

ULKOILMAN
BENTSO(A)PYREENI-
PITOISUUDET
PIENTALOALUEILLA LAHDEN
SEUDULLA VUONNA 2022 JA
ALKUVUONNA 2023

31.10.2023

Lahden kaupunki

Kaupunkiympäristön palvelualue

Rakennus- ja ympäristövalvonta

Tommi Malminen ja Kaarina Kähäri

JOHDANTO.....	3
PAH-YHDISTEET	3
BENTSO(A)PYREENI.....	4
LAINSÄÄDÄNTÖ	5
MITTAUSJÄRJESTELYT	6
TULOKSET	7
TULOKSET VERRATTUNA UUDENMAAN TULOSSIIN	9
TULOKSET SUHTEESSA ULKOILMAN LÄMPÖTILAAN.....	12
JOHTOPÄÄTÖKSET MITTAUSTULOKSISTA.....	14
PIENPOLTTO.....	15
POLTTO-OHJEISTUS	15
POLTTOAINE	16
POLTTOPROSESSI.....	16
RAKENTEELLISET TEKIJÄT.....	17
PUUNPOLTON MUISTILISTA.....	18
LÄHTEET	19

JOHDANTO

Ilmansaasteet ovat nykypäivänä suurimpia yksittäisiä ympäristöllisiä terveysuhkatekijöitä Euroopassa. Ne aiheuttavat Euroopan ympäristökeskuksen mukaan vuosittain yli puoli miljoonaa ennen aikaista kuolemaa pitkäaikaisaltistumisen vuoksi. Ongelmallisimpia ilmansaasteita ovat pienhiukkaset ja hengitettävät hiukkaset. Niistä erityisen haitallisia terveydelle tekee niiden kyky kulkeutua ihmisten hengityselimiin ja sitä kautta kaikkialle ihmiskehoon vieden sinne mukanaan myrkyllisiä yhdisteitä, kuten esimerkiksi polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä, eli PAH-yhdisteitä.

Vuonna 2020 Launeen omakotitaloalueella aloitettiin tutkimus alueen PAH-pitoisuuksista. Vuoden 2021 alusta tutkimuksia laajennettiin myös Hollolan kuntakeskukseen, Kansankadun ja Keskuskadun kulmaukseen. Tutkimukset olivat osa Lahden kaupungin, Hollolan kunnan ja alueen ilmapäästöjä aiheuttavan yritystoiminnan solmimaa ilmanlaadun yhteistarkkailusopimusta. Lahden kaupungin rakennus- ja ympäristöpalvelut vastasi näytteiden keräämisestä, ja laboratorioanalyysistä vastasi Eurofins Environment Testing Finland Oy. Näytteitä kerättiin joka toinen vuorokausi.

Tässä raportissa esitetään ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuuksia Lahden seudulla vuonna 2022 ja alkuvuonna 2023. Bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat seurausta epätäydellisestä palamisesta, mikä aiheesta tehtyjen tutkimusten mukaan suurimmaksi osaksi aiheutuu kotitalouksien pienien tulisijojen käytöstä. Tulevaisuudessa PAH-pitoisuuksien hallinnassa ja rajoittamisessa avainasemaan nouseekin kotitalouksien polttokäyttötymisen muokkaaminen. Helpoiten tämä onnistuu palamisolosuhteiden parantamisella, tulisijojen oikealla käytöllä ja esimerkiksi hyvin kuivatun puun käyttämisellä. Kappaleesta 8. löytyy puunpoltto-ohjeistus matkalle kohti parempaa ilmanlaatua.

PAH-YHDISTEET

Bentso(a)pyreeni kuuluu PAH-yhdisteisiin. PAH-yhdisteet ovat orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat peräisin eloperäisten tuotteiden epätäydellisestä palamisesta. Niitä muodostuu niin puun poltossa, liikenteessä, teollisuudessa, tupakoitaessa kuin myös maasto- ja metsäpaloissa. Ilmatieteen laitoksen mukaan peräti 80 prosenttia Suomen PAH-päästöistä on kuitenkin peräisin yksinomaan kotitalouksien puun pienpoltosta, eli toisin sanoen kotien lämmityksestä ja saunankiukaista. Ympäroivästä luonnosta PAH-yhdisteitä löytyykin ilmasta, vesistöistä ja maaperästä, eli käytännössä kaikkialta. Ilmassa ne ovat joko kaasumuodossa tai kiinnittyneinä esimerkiksi hiili- tai nokipartikkelien pinnoille.

PAH-yhdisteet liikkuvat ilmavirtojen mukana ja voivat päätyä tuulisissa olosuhteissa kauaskin päästölähteestään. PAH-yhdisteillä on pääsääntöisesti kolme eri reittiä, joita pitkin ne poistuvat ilmakehästä. Näitä ovat kuivalaskeuma, märkälaskeuma ja auringonsäteilyn aiheuttama hajoaminen.

Kuivalaskeumalla tarkoitetaan painavampien PAH-yhdisteiden laskeutumista maahan tai vesistöihin, yleensä lähellä päästölähdettään. Märkälaskeuma on vesi- tai lumisateen ilmakehästä mukanaan huuhtomaa laskeumaa. Auringonsäteilylle altistuvat PAH-yhdisteet käyvät läpi valokemiallisia reaktioita, joissa fotonit rikkovat PAH-yhdisteiden sidoksia ja täten pilkkovat niitä pienemmiksi ja haitattommiksi yhdisteiksi. Hiukkasiin kiinnittyneillä PAH-yhdisteillä auringon säteilyn aiheuttama hajoaminen on vähäisempää.

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

Bentso(a)pyreeni on rakenteeltaan vahva ja suurikokoinen PAH-yhdiste. Se esiintyy yleensä ilmakehässä kiinnittyneenä noki- tai hiilihiukkasten pinnoille. Näiden ominaisuuksiensa vuoksi sen hajoaminen voi olla hyvinkin hidasta. Sen hajoamisnopeus on vahvasti riippuvainen myös ilman lämpötilasta ja auringonsäteilystä. Talvisaikaan, kelien 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)pyreenin on todettu olevan kaikkein syöpävaarallisin PAH-yhdisteistä. 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, jolloin pitkäaikainen altistuminen voi olla terveysuhka.

LAINSÄÄDÄNTÖ

Lainsäädännössä PAH-pitoisuuksia määrittelee EU direktiivi 2004/107/EY, joka on toteutettu Suomessa Valtioneuvoston asetuksella 113/2017. Siinä määritetään PAH-yhdisteiden tarkasteluaineeksi syöpävaarallisuuden merkkiaine bentso(a)pyreeni. Sille on määritetty alemmaksi vuotuiseksi arviointikynnykseksi 0,4 ng/m³, ylemmäksi vuotuiseksi arviointikynnykseksi 0,6 ng/m³ ja vuotuiseksi tavoitekeskiarvoksi 1 ng/m³ (Taulukko 1.).

Taulukko 1. Laissa määritetyt bentso(a)pyreenin vuotuiset raja-arvot.

Alempi arviointikynnys	0,4 ng/m ³
Ylempi arviointikynnys	0,6 ng/m ³
Vuotuinen tavoitekeskiarvo	1 ng/m ³

MITTAUSJÄRJESTELYT

PAH-pitoisuuksien mittaukset suoritettiin joka toisena päivänä. Lahdessa mittauspiste sijaitsi Launeen omakotialueella, Mustamäenkadun varressa, (kuva 1.). Hollolassa mittauspiste sijaitsi Kartanon omakotialueella, Kuntotien varrella (kuva 2.). 200 metrin etäisyydellä mittausasemasta on Launeella 150 ja Hollolan Kuntotiellä 63 pientaloasuntoa.

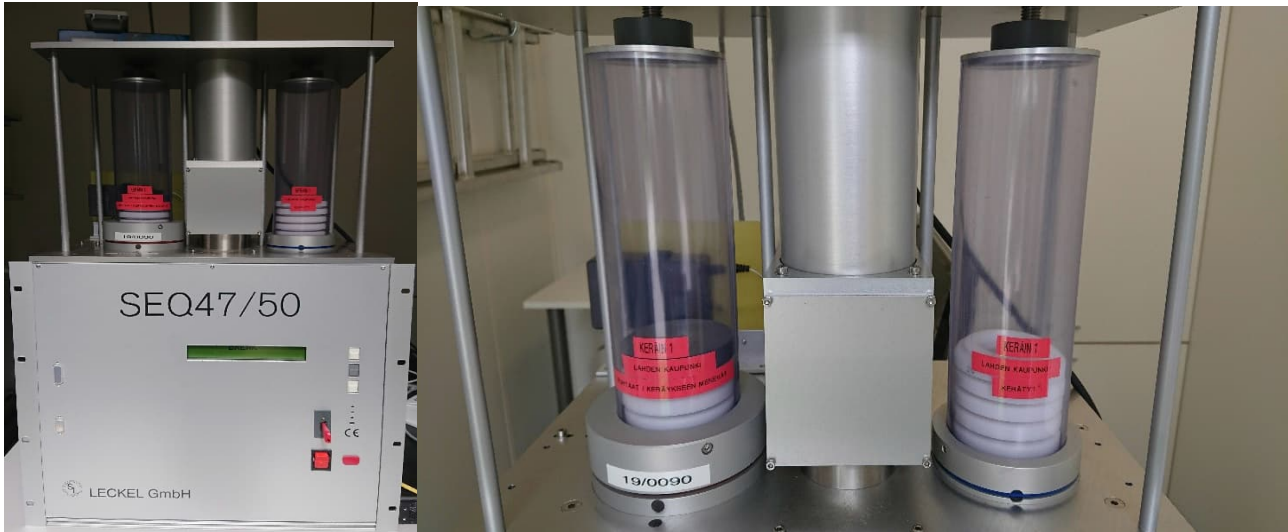


Kuva 1. Mittauspisteen sijainti Lahdessa Mustamäenkadulla Launeen pientaloalueella (kartta Maanmittauslaitos).



Kuva 2. Mittauspisteen sijainti Hollolassa Kuntotiellä Kartanon pientaloalueella (kartta Maanmittauslaitos).

Näytteenotto suoritettiin Leckel SEQ 47/50 -mallisella hiukkaskeräimellä, joka keräsi hengitettäviä hiukkasia joka toinen vuorokausi. Näytteistä analysoitiin PAH-yhdisteitä standardimenetelmä EN 12341:2014 mukaisesti. Kuvasta 3. on nähtävissä käytettyä mittauslaitteistoa.



Kuva 3. Leckel SEQ 47/50-hiukkaskeräin ja näytteiden keräyksessä käytettyjä suodattimia.

TULOKSET

Tutkimusjakson aikana mitattiin vaihtelevia bentso(a)pyreenipitoisuuksia. Vuonna 2022 Lahdessa tehdyissä mittauksissa vuosikeskiarvo oli Mustanmäenkadulla $1,1 \text{ ng/m}^3$. Lainmukaisen vuotuisen tavoitekeskiarvon ollessa 1 ng/m^3 (kts. taulukko 1.). Taulukossa 2. on esitetty bentso(a)pyreenipitoisuuksien pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus, vuoden keskiarvo ja mediaani Lahden seudulla. Taulukossa 3. on esitetty bentso(a)pyreenipitoisuuksien kuukausikeskiarvot sekä lämpötilojen kuukausikeskiarvot Lahden alueella.

Taulukko 2. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien (ng/m³) pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus sekä koko vuoden pitoisuuksien keskiarvo ja mediaani Lahden seudulla vuonna 2022 ja alkuvuonna 2023.

<i>Mustamäenkatu 2022</i>	Pienin arvo	Suurin arvo	Kokonaiskeskiarvo	Mediaani
<i>Bentso(a)pyreeni</i>	0,02	17	1,07	0,61
<i>Mustamäenkatu 1.1.2023-30.6.2023</i>	Pienin arvo	Suurin arvo	Kokonaiskeskiarvo	Mediaani
<i>Bentso(a)pyreeni</i>	0,07	7,8	1,03	0,58
<i>Kuntotie 1.1.2023-30.6.2023</i>	Pienin arvo	Suurin arvo	Kokonaiskeskiarvo	Mediaani
<i>Bentso(a)pyreeni</i>	0,02	6,6	0,60	0,27

Taulukko 3. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Lahdessa Mustamäenkadulla ja Hollolassa kuntotiellä sekä lämpötilan kuukausikeskiarvot Lahden seudulla vuonna 2022 ja alkuvuonna 2023.

	Lahti, Mustamäenkatu	Hollola, Kuntotie	Keskilämpötila (°C)
<i>Tammikuu</i>	0,85		-4,9
<i>Helmikuu</i>	0,92		-3,3
<i>Maaliskuu</i>	1,74		-0,8
<i>Huhtikuu</i>	0,61		2,8
<i>Toukokuu</i>	0,35		9,7
<i>Kesäkuu</i>	0,73		16,8
<i>Heinäkuu</i>	0,26		17,9
<i>Elokuu</i>	0,31		18,5
<i>Syyskuu</i>	1,40		9,0
<i>Lokakuu</i>	1,49		6,4
<i>Marraskuu</i>	1,12		1,0
<i>Joulukuu</i>	2,98		-4,3
Keskiarvo 2022	1,07		5,7
<i>Tammikuu</i>	1,29	1,79	-2,7
<i>Helmikuu</i>	1,47	0,76	-3,6
<i>Maaliskuu</i>	1,79	0,76	-2,8
<i>Huhtikuu</i>	0,78	0,40	5,1
<i>Toukokuu</i>	0,51	0,22	10,7
<i>Kesäkuu</i>	0,36	0,12	16,2
Keskiarvo 2023	1,02	0,60	3,8

Mustamäenkadulla mitattu bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo 1,1 ng/m³ vuonna 2022 ylitti ylemmän arviointikynnyksen (0,6 ng/m³) ja sivusi tavoitekeskiarvoa (1 ng/m³).

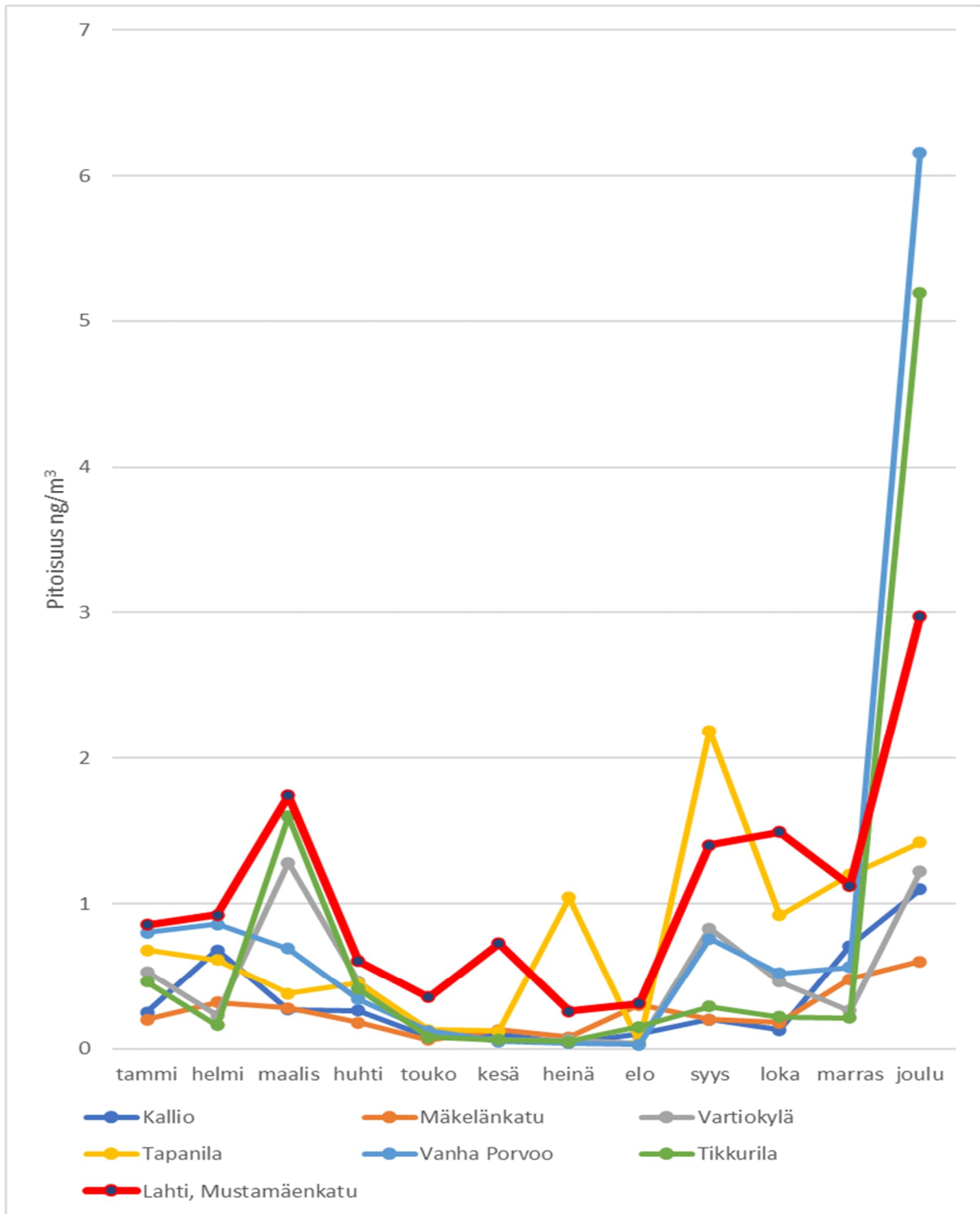
1.1.2023 – 30.6.2023 mitattujen bentso(a)pyreenipitoisuuksien keskiarvo oli Launeella 1,0 ng/m³ ja Hollolan Kuntotiellä 0,6 ng/m³. Tällä ajanjaksolla pitoisuustasot ylittivät ylemmän arviointikynnyksen tason Lahdessa ja sivusivat sitä Hollolassa.

Hollolassa 200 metrin etäisyydellä mittauspisteestä oli n. 60 % vähemmän pientaloasuntoja kuin Lahden Launeella vastaavalla etäisyydellä. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien keskiarvo alkuvuonna oli Hollolassa n. 40 % pienempi kuin Launeella vastaavana ajankohtana.

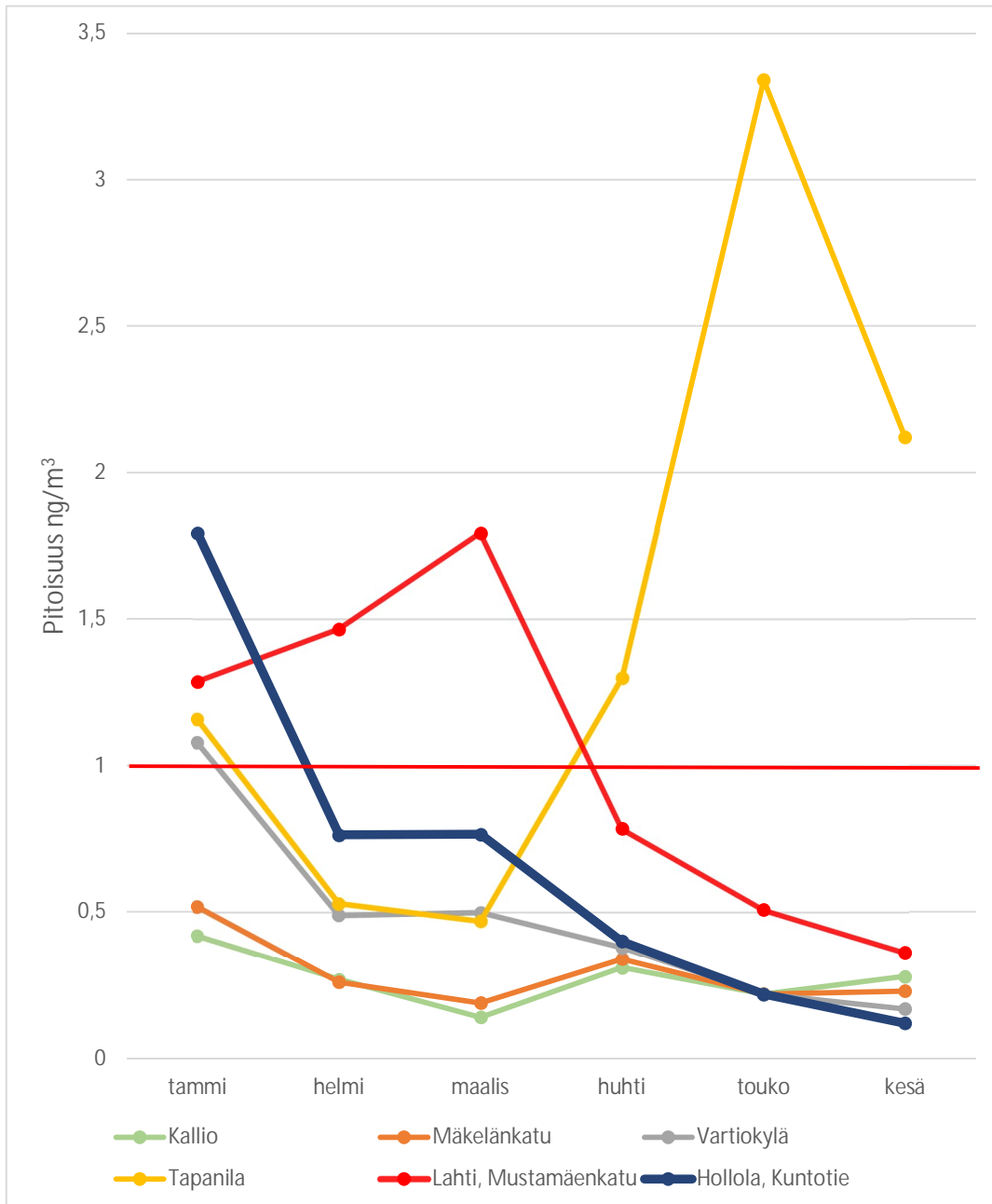
TULOKSET VERRATTUNA UUDENMAAN TULOSSIIN

Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) toteutti jatkuvia mittauksia vuonna 2022 kuudessa eri paikassa Uudellamaalla. PAH-yhdisteitä mitataan pysyvästi pääkaupunkiseudulla kolmessa mittauspisteessä: Keskustan asuinalueella Kalliossa ja Mäkelänkadulla sekä pientaloalueella Vartiokylässä. Pysyvien mittauspisteiden lisäksi PAH-yhdisteitä mitattiin Vuonna 2022 kolmessa vaihtuvassa mittauspisteessä: Tapanilassa, Vanhassa Porvoossa ja Tikkurilassa. Vuonna 2023 vaihtuvat mittauspisteet sijaitsivat: Tapanilassa ja Karjaalla. Vuonna 2022 bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvot vaihtelivat mittausasemilla 0,3 ng/m³ (Kallio, Mäkelänkatu) ja 0,9 ng/m³ (Vanha Porvoo) välillä (HSY, 2023)

Kuvassa 4. esitetään bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla sekä HSY:n mittauspisteissä vuonna 2022. Kuvassa 5. esitetään bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvoja Mustamäenkadulla, Kuntotiellä sekä HSY:n mittauspisteissä alkuvuonna 2023.



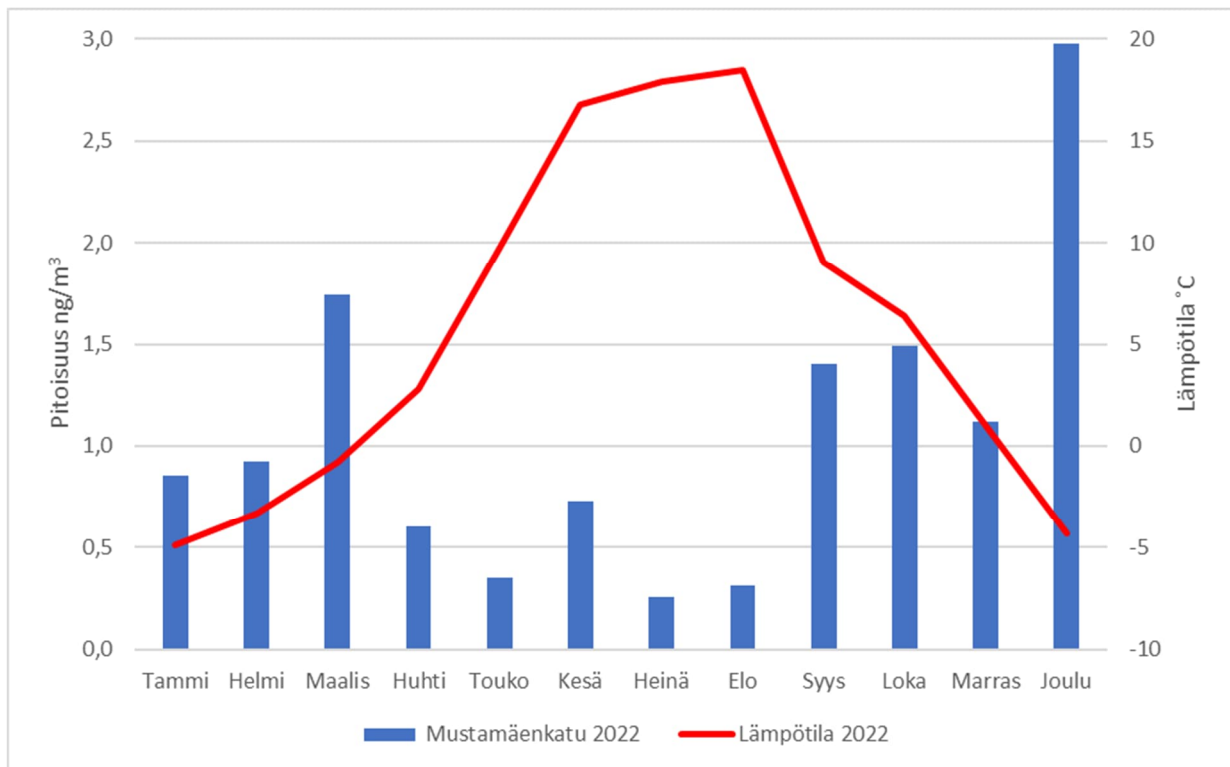
Kuva 4. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla sekä HSY:n mittauspisteillä vuonna 2022. (Alkuperäinen kuva: www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pahyhdisteet/).



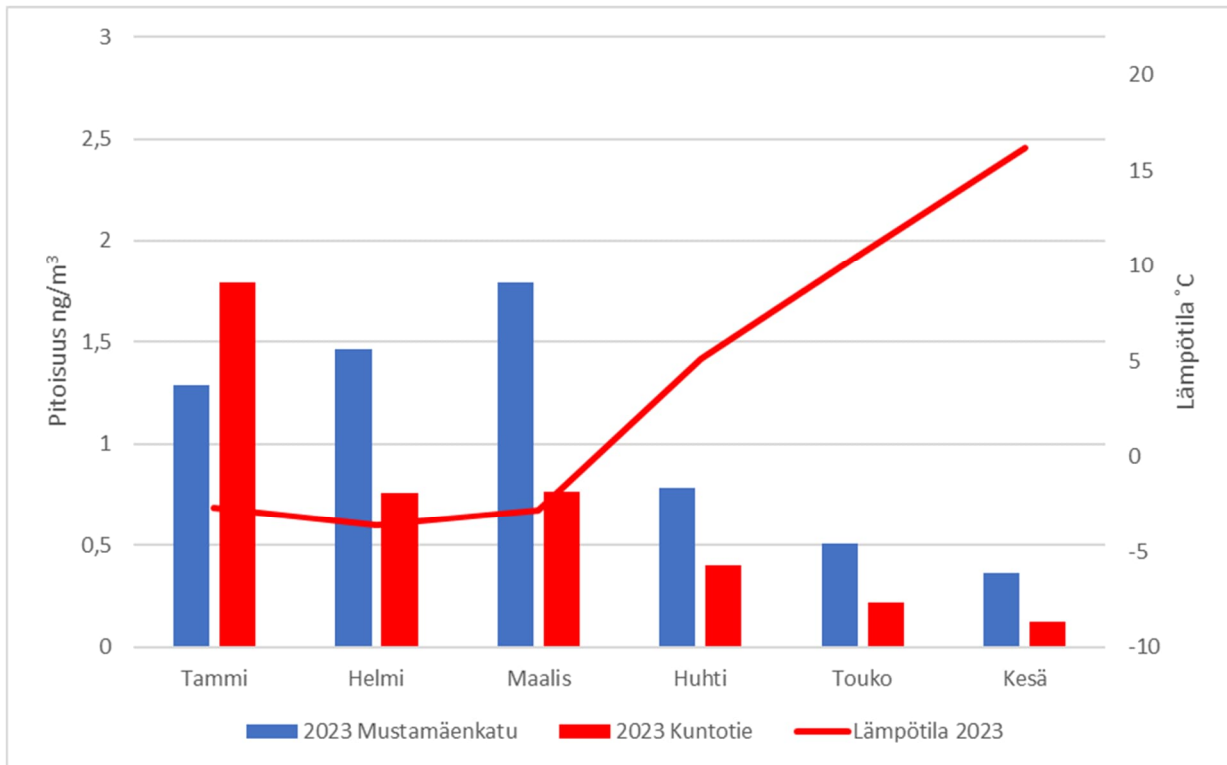
Kuva 5. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla, Kuntotiellä ja HSY:n mittauspisteillä alkuvuonna 2023. (Alkuperäinen kuva: www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/).

TULOKSET SUHTEESSA ULKOILMAN LÄMPÖTILAAN

Yleisesti ottaen PAH-pitoisuudet kulkevat käsi kädessä ilman lämpötilan mukaan siten, että kylminä päivinä pitoisuudet ovat suurempia ja lämpiminä pienempiä, johtuen PAH-yhdisteiden hajotusprosesseista ja ilman liikehdinnästä. Lahden seudulla tehtyjen mittausten tulokset osoittivat, että talvikuukausina bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat korkeampia kuin kesäkuukausina. Kuvassa 6. esitetään Mustamäenkadulla mitatut bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot vuonna 2022 sekä lämpötilojen kuukausikeskiarvot. Kuvassa 7. esitetään Mustamäenkadun ja Kuntotien mitatut bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot ja lämpötilojen kuukausikeskiarvot alkuvuonna 2023.



Kuva 6. Lämpötilan sekä bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla vuonna 2022.



Kuva 7. Lämpötilan sekä bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla ja Kuntotiellä alkuvuonna 2023.

JOHTOPÄÄTÖKSET MITTAUSTULOKSISTA

Mustamäenkadulla mitattu vuosikeskiarvo ylitti ylemmän arviointikynnyksen ja sivusi tavoitekeskiarvoa (1 ng/m³) vuonna 2022. Alkuvuodesta 2023 tehtyjen mittausten tuloksista huomataan, että bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat Hollolan Kuntotiellä tammikuuta lukuun ottamatta pienempiä kuin Mustamäenkadulla Lahdessa. Kuntotiellä pientaloasuntoja oli mittausaseman ympäristössä vähemmän kuin Launeella, mikä vaikuttanee bentso(a)pyreenipäästöjen määrään. Pitoisuustasoihin ulkoilmassa vaikuttaa pienten tulisijojen tiheyden ja käytön intensiivisyyden lisäksi myös monet muut tekijät, kuten epäpuhtauksien laimenemisolosuhteet paikallisesti ja tulisijojen yksilöllinen kyky polttaa puhtaasti.

Pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä alueilla mitattiin useina kuukausina varsinkin talviaikana huomattavasti pienempiä bentso(a)pyreenipitoisuuksia kuin omakotitaloalueilla Lahden seudulla. Tulokset osoittavat, että liikenteen osuus bentso(a)pyreenin lähteenä on pieni. Pientaloalueilla, missä bentso(a)pyreenipitoisuudet ulkoilmassa ovat korkeampia, bentso(a)pyreeniä pääsee ilmaan epätäydellisistä polttoprosesseista puun pienpoltosta.

Lahden seudulla mitatut bentso(a)pyreenipitoisuudet osoittavat, että omakotitaloalueella kotitalouksien puunpolto on intensiivistä. Tuloksista voidaan huomata myös se, että viileämpinä kuukausina bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat korkeampia kuin lämpöisempinä kuukausina, mikä liittyy paitsi runsaampaan puunpolttoon kylminä vuodenaikoina, myös PAH-yhdisteiden hajoamisnopeuden hidastumiseen kylmissä olosuhteissa.

Laissa määritetyn syöpävaarallisuuden merkkiaineen, bentso(a)pyreenin, pitoisuudet ylittivät omakotitaloalueella Lahdessa lain mukaisen ylemmän arviointikynnyksen. Valtioneuvoston asetuksen 113/2017 mukaisesti alueella on suoritettava ympäri vuoden jatkuvia pitoisuusmittauksia, jotta saadaan parempi kuva altistumisesta.

Terveydelle haitallisten PAH-yhdisteiden vähentämiseksi tulee asiaa tarkastella kotitalouksien puunpolton näkökulmasta. Keskiöön nouseekin tulisijallisten pientalojen asukkaiden puunpolttotottumukset ja tulisijojen kunto. Uudet tulisijat on suunniteltu polttamaan puuta puhtaammin, mutta niitäkin tulee osata käyttää oikein. Tulisijojen pitkäikäisyyden vuoksi tulee kuitenkin tarkastella myös vanhempien tulisijojen kuntoa, polttoainetta ja käyttötottumuksia. Kun palamisprosessille taataan optimaaliset olosuhteet, palamisprosessi on mahdollisimman tehokas ja vähäpäästöinen. Tällöin puun sisältämä lämpöenergia saadaan myös tehokkaammin talteen. Oikeilla polttotottumuksilla voidaan vaikuttaa alueen ilmanlaatuun ja ihmisten altistumiseen kotitalouksien puun polton PAH-yhdisteille sekä puunpolton hyötysuhteeseen.

On huomioitava myös, että kaikki ilman epäpuhtaudet eivät jää vain ulkoilmaan, vaan päätyvät myös sisälle taloihin. Täten pitkäaikaisaltistuminen on entistä todennäköisempää.

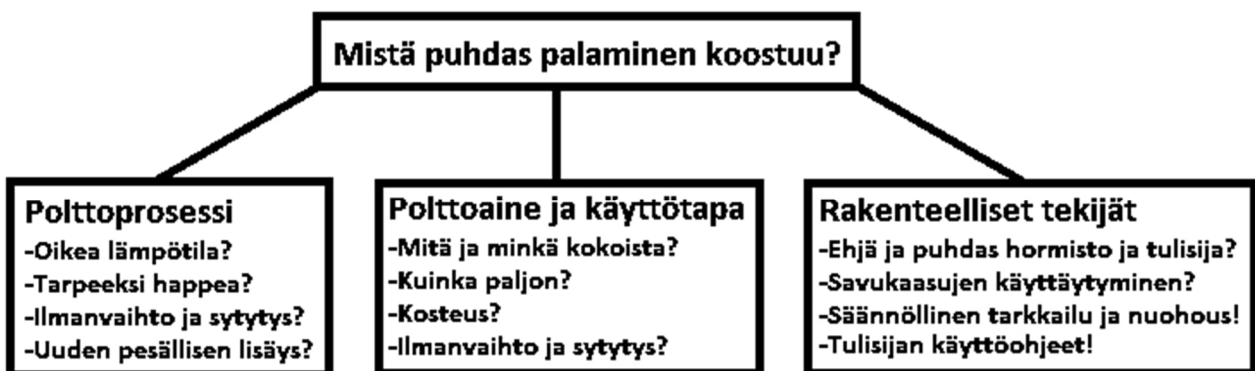
PIENPOLTTO

Puunpolttoa käytetään pientaloalueilla yleisesti lisälämmönlähteenä. Pienpolton ongelmana on kuitenkin matala päästökorkeus ja naapuruston ihmisten suora altistuminen terveydelle haitallisille päästöille. Häkä, pienhiukkaset, PAH-yhdisteet ja muut haitalliset yhdisteet jäävät varsinkin talviaikaan helposti leijumaan lähelle päästölähdettä, eli käytännössä naapurustoon, ja täten altistavat alueen ihmisiä suoraan ilman epäpuhtauksille. Vaikka altistuminen tapahtuu pääosin ulkoilmassa, ilman epäpuhtaudet pääsevät tunkeutumaan myös lähialueiden talojen sisään, ja täten altistumista tapahtuu myös sisäilman kautta ihmisten omilla kodeissa.

WHO:n tutkimuksen mukaan kotitalouksien pienpoltto aiheuttaa vuosittain yli 60 000 ennen aikaista kuolemaa Euroopassa. Kotitalouksien puunpolton aiheuttamat suuret päästöt ovat usein seurausta huonoista olosuhteista palamisprosessissa, käytetystä puulaadusta ja tulisijan huonosta kunnosta sekä vääränlaisesta käytöstä.

POLTTO-OHJEISTUS

Palamisen puhtauteen vaikuttavat useat eri seikat, joihin on helppoa vaikuttaa itse ja pyrkiä täten mahdollisimman puhtaaseen ja taloudelliseen polttoon ilman koko tulisijan uusimista. Näitä asioita ovat polttoaineen valinta ja käyttötapa, paloprosessin olosuhteista huolehtiminen ja itse paloilma, sekä tietenkin rakenteelliset seikat kuten savupiippu ja tulipesä.



Kuva 8. Puhtaaseen palamiseen vaikuttavat tekijät.

POLTTOAINE

Mahdollisimman kuivan ja oikean kokoisen puun käyttö on helppoa. Puu kuivuu käyttökelpoiseksi lähtökohtaisesti noin vuodessa ja polttopuut kannattaa tuoda sisätiloihin päivää tai kahta ennen niiden käyttöä, jotta lopullinen ylimääräinen kosteus häviää niistä. Palaminen on tehokkaampaa ja puhtaampaa, kun käytetään hyvin kuivunutta puuta. Uunista saadaan myös huomattavasti parempi lämmitysteho ulos, sillä kuivan puun lämpöarvo on selkeästi suurempi kuin kostean.

Myös puun määrällä ja koolla on väliä. Tulisijaa ei kannata ahtaa liian täyteen, vaan lähtökohtaisesti olisi hyvä jättää vähintään kolmannes tyhjää tilaa puiden päälle. Ensimmäisessä pesällisessä klapiin tulisi olla noin 8 – 10 cm halkaisijaltaan, joka vastaa noin kilon painoista klapiä. Seuraavan pesällisen klapiin kannattaa olla hieman suurempi, eli noin 11-16 cm, joka tarkoittaa noin 1,5 kilon painoa. Liian pienien klapien käyttö aiheuttaa lyhyehkön ryöpsähdysmäisen palamisreaktion, jolloin puusta vapautuvat kaasut eivät ennätä palaa, vaan vapautuvat ulkoilmaan sellaisenaan.

Polttoaineena tulisi käyttää mahdollisimman tiheää puuta. Koivu on lämpöarvoltaan paras puupolttoaine, sen lämpöarvon ollessa korkein. Se kaasuuntuu hitaammin, jolloin sen aiheuttamat päästöt ovat myös pienempiä ja siitä saadaan enemmän energiaa irti. Kotitalouksien roskien polttamista tulisi välttää, sillä ne aiheuttavat suuria päästöjä ja saattavat vahingoittaa hormia ja tulipintoja. Onkin ihmis- ja ympäristöystävällisempää kierrättää asianmukaisesti kaikki mahdolliset roskat, kuin polttaa niitä. Mikäli roskia kuitenkin poltetaan, tulisi ne laittaa pesään vasta toisen pesällisen päälle, kun liekit ovat kuumimmillaan ja paloprosessi tehokkaimmillaan.

POLTTOPROSESSI

Tulisijan käytössä tulee noudattaa käyttöohjeita, ja myös nuohoojalta voi kysyä neuvoa ja lisätietoja liittyen tulisijan käyttöön ja kuntoon.

Ennen tulen sytyttämistä tulee varmistaa, että ilmavirta on riittävä. Oikean kokoiset klapit kannattaa kasata vaakatasoon suhteellisen tiiviisti, mutta irti tulisijan seinistä, jotta ilmalla on tilaa virrata klapien ympärillä. Tutkimusten mukaan tuli kannattaa pääsääntöisesti sytyttää yläpuolelta. Tällöin kaasuuntuva puuaines ei pääse karkuun vaan alkaa palamaan tulipesän palamisilmassa. Tietenkin vaihtelua on riippuen tulisijan rakenteesta, siksi tulisijan käyttöohjeisiin kannattaa tutustua.

Uusi pesällinen tulee lisätä siten, että raju kaasuuntumisryöpsähdys vältettäisiin ja puut syttyisivät hitaasti. Tämän välttämiseksi on todettu olevan pääsääntöisesti kolme eri tapaa toimia, mutta tulisijojen välilläkin voi olla vaihtelua sen suhteen, kuinka kannattaa toimia.

- 1. Uusia klapeja lisätään tulisijaan vajaan kymmenen minuutin välein yksitellen. Tämän on todettu tutkimuksissa olevan paras keino välttää hiukkaspäästöjä.**
- 2. Uusia klapeja lisätään tulisijaan noin 20 – 30 minuutin välein tiiviisti hieman useampia, vielä liekehtivien puiden päälle.**
- 3. Odotetaan, että hiillos on tummunut, jolloin lisätään suurikokoisia klapeja yhtä suuri määrä kuin ensimmäisessäkin pesällisessä.**

Lähde: Hyytiäinen, H. 2000. Pientalon tulisijat. Rakennustieto Oy, Tampere.

Palaminen on puhtainta, kun lämpötila on vähintään 850 °C. Huonolla vedolla toteutetussa matalalämpöisessä kitupoltossa, jolloin ilmaa on liian vähän saatavilla, muodostuu kaikkein eniten haitallisia PAH-yhdisteitä. Siksi on ensisijaisen tärkeää, että varmistetaan hyvä ilmanvaihto niin itse tulisijassa kuin myös huoneistossa. Tulisijaa ei kannata lämmitellä myöskään liian kuumaksi, sillä se voi vahingoittaa rakenteita. Siksi onkin parempi lämmitellä useammin pienellä määrällä puita, kuin harvoin suurella määrällä ja pitkään. Yleensä kaksi pesällistä onkin riittävä määrä ja tätä enempi kuumentaa tulisijaa liikaa.

Palamisen loppuvaiheessa vähennetään ilmansaantia, kun siniset liekit ovat sammuneet. Pellit tulee kuitenkin sulkea kokonaan vasta hiilloksen sammuttua täydellisesti. Palamisen aikana muodostuvan savun väri ja haju kertovat käyttäjälle, ovatko olosuhteet kutakuinkin oikeanlaiset. Tumma tai kitkerältä haiseva savu johtuu joko liian märstä puista tai liian vähäisestä paloilmasta, jolloin kaasuja syntyy liikaa. Vaalea tai harmahtava savu on merkki hyvistä olosuhteista.

RAKENTEELLISET TEKIJÄT

Hyvät palamisolosuhteet riippuvat myös itse tulisijan rakenteesta ja kunnosta. Ehjä savupiippu, hormi ja tulisija ovat tärkeitä tekijöitä jo turvallisuudenkin kannalta. Rikkinäiset rakenteet heikentävät palamisprosessin hallintaa, voivat olla paloturvallisuusriski ja altistavat käyttäjänsä myrkyllisille savukaasuille.

Säännöllinen nuohous on tärkeää, mutta myös paloturvallisuuskysymys. Paloturvallisuus paranee, sillä nuohouksella voidaan välttää nokipaloja ja saadaan myös tietoa rakenteiden kunnosta. Tulisijat ja hormit tuleekin putsata mielellään ainakin vuosittain, mutta niitä kannattaa tarkkailla läpi vuoden. Nuohoojalta voi myös kysyä lisätietoja oman tulisijan ja hormin kunnosta sekä vinkkejä puhtaammasta polttoprosessista.

PUUNPOLTON MUISTILISTA

Alle on koottu lista ohjeista, joiden avulla palamisprosessista saadaan puhtaampi.

OHJEITA KOHTI PUHTAAMPAA PALAMISPROSESSIA

- Tutustu tulisijasi käyttöohjeisiin ja kysy neuvoa nuohoojalta
- Tarkkaile ja pidä huolta rakenteiden kunnosta ja puhtaudesta
- Muista säännöllinen nuohous

Polttoaine

- Käytä aina hyvin kuivunutta puuta
- Nosta puut sisään viimeistään vuorokautta ennen käyttöä
- Käytä oikean kokoisia klapeja polttamiseen
- Älä polta roskia, vaan kierrätä ne

Polttoprosessi

- Varmista, että hormi vetää ja ilmavirtaus on kunnossa
- Täytä tulipesä puolilleen
- Jätä tulisijan seinät vapaiksi, jotta ilma pääsee kiertämään puiden ympärillä
- Sytytä pesällinen päältä, ellei käyttöohjeissa muuta sanota
- Täytä uusi pesällinen ajatuksella, välttääksesi kaasuuntumisryöpsähdyksen
- Vältä kitupolttoa tai liian tulisijan liiallista lämmittämistä
- Rajoita ilman saantia, kun siniset liekit sammuvat
- Sulje pellit kokonaan vasta, kun hiillos on täysin sammunut
- Tarkkaile savun väriä, tähtää vaaleaan tai harmahtavaan sävyyn

Lähteet: YTV, Pienpoltto pääkaupunkiseudulla ja HSY, Opas puunpolttoon

LÄHTEET

Abdel-Shafy HI, Mansour MSM. A review on polycyclic aromatic hydrocarbons: Source, environmental impact, effect on human health and remediation. *Egyptian Journal of Petroleum*. 2016;25(1):107-123. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062114200237>. doi: 10.1016/j.ejpe.2015.03.011.

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

Chafe Z, Brauer M, Heroux M-E, Klimont Z, Lanki T, Salonen RO & Smith KR. Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe. Report for the Joint Task Force on Health Aspects of Air Pollution of the WHO/UNECE Convention of Longrange Transboundary Air Pollution 2015, 43 p. + 1 Annex. ISBN 978-92-890- 50760.

EEA, European Environment Agency. 2015. Air quality in europe – 2015 report EEA Technical report No 5/2015. ISSN 1977-8449 doi:10.2800/62459

Hellén H, Kangas L, Kousa A, et al. Evaluation of the impact of wood combustion on benzo[a]pyrene concentrations; ambient measurements and dispersion modeling in helsinki, finland. *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2017;17(5):3475-3487. <https://search.proquest.com/docview/1875715935>. doi: 10.5194/acp-17-3475-2017.

HSY. PAH-yhdisteet. 2021. <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/> Viitattu 18.8.2021

HSY. PAH-yhdisteet. 2023. <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/> Viitattu 30.10.2022

Ilmatieteen laitos. Bentso(a)pyreenin mittaustuloksia internetsivu, 2018. <http://ilmatieteenlaitos.fi/pah-yhdisteet> Viitattu 18.8.2021

Khalili NR, Scheff PA, Holsen TM. PAH source fingerprints for coke ovens, diesel and, gasoline engines, highway tunnels, and wood combustion emissions. *Atmospheric Environment*. 1995;29(4):533-542. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/135223109400275P>. doi: 10.1016/1352-2310(94)00275-P.

Komppula, B., Anttila, P., Vestenius, M., Salmi, T., Lovén, K. 2014. Ilmanlaadun seurantaraportin arviointi. Ilmatieteen laitos. Asiantuntijapalvelut –ilmanlaatu ja energia. In Finnish.

Kähäri K, Lind J. Ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet omakotialueella ja kuntakeskuksessa Lahden seudulla vuonna 2020 ja alkuvuonna 2021. Lahden kaupunki, Kaupunkiympäristön palvelualue. 2021.

Nuutinen K. Polycyclic aromatic hydrocarbon emissions from residential wood combustion. Report series in aerosol science N:o 184, 2016. ISSN 0784-3496. ISBN 978-952-7091-53-1 (PDF version).

Ravindra K, Sokhi R, Van Grieken R. Atmospheric polycyclic aromatic hydrocarbons: Source attribution, emission factors and regulation. *Atmospheric Environment*. 2008;42(13):2895-2921. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231007011351>. doi: 10.1016/j.atmosenv.2007.12.010.

U.S. DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Public Health Service Agency for Toxic Substances and Disease Registry 1995. *Toxicological profile for polycyclic aromatic hydrocarbons*.

YTV. Haaparanta, S., Myllynen, M. & Koskentalo, T. Pienpoltto pääkaupunkiseudulla, 2003. Pääkaupunkiseudun julkaisusarja B 2003:18.