

ILMANLAADUN VUOSIRAPORTTI

MIKKELI



VUOSI 2020



TIIVISTELMÄ

Mikkelissä ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä on selvästi merkittävin liikenne. Kaupunkialueen ilmoitusvelvollisista laitoksista merkittävin on Etelä-Savon Energia Oy:n Pursialan voimalaitos. Paikallisesti puun pienpoltto voi vaikuttaa ilmanlaatuun merkittävästi.

Mikkelissä on mitattu tämän tarkastelujakson aikana hengitettävää pölyä ja typenoksideja. Mittauksien tuloksista on tässä työssä laskettu ohje- ja raja-arvoihin verrattavat lukuarvot.

Hengitettävän pölyn pitoisuuksissa Mikkelissä vuonna 2020 tehdyn mittausjakson aikana raja-arvon lukuarvo ylittyi neljä kertaa. Ohjearvo ylittyi helmikuussa. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin helmikuussa.

Typpidioksidin pitoisuuksissa Mikkelissä vuonna 2020 tehdyn mittausjakson aikana jäätii selvästi alle ohje- ja raja-arvojen tasoja. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin maaliskuu- ja joulukuussa.

Ilmanlaatuindeksillä arvioituna ilmanlaatu Mikkelissä oli pääosin hyvää.

Mikkelissä toukokuussa 2021

Juha Pulkkinen (insinööri Ylempi amk)

J. P. Pulkkinen kalibrointi Ky

MIKKELIN ILMANLAADUN MITTAUSTEN VUOSIRAPORTTI VUONNA 2020

VUOSI 2020	1
TIIVISTELMÄ	2
1 JOHDANTO	4
2 PÄÄSTÖT ILMAAN MIKKELISSÄ	8
2.1 Kokonaispäästöt	8
2.1.1 Pistelähteiden ja liikenteen hiukkaspäästöt ilmaan	8
2.1.2 Liikenteen päästöt ilmaan	11
2.1.3 Pintalähteiden päästöt ilmaan	13
3 ILMANLAADUN MITTAUSASEMA	14
3.1 Porrassalmenkadun mittausasema	14
4 MIKKELIN ILMANLAADUN MITTAUSASINETO	15
4.1 Mittausjärjestelmä	15
4.2 Mittausten määrä	16
4.3 Säättiedot	17
4.4 Hengitettävien hiukkasten (PM ₁₀) mittaukset	18
4.5 Typenoksidien (NO + NO ₂) mittaukset	18
4.6 Mittausten laadunvarmennus	18
5 SÄÄTIEDOT TARKASTELUJAKSOLLA	19
6 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT	21
7.1. Ohjearvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet	22
7.2. Raja-arvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet	23
7.2.1 Arviointikynnykset	24
7.3. Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri kausina vuonna 2020	25
7.4. Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri tuulen suunnilla vuonna 2020	27
8 TYPENOKSIDIEN (NO ₂ ; NO) PITOISUUDET	28
8.1. Ohjearvoihin verrattavat typpidioksidin pitoisuudet	29
8.2. Raja-arvoihin verrattavat typpidioksidin pitoisuudet	29
8.3. Typpidioksidin pitoisuudet eri kausina vuonna 2020	30
8.4. Typen oksidien pitoisuudet eri tuulen suunnilla vuonna 2020	32
9 ILMANLAATUINDEKSI	33
9.1 Indeksiarvot	34
10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	35

Liite 1 Pistemäisten lähteiden ja liikenteen päästöt Mikkeliissä vv 2016-2020

Liite 2 Tieliikenteen pakokaasupäästöt ja polttonesteenkulutus Mikkeliissä
(Liisa 2019)

Liite 3 Porrassalmenkadun mittauspaikka kartalla

Liite 4 PM₁₀:n raja-arvon lukuarvon ylitykset Suomessa v 2020

1 JOHDANTO

Mikkeli on keskisuuri kaupunki Etelä-Savossa ja se kuuluu ilmanlaadun seuranta-alueissa Etelä-Savon elinkeino- liikenne- ja ympäristökeskuksen alueeseen. Muita ko. alueeseen kuuluvia kaupunkeja ovat Pieksämäki ja Savonlinna. Vuoden 2017 ilmanlaatuasetuksessa (26.1.2017; 79/2017) liitteessä 5 määritetään jatkuvien ilmanlaadunmittauksien vähimmäismittausten määrä. Mittauksia tulee tehdä alueilla, joilla korkeimmat pitoisuudet ko. epäpuhtaudesta ylittävät ylemmän arviointikynnyksen tai pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän arviointikynnyksen välissä. Uusimmat raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksella (79/2017) johon sisältyy mm. pienhiukkasia koskevat kansallisen altistumisen vähentämistavoitteet.

Mikkelissä ei ole ilmapäästöjä aiheuttavaa suurteollisuutta. Ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä valtaosa tulee liikenteestä. Etelä-Savossa aloitettiin tehdä ilmanlaadun jatkuvatoimisia mittauksia vuoden 2009 alussa. Jatkuvan mittauksen komponenttina on hengitettävä pöly (PM_{10}), koska aiemmin tehdyn tutkimuksen (vuosina 2003-2008) mukaan sen pitoisuudet saattavat ajoittain kohota Valtioneuvoston antamien ohjearvojen yläpuolelle. Mittauksia on sittemmin tehty viiden vuoden jaksoissa Savonlinnassa Olavinkadun tai Haapasalmen mittausasemilla, Pieksämäellä Savonkadun asemalla sekä Mikkelissä Porrassalmenkadun mittausasemalla. Jaksojen aikana on mitattu kaksi vuotta Savonlinnassa ja Mikkelissä sekä yksi vuosi Pieksämäellä. Nykyinen viiden vuoden jakso alkoi vuonna 2019 Pieksämäellä josta asema siirtyi tammikuussa 2020 Mikkeliin. Asemilla mitattiin hengitettävän pölyn lisäksi typen oksideja.

Nykyisen viisivuotisjakson mittausten kustantajina ovat Mikkelin, Savonlinnan ja Pieksämäen kaupungit sekä Etelä-Savon Energia Oy, Järvi-Suomen Voima Oy, Punkavoima Oy sekä Savon Voima Oyj. Tämä raportti esittelee Porrassalmenkadun varrella sijainneessa mittauskopissa tehtyjen hengitettävän pölyn ja typpidioksidin mittaustuloksia vuodelta 2020.

Ilmanlaadun arviointi

Ilmanlaadulle on annettu erilaisia ohje-, raja-, tavoite- ja kynnysarvoja, joihin ilmanlaadun arviointi perustuu. Ohjearvot on annettu valtioneuvoston päätöksessä ilmanlaadun ohjearvoista ja rikkilaskeuman tavoitearvosta (480/1996). Uusimmat raja-arvot on puolestaan annettu valtioneuvoston asetuksessa ilmanlaadusta (38/2011) joka päivitettiin uudeksi asetukseksi 26.1.2017/79. Tähän asetukseen sisältyvät myös tavoitearvot alailmakehän otsonille sekä pienhiukkasia koskevat kansalliset altistumisen vähentämistavoitteet. Lisäksi arseenille, kadmiumille, elohopealle, nikkelille ja polysyklisille aromaattisille hiilivedyille on annettu omat tavoitearvot valtioneuvoston asetuksella (164/2007), joka päivitettiin uudella asetuksella 16.2.2017/113.

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

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. Suunnitelmista ja ohjelmista on myös tiedotettava alueen asukkaille. 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- ja muilla luonnonsuojelualueilla.

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

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

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

Pienhiukkasille on lisäksi asetettu ilmanlaatuasetuksessa (79/2017) **altistumisen pitoisuuskatto ja altistumisen vähennystavoite**. Näiden tavoitteena on vähentää väestön keskimääräinen altistuminen pienhiukkasille hyväksyttävään tasoon vaiheittain.

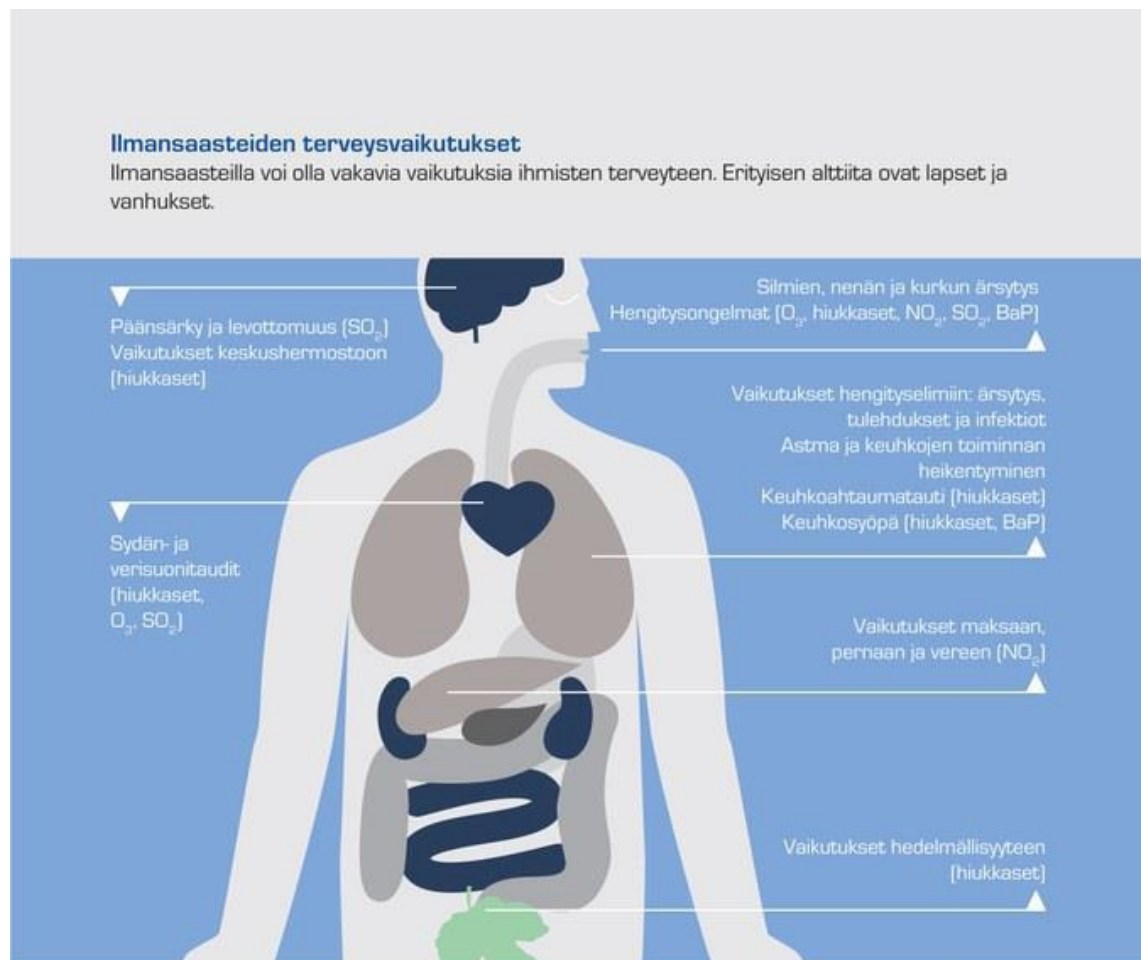
Ilmanlaadun mittaustarpeen arviointia varten asetuksissa 164/2007 ja 79/2017 epäpuhtauksille on annettu alemmat ja ylemmät arviointikynnykset. **Ylemmällä arviointikynnyksellä** tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota korkeammissa pitoisuuksissa ilmanlaadun jatkuvat mittaukset ovat ensisijainen ilmanlaadun seurantamenetelmä ja jota alemmissa pitoisuuksissa jatkuvien mittausten tarve on vähäisempi ja ilmanlaadun arvioinnissa voidaan käyttää jatkuvien mittausten ja mallintamistekniikoiden tai suuntaa-antavien mittausten yhdistelmää. **Alemmalla arviointikynnyksellä** tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, jota alemmissa pitoisuuksissa ilmanlaadun arvioimiseksi riittää, että seuranta-alueella käytetään yksinomaan mallintamista tai muita menetelmiä, kuten päästökartoituksia.

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

Mittaustietojen tulee edustaa alueita ja vuodenaikoja, jolloin pitoisuudet ovat tyypillisesti korkeimmillaan.

ILMAN EPÄPUHTAUKSIEN TERVEYS-, YMPÄRISTÖ- JA ILMASTOVAIKUTUKSET

Suomessa ilmansaasteiden terveysvaikutukset aiheutuvat valtaosin hiukkasista, erityisesti pienhiukkasista ($PM_{2,5}$). Vähäisempää vaikutusta on ulkoilman otsonilla (O_3). Myös PAH-yhdisteille (benzo(a)pyreeni, BaP) altistumisella voi joillakin olla terveydellistä merkitystä alueilla, joilla altistutaan puunpolton savukaasuille. Eri ilmansaasteiden vaikutuksia ihmiseen on esitetty kuvassa 1-1.



Kuva 1-1. Ilmansaasteiden terveysvaikutuksia (Kuva EEA, 2013)

2 PÄÄSTÖT ILMAAN MIKKELISSÄ

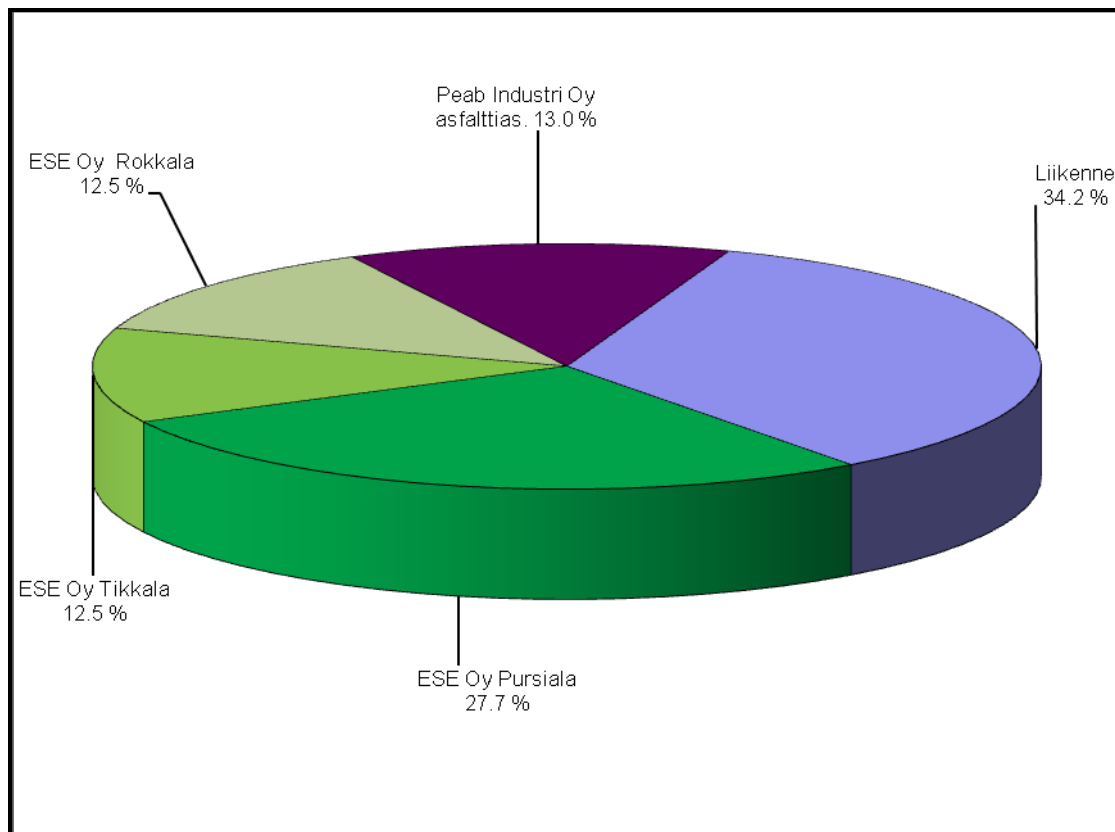
Ilmapäästöjä syntyy pistelähteistä, liikenteestä ja pintalähteistä. Pistelähteitä ovat mm. suurehkot teollisuus- ja energialaitokset, joiden ympäristövaikutukset ovat yleensä niin merkittäviä, että ne joutuvat tekemään ilmoituksen viranomaisille vuosittain päästöistään. Liikenteen päästöjä muodostuu auto-, laiva-, rautatie- ja ilmailuliikenteestä. Pintalähteillä tarkoitetaan pieniä päästölähteitä kuten pienpolttoja, talokohtaista lämmitystä sekä pientä ja keskisuurta teollisuutta.

2.1 Kokonaispäästöt

Merkittävimmät ilman epäpuhtauksien päästölähteet Mikkelin kaupunkialueella ovat Etelä-Savon Energian (ESE OY) Pursialan voimalaitokset ja liikenne.

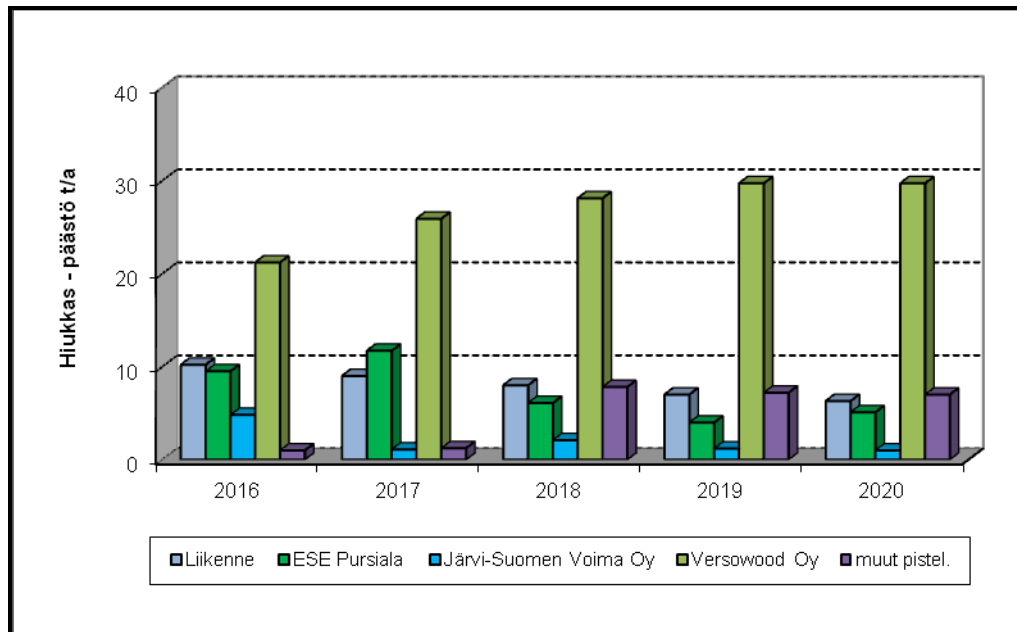
2.1.1 Pistelähteiden ja liikenteen hiukkaspäästöt ilmaan

Mikkelin kaupunkiseudulla hiukkasten pistelähteitä ovat Etelä-Savon Energia Oy:n laitokset Pursialassa, Tikkalassa, Rokkalassa, Siekkilässä ja Tuukkalassa sekä Peab Industri Oy (asfalttiasema Suonsaarella). Kaupunkialueen ulkopuolella on myös Järvisuomen Voima Oy Ristiina sekä Versowood Oy:n Otavan saha (liite 1). Hiukkaspäästöjen %-jakauma on esitetty kuvassa 2-1. Kuvasta näkyy että kaupunkialueella Etelä-Savon Energian osuus on yli 50 % ja liikenteen 34 % ovat päästölähteistä merkittävimpiä. Versowood Oy Otavan pölypäästöjen osuus on kuitenkin koko alueen kokonaispäästöistä yli 60 %.



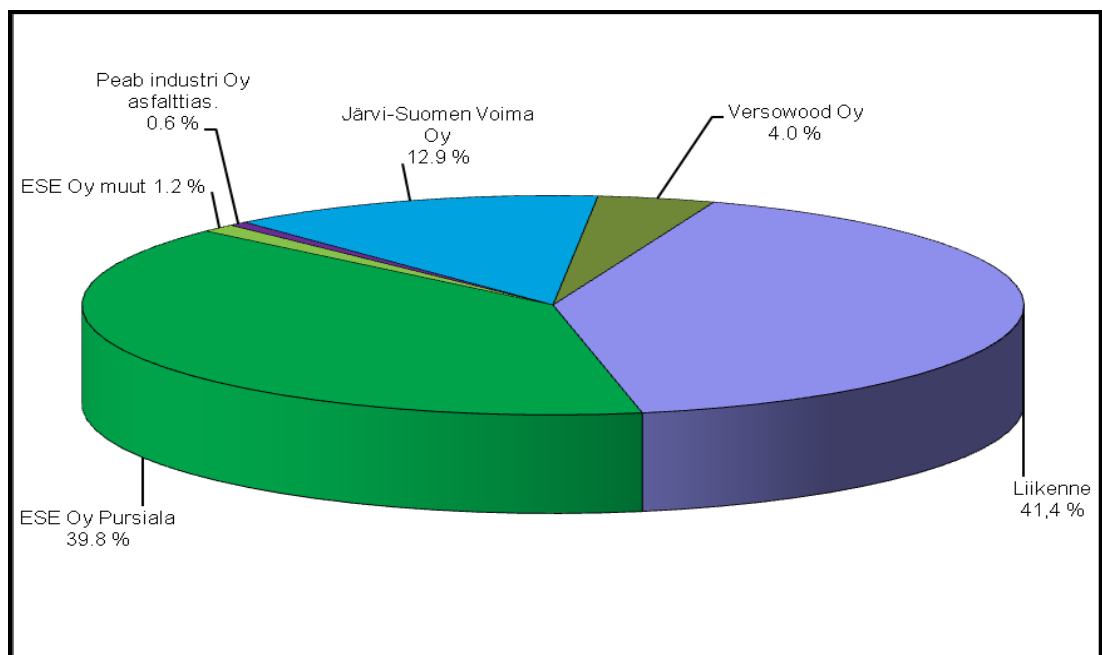
Kuva 2-1 Mikkelin kaupunkiseudun ilmoitusvelvollisten laitosten ja liikenteen hiukkaspäästöjakauma (%) v. 2020.

Kuvassa 2-2 on esitetty Mikkelin seudun ilmoitusvelvollisten laitosten ja liikenteen hiukkaspäästöjen kehitys vuosina 2016-2020. Kuvasta voidaan havaita, että hiukkasten päästöt ovat pysyneet samalla tasolla n. 40 tonnia/vuosi. Etelä-Savon Energian päästöt ovat nousseet hieman liikenteen hiukkaspäästöjä isommiksi jakson aikana. Tähän on vaikuttanut VTT:n liikenteen päästöjen laskentamallin uudistus, joka hieman pienensi arvioituja liikenteen hiukkaspäästöjä.

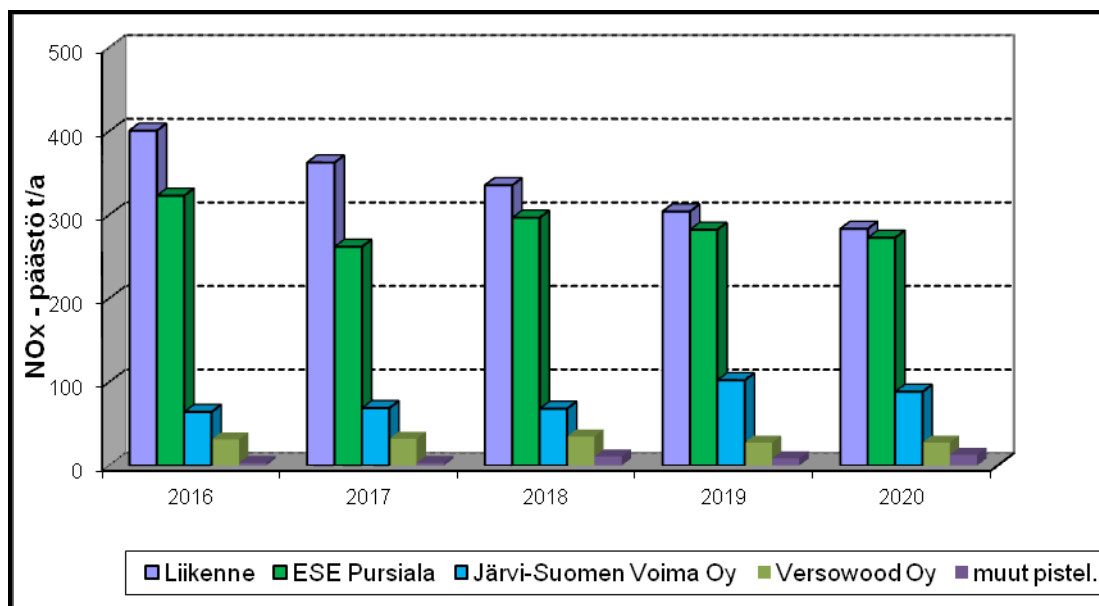


Kuva 2-2 Mikkelin seudun ilmoitusvelvollisten laitosten ja liikenteen hiukaspäästöt ilmaan vuosina 2016-2020.

Kuvasta 2-3 voidaan havaita että Mikkeliissä liikenteen NO_x-päästöjen ilmaan osuus oli samaa tasoa Etelä-Savon Energian kanssa n. 41 % vuonna 2020.



Kuva 2-3 Mikkelin ilmoitusvelvollisten laitosten ja liikenteen NO_x-päästöjen osuudet ilmaan vuonna 2020.



Kuva 2-4 Mikkelin kaupunkialueen ilmoitusvelvollisten laitosten ja liikenteen typenoksidipäästöt ilmaan vuosina 2016-2020.

Kuvasta 2-4 voidaan havaita että liikenteen NOx-päästöt vähenevät vuosittain. Liikenteen päästöt ovat edelleenkin suurin yksittäinen päästäjä mutta sen osuus päästöistä on tippunut ilmoitusvelvollisten laitosten päästömäärän alle.

2.1.2 Liikenteen päästöt ilmaan

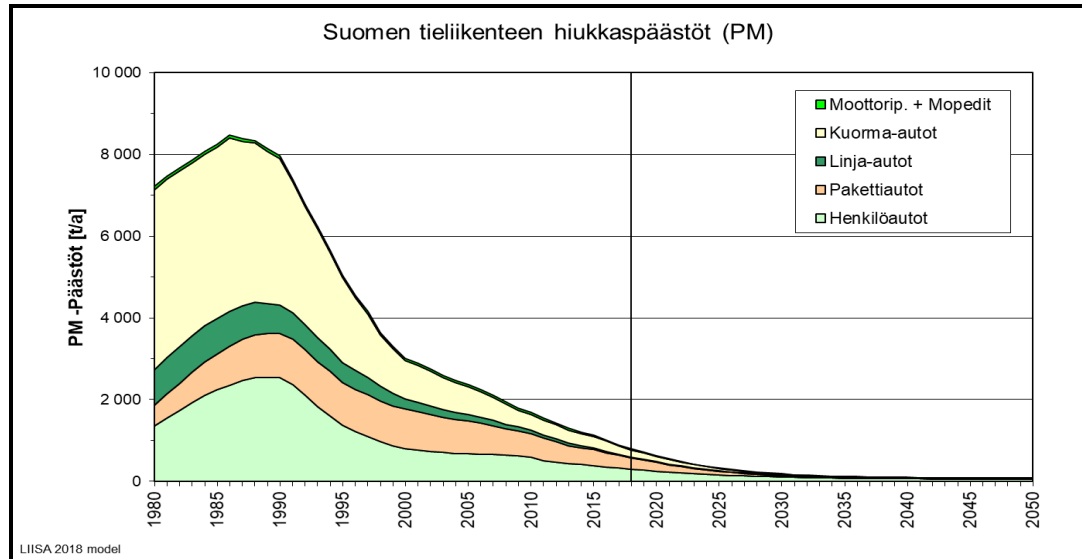
Liikenteen päästöillä on usein ratkaiseva vaikutus ilmanlaatuun, koska päästöt vapautuvat hengityskorkeudelle. Pakokaasuissa olevat hiukkaset, merkitään **PM** (particulated matter) syntyvät palamisprosessin tuotteina ja ovat kooltaan pieniä. Hiukkaset ovat runkoaineeltaan enimmäkseen hiiltä ja niiden pintaan on tarttunut muita pakokaasussa olevia haitallisia yhdisteitä.

Hiukkaset ovat liikenteen saasteongelmista ehkä monisärmäisin. Siinä missä useimpien kaasumaisten haitta-aineiden vaikutukset tunnetaan jo varsin hyvin, on hiukkasten ja aerosolien terveysvaikutuksien tutkimisessa edelleen paljon työtä. Monimutkaiseksi ongelman tekee hiukkasten monimuotoisuus ja niihin sitoutuva, useimmiten orgaaninen aines, joka saattaa sisältää mm. syöpävaarallisia hiilivetyjä.

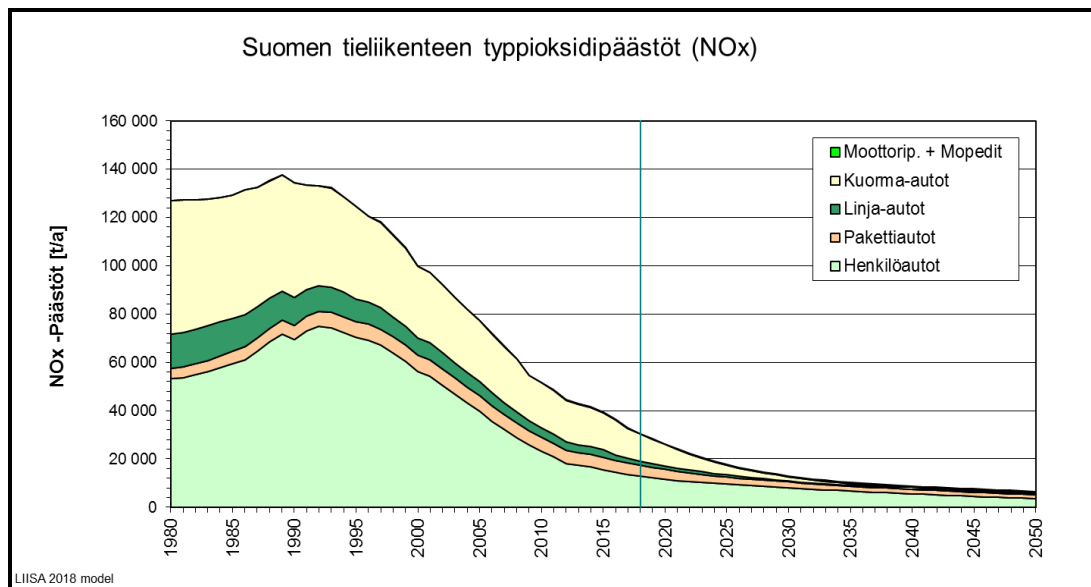
Hiukkaspäästöjä mitataan ja pakokaasurajoitukset annetaan yleensä kokonaismassana, joka sisältää kaikenkokoisia hiukkasia. Tämä kokonaismassaa kuvaava luku ja sen

perusteella tehdyt vertailut auto- tai moottorityyppien välillä saattavat kuitenkin olla jossain määrin harhaanjohtavia, sillä hiukkasten haittavaikutusten tiedetään olevan suureksi osaksi sidoksissa niiden kokoon. Mitä pienempiä hiukkaset ovat, sitä syvemmälle ne tunkeutuvat hengityselimiin ja sitä vaikeampi elimistön oman "suodatusjärjestelmän" on taistella niitä vastaan. Esimerkiksi hiukkasten massan mukaan mitattuna dieselmoottoriset autot tuottavat keskimäärin 10 kertaa enemmän hiukkaspäästöjä kuin bensiinikäyttöiset, mutta jos vertailu tehdäänkin vain keskimäärin 1 mikronin (μm) läpimittaisten tai sitä pienempien hiukkasten välillä, jotka pääsevät lähes esteettä ihmisen keuhkoihin asti, ovat ne jo paljon tasavertaisempia. Nykyisin yleisesti käytössä olevat kokoluokat ovat alle 10 mikronia PM_{10} ja alle 2,5 mikronia $\text{PM}_{2,5}$. Kaupunki-ilman hiukkaspitoisuudesta pahimpina aikoina, keväisin, on suurin osa lisäksi ns. resuspensiota eli uudelleen kadun pinnasta ilmaan noussutta ainesta, joka usein on peräisin talvisesta hiekoitushiekasta eikä suinkaan pakoputkista. Katujen huolellinen harjaus ja pesu vaikuttavat silloin tehokkaammin kuin pakokaasupäästöjen rajoitukset. (Liisa 2019).

Kuvista 2-5 ja 2-6 voi nähdä eräiden tieliikenteen päästöjen kehityksen Suomessa vuosina 1980-2050 vuoden 2019 tietojen mukaan. Hiukkasten ja typenoksidien päästötasot on laskussa katalysaattorin ja parempien polttoaineiden ja moottorien tekniikan myötä. Katalysaattorit tulivat pakollisiksi uusiin bensiinikäyttöisiin henkilöautoihin vuonna 1992. Tieliikenteen osuus ilmaan pääsevästä hiukkasista on 17 % ja typenoksideista 48 %. Tarkemmin yksilöidyt (Liisa 2019) tieliikenteen pakokaasupäästöt Mikkelin kaupungin eri tyyppisiltä kaduilta on esitetty liitteessä 2.



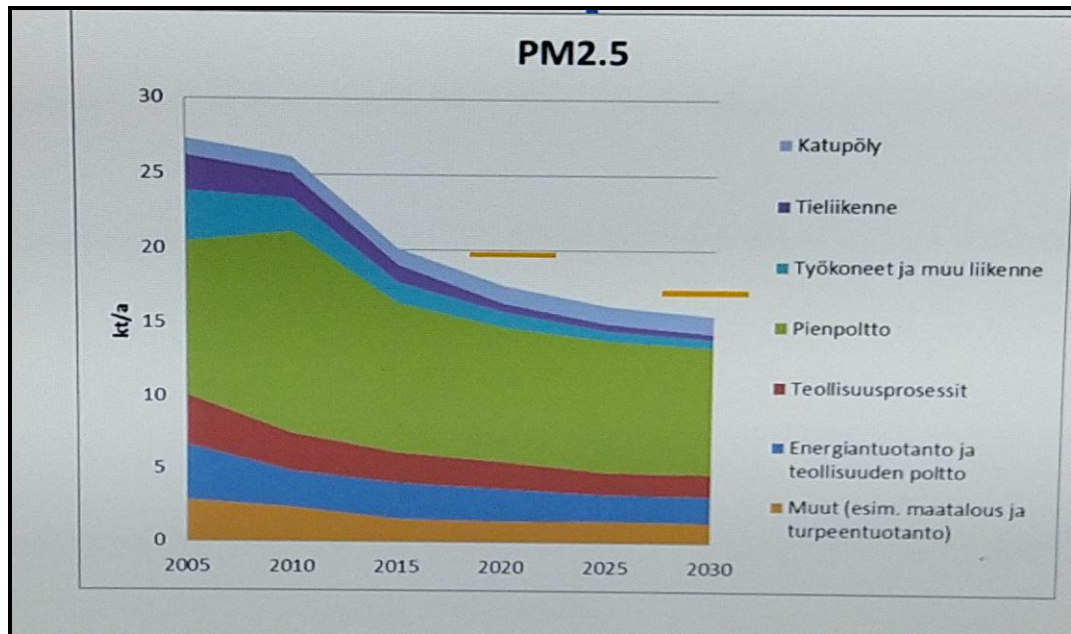
Kuva 2-5 Tieliikenteen hiukaspäästöjen (tonnia/vuosi) kehitys vuosina 1980-2050 Suomessa vuoden 2019 tietojen mukaan (Liisa 2019).



Kuva 2-6 Liikenteen NOx-päästöjen (tonnia/vuosi) kehitys vuosina 1980-2050 Suomessa vuoden 2019 tietojen mukaan (Liisa 2019).

2.1.3 Pinalähteiden päästöt ilmaan

Pinalähteillä tarkoitetaan muita kuin ilmoituslupavollisia laitoksia. Nämä ovat pieniä päästölähteitä kuten kiinteistökohtainen lämmitys, ei ilmoitusvelvollinen pieni ja keskiuuri teollisuus, maatalouden ja kotitalouksien kulutustuotteiden käyttö ja työkonet. Puun pienpolton osuus hiukaspäästöistä on kasvanut yli puoleen (kuva 2.7). Pinalähteiden vaikutus lähiympäristön ilmanlaatuun voi olla ajoittain merkittävää.



Kuva 2-7 Hiukkaspäästöjen (tonnia/vuosi) kehitys vuosina 2005-2030 Suomessa vuoden 2017 tietojen mukaan (Sirpa Salo-Asikainen 2019).

3 ILMANLAADUN MITTAUSASEMA

Mikkelissä hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) ja typpidioksidin (NO₂) jatkuvatoiminen seuranta aloitettiin tammikuussa 2020. Mittaukset tehtiin Porrassalmenkadun mittausasemalla. Mittauspisteen paikka on merkitty kartalle liitteeseen 3.

3.1 Porrassalmenkadun mittausasema

Porrassalmenkadun mittausasema (kuva 3-1) sijaitsee kirjastotalon takana olevan sisäpihan ja Porrassalmenkadun välissä 89 metriä merenpinnasta, 3 metriä maanpinnasta pohjoiskoordinaatissa 6842140 ja itäkoordinaatissa 3514640. Mittausaseman tyyppi on luokiteltu liikenneasema ja ympäristön tyyppi on kaupunki.



Kuva 3-1 Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasema

Mitattavana epäpuhtauskomponenttina oli vuonna 2020 hengitettävä pöly ja typenoksidit. Mittausasemalla on mitattu myös säätietoina ilman lämpötilaa ja ilmanpainetta. Mittauslaitteistona hengitettävällä pölyllä mittauslaitteena oli TEOM malli 1400 A ja typenoksideilla Environnement AC 32m.

Mikkelin suurin pistemäinen päästölähde ESE Oy:n energialaitokset sijaitsevat mittausasemasta noin 1500 metrin päässä etelä-kaakkoon. Mittauskopin ympäristön katujen liikennemäärät ovat: Porrassalmenkatu n. 4500 kpl/vrk, Raatihuoneenkatu n. 6000 kpl/vrk ja Vilhonkatu n. 4000 kpl/vrk.

4 MIKKELIN ILMANLAADUN MITTAUSAINEISTO

4.1 Mittausjärjestelmä

Mikkelissä oli käytössä jatkuvatoiminen ilmanlaadun mittausjärjestelmä. Termostoituihin tilaan sijoitetut analysaattorit mittasivat ulkoilmanlaatua lähes reaaliaikaisesti. Tulokset tallentuivat mittauskopilla Envidas2000-ohjelmaan minuutin keskiarvoina. Toimiston mittaustietokone siirsi ja tallensi säännöllisesti tunnin välein tiedonkeruuyksikön analysaattoreilta keräämän mittaustiedon reitittimen välityksellä.

Mitatusta aineistosta laskettiin tuntiarvo, joka siirrettiin Ilmatieteenlaitoksen ylläpitämään ilmanlaatuportaaliin (<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmanlaatu>) ns. raakadatana. Mitattuja tuloksia editoitiin tarvittaessa arkistointiohjelman avulla. Mittaustulosten siirtoon ja editointiin käytettiin israelilaista Enviro2000-ohjelmaa. Tässä raportissa on tulokset redusoitu + 20 °C:een vuonna 1996/2011 annettujen ohje- ja raja-arvojen mukaisesti ja raja-arvovertailuissa on tulokset lisäksi laskettu vallitseviin olosuhteisiin. Aiemmin tehdyistä mittauksista poiketen on nyt käytössä TEOM:n PM₁₀-mittauksille Suomessa vuonna 2017-2018 käyttöön otettu korjauskerroin 0,848, joka pienentää nykyisiä mittaustuloksia siis n. 15 % verrattuna ennen vuotta 2017 tehtyihin TEOM-mittauksiin. Raportoinnissa tunnuslukujen laskennassa on hyödynnetty excel-ohjelmaa.

4.2 Mittausten määrä

Mittausten määrän tulee kattaa vähintään 75 % (90 %) mittausajasta, jotta mittauksia voisi verrata voimassa oleviin ohje- ja raja-arvoihin (VNP 480/1996 ja 38/2011). Taulukkoon 1 on kerätty mittauskomponenttien mittausten määrät kuukausittain. Mikkelissä mittausten määrä riittää erinomaisesti ohje- ja raja-arvojen vertailuun vuonna 2020. Mittausten aikana on mittausaineisto saatu hyvin talteen, eikä yllättäviä pitkäkestoisia katkoksia ole ollut. Asemalla oli kuitenkin muutama sähkökatkos, jotka vähensivät mittausdataa parin kuukauden aikana.

Taulukko 1 Mikkeliissä Porrassalmenkadun mittausaseman eri mittauskomponenttien mittausten ajallinen edustavuus prosentteina (minuuttiarvoista)vuonna 2020.

Kuukausi	PM ₁₀	NO ₂
tammikuu	94,8 %	92,9 %
helmikuu	99,7 %	98,1 %
maaliskuu	99,7 %	97,9 %
huhtikuu	95,6 %	95,5 %
toukokuu	100 %	98,0 %
kesäkuu	99,9 %	98,0 %
heinäkuu	96,7 %	95,4 %
elokuu	99,9 %	98,0 %
syyskuu	100 %	98,0 %
lokakuu	99,7 %	97,9 %
marraskuu	99,8 %	92,1 %
joulukuu	99,8 %	98,0 %
koko vuosi (tunneista)	98,8 %	96,7 %

4.3 Sää tiedot

Sääolosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti ulkoilman epäpuhtauspäästöjen leviämiseen ja laimenemiseen ja siten myös kulloinkin vallitseviin pitoisuuksiin. Ulkoilman epäpuhtauksien pitoisuuksiin ja päästöjen leviämiseen ja laimenemiseen ratkaisevasti vaikuttavia sää tietoja ei ole mitattu vuonna 2020 Mikkeliissä mittauskopin lähistöllä. Aineiston käsittelyssä on käytetty Ilmatieteenlaitoksen Mikkelin lentoasemalla sijaitsevan sääaseman mittaustuloksia.

4.4 Hengitettävien hiukkasten (PM₁₀) mittaukset

Hengitettäviä hiukkasia (PM₁₀) mitattiin PM₁₀ - esierottimella varustetulla jatkuvatoimisella TEOM 1400a - analysaattorilla. Sen toiminta perustuu erityiselle värähtelijälle kertyvän hiukkasmassan aiheuttamaan värähtelytaajuuden muutokseen. Menetelmässä näyteilmaa imetään suodattimelle, joka on asetettu ontton keraamisen värähtelijän päähän. Suodattimen hiukkasmassan kasvaessa värähtelijän värähtelytaajuus muuttuu. Värähtelytaajuuden muutos on laskennallisesti muutettavissa massan määräksi. Mitä nopeammin värähtelytaajuus muuttuu, sitä suurempi on näyteilman hiukkaspitoisuus.

4.5 Typenoksidien (NO + NO₂) mittaukset

Hengitettäviä hiukkasia (NO₂) mitattiin Environnement AC32M - analysaattorilla. Sen toiminta perustuu kemiluminesenssiin ts. reaktioon, jossa typpimonoksidi reagoi otsonin kanssa muodostaen karakteristista, lineaarisesti NO-pitoisuuteen verrattavaa säteilyä. Typpidioksidipitoisuus (NO₂-pitoisuus) mitataan pelkistämällä NO₂-molekyylit molybdeenikatalyytillä n. +340 Celsius-asteen lämpötilassa NO:ksi.

4.6 Mittausten laadunvarmennus

Mittauksissa käytetty TEOM 1400a PM₁₀ - hiukkasmittauslaitteen K0-vaakavakio tarkistettiin esipunnituilla suodattimilla ja laitteen ilmavirtaukset tarkistettiin massavirtausmittarilla. Työn teki J. P. Pulkkisen kalibrointi Ky/ Juha Pulkkinen (ins. ylempi amk) kahdesti vuoden 2020 aikana. Hän teki myös tulosten editoinnit. Typenoksidien mittauksille tehtiin kalibroinnit Sabio-laimentimella ja kaasufaasititrauksella kolmen kuukauden välein. Laadunvarmistuksen teki J. P. Pulkkisen kalibrointi Ky/ Juha Pulkkinen. Hän teki myös tulosten editoinnit.

5 SÄÄTIEDOT TARKASTELUJAKSOLLA

Suomessa ilmanlaadun episodit liittyvät talven korkeapainetilanteisiin, jolloin tuuli on heikkoa. Kuivassa pakkassäässä maanpinnan lähelle muodostuu stabiili ilmakerros, ns. inversiokerros. Inversiossa päästöjen kulkeutuminen on hidasta ja sekoittuminen rajoitettua. Alhaisessa lämpötilassa voimalaitosten päästöt ovat suurimmillaan, mikä luonnollisesti vaikuttaa episodin syntymiseen. Maanpintainversiossa maanpintaa lähellä oleva kylmempi ilma jää sitä ylempänä olevan lämpimän ilman alle. Tällöin erityisesti liikenteen päästöt hajaantuvat hyvin huonosti. Sen sijaan energiantuotannon päästöt korkeista savupiipuista saattavat purkautua matalien maanpintainversioiden yläpuolelle, jolloin ne eivät juuri vaikuta pitoisuuksiin lähellä maanpintaa lähialueillaan.

Tähän raporttiin on koottu katsaus vuoden säätilasta Ilmatieteenlaitoksen ilmastokatsauksesta. Taulukossa 2 on nähtävillä keskimääräiset sadannat ja lämpötilat kausittain Mikkeliissä. Mikkelin ympäristössä vuonna 2020 sää oli selvästi keskimääräistä lämpimämpää (kuten koko Suomessa), keskilämpötila oli Mikkelin lentoasemalla +6,4 °C (ja mittausten mukaan mittauskopilla Mikkeliissä 7,0 °C), joka oli vuosien 1981- 2010 keskiarvoa (3,6 °C) selvästi lämpimämpää.

Taulukko 2 Mikkelin keskimääräiset lämpötilat ja sadannat kuukausittain vuonna 2020 (suluissa v 2019). (<https://ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961>)

kk	Keski-lpt (°C)	Sademäärä (mm)
tammi	-0,2 (-9,8)	38,5 (55)
helmi	-1,7 (-2,7)	43 (34)
maalis	0,1 (-2)	44,3 (49)
huhti	2,4 (4,6)	25,1 (22)
touko	8,6 (9,5)	40,3 (71)
kesä	17,6 (16,5)	52,1 (26)
heinä	15,5 (15,2)	75,6 (40)
elo	15,1 (14,5)	29 (37)
syys	11,2 (9,2)	85,1 (58)
loka	6,6 (2,8)	67,3 (63)
marras	2,9 (-0,2)	47,5 (64)
joulu	-1 (-0,8)	37,9 (82)
vuosi-ka	6,4 (4,7)	586 (605)

Vuonna 2020 oli ilman lämpötila yli 2 astetta keskimääräistä lämpimämpi. Etenkin alkuvuoden ja loppuvuoden säät olivat keskimääräistä lämpimämpiä. Kevät alkoi selvästi normaalia aiemmin.

Vuoden 2020 kesän sademäärät olivat hieman normaalia pienemmät. Mikkeliissä satoi 586 millimetriä ja se oli siten pitkän ajan keskiarvosta 88 %. Sademäärät vaihtelivat paikallisesti paljon.

6 ILMANLAADUN OHJE- JA RAJA-ARVOT

Valtioneuvosto on antanut päätöksissään 480/96 ja 711/01 ilmanlaatua koskevat ohje-, raja- ja kynnysarvot, jotka astuivat voimaan 1.9.1996, 9.8.2001 sekä 4.9.2003.

Valtioneuvosto on täydentänyt raja-arvoja koskevia tietoja asetuksella (38/2011; 79/2017) ilmanlaadusta sekä antanut tavoitearvot eräille aineille asetuksella 113/2017.

Ohjearvoilla pyritään ehkäisemään ensisijaisesti ilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveyshaittoja, mutta myös luonnon vaurioitumista ja viihtyvyyshaittoja. Ohjearvot on tarkoitettu ensisijaisesti ohjeeksi viranomaisille. Niitä sovelletaan mm.

kaavoituksessa, muussa rakentamisen ja liikenteen suunnittelussa sekä ympäristölupien käsittelyssä. Ohjearvoja on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Ilmanlaadun hengitettävän pölyn ja typpidioksidin ohjearvoja (Vnp 480/96)

Epäpuhtaus	Ohjearvo	Tilastollinen määrittely (20°C, 1atm)	Peruste
Hengitettävät hiukkaset(PM ₁₀)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	Terveyshaittojen ehkäiseminen
Typpidioksidi (NO ₂)	70 µg/m ³	kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo	Terveyshaittojen ehkäiseminen
Typpidioksidi (NO ₂)	150 µg/m ³	kuukauden tuntiarvojen 99 %-piste	Terveyshaittojen ehkäiseminen

Mittauksessa olleiden komponenttien raja-arvot on kerätty taulukkoon 4.

Taulukko 4. Ilmanlaadun raja-arvoja terveyshaittojen ehkäisemiseksi (Vnp 79/17)

Epäpuhtaus	Raja-arvo	Tilastollinen määrittely
Hiukkaset (PM ₁₀) (vallitseva lämpötila ja ilmanpaine)	50 µg/m ³ 40 µg/m ³	vuodessa sallittu 35 ylitystä (vuorokausiarvo) vuosikeskiarvo
Typpidioksidi (NO ₂) (293 K)	200 µg/m ³ 40 µg/m ³	vuodessa sallittu 18 ylitystä (tuntikeskiarvo) vuosikeskiarvo

7 HENGITETTÄVIEN HIUKKASTEN (PM₁₀) PITOISUUDET

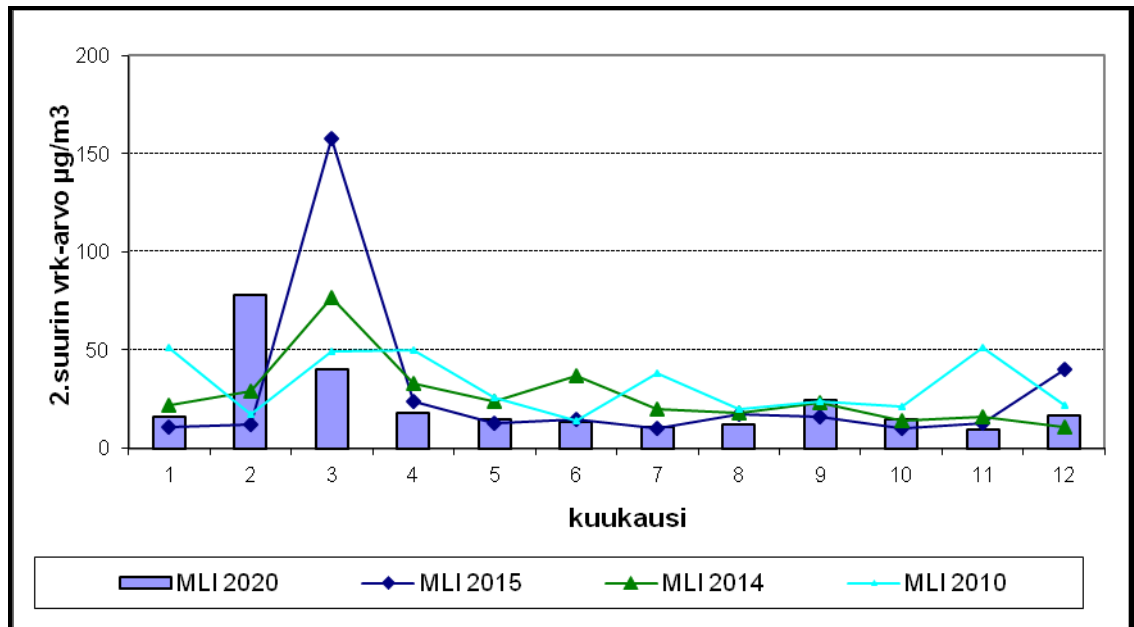
Ilmassa on tyypillisesti kahdenlaisia hiukkasia: hienoja ja karkeita. Hienot hiukkaset syntyvät kaasuista tiivistymällä esim. savuhiukkasien jäähtyessä tai kemiallisten reaktioiden seurauksena. Hiukkasia synnyttävät prosessit voivat tapahtua jo ennen savupiipun tai pakoputken päätä, jolloin muodostuu hiukkaspäästöjä. Ilman hiukkaspitoisuus voi kohota myös kaasumaisten päästöjen takia, kun päästöissä olevat aineet reagoivat vasta ilmakehässä muodostaen hiukkasia. Hienot hiukkaset taas kasvavat ilmassa toisiinsa törmätessään tai kondensoidessaan kaasuja itseensä. Myös liikenteen aiheuttamat ilmapirrut voivat kohottaa hiukkaspitoisuuksia.

Leijuva pöly ärsyttää hengitysteiden ja silmien limakalvoja. Pienet hiukkaset aiheuttavat astmakohtauksien lisääntymistä, keuhkojen toimintakyvyn heikkenemistä ja lisääntyneitä hengitystietulehduksia. Leijuvassa pölyssä voi olla mukana syöpävaarallisia ja perimämuutoksia aiheuttavia ainesosia. Korkeiden pienhiukkaspitoisuuksien arvioidaan jopa suoranaisesti lisäävän ihmisten kuolleisuutta.

7.1. Ohjearvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet

Hengitettävälle pölylle on voimassa ohjearvo, jossa lasketaan kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo.

Kuvassa 7-1 näkyy Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman hengitettävän pölyn ohjearvoon verrattavat vuorokausiarvot vuonna 2020 (2010-2015 aiemmat mittaukset viivoina). Kuvasta voidaan havaita, että Mikkelissä ohjearvo ylittyi vuonna 2020 helmikuussa. Pitoisuudet olivat keskimäärin aiempien vuosien tasolla (huom. vuoden 2020 pitoisuuksissa pienennyskerroin 0,848 käytössä). Vertailuarvot olivat korkeimmillaan kevätpölyaikaan, joka alkoi normaalia aiemmin jo helmikuussa.



Kuva 7-1 Hengitettävän pölyn ohjearvoon verrattava kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo Mikkelissä Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2020 (sekä aiemmat mittaukset 2010-2015). Ohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

7.2. Raja-arvoihin verrattavat hengitettävän pölyn pitoisuudet

Hengitettävälle pölylle on annettu raja-arvo, jossa vuorokausiarvo ei saa ylittää $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosittain yli 35 kertaa, sekä vuosikeskiarvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvo tuli saavuttaa vuoteen 2005 mennessä. Taulukoon 5 on kirjattu Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman raja-arvoon verrattavat vuorokausiarvojen ylitykset vuonna 2020. Taulukosta voidaan havaita, että raja-arvon lukuarvon ylityksiä oli **4** kappaletta, kun ylityksiä saa olla 35 kappaletta. Mikkelissä ei siten tullut varsinaista raja-arvon ylitystä vuonna 2020. Raja-arvoon verrattava vuosikeskiarvo oli $9,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on 25 % raja-arvosta.

Liitteessä 4 on listattu Suomen mittauspaikkojen raja-arvon lukuarvojen ylitykset vuodelta 2020. Siitä voi todeta että Mikkelissä raja-arvon lukuarvon ylitysten lukumäärä on maan 14. eniten.

Taulukko 5 Hengitettävän pölyn (PM_{10}) raja-arvoon verrattavat vuorokausiarvon ylitysten päivämäärät ja pitoisuudet Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2020 Raja-arvo $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (laskettuna vallitseviin olosuhteisiin, ylityksiä sallitaan 35 kpl).

Päivämäärä	Pitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Syy
25.2.2020	56	kevätpöly
26.2.2020	102	kevätpöly
27.2.2020	86	kevätpöly
14.3.2020	56	kevätpöly

7.2.1 Arviointikynnykset

Hengitettävän pölyn vrk-arvojen alempi arviointikynnys on $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (36:ksi suurin vuorokausiarvo). Vuosikeskiarvon alempi arviointikynnys on $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mikkelissä vuoden 2020 vastaava vrk-arvo oli $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (36. vrk-arvo) ja vuosikeskiarvo $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet jäävät siis alle alemman arviointikynnyksen.

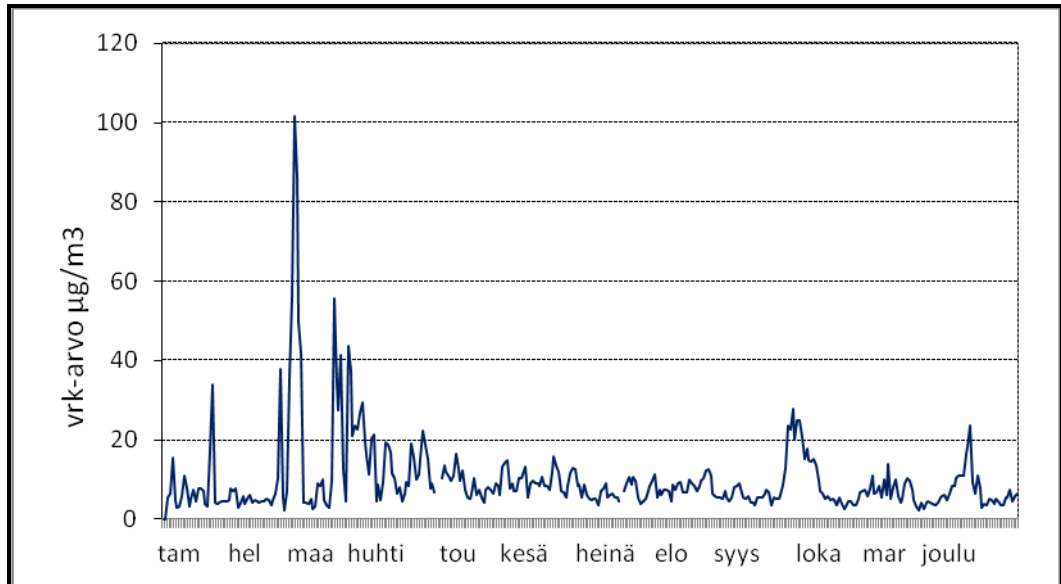
Taulukossa 6 on listattu raja-arvoon verrattavat arvot vuosina 2009-2020 Mikkelin mittauksista. Mikkelissä ylittyy vuonna 2009 alempi arviointikynnys 36. suurimman arvon osalta, mikäli käytettäisiin nykyistä korjauskerrointa olisi lukuarvo sama kuin alempi arviointikynnys $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vuosikeskiarvot jäävät alle arviointikynnysten.

Taulukko 6. Ilmanlaadun raja-arvojen vertailuarvot Mikkelin Porrassalmenkadun mittauksissa vv. 2009-2020 (vuoden 2020 tuloksissa pienennyskerroin 0,848)

	MIKKELI v. 2020	MIKKELI v. 2015	MIKKELI v. 2014	MIKKELI v. 2010	MIKKELI v. 2009
ylitykset kpl	4	9	6	9	12
36-arvo $\mu\text{g}/\text{m}^3$	18	17	24	24	29
vuosi-ka $\mu\text{g}/\text{m}^3$	10	13	14	14	14

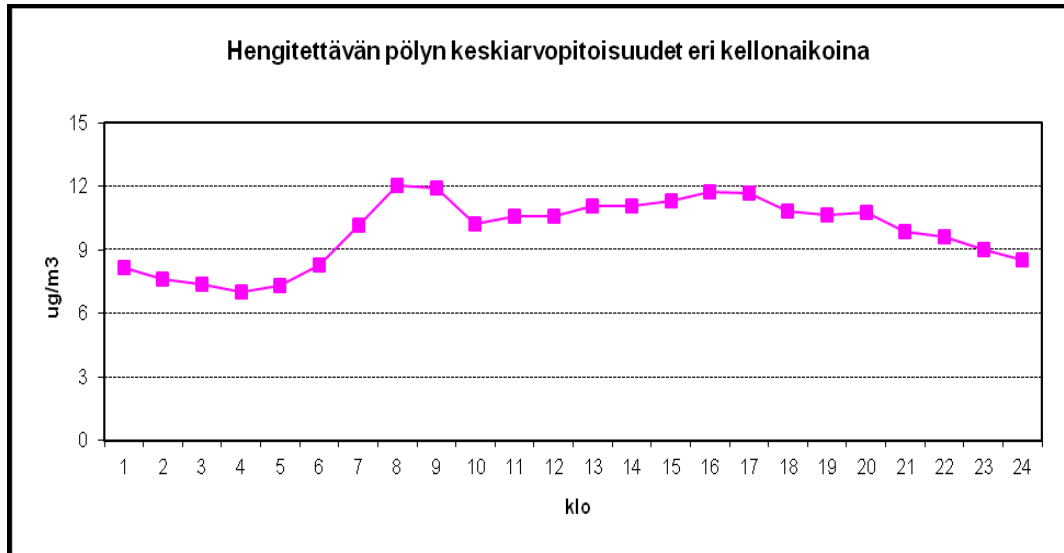
7.3. Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri kausina vuonna 2020

Hengitettävän pölyn pitoisuus ilmassa vaihtelee normaalisti paljon. Vaihtelua tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä vuodenaikoina. Vuodenaikaisvaihtelu näkyy kuvasta 7-2. Siitä voidaan todeta aikaiset helmi-maaliskuun keväthuiput sekä syys- lokakuun vaihteessa Saharasta tulleen kaukokulkeuman aiheuttamat kohonneet pitoisuudet.



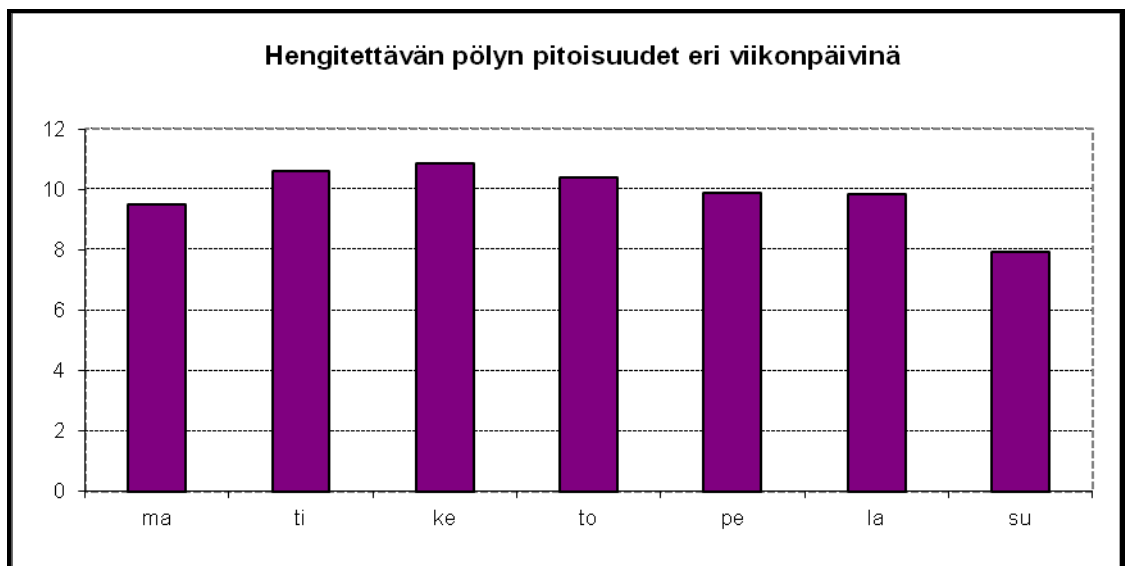
Kuva 7-2 Hengitettävän pölyn vuorokausiarvot Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2020 (pitoisuudet laskettu vallitseviin olosuhteisiin).

Kuvassa 7-3 on esitetty hengitettävän pölyn keskiarvoja eri kellonaikoina. Kuvasta havaitaan, että pitoisuudet ovat korkeimmillaan silloin kun ihmiset liikkuvat. Öisin pitoisuudet tippuvat taustapitoisuustasolle.



Kuva 7-3 Hengitettävän pölyn pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eri kellonaikoina Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.

Kuvassa 7-4 on esitetty hengitettävän pölyn keskiarvoja eri viikonpäivinä. Kuvasta havaitaan, että pitoisuudet ovat pienimmillään sunnuntaisin. Poikkeamat eri päivinä jäävät pieniksi.

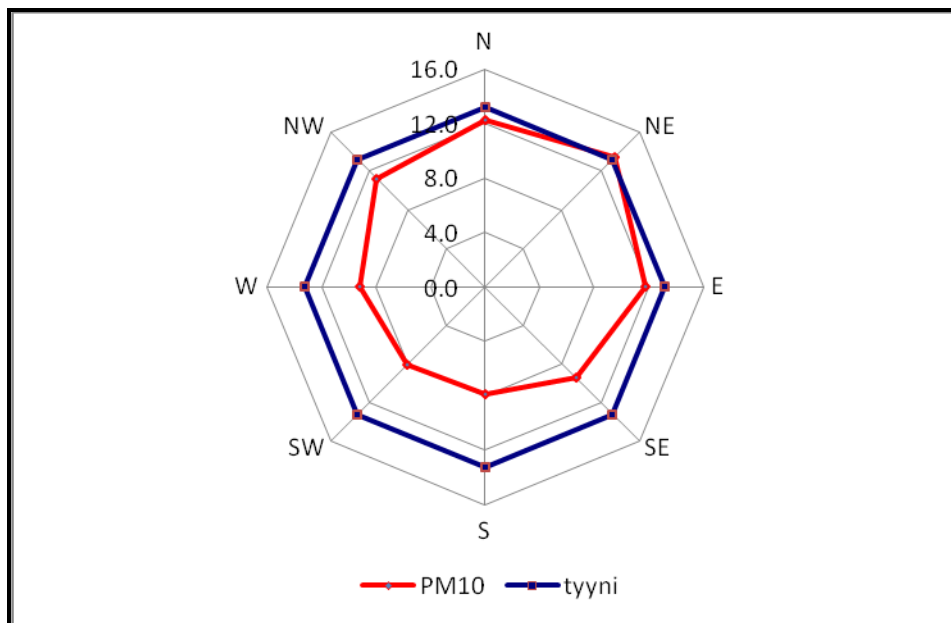


Kuva 7-4 Hengitettävän pölyn pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eri viikonpäivinä Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.

7.4. Hengitettävän pölyn pitoisuudet eri tuulen suunnilla vuonna 2020

Hengitettävän pölyn pitoisuuteen ilmassa vaikuttaa päästölähde mutta myös laimenemisolosuhteet ja säätilat. Tuulen nopeus ja suunta vaikuttaa ilmansaasteen laimenemiseen ja kulkeutumiseen. Vaihtelua tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä vuodenaikoina. Tässä osiossa hyödynnetään ilmatieteenlaitoksen tekemiä tuulen suunnan ja nopeuden mittauksia Mikkelin lentokentältä. Mittaukset on vallitsevia tuulen suuntia, mutta ne on tehty n. 5 km:n päästä mittauskopista.

Kuvasta 7-5 voidaan nähdä että tyynellä kelillä, kun ilman sekoittuminen on vähäistä, on isoimmat pitoisuudet. Tuulen suunnan mukaan isoimmat pitoisuudet on Porrassalmenkadun puolelta mittausasemaa.



Kuva 7-5 Hengitettävän pölyn tuntiarvojen keskiarvopitoisuudet eri tuulen suunnilla Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020. Tyyneksi lasketaan tuulen nopeus alle 0,5 m/s.

8 TYPENOKSIDIEN (NO₂; NO) PITOISUUDET

Typpidioksidi (NO₂) on hengitysteiden ärsytystä aiheuttava kaasu, ekosysteemeihin päädyttyään se puolestaan aiheuttaa rehevöitymistä ja happamoitumista.

Typpidioksidi on osallisena myös toisen ilmansaasteen, otsonin, muodostumisessa.

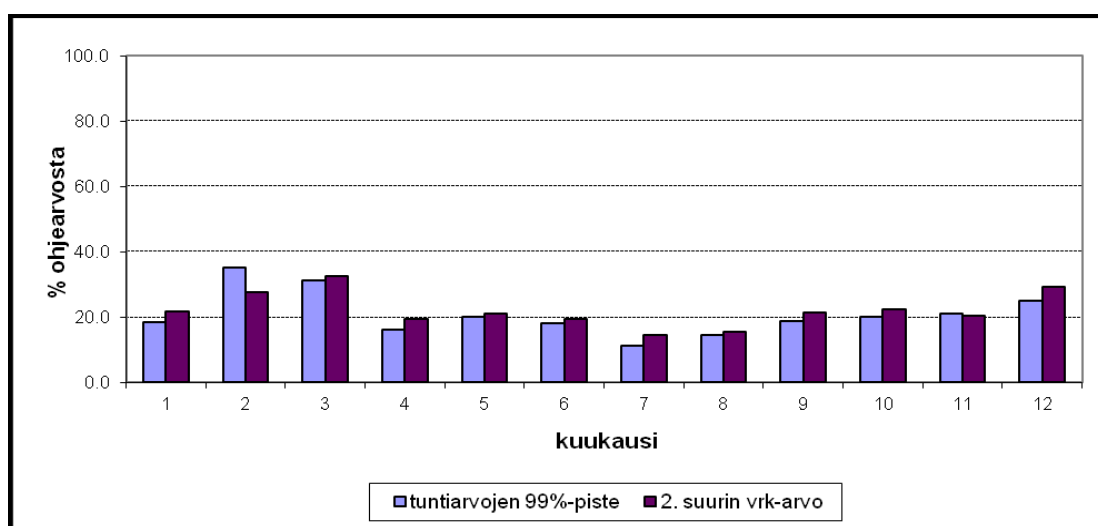
Typpidioksidia pääsee ilmaan kaikessa palamisessa. Suomessa typpidioksidin kokonaispäästöstä noin 52 % tulee energiatuotannosta ja teollisuusprosesseista ja loput 48 % liikenteestä. Kaupunkien ilmanlaatuun liikenteellä on päästöosuuttaan suurempi vaikutus, koska liikenteen päästö tapahtuu maanpinnan tasolle suoraan hengitysilmaan.

Typpidioksidi on ongelmallisin suurimpien kaupunkiemme keskustoissa. Niissä typpidioksidipitoisuudet tyypillisesti kohoavat aamuruuhkan myötä. Korkeimmat pitoisuudet kertyvät katukuiluihin, joissa saasteiden laimeneminen on heikkoa. Pahimmat tilanteet syntyvät usein tyyninä talvipäivinä, jolloin myös energiantuotannon päästöt ovat suurimmillaan.

8.1. Ohjearvoihin verrattavat typpidioksidin pitoisuudet

Typpidioksidille on voimassa ohjearvot, joissa lasketaan kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo ja tunti-arvojen 99 %-piste.

Kuvassa 8-1 näkyy Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman typpidioksidin ohjearvoon verrattavat vuorokausi- ja tunti-arvot vuonna 2020 prosentteina ohjearvosta. Kuvasta voidaan havaita, että tunti- ja vuorokausiohjearvoon verrattavat pitoisuudet olivat suurimmillaan helmi- maaliskuussa, mutta jäivät selvästi alle ohjearvon.



Kuva 8-1 Typpidioksidin ohjearvoon verrattava kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo ja tunti-arvojen 99-%-piste prosentteina ohjearvosta Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2020. Vuorokausiohjearvo on $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tuntiohjearvo $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

8.2. Raja-arvoihin verrattavat typpidioksidin pitoisuudet

Typpidioksidille on annettu raja-arvo, jossa tuntikeskiarvo ei saa ylittää $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ vuosittain yli 18 kertaa, sekä vuosikeskiarvo $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Raja-arvot tuli saavuttaa vuoteen 2010 mennessä.

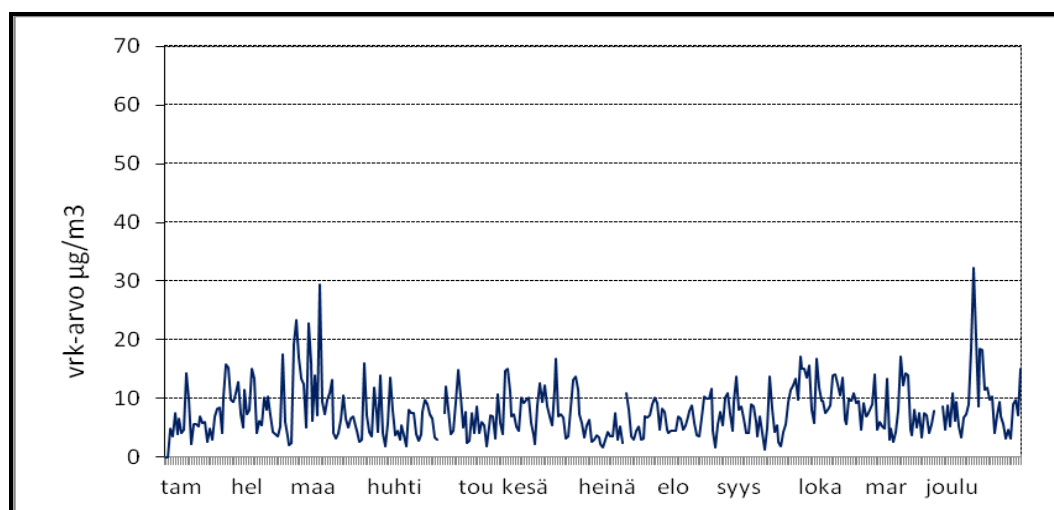
Maksimituntiarvoksi typpidioksidille mitattiin $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja yhdeksänneksitoista suurimmaksi tuntiarvoksi tuli $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24% raja-arvosta). Raja-arvoon verrattava vuosikeskiarvo oli $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, joka on 20 % raja-arvosta.

Arviointikynnykset

Typpidioksidin tuntiarvojen ylempi arviointikynnys on $140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja alempi $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (19:ksi suurin tuntiarvo). Vuosikeskiarvon ylempi arviointikynnys on $32 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja alempi arviointikynnys on $26 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Mikkelissä vuoden 2020 vastaava tuntiarvo on $47 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja vuosikeskiarvo on $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pitoisuudet jäivät siis alle alemman arviointikynnyksen tason vuonna 2020.

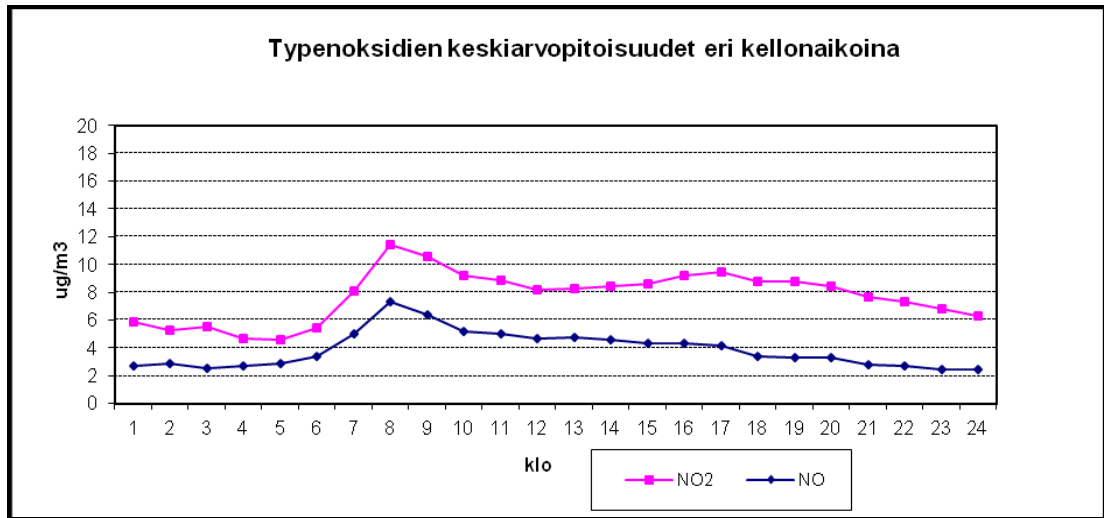
8.3. Typpidioksidin pitoisuudet eri kausina vuonna 2020

Typpidioksidin pitoisuus ilmassa vaihtelee ilmaan tapahtuvien päästöjen ja sekoittumisolosuhteiden mukaan. Vaihtelua tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä vuodenaikoina. Kuvasta 8-2 näkyy että vuodenaikaisvaihtelu oli vähäistä vuonna 2019. Pitoisuudet olivat korkeimmillaan maaliskuu- ja joulukuussa.



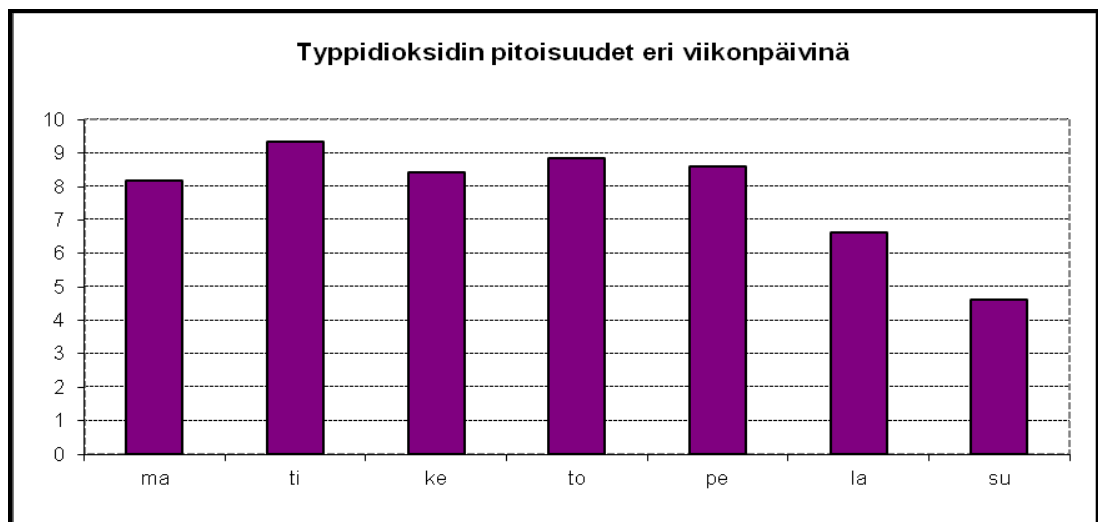
Kuva 8-2 Typpidioksidin vuorokausiarvot Mikkelin Porrassalmenkadun mittausaseman mittauspisteellä vuonna 2020.

Kuvassa 8-3 on esitetty typpidioksidin ja typpimonoksidin keskiarvoja eri kellonaikoina. Kuvasta havaitaan, että pitoisuudet nousevat korkeimmilleen silloin kun ihmiset liikkuvat.



Kuva 8-3 Typenoksidien pitoisuudet eri kellonaikoina Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.

Kuvassa 8-4 on esitetty typpidioksidin keskiarvoja eri viikonpäivinä. Kuvasta havaitaan, että pitoisuudet ovat viikonloppuisin selvästi arkipäiviä pienempiä.

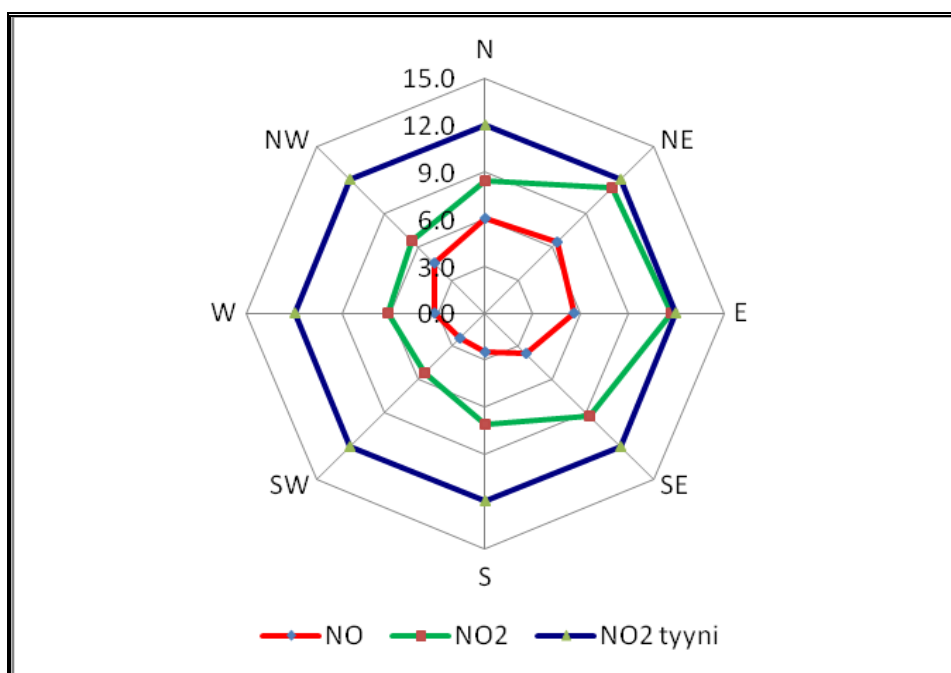


Kuva 8-4 Typpidioksidin pitoisuudet eri viikonpäivinä Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.

8.4. Typen oksidien pitoisuudet eri tuulen suunnilla vuonna 2020

Typen oksidien pitoisuuksiin ilmassa vaikuttaa päästölähde mutta myös laimenemisolosuhteet ja säätilat. Tuulen nopeus ja suunta vaikuttaa ilmansaasteen laimenemiseen ja kulkeutumiseen. Vaihtelua tapahtuu mm. vuorokauden eri aikoina, eri viikonpäivinä sekä vuodenaikoina. Tässä osiossa hyödynnetään ilmatieteenlaitoksen tekemiä tuulen suunnan ja nopeuden mittauksia Mikkelin lentokentältä. Mittaukset on vallitsevia tuulen suuntia, mutta ne on tehty n. 5 km:n päästä mittauskopista.

Kuvasta 8-5 voidaan nähdä että tyynellä kelillä, kun ilman sekoittuminen on vähäistä, on isoimmat pitoisuudet. Tuulen suunnan mukaan isoimmat pitoisuudet on Porrassalmenkadun puolelta mittausasemaa.



Kuva 8-5 typen oksidien tuntiarvojen keskiarvopitoisuudet eri tuulen suunnilla Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020. Tyyneksi lasketaan tuulen nopeus alle 0,5 m/s.

9 ILMANLAATUINDEKSI

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvataan ilmanlaatua yksinkertaistetussa ja helposti omaksuttavassa muodossa. Indeksillä on tarkoitettu erityisesti ilmanlaadusta tiedottamiseen. Keskustan hiukkasmittaustuloksista laskettu indeksiarvo on päivitetty tunneittain ilmanlaatuportaaliin (<http://www.ilmanlaatu.fi>).

Indeksin avulla ilmanlaatu jaetaan **viiteen laatuluokkaan**: hyvä, tyydyttävä, välttävä, huono ja erittäin huono. Indeksillä lasketaan tunneittain pienhiukkasten osin ohjearvoihin verrannollisista tunnusluvuista. Normaalisti indeksillä lasketaan usealle eri komponentille, kuten SO₂; NO₂, TRS, CO, O₃, PM₁₀ ja PM_{2,5}, joista jokaiselle epäpuhtaudelle lasketaan oma ali-indeksi, joista korkeamman arvo määrää lopullisen ilmanlaatuindeksin arvon ja ilmanlaatualueen. Pieksämäellä mitattiin vain PM₁₀ ja NO₂, joten indeksillä on verrannollinen vain näiden aineiden pitoisuuteen. Indeksillä määrittäminen perustuu pääosin ennakoitaviin terveysvaikutuksiin, mutta sen luonnehdinnassa on otettu huomioon myös materiaali- ja luontovaikutuksia.

Taulukko 6 Ilmanlaatuindeksin luonnehdinnat (HSY)

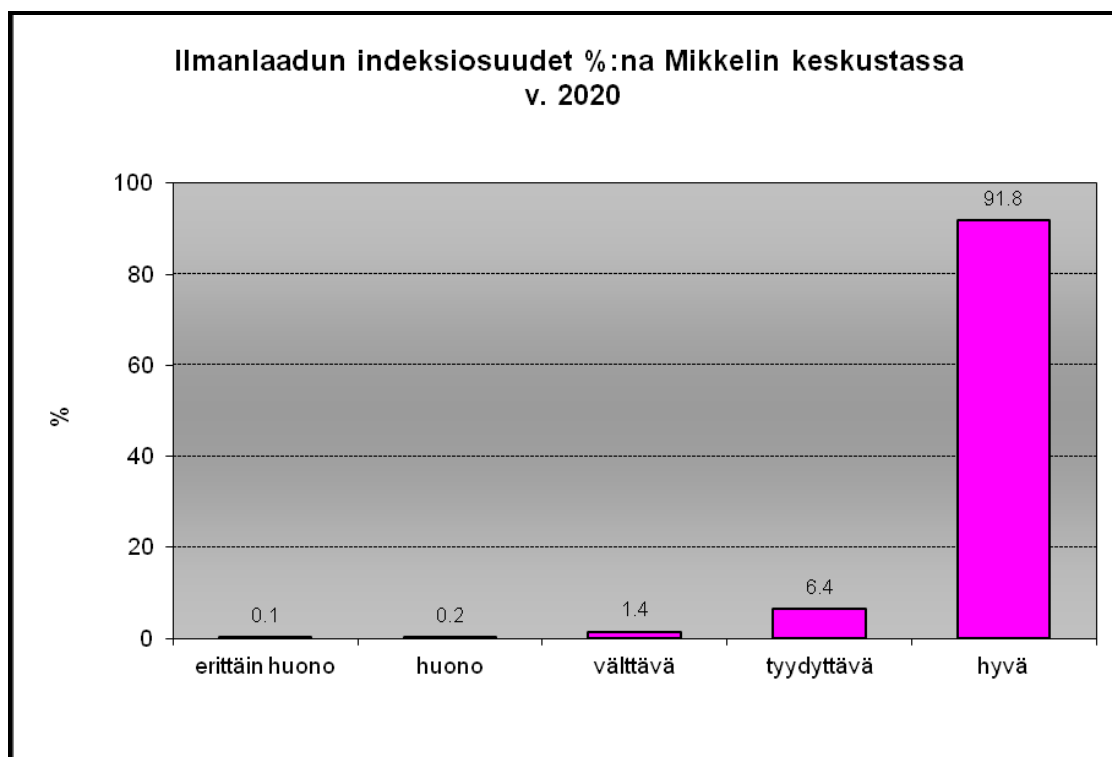
INDEKSI	VÄRI	LUONNEHDINTA	TERVEYS- VAIKUTUKSET	MUUT VAIKUTUKSET
0 – 50	Vihreä	Hyvä	Ei todettuja	Lieviä luontovaikutuksia pitkällä aikavälillä
51 - 75	Keltainen	Tyydyttävä	Hyvin epätodennäköisiä	
76 - 100	Oranssi	Välttävä	Epätodennäköisiä	Selviä kasvillisuus- ja materiaali-vaikutuksia pitkällä aikavälillä
101 - 150	Punainen	Huono	Mahdollisia herkillä yksilöillä	
151 -	Violetti	Erittäin huono	Mahd. herkillä väestöryhmillä	

Taulukko 7 Indeksiarvojen määrytyminen

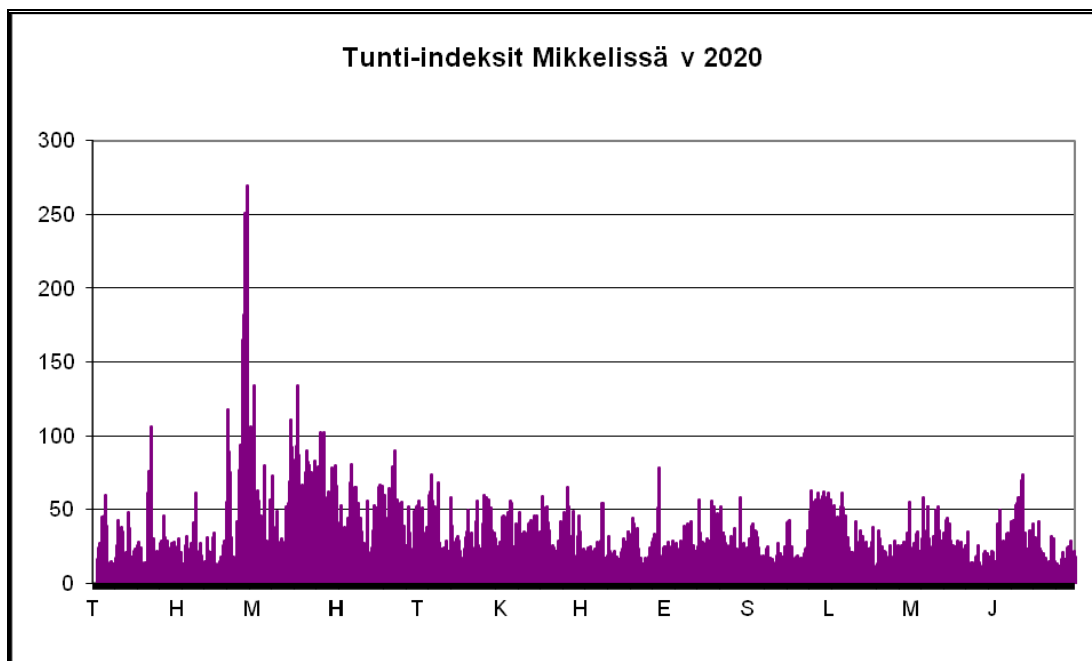
<i>INDEKSI-luku</i>	<i>PM₁₀-tuntipitoisuus</i>
50	20
75	50
100	100
150	200

9.1 Indeksiarvot

Ilmanlaatuindeksin avulla kuvattuna kaupunkialueen ilmanlaatu oli pääosin vuotta hyvä. Ilmanlaatuindeksin keskiarvo oli 21. Ilmanlaatuindeksien jakautuminen eri luokkiin Mikkeliissä v 2020 näkyy kuvasta 9-1. Siitä voidaan havaita, että lähes 92% ajasta ilmanlaatu on hyvää ilmanlaatuindeksillä arvioituna. Vuoden 2020 ilmanlaatuindeksit tunneittain mittausasemalla näkyvät kuvasta 9-2.



Kuva 9-1 Ilmanlaatuindeksin eri luokkien %-osuudet Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.



Kuva 9-2 Ilmanlaatuindeksit Mikkelin Porrassalmenkadun mittausasemalla vuonna 2020.

10 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mikkelissä ilmanlaatuun vaikuttavista päästöistä on selvästi merkittävin liikenne. Pistemäisten lähteiden hiukkaspäästöjen osuus on vakiintunut nykyiselle tasolle ollen vuonna 2020 hieman yli puolet kaupunkikeskustan kokonaispäästöistä. Puun pienpoltto voi vaikuttaa paikallisesti merkittävästi myös Mikkelissä.

Vuosi 2020 oli poikkeuksellinen koronapandemian ja lämpimien säiden takia. Ihmisten vähentynyt liikkuminen kaupunkikeskustoissa näkyi myös parantuneessa ilmanlaadussa. Ilmanlaatuindeksillä arvioituna ilmanlaatu Mikkelissä oli pääosan ajasta hyvää. Ilmanlaatu oli välttävää tai sitä huonompaa alle 2 % mittausajasta.

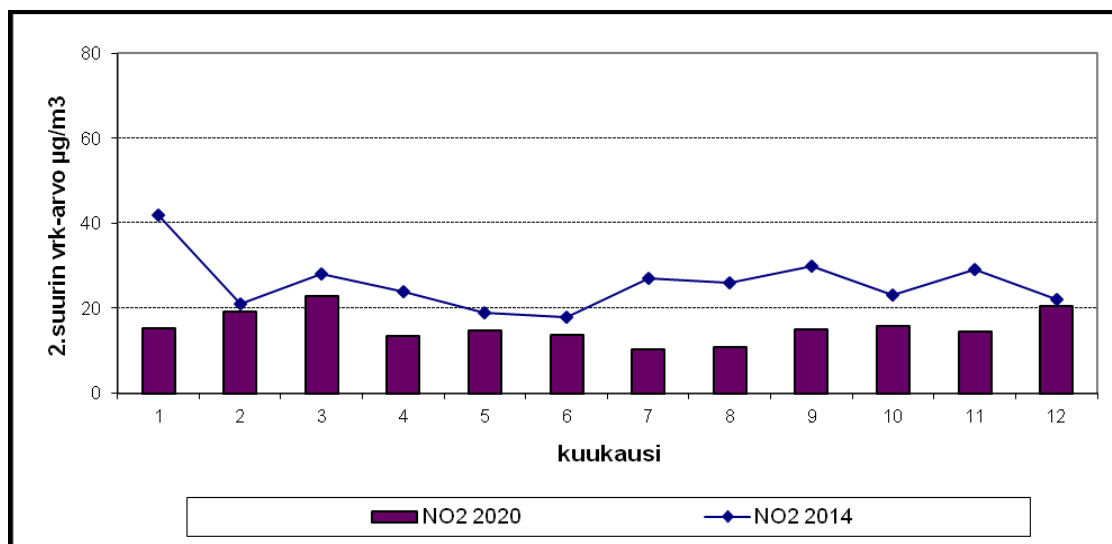
Hengitettävän pölyn ohjearvo ylittyi helmikuussa Mikkelissä vuonna 2020. Vaihteluväli kuukausittain tarkasteltavassa toiseksi suurimmassa vuorokausiarvossa oli 14-111 % ohjearvosta.

Vuorokausi raja-arvon lukuarvo ylittyi vuoden aikana (huom. kerroin 0,848) neljä kertaa (9 kertaa v 2015; 6 kertaa vuonna 2014; 9 kertaa vuonna 2010 ja 14 kertaa

vuonna 2009). Vuosiraja-arvoon verrattava luku oli 25 % raja-arvosta (31 % vuonna 2015; 35 % vuonna 2014; 34 % vuonna 2010 ja 38 % vuonna 2009). Pitoisuudet olivat korkeimmillaan normaalista poiketen jo helmikuussa.

Typpidioksidin pitoisuudet eivät ylittäneet ohje- eikä raja-arvoja mittausjakson aikana. Vaihteluväli oli kuukausittain tarkasteltavassa toiseksi suurimmassa vuorokausiarvossa 15-33 % ja 99 %-pisteen tuntiarvossa 11-35 % ohjearvosta.

Kuvassa 10-1 voi verrata typpidioksidin vuosien 2014 ja 2020 Mikkelissä tehtyjen eri mittausjaksojen 2. suurimpia vuorokausiarvoja kuukausittain. Siitä voi nähdä liikenteen päästöjen vaikutuksen vähenemisen. Mikkelissä pitoisuuksiin onkin vuonna 2020 vaikuttanut liikennemäärien ja yksikkökohtaisten päästöjen väheneminen osin pandemian vuoksi.



Kuva 10-1 Typpidioksidin 2. suurin vuorokausiarvo vuosien 2014 ja 2020 mittausjaksoilla Mikkelin Porrassalmen mittausasemalla.

Pistemäisten lähteiden ja liikenteen päästöt Mikkelissä vv 2016-2020

Liite 1

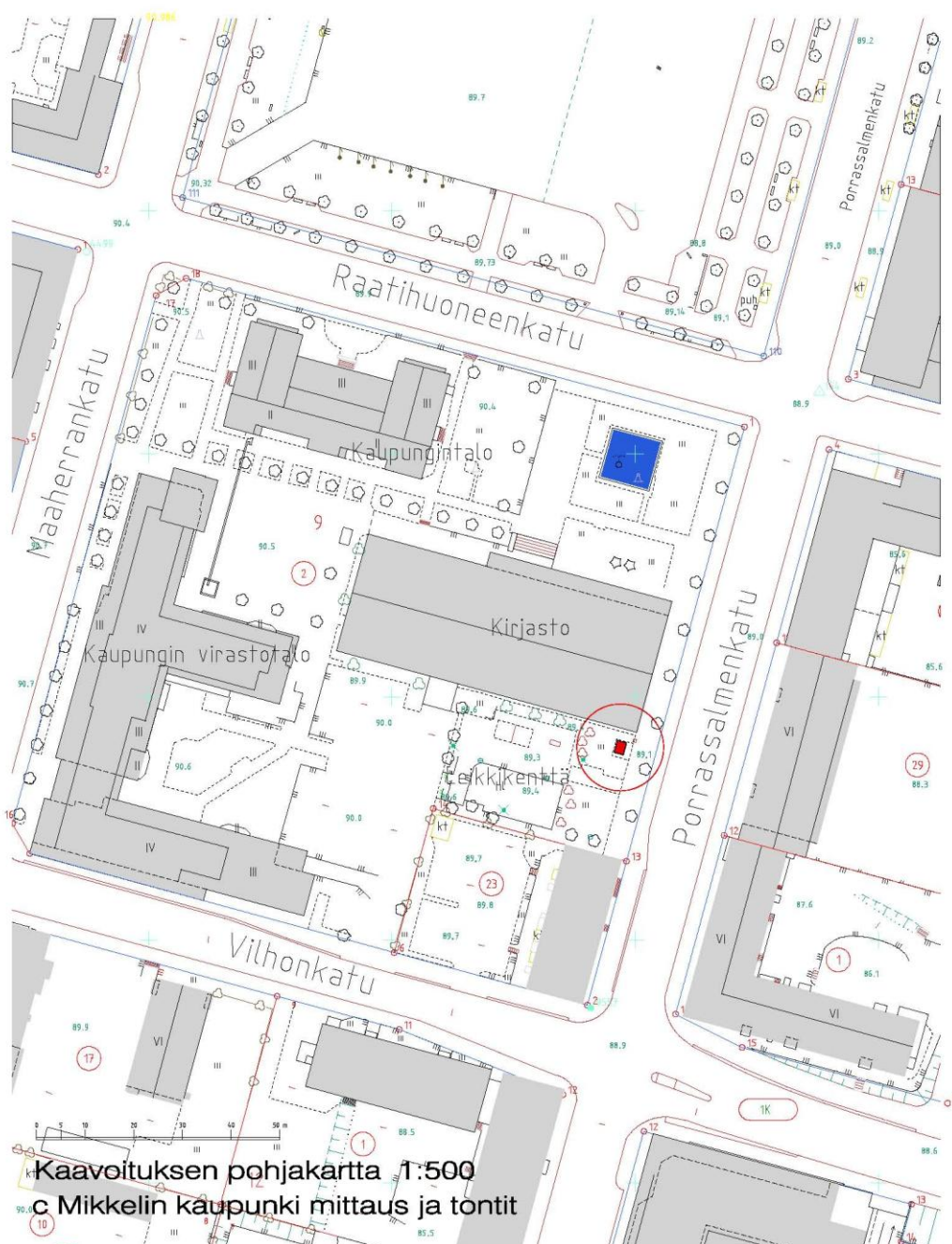
TYPEN OKSIDIEN PÄÄSTÖT MIKKELISSÄ VUOSINA 2016-2020 (yksikkö tonnia)					
	2016	2017	2018	2019	2020
Etelä-Savon Energia Pursialan voimalaitos	322.8	261.7	296.5	282.2	272.4
Etelä-Savon Energia Tikkalan lämpökeskus			6.99	6.6	6.8
Etelä-Savon Energia Rokkalan lämpökeskus			0.38	1.17	1.17
Etelä-Savon Energia Siekkilän lämpökeskus			0.38	0.16	0.17
Peab Industri Oy Metsäsairila asfaltiasema	0.35	0.42	0.15		
Peab Industri Oy Suonsaari asfaltiasema					4.4
Mölnlycke Health Care Oy	0.76	0.44	0.48	0.52	0.35
Versowood Oy Otava	31.15	32.06	34.84	27.54	27.54
Järvi-Suomen Voima Oy Ristiinan voimalaitos	64.1	68.7	67.9	102	88.2
Helprint Oy (konkurssipesä)	2.04	2.24	2.51		
Liikenne	400.7	362.5	335.3	304.0	283.2
Yhteensä	821.9	728.1	745.4	724.2	684.2
HIUKKASPÄÄSTÖT MIKKELISSÄ VUOSINA 2016-2020 (yksikkö tonnia)					
	2016	2017	2018	2019	2020
Etelä-Savon Energia Pursialan voimalaitos	9.5	11.7	6.1	4	5.1
Etelä-Savon Energia Tikkalan lämpökeskus			3.7	3.6	2.3
Etelä-Savon Energia Rokkalan lämpökeskus			3.7	3.6	2.3
Peab Industri Oy Metsäsairila asfaltiasema	0.8	0.95	0.35		
Peab Industri Oy Suonsaari asfaltiasema					2.4
Mölnlycke Health Care Oy	0.14	0.22			
Versowood Oy Otava	21.2	25.9	28.1	29.7	29.7
Järvi-Suomen Voima Oy Ristiinan voimalaitos	4.8	1.1	2.1	1.2	1
Helprint Oy (konkurssipesä)	0.06	0.06	0.07		
Liikenne	10.2	9.0	8.0	7.0	6.3
Yhteensä	46.7	49.0	52.1	49.1	49.1
RIKKIDIOKSIDIPÄÄSTÖT MIKKELISSÄ VUOSINA 2016-2020 (yksikkö tonnia)					
	2016	2017	2018	2019	2020
Etelä-Savon Energia Pursialan voimalaitos	98.22	33	40.6	79.1	74.7
Etelä-Savon Energia Tikkalan lämpökeskus			2.412	1.8	2.2
Peab Industri Oy Metsäsairila asfaltiasema	0.15	0.18	0.06		
Peab Industri Oy Suonsaari asfaltiasema					10.7
Mölnlycke Health Care Oy	0.25	0.15	0.22	0.17	0.12
Järvi-Suomen Voima Oy Ristiinan voimalaitos	11.5	12.9	10.3	8.3	4.1
Helprint Oy (konkurssipesä)	0.04	0.09	0.1		
Yhteensä	110.2	46.3	53.7	89.4	91.8

Lähde YLVA-järjestelmä toukokuu 2021

Suomen tieliikenteen päästöt ja energiankäyttö kunnittain vuonna 2019												LIISA laskentajärjestelmä		
												VTT		
												Päivitetty 15.6.2020 Jenni Eckhardt		
HA = henkilöautot PA = pakettiautot LA = linja-autot KA = kuorma-autot												Kadut tarkoittavat kunnan omistamilla teillä tapahtuvaa liikennettä, niin kaupunkikunnissa kuin maalaiskunnissa		
												Tiet ovat Liikenneviraston hallinnoimia teitä		
												Moottoripyörä- ja mopopäästöt on jaettu kunnille väkiluvun suhteessa		
		CO [t]	HC [t]	NOx [t]	PM [t]	CH4 [t]	N2O [t]	SO2 [t]	CO2 [t]	22 ekv. [t]	kulutus [t]	energia [TJ]	le [Mkm]	
Mikkeli	HA kadut	94	11	36	1	1.1	0.6	0.08	17 010	17 219	6 174	261	97	
Mikkeli	PA kadut	7	1	13	1	0.0	0.1	0.01	2 299	2 340	845	36	14	
Mikkeli	LA kadut	3	0	8	0	0.1	0.1	0.01	2 143	2 163	791	34	2	
Mikkeli	KA kadut	4	1	17	0	0	0	0.0	5 317	5 352	1 966	84	4	
Mikkeli	YHTEENSÄ kadut	108	13	74	2.0	1.2	0.9	0.1	26 769	27 073	9 775	415	117	
Mikkeli	HA tiet	133	6	89	2	1.1	0.7	0.20	42 255	42 506	15 349	650	332	
Mikkeli	PA tiet	13	1	32	2	0.0	0.2	0.02	6 387	6 444	2 346	101	47	
Mikkeli	LA tiet	3	0	9	0	0.0	0.1	0.01	2 991	3 025	1 094	47	4	
Mikkeli	KA tiet	24	3	100	2	0	1	0.1	36 963	37 290	14 053	609	36	
Mikkeli	YHTEENSÄ tiet	173	11	228	5.2	1.7	2.1	0.4	88 596	89 265	32 843	1 406	418	
Mikkeli	Moottoripyörät	40	6	1	0	1	0	0	862	882	309	13	8	
Mikkeli	Mopot	6	6	0	0	0	0	0	129	131	46	2	2	
Mikkeli	Mopootot	1	1	0	0	0	0	0	55	55	20	1	1	
Mikkeli	Tieliikenne yhteensä	328	36	304	7	4	3	0	116 410	117 406	42 992	1 837	546	

Porrassalmenkadun mittausasema Mikkelissä

Liite 3



Ilmanlaadun mittausasema

Liite 4

Hengitettävän pölyn raja-arvon lukuarvon ylitykset Suomessa v 2020

Ilmanlaatu			
Mittausverkko	Mittauspaikka	Komponentti	Ylitysten lukumäärä
Pietarsaaren seudun verkko	Pietarsaari Bottenviksvägen	PM10 24h	14 päivänä
Helsingin seudun verkko (HSY)	Vantaa Kehä III Varisto	PM10 24h	12 päivänä
Lahden verkko	Lahti Laune	PM10 24h	9 päivänä
Helsingin seudun verkko (HSY)	Espoo Leppävaara Lökkisepänkuja	PM10 24h	8 päivänä
Helsingin seudun verkko (HSY)	Helsinki Mäkelänkatu	PM10 24h	8 päivänä
Kuopion verkko	Kuopio Maaherrankatu	PM10 24h	8 päivänä
Kuopion verkko	Kuopio Savilahti KYS	PM10 24h	8 päivänä
Jyväskylän verkko	Jyväskylä Hannikaisenkatu	PM10 24h	7 päivänä
Lahden verkko	Hollola Kansankatu siirrettävä	PM10 24h	6 päivänä
Kuopion verkko	Kuopio Tasavallankatu	PM10 24h	6 päivänä
Kuopion verkko	Siilinjärvi Vuorelantie	PM10 24h	6 päivänä
Tampereen verkko	Tampere Epila 2	PM10 24h	5 päivänä
Tornion verkko	Tornio keskusta	PM10 24h	5 päivänä
Kotkan verkko	Kotka Rauhala	PM10 24h	4 päivänä
Etelä-Savon verkko	Mikkeli Porrassalmenkatu	PM10 24h	4 päivänä
Turun seudun verkko	Parainen	PM10 24h	4 päivänä
Rauman verkko	Rauma Tarvonsaari Hallikatu	PM10 24h	4 päivänä
Helsingin seudun verkko (HSY)	Helsinki Mannerheimintie	PM10 24h	3 päivänä
Etelä-Karjalan verkko	Lappeenranta Lauritsala	PM10 24h	3 päivänä
Turun seudun verkko	Naantali keskusta Asematori	PM10 24h	3 päivänä
Porin verkko	Pori Paanakedonkatu	PM10 24h	3 päivänä
Uudenmaan verkko	Porvoo mannerheiminkatu	PM10 24h	3 päivänä
Seinäjoen verkko	Seinäjoen Vapaudentie 6a	PM10 24h	3 päivänä
Varkauden verkko	Varkaus Psaari 2	PM10 24h	3 päivänä
Jyväskylän verkko	Palokka 2	PM10 24h	2 päivänä
Jämsän verkko	Jämsä Seppolantie	PM10 24h	2 päivänä
Kokkolan verkko	Kokkola keskusta Pitkäsillankatu	PM10 24h	2 päivänä
Lahden verkko	Lahti Saimaankatu	PM10 24h	2 päivänä
Raahen verkko	Raahen keskusta	PM10 24h	2 päivänä
Vaasan verkko	Vaasa Vesitorni	PM10 24h	2 päivänä
Vaasan verkko	Vaasa keskusta Vaasanpuistikko	PM10 24h	2 päivänä
Ilmatieteen laitoksen verkko	Virolahti Koivuniemi Ääpäälä	PM10 24h	1 päivänä
Helsingin seudun verkko (HSY)	Espoo Otaniemi kehä I	PM10 24h	1 päivänä
Harjavallan verkko	Harjavalta kaleva	PM10 24h	1 päivänä
Etelä-Karjalan verkko	Imatra Mansikkala	PM10 24h	1 päivänä
Etelä-Karjalan verkko	Imatra Teppanala	PM10 24h	1 päivänä
Turun seudun verkko	Kaarina Kaarina	PM10 24h	1 päivänä
Kouvolaan verkko	Kouvola Kankaan Koulu	PM10 24h	1 päivänä
Etelä-Karjalan verkko	Lappeenranta Ihalainen	PM10 24h	1 päivänä
Etelä-Karjalan verkko	Lappeenranta keskusta 4	PM10 24h	1 päivänä
Oulun verkko	Oulu Pyykkösjärvi	PM10 24h	1 päivänä
Oulun verkko	Oulu keskusta 2	PM10 24h	1 päivänä
Turun seudun verkko	Raisio Ihala	PM10 24h	1 päivänä
Tornion seudun verkko	Tornio Näätäsaari	PM10 24h	1 päivänä