



**ILMANLAADUN
SEURANTASUUNNITELMA**

**KUOPIO JA
SIILINJÄRVI**

2024-2028

Määritelmiä, yksiköitä ja symboleita

mg/m ³	milligrammaa kuutiometrissä
µg/m ³	mikrogrammaa kuutiometrissä
ng/m ³	nanogrammaa kuutiometrissä
AOT40	kumuloitunut altistus pitoisuustasolle, joka ylittää 40 ppb (80 µg/m ³). Tämä edustaa summaa, kun tuntipitoisuuksista jotka ylittävät 80 µg/m ³ , vähennetään 80 µg/m ³ ja erotukset lasketaan yhteen. Laskennassa otetaan huomioon klo 8.00 – 20.00 mitatut pitoisuudet.
As	arseeni
BaP	bentso(a)pyreeni
BC	mustahiili
C ₅ H ₆	bentseeni
Cd	kadmium
CO	hiilimonoksidi
EC	alkuainehiili
Ni	nikkeli
NO	typpimonoksidi
NO ₂	typpidioksidi
NO _x	typen oksidit
O ₃	otsoni
PAH	polyaromaattiset hiilivedyt
Pb	lyijy
PM	hiukkaset
PM ₁	hiukkaset joiden halkaisija on alle 1 µm
PM _{2,5}	hiukkaset joiden halkaisija on alle 2,5 µm
PM ₁₀	hiukkaset joiden halkaisija on alle 10 µm
SO ₂	rikkidioksidi
TRS	pelkistyneet rikkiyhdisteet
TSP	kokonaisleijuma
VOC	haihtuvat orgaaniset yhdisteet
WHO	Maailman terveysjärjestö

Sisällys

TIIVISTELMÄ	5
JOHDANTO	6
ILMANLAATUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	8
ILMANLAADUN OHJE-, RAJA-, TAVOITE- JA KYNNYSARVOT	8
ILMANLAADUN SEURANTAMENETELMÄT	12
Yleistä	12
Päästökartoitukset	12
Leviämismallilaskelmat	13
Ilmanlaadun mittaukset	13
Bioindikaattorikartoitukset	14
ILMANLAADUN ARVIOINTIKYNNYKSET	15
ILMANLAADUN SEURANTA-ALUEET JA MITTAUSVELVOITTEET	16
Yleistä	16
Rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin seuranta-alueet	16
Otsonin seuranta-alueet	18
Bentso(a)pyreenin, arseenin, kadmiumin ja nikkelin seuranta-alueet	18
VAATIMUKSET ILMANLAADUN MITTAUKSILLE	19
ILMANLAADUSTA TIEDOTTAMINEN JA TULOSTEN RAPORTOINTI	19
ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 1984-2022	20
PÄÄSTÖJEN SEURANTA JA LEVIÄMISMALLIEN KÄYTTÖ ILMANLAADUN SEURANNASSA KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ	21
PÄÄSTÖJEN KEHITYS	21
Yleistä	21
Päästöt Kuopiossa	21
Päästöt Siilinjärvellä	24
ILMANLAATU KUOPIOSSA SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN	26
Yleistä	26
ILMANLAATU KUOPIOSSA SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN	28
ILMANLAATU SIILINJÄRVELLÄ SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN	29
ILMANLAATU SIILINJÄRVELLÄ SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN	30

LEVIÄMISMALLILASKELMIEN TULOKSET KUOPIOSSA _____	32
LEVIÄMISMALLILASKELMIEN TULOKSET SIILINJÄRVELLÄ _____	40
PAIKALLINEN TARVE ILMANLAADUN SEURANTAAN _____	46
ILMANLAADUN SEURANTATARVE VUOSINA 2024-2028 _____	48
Ilmanlaadun mittaukset _____	48
Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset _____	48
Typpidioksidi _____	50
Otsoni _____	51
Rikkidioksidi _____	51
Pelkistyneet rikkiyhdisteet _____	52
Hiilimonoksidi _____	52
Bentseeni _____	52
Bentso(a)pyreeni _____	53
Lyijy, arseeni, kadmium ja nikkeli _____	54
Muut yhdisteet _____	54
Muuta _____	55
Mittausasemien edustavuus _____	55
Leviämismallilaskelmat _____	56
Päästökartoitukset _____	56
Arvio nykyisestä ilmanlaadun seurannasta ja seurannan kehittämistarve _____	57
LÄHDELUETTELO _____	58
LIITTEET _____	60
LIITE 1 ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA VUOSINA 1984-2022 _____	61
LIITE 2 ILMANLAADUN MITTAUKSET SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2003-2022 _____	63
LIITE 3 PÄÄSTÖJEN KEHITYS KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ JA PÄÄSTÖJEN JAKAUMA VUOSINA 2019-2021 _____	64
LIITE 4 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN _____	87
LIITE 5 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN _____	109
LIITE 6 SIILINJÄRVEN ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN _____	114
LIITE 7 SIILINJÄRVEN KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN _____	124
LIITE 8 ARVIOT VUOSILLE 2024-2028 ESITETTYJEN MITTAUSASEMIEN ALUEELLISESTA EDUSTAVUUDESTA _____	128
LIITE 9 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI KUOPIOON VUOSILLE 2024-2028 _____	133
LIITE 10 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI SIILINJÄRVELLE VUOSILLE 2024-2028 _____	134

TIIVISTELMÄ

Ilmanlaatuasetukset edellyttävät, että paikallinen ilmanlaadun seurantarve arvioidaan vähintään viiden välein. Tämän Kuopioon ja Siilinjärvelle laaditun, vuosia 2024-2028 koskevan seurantasuunnitelman pohjalta kuntien ilmanlaadun seuranta voidaan toteuttaa kattavasti.

Ilmanlaadun seurantarvetta on arvioitu viimeisimpien ilmanlaadun mittaustulosten ja leviämismallilaskelmien tulosten sekä päästökehityksen pohjalta. Lisäksi huomioon on otettu ympäristölupavelvollisten energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten ympäristölupiin liittyvät velvoitteet sekä esille nousseet paikalliset tarpeet, jotka voivat liittyä kunnan yleisiin tarpeisiin olla selvillä ilmanlaadusta.

Useimpien tärkeimpien epäpuhtauksien päästöt Kuopiossa ja Siilinjärvellä ovat olleet laskussa 1990-luvun alusta lähtien vähäisiä poikkeuksia lukuun ottamatta. Päästöt ovat pienentyneet etenkin energiantuotanto- ja teollisuuslaitoksista sekä tieliikenteestä. Vain kiinteistökohtaisen lämmityksen, lähinnä puun pienpolton päästöt ovat hieman kasvaneet.

Ilman epäpuhtauksien mitatut pitoisuudet ovat olleet pääosin laskussa 2000-luvulla sekä Kuopiossa että Siilinjärvellä. Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet liikenneympäristöissä ylittävät ajoittain kansalliset vuorokausiohjearvon ja WHO:n ohjearvot. Niin ikään pienhiukkasten pitoisuudet ylittävät WHO:n ohjearvot, erityisesti liikenneympäristöissä ja paikoin pientaloalueilla. Myös typpidioksidin pitoisuudet ylittävät yleisesti WHO:n ohjearvot.

Ilmanlaadun mittauksia esitetään jatkettavaksi Kuopiossa ja Siilinjärvellä pääosin nykyisellä mittausverkolla, mikä on katsottu valtaosin edustavaksi. Kuopiossa Tasavallankadun mittausasemaa esitetään siirrettäväksi Saaristokaupunkiin Pölläkän alueella mittausten alueellisen edustavuuden parantamiseksi. Siilinjärven keskustaan Sorakujalle esitetään pysyvän mittausaseman sijoittamista vuosiksi 2024-2028.

Kuopiossa suositellaan aloitettavan mustahiilen mittaus Niiralan pientaloalueella olevalla mittausasemalla, jonka tulokset edustavat hyvin ilmanlaatua pientaloalueella, jossa on paljon puun pienpoltoa. Puun pienpolton ilmanlaatuvaikutusten seuraamiseksi Niiralassa esitetään niin ikään jatkettavaksi kampanjaluonteisesti bentso(a)pyreenin ja bentseenin mittauksia.

Tärkeimpien epäpuhtauksien leviämismallinnus Kuopion ja Siilinjärven alueelle on tarpeen päivittää viimeistään vuonna 2027.

JOHDANTO

Kuopiossa ilmanlaatua on seurattu jatkuvatoimisin mittauksin vuodesta 1984 lähtien. Mittaukset 1980-luvulla kohdistuivat aluksi rikkidioksidi- ja pölypitoisuuksien seurantaan ja erityisesti teollisuuden ja energiantuotannon, mutta myös tieliikenteen vaikutusten ja katupölyn seurantaan. Myöhemmin etenkin 1990-luvun loppupuolelta eteenpäin mittausvalikoimaa ja mittausverkostoa on huomattavasti laajennettu.

Kuopiossa ilmanlaadun mittauksia on 2000-luvulla tehty hyvin monipuolisesti ja laajasti verrattuna useimpiin muihin suuriin ja keskikokoisiin kaupunkeihin. Mittaukset 2000-luvun edetessä ovat entistä enemmän painottuneet tieliikenteen vaikutusten seurantaan, kun etenkin mekaanisen metsäteollisuuden laitoksia Kuopiossa on suljettu ja teollisuus- ja energiantuotantolaitosten päästöjä on rajoitettu ympäristönsuojelulain nojalla. Viime vuosina huomiota on kiinnitetty myös puun pienpolton ilmanlaatuvaikutusten seurantaan.

Siilinjärvellä ilmanlaatua on mitattu jaksoittain vuodesta 2003 alkaen. Mittauksia on tehty sekä Siilinjärven keskustaajamassa että Vuorelassa. Vuodesta 2016 alkaen jatkuvia pölymittauksia on tehty eri puolilla Yara Suomi Oy:n tuotantolaitosten sekä laajan kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristössä.

Mittausten ohella Kuopion ja Siilinjärven alueelle on tehty myös laajoja seudullisia ilmanlaadun mallinnuksia, joista viimeisin on valmistunut vuonna 2020.

Ilmanlaadun seuranta Kuopiossa ja Siilinjärvellä on tehty yhteisseurantana, mihin ovat Kuopion kaupungin ja Siilinjärven kunnan lisäksi osallistuneet alueen tärkeimmät energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset. Vuodesta 2011 tarkkailu on ollut yhteistä Varkauden kaupungin ja vuodesta 2018 myös Jyväskylän kaupungin kanssa.

Yhteistarkkailun toteutuksesta on vastannut Kuopion kaupungin ympäristönsuojeluviranomainen (nykyisin alueelliset ympäristönsuojelupalvelut). Jatkuvatoimisten mittausten ylläpitoon on hankittu ostopalveluja Aeri Oy:ltä (aiemmin JPP Kalibrointi Ky) 1990-luvulta saakka. Erilaisia kampanjamittauksia on hankittu ostopalveluina lähinnä Ilmatieteen laitokselta.

Ilmanlaatuasetusten 79/2017 ja 113/2017 mukaan ilmanlaadun seurantarve on arvioitava vähintään viiden vuoden välein. Ilmanlaadun seurantarve Kuopiossa ja Siilinjärvellä on dokumentoitu viimeksi vuonna 2015 seurantasuunnitelmiin, jotka kattoivat vuodet 2016-2020. Tosin nykyisen vuodet 2021-2023 kattavan ilmanlaadun tarkkailusopimuksen hyväksymisen yhteydessä on arvioitu mittaustarvetta, mutta johtopäätöksiä ei ole dokumentoitu erilliseen seurantasuunnitelmaan.

Tässä seurantasuunnitelmassa on arvioitu kattavasti alueen ilmanlaadun seurantarve vuosille 2024-2028. Arvio pohjautuu viimeisiin ilmanlaadun mittaustuloksiin, päästökehitykseen ja uusimpien leviämismallilaskelmien tuloksiin. Lisäksi seurantarvetta arvioitaessa huomioon on otettu muita paikallisia näkökohtia, kuten isompien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten



ympäristölupiin sisältyviä seurantavelvoitteita ja kuntien viranomaisten esittämiä näkemyksiä paikallisesta seurantarpeesta mm. maankäytön suunnittelua varten.

Suunnitelman on laatinut Aeri Oy. Työn aikana on kuultu Kuopion ja Siilinjärven ympäristönsuojeluviranomaisen, Pohjois-Savon ELY-keskuksen sekä suurimpien teollisuuslaitosten edustajien näkemyksiä.

ILMANLAATUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaan kunnan on käytettävissä olevin keinoin turvattava hyvä ilmanlaatu alueellaan ottaen huomioon laissa tarkoitetut ympäristölaatuvaatimukset ja -tavoitteet.

Ilmanlaadun turvaamiseksi kansallisessa lainsäädännössä on annettu ohje-, raja-, tavoite-, ja kynnyсарvot sekä kriittiset tasot. Pienhiukkasille on annettu myös kansallinen altistumisen pitoisuuskatto ja altistumisen vähennystavoite.

Ympäristönsuojelulain 143 §:n ohella ilmanlaadun seuranta koskevat keskeiset veloitteet sisältyvät ilmanlaatu-asetukseen (79/2017) ja ilmassa olevaa arseenia, kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä koskevaan asetukseen (13/2017).

Ympäristönsuojelulain mukaan

- Kunnan on alueellaan huolehdittava paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta.
- Mittaukset, testaukset, selvitykset ja tutkimukset on tehtävä pätevästi, luotettavasti ja tarkoituksenmukaisin menetelmin.
- Seurantatiedot on julkistettava ja niistä on tiedotettava tarpeellisessa laajuudessa.
- Ympäristön tilan seurannasta vastaavien viranomaisten sekä asiantuntija- ja tutkimuslaitosten on talletettava seurantatiedot ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

Ympäristönsuojelulaissa (6 §) on lisäksi toiminnanharjoittajia koskeva selvilläolovelvollisuus, minkä mukaan toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista. Tämä koskee myös vaikutuksia ilmanlaatuun.

EU:n ilmanlaatudirektiiveissä ilmanlaadun arvioinnin tavoitteiksi on määritelty

- raja-arvojen valvonta
- altistumisen arviointi
- väestölle tiedottaminen
- ilmanlaadun hallinnan tukeminen.

Ilmanlaadun seurannassa tavoitteena on arvioida epäpuhtauksien pitoisuuksia yhtenäisin menetelmin ja perustein, tuottaa riittävästi tietoa epäpuhtauksien pitoisuuksista ilmassa sekä huolehtia siitä, että tiedot ovat kaikkien saatavilla.

ILMANLAADUN OHJE-, RAJA-, TAVOITE- JA KYNNYSARVOT

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.

Taulukko 1. Valtioneuvoston päätöksen 480/1996 mukaiset kansalliset ilmanlaadun ohjearvot

Yhdiste	Kansallinen ohjearvo	Viiteaika	Tilastollinen määrittely
Rikkidioksidi (SO ₂)	250 (µg/m ³)	Tunti	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	80 (µg/m ³)	Vuorokausi	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Typpidioksidi (NO ₂)	150 (µg/m ³)	Tunti	kuukauden tuntiarvojen 99. prosenttipiste
	70 (µg/m ³)	Vuorokausi	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Hiilimonoksidi (CO)	20 (µg/m ³)	Tunti	suurin tuntiarvo
	8 (µg/m ³)	8 tuntia	tuntiarvojen liukuva 8 tunnin keskiarvo
Kokonaisleijuma (TSP)	120 (µg/m ³)	Vuorokausi	vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste
	50 (µg/m ³)	Vuosi	vuosikeskiarvo
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	70 (µg/m ³)	Vuorokausi	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo
Pelkistyneet rikkiyhdisteet (TRS)	10 (µg/m ³)	Vuorokausi	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo ilmoitetaan 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**. Ympäristöministeriö on alustavasti esittänyt kansallisen ilmansuojeluohjelman 2030 päivityksen yhteydessä, että Suomessa kansallisena tavoitteena on tulevaisuudessa WHO:n ohjearvojen alittaminen.

Taulukko 2. Maailman terveysjärjestön globaalit ilmanlaadun ohjearvot.

Yhdiste	WHO:n ohjearvo	Viiteaika	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi	500 µg/m ³	10 minuuttia	
	40 µg/m ³	Vuorokausi	3
Typpidioksidi	200 µg/m ³	Tunti	
	25 µg/m ³	Vuorokausi	3
	10 µg/m ³	Vuosi	
Hiilimonoksidi	30 mg/m ³	Tunti	
	4 mg/m ³	Vuorokausi	3
Hengitettävät hiukkaset	45 µg/m ³	Vuorokausi	3
	5 µg/m ³	Vuosi	
Pienhiukkaset	15 µg/m ³	Vuorokausi	3
	5 µg/m ³	Vuosi	

Yhdiste	WHO:n ohjearvo	Viiteaika	Sallitut ylitykset vuodessa
Lyijy	0,5 µg/m ³	Vuosi	
Kadmium	5 ng/m ³	Vuosi	
Otsoni	100 µg/m ³	8 tuntia	
	60 µg/m ³	6 kuukautta	vuorokauden korkeimpien 8 tunnin keskiarvojen keskiarvo 6 kuukauden ajalta.

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.

Taulukko 3. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset ilmanlaadun raja-arvot.

Yhdiste	Raja-arvo	Viiteaika	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi (SO ₂)	350 (µg/m ³)	Tunti	24 tuntia
	125 (µg/m ³)	Vuorokausi	3 vuorokautta
Typpidioksidi (NO ₂)	200 (µg/m ³)	Tunti	18 tuntia
	40 (µg/m ³)	Vuorokausi	
Hiilimonoksidi (CO)	10 (µg/m ³)	8 tuntia	
Bentseeni (C ₆ H ₆)	5 (µg/m ³)	Vuosi	
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	50 (µg/m ³)	Vuorokausi	35 vuorokautta
	50 (µg/m ³)	Vuosi	
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	25 (µg/m ³)	Vuosi	
Lyijy (Pb)	0,5 (µg/m ³)	Vuosi	

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 µg/m³ 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.

Taulukko 4. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset ilmanlaadun tavoitearvot otsonille ja valtioneuvoston asetuksen 113/2017 mukaiset ilmanlaadun tavoitearvot arseenille, kadmiumille, nikkelille ja bentso(a)pyreenille.

Yhdiste	Tavoitearvo	Viiteaika	Sallitut ylitykset vuodessa
Otsoni (O ₃)	120 (µg/m ³)	8 tunnin liukuva keskiarvo	25 vuorokautena 3 vuoden keskiarvona (tavoite vuodelle 2010)
	120 (µg/m ³)	8 tunnin liukuva keskiarvo	ei ylityksiä (pitkän ajan tavoite)
Arseeni (As)	6 (ng/m ³)	Vuosi	
Kadmium (Cd)	5 (ng/m ³)	Vuosi	
Nikkeli (Ni)	20 (ng/m ³)	Vuosi	
Bentso(a)pyreeni	1 (ng/m ³)	Vuosi	

Kasvillisuuden suojelemiseksi annettu **otsonin tavoitearvo** vuodelle 2010 on AOT40-arvona 18 000 µg/m³h viiden vuoden keskiarvona ja pitkän ajan tavoite 6 000 µg/m³h. AOT40-arvolla tarkoitetaan 80 µg/m³ ylittävien tuntipitoisuuksien ja 80 µg/m³ erotuksen kumulatiivista summaa jaksolla 1.5.–31.7. klo 10–22.

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.

Taulukko 5. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset ilmanlaadun kriittiset tasot.

Yhdiste	Kriittinen taso	Viiteaika
Rikkidioksidi (SO ₂)	20 (µg/m ³)	Vuosi ja talvikausi
Typen oksidit (NO+NO ₂) (NOx)	30 (µg/m ³)	Vuosi

Varoituskynnnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen vaarantaa yleisesti ihmisten terveyttä. Varoituskynnnykset on annettu ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) rikkidioksidille, typpidioksidille ja otsonille.

Tiedotuskynnnyksellä puolestaan tarkoitetaan epäpuhtauspitoisuutta, jonka ylittyessä lyhytaikainenkin altistuminen vaarantaa ilman epäpuhtauksille herkkien väestöryhmien terveyttä. Tiedotuskynnnyks on annettu asetuksessa 79/2017 otsonille. Varoitus- ja tiedotuskynnnyksien ylittyessä kansalaisia on tiedotettava tai varoitettava ilmansaasteiden pitoisuuksien kohoamisesta.

Taulukko 6. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset ilmanlaadun tiedotus- ja varoituskynnnykset.

Yhdiste	Tiedotuskynnnyks	Varoituskynnnyks	Viiteaika
Rikkidioksidi (SO ₂)		500 (µg/m ³)	3 peräkkäistä tuntia
Typpidioksidi (NO ₂)		400 (µg/m ³)	3 peräkkäistä tuntia
Otsoni (O ₃)	180 (µg/m ³)	240 (µg/m ³)	tunti

ILMANLAADUN SEURANTAMENETELMÄT

Yleistä

Ilmanlaadun seurannassa käytettävät menetelmät voidaan ryhmitellä

- päästökartoituksiin
- leviämismallilaskelmiin
- ilmanlaadun mittauksiin ja
- biologisiin vaikutuskartoituksiin.

Ilmanlaadun seurannan sisältöön ja käytettävien selvitys- ja tutkimusmenetelmien valintaan vaikuttavat muun muassa

- epäpuhtauksien pitoisuudet suhteessa ohje-, raja- ja tavoitearvoihin sekä ilmanlaadun arviointikynnyksiin
- paikalliset ja alueelliset päästöt, niiden laatu, määrä, ajallinen vaihtelu ja maantieteellinen jakauma
- päästölähteiden sijoittuminen altistuvaan väestöön ja elolliseen luontoon nähden sekä
- taustapitoisuudet ja -laskeumat.

Käytettävät menetelmät tulee valita niin, että niillä saadaan riittävät tiedot ilmanlaadusta ja sen kehityksestä.

Seurantamenetelmien tulee olla yleisesti hyväksytyjä käyttötarkoitukseensa ja ne on dokumentoitava riittävän tarkasti. Menetelmien tulee tuottaa vertailukelpoista tietoa ja niitä käytettäessä on huolehdittava asianmukaisesta laadunvarmistuksesta. Tästä syystä menetelmien luotettavuus, tulosten oikeellisuus ja epävarmuus tulee kyetä arvioimaan.

Päästökartoitukset

Päästökartoituksia (päästöinventaarioita) voidaan käyttää karkealla tasolla ilmanlaadun arviointiin ja muiden seurantamenetelmien valintaan, vaikka varsinaisia tietoja ilmanlaadusta pelkkien päästötietojen perusteella ei saadakaan. Päästökartoitusten on tarpeen kattaa kaikki sellaiset päästökomponentit (epäpuhtaudet), joilla arvioidaan olevan merkitystä alueen ilmanlaadun kannalta ja erityisesti ne, joille on olemassa ohje-, raja- tai tavoitearvoja. Päästötiedot tulee kerätä tai arvioida päästölähdekohtaisesti niin, että ne kattavat ainakin päästöt

- energiantuotantolaitoksista
- teollisuuslaitoksista
- tieliikenteestä ja
- kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

Suosittelavaa on lisäksi sisällyttää päästökartoituksiin muutkin hajapäästöt, kuin kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt, mikäli niitä on saatavilla. Raide- ja vesiliikenteen ja työkoneiden päästöillä harvoin on niin keskeistä merkitystä paikallisen ilmanlaadun seurannan kannalta, että niiden säännöllinen kartoitus olisi välttämätöntä.

Päästötietoja voidaan kerätä vuosittain ympäristölupavollisten ja ympäristönsuojelulain nojalla rekisteröityjen energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten osalta ympäristöhallinnon YLVA-tietojärjestelmästä.

Tieliikenteen vuosittaiset päästöt kuntakohtaiset ovat saatavilla VTT:n LIPASTO-tietokannasta, sen tieliikenneosiosta (LIISA).

Kiinteistökohtaisen lämmityksen arviointia voidaan tehdä pohjautuen rakennuskantaan ja rakennusten lämmitysmuotoja koskevaan tietoon. Tällöin apuna käytetään tietoja eri rakennustyyppien keskimääräisestä lämmitystarpeesta tai polttoaineiden käytöstä sekä eri päästökomponenttien ominaispäästökertoimia.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen ja myös eräiden muiden hajapäästöjen määrät vuosille 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ja 2019 ovat saatavissa käyttöön myös Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietokannoista.

Vaativampia ja tarkempia päästökartoituksia voidaan lisäksi teettää asiantuntijatyönä ja erillistutkimuksina. Esimerkiksi hiilivety- tai raskasmetallipäästöjen kartoitus usein edellyttää tarkempaa lähtötietojen keräämistä ja täten suurempaa työpanosta.

Leviämismallilaskelmat

Leviämismalleilla saadaan nopeasti ja yleensä mittausten kustannuksiin nähden suhteellisen edullisesti tiedot laajojen alueiden ilmanlaadusta. Leviämismalleilla voidaan arvioida kaikkien kaasumaisten epäpuhtauksien sekä hiukkasten ja niiden sisältämien aineiden leviämistä. Myös hajujen leviämistä ja hajujen yleisyyttä ja vakavuutta (pysyvyytasvoja) hajupäästölähteen ympäristöön voidaan arvioida laskentamalleilla. Leviämislaskelmin saatuja pitoisuuksia voidaan verrata ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Leviämismallit ovat käyttökelpoisia paitsi kunnan ilmanlaadun seurannassa ja arvioinnissa myös ilmanlaadun mittausalueiden valinnassa sekä mittaustarpeen tarkistuksissa.

Mallilaskelmien avulla saadaan eriteltyä eri päästölähteiden kuten energiantuotannon ja teollisuuden pistelähteiden, kiinteistöjen lämmityksen sekä eri liikennemuotojen päästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun ja näiden päästölähteiden vaikutus eri epäpuhtauksien pitoisuuksiin ja lisäksi myös eri päästölähteiden yhteisvaikutus (kokonaispitoisuudet). Leviämismallilaskelmat ovat myös käytännössä ainoa tapa tehdä ennakkoon arvioita uusien päästölähteiden vaikutuksista ja ilmanlaadun kehityksestä energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten tai liikenteen päästöjen muuttuessa.

Kuntien ilmanlaadun seurannassa voidaan hyödyntää myös laitoskohtaisia, esimerkiksi ympäristölupamenettelyssä ja YVA-menettelyssä tehtäviä leviämismallilaskelmia.

Käytettävien mallien tulisi olla kehitetty Suomen olosuhteisiin sopiviksi. Leviämismalleilla saadaan nykyisin mitattujen pitoisuuksien kanssa hyvin yhteensopivia tuloksia ja tulokset yleensä täyttävät ilmanlaatuasetuksessa annetut laatuavoitteet.

Ilmanlaadun mittaukset

Ilmanlaadun mittauksilla saatava tieto edustaa mittauspaikan valinnasta, päästölähteiden sijainnista ja ilmanlaadun alueellisesta vaihtelusta riippuen joko suppean tai laajemman alueen ilmanlaatua. Ilmanlaadun mittausasemat ryhmitellään ilmanlaatuasetuksen mukaisesti edustavuuden mukaan

- liikenneasemiksi
- teollisuusasemiksi
- kaupunkitausta-asemiksi ja
- maaseutuasemiksi.

Edelleen aseman sijaintiympäristön mukaan ne jaotellaan kaupunki-, esikaupunki- ja maaseutuasemiksi.

Taajamien liikenneympäristöissä yksittäisen mittausaseman tulokset tyypillisesti edustavat aseman ympäristön ilmanlaatua muutamien kymmenien tai satojen neliömetrien alueella. Teollisuuslaitosten ympäristössä mittaustulokset voivat edustaa enintään muutaman neliökilometrin ilmanlaatua. Kaupunkitausta-asemien tulee edustaa laajemman kaupunkialueen keskimääräistä ns. taustailmanlaatua.

Mittauksilla ei yleensä saada määritettyä yhden yksittäisen päästölähteen vaikutuksia ilmanlaatuun, vaikka suuntaa-antavia arvioita yleensä tehdäänkin tarkastelemalla tuulen suuntien sekä ilman epäpuhtauspitoisuuksien välistä riippuvuutta. Poikkeuksen tekevät esimerkiksi selluteollisuuden pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittaus, koska näille yhdisteille ei yleensä ole muita päästölähteitä.

Ilmanlaadun mittaukset jaetaan ilmanlaatuasetuksen perusteella **jatkuvatoimisiin mittauksiin ja suuntaa-antaviin mittauksiin**. Suuntaa-antaville mittauksille mittausten laatuvaatimukset ovat jatkuvatoimisia mittauksia väljemmät. Suuntaa-antavia mittauksia voidaan käyttää mm. jonkin alueen tai epäpuhtauden lyhytaikaisissa **kampanjamittauksissa**. Mittauksien, jotka on tarkoitettu viralliseen raja-arvovalvontaan, tulee täyttää jatkuvatoimisten mittausten vaatimukset. Kiinteiden tai siirrettävien mittausasemien rinnalla tai sijasta voidaan kiinteitä ja suuntaa-antavia ilmanlaadun mittauksia täydentää käyttämällä mittauksissa erilaisia passiivikeräimiä ja ilmanlaatusensoreita. **Passiivikeräimiä** käytetään etenkin typpidioksidin mittauksiin. Erilaisia **ilmanlaatusensoreita** on saatavilla eri kaasuille ja myös hiukkasille. Myös sensoreiden käyttö vaatii kuitenkin ylläpitoa (mm. sensorikohtaisten korjauskertoimien määrittystä). Toistaiseksi sensorien tarkkuus etenkin hiukkasmittauksissa on ollut vaihteleva, mutta se on parantumassa tuotekehityksen myötä koko ajan. Sensorien käyttöikä on nykyisen kokemuksen mukaan enintään muutama vuosi.

Riittävien tietojen saaminen ilmanlaadun alueellisesta jakautumisesta voi edellyttää jatkuvista mittauksista saatavien tietojen täydentämistä suuntaa-antavilla mittauksilla ja mallintamistekniikoilla. Ilmanlaadun mittauksista tai mallilaskelmista saatuja tuloksia voidaan käyttää arvioitaessa muiden olosuhteiltaan vastaavan kaltaisten alueiden ilmanlaatua.

Bioindikaattorikartoitukset

Biologisilla vaikutuskartoituksilla arvioidaan ilman epäpuhtauksien elolliseen luontoon aiheuttamia haittoja. Kartoituksissa yleisimmin käytettyjä bioindikaattoreita ovat havupuut, niiden runkojen päällysjäkälät ja sammaleet. Biologisissa tutkimuksissa määritetään tarkastelualueen kasvillisuuden vaurioitumisasteen vaihtelut, määritetään usein kasvien tai kasvinosien alkuainepitoisuuksia, kartoitetaan mahdollisia muutoksia lajistossa ja hankitaan mahdollisesti muita tietoja vaurioiden syiden arviointia varten. Kasvivaurioita aiheuttavien rikki- ja typpipäästöjen pienenemisen seurauksena elollisen luonnon vauriot eivät nykyisellään useinkaan enää

johdu pelkästään tai edes ensisijaisesti ilman epäpuhtauksista. Tästä syystä biologiset vaikutuskartoitukset eivät enää ole niin keskeisiä ilmanlaadun seurannassa.

ILMANLAADUN ARVIOINTIKYNNYKSET

Ilmanlaadun seurantarpeen arviointia varten asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 epäpuhtauksille on annettu alemmat ja ylempät arviointikynnykset. **Arviointikynnyksiä sovelletaan nimenomaan, kun arvioidaan ilmanlaadun seurantarvetta ilmanlaadun raja- ja tavoitearvojen seurannan kannalta.**

Ylemmällä arviointikynnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota korkeammassa pitoisuudessa ilmanlaadun jatkuvat mittaukset ovat tarpeen ja ne ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä. Pitoisuuksilla, jotka ovat **ylemman ja alemman arviointikynnyksen välissä**, jatkuvien mittausten ohella 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.

Taulukko 7. Valtioneuvoston asetusten 79/2017 ja 113/2017 mukaiset ilmanlaadun arviointikynnykset.

Yhdiste	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Viiteaika	Sallitut ylitykset
Rikkidioksidi (SO ₂)	50 (µg/m ³)	75 (µg/m ³)	Vuoro- kausi	3 kertaa/vuosi
	8 (µg/m ³)	12 (µg/m ³)	Talvi- kausi	
Typpidioksidi (NO ₂)	100 (µg/m ³)	140 (µg/m ³)	Tunti	18 kertaa/vuosi
	26 (µg/m ³)	32 (µg/m ³)	Vuosi	
Typhen oksidit (NO _x)	19,5 (µg/m ³)	24 (µg/m ³)	Vuosi	
Hiilimonoksididi (CO)	5 (mg/m ³)	7 (mg/m ³)	8 tuntia	
Bentseeni (C ₆ H ₆)	2 (µg/m ³)	3,5 (µg/m ³)	Vuosi	
Hengitettävät hiukkaset (PM ₁₀)	25 (µg/m ³)	35 (µg/m ³)	Vuoro- kausi	35 kertaa/vuosi
	20 (µg/m ³)	28 (µg/m ³)	Vuosi	
Pienhiukkaset (PM _{2,5})	12 (µg/m ³)	17 (µg/m ³)	Vuosi	
Lyijy (Pb)	250 (ng/m ³)	350 (ng/m ³)	Vuosi	

Yhdiste	Alempi arviointikynnys	Ylempi arviointikynnys	Viiteaika	Sallitut ylitykset
Arseeni (As)	2,4 (ng/m ³)	3,6 (ng/m ³)	Vuosi	
Kadmium (Cd)	2 (ng/m ³)	3 (ng/m ³)	Vuosi	
Nikkeli (Ni)	10 (ng/m ³)	14 (ng/m ³)	Vuosi	
Bentso(a)pyreeni	0,4 (ng/m ³)	0,6 (ng/m ³)	Vuosi	

ILMANLAADUN SEURANTA-ALUEET JA MITTAUSVELVOITTEET

Yleistä

Asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 on määritelty komponenttikohtaisesti Suomeen ilmanlaadun seuranta-alueet ja niille **mittausten määriä koskevat vähimmäisvaatimukset**. Nämä vähimmäisvaatimukset perustuvat EU:n ilmanlaadudirektiiviin ja pohjautuvat pitoisuuksiin suhteessa arviointikynnyksiin ja seuranta-alueen väestömäärään. **Seuranta-alueita koskevat mittausten vähimmäismäärät koskevat nimenomaan mittauksia, jotka kohdistuvat ilmanlaatuasetuksen raja- ja tavoitearvojen valvontaan**. Velvoite arvioida ilmanlaadun seurantarvetta koskee koko seuranta-aluetta, eikä ainoastaan niitä alueita, joilla raja- tai tavoitearvojen ylittyminen on todennäköistä. **Mittausten vähimmäisvaatimukset koskevat hajapäästölähteiden eli esimerkiksi liikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja muiden hajapäästöjen ilmanlaatuvaikutusten seuranta**.

Pistemäisten päästölähteiden eli energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten yms. aiheuttaman kuormituksen seurantaan tarvittavien mittausasemien lukumäärä **tulee määrittää tapauskohtaisesti** ottaen huomioon päästöjen määrä, epäpuhtauksien leviäminen päästölähteen lähialueella sekä väestön mahdollinen altistuminen. Asemat tulisi sijoittaa siten, että voidaan valvoa parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden käyttöä.

Pistemäisten päästölähteiden osalta mittaustarve arvioidaan siis paikallisesti ja siihen voivat vaikuttaa myös laitosten ympäristöluvuissa olevat velvoitteet. On myös huomattava, että lähinnä teollisuuspäästöistä peräisin oleville pelkistyneille rikkidihydroksidille ei ole määritelty arviointikynnyksiä, joten niiden mittaustarve on arvioitava pelkästään paikallisesti. Sama koskee myös sellaisia teollisuuspäästöjä, joille ei ole EU-tasolla määritelty raja- tai tavoitearvoja.

Rikkidihydroksidin, typpidihydroksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin seuranta-alueet

Suomessa rikkidihydroksidin, typpidihydroksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten sekä lyijyn ja hiilimonoksidin pitoisuuksien seuranta-alueita on 14 kappaletta. Ne ovat 13 ELY-keskusten aluetta ja pääkaupunkiseutu (HSY-alue). Kuopio ja Siilinjärvi kuuluvat Pohjois-Savon seuranta-alueeseen. Bentseenipitoisuuksien seuranta-alueita on kolme: pääkaupunkiseutu, Etelä-Suomi ja Pohjois-Suomi. Kuopio ja Siilinjärvi kuuluvat Pohjois-Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 8. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset hajapäästölähteisiin (esim. tieliikenne ja kiinteistökohtainen lämmitys) kohdistuvien rikkidioksidin, typpidioksidin, hiukkasten, hiilimonoksidin ja bentseenin mittausasemien vähimmäismäärät seuranta-alueilla.

Väestö	Pitoisuus > YAK		YAK > pitoisuus > AAK	
	Kaasumaiset epäpuhtaudet	Hiukkaset	Kaasumaiset epäpuhtaudet	Hiukkaset
0- 249 000	1	2	1	1
250 000 – 499 000	2	3	1	2
500 000 – 749 000	2	3	1	2
750 000 – 999 000	3	4	1	2
1 000 000 – 1 499 000	4	6	2	3
1 500 000 – 1 999 000	5	7	2	3

YAK = ylempi arviointikynnys, AAK = alempi arviointikynnys

Näytteenottoaikoihin kullakin seuranta-alueella on kuuluttava vähintään yksi kaupunkitaustaa ja yksi liikenneympäristöä edustava asema edellyttäen, että näytteenottoaikojen lukumäärää ei tarvitse nostaa. Näiden epäpuhtauksien osalta kaupunkien tausta-asemien lukumäärät ja liikenneympäristöjä edustavien mittausasemien lukumäärät koko Suomessa saavat poiketa toisistaan korkeintaan tekijällä kaksi. Eli täten esimerkiksi kahta liikenneasemaa kohden täytyy olla vähintään yksi kaupunkitausta-asemaa. Vaatimus koskee mittausasemien vähimmäismäärää.

Jos pienhiukkasia ja hengitettäviä hiukkasia mitataan samalla mittausasemalla, ne lasketaan kahdeksi erilliseksi näytteenottoaikaksi. PM_{2,5}- ja PM₁₀-mittausten näytteenottoaikojen kokonaismäärät Suomessa saavat poiketa toisistaan korkeintaan tekijällä kaksi. Vaatimus koskee mittausasemien vähimmäismäärää.

Em. mittausten lukumäärä Pohjois-Savon seuranta-alueella täyttää asetetut mittausten lukumääriä koskevat vähimmäisvaatimukset. Pohjois-Savossa hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja rikkidioksidin mittaustista tosin suuri osa tehdään mittausasemilla, jotka luokituvat teollisuusasemiksi. Mutta myös liikenneasemien ja tausta-asemien lukumäärä on riittävä koko seuranta-alueelle.

Taulukko 9. Hengitettävien hiukkasten, ienhiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin mittausasemien lukumäärä Pohjois-Savossa vuonna 2022.

Kaupunki	PM ₁₀	PM _{2,5}	NO ₂	SO ₂
Kuopio	4	4	3	1
Siilinjärvi	3	3	1	
Varkaus	1	1	2	

Ilmatieteen laitoksen vuonna 2021 tekemän arvion mukaan Pohjois-Savon seuranta-alueella on tarve jatkuvatoimisille hengitettävien hiukkasten raja-arvomittauksille. Sen sijaan pienhiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin raja-arvomittauksille ei ole ehdotonta tarvetta.

Pohjois-Savossa ei tehdä jatkuvatoimisesti bentseenimittauksia. Mutta koska bentseenipitoisuudet kampanjamittauksissa ovat alittaneet alemman arviointikynnyksen, tarvetta jatkuville mittauksille ei näin ollen ole ja ilmanlaatuasetuksen vähimmäisvaatimus Pohjois-Savossa täyttyy.

Rikkidioksidin ja typenoksidien kriittisten tasojen (kasvillisuuden ja ekosysteemien suojelu) seuranta-alue on koko Suomi. Kriittisten tasojen seuranta tekee valtakunnallisesti Ilmatieteen laitos tausta-asemilla.

Otsonin seuranta-alueet

Otsonin seuranta-alueita on kaksi eli pääkaupunkiseutu ja muu Suomi. Kuopio ja Siilinjärvi kuuluvat muun Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 10. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset otsonin mittausasemien vähimmäismäärät seuranta-alueilla.

Väestö	Väestökeskittymät	Muut seuranta-alueet
< 250 000		1
< 500 000	1	2
< 1 000 000	2	2
< 1 500 000	3	3
< 2 000 000	3	4
< 2 750 000	4	5
< 3 750 000	5	6
> 3 750 000	1 lisäasema / 2 milj. asukasta	1 lisäasema / 2 milj. asukasta

Otsonipitoisuuden jatkuvia mittauksia tulee tehdä kaikilla seuranta-alueilla pitoisuuksista riippumatta yllä olevassa taulukossa esitetystä laajuudesta. Otsonin mittausasemista vähintään yksi tulee sijoittaa alueille, joilla väestön altistuminen otsonille on todennäköisesti suurinta. Väestökeskittymissä vähintään 50 % mittausasemista on sijoitettava esikaupunkialueille. Typpidioksidin jatkuvia mittauksia on tehtävä vähintään joka toisella otsonin mittausasemalla lukuun ottamatta maaseututausta-aseimia, joilla voidaan käyttää suuntaa-antavia mittausmenetelmiä. Otsonia muodostavia yhdisteitä on mitattava ainakin yhdellä otsonin mittausasemalla.

Otsonin pitoisuuksia Suomen tausta-alueilla mittaa Ilmatieteen laitos useilla mittausasemilla. Otsonin pitoisuudet ylittävät muun Suomen seuranta-alueella pitkän ajan tavoitepitoisuuden sekä tausta-alueilla että kaupunkitaajamissa. Täten mittaustarvetta on myös kaupunkitaajamissa.

Bentso(a)pyreenin, arseenin, kadmiumin ja nikkelin seuranta-alueet

Bentso(a)pyreenin sekä arseenin, kadmiumin ja nikkelin seuranta-alueita on kaksi eli pääkaupunkiseutu ja muu Suomi. Kuopio ja Siilinjärvi kuuluvat muun Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 11. Valtioneuvoston asetuksen 113/2017 mukaiset hajapäästölähteisiin (esim. tieliikenne ja kiinteistökohtainen lämmitys) kohdistuvien arseenin, kadmiumin, nikkelin ja bentso(a)pyreenin mittausasemien vähimmäismäärät seuranta-alueilla.

Seuranta-alue	Pitoisuus > YAK		YAK > pitoisuus > AAK	
	Arseeni, kadmium, nikkeli	Bentso(a)pyreeni	Arseeni, kadmium, nikkeli	Bentso(a)pyreeni
Pääkaupunkiseutu	2	2	1	1
Muu Suomi	3	4	2	2

Ilmatieteen laitoksen vuonna 2021 tekemän arvion mukaan arseenin, kadmiumin ja nikkelin mittausten lukumäärä Suomessa kaikilla seuranta-alueilla täyttää ilmanlaatuasetusten vaatimukset. Sen sijaan bentso(a)pyreenin osalta ei ole olemassa riittävästi mittaustuloksia mittaustarpeen luotettavaan arviointiin valtakunnallisesti.

VAATIMUKSET ILMANLAADUN MITTAUKSILLE

Ilmanlaadun mittauksille on asetettu laatuvaatimukset asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 sekä Ilmatieteen laitoksen julkaisemassa Ilmanlaadun mittausohjeessa vuodelta 2017. Asetukset määrittelevät mittauksille mm.

- mittausalueiden valintaa ja mittausasemien sijoittamista koskevat perusteet
- näytteenottoapaikan dokumentointia ja tarkistamista koskevat vaatimukset
- mittauksien laatutavoitteet
- mittausten laadunvarmistusta ja mittaustulosten validointia ja tilastollista edustavuutta koskevat vaatimukset ja
- hyväksytyt mittausmenetelmät.

Asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 on annettu komponenttikohtaisesti jatkuville ja suuntaa-antaville mittauksille

- sallittu mittauksen epävarmuus
- mittauksilta vaadittava ajallinen kattavuus ja
- vaadittava mittausaineiston vähimmäismäärä.

Mittauksissa käytettävien mittalaitteiden tulee täyttää mittausstandardien vaatimukset ja mittaukset tulee tehdä vertailumenetelmien mukaisilla mittalaitteilla. Mikäli mittaus tehdään muilla menetelmillä, tulee osoittaa niiden vastaavuus vertailumenetelmään. Tämä tehdään käytännössä vertailumittauksilla. Jatkuvatoimisilla mittalaitteilla tulee olla puolueettoman testauslaboratorion hyväksyntä (sertifikaatti ja testiraportti), jolla on osoitettu, että mittalaite täyttää standardin vaatimukset. Suomessa mittalaitteet hyväksyy käyttöön Ilmatieteen laitoksen vertailulaboratorio.

Mittaajalla tulee olla mittauksien laatutavoitteiden saavuttamiseksi asianmukainen, dokumentoitu laadunvarmistus- ja laadunvalvontamenettely eli laatujärjestelmä. Laatujärjestelmän ei kuitenkaan tarvitse olla sertifioitu. Mittaajalla tulee olla myös riittävä asiantuntemus ja koulutus mittauksiin.

Kaikkien mittauksien on oltava jäljitettävissä testaus- ja kalibrointilaboratorioita koskevien vaatimusten mukaisesti.

Mittauksissa ja niiden suunnittelussa tulee lisäksi noudattaa Ilmanlaadun mittausohjetta. Mittausohjeessa on tarkennettu asetuksen vaatimuksia. Ohjeessa täsmennetään erityisesti mittausten laadunvarmistusta sekä tulosten käsittelyä ja raportointia koskevia vaatimuksia.

ILMANLAADUSTA TIEDOTTAMINEN JA TULOSTEN RAPORTOINTI

Valtioneuvoston asetuksissa 79/2017 ja 113/2007 säädetään ilmanlaatutietojen saatavuudesta ja väestölle tiedottamisesta sekä väestön varoittamisesta. Ilmanlaatutietojen on oltava yleisesti saatavilla esim. internetin, ilmanlaatu puhelimen, lehtien, radion, television tai näyttö- ja ilmoitustaulujen välityksellä.

Vähimmäisvaatimuksena on, että jatkuvatoimisten mittausten tulokset on ajantasaisesti nähtävillä Ilmatieteen laitoksen ylläpitämällä verkkosivuilla <http://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>.

Ilmanlaadusta on tarpeen mukaan tiedotettava paikallisesti esim. radiossa, lehdistössä ja sosiaalisessa mediassa. Tilanteissa, jolloin ilmanlaatu on erityisesti

heikentynyt, kuten keväisin katupölykaudella tai metsäpaloihin liittyvien kaukokulkeumaepisodien aikana, asetuksen 79/2017 mukaisesti (19 §) on velvollisuus tiedottaa yleisöä. Tiedotusvelvollisuus koskee raja-arvon, raja-arvon numeroarvon sekä tiedotus- ja varoituskynnysten ylityksiä. Tiedotuksesta vastaa kunta.

Ilmanlaadun seurannan tulokset on raportoitava vuosittain. Vuosittain laadittava kertomus on julkaistava joko painettuna tai sähköisenä.

ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 1984-2022

Kuopiossa ilmanlaadun mittauksia on tehty vuosina 1984-2021 yhteensä 21 alueella. Osalla alueista mittausasemia on sijainnut useammassakin paikassa eri vuosina. Yhteenvedo mittauspaikoista ja mitatuista epäpuhtauksista on liitteessä 1. Vuonna 2022 mittauksia tehdään 6 mittausasemalla seuraavasti

- Haminalahti: TRS
- Maaherrankatu: NO₂, PM₁₀ ja PM_{2,5}
- Niirala: O₃, PM₁₀ ja PM_{2,5}, bentseeni ja bentso(a)pyreeni
- Savilahti: NO₂, PM₁₀ ja PM_{2,5}
- Sorsasalo: SO₂ ja TRS
- Tasavallankatu: NO₂, PM₁₀ ja PM_{2,5}

Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallankadun mittausaseman luokitellaan liikenneasemiksi ja niillä siis seurataan lähinnä tieliikenteen vaikutuksia ilmanlaatuun. Niiralan mittausasema on kaupunkitausta-asema, jolla seurataan keskeisen kaupunkialueen taustailmanlaatua. Tosin Niiralassa ilmanlaatuun vaikuttavat paikallisesti myös kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt. Haminalahden mittausasema on teollisuusasema, jolla seurataan Jätekuikko Oy:n jätekeskuksen hajupäästöjen vaikutuksia lähimmän asutuksen ilmanlaatuun. Myös Sorsasalon mittausasema on teollisuusasema ja sillä seurataan Mondi Powerflute Oy:n Sorsasalon tuotantolaitoksen vaikutuksia lähialueen ilmanlaatuun.

Kuopiossa on vuosina 2021-2023 mittausasema myös Kurkimäen taajamassa. Tällä mittausasemalla seurataan kampanjaluonteisesti Terveysten ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) kanssa keskisuudessa, kaukolämpöverkon ulkopuolella olevassa maaseututaajamassa puun pienpolton vaikutuksia ilmanlaatuun. Kurkimäen mittausasemalla mitataan seuraavia komponentteja: PM₁₀, PM_{2,5}, CO, bentseeni, bentso(a)pyreeni ja mustahiili.

Siilinjärvellä ilmanlaadun mittauksia on tehty vuosina 2003-2021 yhteensä 3 alueella taajamissa ja 6 mittausasemalla Yara Suomi Oy:n tuotantolaitosten sekä kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristössä. Yhteenvedo mittauspaikoista ja mitatuista epäpuhtauksista on liitteessä 2. Vuonna 2022 mittauksia tehdään 3 mittausasemalla seuraavasti

- Musti: PM₁₀ ja PM_{2,5}
- Ranta: PM₁₀ ja PM_{2,5} ja
- Sorakuja: NO₂, PM₁₀ ja PM_{2,5}.

Sorakujan mittausasema luokitellaan liikenneasemaksi ja sillä seurataan lähinnä tieliikenteen vaikutuksia Siilinjärven keskustaaajaman ilmanlaatuun. Mustin ja Rannan mittausasemat ovat teollisuusasemia ja niillä seurataan Yara Suomi Oy:n louhos- ja rikastushiekka-alueen pölypäästöjen vaikutuksia lähialueen ilmanlaatuun.

PÄÄSTÖJEN SEURANTA JA LEVIÄMISMALLIEN KÄYTTÖ ILMANLAADUN SEURANNASSA KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ

Eri päästöjen päästötiedot Kuopiosta ja Siilinjärveltä on päivitetty vuosittain ilmanlaadun vuosiraportissa. Vuosittainen päästökartoitus on nykyisellään kattanut hiukkaset, typen oksidit, pelkistyneet rikkiyhdisteet, rikkidioksidin ja haihtuvat orgaaniset hiilivedyt. Teollisuus- ja energiantuotantolaitosten tiedot on koottu ympäristöhallinnon YLVA-tietokannasta ja tieliikenteen päästöt VTT:n LIPASTO-tietokannasta. Muun liikenteen, työkoneiden, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja maatalouden päästötiedot on koottu SYKE:n tietokannasta, missä tietoja on saatavilla vuosilta 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ja 2019. Puuttuvilta välivuosilta nämä päästöt on arvioitu olettaen niiden muuttuneen lineaarisesti kullakin aikavälillä.

Viimeisin koko Kuopion kaupunkialueen ja Siilinjärven taajama-alueet laajasti kattava leviämismallinnus on valmistunut vuonna 2020 ja se on kattanut teollisuuden, energiantuotannon, tieliikenteen ja kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen mallinnuksen. Mallinnus on tehty vuoden 2017 päästötiedoilla ja siinä on laskettu pitoisuudet myös vuoden 2035 päästöennusteella. Tarkastelu kattaa hengitettävät hiukkaset, pienhiukkaset ja typpidioksidin.

Ilmanlaadun seurannassa on hyödynnetty lisäksi laitoskohtaisia päästömallinnusten tuloksia, joita on tehty ympäristölupahakemuksia ja ympäristövaikutusten arviointimenettelyjä varten.

PÄÄSTÖJEN KEHITYS

Yleistä

Päästöjen kehitys Kuopiossa ja Siilinjärvellä 1980-1990-luvun vaihteesta vuoteen 2021 on esitetty liitteen 3 kuvaajissa. Osalle yhdisteistä on vuosittaiset tarkat laitos- ja sektorikohtaiset päästötiedot, osalle yhdisteistä päästötiedot ovat saatavilla yleisemmällä päästösektorijaottelulla 5 vuoden aikajaottelulla. Osalle yhdisteistä kuntakohtaiset tilastoidut päästötiedot ovat saatavilla vain vuoteen 2019 saakka.

Päästöt Kuopiossa

Hiukkaspäästöt

Hiukkaspäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 940 tonnia. Suurin pudotus hiukkaspäästöissä tapahtui vuosina 1989-1990, kun Särkilahdessa suljettiin lastulevytehdas, vaneritehdas ja puukipsilevytehdas. Tämän jälkeen hiukkaspäästöt ovat edelleen hiljalleen pienentyneet, selvemmin 2010-luvulta alkaen, etenkin teollisuus- ja energiantuotantolaitoksilla sekä tieliikenteessä.

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

Kokonaishiukkaspäästöistä noin 65 % on hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) ja noin 35 % pienhiukkasia (PM_{2,5}).

Typen oksidien päästöt

Typen oksidien päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat vajaa 2 400 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta varsin tasaisesti 1990-luvulta saakka. Eriyisen merkittävää päästöjen lasku on ollut tieliikenteestä, mutta myös Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksilla ja kiinteistökohtaisessa lämmityksessä päästöt ovat selvästi pienentyneet.

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

Rikkidioksidipäästöt

Rikkidioksidipäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 320 tonnia. Rikkidioksidipäästöt Kuopiossa laskivat yli 95 % vuosina 1990-1991, kun Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitoksella otettiin käyttöön rikkipäästöjen talteenottoon savukaasupesuri. 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.

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

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden päästöt

Merkittävimmät pelkistyneiden rikkiyhdisteiden, kuten rikkivedyn (H₂S), päästölähteet Kuopiossa ovat Mondi Powerflute Oy:n aallotuskartonkitehdas Sorsasalossa ja Jätekuikko Oy:n jätekeskus Heinälamminrinteellä Haminalahdessa. Mondi Powerflute Oy:n rikkivetyypäästöt vuonna 2020 olivat 2 tonnia rikiksi laskettuna. Mondi Powerflute Oy:n rikkivetyypäästöt ovat pysyneet vuodesta 2010 lähtien melko samalla tasolla eri vuosina. Jätekuikko Oy:n Heinälamminrinteen jätekeskuksen rikkivetyypäästön tarkkaa määrää ei tiedetä.

Hiilivetyypäästöt

Hiilivetyypäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 1 900 tonnia. Päästöt ovat laskeneet vajaaseen puoleen 1990-luvulta. Eniten ovat vähentyneet liikenteen ja työkoneiden päästöt sekä erilaiset hajapäästöt liuottimia sisältävien tuotteiden kulutuksesta.

Suurimmat hiilivetyjen päästölähteet ovat tällä hetkellä kiinteistökohtainen lämmitys, teollisuus- ja energiantuotanto sekä maatalous. Ympäristölupavollisten teollisuuslaitosten, joita ovat JELD-WEN Suomi Oy, Bella-Veneet Oy ja Oy Scantarp Ab, osuus teollisuuden ja energiantuotannon VOC-päästöistä on noin 40 %.

Bella-Veneet Oy:n Väliköntien venetehtaan VOC-päästöt ovat valtaosin styreeniä. Vuonna 2021 tehtaan VOC-päästö oli 12 tonnia.

Hiilimonoksidipäästöt

Hiilimonoksidipäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 6 100 tonnia. Päästöt ovat laskeneet vajaaseen puoleen 1990-luvulta. Eniten ovat vähentyneet tieliikenteen päästöt. Sen sijaan päästöt kiinteistökohtaisesti lämmityksestä ovat

hieman kasvaneet.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus hiilimonoksidin kokonaispäästöistä on tällä hetkellä vajaa 60 %.

Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt

Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat vajaa 460 kiloa. Päästöissä on ollut menneinä vuosikymmeninä vaihtelua, mutta ne ovat olleet jonkin verran kasvussa erityisesti kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus PAH-yhdisteiden kokonaispäästöistä on tällä hetkellä vajaa 95 %.

Arseenipäästöt

Arseenin päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 15 kiloa. Erityisesti energiantuotannon arseenipäästöissä on ollut menneinä vuosikymmeninä huomattavaa vaihtelua, mutta tällä hetkellä arseenin kokonaispäästöt ovat vajaa 10 % 1990-luvun alun päästötasosta.

Arseenipäästöistä noin puolet on tällä hetkellä peräisin energiantuotannosta.

Kadmiumpäästöt

Kadmiumin päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 9 kiloa. Erityisesti energiantuotannon kadmiumpäästöissä on ollut menneinä vuosikymmeninä huomattavaa vaihtelua, mutta tällä hetkellä kadmiumin kokonaispäästöt ovat noin 50 % 1990-luvun alun päästötasosta.

Kadmiumin päästöistä vajaa 70 % on tällä hetkellä peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä, lähinnä puun pienpoltosta.

Nikkelipäästöt

Nikkelin päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 130 kiloa. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun tasosta noin 80 %. Päästöt ovat pienentyneet erityisesti energiantuotannossa ja teollisuudessa raskaan polttoöljyn käytön vähenemisen seurauksena.

Tällä hetkellä nikkelipäästöistä vajaa 70 % on peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä, lähinnä öljynpoltosta.

Lyijypäästöt

Lyijyn päästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat noin 100 kiloa. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun alun tasosta noin 98 %, kun liikenteessä on siirrytty käyttämään lyijytöntä bensiiniä.

Tällä hetkellä lyijypäästöistä reilu 40 % on peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

Mustahiilipäästöt

Mustahiilipäästöt Kuopiossa vuonna 2021 olivat 80 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun alun tasosta vajaaseen 1/3:aan. Erityisesti ovat pienentyneet energiantuotannon ja liikenteen päästöt.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus mustahiilipäästöistä on tällä hetkellä 70 %.

Päästöt Siilinjärvellä

Hiukkaspäästöt

Hiukkaspäästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 230 tonnia. Siilinjärvelläkin hiukkaspäästöt laskivat radikaalisti 1980-luvun lopulla, kun Yara Suomi Oy:n päästöt putosivat yli 90 %. Päästöt eivät ole merkittävästi muuttuneet 2010-luvulla. Erilaiset hajapäästöt ovat 2000-luvulla hieman kasvaneet mm. työkoneista ja kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

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.

Kokonaishiukkaspäästöistä noin 70 % on hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) ja noin 40 % pienhiukkasia (PM_{2,5}).

Typen oksidien päästöt

Typen oksidien päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 490 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet varsin tasaisesti 1990-luvun puolivälistä saakka, näin etenkin tieliikenteessä.

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

Rikkidioksidipäästöt

Siilinjärvellä rikkidioksidipäästöt vuonna 2020 olivat noin 790 tonnia. Rikkidioksidipäästöjen vuotuinen vaihtelu Siilinjärvellä on yksinomaan riippunut Yara Suomi Oy:n päästöjen vaihteluista.

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

Hiilivetyypäästöt

Hiilivetyypäästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 300 tonnia. Päästöt ovat laskeneet alla 1/3:aan 1990-luvun alusta. Eniten ovat vähentyneet liikenteen ja työkoneiden päästöt.

Suurimmat hiilivetyjen päästölähteet ovat tällä hetkellä kiinteistökohtainen lämmitys, teollisuus- ja energiantuotanto, maatalous sekä erilaiset työkoneet.

Hiilimonoksidipäästöt

Hiilimonoksidipäästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 1 400 tonnia. Päästöt ovat laskeneet noin 60 % 1990-luvulta. Eniten ovat vähentyneet tieliikenteen ja työkoneiden päästöt. Sen sijaan päästöt kiinteistökohtaisesti lämmityksestä ovat hieman kasvaneet.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus hiilimonoksidin kokonaispäästöistä on tällä hetkellä vajaa 60 %.

Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt

Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 100 kiloa. Päästöt ovat olleet kasvussa 1990-luvulta erityisesti kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus PAH-yhdisteiden kokonaispäästöistä on tällä hetkellä 98 %.

Arseenipäästöt

Arseenin päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 4 kiloa. Erityisesti energiantuotannon arseenipäästöissä on ollut menneinä vuosikymmeninä huomattavaa vaihtelua, mutta päästöt ovat pääosin olleet kasvussa 1990-luvun alun päästötasosta.

Arseenipäästöistä reilu 60 % on tällä hetkellä peräisin energiantuotannosta.

Kadmiumpäästöt

Kadmiumin päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat vajaa 2 kiloa. Erityisesti kiinteistökohtaisesta lämmityksestä päästöt ovat olleet kasvussa 1990-luvulta.

Kadmiumin päästöistä vajaa 90 % on tällä hetkellä peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä, lähinnä puun pienpoltosta.

Nikkelipäästöt

Nikkelin päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 55 kiloa. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun tasosta noin 50 %. Päästöt ovat pienentyneet erityisesti energiantuotannossa ja teollisuudessa raskaan polttoöljyn käytön vähenemisen seurauksena.

Tällä hetkellä nikkelipäästöistä noin 60 % on peräisin energiantuotannosta.

Lyijypäästöt

Lyijyn päästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat noin 25 kiloa. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun alun tasosta noin 98 %, kun liikenteessä on siirrytty käyttämään lyijytöntä bensiiniä.

Tällä hetkellä lyijypäästöistä noin 40 % on peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä.

Mustahiilipäästöt

Mustahiilipäästöt Siilinjärvellä vuonna 2021 olivat 20 tonnia. Päästöt ovat pienentyneet 1990-luvun alun tasosta lähes 1/3:aan. Erityisesti ovat pienentyneet energiantuotannon ja liikenteen päästöt.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen osuus mustahiilipäästöistä on tällä hetkellä 65 %.

ILMANLAATU KUOPIOSSA SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN

Yleistä

Ilmanlaadun mittaustulokset suhteessa kansallisiin ilmanlaadun ohjearvoihin, ilmanlaadun raja- ja tavoitearvoihin sekä WHO:n ohjearvoihin on esitetty liitteen 4 kuvaajissa. Vertailu näihin viitearvoihin on tehty vuosien 2010-2021 mittaustuloksista kaikilta mittausasemilta, joilta tuolta ajalta on käytettävissä mittaustuloksia. Vuosikeskiarvot on esitetty koko siltä ajalta, kun tuloksia on ollut saatavilla käyttöön. Osalle yhdisteistä, joista mittaustuloksia on käytettävissä vain muutamilta vuosilta, vertailu viitearvoihin on tehty kaikilta käytettävissä olleilta, myös varhaisemmilta vuosilta.

Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat jakson 2010-2021 aikana ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon joinakin vuosina Kasarmipuiston, Maaherrankadun, Savilahden, Sorsasalonsalon ja Tasavallankadun mittausasemilla. Asemilla, joilta on käytettävissä pidempiä aikasarjoja eli Kasarmipuistossa, Maaherrankadulla ja Tasavallankadulla, ylitykset ovat kuitenkin vähentyneet ja viime vuosina ohjearvon ylitykset ovat olleet lievempiä. Myös WHO:n vuorokausiohjearvo on ylittynyt kaikilla mittausasemilla lukuun ottamatta Niiralansalon mittausasemaa.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot ovat ylittäneet WHO:n vuosiohjearvon Maaherrankadun, Tasavallankadun ja Sorsasalonsalon mittausasemilla vähintään yhtenä vuonna aikajaksolla 2010-2021. Vuodesta 2019 WHO:n vuosikeskiarvo on kuitenkin alittunut kaikilla nykyisillä mittausasemilla, Tasavallankadulla ja Savilahdessa tosin hyvin niukasti.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat alittaneet raja-arvot lukuun ottamatta vuorokausiarvoja Sorsasalonsalossa vuosina 2010-2013 ja 2015-2016. Sorsasalonsalon mittausaseman pitoisuudet kuitenkin tällöin kuvastivat hiukkaspitoisuuksia valtatie 5:n Kallansilltojen maanrakennustöiden ja siihen liittyvän Sorsasalonsalon kivenlouhimon toimintapiirissä eli pitoisuudet eivät edustaneet ilmanlaatua alueella, missä ihmiset pysyvämminkin altistuvat hiukkasille.

Kaiken kaikkiaan hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat olleet pääosin laskussa vuodesta 2010. Erityisen selvää pitoisuuksien lasku on ollut Tasavallankadun mittausasemalla.

Pienhiukkaset

Pienhiukkasten vuorokausiarvot ovat ylittäneet jaksolla 2010-2021 WHO:n vuorokausiohjearvon Kasarmipuiston, Maaherrankadun ja Savilahden mittausasemilla. Lisäksi Niiralansalossa on oltu hyvin lähellä ohjearvotasoa.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvo on ylittänyt WHO:n vuosiohjearvon jaksolla 2010-2021 Kasarmipuistossa, Niiralansalossa ja Savilahdessa. Pienhiukkasten vuosiraja-arvo ei ole ylittynyt.

Vuodesta 2010 pienhiukkasten vuosikeskiarvot ovat olleet laskussa, joskin aivan viime vuosina vuosikeskiarvoissa eri mittausasemilla on ollut jonkin verran vaihtelua eri vuosien välillä. Vuosikeskiarvot eri mittausasemilla ovat olleet vuosina 2019-2021 melko samaa tasoa. Hieman korkeampia ne ovat olleet Niiralansalossa ja Savilahdessa.

Typpidioksidi

Typpidioksidin tuntiarvot ovat alittaneet kansallisen tuntiohjearvon kaikilla mittausasemilla vuosina 2010-2021. Vuorokausiarvot ovat ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon Tasavallankadun mittausasemalla vuosina 2010 ja 2011, mutta sen jälkeen vuorokausiohjearvo ei ole ylittynyt.

Typpidioksidin tuntiarvot ovat alittaneet WHO:n ohjearvon kaikilla mittausasemilla vuosina 2010-2021, mutta WHO:n vuorokausiohjearvo on ylittynyt Kasarmipuiston, Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallanladun mittausasemilla lähes kaikkina vuosina vuosien 2010-2021 aikana. Myös WHO:n vuosiohjearvo on ylittynyt Kasarmipuiston, Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallanladun mittausasemilla lähes kaikkina vuosina vuosien 2010-2021 aikana.

Typpidioksidipitoisuudet ovat alittaneet raja-arvot kaikilla mittausasemilla vuosina 2010-2021.

Kaiken kaikkiaan typpidioksidin pitoisuudet ovat olleet selvästi laskussa koko 2000-luvun ajan.

Otsoni

Otsonin 8 tunnin liukuvat keskiarvot ovat ylittäneet ilmanlaatuasetuksen tavoitearvon vuosina 2014 ja 2019 ja tavoitearvoa on sivuttu vuonna 2021. WHO:n ohjearvo on ylittynyt vuosina 2010, 2011, 2013, 2014, 2016, 2018, 2019 ja 2021.

Otsonin AOT40-tavoitearvo ei ole ylittynyt vuosina 2010-2021.

Otsonin vuosikeskiarvot ovat olleet lievässä kasvussa vuosina 2010-2021, vaikka vuosien välillä onkin ollut jossain määrin vaihtelua lähinnä kevään ja alkukesän sääolosuhteiden vaihteluista johtuen.

Rikkidioksidi

Rikkidioksidin tuntikeskiarvo on Sorsasalossa vuonna 2010 ylittänyt WHO:n 10 min ohjearvon. Muutoin rikkidioksidipitoisuudet Sorsasalossa ovat alittaneet kaikki kansalliset ja WHO:n ohjearvot sekä raja-arvot ja kriittiset tasot.

Rikkidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet lievässä laskussa vuosina 2010-2021, mutta lyhytaikaispitoisuudet ovat puolestaan lievästi kohonneet viime vuosina.

Pelkistyneet rikkiyhdisteet

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden vuorokausiarvot ovat ylittäneet kansallisen ohjearvon Haminalahdessa vuosina 2013 ja 2014. Sen jälkeen pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet Haminalahdessa ovat olleet selvässä laskussa. Sorsasalossa ohjearvo on alittanut vuosina 2010-2021, eikä pitoisuudet ole merkittävästi muuttuneet tänä ajanjaksona.

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidin tuntiarvot ja 8 tunnin arvot ovat alittaneet kaikki kansalliset ja WHO:n ohjearvot sekä ilmanlaatuasetuksen raja-arvon 2010-luvun alussa, mistä viimeisimmät mittaustulokset ovat olemassa Kuopiosta.

Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreenin pitoisuuksia on mitattu Kuopiossa yksittäisissä mittauskampanjoissa, joista Kurkimäen tulokset vuodelta 2006 edustavat talvikauden pitoisuuksia. Vuosien 2009 ja 2015 tulokset Niiralasta ovat koko vuodelta ja siten tilastollisesti edustavia tavoitearvoon vertailua ajatellen. Kurkimäen talvikauden keskiarvo on ylittänyt tavoitearvon, mutta Niiralassa vuosikeskiarvo on alittanut tavoitearvon.

Bentseeni

Bentseenipitoisuuksia on mitattu Kuopiossa yksittäisissä mittauskampanjoissa sekä liikenne- että teollisuusympäristöissä ja pientaloalueella Niiralassa. Pitoisuudet ovat kaikilla mittauspaikoilla alittaneet raja-arvon.

Styreeni

Styreenipitoisuuksia Kuopiossa on mitattu kaikkien VOC-mittauskampanjoiden yhteydessä sekä erikseen Bella-Veneet Oy:n venetehtaiden ympäristössä Väliköntiellä ja Siikaniemessä. Styreenipitoisuudet ovat alittaneet WHO:n vuonna 2000 määrittelemän lyhyen ajan (15 min) ohjearvon, joka on annettu hajuhaittojen arviointiin.

Arseeni, kadmium, nikkeli ja lyijy

Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuuksia on mitattu 5 kuukauden mittauskampanjassa talvella ja keväällä Kasarmipuistossa vuonna 2008. Kaikkien em. yhdisteiden pitoisuudet alittivat selvästi raja- ja tavoitearvot.

Mustahiili

Mustahiilen pitoisuuksia Kuopiossa on mitattu erilaisten tutkimushankkeiden yhteydessä sekä Puijolla Ilmatieteen laitoksen toimesta. Kaikki tulokset eivät edusta koko vuotta, vaan ne voivat olla vain joiltakin kuukausilta. Mustahiilelle ei ole kansallisia tai WHO:n ohjearvoja, mutta mittausjaksojen keskiarvot ovat alittaneet tason, jota WHO:n on alustavasti pitänyt tasona jolla havaittavia terveysvaikutuksia alkaa ilmetä (noin $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

ILMANLAATU KUOPIOSSA SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN

Ilmanlaadun mittaustulokset suhteessa ilmanlaatuasetuksen arviointikynnyksiin vuosilta 2017-2021 on esitetty liitteen 5 kuvaajissa.

Ilmanlaadun mittaustuloksia verrataan ilmanlaatuasetusten arviointikynnyksiin viiden edellisen vuoden ajalta. Arviointikynnys ylittyy virallisesti, jos ylityksiä on vähintään kolme viiden vuoden aikana.

Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvoa koskeva ylempi arviointikynnys on ylittynyt Sorsasalon mittausasemalla vuonna 2017 ja Tasavallankadun mittausasemalla vuonna 2018. Alempi arviointikynnys on jaksolla 2017-2021 ylittynyt ainakin yhtenä vuonna Maaherrankadun, Savilahden ja Tasavallankadun mittausasemilla.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat arviointikynnykset eivät ole ylittyneet millään mittausasemalla vuosina 2017-2021.

Pienhiukkaset

Pienhiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet kaikilla mittausasemilla vuosina 2017-2021.

Typpidioksidi

Typpioksidin tuntiarvoa ja vuosikeskiarvoa koskevat arviointikynnykset ovat alittuneet kaikilla mittausasemilla vuosina 2017-2021, tosin Savilahdessa vuonna 2021 tuntiarvo oli hyvin lähellä alempaa arviointikynnystä.

Rikkidioksidi

Rikkidioksidin vuorokausiarvoa ja talvikauden keskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet Sorsasalossa vuosina 2017-2021.

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidin 8 tunnin keskiarvot 2010-luvun alussa, mistä viimeisimmät mittaustulokset ovat olemassa Kuopiosta, ovat alittaneet molemmat arviointikynnykset.

Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreenin ylempi arviointikynnys on ylittynyt talvikaudella 2006 Kurkimäessä ja alempi arviointikynnys on ylittynyt Niiralassa vuosina 2009 ja 2015.

Bentseeni

Bentseenin molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet kaikilla mittauspaikoilla, missä Kuopiossa mittauksia on tehty.

Arseeni, kadmium, nikkeli ja lyijy

Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuuksista ei ole arviointikynnyksiin virallisesti verrannollisia vuosikeskiarvoja, mutta vuoden 2008 kampanjamittauksen tulosten perusteella molempien arviointikynnysten arvioidaan alittuvan.

ILMANLAATU SIILINJÄRVELLÄ SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN

Ilmanlaadun mittaustulokset suhteessa kansallisiin ilmanlaadun ohjearvoihin, ilmanlaadun raja- ja tavoitearvoihin sekä WHO:n ohjearvoihin on esitetty liitteen 6 kuvaajissa. Vertailu näihin viitearvoihin on tehty vuosien 2010-2021 mittaustuloksista kaikilta mittausasemilta, joilta tuolta ajalta on käytettävissä mittaustuloksia. Vuosikeskiarvot on esitetty koko siltä ajalta, kun tuloksia on ollut saatavilla käyttöön Osalle yhdisteistä, joista mittaustuloksia on käytettävissä vain muutamilta vuosilta, vertailu viitearvoihin on tehty kaikilta käytettävissä olleilta, myös varhaisemmilta vuosilta.

Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon Sorakujan mittausasemalla vuonna 2018 ja Vuorelan mittausasemalla vuonna 2020. Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristön mittausasemilla ohjearvo on ylittynyt Mustissa vuonna 2020.

WHO:n vuorokausiohjearvo on ylittynyt Sorakujalla v. 2018, Sulkavanniityllä v. 2021 ja Vuorelassa v. 2020 sekä Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristön mittausasemilla Pahkamäessä, Kuuslahdessa ja Mustissa. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot ovat puolestaan alittaneet WHO:n vuosiohjearvon kaikilla mittausasemilla, tosin Pahkamäessä vuonna 2016 vuosiohjearvoa sivuttiin.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat alittaneet raja-arvot kaikkina vuosina, kun mittauksia on tehty.

Pienhiukkaset

Pienhiukkasten vuorokausiarvot ovat ylittäneet WHO:n vuorokausiohjearvon Sorakujalla ja Sulkavanniityllä sekä Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastushiekka-alueen ympäristön mittausasemilla Mustissa ja Rannassa.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvon on ylittänyt WHO:n vuosiohjearvon Sorakujalla vuonna 2018 sekä Rannassa vuonna 2021. Pienhiukkasten vuosiraja-arvo ei ole ylittynyt millään mittausasemalla.

Typidioksidi

Typidioksidin tuntiarvot ja vuorokausiarvot ovat alittaneet kansallisen tuntiohjearvon sekä Sorakujalla vuonna 2018 että Vuorelassa vuonna 2020.

Typidioksidin tuntiarvot ovat alittaneet WHO:n ohjearvon, mutta WHO:n vuorokausiohjearvo on ylittynyt sekä Sorakujalla että Vuorelassa ja lisäksi vuosiohjearvo Sorakujalla.

Typidioksidipitoisuudet ovat alittaneet raja-arvot kaikilla mittausasemilla.

Rikkidioksidi

Rikkidioksidipitoisuudet Kuuslahdessa vuonna 2018 alittivat kaikki kansalliset ja WHO:n ohjearvot sekä ilmanlaatuasetuksen raja-arvot ja kriittiset tasot.

ILMANLAATU SIILINJÄRVELLÄ SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN

Ilmanlaadun mittaustulokset suhteessa ilmanlaatuasetuksen arviointikynnyksiin vuosilta 2017-2021 on esitetty liitteen 7 kuvaajissa.

Ilmanlaadun mittaustuloksia verrataan ilmanlaatuasetusten arviointikynnyksiin viiden edellisen vuoden ajalta. Arviointikynnys ylittyy virallisesti, jos ylityksiä on vähintään kolme viiden vuoden aikana.

Hengitettävät hiukkaset

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvoa koskeva alempi arviointikynnys on ylittynyt Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastushiekka-alueen vaikutuspiirissä Pahkamäessä vuonna 2018. Muilla mittausasemilla vuorokausiarvoa koskevat arviointikynnykset eivät ole ylittyneet.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat arviointikynnykset eivät ole ylittyneet millään mittausasemalla vuosina 2017-2021.

Pienhiukkaset



Pienhiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet kaikilla mittausasemilla vuosina 2017-2021.

Typpidioksidi

Typpioksidin tuntiarvoa ja vuosikeskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet kaikilla mittausasemilla vuosina 2017-2021.

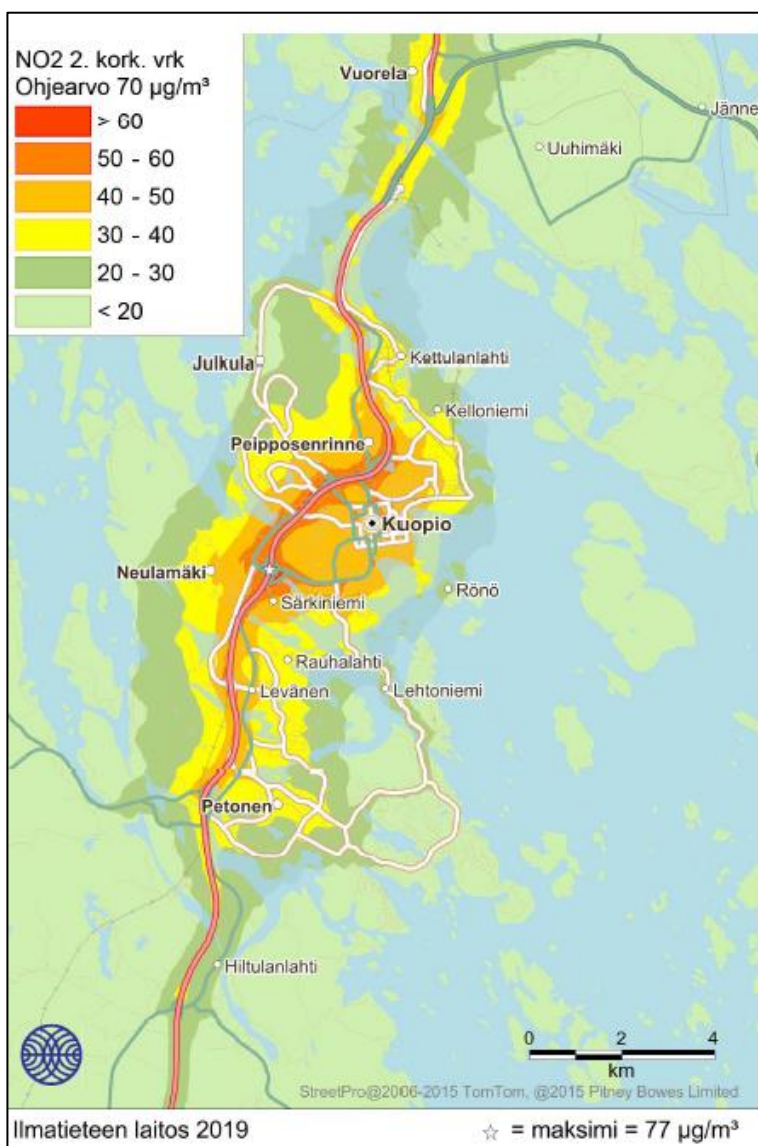
Rikkidioksidi

Rikkidioksidin vuorokausiarvoa ja talvikauden keskiarvoa koskevat molemmat arviointikynnykset ovat alittuneet Kuuslahdessa vuonna 2018.

LEVIÄMISMALLILASKELMIEN TULOKSET KUOPIOSSA

Ilmatieteen laitos on vuonna 2020 tehnyt hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin leviämismallilaskelmat Kuopioon ja Siilinjärvelle. Mallinnus kattaa energiantuotannon, teollisuuden, tieliikenteen sekä kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt. Laskelmat on tehty vuoden 2017 päästötiedoilla.

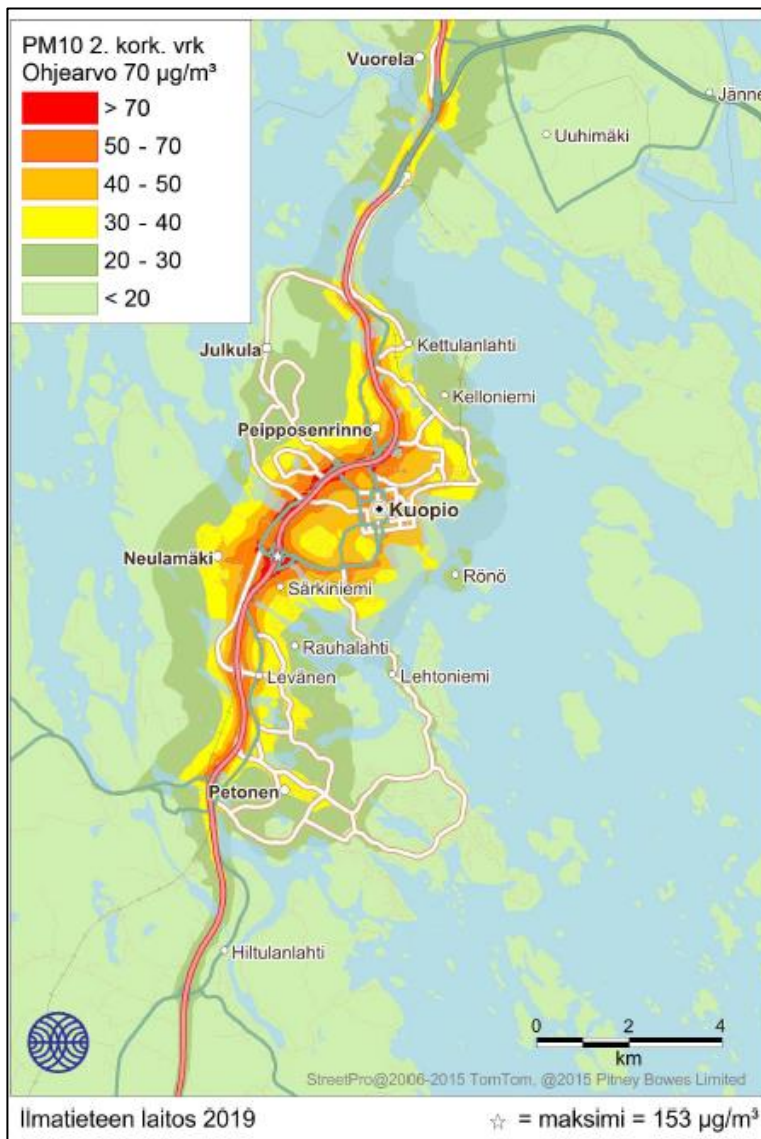
Tulosten mukaan korkeimmat **typpidioksidipitoisuudet** ovat valtatie 5:n varrella välillä Pitkälahti-Päiväranta ja erityisesti Särkilahden liittymän ja Kelloniemen liittymän välillä. Muita alueita korkeampia pitoisuuksia on myös Tasavallankadun varrella, Niiralassa, keskustassa ja Männistö-Saarijärvi -alueella. Moottoritien lähialueella typpidioksidin vuorokausiarvot ovat tasoa 50-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja muuten em. alueilla vuorokausiarvot ovat 40-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat enimmillään em. alueilla 10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vallitsevat typpidioksidipitoisuudet aiheutuvat valtaosin tieliikenteen päästöistä.



Kuva 1. Typpidioksidin vuorokausiarvot Kuopion kaupunkialueella vuoden 2019 tilanteessa.

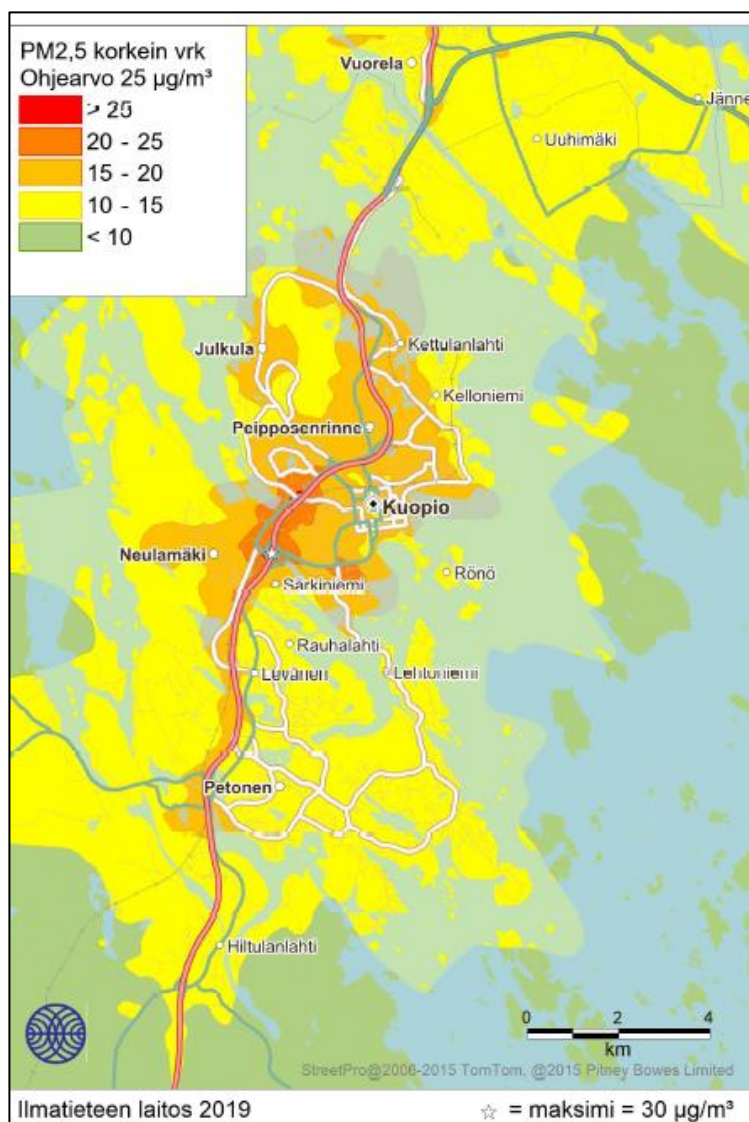
Hengitettävien hiukkasten korkeimmat pitoisuudet sijoittuvat hyvin pitkälle samoille alueille kuin korkeimmat typpidioksidipitoisuudet, koska myös hengitettävien hiukkasten pitoisuudet aiheutuvat pääosin tieliikenteestä,

lähinnä sen ilmaan nostamasta katupölystä. Moottoritien lähialueella hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat tasoa 50-70 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja muuten varsin laajalla alueella vuorokausiarvot ovat 30-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat enimmillään em. alueilla tasoa 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 2. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot Kuopion kaupunkialueella vuoden 2019 tilanteessa.

Korkeimmat **pienhiukkaspitoisuudet** sijoittuvat niin ikään valtatie 5:n varrelle, erityisesti Särkilahden liittymän ja Kelloniemen liittymän välille sekä Haapaniemelle Tasavallankadun tienoille. Pienhiukkaspitoisuudet jakautuvat tasaisemmin kaupunkialueella kuin typpidioksidin tai hengitettävien hiukkasten pitoisuudet. Muita alueita korkeampia pienhiukkaspitoisuuksia on vilkkaasti liikennöityjen alueiden lisäksi myös vanhoilla pientaloalueilla, kuten Niiralassa, Männistössä, Itkonniemellä, Rahusen alueella, Kettulanlahdessa ja Julkulassa. Savilahden alueella pienhiukkasten korkeimmat vuorokausiarvot ovat tasoa 20-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja laajasti kaupunkialueella pitoisuustaso on 10-20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat valtaosin kaupunkialueella 5-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, Savilahden alueella ja Niiralassa hieman korkeampia kuin muualla. Korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet aiheutuvat kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöistä. Keskeisen kaupunkialueen ulkopuolella pienhiukkasten laskennalliset pitoisuudet ovat korkeimpia Nilsä-Tahko -alueella, missä sielläkin vallitsevat pitoisuudet pääosin aiheutuvat kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöistä.



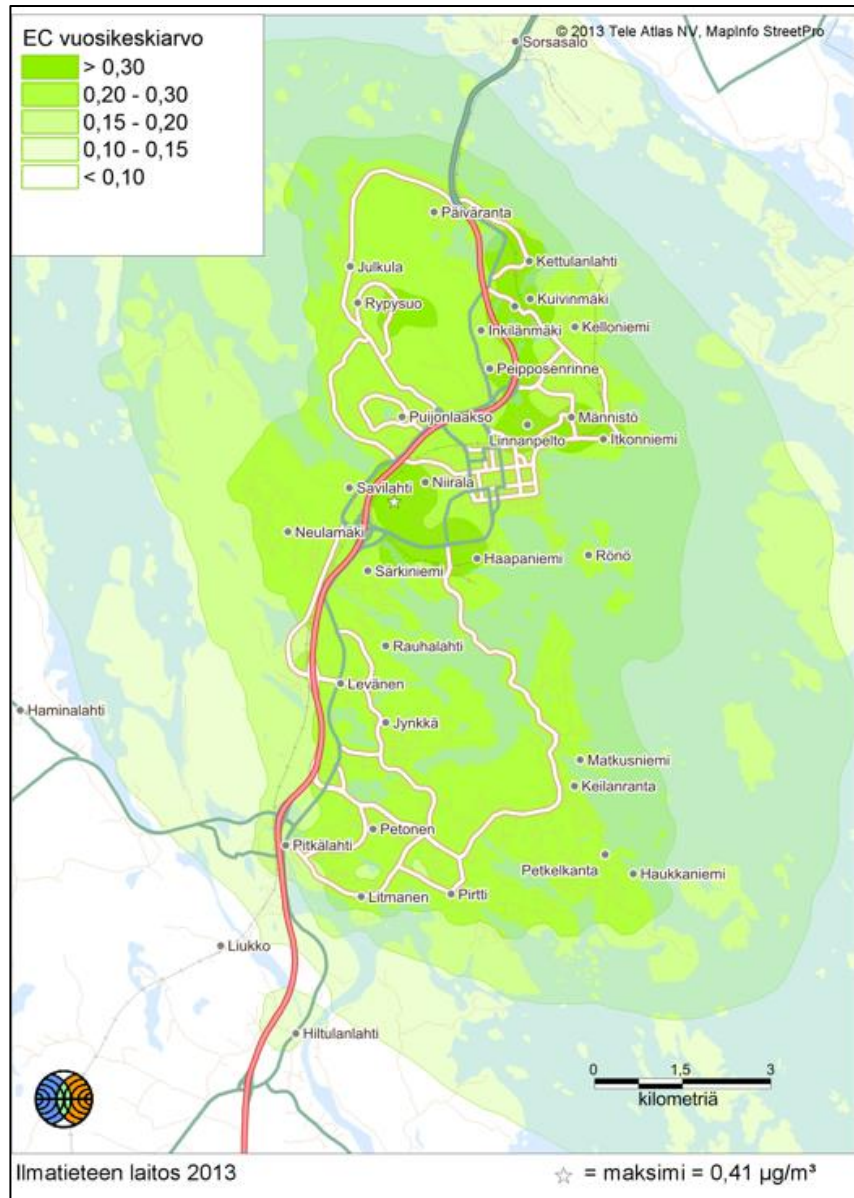
Kuva 3. Pienhiukkasten korkeimmat vuorokausiarvot Kuopion kaupunkialueella vuoden 2019 tilanteessa.

Ilmatieteen laitos on vuonna 2017 tehnyt leviämismallilaskelmat autoliikenteen päästöjen aiheuttamista hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksista Kuopion keskeiselle kaupunkialueelle. Tulokset ovat kutakuinkin yhtenevät edellä kuvattujen vuoden 2020 leviämismallilaskelmien tulosten kanssa.

URGENCE-tutkimushankkeessa Ilmatieteen laitos on vuonna 2013 tehnyt leviämismallilaskelmia autoliikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksen päästöjen ilmanlaatuvaikutuksista erilaisilla biopolttoaineiden käyttöä koskevilla skenaarioilla. Laskelmia on tehty hengitettäville hiukkasille, pienhiukkasille, alkuainehiilelle (EC) ja typpidioksidille. Tieliikenteen ilmanlaatuvaikutusten osalta tulokset ovat yhteneviä em. vuosina 2017 ja 2020 tehtyjen laskelmien tulosten kanssa. **Tieliikenneympäristössä** valtatie 5:n vaikutuspiirissä **alkuainehiilen** suurimmat pitoisuudet ovat laskelmien mukaan 0,6-0,8 µg/m³ vuosikeskiarvona.

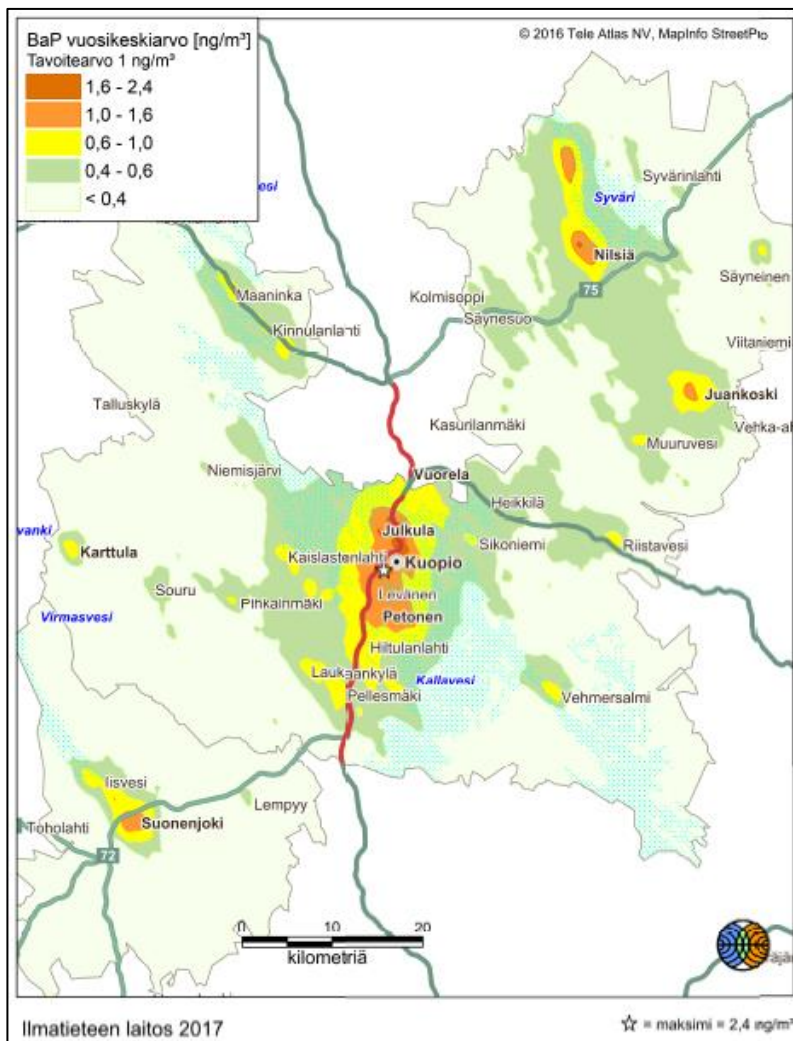
Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen vaikutukset pienhiukkasten ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin on URGENCE-hankkeen laskelmien

mukaan suurin Niiralassa sekä muilla vanhoilla pientaloalueilla Haapaniemellä, Itkonniemellä, Männistössä, Rahusenkankaalla ja Kettulanlahdessa sekä Rypysuolla ja Julkulassa. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen aiheuttamat **alkuainehiilen** suurimmat pitoisuudet em. alueilla ovat laskelmien mukaan 0,15-0,40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvona.



Kuva 4. Alkuainehiilen vuosikeskiarvot Kuopion kaupunkialueella vuoden 2013 tilanteessa.

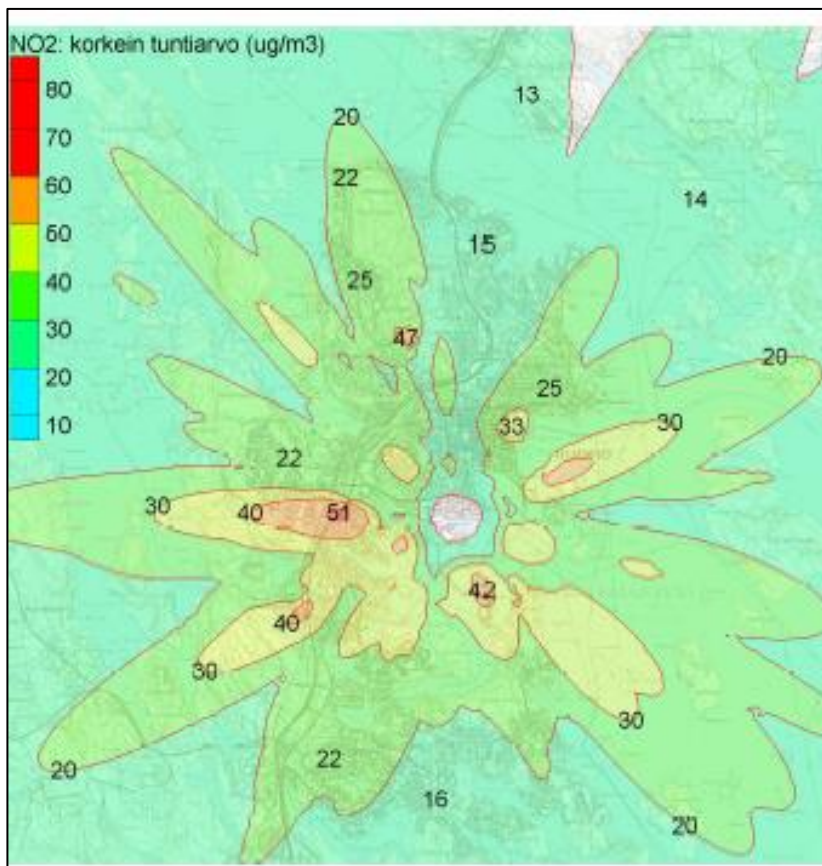
Ilmatieteen laitos on vuonna 2017 tehnyt leviämismallilaskelmat **puun pienpolton** aiheuttamista pienhiukkasten ja bentso(a)pyreenin pitoisuuksista koko Kuopion alueelle taajamiin. Korkeimmat pitoisuudet aiheutuvat laskelmien mukaan Kuopion keskeiselle kaupunkialueelle ja suurimpiin maaseututaajamiin eli Nilsjä-Tahko -alueelle ja Juankoskelle. Puun pienpolton aiheuttamat **bentso(a)pyreenin** vuosikeskiarvot ovat näillä alueilla tasoa 1-2 ng/m^3 . Pitoisuudet voivat olla hieman yliarvioita laskelmissa käytettyjen suurten päästökertoimien vuoksi. Vastaavasti puun pienpolton aiheuttamat **pienhiukkasten** vuosikeskiarvot ovat tulosten mukaan enimmillään tasoa 1-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 5. Puun pienpolton päästöjen aiheuttamat bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot Kuopiossa vuoden 2017 tilanteessa.

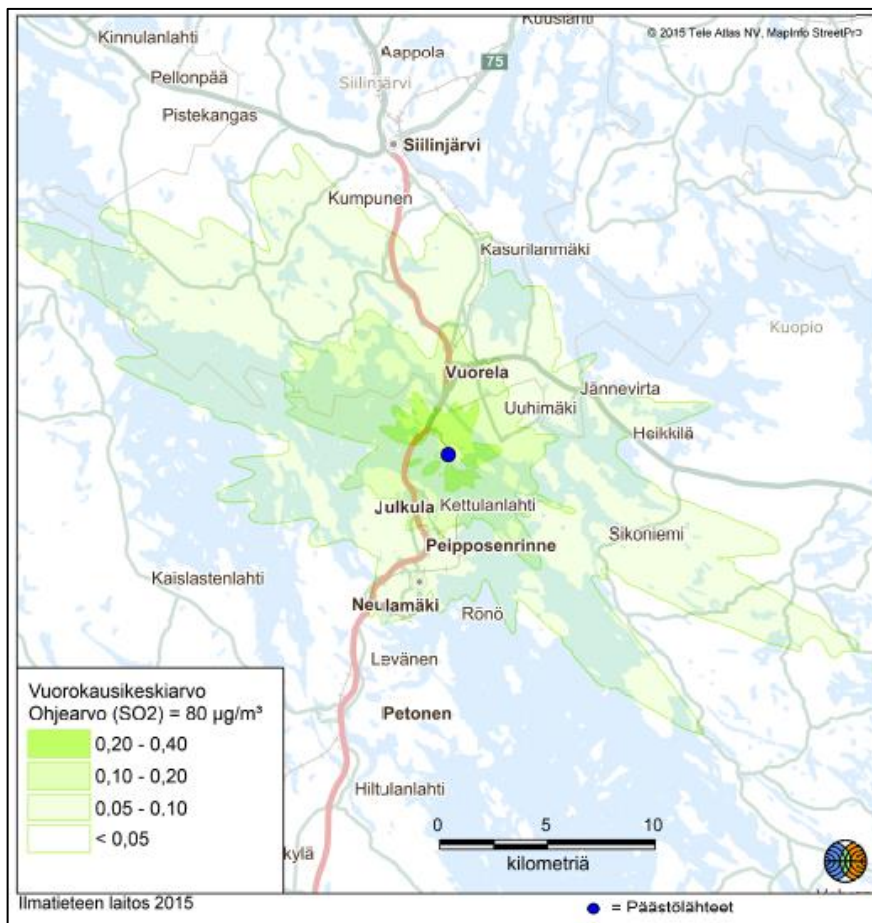
Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksen aiheuttamia ilmanlaatuvaikutuksia on arvioitu aiemmin mainitun URGECHÉ-hankkeen yhteydessä vuonna 2013. Sen mukaan voimalaitokset aiheuttavat kaupunkialueelle hyvin alhaiset ja melko tasaiset taustapitoisuudet, jotka ovat selvästi alle 1 % ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoista. Haapaniemen voimalaitosten päästöjen aiheuttamat suurimmat pitoisuudet syntyvät Haapaniemen, Niiralan ja Puijonlaakson mäkialueille.

Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitokselle Pöyry Finland Oy on tehty leviämismallilaskelmat vuonna 2016. Laskelmat kattavat hengitettävät hiukkaset, typpidioksidin ja rikkidioksidin ja ne on tehty lyhytaikaispitoisuuksille eli tunti- ja vuorokausiarvoille. Tulosten mukaan voimalaitoksen II ja III kattiloiden aiheuttamat hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat keskimäärin 1 µg/m³, typpidioksidin tuntiarvot 14 µg/m³ ja vuorokausiarvot 4 µg/m³ ja rikkidioksidin tuntiarvot 29 µg/m³ ja vuorokausiarvot 8 µg/m³. Suurimmat pitoisuudet syntyvät Haapaniemen, Niiralan, Neulamäen ja Puijonlaakson ja Puijon mäkialueille.



Kuva 6. Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat typpioksidin korkeimmat tuntiarvot vuoden 2017 tilanteessa.

Mondi Powerflute Oy:n Sorsasalon tuotantolaitoksen vaikutuksia hengitettävien hiukkasten, typpioksidin, rikkidioksidin sekä pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksiin on arvioitu Finn pulp Oy:n sellutehtaan YVA-selostuksessa vuonna 2015. Ilmatieteen laitoksen tekemien laskelmien mukaan tuotantolaitoksen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten, typpioksidin, rikkidioksidin ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet ovat selvästi alle 10 % ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoista, Korkeimmat pitoisuudet syntyvät Sorsasaloon, Vuorelan taajamaan ja osin myös Ranta-Toivalan puolelle. Selvityksessä on tarkasteltu myös hajuhaittojen esiintymistä laitoksen ympäristössä. Merkittävät hajuhaitat rajoittuvat valtaosin Sorsasaloon.



Kuva 7. Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitoksen päästöjen aiheuttamat rikkidioksidin vuorokausiarvot vuoden 2015 tilanteessa.

Fortum Waste Solutions Oy:n Sorsasalon materiaalikeskuksen toiminnan vaikutuksia hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin on arvioitu materiaalikeskuksen YVA:n yhteydessä vuonna 2020. AFRY Finland Oy:n tekemien leviämismallilaskelmien mukaan toiminnan vaikutukset hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin rajautuvat Sorsasalon teollisuusalueelle ja pääosin materiaalikeskuksen välittömään läheisyyteen. Sorsasalon ulkopuolella hengitettävien hiukkasten suurimmat vuorokausiarvot, jotka eivät ole siis ohje- ja raja-arvoihin verrannollisia, ovat pääosin korkeintaan tasoa $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Bella-Veneet Oy:n Välikäntien venetehtaan styreenipäästöjen aiheuttamia styreenipitoisuuksia ja hajuhaitan yleisyyttä on mallinnettu vuonna 2008. Ilmatieteen laitoksen tulosten mukaan suurimmat **styreenipitoisuudet** ja merkittävät hajuhaitat sijoittuvat aivan tehdasalueen viereen. Styreenin korkeimmat tuntikeskiarvot ovat Ilmatieteen laitoksen tekemien laskelmien mukaan tehtaan lähialueella tasoa $100\text{--}140 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Havaittava hajuhaitta ulottuu Särkiniemen pohjoisosaan ja Neulaniemen teollisuusalueelle ja lievempänä Neulamäen ja Niiralan mäkialueille.

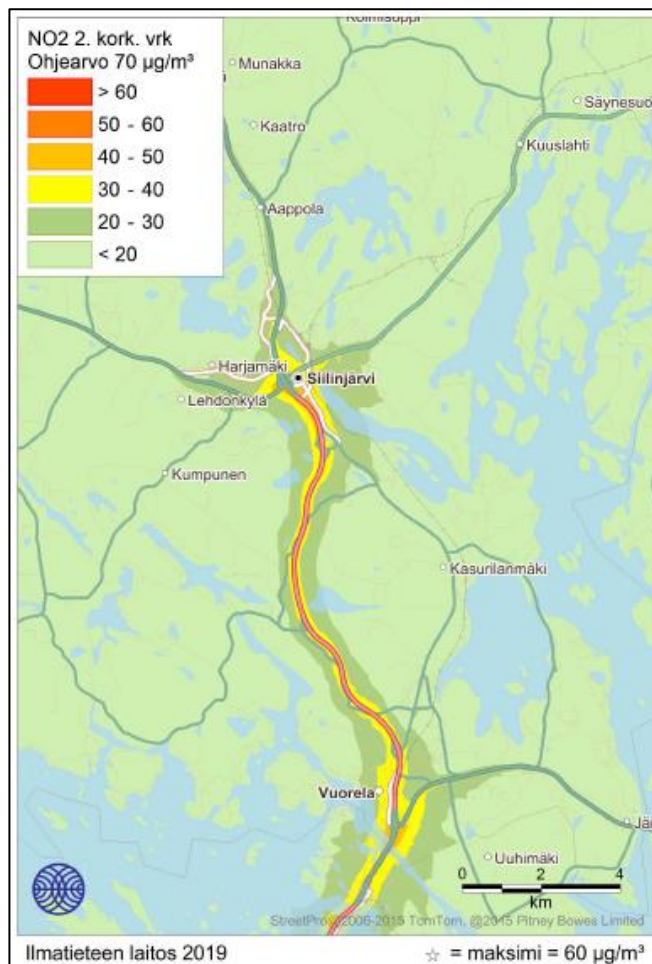
Envineer Oy on vuonna 2018 selvittänyt mallilaskelmin **JELD-WEN Suomi Oy:n Itkonniemen ovitehtaan** hiilivetypäästöjen aiheuttamia VOC-pitoisuuksia ja hajujen esiintymistä laitoksen ympäristössä. **VOC-pitoisuutta** on arvioitu päästöjen pääkomponentin butyyliasetaatin perusteella. Tulosten mukaan VOC-pitoisuudet eivät aiheuta terveyshaittaa ympäristössä. Päästöistä aiheutuva merkittävä **hajuhaitta** ulottuu laajimmillaan tehdasalueen pohjoispuolella Männistön asuinalueelle.

Jätekukko Oy:n Heinälamminrinteen jätekeskuksen hajupäästöjen leviämistä on arvioitu 2006. Ilmatieteen laitoksen tekemän selvityksen mukaan silloisilla päästötiedoilla merkittävä **hajualue** ulottuu luoteessa Karttulantielle ja kaakossa Matkusjärvelle. Hajut leviävät jätekeskukselta kaakko-luode-suuntaisesti ympäristön maastonmuotojen vuoksi. Selvitys ei kuitenkaan päästötietojen osalta välttämättä ole enää ajantasainen, joten arvio hajualueen laajuudesta on korkeintaan suuntaa-antava.

LEVIÄMISMALLILASKELMIEN TULOKSET SIILINJÄRVELLÄ

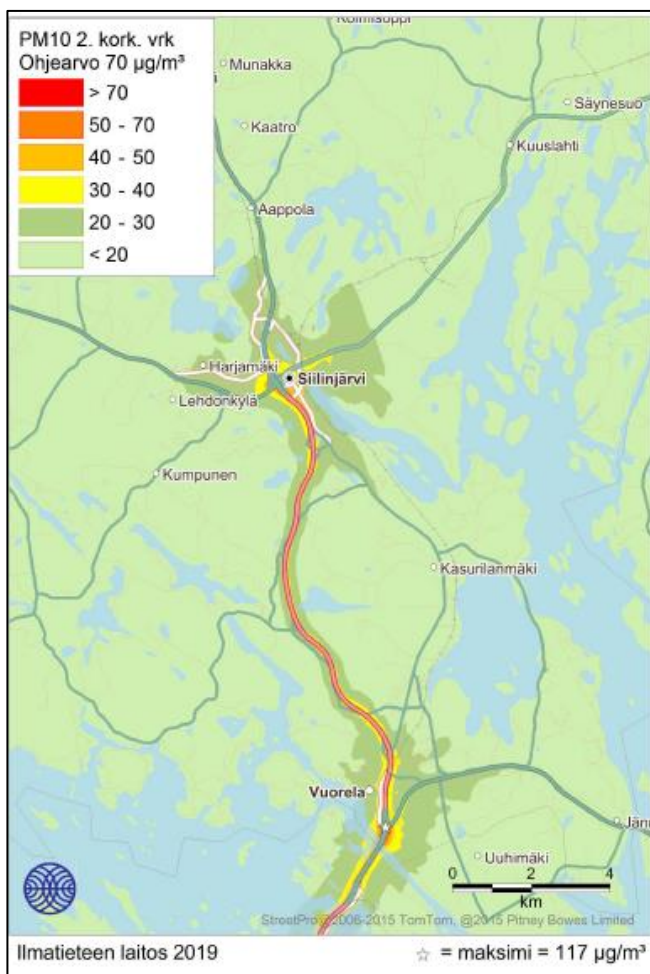
Ilmatieteen laitos on vuonna 2020 tehnyt hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin leviämismallilaskelmat Kuopioon ja Siilinjärvelle. Mallinnus kattaa energiantuotannon, teollisuuden, tieliikenteen sekä kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt. Laskelmat on tehty vuoden 2017 päästötiedoilla.

Tulosten mukaan Siilinjärvellä korkeimmat **typpidioksidipitoisuudet** ovat valtatie 5:n varrella ja erityisesti Siilinjärven keskustaajamassa sekä Vuorelassa. Suurimmillaan typpidioksidin vuorokausiarvot ovat varsin suppealla alueella Siilinjärven keskustaajamassa tasoa 40-60 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mutta muuten päätaajamissa vuorokausiarvot ovat 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat valtaosin alle 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lukuun ottamatta aivan keskustaajamaa. Vallitsevat typpidioksidipitoisuudet aiheutuvat valtaosin tieliikenteen päästöistä, mutta Siilinjärven keskustaajamassa jonkin verran vaikuttavat myös kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt.



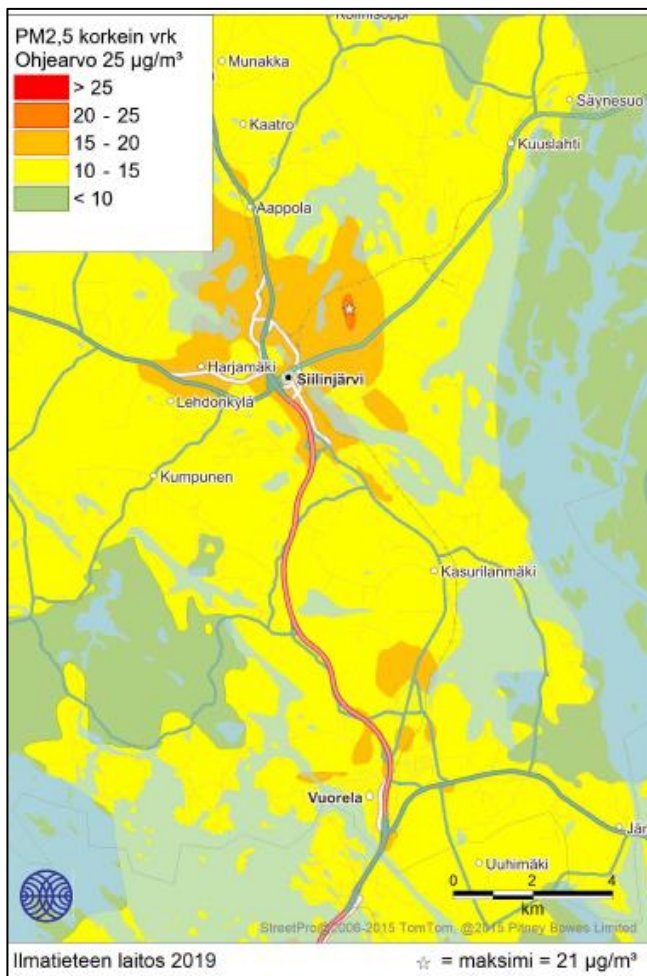
Kuva 8. Typpidioksidin vuorokausiarvot Siilinjärvellä vuoden 2019 tilanteessa.

Hengitettävien hiukkasten korkeimmat pitoisuudet sijoittuvat hyvin pitkälle samoille alueille kuin korkeimmat typpidioksidipitoisuudet, koska korkeimmat hengitettävien hiukkasten pitoisuudet aiheutuvat pääosin tieliikenteestä, lähinnä sen ilmaan nostamasta katupölystä. Valtaosin taajamissa hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat tasoa 30-40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosikeskiarvot alle 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



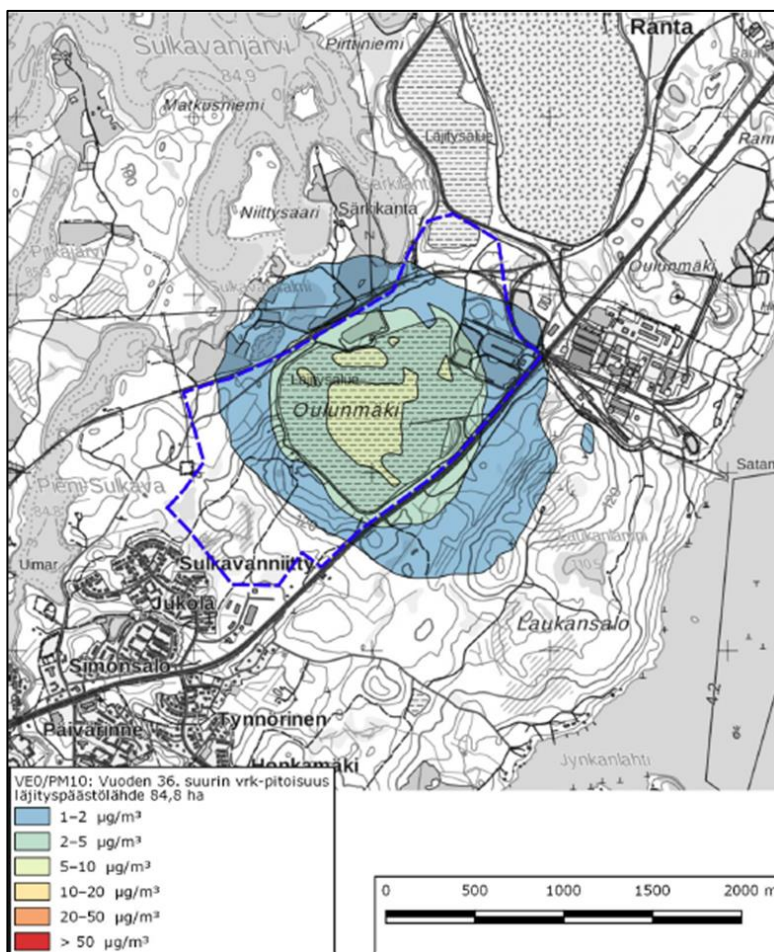
Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot Siilinjärvellä vuoden 2019 tilanteessa.

Korkeimmat **pienhiukkaspitoisuudet** sijoittuvat Siilinjärven keskustaajamaan ja erityisesti sen itäosiin, missä pienhiukkasten korkeimmat vuorokausiarvot ovat tasoa 15-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Laajasti Siilinjärvellä vuorokausiarvot ovat 10-15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot ovat Siilinjärven keskustaajamassa ja Vuorelassa tasoa 5-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Korkeimmat pienhiukkaspitoisuudet aiheutuvat kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöistä.



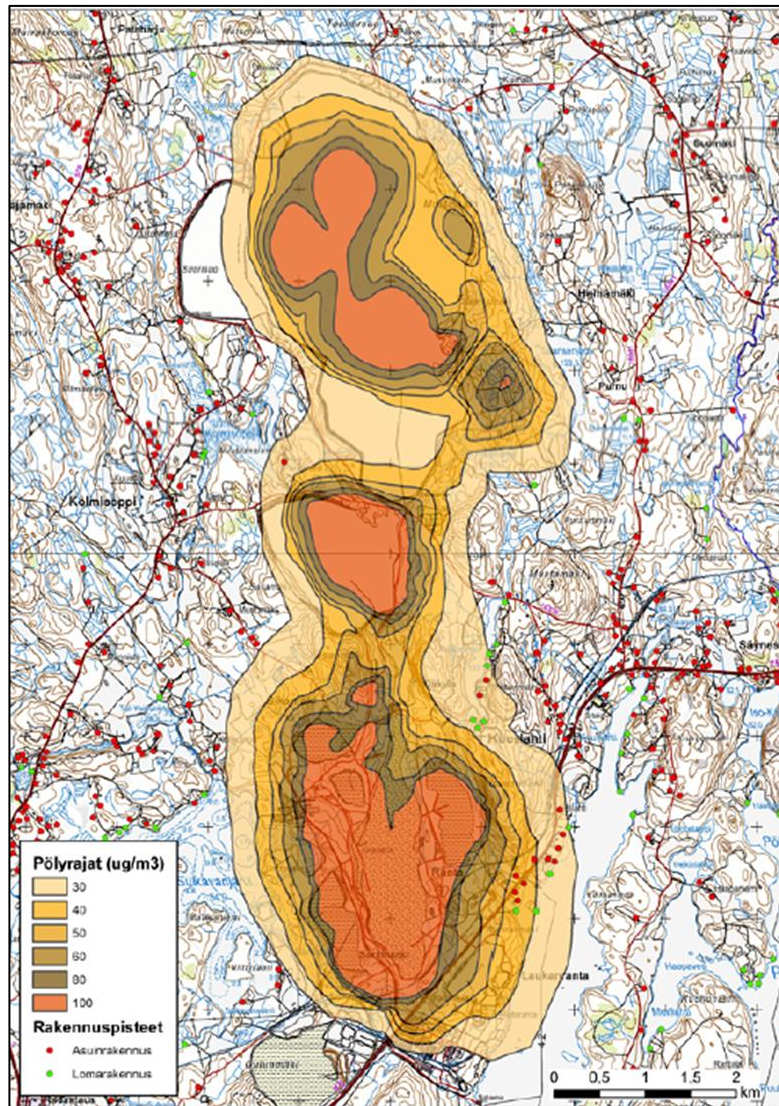
Kuva 10. Pienhiukkasten korkeimmat vuorokausiarvot Siilinjärvellä vuoden 2019 tilanteessa.

Yara Suomi Oy:n kipsinläjitysalueen aiheuttamia hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia on mallinnettu vuonna 2018. Ramboll Finland Oy:n tekemien laskelmien mukaan raja-arvoon verrannolliset **hengitettävien hiukkasten** vuorokausiarvot läjitysalueen ulkopuolella eri tarkasteluvaihtoehtoissa ovat tasoa $1-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosikeskiarvot $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet jakautuvat varsin tasaisesti kipsinläjitysalueen ympäristöön. Em. lasketut pitoisuudet alittuvat lähimmällä asuinalueella Sulkavanniityssä. Selvityksen laskelmien mukaan merkittävämpi vaikutus Sulkavanniityn asuinalueella hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin on mahdollisilla louhosalueen laajennusten pölypäästöillä.



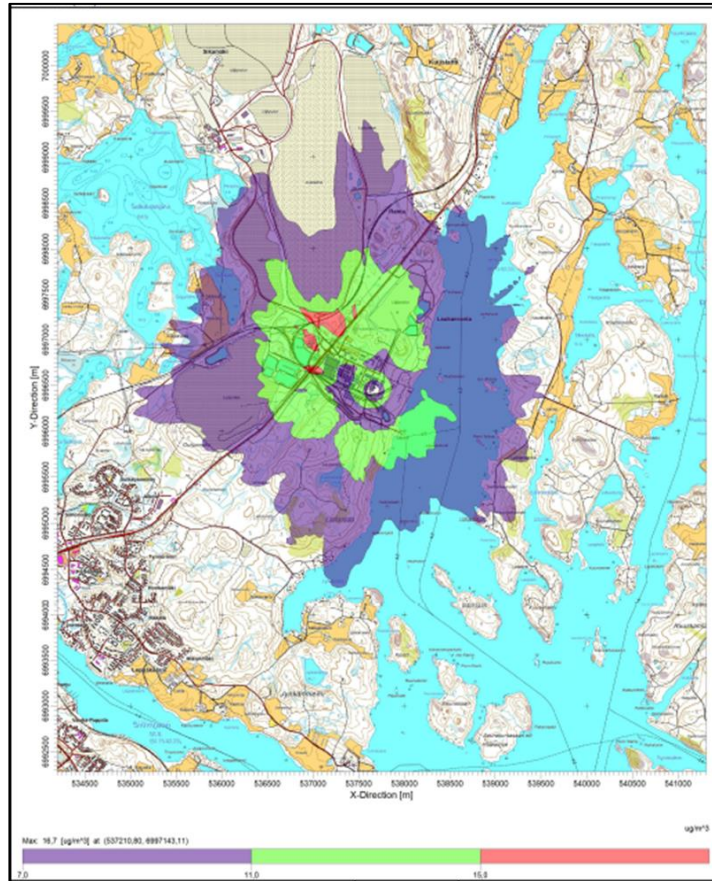
Kuva 11. Yara Suomi Oy:n kipsinlajitusalueen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot nykytilanteessa.

Yara Suomi Oy:n louhosalueiden ja niiden laajennusten pölypäästöjen vaikutuksia ympäristön hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin laajemmin on arvioitu osana em. Ramboll Finland Oy:n selvitystä ja louhosjatkumon pölymallinnuksessa. Laskelmien mukaan louhosalueiden aiheuttamat raja-arvoon verrannolliset **hengitettävien hiukkasten** vuorokausiarvot ovat lähimmän haja-asutuksen piirissä enimmillään tasoa 10-50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosikeskiarvot 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Eniten pölypäästöille altistuvaa asutusta on louhosalueen itäpuolella Rannan ja Kuuslahden alueella. Samansuuntaisia ovat tulokset kaivoksen sivukivialueiden laajennusta koskevassa YVA:ssa vuodelta 2013.



Kuva 12. Yara Suomi Oy:n kaivos- ja rikastamoalueiden päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot vuoden 2013 tilanteessa.

Sweco Oy on vuonna 2021 tehnyt leviämismallilaskelmat **Yara Suomi Oy:n rikkihappotehtaan muutosten** aiheuttamista rikkidioksidi- ja rikkivetypitoisuuksista. Tehtaan muutosten johdosta em. yhdisteiden päästöt ilmaan eivät juuri muuttuisi nykyisestä. Tulosten mukaan tehtaiden rikkidioksidi- ja rikkivetypäästöt leviävät varsi tasaisesti tehdasalueen ympäristöön ja suurimmat pitoisuudet sijoittuvat itse tehdasalueelle. Laskelmien mukaan tehdasalueen ulkopuolella **rikkidioksidin** tuntipitoisuudet ovat tasoa $<30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausiarvot $<15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Em. pitoisuudet ulottuvat juuri ja juuri Rannan asuinalueelle. **Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden** vuorokausiarvot tehdasalueen ulkopuolella ovat puolestaan $<1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



Kuva 13. Yara Suomi Oy:n tuotantolaitosten päästöjen aiheuttamat rikkidioksidin vuorokausiarvot vuoden 2021 tilanteessa.

PAIKALLINEN TARVE ILMANLAADUN SEURANTAAN

Ilmanlaadun seurantarvetta arvioitaessa on tarpeen ottaa huomioon muitakin tekijöitä kuin pelkästään mitattujen tai mallinnettujen epäpuhtauspitoisuuksien suhde ohje-, raja- ja tavoitearvoihin sekä ilmanlaatuasetuksen arviointikynnyksiin. Tällaisia paikallisia tekijöitä voivat olla erityisesti yhteistarkkailuun kuuluvien energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten ympäristölupien veloitteet ja kunnan tarve olla selvillä ilmanlaadusta yleisemmin mm. maankäytön suunnittelua varten.

Tässä työssä on tunnistettu kuntien, Pohjois-Savon ELY-keskuksen ja tärkeimpien toiminnanharjoittajien kesken käydyissä neuvotteluissa seuraavia paikallisia tarpeita ilmanlaadun seurannalle vuosille 2024-2028.

Kuopio

Kuopiossa ilmanlaadun seurantaan osallistuu ympäristöluvan veloitteiden kautta lukuisia toiminnanharjoittajia ja niiden joukossa on useita keskisuuria teollisuuslaitoksia. Mittauksia kohdistuu tällä hetkellä Mondi Powerflute Oy:n vaikutusten seurantaan Sorsasalossa ja Jätekuukko Oy:n jätekeskuksen vaikutusten seurantaan Haminalahdessa. Lisäksi Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitoksen päästöjen aiheuttamat taustapitoisuudet tulevat esille kaupunkialueella mittausasemilla, lähinnä Niiralassa ja Tasavallankadulla. Mondi Powerflute Oy:n vaikutuksia rikkidioksidin ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksiin on edelleen tarvetta seurata mittauksin laitoksen ympäristöluvan velvoittamana. Samoin Jätekuukko Oy:n Heinälammirinteen jätekeskuksen hajupäästöjen vaikutuksia pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuuksiin jätekeskuksen ympäristössä on tarvetta seurata jätekeskuksen ympäristöluvan velvoittamana.

Kuopiossa on kaksi merkittävää VOC-päästölähdettä, joilla on ilmanlaatuvaikutuksia eli Bella-Veneet Oy:n venetehdas Väliköntiellä ja JELD-WEN Suomi Oy:n ovitehdas Itkonniemellä. Ympäristölupiin sisältyvien veloitteiden myötä laitosten päästöjen vaikutuksia ilmanlaatuun voi olla perusteltua seurata kampanjamittauksin.

Puun pienpolton ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi ilmanlaadun mittauksia on tarpeen jatkaa Niiralan pientaloalueella ja mahdollisesti kampanjamittauksin joillakin muillakin pientaloalueilla.

Hiukkassensorien hyödyntämistä paikallisesti ilmanlaadun arvioimiseen on syytä arvioida mm. puun pienpolton valitustapausten yhteydessä ja kohteissa, joissa ilmanlaadun tarkempi selvittäminen katsotaan hyödylliseksi mm. maankäytön suunnittelun tai rakentamishankkeiden avuksi.

Siilinjärvi

Yara Suomi Oy:n louhos- ja rikastushiekka-alueen pölypäästöjen vaikutusten ympäristön hengittävien hiukkasten pitoisuuksiin on tarpeen jatkaa kahdella mittausasemalla. Toinen näistä asemista on syytä olla nykyinen Mustin asema ja toinen voi olla louhos- ja rikastushiekka-alueen ympäristössä kiertävä mittausasema samaan tapaan kuin vuosina 2016-2021. Mittauksia voidaan jatkaa nykyisillä AQG-mittalaitteilla, jotka on tällä hetkellä hyväksytty suuntaa-antaviin mittauksiin. Hiukkasmittauksille voi olla tarve Yara Suomi Oy:n lähimmällä yhtenäisellä asuinalueella Sulkavanniityllä lähivuosina, etenkin jos louhokset myöhemmin laajenevat kohti Siilinjärven keskustaajamaa.



Yara Suomi Oy:n rikkihappotehtaan ilmanlaatuvaikutuksia on tarpeen arvioida rikkidioksidi- ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittauksella Rannan suunnassa vuonna 2026.

Siilinjärven keskustaa-ajamassa Sorakujalle on tarpeen sijoittaa pysyvä mittausasema vuosille 2024-2028. Mittausvalikoimaan on sisällytettävä ainakin hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset ja mahdollisesti typenoksidit.

ILMANLAADUN SEURANTATARVE VUOSINA 2024-2028

Ilmanlaadun mittaukset

Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset

Kuopio

Hengitettäviä hiukkasia ja pienhiukkasia mitataan nykyisin Kuopiossa neljällä mittausasemalla. Mittausasemista kolme sijaitsee liikenneympäristössä ja yksi Niiralan pientaloalueella. Liikenneympäristön asemista Savilahden mittausasema ja Tasavallankadun mittausasema sijaitsevat kaupunkialueen kuormitetuimmilla alueilla. Maaherrankadun mittausasema sijaistee keskustassa, kuvastaen melko hyvin keskustan keskimääräisiä hiukkaspitoisuuksia. Niiralan mittausasema kuvastaa hiukkaspitoisuuksia pientaloalueella, missä on runsaasti puun pienpolttoa. Lisäksi Niiralan mittausasema on liikennepäästöjen ja katupölyn suhteen luonteeltaan kaupunkitausta-asema. Kaikki neljä mittausasemaa sijaitsevat kuitenkin maantieteellisesti suhteellisen suppealla alueella, kun otetaan huomioon koko kaupunkialueen laajuus.

Kaikilla mittausasemilla mitataan sekä hengitettäviä hiukkasia että pienhiukkasia ja mittauskalusto on viime vuosina uudistettu sellaiseksi, joka mahdollistaa molempien hiukkaskokoluokkien mittauksen yhdellä mittalaitteella. Näin ollen hiukkasmittauksilla saadaan varsin hyvä kokonaiskäsitys vallitsevista hiukkaspitoisuuksista ja myös päästölähteistä.

Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauksia **Savilahdessa, Maaherrankadulla ja Niiralassa** on perusteltua jatkaa nykyisillä mittausasemilla. Savilahden mittausasema edustaa hiukkaspitoisuuksia Kuopion kuormitetuimmalla ja vilkkaimmin liikennöidyllä alueella, joka ulottuu pohjoisesta Kelloniemen liittymästä Savilahden kautta aina Haapaniemen Tasavallankadun varteen Haapaniemi-Niirala -alueelle.

Maaherrankadun mittausasema edustaa keskimääräisiä hiukkaspitoisuuksia Kuopion keskustassa, missä epäpuhtauksille altistuu suuri määrä ihmisiä. Asemalta on kohtuullisen pitkä aikasarja tuloksia, joten se mahdollistaa myös pitkäaikaisen ilmanlaadun kehityksen seurannan jatkossa.

Niiralan mittausasemalla hiukkaspitoisuudet kuvastavat Kuopion pientaloalueiden korkeimpia hiukkaspitoisuuksia ja korkeimpia mitattuja pienhiukkaspitoisuuksia. Koska Niiralan mittausasema ei sijaitse vilkkaasti liikennöidyssä ympäristössä, aseman hengitettävien hiukkasten pitoisuus kuvastaa hyvin kaupunkialueen keskimääräisiä pitoisuuksia.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Tasavallankadun mittausasemalla ovat olleet Savilahden tulosten ohella korkeimpia Kuopion liikenneympäristössä mitattuja ja asema on edustanut hyvin katupölypitoisuuksia. Lisäksi mittausasemalta on kohtuullisen pitkä mittauksen aikasarja. Koska Savilahden mittausaseman tulokset kuitenkin kuvastavat hyvin pitoisuuksia myös Tasavallankadun liikenneympäristössä, esitetään, että Tasavallankadun hiukkasmittaukset siirretään **Saaristokaupunkiin, sen vilkkaimmin liikennöidylle alueelle Lehtoniementien varteen Pölläkkään**.

Hiukkaspitoisuudet Saaristokaupungissa ovat mallilaskelmien perusteella hieman alhaisempia kuin lähempänä keskustaa, mutta Saaristokaupungin alueella asuu paljon ihmisiä ja siirtämällä mittausasema sinne saadaan hiukkaspitoisuuksista maantieteellisesti edustavampia tuloksia.

Saaristokaupungissa hiukkaspitoisuuksiin vaikuttaa tieliikenteen päästöjen ja

katupölyn ohella jossain määrin myös kiinteistökohtaisen lämmityksen, lähinnä puun pienpolton päästöt.

Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittausten jatkoa nykyisessä laajuudessa neljällä mittausasemalla puoltaa se, että näin mittaustuloksia saadaan monipuolisesti erilaisista ympäristöistä ja myös se, että WHO:n uudet ilmanlaadun globaalit hiukkasohjeavot ovat ylittyneet kaikilla nykyisillä mittausasemilla.

Siilinjärvi

Siilinjärven kunnan paikallista tarvetta koskevaan näkemykseen pohjautuen Siilinjärvellä hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauksia esitetään tehtäväksi jatkuvatoimisesti vuosina 2024-2028 **keskustaajamassa Sorakujan mittausasemalla**. Sorakujan mittaustulokset edustavat pitoisuuksia Siilinjärven kuormitetuimmassa taajamassa liikenneympäristössä. Sorakujan mittaustulokset edustavat riittävällä tarkkuudella myös hiukkaspitoisuuksia Vuorelan taajaman kuormitetuimmissa osissa. Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauksia Sorakujalla puoltaa myös se, että Sorakujalla ovat ylittyneet WHO:n uudet ilmanlaadun globaalit hiukkasohjeavot.

Yara Suomi Oy:n louhos-, rikastushiekka- ja teollisuusalueen ympäristössä hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauksia esitetään jatkettavaksi nykyiseen tapaan suuntaa-antavina kahdella mittausasemalla. Toiseksi asemaksi esitetään **Mustin nykyistä asemaa**, joka sijaitsee rikastushiekka-alueen pohjoispäässä, missä todennäköisyys pölyepisodeille arvioidaan suurimmaksi ja missä yksittäisiä episodeja onkin havaittu nykyisissä mittauksissa. **Toinen mittausasema voi olla kiertävä**, niin että se paikallaan aina 1-2 vuotta. Suositeltavia sijoituspaikkoja ovat alueet, joilla mittauksia on tehty jo tähän saakka vuosina 2016-2021 eli Pahkamäen suunta, Murtomäki, Kuuslahden-Rannan –alue sekä Sulkavanniityn pientaloalue. Sijoittamalla mittaukset näille alueille, pystytään tuloksia vertaamaan aiempien vuosien tuloksiin ja saamaan näin parempaa käsitystä pitoisuusvaihteluista alueille.

Typpidioksidi

Kuopio

Typen oksideja mitataan nykyisin Kuopiossa kolmella mittausasemalla. Kaikki mittausasemat sijaitsevat liikenneympäristössä. Savilahden mittausasema ja Tasavallankadun mittausasema sijaitsevat kaupunkialueen kuormitetuimmilla alueilla. Maaherrankadun mittausasema sijaistee keskustassa, kuvastaen melko hyvin keskustan keskimääräisiä typpidioksidin pitoisuuksia. Kaikki kolme mittausasemaa sijaitsevat maantieteellisesti suhteellisen suppealla alueella, kun otetaan huomioon koko kaupunkialueen laajuus.

Typen oksidien mittauksia **Savilahdessa ja Maaherrankadulla** on perusteltu jatkaa nykyisillä mittausasemilla. Savilahden mittausasema edustaa pitoisuuksia Kuopion kuormitetuimmalla ja vilkkaimmin liikennöidyllä alueella, joka ulottuu pohjoisesta Kelloniemen liittymästä Savilahden kautta aina Haapaniemen Tasavallankadun varteen Haapaniemi-Niirala –alueelle.

Maaherrankadun mittausasema edustaa keskimääräisiä typpidioksidin pitoisuuksia Kuopion keskustassa, missä epäpuhtauksille altistuu suuri määrä ihmisiä. Asemalta on kohtuullisen pitkä aikasarja tuloksia, joten se mahdollistaa myös pitempiaikaisen ilmanlaadun kehityksen seurannan jatkossa.

Typpidioksidin pitoisuudet Tasavallankadun mittausasemalla ovat olleet Savilahden tulosten ohella korkeimpia Kuopion liikenneympäristössä mitattuja pitoisuuksia. Lisäksi mittausasemalta on kohtuullisen pitkä mittauksen aikasarja. Koska Savilahden mittausasema tulokset kuitenkin kuvastavat hyvin pitoisuuksia myös Tasavallankadun liikenneympäristössä, typpidioksidimittauksia Tasavallankadulla ei ole välttämätöntä jatkaa. Mikäli typenoksidien mittauksia Kuopiossa halutaan jatkaa edelleen kolmella mittausasemalla, esitetään, että Tasavallankadun typenoksidien mittaukset siirrettään **Saaristokaupunkiin, sen vilkkaimmin liikennöidylle alueelle Lehtoniementien varteen Pölläkkään**. Typpidioksidin pitoisuudet Saaristokaupungissa ovat mallilaskelmien perusteella alhaisempia kuin lähempänä keskustaa, mutta Saaristokaupungin alueella asuu paljon ihmisiä ja siirtämällä mittaukset sinne saadaan pitoisuuksista maantieteellisesti edustavampia tuloksia.

Vaikka typpidioksidin pitoisuudet Kuopiossa ovatkin olleet viime vuosina selvästi laskussa, puoltaa mittauksen jatkoa useammalla mittausasemalla se, että WHO:n uudet ilmanlaadun globaalit typpidioksidia koskevat ohjeet ovat ylittyneet kaikilla nykyisillä mittausasemilla.

Siilinjärvi

Siilinjärvellä typpidioksidin mittauksia on tehty kampanjaluonteisesti keskustaajamassa Sorakujalla ja Vuorelassa. Vaikka Sorakujalla WHO:n ohjeet ovatkin ylittyneet, ei jatkuvatoimisille typpidioksidin mittauksille nähdä tarvetta, koska alue, jolla pitoisuudet ovat korkeimpia, on suhteellisen suppea. Siilinjärven keskustaajaman keskimääräiset typpidioksidipitoisuudet eivät merkittävästi poikkea Kuopion keskustan pitoisuuksista, joten Kuopion tulokset kuvastavat varsin hyvin myös Siilinjärven keskustaajaman pitoisuuksia.

Mikäli keskustaajamasta halutaan typpidioksidin mittaustuloksia, **Sorakujalla voidaan toistaa kampanjaluonteisia vuoden pituisia mittauksia esimerkiksi vuosina 2025 ja 2028**. Sorakujan mittaustulokset edustavat pitoisuuksia Siilinjärven kuormitetuimmassa taajamassa liikenneympäristössä. Sorakujan

mittaustulokset edustavat riittävällä tarkkuudella myös typpidioksidipitoisuuksia Vuorelan taajaman kuormitetuimmissa osissa.

Otsoni

Kuopiossa otsonipitoisuutta on mitattu vuodesta 1999 ensin Kasarmipuistossa ja vuodesta 2019 lähtien Niiralassa. Otsoni on Suomessa suurelta osin kaukokulkeumaa. Ilmakehän kemiasta johtuen otsonipitoisuudet ovat korkeimpia maaseutualueilla. Otsonipitoisuudet Kuopiossa ovat olleet lievästi nousussa koko 2000-luvun.

Otsonin suhteen Kuopio kuuluu muun Suomen (pääkaupunkiseudun ulkopuolinen alue) seuranta-alueeseen. Pääkaupunkiseudun ulkopuolella kaupungeissa otsonia mitataan Lahdessa, Tampereella, Turussa, Kuopiossa ja Oulussa.

Otsonimittausta Kuopiossa **Niiralan mittausasemalla** esitetään jatkettavaksi, koska Kuopion mittaustulokset edustavat otsonipitoisuuksia kaupunkiympäristössä Keski-Suomessa, mistä muutoin ei ole saatavilla mittaustuloksia.

Rikkidioksidi

Kuopio

Rikkidioksidimittauksia Kuopiossa on tehty Sorsasalossa Mondi Powerflute Oy:n vaikutusalueella pieniä poikkeuksia lukuun ottamatta vuodesta 1991. Mittaustulokset edustavat Mondi Powerflute Oy:n tuotantolaitoksen aiheuttamia korkeimpia pitoisuuksia.

Rikkidioksidimittausta **Sorsasalossa** on tarkoituksenmukaista jatkaa ottaen huomioon Mondi Poweflute Oy:n ympäristöluvan velvoite ja tuotantolaitoksen koko. Rikkidioksidin lyhytaikaispitoisuudet ovat viime vuosina olleet hieman nousussa, mikä sekin puoltaa mittausten jatkamista. Pitoisuudet Sorsasalossa eivät edusta pitoisuuksia asutuksen piirissä, mutta ne edustavat korkeimpia pitoisuuksia laitoksen ympäristössä. Lisäksi Sorsasalosta on pitkä mittausten aikasarja, joka sekin puoltaa mittausten jatkamista nykyisellä paikalla.

Siilinjärvi

Yara Suomi Oy:n rikkihappotehtaan ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi paikallisesti on esitetty, että **Rannan alueella tehdään vuoden mittainen rikkidioksidin mittauskampanja vuonna 2026**. Rannan alueen tulokset kuvaavat arvion mukaan korkeimpia pitoisuuksia lähimmän asutuksen piirissä.

Pelkistyneet rikkiyhdisteet

Kuopio

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittauksia Kuopiossa on tehty Sorsasalossa Mondí Powerflute Oy:n vaikutusalueella vuodesta 2004 ja Jätekuukko Oy:n jätekeskuksen vaikutuspiirissä Haminalahdessa vuodesta 2013. Sorsasalossa mittaustulokset edustavat Mondí Powerflute Oy:n tuotantolaitoksen aiheuttamia korkeimpia pitoisuuksia. Haminalahden mittaustulokset edustavat pitoisuuksia lähimmän asutuksen piirissä vallitsevien tuulensuuntien alapuolella.

Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittauksia **Sorsasalossa** on tarkoituksenmukaista jatkaa ottaen huomioon Mondí Powerflute Oy:n ympäristöluvan velvoite ja tuotantolaitoksen koko. Pitoisuudet Sorsasalossa eivät edusta pitoisuuksia asutuksen piirissä, mutta ne edustavat korkeimpia pitoisuuksia laitoksen ympäristössä. Lisäksi Sorsasalosta on pitkä mittausten aikasarja, joka sekin puoltaa mittausten jatkamista nykyisellä paikalla.

Myös **Haminalahdessa** pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittauksia on tarpeen jatkaa Jätekuukko Oy:n jätekeskuksen ympäristöluvan velvoittamana.

Siilinjärvi

Yara Suomi Oy:n rikkihappotehtaan ilmanlaatuvaikutusten arvioimiseksi paikallisesti on esitetty, että **Rannan alueella tehdään vuoden mittainen pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittauskampanja vuonna 2026**. Rannan alueen tulokset kuvaavat arvion mukaan korkeimpia pitoisuuksia lähimmän asutuksen piirissä.

Hiilimonoksidi

Hiilimonoksidin mittaukset Kuopiossa lopetettiin vuonna 2015, koska pitoisuudet olivat tuolloin jo erittäin alhaisia. Myös muualla Suomessa jatkuvat hiilimonoksidimittaukset kaupungeissa on lopetettu 2000-luvulla, koska pitoisuudet ovat olleet erittäin alhaisia. Pitoisuudet ovat laskeneet voimakkaasti autokannan uusiutumisen ja päästörajoitusten kiristymisen seurauksena.

Hiilimonoksidin mittaus Kuopion seudulla ei ole tarpeen. Ilmanlaadun seurannaksi riittää päästöjen seuranta.

Hiilimonoksidia syntyy jonkin verran puun pienpoltossa, mutta pitoisuudet pientaloalueilla, kuten Niiralassa, tehdyissä mittauksissa ovat olleet suhteellisen alhaisia. Näin ollen mittaukset pientaloalueillakaan eivät ole tarpeellisia.

Bentseeni

Kuopiossa bentseenipitoisuuksia on mitattu kampanjaluonteisesti useina vuosina vuosien 2006-2015 aikana. Mittauksia on tehty liikenneympäristöissä, pientaloalueilla ja teollisuusympäristöissä. Kaikissa mittauksissa pitoisuudet

ovat olleet alhaisia. Yleisesti bentseenipitoisuudet ovat korkeimmillaan liikenneympäristössä ja pientaloalueilla, missä on puun pienpolttoa. Bentseenipitoisuudet ovat olleet laskussa mm. tieliikenteen päästöjen laskun myötä, kun autokanta uusiutuu ja päästöraja-arvot kiristyvät.

Kuopiossa tehdään bentseenimittauksia vuosina 2021-2023 pientaloalueilla Niiralassa ja Kurkimäessä. **Vuoden mittaisen bentseenimittauskampanjan toteuttamista voi harkita uusittavaksi esimerkiksi Niiralan pientaloalueella vuonna 2026.**

Bentso(a)pyreeni

Kuopiossa bentso(a)pyreenipitoisuuksia on mitattu kampanjaluonteisesti Kurkimäessä vuonna 2006 ja Niiralassa vuosina 2009 ja 2015. Vuosina 2021-2023 mittauksia tehdään Niiralassa ja Kurkimäessä. Bentso(a)pyreenin mittaustuloksia on varsin niukasti koko Suomesta. Bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat korkeimmillaan pientaloalueilla, missä on puun pienpolttoa.

Niiralassa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot ovat olleet alle ilmanlaatuasetuksen tavoitearvon, mutta yli alemman arviointikynnyksen. Lisäksi tuloksia on varsin harvoilta vuosilta, joten tuloksista tehtäviin johtopäätöksiin liittyy epävarmuutta. Bentso(a)pyreenin pitoisuuksiin on havaittu vaikuttavan ratkaisevasti talven sääolosuhteet, jolloin puun pienpolton päästöt ja vaikutukset ilmanlaatuun ovat usein suurimmillaan.

Bentso(a)pyreenin suhteen Kuopion seutu kuuluu muun Suomen seuranta-alueeseen, mikä kattaa koko muun Suomen pois lukien pääkaupunkiseudun. Tällä alueella bentseenimittauksia tehdään jatkuvatoimisesti vain Raahessa teollisuusympäristössä ja Lahdessa pientaloalueella.

Bentso(a)pyreenin vuoden pituinen mittauskampanja on suositeltavaa toteuttaa seuraavan kerran esimerkiksi vuonna 2026. Mittausten kohdealueeksi soveltuu hyvin Niiralan pientaloalue, jolloin tuloksia voidaan verrata Niiralan aiempiin mittaustuloksiin. Toinen mahdollinen mittausalue on **Nilsin taajama ja Tahkon alue**, missä puun pienpolton päästöt ovat myös suuret.

Lyijy, arseeni, kadmium ja nikkeli

Kuopiossa lyijyn, arseenin, kadmiumin tai nikkelin pitoisuuksia on mitattu suuntaa-antavassa 5 kuukauden mittauskampanjassa Kasarmipuistossa vuonna 2008.

Lyijyn suhteen Kuopion seutu kuuluu Pohjois-Savon seuranta-alueeseen ja arseenin, kadmiumin ja nikkelin suhteen muun Suomen seuranta-alueeseen, mikä kattaa koko muun Suomen pois lukien pääkaupunkiseudun.

Lyijypitoisuutta mitataan Suomessa enää Ilmatieteen laitoksen tausta-aseilla, kuten Vironlahdella, sekä Raahessa teollisuusympäristössä. Arseenia, kadmiumia ja nikkeliä mitataan lisäksi Harjavallassa teollisuusympäristössä.

Koska Kuopion seudulla ei ole merkittäviä metallipäästölähteitä, lyijyn, arseenin, kadmiumin ja nikkelin päästöt ovat todennäköisesti nykyisellään pääosin polttoperäisiä. Ilmassa vallitseviin pitoisuuksiin todennäköisesti vaikuttaa merkittävästi kaukokulkeuma. Muualla Suomessa kuin Harjavallassa ja Raahessa lyijyn, arseenin, kadmiumin ja nikkelin pitoisuudet ovat olleet erittäin alhaisia.

Lyijyn, arseenin, kadmiumin ja nikkelin mittaus Kuopion seudulla ei ole tarpeen. Ilmanlaadun seurannaksi riittää päästöseuranta.

Muut yhdisteet

Bella-Veneet Oy:n Väliköntien venetehtaan styreenipäästöjen aiheuttamia styreenipitoisuuksia on mitattu Väliköntien alueella vuosina 2006, 2008 ja 2010. Mittauksissa styreenipitoisuudet ovat olleet selvästi kaupunkialueen taustapitoisuuksia korkeampia Väliköntien alueen lisäksi laajemmallakin alueella, aina Niiralassa saakka. **Styreenipitoisuuksia esitetään mitattavaksi vuoden pituisessa mittauskampanjassa Väliköntien alueella** jaksolla 2024-2028.

Maailman terveysjärjestön WHO:n vuonna 2021 julkaistuissa globaaleissa ilmanlaadun ohjearvoissa esitetään, että terveysvaikutusten arvioinnin näkökulmasta mustahiilen/alkuainehiilen mittauksia on tarpeen lisätä, samoin kuin ultrapienien hiukkasten ja hiukkasten lukumäärän mittauksia.

Tästä näkökulmasta **esitetään, että Kuopiossa Niiralan pientaloalueella aloitetaan mustahiilen jatkuva mittaus vuonna 2025**. Mittauksen aloittaminen Niiralassa on perusteltu, koska mustahiilen päästöt liittyvät vahvasti puun pienpolttoon ja koska Niiralan mittausaseman tulokset edustavat hyvin pitoisuuksia pientaloalueella, missä on runsaasti puun pienpolttoa.

WHO:n suositukseen liittyen ultrapienien hiukkasten ja hiukkasten lukumäärän mittauksiin **esitetään, että mittausasemilla, joilla hiukkasmittauksiin on käytössä Fidas-mittalaitteet, tulostetaan jatkossa hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja pienhiukkasten (PM_{2,5}) ohella myös PM₁-kokoluokan hiukkasten mittaus tulokset sekä hiukkasten lukumäärämittauksen tulokset**. Vaikka tulokset näiltä osin ovatkin suuntaa-antavia, lisäävät tulokset tietoa hiukkaspitoisuuksista ja hiukkasiin liittyvistä terveyshaitoista sekä eri päästölähteiden merkityksestä vallitseviin pitoisuuksiin.

Muuta

Jatkuvatoimisten mittausten mittausverkon ja mittauskaluston täydennykseksi harkinnanarvoista on hankkia käyttöön muutama mittaussensori lähinnä hiukkasmittauksiin ja esimerkiksi myös typpidioksidimittauksiin. Sensoreilla voitaisiin tehdä lyhytaikaismittauksia mm. kohteissa, joista tarvitaan tarkempaa ilmanlaatatietoa maankäytön suunnittelua varten. Sensoreita voitaisiin hyödyntää myös mm. puun pienpolton savuvalitustapausten käsittelyssä sekä rakennus- ja purkutyömaisen yms. ilmanlaatuvaikutusten seurannassa.

Sensorimittaukset mahdollistaisivat myös pysyvän mittausverkoston täydentämisen niin, että epäpuhtauksien pitoisuusjakaumista saataisiin alueellisesti tarkempaa tietoa esimerkiksi moottoritien vaikutuspiirissä.

Mittausasemien edustavuus

Edellä vuosille 2024-2028 esitettyjen mittausasemien alueellista edustavuutta on arvioitu asiantuntija-arviona. Arvioinnissa on käytetty hyväksi ajantasaisten leviämismallilaskelmien ja ilmanlaadun mittausten tuloksia sekä näkemystä mm. maasto- ja leviämisolosuhteista. Arviot mittausasemien edustavuudesta on esitetty liitteen 8 kartoilla.

Savilahden ja Maaherrankadun mittausasemien edustavuus pohjautuu hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuusjakaumiin. Nämä mittausasemat ovat selkeästi liikenneympäristössä sijaitsevia asemia.

Myös Saaristokaupunkiin esitetty uusi mittausasema tulisi sijoittaa liikenneympäristössä. Esitetty mittausaseman edustavuus pohjautuu ensisijaisesti hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuusjakaumiin.

Niiralan mittausasema edustavuus pohjautuu hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuusjakaumiin. Koska mittausasema sijaistee liikenneympäristöstä erillään pientaloalueella, edustaa se nimenomaan pienhiukkaspitoisuuksien suhteen muidenkin vanhempien pientaloalueiden ilmanlaatua Kettulanlahden, Rahusenkankaan, Männistön, Itkonniemen ja Julkulan alueilla. Otsonipitoisuuksien suhtaan Niiralan mittausasema edustaa koko Kuopion kaupunkialueen ilmanlaatua. Mittausasema luokituu kaupunkitausta-asemaksi.

Niiralan mittausasemalle esitettyjen mustahiilen, bentso(a)pyreenin ja bentseenin mittausten edustavuus vastaa arvion mukaan pääpiirteissään pienhiukkasten mittauksen ja hengitettävien hiukkasten mittausten edustavuutta, koska nämä yhdisteet liittyvät vahvasti puun pienpolton päästöihin.

Sorsasalon mittausaseman edustavuus pohjautuu rikkidioksidin ja pelkistyneiden rikkinyhdisteiden pitoisuuksiin. Mittausasema luokituu teollisuusasemaksi.

Haminalahden mittausaseman edustavuus pohjautuu pelkistyneiden rikkinyhdisteiden pitoisuuksiin. Mittausasema luokituu teollisuusasemaksi.

Väliköntielle esitettävän styreenimittauksen tulosten arvioidaan edustavan pitoisuuksia 100-300 m etäisyydelle oletetun entisen vuosien 2006-2010 mittauspaikan ympäristössä.

Siilinjärven Sorakujan mittausaseman edustavuus pohjautuu hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuusjakaumiin. Sorakujan mittausasema on selkeästi liikenneympäristössä sijaitseva asemia ja sen tulokset edustavat em. yhdisteiden pitoisuuksia myös Vuorelan kuormitetuimmalla alueella.

Yara Suomi Oy:n louhosalueen ympäristön Mustin mittausaseman ja kiertävän mittausaseman edustavuus pohjautuu hengitettävien hiukkasten pitoisuusjakaumiin. Nämä mittausasemat luokittevat teollisuusasemiksi.

Siilinjärven Rannan suunnalle esitetty asema rikkidioksidin ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittaukseen vuonna 2026 luokitteuu niin ikään teollisuusasemaksi. Arvio tämän mittausaseman alueellisesta edustavuudesta on vain suuntaa-antava, koska todennäköisesti mittausasema sijoittuu alueella, missä mallilaskelmien mukaan rikkidioksidin ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden pitoisuudet ovat varsin alhaisia. Mittausasema on suositeltavaa sijoittaa mahdollisimman lähelle Yara Suomi Oy:n tehtaita, kuitenkin asutuksen piiriin. Sijainti Kuuslahdessa, missä rikkidioksidia mitattiin vuonna 2018, on mahdollinen.

Leviämismallilaskelmat

Viimeisin laajempi leviämismallilaskelma Kuopioon ja Siilinjärvelle on valmistunut vuonna 2020. Se on tällöin kattanut energiantuotannon ja teollisuuden, tieliikenteen ja kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien mallinnuksen. Mallinnukseen liittyy epävarmuutta erityisesti tieliikenteen päästöjen osalta, koska autojen päästöjen kehitys on arvioitu selvityksessä suhteellisen konservatiiviseksi.

Mallinnus on suositeltavaa päivittää vuonna 2026 tai 2027, jotta vuoden 2028 jälkeistä ilmanlaadun seurantarvearviointia varten on käytettävissä ajantasaiset mallilaskelmat. Laskelmiin suositellaan otettavaksi mukaan myös bentso(a)pyreenin mallinnus, koska bentso(a)pyreenin mallinnuksessa vuonna 2018 käytetyt päästökertoimet ovat selvityksen valmistumisen jälkeen tarkentuneet merkittävästi. Teollisuus- ja energiantuotantolaitosten päästöjen mallinnustarve on tarkoituksenmukaista ratkaista osana laitosten ympäristölupia tai mahdollisia YVA-selvityksiä.

Päästökartoitukset

Paikallisesti tärkeimpien päästölähteiden päästöt on tarpeen päivittää vuosittain. Päästötiedot voidaan koota ilmanlaadun vuosiraportteihin.

Energiantuotantolaitosten ja teollisuuden päästöt ovat saatavissa YLVA-tietojärjestelmästä. Vuosittain on tarpeen koota hiukkasten, typen oksidien, pelkistyneiden rikkiyhdisteiden ja rikkidioksidin päästöt. Myös VOC-päästöt on tarpeen koota ympäristölupavelvollisilta ja teollisuus-VOC-asetuksen soveltamisalan piiriin kuuluvista laitoksista.

Tieliikenteen päästöt voidaan koota vuosittain VTT:n LIPASTO-tietokannasta. Keskeiset epäpuhtaudet ovat hiukkaset, typen oksidit, hiilivedyt ja hiilimonoksidi.

Kiinteistökohtaisen lämmityksen ja muiden hajapäästöjen määrät ovat kerättävissä Suomen Ympäristökeskuksen kuntakohtaisista tilastoista sen

mukaan, kun päästötietoja tietokantaan päivitetään. Viimeisimmät päästötiedot ovat vuodelta 2019.

Arvio nykyisestä ilmanlaadun seurannasta ja seurannan kehittämistarve

Ilmanlaadun seuranta Kuopiossa ja Siilinjärvellä on yhteisseurantaa, mihin osallistuu kuntien lisäksi tärkeimmät teollisuus- ja energiantuotantolaitokset. Yhteisseurannassa on mukana lisäksi Varkaus ja Jyväskylä. Seurannan järjestämisestä vastaa Kuopion kaupunki. Mittausten ylläpito, mittaustulosten käsittely ja raportointi on pääosin ulkoistettu, mutta siihen osallistuu myös Kuopion kaupungin alueelliset ympäristönsuojelupalvelut ja Jyväskylän kaupungin ympäristötoimi. Kampanjamittauksia ja ilmanlaadun mallinnuksia on ostettu lähinnä Ilmatieteen laitokselta. Lisäksi mittauksia on tehty ja tehdään myös vuosina 2022-2023 Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen kanssa tehtävissä tutkimushankkeissa, jotka viime vuosina ovat keskittyneet puun pienpolton ilmanlaatuvaikutusten arviointiin ja katupölyaltistumisen arviointiin.

Ilmanlaadun mittauksille on Kuopion kaupungilla ja mittausten ylläpitoon osallistuvalla konsultilla kattava dokumentoitu laatujärjestelmä, joka täyttää ilmanlaadun mittausohjeen vaatimukset.

Käytettävä mittauskalusto on suhteellisen uutta ja sitä on uudistettu vuosittain kiitettävästi. Mittauskalusto täyttää standardien vaatimukset tai ne on vertailumittauksissa hyväksytyt käyttöön Suomessa. Joissakin hiukkasmittauksissa käytetään myös suuntaa-antaviin mittauksiin soveltuvia mittalaitteita.

Kenttämittausten laadunvarmistukset tehdään mittausstandardien mukaisesti. Mittalaitteiden kalibroinnit ja laitetestit tehdään 4 kertaa vuodessa. Mittalaitteille on säännöllinen ylläpito- ja vuosihuoltosuunnitelma.

Mittausverkko on osallistunut kansallisiin vertailulaboratorion järjestämiin vertailumittauksiin ja auditointeihin.

Jatkuvatoimisten mittausten tulosten keräämiseen, ylläpitoon ja tulosten käsittelyyn ja raportointiin on kattava pilvipalveluna oleva ohjelmisto. Ohjelmiston tietokannalle on asianmukainen, säännöllinen varmuuskopiointi.

Mittausohjelmistoon kuuluu oma verkkosivu www.aqverkkokuopio.net, missä kaikki mittaustulokset ovat nähtävissä reaaliaikaisesti. Lisäksi saatavilla on erilaisia valmiita ja muokattavia raportteja. Järjestelmään kuuluu myös mobiiliapplikaatio KuopioAir, missä mittaustulokset ovat nähtävillä ja saatavissa käyttöön samaan tapaan kuin verkkosivulla. Mittaustulokset, lukuun ottamatta Yara Suomi Oy:n louhosalueen ympäristön hiukkasmittaustuloksia ja tutkimushankkeissa käynnissä olevien mittausten tuloksia, välitetään reaaliaikaisesti nähtäville myös Ilmatieteen laitoksen verkkosivuille <https://ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>

Nykyisellään mittausten ylläpidossa ei ole merkittäviä puutteita, mitkä edellyttäisivät kehittämistarpeita. Koska koko mittausverkko, mihin kuuluu Kuopion ja Siilinjärven mittausten ohella mittaukset Varkaudessa ja Jyväskylässä, on varsin laaja (17 mittausasemaa vuonna 2022), tärkeää on mittaushenkilöstön asiantuntemus, riittävien ylläpitoressurssien turvaaminen, laatujärjestelmän asianmukainen ylläpito ja kehittäminen sekä mittalaitte- ja muun kalustokannan pitäminen tasokkaana.

LÄHDELUETTELO

AFRY Finland Oy 2020: Fortum Waste Solutions Oy - Kuopion teollisuusjätekeskuksen laajentaminen: Pölypäästöjen mallinnus

Buyukay, M., Salmi, J. ja Pietarila, H. 2008: Bella-Veneet Oy – styreeni- ja hajupäästöjen leviämiselvitys - Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut

Envineer Oy 2018: JELD-WEN Suomi Oy – Haju- ja VOC-päästöselvitys

Ilmatieteen laitos: <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu/> vuositilastot (29.9.2022)

JPP Kalibrointi Ky: Kuopion ja Siilinjärven ilmanlaadun vuosiraportit vuosilta 2010-2021

Jyväskylän yliopisto ympäristöntutkimuskeskus 2011: Powerflute Oyj Savon Sellun hajupäästöselvitys ja hajujen leviämismalli – tutkimusraportti 142/2011

Komppula, B., Anttila, P., Vestenius, M., Salmi, T. ja Loven, K. 2014: Ilmanlaadun seurantarpeen arviointi – Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut

Komppula, B., Karppinen, T., Virta, H., Sundström, A-M., Jalongo, I., Korpi, K., Anttila, P., Salmi, J., Tamminen, J. ja Loven, K. 2021: Ilmanlaatu Suomessa ilmanlaatumittausten ja satelliittihavaintojen perusteella – Ilmatieteen laitos, raportteja 2021:6

Komppula, B., Rasila, T., Salmi, J., Laukkanen, E., Latikka, J., Hannuniemi, H. ja Lovén, K. 2020: Kuopion ja Siilinjärven ilmanlaatuselvitys – Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut

Komppula, B., Salmi, J., Rasila, T., Kauhaniemi, M. ja Lovén, K. 2013: Biopolttoaineiden käytön lisäyksen vaikutus Kuopion ilmanlaatuun vuonna 2020 - Ilmatieteen laitos/ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

Komppula, B., Walden, J., Lusa, K., Kyllönen, K., Saari, H., Vestenius, M., Salmi, J. ja Latikka, J. 2017: Ilmanlaadun mittaushje 2017 – Ilmatieteen laitos

Kuopion kaupunki: Ilmanlaadun mittaustulokset vuosilta 2010-2021

Lappi, S. ja Varjoranta, R. 2006: Jätekuikko Oy – Kuopion jätekeskuksen hajupäästöjen leviämiselvitys - Ilmatieteen laitos/ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

Osmo, J., Pietarila, H., Rautio, P., Salmi, T. ja Walden, J. 2005: Malli ilmanlaadun alueelliseksi seurantaohjelmaksi – Länsi-Suomen ympäristökeskus, alueelliset ympäristöjulkaisut 383

Pöyry Finland Oy 2016: Kuopion Energia Oy – Haapaniemen voimalaitoksen savukaasujen leviämismallinnus

Ramboll Finland Oy 2013: Yara Suomi Oy – Siilinjärven kaivoksen sivukivialueiden laajennus: ympäristövaikutusten arviointiselostus

Ramboll Finland Oy 2018: Fortum Environmental Construction Oy, Kuopion teollisuusjätekeskus – Lietteen käsittelyn hajumittaus

Ramboll Finland Oy 2018: Yara Finland Oy – Kipsin läjitysalueen laajennuksen fluorivety- ja pölymallinnus

Ramboll Finland Oy 2018: Yara Suomi Oy – Siilinjärven kaivoksen louhosjatkumo: pölymallinnus

RasilaT., Salmi, J. ja Latikka, J. 2017: Kuopion autoliikenteen päästöjen aiheuttamat hiukkas- ja typpidioksidipitoisuudet nykyisessä ja ennustetussa vuoden 2030 päästötilanteessa - Ilmatieteen laitos/ilmanlaatu ja energia asiantuntijapalvelut

RasilaT., Salmi, J. ja Latikka, J. 2018: Kotitalouksin puun pienpolton päästöjen aiheuttamat bensto(a)pyreenin ja pienhiukkasten pitoisuudet Kuopion seudulla – Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut

Salmi, J. ja Hannuniemi, H. 2015: Finnulp Oy – Kuopion Sorsasaloon suunnitellun sellutehtaan päästöjen leviämismallilaskelmat - Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut

Salmi, J., Saari, H., Latikka, J., Komppula, B., Vestenius, M., Wemberg, A. ja Laukkanen, E. 2019: Esiselvitys ilmanlaadun mittausasemien edustavuuden arvioinnista – Ilmatieteen laitos, raportteja 2019:4

Sweco Infra & Rail Oy 2021: Yara Oy – Siilinjärven rikkihappotehtaan muutos, ilmapäästöjen leviämismallinnus

Suomen ympäristökeskus: [Ilmansaasteiden päästökartat](#) (29.9.2022)

Suomen ympäristökeskus: [Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa - ymparisto.fi](#) (29.9.2022)

TNO 2013: Julkaisemattomia leviämismallilaskelmia URGENCHE-hankkeeseen – Kuopion kaupungilta saadut mallilaskelmakuvat

Varjoranta, R. 2007: Pelastusopiston sammutusharjoitusten savukaasupäästöjen leviämismallilaskelmat - Ilmatieteen laitos/ilmanlaadun asiantuntijapalvelut

VTT: LIPASTO-tietokanta (29.9.2022)

World Health Organization 2021: WHO global air quality guidelines

World Health Organization 2000: Air quality guidelines for Europe

LIITTEET

LIITE 1 ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA VUOSINA 1984-2022

LIITE 2 ILMANLAADUN MITTAUKSET SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2003-2022

LIITE 3 PÄÄSTÖJEN KEHITYS KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ JA PÄÄSTÖJEN JAKAUMA VUOSINA 2019-2021

LIITE 4 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN

LIITE 5 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN

LIITE 6 SIILINJÄRVEN ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN

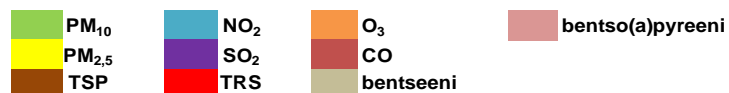
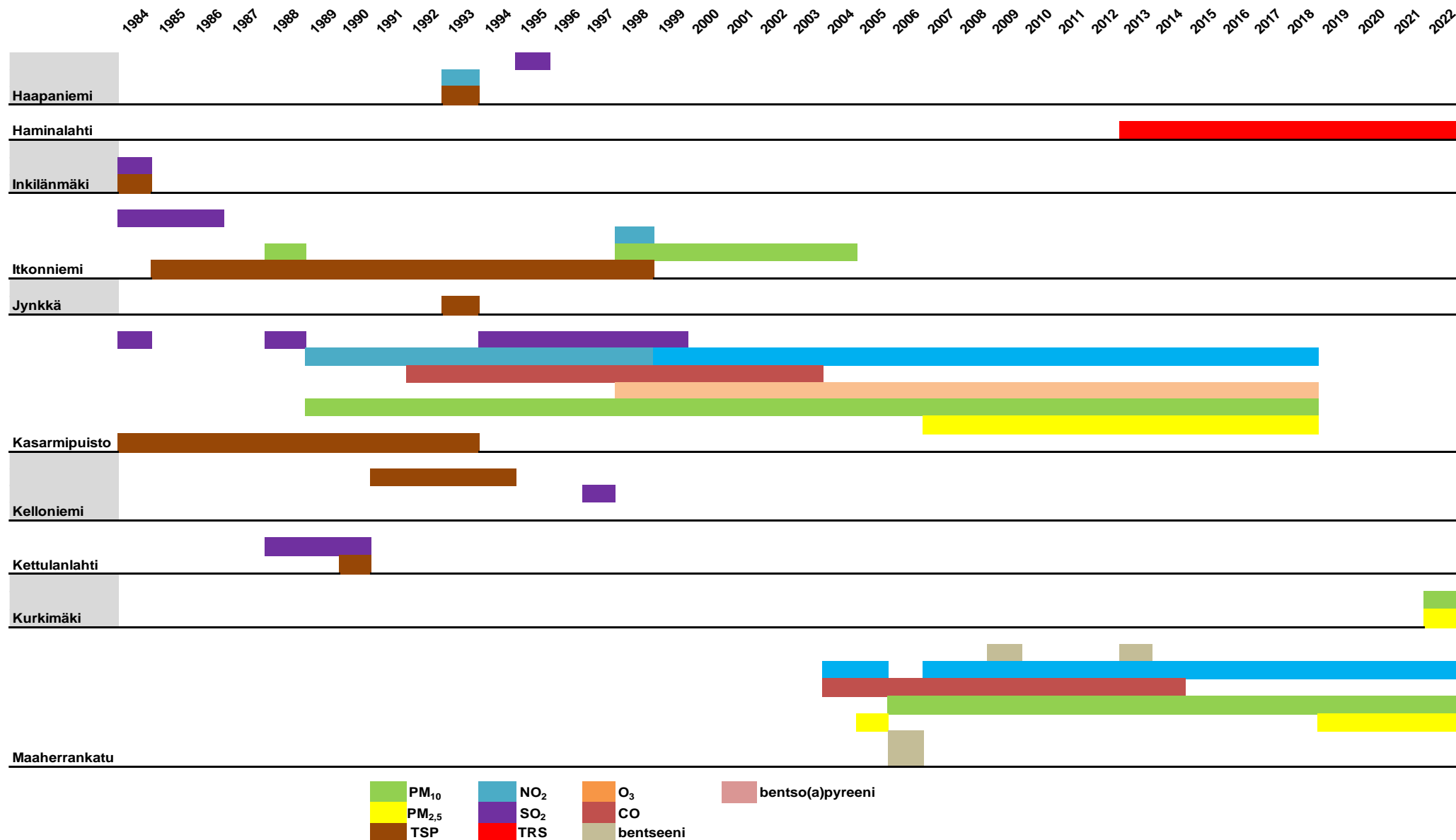
LIITE 7 SIILINJÄRVEN KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN

LIITE 8 ARVIOT VUOSILLE 2024-2028 ESITETTYJEN MITTAUSASEMIEN ALUEELLISESTA EDUSTAVUUDESTA

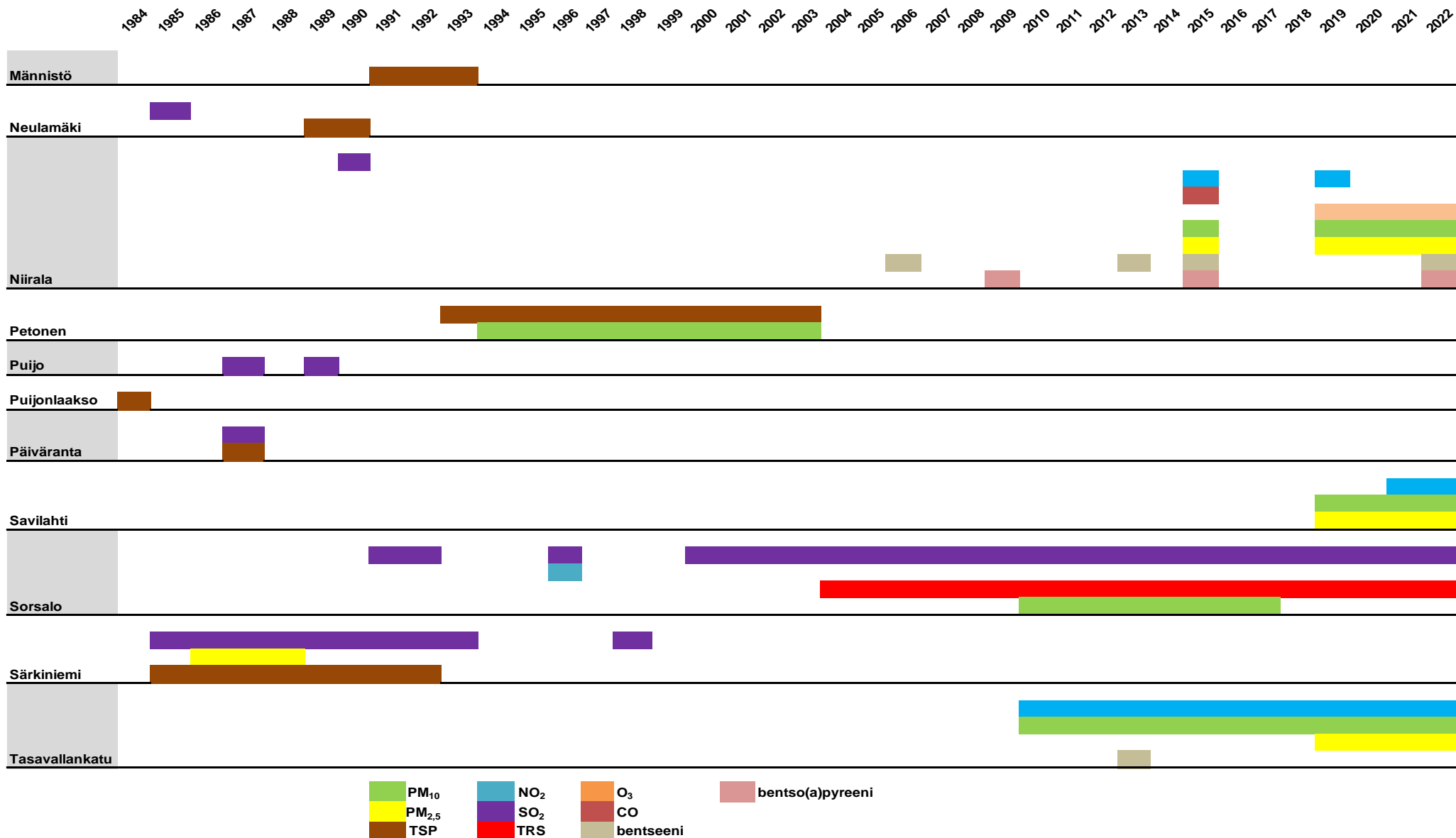
LIITE 9 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI KUOPIOON VUOSILLE 2024-2028

LIITE 10 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI SIILINJÄRVELLE VUOSILLE 2024-2028

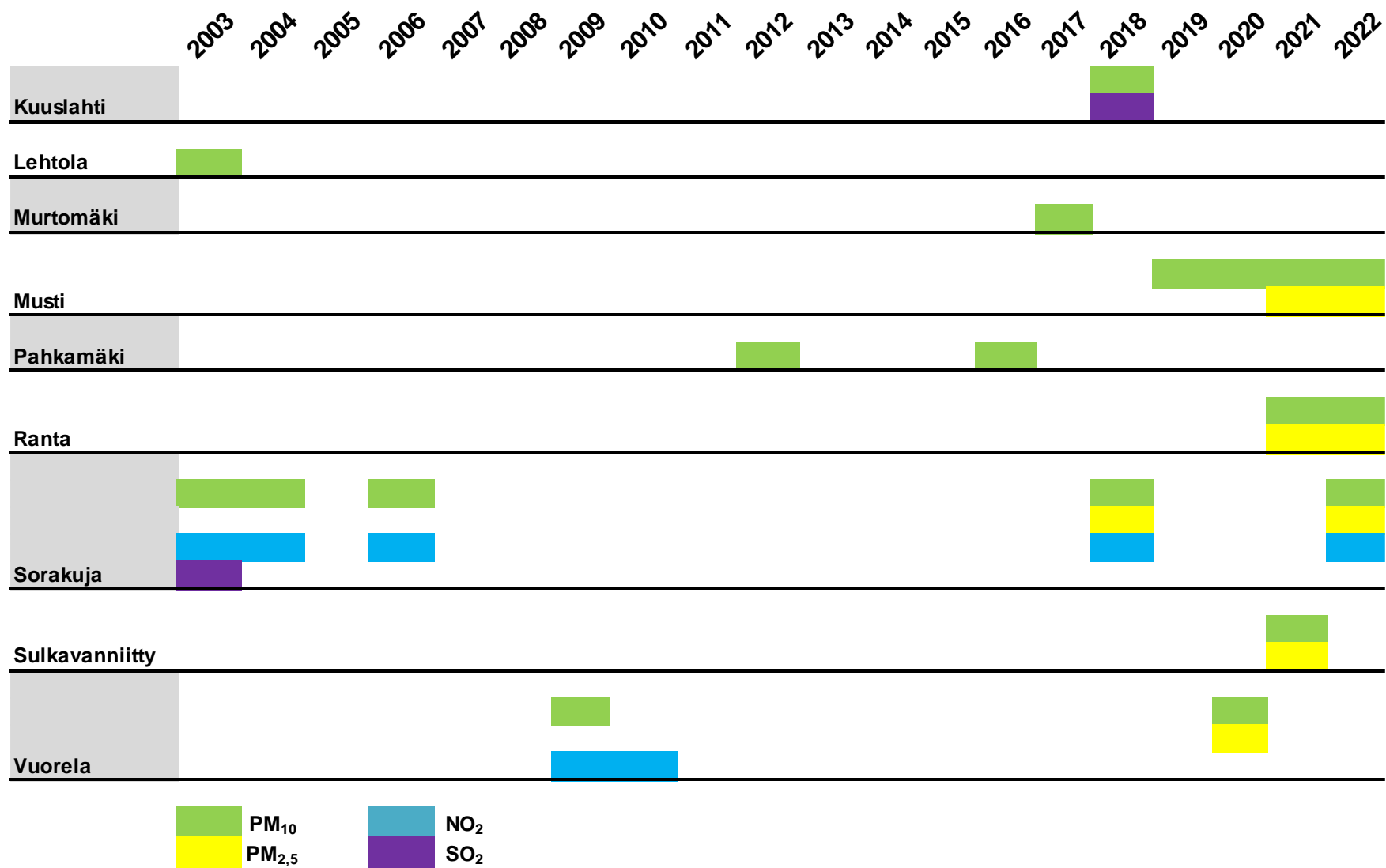
LIITE 1 ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA VUOSINA 1984-2022



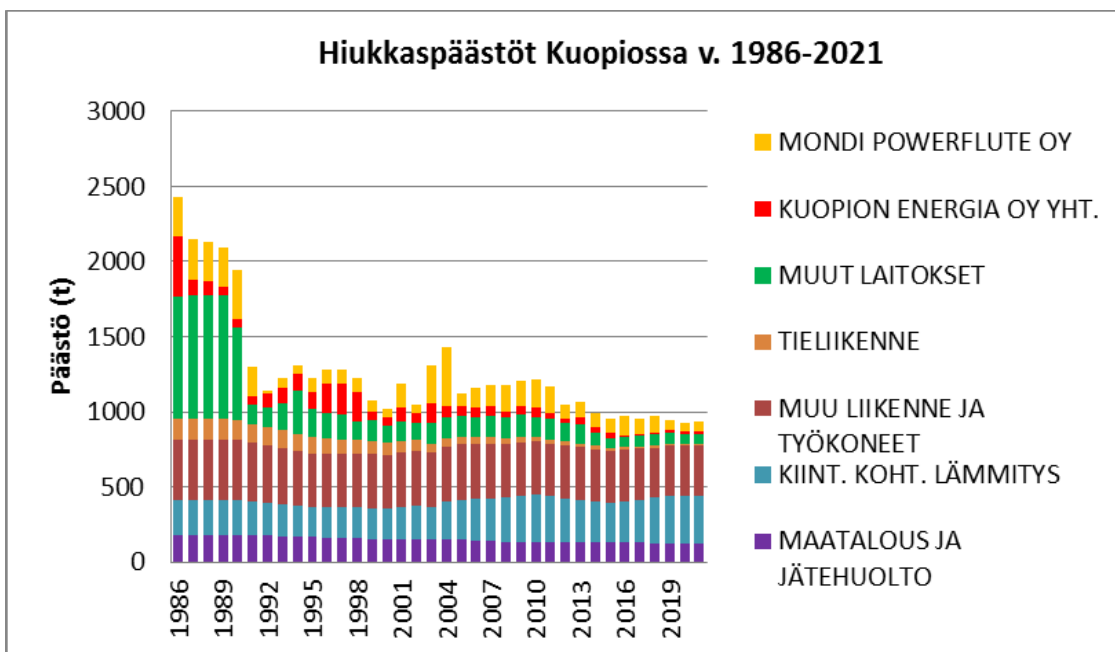
LIITE 1 ILMANLAADUN MITTAUKSET KUOPIOSSA VUOSINA 1984-2022 (jatkuu)



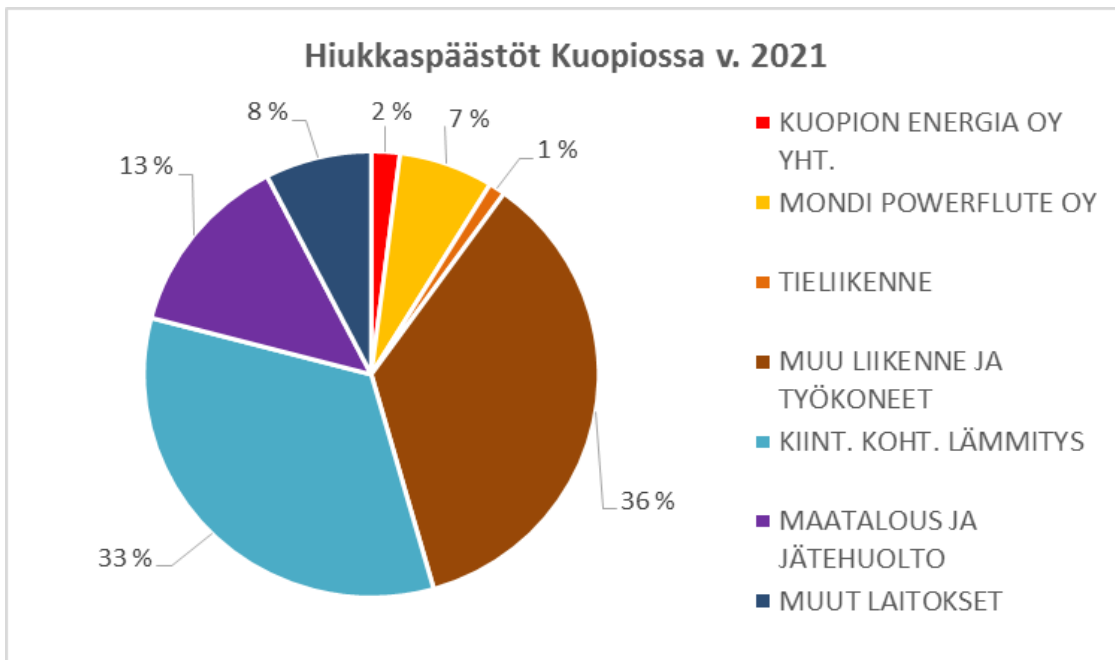
LIITE 2 ILMANLAADUN MITTAUKSET SIILINJÄRVELLÄ VUOSINA 2003-2022



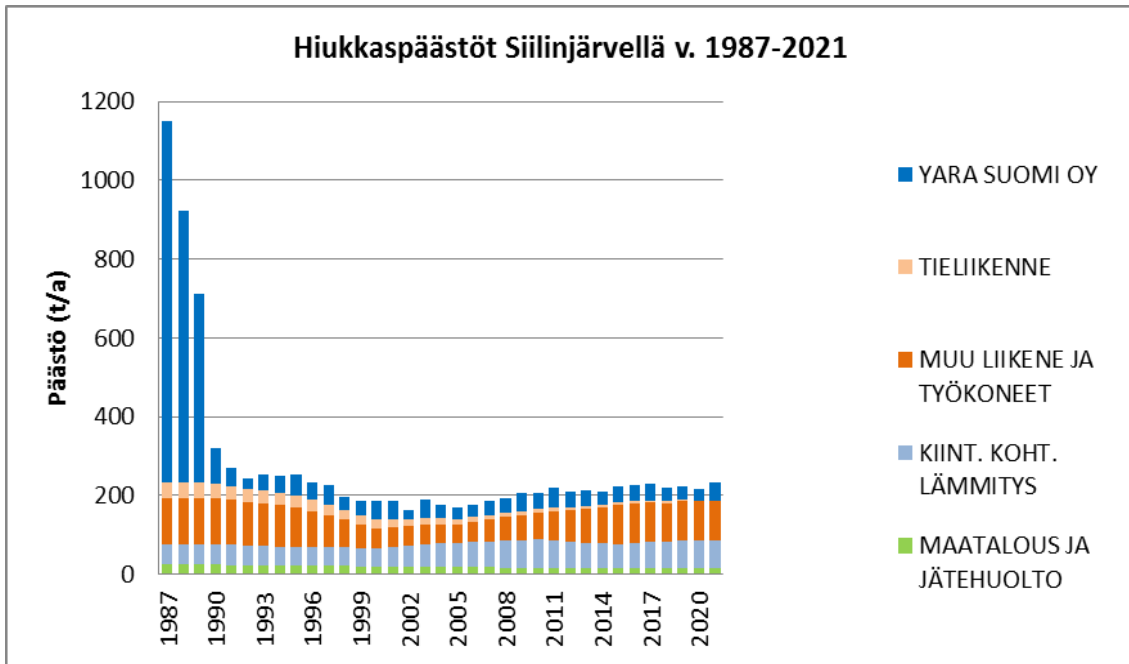
LIITE 3 PÄÄSTÖJEN KEHITYS KUOPIOSSA JA SIILINJÄRVELLÄ JA PÄÄSTÖJEN JAKAUMA VUOSINA 2019-2021



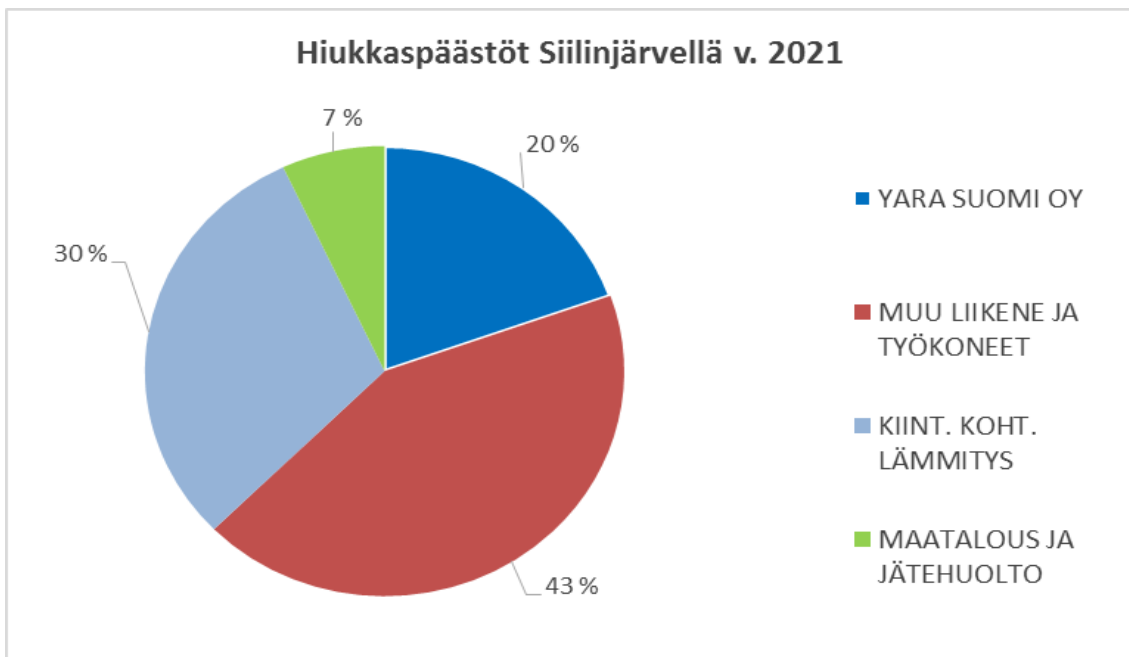
Kuva 14. Hiukkaspäästöt Kuopiossa vuosina 1986-2021.



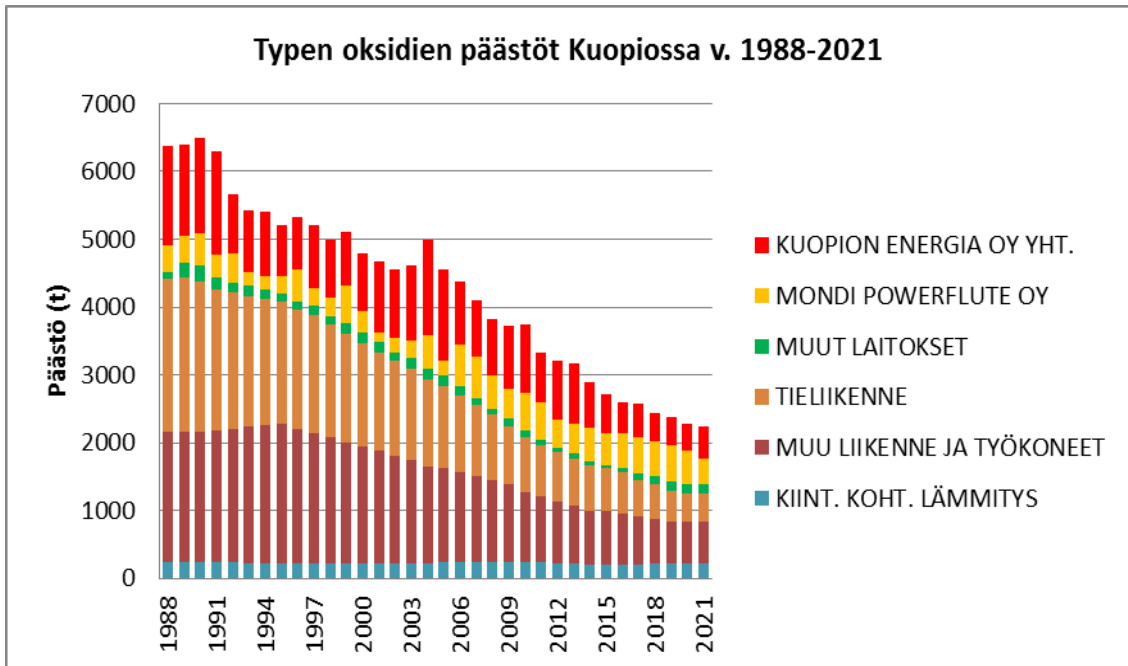
Kuva 15. Hiukkaspäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2021.



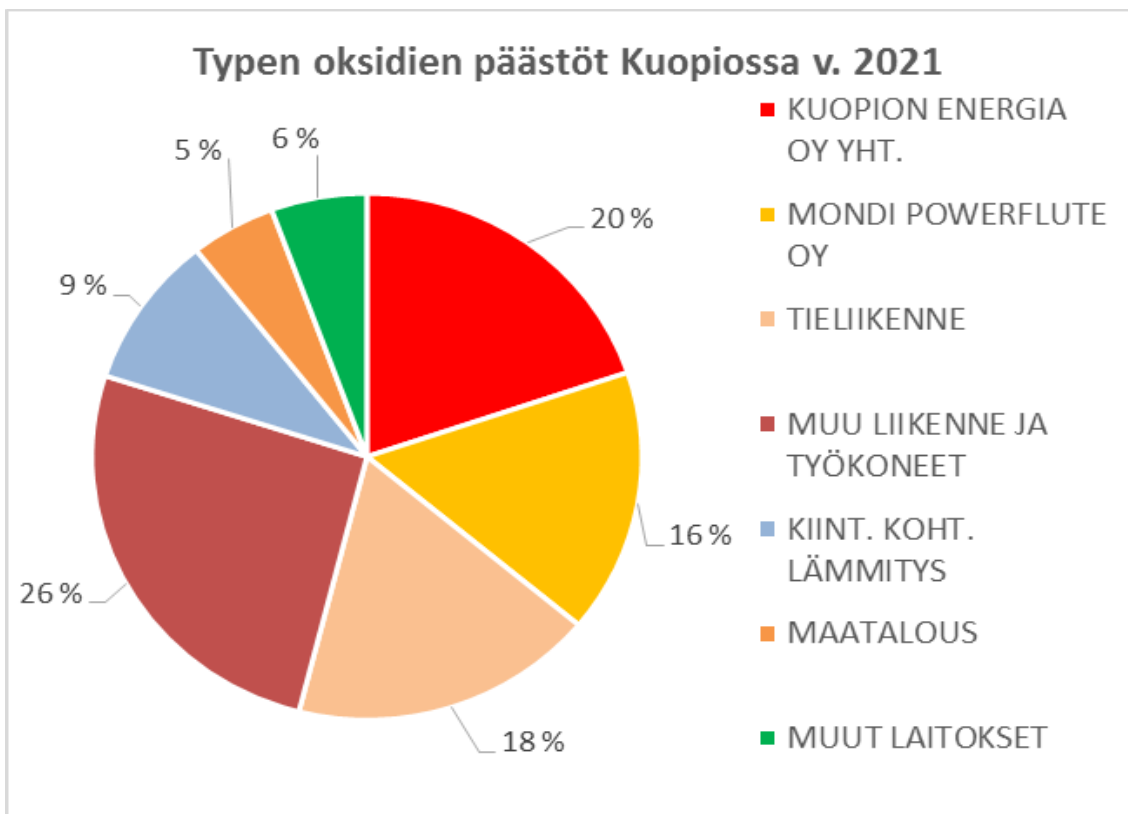
Kuva 16. Hiukkaspäästöt Siilinjärvellä vuosina 1987-2021.



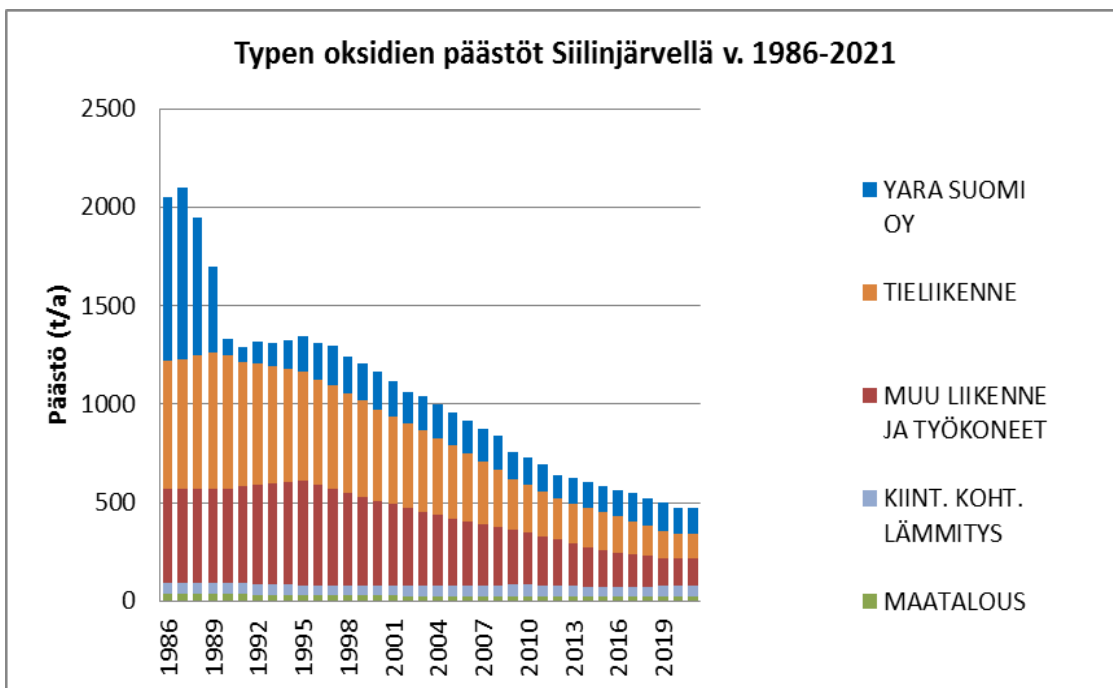
Kuva 17. Hiukkaspäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2021.



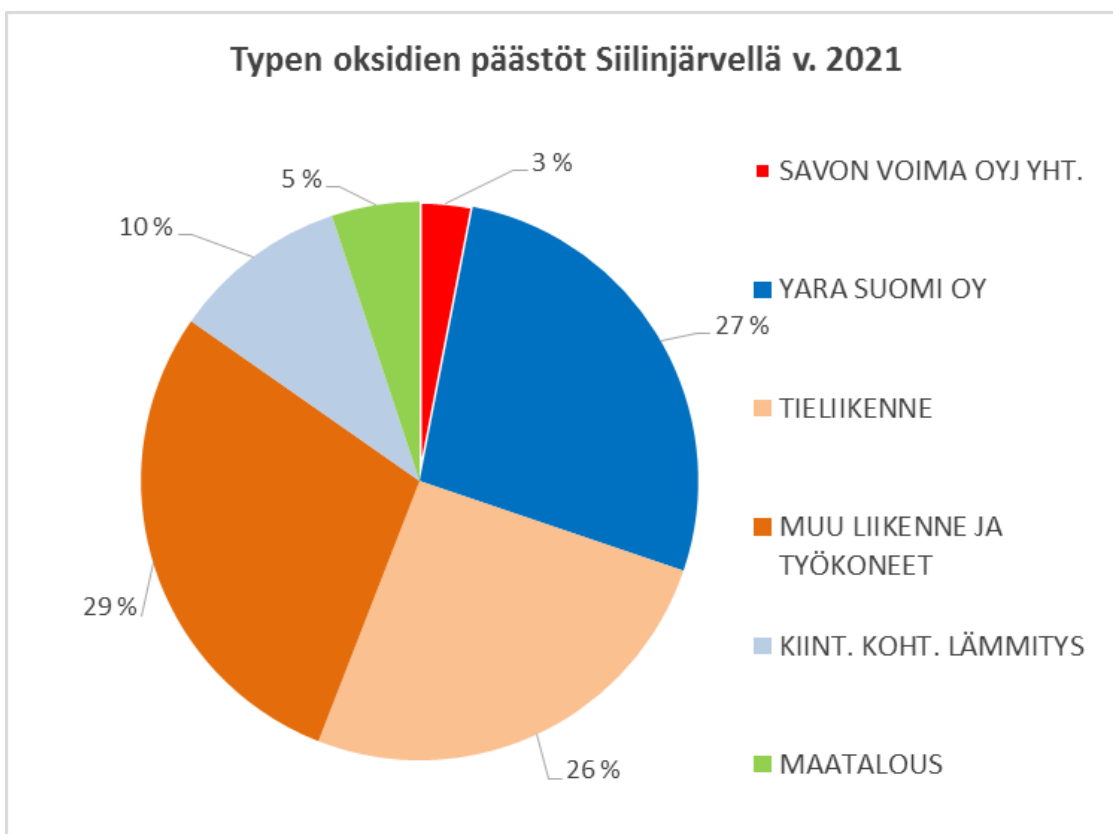
Kuva 18. Typen oksidien päästöt Kuopiossa vuosina 1988-2021.



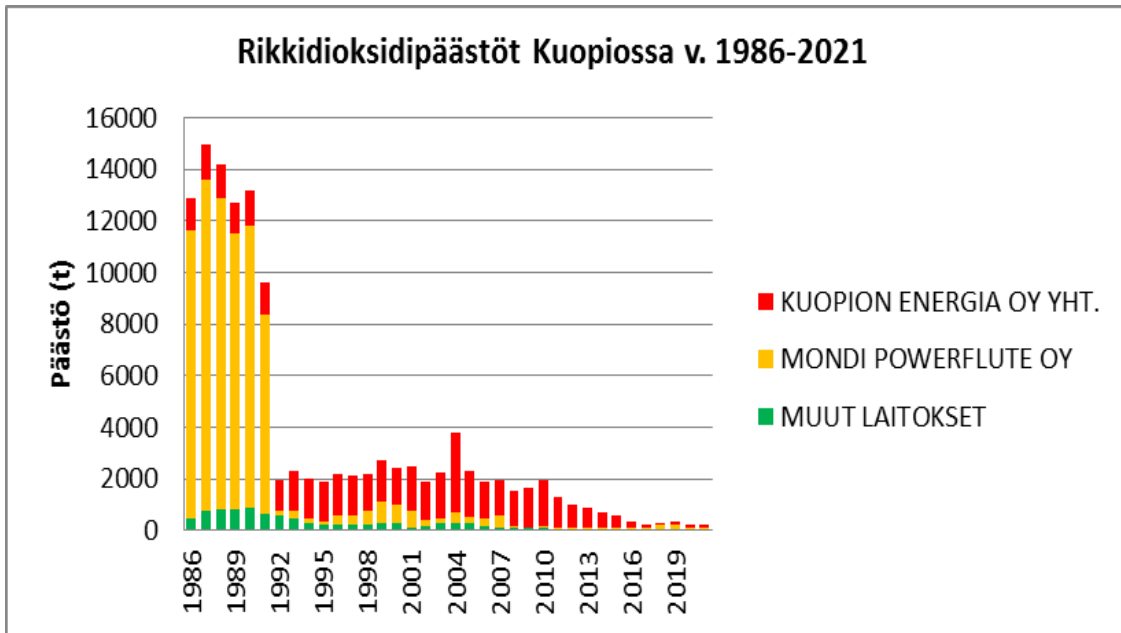
Kuva 19. Typenoksidipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2021.



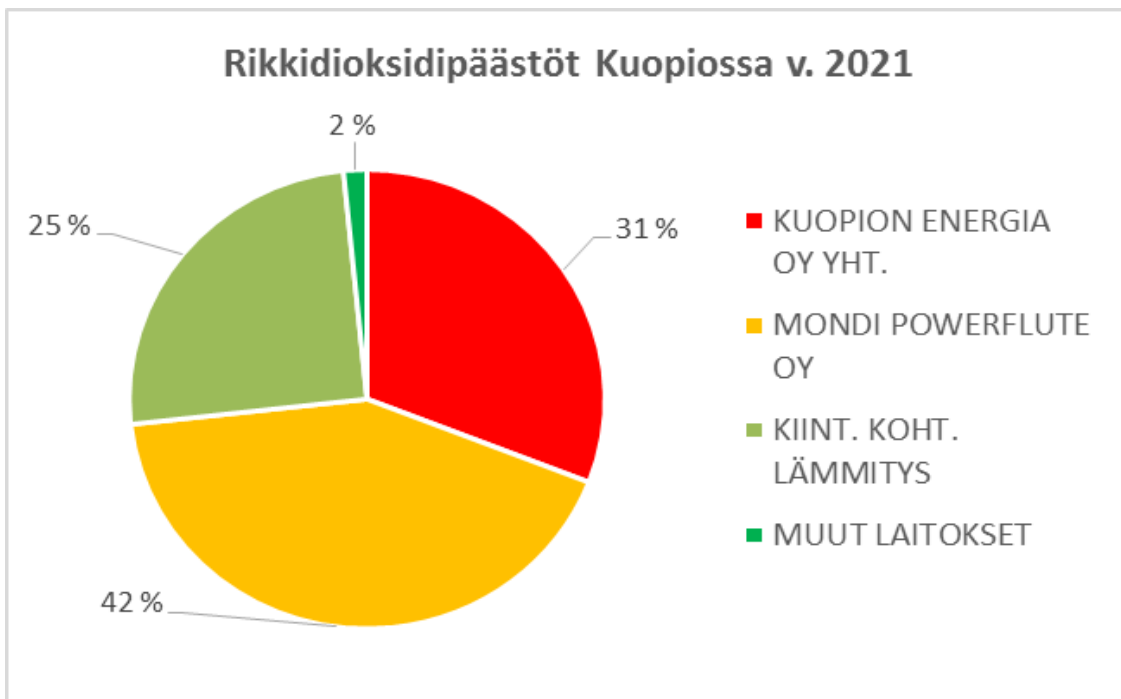
Kuva 20. Typen oksidien päästöt Siilinjärvellä vuosina 1986-2021.



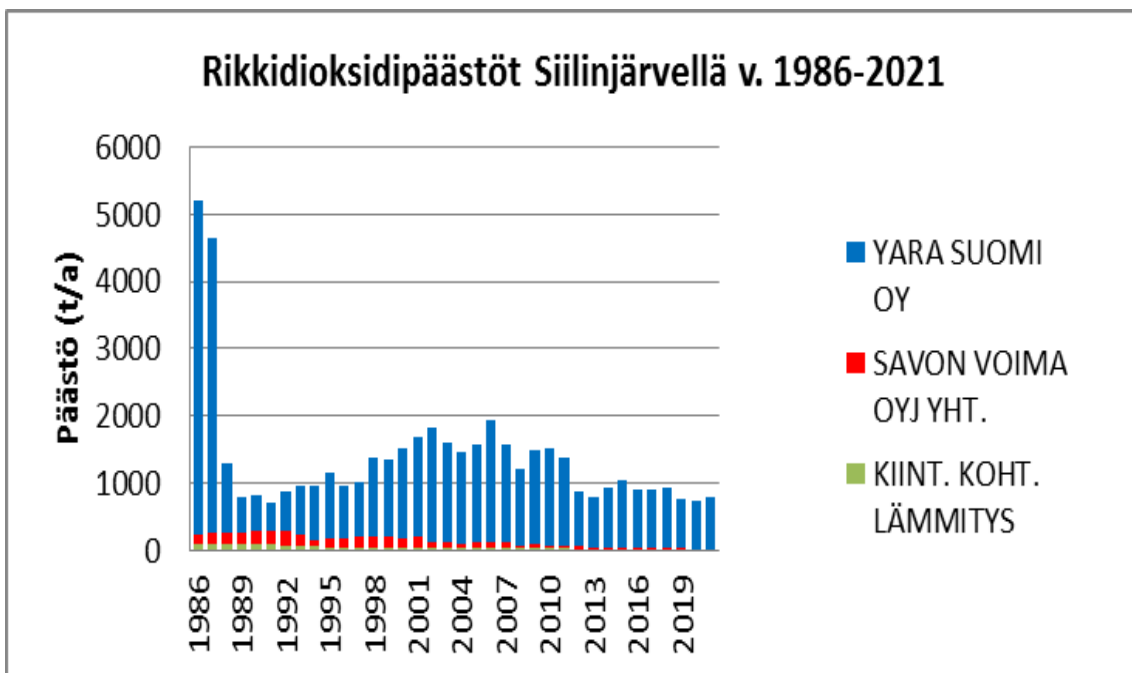
Kuva 21. Typenoksidipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2021.



Kuva 22. Rikkidioksidipäästöt Kuopiossa vuosina 1986-2021.



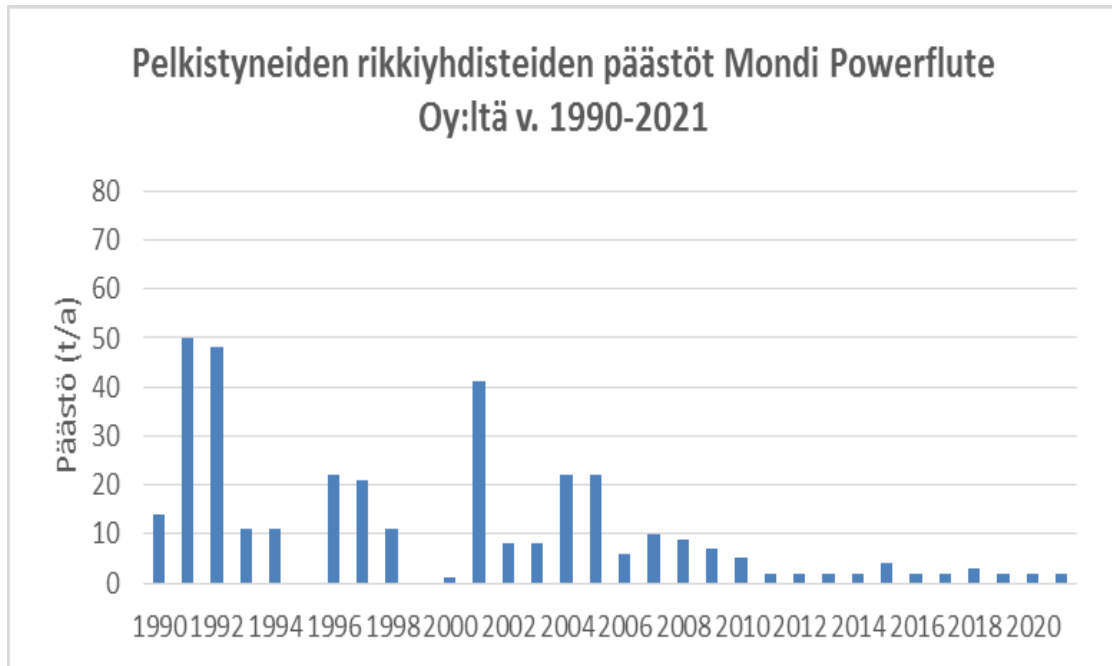
Kuva 23. Rikkidioksidipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2021.



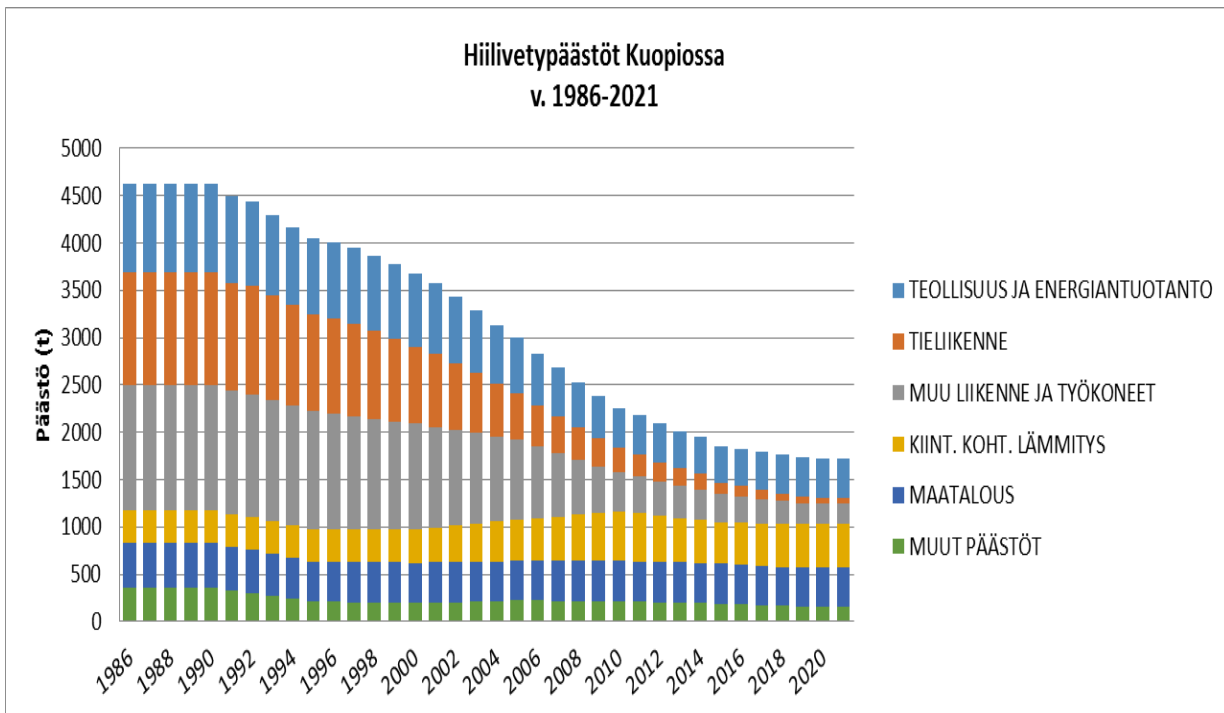
Kuva 24. Rikkidioksidipäästöt Siilinjärvellä vuosina 1986-2021.



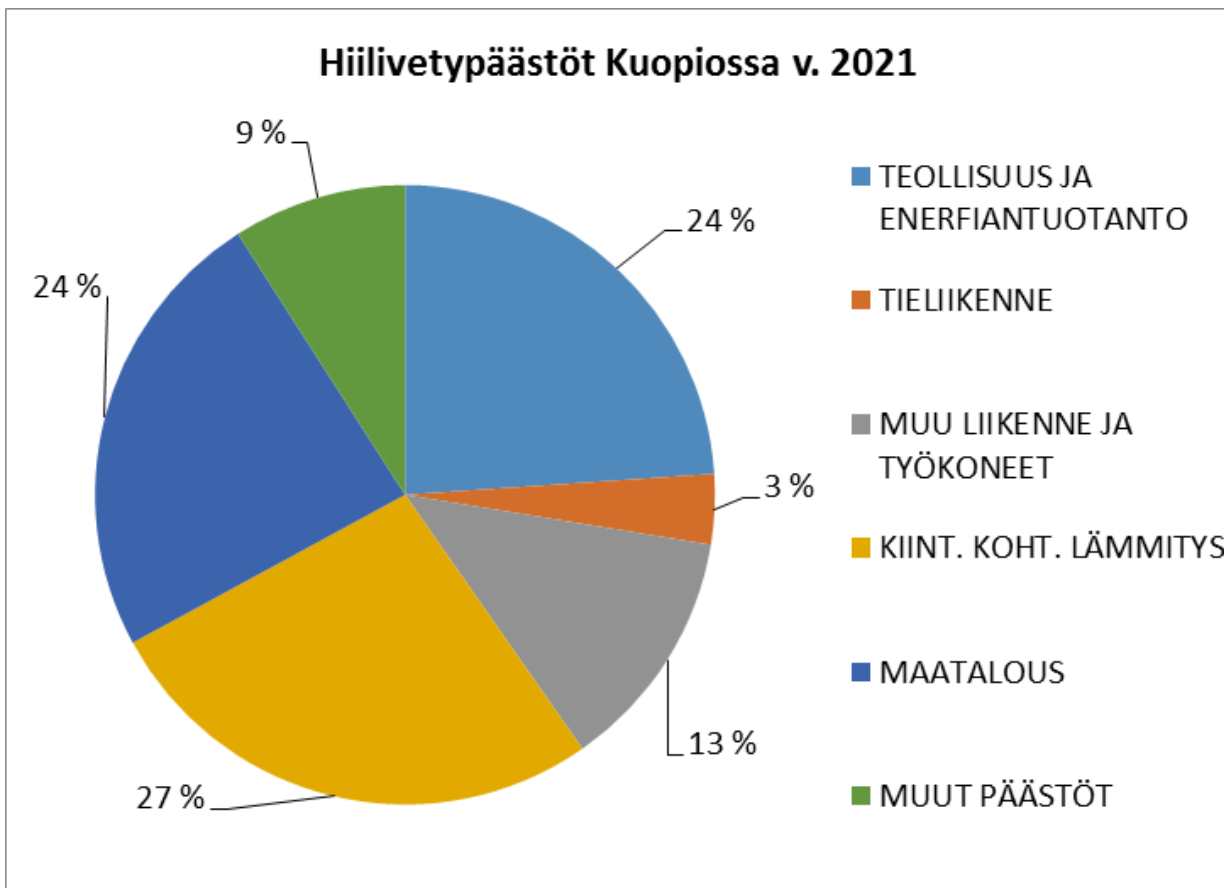
Kuva 25. Rikkidioksidipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2021.



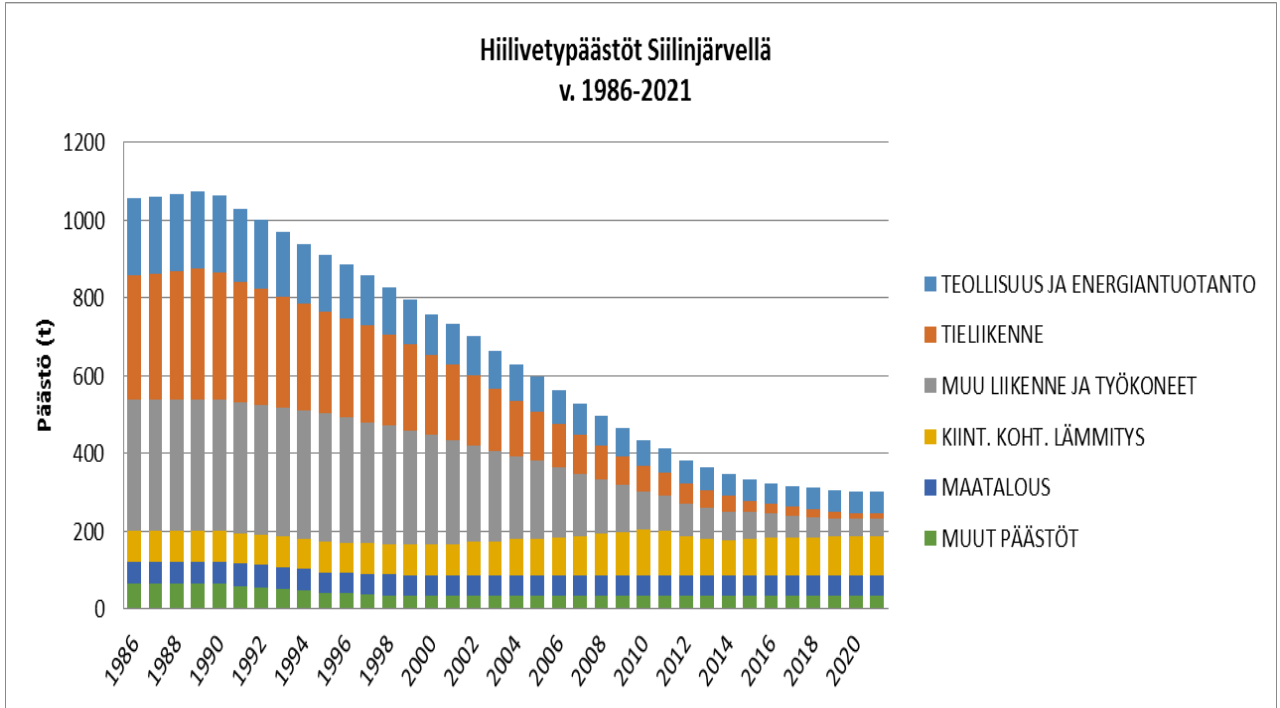
Kuva 26. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden päästöt Mondri Powerflute Oy:n tuotantolaitokselta Kuopiossa vuosina 1990-2021.



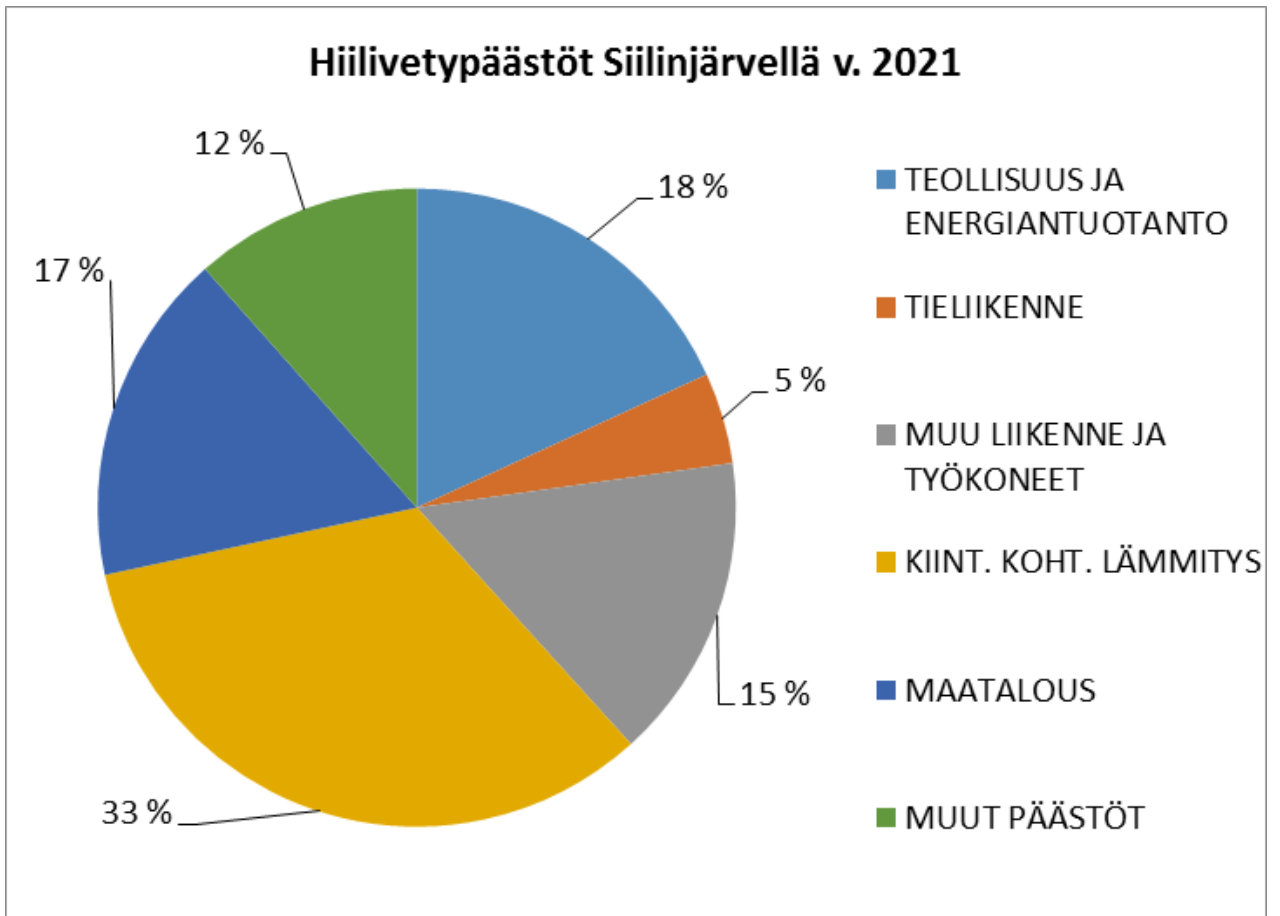
Kuva 27. Hiilivetyypäätöt Kuopiossa vuosina 1986-2021.



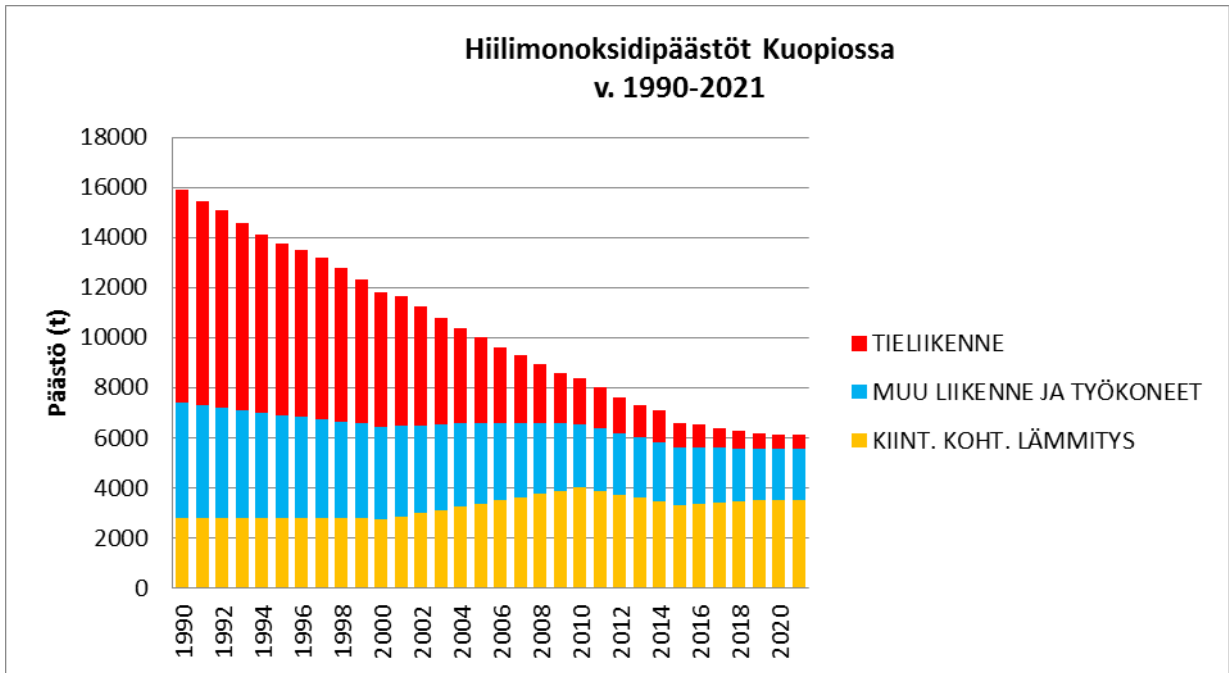
Kuva 28. Hiilivetyypäätöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2021.



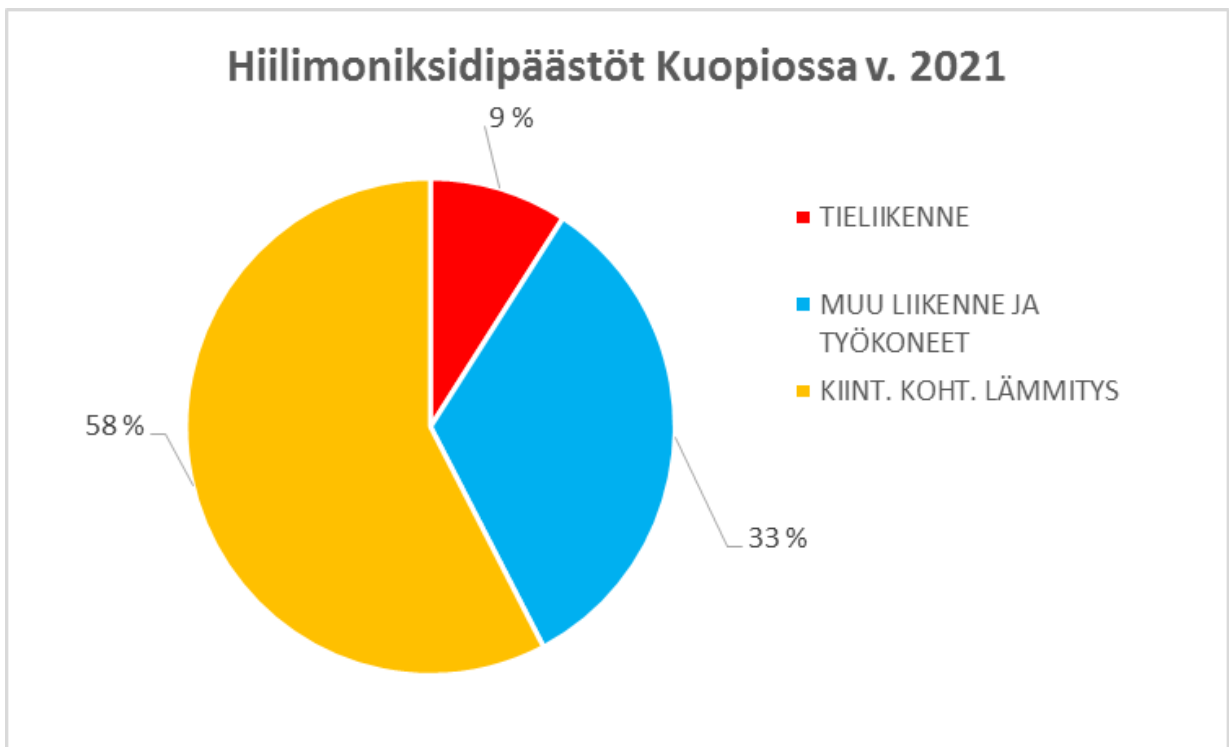
Kuva 29. Hiilivetyypäätöt Siilinjärvellä vuosina 1986-2021.



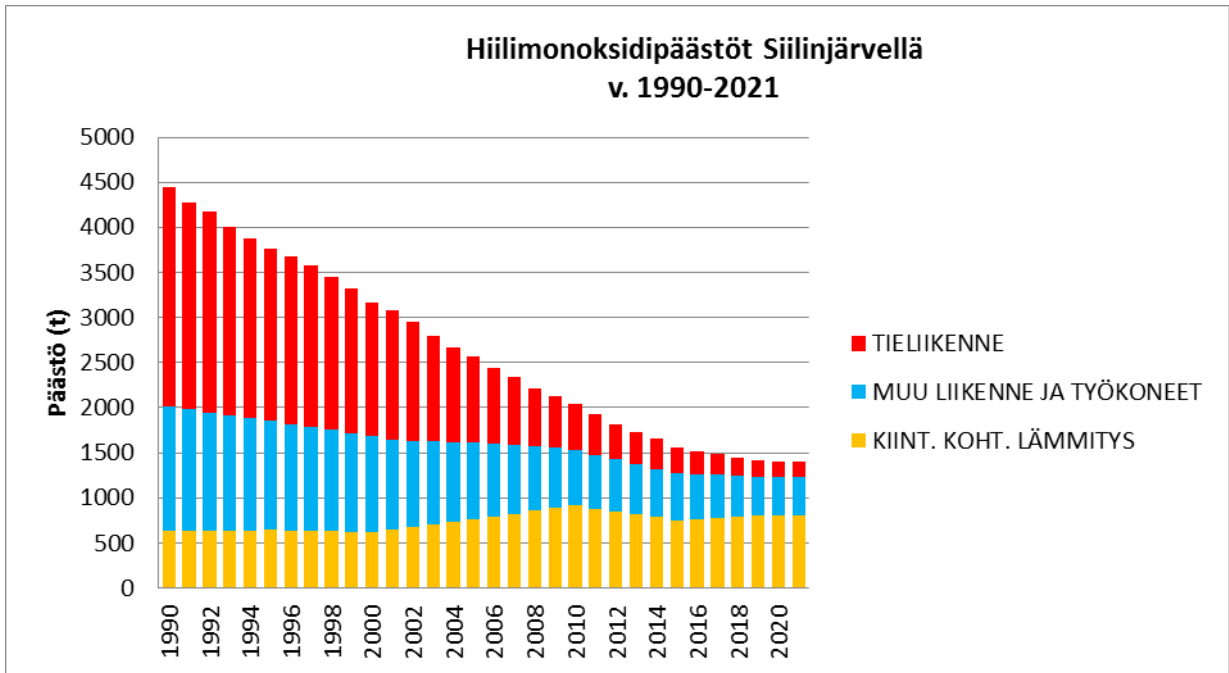
Kuva 30. Hiilivetyypäätöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2021.



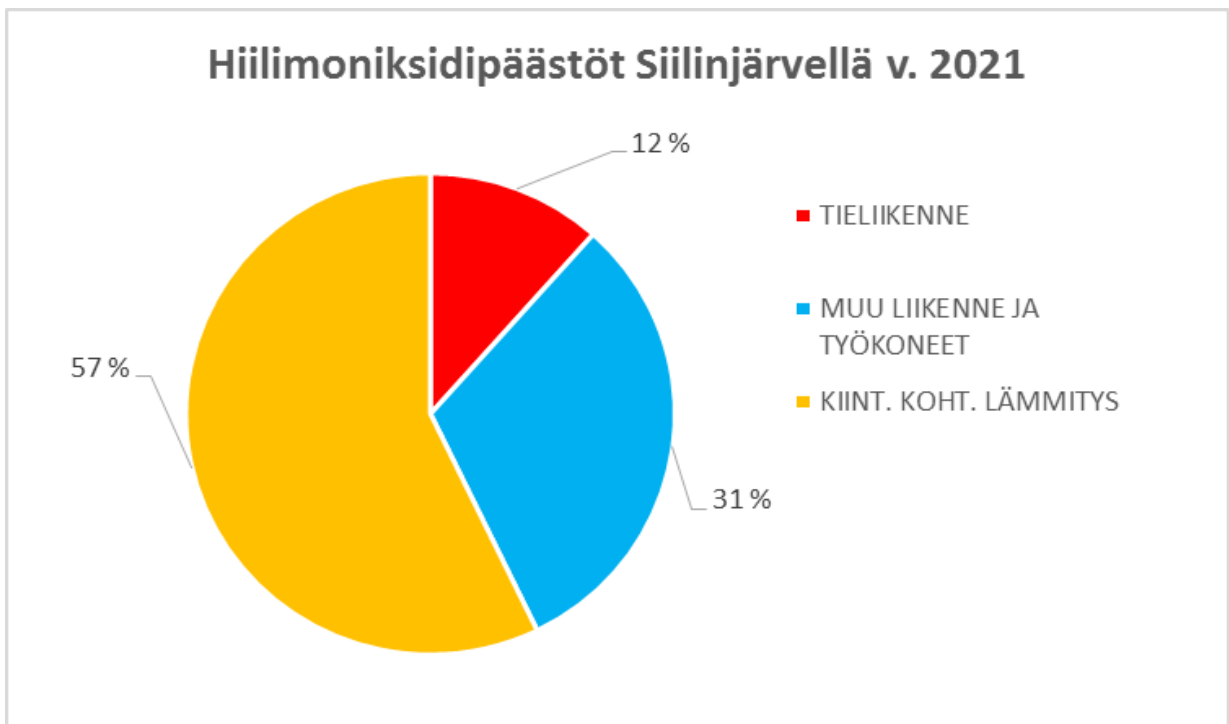
Kuva 31. Hiilimonoksidipäästöt Kuopiossa vuosina 1990-2021.



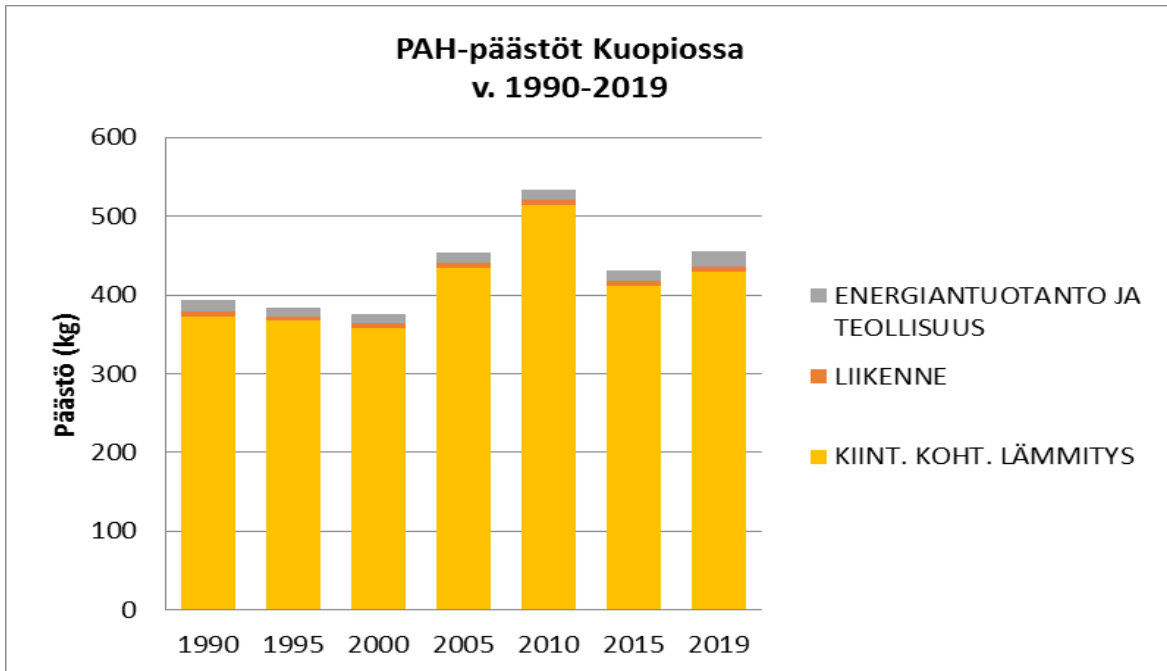
Kuva 32. Hiilimonoksidipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2021.



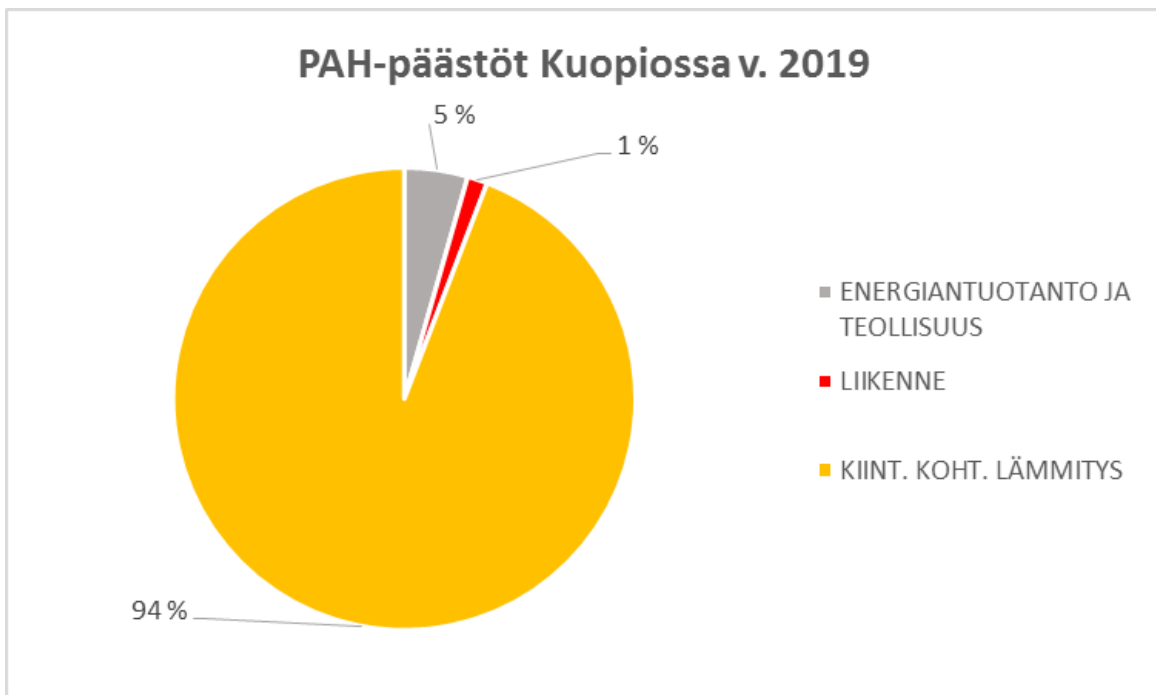
Kuva 33. Hiilimonoksidipäästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2021.



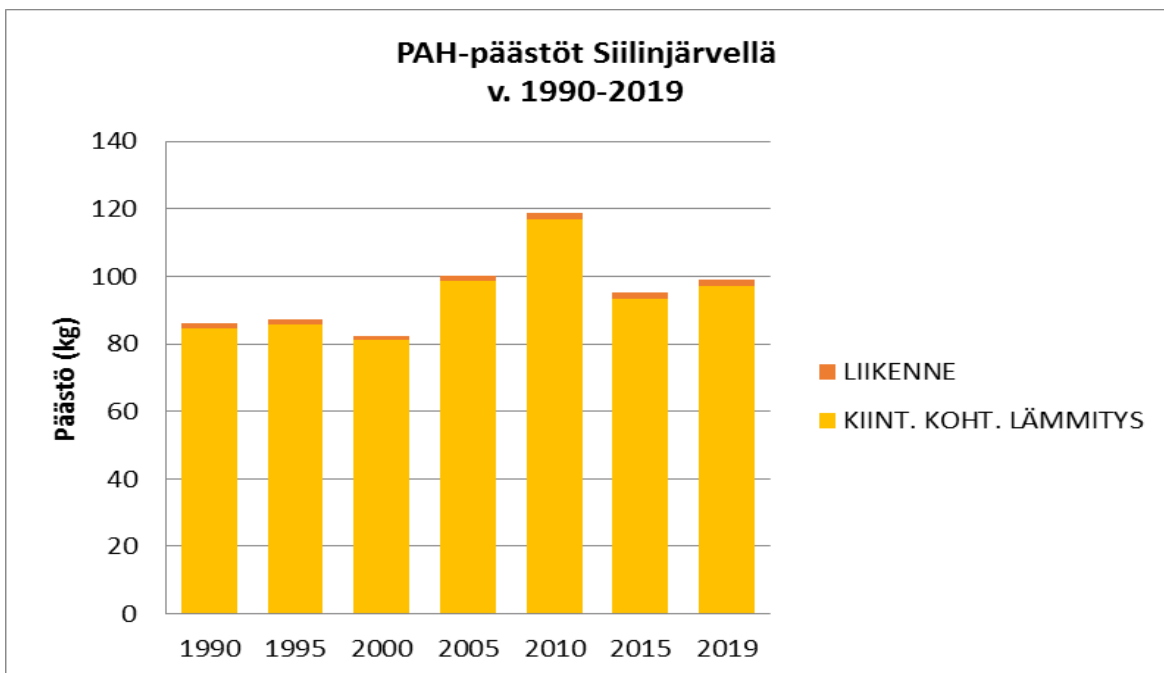
Kuva 34. Hiilimonoksidipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2021.



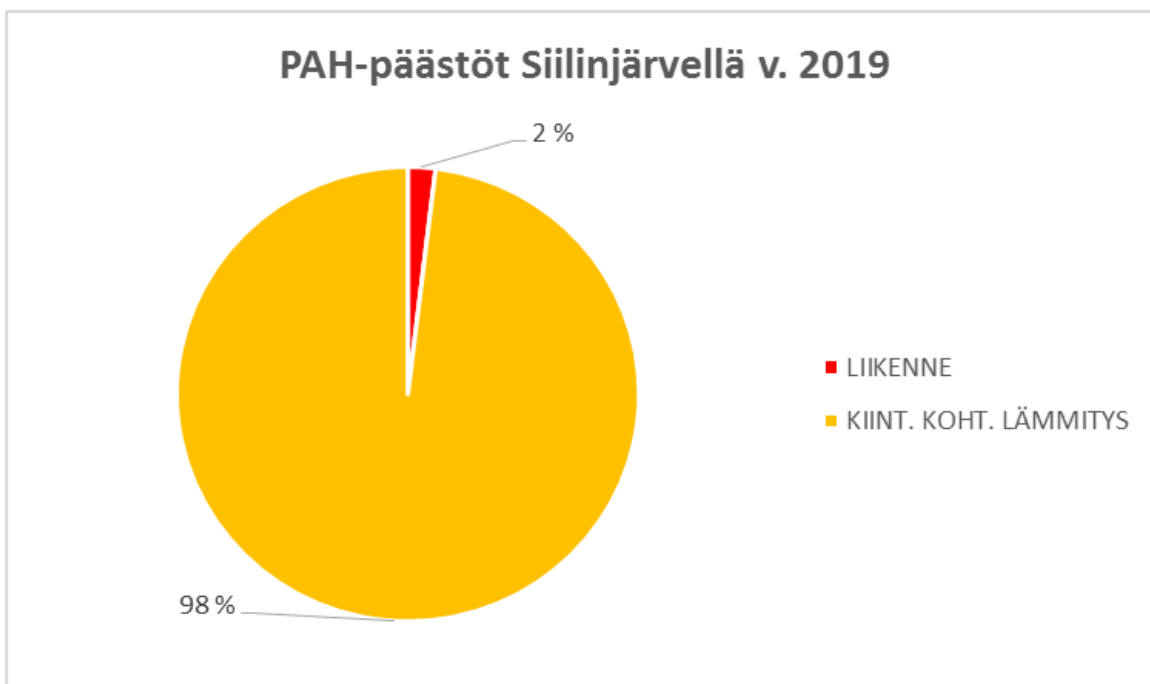
Kuva 35. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



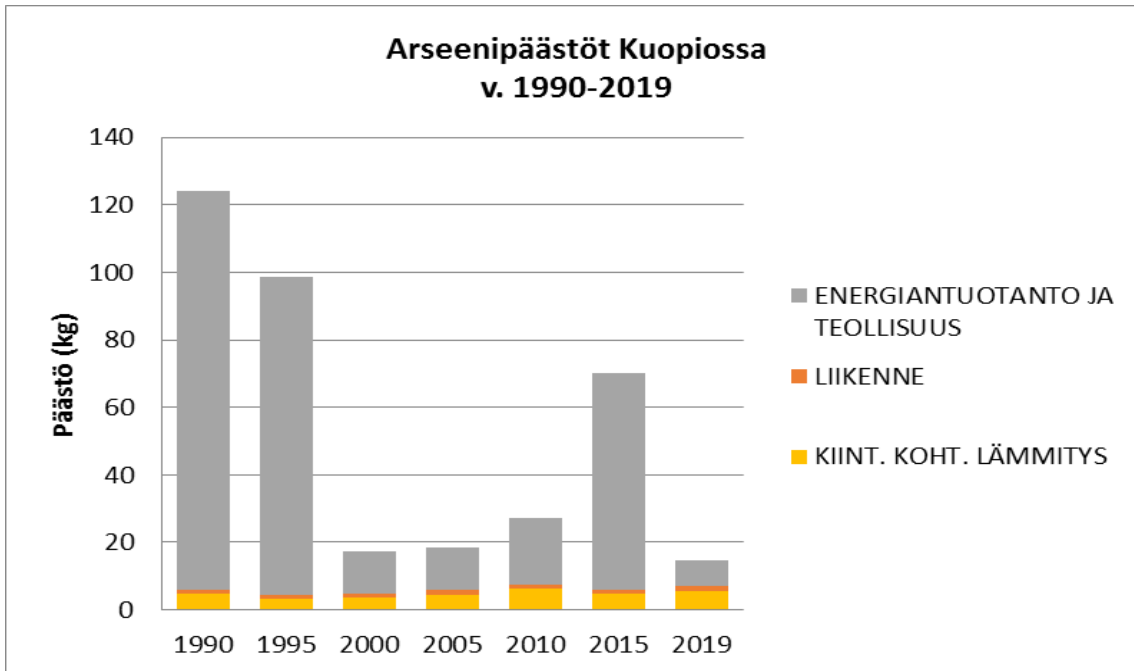
Kuva 36. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.



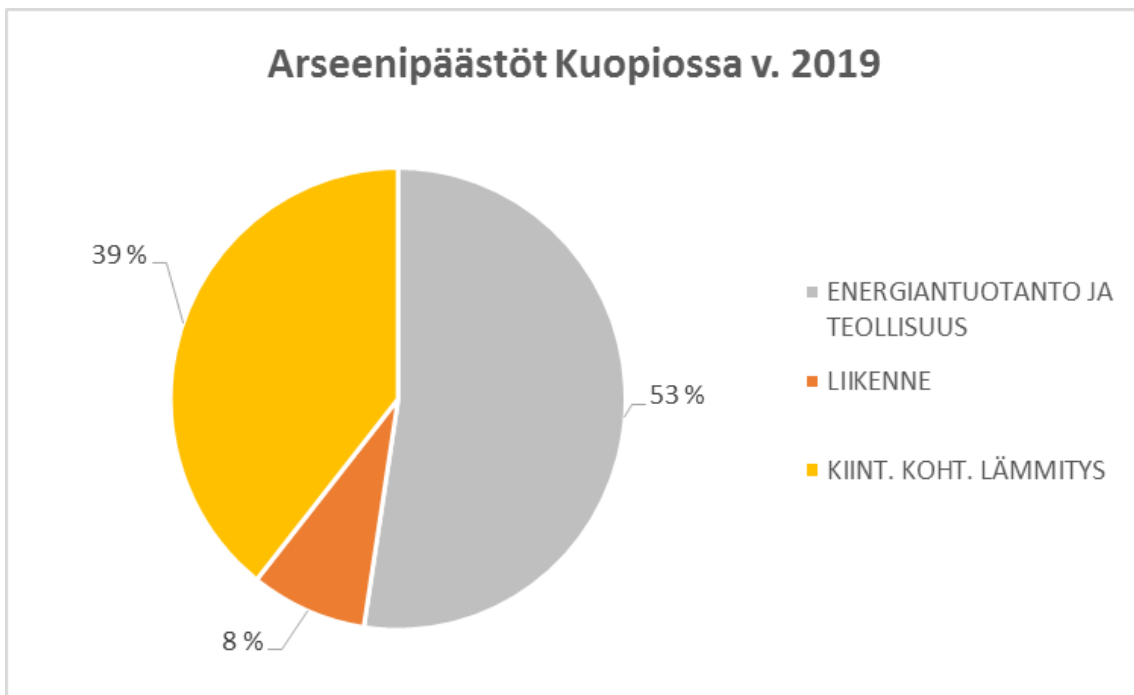
Kuva 37. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.



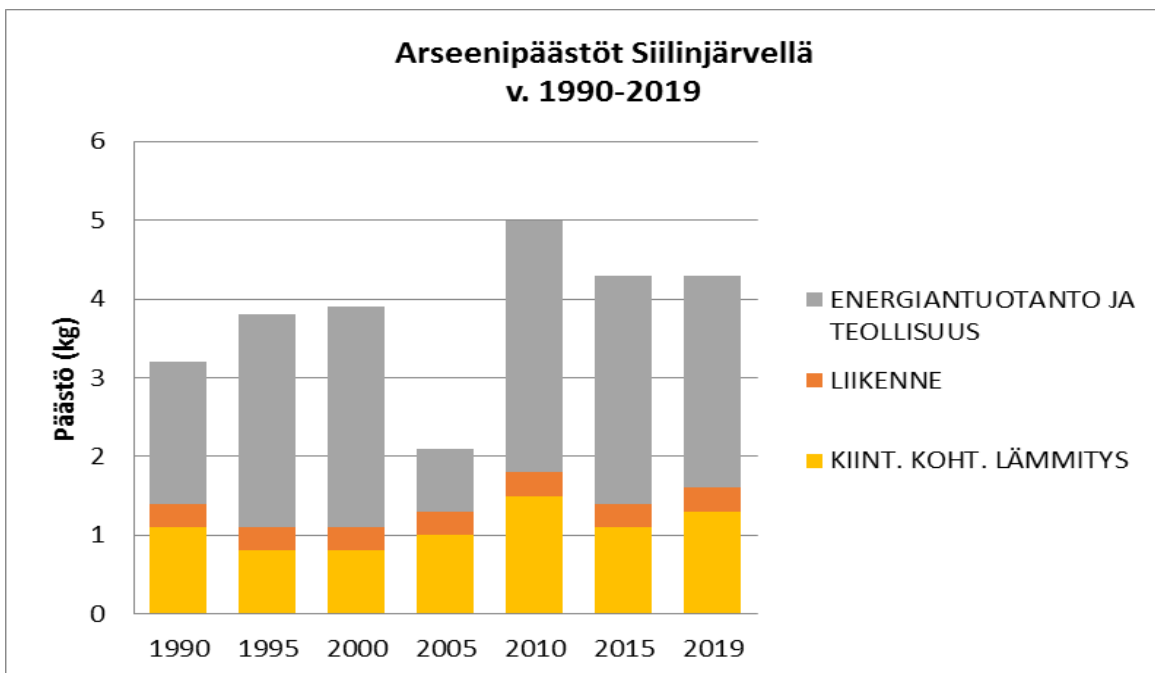
Kuva 38. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.



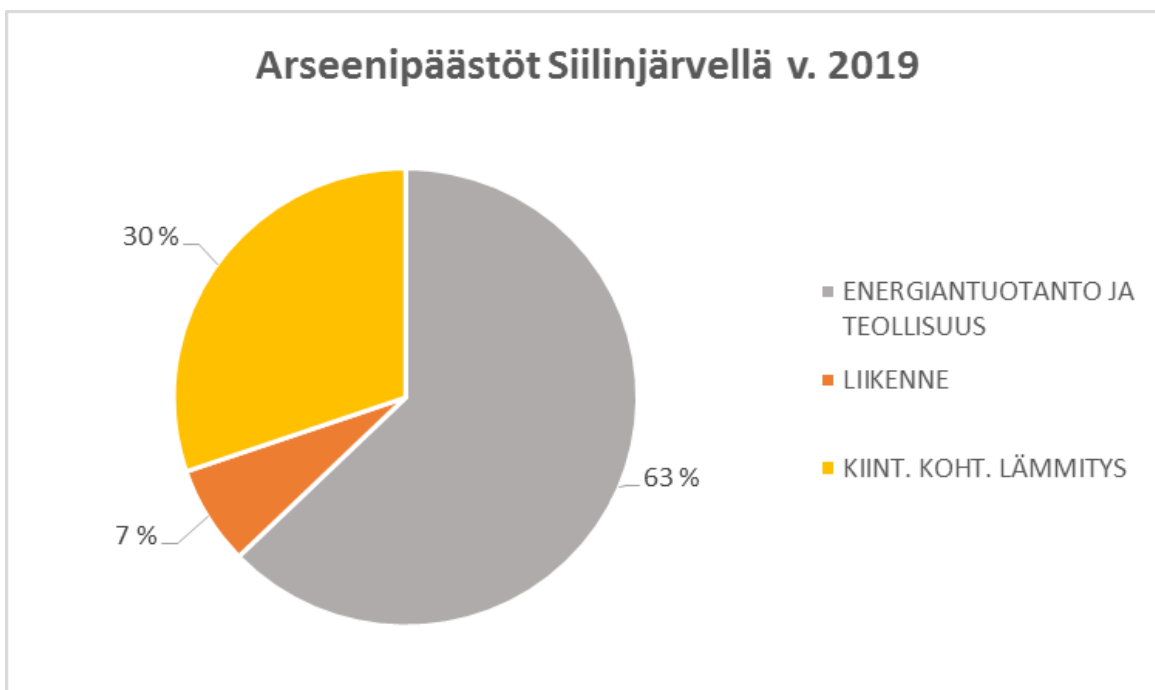
Kuva 39. Arseenipäästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



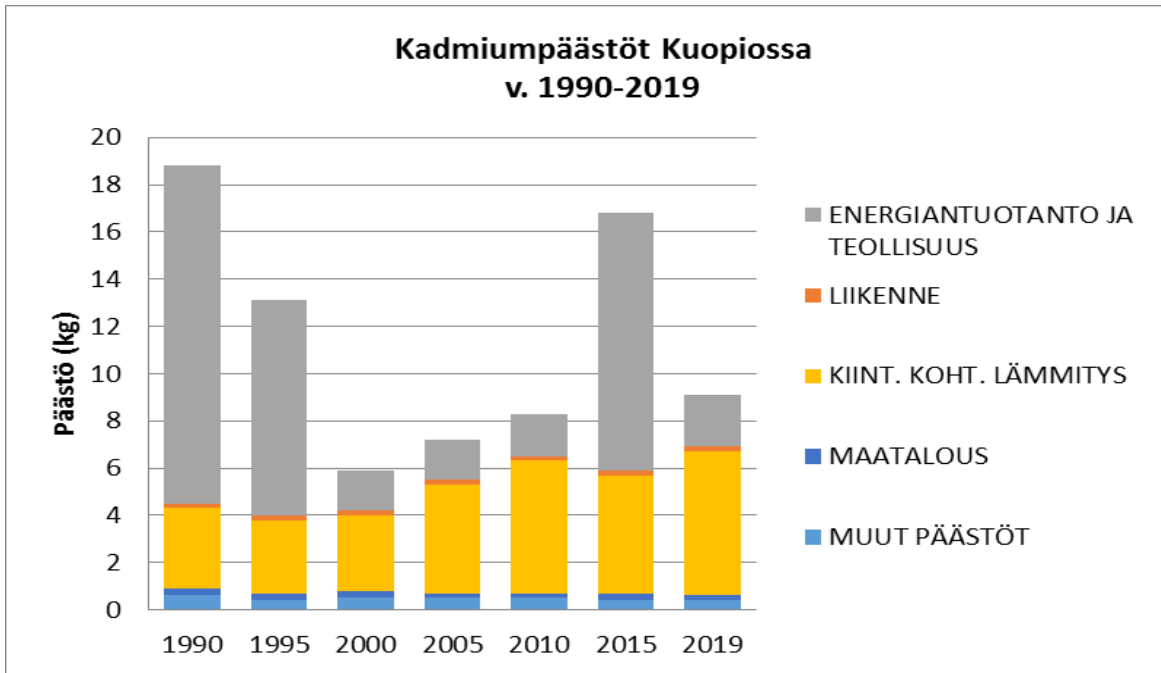
Kuva 40. Arseenipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.



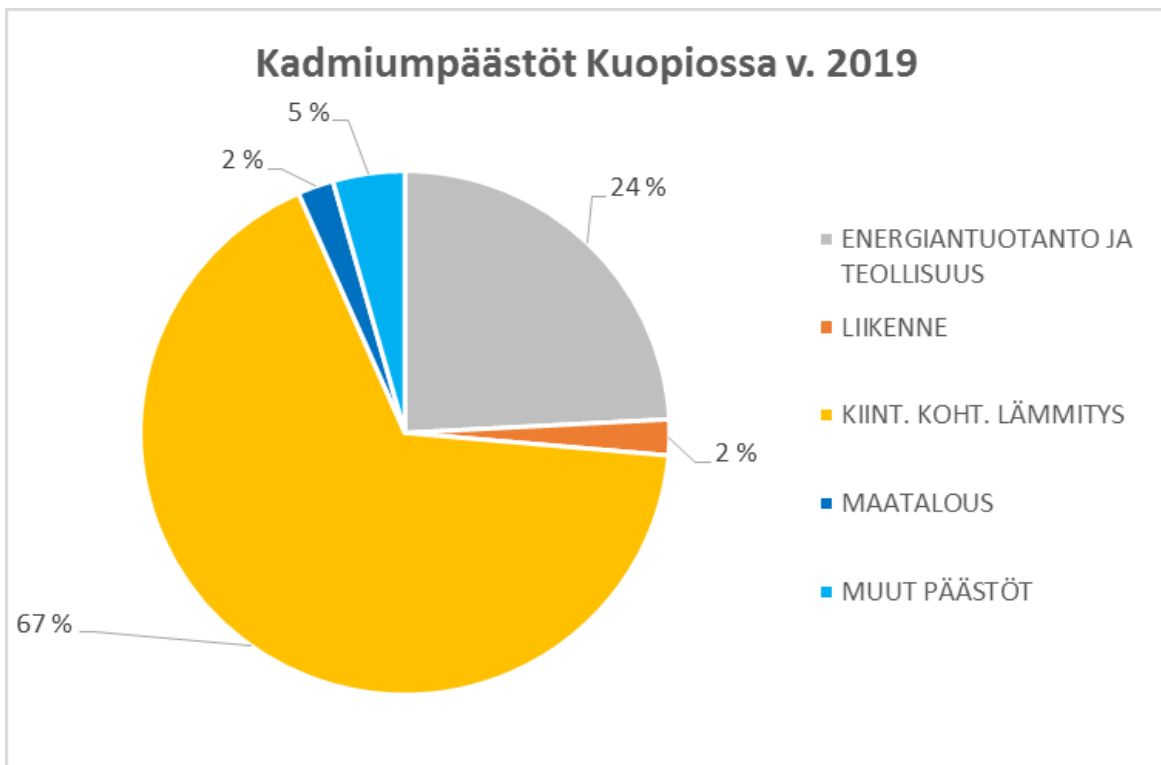
Kuva 41. Arseenipäästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.



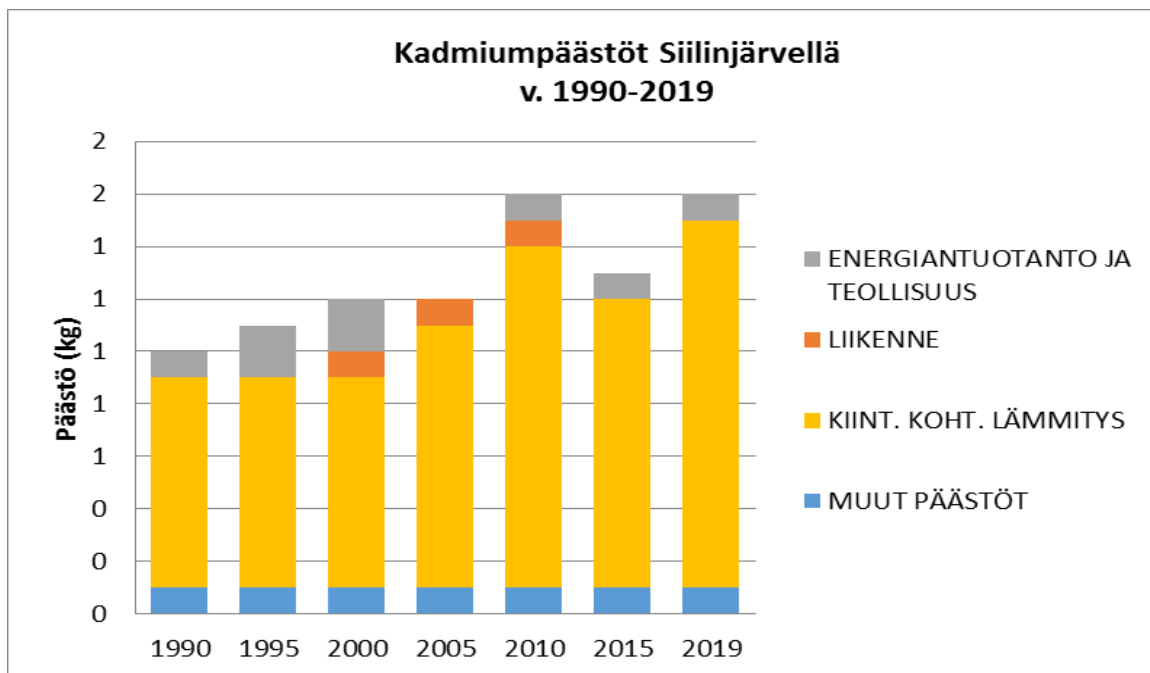
Kuva 42. Arseenipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.



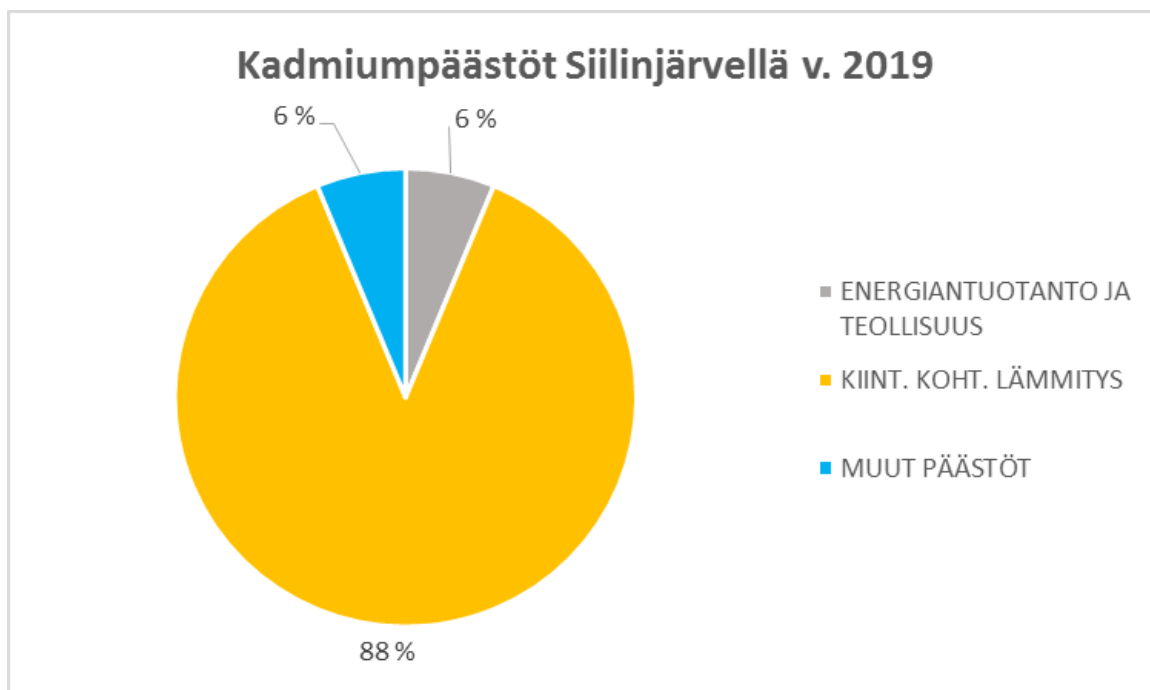
Kuva 43. Kadmiumpäästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



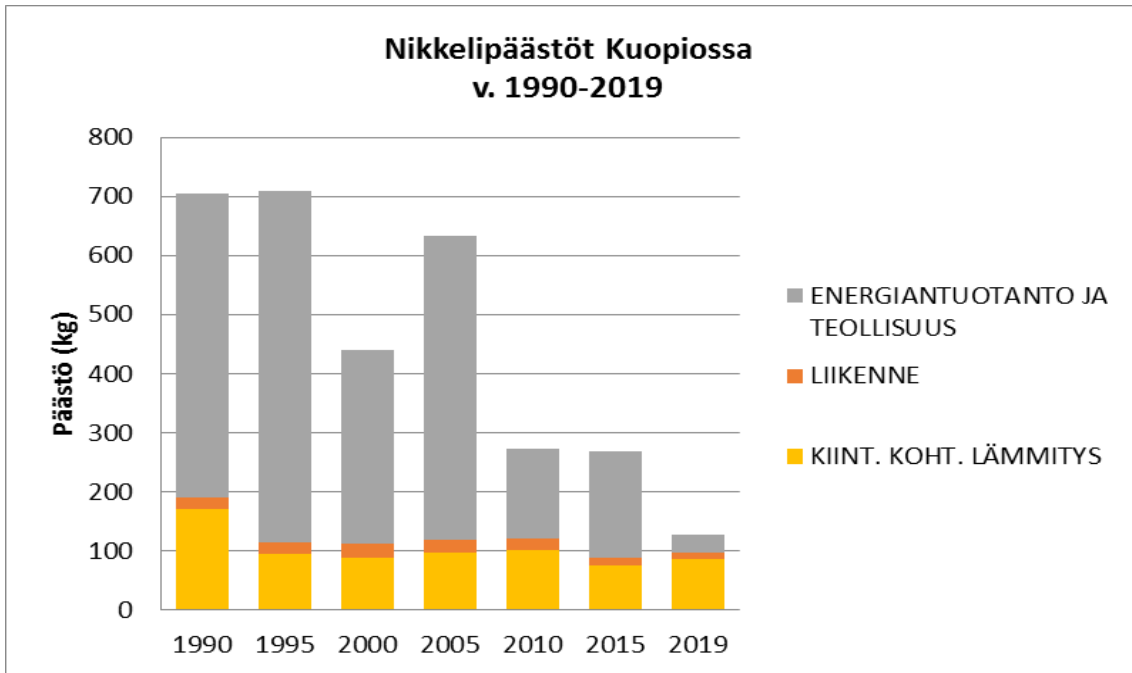
Kuva 44. Kadmiumpäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.



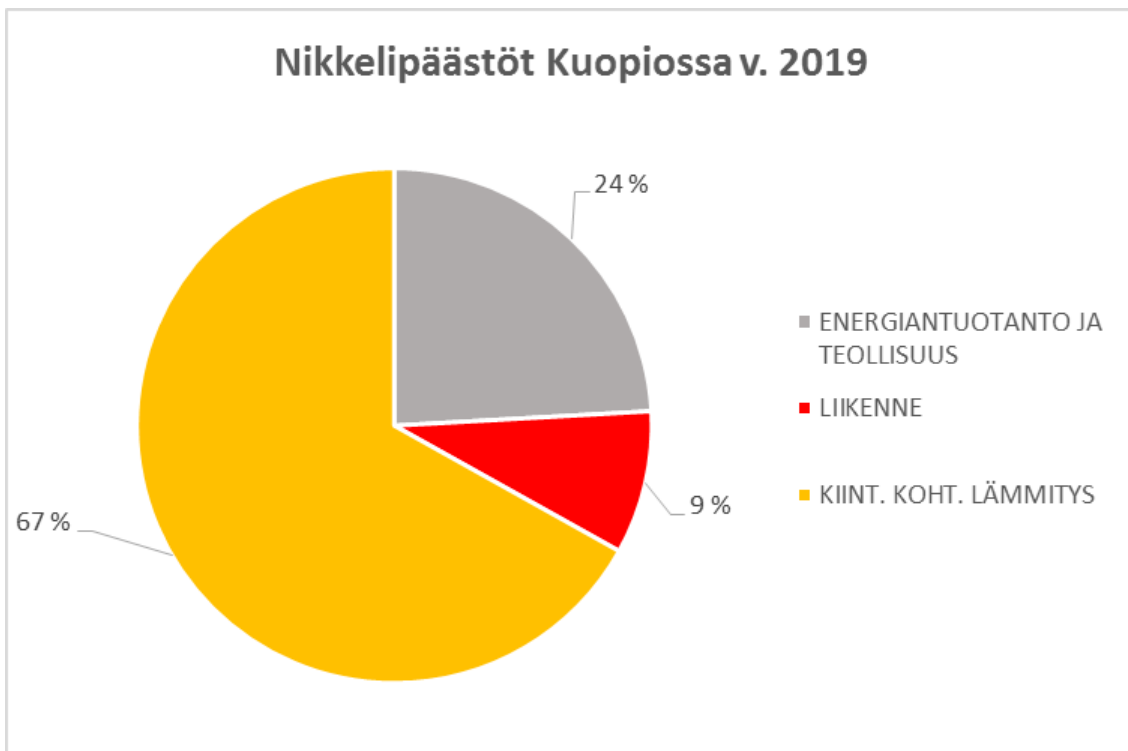
Kuva 45. Kadmiumpäästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.



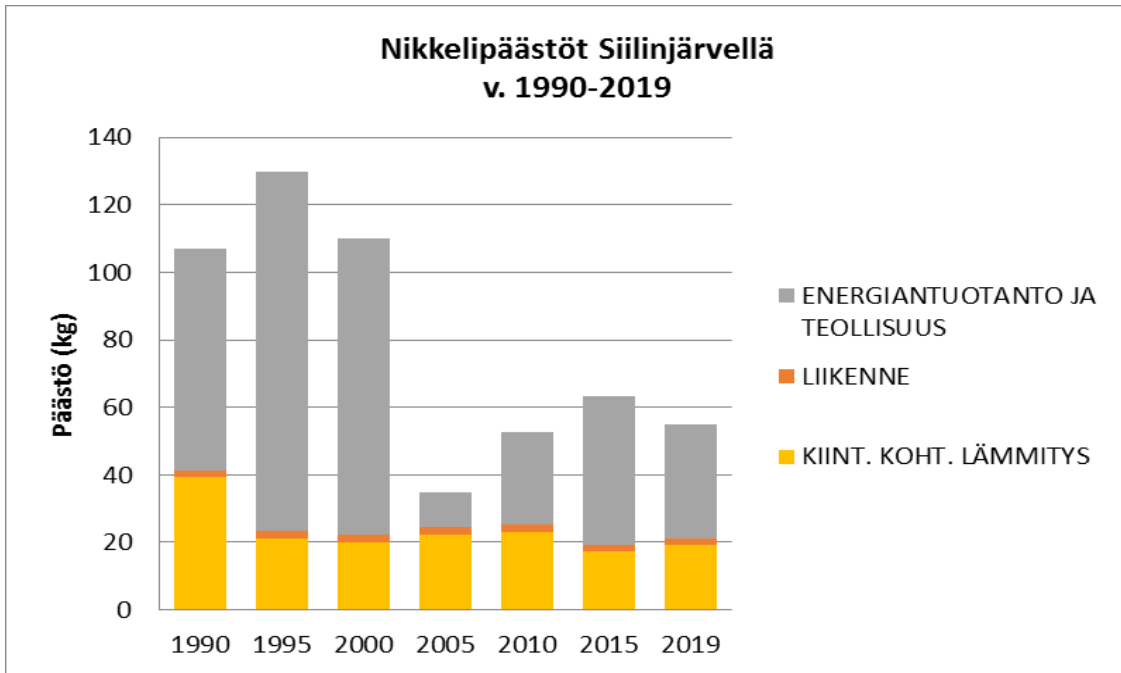
Kuva 46. Kadmiumpäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.



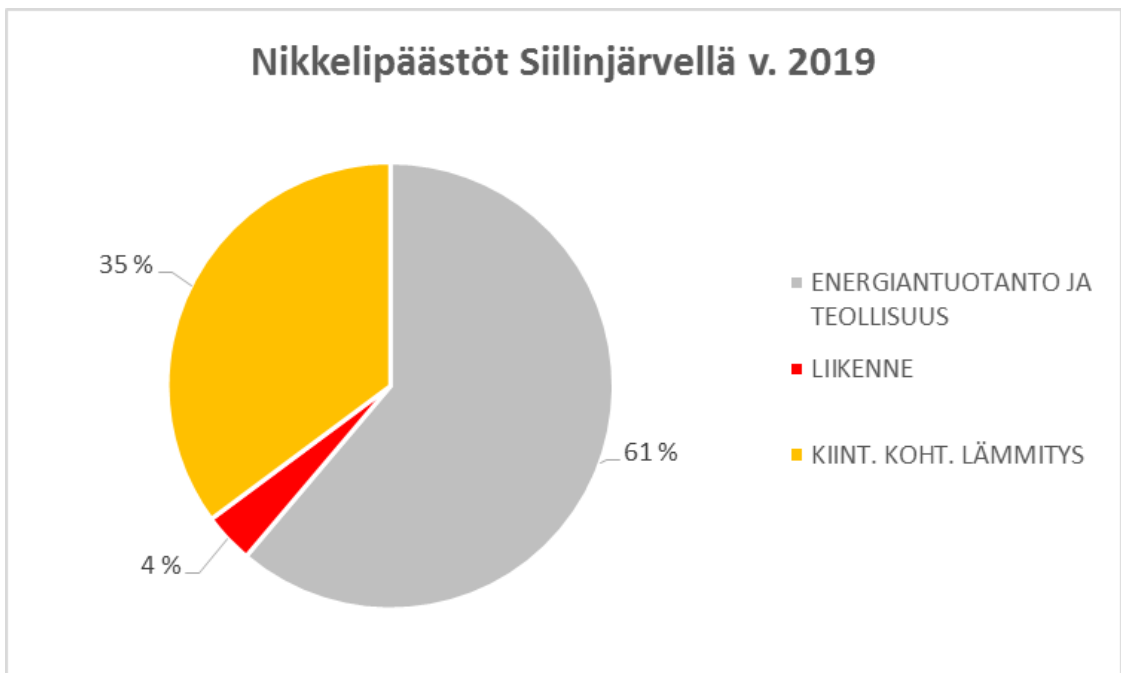
Kuva 47. Nikkelipäästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



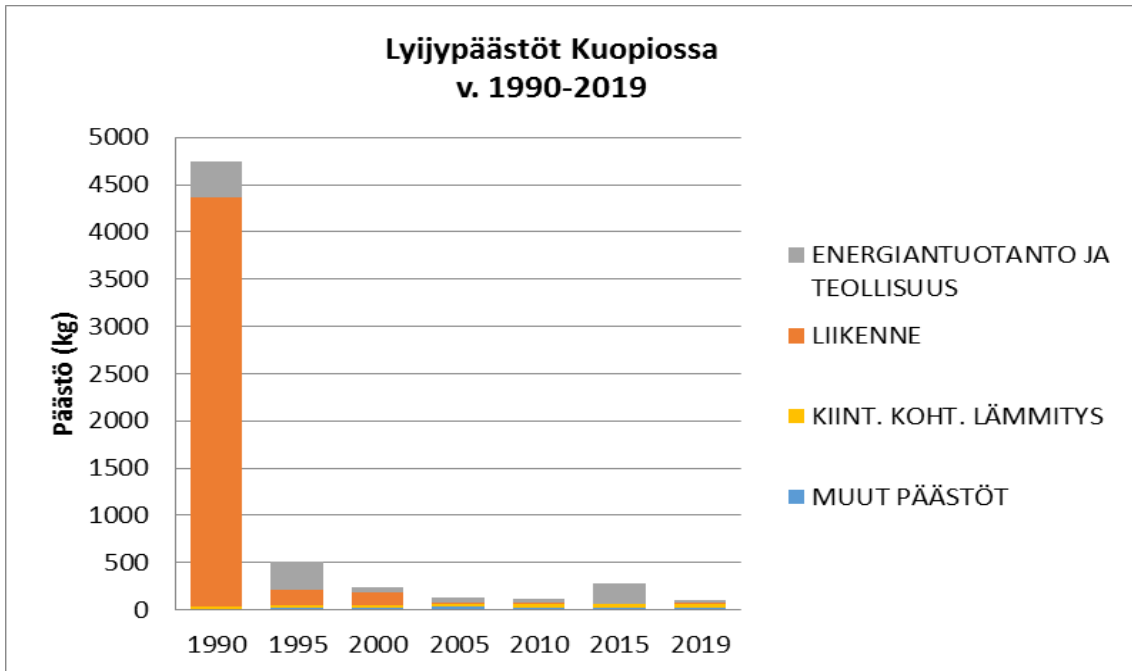
Kuva 48. Nikkelipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.



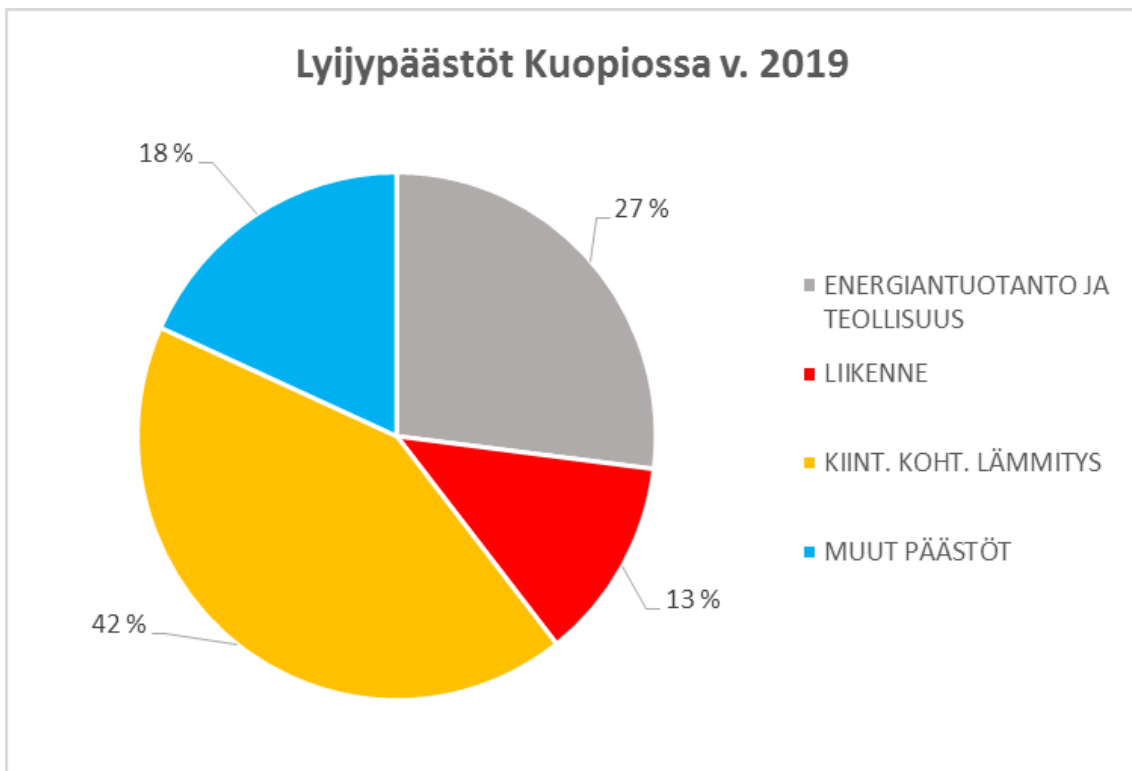
Kuva 49. Nikkelipäästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.



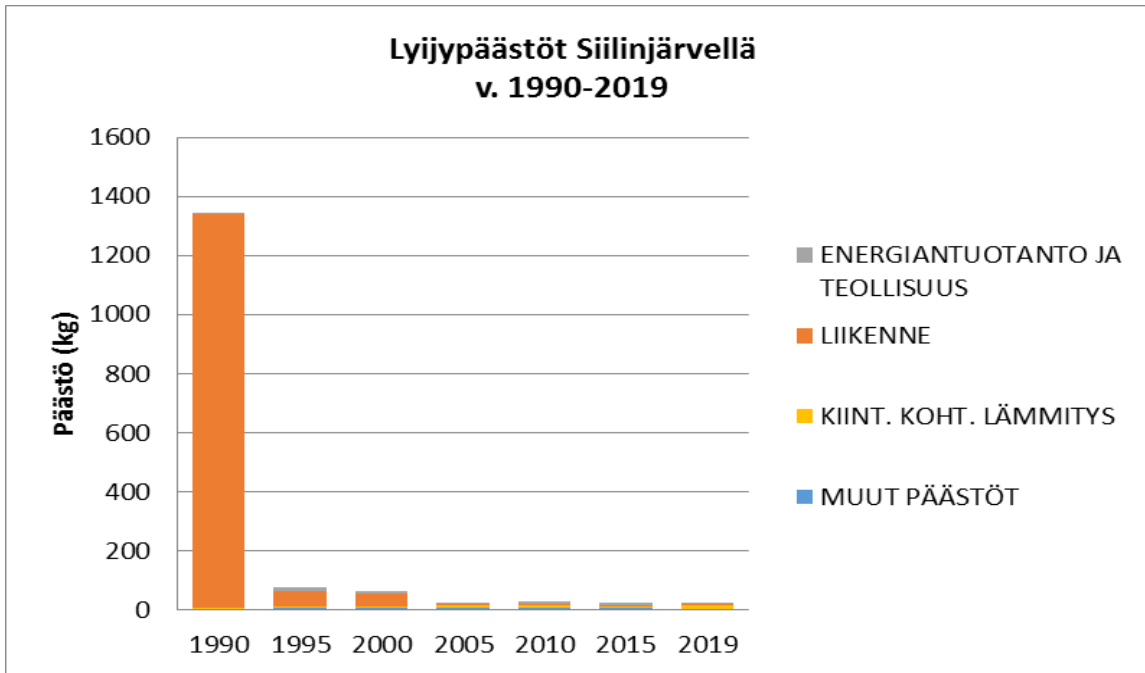
Kuva 50. Nikkelipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.



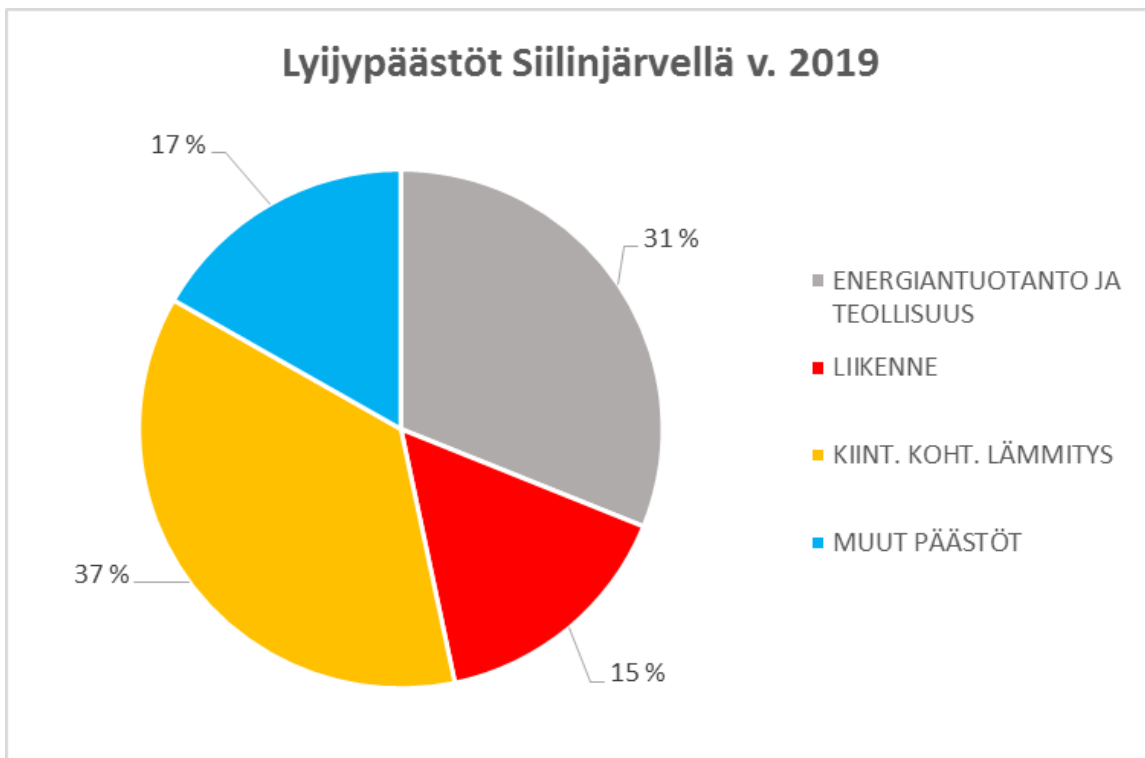
Kuva 51. Lyijypäästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



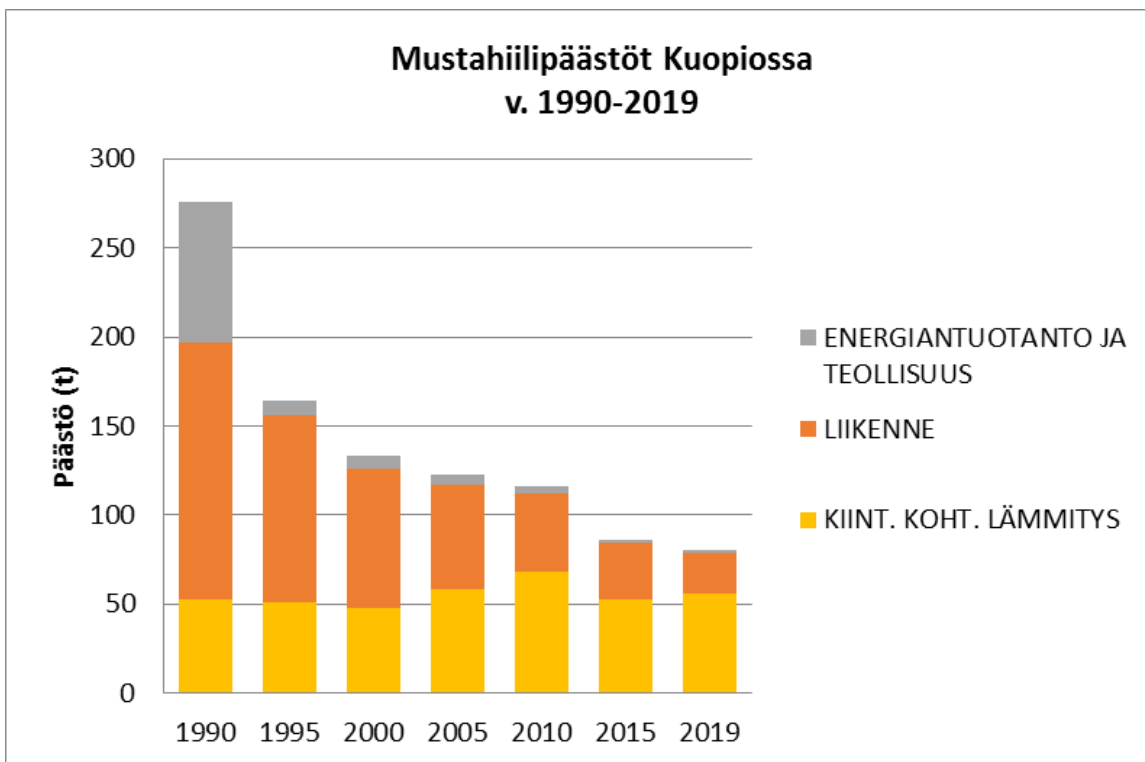
Kuva 52. Lyijypäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.



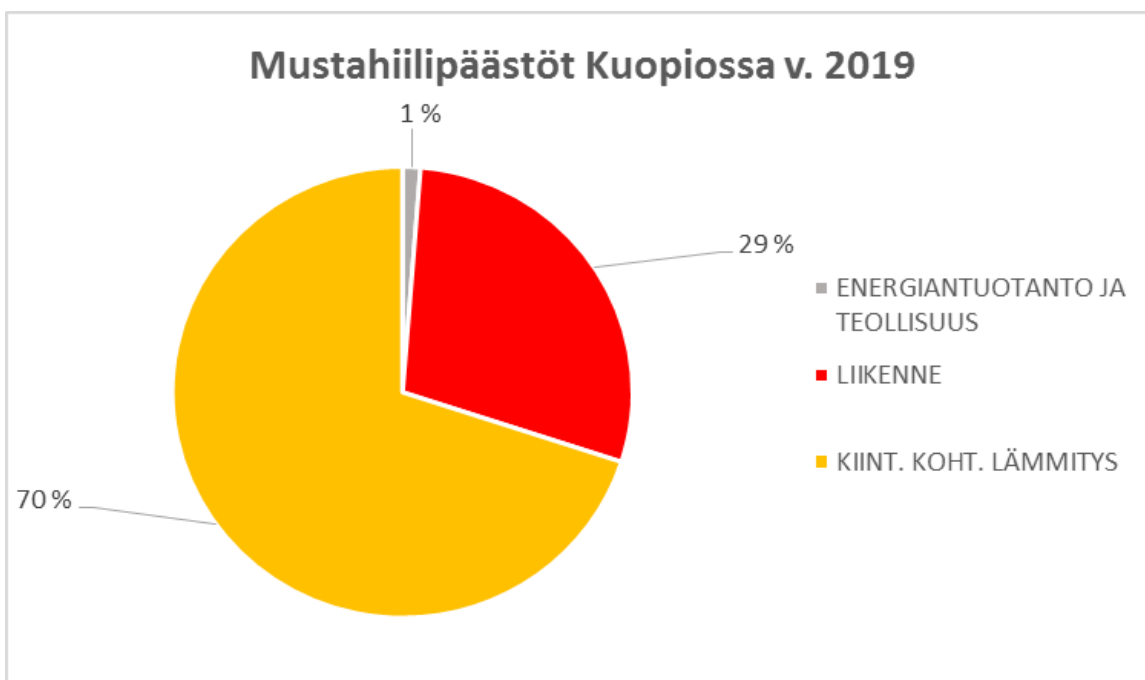
Kuva 53. Lyijypäästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.



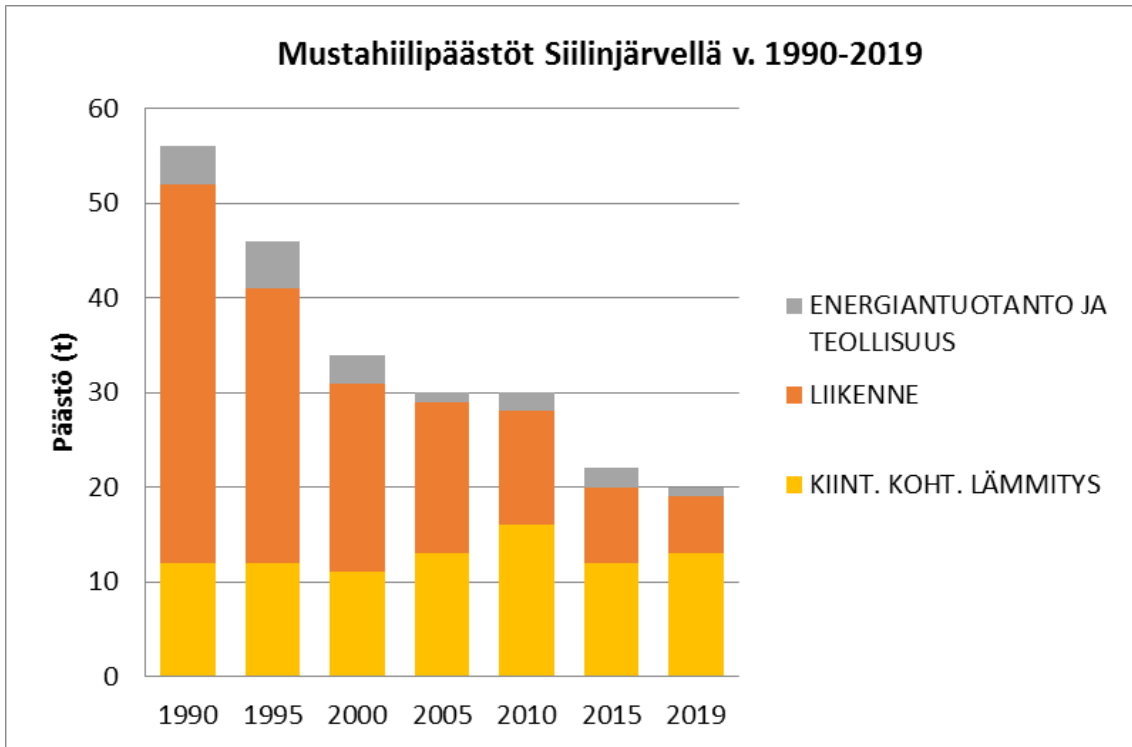
Kuva 54. Lyijypäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.



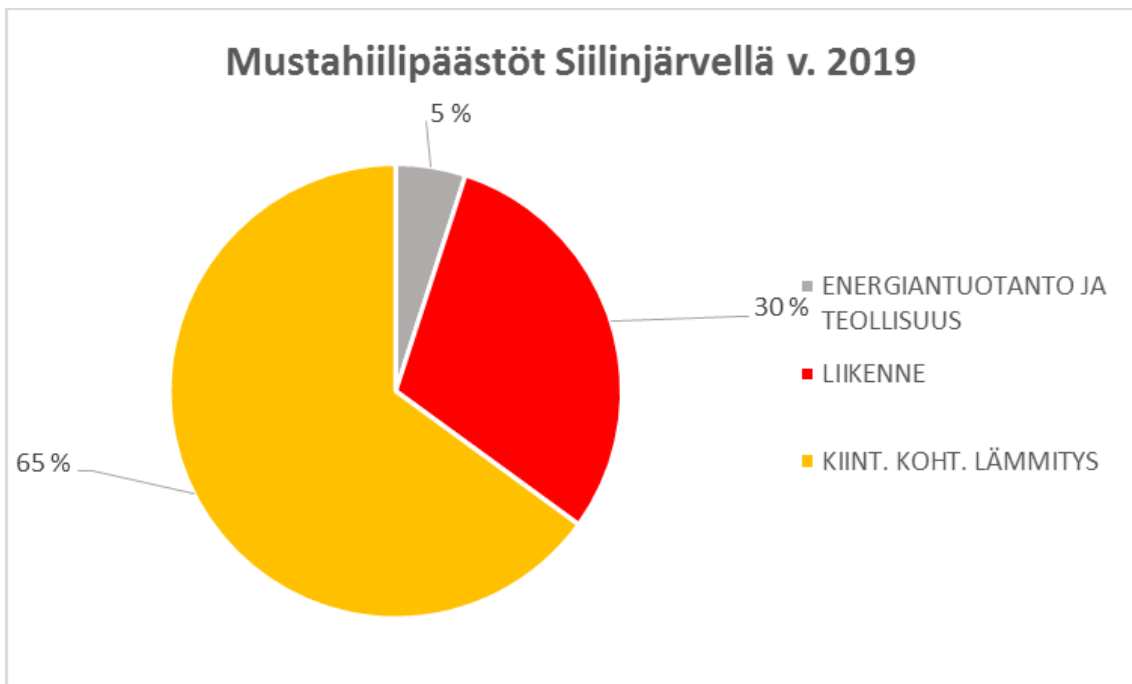
Kuva 55. Mustahiilen päästöt Kuopiossa vuosina 1990-2019.



Kuva 56. Mustahiilipäästöjen jakauma Kuopiossa vuonna 2019.

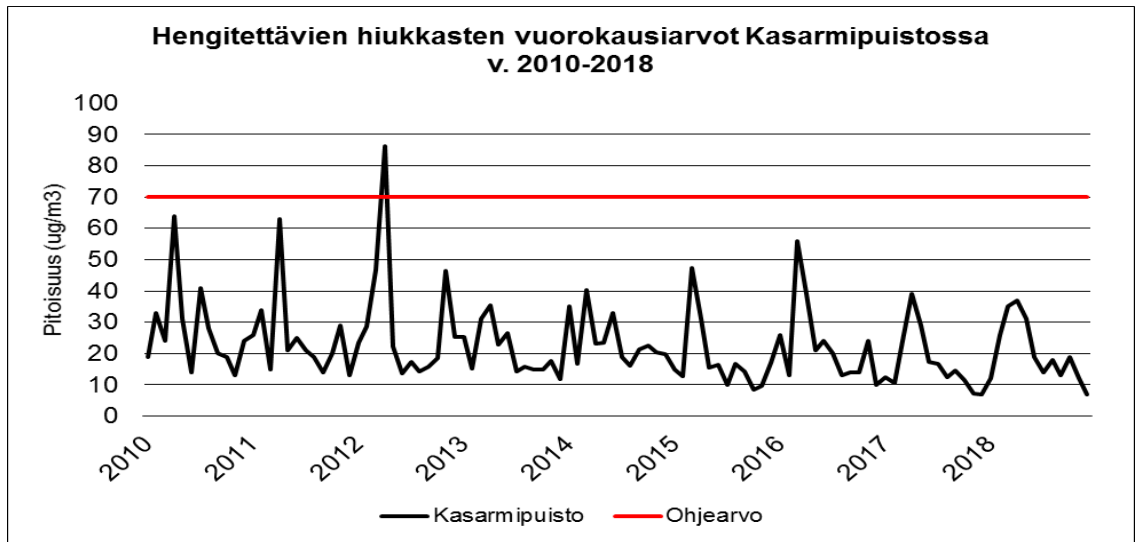


Kuva 57. Mustahiilen päästöt Siilinjärvellä vuosina 1990-2019.

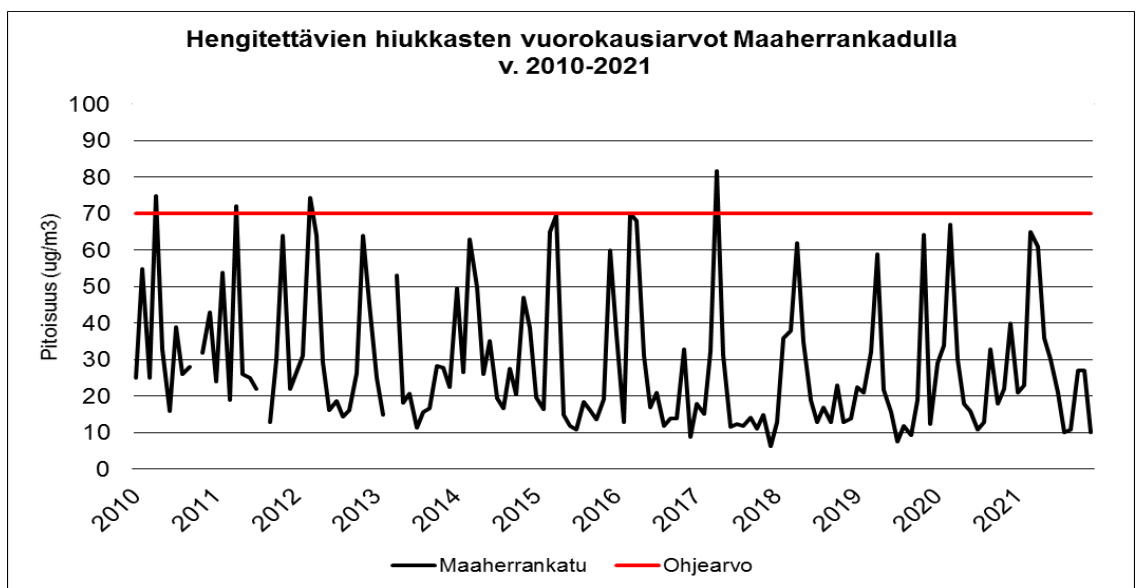


Kuva 58. Mustahiilipäästöjen jakauma Siilinjärvellä vuonna 2019.

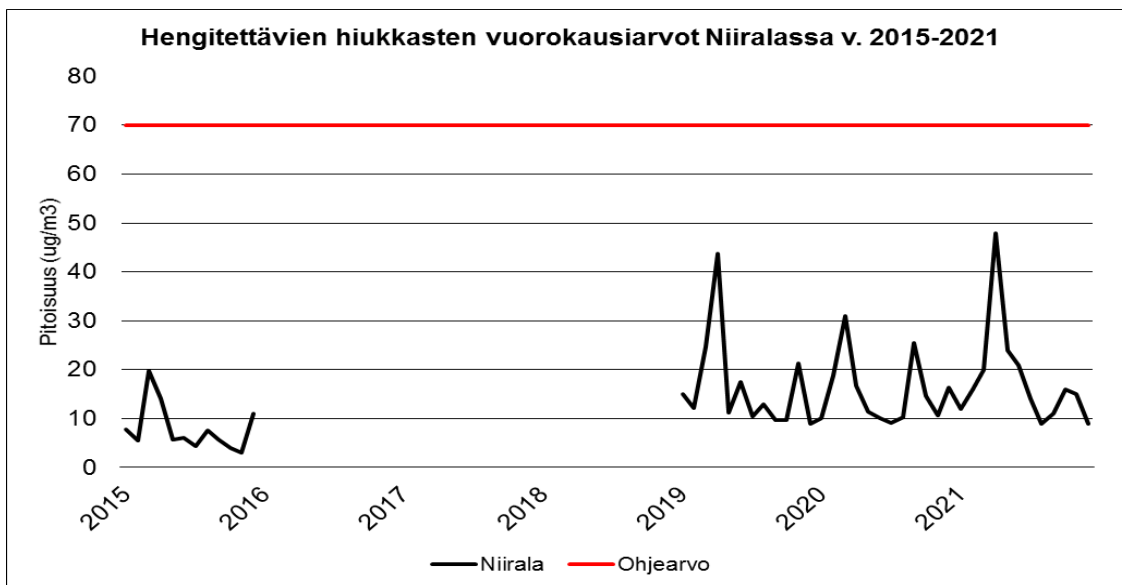
LIITE 4 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN



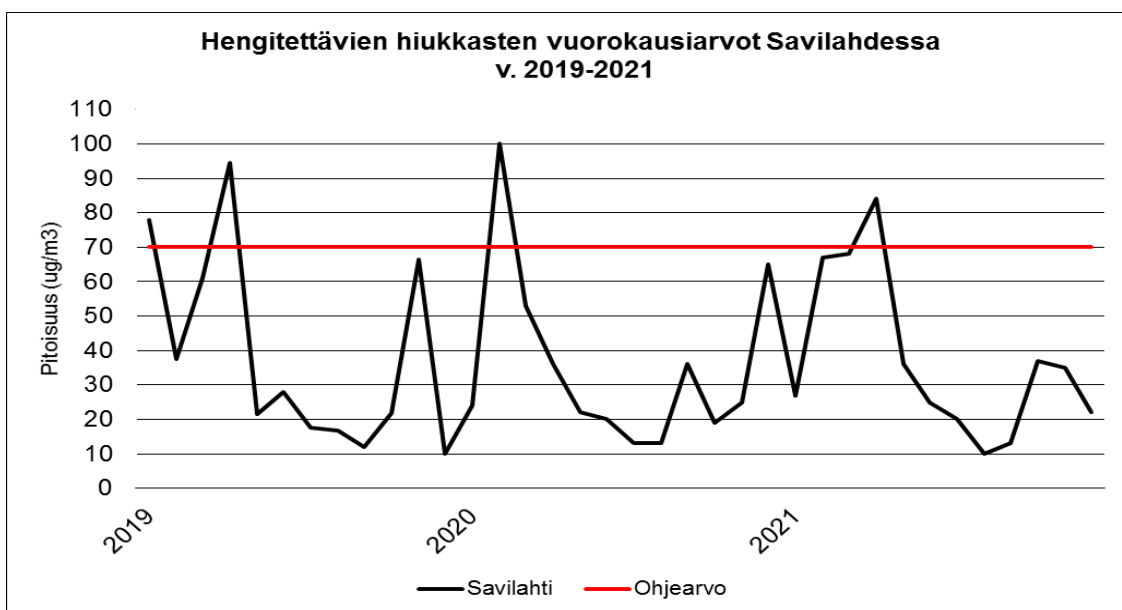
Kuva 59. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Kasarmipuistossa vuosina 2010-2018.



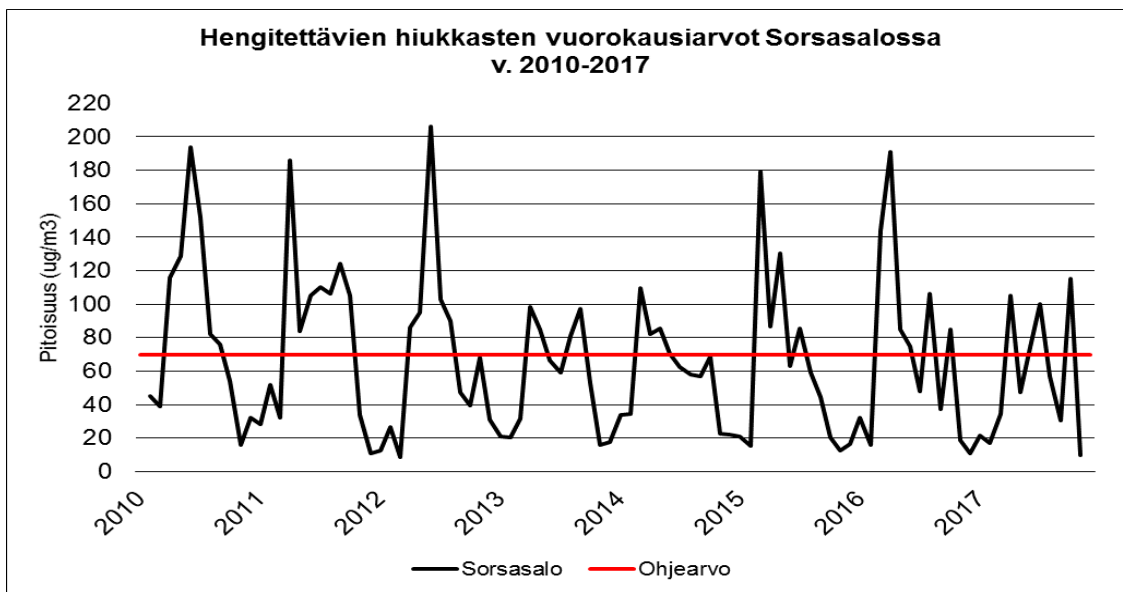
Kuva 60. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Maaherrankadulla vuosina 2010-2018.



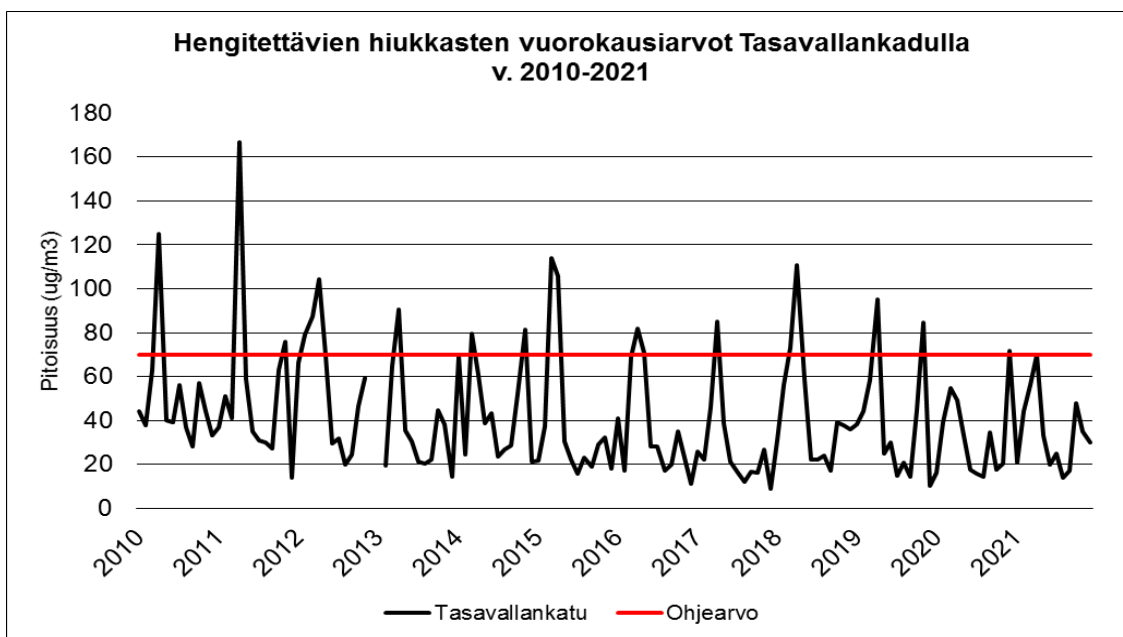
Kuva 61. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Niiralassa vuosina 2015-2021.



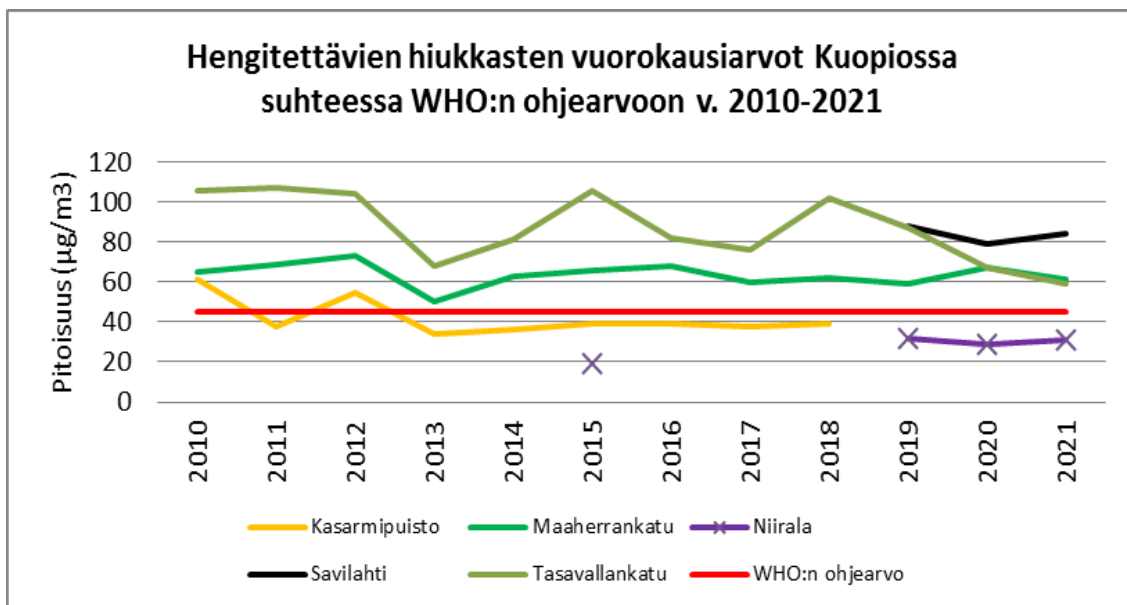
Kuva 62. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Savilahdessa vuosina 2019-2021.



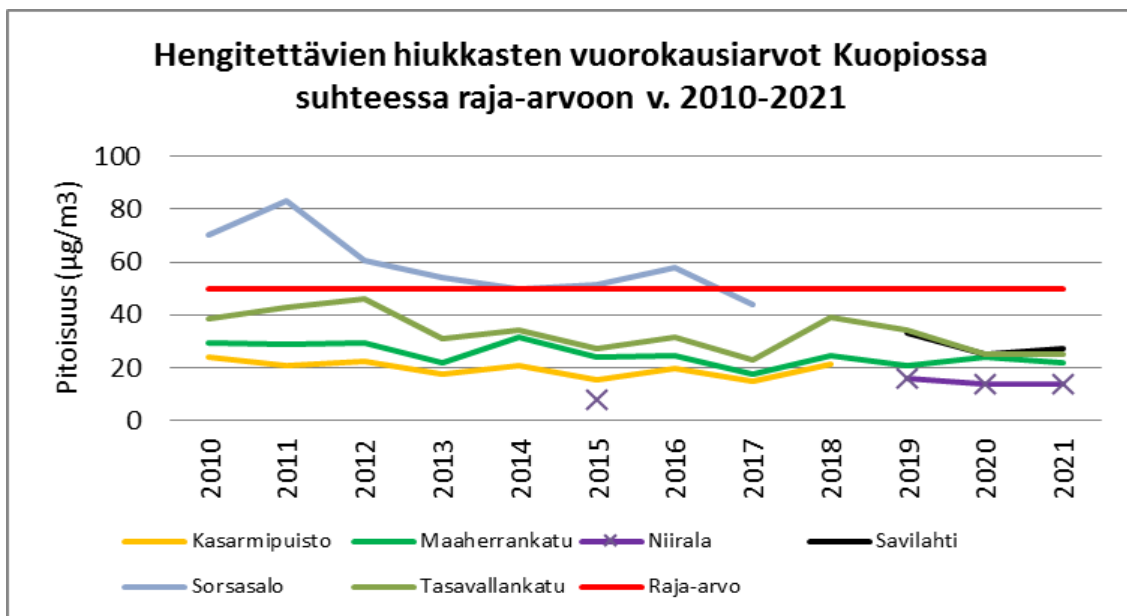
Kuva 63. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2017.



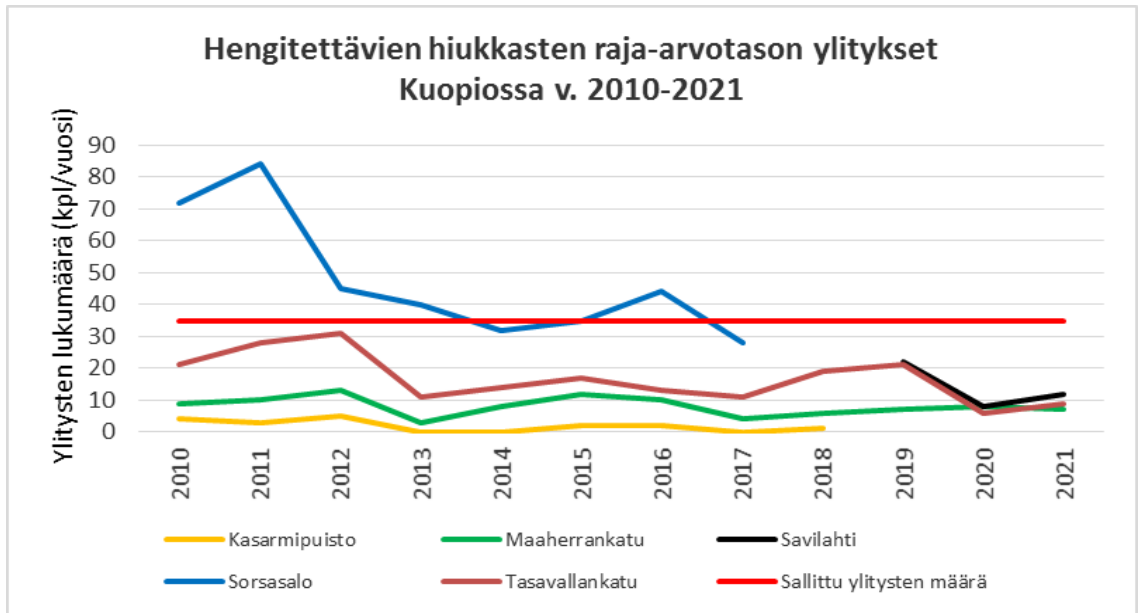
Kuva 64. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Tasavallankadulla vuosina 2010-2021.



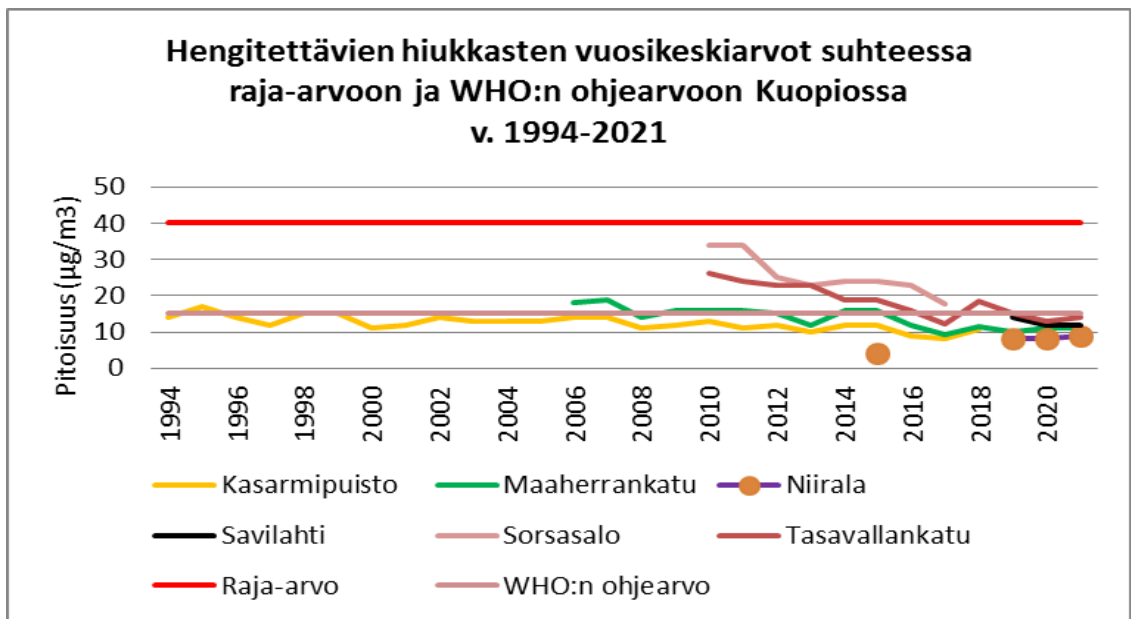
Kuva 65. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



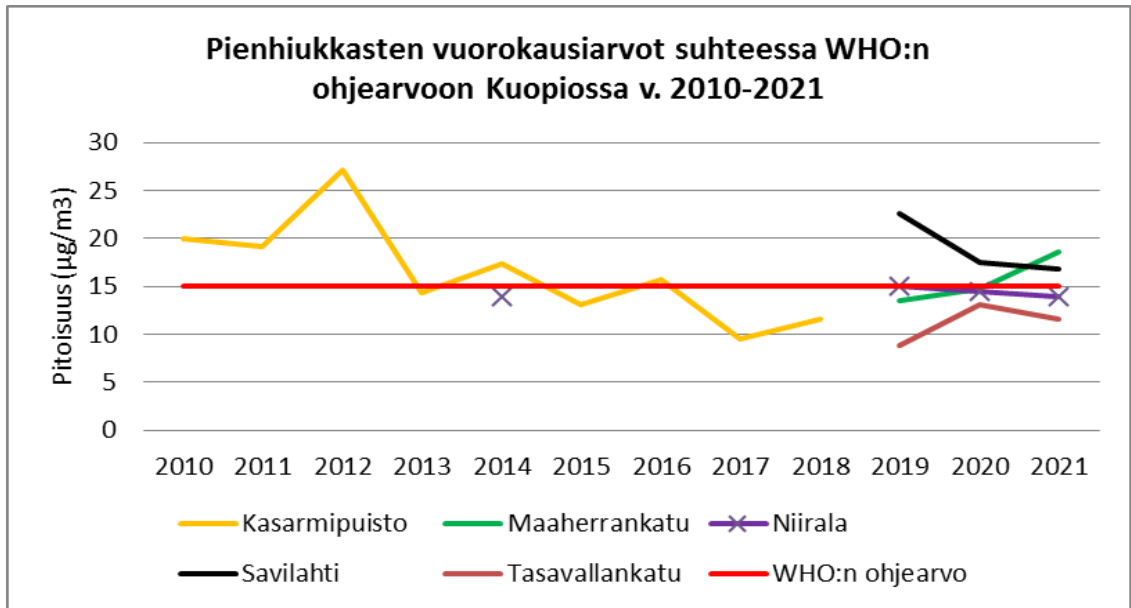
Kuva 66. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



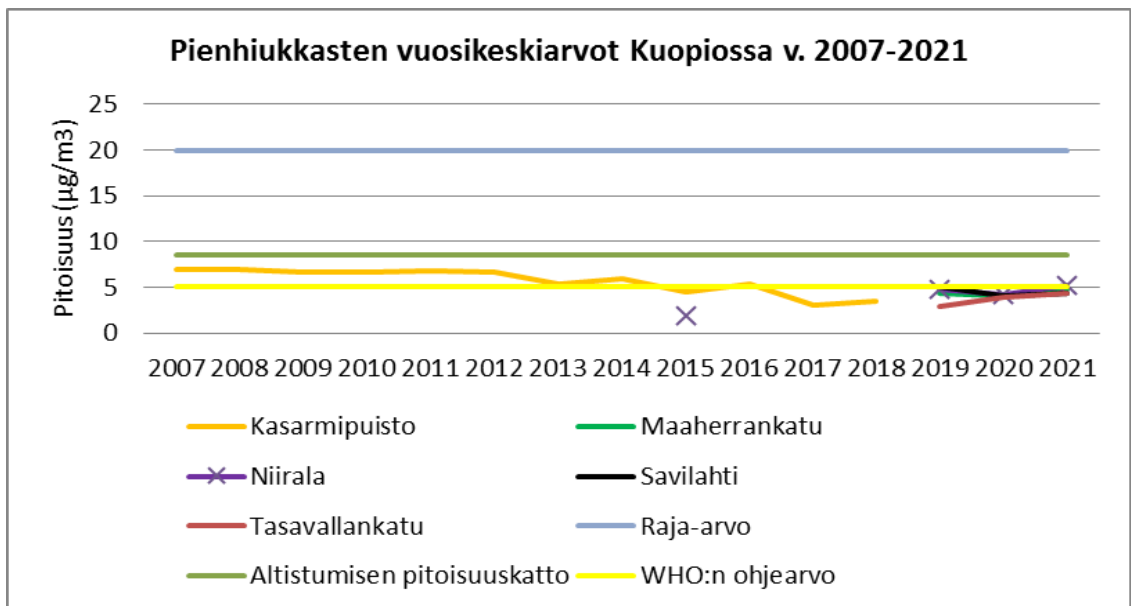
Kuva 67. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksien lukumäärä Kuopiossa vuosina 2010-2021.



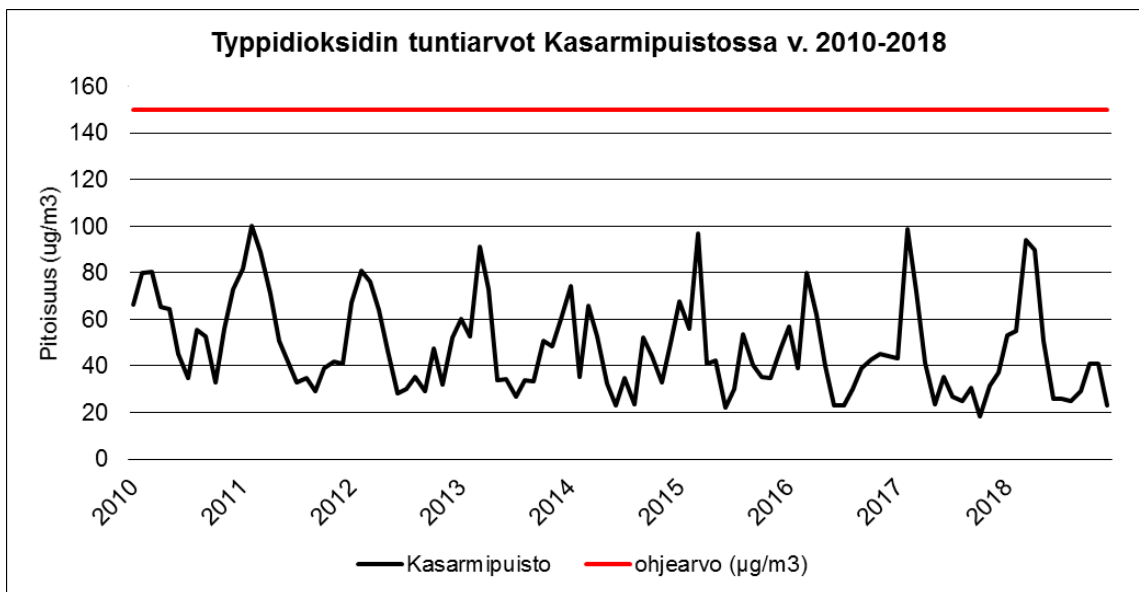
Kuva 68. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



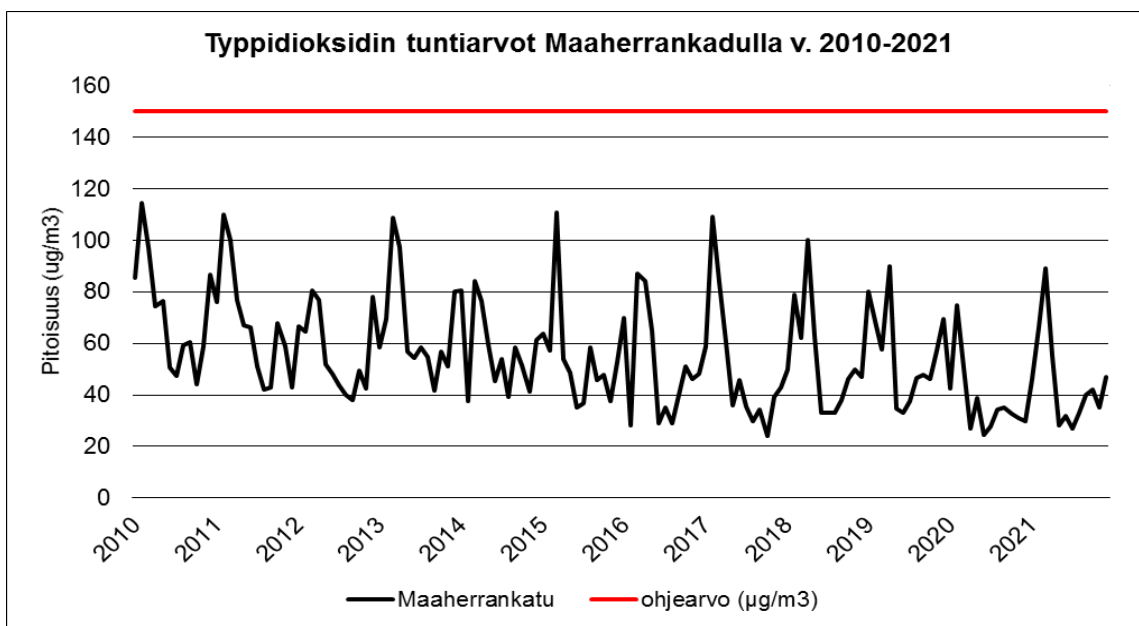
Kuva 69. Pienhiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



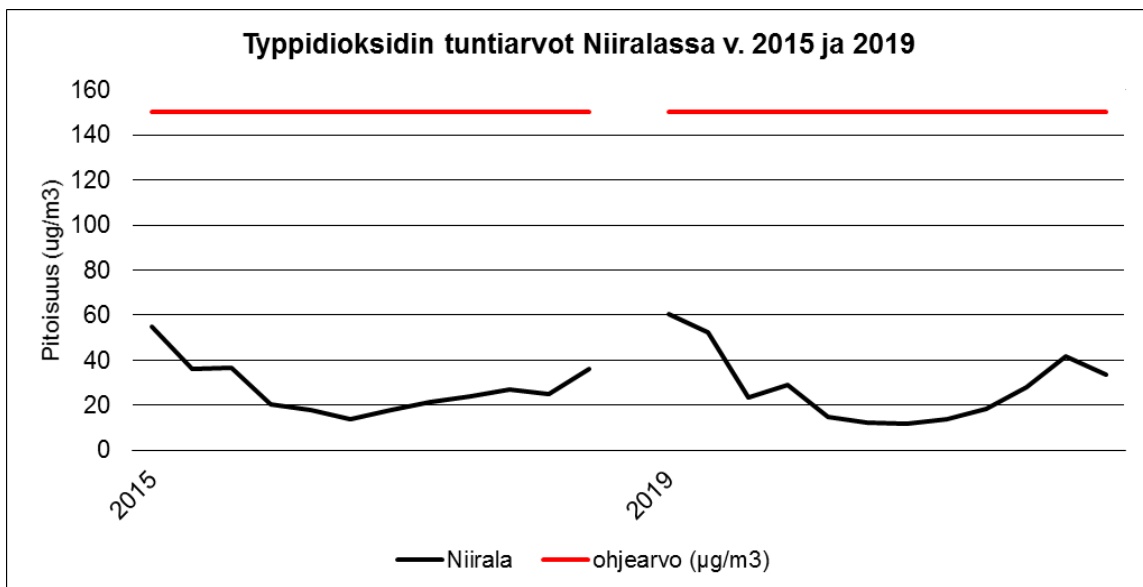
Kuva 70. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon, kansalliseen altistumisen pitoisuuskattoon ja WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2007-2021.



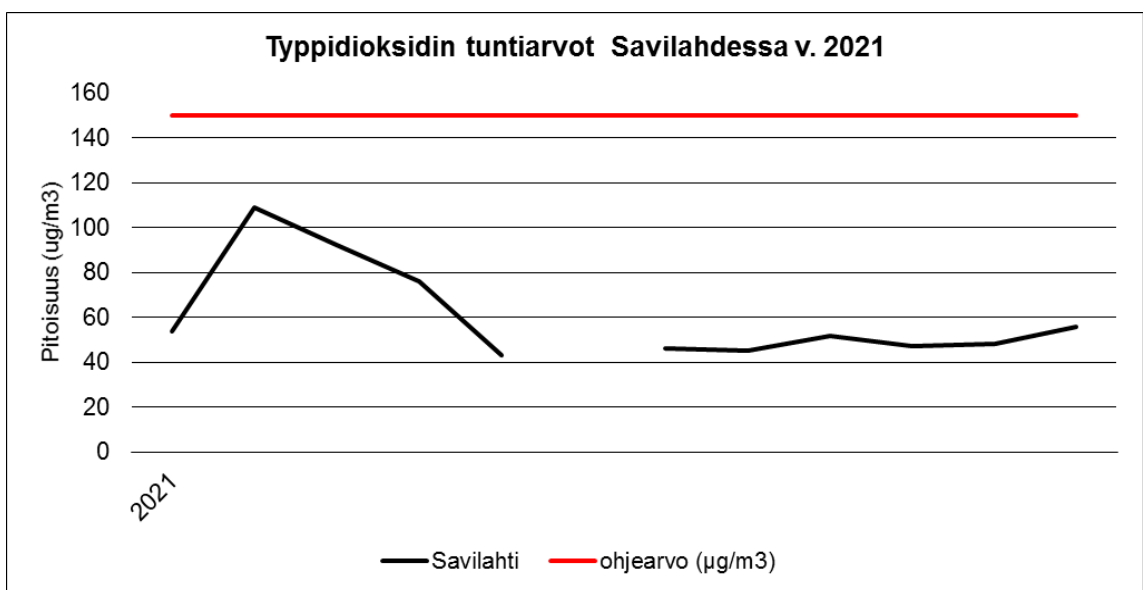
Kuva 71. Typidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Kuopion Kasarmipuistossa vuosina 2010-2018.



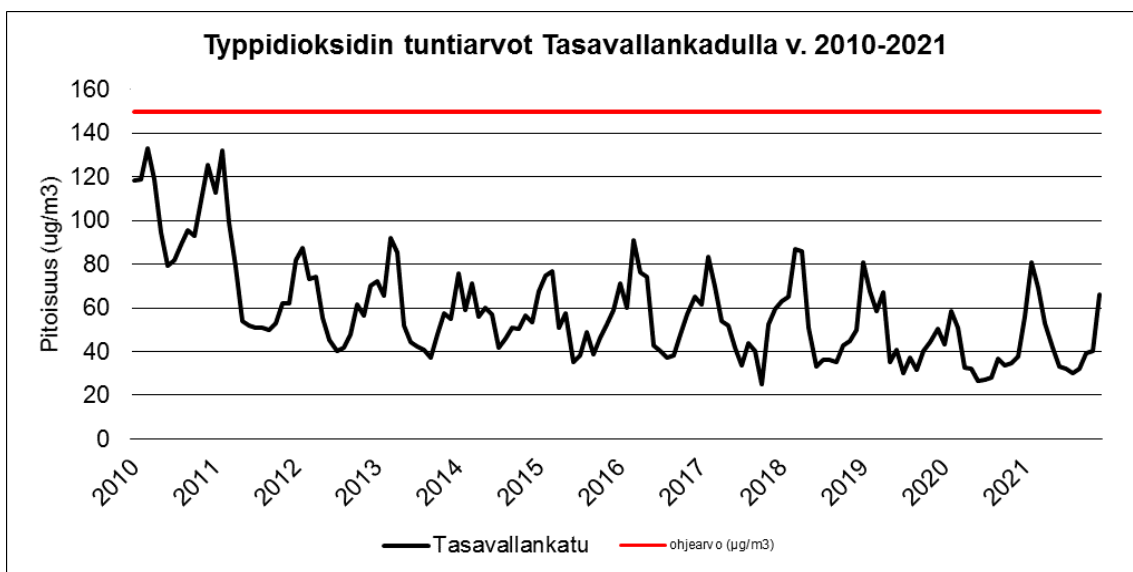
Kuva 72. Typidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Kuopion Maaherrankadulla vuosina 2010-2021.



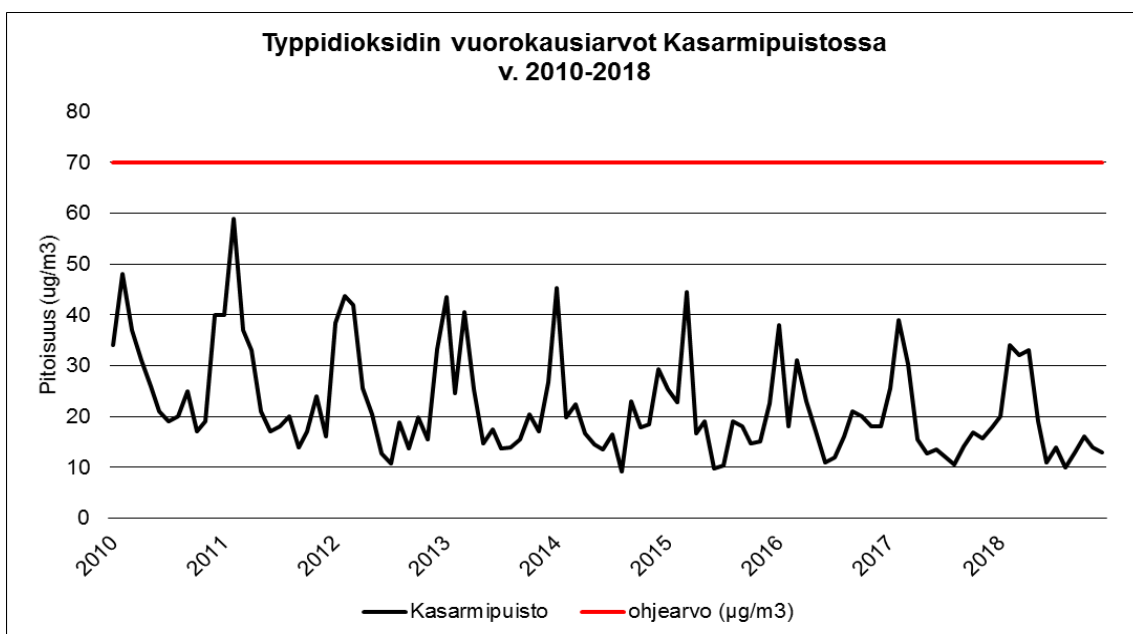
Kuva 73. Typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Kuopion Niiralassa vuosina 2015 ja 2019.



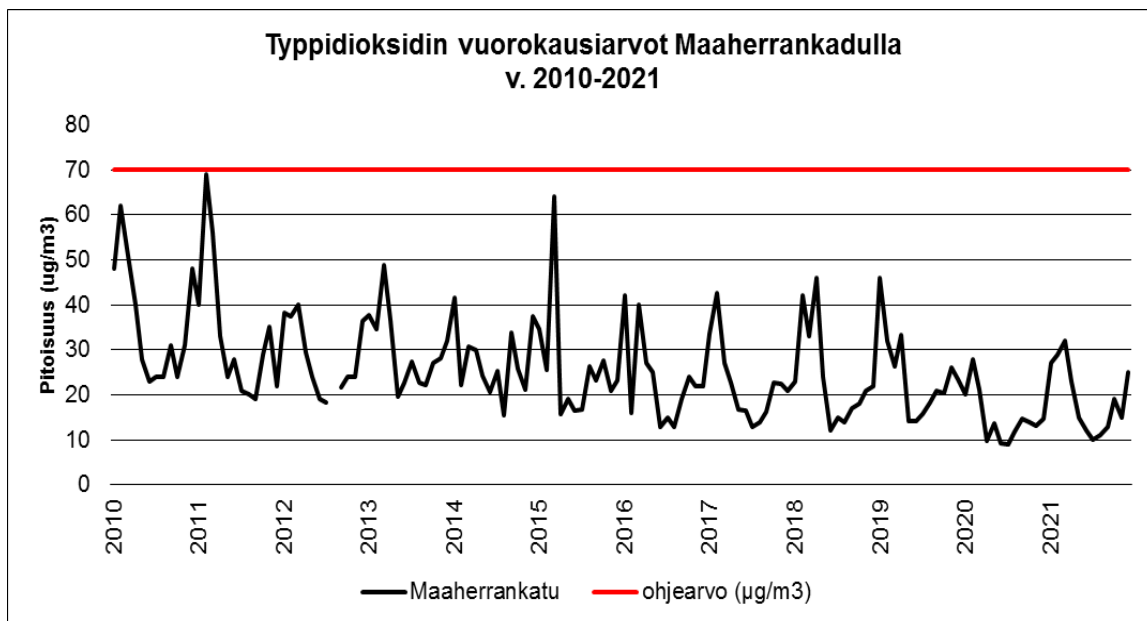
Kuva 74. Typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Kuopion Savilahdessa vuonna 2021.



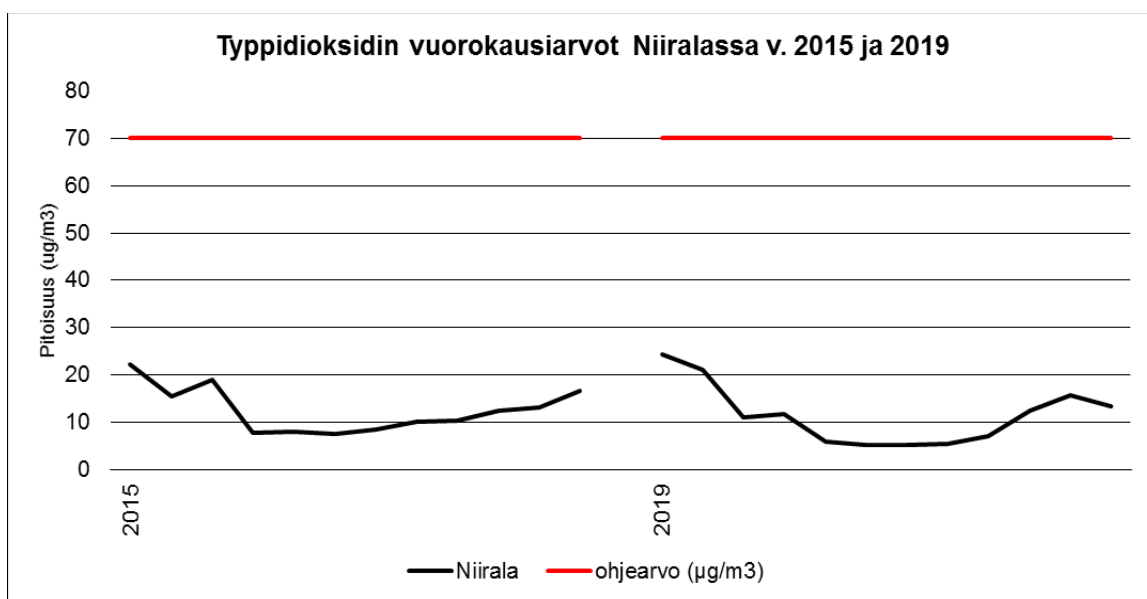
Kuva 75. Typpidioksidin tunti-arvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Kuopion Tasavallankadulla vuosina 2010-2021.



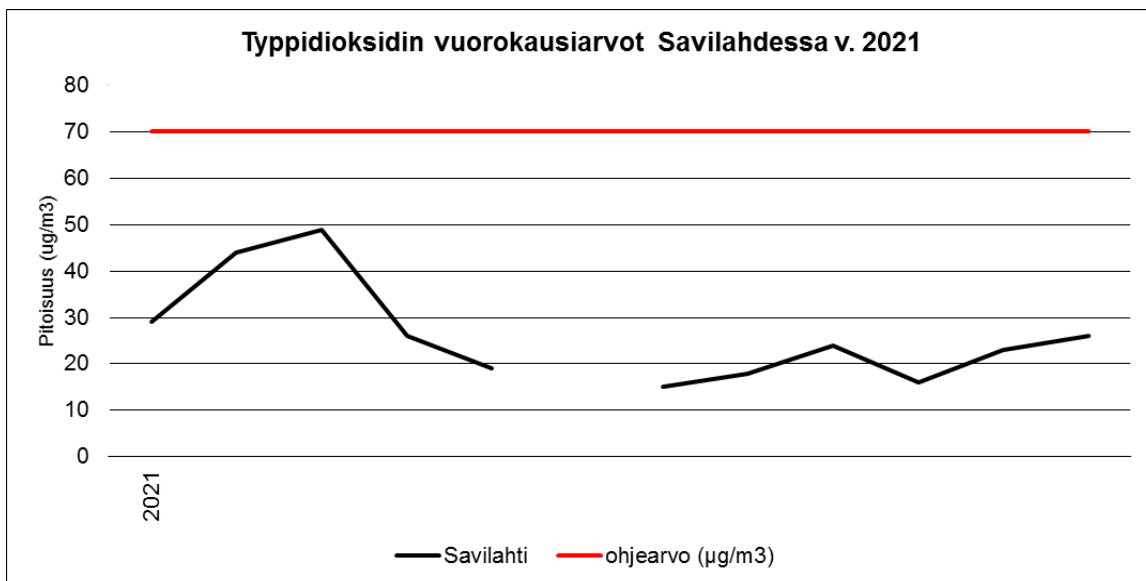
Kuva 76. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopion Kasarmipuistossa vuosina 2010-2018.



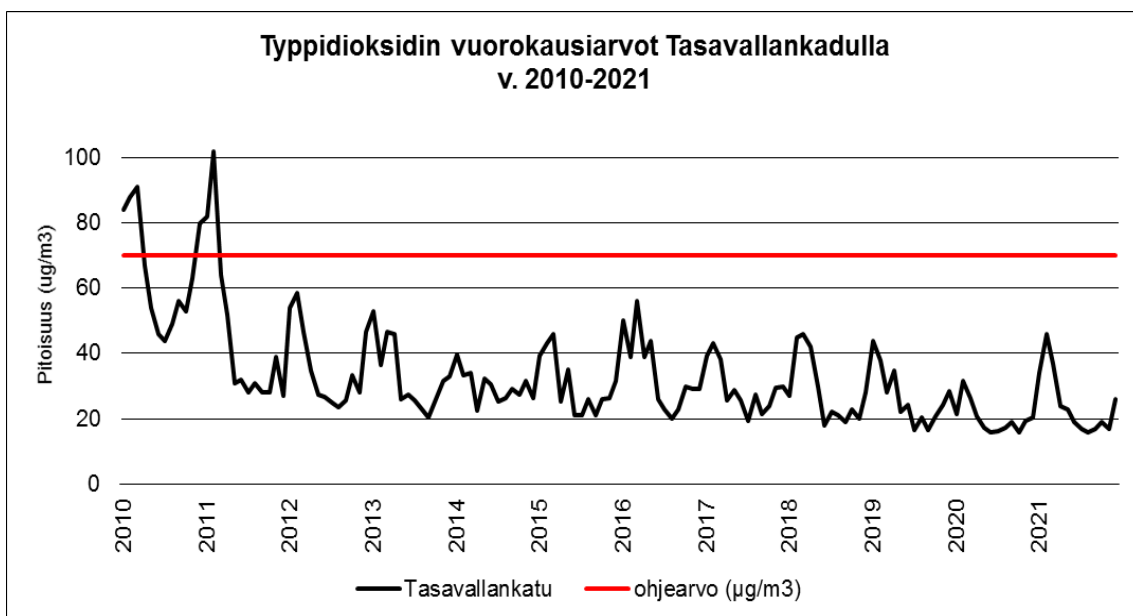
Kuva 77. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopion Maaherrankadulla vuosina 2010-2021.



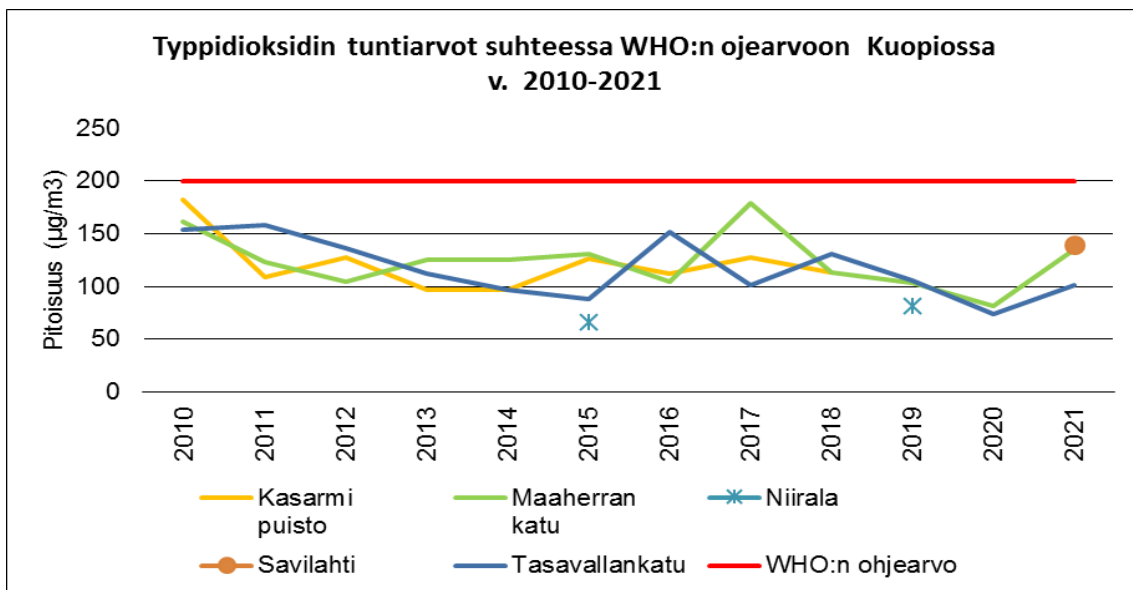
Kuva 78. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopion Niiralassa vuosina 2015 ja 2019.



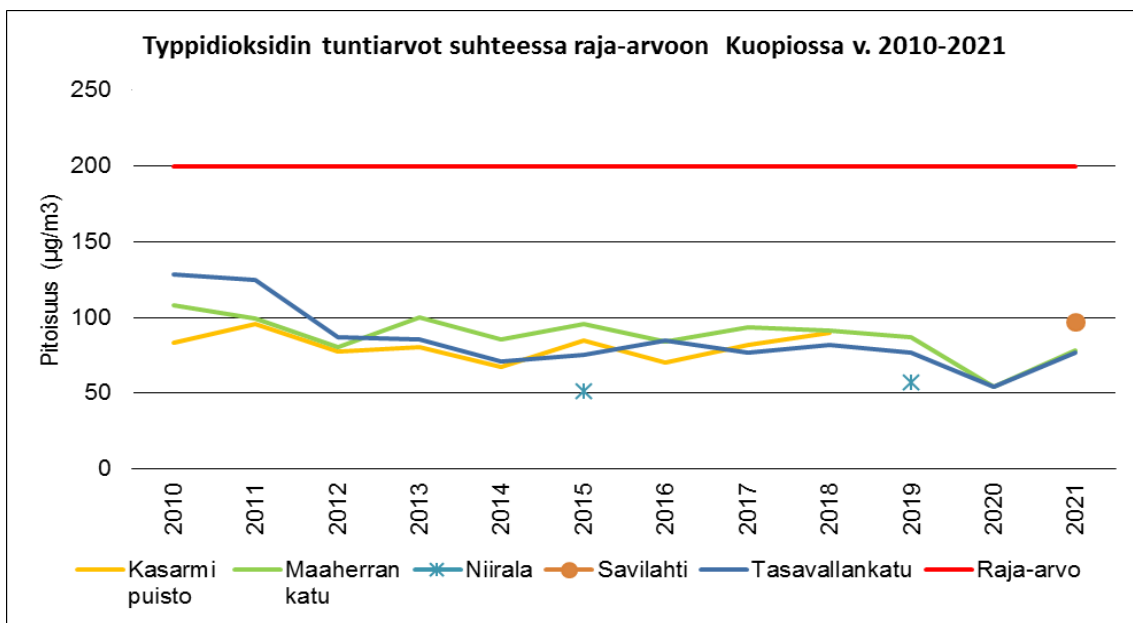
Kuva 79. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopion Savilahdessa vuonna 2021.



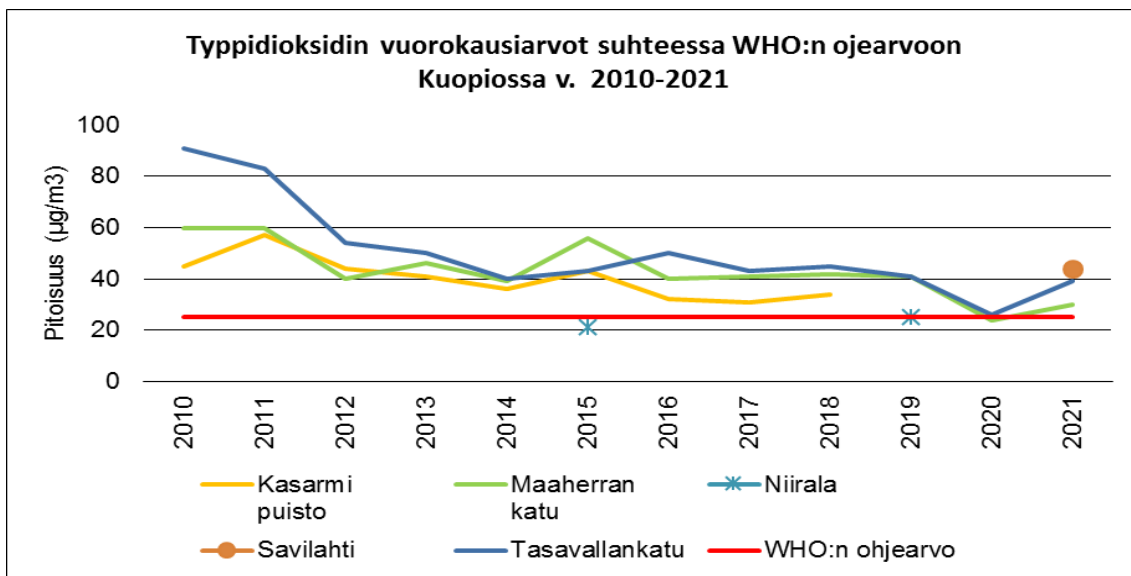
Kuva 80. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopion Tasavallankadulla vuosina 2010-2021.



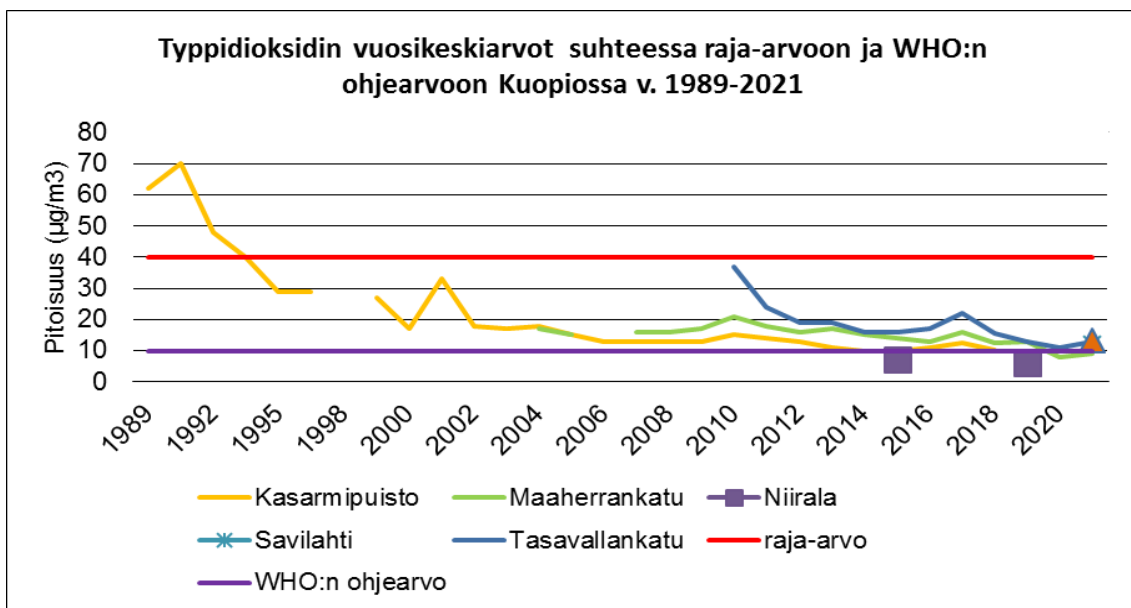
Kuva 81. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden korkein tuntikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjeearvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



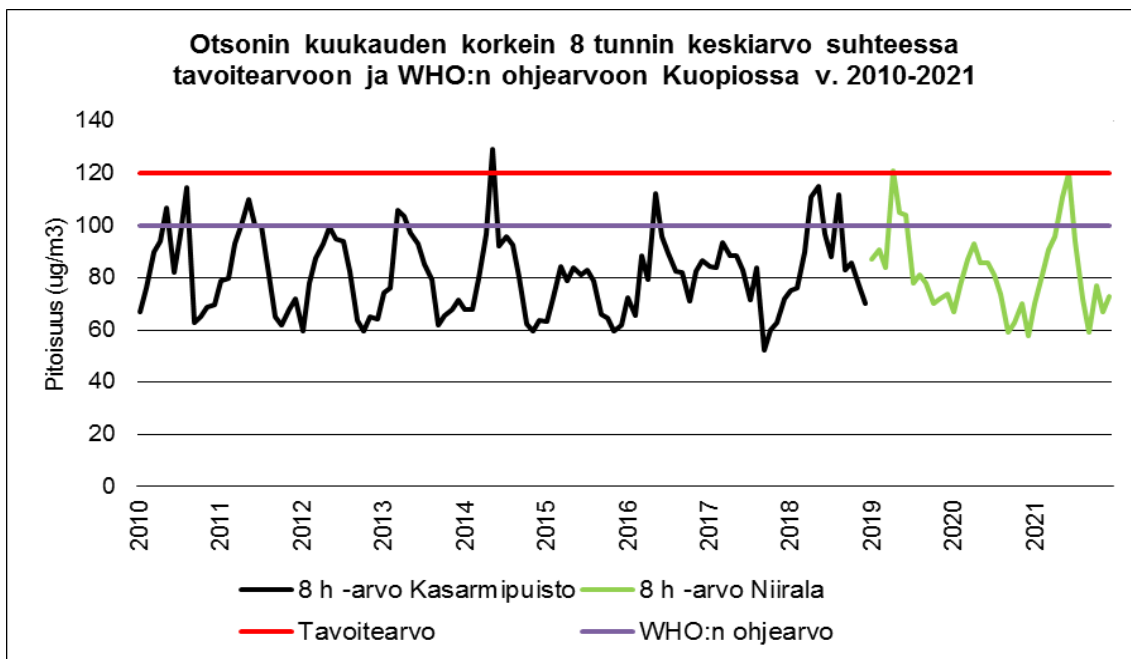
Kuva 82. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



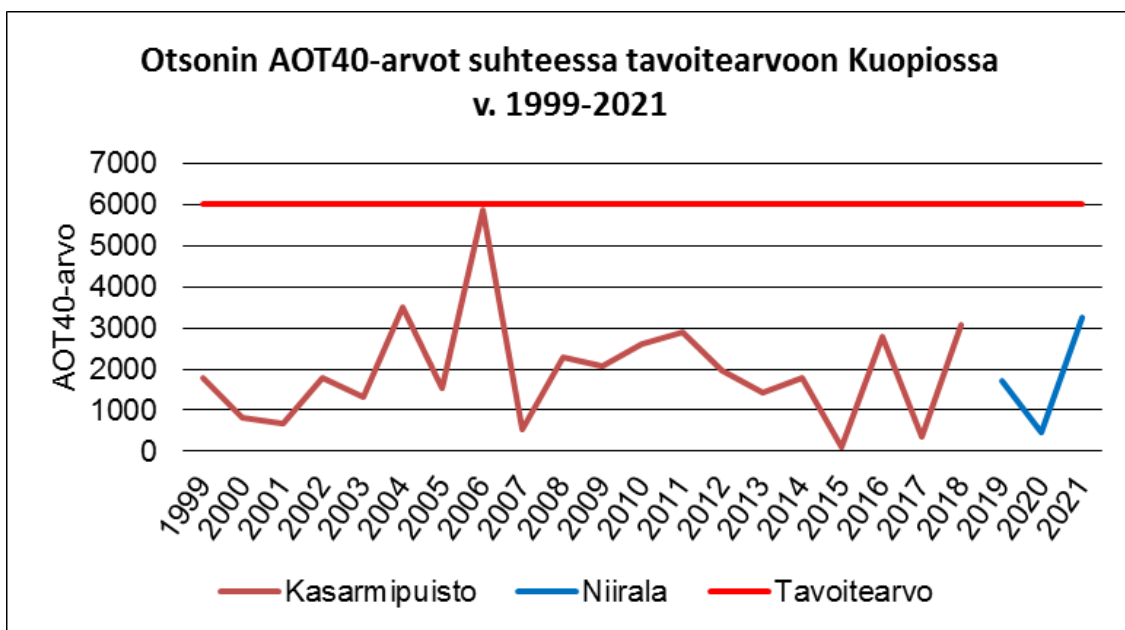
Kuva 83. Typidioksidin vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjarvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



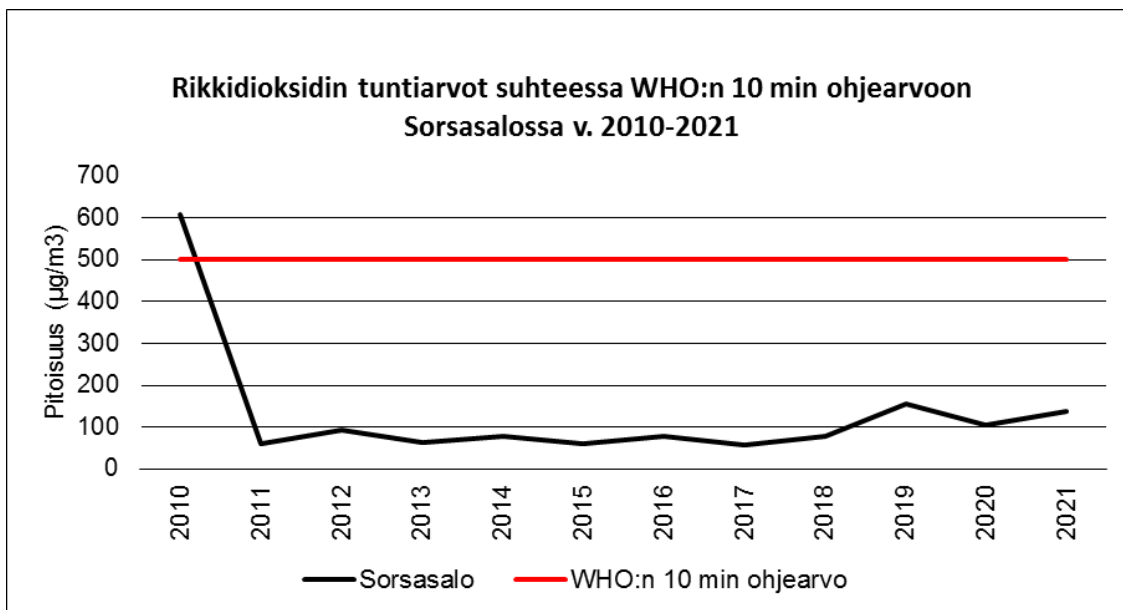
Kuva 84. Typidioksidin vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjarvoon Kuopiossa vuosina 1989-2021.



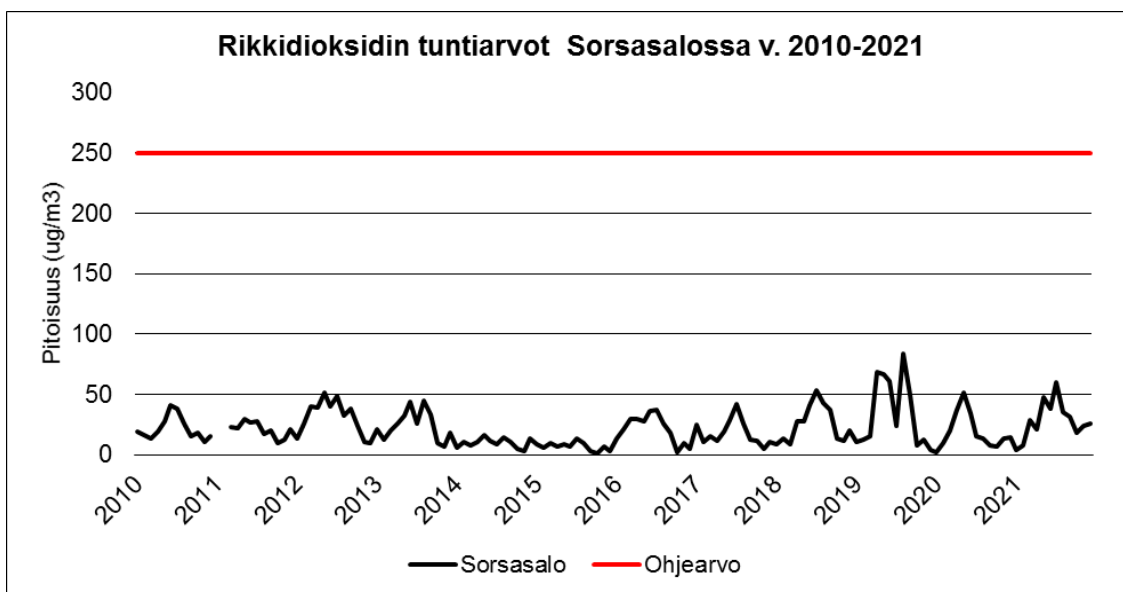
Kuva 85. Otsonin kuukauden korkeimmat 8 tunnin keskiarvot suhteessa tavoite-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2010-2021.



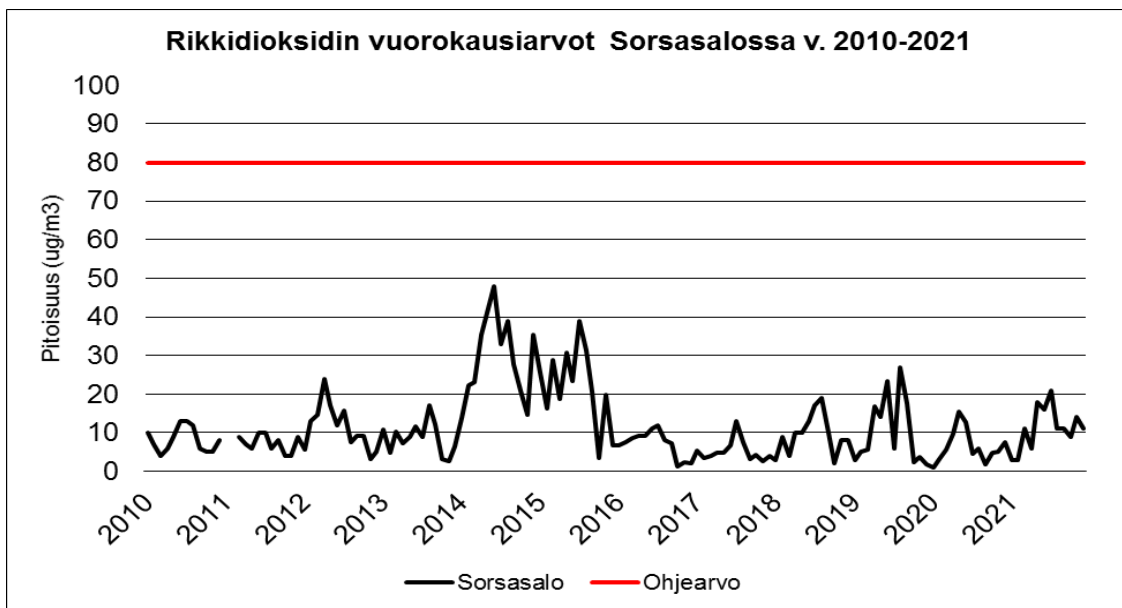
Kuva 86. Otsonin AOT40-arvot suhteessa tavoite-arvoon Kuopiossa vuosina 1999-2021.



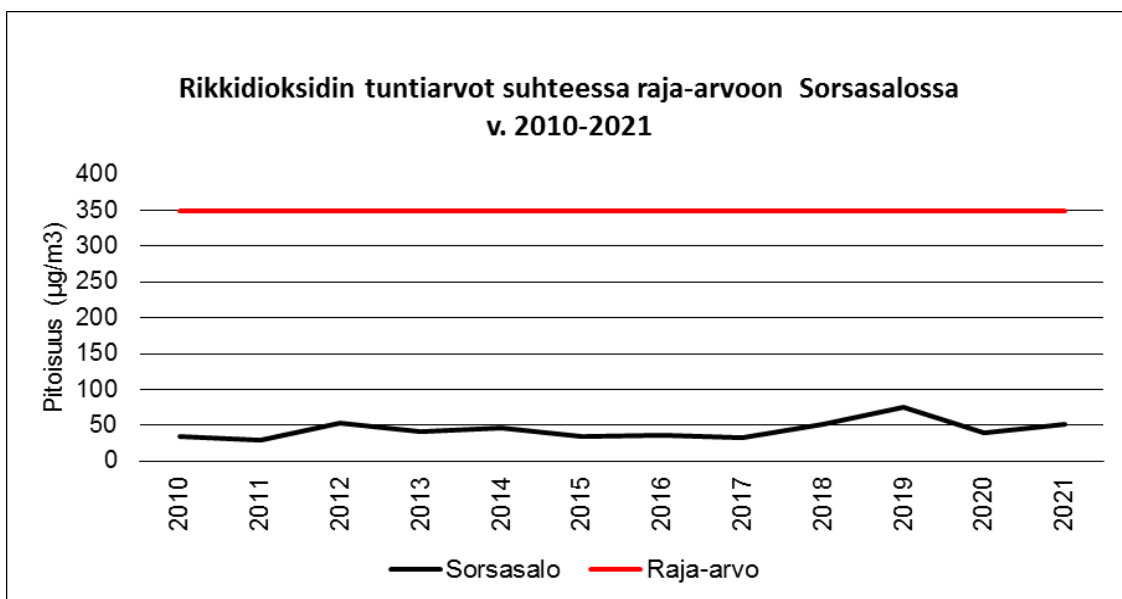
Kuva 87. Rikkidioksidin tunti-arvot (vuoden korkein tuntikeskiarvo) suhteessa WHO:n 10 min ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



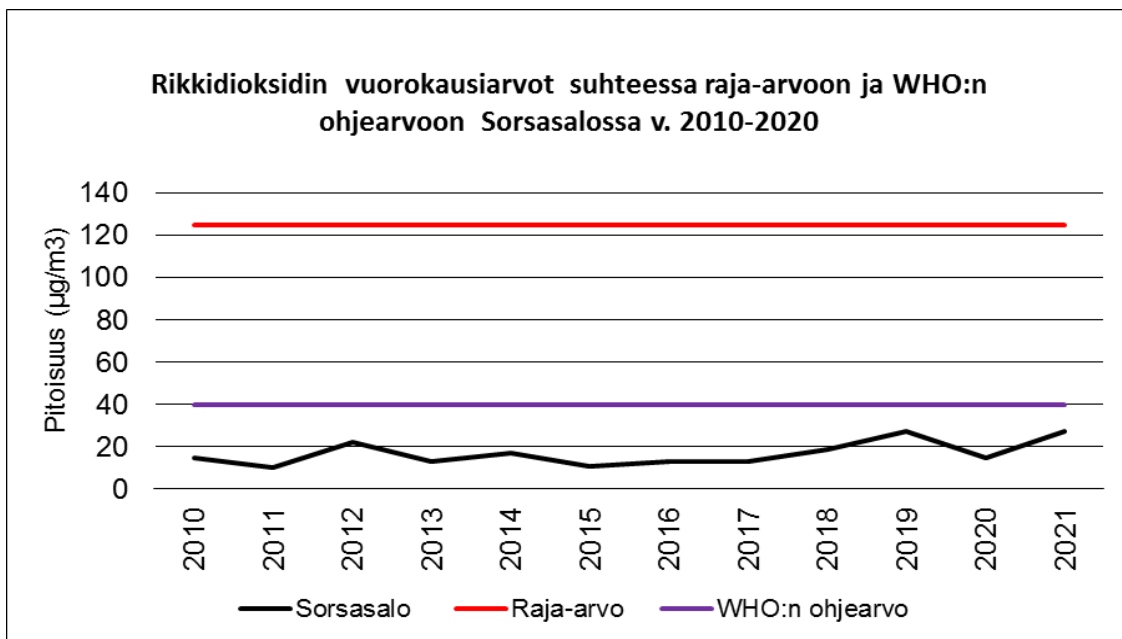
Kuva 88. Rikkidioksidin tunti-arvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



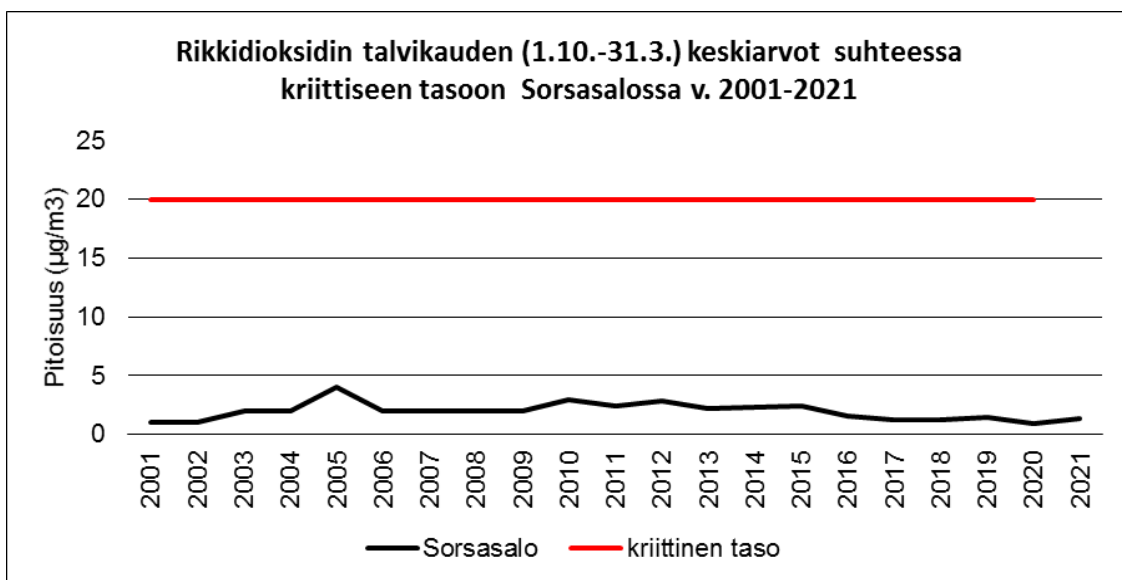
Kuva 89. Rikkidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



Kuva 90. Rikkidioksidin tuntiarvot (vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



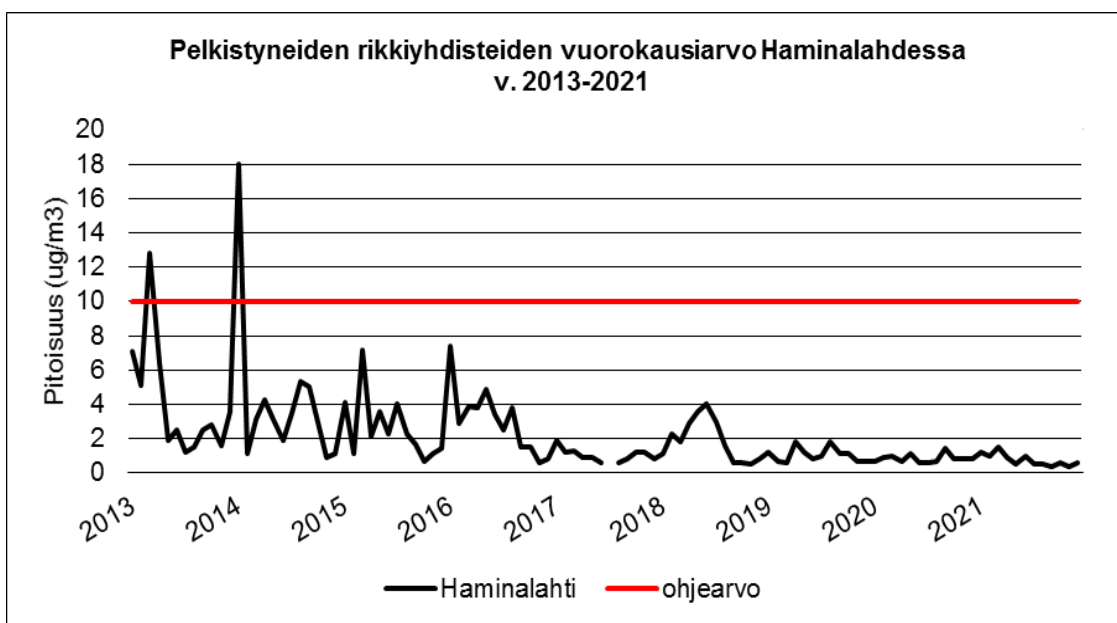
Kuva 91. Rikkidioksidin vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



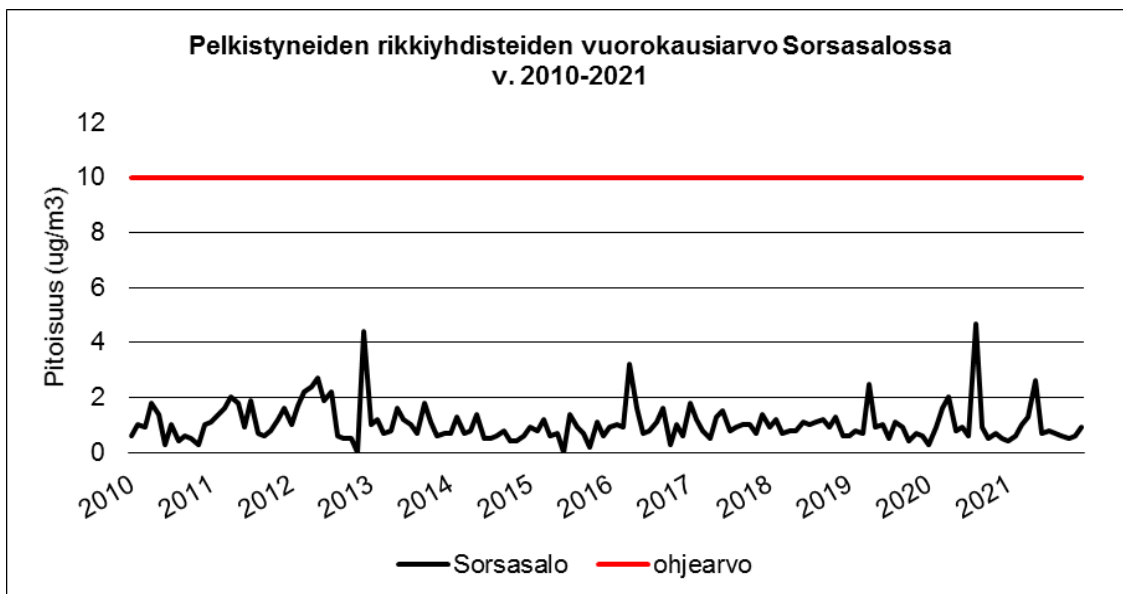
Kuva 92. Rikkidioksidin talvikauden (1.10.-31.3.) keskiarvot suhteessa kriittiseen tasoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2001-2021.



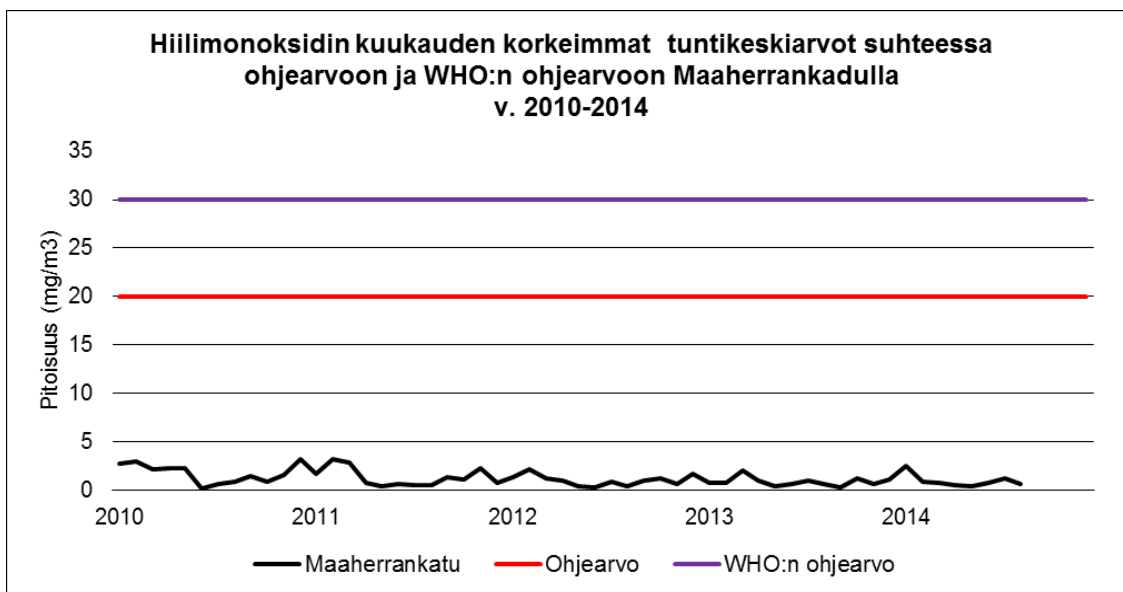
Kuva 93. Rikkidioksidin vuosikeskiarvot suhteessa kriittiseen tasoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 1991-2021.



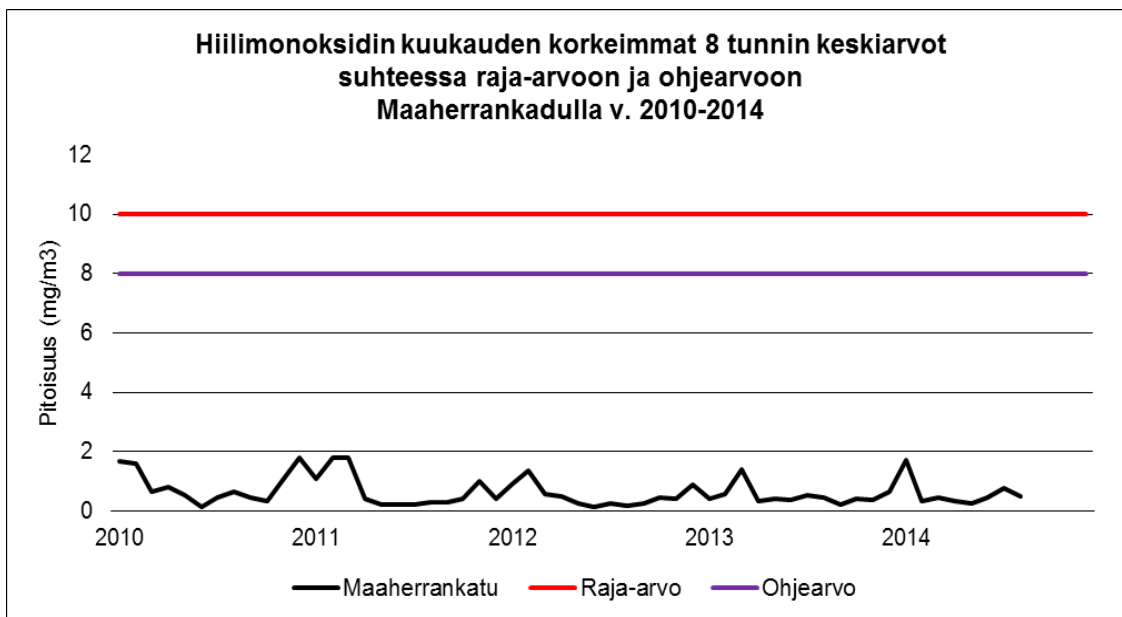
Kuva 94. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Haminalahdessa vuosina 2013-2021



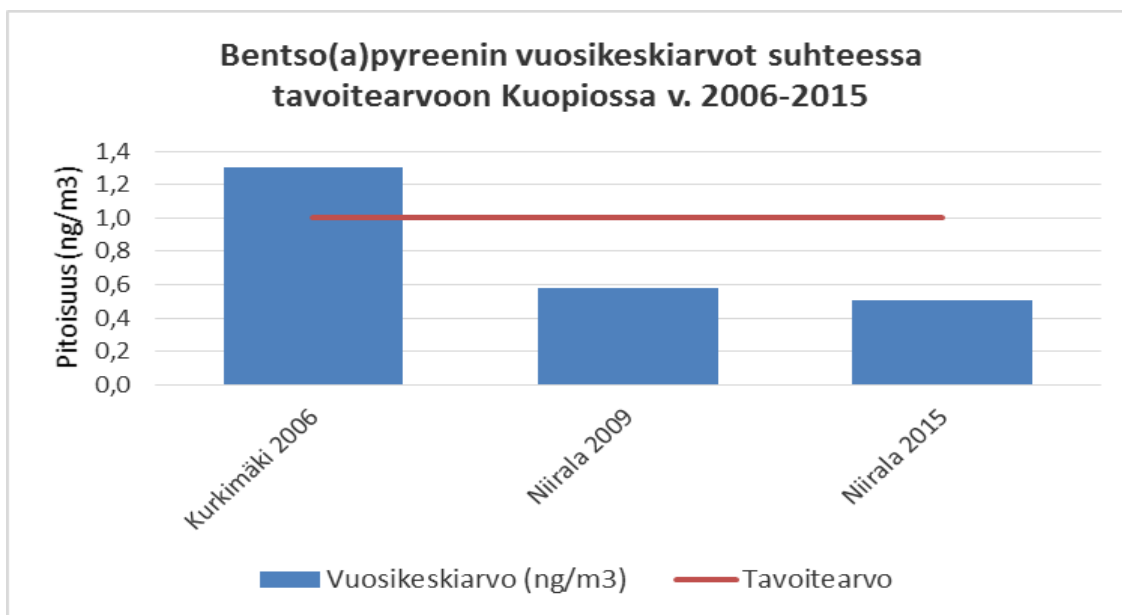
Kuva 95. Pelkistyneiden rikkiyhdisteiden vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Kuopion Sorsasalossa vuosina 2010-2021.



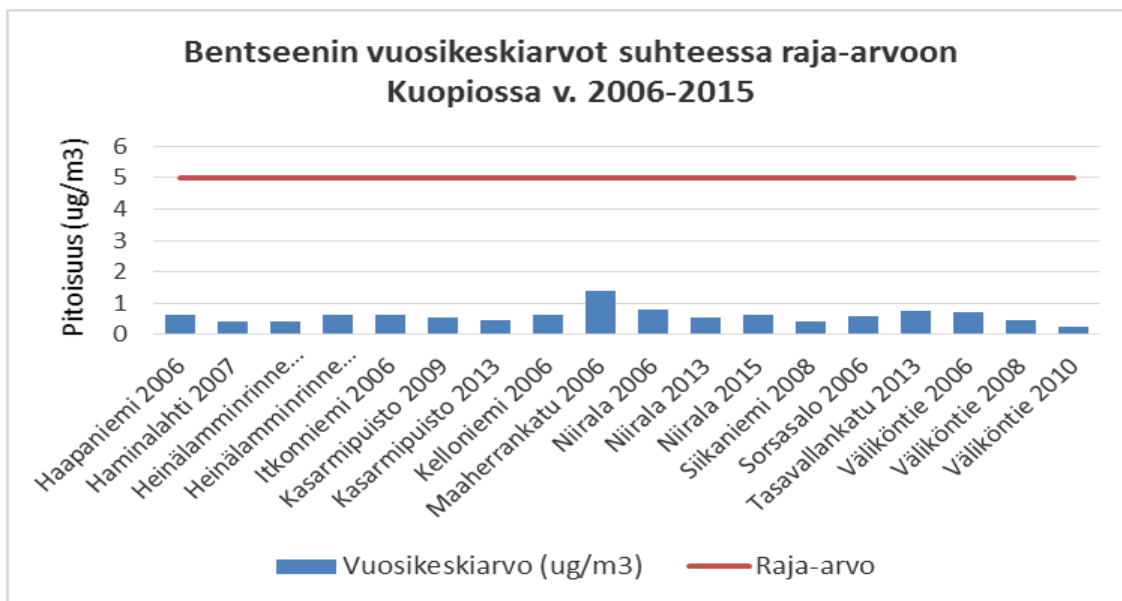
Kuva 96. Hiilimonoksidin kuukauden korkeimmat tuntikeskiarvot suhteessa kansalliseen ohjearvoon ja WHO:n ohjearvoon Kuopion Maaherrankadulla vuosina 2010-2014.



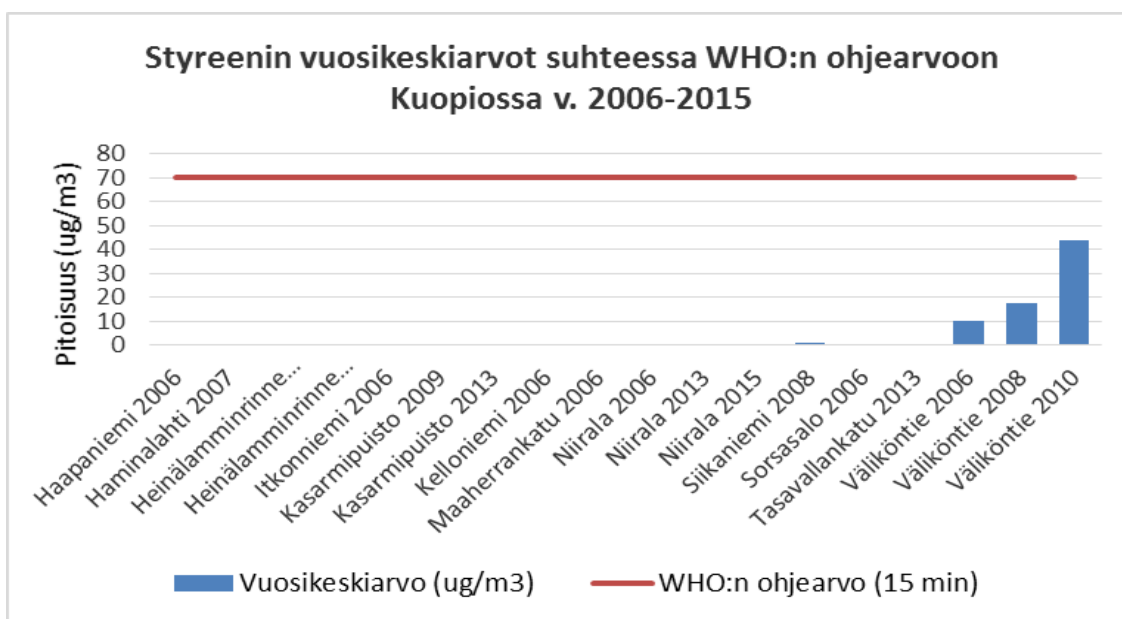
Kuva 97. Hiilimonoksidin kuukauden korkeimmat 8 tunnin tuntikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja kansalliseen ohjearvoon Kuopion Maaherrankadulla vuosina 2010-2014.



Kuva 98. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot suhteessa tavoitearvoon Kuopiossa vuosina 2006, 2009 ja 2015.



Kuva 99. Bentseenin vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon Kuopiossa vuosina 2006-2015.

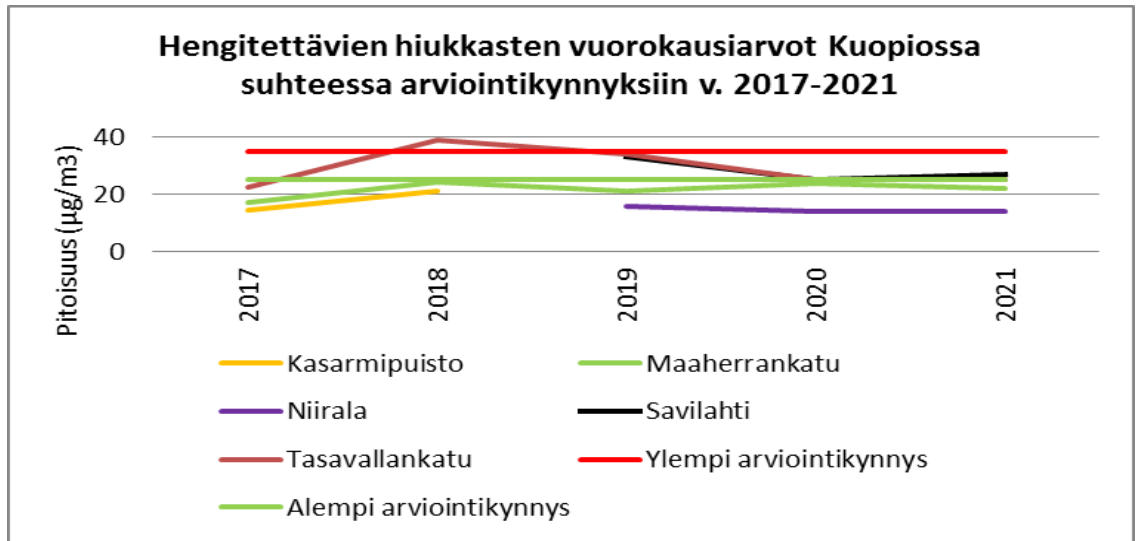


Kuva 100. Styreenin vuosikeskiarvot suhteessa WHO:n ohjearvoon Kuopiossa vuosina 2006-2015

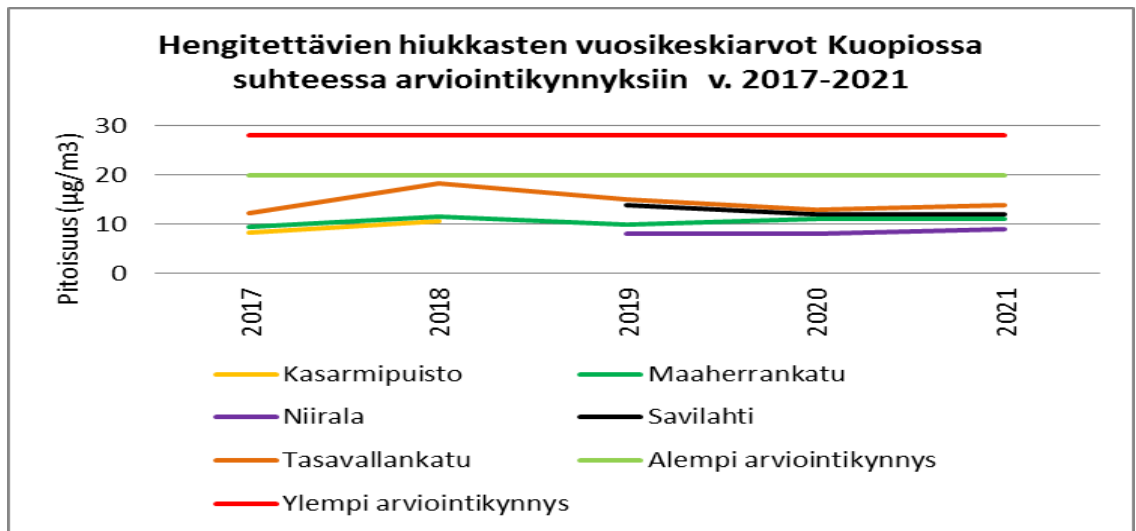


Kuva 101. Mustahiilen vuosikeskiarvot suhteessa WHO:n esittämään havaittavia terveysvaikutuksia koskevaan tasoon Kuopiossa vuosina 2006-2020.

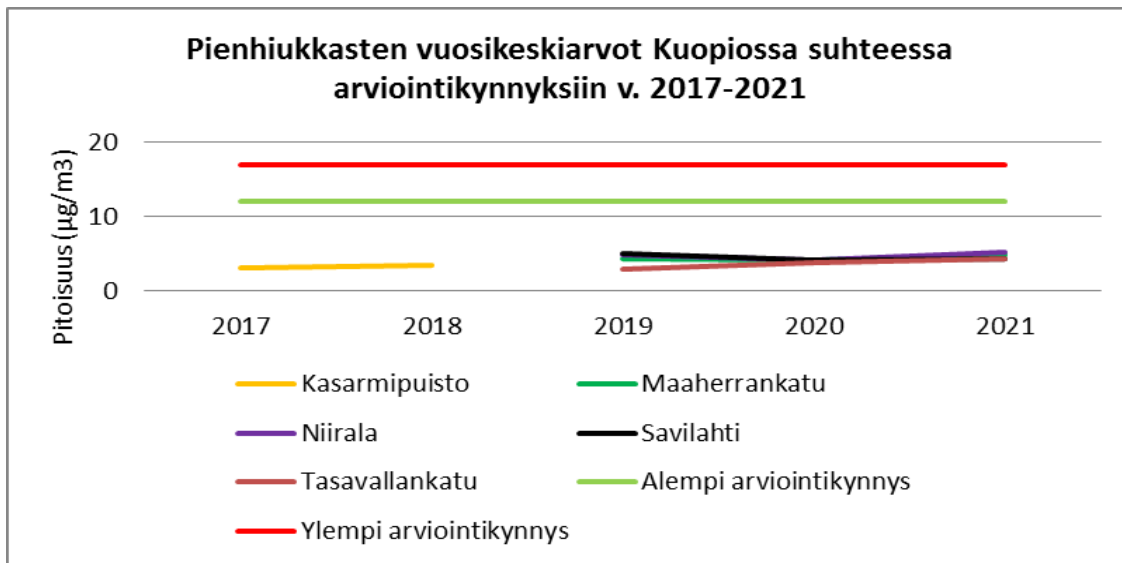
LIITE 5 KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN



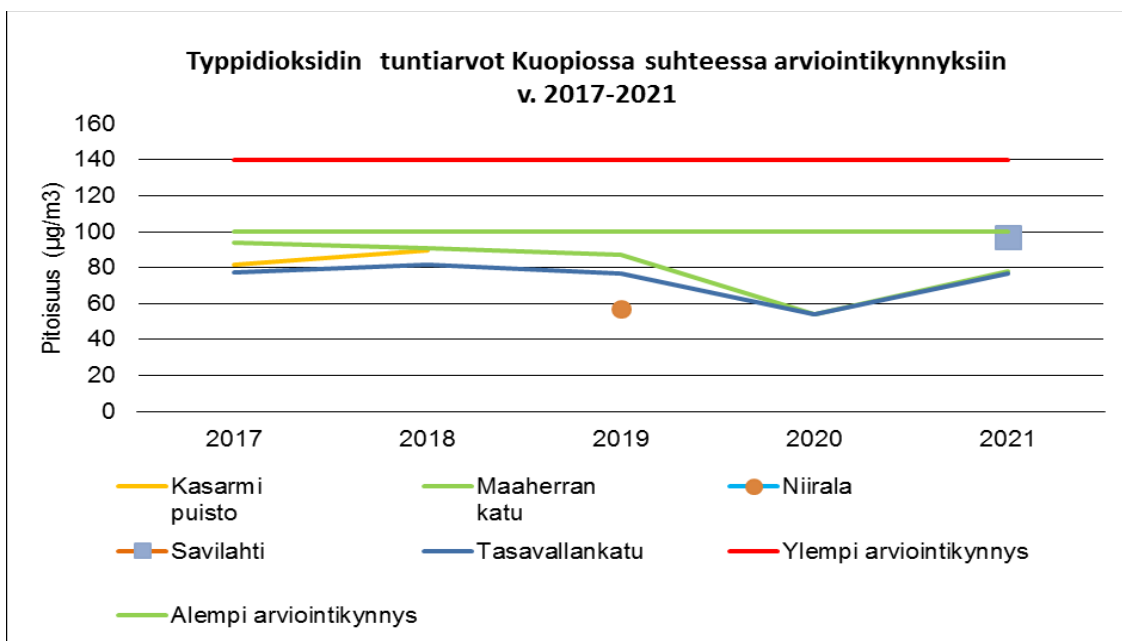
Kuva 102. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



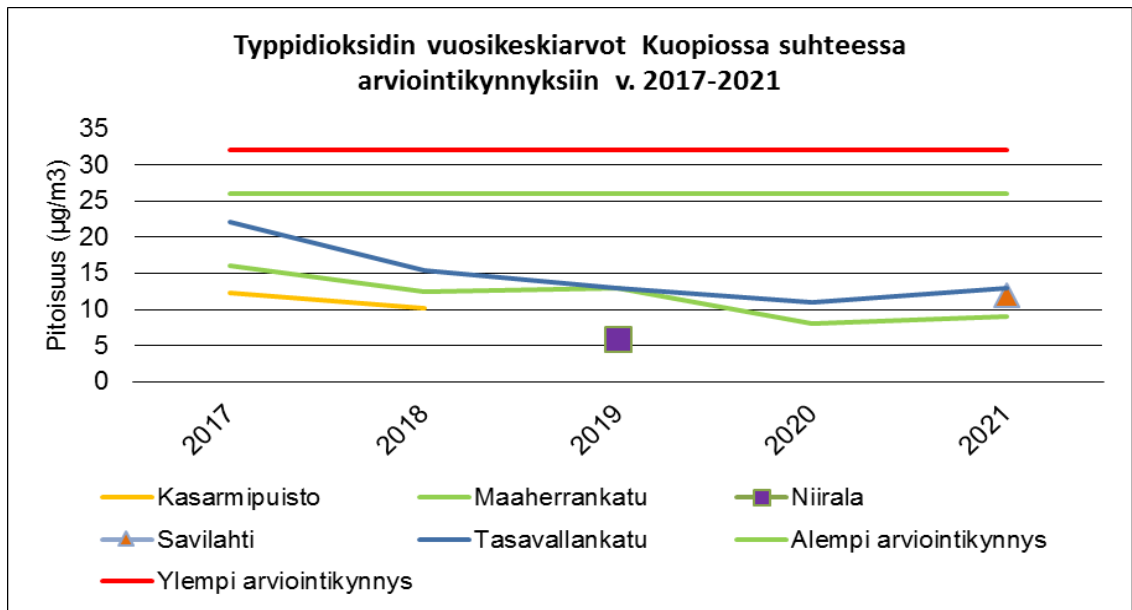
Kuva 103. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



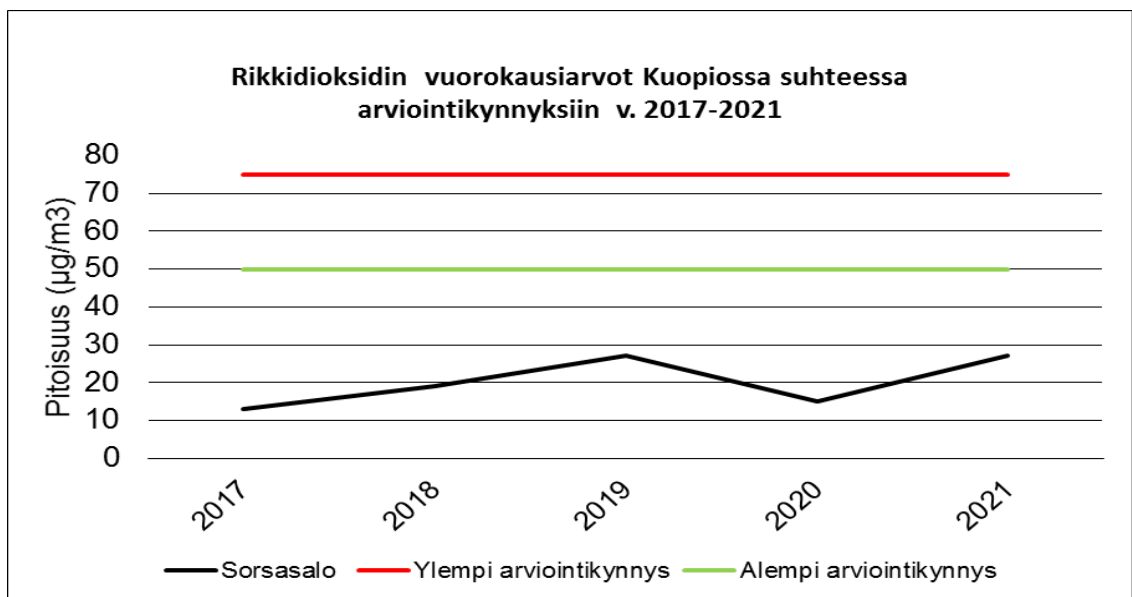
Kuva 104. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



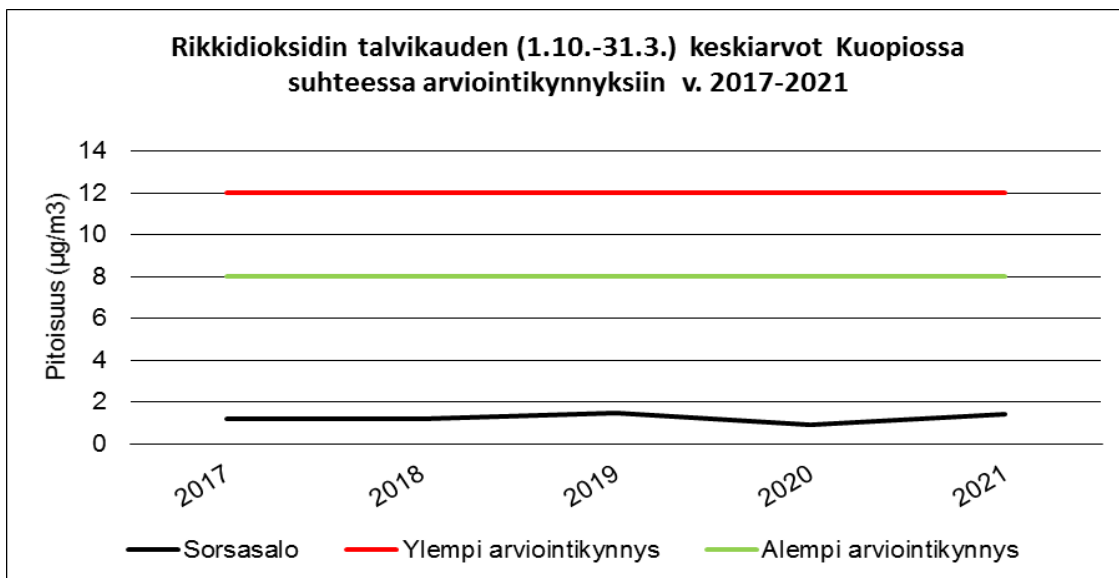
Kuva 105. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



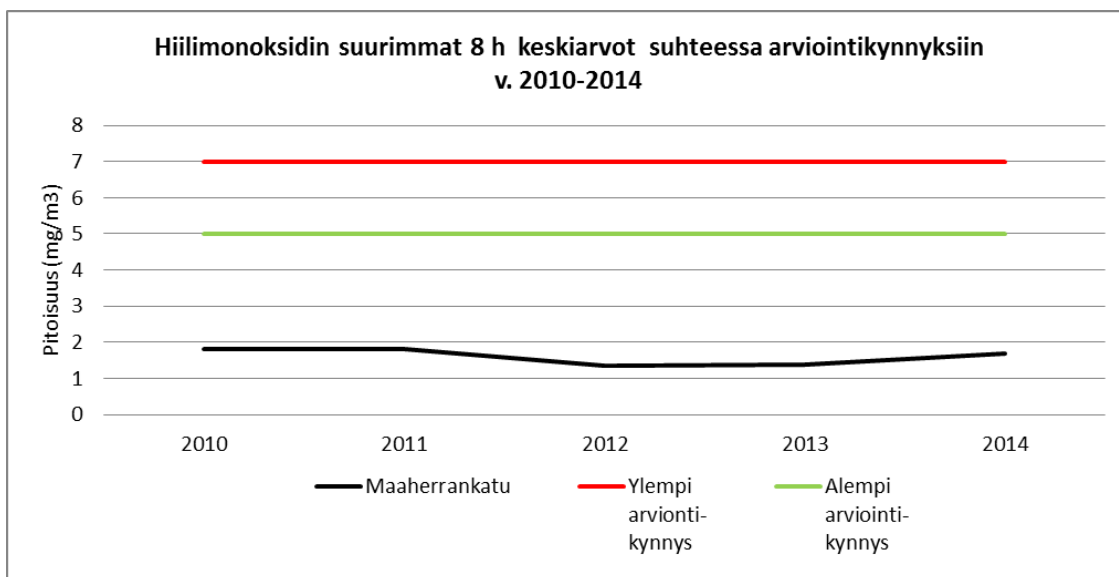
Kuva 106. Typpidioksidin vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



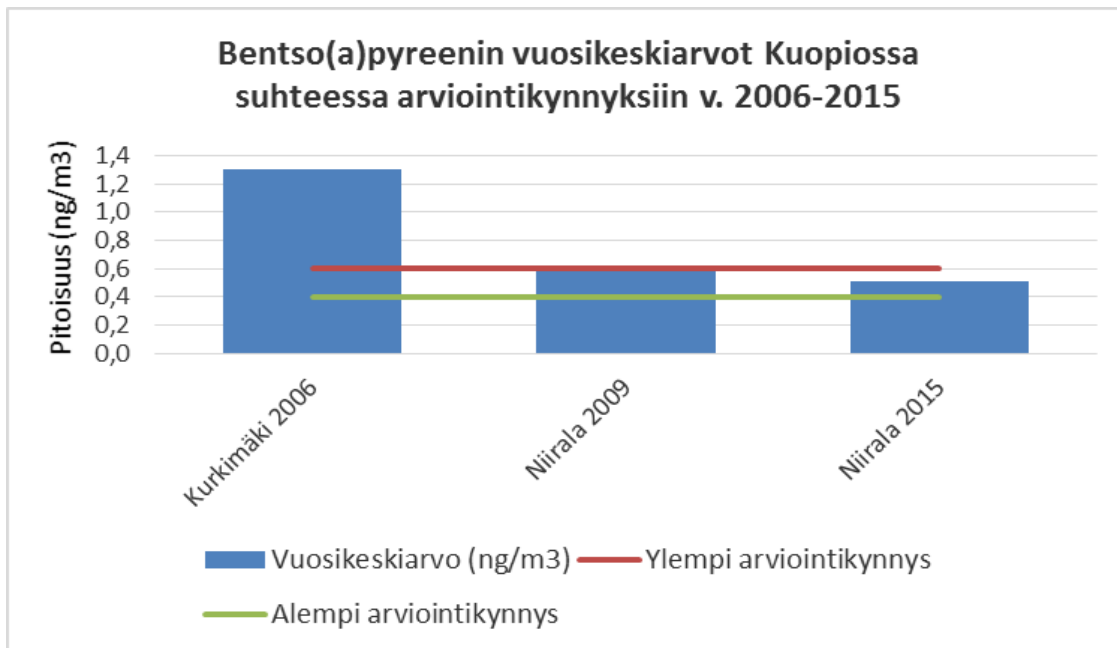
Kuva 107. Rikkidioksidin vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



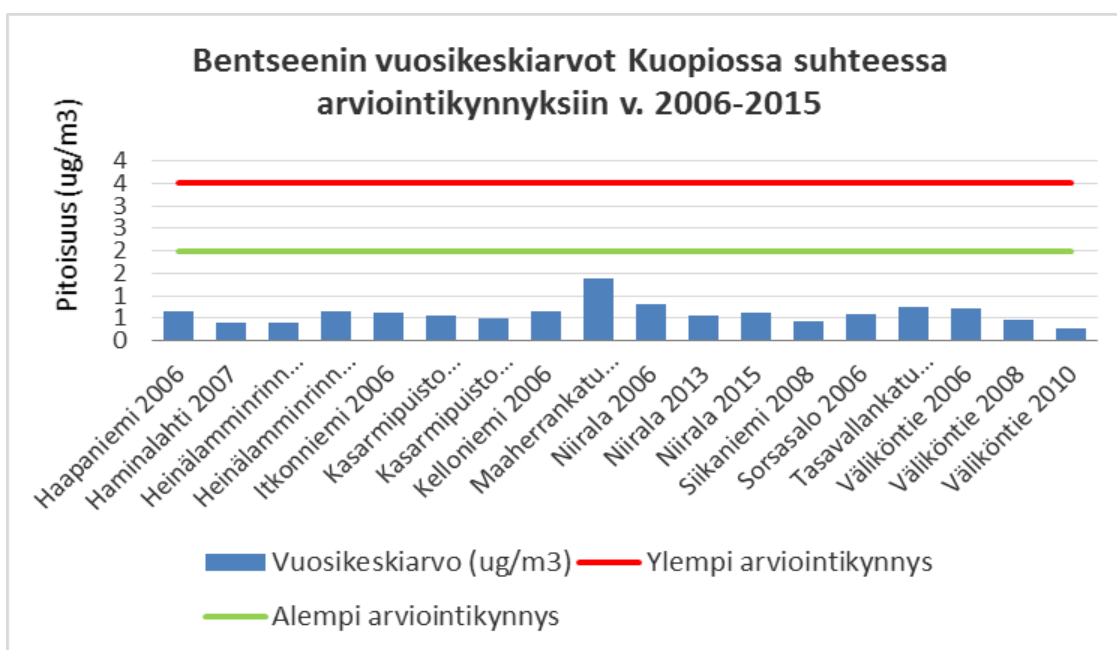
Kuva 108. Rikkidioksidin talvikauden (1.10.-31.3.) keskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



Kuva 109. Hiilimonoksidin suurimmat 8 tunnin keskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2010-2014.

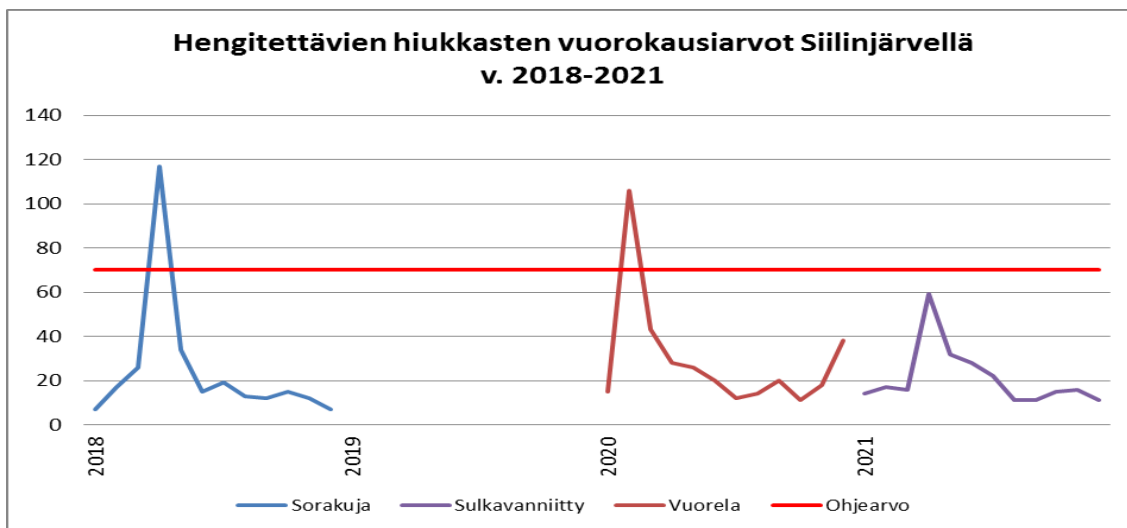


Kuva 110. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2006-2015.

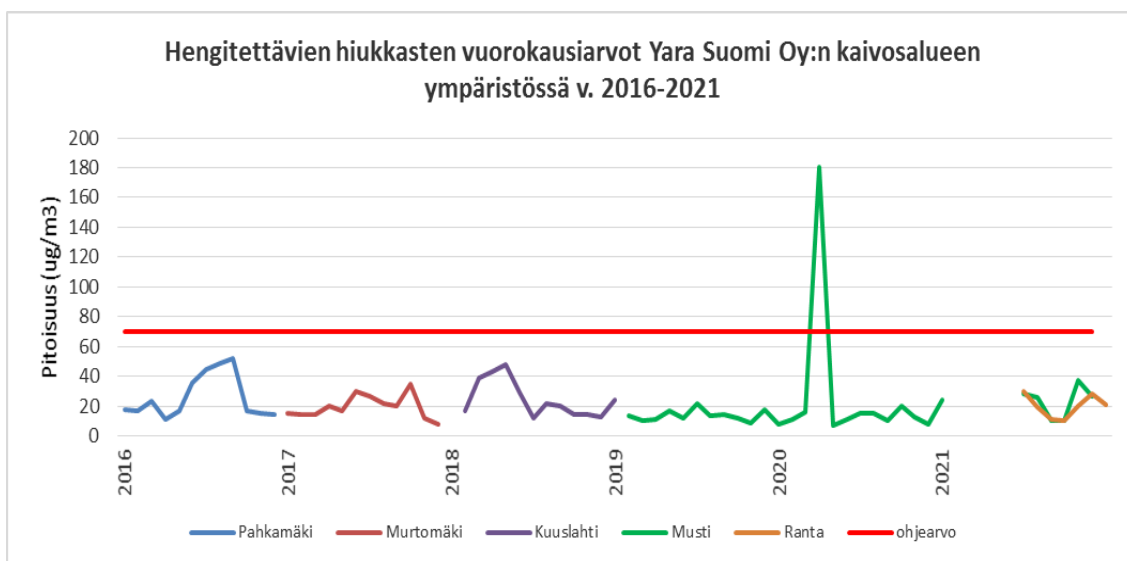


Kuva 111. Bentseenin vuosikeskiarvot Kuopiossa suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2006-2015.

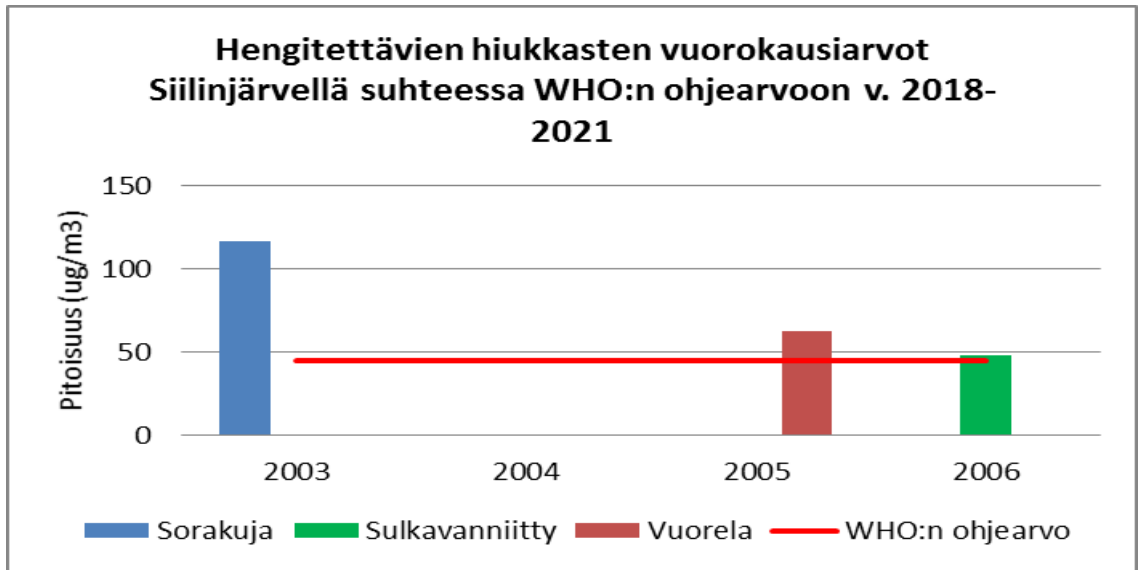
LIITE 6 SIILINJÄRVEN ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA OHJE-, RAJA- JA TAVOITEARVOIHIN



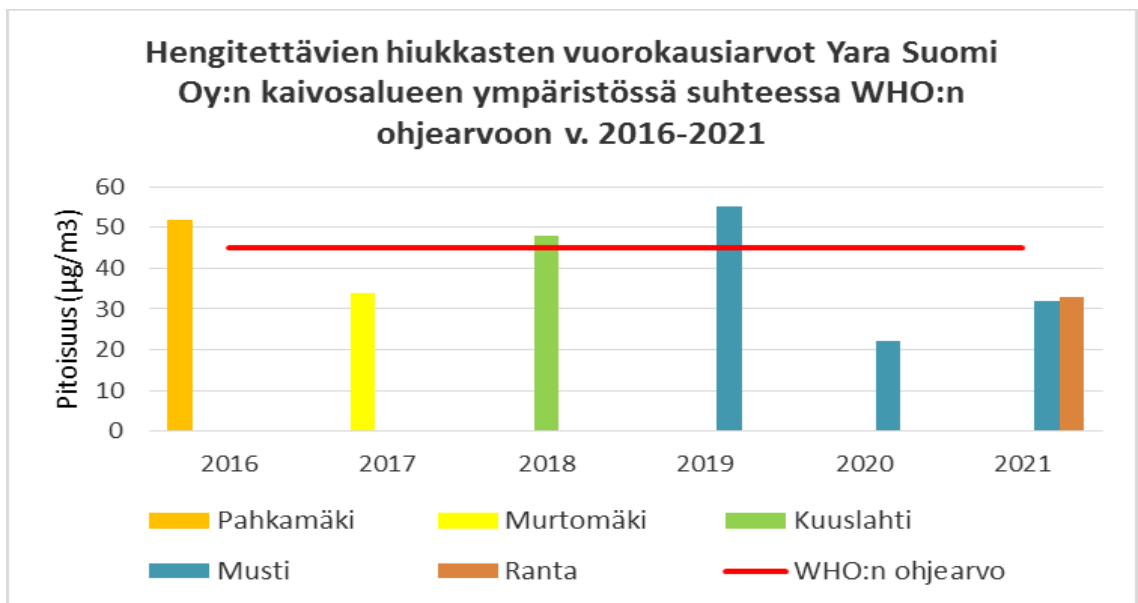
Kuva 112. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



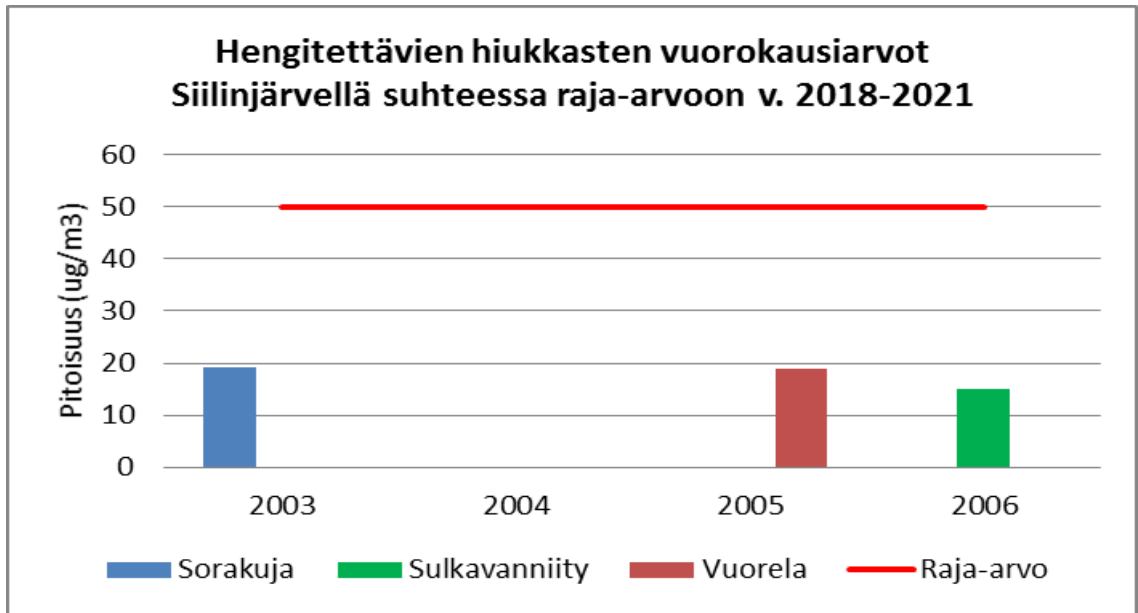
Kuva 113. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa kansalliseen ohjearvoon Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä vuosina 2016-2021.



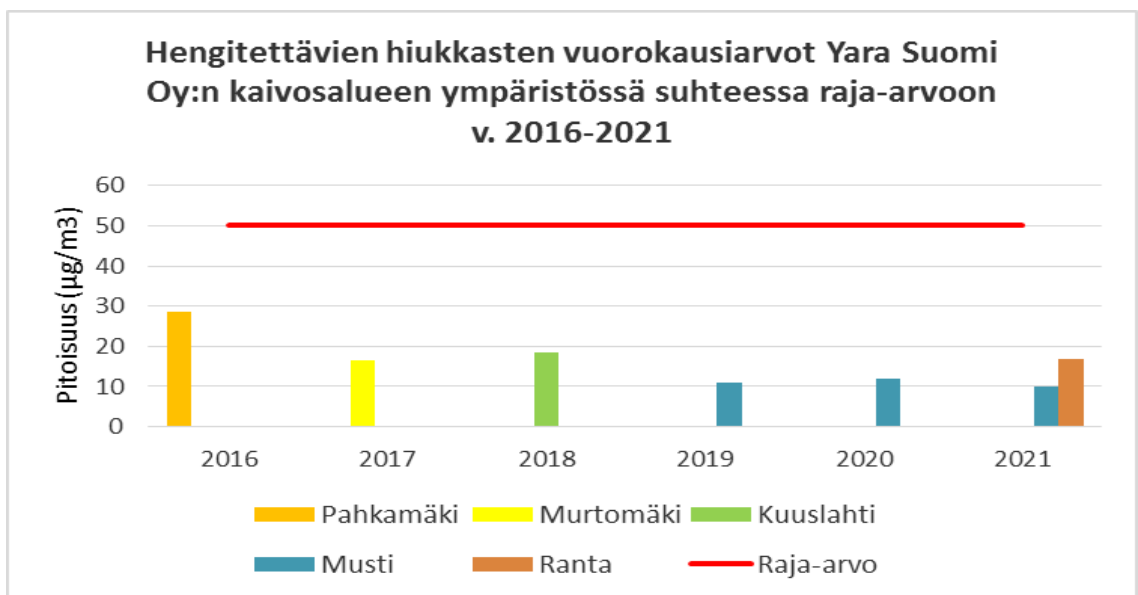
Kuva 114. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



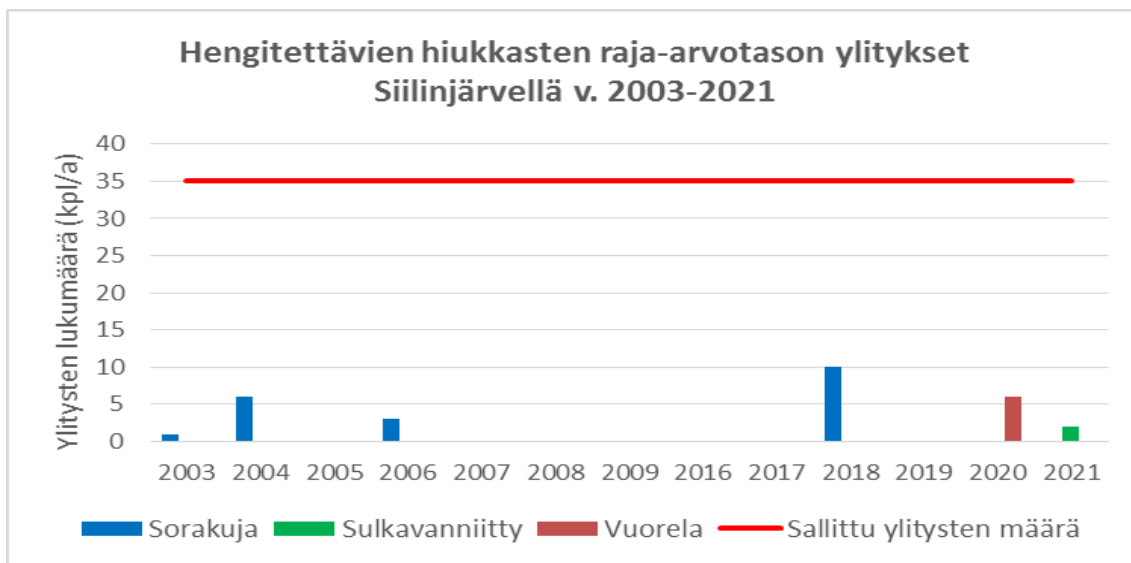
Kuva 115. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä vuosina 2016-2021.



Kuva 116. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



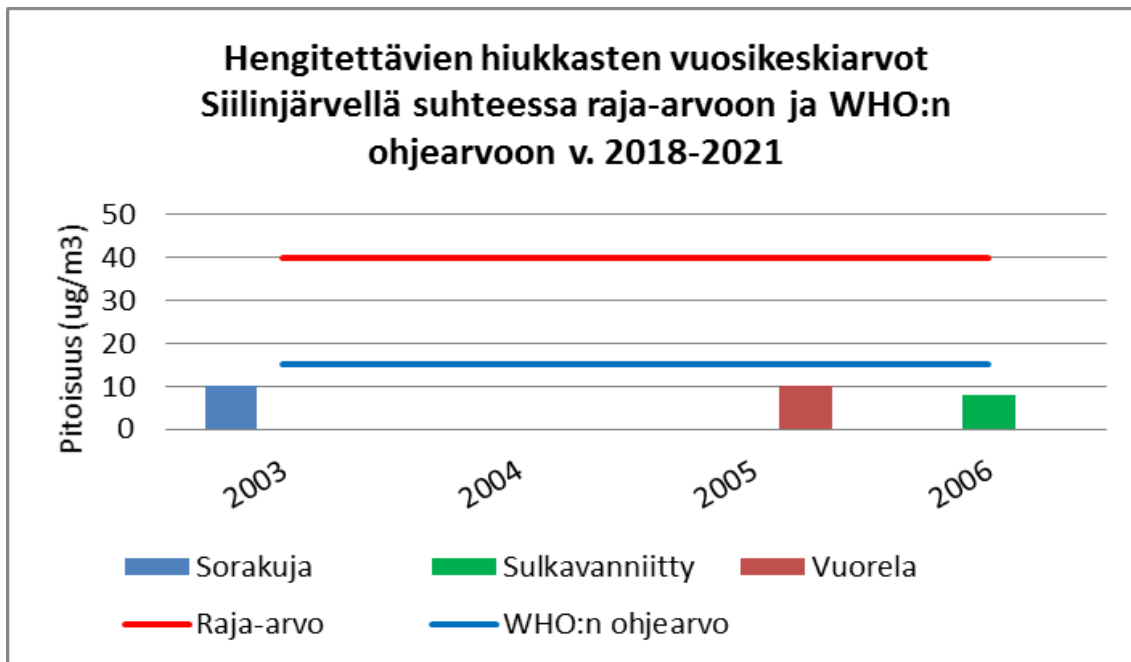
Kuva 117. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä vuosina 2016-2021.



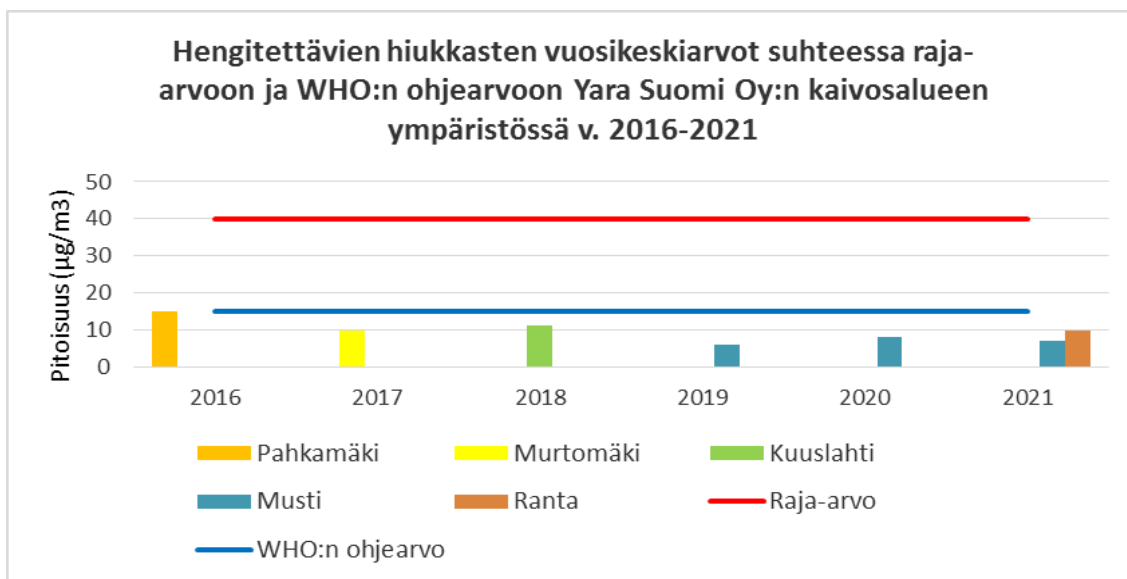
Kuva 118. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksien lukumäärä Siilinjärvellä vuosina 2003-2021.



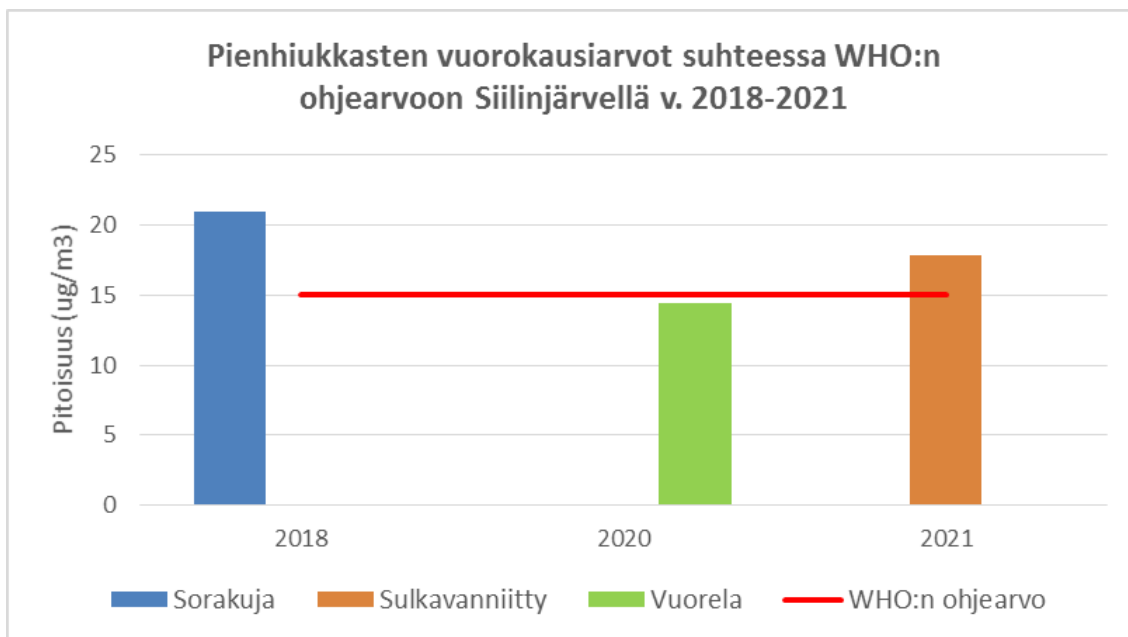
Kuva 119. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylityksien lukumäärä Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä vuosina 2016-2021.



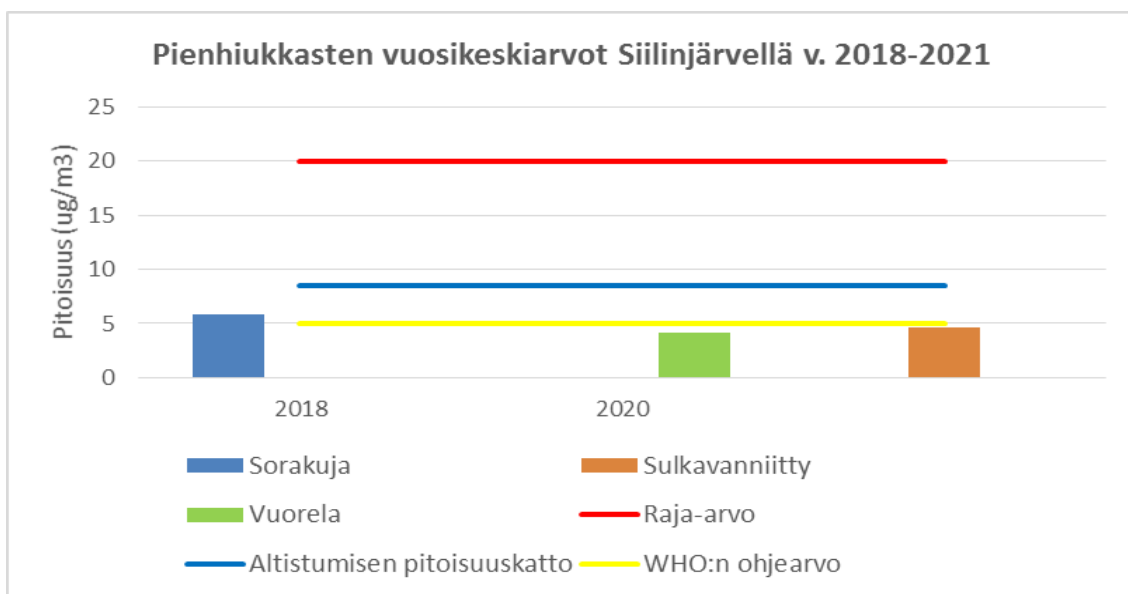
Kuva 120. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



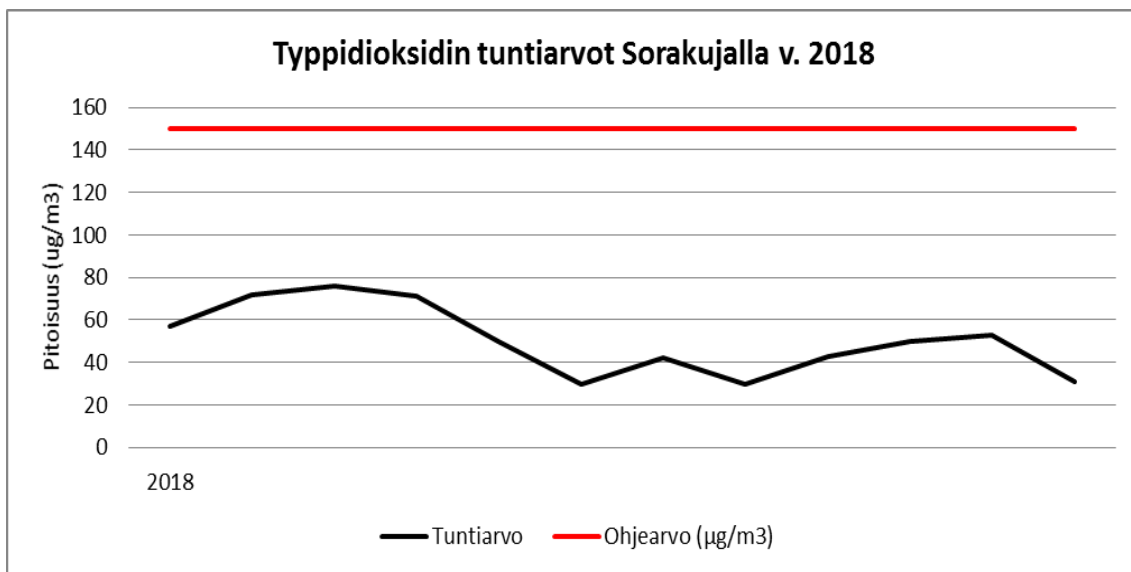
Kuva 121. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä vuosina 2016-2021.



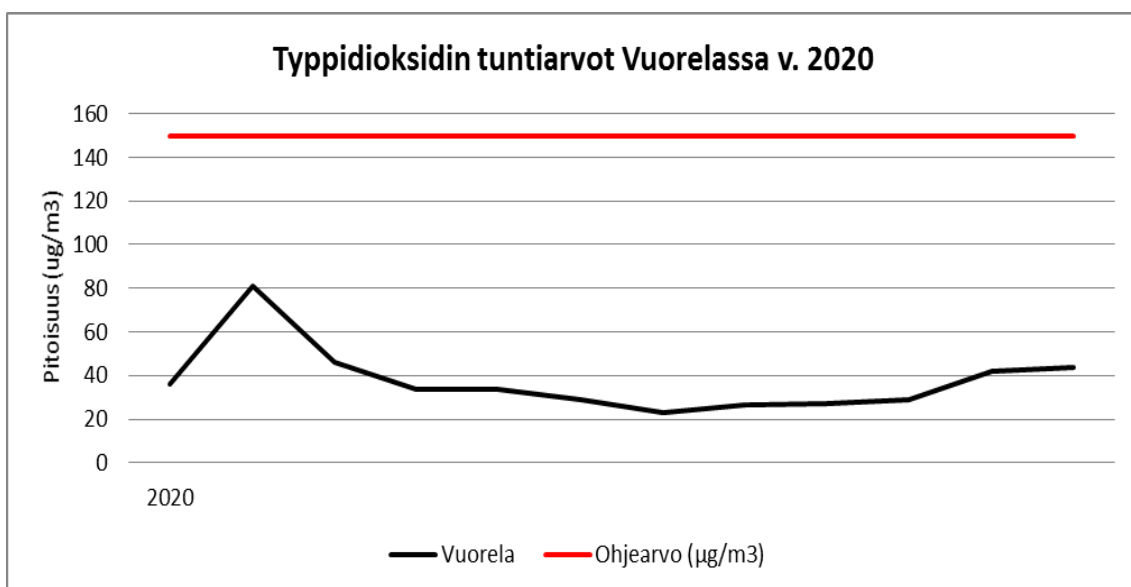
Kuva 122. Pienhiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



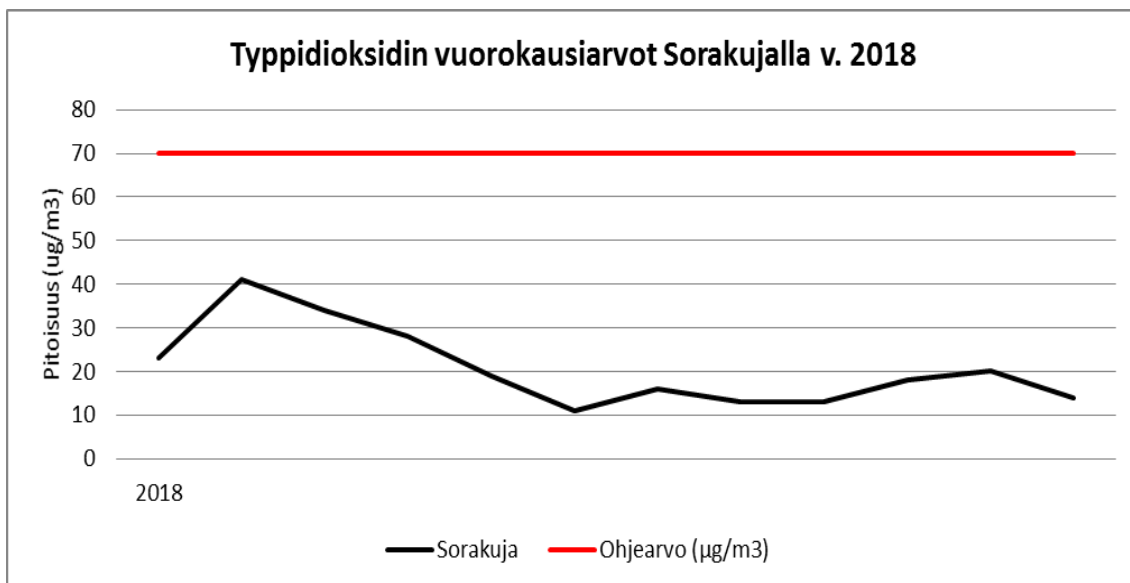
Kuva 123. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon, kansalliseen altistumisen pitoisuuskattoon ja WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018-2021.



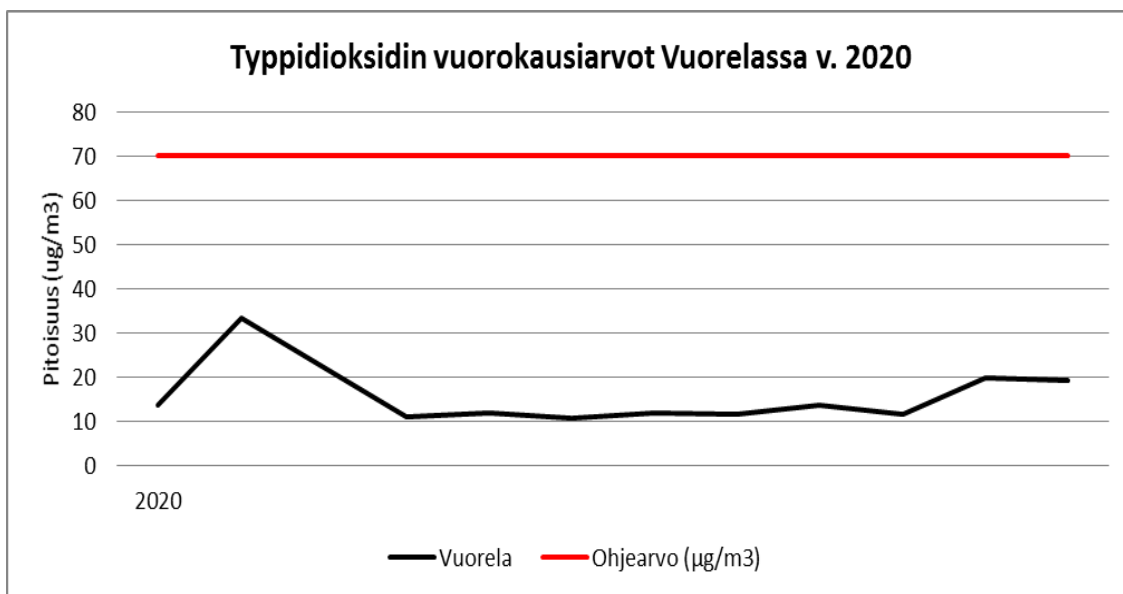
Kuva 124. Typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Siilinjärven Sorakujalla vuonna 2018.



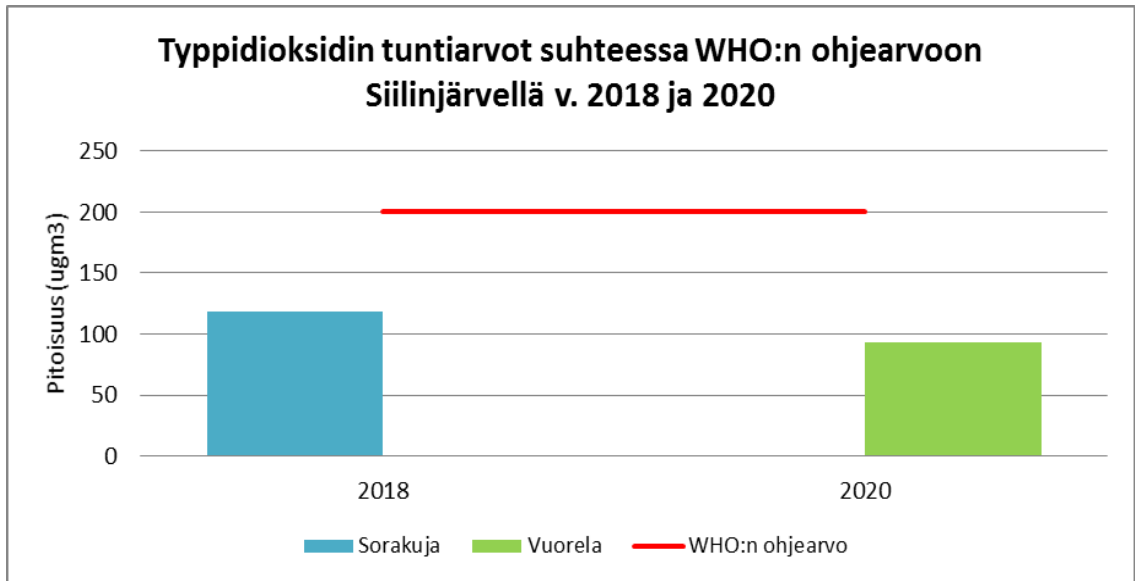
Kuva 125. Typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99 %:n pitoisuustaso) Siilinjärven Vuorelassa vuonna 2020.



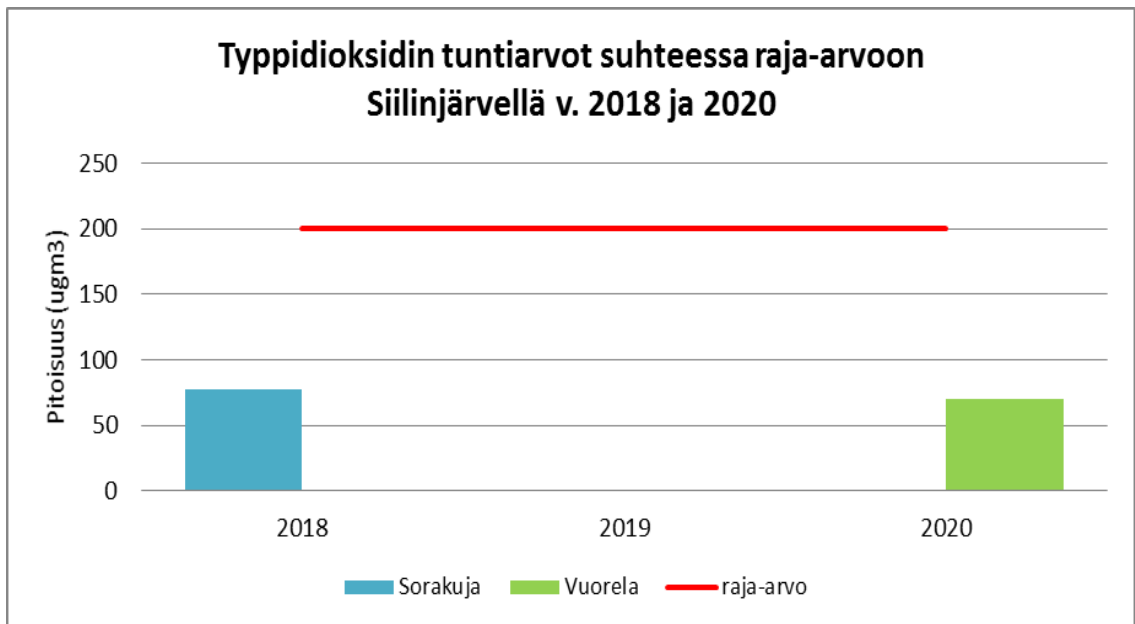
Kuva 126. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Siilinjärven Sorakujalla vuonna 2018.



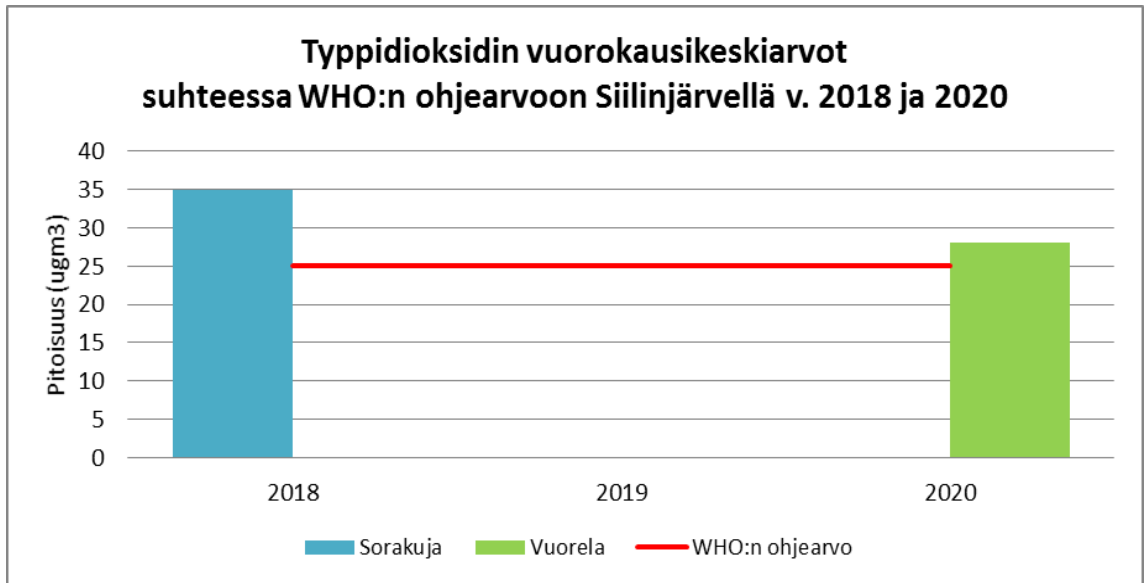
Kuva 127. Typpidioksidin vuorokausiarvot (kuukauden toiseksi korkein vuorokausikeskiarvo) Siilinjärven Vuorelassa vuonna 2020.



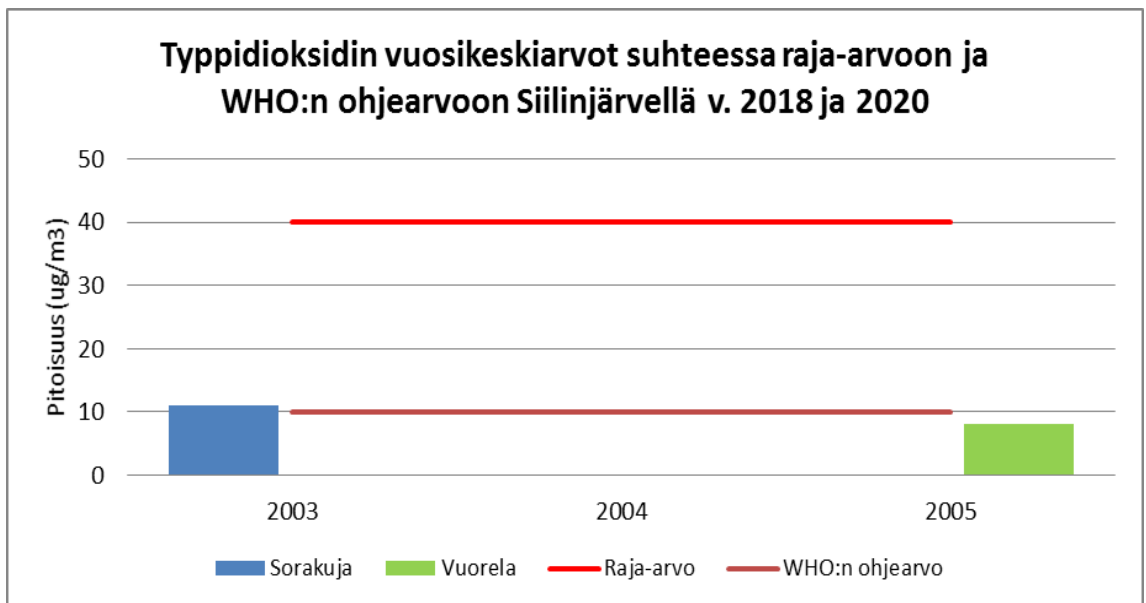
Kuva 128. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden korkein tuntikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018 ja 2020.



Kuva 129. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) suhteessa raja-arvoon Siilinjärvellä vuosina 2018 ja 2020.



Kuva 130. Typpidioksidin vuorokausiarvot (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) suhteessa WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018 ja 2020.

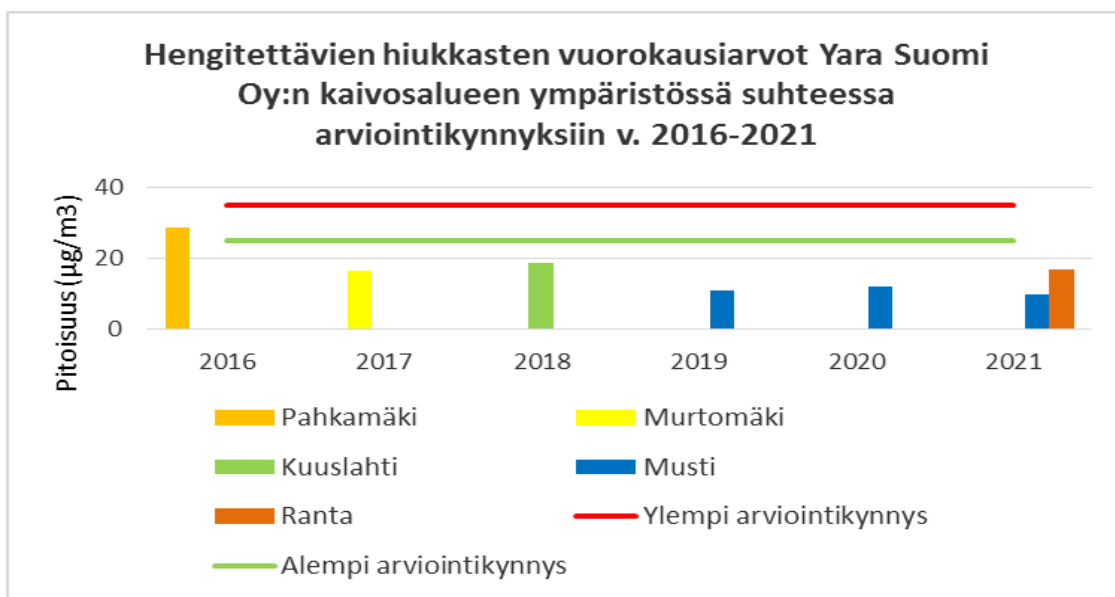


Kuva 131. Typpidioksidin vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon Siilinjärvellä vuosina 2018 ja 2020.

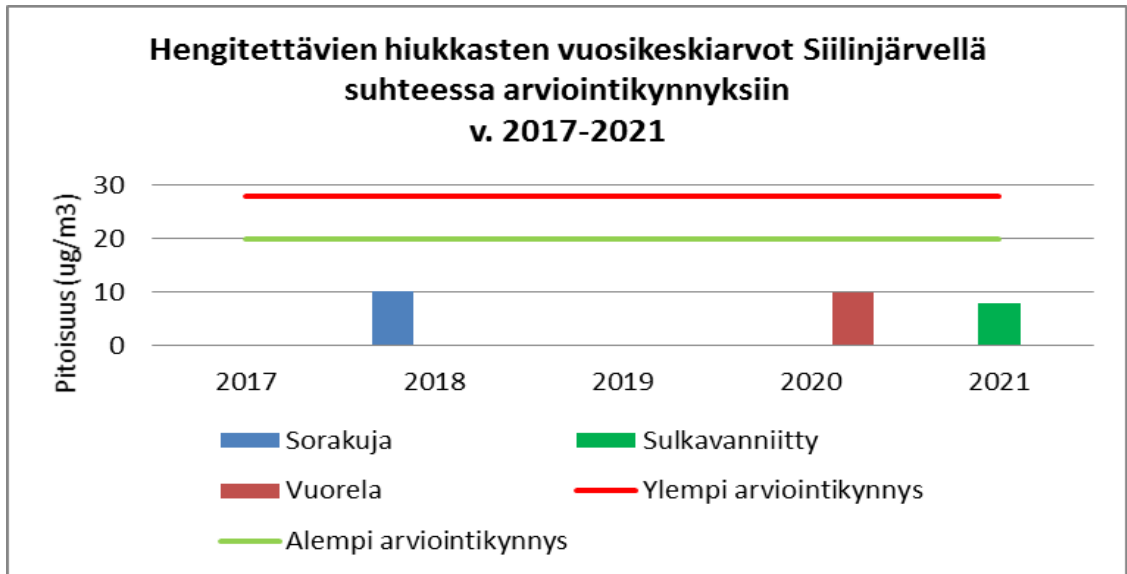
LIITE 7 SIILINJÄRVEN KUOPION ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET SUHTEESSA ARVIOINTIKYNNYKSIIN



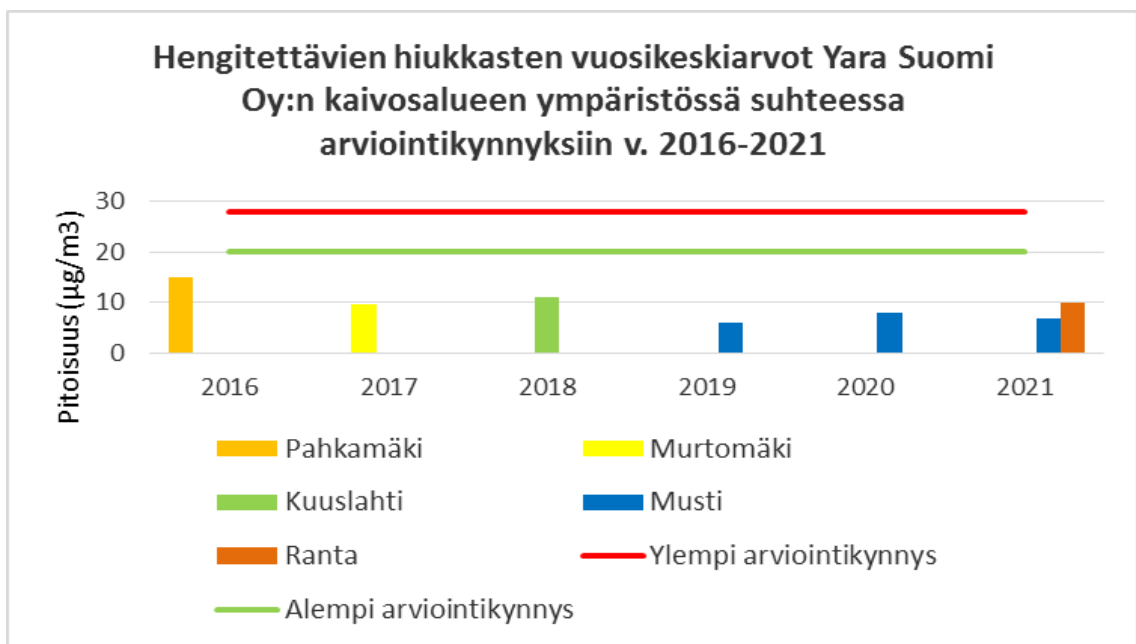
Kuva 132. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



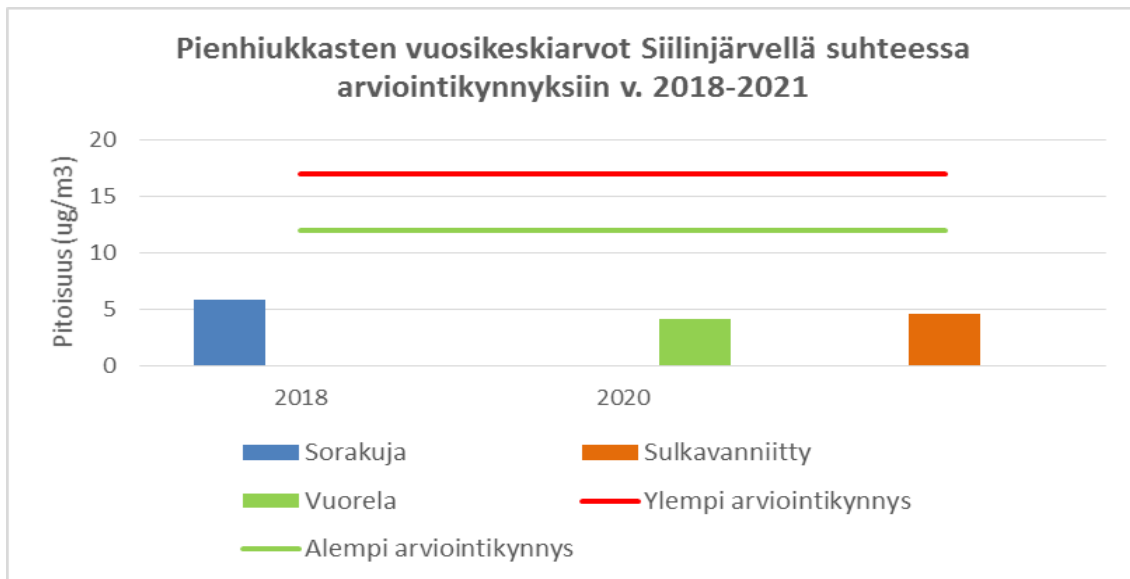
Kuva 133. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2016-2021



Kuva 134. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2017-2021.



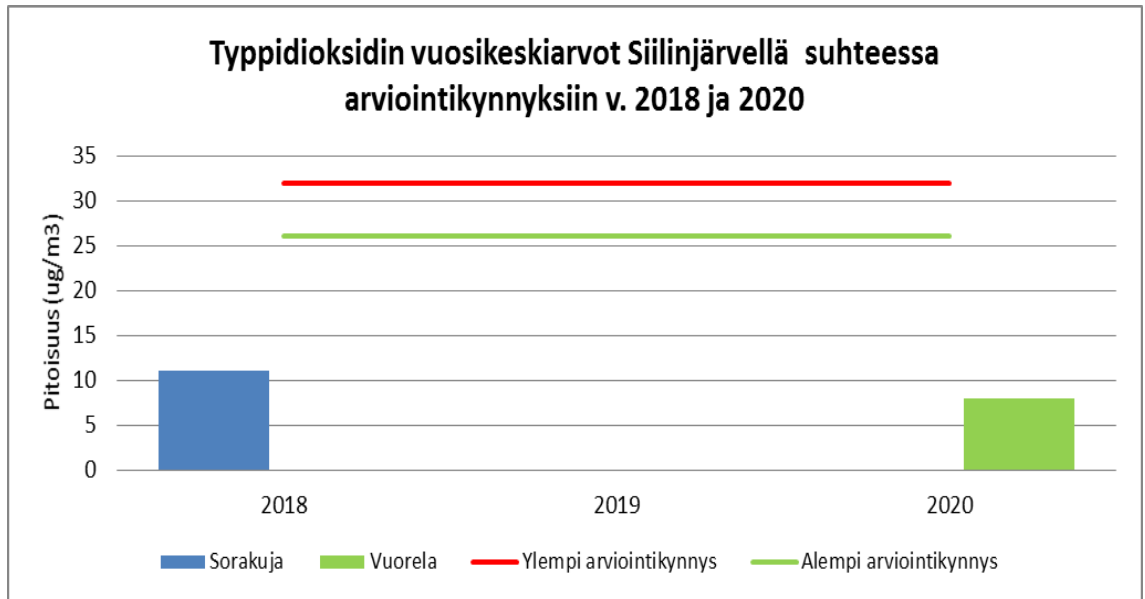
Kuva 135. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Siilinjärvellä Yara Suomi Oy:n kaivosalueen ympäristössä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2016-2021.



Kuva 136. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2018-2021.

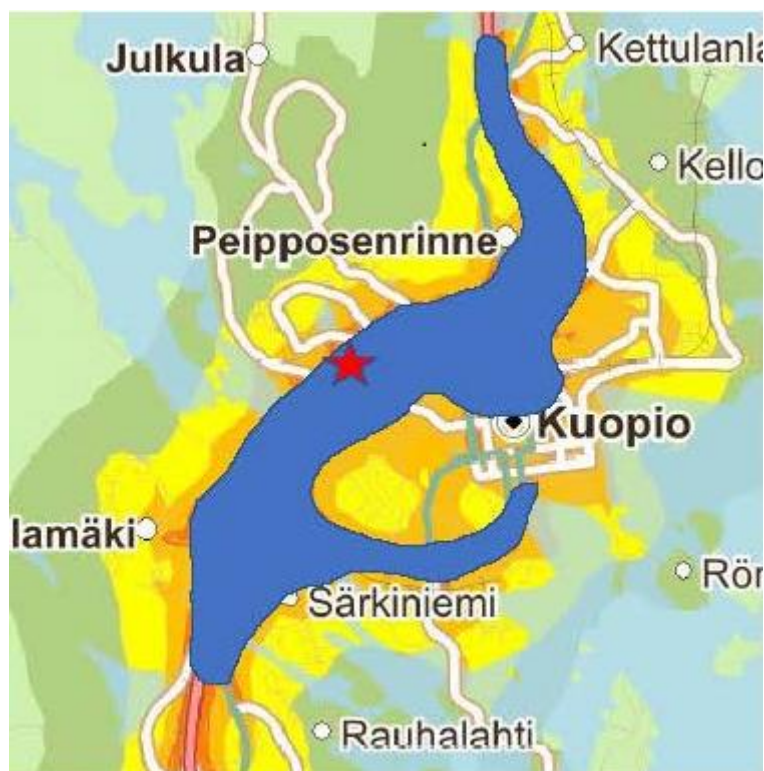


Kuva 137. Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2018 ja 2020.



Kuva 138. Typpidioksidin vuosikeskiarvot Siilinjärvellä suhteessa arviointikynnyksiin vuosina 2018 ja 2020.

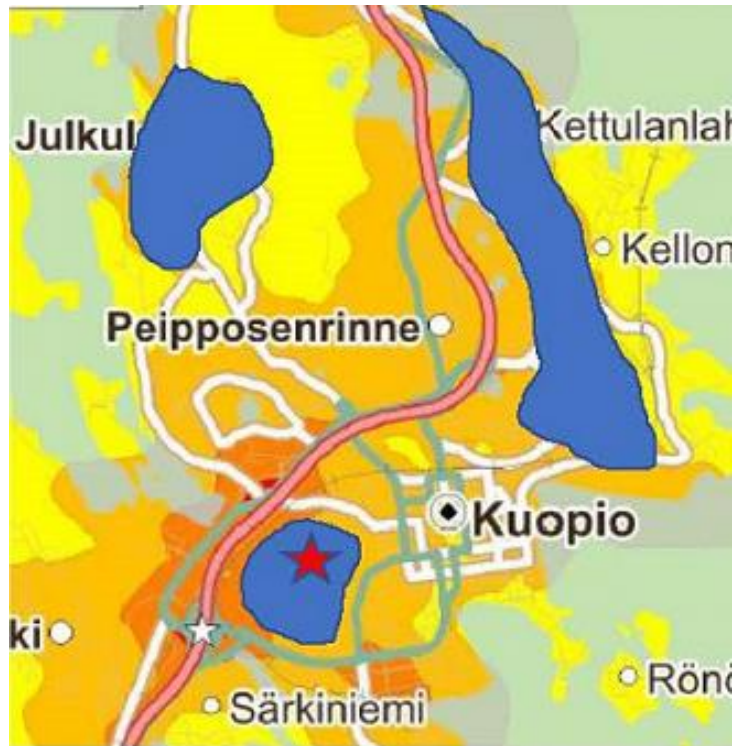
LIITE 8 ARVIOT VUOSILLE 2024-2028 ESITETTYJEN MITTAUSASEMIEN
ALUEELLISESTA EDUSTAVUUDESTA



Kuva 139. Savilahden mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 140. Maaherrankadun mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 141. Niiralan mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 142. Saaristokaupungin mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 143. Sorsasalon mittausaseman alueellinen edustavuus



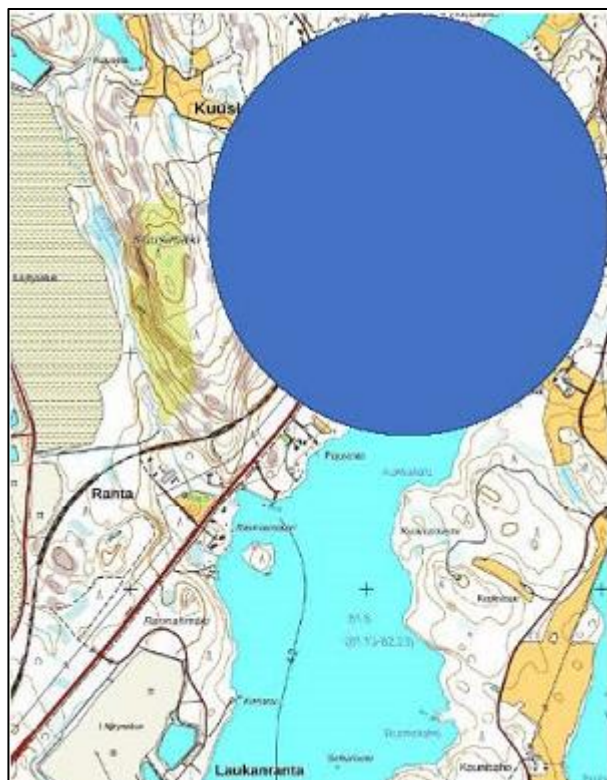
Kuva 144. Haminalahden mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 145. Sorakujan mittausaseman alueellinen edustavuus



Kuva 146. Yaran Suomi Oy:n louhosalueen ympäristön mittausasemien alueellinen edustavuus



Kuva 147. Rannan mittausaseman alueellinen edustavuus

LIITE 9 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI KUOPIOON VUOSILLE 2024-2028

ILMANLAADUN SEURANTATARVE KUOPIOSSA V. 2024-2028: YHTEENVETO				
Epäpuhtaus	Jatkuvat mittaukset	Kampanjamittaukset	Leviämismallinnus	Päästöseuranta
Hengitettävät hiukkaset	Maaherrankatu, Niirala, Saaristokaupunki, Savilahti			
Pienhiukkaset	Maaherrankatu, Niirala, Saaristokaupunki, Savilahti			
Typpidioksidi	Maaherrankatu, Saaristokaupunki, Savilahti			
Otsoni	Niirala			
Rikkidioksidi	Sorsasalo			
Pelkistyneet rikkiyhdisteet	Haminalahti, Sorsasalo			
Hiilimonoksidi				
Bentseeni		Niirala		
Bentso(a)pyreeni		Niirala		
Lyijy, arseeni, kadmium ja nikkeli				
Styreeni		Väliköntie		
Mustahiili	Niirala			
PM ₁ ja hiukkaslukumäärä	Maaherrankatu, Niirala, Saaristokaupunki, Savilahti			

tarpeen, suositeltava/harkittava, ei tarpeen

LIITE 10 YHTEENVETO ESITYKSEKSI ILMANLAADUN SEURANNAKSI SIILINJÄRVELLE VUOSILLE 2024-2028

ILMANLAADUN SEURANTATARVE SIILINJÄRVELLÄ V. 2024-2028: YHTEENVETO				
Epäpuhtaus	Jatkuvat mittaukset	Kampanjamittaukset	Leviämismallinnus	Päästöseuranta
Hengitettävät hiukkaset	Sorakuja, Musti, kiertävä asema			
Pienhiukkaset	Sorakuja, Musti, kiertävä asema			
Typpidioksidi		Sorakuja		
Otsoni				
Rikkidioksidi		Ranta		
Pelkistyneet rikkiyhdisteet		Ranta		
Hiilimonoksidi				
Bentseeni				
Bentso(a)pyreeni				
Lyijy, arseeni, kadmium ja nikkeli				
Mustahiili				
PM ₁ ja hiukkaslukumäärä	Sorakuja, Musti, kiertävä asema			

tarpeen, suositeltava/harkittava, ei tarpeen