



# Bentso(a)pyreenipitoisuudet Oulussa vuonna 2023

Oulun ilmanlaadun seurannan mittauskampanja

Oulun seudun ympäristötoimi, julkaisu 3/2024



OULUN SEUDUN  
YMPÄRISTÖTOIMI

OULU

## Sisällys

|      |                                                           |    |
|------|-----------------------------------------------------------|----|
| 1.   | Johdanto .....                                            | 2  |
| 2.   | Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet)..... | 3  |
| 2.1. | PAH-yhdisteistä.....                                      | 3  |
| 2.2. | Bentso(a)pyreeni.....                                     | 3  |
| 3.   | Lainsäädäntö .....                                        | 4  |
| 3.1. | EU- ja kansallinen lainsäädäntö .....                     | 4  |
| 3.2. | Uusi ilmanlaatudirektiivi.....                            | 5  |
| 4.   | Mittaukset ja sääolosuhteet .....                         | 6  |
| 4.1. | Mittausjärjestelyt .....                                  | 6  |
| 4.2. | Sääolot.....                                              | 7  |
| 4.3. | Päästötietoja Oulussa .....                               | 9  |
| 5.   | Mittaustulokset ja niiden vertailu.....                   | 10 |
| 5.1. | Mittaustulokset .....                                     | 10 |
| 5.2. | Mittaustulosten vertailu toisiin kaupunkeihin .....       | 11 |
| 6.   | Johtopäätökset.....                                       | 13 |
| 7.   | Lähteet.....                                              | 15 |
|      | Sanasto .....                                             | 16 |

Kansikuva Sanna Krook / Oulun kaupunki

## 1. Johdanto

Raportissa esitetään pientalovaltaisella asuinalueella vuonna 2023 toteutetun bentso(a)pyreenimittauksen tulokset, tulosten vertailua muihin kaupunkeihin ja johtopäätökset mittauksista. Lisäksi raportti sisältää bentso(a)pyreeniä koskevan lainsäädännön ja arviota jatkotoimenpiteistä.

Polyaromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä) syntyy orgaanisen materiaalin epätäydellisen palamisen seurauksena teollisuudessa, liikenteessä ja poltossa. Eräs PAH-yhdiste on hiilestä ja vedystä koostuva viisirenkainen hiilivety, bentso(a)pyreeni, jota käytetään PAH-yhdisteiden aiheuttaman syöpäriskin merkkiaineena.

Jatkuvatoimisten ilmanlaadun mittausten lisäksi Oulun ilmanlaadun seurannassa vuonna 2023 toteutettiin bentso(a)pyreenin mittauskampanja. Oulun bentso(a)pyreenipitoisuuksien mittaukset tehtiin 2.1.-31.12.2023 Nokelan mittausasemalla. Näytteiden keräämisestä vastasi Oulun seudun ympäristötoimen ympäristönsuojelu ja näytteiden analysoinnista KVVY Tutkimus Oy. Mittausraportin on laatinut Oulun seudun ympäristötoimi.

## 2. Polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH-yhdisteet)

### 2.1. PAH-yhdisteistä

Polyaromaattisissa hiilivedyissä (PAH-yhdisteissä) on kaksi tai useampi bentseenirengas. Niitä syntyy epätäydellisessä palamisessa teollisuudessa, liikenteessä ja poltossa. Arkielämässä merkittävimpiä PAH-yhdisteiden lähteitä ovat mm. pakokaasut, tupakansavu, noki, tulisijojen käyttö sekä ruoanvalmistus paahtamalla ja grillaamalla. Luonnollisia lähteitä ovat metsäpalot ja tulivuoren purkaukset.

PAH-yhdisteiden fysikaalis-kemialliset ominaisuudet vaihtelevat huomattavasti, mutta osa PAH-yhdisteistä on helposti haihtuvia. Ne vapautuvat ilmaan ja kulkeutuvat ilmakehässä pitkiä matkoja. PAH-yhdisteet esiintyvät joko kaasumaisessa olomuodossa tai sitoutuneina ilmassa oleviin pienhiukkasiin.

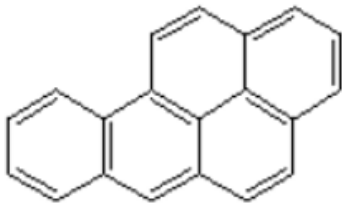
### 2.2. Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreeni on viisirenkainen hiilivety, joka kiinnittyy palamisessa syntyviin pienhiukkasiin (PM<sub>2,5</sub> ja PM<sub>10</sub>). Hiukkasten PAH-pitoisuutta ei kuitenkaan pystytä mittaamaan jatkuvatoimisilla analysointilaitteilla, vaan mittaukset perustuvat PM<sub>10</sub>-hiukkasten suodatinkeräinnäytteisiin ja näytteistä tehtyihin laboratorioanalyyseihin.

PAH-yhdisteet ovat karsinogeenisiä ja ulkoilman PAH-yhdisteet lisäävät erityisesti keuhkosyöpään sairastumisen riskiä.

**Kuva 1.** Bentso(a)pyreenin (=1,4-bentsopyreenin) rakennekuva ja yhdisteen ominaisuuksia.

Lähde: KETSU Kemian työsuojeluneuvottelukunta



|               |                                 |
|---------------|---------------------------------|
| Lyhenne       | BaP                             |
| Rakennekaava  | C <sub>20</sub> H <sub>12</sub> |
| Kiehumispiste | 310-312°C                       |

Bentso(a)pyreeni imeytyy helposti elimistöön ruuansulatuselimistön ja hengityselinten kautta sekä ihon läpi. Sen jakautuminen elimistön eri osiin on nopeaa. Bentso(a)pyreeni on todettu syöpävaaralliseksi, mutageeniseksi ja lisääntymisterveydelle vaaraa aiheuttavaksi aineeksi.

### 3. Lainsäädäntö

#### 3.1. EU- ja kansallinen lainsäädäntö

EU-direktiivin 2004/107/EY nojalla on annettu valtioneuvoston asetus ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä (113/2017). Asetuksessa bentso(a)pyreeni määritellään yhdisteeksi, jota käytetään PAH-yhdisteiden syöpävaarallisuuden merkkiaineena. Terveystahitojen ja ympäristöön kohdistuvien haittojen ehkäisemiseksi asetuksessa on määritelty bentso(a)pyreenin tavoitearvoksi 1 ng/m<sup>3</sup>. Alemmaksi arviointikynnykseksi on asetettu 0,4 ng/m<sup>3</sup> ja ylemmäksi 0,6 ng/m<sup>3</sup>. Pitoisuus määritetään hengittävien hiukkasten massapitoisuudesta kalenterivuoden keskiarvona (taulukko 1). Ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritetään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Arviointikynnys katsotaan ylittyvän vasta, kun kynnyksen lukuarvo on ylittynyt vähintään kolmena vuonna viiden edellisen vuoden aikana. Tarkasteltaessa yhden vuoden pitoisuusarvoa, katsotaan pitoisuuden olevan yli kynnyksarvon vasta kun tulos on 0,45 ng/m<sup>3</sup>, jolloin se pyöristyy 0,5 ng/m<sup>3</sup>:ksi. Pitoisuuksien alittaessa tavoitearvot, pitoisuudet on pyrittävä pitämään tavoitearvojen alapuolella ja mahdollisuuksien mukaan estämään pitoisuuksien nouseminen.

**Taulukko 1.** Valtioneuvoston asetuksen (113/2017) mukaiset arviointikynnykset ja tavoitearvo bentso(a)pyreenille ilmassa<sup>1</sup> keskiarvon laskenta-aikana.

| Tarkastelualue         | Keskiarvon laskenta-aika | Pitoisuus (ng/m <sup>3</sup> ) |
|------------------------|--------------------------|--------------------------------|
| Alempi arviointikynnys | Kalenterivuosi           | 0,4                            |
| Ylempi arviointikynnys | Kalenterivuosi           | 0,6                            |
| Tavoitearvo            | Kalenterivuosi           | 1                              |

<sup>1</sup> Tulokset ilmoitetaan ulkoilman lämpötilassa ja paineessa.

Oulu kuuluu bentso(a)pyreenin seuranta-alueena muun Suomen alueeseen (toinen mittausalue on pääkaupunkiseutu). Muun Suomen mittausalueella seuranta tekevät kunnat kuntakohtaisesti siten kuin paikalliset olot sitä edellyttävät. Bentso(a)pyreenin jatkuvatoimisia mittauksia on tehtävä seuranta-alueilla, joilla ylempi arviointikynnys ylittyy.

Mittauksia voidaan täydentää mallintamistekniikoilla, jotta ilmanlaadusta saadaan riittävästi tietoa. Seuranta-alueilla, joilla pitoisuudet ovat alemman ja ylemmän arviointikynnyksen välillä, ilmanlaadun arvioimiseksi voidaan käyttää jatkuvien ja suuntaa-antavien mittausten sekä mallintamistekniikoiden yhdistelmää. Jos ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat alemman arviointikynnyksen alapuolella, riittää, että ilmanlaatua seurataan yksinomaan leviämismallien, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella.

Seurannan riittävyys on tarkistettava määräjain. Ylemmän ja alemman arviointikynnyksen ylittyminen määritetään viiden edellisen vuoden pitoisuuksien perusteella. Jos pitoisuustietoja ei ole saatavilla viiden vuoden jaksolta, voidaan käyttää lyhyemmiltä mittausjaksoilta saatuja tietoja sekä päästökartoituksista ja ilmanlaatumalleista saatuja tietoja. Tietojen tulee edustaa alueita ja vuodenaikoja, jolloin pitoisuudet ovat tyypillisesti korkeimmillaan.

Bentso(a)pyreenin mittauksista on tiedotettava yleisölle.

### 3.2. Uusi ilmanlaatudirektiivi

Euroopan komissio on hyväksynyt uuden ilmanlaatudirektiivin lokakuussa 2024 ja se odotetaan julkaistavan lähitulevaisuudessa. Direktiivin tavoitteena on parantaa ilmanlaatua merkittävästi EU:n alueella. Uudet arvot (raja-arvo ja tavoitearvo) tulevat voimaan vuonna 2030.

Uudessa direktiivissä nykyinen bentso(a)pyreenipitoisuuden kalenterivuoden tavoitearvo tulee muuttumaan sitovaksi laatuvaatimukseksi eli raja-arvoksi  $1,0 \text{ ng/m}^3$ . Direktiivissä on vain yksi arviointikynnys  $0,30 \text{ ng/m}^3$  bentso(a)pyreenin pitoisuudelle kalenterivuonna.

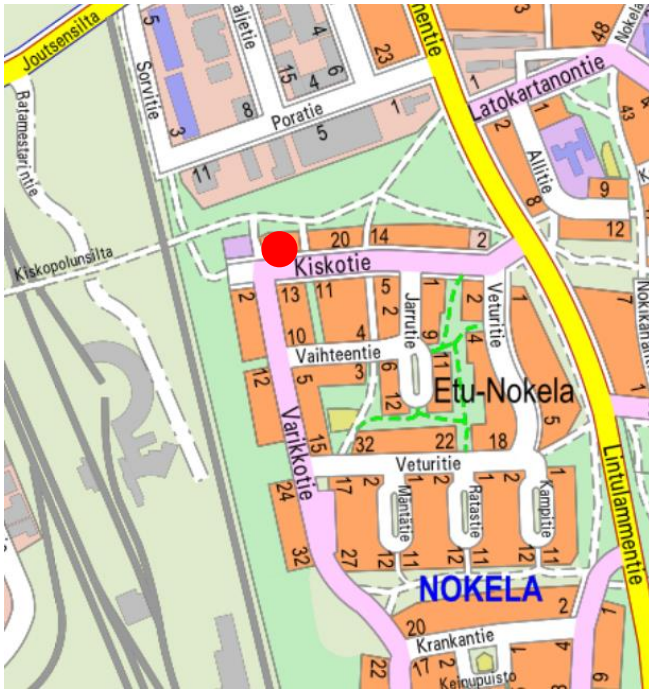
Jos mittaustulosten vuosipitoisuus jää alle arviointikynnyksen, bentso(a)pyreenipitoisuuksien arvioimiseksi käytetään mallinnusta ja suuntaa-antavia mittauksia tai objektiivista arviointia. Jos mittaustulosten vuosipitoisuus ylittää arviointikynnyksen, tulee bentso(a)pyreeniä mitata.

Kun bentso(a)pyreenin tämänhetkinen tavoitearvo  $1 \text{ ng/m}^3$  muuttuu raja-arvoksi, tulee mittaustulosten pyöristyssääntöihin muutoksia. Esim. pitoisuus  $1,43 \text{ ng/m}^3$  pyöristyy uuden raja-arvon myötä pitoisuudeksi  $1,4 \text{ ng/m}^3$ , kun se nykyisin pyöristyy arvoon  $1 \text{ ng/m}^3$ .

## 4. Mittaukset ja sääolosuhteet

### 4.1. Mittausjärjestelyt

Oulun ilmanlaadun mittausverkostossa Nokelan mittausasemalla mitataan haisevia rikkiyhdisteitä, jotka kuvaavat Nuottasaaren teollisuusalueen vaikutusta ilmanlaatuun sekä pienhiukkasia ( $PM_{2,5}$ ) ja säätietoja. Bentso(a)pyreeninäytteiden keräyspiste valittiin Nokelan mittausasemalle. Nokelan ympäristö on pientalovaltainen alue, jossa kiinteistöjen erillislämmitys aiheuttaa PAH-yhdisteiden päästöjä ilmaan. Oulun ilmanlaatuselvityksessä vuonna 2021 mallinnettiin mm. bentso(a)pyreenipitoisuudet ja Nokelan alueella pitoisuudet olivat mallinnuksen pohjalta korkeimmillaan.



**Kuva 2.** Bentso(a)pyreenin mittauspiste Nokelassa Kiskotien varrella. Lähde: Oulun kaupunki/locus.

Mittausajanjakso oli 2.1.-31.12.2023. Näytteenotto tehtiin Leckel SEQ 47/50-mallisella hiukkas-keräimellä (kuva 3), joka keräsi hengitettäviä hiukkasia joka toinen vuorokausi. Näytteestä tehtiin kuukauden kokooma, joka lähetettiin KVVY Tutkimus Oy:lle analysoitavaksi. Keräimessä oli samanaikaisesti ns. nollanäyte. Näytteenotto suoritettiin asetuksen 113/2017 liitteen 4 mukaisella vertailumenetelmällä EN 12341:2014. Näytteistä analysoitiin bentso(a)pyreenipitoisuudet asetuksen mukaisella vertailumenetelmällä EN 15549:2008.



**Kuva 3.** Leckel SEQ 47/50 hiukkaskeräin. Lähde: Oulun seudun ympäristötoimi.

#### 4.2. Sääolot

Nokelan mittausasemalla olevan sääaseman vuoden 2023 kuukauden keskilämpötilat ja vuosien 2010–2022 keskiarvot Nokelassa on esitetty taulukossa 2 ja kuviossa 1. Vuoden 2023 tammi-helmikuu olivat keskimääräistä lämpimämpiä ja kovat pakkaset puuttuivat. Maaliskuu ja loka-joulukuu olivat selkeästi keskimääräistä kylmempiä. Elo-syyskuu olivat keskimääräistä lämpimämpiä. Lokakuussa Oulun seudulle saatiin jo lumipeite, mutta lämpötila vaihteli suojasta pakkaseen.

Ilman epäpuhtauksien leviämiseen ja esiintymiseen ilmassa vaikuttavia keskeisiä säätekijöitä ovat lämpötila, tuuli ja sade. Esimerkiksi sateet ja sumupilvet puhdistavat ilmaa. Heikkotuulisissa tilanteissa esimerkiksi liikenteen tai pienpolton päästöt eivät pääse sekoittumaan, vaan kerääntyvät päästölähteiden lähelle.

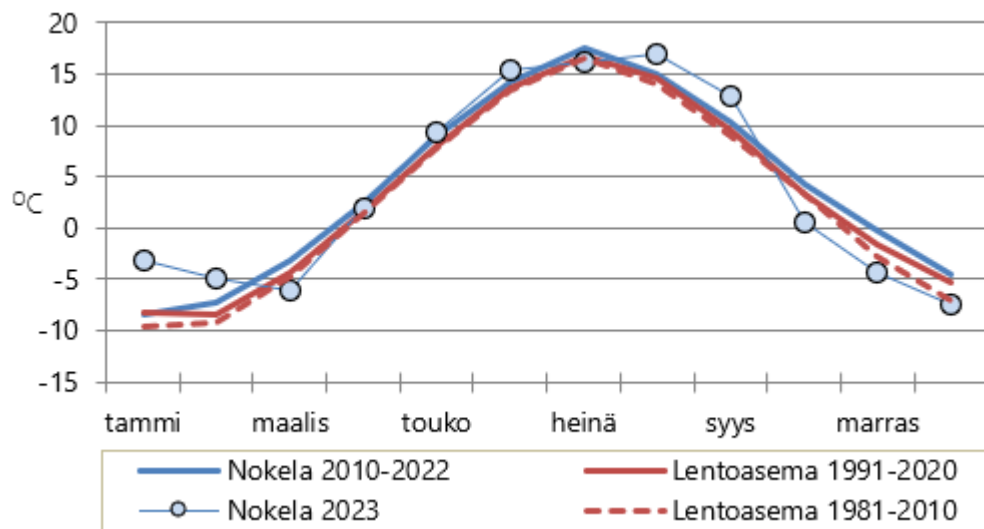
Erityisesti talvisin heikkotuulisen ja selkeän yön aikana maanpinnan lähelle voi muodostua inversio. Inversiolla tarkoitetaan ilmakehän sulkukerrosta eli inversiokerrosta, joka estää alimman ilmakerroksen leviämisen ylöspäin. Tällöin ilman epäpuhtaudet eivät pääse sekoittumaan kunolla, vaan kerääntyvät matalaan ilmakerrokseen päästölähteiden lähelle.

Tuuliruusu kuvaa eri tuulten voimakkuuksien ja suuntien prosentuaaliset jakaumat. Raportin tuuliruusuut esittävät tuulen suunnan siten, että tuulen suunta on tuuliruusun keskipisteestä pois-päin. Tuuliruusuissa eri värit kuvaavat eri tuulennopeuksia. Kuvion 2 selitteessä näkyy tuulen nopeuden (m/s) lisäksi prosenttiosuus siitä, kuinka paljon ko. tuulta on ollut vuoden aikana. Tuuliruusussa tuulensuunnan prosenttiosuus koko vuoden tuulista on luettavissa ympyrän kehän mitta-asteikolta.

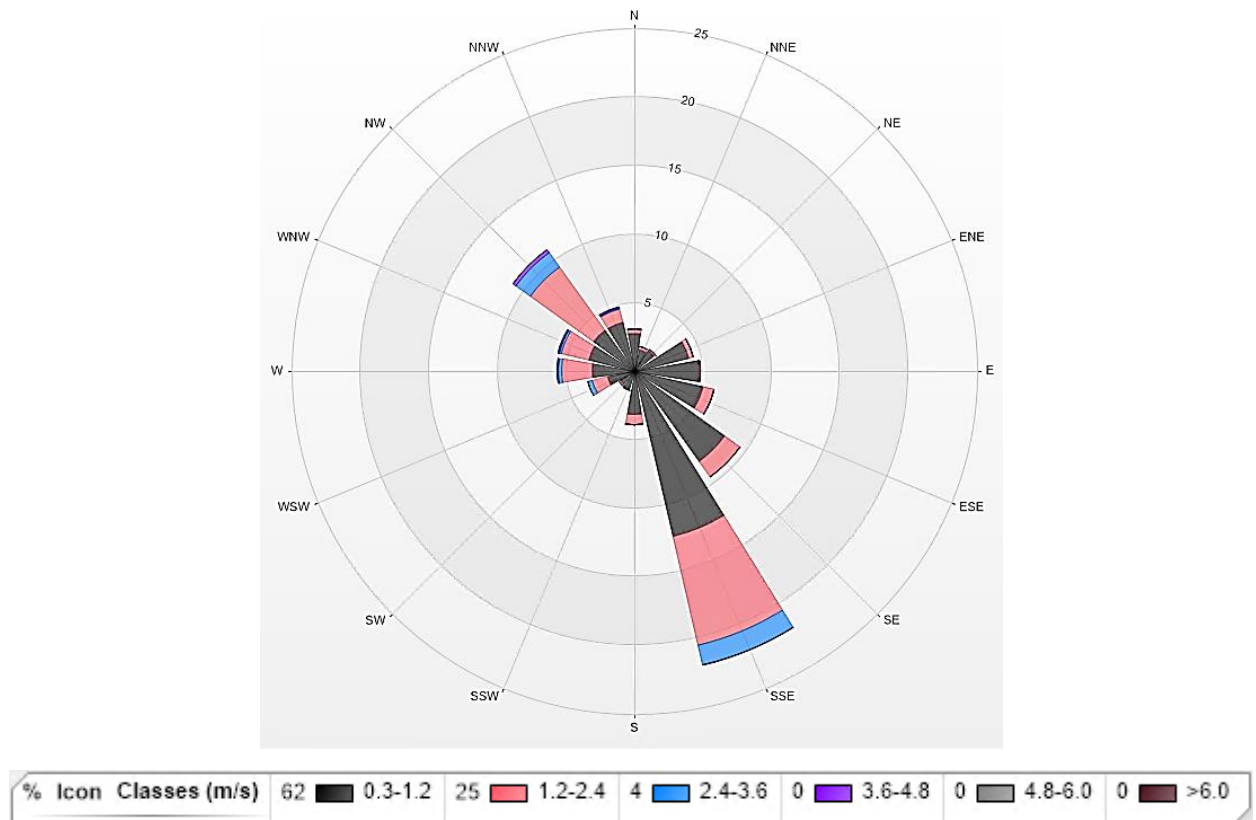
Yleisin tuulen suunta vuonna 2023 Nokelan mittausasemalla oli merituuli luoteesta eteläkaakkoon (SSE). Myös maatuuli kaakosta luoteeseen erottuu tuuliruususta. Nokelan mittausaseman tuulen suunnat ja nopeudet on esitetty kuviossa 2.

**Taulukko 2.** Kuukauden keskilämpötilat (°C) vuonna 2023 sekä vuosien 2010–2022 lämpötilojen keskiarvot Nokelassa.

| Kuukausi         | Nokela 2023 (°C) | Nokela 2010-2022 (°C) |
|------------------|------------------|-----------------------|
| Tammikuu         | -3,2             | -8,4                  |
| Helmikuu         | -4,9             | -7,2                  |
| Maaliskuu        | -6,1             | -3,2                  |
| Huhtikuu         | 1,9              | 2,3                   |
| Toukokuu         | 9,4              | 9,0                   |
| Kesäkuu          | 15,4             | 14,3                  |
| Heinäkuu         | 16,2             | 17,6                  |
| Elokuu           | 16,9             | 15,0                  |
| Syyskuu          | 12,8             | 10,2                  |
| Lokakuu          | 0,5              | 4,2                   |
| Marraskuu        | -4,4             | -0,3                  |
| Joulukuu         | -7,5             | -4,5                  |
| <b>Keskiarvo</b> | <b>3,9</b>       | <b>4,1</b>            |



**Kuvio 1.** Kuukauden keskilämpötilat (°C) Nokelassa vuonna 2023 sekä vuosien 2010–2022 keskiarvot (°C) Nokelassa ja vertailujaksolla vuosina 1991–2020 ja 1981–2010 Oulun lentoasemalla.



**Kuvio 2.** Tuulen suuntien osuudet (%) ja tuulen nopeuden (m/s) jakautuminen eri nopeusluokkiin tuulensuunnittain vuonna 2023 Nokelan mittausasemalla.

### 4.3. Päästötietoja Oulussa

Oulussa ei ole aiemmin mitattu bentso(a)pyreenipitoisuuksia. Pitoisuuksia on mallinnettu Oulun ilmanlaatuselvityksessä 2021. Selvityksen mallilaskelmissa bentso(a)pyreeniä on oletettu vapautuvan ainoastaan kiinteistökohtaisesta lämmityksestä. Selvityksessä käytettiin kiinteistökohtaisia lämmitystietoja vuodelta 2019. Selvityksen tekijänä toimi Ilmatieteen laitos. Selvityksen mukaan lisälämmityksen osuus on 44 %, kiukaiden 43 %, mökkien 7 % ja puukattiloiden 6 % bentso(a)pyreenipäästöistä.

Oulun ja naapurikuntien (Hailuoto, Ii, Kempele, Liminka, Lumijoki, Muhos, Pudasjärvi, Tyrnävä ja Utajärvi) kiinteistökohtaisen lämmityksen bentso(a)pyreenin kokonaispäästö vuonna 2015 oli 356 kg. Puun käyttömääriin muissa polttolaitteissa kuin kiukaissa vaikuttaa esimerkiksi lämmitystarve. Oulussa kiinteistökohtaisen lämmityksen päästöihin vaikuttavat pientalojen määrä ja tiheys sekä suurempi lämmitystarve verrattuna Etelä-Suomeen.

## 5. Mittaustulokset ja niiden vertailu

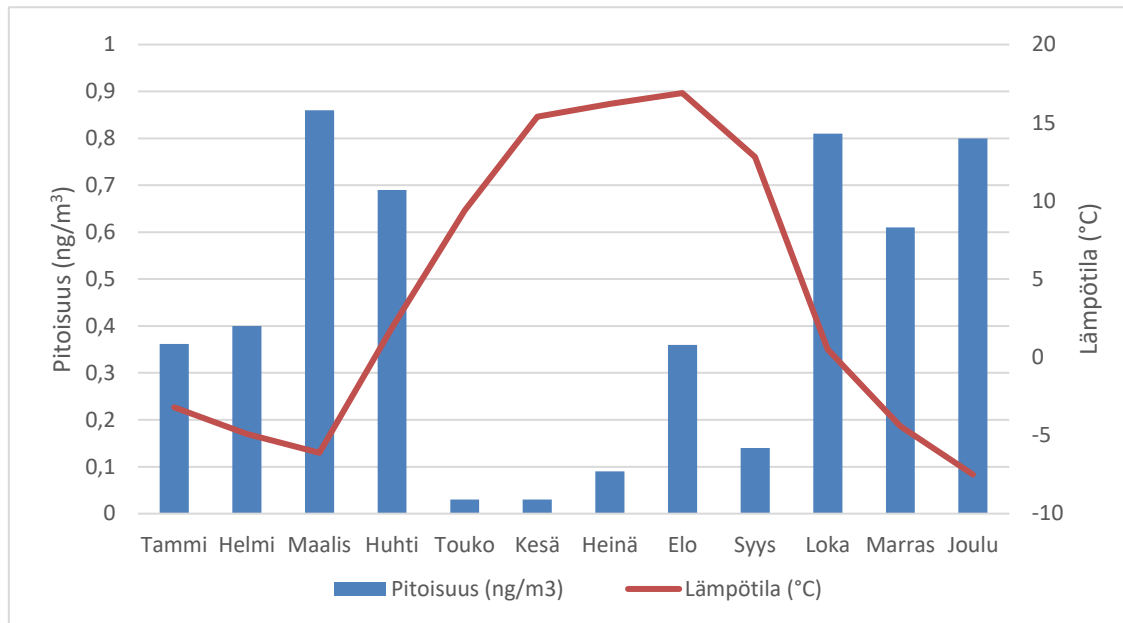
### 5.1. Mittaustulokset

Mittausjakson 2.1.-31.12.2023 aikana bentso(a)pyreenipitoisuudet vaihtelivat olleen 0,03-0,86 ng/m<sup>3</sup>. Nokelan mittausaseman bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli 0,4 ng/m<sup>3</sup>. Taulukossa 3 on esitetty bentso(a)pyreenin kuukausittaiset pitoisuudet, mittausten pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus sekä koko vuoden 2023 pitoisuuksien keskiarvo ja mediaani.

**Taulukko 3.** Bentso(a)pyreenin kuukausittaiset pitoisuudet (ng/m<sup>3</sup>) pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus sekä koko vuoden 2023 pitoisuuksien keskiarvo ja mediaani Nokelan mittausasemalla. (Ilmoitettu kahden desimaalin tarkkuudella.) Lisäksi taulukossa on kuukauden keskilämpötilat ja koko vuoden keskilämpötila.

| Kuukausi         | Pitoisuus ng/m <sup>3</sup> | Lämpötila °C |
|------------------|-----------------------------|--------------|
| Tammikuu         | 0,36                        | -3,2         |
| Helmikuu         | 0,40                        | -4,9         |
| Maaliskuu        | 0,86                        | -6,1         |
| Huhtikuu         | 0,69                        | 1,9          |
| Toukokuu         | 0,03                        | 9,4          |
| Kesäkuu          | 0,03                        | 15,4         |
| Heinäkuu         | 0,09                        | 16,2         |
| Elokuu           | 0,36                        | 16,9         |
| Syyskuu          | 0,14                        | 12,8         |
| Lokakuu          | 0,81                        | 0,5          |
| Marraskuu        | 0,61                        | -4,4         |
| Joulukuu         | 0,80                        | -7,5         |
| <b>Keskiarvo</b> | <b>0,43</b>                 | <b>3,9</b>   |
| Pienin pitoisuus | 0,03                        |              |
| Suurin pitoisuus | 0,86                        |              |
| Mediaani         | 0,38                        |              |

Tarkasteltaessa bentso(a)pyreenin pitoisuuksia suhteessa lämpötilaan ovat pitoisuudet suurempia talviaikaan (kuva 4). Korkeimmat pitoisuudet mitattiin maaliskuu-huhtikuussa ja loka-joulukuussa. Kun ulkolämpötilan kuukausikeskiarvo on yli +5 °C bentso(a)pyreenipitoisuus on alhainen. Syksyllä ulkolämpötilan vaikutus ei ole selkeä, sillä lokakuussa 2023 lämpötila oli +0,5 °C pitoisuuden ollessa silti yksi suurimmista kuukausikeskiarvoista (0,81 ng/m<sup>3</sup>). Tämä voisi johtua siitä, että kiinteistöillä on otettu syksyn tullen käyttöön tulisijoja lisälämmön lähteeksi. Loppuvuodesta 2023 sähkön hinta oli korkea, mikä on voinut lisätä kiinteistökohtaista lisälämmitystarvetta. Syksyllä 2023 loka-joulukuun bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat korkealla. Tammi-helmikuu olivat tavanomaista lämpimämpiä, joten pitoisuudet olivat myös alhaisempia kuin pakkas-kaudella.



**Kuva 4.** Lämpötilan (°C) ja bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot (ng/m<sup>3</sup>) vuonna 2023.

Bentso(a)pyreenin pitoisuudet ja vuodenaikaisvaihtelut korreloivat keskenään. Talvella pitoisuudet ovat suurempia energiantuotannon ja puun polton vuoksi.

Ilmatieteen laitoksen Oulun ilmanlaatuselvityksen 2021 mallinnettu bentso(a)pyreenin pitoisuus Nokelan alueelle oli 1,0-2,0 ng/m<sup>3</sup>. Mallilaskelmissa on oletettu kaiken bentso(a)pyreenin päästöjen olevan peräisin kiinteistökohtaisesta lämmityksestä ja laskelmat on tehty vuoden 2019 päästötiedoilla. Korkeimmillaan mallinnetut bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat talvella (tammi-helmikuu).

## 5.2. Mittaustulosten vertailu toisiin kaupunkeihin

Vuonna 2023 Oulussa mitattuja bentso(a)pyreenipitoisuuksia on verrattu Raahessa, Kuopiossa ja Lahdessa sekä Helsingissä vuonna 2023 mitattuihin pitoisuuksiin.

Bentso(a)pyreenin vuositilaston 2023 mukaan Raahessa, Kuopiossa ja Lahdessa on kussakin kaksi bentso(a)pyreenin mittausasemaa ja Helsingissä neljä (taulukko 4). On huomattava, että bentso(a)pyreenin vuositilaston 2023 mukaan mittausten kattavuus vaihtelee paikkakunnittain ollen Raahessa noin 75 %, Kuopiossa noin 10-30 %, Lahdessa noin 50 % ja Helsingissä 100 %. Oulun vuoden 2023 mittausten kattavuus on noin 50 %.

**Taulukko 4.** Bentso(a)pyreenipitoisuuksien vuosikeskiarvo (ng/m<sup>3</sup>) vuonna 2023 eri kaupungeissa.

| Kaupunki | Asema              | Vuosikeskiarvo (ng/m <sup>3</sup> ) |
|----------|--------------------|-------------------------------------|
| Raahe    | Keskusta           | 0,70                                |
| Raahe    | Lapaluoto          | 1,34                                |
| Kuopio   | Kurkimäki          | 0,52                                |
| Kuopio   | Niirala            | 0,73                                |
| Lahti    | Hollola (Kuntotie) | 0,60                                |

| Kaupunki    | Asema                   | Vuosikeskiarvo (ng/m3) |
|-------------|-------------------------|------------------------|
| Lahti       | Lahti (Mustamäenkatu)   | 0,97                   |
| Helsinki    | Kallio 2                | 0,24                   |
| Helsinki    | Mäkelänkatu             | 0,29                   |
| Helsinki    | Tapanila                | 1,09                   |
| Helsinki    | Vartiokylä (Huivipolku) | 0,44                   |
| <b>Oulu</b> | <b>Nokela</b>           | <b>0,43</b>            |

Kuopiossa Niirala on vanhaa puutaloaluetta ja Kurkimäki pientaloalue Kuopion eteläosassa. Raahen kumpaankaan aluetta ei voi verrata Ouluun. Lapaluoto on vanhaa puutaloaluetta, mutta on niin lähellä SSAB:n terästehdasta, että sen toiminta näkyy tuloksissa ja keskustan mittauspiste ei kuvaa pientaloalueen tilannetta. Lahden molemmat mittauspisteet sijoittuvat pientaloalueille. Helsingin Kallio on kaupunkiympäristön tausta-asema ja Mäkelänkatu taas sijoittuu vilkasliikenteiselle alueelle. Tapanila ja Vartiokylä ovat molemmat pientaloaluetta. Verrattaessa Oulun vuoden 2023 mittaustuloksia Raahen, Kuopion, Lahden ja Helsingin eri mittaussympäristöissä olevien asemien tuloksiin ovat Oulun bentso(a)pyreenipitoisuudet näitä kaupunkeja pienemmät.

## 6. Johtopäätökset

Vuoden 2023 mittauksessa Oulun Nokelan mittausasemalla bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli  $0,4 \text{ ng/m}^3$ . Pitoisuus jää alle bentso(a)pyreenin tavoitearvon  $1 \text{ ng/m}^3$ , ylemmän arviointikynnyksen  $0,6 \text{ ng/m}^3$  ja alemman arviointikynnyksen  $0,4 \text{ ng/m}^3$ . Korkeimmat pitoisuudet mitattiin maaliskuussa ja loka-joulukuussa. Kun ulkolämpötilan kuukausikeskiarvo oli yli  $+5^\circ\text{C}$  bentso(a)pyreenipitoisuus oli pääsääntöisesti alhainen. Ilmatieteen laitoksen Oulun ilmanlaatuselvityksen 2021 mallinnettu bentso(a)pyreenin pitoisuus Nokelan alueelle oli  $1,0\text{--}2,0 \text{ ng/m}^3$ , mikä on mitattua vuosikeskiarvoa selvästi suurempi.

Verrattaessa Oulun Nokelan mittausympäristön tuloksia Kuopion, Lahden ja Helsingin kaupunkien vastaavatyypisten pientaloalueiden tuloksiin on Oulun bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo-pitoisuus ( $0,4 \text{ ng/m}^3$ ) näiden kaupunkien pitoisuuksia ( $0,5\text{--}1,1 \text{ ng/m}^3$ ) pienempi. Poikkeuksena Helsingin Vartiokylän bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvopitoisuus 2023, joka oli  $0,4 \text{ ng/m}^3$ .

Nykytiedon mukaan bentso(a)pyreenipitoisuudet aiheutuvat paljolti puun pienpoltosta. Kansallisen ilmansuojeluohjelman 2030 mukaan pienpolton päästöjen on arvioitu pysyvän ennallaan tai laskevan vain hieman vuoteen 2030 mennessä.

PAH-pitoisuuksien hallinnan ja rajoittamisen kannalta on tärkeää vaikuttaa kotitalouksien polttokäyttäytymiseen, kuten lisälämmitykseen käytettävien tulisijojen ja saunankiukaiden käyttöön. Tärkeässä roolissa ovat polttolaitteet, palamisolosuhteet, polttoaine sekä myös tulisijan käyttäjä. Polttolaitteissa tulipesän koko ja rakenne sekä palamiseen syötettävän ilman vaihteistus vaikuttavat palamisesta syntyviin päästöihin. Polttolaitteen säännöllisellä nuohouksella ja tarkoituksenmukaisella puun klapiokoolla edesautetaan vähäpäästöistä palamista. Kuivan ja puhtaan puun käyttö sekä oikeanlainen sytytystapa ja oikea-aikaiset puun lisäykset vähentävät päästöjä.

Nykyiset käytössä olevat kiinteistöjen tulisijat ovat eri-ikäisiä ja rakenteiltaan erilaisia. Uusien tulisijojen päästötasot ovat pienentyneet ja hyötysuhteet parantuneet aiemmasta. Kuitenkin kiinteistöjen tulisijat uusiutuvat hitaasti, joten päästötasoltaan huonompia tulisijoja on edelleen käytössä runsaasti.

Oulun vuoden 2023 bentso(a)pyreenimittausten tulosten pohjalta voidaan todeta, että mittauksiin perustuvat pitoisuudet olivat selvästi pienemmät kuin vuoden 2021 mallinnuksessa. Pitoisuudet eivät Oulussa ylittäneet alempaa arviointikynnystä. Asetuksen (113/2017) mukaan, jos bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat alemman arviointikynnyksen alapuolella, riittää, että ilmanlaatua seurataan yksinomaan leviämismallien, päästökartoitusten tai muiden vastaavien menetelmien perusteella.

Oulussa on tehty leviämismallilaskelmat vuonna 2021 ja kartoitettu pitoisuuksia vuoden 2023 kampanjamittauksella. Mittaustulosten perusteella riittää, että Oulussa bentso(a)pyreenipitoisuuksia kartoitetaan mittauksin seuraavan kerran viiden vuoden kuluttua. Oulussa bentso(a)pyreenin mittaukset olisi tarkoituksenmukaisinta toteuttaa Nokelan mittausasemalla tulosten vertailtavuuden vuoksi.

Uuden ilmanlaatudirektiivin tuomat muutokset bentso(a)pyreenin raja- ja kynnysarvoihin voivat muuttaa Oulussa suoritettavien bentso(a)pyreenimittausten tarvetta tulevaisuudessa. Pitkän aikavälin mittaustarpeesta ei kuitenkaan voida tehdä johtopäätöksiä vielä tämän mittauskampanjan tulosten perusteella.

## 7. Lähteet

Bentso(a)pyreenin vuositilasto 2023, luettu 26.9.2024

[Bentso\(a\)pyreenin vuositilasto 2023 \(ctfassets.net\)](https://ctfassets.net)

EN 12341:2014 (Ambient air - Standard gravimetric measurement method for the determination of the PM<sub>10</sub> or PM<sub>2,5</sub> mass concentration of suspended particulate matter)

EN 15549:2008 (Air quality - Standard method for the measurement of the concentration of benzo(a)pyrene in ambient air)

EU-direktiivi 2004/107/EY ilmassa olevasta arseenista, kadmiumista, elohopeasta, nikkelistä ja polysyklisistä aromaattisista hiilivedyistä

Ilmatieteen laitos: Asiantuntijapalvelut – Ilmanlaatu ja energia 1.9.2021; Oulun ilmanlaatuselvitys; Päästöjen leviämismallilaskelmat, mittausasemien edustavuuden arviointi ja ilmanlaadun seuranta-suunnitelma 2021, luettu 4.10.2024

[Oulun ilmanlaatuselvitys ja seuranta-suunnitelma 2021 web.pdf \(fmi.fi\)](https://fmi.fi)

Ilmatieteen laitos: Ilmanlaatusivusto, luettu 26.9.2024

<https://www.ilmatieteenlaitos.fi/pah-yhdisteet>

KETSU, Kemian työsuojeluneuvottelukunta, bentso(a)pyreeni, luettu 26.9.2024

[KETSU / Valmiita perustelumuiotioita \(tyosuojelu.fi\)](https://tyosuojelu.fi)

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

Ympäristöministeriön julkaisu 2019:7, Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, luettu 4.10.2024

[Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030 \(valtioneuvosto.fi\)](https://valtioneuvosto.fi)

Ympäristöministeriö muistio 3.3.2023, EU/1418/2022, luettu 26.9.2024

[https://ym.fi/documents/1410903/42733401/uusi\\_AQD\\_U\\_kir-jelm%C3%A4\\_FI\\_PTJ4\\_4.pdf/15fca955-700e-5331-16a1-4de6b805b785/uusi\\_AQD\\_U\\_kir-jelm%C3%A4\\_FI\\_PTJ4\\_4.pdf?t=1678361769922](https://ym.fi/documents/1410903/42733401/uusi_AQD_U_kir-jelm%C3%A4_FI_PTJ4_4.pdf/15fca955-700e-5331-16a1-4de6b805b785/uusi_AQD_U_kir-jelm%C3%A4_FI_PTJ4_4.pdf?t=1678361769922)

## Sanasto

|                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ng/m <sup>3</sup>                           | Pitoisuuden yksikkö: nanogrammaa kuutiometrissä ilmaa                                                                                                                                                                                                                                      |
| Hengitettävät hiukkaset (PM <sub>10</sub> ) | Hiukkaset, joiden halkaisija on alle 10 µm. Ne kulkeutuvat hengitysilman mukana keuhkoihin ja aiheuttavat merkittäviä terveysvaikutuksia. PM <sub>10</sub> -hiukkaset koostuvat erilaisista aineista ja voivat sisältää mm. haitallisia raskasmetalleja ja syöpää aiheuttavia hiilivetyjä. |
| PAH-yhdisteet                               | Polyaromaattiset hiilivedyt                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Pienhiukkaset (PM <sub>2,5</sub> )          | Hiukkaset, joiden halkaisija on alle 2,5 µm. Ne kulkeutuvat hengitysilman mukana syvälle keuhkoihin ja aiheuttavat vakavaa terveyshaittaa erityisesti pitkäaikaisessa altistuksessa.                                                                                                       |
| Raja-arvo                                   | Raja-arvot ovat sitovia ja ne perustuvat EU-direktiiveihin. Ilmansuojeluviranomaisten on estettävä niiden ylittyminen käytävissä olevin keinoin.                                                                                                                                           |
| Tavoitearvo                                 | Tavoitearvolla tarkoitetaan ilman epäpuhtauden pitoisuutta, joka on mahdollisuuksien mukaan alitettava määräajassa ja jolla pyritään vähentämään haitallisia terveys- ja ympäristövaikutuksia.                                                                                             |



Oulun kaupunki  
Oulun seudun ympäristötoimi  
PL 34  
90015 Oulun kaupunki

Julkaisu 3/2024  
ISSN 2343-2977

[www.ouka.fi/ilmanlaatu](http://www.ouka.fi/ilmanlaatu)