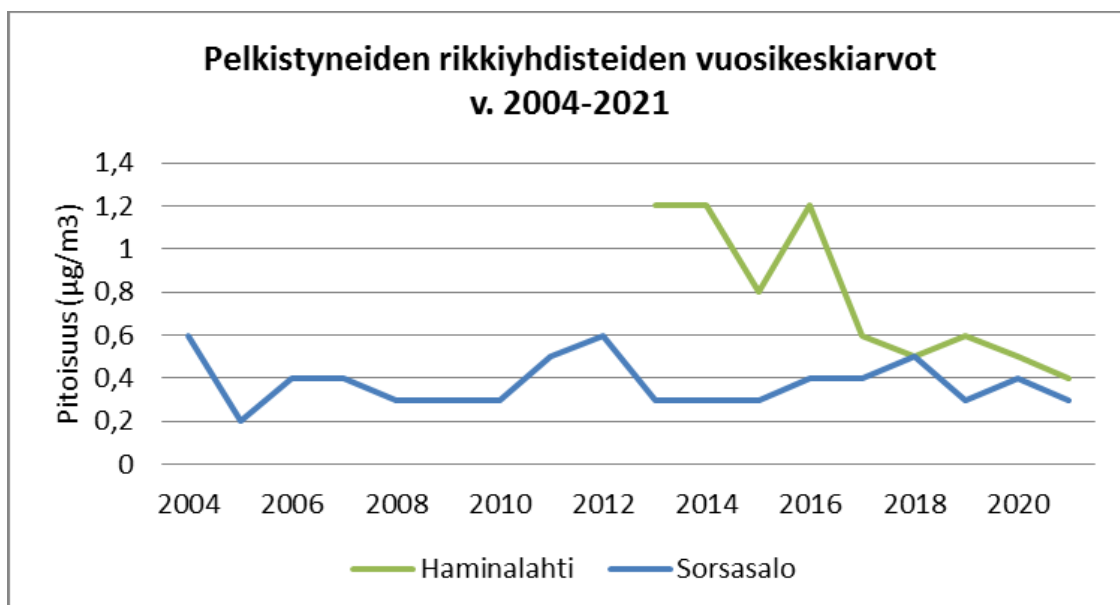
Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet suhteessa ohjearvoihin

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden vuorokausiarvot (kuukauden 2.korkein vuorokausikeskiarvo) vuonna 2021 sekä Haminalahdessa että Sorsasalossa olivat varsin alhaisia. Haminalahdessa pitoisuuksissa ei ollut merkittävää vaihtelua eri kuukausina. Sorsasalossa pitoisuudet olivat korkeimmillaan toukokuussa. Sorsasalossa pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksiin vaikuttavat Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitosten päästöt ja Haminalahdessa Jätekuikko Oy:n jätekeskuksen päästöt.

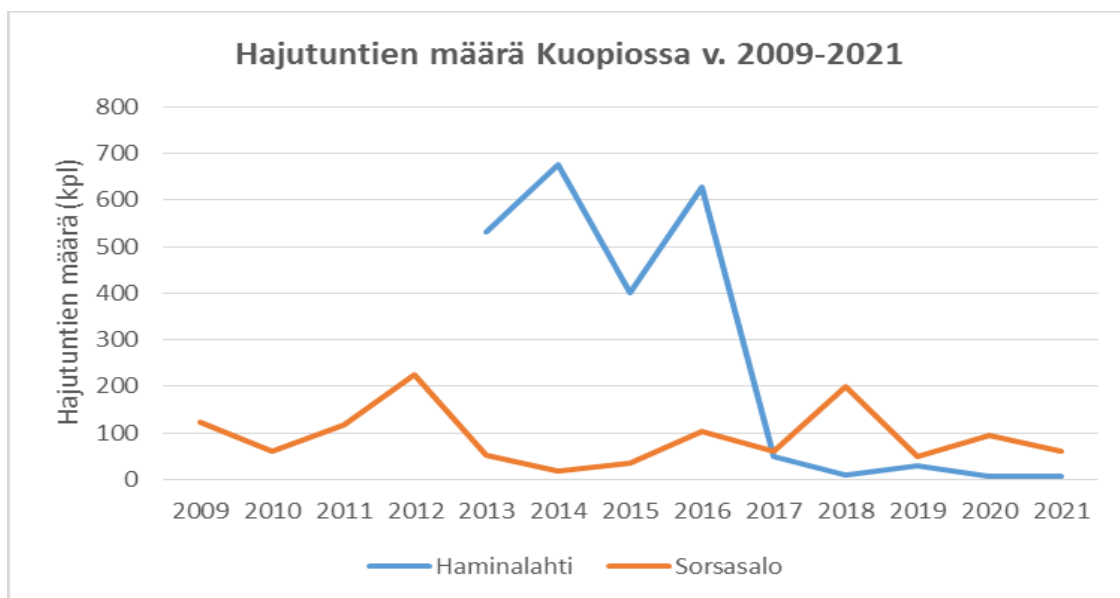


Haminalahdessa mitattu korkein pelkistyneiden rikkiyhdisteiden tuntikeskiarvo oli $3,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mitattu 10.1. klo 03.00) ja Sorsasalossa $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (mitattu 22.4. klo 08.00).

Sorsasalossa pelkistyneiden rikkiyhdisteiden vuosikeskiarvot ovat 2000-luvulla vaihdelleet välillä $0,2$ - $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Haminalahdessa vuosikeskiarvot laskivat vuonna 2017 selvästi aiemmasta. Sen jälkeen vuosikeskiarvo Haminalahdessa on ollut $0,4$ - $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuonna 2021 vuosikeskiarvo sekä Haminalahdessa että Sorsasalossa oli $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ alempi kuin vuonna 2020.



Ns. hajutuntien määrä, jolloin pelkistyneiden rikkiyhdisteiden tuntikeskiarvo on ylittänyt $3,0 \text{ ug/m}^3$, on laskenut Haminalahdessa alle 1/10:aan vuoden 2016 tasosta. Vuonna 2021 Sorsasalossa hajutunteja oli 0,7 % ajasta ja Haminalahdessa 0,1 % ajasta. Haminalahdessa hajutuntien määrä vuonna 2021 oli sama 6 kpl kuin vuonna 2020 ja Sorsasalossa hajutuntien määrä laski 61 kpl:een vuoden 2020 määrästä 94 kpl..



ILMANLAATUINDEKSI

Yleistä

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvataan ilmanlaatua yksinkertaistetussa ja helposti omaksuttavassa muodossa. Indeksi on tarkoitettu erityisesti ilmanlaadusta tiedottamiseen.

Indeksin avulla ilmanlaatu jaetaan **viiteen laatuluokkaan**: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Indeksi lasketaan kunkin mitattavan epäpuhtauden (rikkidioksidi, typpidioksidi, hiilimonoksidi, otsoni, hengitettävät hiukkaset, pienhiukkaset ja pelkistyneet rikkiyhdisteet) tuntikeskiarvosta. Kullakin mittausasemalla jokaiselle mitattavalle epäpuhtaudelle lasketaan oma ali-indeksi, joista korkeimman arvo määrää mittausaseman lopullisen ilmanlaatuindeksin arvon ja ilmanlaatuluokan. Indeksin määrittäminen perustuu pääosin ennakoitaviin terveysvaikutuksiin, mutta sen luonnehdinnassa on otettu huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia.

Seuraavassa taulukossa on kuvattu mahdollisia terveys- ja muita vaikutuksia sen mukaan, mikä on vallitseva ilmanlaatu luokka.

Väri	Ilmanlaatu	Terveysvaikutukset	Muut vaikutukset
	hyvä	ei todettuja	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
	tyytyttävä	hyvin epätodennäköisiä	lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
	välttävä	epätodennäköisiä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
	huono	mahdollisia herkillä ihmisillä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
	erittäin huono	mahdollisia herkillä väestöryhmillä	selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä

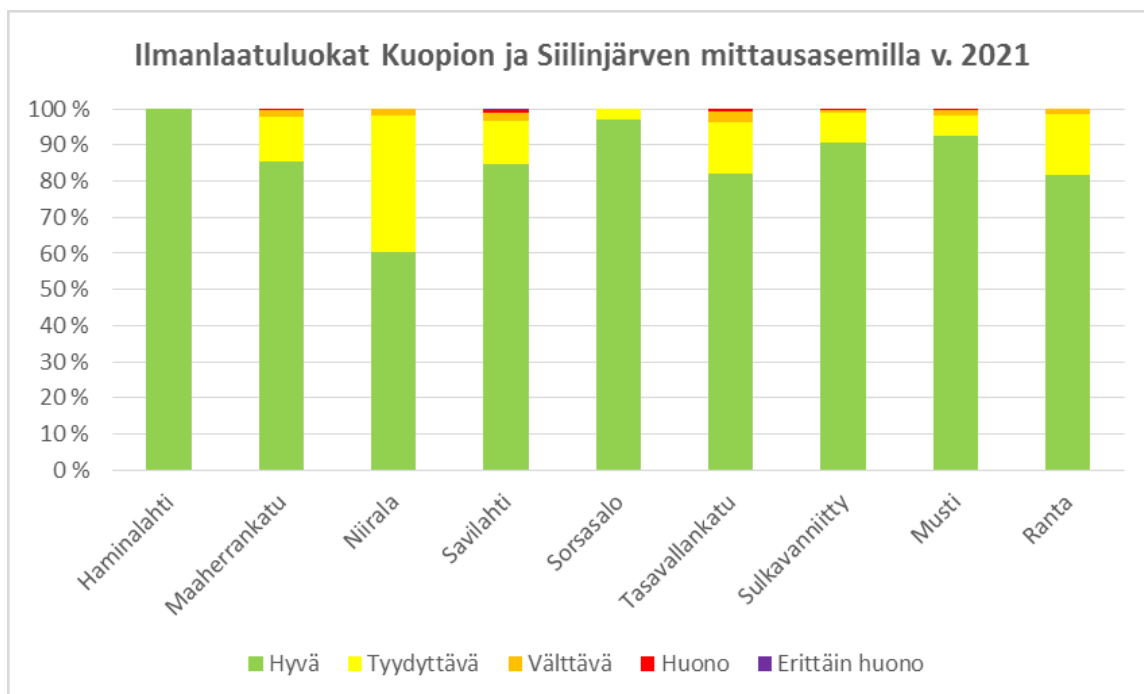
Ilmanlaatu luokat Kuopiossa ja Siilinjärvellä vuonna 2021

Koska eri mittausasemat on sijoitettu erilaisiin ympäristöihin ja niillä mitataan erilaisia epäpuhtauksia, ilmanlaatuindeksin avulla ilmanlaatua eri mittausasemilla ei voi suoraan verrata keskenään.

Ilmanlaatuindeksin perusteella vuonna 2021 ilmanlaatu oli huonoin Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla. Nämä mittausasemat edustavat ilmanlaatua Kuopion kuormitetuimmilla alueilla, missä tieliikenteen päästöjen vaikutus on suurin. Niiralan kaupunkitausta- asemalla tyydyttävän ilmanlaatu luokan suhteellisen suuri osuus johtuu siitä, että mittausasemalla mitataan otsonia, joka on huomattavan osan ajasta keväisin ja kesäisin eniten ilmanlaatua heikentävä epäpuhtaus. Muilla mittausasemilla otsonia ei mitata.

Siilinjärven Sulkavanniityllä ilmanlaatu luokittui hieman paremmaksi kuin Kuopion kaupunkialueella. Siilinjärven Mustin ja Rannan tulokset ovat suuntaa-antavia mittausmenetelmästä johtuen. Lisäksi on huomattava, että näiltä molemmilta mittausasemilta on tuloksia vain noin puolen vuoden ajalta vuodelta 2021. Näiden mittausasemien ilmanlaatu luokituksessa korostuvat osin myös hyvin paikalliset päästöt, lähinnä kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt.

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvattuna ilmanlaatu Kuopion ja Siilinjärven mittausasemilla oli vuonna 2021 pääosin hyvä. Ilmanlaatu luokittui erittäin huonoksi tai huonoksi Maaherrankadulla 50 tunnin ajan, Niiralassa 39 tunnin ajan, Savilahdessa 88 tunnin ajan, Tasavallankadulla 67 tunnin ajan, Sulkavanniityllä 18 tunnin ajan, Mustissa 7 tunnin ajan ja Rannassa 2 tunnin ajan. Haminalahdessa ja Sorsasalossa ilmanlaatu ei luokitunut huonoksi tai erittäin huonoksi lainkaan.



YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Hiukkasten, typen oksidien ja rikkidioksidin päästöt ovat olleet laskussa Kuopiossa aina 1990-luvulta. Myös Siilinjärvellä tärkeimpien päästöjen määrät ovat olleet laskussa aina 1990-luvulta lukuun ottamatta hiukkaspäästöjä, jotka ovat olleet hienoisessa kasvussa lähinnä hajapäästöjen lisääntymisestä johtuen. Tärkeimmät pistemäiset päästölähteet Kuopiossa ovat Mondi Powerflute Oy:n puoliselutehdas, Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitos ja Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n tuotantolaitokset. Sekä Kuopiossa että Siilinjärvellä merkittäviä päästölähteitä ovat kuitenkin myös tieliikenne sekä erilaiset hajapäästölähteet, kuten kiinteistökohtainen lämmitys.

Sekä Kuopiossa että Siilinjärvellä päästöt ovat pienentyneet erityisesti tieliikenteestä, mutta myös energiantuotantolaitoksilla ja teollisuudessa. Kuopiossa teollisuuden päästöjä vähensi merkittävästi lukuisten tuotantolaitosten toiminnan lopettaminen 1990- ja 2000-luvuilla. Energiantuotannon päästöjä ovat vähentäneet laitosten uudempi polttotekniikka ja polttoaineiden ja niiden laadun muutokset. Viimeisimpänä Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitosten uudistaminen on pienentänyt merkittävästi rikkidioksidi-, typenoksidi- ja hiukkaspäästöjä 2010-luvulla. Rikkipitoisen raskaan polttoöljyn käyttö teollisuudessa ja energiantuotannossa on loppunut lähes kokonaan.

Kuopiossa hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat olleet laskussa 2000-luvulla, kun katupölyn torjuntaa on tehostettu. Tilanne eri vuosina on kuitenkin vaihdellut. Vuonna 2021 hengitettävien hiukkasten pitoisuudet olivat keskimäärin hyvin samaa tasoa kuin vuonna 2020. Savilahdessa hengitettävien hiukkasten pitoisuus ylitti kansallisen ohjearvon. Katupölystä johtuvia hengitettävien hiukkasten raja-arvotason ylityksiä mitattiin liikenneympäristöissä Tasavallankadun ja Savilahden mittausasemilla hieman enemmän kuin vuonna 2020. Hengitettävien hiukkasten raja-arvotason yksittäisiä ylityksiä mitattiin myös helmikuun pakkaspäivinä Tasavallankadulla ja Savilahdessa.

Pienhiukkasten pitoisuudet ovat olleet laskussa 2000-luvun lopulta, jolloin mittaukset aloitettiin. Pitoisuuksissa on kuitenkin ollut vuotuista vaihtelua ja vuonna 2021 pienhiukkaspitoisuudet olivat hieman korkeampia kuin vuonna

2020. Kuopiossa mitattavat pienhiukkasten pitoisuudet ovat valtaosin kaukokulkeumaa, mutta paikallisesti puun pienpoltolla ja tieliikenteellä on vaikutuksia pitoisuuksiin. Vuonna 2021 pienhiukkasten pitoisuudet olivat korkeimmillaan syksyllä loka-marraskuussa. Vaikka pienhiukkasten pitoisuudet selvästi alittavatkin ilmanlaatuasetuksen altistumisen vähentämistavoitteen, aiheuttavat pienhiukkaset kuitenkin terveyshaittaa myös Kuopiossa ja Siilinjärvellä.

Mitattavat typpidioksidin pitoisuudet ovat lähes yksinomaan peräisin tieliikenteestä. Typpidioksidin pitoisuudet ovat hiljalleen laskeneet 1990-luvun tasosta tieliikenteen päästöjen pienemisen seurauksena. Vuonna 2021 pitoisuudet olivat kuitenkin jonkin verran korkeampia kuin koronavuonna 2020, jolloin liikennemäärät olivat etenkin alkuvuodesta tavanomaista alhaisempia. Vuonna 2021 typpidioksidipitoisuudet olivat korkeimmillaan talvikuukausina tammi-helmikuussa sekä joulukuussa.

Otsonin pitoisuudet ovat koko ajan hiljalleen kasvaneet 1990-luvulta. Vuonna 2021 otsonipitoisuudet olivat korkeimpia, mitä Kuopiossa on koskaan mitattu. Otsonipitoisuudet olivat korkeimmillaan erittäin lämpimän ja aurinkoisen kesäkuun aikana, jolloin otsonipitoisuus sivusi ilmanlaatuasetuksen tavoitearvoa. Kuopiossa mitattava otsoni on pääosin kaukokulkeumaa Etelä-Suomesta ja Etelä-Skandinaviasta ja Keski-Euroopasta.

Sorsasalossa rikkidioksidipitoisuudet ovat selvästi laskeneet 1990-luvun alun tasosta Mondi Powerflute Oy:n päästöjen pienentymisen seurauksena. Rikkidioksidipitoisuudet Kuopiossa ovat nykyisellään hyvin alhaisia ja pitoisuuksissa Sorsasalossa ei ole tapahtunut merkittäviä muutoksia 2000-luvulla. Vuonna 2021 pitoisuudet olivat lähinnä kesän sääolosuhteista johtuen hieman korkeampia kuin vuonna 2020.

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet Sorsasalossa ovat olleet varsin alhaisia koko 2000-luvun. Sorsaloo selvästi korkeampia pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksia mitattiin 2010-luvun alussa Haminalahdessa Jätekuukko Oy:n jätekeskuksen vaikutusalueella. Vuonna 2021 pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet Haminalahdessa ja Sorsasalossa olivat pääosin samaa tasoa kuin vuosina 2019-2020..

Kokonaisuutena Kuopion kaupunkialueen ja Siilinjärven ilmanlaatu luokituu varsin hyväksi. Eniten ilmanlaatua heikentää keväisin katupöly sekä keväällä ja kesällä otsoni. Viime vuosina katupölyä on ollut ilmassa myös syksyisin pakkaspäivinä, ennen kuin pysyvä lumipeite on ehtinyt tulla maahan.

Pientaloalueilla, joilla on enemmän puun pienpolttoa, ilmanlaatu on ajoittain puun pienpoltosta johtuen heikompi. Vuonna 2021 Kuopiossa Niiralan pientaloalueella ja Siilinjärvellä Sulkavanniityn pientaloalueella puun pienpolton vaikutukset näkyivät selvästi etenkin pienhiukkasten ja osin hengitettävien hiukkasten pitoisuuksissa.

Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristössä on seurattu pölypäästöjen vaikutuksia hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin ja vuodesta 2021 alkaen myös pienhiukkasten pitoisuuksiin. Vuonna 2021 mittaukset aloitettiin uusilla mittalaitteilla ja tuloksia vuodelta 2021 on vain kesä-joulukuulta. Hiukkaspitoisuudet Mustissa ja Rannassa alittivat kansalliset ohje- ja raja-arvot. Pienhiukkasten vuorokausiarvo ja vuosikeskiarvo ylittivät molemmilla mittauspaikoilla Maailman terveysjärjestön ohjearvot. Pienhiukkaspitoisuuksiin

vaikuttivat paikallisen puun pienpolton päästöt, kaukokulkeumat ja Mustissa mahdollisesti myös luontoperäiset päästöt.

Liite 1 ILMANLAATULUOKAT

Eri epäpuhtauksien tuntipitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), minkä mukaan ilmanlaatuluokka määräytyy. Kullakin mittausasemalla jokaiselle mitattavalle epäpuhtaudelle lasketaan oma ali-indeksi, joista korkeimman arvo määrää mittausaseman lopullisen ilmanlaatuindeksin arvon ja ilmanlaatuluokan.

Ilmalatuluokka	SO ₂	NO ₂	PM ₁₀	PM _{2,5}	O ₃	CO	TRS
hyvä	alle 20	alle 40	alle 20	alle 10	alle 60	alle 4000	alle 5
tydyttävä	20-80	40-70	20-50	10-25	60-100	4000-8000	5-10
välttävä	80-250	70-150	50-100	25-50	100-140	8000-20000	10-20
huono	250-350	150-200	100-200	50-75	140-180	20000-30000	20-50
erittäin huono	yli 350	yli 200	yli 200	yli 75	yli 180	yli 30000	yli 50

LIITE 2 MITTAUSASEMIEN KUVAUS

HAMINALAHTI, KUOPIO

Osoite: Länsirannantie 84, KUOPIO

Koordinaatit: 62.8542 : 27.52762

Mittausparametrit: TRS, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 3 m maanpinnasta, 108 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema sijaitsee Kuopion keskeisen kaupunkialueen reunamilla haja-asutusalueella maaseutumaisessa ympäristössä. Asemalla mitataan Jätekkukko Oy:n Heinälamminrinteen jätekeskuksen hajupäästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun lähimpien asuinkiinteistöjen luona, noin 2,5 km:n päässä jätekeskuksesta. Havaintojen mukaan mittauspiste edustaa aluetta, joilla hajuja esiintyy useimmin ja vakavimpina.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

TRS: Thermo Environmental, malli 43i + TRS-konvertteri PPM-Systems, malli 891

Sääparametrit: Vaisala WXT 520

Aseman toiminta aloitettiin 30.11.2012. Aseman paikkaa siirretty heinäkuussa 2018.



MAAHERRANKATU, KUOPIO

Osoite: Maaherrankatu 12, KUOPIO

Koordinaatit: 62.89334 : 27.68688

Mittausparametrit: NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}

Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 87 m merenpinnasta

Ympäristö: Asema sijaitsee Kuopion keskustassa, pääkirjaston pysäköintialueella. Mittausasemasta 15 metrin päässä kulkevan Maaherrankadun liikennemäärä on 7000 ajoneuvoa/vrk ja 50 metrin päässä olevan Tulliportinkadun liikennemäärä on 5500 ajoneuvoa/vrk. Molemmilla kaduilla raskaan liikenteen osuus on 2-3% ja keskimääräinen ajonopeus 30 km/h. Aseman vieressä sijaitsee pääkirjasto. Mittausasema sijaitsee liikenneympäristössä. Mittausaseman lähistöllä ei ole pistemäisiä päästölähteitä, vaan asema mittaa tieliikenteen vaikutuksia.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀ : Fidas 200S / optinen mittaus

PM_{2,5} : Fidas 200 S / optinen mittaus

NO₂ : S.A. Environnement AC32M / kemiluminesenssi

Aseman toiminta on aloitettu 27.5.2004.



MUSTI, SIILINJÄRVI

Osoite: Alavantie 290, SIILINJÄRVI

Koordinaatit: 63.19622 : 27.73654

Mittausparametrit: PM₁₀, PM_{2,5}

Näytteenottokorkeus: 2 m maanpinnasta, 140 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema sijaitsee Yara Suomi Oyj:n Siilinjärven tuotantolaitosten kaivoksen louhos- ja läjitysalueen pohjoispäässä. Mittausasema sijaitsee vanhan maatilan pihapiirissä haja-asutusalueella.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀: Fidas AQG Ambient / optinen mittaus

PM_{2,5}: Fidas AQG Ambient / optinen mittaus

Aseman toiminta on aloitettu 3.1.2019. PM-mittaus on muutettu suuntaa-antavaksi 6.6.2022 alkaen.



NIIRALA, KUOPIO

Osoite: Ruotsinkatu 29-31, KUOPIO

Koordinaatit: 62.88875 : 27.65397

Mittausparametrit: O₃, PM₁₀, PM_{2,5}, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 122 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema sijaitsee pientaloalueen keskellä pienessä puistossa. Asema edustaa Kuopion kaupunkialueen taustailmanlaatua. Pientaloalueen puun pienpoltto vaikuttaa osin alueen ilmanlaatuun.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀: TEOM 1400a / värähtelevä mikrovaaka

PM_{2,5}: TEOM 1405 / värähtelevä mikrovaaka

O₃: Thermo Electron 49i / UV-absorptio

Sääparametrit: Vaisala WXT 520

Aseman toiminta on aloitettu ensimmäisen kerran 1.1.2015 ja uudelleen 12.12.2018.



RANTA, SIILINJÄRVI

Osoite: Alavantie 290, SIILINJÄRVI

Koordinaatit: 63.11134 : 27.76019

Mittausparametrit: PM₁₀, PM_{2,5}

Näytteenottokorkeus: 2 m maanpinnasta, 87 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema sijaitsee Yara Suomi Oyj:n Siilinjärven tuotantolaitosten kaivoksen louhos- ja läjitysalueen itäpuolella. Mittausasema sijaitsee kahden omakotitalon muodostamassa pihapiirissä haja-asutusalueella. Talojen kiinteistökohtainen lämmitys (puun pienpoltto) vaikuttaa jonkin verran hiukkaspitoisuuksiin.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀ : Fidas AQG Ambient / optinen mittaus

PM_{2,5} : Fidas AQG Ambient / optinen mittaus

Aseman toiminta on aloitettu 8.6.2021. PM-mittaus on suuntaa-antava.



SAVILAHTI, KUOPIO

Osoite: Savilahdentie-orakuja, KUOPIO

Koordinaatit: 62.89553 : 27.64725

Mittausparametrit: NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 102 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema sijaitsee Kuopion yliopistollisen keskussairaalan (KYS) pysäköintialueen reunassa moottoritien (vt5) ja Savilahdentien vaikutuspiirissä Kuopion kuormitetuimmalla alueella, missä ilmanlaatuun vaikuttaa tieliikenne.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

NO₂ : S.A. Environnement AC32M / kemiluminesenssi

PM₁₀: Fidas 200 / optinen mittaus

PM_{2,5}: Fidas 200 / optinen mittaus

Sääparametrit: Vaisala WXT 520

Aseman toiminta on aloitettu 7.1.2019. NO₂-mittaus aloitettu 1.1.2021.



SORSASALO, KUOPIO

Osoite: Selluntie, KUOPIO

Koordinaatit: 62.95559 : 27.69704

Mittausparametrit: SO₂, TRS, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 4 m maanpinnasta, 90 m merenpinnasta

Ympäristö: Asema sijaitsee Mondi Powerflute Oy:n tehtaille johtavan tien varressa ja sillä mitataan aallotuskartonkitehtaan päästöjen vaikutuksia. Alle 300 m etäisyydellä on myös valtatie 5, jossa liikennemäärä on 25 000 ajoneuvoa/vrk.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

SO₂: Thermo Environmental 43i / UV-fluoresenssi

TRS: Thermo Environmental, malli 43i + TRS-konvertteri PPM-Systems, malli 891

Sääasema: Vaisala WXT520

Asema on ollut toiminnassa 1.1.1991-31.12.1996 ja sen toiminta on aloitettu uudelleen 1.1.2000.



SULKAVANNIITTY, SIILINJÄRVI

Osoite: Jokiharjuntie 1, SIILINJÄRVI

Koordinaatit: 63.08796 : 27.68636

Mittausparametrit: PM₁₀, PM_{2,5}, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 4 metriä maanpinnasta, 95 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema edustaa Siilinjärven keskustaajaman pohjoispuolella olevan pientaloalueen pohjoisosassa. Noin xxx m:n päässä sijaitsee Yara Suomi Oy:n kaivosalue ja siellä kipsijätteen läjitysalue. Pientaloalueen kiinteistökohtainen lämmitys (puun pienpoltto) vaikuttaa alueen ilmanlaatuun.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀: Fidas 200 / optinen mittaus

PM_{2,5}: Fidas 200 / optinen mittaus

Sääasema: Vaisala WXT520

Aseman toiminta aloitettu 1.1.2021.



TASAVALLANKATU, KUOPIO

Osoite: Kontutie 24, KUOPIO

Koordinaatit: 62.88198 : 22.66193

Mittausparametrit: PM₁₀, PM_{2,5}, NO₂, ilman lämpötila, tuulensuunta, tuulen nopeus, suhteellinen kosteus, paine

Näytteenottokorkeus: 4 metriä maanpinnasta, 107 m merenpinnasta

Ympäristö: Mittausasema edustaa vilkkaimmin liikennöityä aluetta Haapaniemellä ja Niiralassa. Haapaniemelle suuntautuu runsaasti asiointiliikennettä ja läpiajoliikennettä sekä myös raskasta liikennettä. Mittausasema sijaitsee Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitosten lähivaikutusalueella. Niiralan puolella on kiinteistökohtaista lämmitystä.

Mittauslaitteet / mittausmenetelmä:

PM₁₀: Fidas 200 / optinen mittaus

PM_{2,5}: Fidas 200 / optinen mittaus

NO₂: AC32M / kemiluminesenssi

Sääasema: Vaisala WXT520

Aseman toiminta aloitettu 23.12.2009.



LIITE 3 MITTAUS- JA ANALYYSIMENETELMÄT JA TULOSTEN LAADUNVARMISTUS

Mittauksissa on noudatettu Kuopion kaupungin ja JPP Kalibrointi Ky:n ilmanlaadun seurantaa koskevaa laatujärjestelmää.

Kaikkien muiden mittausten paitsi Mustin ja Rannan PM₁₀- ja PM_{2,5}-mittaukset ovat täyttäneet mm. mittausepävarmuuden suhteen ilmanlaatuasetuksen jatkuvatoimisten mittausten laatuvaatimukset. Mustin ja Rannan hiukkasmittaukset täyttävät suuntaa-antavan mittauksen laatuvaatimukset

Rikkidioksidimittaukset on tehty UV-fluoresenssimenetelmällä toimivilla analysaattoreilla (Thermo Environmental, malli 43i).

Pelkistyneiden rikkidioksidien mittaukset on tehty UV-fluoresenssimenetelmällä toimivilla rikkidioksidianalysaattoreilla (Thermo Environmental, malli 43i), johon on liitetty PPM Systems Oy:n valmistama TRS-konvertteri (malli 891).

Typen oksidien mittaukset on tehty kemiluminesenssiperiaatteella toimivilla analysaattoreilla (S.A. Environnement AC32M).

Otsonimittaukset on tehty UV-absorptioon perustuvalla analysaattorilla (Thermo Environmental 49i).

Hengitettävien hiukkasten jatkuvatoimisissa mittauksissa on käytetty seuraavia mittalaitteita

- Fidas 200: Savilahti, Sulkavanniitty
- Fidas 200S: Maaherrankatu, Tasavallankatu (10.11.2021 alkaen)
- Fidas AQG Ambient: Musti ja Ranta
- MP101: Tasavallankatu (9.11.2021 saakka)
- TEOM 1400a: Niirala

Fidaksen mittaus perustuu optiseen mittaukseen. MP101:ssa mittaus perustuu betasäteilyn absorptioon ja TEOM:lla värähtelevään mikrovaakaan. MP101-mittalaitteissa on käytetty EU-esierotinta ja TEOM-mittalaitteessa US-EPA-mallista esierotinta.

Hengitettävien hiukkasten mittauksissa on käytetty seuraavia korjauskertoimia

- Fidas 200: 0,95
- Fidas 200S: 0,95
- Fidas AQG Ambient: 1,0
- MP101: 0,938
- TEOM 1400a: 0,848

Pienhiukkasten jatkuvatoimisissa mittauksissa on käytetty seuraavia mittalaitteita

- Fidas 200: Savilahti, Sulkavanniitty
- Fidas 200S: Maaherrankatu, Tasavallankatu (10.11.2021 alkaen)
- Fidas AQG Ambient: Musti ja Ranta
- TEOM 1400a: Tasavallankatu (9.11.2021 saakka)
- TEOM 1405: Niirala

Fidaksen mittaus perustuu optiseen mittaukseen ja TEOM:n mittaus perustuu värähtelevään mikrovaakaan. TEOM-mittalaitteissa on käytetty US-EPA-mallista esierotinta.

Pienhiukkasten mittauksissa on käytetty seuraavia korjauskertoimia

- Fidas 200: 0,915
- Fidas 200S: 0,915
- Fidas AQG Ambient: 1,0
- TEOM 1400a: 1,009y - 1,681
- TEOM 1405: 1,009y - 1,681

Kaikki hengitettävien hiukkasten että pienhiukkasten pitoisuudet on ilmoitettu pitoisuutena vallitsevissa olosuhteissa.

Haminalahden, Niiralan, Savilahden, Tasavallankadun, Sorsasalon ja Sulkavanniityn mittausasemilla on ollut käytössä Vaisalan WXT520 – sääasema, josta on saatu käyttöön asemakohtainen ilman lämpötila, tuulensuunta ja –nopeus, suhteellinen kosteus ja ilmanpaine.

Jatkuvatoimisia mittauksia on ohjattu Envidas/Envview 2000-ohjelmistolla. Mittaustulosten lopullinen käsittely on tehty Excel-taulukkolaskentaohjelman avulla. Ilmanlaatuindeksi on laskettu Envview/Envidas-ohjelmalla.

Automaattisten rikkidioksidi-, typenoksidi- ja otsonianalysaattorien nolla ja aluetaso on tarkistettu automaattisesti kerran vuorokaudessa. Analysaattoreille on tehty monipistekalibrointi ja toimintakunnon tarkempi tarkistus neljästi vuodessa. Kalibrintitulosten pohjalta on mittaustulokset tarvittaessa korjattu tai hylätty.

Jatkuvatoimisten hiukkasmittalaitteiden virtaamat apusuureiden (lämpötila ja paine) mittaus on tarkistettu kahdesti vuodessa. TEOM-mittalaitteiden ns. vaakavakio on tarkistettu kaksi kertaa vuodessa. Fidas-mittalaitteiden laitetestit on tehty 2-4 kertaa vuodessa.

Mittalaitteet on huollettu (laite-edustajan perushuolto) laatujärjestelmän huolto-ohjelman mukaisesti.

Mittausten epävarmuus (%), mittausten ajallinen kattavuus ja mittausaineiston vähimmäismäärä pääosin täyttivät ilmanlaatuasetuksen 79/2017 liitteen 8 mukaiset jatkuvien mittausten vaatimukset. Mittaustulokset ovat ajallisesti

edustavia, kun kultakin kuukaudelta on käytettävissä vähintään 75 % tuntikeskiarvoista. Joinakin kuukausina mittaustulosten edustavuutta vähensivät laiterikot ja kesäkuussa Tasavallankadun mittausaseman muutostyöt, jolloin mittaukset olivat pois päältä. Jatkuvatoimisten mittausten validiteetti (%) vuonna 2021 oli seuraava

	Maaherrankatu	Savilahti	Tasavallankatu	Niirala	Haminalahti	Sorsasalo	Sorsasalo
Kuukausi	NO2	NO2	NO2	O3	TRS	SO2	TRS
Tammikuu	98	98	98	98	98	98	98
Helmikuu	98	98	98	98	98	98	98
Maaliskuu	98	98	98	98	98	98	98
Huhtikuu	98	98	98	98	98	98	98
Toukokuu	98	96	98	98	98	98	98
Kesäkuu	98	36	53	98	95	98	98
Heinäkuu	98	98	98	98	98	98	65
Elokuu	98	97	98	98	93	98	98
Syyskuu	98	98	98	98	85	98	98
Lokakuu	98	97	98	98	98	98	98
Marraskuu	98	98	98	98	98	98	98
Joulukuu	98	98	98	98	98	98	98

	Maaherrankatu	Maaherrankatu	Tasavallankatu	Tasavallankatu	Savilahti	Savilahti
Kuukausi	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
Tammikuu	100	100	100	94	100	100
Helmikuu	100	100	100	98	100	100
Maaliskuu	100	100	100	96	100	100
Huhtikuu	100	100	100	100	100	100
Toukokuu	100	100	99	97	100	100
Kesäkuu	100	100	54	31	100	100
Heinäkuu	100	100	100	79	100	100
Elokuu	100	100	100	94	99	99
Syyskuu	100	100	100	98	99	99
Lokakuu	100	100	100	79	99	99
Marraskuu	100	100	96	71	100	100
Joulukuu	100	100	54	54	100	100

	Musti	Musti	Ranta	Ranta	Sulkavanniitty	Sulkavanniitty
Kuukausi	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5	PM10	PM2,5
Tammikuu					100	100
Helmikuu					100	100
Maaliskuu					100	100
Huhtikuu					99	99
Toukokuu					98	98
Kesäkuu	94	94	86	86	100	100
Heinäkuu	100	100	100	100	100	100
Elokuu	100	100	100	99	100	100
Syyskuu	100	100	99	99	100	100
Lokakuu	71	71	100	100	100	100
Marraskuu	89	89	98	98	100	100
Joulukuu	35	35	100	100	100	100

LIITE 4 RIKKIDIOKSIDIN JA PELKISTYNEIDEN RIKKIYHDISTEIDEN PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021

RIKKIDIOKSIDIN (SO ₂) JA PELKISTYNEIDEN RIKKIYHDISTEIDEN (TRS) PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021 (yksikkö tonnia)																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ASFALTTIKUNKKU OY																				3	4	3
ATRIA OYJ	22	23	25	26	24	26	23	28	25	31	29	29	27	14	10	9	9	8	12	10	11	
JUANKOSKEN BIOLÄMPÖ OY							63	29		24	42											
KUOPION ENERGIA OY YHT.	1442	1706	1510	1802	3065	1780	1436	1398	1402	1558	1774	1149	927	753	591	457	238	118	76	85	108	97
LEMINKÄINEN OY																						
Sorsasalon asfalttiasema	5	6	7	8	6	8	6	7	8	-	-	-	-	-	-	-						
MONDI POWERFLUTE OY																						
SO ₂	693	655	242	163	417	230	273	422	58	24	42	58	30	46	50	94	58	108	212	246	120	133
TRS (riikinä)	1	41	8	8	22	22	6	10	9	7	5	2	2	2	2	4	2	2	3	2	2	2
OSUUSKUNTA PROMILK																						
PREMIUM BOARD FINLAND OY	151	2		157	155	155	23															
SASMOX OY	31	29	31	30	32	30	25	23	24	11	-	-	-	-	-	-	-					
SAVON VOIMA OYJ YHT.	42	34	42	36	42	52	6	28	26	15	39	28	32	36	46	12	7	4	3	<1	1	<1
SCANTARP OY AB	6	6	6	6	5	6	6	6	6	5	6	5	6	5	5	5	6	5	1	<1	<1	<1
SIBELCO NORDIC OY AB	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1					
SKANSKA INDUSTRIAL SOLUTIONS OY	1	2	2	2	2	2	1	4	3	2	2	6	4	3	3	4	7	2	2	2	5	2
UPM-KYMMENE WOOD OY	2	3	7	4	2	8	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
MUUT LAITOKSET	29	29	28	28	27	27	21	15	9	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TIELIENNE	4	4	4	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
MUU LIIKENNE JA TYÖKONEET	73	62	51	41	31	21	19	17	15	13	13	119	7	5	5	2	2	2	3	3	3	3
KIINT. KOHT. LÄMMITYS	160	154	148	142	136	128	126	124	122	120	116	108	100	92	84	77	77	78	79	79	79	79

LIITE 5 RIKKIDIOKSIDIN PÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021

RIKKIDIOKSIDIN (SO ₂) PÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021 (yksikkö tonnia)																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
LUJABETONI OY	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
SAVON VOIMA OYJ YHT.	147	159	95	96	62	88	106	80	35	53	40	45	32	10	13	12	21	16	16	8	5	5
Ahmontie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Harjamäki	25	25	21	23	21	20	23	23	18	12	14	12	1	1	<1	<1	<1	<1	1	<1	<1	<1
Leppäkaarteentie	-	<1	<1	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<1	<1	-	<1	<1	<1		<1	<1
Rissala	9	11	13	13	12	12	12	16	13	11	7	7	7	7	8	11	11	6	8	<1	<1	<1
Risulantie	22	28	9	7	15	17	16	-	2	1	8	1	1	1	1	<1	<1	<1		<1	<1	
Simpantie 3	28	30	31	31	4	29	36	29	1	<1	<1	<1	0	<1				<1		<1	<1	<1
Sulkavantie 8	63	65	21	22	10	10	19	12	1	<1	<1	0	<1	<1	1	<1	<1	<1		<1	<1	<1
Takojantie 12									-	29	12	25	23	2	3	1	10	10	7	8	5	5
Tiprusniemi										7	10	17	9	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	
YARA SUOMI OY	1341	1505	1697	1475	1370	1454	1794	1460	1155	1408	1457	1300	828	762	894	1005	871	858	905	752	727	769
PEAB INDUSTRI OY, Räimän asfalttiasema											7	9	11	7	9	6	14	10	10		<1	<1
TIELIIKENNE	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MUU LIIKENNE JA TYÖKONEET	12	10	8	6	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
KIINT. KOHT. LÄMMITYS	36	35	33	31	30	29	29	28	28	27	27	25	23	23	21	18	18	18	18	18	18	18

LIITE 6 TYPEN OKSIDIEN JA AMMONIAKIN PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021

TYPEN OKSIDIEN (NO _x) JA AMMONIAKIN (NH ₃) PÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021 (yksikkö tonnia)																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ASFALTTIKUNKKU OY																				1	1	1
ATRIA OYJ	15	16	18	18	17	19	16	21	18	21	16	17	16	9	6	6	6	5	7	6	6	
JUANKOSKEN BIOLÄMPÖ OY							71	15		23	27											
KARELIA UPOFLOOR OY			9	4	14	4	13	16	14	47	7	33	32	37	-	-	-					
KUOPION ENERGIA OY YHT.	855	1055	1012	1105	1403	1346	933	830	840	946	1008	737	873	880	671	573	457	479	427	423	407	467
LEMMINKÄINEN OY																						
Sorsasalon asfalttiasema	2	3	4	4	3	4	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-					
MONDI POWERFLUTE OY																						
NO _x	311	129	224	257	487	226	610	621	492	423	555	545	406	440	503	474	511	549	515	527	494	382
NH ₃	49	47	14	85	269	188	232	175	155	173	218	212	54	123	91	111	154	103	133	95	134	126
PREMIUM BOARD FINLAND OY	69	64		66	65	65	10															
SASMOX OY	9	10	14	9	10	10	5	5	5	2	-	-	-	-	-	-	-					
SAVON VOIMA OYJ YHT.	28	25	28	22	24	28	2	20	18	14	23	20	24	30	38	23	10	16	15	9	8	12
SCANTARP OY AB	3	3	3	3	2	3	3	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	1	1	<1	<1	<1
SIBELCO NORDIC OY AB	5	5	5	5	5	5	5	6	6	4	3	3	3	3	3	3	3					
SKANSKA INDUSTRIAL SOLUTIONS OY	<1	<1	<1	4	4	5	3	3	6	<1	5	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	1	<1
UPM-KYMMENE WOOD OY	14	15	15	20	19	11	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
MUUT LAITOKSET	17	14	11	8	5	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	30	60	90	120	120	120
TIELIIKENNE	1520	1458	1403	1339	1274	1213	1133	1058	970	858	813	764	718	694	677	644	621	546	513	465	423	423
MUU LIIKENNE JA TYÖKONEET	1728	1659	1590	1521	1425	1385	1326	1267	1208	1149	1032	971	910	849	788	788	744	700	656	612	612	612
KIINT. KOHT. LÄMMITYS	213	217	221	225	229	233	235	237	239	241	245	236	227	218	209	202	207	212	217	221	221	221
MAATALOUS	129	127	125	123	122	121	121	122	123	124	124	123	122	121	120	118	118	118	118	118	118	118

LIITE 7 TYPEN OKSIDIEN PÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021

[illegible]

LIITE 8 HIUKKASPÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021

HIUKKASPÄÄSTÖT KUOPIOSSA VUOSINA 2000-2021 (yksikkö tonnia)																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
ATRIA OYJ YHT.	3	3	3	3	3	2	2	3	2	3	3	3	3	2	1	1	1	1	1	1		
JUANKOSKEN BIOLÄMPÖ OY							2	1		1	1											
KARELIA UPOFLOOR OY			8	4	13	4	12	14	13	43	10	30	29	33	-	-	-					
KUOPION ENERGIA OY YHT.	55	94	65	130	74	68	71	68	37	56	70	43	28	43	45	37	9	7	13	19	11	19
LEMMINKÄINEN OY																						
Sorsasalon asfalttiasema	1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-					
MONDI POWERFLUTE OY	50	154	53	245	390	77	128	139	178	165	184	176	88	104	90	95	129	102	115	68	58	63
PELASTUSOPISTON HARJOITUSALUE							3	6	6	3	6	3	2	2	3	3	5	3	5	4	1	2
PREMIUM BOARD FINLAND OY	14	22		13	3	3	<1															
SASMOX OY	5	4	6	6	6	6	3	3	3	1	-	-		-	-	-	-					
SAVON VOIMA OYJ YHT.	11	12	4	10	9	15	<1	10	11	7	8	9	13	20	15	6	4	5	5	<1	1	1
SCANTARP OY AB				1	1	1	1	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	1	<1	<1	<1
SIBELCO NORDIC OY AB	<1	<1	<1	1	1	<1	<1	1	1	<1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1					
SKANSKA INDUSTRIAL SOLTIONS OY	<1	<1	<1	1	<1	<1	1	1	<1	<1	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
UPM-KYMMENE WOOD OY	6	10	10	6	6	2	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-					
MUUT LAITOKSET	79	84	89	94	99	105	103	101	99	97	95	87	79	71	63	55	58	61	64	67	67	67
TIELIIKENNE	77	71	67	62	56	52	48	44	39	35	32	28	26	24	23	20	19	16	14	12	11	11
MUU LIIKENNE JA TYÖKONEET	361	363	365	365	367	368	365	362	359	358	357	354	351	348	345	343	340	337	334	334	334	334
KIINT. KOHT. LÄMMITYS	205	217	229	214	253	267	277	287	297	307	319	308	297	286	275	265	277	289	301	314	314	314
MAATALOUS JA JÄTEHUOLTO	149	149	148	148	147	147	142	137	132	128	127	127	128	128	129	129	128	127	126	125	125	125

LIITE 9 HIUKKASPÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021

HIUKKASPÄÄSTÖT SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2000-2021 (yksikkö tonnia)																						
	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
SAVON VOIMA OYJ YHT.	5	6	5	3	3	3	3	4	2	12	3	12	11	1	2	3	4	3	3	3	<1	<1
Ahmontie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-												
Harjamäki	<1	1	1	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Leppäkaarteentie		<1	<1	<1						-	-	-	-	<1	<1	-	<1	<1	<1		<1	<1
Rissala	1	1	2	2	2	1	1	2	1	3	3	2	1	1	1	1	1	1	<1	<1	<1	<1
Risulantie	1	1	<1	<1	<1	<1	<1	-	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	
Simpantie 3	1	1	1	<1	<1	1	1	1	<1	<1	<1	<1	0	<1				<1		<1	<1	<1
Sulkavantie 8	2	2	1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	0	0	<1	<1	<1	<1	<1		<1	<1	<1
Takojantie 12									-	9	<1	10	10	<1	1	1	2	2	2	2	<1	<1
Tiprusniemi		<1	1	1	1	1	1	10	2	2	3	4	2	<1	<1	1	1	<1	1	1	<1	
YARA SUOMI OY	47	47	24	47	33	30	29	36	37	45	42	51	40	38	33	39	41	42	36	33	29	45
PEAB INDUSTRI OY, Räimän asfalttiasema											1	1	2	1	2	1	3	2	2		<1	<1
MUUT LAITOKSET	20					28					32					27				18		
TIELIKENNE	21	20	18	17	15	14	13	12	11	9	9	8	7	6	6	6	5	5	4	4	3	3
MUU LIIKENNE JA TYÖKONEET	51	50	49	49	48	47	51	55	59	64	69	75	81	87	93	101	101	100	98	99	99	99
KIINT. KOHT. LÄMMITYS	47	50	53	56	59	60	63	66	69	71	73	70	67	64	61	60	62	65	67	70	70	70
MAATALOUS JA JÄTEHUOLTO	20	20	20	20	20	20	19	18	17	16	16	16	16	17	17	17	17	17	16	16	16	16

LIITE 10 TUNNUSLUKUJA VUOSIEN 2010-2021 MITTAUKSISTA

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³)

(toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) MAAHERRANKADULLA 2010-2021

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tammikuu	25	24	27	25	50	20	37	18	13	23	29	21
Helmikuu	55	54	31	15	27	17	13	15	36	21	34	23
Maaliskuu	25	19	75		63	65	70	32	38	32	67	65
Huhtikuu	75	72	64	53	50	70	68	82	62	59	30	61
Toukokuu	33	26	29	18	26	15	31	31	35	22	18	36
Kesäkuu	16	25	16	21	35	12	17	12	19	16	16	30
Heinäkuu	39	22	19	11	20	11	21	12	13	8	11	21
Elokuu	26		14	16	17	19	12	12	17	12	13	10
Syyskuu	28	13	16	17	28	16	14	14	13	9	33	11
Lokakuu		30	26	28	21	14	14	11	23	19	18	27
Marraskuu	32	64	64	28	47	19	33	15	13	64	22	27
Joulukuu	43	22	45	23	39	60	9	6	14	12	40	10
Ohjearvo	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³)

(toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) NIIRALASSA 2010-2021

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tammikuu	8				15	10	12
Helmikuu	6				12	19	16
Maaliskuu	20				25	31	20
Huhtikuu	14				44	17	48
Toukokuu	6				11	11	24
Kesäkuu	6				18	10	21
Heinäkuu	4				11	9	14
Elokuu	8				13	10	9
Syyskuu	6				10	26	11
Lokakuu	4				10	15	16
Marraskuu	3				21	11	15
Joulukuu	11				9	16	9
Ohjearvo	70	70	70	70	70	70	70

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³)

(toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) SAVILAHDESSA 2019-2021

	2019	2020	2021
Tammikuu	78	24	27
Helmikuu	38	100	67
Maaliskuu	61	53	68
Huhtikuu	95	36	84
Toukokuu	22	22	36
Kesäkuu	28	20	25
Heinäkuu	18	13	20
Elokuu	17	13	10
Syyskuu	12	36	13
Lokakuu	22	19	37
Marraskuu	66	25	35
Joulukuu	10	65	22
Ohjearvo	70	70	70

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) TASAVALLANKADULLA 2010-2021

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Tammikuu	44	37	66		70	22	41	26	31	38	16	21
Helmikuu	38	51	79	19	25	37	17	22	56	44	39	44
Maaliskuu	63	41	87	65	80	114	69	46	73	59	55	56
Huhtikuu	125	167	104	91	61	106	82	85	111	95	49	70
Toukokuu	40	59	70	36	39	30	71	39	59	25	33	33
Kesäkuu	39	35	29	31	43	22	28	21	22	30	18	20
Heinäkuu	56	31	32	21	23	16	28	16	22	15	16	25
Elokuu	37	30	20	20	27	23	17	12	24	21	15	14
Syyskuu	28	27	25	22	29	19	20	17	17	14	35	17
Lokakuu	57	63	46	45	52	29	35	16	39	45	18	48
Marraskuu	44	76	59	38	82	32	23	27	38	84	21	35
Joulukuu	33	14		15	21	18	11	9	36	10	72	30
Ohjearvo	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) MUSTISSA 2019-2021

	2019	2021	2021				
Tammikuu	13	11					
Helmikuu	10	16					
Maaliskuu	11	180					
Huhtikuu	17	7					
Toukokuu	12	11					
Kesäkuu	22	15	28				
Heinäkuu	14	15	26				
Elokuu	14	10	10				
Syyskuu	12	20	10				
Lokakuu	8	13	37				
Marraskuu	17	8	27				
Joulukuu	8	25					
Ohjearvo	70	70	70				

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) RANNASSA 2021

	2021						
Tammikuu							
Helmikuu							
Maaliskuu							
Huhtikuu							
Toukokuu							
Kesäkuu	30						
Heinäkuu	19						
Elokuu	11						
Syyskuu	10						
Lokakuu	20						
Marraskuu	28						
Joulukuu	21						
Ohjearvo	70						

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) SULKAVANNIITYLLÄ 2021

2021								
Tammikuu	14							
Helmikuu	17							
Maaliskuu	16							
Huhtikuu	59							
Toukokuu	32							
Kesäkuu	28							
Heinäkuu	22							
Elokuu	11							
Syyskuu	11							
Lokakuu	15							
Marraskuu	16							
Joulukuu	11							
Ohjearvo	70							

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT MAAHERRANKADULLA 2010-2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	36. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo (ug/m ³)
2010		29	9	16
2011		29	10	16
2012		30	13	15
2013		22	3	12
2014		32	8	16
2015		24	12	16
2016		25	10	12
2017	60	17	4	9
2018	62	25	6	12
2019	59	21	7	10
2020	67	24	8	11
2021	61	22	7	11
Ohjearvo (WHO)	45			15

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT NIIRALASSA 2015-2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	36. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo (ug/m ³)
2015		8	0	4
2016				
2017				
2018				
2019	32	16	0	8
2020	29	14	0	8
2021	31	14	1	9
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT SAVILAHDESSA 2019-2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2019	88	33	22	14
2020	79	25	8	12
2021	84	27	12	12
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT TASAVALLANKADULLA 2012-2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2010		39	21	26
2011		43	28	24
2012		46	31	23
2013		31	11	23
2014		34	14	19
2015		27	17	19
2016		32	13	16
2017	76	23	11	12
2018	102	39	19	18
2019	87	34	21	15
2020	67	25	6	13
2021	59	25	9	14
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT MUSTISSA 2019-2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2019	55	11	0	6
2020	22	12	4	8
2021	32	10	0	7
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT RANNASSA 2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36. korkein vuorokausikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2021	33	17	0	10
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN TUNNUSLUVUT SULKAVANNIITYLLÄ 2021

	4. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	36. korkein vuorokausikeskiarvo (ug/m ³)	Raja-arvotason ylitykset (kpl/vuosi) (kpl/vuosi)	Vuosikeskiarvo (ug/m ³)
2021	48	15	2	8
Ohjearvo (WHO)	45			15
Raja-arvo		50	35	40

PIENHIUKKASTEN 4. KORKEIN VUOROKAUSIKESKIARVO (ug/m3) KUOPIOSSA 2017-2021

	2017	2018	2019	2020	2021				
Kasarmipuisto	9,6	11,6							
Maaherrankatu			13,5	14,7	18,6				
Niirala			15,0	14,5	13,9				
Savilahti			22,6	17,5	16,8				
Tasavallankatu			8,9	13,1	11,6				
Ohjearvo (WHO)	15	15	15	15	15				

PIENHIUKKASTEN 4. KORKEIN VUOROKAUSIKESKIARVO (ug/m3) SIILINJÄRVELLÄ 2018-2021

	2018	2019	2020	2021					
Musti				21,5					
Ranta				23,3					
Sorakuja	21,0								
Sulkavanniitty				17,8					
Vuorela			14,4						
Ohjearvo (WHO)	15	15	15	15					

PIENHIUKKASTEN VUOSIKESKIARVOT (ug/m3) KUOPIOSSA 2010-2021

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Kasarmipuisto	6,6	6,8	6,6	5,3	5,9	4,5	5,3	3,1	3,5			
Maaherrankatu										4,3	4,1	4,8
Niirala						5,5				4,8	4,2	5,2
Savilahti										5,1	4,1	4,4
Tasavallankatu										2,9	3,9	4,3
Altistumisen pitoisuuskatto	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
Raja-arvo	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
Ohjearvo (WHO)	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5

PIENHIUKKASTEN VUOSIKESKIARVOT (ug/m3) SIILINJÄRVELLÄ 2018-2021

	2018	2019	2020	2021				
Musti				4,0				
Ranta				5,9				
Sorakuja	5,9							
Sulkavanniitty				4,6				
Vuorela			4,2					
Altistumisen pitoisuuskatto	8,5	8,5	8,5	8,5				
Raja-arvo	25	25	25	25				
Ohjearvo (WHO)	5	5	5	5				

TYPPIDIOKSIDIN TUNTIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (99. prosentin persenttiili) MAAHERRANKADULLA 2010-2021

[illegible]

TYPPIDIOKSIDIN TUNTIARVOT (ug/m³) (99. prosentintä prosenttiili) SAVILAHDESSA 2021-

2021									
Tammikuu	54								
Helmikuu	109								
Maaliskuu	92								
Huhtikuu	76								
Toukokuu	43								
Kesäkuu									
Heinäkuu	46								
Elokuu	45								
Syyskuu	52								
Lokakuu	47								
Marraskuu	48								
Joulukuu	56								
Ohjearvo	150								

TYPPIDIOKSIDIN TUNTIARVOT (ug/m³) (99. prosentin persentiili) TASAVALLANKADULLA 2010-2021

[illegible]

TYPPIDIOKSIDIN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) MAAHERRANKADULLA 2010-2021

[illegible]

TYPPIDIOKSIDIN VUOROKAUSIARVOT (ug/m3) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) SAVILAHDESSA 2021-

	2021								
Tammikuu	29								
Helmikuu	44								
Maaliskuu	49								
Huhtikuu	26								
Toukokuu	19								
Kesäkuu									
Heinäkuu	15								
Elokuu	18								
Syyskuu	24								
Lokakuu	16								
Marraskuu	23								
Joulukuu	26								
Ohjearvo	70								

TYPPIDIOKSIDIN VUOROKAUSIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) TASAVALANKADULLA 2010-2021

[illegible]

TYPPIDIOKSIDIN TUNNUSLUVUT (ug/m3) MAAHERRANKADULLA 2010-2021

	Korkein tuntikeskiarvo	19. korkein tuntikeskiarvo	4. korkein vuorokausikeskiarvo	Vuosikeskiarvo	
2010	161	108	60	21	
2011	123	100	60	18	
2012	105	81	40	16	
2013	125	100	46	17	
2014	125	86	39	15	
2015	131	96	56	14	
2016	104	84	40	13	
2017	179	94	41	16	
2018	113	91	42	13	
2019	103	87	41	13	
2020	82	54	24	8	
2021	135	78	30	9	
Ohjearvo (WHO)	200		25	10	
Raja-arvo		200		40	

TYPPIDIOKSIDIN TUNNUSLUVUT (ug/m3) SAVILAHDESSA 2021-

	Korkein tuntikeskiarvo	19. korkein tuntikeskiarvo	4. korkein vuorokausikeskiarvo	Vuosikeskiarvo	
2021	140	97	44	12	
Ohjearvo (WHO)	200		25	10	
Raja-arvo		200		40	

TYPPIDIOKSIDIN TUNNUSLUVUT (ug/m3) TASAVALANKADULLA 2010-2021

	Korkein tuntikeskiarvo	19. korkein tuntikeskiarvo	4. korkein vuorokausikeskiarvo	Vuosikeskiarvo	
2010	154	129	91	37	
2011	158	125	83	24	
2012	136	87	54	19	
2013	112	85	50	19	
2014	97	71	40	16	
2015	88	75	43	16	
2016	152	85	50	17	
2017	101	77	43	22	
2018	131	82	45	15	
2019	106	77	41	13	
2020	74	54	26	11	
2021	101	77	39	13	
Ohjearvo (WHO)	200		25	10	
Raja-arvo		200		40	

TYPEN OKSIDIEN (NO + NO₂) VUOSIKESKIARVO (ug/m3) MAAHERRANKADULLA 2010-2021[illegible]

TYPEN OKSIDIEN (NO + NO₂) VUOSIKESKIARVO (ug/m3) SAVILAHDESSA 2021-

	2021								
Vuosikeskiarvo	20,5								
Kriittinen taso	30								

TYPEN OKSIDIEN (NO + NO₂) VUOSIKESKIARVO (ug/m³) TASAVALANKADULLA 2010-2021

[illegible]

OTSONIN KORKEIMMAT 8 TUNNIN KESKIVÄRTÖT (µg/m³) NIIRALASSA 2019-2021

	2019	2020	2021						
Tammikuu	87	67	70						
Helmikuu	91	77	81						
Maaliskuu	84	87	91						
Huhtikuu	121	93	96						
Toukokuu	105	86	111						
Kesäkuu	104	86	120						
Heinäkuu	78	81	94						
Elokuu	81	74	72						
Syyskuu	78	59	59						
Lokakuu	70	63	77						
Marraskuu	72	70	67						
Joulukuu	74	58	73						
Tavoitearvo	120	120	120						

OTSONIN AOT40-ARVOT (ug/m3h) NIIRALASSA 2019-2021

	2019	2020	2021						
AOT40-arvo	1703	447	3246						
Tavoitearvo	6000	6000	6000						

RIKKIDIOKSIDIN TUNTIARVOT (ug/m³) (99. prosentin persenttiili) SORSASALOSSA 2010-2021[illegible]

RIKKIDIOKSIDIN VUOROKAUSIARVOT ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) (toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) SORSASALOSSA 2010-2021[illegible]

RIKKIDIOKSIDIN TUNNUSLUVUT (ug/m3) SORSASALOSSA 2009-2021

	25. korkein tuntikeskiarvo	4. korkein vuorokausikeskiarvo	Vuosikeskiarvo	Talvikauden keskiarvo
2009	32	11	2	2
2010	35	15	3	3
2011	29	10	2	2,4
2012	53	22	3,1	2,8
2013	42	13	2,4	2,2
2014	47	17	2,7	2,3
2015	35	11	1,9	2,4
2016	36	13	1,9	1,6
2017	33	13	1,7	1,2
2018	52	19	2,3	1,2
2019	75	27	2,3	1,5
2020	40	15	1,6	0,9
2021	52	27	2,3	1,4
Ohjearvo (WHO)		40		
Raja-arvo	350	125	20	20

PELKISTYNEIDEN RIKKIYHDISTEIDEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³)
(toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) HAMINALAHDESSA 2013-2021

[illegible]

**PELKISTYNEIDEN RIKKIYHDISTEIDEN VUOROKAUSIARVOT (ug/m³)
(toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) SORSASALOSSA 2010-2021**

[illegible]