

ILMANLAADUN SEURANTASUUNNITELMA VUOSILLE 2026-2029

Kajaani ja Sotkamo

KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUN SEURANTASUUNNITELMA VUOSILLE 2026-2029

Erkki Pärjälä & Olli Pärjälä
Raporttinro. A9732025
Kajaanin ja Sotkamon ilmanlaadun
seurantasuunnitelma vuosille 2026–2029
2.12.2025
Versio 1.3
Aeri Oy



TIIVISTELMÄ

Ilmanlaatuasetusten mukaan kunnan ilmanlaadun seurantatarve on tarkistettava vähintään viiden vuoden välein. Kajaanin kaupungin ja Sotkamon kunnan ilmanlaadun seurantatarvetta vuosille 2026–2029 on arvioitu käytössä olleiden ilmanlaadun mittaus- ja mallinnustulosten, päästökehityksen ja paikallisten tarpeiden pohjalta. Kajaanin ilmanlaadun mittaustuloksia vuosilta 1994–2018 ja Sotkamon Terrafame Oy:n mittaustuloksia vuosilta 2008–2024 on verrattu kansallisiin ja WHO:n ohjearvoihin sekä nykyisiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaisiin raja- ja tavoitearvoihin sekä arviointikynnyksiin. Suunnitelmassa on otettu huomioon myös paikallisten ilmanlaadun mallinnusten tulokset ja ilmanlaatatietoja muilta paikkakunnilta.

Kajaanissa ja Sotkamossa kaikkien epäpuhtauksien päästöt, lukuun ottamatta polyaromaattisten hiilivetyjen päästöjä, ovat pienentyneet vuodesta 1990 vuoteen 2020 epäpuhtaudesta riippuen 56–98 %. Eniten ovat pienentyneet rikkidioksidin ja typen oksidien päästöt sekä metallipäästöistä lyijyn, arseenin ja nikkelin päästöt. Päästöt ovat pienentyneet erityisesti energiantuotanto- ja teollisuuslaitoksissa sekä tieliikenteessä. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt ovat pienentyneet vain alle 10 %. Hajapäästöjen määrä ei sen sijaan ole juurikaan muuttunut.

Kajaanissa ilmanlaadun mittaukset on aloitettu vuonna 1991. Mittaukset on lopetettu vuoden 2018 lopussa. Sotkamossa ilmanlaatua on mitattu Terrafame Oy:n kaivos- ja tuotantoalueen lähistöllä jatkuvatoimisesti vuodesta 2022 alkaen ja sitä ennen lyhyitä jaksoja kampanjaluonteisesti.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Kajaanin keskustassa 2000-luvulla ovat muutamana vuonna kevään katupölyaikaan ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon. Pitoisuudet ovat alittaneet ilmanlaatuasetuksen nykyiset raja-arvot ja myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot. Vuosikeskiarvo on sivunnut Maailman terveysjärjestön ohjearvoa useana vuonna.

Typpidioksidin pitoisuudet Kajaanin keskustassa 2000-luvulla ovat alittaneet kansalliset ohjearvot ja ilmanlaatuasetuksen nykyiset raja-arvot. Sen sijaan EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvo ja Maailman terveysjärjestön vuosiohjearvo ovat ylittyneet. Rikkidioksidipitoisuudet Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa ovat alittaneet kaikki nykyiset ohje- ja raja-arvot sekä myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvot.

Kajaanin keskustassa hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat pysyneet 2000-luvulla melko samalla tasolla, mutta typpidioksidin pitoisuudet olivat hienoisessa laskussa 2010-luvulla.

Terrafame Oy:n kaivos- ja tuotantolaitoksen lähialueella Sotkamossa hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat vuosina 2022 ja 2024 ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon yksittäisinä kuukausina. Pienhiukkasten sekä arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuudet Terrafame Oy:n ympäristössä ovat alittaneet ilmanlaatuasetuksen raja- ja tavoitearvot ja myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot.

Kajaanissa hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat 2000-luvulla ylittäneet nykyisen alemman arviointikynnyksen, ja vuosikeskiarvo on sivunnut EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnystä. Typpidioksidin vuosikeskiarvo on ylittänyt EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksen. Terrafame Oy:n ympäristössä nykyiset tai tulevat ilmanlaadun arviointikynnykset eivät ole ylittyneet.

Vuosille 2026–2029 esitetään, että Kajaanin keskustassa mitataan hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksia vähintään kahtena vuonna ja että yhtenä vuonna mitataan hiukkaspitoisuuksia Lehtikankaan pientaloalueella. Sotkamon keskustaa- ja Vuokatissa esitetään tehtäväksi kummassakin vuoden pituinen hiukkasten mittauskampanja. Sotkamossa Terrafame Oy:n sekä Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon ja Uutelan toimintojen ympäristössä ilmanlaadun mittauksia esitetään jatkettavaksi nykyisellään. Lisäksi seurantajaksolla esitetään tehtäväksi typen oksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten sekä bentso(a)pyreenin leviämismallinnus. Seurantasuunnitelma tulee tarkistaa seurantakauden lopussa vuonna 2029.

Asiasanat: ilmanlaatu, ilmanlaadun seuranta, ilmanlaadun mittaukset, Kajaani, Sotkamo

SISÄLLYS

1	ESIPUHE	5
2	ILMANLAATUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ	6
3	ILMANLAATUA KOSKEVAT OHJE-, RAJA-, TAVOITE- JA KYNNYSARVOT.....	8
4	ILMANLAADUN ARVIOINTIKYNNYKSET	13
5	ILMANLAADUN SEURANTAMENETELMÄT.....	16
5.1	Yleistä	16
5.2	Päästökartoitukset	16
5.3	Leviämismallilaskelmat.....	18
5.4	Ilmanlaadun mittaukset.....	19
5.5	Bioindikaattorikartoitukset.....	20
6	ILMANLAADUN SEURANTA-ALUEET JA MITTAUSVELVOITTEET NIILLÄ.....	21
6.1	Yleistä	21
6.2	Rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin seuranta-alueet	22
6.3	Otsonin seuranta-alueet.....	23
6.4	Bentso(a)pyreenin, arseenin, kadmiumin ja nikkelin seuranta-alueet.....	24
6.5	Yhteenvedo mittaustarpeesta Kainuun seuranta-alueella.....	25
7	VAATIMUKSET ILMANLAADUN MITTAUKSILLE.....	26
8	ILMANLAADUSTA TIEDOTTAMINEN JA TULOSTEN RAPORTOINTI.....	28
9	ILMANLAADUN MITTAUKSET KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA.....	29
10	MUU ILMANLAADUN SEURANTA KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA.....	31
11	PÄÄSTÖJEN KEHITYS KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA.....	32
12	KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET VUOSILTA 1994-2024	35
12.1	Yleistä	35
12.2	Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Kajaanissa.....	35
12.3	Typpidioksidin pitoisuudet Kajaanissa	40
12.4	Rikkidioksidipitoisuudet Kajaanissa	45
12.5	Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä	49
12.6	Pienhiukkasten pitoisuudet Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä...	52
12.7	Arseeni- ja metallipitoisuudet Terrafame Oy:n ympäristössä	54
12.8	Hengitettävien hiukkasten, arseenin ja nikkelin pitoisuudet Sotkamossa Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin ympäristössä.....	55

12.9	Yhteenveto mittaustuloksista.....	56
13	MUU TIETO KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUSTA.....	59
14	KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUN SEURANTATARVE PAIKALLISISTA LÄHTÖKOHDISTA	65
15	ESITYS ILMANLAADUN SEURANNAKSI KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA VUOSILLE 2026-2029.....	67
15.1	Ilmanlaadun mittaukset.....	67
15.1.1	Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittaustarve Kajaanissa	67
15.1.2	Typpidioksidin mittaustarve Kajaanissa	68
15.1.3	Rikkidioksidin mittaustarve Kajaanissa.....	68
15.1.4	Muiden yhdisteiden mittaustarve Kajaanissa.....	69
15.1.5	Mittaustarve Sotkamossa	71
15.1.6	Esitettyjen mittauspaikkojen edustavuus.....	73
15.1.7	Muita vaatimuksia mittauksiin liittyen	74
15.2	Muu ilmanlaadun seuranta	75
15.3	Yhteenveto ilmanlaadun seurantarpeesta vuosina 2026–2029	75
15.4	EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vaikutukset ilmanlaadun seurantaan ..	76
16	YHTEENVETO	78
	LÄHTEET.....	81

LIITTEET

Liite 1 Päästöjen kehitys ja jakautuminen eri päästösektoreille vuosina 1990–2020
Kajaanissa ja Sotkamossa

Liite 2 Kajaanin ja Sotkamon taajamien ilmanlaadun
mittausasemien/mittausalueiden ehdotetut sijaintipaikat

Liite 3 Lyhenteitä ja määritelmiä

1 ESIPUHE

Kajaanissa ilmanlaatua on seurattu mittauksin vuosina 1991–2018. Mittaukset 1990-luvulla ja 2000-luvun alkuvuosina ovat kohdistuneet toisaalta alueen teollisuuslaitosten ilmanlaatuvaikutusten seurantaan ja toisaalta tieliikenteen päästöjen vaikutusten seurantaan. Myöhemmin mittaukset ovat kohdistuneet ensisijaisesti tieliikenteen vaikutusten ja katupölyn seurantaan Kajaanin keskustassa. Kajaanin ilmanlaadun seurannasta on vastannut Kajaanin kaupunki aluksi omana työnä ja vuodesta 2008 alkaen mittaukset on hankittu ostopalveluna. Ilmanlaadun tarkkailu on toteutettu yhdessä kunnan ja tärkeimpien energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten kanssa yhteistarkkailuna.

Jatkuvat ilmanlaadun mittaukset Kajaanissa lopetettiin vuoden 2018 lopussa ja ilmanlaadun tarkkailua on jatkettu sen jälkeen bioindikaattoriselvityksillä.

Sotkamossa ilmanlaadun mittauksia on tehty jatkuvatoimisesti vuodesta 2022 alkaen Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivosalueen lähistöllä. Tätä ennen Terrafame Oy:n lähistöllä on tehty muutamia lyhytaikaisia mittauskampanjoita. Mittauksista vastaa Terrafame Oy kaivoksen ympäristöluvan velvoittamana ja mittaukset ja mittaustulosten raportointi on hankittu ostopalveluna Ilmatieteen laitokselta. Sotkamossa myös Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen ympäristössä on tehty lyhytaikainen mittauskampanja ympäristöluvan velvoittamana vuonna 2009.

Voimassa oleva lainsäädäntö (ilmanlaatuasetukset) edellyttää, että paikallinen ilmanlaadun seurantatarve arvioidaan vähintään viiden vuoden välein. Kajaanin kaupungin ympäristöteknisen lautakunnan lupajaosto on 11.10.2018 hyväksynyt edellisen Kajaanin Ilmanlaadun seurantasuunnitelman vuosille 2019–2024. Tässä seurantasuunnitelmassa on arvioitu kattavasti ilmanlaadun seurantatarve tuleville vuosille 2026–2029 sekä Kajaanin kaupungin että Sotkamon kunnan alueille. Johtopäätökset pohjautuvat Kajaanin ja Sotkamon viimeisimpiin käytettävissä oleviin ilmanlaadun mittaustuloksiin ja leviämismallilaskelmien tuloksiin sekä päästökehitykseen ja osin myös tietoihin vastaavankokoisten vertailukaupunkien ilmanlaadusta.

Suunnitelman ovat laatineet FM Erkki Pärjälä ja ins. AMK Olli Pärjälä Aeri Oy:stä.

2 ILMANLAATUA KOSKEVA LAINSÄÄDÄNTÖ

Ympäristönsuojelulain (YsL, 527/2014) 141 §:n mukaan kaikessa toiminnassa on tavoiteltava sellaista ilmanlaatua, jossa vaarallisia tai haitallisia aineita tai yhdisteitä ei esiinny terveyshaittaa tai merkittäviä muita ympäristönsuojelulaissa tarkoitettuja seurauksia aiheuttavina määrinä ilmassa tai laskeumassa. Valtioneuvoston asetuksella säädetään ilmanlaadun turvaamiseksi ympäristönlautuvaatimukset ja -tavoitteet, jotka voivat koskea vaarallisten tai haitallisten aineiden tai yhdisteiden määriä ilmassa taikka laskeumassa. Ympäristönsuojelulain 144 §:n mukaan kunnan velvollisuus on käytettävissä olevin keinoin turvata hyvä ilmanlaatu alueellaan ottaen huomioon laissa tarkoitettut ympäristönlautuvaatimukset ja -tavoitteet.

Ympäristönsuojelulakiin sisältyy kunnan yleinen velvollisuus huolehtia alueellaan paikallisten olojen edellyttämästä tarpeellisesta ympäristön tilan seurannasta asianmukaisin menetelmin (YsL 143 §). Tämä koskee myös ilmanlaadun seurantaa. Laissa on lisäksi myös toiminnanharjoittajia koskeva selvilläolovelvollisuus, minkä mukaan yksittäisen toiminnanharjoittajan on oltava selvillä toimintansa ympäristövaikutuksista (YsL 6 §). Tämäkin velvollisuus koskee myös vaikutuksia ilmanlaatuun.

Ympäristönsuojelulakiin sisältyy myös eräitä muita vaatimuksia, jotka yleisellä tasolla koskevat ilmanlaadun seurantaa. Tällaisia ovat etenkin seuraavat:

- 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.

Edellä mainittujen vaatimusten pohjalta voidaan tiivistetysti todeta, että ilmanlaadun seurannassa yleisenä tavoitteena on tuottaa riittävästi tietoa epäpuhtauksien pitoisuuksista ilmassa, arvioida epäpuhtauksien pitoisuuksia yhtenäisin menetelmin ja perustein sekä huolehtia siitä, että tiedot ilmanlaadusta ovat kaikkien saatavilla.

Yksityiskohtaiset ilmanlaadun seurantaan koskevat velvoitteet sisältyvät EU:n ilmanlaatudirektiiveihin pohjautuvaan ilmanlaatuasetukseen (79/2017) sekä ilmassa olevaa arseenia, kadmiumia, elohopeaa, nikkeliä ja polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä koskevaan asetukseen (13/2017).

Niiden pohjalta ilmanlaadun arvioinnin tavoitteiksi on määritelty

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

Ilmanlaatuasetuksen (79/2017) mukaan ELY-keskuksen tulee huolehtia siitä, että sen alueella ilmanlaadun seuranta on järjestetty hyvin, ja että muun muassa mittausasemien määrä on riittävä niillä ilmanlaadun seuranta-alueilla, joilla jatkuvat mittaukset ovat pakollisia.

Ilmanlaadun seurannan riittävyys tulee valtioneuvoston asetuksen 79/2017 11 §:n ja asetuksen 113/2017 7 §:n mukaan tarkistaa vähintään viiden vuoden välein. Tarkistus on kuitenkin tehtävä useammin, jos ilman epäpuhtauksissa tai niihin vaikuttavissa toiminnoissa tapahtuu merkittäviä muutoksia.

3 ILMANLAATUA KOSKEVAT OHJE-, RAJA-, TAVOITE- JA KYNNYSARVOT

Ilmanlaadun arviointi perustuu ensisijaisesti kansallisessa lainsäädännössä annettuihin ohje-, raja- ja tavoitearvoihin. Lisäksi ilmanlaadun arvioinnissa voidaan soveltaa myös sellaisia viitearvoja, joita ei ole lainsäädännössä. Näistä merkittävimmät ovat Maailman terveysjärjestön (WHO) antamat globaalit ilmanlaadun ohjearvot.

Valtioneuvoston päätöksessä (480/1996) on annettu kansalliset ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Päätöksen mukaiset ohjearvot on otettava huomioon ilman pilaantumisen ehkäisemiseksi suunnittelussa, kuten maankäytön ja liikenteen suunnittelussa, rakentamisen muussa ohjauksessa ja ilman pilaantumisen vaaraa aiheuttavien toimintojen sijoittamisessa ja lupakäsittelyssä. 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. Kansalliset ilmanlaadun ohjearvot terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi (VNp 480/1996).

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

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

Taulukko 2. WHO:n ilmanlaadun ohjearvot vuodelta 2021.

Yhdiste	Aika	Ohjearvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa / tilastollinen määritelmä
Pienhiukkaset, PM_{2,5}	Vuorokausi	15	3
	Vuosi	5	
Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀	Vuorokausi	45	3
	Vuosi	15	
Typpidioksidi, NO₂	Tunti	200	3
	Vuorokausi	25	
	Vuosi	10	
Rikkidioksidi, SO₂	10 min	500	3
	Vuorokausi	40	
	8 tuntia	100	
Otsoni, O₃	6 kuukautta	60	vuorokauden korkeimpien 8 tunnin keskiarvojen keskiarvo 6 kuukauden ajalta.
Hiilimonoksidi, CO	Tunti	35 000	3
	Vuorokausi	4 000	
Lyijy, Pb	Vuosi	0,5	
Kadmium, Cd	Vuosi	0,005	

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

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

Taulukko 3. Ilmanlaadun raja-arvot ja kriittiset tasot (VNa 79/2017).

Yhdiste	Aika	Terveyden suojelun raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kasvillisuuden suojelun kriittinen taso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi, SO₂	Tunti	350	20	24
	Vuorokausi	125		3
	Vuosi			
	Talvikausi (1.10.–31.3.)			
Typpidioksidi, NO₂	Tunti	200	30	18
	Vuosi	40		
Typenoksidit, NO+NO₂	Vuosi			
Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀	Vuorokausi	50		35
	Vuosi	40		
Pienhiukkaset, PM_{2,5}	Vuosi	25		
Lyijy, Pb	Vuosi	0,5		
Bentseeni, C₆H₆	Vuosi	5		
Hiilimonoksidi, CO	8 tuntia	10 000		

Pienhiukkasille on lisäksi asetettu ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) altistumisen pitoisuuskatto ja altistumisen vähennystavoite. Näiden tavoitteena on terveyshaittojen vähentämiseksi vaihteittain ja määrääjassa vähentää väestön keskimääräinen pienhiukkasaltistus tasolle, joka asetuksessa on vahvistettu. Suomen kansallinen pitoisuuskatto pienhiukaspitoisuudelle on 8,5 µg/m³ vuosikeskiarvona.

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

Taulukko 4. Ilmanlaadun tavoitearvot (VNa 79/2017 ja VNa 113/2017).

Yhdiste	Aika	Terveyden suojelun tavoitearvo (µg/m ³)	Kasvillisuuden suojelun tavoitearvo (µg/m ³ h)	Sallitut ylitykset vuodessa
Otsoni, O₃	8 tunnin liukuva keskiarvo AOT40- altistusindeksi	120 ¹	18 000 ²	25 kpl kolmen vuoden keskiarvona
Arseeni, As	Vuosi	0,006		
Kadmium, Cd	Vuosi	0,005		
Nikkeli, Ni	Vuosi	0,020		
Bentso(a)pyreeni, BaP	Vuosi	0,001		

¹ pitkän ajan tavoitearvo 120 µg/m³, mikä ei saa ylittyä

² pitkän ajan tavoitearvo 6 000 µg/m³h

Otsoni-, rikkidioksidi- ja typpidioksidipitoisuuksille on annettu myös varoituskynnykset. Varoituskynnys on pitoisuus, jonka ylittyessä lyhytaikainen altistuminen vaarantaa ihmisten terveyden koko väestön osalta ja väestöä on tällöin varoitettava. Otsonipitoisuudelle on annettu myös tiedotuskynnys, jonka ylittyessä altistuminen vaarantaa ihmisten terveyden erityisen herkkien ja haavoittuvien väestöryhmien osalta ja väestöä on tällöin tiedotettava korkeasta otsonipitoisuudesta.

Taulukko 5. Ilmanlaadun tiedotus- ja varoituskynnykset (VNa 79/2017).

Yhdiste	Aika	Tiedotuskynnys (µg/m ³)	Varoituskynnys (µg/m ³)
Rikkidioksidi, SO₂	3 peräkkäistä tuntia		500
Typpidioksidi, NO₂	3 peräkkäistä tuntia		400
Otsoni, O₃	Tunti	180	240

Euroopan Parlamentti hyväksyi marraskuussa 2024 uuden ilmanlaatudirektiivin (2024/2881/EU) ja se astui voimaan 10.12.2024. Uudistettu direktiivi pitää implementoida kansalliseen lainsäädäntöön kahden vuoden kuluessa. Tänä aikana uusi direktiivi ja nykyiset ilmanlaatuasetukset ovat voimassa rinnakkain. Uuden direktiivin myötä useat nykyiset ilmanlaadun raja- ja tavoitearvot kiristyvät huomattavasti ja osa tavoitearvoista muuttuu sitoviksi raja-arvoiksi. Lisäksi muutoksia tulee kaasumaisten epäpuhtauksien tiedotus- ja varoituskynnyksiin ja myös hengitettävälle hiukkasille ja pienhiukkasille tulee tiedotus- ja varoituskynnykset. Uudet ilmanlaatu normit on saavutettava 1.1.2030 mennessä. Kuitenkin jos uudet ilmanlaadun raja-arvot ylittyvät jo vuosina 2026–2029, kunnan velvollisuus on laatia uuden direktiivin mukainen ilmanlaadun etenemissuunnitelma viimeistään kahden vuoden kuluttua siitä kalenterivuodesta, jona ylittyminen kirjattiin. Etenemissuunnitelmassa tulee osoittaa toimenpiteitä ilmanlaadun parantamiseksi.

Taulukko 6. Uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset Ilmanlaadun raja-arvot ja kriittiset tasot (2024/2881/EU) (saavutettava 1.1.2030 mennessä).

Yhdiste	Aika	Terveysten suojelun raja-arvo ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Kasvillisuuden suojelun kriittinen taso ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Sallitut ylitykset vuodessa
Rikkidioksidi, SO₂	Tunti	350		3
	Vuorokausi	50		18
	Vuosi	20	20	
	Talvikausi (1.10.–31.3.)		20	
Typpidioksidi, NO₂	Tunti	200		3
	Vuorokausi	50		18
	Vuosi	20		
Typenoksidit, NO+NO₂	Vuosi		30	
Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀	Vuorokausi	45		18
	Vuosi	20		
Pienhiukkaset, PM_{2,5}	Vuorokausi	25		18
	Vuosi	10		
Arseeni, As	Vuosi	0,006		
Kadmium, Cd	Vuosi	0,005		
Lyijy, Pb	Vuosi	0,5		
Nikkeli, Ni	Vuosi	0,020		
Bentseeni, C₆H₆	Vuosi	3,4		
Bentso(a)pyreeni, BaP	Vuosi	0,001		
Hiilimonoksidi, CO	8 tuntia	10 000		
	Vuorokausi	4 000		18

Pienhiukkasille ja uutena myös typpidioksidille määritetään koko EU:n jäsenvaltiota koskeva keskimääräinen altistuksen indikaattori (AEI), jonka pohjalta määritellään keskimääräiset altistumisen vähennystavoitteet vuodesta 2030 alkaen. Pienhiukkasille keskimääräistä altistuspitoisuutta koskeva tavoite on $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvona ja typpidioksidille $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosikeskiarvona. Altistumisen indikaattori määritetään kaupunkien tausta-alueiden keskimääräisen pitoisuuden mukaan.

Taulukko 7. Uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset otsonin tavoitearvot (2024/2881/EU) (saavutettava 1.1.2030 mennessä).

Yhdiste	Aika	Terveyden suojelun tavoitearvo (µg/m³)	Kasvillisuuden suojelun tavoitearvo (µg/m³h)	Sallitut ylitykset vuodessa
Otsoni, O ₃	8 tunnin liukuva keskiarvo	120 ¹		18 kpl kolmen vuoden keskiarvona
	AOT40- altistusindeksi		18 000 ²	

¹ pitkän ajan tavoitearvo 100 µg/m³, mikä saa ylittyä 3 kertaa vuodessa

² pitkän ajan tavoitearvo 6 000 µg/m³h

Taulukko 8. Uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset ilmanlaadun tiedotus- ja varoituskynnykset (2024/2881/EU).

Yhdiste	Aika	Tiedotuskynnys ³ (µg/m³)	Varoituskynnys ³ (µg/m³)
Rikkidioksidi, SO ₂	3 peräkkäistä tuntia	275 ¹	350 ²
Typpidioksidi, NO ₂	3 peräkkäistä tuntia	150 ¹	200 ²
Otsoni, O ₃	Tunti	180	240
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	3 peräkkäistä vuorokautta	90 ¹	90 ²
Pienhiukkaset, PM _{2,5}	3 peräkkäistä vuorokautta	50 ¹	50 ²

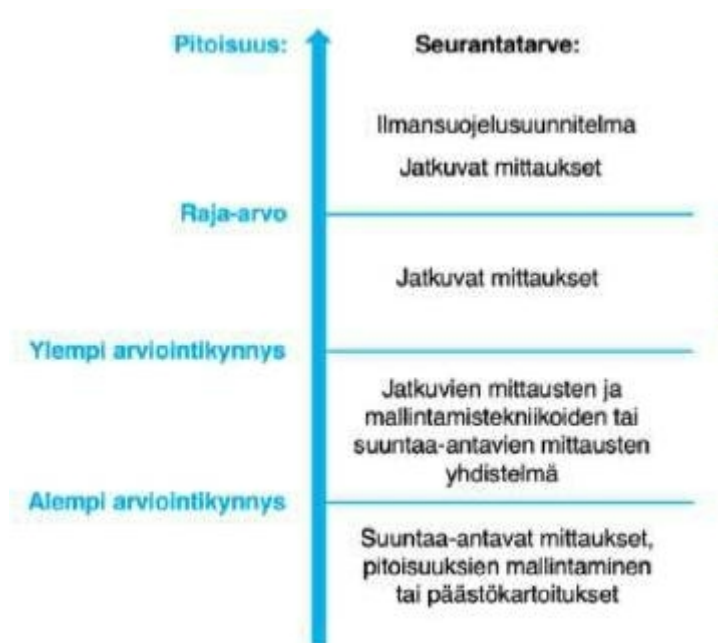
¹ Tiedotuskynnys ylittyy, kun rikkidioksidin tai typpidioksidin tuntikeskiarvo ylittää tason yhden tunnin aikana ja hengitettävien hiukkasten tai pienhiukkasten vuorokausikeskiarvo ylittää tason yhden päivän aikana

² Varoituskynnys ylittyy, kun rikkidioksidin tai typpidioksidin tuntikeskiarvo ylittää tason 3 peräkkäisen tunnin aikana ja hengitettävien hiukkasten tai pienhiukkasten vuorokausikeskiarvo ylittää tason enintään 3 peräkkäisen päivän aikana

³ Tiedotus- ja varoituskynnystä koskevan pitoisuuden tulee edustaa ilmanlaatua vähintään 100 neliökilometrin alueella tai kokonaisella ilmanlaatuvyöhykkeellä sen mukaan, kumpi on pienempi.

4 ILMANLAADUN ARVIOINTIKYNNYKSET

Ilmanlaadun seurantatarpeen arviointia varten asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 eri epäpuhtauksille on annettu alemmat ja ylemmät arviointikynnykset. Ylemmällä arviointikynnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota korkeammissa pitoisuuksissa ilmanlaadun jatkuvat mittaukset ovat tarpeen ja ne ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä. Pitoisuuksilla, jotka ovat ylemmän ja alemman arviointikynnyksen välissä, jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja ilmanlaadun arvioinnissa voidaan käyttää myös jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa antavien mittausten yhdistelmää. Alemmalla arviointikynnyksellä tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittävät suuntaa antavat mittaukset, ilmanlaadun mallintaminen tai muut menetelmät, kuten päästökartoitukset.



Kuva 1. Ilmanlaadun seurantatarve seuranta-alueella määräytyy mitattujen pitoisuuksien suhteesta ylempään ja alempaan arviointikynnykseen. (kuva Ilmatieteen laitos 2025)

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.

Arviointikynnyksiä sovelletaan nimenomaan, kun arvioidaan ilmanlaadun seurantarvetta ilmanlaadun raja- ja tavoitearvojen seurannan kannalta ja ne kohdistuvat ensisijaisesti hajapäästölähteiden eli esimerkiksi liikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja muiden hajapäästöjen ilmanlaatuvaikutusten seurantaan.

Taulukko 9. Ilmanlaadun arviointikynnykset (Vna 79/2017 ja VNa 113/2017).

Yhdiste	Aika	Alempi arviointikynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Ylempi arviointikynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Rikkidioksidi, SO₂	Vuorokausi	50	75
	Talvikausi (1.10.–30.3.)	8	12
Typpidioksidi, NO₂	Tunti	100	140
	Vuosi	26	32
Typenoksidit, NO+NO₂	Vuosi	19,5	24
Hiilimonoksidi, CO	Vuosi	5000	7000
Bentseeni, C₆H₆	Vuosi	2	3,5
Hengitettävät hiukkaset, PM₁₀	Vuorokausi	25	35
	Vuosi	20	28
Pienhiukkaset, PM_{2,5}	Vuosi	12	17
Lyijy, Pb	Vuosi	0,25	0,35
Arseeni, As	Vuosi	0,0024	0,0036
Kadmium, Cd	Vuosi	0,002	0,003
Nikkeli, Ni	Vuosi	0,010	0,014
Bentso(a)pyreeni, BaP	Vuosi	0,0004	0,0006

EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin myötä myös ilmanlaadun arviointikynnyksiä muutetaan ja edellä kuvattujen nykyisten alempien ja ylempien arviointikynnysten sijalle kullekin epäpuhtaudelle tulee vain yksi arviointikynnys. Uudet arviointikynnykset pohjautuvat valtaosin vuosikeskiarvoihin ja ne ovat pääosin nykyisiä alempia arviointikynnyksiä alempia. Jos pitoisuus ylittää uuden arviointikynnyksen, ilmanlaadun seurantamenetelmänä tulee olla jatkuvat mittaukset, joita voidaan täydentää ilmanlaatua mallinnattamalla ja indikaatiivisilla mittauksilla.

Taulukko 10. Uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset arviointikynnykset (2024/2881/EU).

Yhdiste	Aika	Arviointikynnys terveyden suojelemiseksi (µg/m³)	Arviointikynnys kasvillisuuden suojelemiseksi (µg/m³)
Rikkidioksidi, SO ₂	Vuorokausi Talvikausi (1.10.–30.3.)	40 ¹	8
Typidioksidi, NO ₂	Vuosi	10	
Typenoksidit, NO+NO ₂	Vuosi		19,5
Hiilimonoksidi, CO	Vuorokausi	4000 ¹	
Bentseeni, C ₆ H ₆	Vuosi	1,7	
Otsoni, O ₃	8 tuntia	100 ¹	
Hengitettävät hiukkaset, PM ₁₀	Vuosi	15	
Pienhiukkaset, PM _{2,5}	Vuosi	5	
Lyijy, Pb	Vuosi	0,25	
Arseeni, As	Vuosi	0,0030	
Kadmium, Cd	Vuosi	0,0025	
Nikkeli, Ni	Vuosi	0,010	
Bentso(a)pyreeni, BaP	Vuosi	0,00030	

¹ Sallitaan 3 ylitystä vuodessa

5 ILMANLAADUN SEURANTAMENETELMÄT

5.1 Yleistä

Ilmanlaadun seurannassa käytettävät menetelmät voidaan jaotella seuraavasti

- päästökartoitukset
- leviämismallilaskelmat
- ilmanlaadun mittaukset
- biologiset vaikutuskartoitukset.

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
- taustapitoisuudet ja -laskeumat.

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

Seurantamenetelmien tulee olla yleisesti hyväksyttyjä käyttötarkoitukseensa ja valitut menetelmät ja niiden valintaperusteet 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.

5.2 Päästökartoitukset

Päästökartoituksia (päästöinventaariorito) 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 päästöt ainakin seuraavista lähteistä:

- energiantuotantolaitokset
- teollisuuslaitokset
- tieliikenne
- kiinteistökohtainen lämmitys.

Suosittelavaa on lisäksi sisällyttää päästökartoituksiin muutkin hajapäästöt kuin kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt, mikäli niitä on saatavissa. Tällaisia voivat olla erityisesti raide- ja vesiliikenteen ja työkoneiden päästöt.

Ympäristölupavelvollisten ja ympäristönsuojelulain nojalla ilmoitusvelvollisten ja rekisteröityjen energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten päästötiedot voidaan kerätä vuosittain ympäristöhallinnon YLVA-tietojärjestelmästä. Tieliikenteen vuosittaiset kuntakohtaiset päästöt ovat tähän saakka olleet saatavilla VTT:n LIPASTO-tietokannasta, sen tieliikenneosioista (LIISA). LIISA-tietokannan ylläpito on kuitenkin lopetettu ja viimeisimmät päästötiedot siellä ovat vuodelta 2023.

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

Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietokannoista on saatavilla kuntakohtaiset päästöt eri epäpuhtauksille seuraaville päästösektoreille jaoteltuina

- Energiantuotanto ja teollisuus
- Liikenne
- Maatalous
- Muu energiantuotanto
- Tuotteet ja jätteet

Päästöt ovat tällä hetkellä saatavilla vuosille 1990, 1995, 2000, 2005, 2010, 2015 ja 2020.

SYKE:n sivustoilta eri päästölähteiden päästöjen alueellista jakautumista voi tarkastella myös karttapohjilla suuntaa antavalla tarkkuudella.

Tarkempia päästökartoituksia voidaan teettää asiantuntijatyönä ja erillistutkimuksina. Esimerkiksi hiilivety- tai raskasmetallipäästöjen kartoitus usein edellyttää yksityiskohtaisempaa lähtötietojen keräämistä.

5.3 Leviämismallilaskelmat

Leviämismallilaskelmilla saadaan kattavasti ja yleensä mittausten kustannuksiin nähden suhteellisen edullisesti tietoa ilmanlaadusta laajalta alueelta, esimerkiksi koko kaupunkitaajamasta. Leviämismalleilla voidaan arvioida sekä kaasumaisten epäpuhtauksien sekä hiukkasten ja niiden sisältämien yhdisteiden leviämistä. Myös hajujen leviämistä ja hajujen yleisyyttä ja vakavuutta (pysyvyytasoja) hajupäästölähteen ympäristöön voidaan arvioida laskentamalleilla. Leviämislaskelmilla saatuja epäpuhtauksien pitoisuuksia voidaan verrata ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin.

Mallilaskelmien avulla saadaan eriteltyä eri päästölähteiden kuten yksittäisten energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten, mutta myös ns. aluepäästölähteiden, kuten kiinteistökohtaisen lämmityksen sekä eri liikennemuotojen päästöjen vaikutukset eri epäpuhtauksien pitoisuuksiin ja lisäksi saadaan myös tieto eri päästölähteiden yhteisvaikutuksesta eli epäpuhtauksien kokonaispitoisuuksista.

Leviämismallilaskelmat ovat käytännössä ainoa tapa tehdä ennakkoon arvioita uusien päästölähteiden ilmanlaatuvaikutuksista sekä arvioida ilmanlaadun tulevaa kehitystä, kun tiedetään, miten esimerkiksi energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten tai liikenteen päästöt muuttuvat.

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

Leviämismallien tulosten avulla voidaan arvioida ilmanlaadun mittaustarvetta ja tuloksia voidaan hyödyntää valittaessa alueita ja paikkoja ilmanlaadun mittausasemille. Tuloksia voidaan hyödyntää myös arvioitaessa mittausasemien alueellista edustavuutta.

Käytettävien laskentamallien tulee olla Suomen olosuhteisiin sopivia ja mallilaskelmien tulosten tulee täyttää ilmanlaatuasetuksissa annetut laatutavoitteet. Mallilaskelmien tulokset tulisi aina verifioida mittaustuloksia hyödyntäen, mikäli mahdollista.

5.4 Ilmanlaadun mittaukset

Ilmanlaadun mittauksilla saatava tieto edustaa mittauspaikan valinnasta, päästölähteiden sijainnista ja ilmanlaadun alueellisesta vaihtelusta riippuen joko suppean tai laajemman alueen ilmanlaatua. Ilmanlaadun mittausasemat luokitellaan ilmanlaatuasetusten mukaisesti:

- liikenneasemiksi
- teollisuusasemiksi
- kaupunkitausta-asemiksi
- 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 tavoitella tai saada tietoa yksittäisten päästölähteiden vaikutuksista ilmanlaatuun, vaikka suuntaa antavia arvioita voidaanakin tehdä esimerkiksi tarkastelemalla tuulen suuntien sekä ilman epäpuhtauspitoisuuksien välistä riippuvuutta. Poikkeuksen tekee esimerkiksi selluteollisuuspaikkakunnilla pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittaus, koska näille yhdisteille ei yleensä ole kuin yksittäisiä päästölähteitä. Mutta pääsääntöisesti mittaustulokset siis edustavat mittausalueen kokonaisilmanlaatua.

Ilmanlaadun mittaukset jaetaan ilmanlaatuasetusten perusteella jatkuviin mittauksiin ja suuntaa antaviin mittauksiin. Suuntaa antaville mittauksille mittauksen laatuvaatimukset (mittausepävarmuus, mittausaineiston vähimmäismäärä ja tulosten ajallinen kattavuus) ovat jatkuvia mittauksia väljemmät. Suuntaa antavia

mittauksia voidaan käyttää mm. jonkin alueen tai epäpuhtauden lyhytaikaisissa kampanjamittauksissa tai jos halutaan käyttää mittauskalustoa, joka ei täytä raja-arvoa valvovien mittausten laatuvaatimuksia. Mittauksien, jotka on tarkoitettu viralliseen raja-arvojen valvontaan, tulee täyttää jatkuvien mittausten laatuvaatimukset.

Jatkuvia ja suuntaa antavia ilmanlaadun mittauksia voidaan täydentää käyttämällä mittauksissa erilaisia passiivikeräimiä tai ilmanlaatusensoreita. Näiden tulokset eivät välttämättä sellaisenaan täytä ilmanlaatuasetusten vaatimuksia, mutta niillä voidaan saada suuntaa antavaa käsitystä epäpuhtauksien pitoisuuksista edullisemmin kuin jatkuvatoimisilla mittalaitteilla. Passiivikeräimiä käytetään etenkin typpidioksidin ja haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen mittauksiin. Erilaisia ilmanlaatusensoreita on saatavilla eri kaasuille ja myös hiukkasille. Halvasta hankintahinnasta huolimatta myös sensoreiden käyttö vaatii kuitenkin ylläpitoa (yleensä mm. sensorikohtaisten korjauskertoimien määrittäminen). Toistaiseksi sensorien tarkkuus on ollut vaihtelevaa ja pääsääntöisesti tulosten käyttökelpoisuus on rajoittunut hyvin karkeiden pitoisuustasojen kartoittamiseen (onko suuria pitoisuuksia vai ei). Sensoreiden tarkkuus on parantumassa tuotekehityksen myötä, mutta edullisilla sensoreilla ei nykyisellään voida päästä jatkuvien tai suuntaa antavien mittalaitteiden tarkkuuteen tai luotettavuuteen. Sensorien käyttöikä on nykyisen kokemuksen mukaan enintään muutama vuosi.

5.5 Bioindikaattorikartoitukset

Biologisilla vaikutuskartoituksilla arvioidaan ilman epäpuhtauksien elolliseen luontoon aiheuttamia haittoja. Kartoituksissa yleisimmin käytettyjä bioindikaattoreita ovat havupuut, niiden runkojen päällisyjäkälät 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 nykyisin useinkaan enää johdu pelkästään tai edes ensisijaisesti ilman epäpuhtauksista. Tästä syystä biologiset vaikutuskartoitukset eivät enää ole niin keskeisiä ilmanlaadun seurannassa. Niitä on viime vuosina tehty usein koko maakunnan kattavina, eikä niinkään kaupunkikohtaisina.

6 ILMANLAADUN SEURANTA-ALUEET JA MITTAUSVELVOITTEET NIILLÄ

6.1 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 ilmanlaatudirektiiviin ja ne pohjautuvat eri epäpuhtauksien pitoisuuksiin suhteessa ilmanlaadun arviointikynnyksiin ja seuranta-alueen väestömäärään. Seuranta-alueita koskevat mittausten vähimmäismäärät koskevat nimenomaan mittauksia, jotka kohdistuvat ilmanlaatuasetusten raja- ja tavoitearvojen valvontaan. Lähtökohtaisesti velvoite arvioida ilmanlaadun seurantarvetta koskee siis koko seuranta-aluetta, eikä pelkästään yksittäisiä väestökeskittymiä. Vaatimukset koskevat hajapäästölähteiden eli esimerkiksi liikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja muiden hajapäästöjen ilmanlaatuvaikutusten seurantaa.

Pistemäisten päästölähteiden eli yksittäisten 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. Mittausasemat teollisuuslaitosten ympäristössä tulisi sijoittaa siten, että niiden avulla voidaan valvoa parhaiden käyttökelpoisten tekniikoiden käyttöä.

Pistemäisten päästölähteiden osalta mittaustarve arvioidaan siis paikallisesti. Ilmanlaatuasetusten velvoitteiden lisäksi mittaustarpeeseen voivat vaikuttaa myös laitosten ympäristöluvista olevat velvoitteet. On myös huomattava, että lähinnä teollisuuspäästöistä peräisin oleville pelkistyneille rikkiyhdisteille ilmanlaatuasetuksissa ei ole määritelty raja- tai tavoitearvoja, eikä siten myöskään arviointikynnyksiä, joten niiden mittaustarve on arvioitava pelkästään paikallisesti. Sama koskee myös muita sellaisia teollisuuspäästöjä, joille ei ole EU-tasolla määritelty raja- tai tavoitearvoja.

6.2 Rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, lyijyn, hiilimonoksidin ja bentseenin seuranta-alueet

Suomessa rikkidioksidin, typpidioksidin, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten sekä lyijyn ja hiilimonoksidin pitoisuuksien seuranta-alueita on 14 kappaletta. Ne ovat 13 ELY-keskusten aluetta ja pääkaupunkiseutu (HSY-alue). Kajaani ja Sotkamo kuuluvat Kainuun seuranta-alueeseen. Bentseenipitoisuuksien seuranta-alueita on kolme: pääkaupunkiseutu, Etelä-Suomi ja Pohjois-Suomi. Kajaani ja Sotkamo kuuluvat Pohjois-Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 11. 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
2 000 000 – 2 749 000	6	8	3	4
2 750 000 – 3 749 000	7	10	3	4
3 750 000 – 4 749 000	8	11	3	6
4 750 000 – 5 999 000	9	13	4	6
≥ 6 000 000	10	15	4	7

YAK = ylempi arviointikynnys, AAK = alempi arviointikynnys

Näytteenottopaikkoihin kullakin seuranta-alueella on kuuluttava vähintään yksi kaupunkitaustaa ja yksi liikenneympäristöä edustava asema edellyttäen, että näytteenottopaikkojen 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 näytteenottopaikaksi. PM_{2,5}- ja PM₁₀-mittausten näytteenottopaikkojen kokonaismäärät Suomessa saavat poiketa toisistaan korkeintaan tekijällä kaksi. Vaatimus koskee mittausasemien vähimmäismäärää.

Rikkidioksidia ja typpidioksidia Kainuun seuranta-alueella ei tällä hetkellä mitata millään paikkakunnalla. Ilmatieteen laitoksen vuonna 2021 tekemän valtakunnallisen arvion perusteella Kainuun seuranta-alueella ei myöskään olisi näiden yhdisteiden mittaustarvetta. Arvio perustuu vuosien 2015–2019 mittausaineistoon. Rikkidioksidin ja typenoksidien kasvillisuuden ja ekosysteemien suojeluun perustuvien kriittisten tasojen seuranta-alue on koko Suomi. Kriittisten tasojen seurantaa tekee valtakunnallisesti Ilmatieteen laitos tausta-asemilla.

Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten pitoisuutta Kainuun seuranta-alueella mitataan Sotkamossa Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivosalueen lähistöllä. Tämä mittaus kohdistuu kuitenkin teollisuuspäästöjen seurantaan, eikä mittaus sijaitse taajamassa. Ilmatieteen laitoksen vuonna 2021 tekemän valtakunnallisen arvion perusteella Kainuun seuranta-alueella ei myöskään taajamissa olisi hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittaustarvetta.

Hiilimonoksidimittauksia Suomessa ei ole vuoden 2016 jälkeen tehty kuin ilmanlaadun tausta-alueilla, koska pitoisuuksien ollessa hyvin alhaisia valtakunnallista mittaustarvetta taajamissa ei enää ole.

Säännöllisiä bentseenimittauksia Suomessa vuonna 2024 tehtiin vain pääkaupunkiseudulla ja Lahdessa. Bentseenin valtakunnallisen mittaustarpeen arvioidaan olevan nykyisellään vähäinen alhaisten pitoisuuksien vuoksi.

Lyijypitoisuutta Suomessa mitataan taajamissa Kokkolassa ja Raahessa. Molemmilla paikkakunnilla mittaus kohdistuu teollisuuden päästöjen ilmanlaatuvaikutusten seurantaan. Kainuussa ilman lyijypitoisuutta mitataan Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivoksen lähialueella. Tämä mittaus liittyy kaivoksen ympäristöluvan velvoitteisiin, eikä tuloksia ole raportoitu valtakunnalliseen ympäristönsuojelun tietojärjestelmään.

6.3 Otsonin seuranta-alueet

Otsonin seuranta-alueita Suomessa on kaksi, pääkaupunkiseutu ja muu Suomi. Kajaani ja Sotkamo kuuluvat muun Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 12. Valtioneuvoston asetuksen 79/2017 mukaiset otsonin mittausasemien vähimmäismäärät seuranta-alueilla.

Väestö	Väestökeskittymät	Muut seuranta-alueet
< 250 000		1
< 500 000	1	2
< 1 00 000	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 taulukossa 12 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-asemia, 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, mm. Kuusamossa. Pääkaupunkiseudun ulkopuolella muun Suomen seuranta-alueella otsonia mitattiin vuonna 2024 kaupunkitaajamissa Kuopiossa, Lahdessa, Oulussa, Porvoossa, Tampereella ja Turussa.

6.4 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. Kajaani ja Sotkamo kuuluvat muun Suomen seuranta-alueeseen.

Taulukko 13. 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

Säännöllisiä bentso(a)pyreenin mittauksia tehdään pääkaupunkiseudun ulkopuolella säännöllisesti Lahdessa pientaloalueella ja Raahessa, missä mittaus kohdistuu teollisuuden päästöjen vaikutusten seurantaan. Bentso(a)pyreeniä on lisäksi mitattu tyypillisesti vuoden mittaisissa mittauskampanjoissa muun Suomen alueella pientaloalueilla Heinolassa, Kuopiossa, Oulussa, Porissa, Porvoossa, Rovaniemellä ja useilla Uudenmaan pienemmillä paikkakunnilla.

Arseenin, kadmiumin ja nikkelin jatkuvatoimiset mittaukset Suomessa liittyvät teollisuuden päästöjen vaikutusten seurantaan ja niitä tehdään Harjavallassa, Kokkolassa ja Raahessa. Kainuussa ilman arseeni-, kadmium- ja nikkeli-pitoisuutta mitataan Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivoksen lähialueella. Tämä mittaus liittyy kaivoksen ympäristöluvan velvoitteisiin, eikä tuloksia ole raportoitu valtakunnalliseen ympäristönsuojelun tietojärjestelmään

6.5 Yhteenveto mittaustarpeesta Kainuun seuranta-alueella

Edellä kappaleissa 6.1–6.4 esitetyt tiedot ilmanlaadun mittaustarpeesta ilmanlaatuasetusten seuranta-alueilla koskevat siis mittauksia, jotka kohdistuvat

- ilmanlaadun raja-arvojen valvontaan
- hajapäästölähteiden eli esimerkiksi liikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja muiden hajapäästöjen ilmanlaatuvaikutusten seurantaa.

Asetusten vaatimukset koskevat koko seuranta-aluetta ja ne ovat minimivaatimuksia mittausten määrille. Käytännössä Suomessa kaupunkiseuduilla mittauksia tehdään huomattavasti enemmän, kuin mitä nämä minimivaatimukset edellyttäisivät.

Ilmatieteen laitoksen viimeksi vuonna 2021 tekemän valtakunnallisen yhteenvedon mukaan Kainuun seuranta-alueella ilmanlaatuasetuksen 79/2017 minimivaatimukset ilmanlaadun seurannalle täyttyvät. Arvio perustuu Kajaanin vuosien 2015–2019 mittausaineistoon. Tämän arvion mukaan tarvetta hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, typpidioksidin, rikkidioksidin, hiilimonoksidin, bentseenin ja lyijyn sekä otsonin jatkuville mittauksille seuranta-alueella ei olisi. Arseenin, kadmiumin ja nikkelin nykyiset mittaukset täyttävät asetuksen 113/2017 vaatimukset valtakunnallisesti. Sen sijaan bentso(a)pyreenin osalta toistaiseksi ei ole olemassa riittävästi mittaustuloksia mittaustarpeen luotettavaan arviointiin laajemmin.

7 VAATIMUKSET ILMANLAADUN MITTAUKSILLE

Ilmanlaadun mittauksille on asetettu laatuvaatimukset asetuksissa 79/2017 ja 113/2017 sekä Ilmatieteen laitoksen julkaisemassa Ilmanlaadun mittausohjeessa, jonka uusin versio on vuodelta 2025. Asetukset määrittelevät mittauksille mm.

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

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

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

Mittauksissa käytettävien mittalaitteiden tulee täyttää mittausstandardien vaatimukset ja mittaukset tulee tehdä vertailumenetelmien mukaisilla mittalaitteilla. Jatkuvatoinisilla mittalaitteilla tulee olla puolueettoman testauslaboratorion hyväksyntä (sertifikaatti ja testiraportti), jolla on osoitettu, että mittalaite täyttää standardin vaatimukset. Mikäli mittaus tehdään muilla menetelmillä, tulee osoittaa niiden vastaavuus vertailumenetelmään. Tämä tehdään käytännössä vertailumittauksilla. Käytettäville hiukkasmittalaitteille tulee olla Ilmatieteen laitoksen vertailulaboratorion vertailumittauksissa määrittelemät kansalliset korjauskertoimet, joita käytetään tulosten raportoinnissa.

Mittaajalla tulee olla mittauksien laatutavoitteiden saavuttamiseksi asianmukainen, dokumentoitu laadunvarmistus- ja laadunvalvontamenettely eli laatujärjestelmä. Laatujärjestelmän suositellaan olevan standardin EN ISO/IEC 17025 mukainen. Mittauksia suorittavalla taholla ei tarvitse olla akkreditointia. 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 noudattaa ilmanlaadun direktiivejä, valtioneuvoston asetuksia, ympäristönsuojelulakia, mittausmenetelmästandardeja ja mahdollisesti myös muita ohjeita. Edellä mainittujen vaatimukset on koottu Ilmanlaadun mittausohjeeseen. Mittausohjeessa on tarkennettu ilmanlaatuasetusten vaatimuksia, erityisesti mittausten laadunvarmistusta sekä tulosten käsittelyä ja raportointia koskien. Ohjeen uusin versio on julkaistu vuonna 2025, mutta siihen ei ole sisällytetty menetelmästandardien uusimpien versioiden (2025) muutoksia. Ne lisätään ohjeeseen myöhemmin, kun ohjeesta julkaistaan uusi versio.

8 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, ilmanlaatus puhelimen, lehtien, radion, television tai näyttö- ja ilmoitustaulujen välityksellä.

Vähimmäisvaatimuksena on, että jatkuvatoimisten mittausten tulokset ovat ajantasaisesti nähtävillä Ilmatieteen laitoksen ylläpitämällä verkkosivuilla <https://www.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 tai muiden kaukokulkeumaepisodien aikana, on velvollisuus tiedottaa yleisöä asetuksen 79/2017 19 §:n mukaisesti. 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.

9 ILMANLAADUN MITTAUKSET KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA

Kajaanissa ilmanlaadun mittauksia on tehty Kajaanin kaupungin toimesta vuosina 1991–2018 seuraavasti

- Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 - Kajaanin keskusta 1997–2018
- Typpidioksidi (NO₂)
 - Kajaanin keskusta 1991–2018
 - Pöllyvaara 1991–1996
- Rikkidioksidi (SO₂)
 - Kajaanin keskusta 1991–2007
 - Pöllyvaara 1991–1996

Vuosia 2019–2024 koskevan Kajaanin ilmanlaadun seurantasuunnitelman hyväksymisen yhteydessä jatkuvat ilmanlaadun mittaukset Kajaanissa päätettiin lopettaa vuoden 2018 lopussa, eikä mittauksia sen jälkeen Kajaanissa ole tehty.

Kajaanin keskustassa 27.3.2008 saakka typen oksidien mittaus on sijainnut Kajaanin kaupungintalon sisäpihalla Lönnrotinkadulla (mittausasema *Kajaanin keskusta*) ja hengitettävien hiukkasten mittaus kaupungintalon seinustalla Lönnrotinkadulla (mittausasema *Kajaanin keskusta 2*). 28.3.2008 alkaen vuoden 2018 loppuun sekä typen oksidien että hengitettävien hiukkasten mittaukset on tehty Lönnrotinkadun mittausasemalla kaupunginteatterin edustalla (mittausasema *Kajaanin keskusta 3*) lähellä Lönnrotinkadun ja Pohjolankadun risteystä. Lönnrotinkadun mittausasema on edustanut Kajaanin keskustan ilmanlaatua vilkkaassa liikenneympäristössä.

Sotkamossa ilmanlaatua on mitattu Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivosalueen lähistöllä seuraavasti

- Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 - Myllyniemi 4.9.2008–2.3.2009, 1.12.2015–15.8.2016 ja 2022
 - Taattola 15.4.2023 → jatkuu
- Pienhiukkaset (PM_{2,5})
 - Taattola 15.4.2023 → jatkuu

- Arseeni (As), kadmium (Cd), nikkeli (Ni) ja lyijy (Pb)
 - Myllyniemi tammi-heinäkuu 2016 ja 2022
 - Taattola 15.4.2023 → jatkuu

Myllyniemen mittausasema sijaitsee aivan Terrafame Oy:n kaivos- ja tehdasalueen vieressä lähimmän asuintalon pihapiirissä noin 1,5 kilometriä avolouhoksesta koilliseen. Vuonna 2023 mittaus siirtyi nykyiselle Taattolan mittausasemalle noin 1 km Myllyniemestä itään. Taattolan mittausasema sijaitsee kaivosalueen koillispuolella, noin 1,3 km:n päässä kaivosalueen lähimmästä reuna-alueesta. Sekä Taattolan että Myllyniemen mittausasema kuvaa Terrafame Oy:n kaivosalueen toimintojen hiukkaspäästöjen vaikutuksia kaivosalueen välittömässä läheisyydessä lähimmän asutuksen piirissä vallitsevien tuulien alapuolella.

Sotkamossa Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehtaan ja kaivosalueen ympäristössä on tehty ilmanlaadun mittauksia seuraavasti

- Hengitettävät hiukkaset (PM₁₀)
 - Asuntola 4.3.–8.9.2009
 - Tehdasalue 4.3.–8.9.2009
- Arseeni (As) ja nikkeli (Ni)
 - Tehdasalue 8.4.–15.6.2009 ja 9.9.–9.10.2009

Asuntolan mittauspiste on sijainnut tehdas- ja kaivosalueen pohjoispuolella kaivosalueen ulkopuolella noin 420 metrin päässä avolouhoksesta ja 740 metrin päässä rikastushiekka-altaasta. Tehdasalueen mittauspiste on puolestaan sijainnut välittömästi tehdasalueen toimintojen vieressä noin 250 metrin päässä avolouhoksesta ja 400 metrin päässä rikastushiekka-altaasta. Molemmat mittauspisteet ovat sijainneet vallitsevista pölypäästölähteistä, rikastushiekka-altaat ja lastausalue, luoteeseen.

10 MUU ILMANLAADUN SEURANTA KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA

Kajaanin kaupunkialueen sekä Vuolijoen ja Otanmäen taajamien leviämismallinnus on tehty vuonna 2009 ja se on kattanut energiantuotannon, teollisuuden ja autoliikenteen typen oksidien ja hiukkaspäästöjen mallinnuksen. Mallinnuksen tulokset eivät ole enää kaikin osin ajantasaisia.

Terrafame Oy:n kaivosalueen toimintojen hiukkaspäästöjen viimeisin leviämismallinnus on tehty vuonna 2021.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdasalueen ja kaivoksen hiukkaspäästöjen leviämistä on selvitetty mallilaskelmin vuonna 2025 valmistuneessa kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA:ssa.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Uutelan talkkikaivoksen hiukkaspäästöjen leviämistä on selvitetty mallilaskelmin vuonna 2019 valmistuneessa YVA:ssa.

Ilman epäpuhtauksien aiheuttamia luontovaikutuksia on viimeksi selvitetty vuonna 2015 toteutetussa koko Kainuun maakunnan kattaneessa bioindikaattoriselvityksessä, missä on tutkittu männyn neulasten, epifyyttijäkälien ja sammalten vaurioita ja alkuainepitoisuuksia.

Ilmanlaadun yhteistarkkailuun kuuluneiden teollisuus- ja energiantuotantolaitosten sekä tieliikenteen päästötiedot on koottu Kajaanista ilmanlaadun vuosiraportteihin vuoteen 2007 saakka. Sen jälkeen päästötietoja ei ole systemaattisesti koottu vuosittain ilmanlaadun seurantaan varten. Ympäristönsuojelulain mukaan ympäristölupavelvollisten, ilmoitusvelvollisten ja rekisteröitävien teollisuus- ja energiantuotantolaitosten ja toimintojen päästötiedot on koottu vuosittain ympäristöhallinnon YLVA-tietokantaan valvontaviranomaisten käyttöön.

11 PÄÄSTÖJEN KEHITYS KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA

Seuraavassa esitetyt tärkeimpien epäpuhtauksien päästöt on koottu Suomen ympäristökeskuksen (SYKE) tietokannasta saatavilla olevalla päästösektorijaottelulla vuosilta 1990–2020. Päästötiedot ovat saatavilla 5 vuoden aikajaottelulla. Lisäksi tieliikenteen päästöosuutta on arvioitu tarkemmin VTT:n vuoteen 2023 saakka ylläpitämän LIISA-tietokannan pohjalta. Vuosilta 2019–2024 on ollut lisäksi käytettävissä tärkeimpien energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten päästötiedot. Esitetyt päästötiedot kattavat koko kunnan maantieteellisen alueen päästöt, ei vain taajama-alueiden päästöt.

Taulukko 14. Tärkeimpien ilman epäpuhtauksien päästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.

Epäpuhtaus	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hiukkaset (PM) (t)	501	401	297	341	274	209	176
Typen oksidit (NO_x) (t)	1816	1743	1095	1032	718	489	464
Rikkidioksidi (SO₂) (t)	1747	1160	616	726	255	103	99
Haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (VOC) (t)	1563	1199	1077	872	591	458	426
Hiilimonoksidi (CO) (t)	3922	3339	3186	2721	2305	1858	1725
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) (kg)	113,5	107,7	109,5	135,6	155,7	131,2	105,4
Lyijy (Pb) (kg)	1211	115	61	104	40	26	21
Arseeni (As) (kg)	60,5	24	4,6	4,7	6,9	4,2	2,6
Kadmium (Cd) (kg)	8,8	2,7	1,4	9,8	2,1	14,7	2,4
Nikkeli (Ni) (kg)	393	130	70	101	92	45	27
Mustahiili (BC) (t)	53	41	34	35	30	23	18

Taulukko 15. Tärkeimpien ilman epäpuhtauksien päästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.

Epäpuhtaus	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2020
Hiukkaset (PM) (t)	388	342	290	252	246	171	133
Typen oksidit (NO_x) (t)	858	814	717	592	457	295	209
Rikkidioksidi (SO₂) (t)	858	473	478	344	208	78	49
Haihtuvat orgaaniset hiilivedyt (VOC) (t)	664	567	490	425	332	268	256
Hiilimonoksidi (CO) (t)	2418	2116	1868	1743	1553	1241	1068
Polyaromaattiset hiilivedyt (PAH) (kg)	82,7	78,8	79,4	98,3	111	92	75,5
Lyijy (Pb) (kg)	656	143	97	73	79	41	12
Arseeni (As) (kg)	51,6	48,4	27,3	22,2	30,4	14,5	1,9
Kadmium (Cd) (kg)	3,4	3,1	2,3	2,6	2,5	1,8	1,3
Nikkeli (Ni) (kg)	322	281	291	255	163	66	40
Mustahiili (BC) (t)	42	34	33	28	26	17	14

Vuodesta 1990 vuoteen 2020 kaikkien epäpuhtauksien päästöt, lukuun ottamatta polyaromaattisten hiilivetyjen päästöjä, ovat pienentyneet epäpuhtaudesta riippuen 56–98 %. Eniten ovat pienentyneet rikkidioksidin ja typen oksidien päästöt sekä metallipäästöistä lyijyn, arseenin ja nikkelin päästöt. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt ovat pienentyneet vain alle 10 %.

Päästöjen jakautuminen eri päästösektoreille on esitetty kuvissa liitteessä 1. Päästöt ovat pienentyneet erityisesti energiantuotanto- ja teollisuuslaitoksissa sekä tieliikenteessä. Sen sijaan erilaisten hajapäästöjen, kuten kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöt, eivät ole pienentyneet vastaavassa määrin. Hajapäästöistä huomattava osa syntyy maaseutumaisilla haja-asutusalueilla.

Hiukkaspäästöistä suurin osa on nykyisin peräisin erilaisista hajapäästölähteistä, kuten kiinteistökohtaisesta lämmityksestä, työkoneista ja katupölystä. Sekä Kajaanissa että Sotkamossa energiantuotantolaitosten hiukkaspäästöt ovat alle 5 % hiukkasten kokonaispäästöistä. Hiukkasten kokonaispäästöistä noin 70 % on hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) ja noin 40 % pienhiukkasia (PM_{2,5}).

Typen oksidien ja hiilimonoksidin päästöt ovat pienentyneet erityisen selvästi tieliikenteessä, mutta liikenne mukaan lukien työkoneet on edelleen tärkein typen oksidien päästölähde. Myös energiantuotantolaitosten typenoksidipäästöt ovat edelleen merkittävä päästölähde sekä Kajaanissa että Sotkamossa. Niiden typenoksidien päästöt ovat suuruusluokkaa 1/3 typenoksidien kokonaispäästöistä.

Rikkidioksidipäästöt ovat pienentyneet erityisen paljon energiantuotannossa ja teollisuudessa. Suurimpien energiantuotantolaitosten rikkidioksidipäästöt ovat nykyisin suuruusluokkaa 10 % rikkidioksidin kokonaispäästöistä.

Hiilivetyypäästöjä tulee hyvin monista erityyppisistä lähteistä, tärkeimpänä erilaisten liuottimia sisältävien tuotteiden käyttö ja kiinteistökohtainen lämmitys. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt tulevat lähes yksinomaan puun pienpoltosta.

Myös hiilimonoksidin päästöt ovat nykyisin pääosin peräisin kiinteistökohtaisesta energiantuotannosta, kuten puun pienpoltosta, mutta myös työkoneiden päästöillä on vielä merkitystä.

Lyijyn, arseenin, kadmiumin ja nikkelin päästöt ovat peräisin vaihtelevasti eri päästölähteistä. Lyijypäästöt olivat aiemmin peräisin valtaosin lyijyllisen liikennebensiinin käytöstä ja nikkelpäästöt raskaan polttoöljyn käytöstä. Kadmiumpäästöjä puolestaan syntyy puun poltossa.

12 KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUN MITTAUSTULOKSET VUOSILTA 1994-2024

12.1 Yleistä

Seuraavissa kappaleissa 12.2–12.4 on esitetty yhteenveto Kajaanissa vuosina 1994–2018 tehtyjen ilmanlaadun mittausten tuloksista ja kappaleissa 12.5–12.8 Sotkamossa Terrafame Oy:n kaivosalueen ympäristössä ja Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehtaan ja kaivosalueen ympäristössä tehtyjen mittausten tuloksista. Kajaanissa ilmanlaadun mittauksia on tehty myös vuosina 1991–1994, mutta näiden varhaisimpien mittausten tuloksia ei ollut saatavilla. Yhteenvedossa on esitetty tärkeimmät tulosten tunnusluvut suhteessa voimassa oleviin ohje-, raja- ja tavoitearvoihin sekä EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvoihin ja Maailman terveysjärjestön ohjearvoihin. Lisäksi tuloksia on verrattu nykyisen ilmanlaatuasetuksen ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksiin. Tulosten tarkastelussa pääpaino on ollut 2000-luvun mittauksissa.

Sotkamosta Terrafame Oy:n kaivosalueen ympäristön mittaustuloksista yhteenveto kattaa mittaukset, joita on tehty vuosina 2008–2009, 2015–2016 ja 2022–2024. Osa näiden vuosien mittausjaksoista on alle vuoden pituisia eli tulokset siltä osin ovat tilastollisesti vain suuntaa antavia. Jatkuvia mittauksia Terrafame Oy:n ympäristössä on tehty vuodesta 2022 alkaen.

Sotkamosta Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehtaan ja kaivosalueen ympäristöstä tuloksia on niin ikään melko vähän eli noin puolen vuoden ajalta vuodelta 2009 ja nekin ovat tilastollisesti vain suuntaa antavia.

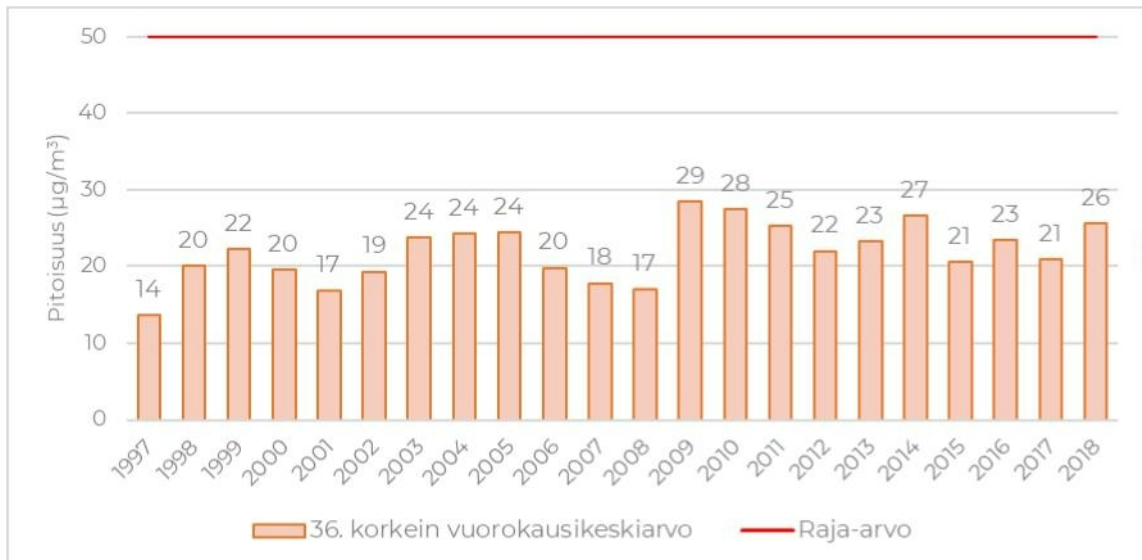
12.2 Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Kajaanissa

Hengitettävien hiukkasten kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) Kajaanin keskustassa eivät ole merkittävästi muuttuneet vuosina 2001–2018. Vuosittainen vaihtelu vuorokausiarvoissa on ollut melko suurta. Ohjearvon ylityksiä on mitattu vuosina 2004, 2009 ja 2016.

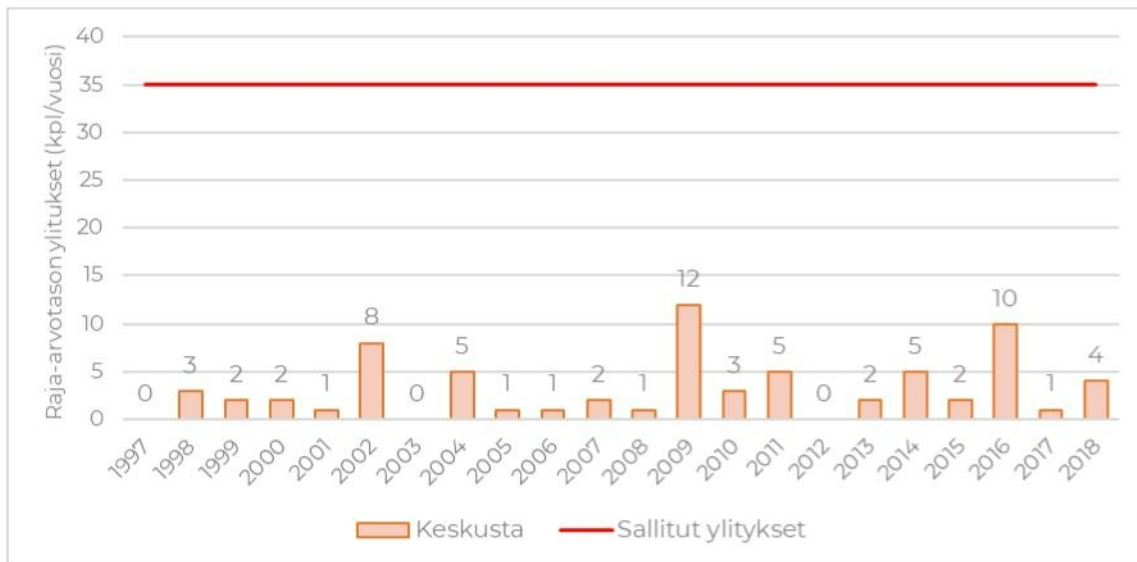


Kuva 2. Hengitettävien hiukkasten kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 2001–2018.

Hengitettävien hiukkasten vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo Kajaanin keskustassa on ollut vuosina 1997–2018 keskimäärin hieman vajaa puolet ilmanlaatuasetuksen nykyisestä raja-arvosta. Raja-arvotaso 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on ylittynyt enimmillään 12 kertaa vuosina 1997–2018, mutta keskimäärin ylityksiä on ollut vuosittain alle viisi kappaletta. Raja-arvotaso saa ylittyä 35 kertaa vuodessa, ennen kuin raja-arvo virallisesti ylittyy.

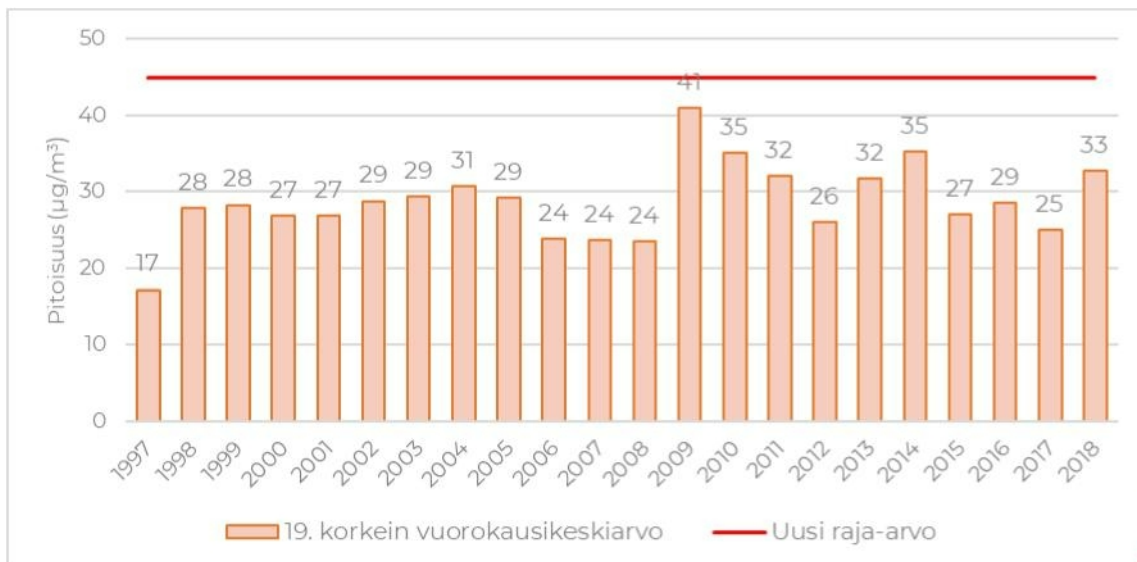


Kuva 3. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannolliset vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

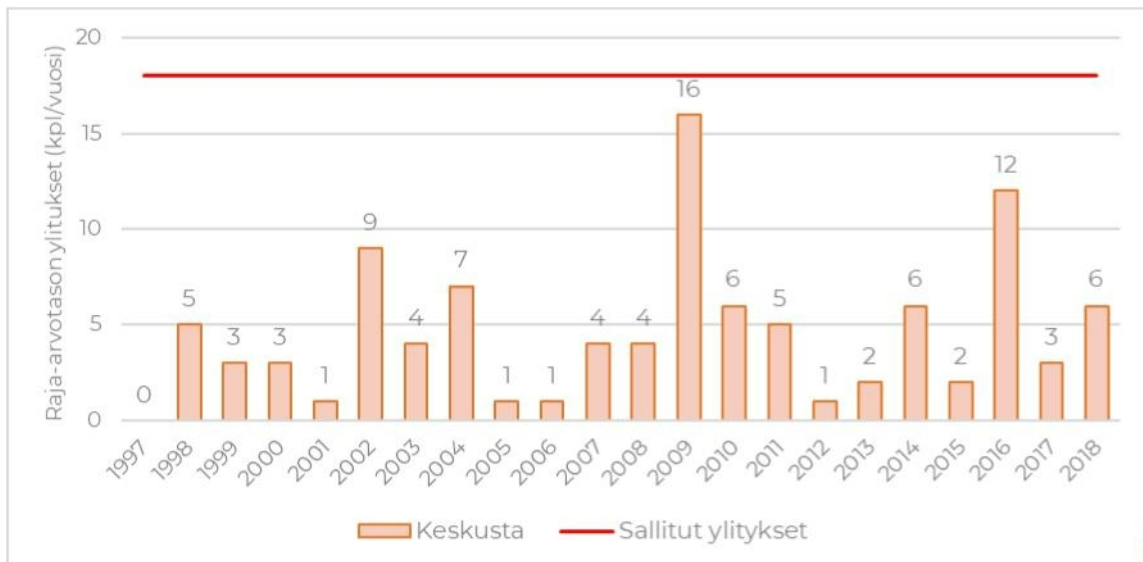


Kuva 4. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrä Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi kiristää hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon (vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo) tasolle $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se saa ylittyä 18 kertaa vuodessa. Tämä uusikaan raja-arvo ei ole ylittynyt Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018. Uuden raja-arvotason ylityksiä on ollut enimmillään 16 kappaletta.

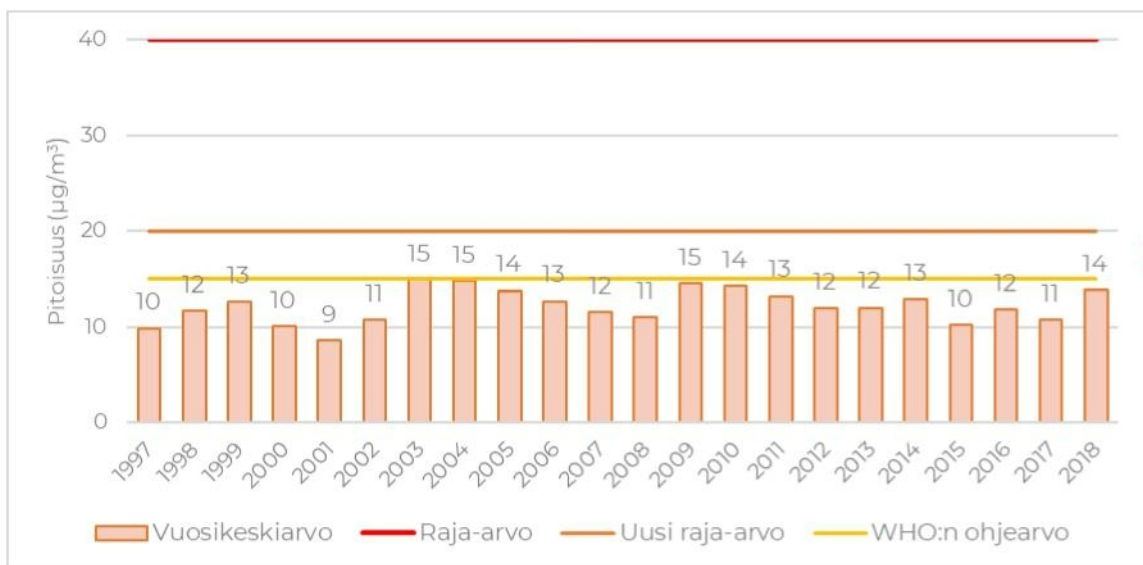


Kuva 5. EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiseen vuorokausiraja-arvoon verrannolliset hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.



Kuva 6. EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaisen hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrä Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

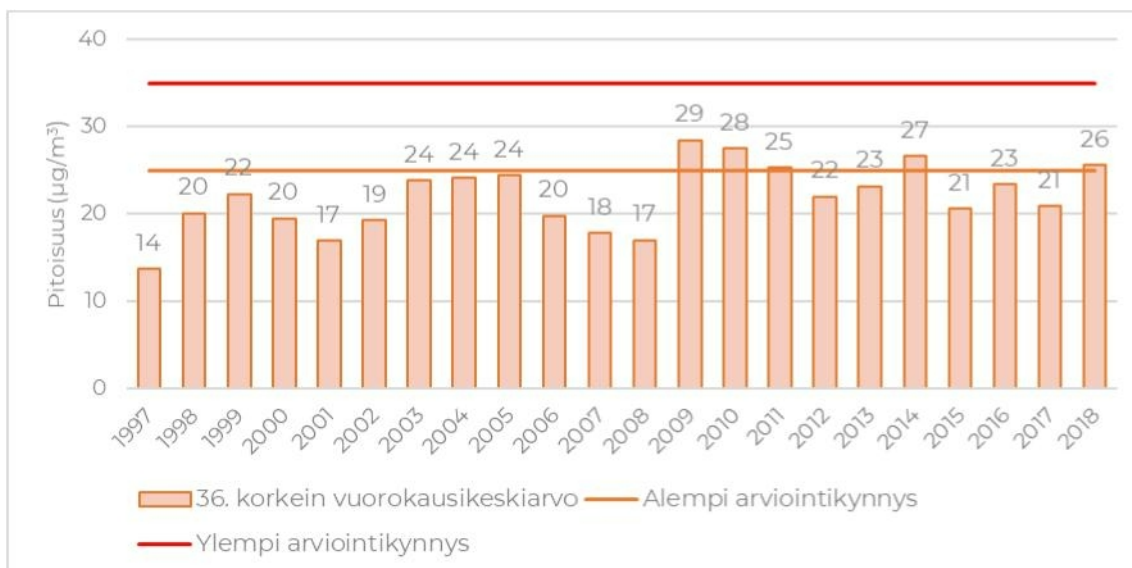
Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018 ovat alittaneet nykyisen raja-arvon $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ hyvin selvästi. Myös uuden EU-direktiivin mukainen raja-arvo $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on alittunut, mutta niukemmin. Vuosikeskiarvo on sivunnut useina vuosina Maailman terveysjärjestön ohjearvoa $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvo ei ole merkittävästi muuttunut, varsinkaan vuoden 2003 jälkeen.



Kuva 7. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyiseen ja uuteen raja-arvoon sekä WHO:n ohjearvoon Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

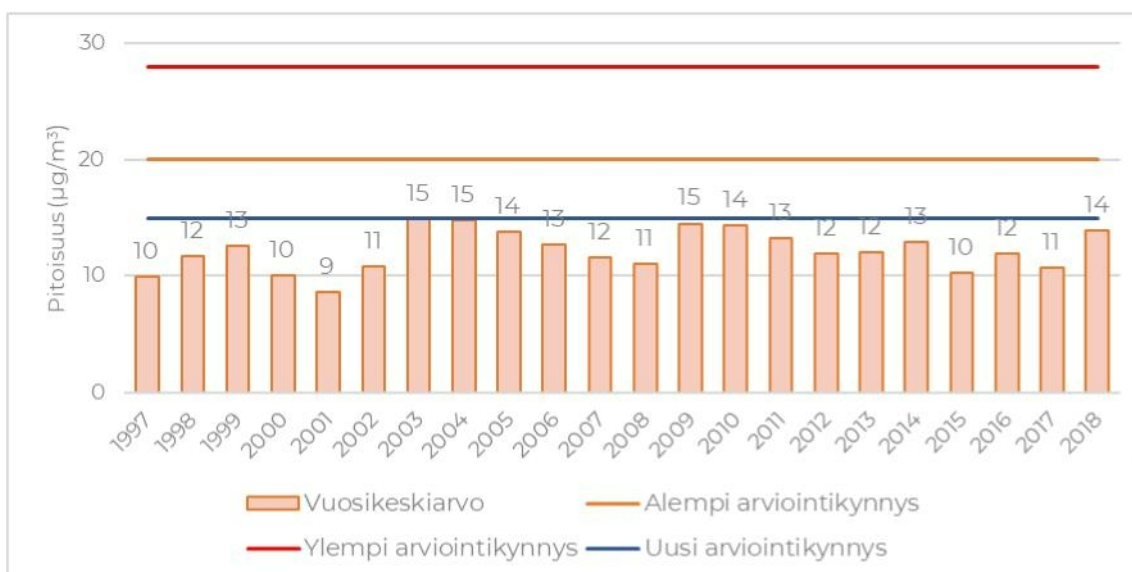
EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukainen hengitettävien hiukkasten tiedotuskynnys $90 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on ylittynyt vuosina 2007, 2016 ja 2018.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat Kajaanin keskustassa ylittäneet alemman arviointikynnyksen neljänä vuonna vuosina 2009–2018 ja yhtenä vuonna sitä on lisäksi sivuttu.



Kuva 8. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot suhteessa arviointikynnyksiin Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

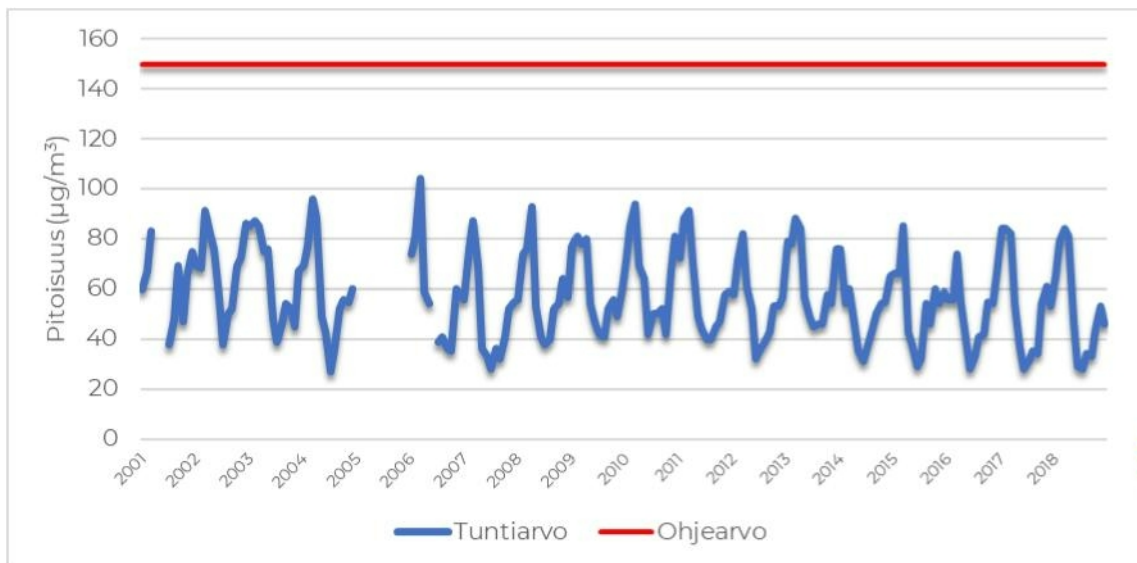
Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat nykyiset arviointikynnykset ovat alittuneet Kajaanin keskustassa, mutta EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnystä vuosikeskiarvo on sivunnut vuosina 2003, 2004 ja 2009 ja useana vuonna vuosikeskiarvo on ollut varsin lähellä uutta arviointikynnystä.



Kuva 9. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Kajaanin keskustassa vuosina 1997–2018.

12.3 Typpidioksidin pitoisuudet Kajaanissa

Vuosina 2001–2018 typpidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99. prosentin pysyvyystaso) ovat alittaneet varsin selvästi kansallisen ohjearvon. Myös vuorokausiarvoa (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) koskeva ohjearvo on alittunut, joskin 2000-luvun alussa vuorokausiarvot olivat ajoittain lähellä ohjearvoa. Pitoisuustaso vuosina 2001–2018 on ollut hienoisessa laskussa.

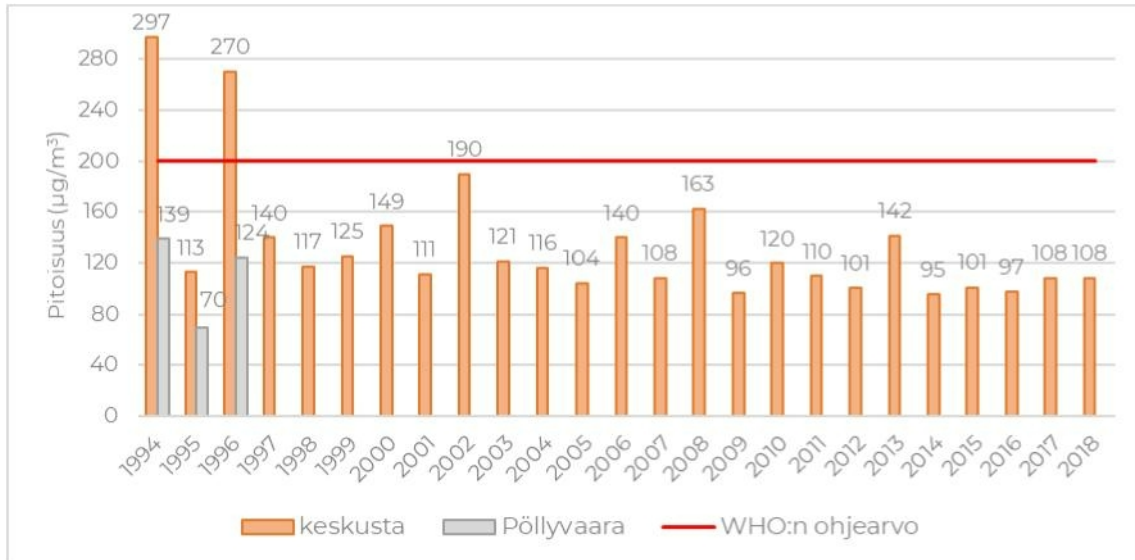


Kuva 10. Typpidioksidin kansalliseen ohjearvoon verrannolliset tuntiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 2001–2018.



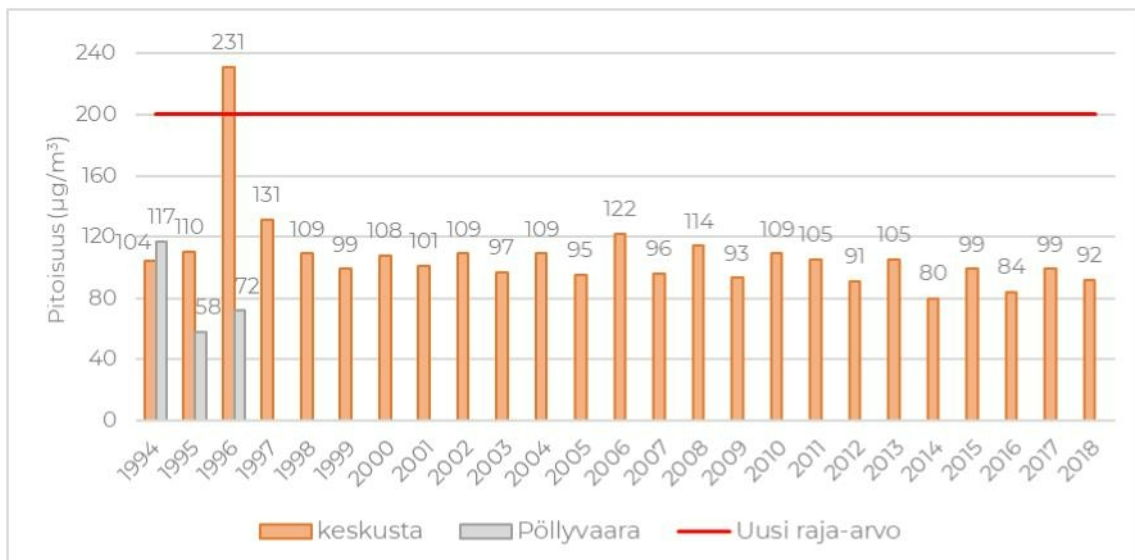
Kuva 11. Typpidioksidin kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 2001–2018.

Typpidioksidin tuntiarvot (vuoden korkein tuntikeskiarvo) ovat 2000-luvulla alittaneet Maailman terveysjärjestön ohjearvon pääosin varsin selvästi. 1990-luvun lopulla kahtena vuonna ohjearvo on ylitetty reilusti.



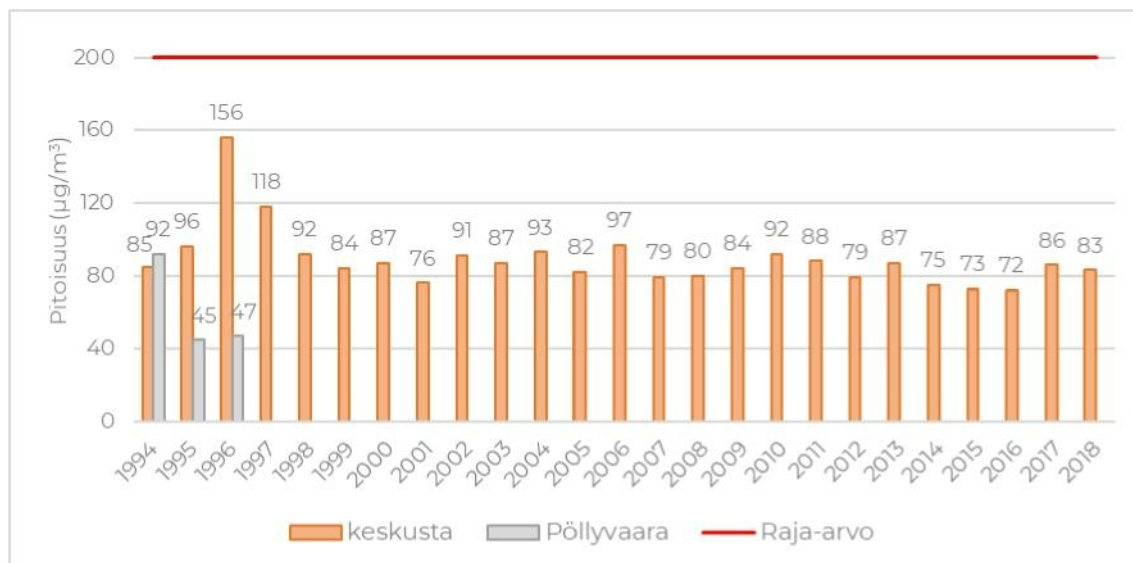
Kuva 12. WHO:n tuntiohjearvoon verrannolliset typpidioksidin tuntiarvot Kajaanin keskustassa ja Pöllövaarassa vuosina 1994–2018.

EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin tuntiraja-arvoon verrannolliset tuntiarvot (vuoden 4. korkein tuntikeskiarvo) ovat alittaneet raja-arvon varsin selvästi lukuun ottamatta tuntiarvoa Kajaanin keskustassa vuonna 1996.



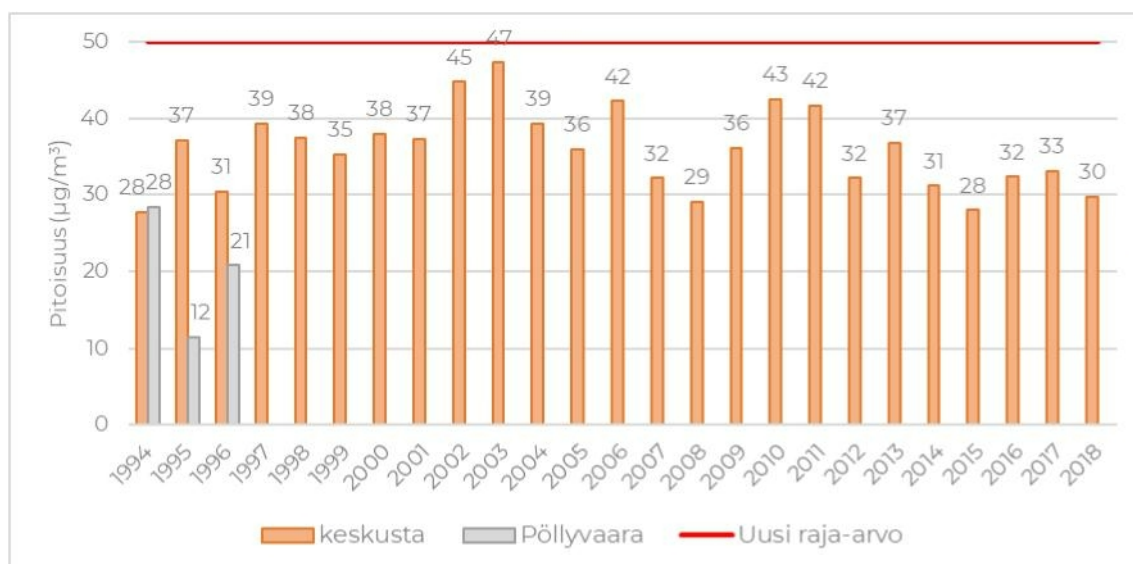
Kuva 13. EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiseen tuntiraja-arvoon verrannolliset typpidioksidin tuntiarvot Kajaanin keskustassa ja Pöllövaarassa vuosina 1994–2018.

Nykyisen ilmanlaatuasetuksen tuntiraja-arvoon verrannolliset tuntiarvot (vuoden 19. korkein tuntikeskiarvo) ovat alittaneet raja-arvon selvästi vuosina 1994–2018.



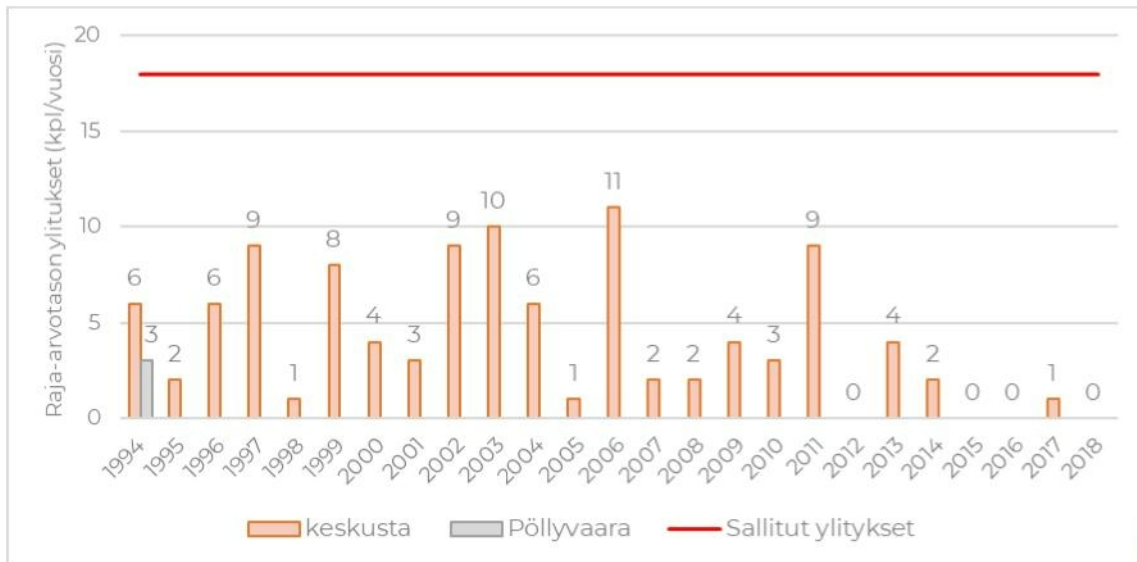
Kuva 14. Tyypidioksinin tuntiraja-arvoon verrannolliset tuntiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

Myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vuorokausiraja-arvoon verrannolliset vuorokausiarvot (vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat Kajaanissa vuosina 1994–2018 alittaneet tulevan raja-arvon. Tosin 2000-luvun alussa vuorokausiarvot ovat olleet melko lähellä raja-arvoa.



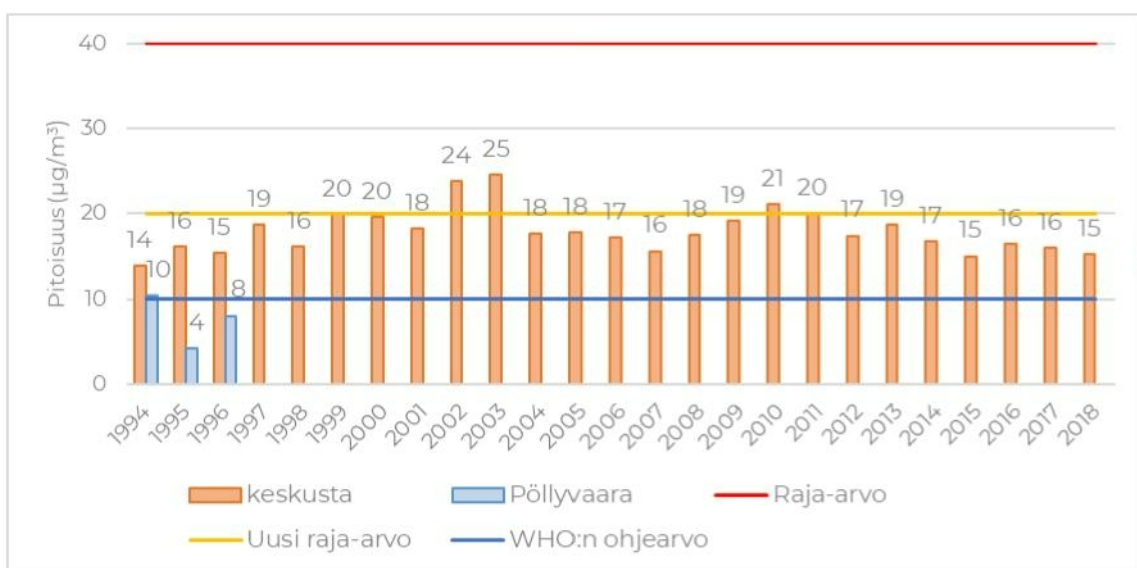
Kuva 15. EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiseen vuorokausiraja-arvoon verrannolliset tyypidioksinin vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

Typpidioksidin uuden vuorokausiraja-arvotason ylityksiä Kajaanin keskustassa on mitattu vielä etenkin 2000-luvun alkuvuosina, mutta 2010-luvulla niiden määrä on ollut vähäisempi. Raja-arvotaso saa ylittyä 18 kertaa vuodessa, ennen kuin raja-arvo virallisesti ylittyy.



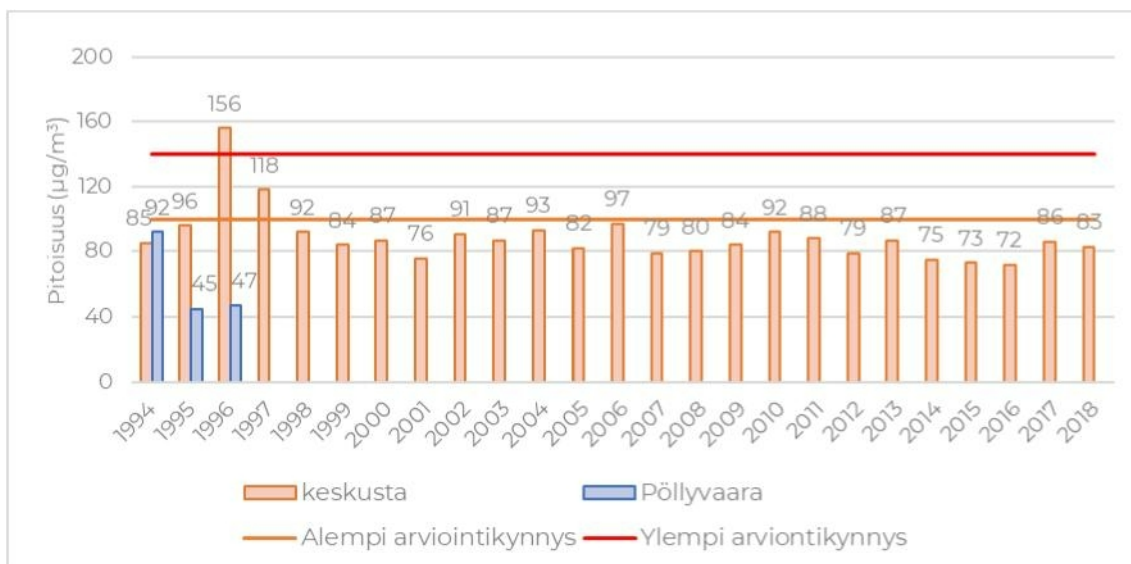
Kuva 16. EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaisen typpidioksidin vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrä Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

Typpidioksidin vuosikeskiarvot ovat vuosina 1994–2018 alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen raja-arvon. Sen sijaan EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukainen raja-arvo on ylittynyt vuosina 2002, 2003 ja 2010 ja useana vuonna uutta raja-arvoa on sivuttu. WHO:n vuosiohjearvo on ylittynyt koko mittaushistorian ajan vuosina 1994–2018. Vuosikeskiarvot ovat olleet laskussa 2010-luvulla.



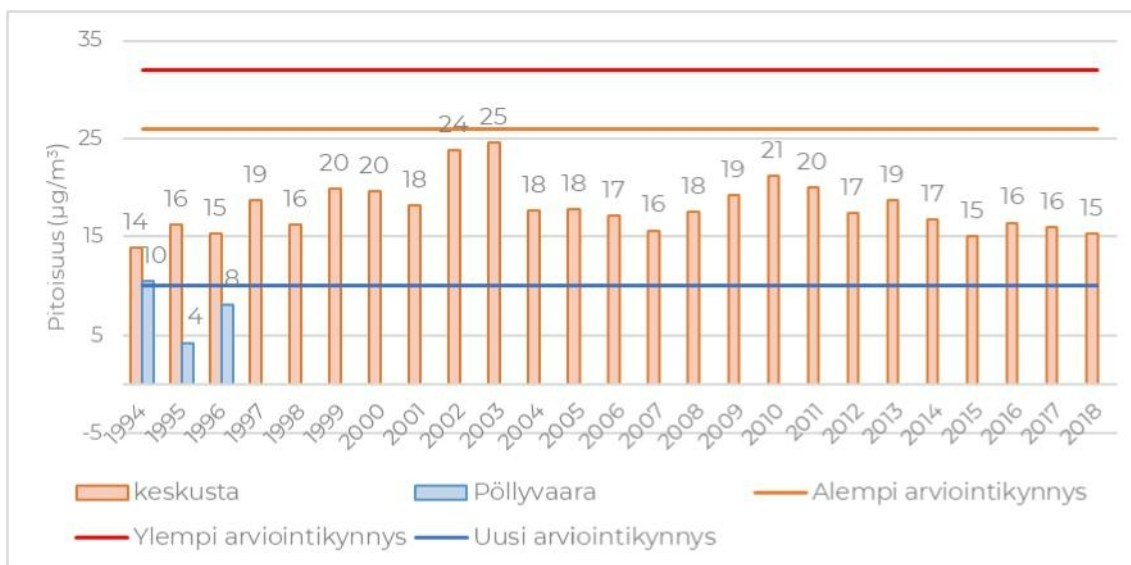
Kuva 17. Typpidioksidin vuosikeskiarvot suhteessa nykyiseen ja uuteen raja-arvoon sekä WHO:n ohjearvoon Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

Typpidioksidin tuntiarvoja koskevat nykyiset arviointikynnykset ovat alittuneet Kajaanissa 2000-luvulla, joskin 2000-luvun alussa tuntiarvot ovat olleet ajoittain varsin lähellä alemmaa arviointikynnystä.



Kuva 18. Typpidioksidin tuntiarvot suhteessa arviointikynnyksiin Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

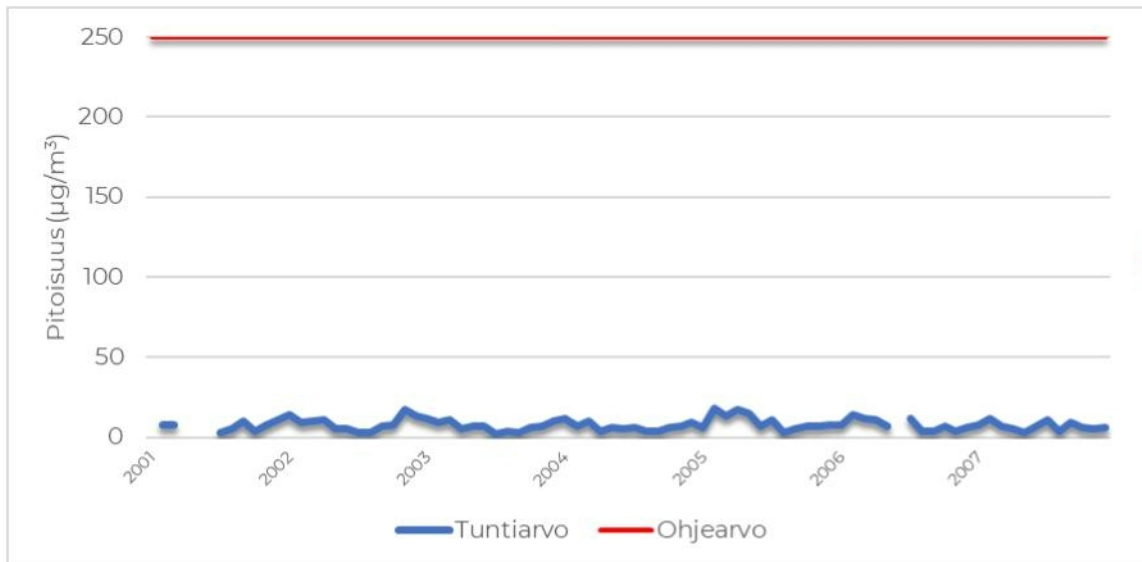
Typpidioksidin vuosikeskiarvoja koskevat nykyiset ilmanlaatuasetuksen arviointikynnykset ovat alittuneet Kajaanissa vuosina 1994–2018, mutta EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukainen arviointikynnys sen sijaan on ylittynyt keskustassa koko mittaushistorian ajan varsin selvästi.



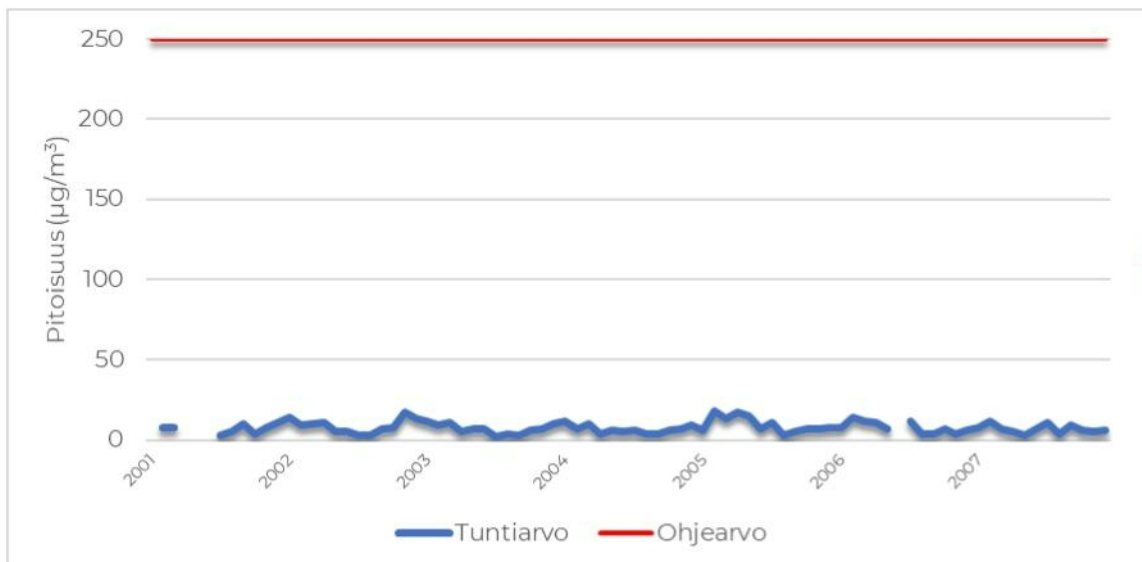
Kuva 19. Typpidioksidin vuosikeskiarvot suhteessa nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2018.

12.4 Rikkidioksidipitoisuudet Kajaanissa

Vuosina 2001–2007 rikkidioksidin tuntiarvot (kuukauden 99. prosenttilisäys) ja vuorokausiarvot (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) ovat erittäin selvästi alittaneet kansalliset ohjearvot.

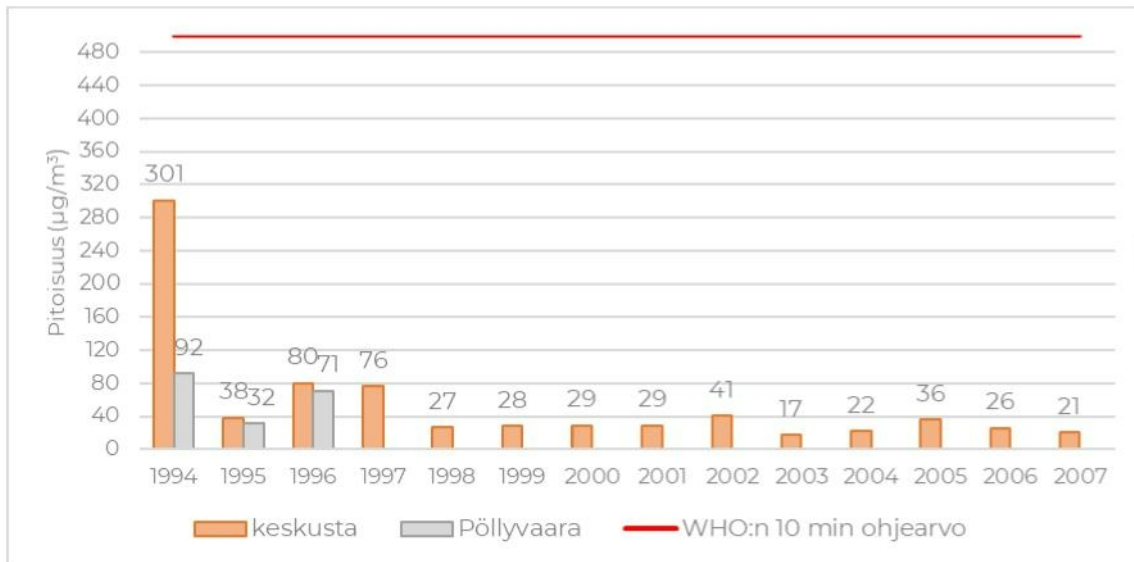


Kuva 20. Rikkidioksidin kansalliseen ohjearvoon verrannolliset tuntiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 2001–2007.



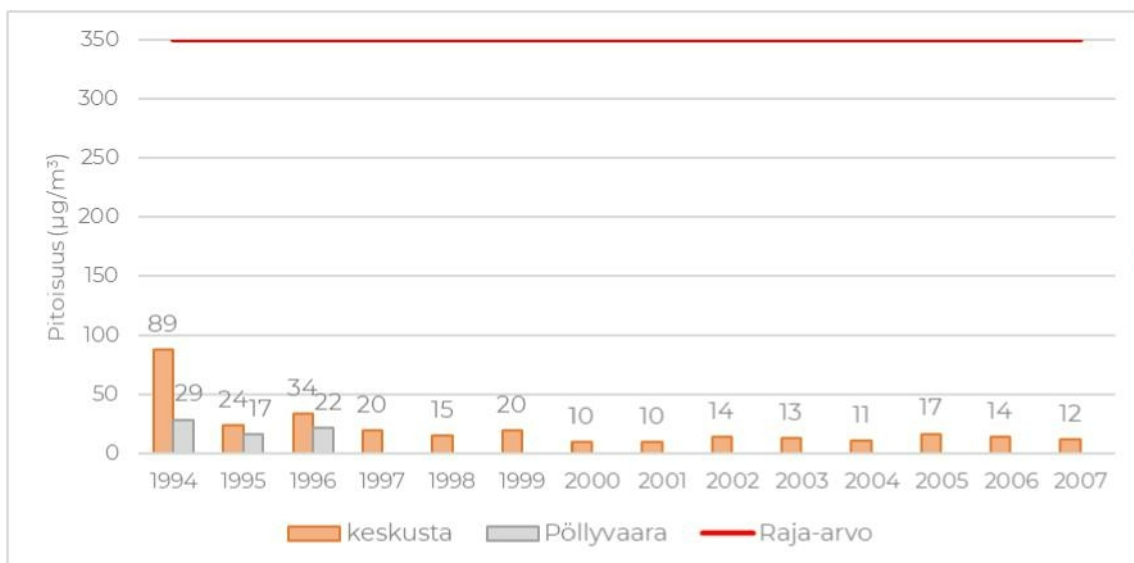
Kuva 21. Rikkidioksidin kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa vuosina 2001–2007.

Rikkidioksidin korkeimmat tuntikeskiarvot ovat vuosina 1994–2007 alittaneet selvästi WHO:n 10 minuutin ohjearvon, näin etenkin 2000-luvulla. Ohjearvoon on verrattu tuntikeskiarvoja, koska käytössä ei ollut minuuttidataa.



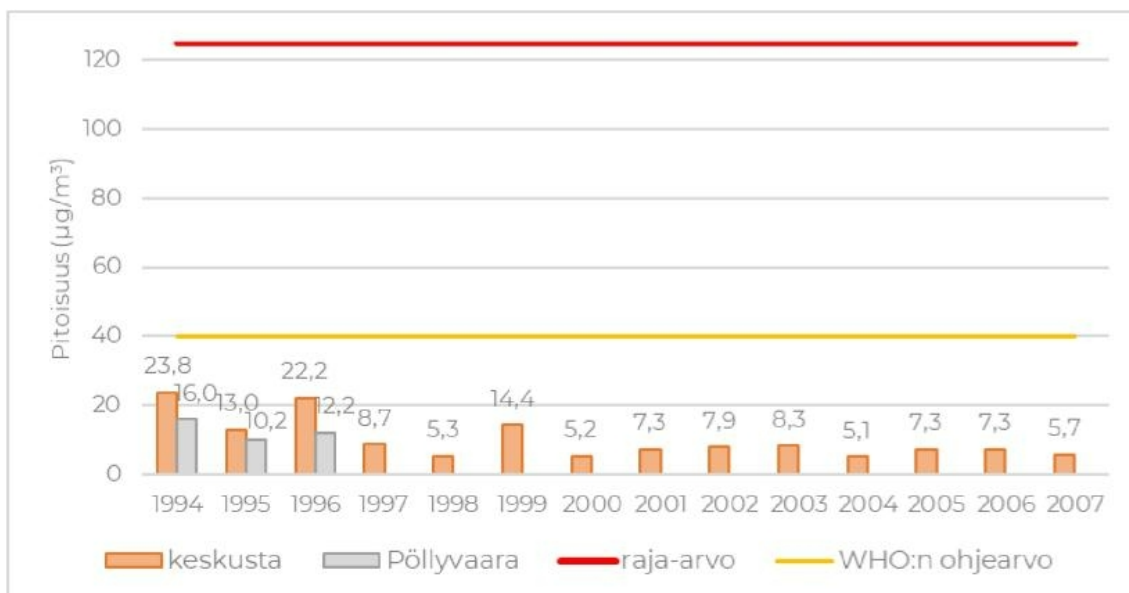
Kuva 22. WHO:n 10 min ohjearvoon verrannolliset rikkidioksidin korkeimmat tuntikeskiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.

Rikkidioksidin tuntiarvot (vuoden 25. korkein tuntikeskiarvo) ovat vuosina 1994–2007 alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen raja-arvon hyvin selvästi. Myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset tuntiarvot (vuoden 4. korkein tuntikeskiarvo) ovat alittaneet tulevan tuntiraja-arvon 350 µg/m³.

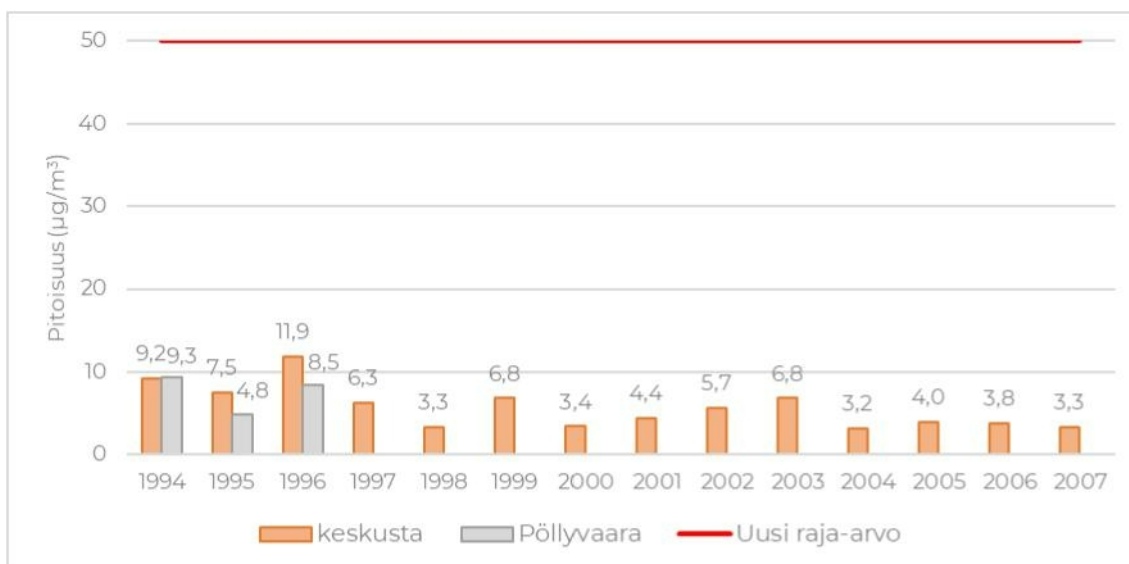


Kuva 23. Ilmanlaadun tuntiraja-arvoon verrannolliset rikkidioksidin tuntiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.

Myös rikkidioksidin vuorokausiarvot ovat vuosina 1994–2007 alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen raja-arvon ja WHO:n ohjearvon (vuoden 4. korkein vuorokausikeskiarvo) sekä EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvon (vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo) reilusti.



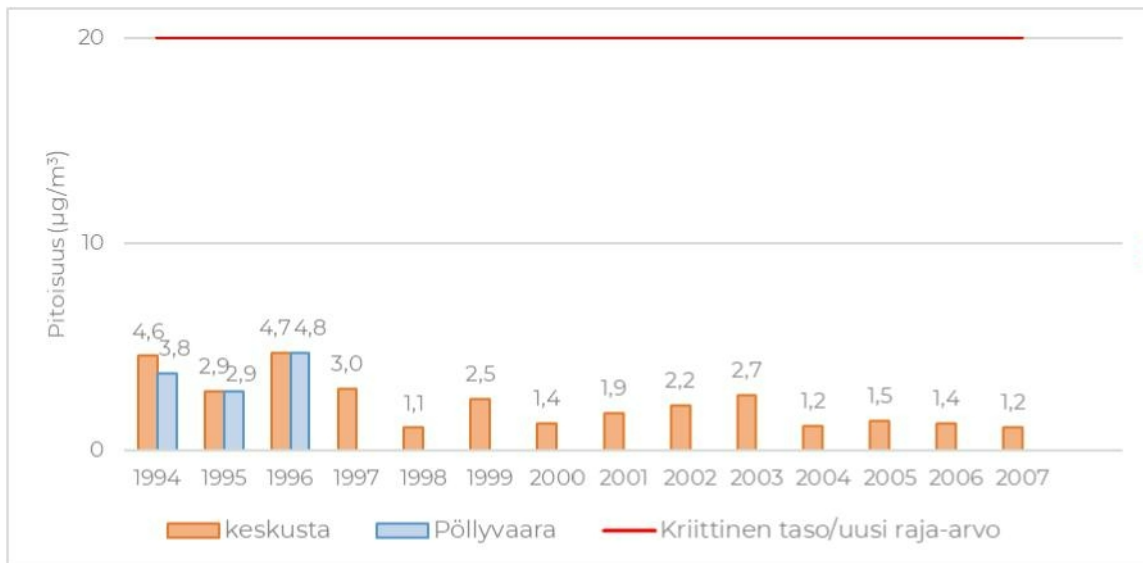
Kuva 24. Ilmanlaadun vuorokausiraja-arvoon ja WHO:n ohjearvoon verrannolliset rikkidioksidin vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.



Kuva 25. EU:n uuden Ilmanlaatudirektiivin vuorokausiraja-arvoon verrannolliset rikkidioksidin vuorokausiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.

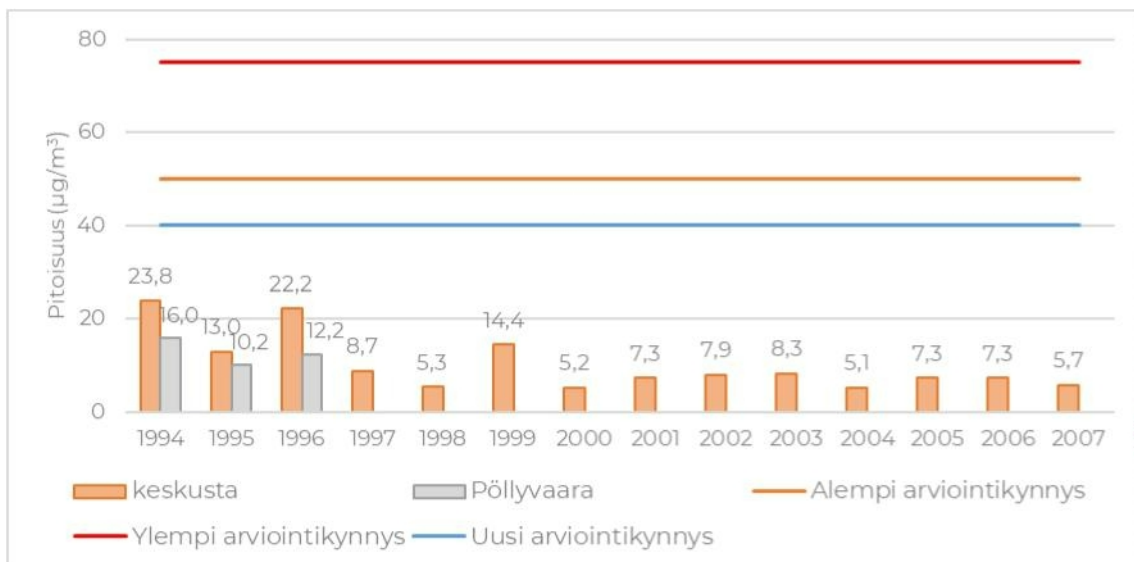
Rikkidioksidin vuosikeskiarvot ovat etenkin 2000-luvulla olleet hyvin alhaisia, ja ne ovat alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen kriittisen tason, joka on annettu

kasvillisuuden suojelemiseksi, ja myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvon, joka on annettu terveyden suojelemiseksi.



Kuva 26. Ilmanlaatuasetuksen kriittiseen tasoon ja EU:n uuden Ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvoon verrannolliset rikkidioksidin vuosikeskiarvot Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.

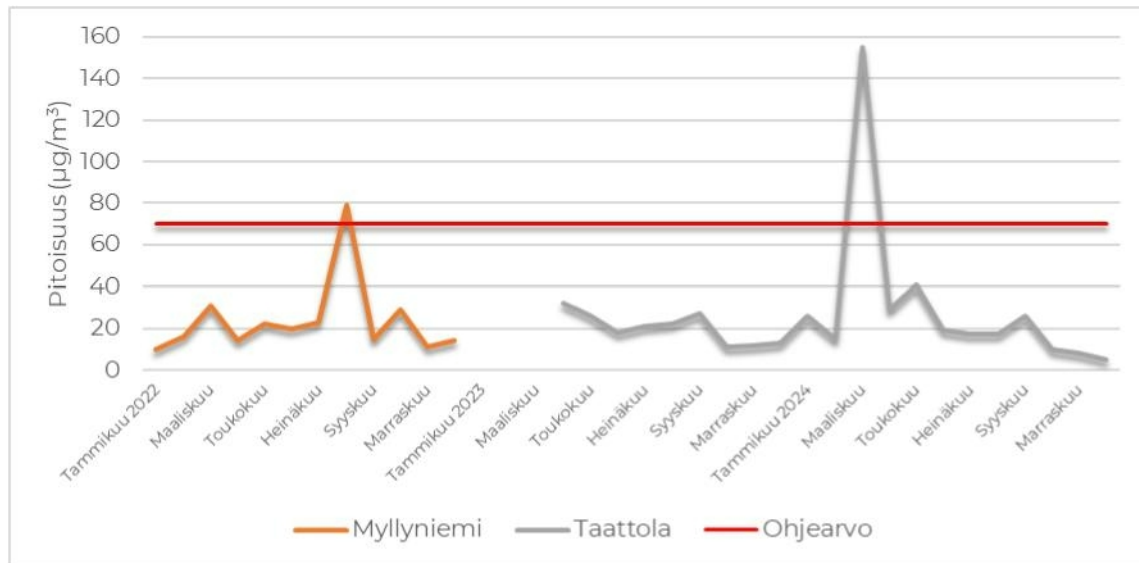
Rikkidioksidin vuorokausiarvot ovat alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksen vuosina 1994–2007.



Kuva 27. Rikkidioksidin vuorokausiarvot suhteessa arviointikynnyksiin Kajaanin keskustassa ja Pölyvaarassa vuosina 1994–2007.

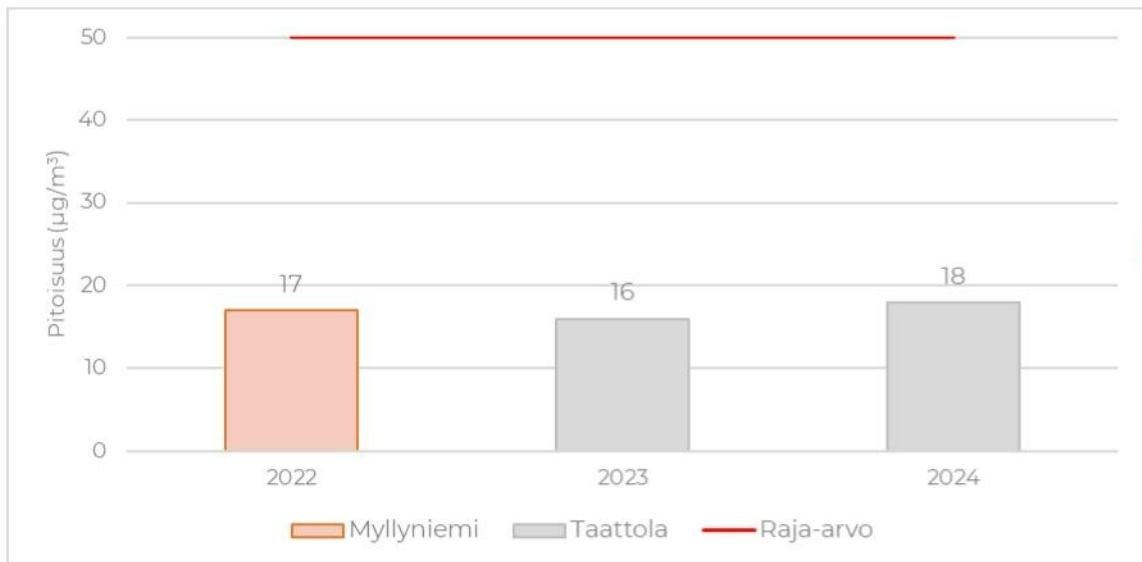
12.5 Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä

Hengitettävien hiukkasten kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) Terrafame Oy:n ympäristössä ovat ylittäneet kansallisen ohjearvon vuosina 2022 ja 2024. Vuonna 2024 ylitys Taattolassa on ollut huomattavan suuri.

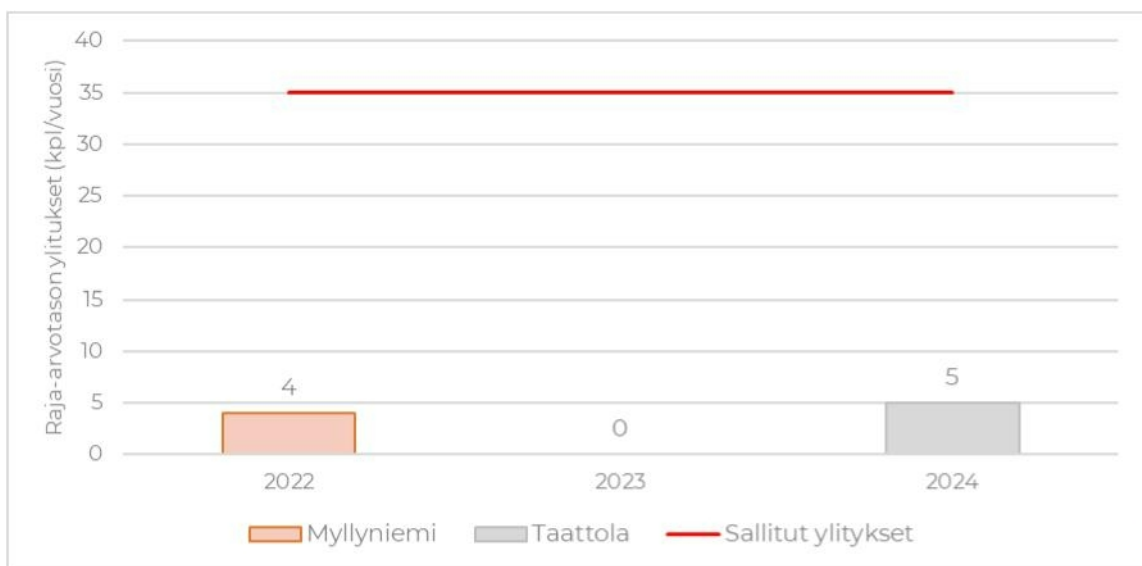


Kuva 28. Hengitettävien hiukkasten kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.

Ilmanlaatuasetuksen nykyiseen hengitettävien hiukkasten raja-arvoon (vuoden 36. korkein vuorokausikeskiarvo) verrannolliset pitoisuudet ovat olleet alle puolet raja-arvosta vuosina 2022–2024. Raja-arvotaso $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ on ylittynyt enimmillään 5 kertaa niiden kolmen vuoden aikana, kun jatkuvia mittauksia Terrafame Oy:n ympäristössä on tehty. Raja-arvotaso saa ylittyä 35 kertaa vuodessa, ennen kuin raja-arvo virallisesti ylittyy.



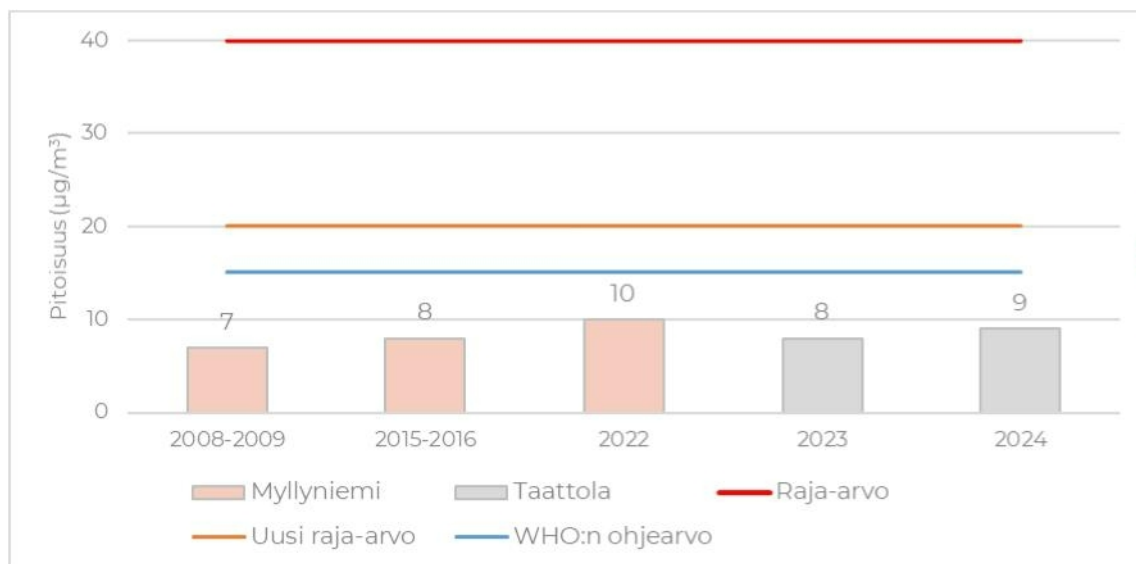
Kuva 29. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvoon verrannolliset vuorokausiarvot Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.



Kuva 30. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvotason ylitysten määrä Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.

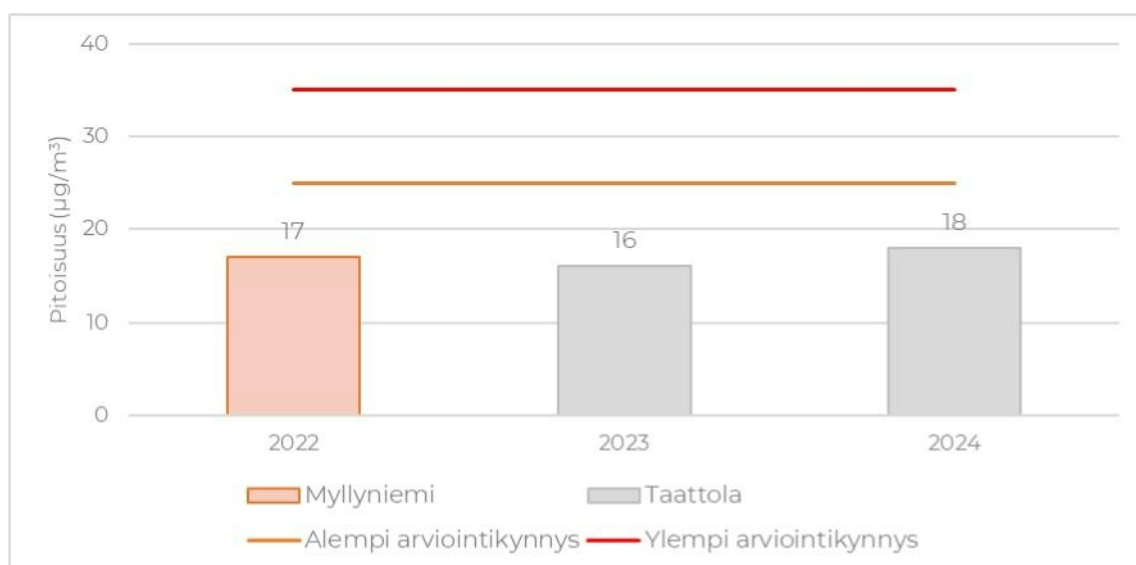
EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi kiristää hengitettävien hiukkasten vuorokausiraja-arvon (vuoden 19. korkein vuorokausikeskiarvo) tasolle $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja se saa ylittyä 18 kertaa vuodessa. Tämän uuden raja-arvotason ylityksiä on Taattolassa mitattu vuonna 2024 5 kertaa.

Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2008–2024 ovat alittaneet nykyisen raja-arvon $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja myös tulevan raja-arvon $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Myös WHO:n ohjearvo on alittunut. Vuosikeskiarvo on ollut tasoa 7–10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

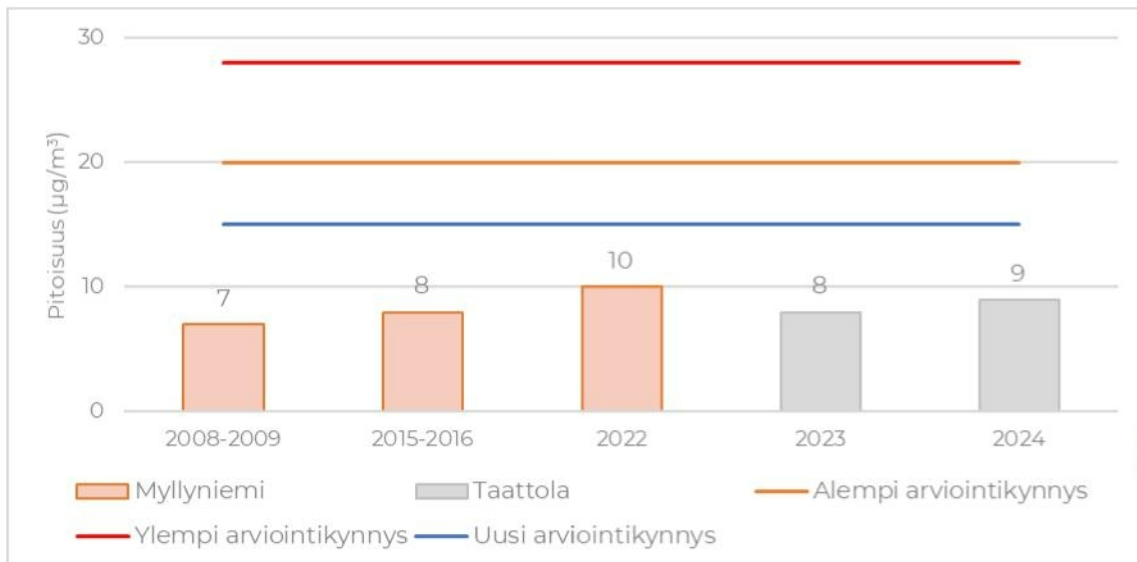


Kuva 31. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyiseen ja uuteen raja-arvoon sekä WHO:n ohjearvoon Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2008–2024.

Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ja vuosikeskiarvot ovat Terrafame Oy:n ympäristössä alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen ja EU:n uuden ilmanlaatuasetuksen arviointikynnykset.



Kuva 32. Hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot suhteessa arviointikynnyksiin Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.

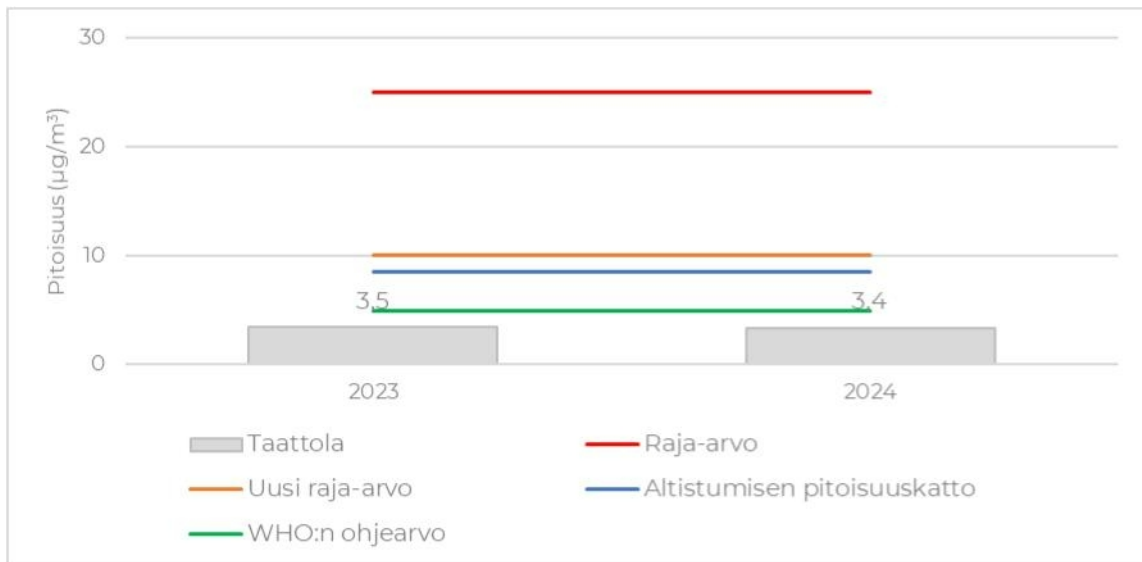


Kuva 33. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2008–2024.

12.6 Pienhiukkasten pitoisuudet Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä

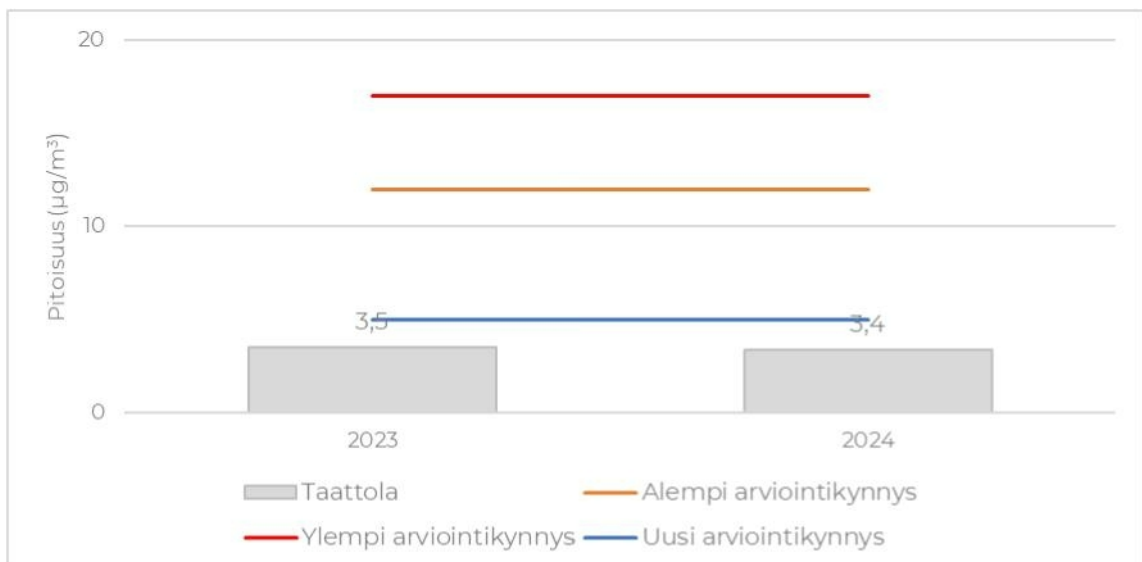
Pienhiukkasille ei nykyisessä ilmanlaatuasetuksessa ole lyhytaikaispitoisuutta koskevaa raja-arvoa. Sellainen sisältyy kuitenkin uuteen EU:n ilmanlaatudirektiiviin. Kyseisen uuden raja-arvotason $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ylityksiä on Taattolassa mitattu vuonna 2024 yhden kerran.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvot Terrafame Oy:n ympäristössä ovat alittaneet nykyisen ja tulevan vuosiraja-arvo vuosina 2023–2024. Myös nykyinen kansallinen pienhiukkasten altistumisen pitoisuuskatto $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja WHO:n ohjearvo $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ovat alittuneet.



Kuva 34. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyiseen ja uuteen raja-arvoon sekä nykyiseen altistumisen pitoisuuskattoon ja WHO:n ohjearvoon Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.

Pienhiukkasten vuosikeskiarvoa koskevat nykyiset ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset arviointikynnykset ovat alittuneet Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2023–2024.



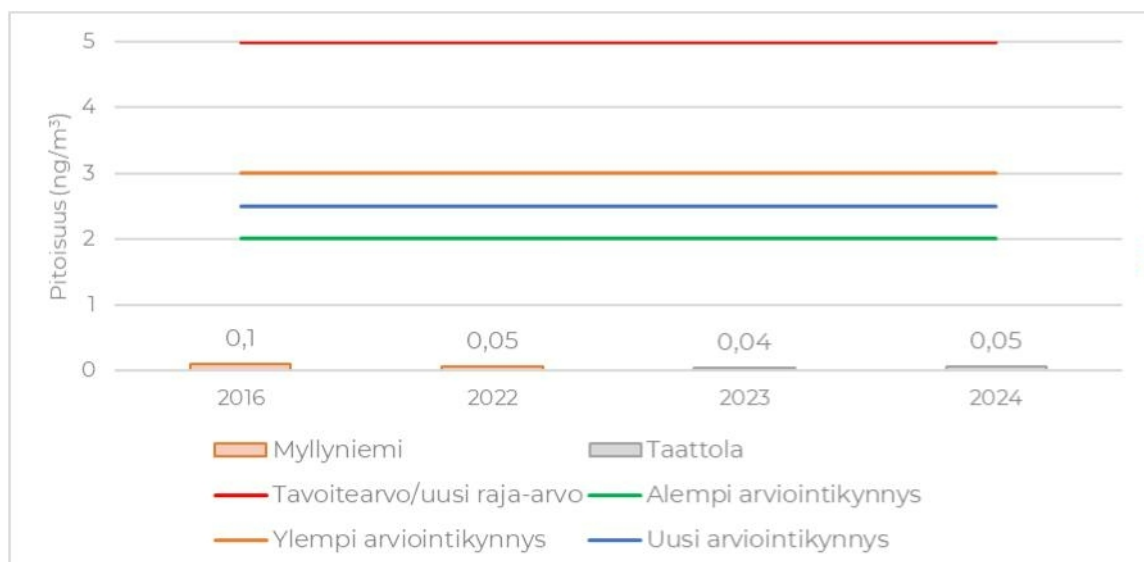
Kuva 35. Pienhiukkasten vuosikeskiarvot suhteessa nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2022–2024.

12.7 Arseeni- ja metallipitoisuudet Terrafame Oy:n ympäristössä

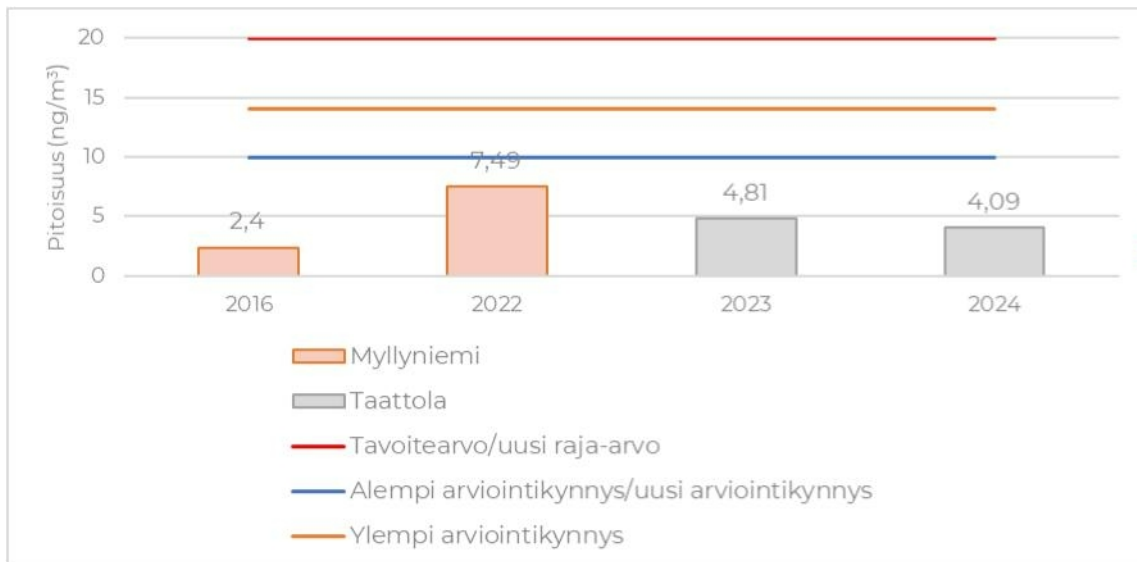
Arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn vuosikeskiarvot ovat erittäin selvästi alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen tavoite/raja-arvot sekä EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot. Myös nykyiset ja tulevat arviointikynnykset ovat alittuneet selvästi.



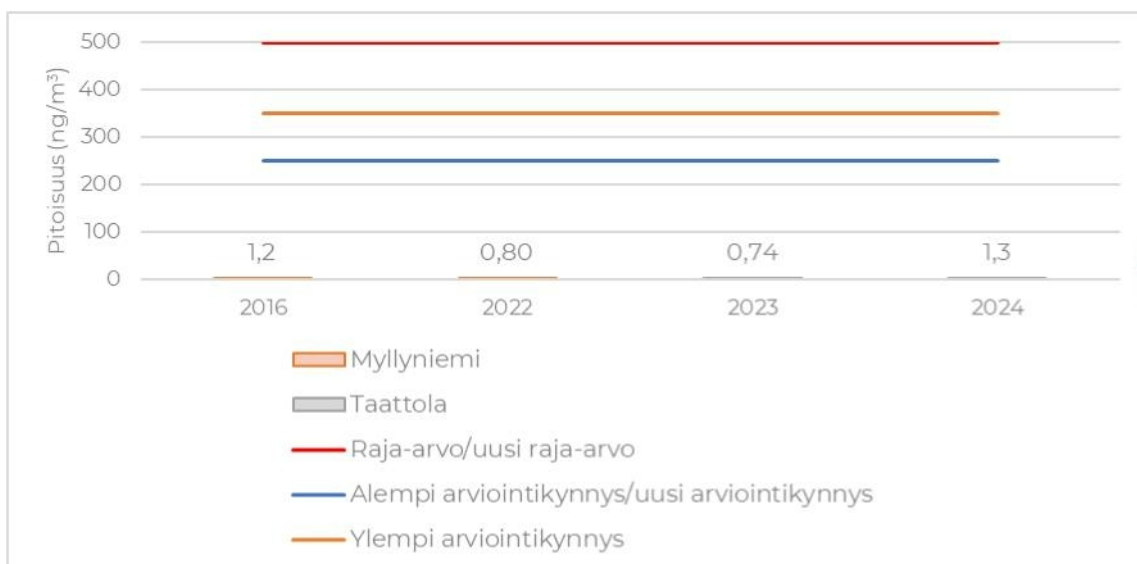
Kuva 36. Arseenin vuosikeskiarvot suhteessa ilmanlaatuasetuksen nykyiseen tavoitearvoon, tulevaan raja-arvoon sekä nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2016–2024.



Kuva 37. Kadmiumin vuosikeskiarvot suhteessa ilmanlaatuasetuksen nykyiseen tavoitearvoon, tulevaan raja-arvoon sekä nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2016–2024.



Kuva 38. Nikkelin vuosikeskiarvot suhteessa ilmanlaatuasetuksen nykyiseen tavoitearvoon, tulevaan raja-arvoon sekä nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2016–2024.



Kuva 39. Lyijyn vuosikeskiarvot suhteessa ilmanlaatuasetuksen nykyiseen ja tulevaan raja-arvoon sekä nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin uuteen arviointikynnykseen Terrafame Oy:n ympäristössä vuosina 2016–2024.

12.8 Hengitettävien hiukkasten, arseenin ja nikkelin pitoisuudet Sotkamossa Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin ympäristössä

Hengitettävien hiukkasten kansalliseen ohjearvoon verrannolliset vuorokausiarvot (kuukauden 2. korkein vuorokausikeskiarvo) olivat mittausjaksolla maaliskuu–elokuu 2009 asuntolan mittauspisteellä 15–21 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tehdasalueen mittauspisteellä 25–37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Keskiarvopitoisuus koko mittausjaksolla oli asuntolan mittauspisteellä 8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tehdasalueen mittauspisteellä 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Mittausjakson aikana hengitettävien

hiukkasten nykyinen vuorokausikeskiarvoa koskeva raja-arvotaso 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ei ylittynyt.

Tehdasalueen mittauspisteellä arseenin keskiarvopitoisuus mittausjaksolla oli 0,7 ng/m^3 ja nikkelin keskiarvopitoisuus 8,6 ng/m^3 . Pitoisuudet alittivat nykyiset vuosikeskiarvoa koskevat tavoitearvot ja tulevat uudet raja-arvot sekä nykyiset ja uudet arviointikynnykset.

12.9 Yhteenveto mittaustuloksista

Suunnitelmaa tehtäessä Kajaanissa tehtyjen ilmanlaadun mittausten tuloksia on ollut käytettävissä vuosilta 1994–2018. Tuoreimmatkin mittaustulokset ovat jo 7 vuoden takaa, joten tuloksista ei voi tehdä kovin pitkälle meneviä johtopäätöksiä pitoisuuksien nykytilasta. Hengitettävien hiukkasten ja typpidioksidin pitoisuuksien yleisestä kehityksestä ne kuitenkin antavat kuvaa.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Kajaanin keskustassa ovat ajoittain kevään katupölykaudella ylittäneet kansallisen ohjearvon tai olleet lähellä sitä. Pitoisuudet ovat alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset raja-arvot, tosin pitoisuudet ovat olleet yksittäisinä vuosina melko lähellä uusia raja-arvoja. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot ovat sivunneet Maailman terveysjärjestön ohjearvoa useana vuonna, eikä vuosikeskiarvo ole merkittävästi muuttunut 2000-luvulla. Hengitettävien hiukkasten lyhytaikaispitoisuutta kuvaava vuorokausiarvo on useina vuosina 2010-luvulla ylittänyt nykyisen ilmanlaatuasetuksen alemman arviointikynnyksen. Vuosikeskiarvo puolestaan on sivunnut uutta tulevaa arviointikynnystä.

Typpidioksidin lyhytaikaispitoisuudet (tunti- ja vuorokausiarvot) ovat alittaneet, selvemmin 2010-luvulla, kansalliset ohjearvot sekä ilmanlaatuasetuksen nykyiset raja-arvot ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot. Sen sijaan vuosikeskiarvo on ylittänyt tulevan uuden raja-arvon useina vuosina, ja WHO:n vuosiohjearvo on hyvin selvästi ylittynyt koko mittaushistorian ajan. Vuosikeskiarvot ovat olleet hienoisessa laskussa 2010-luvulla. Pitoisuudet ovat 2000-luvulla niukasti alittaneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen arviointikynnykset, mutta uusi vuosikeskiarvoa koskeva arviointikynnys on ylittynyt selvästi koko 2000-luvun ajan.

Rikkidioksidipitoisuudet ovat erittäin selvästi alittaneet kaikki voimassa olevat ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot ja arviointikynnykset sekä myös kansalliset ja

WHO:n ohjearvot. Rikkidioksidin vuosikeskiarvot ovat olleet 2000-luvun alussa laskussa 1990-luvun tasosta.

Taulukko 16. Eri epäpuhtauksien pitoisuudet suhteessa ilmanlaatuasetusten nykyisiin ohje- ja raja-arvoihin, EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvoihin sekä WHO:n ohjearvoihin Kajaanissa 2000-luvulla.

Ohje- tai raja-arvo	Hengitettävät hiukkaset	Typidioksidi	Rikkidioksidi
Kansallinen tuntiohjearvo		Alittuu	Alittuu
Kansallinen vuorokausiohjearvo	Ylittyy	Alittuu	Alittuu
Nykyinen tuntiraja-arvo		Alittuu	Alittuu
Uusi tuntiraja-arvo		Alittuu	
Nykyinen vuorokausiraja-arvo	Alittuu		Alittuu
Uusi vuorokausiraja-arvo	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Nykyinen vuosiraja-arvo	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Uusi vuosiraja-arvo	Alittuu	Ylittyy	Alittuu
WHO:n tuntiohjearvo		Alittuu	Alittuu
WHO:n vuorokausiohjearvo			
WHO:n vuosiohjearvo	Sivuaa	Ylittyy	

Taulukko 17. Eri epäpuhtauksien pitoisuudet suhteessa ilmanlaatuasetusten nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksiin Kajaanissa 2000-luvulla.

Arviointikynnys	Hengitettävät hiukkaset	Typidioksidi	Rikkidioksidi
Nykyinen alempi arviointikynnys	Ylittyy	Alittuu	Alittuu
Nykyinen ylempi arviointikynnys	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Uusi arviointikynnys	Sivuaa	Ylittyy	

Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä jatkuvia mittauksia on tehty vuodesta 2022. Tuloksia on osin melko vähän, mutta ne edustanevat varsin hyvin korkeimpia pitoisuuksia Terrafame Oy:n kaivosalueen lähiympäristössä.

Terrafame Oy:n ympäristössä hengitettävien hiukkasten kansallinen ohjearvo on yksittäisinä kuukausina ylittynyt selvästi. Sen sijaan ilmanlaatuasetuksen nykyiset ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset raja-arvot ja arviointikynnykset ovat alittuneet. Pitoisuusvaihtelu eri vuosina on ollut melko vähäistä.

Pienhiukkasten pitoisuudesta mittaustuloksia Terrafame Oy:n ympäristöstä on vain kahdelta vuodelta, mutta tällöin pienhiukkasten pitoisuudet ovat alittaneet ilmanlaatuasetuksen nykyisen ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaiset raja-arvot ja arviointikynnykset.

Arseeni-, kadmium-, nikkeli- ja lyijypitoisuudet Terrafame Oy:n ympäristössä ovat olleet alhaisia ja vuosikeskiarvot ovat hyvin selvästi alittaneet nykyiset tavoite- ja raja-arvot sekä EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot. Myös nykyiset ja tulevat arviointikynnykset ovat alittuneet.

Taulukko 18. Eri epäpuhtauksien pitoisuudet suhteessa ilmanlaatuasetusten nykyisiin ohje-, raja- ja tavoitearvoihin, EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvoihin sekä WHO:n ohjearvoihin Terrafame Oy:n ympäristössä 2000-luvulla.

Ohje-, raja- tai tavoitearvo	Hengitettävät hiukkaset	Pienhiukkaset	Arseeni	Kadmium	Nikkeli	Lyijy
Kansallinen vuorokausiohjearvo	Ylittyy					
Nykyinen vuorokausiraja-arvo	Alittuu					
Uusi vuorokausiraja-arvo	Alittuu	Alittuu				
Nykyinen vuosiraja-arvo/tavoitearvo	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Uusi vuosiraja-arvo	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu
WHO:n vuorokausiohjearvo						
WHO:n vuosiohjearvo	Alittuu	Alittuu				

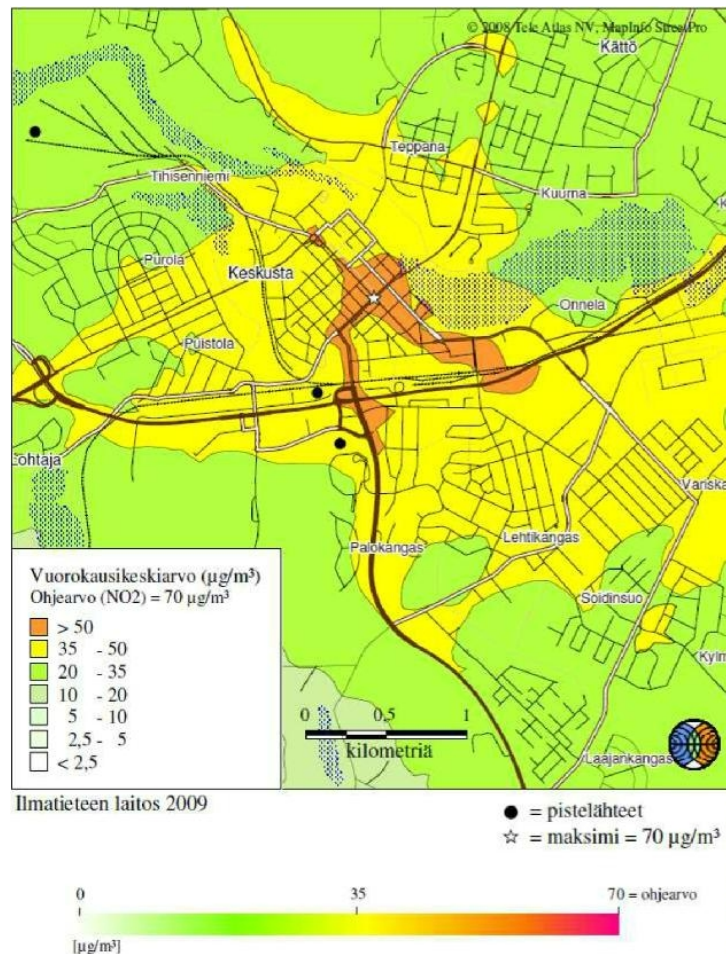
Taulukko 19. Eri epäpuhtauksien pitoisuudet suhteessa ilmanlaatuasetusten nykyisiin arviointikynnyksiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksiin Terrafame Oy:n ympäristössä 2000-luvulla.

Arviointikynnys	Hengitettävät hiukkaset	Pienhiukkaset	Arseeni	Kadmium	Nikkeli	Lyijy
Nykyinen alempi arviointikynnys	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Nykyinen ylempi arviointikynnys	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu
Uusi arviointikynnys	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu	Alittuu

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen ympäristöstä mittaustuloksia on vain yhdeltä vuodelta noin puolen vuoden jaksolta. Niiden tulosten perusteella hengitettävien hiukkasten pitoisuus lähiympäristössä ja myös tehdasalueella on ollut alhainen ja myös arseenin ja nikkelin pitoisuudet tehdasalueella ovat olleet alhaisia. Mitkään ilmanlaadun ohje-, raja- tai tavoitearvot tai arviointikynnykset eivät ole ylittyneet.

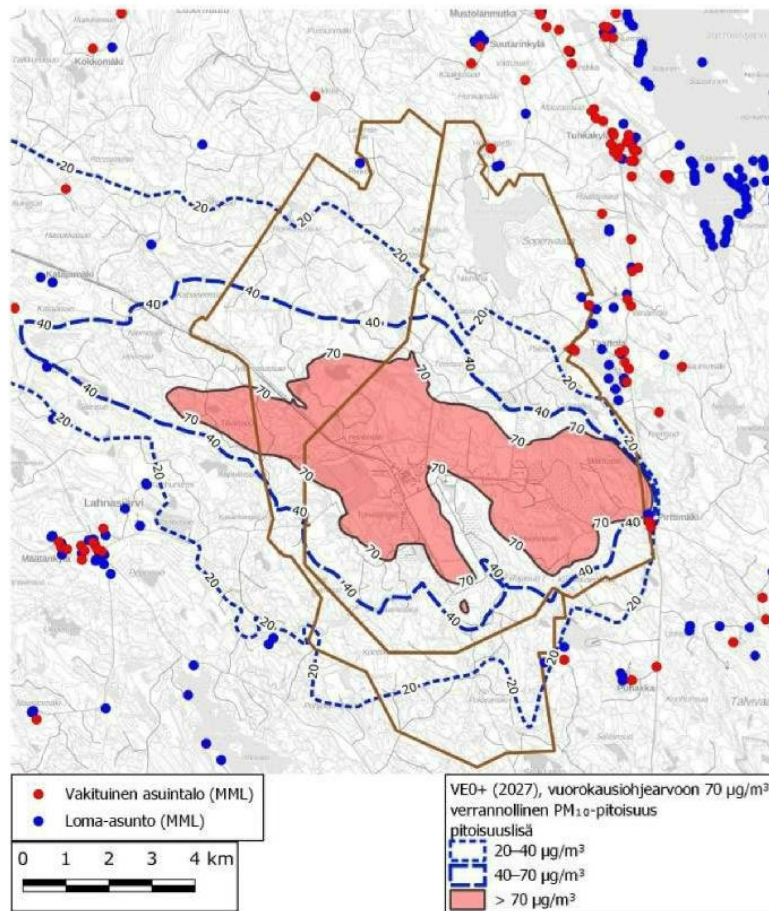
13 MUU TIETO KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUSTA

Ilmatieteen laitos on vuonna 2009 tehnyt Kajaanin alueen päästöjen leviämismallilaskelmat typen oksideille ja hengitettäville hiukkasille. Mallinnus on kattanut energiantuotannon, teollisuuden ja tieliikenteen päästöt. Päästöissä tapahtuneiden muutosten vuoksi laskelmien tuloksia voi pitää enää korkeintaan suuntaa antavia. Lisäksi on huomattava, että mallilaskelmissa ei ole otettu huomioon kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjä. Vuoden 2009 mallilaskelmien pohjalta voidaan kuitenkin vetää johtopäätös, että Kajaanissa energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten vaikutus typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin on hyvin pieni: pääosin enintään 10 % kansallisista ohjearvoista. Suurimmat yksittäiset päästölähteet sijaitsevat laajalla alueella eri puolilla kaupunkia ja niiden päästökorkeus on suuri, jolloin päästöt eivät muodosta korkeita pitoisuuksia laitosten lähialueille. Typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuuksiin Kajaanissa vaikuttavat valtaosin tieliikenteen päästöt, hengitettävien hiukkasten pitoisuuteen myös katupöly. Korkeimmat typpidioksidin ja hengitettävien hiukkasten pitoisuudet esiintyvät Kajaanin keskustassa Lönnrotinkadun ja Pohjolankadun risteysalueella sekä näiden katujen varsilla ja Sotkamontien varrella.



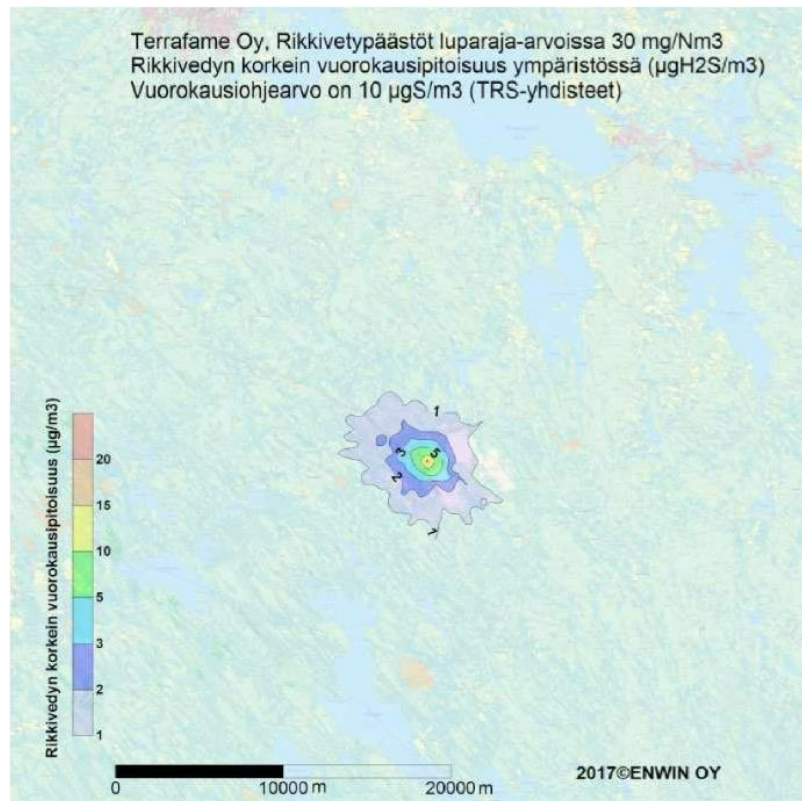
Kuva 40. Liikenteen ja pistemäisten päästölähteiden aiheuttama typpidioksidin korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) Kajaanin keskustan alueella vuoden 2009 mallilaskelmien mukaisesti. (kuva Ilmatieteen laitos, 2009)

Terrafame Oy:n kaivosalueen toimintojen hiukkaspäästöjen leviäminen ympäristöön on mallinnettu viimeksi vuonna 2021 Kolmisopen YVA-hankkeeseen liittyen. Tulosten mukaan hengitettävien hiukkasten vuorokausi- ja vuosiraja-arvot eivät ylitä Terrafame Oy:n kaivospiirin ulkopuolella. Hengitettävien hiukkasten kansalliseen vuorokausiohjearvoon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannollinen pitoisuus ylittää ohjearvon kaivospiirin länsipuolella asumattomalla alueella. Nykyisen asutuksen piirissä vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus olisi korkeintaan tasolla $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



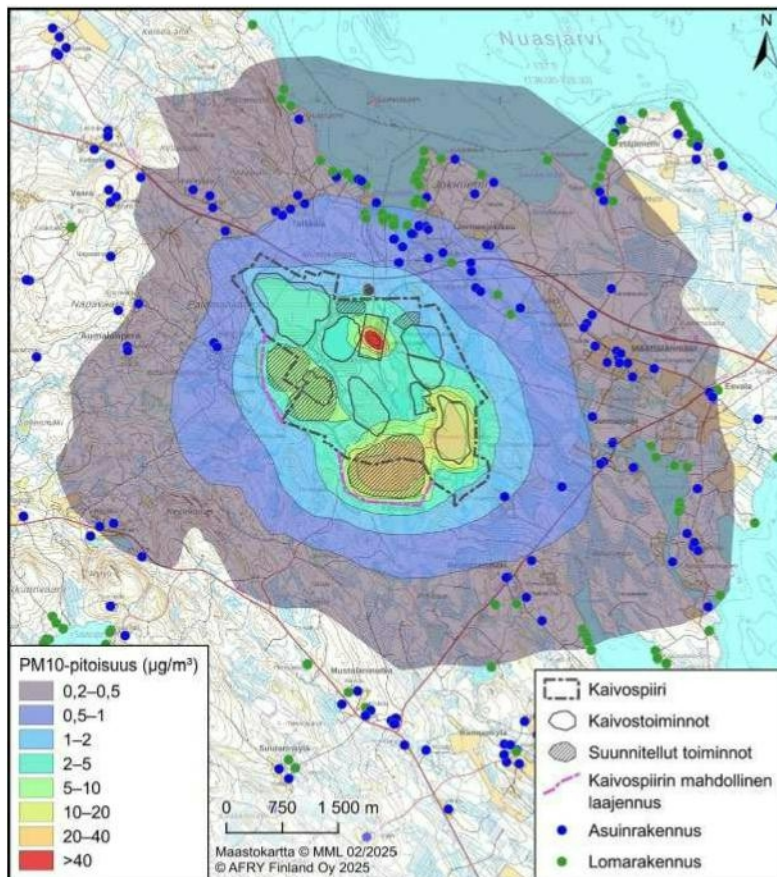
Kuva 41. TerraFame Oy:n päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten korkein vuorokausiohjearvoon verrannollinen pitoisuus vuoden 2027 toimintatilanteessa. (kuva Ramboll Finland Oy, 2021)

TerraFame Oy:n laitosalueen piippupäästölähteiden rikkivetypäästöjen sekä rikkihappotehtaan ja energiantuotantokattiloiden rikkidioksidipäästöjen leviäminen ympäristöön on mallinnettu vuonna 2017 Kolmisopen ns. tuotanto-YVA-hankkeen yhteydessä. Tulosten mukaan pelkistyneiden rikkiiyhdisteiden (TRS) vuorokausiohjearvoon $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ verrannollinen rikkivetypitoisuus on laitosalueella korkeimmillaan tasoa $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Laitosalueen ulkopuolella ohjearvoon verrannollinen pitoisuus jää alle $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Selvityksen mukaisilla suuremmilla päästötasoilla rikkivedyn tuntikeskiarvo $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mitä pidetään yleisesti ns. hajutunnin pitoisuusrajana, voisi yksittäisinä tunteina ylittyä 7–14 km:n etäisyydellä laitosalueesta. Laitosalueen rikkidioksidipäästöjen aiheuttamat ohjearvoon verrannolliset tuntiarvot ovat selvityksen mukaan ympäristössä $1\text{--}2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuorokausiarvot noin $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.



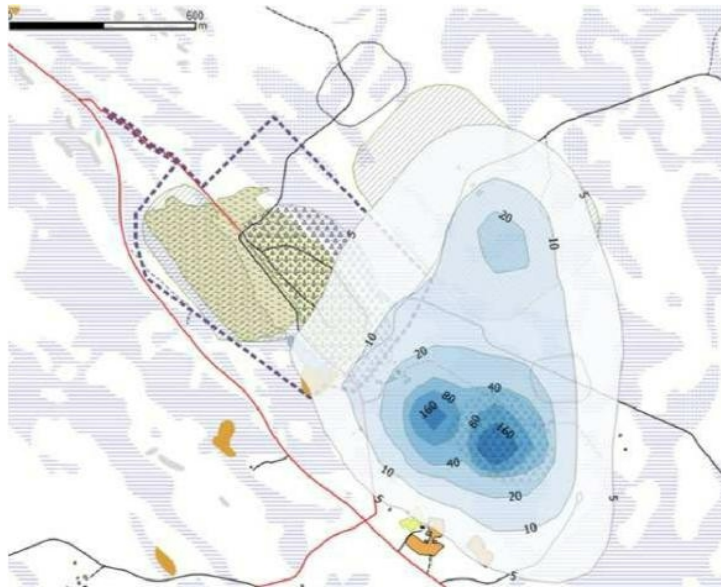
Kuva 42. Terrafame Oy:n päästöjen aiheuttamat kuukauden toiseksi korkeimmat rikkivetypitoisuudet. (kuva Enwin Oy, 2017)

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen hiukkaspäästöjen leviäminen ympäristöön on mallinnettu vuonna 2025 valmistuneessa kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-hankkeessa. Tulosten mukaan hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo tehdas- ja kaivosalueen ulkopuolella lähimpien asuin- ja loma-asuinkiinteistöjen piirissä laajennuksen jälkeen olisi enimmillään tasoa 1–2 µg/m³ ja vuorokausiraja-arvoon verrattavat pitoisuudet välillä 2–4 µg/m³.



Kuva 43. Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot kaivoksen laajennuksen (vaihtoehto VE2) jälkeen. (kuva AFRI Finland Oy, 2025)

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Uutelan talkkikaivoksen hiukkaspäästöjen leviäminen ympäristöön on mallinnettu vuonna 2019 valmistuneessa kaivoksen laajennuksen YVA-hankkeessa. Tulosten mukaan hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo kaivosalueen ulkopuolella laajennuksen jälkeen olisi enimmillään tasoa $5\text{--}10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hengitettävien hiukkasten nykyinen raja-arvotaso $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ voisi ylittyä vuosittain 2–4 % vuoden päivistä (7–14 päivää vuodessa).



Kuva 44. Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Uutelan talkkikaivoksen päästöjen aiheuttamat hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvot kaivoksen laajennuksen (vaihtoehto VE2) jälkeen. (kuva Pöyry Finland Oy, 2019)

14 KAJAANIN JA SOTKAMON ILMANLAADUN SEURANTATARVE PAIKALLISISTA LÄHTÖKOHDISTA

Ilmanlaadun seurantatarvetta arvioitaessa on tarpeen ottaa huomioon muitakin tekijöitä kuin pelkästään mitattujen ja mallinnettujen epäpuhtauspitoisuuksien suhde ohje-, raja- ja tavoitearvoihin sekä ilmanlaatuasetuksen arviointikynnyksiin. Tällaisia, ns. paikallisia tekijöitä voivat olla erityisesti yhteistarkkailuun kuuluvien energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten ympäristölupien velvoitteet ja kunnan tarve olla selvillä ilmanlaadusta yleisemminkin esimerkiksi maankäytön suunnittelua varten tai valitusten seurauksena.

Kajaanissa merkittävimmät pistemäiset päästölähteet ovat Kainuun Voima Oy:n ja Loiste Lämpö Oy:n energiantuotantolaitokset. Kainuun Voima Oy:n pääkattilan toiminta loppuu vuonna 2026. Teollisuuden päästöt ovat varsin vähäisiä. Sotkamossa suurimmat yksittäiset päästölähteet ovat Terrafame Oy:n kaivos ja muut toiminnot Talvivaarassa sekä Nevel Oy:n Sotkamon voimalaitos kunnan keskustaaajamassa ja Lastaajantien voimalaitos Vuokatissa. Terrafame Oy:n kaivosalue sijaitsee syrjässä taajamista, noin 10 km:n päässä etelässä Sotkamon taajamasta ja Vuokatin matkailukeskuksesta.

Arvion mukaan Kajaanin ja Sotkamon taajama-alueiden ilmanlaatuun vaikuttavat ensisijaisesti tieliikenteen päästöt ja katupöly. Tästä lähtökohdasta ilmanlaadun mittaukset on tarpeen kohdistaa vilkkaimmin liikennöityjen alueiden ja väylien läheisille asuinalueille, missä altistuminen ilman epäpuhtauksille on suurinta.

Kajaanin ja Sotkamon ilmanlaadun seurannan paikallisia tarpeita ja näkemyksiä käytiin läpi seurantasuunnitelman laatimisen yhteydessä 20.10.2025 yhdessä Kajaanin kaupungin, Sotkamon kunnan, Kainuun ympäristöterveyspalveluiden, Kainuun ELY-keskuksen, Kainuun Voima Oy:n ja Terrafame Oy:n kanssa. Tässä yhteydessä esille nousi seuraavia näkemyksiä:

- Kajaanissa tieliikenne ja katupöly ovat keskeisimmät päästölähteet ilmanlaadun kannalta. Katupölystä ei juurikaan valiteta.
- Sotkamossa kunnan keskustaaajama ja Vuokatin matkailualue ovat luonteeltaan hyvin erilaisia alueita. Molemmissa kuitenkin liikenne, myös katupöly, keskeinen asia ilmanlaadun kannalta.

- Kajaanissa ja Sotkamossa kunnan valvontaviranomaisille tulee jonkin verran yhteydenottoja puun pienpolton savuista. Puun pienpolttoa pientaloalueilla ei kuitenkaan nähdä kovin suurena ongelmana, pikemminkin hyvin paikallisena hättana.
- Kajaanissa toivottiin ilmanlaadun mittausta keskustan lisäksi myös jollekin toiselle alueelle, esim. Sotkamontien varteen.
- Sotkamossa voisi olla mittauksia sekä keskustajamassa että Vuokatissa. Suuntaa-antavat mittaukset voisivat olla riittäviä.
- Terrafame Oy:llä on ympäristöluvan velvoittamana jatkuva ilmanlaadun tarkkailu kaivoksen lähialueella Taattolassa. Terrafame Oy haluaa toistaiseksi jatkaa omaa tarkkailua nykyisellään. Liittyminen yhteistarkkailuun voi tulla harkittavaksi, jos toiminta Talvivaarassa laajenee.
- Paikallista tarvetta leviämismallinnusten tekemiseen ei toistaiseksi ole.

15 ESITYS ILMANLAADUN SEURANNAKSI KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA VUOSILLE 2026-2029

15.1 Ilmanlaadun mittaukset

15.1.1 Hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittaustarve Kajaanissa

Hengitettäviä hiukkasia (PM_{10}) on mitattu Kajaanin keskustassa vuoden 2018 loppuun saakka, jolloin mittaukset lopetettiin. Entinen keskustan mittausasema Lönnrotinkadulla on luokiteltu liikenneasemaksi, jonka tulokset ovat edustaneet hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia keskustan vilkkaimmin liikennöidyllä alueella. Mittausaseman tulokset ovat mahdollistaneet mm. katupölytilanteen kehityksen seurannan Kajaanin keskustassa. Hengitettävien hiukkasten pitoisuus on yksittäisinä vuosina kevään katupöly kautena ylittänyt kansallisen ohjearvon tai ollut sen tuntumassa. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo Lönnrotinkadulla ei ole juurikaan laskenut 2000-luvulla. Hengitettävien hiukkasten lyhytaikaispitoisuudet ovat 2000-luvulla useina vuosina ylittäneet nykyisen ilmanlaatuasetuksen alemman arvointikynnyksen ja vuosikeskiarvo on sivunnut EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnystä. Edellä mainituista syistä hengitettävien hiukkasten mittauksille Kajaanin keskustassa on tarve. Minimissään kaudella 2026–2029 keskustassa entiselle paikalle Lönnrotinkadulle esitetään kahden vuoden mittausjaksoa, mutta jopa koko seurantakauden 2026–2029 kestävä jatkuva mittaus voisi olla tarpeen.

Paikallisesti on katsottu tarpeelliseksi mitata hengitettävien hiukkasten pitoisuuksia myös keskustan ulkopuolella. Mittauspaikaksi esitetään ensisijaisesti Lehtikangasta ja siellä Montessori-leikkikoulun tonttia Kangaskatu 5:ssä. Kyseinen tontti sijaitsee Lehtikankaan laajan pientaloalueen keskellä Kajaanin keskustan kaakkoispuolella noin 1,5 km:n etäisyydellä keskustasta. Käytettävissä olevien tietojen perusteella mittauspaikan arvioidaan edustavan Kajaanin kaupunkialueen taustailmanlaatua. Hiukkasmittaus paikalla mahdollistaa myös puun pienpolton ilmanlaatuvaikutusten arvioinnin pientaloalueella. Paikalla riittäväksi katsotaan 1–2 vuoden pituinen suuntaa-antava mittaus.

Mikäli Lehtikankaan sijaan em. mittauskampanja halutaan toteuttaa liikenneympäristössä, mittauspaikaksi esitetään Sotkamontien varressa olevaa Lehtikankaan monitoimitaloa ja koulua Rinnekatu 2:ssa. Paikka edustaa Kajaanin keskustan ulkopuolista vilkkaimmin liikennöityä aluetta.

Kajaanissa ei ole mitattu pienhiukkasten ($PM_{2.5}$) pitoisuuksia. Hengitettävien hiukkasten mittauksien yhteydessä esitetään mitattavaksi myös pienhiukkaspitoisuutta. Näin saadaan parempi kokonaiskäsitys hiukkaskokojakaumasta ja erityisesti terveydelle haitallisempien pienhiukkasten pitoisuuksista. Muutamilla moderneilla jatkuvatoimisilla hiukkasmittalaitteilla pystytään mittaamaan samanaikaisesti hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja PM_{10} -kokoluokan hiukkasten pitoisuutta.

15.1.2 Typpidioksidin mittaustarve Kajaanissa

Typpidioksidin (NO_2) pitoisuutta on aiemmin mitattu keskustassa Lönnrotinkadulla. Typen oksidien mittaus on lopetettu vuoden 2018 lopulla. Typpidioksidin pitoisuudet keskustassa olivat 2010-luvulla hienoisessa laskussa lähinnä tieliikenteen päästöjen pientymisen seurauksena. Typpidioksidin pitoisuudet ovat alittaneet nykyisin voimassa olevat ohje- ja raja-arvot. Myös ilmanlaatuasetuksen arviointikynnykset ovat alittuneet, tosin alempi arviointikynnys varsin niukasti. Typpidioksidin vuosikeskiarvot 2010-luvulla olisivat kuitenkin ylittäneet EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksen hyvin selvästi ja vuosikeskiarvo ei ainakaan 2010-luvun alussa olisi ollut kaukana uudesta raja-arvosta.

Typpidioksidin mittaustarve on selvästi kiristymässä nykyisestä, kun EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi tulee voimaan. Toisaalta samaan aikaan tieliikenteen typen oksidien päästöt ovat laskussa, mikä todennäköisesti alentaa pitoisuuksia taajamissa mahdollisesta liikenteen kasvusta huolimatta. Typpidioksidin mittaustarpeeseen Kajaanissa siis liittyy em. syistä epävarmuutta. Typpidioksidin pitoisuustaso on tästä syystä tarpeen varmistaa vähintään 1–2 vuoden pituisella mittauskampanjalla. Luotettavampi käsitys typpidioksidin pitoisuudesta Kajaanin keskustassa saataisiin kuitenkin koko seurantakauden 2026–2029 kestäväällä mittauksella. Mittauspaikaksi esitetään Kajaanin keskustaa, entisen Lönnrotinkadun mittausaseman paikkaa.

15.1.3 Rikkidioksidin mittaustarve Kajaanissa

Rikkidioksidin (SO_2) mittaukset Kajaanissa keskustassa on lopetettu vuoden 2007 lopussa. Rikkidioksidin pitoisuudet olivat 2000-luvun alussa laskussa ja pitoisuudet olivat hyvin alhaisia suhteessa ohje- ja raja-arvoihin ja arviointikynnyksiin. Rikkidioksidipitoisuudet ovat Suomessa laskeneet yleisesti huomattavasti sekä teollisuuden että energiantuotannon rikkipäästöjen laskun seurauksena. Päästöt ovat pienentyneet Kajaanissakin vuosina 1990–2020 lähes 95 %.

Rikkidioksidipitoisuudet selluteollisuuspaikkakunnillakin ovat nykyisellään pääosin hyvin alhaisia, paria teollisuuspaikkakuntaa, kuten Harjavaltaa ja Raahea, lukuun ottamatta. Vuosikeskiarvot ovat olleet kauttaaltaan Suomessa tasoa $1\text{--}3\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$, mikä on 5–15 % EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvosta. Nykyiset rikkidioksidin mittaukset eri paikkakunnilla liittyvät pääosin tuotantolaitosten ympäristölupavelvoitteisiin. Edellä mainituilla perusteilla Kajaanissa ei ole tarvetta rikkidioksidimittaukselle.

15.1.4 Muiden yhdisteiden mittaustarve Kajaanissa

Bentseenipitoisuudet (C_6H_6) Suomessa ovat olleet laskussa ja jatkuvia mittauksia Suomessa tehdään tällä hetkellä vain pääkaupunkiseudulla ja Lahdessa. Bentseenin vuosikeskiarvot ovat olleet näillä paikkakunnilla alle $1\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$ eli noin 15 % EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvosta. Kohonneita bentseenipitoisuuksia esiintyy lähinnä vilkkaissa liikenneympäristössä ja toisaalta pientaloalueilla, missä ne liittyvät puun pienpolttoon.

Hiilimonoksidin (CO) jatkuvat mittaukset Suomen kaupungeissa lopetettiin kokonaan 2010-luvun puoliväliin mennessä, kun pitoisuudet laskivat niin alas, että mittaustarvetta ei yleisesti enää ollut. Syynä tähän oli tieliikenteen pakokaasupäästöjen voimakas lasku.

Otsoni (O_3) on kaukokulkeutuva epäpuhtaus, joka Suomessa on peräisin Keski- ja Etelä-Euroopasta ja Etelä-Skandinaviasta. Otsonipitoisuudet koko Suomessa ylittävät ilmanlaatuasetuksen pitkän ajan tavoitearvot. Otsonimittauksia Suomessa tehdään muutamissa suuremmissa kaupungeissa, kuten Kuopiossa ja Oulussa. Lisäksi Ilmatieteen laitos mittaa otsonia taustailmanlaadun mittausasemilla ympäri Suomea, mm. Kuusamossa. Otsonin nykyisen mittausverkon on katsottu olevan riittävä valtakunnallisesti.

Jatkuvia bentso(a)pyreenin (BaP) mittauksia Suomessa tehdään pääkaupunkiseudun ja Uudenmaan ulkopuolella Lahdessa ja Raahessa. Lahdessa mittaukset kohdistuvat kiinteistökohtaisen lämmityksen vaikutuksien seurantaan pientaloalueella ja Raahessa teollisuuden päästöjen vaikutusten seurantaan. Lisäksi bentso(a)pyreenin mittauskampanjoita on tehty pientaloalueilla Heinolassa, Kuopiossa, Oulussa, Porissa, Porvoossa, Rovaniemellä ja useilla Uudenmaan pienemmillä paikkakunnilla. Mittauskampanjat ovat olleet kestoaltaan tyypillisesti yksi kalenterivuosi. Bentso(a)pyreenin pitoisuuksista Suomessa on kuitenkin edelleen varsin vähän mittaustuloksia ja on olemassa valtakunnallinen tarve mittausten jatkamiselle eri puolella Suomea, nimenomaan pientaloalueilla, missä on

enemmän puun pienpolttoa. Eri paikkakunnilla tehdyistä mittauskampanjoista saadut tulokset osoittavat, että bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot ovat varsin yleisesti EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin arviointikynnyksen tuntumassa, mikä sekin indikoi valtakunnallista mittaustarvetta.

Hajuhaittoja aiheuttavien pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) päästöt ovat Suomessa valtaosin peräisin metsäteollisuuden tuotantolaitoksilta ja vähäisemmässä määrin erilaisista jätteenkäsittelytoiminnoista. Niinpä pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittaukset valtaosin keskittyvät selluteollisuuspaikkakunnille. Lisäksi mittauksia tehdään yksittäisillä paikkakunnilla, kuten Kuopiossa, isojen jätekeskusten vaikutuspiirissä. Mittaukset yleensä liittyvät tuotantolaitosten ja toimintojen ympäristölupapalvelvoitteisiin.

Arseenin (As), kadmiumin (Cd), nikkelin (Ni) ja lyijyn (Pb) pitoisuudet ovat valtakunnallisesti hyvin alhaisia. Näiden alkuaineiden pitoisuuksia mitataan jatkuvatoimisesti Harjavallassa, Kokkolassa ja Raahessa, missä mittaustarve liittyy paikkakunnilla olevien metalliteollisuuden laitosten päästöihin. Lisäksi Terrafame Oy:n Talvivaaran kaivosalueen lähistöllä mitataan näitä yhdisteitä.

EU:n uudessa ilmanlaatudirektiivissä on suositeltu, että jäsenmaissa tulisi lisätä mustahiilen (BC) ja ultrapienten hiukkasten (UFP) mittauksia, koska näiden yhdisteiden tiedetään olevan yhteydessä terveyshaittoihin. Mittausten lisäämistä suositellaan, jotta saadaan lisää mittauksia tulevien raja-arvojen määrittämiseksi. Mustahiilen ja ultrapienten hiukkasten mittausvelvoite kohdistuu ensisijaisesti direktiivin mukaisille ns. supermittausasemille. Suomessa tämä ensisijaisesti koskee pääkaupunkiseutua ja vähäisemmässä määrin mahdollisesti muita suurempia kaupunkiseutuja. Ultrapieniä hiukkasia mitataan tällä hetkellä pääkaupunkiseudulla ja mustaa hiiltä pääkaupunkiseudulla, Kuopiossa ja Raahessa. Raahan mittaukset kohdistuvat paikallisen terästehtaan päästöjen ilmanlaatuvaikutusten seurantaan.

Edellä esitettyyn perustuen voidaan todeta, että bentseenin, hiilimonoksidin, pelkistyneiden rikkiyhdisteiden, arseenin, kadmiumin, nikkelin, lyijyn, mustahiilen ja ultrapienten hiukkasten mittaustarvetta Kajaanissa ei ole. Myöskään bentso(a)pyreenin mittaustarvetta ei tällä hetkellä ole, jos mittauksia muuten jatketaan Suomessa suuremmilla kaupunkiseuduilla ja jos Kajaanissa paikallisesti ei tunnisteta pientaloalueita, joilla puun pienpoltto aiheuttaa runsaasti valituksia tai muuten havaittavaa merkittävää haittaa.

Kajaanin keskustan ja Lehtikankaan mittausasemien yhteydessä tulisi olla myös sääasema, jolla mitataan ilman lämpötila, tuulen suunta ja tuulen nopeus sekä

suhteellinen kosteus ja paine. Säätietojen avulla mittaustuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä ja eri päästölähteiden vaikutusta voidaan tulkita yksityiskohtaisemmin.

15.1.5 Mittaustarve Sotkamossa

Koska Sotkamon taajamista ei ole olemassa mittaus- tai mallinnustuloksia ilmanlaadusta, sitä voidaan arvioida vain yleisistä lähtökohdista ja paikallisesti tunnistetun tarpeen pohjalta.

Joiltakin pienemmiltä paikkakunnilta, kuten esimerkiksi Siilinjärveltä Pohjois-Savosta, on olemassa mittauksiin ja mallinnuksiin pohjautuvaa ilmanlaatutietoa. Sen pohjalta voidaan yleisesti todeta, että Sotkamon keskustaajaman ja Vuokatin taajaman ilmanlaatuun vaikuttavat tieliikenteen, keskustaajamassa etenkin kantatie 76:n päästöt, katupöly ja pientaloalueilla puun pienpolton päästöt.

Mittaustarve Sotkamon taajamissa kohdistuu hengitettäviin hiukkasiin ja pienhiukkasiin. Koska suunnitelman laatimisen yhteydessä paikallista mittaustarvetta tunnistettiin, esitetään, että sekä Sotkamon keskustaajamassa että Vuokatin loma-asuinalueella tehdään yhden vuoden pituinen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten mittauskampanja. Mittaus voidaan toteuttaa joko kiinteällä mittausasemalla tai suuntaa-antavalla laitteistolla.

Sotkamon keskustaajamassa mittauspaikaksi esitetään keskustaajaman halkaisevan kantatie 76:n (Kainuuntie) vartta. Mittauspaikan tarkempi sijainti keskustaajamassa Kainuuntien varrella tulee varmistaa myöhemmin. Maastokatselmuksella mahdollinen sijoituspaikka oli mm. tori. Mittausaseman tulisi sijaita lähellä Kainuuntietä, jotta se luokituisi liikenneasemaksi.

Vuokatin taajama ja loma-asuntoalue on varsin väljästi rakennettu ja maastokatselmuksessa alueella todettiin olevan varsin vähän edustavia paikkoja mittausasemalle mm. runsaan kasvillisuuden vuoksi. Vuokatissa mittausaseman sijainniksi esitetään Pohjanvaarantien ja Katinkullantien risteysaluetta, mikä on taajaman vilkkaimmin liikennöityä seutua. Paikka sijaitsee myös suhteellisen keskellä Vuokatin taajamaa, jolloin se voisi edustavasti kuvata alueen puun pienpolton ilmanlaatuvaikutuksia. Mittausasema tulisi sijaita lähellä Pohjanvaarantietä/Katinkullantietä, jotta se luokituisi liikenneasemaksi. Mittauspaikan tarkempi sijainti alueella tulee varmistaa myöhemmin.

Sotkamon keskustaajaman ja Vuokatin mittausasemien yhteydessä tulisi olla myös sääasema, jolla mitataan ilman lämpötila, tuulen suunta ja tuulen nopeus sekä

suhteellinen kosteus ja paine. Säätitietojen avulla mittaustuloksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä ja eri päästölähteiden vaikutusta voidaan tulkita yksityiskohtaisemmin.

Terrafame Oy:n ympäristössä hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn jatkuvia mittauksia tehdään kaivoksen lähialueella Taattolassa ympäristöluvan velvoittamana. Ottaen huomioon käytettävissä olevat mittaustulokset, leviämismallinnusten tulokset ja kaivosalueen ympäristön maankäyttö nykyisten mittausten katsotaan olevan edustavia ja riittäviä. Mahdollisten tuotannon laajennusten yhteydessä mittaustarve on tarkistettava.

Terrafame Oy:n toiminnasta aiheutuu jonkin verran hajua aiheuttavia rikkivetypäästöjä. Mallinnustulosten perusteella rikkivetypitoisuudet kaivospiirin ulkopuolella jäävät alhaisiksi, mutta yksittäisiä lyhyitä hajuepisodeja voi joissakin olosuhteissa esiintyä kaukanakin tuotantolaitoksista. Koska nämä hajuhaitat voivat olla hyvin satunnaisia ja lyhytaikaisia, ei pelkistyneiden rikkiyhdisteiden mittausta pidetä tarpeellisena, varsinkaan jos vakavammista hajuista ei ole valituksia tai havaintoja tuotantolaitosten lähialueilta.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehtaiden ja kaivoksen 26.8.2024 päivättyyn tarkkailuohjelmaan sisältyy hengitettävien hiukkasten mittaus kampanjaluonteisesti kuuden vuoden välein jatkuvatoimisilla analysointilaitteilla ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla kahdessa tarkkailupisteessä. Viimeisimmät mittaukset on tehty vuonna 2025. Tarkkailupisteiksi on määritelty Papinlammen rikastushiekka-allas tehdas/kaivosalueella ja lähiasutus Papinmäessä rikastushiekka-altaan kakkospuolella. Mittausvelvoite perustuu toiminnan ympäristölupaan. Ottaen huomioon käytettävissä olevat leviämismallinnuksen tulokset ja kaivosalueen ympäristön maankäyttö esitettyjen mittausten katsotaan olevan edustavia ja riittäviä, vaikkakin Papinmäen mittauspiste sijoittuu vallitsevien tuulten yläpuolella suhteessa päästölähteisiin.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Uutelan kaivoksen 26.9.2025 päivättyyn tarkkailuohjelmaan sisältyy hengitettävien hiukkasten jatkuvatoiminen mittaus kahdessa paikassa kaivoksen lähialueella kertaalleen kolmen vuoden kuluessa kaivostoiminnan laajennuksen aloittamisajankohdasta vuonna 2026. Mittausvelvoite sisältyy kaivoksen ympäristölupaan. Ottaen huomioon käytettävissä olevat leviämismallinnuksen tulokset ja kaivosalueen ympäristön maankäyttö esitettyjen mittausten katsotaan olevan edustavia ja riittäviä.

15.1.6 Esitettyjen mittauspaikkojen edustavuus

EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi korostaa nykyistä enemmän sitä, että ilmanlaadun mittaukset tulee kohdistaa alueille, joilla pitoisuudet ovat korkeimpia ja siten myös ihmisten altistuminen epäpuhtauksille suurinta. Direktiivi korostaa sitä, että mittausverkkoa ja mittauspaikkoja suunniteltaessa on tarpeen ottaa huomioon arvio siitä, miten laajaa aluetta kunkin mittauksen tulokset edustavat. Nykyisissä ilmanlaatuasetuksissa ja uudessa EU-direktiivissä on esitetty yleisiä vaatimuksia mittausasemien sijoitukselle ja lähtökohtia niiden alueelliselle edustavuudelle. Mittausasemien alueellista edustavuutta voidaan arvioida myös leviämismallilaskelmien tulosten pohjalta.

Kajaanin keskustan vanha mittausasema Lönnrotinkadulla edustaa vuoden 2007 mallilaskelmien perusteella sekä hengitettävien hiukkasten että typpidioksidin suhteen hyvin ilmanlaatua Kajaanin kuormitetuimmalla alueella Lönnrotinkadun, Pohjolankadun ja Kauppakadun seudulla ja myös Sotkamontien alkupään suuntaan.

Edelleen vuoden 2007 leviämismallilaskelmien tuloksiin perustuen voidaan yleisellä tasolla, että Kajaanin toinen mittauspaikka Lehtikankaalla edustanee varsin hyvin hiukkaspitoisuuksien suhteen Kajaanin kaupunkialueen keskimääräistä tausta-ilmanlaatua keskusta-alueen ulkopuolella. On kuitenkin otettava huomioon, että pientaloalueella paikallisilla päästöillä voi olla vaikutusta mitattaviin pitoisuuksiin.

Sotkamon keskustaaajaman ja Vuokatin mittauspaikkojen edustavuutta voidaan arvioida vain hyvin yleisellä tasolla mm. ilmanlaatuasetusten vaatimusten pohjalta. Mikäli mittauspaikat sijoitetaan näiden alueiden pääväylien (Kainuuntie ja Pohjavaaratie/Katinkullantie) välittömään läheisyyteen (max 15 m tien reunasta), edustavat hiukkaspitoisuudet ilmanlaatua näiden väylien varrella ainakin 100–150 m:n matkalla.

Terrafame Oy:n nykyinen mittauspaikka Taattolassa edustaa leviämismallilaskelmien perusteella hyvin korkeimpia hiukkaspitoisuuksia kaivospiirin välittömässä läheisyydessä lähimmän pysyvän asutuksen piirissä vallitsevien tuulien alapuolella.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen sekä Uutelan kaivoksen tarkkailuohjelmiin sisältyvät esitykset hengitettävien hiukkasten mittauspaikoiksi vaikuttavat riittävän edustavilta ottaen huomioon, että mittaukset kohdistuvat lähimmän asutuksen piiriin muuten melko harvaan asutuilla alueilla.

15.1.7 Muita vaatimuksia mittauksiin liittyen

Ilmanlaadun mittausten järjestämiseen liittyy joukko yleisiä vaatimuksia, jotka on tarpeen ottaa huomioon. Niitä on kuvattu ilmanlaatuasetuksissa sekä ilmanlaadun mittausohjeessa.

Mittaajalla tulee olla dokumentoitu standardin SFS-EN ISO/IEC 17025:2017 mukainen laatujärjestelmä, joka varmistaa, että mittaukset täyttävät lainsäädännön ja standardien vaatimukset. Laatujärjestelmän ei tarvitse olla akkreditoitu. Valtaosalla Suomen ilmanlaadun mittausverkoista laatujärjestelmää ei ole akkreditoitu. Kansallinen vertailulaboratorio auditoi mittaajien laatujärjestelmät ja järjestää vertailumittaukset muutaman vuoden välein. Mittaajan tulee osallistua vertailumittauksiin ja auditointeihin, joilla todennetaan ja varmistetaan mittausten ja laatujärjestelmien laatutaso ja lainsäädännön sekä standardien kriteerien täyttyminen.

Käytettävien mittalaitteiden tulee täyttää standardien vaatimukset ja käytettävät hiukkasmittalaitteet tulee olla vertailumittauksissa hyväksytty käyttöön Suomessa. Hiukkasmittalaitteiksi suositellaan laitteita, joilla saadaan mitattua yhtä aikaa PM₁₀- ja PM_{2.5}-kokofraktiot.

Mittausten laadunvarmistuksen tulee vähintään täyttää menetelmästandardien vaatimukset.

Mittausjaksot tulee suunnitella ja ajoittaa siten, että mittauksilla saadaan tilastollisesti edustavat ohje- ja raja-arvoihin verrannolliset tunnusluvut ja että mittaukset edustavat tasaisesti kaikkia vuodenaikoja. Käytännössä mittausten tulee yhden kalenterivuoden aikana kattaa noin 330 vuorokautta, jotta kalenterivuoden tulosten ajallinen kattavuus on ilmanlaatuasetusten mukaisesti vähintään 90 %.

Jatkuvatoimisten mittausten reaaliaikaiset tulokset tulee olla kansalaisten saatavilla ja nähtävillä esimerkiksi julkisilla verkkosivuilla. Tähän on käytettävissä Ilmatieteen laitoksen verkkosivu <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>. Lisäksi mittaustuloksista tulee tiedottaa kansalaisia ja tuloksista tulee laatia vuosittain yhteenveto (vuosiraportti). Tilanteista, kun ilmanlaatu on huomattavasti heikentynyt, kuten jos pitoisuus ylittää raja-arvotason, kunnan tulee tiedottaa kansalaisia riittävässä laajuudessa.

15.2 Muu ilmanlaadun seuranta

Hengitettävien hiukkasten ja typen oksidien leviämismallilaskelmat Kajaanissa on tehty yli 15 vuotta sitten. Mallinnus suositellaan päivitettäväksi Kajaaniin ja Sotkamon taajamiin niin, että mukana ovat tieliikenteen, energiantuotannon, teollisuuden ja kiinteistökohtaisen lämmityksen typen oksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten päästöt. Kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöjä Kajaanissa ei ole mallinnettu koskaan ja niillä voi olla paikallista merkitystä pientaloalueiden ilmanlaatuun. Laskelmiin suositellaan otettavaksi mukaan bentso(a)pyreenin mallinnus, koska bentso(a)pyreeni on tunnistettu epäpuhtaudeksi, jonka pitoisuudet voivat olla korkeita pientaloalueilla, joilla on runsaasti puun pienpolttoa.

Päästöseurannaksi Kajaanissa ja Sotkamossa riittää se, että tärkeimmiltä teollisuus- ja energiantuotantolaitoksilta kerätään vuosittain hiukkasten ja typen oksidien päästömäärät. Tieliikenteen, kiinteistökohtaisen lämmityksen ja työ koneiden päästöt sekä esimerkiksi rikkidioksidin ja hiilivetyjen päästöt voidaan päivittää seuraavan ilmanlaadun seurantasuunnitelman tarkistamisen yhteydessä valtakunnallisista tietokannoista sen mukaan, miten päästötiedot ovat jatkossa saatavilla.

15.3 Yhteenveto ilmanlaadun seurantarpeesta vuosina 2026–2029

Seuraavassa on tiivistetysti esitys Kajaanin ja Sotkamon ilmanlaadun seurannaksi vuosille 2026–2029 ja toimenpiteiden ajoittamisesta eri vuosille. Kajaanin ja Sotkamon taajamiin esitetyt mittausasemien/mittausalueiden sijaintipaikat on esitetty liitteessä 2.

Taulukko 20. Esitys Kajaanin ilmanlaadun seurannaksi vuosille 2026–2029.

	Vuosi 2026	Vuosi 2027	Vuosi 2028	Vuosi 2029
Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset	Jatkuva mittaus keskustassa.	Jatkuva mittaus keskustassa. Suuntaa-antava mittaus Lehtikankaalla.	Suosittelaaan jatkuvaa mittausta keskustassa	Suosittelaaan jatkuvaa mittausta keskustassa
Typpidioksidi	Jatkuva mittaus keskustassa	Jatkuva mittaus keskustassa	Suosittelaaan jatkuvaa mittausta keskustassa	Suosittelaaan jatkuvaa mittausta keskustassa
Leviämismallilaskelmat			PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ ja BaP	
Seurantasuunnitelman päivitys				Alkuvuodesta

Taulukko 21. Esitys Sotkamon taajamien ilmanlaadun seurannaksi vuosille 2026–2029.

	Vuosi 2026	Vuosi 2027	Vuosi 2028	Vuosi 2029
Hengitettävät hiukkaset ja pienhiukkaset			Suuntaa-antava mittaus keskustaajamassa	Suuntaa-antava mittaus Vuokatissa
Leviämismallilaskelmat			PM ₁₀ , PM _{2,5} , NO ₂ ja BaP	
Seurantasuunnitelman päivitys				Alkuvuodesta

Mittausasemien yhteydessä tulisi olla myös sääasema, jolla mitataan ilman lämpötila, tuulen suunta ja tuulen nopeus sekä suhteellinen kosteus ja paine. Säätietojen avulla mittauksia ja niihin vaikuttavia tekijöitä ja eri päästölähteiden vaikutusta voidaan tulkita yksityiskohtaisemmin.

Terrafame Oy:n ilmanlaadun seuranta esitetään jatkettavaksi nykyisellään, ellei toiminnassa tapahdu muutoksia kuluvalle seurantakaudelle.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen sekä Uutelan kaivoksen tarkkailuohjelmaan sisältyvät hengitettävien hiukkasten mittaukset katsotaan riittäväksi.

15.4 EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vaikutukset ilmanlaadun seurantaan

EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi tuli voimaan 10.12.2024 ja se tulee saattaa kansalliseen lainsäädäntöön kahden vuoden sisällä direktiivin hyväksymisestä. Direktiivin mukaiset uudet raja- ja tavoitearvot tulevat voimaan 1.1.2030. Uudet raja-arvot ja ilmanlaadun arviointikynnykset kiristyvät huomattavasti nykyisistä, erityisesti hiukkasten ja typpidioksidin osalta. Lisäksi osa nykyisistä tavoitearvoista muuttuu sitoviksi raja-arvoiksi. Mittauksia tulee verrata tuleviin raja-arvoihin vuodesta 2026 alkaen. Jos uudet raja-arvot ylittyvät jo vuosina 2026–2029, tulee kunnan laatia ilmanlaadua koskeva etenemissuunnitelma ilmanlaadun parantamiseksi. Suunnitelma tulee hyväksyä ennen raja-arvojen ja tavoitearvojen saavuttamisen määräaika ja siinä esitetään politiikkatoimia ja toimenpiteitä kyseisten raja-arvojen ja tavoitearvojen noudattamiseksi niiden saavuttamiselle asetetussa määräajassa.

Direktiiviin sisältyy tavoite lisätä EU:ssa terveysvaikutusten arvioinnin ja ilmansuojelutyön tueksi mustahiilen, ultrapienien hiukkasten ja niiden kokojakauman sekä ammoniakkin mittauksia. Nämä uudet mittaukset tulevat mitä todennäköisimmin kohdistumaan ensisijaisesti pääkaupunkiseudulle ja mahdollisesti muutamille muille isoimmille kaupunkiseuduille Suomessa.

Direktiiviin sisältyy runsaasti uusia vaatimuksia ilmanlaadun seurannalle. Mittauksia ja mittausasemia koskevat tekniset vaatimukset tulevat tarkentumaan ja tiukentumaan. Lisäksi uutena ulottuvuutena on se, että ilmanlaadun mallintaminen tulee tavalla tai toisella kiinteäksi ja velvoittavaksi osaksi ilmanlaadun seurantaan mittauksen rinnalle. Euroopan komissio tulee antamaan mittaamiseen, mittausasemien maantieteelliseen edustavuuteen ja mallintamiseen liittyviä teknisiä ohjeita ja suosituksia myöhemmin. Lisäksi direktiivin kansallisessa täytäntöönpanossa voi tulla uusia vaatimuksia tai tulkintoja, jotka vaikuttavat mm. mittausten järjestämiseen ja ylläpitoon.

Direktiivin kansallinen täytäntöönpano voi muuttaa myös nykyisiä ilmanlaadun seuranta-alueita Suomessa. Tämä voi heijastua jotenkin myös eri epäpuhtauksien mittaustarpeisiin eri kaupunkiseuduilla. Mutta toistaiseksi näitä vaikutuksia ei voida ennakoita.

16 YHTEENVETO

Kunnan tulee olla selvillä alueensa ilmanlaadusta. Ilmanlaadun seurantarave on ilmanlaatuasetusten mukaan tarkistettava vähintään viiden vuoden välein. Kajaanin ja Sotkamon ilmanlaadun seurantarvetta vuosille 2026–2029 on arvioitu Kajaanin ja Sotkamon ilmanlaadusta olevien mittaust- ja mallinnustulosten, päästökehityksen ja paikallisten tarpeiden pohjalta. Kajaanin ilmanlaadun mittaustuloksia vuosilta 1994–2018, Sotkamon Terrafame Oy:n ympäristön mittaustuloksia vuosilta 2008–2024 ja Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen ympäristön mittaustuloksia vuodelta 2009 on verrattu voimassa oleviin kansallisiin ja WHO:n ohjearvoihin sekä nykyisiin ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin mukaisiin ilmanlaadun raja- ja tavoitearvoihin sekä arviointikynnyksiin. Lisäksi on otettu huomioon myös muiden käytettävissä olleiden selvitysten, kuten paikallisten ilmanlaadun mallinnusten tulokset. Ympäristölainsäädännöstä tulevien sitovien velvoitteiden lisäksi seurantarvetta on arvioitu myös paikallisista lähtökohdista, joita ovat mm. yhteistarkkailuun kuuluvien energiantuotanto- ja teollisuuslaitosten ympäristölupien velvoitteet ja kunnan tarve olla selvillä ilmanlaadusta yleisemminkin esimerkiksi maankäytön suunnittelua varten tai valitusten seurauksena.

Kajaanissa ja Sotkamossa hiukkaspäästöt ovat pienentyneet vuodesta 1990 vuoteen 2020 noin 65 %, typen oksidien päästöt noin 75 % ja rikkidioksidipäästöt 94 %. Hiilimonoksidin päästöt ovat puolestaan pienentyneet vastaavalla ajanjaksolla molemmilla paikkakunnilla 56 % ja haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöt suuruusluokkaa 60–70 %. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt, jotka valtaosin ovat peräisin puun pienpoltosta, sen sijaan ovat pienentyneet vain vajaa 10 %. Yleensäkin hajapäästöt, jotka ovat peräisin mm. kiinteistökohtaisesta lämmityksestä, eivät ole merkittävästi muuttuneet. Päästöjen pienentyminen on valtasoin tapahtunut teollisuudessa, energiantuotantolaitoksissa ja tieliikenteessä.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Kajaanin keskustassa ovat 2000-luvulla muutamana vuonna kevään katupölyaikaan ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tai olleet sen tuntumassa. Pitoisuudet ovat alittaneet ilmanlaatuasetuksen raja-arvot ja myös EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot, mutta vuosikeskiarvo on sivunnut Maailman terveysjärjestön vuosiohjearvoa useampana vuonna. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo on ollut tasoa $11\text{--}15 \mu\text{g}/\text{m}^3$, eikä se ole merkittävästi muuttunut 2000-luvulla,

Typpidioksidin pitoisuudet Kajaanin keskustassa ovat 2000-luvulla alittaneet kansalliset ohjearvot ja nykyisen ilmanlaatuasetuksen raja-arvot. Sen sijaan EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin vuosiraja-arvo ja Maailman terveysjärjestön vuosiohjearvo ovat ylittyneet. Typpidioksidin vuosikeskiarvot olivat 2010-luvulla tasoa 15–21 µg/m³. Vuosikeskiarvo oli tällöin lievästi laskussa.

Rikkidioksidin pitoisuudet Kajaanin keskustassa ja Pöllyvaarassa ovat 2000-luvulla ilmanlaatudirektiivin raja-arvot. Rikkidioksidin vuosikeskiarvot olivat 2000-luvun alussa tasoa 1–3 µg/m³ ja ne olivat laskussa.

Hengitettävien hiukkasten pitoisuudet Terrafame Oy:n lähialueella ovat kahtena vuonna ylittäneet kansallisen vuorokausiohjearvon 70 µg/m³, vuonna 2024 jopa melko selvästi. Nykyisen ilmanlaatuasetuksen ja EU:n uuden ilmanlaatudirektiivin raja-arvot ovat kuitenkin alittuneet. Hengitettävien hiukkasten vuosikeskiarvo on ollut viime vuodet tasoa 7–10 µg/m³.

Pienhiukkasten pitoisuuksista Terrafame Oy:n ympäristöstä tuloksia on vain kahdelta vuodelta. Pienhiukkasten vuosikeskiarvo on ollut 3,4–3,5 µg/m³ ja se on alittanut kaikki nykyisen ja tulevan raja-arvon.

Terrafame Oy:n lähialueella on mitattu myös arseenin, kadmiumin, nikkelin ja lyijyn pitoisuuksia. Näiden alkuaineiden pitoisuudet ovat varsin reilusti alittaneet nykyiset tavoite- ja raja-arvot ja tulevat raja-arvot.

Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivoalueen lähistöllä vuonna 2009 mitatut hengitettävien hiukkasten pitoisuudet ovat alittaneet nykyiset ohje- ja raja-arvot ja tulevat raja-arvot.

Kajaanin keskustassa hengitettävien hiukkasten vuorokausiarvot ovat 2000-luvulla ylittäneet ajoittain nykyisen ilmanlaatuasetuksen alemman arviointikynnyksen, ja vuosikeskiarvo on sivunnut uutta arviointikynnystä. Lisäksi typpidioksidin vuosikeskiarvo on ylittänyt tulevan uuden arviointikynnyksen. Muuten Kajaanissa tai Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä nykyiset tai tulevat arviointikynnykset eivät ole ylittyneet.

Vuosille 2026–2029 esitetään, Kajaanin keskusta vähintään kahdelle vuodelle hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten ja typpidioksidin mittausta. Mittausta

kuitenkin suositellaan jatkettavan jopa koko neljävuotisen seurantakauden. Lisäksi esitetään, että Lehtikankaalla tehdään 1–2 vuoden mittainen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten kampanjamittaus suuntaa-antavalla mittalaitteella.

Sotkamon keskustaajamassa ja Vuokatin loma-asuinalueella esitetään tehtäväksi kummassakin vuoden pituinen hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten kampanjamittaus suuntaa-antavalla mittalaitteella. Sotkamossa Terrafame Oy:n ympäristössä ilmanlaadun mittauksia esitetään jatkettavaksi nykyisellään, ellei laitosten toiminnassa tapahdu oleellisia muutoksia. Mondo Minerals B.V. Branch Finlandin Sotkamon tehdas- ja kaivosalueen ja Uutelan kaivoksen tarkkailusuunnitelmiin sisältyvät ilmanlaadun mittaukset katsotaan toistaiseksi riittäviksi.

Kajaaniin ja Sotkamon taajamiin esitetään tehtäväksi seurantakauden aikana typen oksidien, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten sekä bentso(a)pyreenin leviämismallinnus.

Seurantasuunnitelma tulee tarkistaa ilmanlaatuasetusten mukaisesti vuonna 2029.

EU:n uusi ilmanlaatudirektiivi tuo uusia velvoitteita ilmanlaadun seurantaan, Velvoitteet koskevat paitsi ilmanlaadun mittausten teknisiä vaatimuksia, myös leviämismallinnuksen nykyistä sitovampaa käyttöä ilmanlaadun seurannassa. Suurelta osin näihin liittyviä yksityiskohtia ei toistaiseksi voida ennakoida.

LÄHTEET

- AFRY Finland Oy: Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Sotkamon kaivos- ja tehdasalueen ympäristötarkkailuohjelma, 26.8.2024
- AFRY-Finland Oy: Elementis Minerals B.V. Branch Finland, kaivannaisjätteiden ja vesienhallinnan YVA-selostus liitteineen, 2025
- Enwin Oy: Terrafame Oy, rikkivedyn ja rikkidioksidin leviämismallilaskelmat, rikkihappotehtaan piipun pituuden optimointi ja leviämismallilaskelmien liitteet, 2017
- Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/2881, annettu 23 päivänä lokakuuta 2024, ilmanlaadusta ja sen parantamisesta
- European Commission: Air quality monitoring for air quality policy, Technical support document, 2025
- European Commission: Air quality modelling for air quality policy, Technical support document, 2025
- Ilmatieteen laitos: [ilmanlaadun seurannan vuositilastot](#) (30.10.2025)
- Ilmatieteen laitos: Tunnusluvut hengitettävien hiukkasten, pienhiukkasten, typpidioksidin ja rikkidioksidin mittaustuloksista Kajaanista ja Sotkamosta vuosilta 1994–2024
- Ilmatieteen laitos: Kajaanin ilmanlaadun mittausten vuosiraportit vuosilta 2008–2018
- Ilmatieteen laitos: Ilmanlaadun mittaukset Terrafamella, vuosiraportit vuosilta 2022–2024
- Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus: Kainuun Voima Oy:n ja Loistelämpö Oy:n päästötiedot Kajaanista vuosilta 2019–2024
- Kajaanin kaupunki: Kajaanin ilmanlaadun mittausten vuosiraportit vuosilta 2001–2007
- Kajaanin kaupunki: Liikennelaskentatietoja vuosilta 2016–2022
- Komppula, B., Anttila, P., Vestenius, M., Salmi, T. ja Lovén, K.: Ilmanlaadun seurantatarpeen arviointi – Ilmatieteen laitos/asiantuntijapalvelut/ilmanlaatu ja energia, 2014
- Kyllönen, K., Lusa, K., Saarnio, K., Suhonen, E., Korpi, K. ja Hellen, H. 2025: Ilmanlaadun mittausohje 2025 – Ilmatieteen laitos, raportteja 2025:1
- Mondo Minerals B.V. Branch Finland: Uutelan laajennetun kaivoksen tarkkailuohjelma, päivitys 26.9.2025
- Osmo, J., Pietarila, H., Rautio, P., Salmi, T. ja Walden, J.: Malli ilmanlaadun alueelliseksi seurantaohjelmaksi, Länsi-Suomen ympäristökeskus, alueelliset ympäristönsuojelujulkaisut 383, 2005

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus: Vuokatin liikennejärjestelmäsuunnitelma, raportteja 30/2020

Pöyry Finland Oy: Terrafame, kaivoksen laajennuksen pölypäästöjen mallinnus, 2017

Pöyry Finland Oy: Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Uutelan talkkikaivoksen laajennuksen pölypäästöjen mallinnus, 2018

Pöyry Finland Oy: Mondo Minerals B.V. Branch Finland, Uutelan kaivoksen laajentaminen, YVA-selostus, 2019

Ramboll Finland Oy: Terrafame Oy, Kolmisopen YVA, pölyn leviämismalliselvitys, 2021

Ramboll Finland Oy: Terrafame Oy, Kolmisopen esiintymän hyödyntäminen ja kaivospiirin laajennus, ympäristövaikutusten arviointiselostus, 2021

Salmi, J., Tamminen, J. ja Loven, K. 2021: Ilmanlaatu Suomessa ilmanlaatumittausten ja satelliittihavaintojen perusteella – Ilmatieteen laitos, raportteja 2021:6

Seppänen, A., Laatikainen, T., Piispanen, J., Poikolainen, J., Karhu, J., Seppänen, R. ja Kubin, E.: Kainuun bioindikaattoriselvitys, Kainuun elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus, elinvoimaa alueelle 3/2017

Sotkamons kunta: Nevel Oy:n päästötiedot Sotkamosta vuosilta 2019–2024

Suomen ympäristökeskus: [Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa](#) / päästöt kartalla / kunnat (20.10.2025)

Terrafame Oy: Ympäristötarkkailuohjelma, 18.9.2025

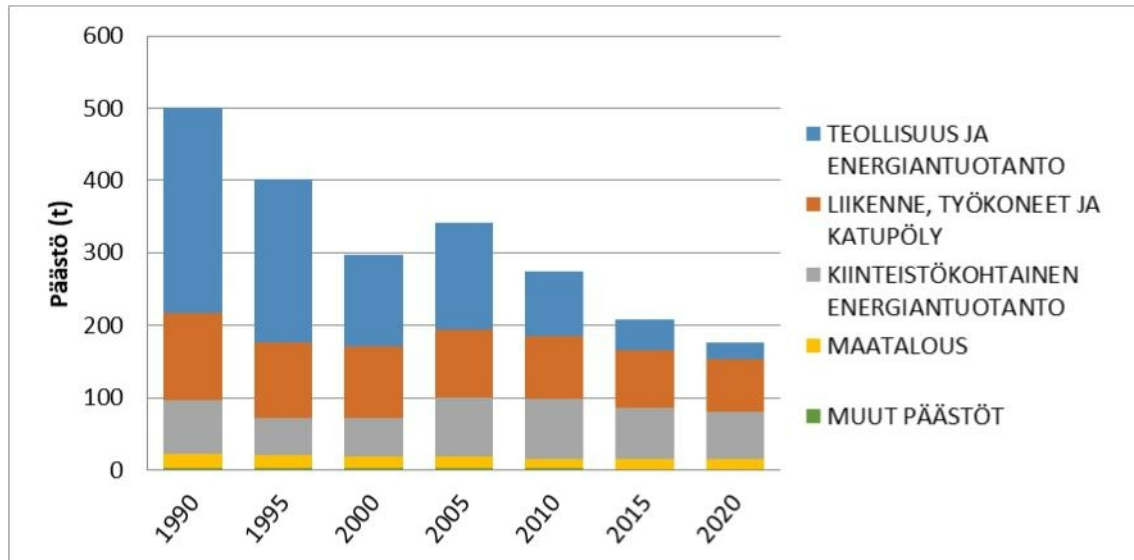
Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta (Vna 79/2017)

Valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä (Vna 113/2017)

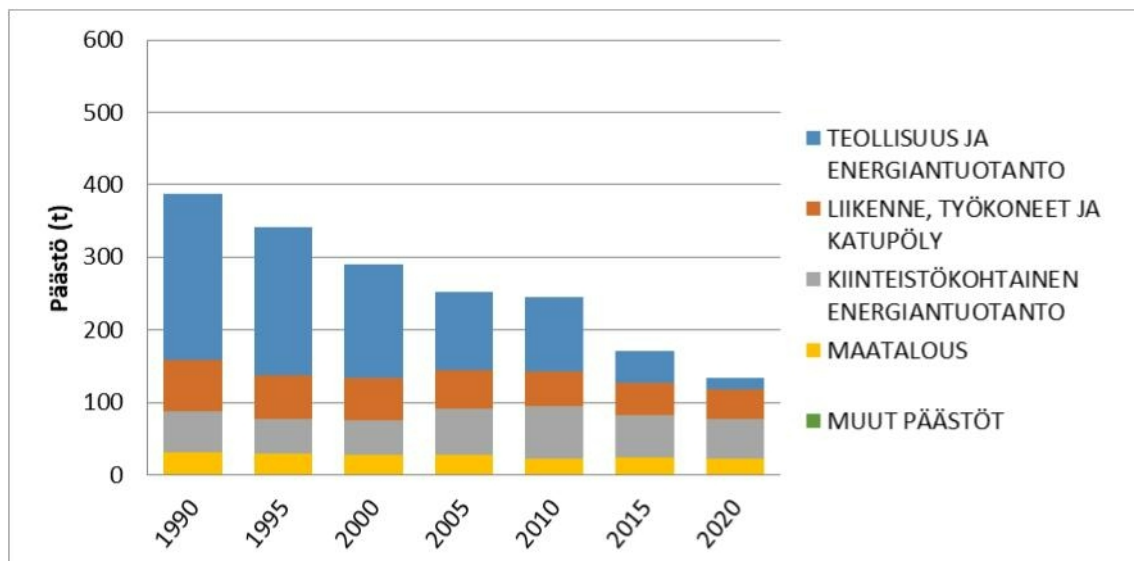
Valtioneuvoston päätös ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvoista (Vnp 480/1996)

World Health Organization 2021: WHO global air quality guidelines

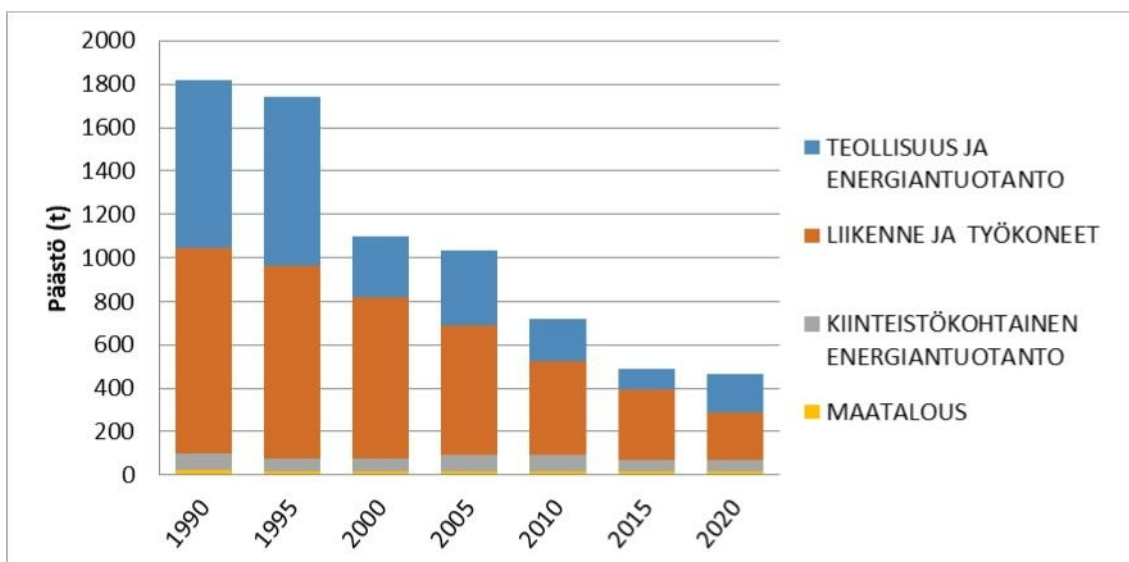
LIITE 1 PÄÄSTÖJEN KEHITYS JA JAKAUTUMINEN ERI PÄÄSTÖSEKTOREILLE VUOSINA 1990-2020 KAJAANISSA JA SOTKAMOSSA



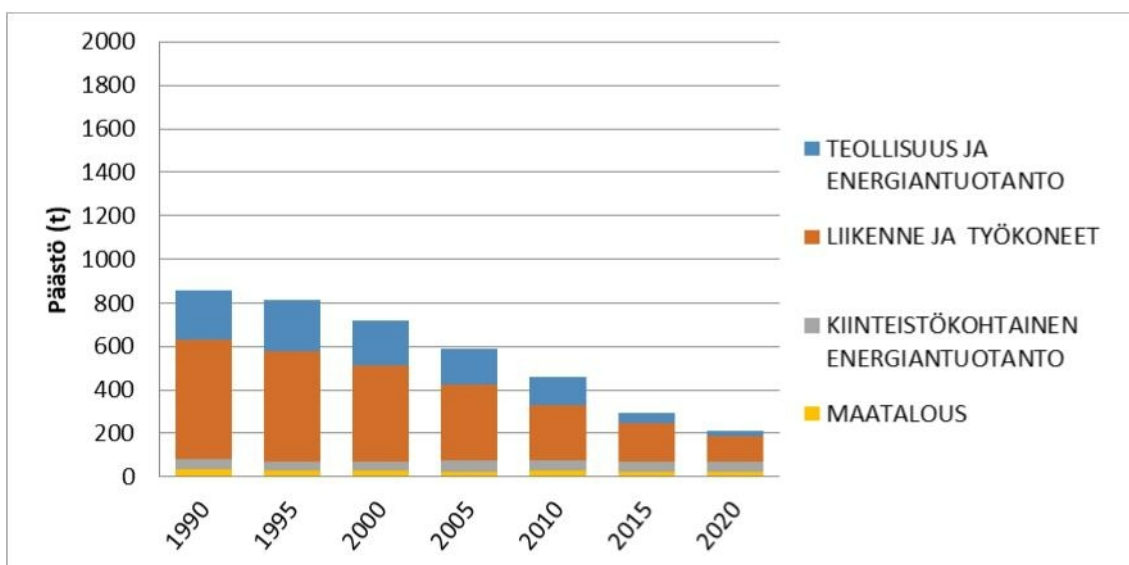
Kuva 45. Hiukkaspäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



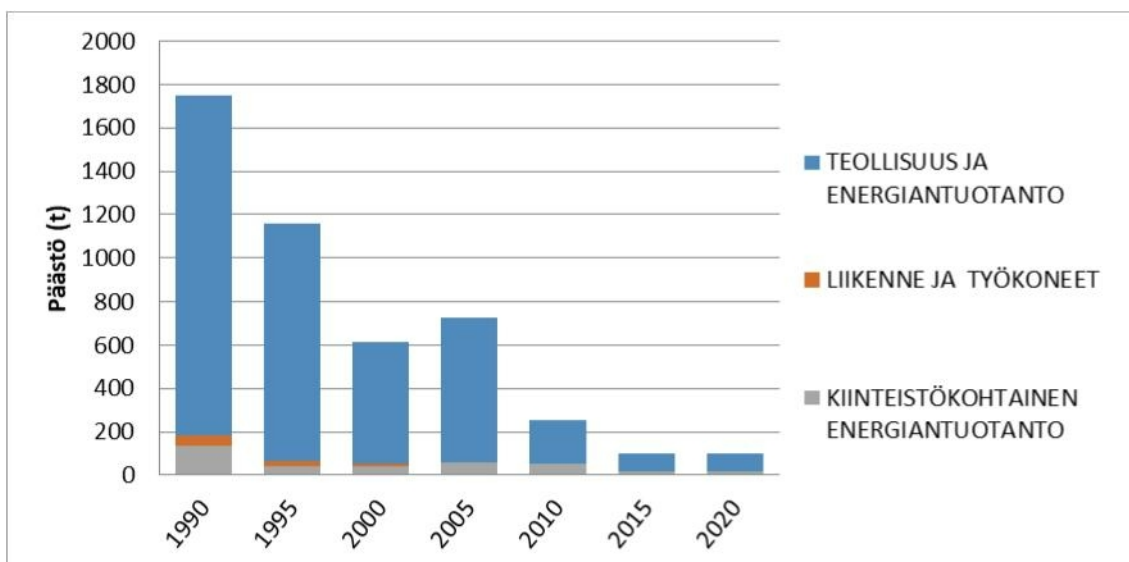
Kuva 46. Hiukkaspäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



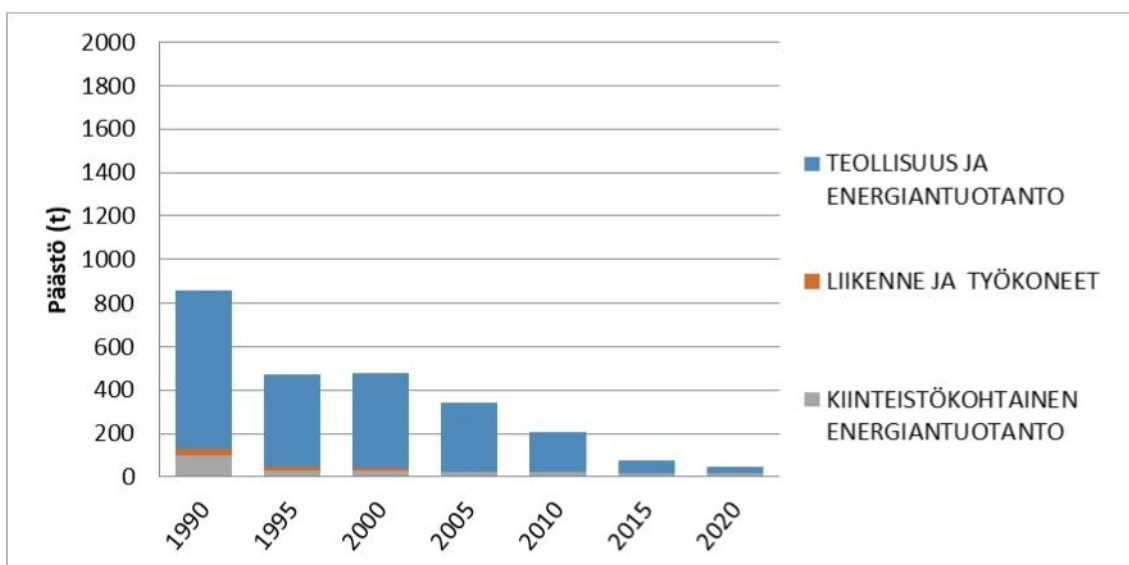
Kuva 47. Typen oksidien päästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



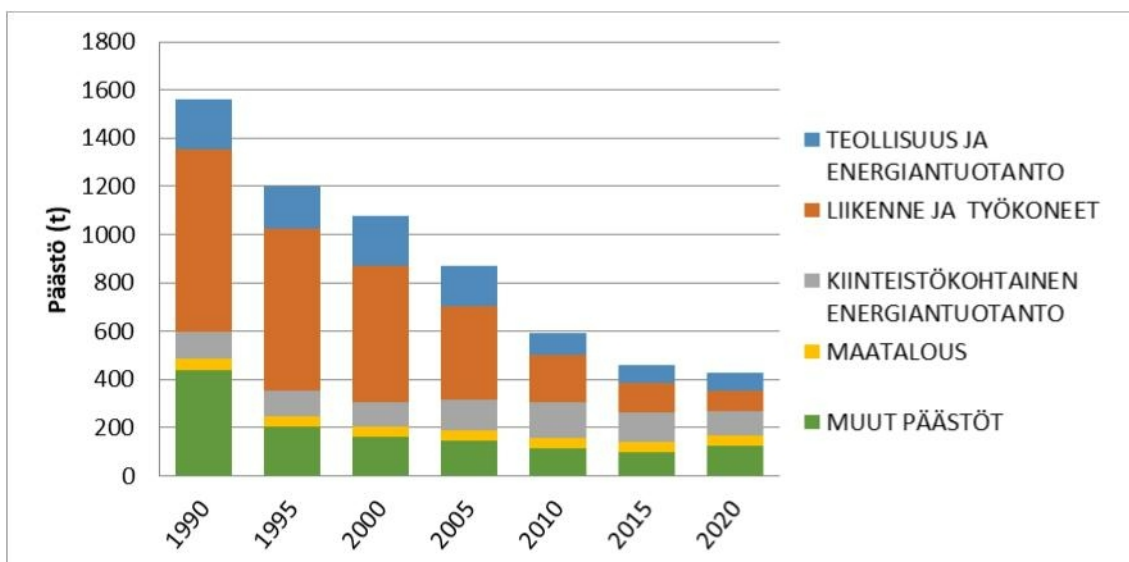
Kuva 48. Typen oksidien päästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



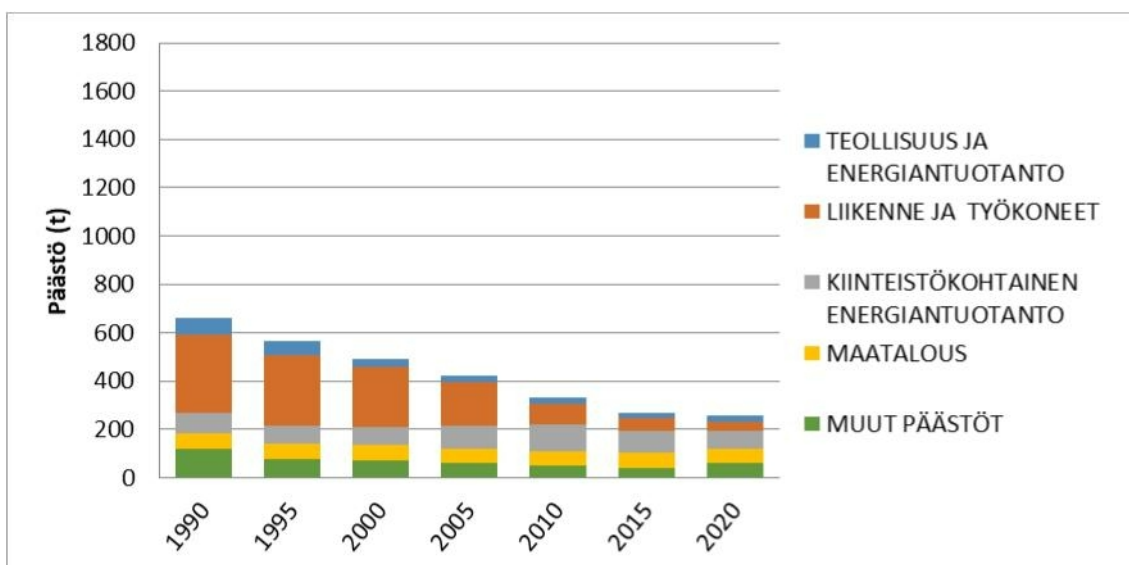
Kuva 49. Rikkidioksidipäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



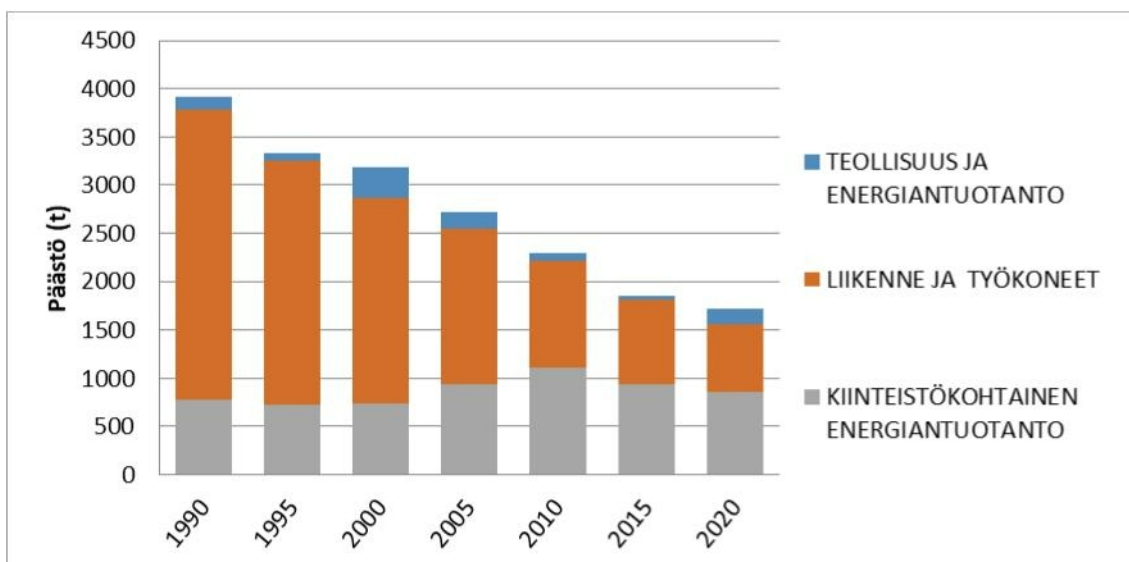
Kuva 50. Rikkidioksidipäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



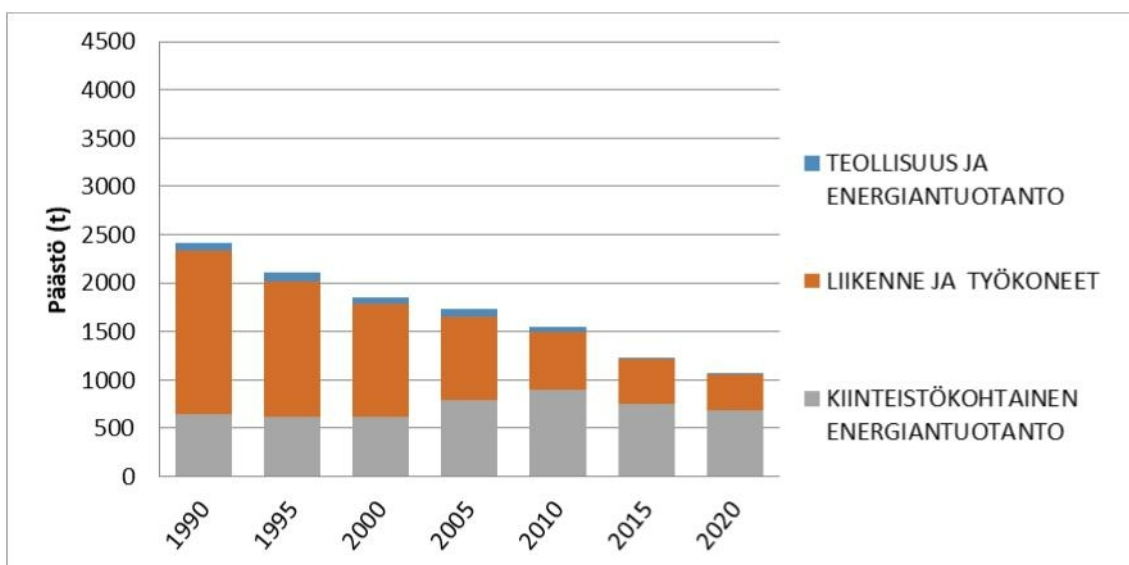
Kuva 51. Haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



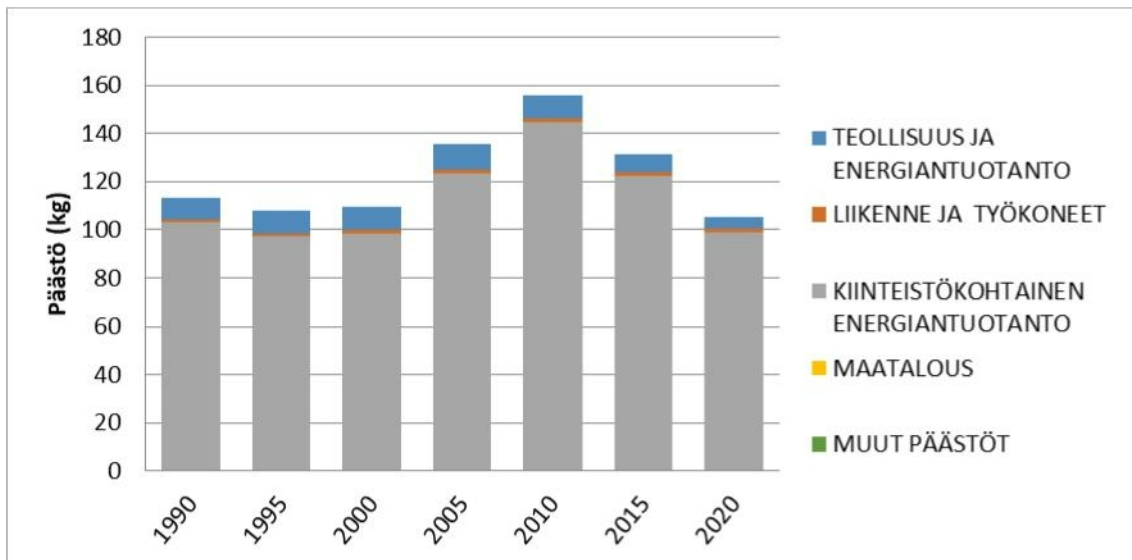
Kuva 52. Haihtuvien orgaanisten hiilivetyjen päästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



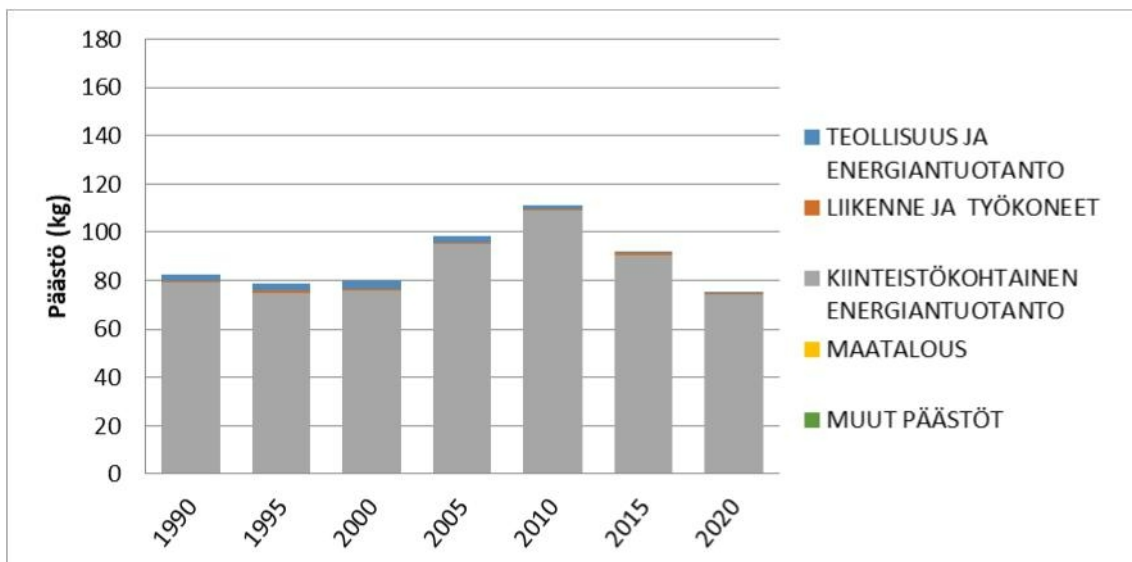
Kuva 53. Hiilimonoksidin päästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



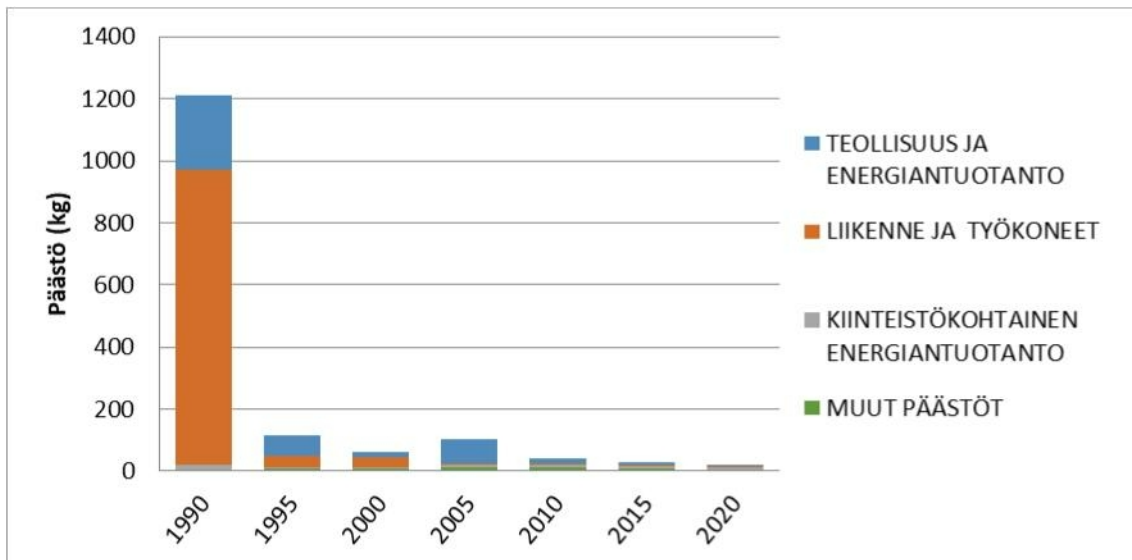
Kuva 54. Hiilimonoksidin päästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



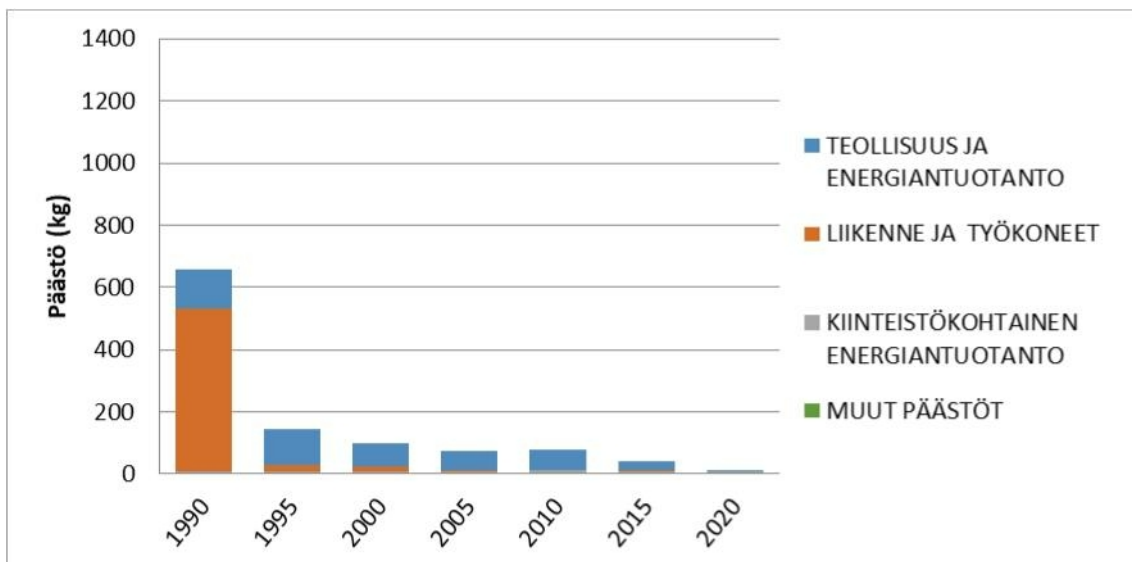
Kuva 55. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



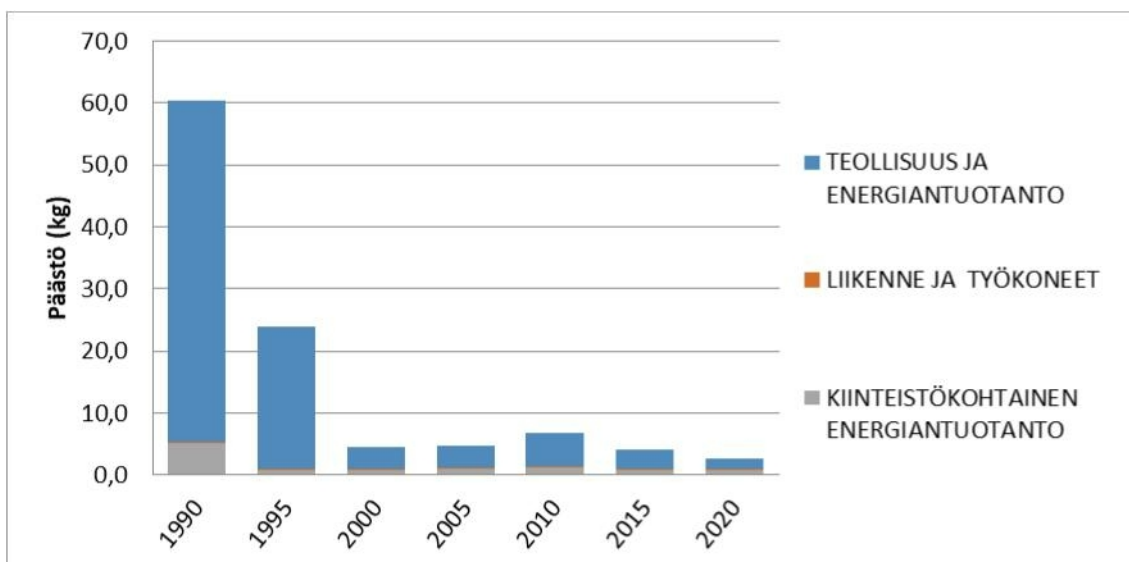
Kuva 56. Polyaromaattisten hiilivetyjen päästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



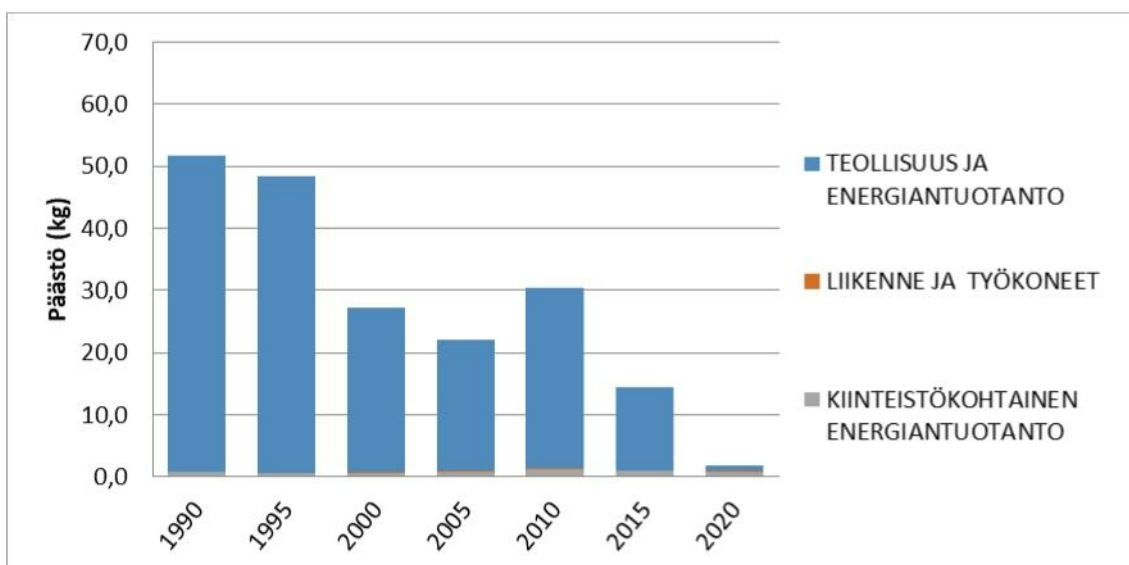
Kuva 57. Lyijypäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



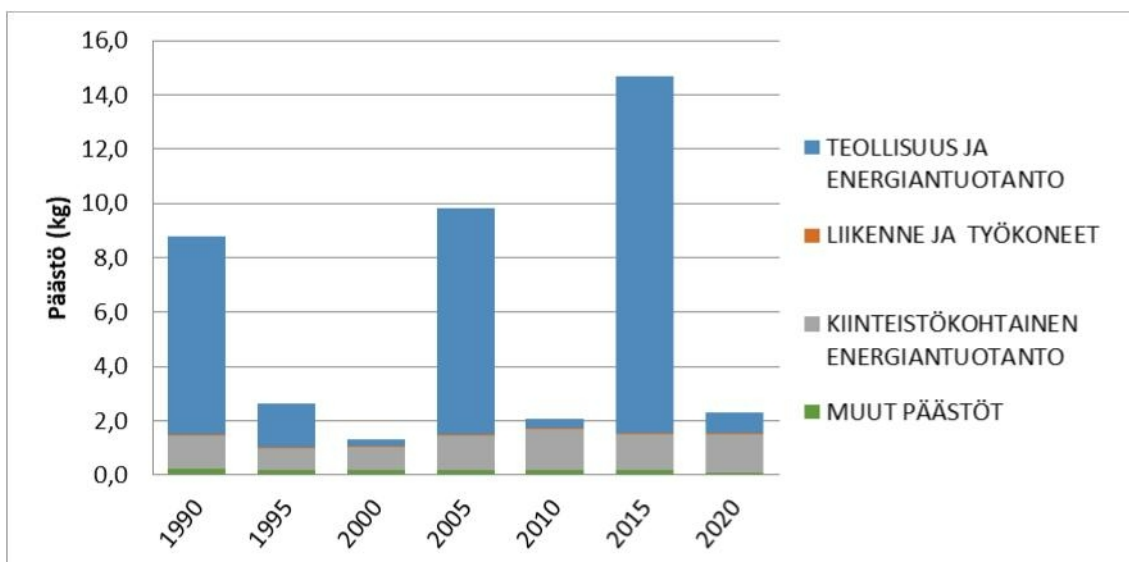
Kuva 58. Lyijypäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



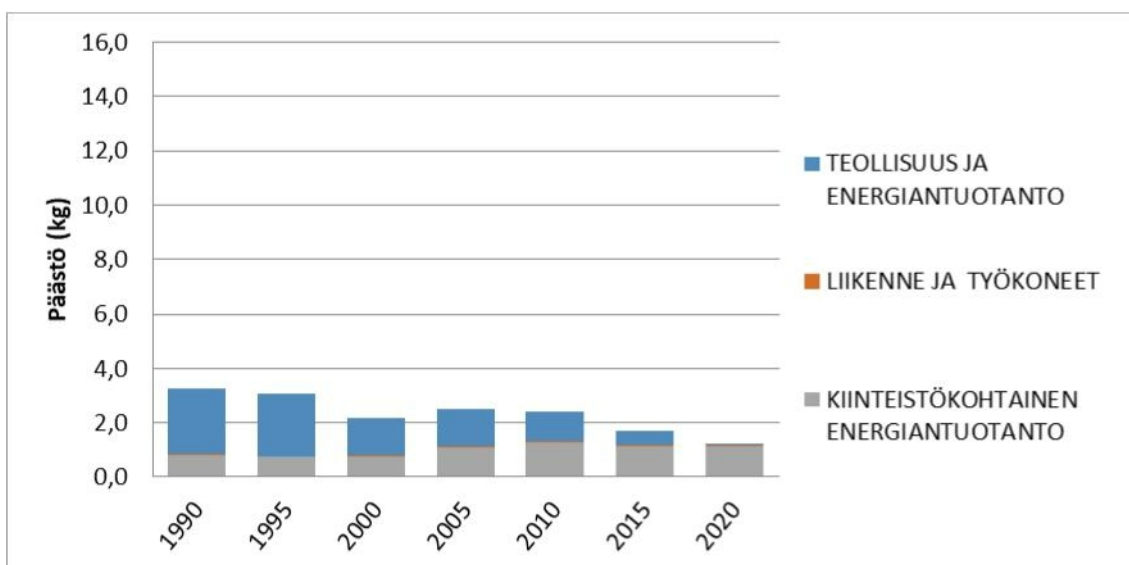
Kuva 59. Arseenipäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



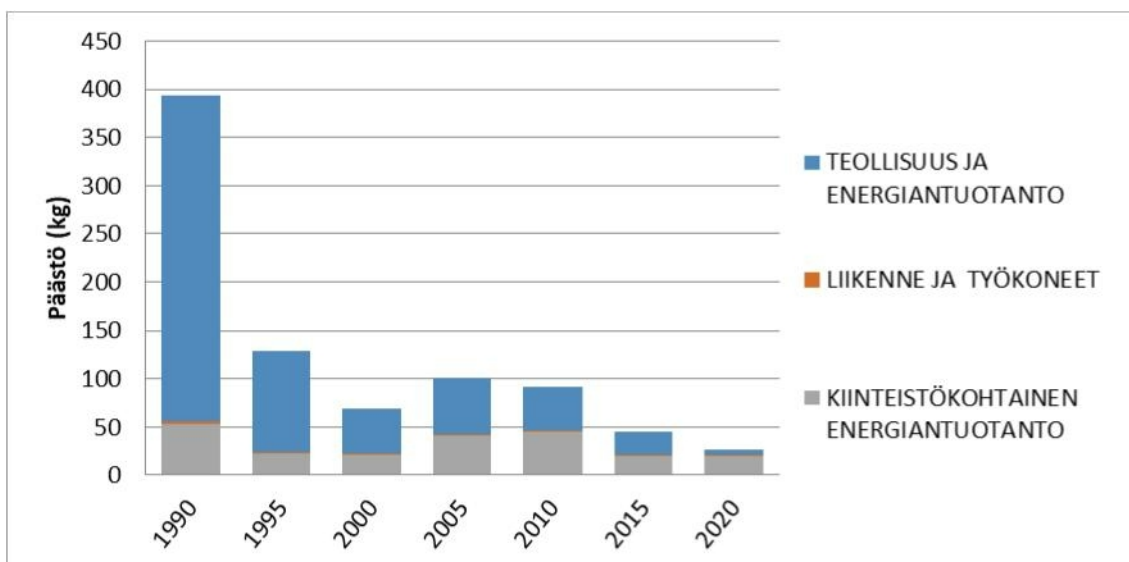
Kuva 60. Arseenipäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.



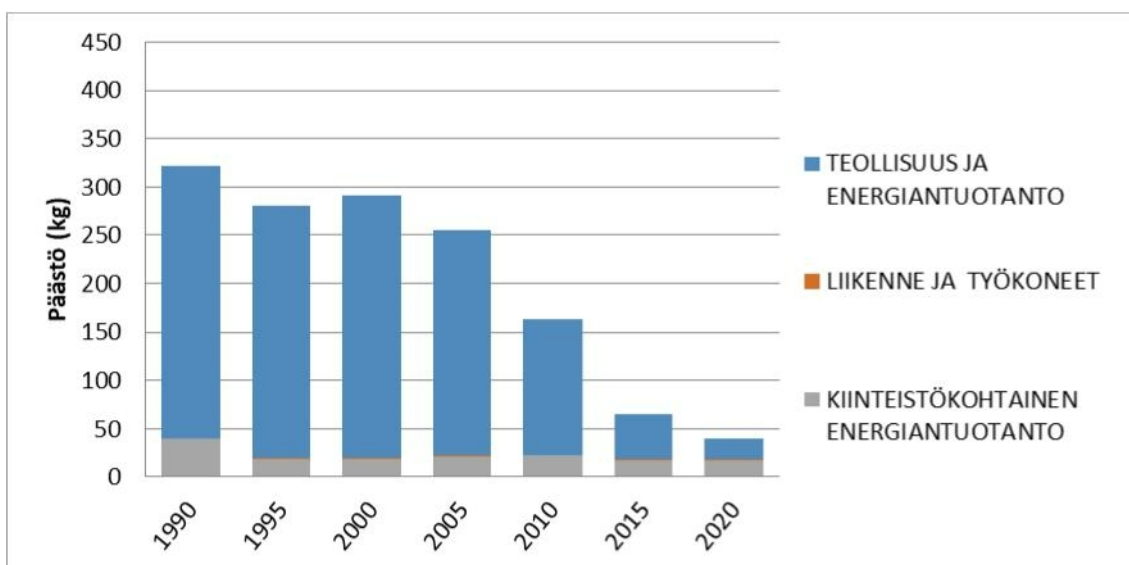
Kuva 61. Kadmiumpäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.



Kuva 62. Kadmiumpäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.

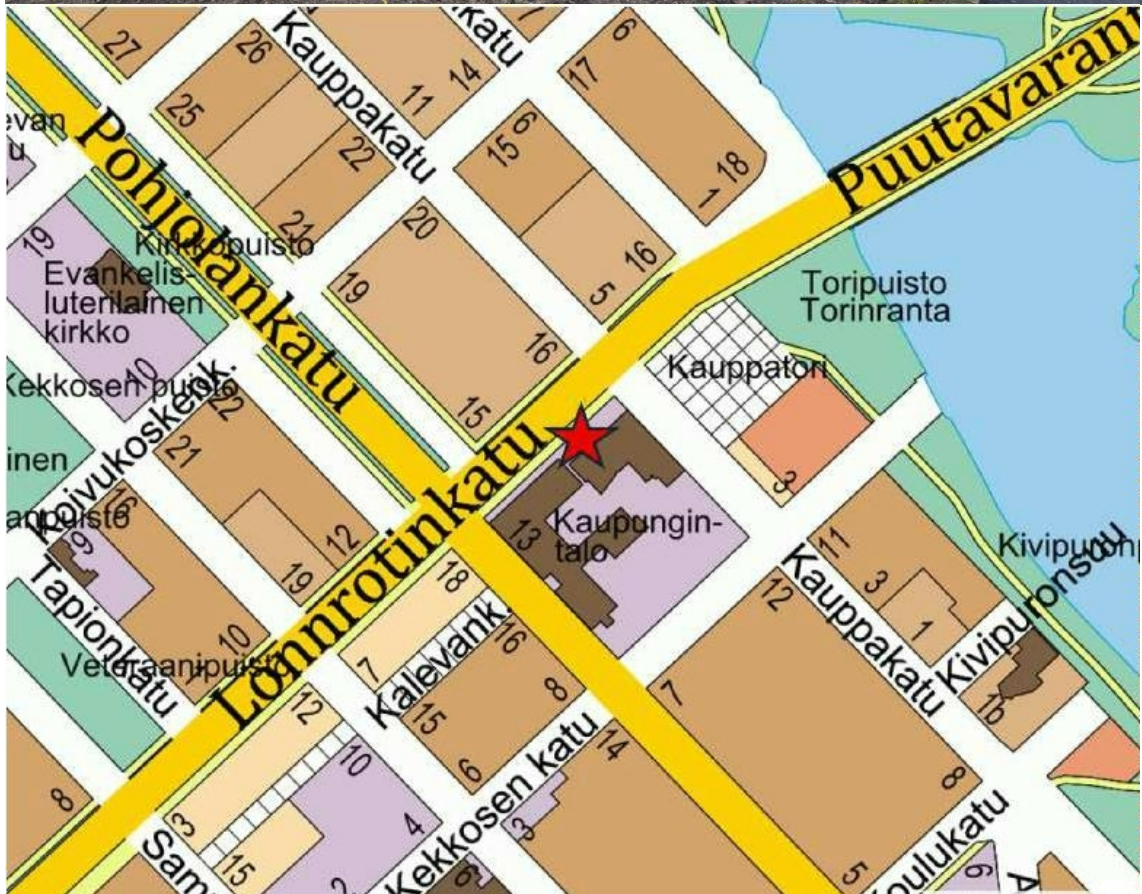


Kuva 63. Nikkelipäästöt Kajaanissa vuosina 1990–2020.

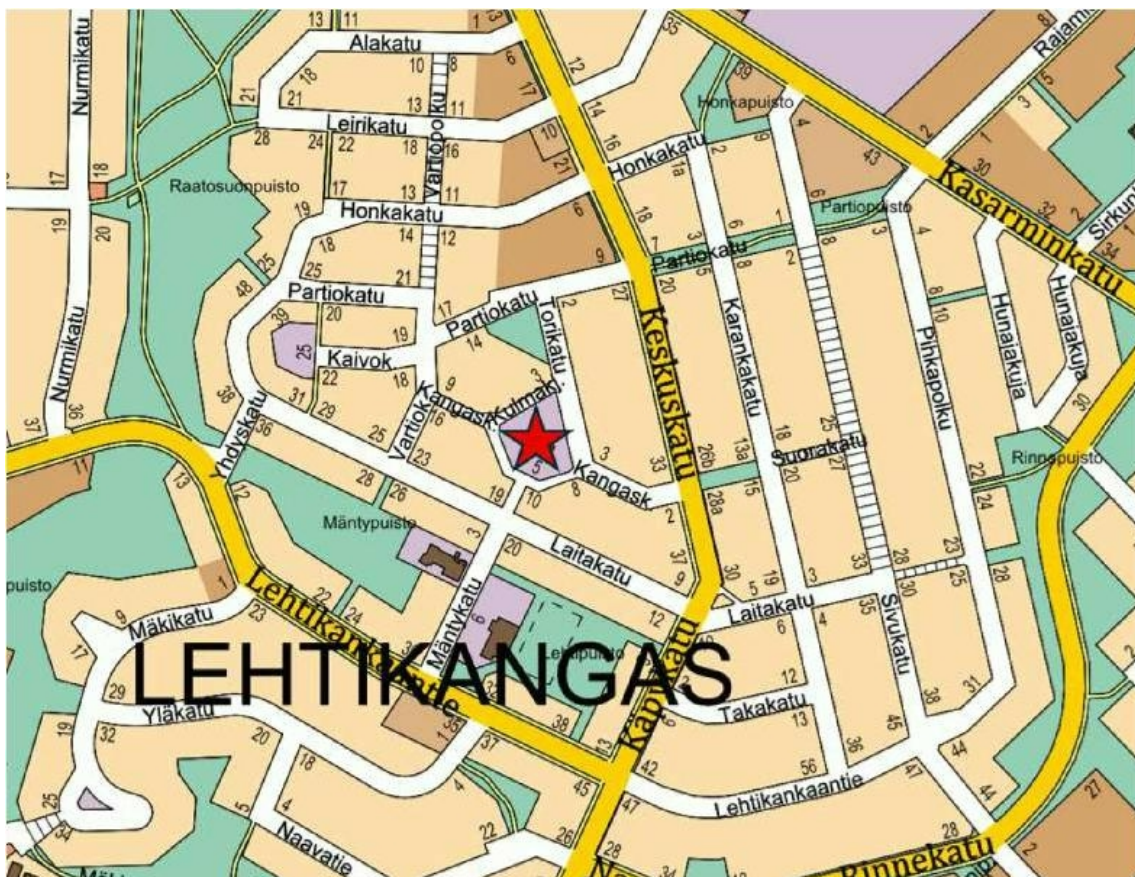


Kuva 64. Nikkelipäästöt Sotkamossa vuosina 1990–2020.

**LIITE 2 KAJAANIN JA SOTKAMON TAAJAMIEN ILMANLAADUN
MITTAUSASEMIEN/MITTAUSALUEIDEN EHDOTETUT SIJAINNIT**



Kuva 65. Kajaanin keskustan mittauspaikka Lönnrotinkadulla. (karttapohja Kajaanin kaupunki)



Kuva 66. Kajaanin Lehtikankaan mittauspaikka Kangaskadulla. (karttapohja Kajaanin kaupunki)



Kuva 67. Sotkamon keskustaajaman mittausalue Kainuuntien varrella. (karttapohja Sotkamon kunta)



Kuva 68. Vuokatin taajaman mittausaluevaihtoehdot Pohjavaarantien ja Katinkullantien seudulla. (karttapohja Sotkamon kunta)

LIITE 3 LYHENTEITÄ JA MÄÄRITELMIÄ

AOT40-indeksi	Otsonille (O ₃) kasvillisuuden suojelemiseksi annettu tavoitearvo. AOT40-otsonialtistusindeksi lasketaan 80 µg/m ³ ylittävien otsonin tuntipitoisuuksien ja 80 µg/m ³ erotuksen kumulatiivisena summana. Summa kertyy vuosittain 1.5.–31.7. välisenä aikana, ja sitä laskettaessa huomioidaan klo 9.00 ja 21.00 välillä mitatut tuntipitoisuudet.
Arviointikynnys	Ilman epäpuhtauden taso, joka määrittää vaaditun seurantamenetelmän, jota on käytettävä ilmanlaadun seurannassa.
As	Arseeni
BC	Musta hiili
B(a)P	Bentso(a)pyreeni, polysyklinen aromaattinen hiilivety eli PAH-yhdiste
C ₆ H ₆	Bentseeni, haihtuva orgaaninen yhdiste eli VOC
Cd	Kadmium
CO	Hiilimonoksidi
Ilmanlaatuindeksi	Indeksi on tunneittain mittausasemalle laskettava vertailuluku, joka kuvaa sen hetkistä ilmanlaatua suhteutettuna ilmanlaadun ohje- ja raja-arvoihin. Ilmanlaatuindeksi perustuu pitoisuuksien tunti-arvoihin ja se päivittyy tunnin välein.
Kriittinen taso	Ilman epäpuhtauden taso, jota suuremmat pitoisuudet voivat aiheuttaa haitallisia vaikutuksia joissakin reseptoreissa, kuten puissa, muissa kasveissa tai luonnon ekosysteemeissä, mutta ei ihmisissä.
Mikrogramma	µg, gramman miljoonasosa
Milligramma	mg, gramman tuhannesosa
Nanogramma	ng, gramman miljardisosa
Ni	Nikkeli
NO	Typpimonoksidi, ilmassa nopeasti typpidioksidiksi hapettuva kaasu
NO ₂	Typpidioksidi
NO _x	Typenoksidit (NO + NO ₂ , NO ₂ :ksi laskettuna)

O ₃	Otsoni, typenoksideista ja VOC-yhdisteistä ilmassa muodostuva kaasu. Yläilmakehässä toimii suojakilpenä UV-säteilyä vastaan, mutta hengitysilmassa on haitallinen ilmansaaste.
Ohjearvo	Ilman epäpuhtauden taso, jota voidaan käyttää ohjeellisena arvioitaessa ilmanlaatua. Ilman epäpuhtauksien kansalliset ohjearvot ovat vuonna 1996 valtioneuvoston päätöksessä määritellyjä epäpuhtauksien tunti-, vuorokausi- ja vuosipitoisuuksien ohjeellisia arvoja. Maailman terveysjärjestö on antanut vuonna 2021 globaalit ilman epäpuhtauksien ohjearvot tieteellisin perustein terveyshaittojen ehkäisemiseksi.
Pistelähde	Sijainniltaan pysyvä päästölähde, jonka päästömäärät mitataan säännöllisesti, tässä ympäristölupavolliset laitokset.
PAH	Polysykliset aromaattiset hiilivedyt
Pb	Lyijy
Pitoisuus	Epäpuhtauden määrä tietyssä määrässä ilmaa. Esitetään yleensä pitoisuutena mikrogrammaa epäpuhtautta kuutiometrissä ilmaa (µg/m ³) tai nanogrammaa epäpuhtautta kuutiometrissä ilmaa (ng/m ³).
PM ₁₀	Hengitettävät hiukkaset, halkaisijaltaan alle 10 µm
PM _{2,5}	Pienhiukkaset, halkaisijaltaan alle 2,5 µm
Raja-arvo	Ilman epäpuhtauden taso, joka on vahvistettu tieteellisin perustein ihmisen terveydelle tai ympäristölle haitallisten vaikutusten välttämiseksi, ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi, joka on saavutettava määrätyn ajan kuluessa ja jota ei saa ylittää sen jälkeen, kun se on saavutettu.
SO ₂	Rikkidioksidi
Tavoitearvo	Ilman epäpuhtauden taso, joka on vahvistettu tieteellisin perustein ihmisen terveydelle tai ympäristölle haitallisten vaikutusten välttämiseksi, ehkäisemiseksi tai vähentämiseksi ja joka on saavutettava mahdollisuuksien mukaan määrätyn ajan kuluessa.
TRS	Pelkistyneet, haisevat rikkiyhdisteet
TSP	Kokonaisleijuma
UFP	Ultrapienet hiukkaset
VnA	Valtioneuvoston asetus
VnP	Valtioneuvoston päätös

VOC	Haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Kaasumaisia yhdisteitä, jotka voivat reagoida typenoksidien ja hapen kanssa auringonvalossa valokemiallisia hapettimia (otsonia) muodostaen.
WHO:n ohjearvo	Maailman terveysjärjestön (WHO) määrittelemät ilmansaasteiden suositushjearvot. Perustuvat viimeisimpään tieteelliseen näkemykseen sellaisista pitoisuustasoista, joita pienemmissä pitoisuuksissa terveysvaikutukset arvioidaan väestötasolla vähäisiksi.
YsL	Ympäristönsuojelulaki