

ULKOILMAN BENTSO(A)PYREENI- PITOISUUDET LAHDEN SEUDULLA VUOSINA 2020 – 2024

Kähäri Kaarina, Malminen Tommi



ULKOILMAN BENTSO(A)PYREENIPI- TOISUUDET LAHDEN SEUDULLA VUOSINA 2020 – 2024

Kähäri Kaarina, Malminen Tommi

Sisällys

1.	Tiivistelmä	3
2.	Summary.....	4
3.	Johdanto	5
4.	PAH-yhdisteet.....	6
4.1	Hiukkaset (PM ₁₀ , PM _{2,5}).....	6
4.2	Bentso(a)pyreeni	6
5.	Lainsäädäntö.....	8
6.	Mittausjärjestelyt.....	9
6.1	Mittausasemat	9
6.2	Näytteiden keräys ja analysointi.....	11
7.	Mittausten laadunvarmennus	13
8.	Tulokset	14
9.	Johtopäätökset	19
	Lähteet	20
	Liite 1. PAH-pitoisuuksien mittausasemat Lahden seudulla vuosina 2020 - 2024	21
	Liite 2. B(a)P-pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Lahden seudulla vuosina 2020 – 2024	22

1. Tiivistelmä

Lahden kaupungissa ja Hollolan kunnassa tehtiin vuosien 2020 – 2024 aikana ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuuksien seuranta. Hengitettävien hiukkasten kokojakaumasta kerättiin näytteitä joka toinen vuorokausi. Lahdessa Launeen pientaloalueella näytteitä kerättiin koko viiden vuoden jakso. Hollolassa näytteitä kerättiin vuonna 2021 Salpakankaan keskuksessa Kansankadulla ja vuonna 2023 Kartanon pientaloalueella Kuntotiellä. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien seuranta oli osa Lahden kaupungin, Hollolan kunnan ja alueiden ilmapäästöjä aiheuttavien yritysten yhteistä ilmanlaadun yhteistarkkailusopimusta. Mittaukset teki Lahden kaupungin rakennus- ja ympäristövalvonta ja laboratorioanalyyseistä vastasi Eurofins Environment Testing Finland Oy.

Polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä eli PAH-yhdisteitä pääsee ilmaan epätäydellisissä palamisprosesseissa. PAH-yhdisteet ovat sitoutuneina hengitettäviin hiukkasiin ja pienhiukkasiin. Monet PAH-yhdisteet ovat terveydelle hyvin haitallisia ja niiden on todettu aiheuttavan ihmisille monenlaisia terveyshaittoja, kuten mutaatioita ja syöpää. Niille altistutaan yleisimmin hengittäen, varsinkin talviaikana, jolloin niitä hajottavaa auringon valoa on rajoitetusti tarjolla ja ilman liikehdintä on pienempää. Tällöin ne jäävätkin lähelle päästölähdettään ja pahimmassa tapauksessa ihmisten kotipihoille. Bentso(a)pyreeni on PAH-yhdiste, jolle on annettu EU-alueen yhteinen ohjausarvo.

Vuorokausinäytteiden bentso(a)pyreenipitoisuudet vaihtelivat paljon. Suurin osa näytteistä oli alle raja-arvotason $1,0 \text{ ng/m}^3$. Toisaalta joinakin vuorokausina varsinkin Lahdessa mitattiin myös poikkeuksellisen korkeita pitoisuuksia. Suuret pitoisuudet mitattiin pääsääntöisesti kylminä vuoden aikoina, jolloin bentso(a)pyreenin hajoaminen on hitaampaa, epäpuhtauksien laimeneminen usein hidasta ja pientalojen tulisijoja käytetään enemmän kuin lämpiminä vuodenaikoina.

Euroopan parlamentti ja neuvosto antoi loppuvuonna 2024 direktiivin 2024/2881, jonka mukaan bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvon on alitettava $1,0 \text{ ng/m}^3$ vuoteen 2030 mennessä. Lahdessa $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylitettiin kolmena vuonna viidestä. Hollolassa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo alitti $1,0 \text{ ng/m}^3$ molemmissa mittauspaikoissa. Mittausaikana voimassa ollutta ohjausarvoa 1 ng/m^3 ei ylitetty (kokonaisluku, ylitys vasta arvolla $1,5 \text{ ng/m}^3$).

Mittauksista voidaan päätellä, että direktiivin 2024/2881 asettama raja-arvo $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylittyy todennäköisesti osassa pientaloalueita tällä hetkellä ja puun pienpolton aiheuttamat ilmansaasteet aiheuttavat terveys ja viihtyvyshaittaa. Ilman toimenpiteitä näin voi varsin todennäköisesti käydä myös vuonna 2030 ja sen jälkeen. Raja-arvon ylittyminen vuonna 2030 tai sen jälkeen edellyttää ilmanlaatusuunnitelman laatimista, jolloin keinot bentso(a)pyreenipitoisuuksien pienentämiseksi pientaloaluilla tulee olla mietittyinä. Ensisijaisena toimenpiteenä on tiedottaminen oikeista puunpoltto tavoista, jotta tulisijoissa palaminen tapahtuu mahdollisimman puhtaasti. Samalla puusta saatava lämpöenergia saadaan paremmin talteen ja hiukkaspäästöt sekä niihin sitoutuneiden PAH-yhdisteiden pitoisuudet ulkoilmassa pienenevät ja ei-toivotut terveysvaikutukset vähentyvät.

2. Summary

Between 2020 and 2024, ambient air measurements of benzo(a)pyrene concentrations was conducted in the City of Lahti and the Municipality of Hollola. Samples of respirable particulate matter were collected every other day. In Lahti, samples were collected throughout the entire five-year period in the Laune residential area. In Hollola, sampling took place in 2021 in the Salpakangas center on Kansankatu and in 2023 in the Kartano residential area on Kuntotie. The monitoring of benzo(a)pyrene concentrations was part of a contract of air quality monitoring between the City of Lahti, the Municipality of Hollola, and local companies. The measurements were conducted by the City of Lahti, and the laboratory analyses were performed by Eurofins Environment Testing Finland Oy.

Polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) are released into the air during incomplete combustion processes. PAHs are bound to inhalable and fine particles. Many PAHs are highly harmful to human health and have been shown to cause a variety of health issues, such as mutations and cancer. The most common route of exposure is through inhalation, particularly in winter, when sunlight that would normally break down these compounds is limited, and air movement is reduced. As a result, PAHs tend to remain close to their emission sources, potentially even reaching residential yards. Benzo(a)pyrene is one PAH compound that has an EU-wide target value.

Daily benzo(a)pyrene concentrations varied considerably. Most samples were below the threshold value of 1.0 ng/m³. However, on some days, particularly in Lahti, exceptionally high concentrations were recorded. These high values typically occurred during the colder seasons, when the breakdown of benzo(a)pyrene is slower, pollutant dispersion is reduced, and wood-burning stoves in residential areas are used more frequently than in warmer months.

At the end of 2024, the European Parliament and the Council issued Directive 2024/2881, which requires that the annual average concentration of benzo(a)pyrene must be below 1.0 ng/m³ by the year 2030. In Lahti, this level was exceeded in three out of the five years. In Hollola, the annual average remained below 1.0 ng/m³ at both measurement sites. The guideline value in effect during the monitoring period (1 ng/m³) was not officially exceeded, as exceedance was only recognized at 1.5 ng/m³ and above with old target value.

The monitoring results suggest that the 1.0 ng/m³ limit set in Directive 2024/2881 is likely already being exceeded in some detached housing areas, and emissions from small-scale wood burning are causing both health and comfort issues. Without intervention, this situation will likely persist in 2030 and beyond. If the limit is exceeded in 2030 or afterward, an air quality plan will be required, including measures to reduce benzo(a)pyrene concentrations in residential areas. The primary measure should be public education on proper wood-burning techniques to ensure as clean a combustion process as possible. This would also improve heat recovery from the wood, reduce particulate emissions and PAH concentrations in outdoor air and mitigate associated negative health effects.

3. Johdanto

Bentso(a)pyreeni (B(a)P) on PAH-yhdiste, jota syntyy epätäydellisessä palamisessa. Erityisesti pientaloalueilla, missä pieniä tulisijoja käytetään ahkerasti, B(a)P-pitoisuudet ilmassa voivat nousta terveyshaittoja aiheuttavalle tasolle. PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreeni on valittu syöpävaarallisuutensa vuoksi merkkiaineeksi, jolle Euroopan Parlamentti ja Euroopan Unioni on antanut ohjausarvon. Tässä raportissa esitetään hengitettäviin hiukkasiin sitoutuneiden ulkoilman bentso(a)pyreenin pitoisuudet Lahdessa ja Hollolassa vuosina 2020 – 2024.

Lahdessa Launeen omakotitaloalueella aloitettiin vuonna 2020 tutkimus alueen PAH-pitoisuuksista. Hollolassa PAH-mittauksia tehtiin vuonna 2021 Hollolan kuntakeskuksessa ja vuonna 2023 Kartanon pientaloalueella. Tutkimukset ovat olleet osa Lahden kaupungin, Hollolan kunnan ja alueen ilmapäästöjä aiheuttavan yritystoiminnan solmimaa ilmanlaadun yhteistarkkailusopimusta. Lahden kaupungin rakennus- ja ympäristöpalvelut vastasi näytteiden keräämisestä ja Eurofins Environment Testing Finland Oy näytteiden analysoinnista. Näytteitä kerättiin joka toinen vuorokausi.

4. PAH-yhdisteet

Polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä eli PAH-yhdisteitä pääsee ilmaan epätäydellisissä palamisprosesseissa. PAH-yhdisteet ovat sitoutuneina hengitettäviin ja pienhiukkasiin, ja ne liikkuvat ilmavirtojen mukana ja voivat päätyä tuulisissa olosuhteissa kauaskin päästölähteestään. Toisaalta tuulen tyyntyessä ja inverttilanteen vallitessa PAH-yhdisteet voivat jäädä päästölähteen läheisyyteen pitkiksikin ajoiksi.

Monet PAH-yhdisteet ovat terveydelle hyvin haitallisia ja niiden on todettu aiheuttavan

ihmisille monenlaisia terveyshaittoja, kuten mutaatioita ja syöpää. Niille altistutaan yleisimmin hengittäen, varsinkin talviaikana, jolloin niitä hajottavaa auringon valoa on rajoitetusti tarjolla ja ilman liikehdintä on pienempää. Tällöin ne jäävätkin lähelle päästölähdettään ja pahimmassa tapauksessa ihmisten kotipihoille.

Bentso(a)pyreeni on PAH-yhdiste, jolle on annettu EU-alueen yhteinen ohjausarvo.

4.1 Hiukkaset (PM₁₀, PM_{2,5})

Ilmassa leijuva pöly on peräisin osin luonnosta ja osin ihmisen toiminnoista. Kaupunki-ilmaan leijuvaa pölyä tulee mm. energiantuotannosta, liikenteestä, erilaisista teollisuusprosesseista ja kotitalouksien puun pienpoltoista. Halkaisijaltaan alle 10 µm:n hiukkasia kutsutaan hengitettäviksi hiukkasiksi (PM₁₀) ja alle 2,5 µm:n hiukkasia pienhiukkasiksi (PM_{2,5}).

Pienet hiukkaset pääsevät syvälle hengitysteihin, alle 2,5 µm hiukkaset jopa keuhkorakuihin saakka. Suuret hiukkaset, jota esimerkiksi keväinen tiepöly pääasiassa on, pysähtyvät ylähengitysteihin. Mitä syvemmälle hengitysteihin hiukkaset pääsevät, sitä

hitaammin ne sieltä poistuvat ja sitä haitallisempia ne ovat terveydelle. Leijuva pöly ärsyttää hengitysteiden ja silmien limakalvoja. Pienet hiukkaset aiheuttavat astmakohtauksien lisääntymistä, keuhkojen toimintakyvyn heikkenemistä ja lisääntyneitä hengitystietulehduksia. Pölyssä voi olla mukana myös syöpävaarallisia ja perimämuutoksia aiheuttavia ainesosia kuten PAH-yhdisteitä. Korkeiden pienhiukkaspitoisuuksien arvioidaan jopa suoranaisesti lisäävän ihmisten kuolleisuutta. Kasveja pöly vaurioittaa tukkimalla niiden ilmarakojen. Hyvin korkeat hiukkaspitoisuudet saattavat estää kasvien aineenvaihdunnan kokonaan.

4.2 Bentso(a)pyreeni

Bentso(a)pyreeni on rakenteeltaan vahva ja suurikokoinen PAH-yhdiste. Se esiintyy yleensä ilmakehässä kiinnittyneenä noki- tai hiilihiukkasten pinoille. Näiden ominaisuuksiensa vuoksi sen hajoaminen voi olla

hyvinkin hidasta. Sen hajoamisnopeus on vahvasti riippuvainen myös ilman lämpötilasta ja auringonsäteilystä. Talvisaikaan, keuhkojen ollessa kylmiä ja pimeitä, sen on todettu säilyvän ilmakehässä pahimmillaan jopa

useita viikkoja. Tilannetta pahentaa entisestään kylminä talvipäivinä muodostuva ilman inversiokerros, joka estää ilmaa sekoittumasta. Tällöin haitalliset yhdisteet jäävät leijumaan matalalle ja altistuminen niille on entistä todennäköisempää.

Tutkimuksissa bentso(a)pyreenin on huomattu olevan pääosin peräisin puun polttamisesta.

Bentso(a)pyreeni on otettu EU:n laajuisesti PAH-yhdisteiden merkkiaineeksi, koska se on

syöpävaarallinen, ja sille onkin annettu ohjausarvo, minkä alle tulee päästä. Lisäksi sen on todettu aiheuttavan myös allergisia iho- ja silmäoireita, perimä-, ja sikiövaurioita, kehittymisongelmia sekä heikentävän hedelmällisyyttä. Sille altistutaan pääasiassa hengittämällä ilmaa alueilla, joilla puuta poltetaan paljon. Ominaisuuksiensa puolesta se on erityisen haitallinen yhdiste, sillä päätyessään elimistöön se voi myös jäädä sinne ja kertyä kudoksiin ja sisäelimiin.



Kuva 1. Puun poltto tuottaa bentso(a)pyreeniä ilmaan.

5. Lainsäädäntö

Suomessa valtioneuvoston asetuksessa 113/2017 (ilmanlaatuasetus) määritettiin PAH-yhdisteiden tarkasteluaineeksi syöpävaarallisuuden merkkiaine bentso(a)pyreeni, jolle annettiin alemmaksi vuotuiseksi arviointikynnykseksi 0,4 ng/m³ ja ylemmäksi vuotuiseksi arviointikynnykseksi 0,6 ng/m³. VnA 113/2017 mukaan vuotuinen tavoitekeskiarvo bentso(a)pyreenille oli 1 ng/m³.

Euroopan parlamentti ja neuvosto antoi ilmanlaatudirektiivin Ilmanlaadusta ja sen parantamisesta (EU) 2024/2881, joka tuli voimaan 10.12.2024. Direktiivin täytäntöönpano muuttamalla ympäristönsuojelulakia ja ilmanlaatuasetusta on kansallisesti tehtävä 10.12.2026 mennessä, mutta direktiivi on siis voimassa. Direktiivin tavoitteena on parantaa ilmanlaatua vuoteen 2030 mennessä.

Direktiivi tiukentaakin bentso(a)pyreenin raja-arvoa 1 ng/m³ arvosta arvoon 1,0 ng/m³.

Jos uusi raja-arvo ylittyy vuonna 2030 tai sen jälkeen, on laadittava ilmanlaatusuunnitelma. Ilmanlaatusuunnitelmassa pitää esittää toimenpiteet raja-arvon tai tavoitearvon saavuttamiseksi ja ylityksen keston pitämiseksi mahdollisimman lyhyenä. Ilmanlaatusuunnitelma on laadittava mahdollisimman pian, viimeistään kahden vuoden kuluttua siitä kalenterivuodesta, jona raja-arvo tai tavoitearvo on ylittynyt.

Taulukossa 1 esitetään kansallisessa lainsäädännössä voimassa olevat ohjausarvot ja direktiivin 2024/2881 mukainen raja-arvo.

Taulukko 1. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvon ohjausarvot

Kansallisessa lainsäädännössä voimassa oleva alempi arviointikynnys	0,4 ng/m ³
Kansallisessa lainsäädännössä voimassa oleva ylempi arviointikynnys	0,6 ng/m ³
Kansallisessa lainsäädännössä voimassa oleva raja-arvo	1 ng/m ³
10.12.2024 voimaan tullut EU raja-arvo, joka pitää alittaa vuoteen 2030 mennessä	1,0 ng/m ³

6. Mittausjärjestelyt

Bentso(a)pyreenipitoisuudet analysoitiin hiukkasnäytteistä, jotka sisälsivät hengitettävien hiukkasten kokojakauman hiukkaset vuorokauden ajalta. Näytteitä kerättiin automaattikeräimellä, joka imi ilmaa PM10 -esierottimen läpi teflonsuodattimelle vuorokauden ajan / näyte. Näytteiden keräys tehtiin joka toinen päivänä. Kerätyistä hiukkasnäytteistä analysoitiin PAH-yhdisteitä Eurofins Environment Testing Finland Oy:n Lahden

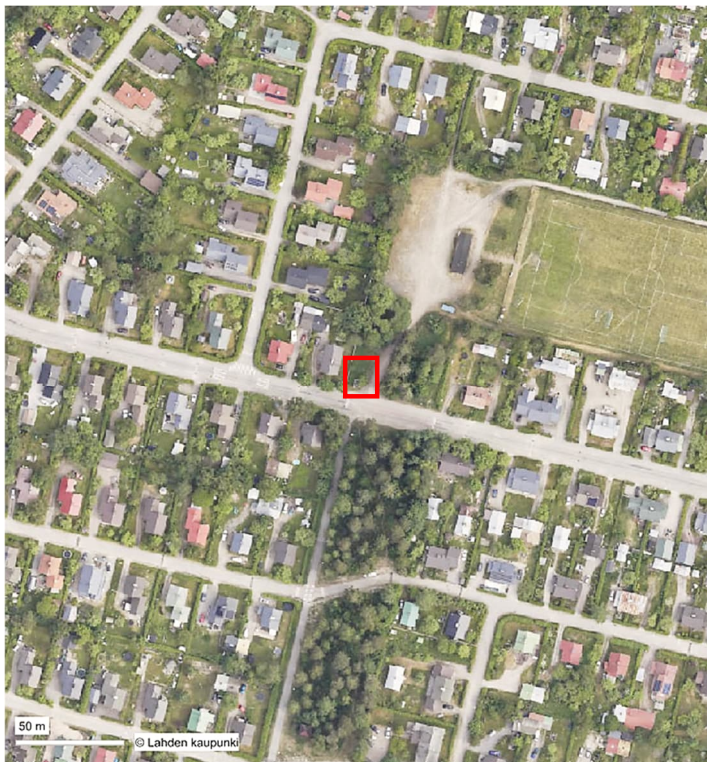
laboratoriossa. Jokainen näyte analysoitiin, eikä kokoomanäytteitä tehty.

Lahdessa näytteitä alettiin keräämään vuoden 2020 alussa Mustamäenkadulla Launeella. Hollolassa näytteitä kerättiin Salpakaankaalla, Kansankadun ja Keskuskadun kulmauksessa vuonna 2021. Vuonna 2023 näytteitä kerättiin Hollolassa Kartanon omakotialueella, Kuntotien varrella.

6.1 Mittausasemat

Mustamäenkatu

Mustamäenkadulla sijaitseva mittausasema sijoittuu eteläiseen Lahteen Launeen kaupunginosaan. Alueella on runsaasti pääosin 1940 – ja 1950 -luvuilla rakennettuja pientaloja. Mittausaseman läheisyydessä on paljon tulisijallisia pientaloja. Kuvissa 2 ja 3 esitetään mittausasema, mittausaseman sijainti ja ympäristöä.



Kuvat 2 - 3. Bentso(a)pyreeninäytteitä kerättiin Lahdessa Launeen pientaloalueen keskellä.

Kansankatu

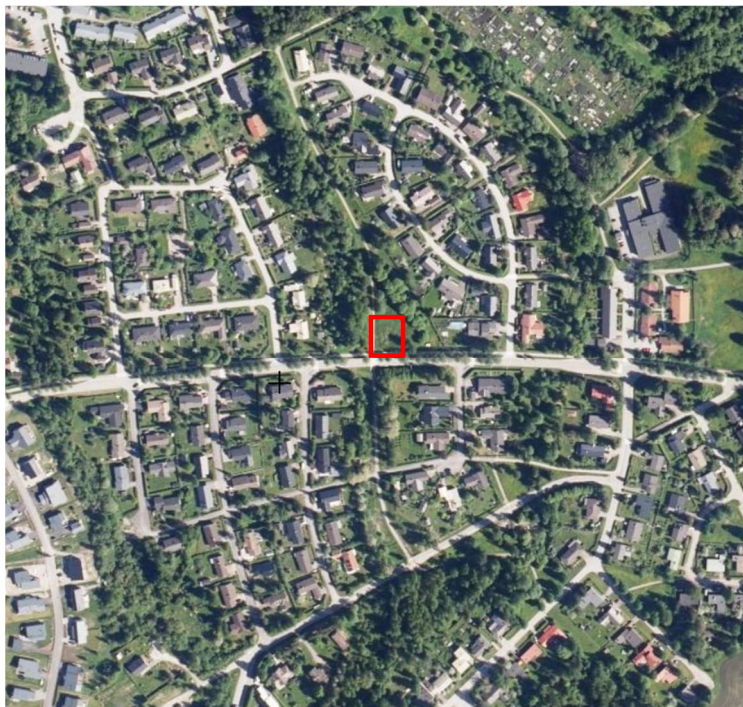
Kansankadun mittausaseman sijaitsee Salpakankaan kuntakeskuksessa VT 12:n läheisyydessä. Alueella asuu noin puolet Hollolan asukkaista. Salpakankaalla sijaitsee pääosa Hollolan kunnan palveluista ja se on Hollolan kaupallinen ja yrityselämän keskus. Mittausaseman läheisyydessä on kaupallisia toimijoita ja kerrostaloja. Puun pienpoltto mittausaseman läheisyydessä on vähäistä. Kuvissa 4 ja 5 esitetään mittausasema, mittausaseman sijainti ja ympäristöä.



Kuvat 4 – 5. Kansankadun mittausasema sijaitsi Salpakankaan kuntakeskuksessa vuonna 2021. (ilmakuva Maanmittauslaitos)

Kuntotie

Kuntotien mittausasema sijaitsi Kartanon pientaloalueella melko lähellä Hollolan Salpakankaan keskusta. Mittausasema oli puistossa Kuntotien varrella. Aseman ympärillä oli tiivistä pientalo-asutusta. Kuvissa 6 ja 7 esitetään mittausasema, mittausaseman sijainti ja ympäristöä.



Kuvat 6 - 7. Kuntotien mittausasema sijaitsi Kartanon pientaloalueella Hollolassa vuonna 2023. (ilmakuva Maanmittauslaitos)

6.2 Näytteiden keräys ja analysointi

PAH-seuranta tehtiin Hollolan ja Lahden ilmanlaadun yhteistarkkailusopimuksen puitteissa. Näytteet kerättiin joka toinen vuorokausi Leckel SEQ 47/59 referenssikeräimillä, jotka oli sijoitettu termostoituihin mittauskoppeihin. Lahden ympäristöpalvelut hoiti näytteiden keräämisen standardin SFS-EN 12341:2014 mukaisesti ilmanlaatuasetuksen 113/2017 mukaisilla referenssikeräimillä.

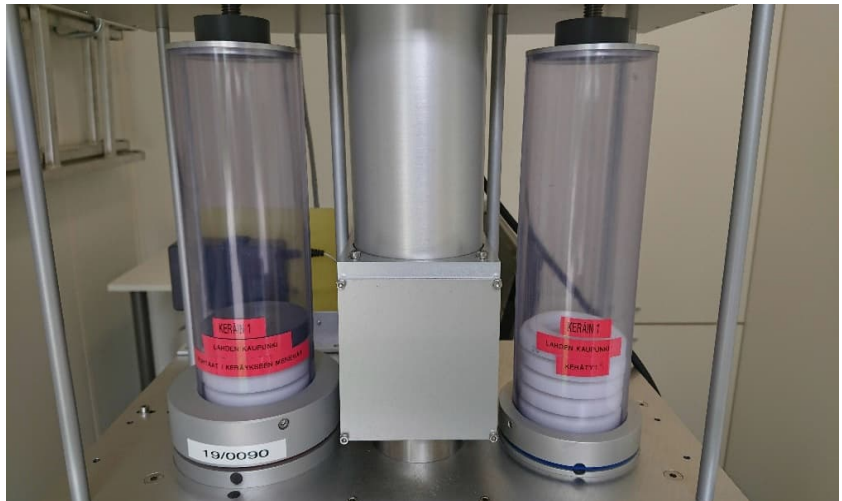
Ennen keräyksiä laboratorio pakkasi teflon-suodattimet numeroituihin suodatinpidikkeisiin ja suodatinpidikkeet suodatinkoteloihin, joihin laitettiin suodattimia kolmen viikon tarpeeseen + tarvittavat nollanäytesuodattimet.

Lahden ympäristöpalvelujen henkilö kävi asentamassa suodatinkotelot suodattimien automaattikeräimiin ja ohjelmoi laitteiden keräyssykliä. Keräykset tehtiin Lahdessa ja Hollolassa samoina vuorokausina.

Lahden ympäristöpalveluiden henkilö vaihtoi suodatinkotelot vähintään kerran kolmessa viikossa ja toimitti kerätyt suodattimet kotoineen laboratorioon. Laboratorio analysoi standardin EN 15549:2008 ja teknisen spesifikaatin CEN/TS 16645:2014 mukaisesti

jokaisesta suodattimesta bentso(a)pyreenipitoisuudet.

Kuvissa 8 ja 9 on nähtävissä käytettyä mitauslaitteistoa.



Kuvat 8 - 9. Leckel SEQ 47/50-hiukkaskeräin ja näytteiden keräyksessä käytettyjä suodattimia.

7. Mittausten laadunvarmennus

Ulkoilmanlaadun seuranta Lahdessa ja Hollolassa tehdään vallitsevan lainsäädännön ja mittauksiin liittyvien standardien mukaisesti. Seurannassa toimitaan ilmanlaadun seurannan laatujärjestelmän mukaisesti, ja laatujärjestelmää päivitetään aktiivisesti. Laatujärjestelmä sisältää yksityiskohtaiset kirjalliset menetelmä- ja laiteohjeet laadukkaiden ilmanlaadun mittausten tekemiseen. Laatujärjestelmä on laadittu standardeja SFS-EN ISO 9000:2005, SFS-EN ISO 9001:2008, SFS-EN ISO 9004:2009 sekä SFS-EN 17025:2017 soveltaen.

Mittausverkko osallistuu kansallisen referenssilaboratorion tekemiin auditointeihin ja vertailumittauksiin. Kansallinen referenssilaboratorio auditoi käytetyn laatujärjestelmän ja teki vertailumittaukset typen oksidien ja otsonin mittauksista vuonna 2023. PAH-seurannan referenssilaboratorio auditoi vuonna 2020. Laatujärjestelmälle tehtiin Lahden kaupungin kaupunkiympäristön palvelualueella sisäinen auditointi vuonna 2019. Laatujärjestelmää päivitetään jatkuvatoimisesti.

Mittaustulosten laadunvarmistuksessa käytetään Lahden ympäristöpalveluiden oman työn ohella ulkopuolisia konsultteja, jotka

seuraavat Lahden ympäristöpalvelujen henkilöiden lisäksi järjestelmän toimivuutta ja mittaustuloksia sekä tekevät tarpeellisia kalibrointeja ja datan editointeja.

Kenttämittausten laadunvarmistukset tehdään standardin SFS EN 17025:2017 vaatimuksia soveltaen. Kalibroinneissa käytettäviä laitteita verrataan säännöllisesti kansallisen vertailulaboratorion laitteisiin tai jälki perustuu jäljitettävään määrittelyyn. Käytettävät laitteet täyttävät hankintahetkellä voimassa olleet tyyppihyväksyntää koskevat vaatimukset. Analyysien laadusta vastaa analyysit tekevä laboratorio.

Ilmanlaadun laatukuvaus esitetään Lahden kaupungin internetsivuilla.

Lahden ympäristöpalvelut hoitaa PAH-näytteiden (PM10 hiukkaskoko) keräämisen standardin SFS-EN 12341:2014 mukaisesti ilmanlaatuasetuksen 113/2017 mukaisilla referenssikeräimillä. Konsultti kalibroi keräimien virtaukset neljä kertaa vuodessa. Laboratorio vastaan analyysien laadusta. Laboratorio analysoi näytteet standardin EN 15549:2008 ja teknisen spesifikaatin CEN/TS 16645:2014 mukaisesti.

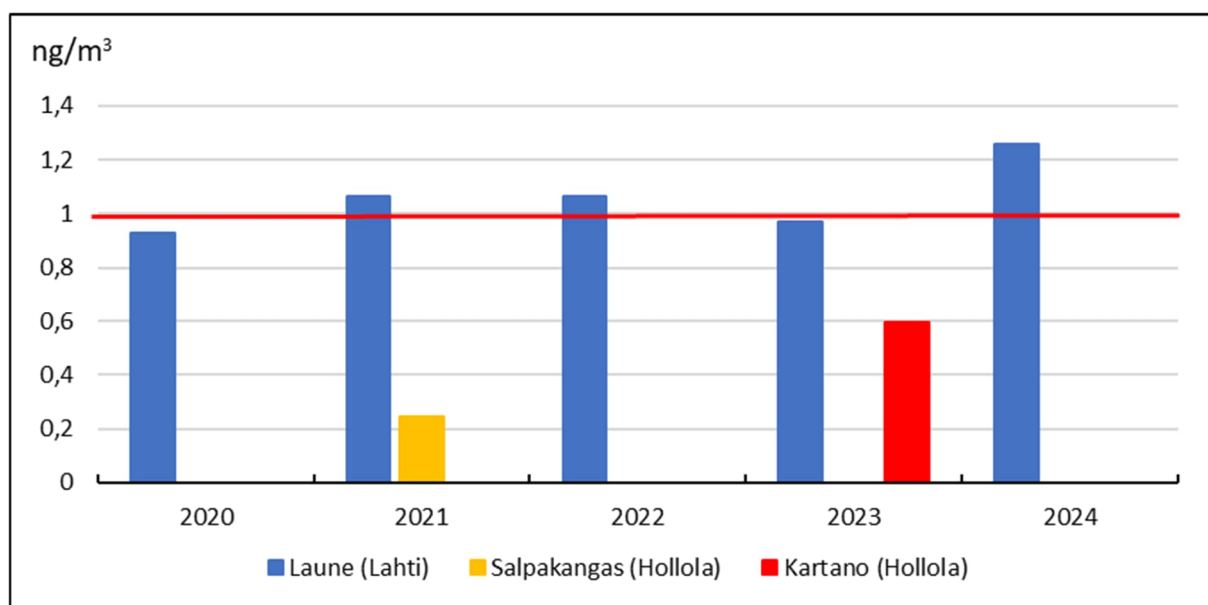
8. Tulokset

Tutkimusjakson aikana mitattiin vaihtelevia bentso(a)pyreenipitoisuuksia. Vuosien 2020 – 2024 aikana Lahdessa tehdyissä mittauksissa bentso(a)pyreenin vuorokausikeskiarvo vaihteli välillä 0,02 ng/m³ ja 21 ng/m³. Vuosikeskiarvo oli kuitenkin kaikkina vuosina lähellä voimassa olevaa raja-arvoa 1 ng/m³ vaihdellen välillä 0,9 – 1,3 ng/m³. Hollolassa Kansankadulla bentso(a)pyreenin

vuorokausikeskiarvo vaihteli välillä 0,02 ng/m³ ja 2,9 ng/m³ vuoden 2021 aikana vuosisikeskiarvon ollessa 0,2 ng/m³. Kuntotiellä vaihtelua vuorokausien välillä oli 0,01 ng/m³ ja 11 ng/m³ välillä. Taulukossa 2 on esitetty bentso(a)pyreenipitoisuuksia kuvaavia tunnuslukuja Lahdessa ja Hollolassa. Kuvassa 10 esitetään bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot suhteessa raja-arvoon.

Taulukko 2. Bentso(a)pyreenin näytteiden lukumäärä, keskiarvo, mediaani, minimi- ja maksimiarvot ja 1 ng/m³ ylittävien vuorokausiarvojen lukumäärä sekä osuus vuoden kaikista näytteistä vuosina 2020–2024

	n kpl	Kes- kiarvo ng/m ³	Medi- aani ng/m ³	Min ng/m ³	Max ng/m ³	B(a)P yli 1 ng/m ³	
						kpl	% näytteistä
<i>Lahti Mustamäenkatu 2020</i>	181	0,93	0,59	0,04	13	8	4 %
<i>Lahti Mustamäenkatu 2021</i>	183	1,07	0,52	0,03	13	11	6 %
<i>Lahti Mustamäenkatu 2022</i>	182	1,07	0,61	0,02	17	60	33 %
<i>Lahti Mustamäenkatu 2023</i>	182	0,97	0,59	0,03	7,8	18	10 %
<i>Lahti Mustamäenkatu 2024</i>	169	1,26	0,72	0,03	21	63	37 %
<i>Hollola Kansankatu 2021</i>	180	0,24	0,11	0,02	2,9	2	1 %
<i>Hollola Kuntotie 2023</i>	176	0,60	0,27	0,01	11	28	16 %



Kuva 10. Bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot Lahden seudulla vuosina 2020 – 2024.

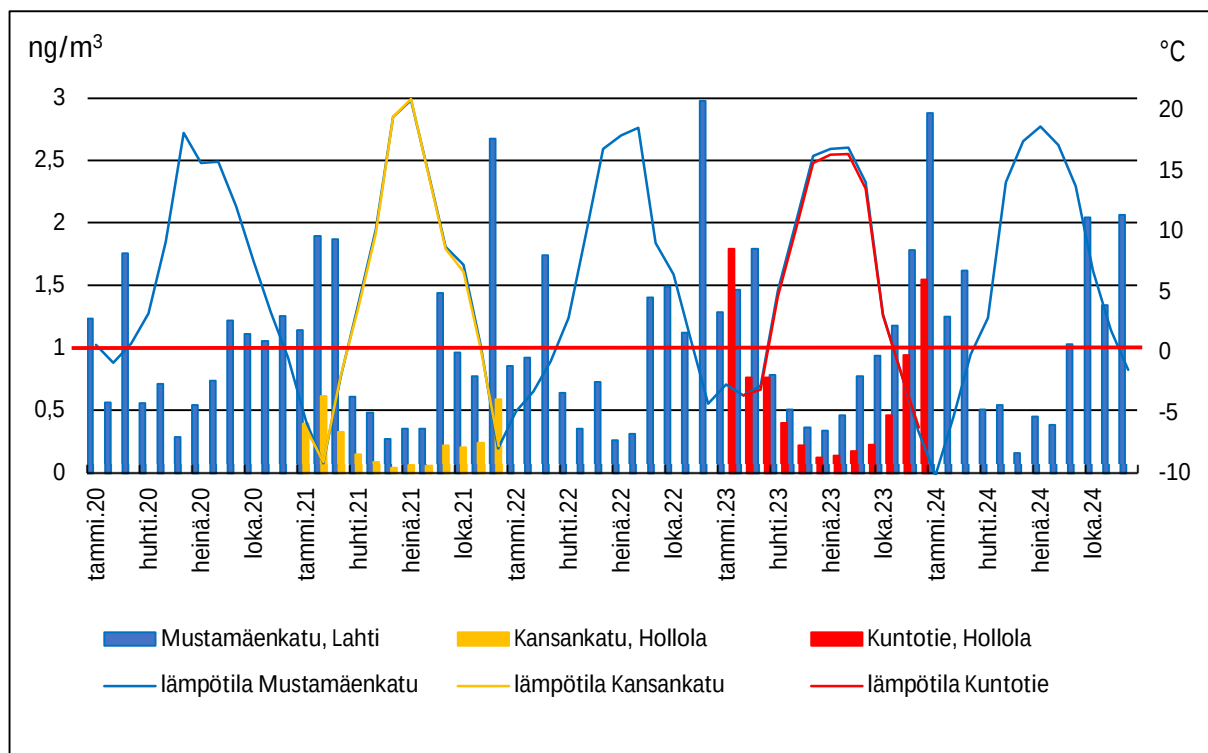
Kuukausikeskiarvoista nähdään, että suurimmat bentso(a)pyreenipitoisuudet mitattiin talviaikoina. Ulkoilman lämpötila ja bentso(a)pyreenipitoisuudet suhtautuvat kääntäen verrannollisesti toisiinsa kuten kuvasta 11 nähdään. Taulukossa 3 esitetään bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvojen pienimmät ja

suurimmat arvot vuosittain sekä kuukausien lukumäärä, jolloin kuukausikeskiarvo ylitti 1 ng/m³ sekä kuukaudet, jolloin ylitykset mitattiin.

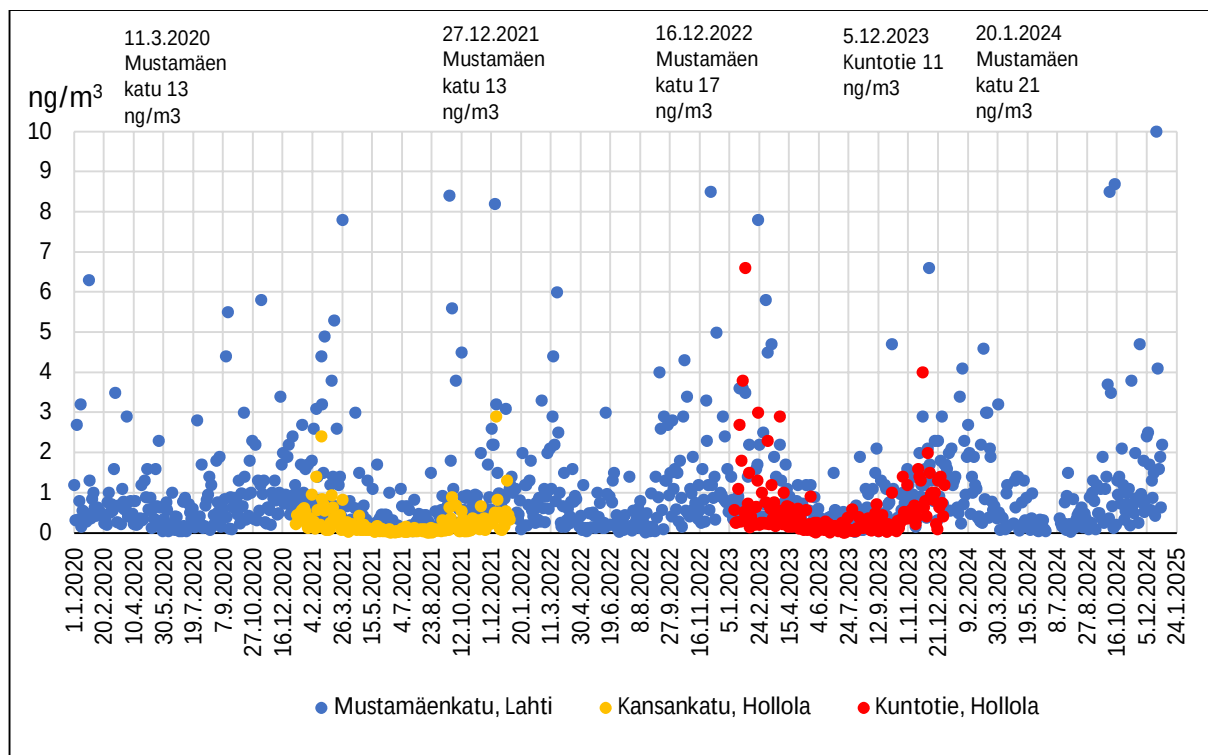
Kuvassa 12 esitetään bentso(a)pyreenin vuorokausikeskiarvot vuosina 2020 – 2024.

Taulukko 3. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvojen min, max sekä kuukaudet, jolloin keskiarvo ylitti 1 ng/m³ pitoisuuden.

	Min ng/m ³	Max ng/m ³	Kuukausia yli 1 ng/m ³ kpl	Kuukaudet, jolloin yli 1 ng/m ³
<i>Lahti Mustamäenkatu 2020</i>	0,3	1,8	6	tammi, maaliskuu, syys, loka, marras, joulukuu
<i>Lahti Mustamäenkatu 2021</i>	0,3	2,7	5	tammi, helmikuu, maaliskuu, syys, joulukuu
<i>Lahti Mustamäenkatu 2022</i>	0,3	3,0	5	maaliskuu, syys, loka, marras, joulukuu
<i>Lahti Mustamäenkatu 2023</i>	0,3	1,8	5	tammi, helmikuu, maaliskuu, mar- ras, joulukuu
<i>Lahti Mustamäenkatu 2024</i>	0,4	2,9	7	tammi, helmikuu, maaliskuu, syys, loka, marras, joulukuu
<i>Hollola Kansankatu 2021</i>	0,04	0,6	0	-
<i>Hollola Kuntotie 2023</i>	0,1	1,8	2	tammi, joulukuu



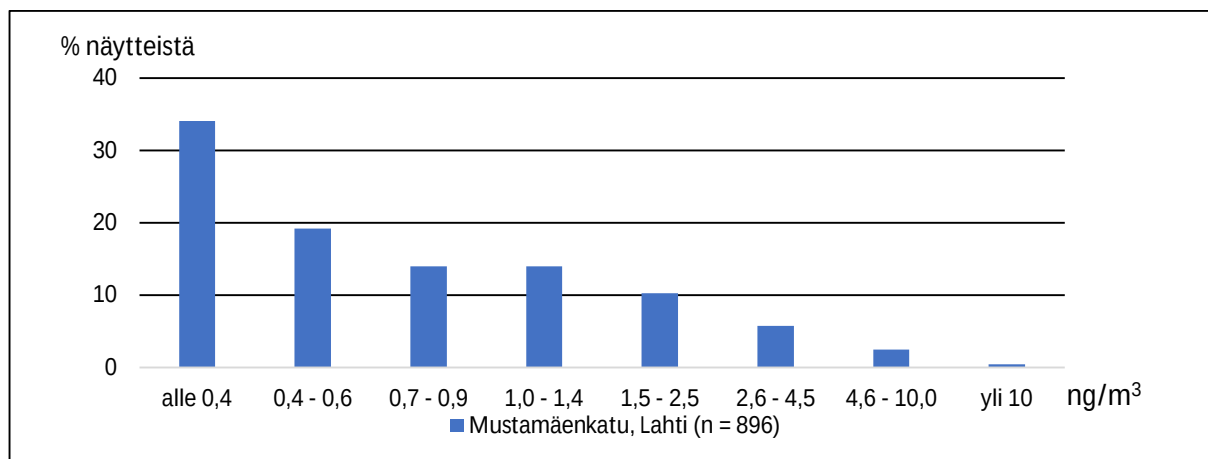
Kuva 11. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot ja lämpötilat Lahden seudulla vuosina 2020 – 2024.



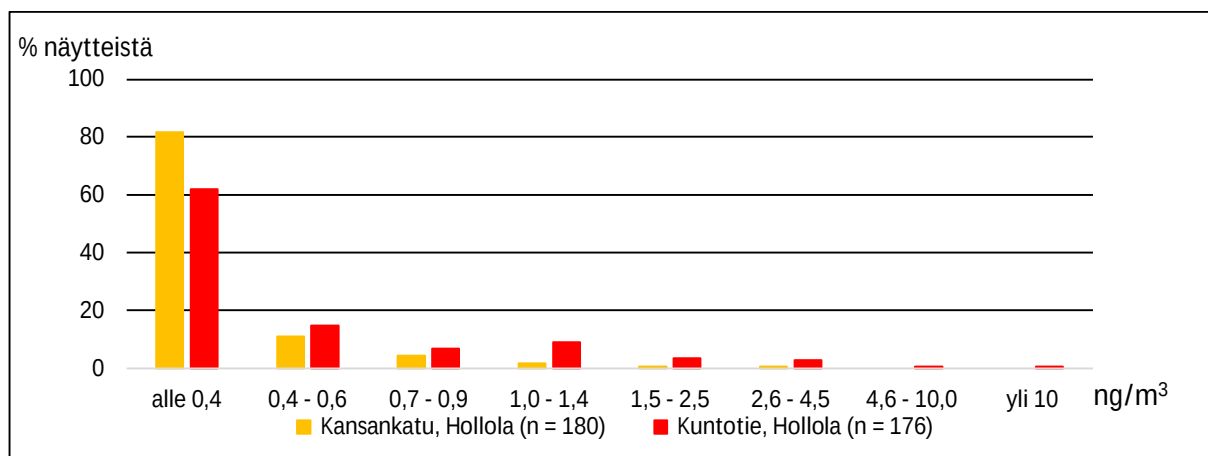
Kuva 12. Bentso(a)pyreenin vuorokausikeskiarvot Lahdessa ja Hollolassa vuosina 2020 – 2024.

Kun tarkastellaan vuorokausipitoisuuksien osuuksia jaoteltuna eri suuruisiin pitoisuusalueisiin, nähdään, että kaikilla mittausasemilla suurin osa mitatuista vuorokausista, alittaa vuosiraja-arvoksi asetetun raja-arvotason $1,0 \text{ ng/m}^3$. Launeella alle $1,0 \text{ ng/m}^3$ oli 67 % kaikista vuosina 2020 – 2024 kerätyistä näytteistä (näytteitä 896 kpl). Salpakan kaan keskuksessa jopa 97 % vuonna 2021 mitatuista vuorokausista (näytteitä 180 kpl) bentso(a)pyreenin vuorokausikeskiarvo alitti 1 ng/m^3 pitoisuuden. Kartanon

alueella Hollolassa 84 % vuonna 2023 kerätyistä näytteistä (näytteitä 176 kpl) alitti 1 ng/m^3 pitoisuuden. Kuvassa 13 esitetään Lahdessa Launeella kerättyjen näytteiden bentso(a)pyreenipitoisuuksien jakautuminen vuosien 2020 – 2024 aikana kerätyistä näytteistä. Kuvassa 14 esitetään Hollolassa Salpakan kaan kansankadulla vuonna 2021 kerättyjen ja Kartanon alueen Kuntotiellä vuonna 2023 kerättyjen näytteiden bentso(a)pyreenipitoisuuksien jakautuminen.



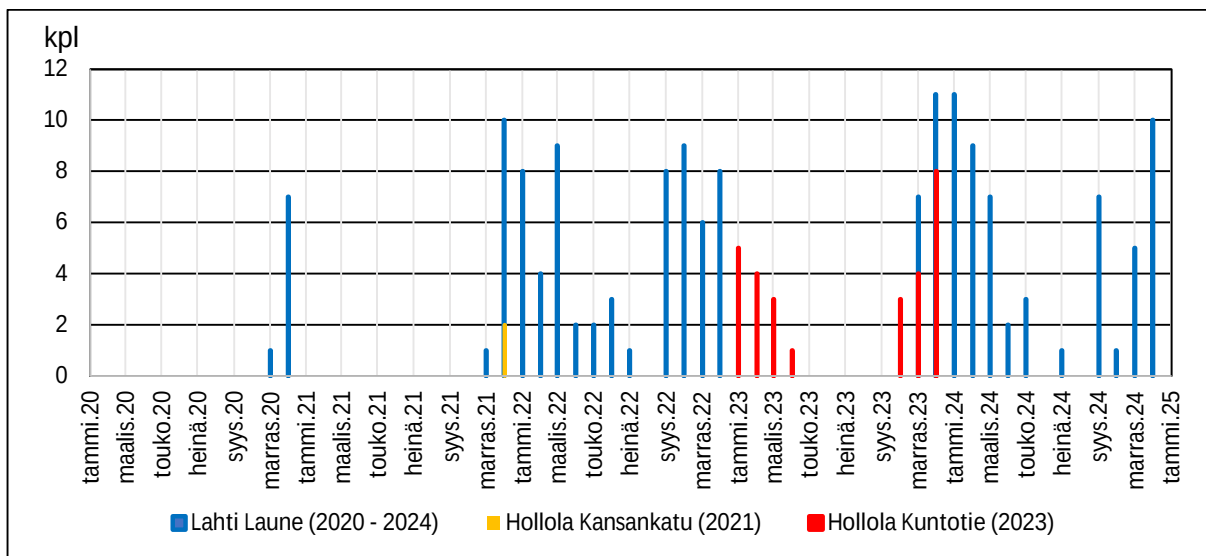
Kuva 13. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien vuorokausikeskiarvojen jakautuminen Lahdessa Mustamäenkadulla vuosina 2020 – 2024.



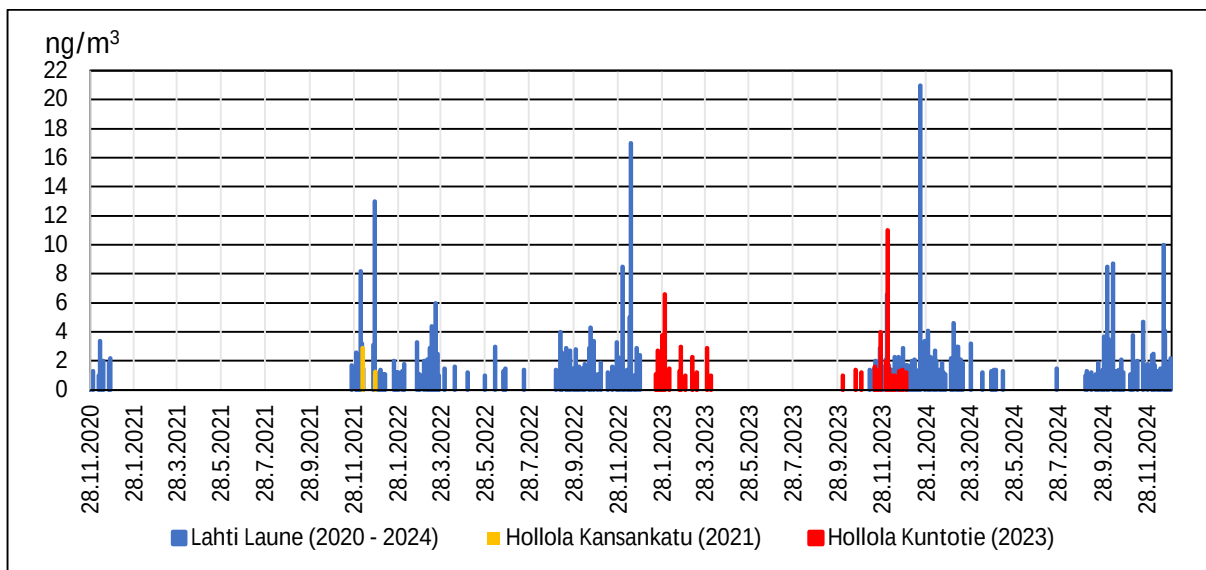
Kuva 14. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien jakautuminen Hollolassa Kansankadulla vuonna 2021 ja Kuntotiellä vuonna 2023.

Kun tarkastellaan, milloin $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylityksiä mitattiin, nähdään, että ylitykset sijoittuvat ajallisesti pääosin kylmiin vuodenaikoihin. Talvella bentso(a)pyreeni hajoaa hitaammin, tulisijoja käytetään enemmän ja sääolosuhteet ovat useammin sen kaltaiset, etteivät pientalojen matalista savupiipuista tulevat epäpuhtaudet pääse nousemaan ja laimenemaan niin tehokkaasti kuin kesäaikana. Kuvassa 15 esitetään $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylittävien

vuorokausien määrä kuukausittain. Kuvassa 16 esitetään yli $1,0 \text{ ng/m}^3$ pitoisuudet kuukausittain. Siitä nähdään, että joitakin poikkeuksellisen korkeita vuorokausiarvoja mitattiin vuosina 2020 – 2024, mutta kaikilla mitauspaikoilla vähintään 80 % $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylittävistä arvoista oli alle 3 ng/m^3 . Hollolan Kansankadulla ei ollut yhtään yli 3 ng/m^3 vuorokausiarvoa.



Kuva 15. Bentso(a)pyreenin $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylittävien vuorokausien lukumäärät kuukausittain vuosina 2020 – 2024.



Kuva 16. Bentso(a)pyreenin $1,0 \text{ ng/m}^3$ ylittävät vuorokausiarvot vuosina 2020 – 2024.

9. Johtopäätökset

Energiantuotanto ja liikenne ovat merkittävimmät ulkoilman epäpuhtauksien lähteet Lahden seudulla. Alueella tehtyjen bentso(a)pyreenitutkimusten valossa näyttää myös siltä, että näiden lisäksi puun pienpoltto vaikuttaa merkittävästi ilmanlaatuun. Lahdessa omakotitaloalueella mitattiin EU:n mittausaikaisen tavoitearvon sivuavia vuosikeskiarvoja jokaisena mittausvuonna 2020 – 2024. Kun verrataan tuloksia EU:n 10.12.2024 tiukentuneeseen ohjausarvoon $1,0 \text{ ng/m}^3$, vuosikeskiarvo ylitti sen neljänä vuonna viidestä. Hollolassa Salpakankaalla bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli vain viidesosa EU:n ohjausarvosta. Salpakankaan lähistöllä pientaloalueella bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo oli sen sijaan kolme kertaa suurempi kuin Salpakankaalla, mutta kuitenkin 40 % pienempi kuin Lahdessa. Eroa osaltaan selittää se, että Lahdessa mittauspisteen ympäristössä on enemmän pientaloja kuin Hollolan Kuntotiellä.

Bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat alle 1 ng/m^3 valtaosassa kerätyistä näytteistä. Vuorokausien keskiarvojen vaihtelu oli suurta, ja poikkeuksellisen suuret vuorokausiarvot nostivat kuukausikeskiarvoja. Pääasiallisesti suuret vuorokausiarvot mitattiin vuorokausina, jolloin oli kylmää. Kylminä ja tyyninä vuorokausina inversiotilanteet estävät ilman epäpuhtauksien leviämisen ja laimenemisen. Tällaisina kylminä päivinä myös tulisijoja käytetään todennäköisesti enemmän.

Salpakankaalla, missä pientaloja ei ollut aivan mittausaseman läheisyydessä, mutta liikennettä oli enemmän, pitoisuudet olivat pienempiä kuin mittauspaikoissa, missä näytteet kerättiin pientaloalueilla ja liikennettä oli vähemmän. Tästä voidaan päätellä bentso(a)pyreenin aiheutuneen pienten tulisijojen käytöstä.

Hengitettävistä hiukkasista analysoitujen polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen pitoisuustasoista voidaan päätellä, että puun pienpolton aiheuttamiin ilmanlaatuvaikutuksiin on syytä kiinnittää huomiota. Tulisijan käytöllä on huomatta merkitys päästöjen määrään. Asuinalueiden ulkoilman terveellisyteen ja viihtyisyyteen voidaan vaikuttaa oikealla polttoaineella, sytytystekniikalla ja oman tulisijan toiminnan opettelulla.

Koska bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot varsinkin Lahdessa olivat korkeita, on varsin mahdollista, että EU:n raja-arvoa $1,0 \text{ ng/m}^3$ ei saavuteta vuoteen 2030 mennessä ilman toimenpiteitä. Raja-arvon ylittyminen vuonna 2030 tai sen jälkeen edellyttää ilmanlaatusuunnitelman laatimista, jolloin keinot bentso(a)pyreenipitoisuuksien pienentämiseksi pientaloalueilla tulee olla mietittyinä. Ensisijaisena toimenpiteenä on tiedottaminen oikeista puunpolttotavoista, jotta tulisijoissa palaminen tapahtuu mahdollisimman puhtaasti. Samalla puusta saatava lämpöenergia saadaan paremmin talteen ja hiukkaspäästöt sekä niihin sitoutuneet PAH-yhdisteiden pitoisuudet ulkoilmassa pienenevät.

Lähteet

Auranen J., Kähäri K. Launeen alueen PAH-pitoisuudet alkuvuonna 2018 ja avaimet parempaan ilmanlaatuun. Lahden kaupunki. Kaupunkiympäristön palvelualue 2018.

Ardin A., Pietiläinen T., papinaho S. Lahti kaupunkiopas. 2012. ISBN978-952-5886-03-0.

Euroopan Parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2024/2881. Saatavilla 5.5.2025 [Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi \(EU\) 2024/2881, annettu 23 päivänä lokakuuta 2024, ilmanlaadusta ja sen parantamisesta \(uudelleenlaadittu\)](#)

Euroopan ympäristökeskus. Ilmanlaadun tilanneraportti 2025. Julkaistu 9.4.2025. Saatavilla 5.5.2025 <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/air-quality-status-report-2025>.

Hollolan kunta.

Ilmatieteen laitos, PAH-yhdisteet. Saatavilla 2.5.2025 <https://www.ilmatieteenlaitos.fi/pah-yhdisteet>.

Kähäri K., Malminen T., Lind J. Ilmanlaatu Lahdessa vuonna 2023. Lahden kaupunki. Lahden ympäristöpalvelut. 2024. Saatavilla 5.5.2025 <https://www.lahti.fi/asuminen-ja-ymparisto/ymparistonsuojelu-ja-valvonta/ympariston-tila/ilmanlaatu/>

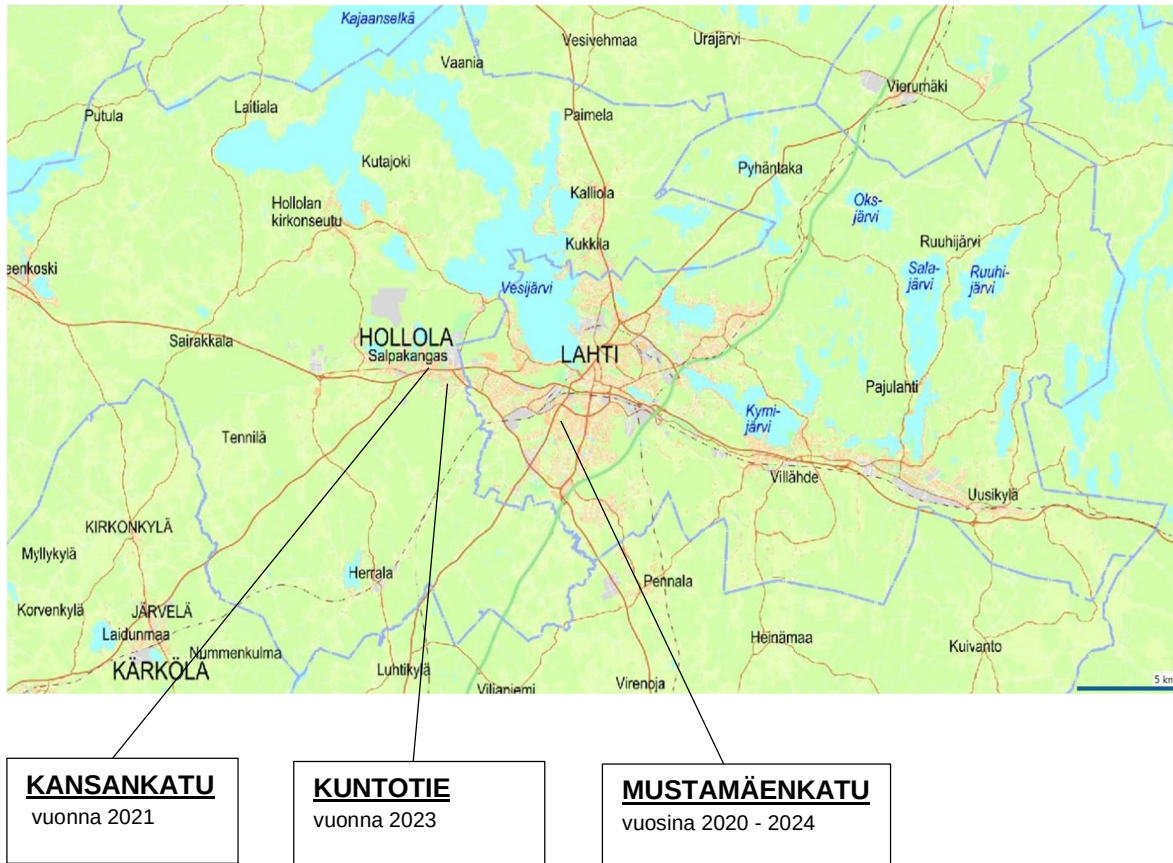
Kähäri K., Malminen T. Ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet pientaloalueella Lahden seudulla vuonna 2022 ja alkuvuonna 2023. Lahden kaupunki, kaupunkiympäristön palvelualue. 2023. [lahti.fi/tiedot/bap_raportti_2022_ja_alkuvuosi_2023/](https://www.lahti.fi/tiedot/bap_raportti_2022_ja_alkuvuosi_2023/)

THL, puunpoltto. Saatavilla 2.5.2025 <https://thl.fi/aiheet/ymparistoterveys/ilmansaasteet/puunpoltto>

Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta 79/2017

Ympäristönsuojelulaki 527/2014

Liite 1. PAH-pitoisuuksien mittausasemat Lahden seudulla vuosina 2020 - 2024



Liite 2. B(a)P-pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Lahden seudulla vuosina 2020 – 2024

kk	Mustamäenkatu, Lahti	näytteitä / kuukausi	Kansankatu, Hollola	näytteitä / kuukausi	Kuntotie, Hollola	näytteitä / kuukausi
	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)
tammi.20	1,2	16				
helmi.20	0,6	12				
maalis.20	1,8	16				
huhti.20	0,6	15				
touko.20	0,7	15				
kesä.20	0,3	15				
heinä.20	0,5	16				
elo.20	0,7	15				
syys.20	1,2	15				
loka.20	1,1	16				
marras.20	1,1	15				
joulu.20	1,3	15				
tammi.21	1,1	16	0,4	13		
helmi.21	1,9	14	0,6	14		
maalis.21	1,9	15	0,3	15		
huhti.21	0,6	15	0,1	15		
touko.21	0,5	16	0,1	16		
kesä.21	0,3	15	0,04	15		
heinä.21	0,4	15	0,1	15		
elo.21	0,4	16	0,1	16		
syys.21	1,4	15	0,2	15		
loka.21	1,0	15	0,2	15		
marras.21	0,8	15	0,2	15		
joulu.21	2,7	16	0,6	16		
tammi.22	0,9	15				
helmi.22	0,9	14				
maalis.22	1,7	16				
huhti.22	0,6	15				
touko.22	0,4	15				
kesä.22	0,7	15				
heinä.22	0,3	16				
elo.22	0,3	15				
syys.22	1,4	15				
loka.22	1,5	16				
marras.22	1,1	15				
joulu.22	3,0	15				

kk	Mustamäenkatu, Lahti	näytteitä / kuukausi	Kansankatu, Hollola	näytteitä / kuukausi	Kuntotie, Hollola	näytteitä / kuukausi
	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)	B(a)P (ng/m ³)	n (kpl)
tammi.23	1,3	16			1,8	10
helmi.23	1,5	14			0,8	14
maalis.23	1,8	15			0,8	15
huhti.23	0,8	15			0,4	15
touko.23	0,5	16			0,2	16
kesä.23	0,4	15			0,1	15
heinä.23	0,3	15			0,1	15
elo.23	0,5	16			0,2	16
syys.23	0,8	15			0,2	15
loka.23	0,9	14			0,5	14
marras.23	1,2	15			0,9	15
joulu.23	1,8	16			1,5	16
tammi.24	2,9	15				
helmi.24	1,2	15				
maalis.24	1,6	15				
huhti.24	0,5	12				
touko.24	0,5	16				
kesä.24	0,2	9				
heinä.24	0,5	10				
elo.24	0,4	16				
syys.24	1,0	15				
loka.24	2,0	15				
marras.24	1,3	15				
joulu.24	2,1	16				