

Ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet omakotitaloalueella ja kuntakeskuksessa Lahden seudulla vuonna 2020 ja alkuvuonna 2021

Raportti: Kähäri Kaarina, Lind Jenni

Mittaukset: näytteiden keräys: Kähäri Kaarina

laboratorioanalyysit: Eurofins Environment Testing Finland Oy



Sisällysluettelo

1. Johdanto	3
2. PAH-Yhdisteet	4
2.1 Bentso(a)pyreeni	5
3. Lainsäädäntö	6
4. Mittausjärjestelyt	7
5. Tulokset	9
6. Johtopäätökset	16
7. Pienpoltto	17
8. Poltto-ohjeistus	17
8.1 Polttoaine	18
8.2 Polttoprosessi	18
8.3 Rakenteelliset tekijät	19
8.4 Puunpolton muistilista	20
9. Lähteet	21



1. Johdanto

Ilmansaasteet ovat nykypäivänä suurimpia yksittäisiä ympäristöllisiä terveysuhkatekijöitä Euroopassa. Ne aiheuttavat Euroopan ympäristökeskuksen mukaan vuosittain satoja tuhansia ennenaikaisia kuolemia pitkäaikaisaltistumisen vuoksi. Ongelmallisimpia ilman saasteita 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 jatkuvat tutkimukset pientaloalueen PAH-pitoisuuksista. Vuoden 2021 alusta tutkimuksia laajennettiin myös Hollolan kuntakeskukseen, Kansankadun ja Keskuskadun kulmaukseen. Tutkimukset ovat osa Lahden kaupungin, Hollolan kunnan ja alueen ilmapäästöjä aiheuttavan yritystoiminnan solmimaa ilmanlaadun yhteistarkkailusopimusta. Lahden kaupungin rakennus- ja ympäristöpalvelut vastaa näytteiden keräämisestä ja laboratorioanalyysistä vastaa Eurofins Environment Testing Finland Oy. Näytteitä on kerätty joka toinen vuorokausi.

Tässä raportissa esitetään ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet vuoden 2020 alusta vuoden 2021 heinäkuun loppuun saakka. Bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat seurausta epätäydellisestä palamisesta, mikä aiheesta tehtyjen tutkimusten mukaan suurimmaksi osaksi aiheutuu kotitalouksien pienien tulisijojen käytöstä. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien 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.



2. PAH-yhdisteet

Bentso(a)pyreeni (B(a)P) 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. Ympäröivästä 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 aiheuttavat 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.



2.1 Bentso(a)pyreeni (B(a)P)

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.



3. Lainsäädäntö

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

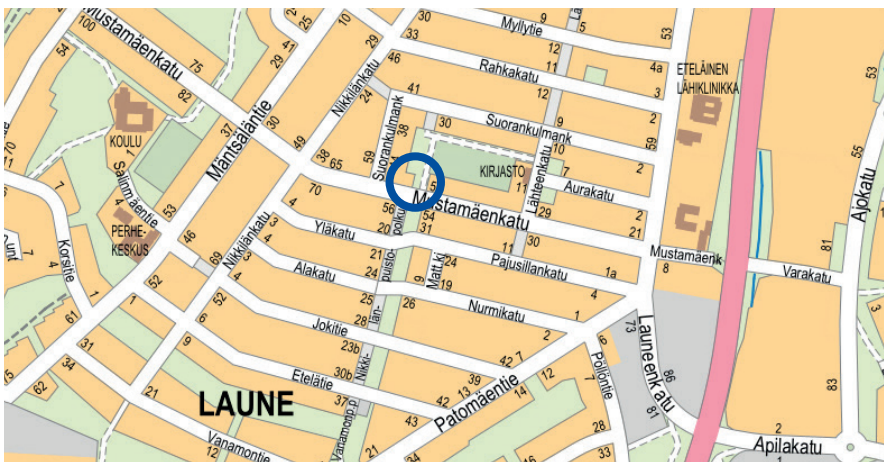
Taulukko 1. Laissa määritetyt bentso(a)pyreenin vuotuiset raja-arvot.

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



4. Mittausjärjestelyt

PAH-pitoisuuksien mittaukset suoritetaan keräämällä hengitettäviä hiukkasia suodattimille joka toisena vuorokautena. Näytteiden keräys aloitettiin Launeen omakotitaloalueella, Mustanmäenkadun varressa (kuva 1.) 1.1.2020 ja Hollolassa Salpakankaan kuntakeskuksessa Kansankadun ja Keskuskadun kulmauksessa 7.1.2021 (kuva 2).



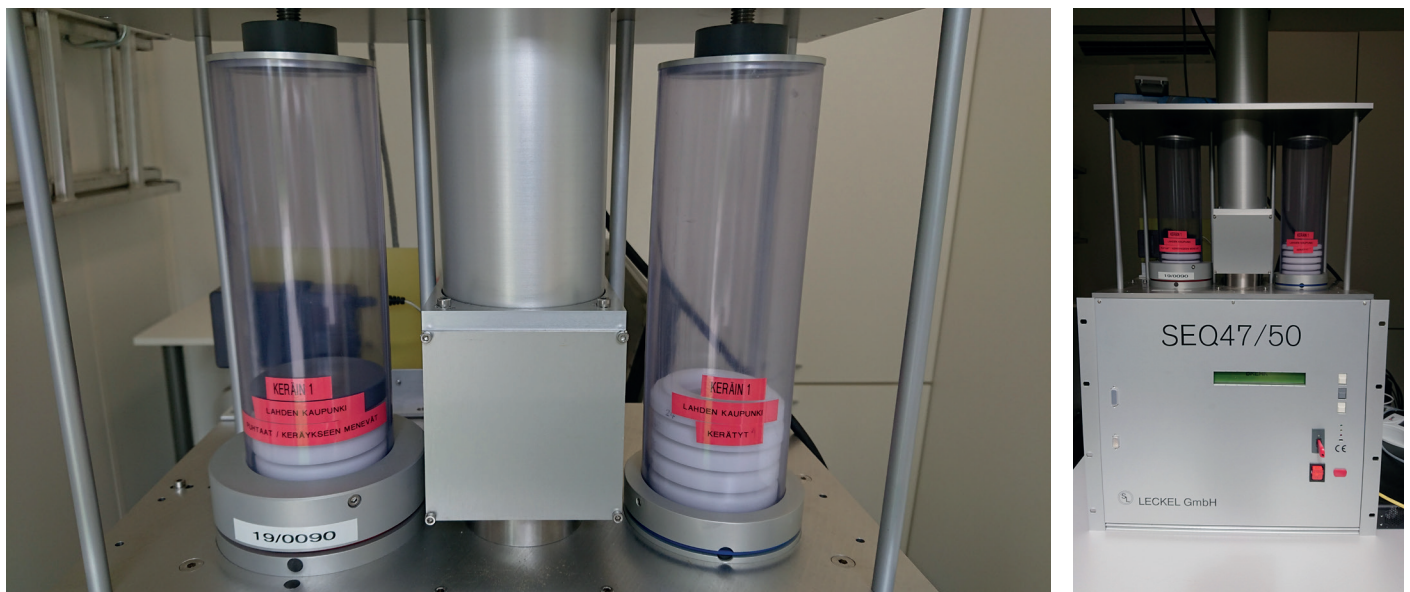
Kuva 1. Mittauspisteen sijainti Lahdessa Launeen pientaloalueella.



Kuva 2. Mittauspisteen sijainti Hollolan Kansankadulla.



Näytteenotto suoritetaan Leckel SEQ 47/50 -mallisella hiukkaskeräimellä, joka on ohjelmoitu keräämään hengitettäviä hiukkasia joka toinen vuorokausi. Näytteistä analysoidaan laboratoriossa 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.



5. Tulokset

Tutkimusjakson 1.1.2020 – 31.7.2021 aikana mitattiin vaihtelevia bentso(a)pyreenipitoisuuksia. Vuonna 2020 Lahdessa tehdyissä mittauksissa vuosikeskiarvo oli 0,93 ng/m³ lainmukaisen vuotuisen tavoitekeskiarvon ollessa 1 ng/m³ (taulukko 2). Taulukossa 3. esitetään B(a)P-pitoisuuksien kuukausikeskiarvot Lahdessa vuonna 2020 ja taulukossa 4. B(a)P:n kuukausikeskiarvot Lahdessa ja Hollolassa alkuvuonna 2021.

Taulukko 2. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien (ng/m³) pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus sekä koko vuoden pitoisuuksien keskiarvo ja mediaani Lahdessa vuonna 2020.

	Pienin arvo	Suurin arvo	Kokonaiskeskiarvo	Mediaani
Bentso(a)pyreeni	0,04	13,0	0,93	0,59



Taulukko 3. Bentso(a)pyreenipitoisuuksien (ng/m³) ja ilman lämpötilan (°C) kuukausikeskiarvot ja koko vuoden keskiarvot Lahdessa vuonna 2020.

	Bentso(a)pyreeni	Keskilämpötila (°C)
Tammikuu	1,23	0,6
Helmikuu	0,56	-0,9
Maaliskuu	1,76	0,7
Huhtikuu	0,56	3,2
Toukokuu	0,71	9,1
Kesäkuu	0,29	18,1
Heinäkuu	0,54	15,6
Elokuu	0,74	15,6
Syyskuu	1,22	12,0
Lokakuu	1,11	7,5
Marraskuu	1,06	3,3
Joulukuu	1,26	-0,5
Kokonaiskeskisarvo	0,93	7,02

Taulukko 4. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Lahdessa omakotitaloalueella ja Hollolassa kuntakeskuksessa sekä lämpötilan kuukausikeskiarvot Lahden seudulla alkuvuonna 2021.

	Lahti, omakotitaloalue	Hollola, kuntakeskus	Keskilämpötila (°C)
Tammikuu	1,1	0,39	-5,2
Helmikuu	1,89	0,61	-8,7
Maaliskuu	1,87	0,34	-1,3
Huhtikuu	0,61	0,14	4,3
Toukokuu	0,48	0,09	10,4
Kesäkuu	0,26	0,04	19,8
Heinäkuu	0,36	0,06	21,3
Kokonaiskeskisarvo	0,94	0,24	5,8



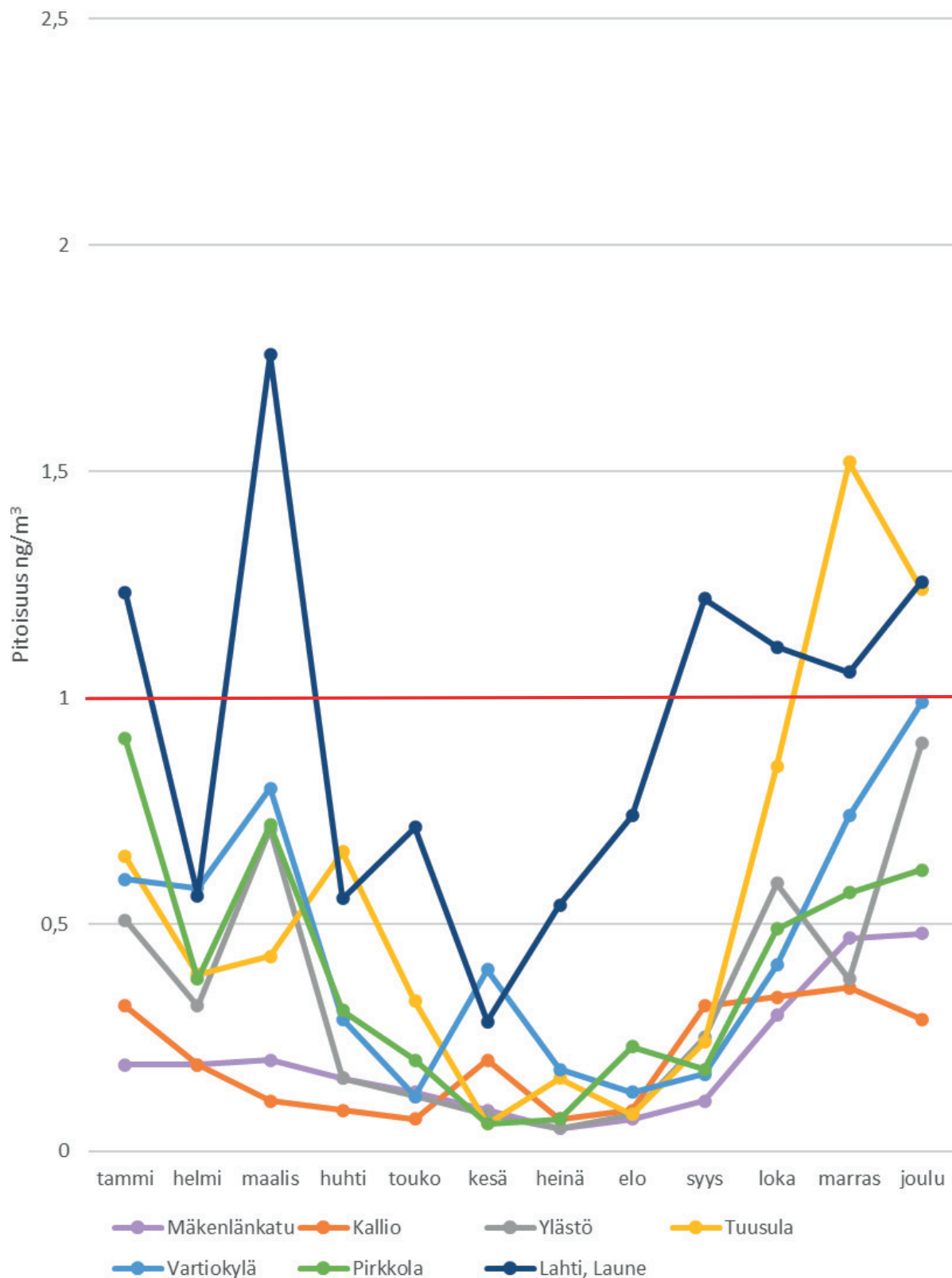
Helsingin seudun ympäristöpalvelut (HSY) toteutti jatkuvia mittauksia vuonna 2020 kuudessa eri paikassa Uudellamaalla. HSY:n mittauspisteistä liikenneympäristöön sijoittuivat Kallio sekä Mäkelänkatu ja pientaloalueille Vartiokylä, Pirkkola, Ylästö sekä Tuusula.

Vuonna 2021 mittauksia on tehty kolmessa eri mittauspisteessä pientaloalueilla Uudellamaalla: Vartiokylässä, Luukissa, Lohjalla sekä Ruskeasannassa. Liikenneympäristöön sijoittuvat Kallion sekä Mäkelänkadun mittauspisteet.

Liikenneympäristössä bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat varsinkin talvikuukausina pienempiä kuin pientaloalueilla.

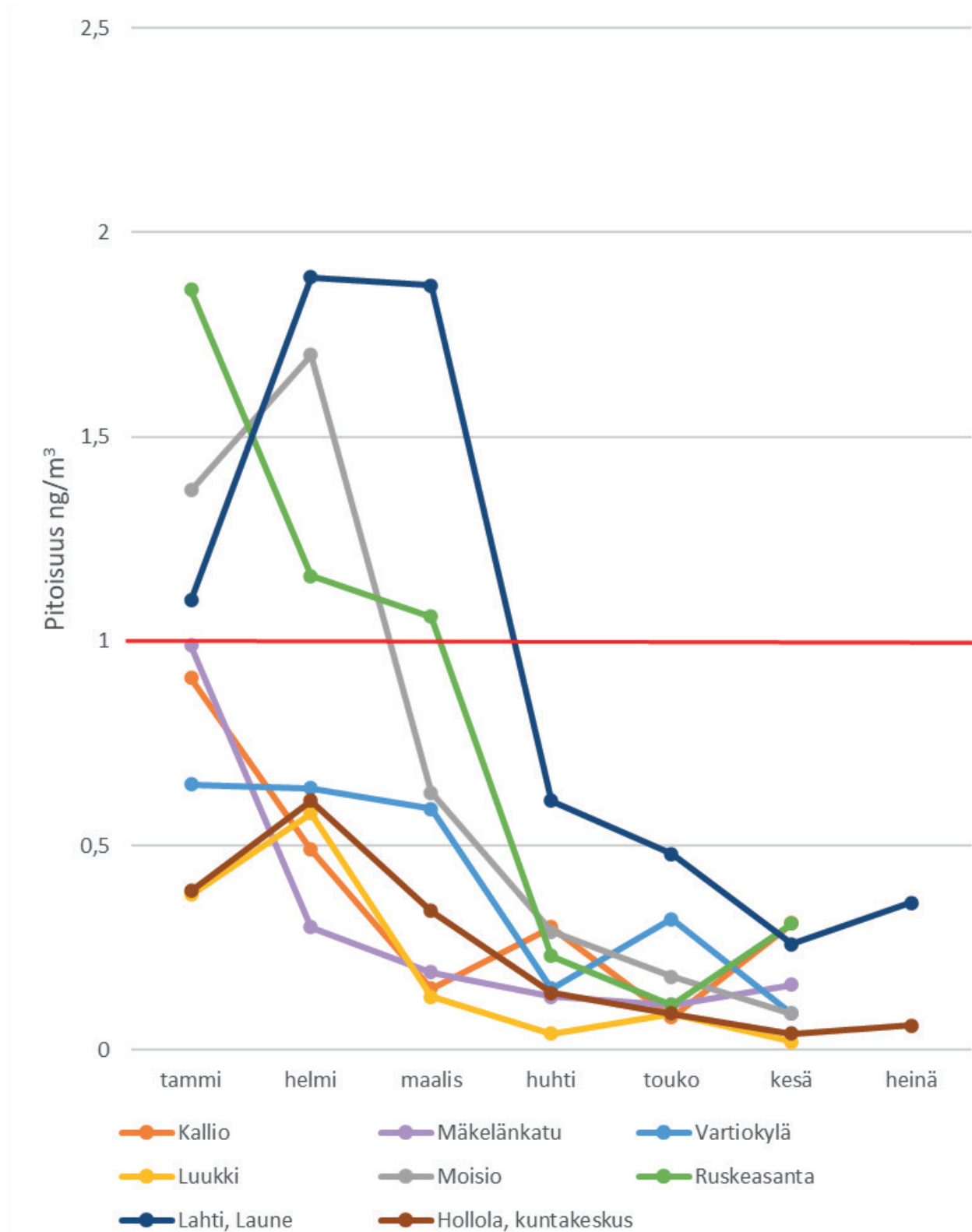
Vertailtaessa Lahden seudun tuloksia Uudellamaalla saatuihin tuloksiin, Lahdessa mitatut bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat useana kuukautena korkeampia kuin Uudellamaalla mitatut. Vilkkaassa Liikenneympäristössä bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat varsinkin talvikuukausina pienempiä kuin pientaloalueilla. Liikenneympäristössä tehdyissä mittauksissa tuloksiksi saadut pienemmät pitoisuudet osoittavat, että bentso(a)pyreenin pääasiallinen lähde ei ole liikenne. Pientaloalueilla bentso(a)pyreeniä pääsee ilmaan epätäydellisissä polttoprosesseista puun pienpoltosta. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Launeen sekä HSY:n mittauspisteissä vuonna 2020 esitetään kuvassa 4. Alkuvuoden 2021 bentso(a)pyreenin tuloksia esitetään kuvassa 5.





Kuva 4. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot HSY:n ja Launeen mittauspisteillä vuonna 2020 (Alkuperäinen kuva: www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmast/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/).



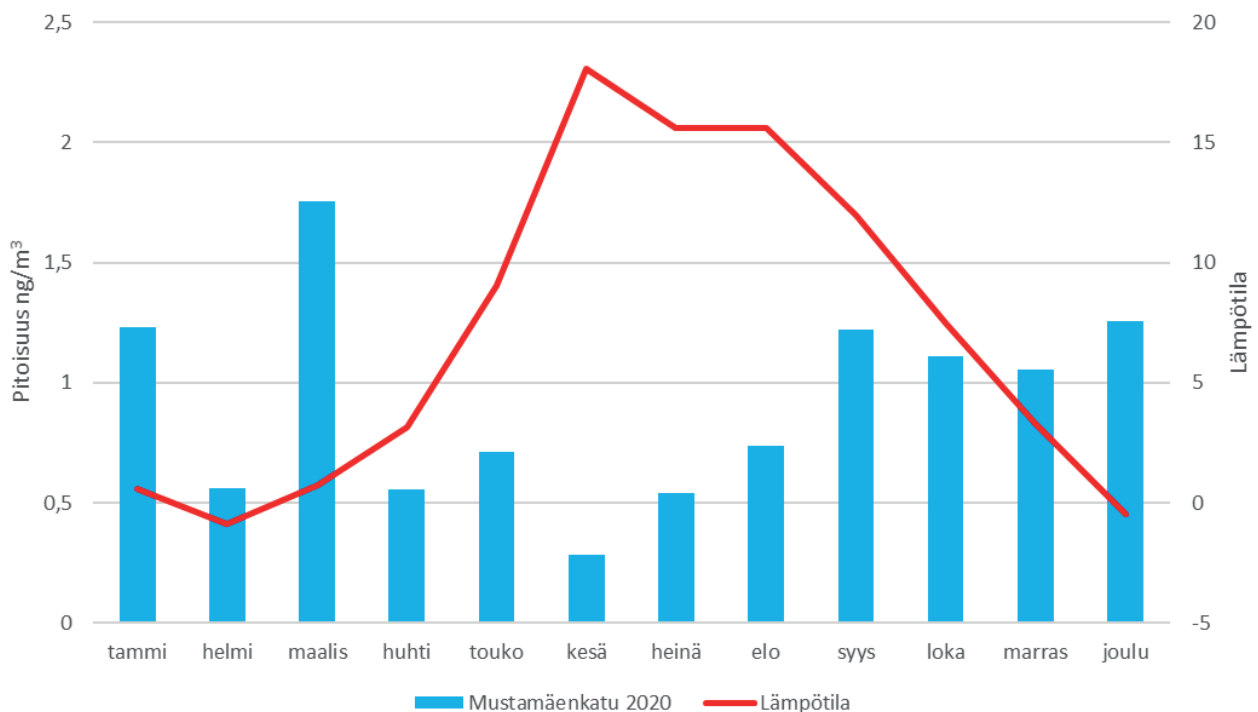


Kuva 5. Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot alkuvuonna 2021 HSY:n sekä Lahden seudun mittauspisteillä. (Alkuperäinen kuva: <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/>)



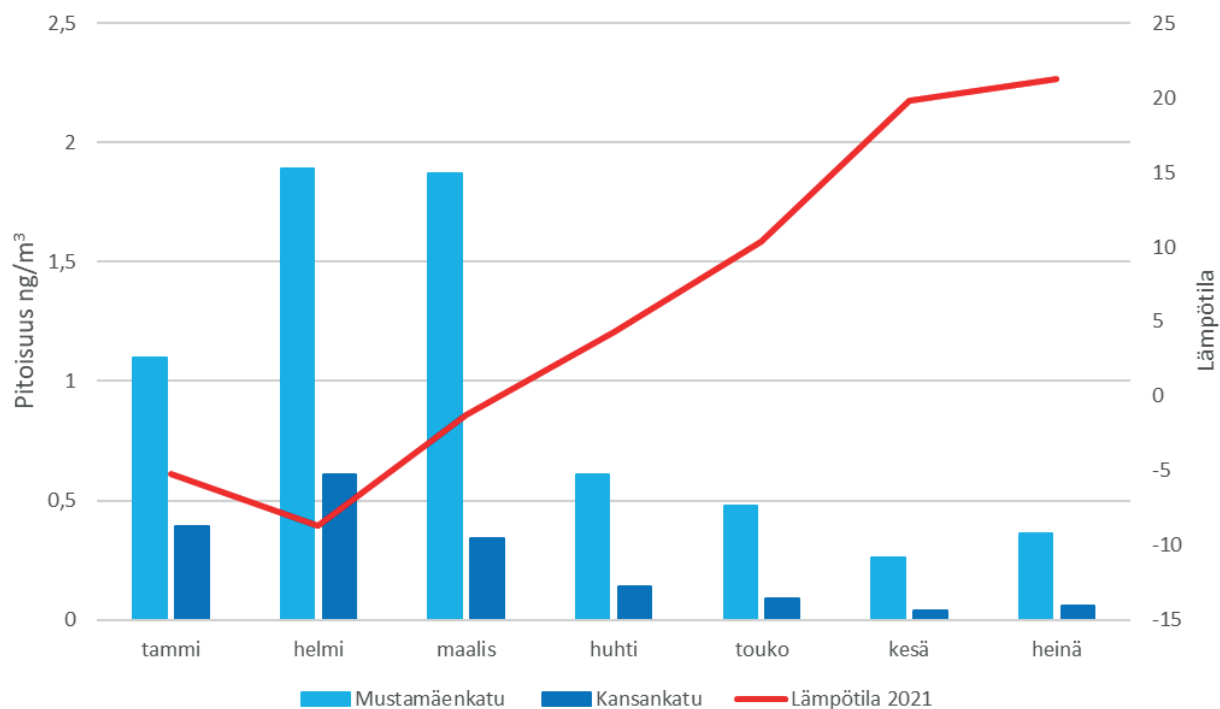
Yleisesti ottaen PAH-pitoisuudet kulkevat käsi kädessä ilman lämpötilan mukaan siten, että kylminä päivinä pitoisuudet ovat suurempia ja lämpiminä pienempiä, johtuen PAH-yhdisteiden hajotusprosesseista ja ilman liikehdinnästä. Lahden seudulla tehtyjen mittausten tulokset osoittivat, että talvikuukausina bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat korkeampia kuin kesäkuukausina, minkä voi nähdä kuvista 6 ja 7.

Kuvasta 8 voidaan nähdä, että bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat omakotitaloalueella vuonna 2020 korkeampia keskiviikkoisin ja lauantaisin kuin muina viikonpäivinä.

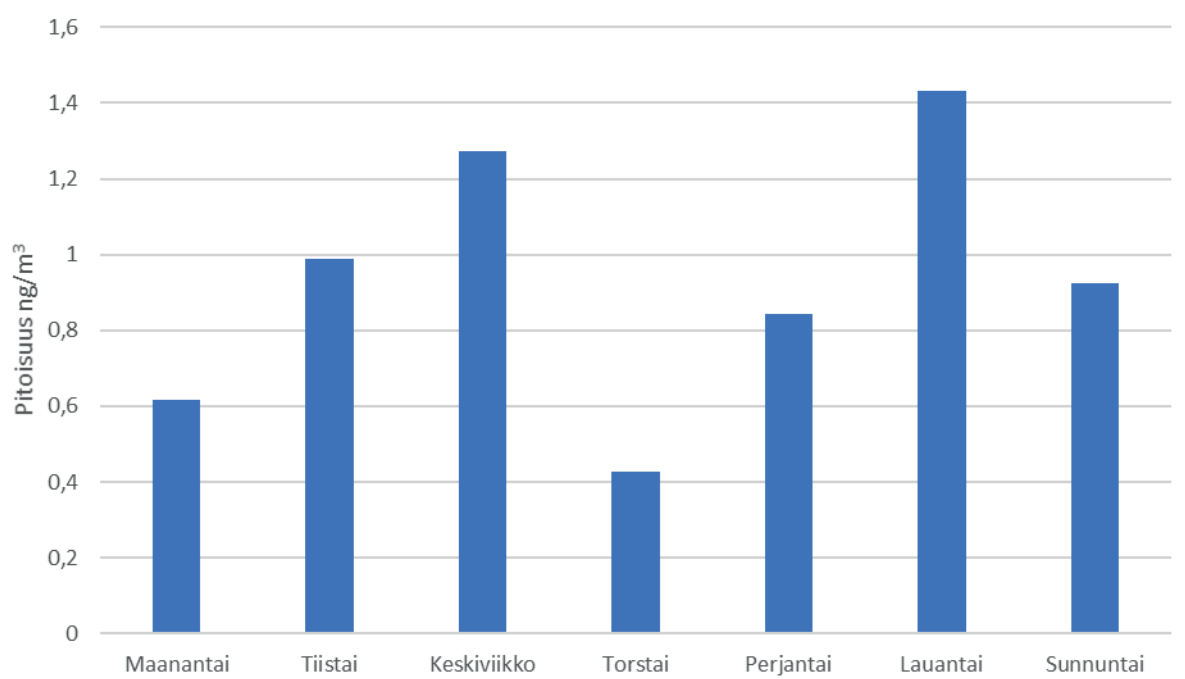


Kuva 6. Bentso(a)pyreenin ja ulkoilman lämpötilan kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla vuonna 2020.





Kuva 7. Bentso(a)pyreenin ja ulkoilman lämpötilan kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla ja Kansankadulla alkuvuonna 2021.



Kuva 8. Bentso(a)pyreenin keskiarvot eri viikonpäivinä Mustamäenkadulla vuonna 2020.



6. Johtopäätökset

Nyt tehdyt ja tekeillä olevat tutkimukset antavat tietoa, millaisia vaikutuksia pientaloalueiden tulisijojen käytöllä on hengitysilmanlaatuun.

Vuonna 2020 mitatut bentso(a)pyreenipitoisuudet viittaavat siihen, että alueella kotitalouksien puunpoltto on intensiivistä. Taloja lämmitetään puulla ehkä enemmän viikonloppuisin, jolloin ihmiset ovat useimmiten kotona. Keskiviikkoisin ja lauantaisin mitatut keskimääräisesti korkeammat pitoisuudet kuin muina viikonpäivinä saattavat kertoa, että perinteiset saunapäivät ovat säilyneet nykypäivänäkin.

Tuloksista voidaan huomata myös se, että viileämpinä kuukausina bentso(a)pyreenipitoisuudet ovat korkeampia kuin lämpöisempinä kuukausina, mikä liittyy paitsi pienpolton intensiivisyyden vaihteluun eri vuodenaikoina, myös PAH-yhdisteiden hajoamisnopeuden hidastumiseen kylmissä olosuhteissa.

Hollolan kuntakeskuksen mittausasemalla pientalot eivät sijoitu aivan mittauspaikan läheisyyteen vaan paikka on enemmänkin liikennepainotteinen. Vuoden 2021 alkupuolella tehtyjen mittausten tuloksista huomataan, että bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat Hollolan kuntakeskuksessa pienempiä kuin omakotitaloalueella Lahdessa. Tämä viittaa siihen, että myös Lahden seudulla bentso(a)pyreenipitoisuudet ilmassa aiheutuvat pääasiassa pientulisijojen käytöstä.

Laissa määritetyn syöpävaarallisuuden merkkiaineen, bentso(a)pyreenin, pitoisuudet ylittivät Lahdessa vuonna 2020 lain mukaisen ylemmän arviointikynnyksen. Valtioneuvoston asetuksen 113/2017 mukaisesti alueella on suoritettava ympäri vuoden jatkuvia pitoisuusmittauksia, jotta saadaan parempi kuva alueen PAH-pitoisuuksista.

Kaikki ilman epäpuhtaudet eivät jää vain ulkoilmaan, vaan päätyvät myös sisälle taloihin. Täten pitkäaikaisaltistuminen on entistä todennäköisempää. Terveydelle haitallisten PAH-yhdisteiden vähentämiseksi asiaa tulee tarkastella kotitalouksien puunpolton näkökulmasta. Keskiöön nouseekin pientaloalueiden asukkaiden puunpolttotottumukset ja tulisijojen kunto. Pikkuhiljaa alkaa tapahtua tulisijojen uusimista vähäpäästöisemmiksi. Tulisijojen pitkäikäisyyden vuoksi tulee kuitenkin erityisesti kiinnittää huomiota vanhempien tulisijojen kuntoon, käytettävään polttoaineeseen ja tulisijojen käyttötottumuksiin. Tällöin palamisprosessille voidaan taata optimaaliset olosuhteet ja prosessi on mahdollisimman tehokas ja vähäpäästöinen. Siten voidaan vaikuttaa alueen ilmanlaatuun sekä ihmisten altistumiseen kotitalouksien puun polton terveydelle haitallisille PAH-yhdisteille. Lisäksi tulisijojen hyötysuhde kasvaa, kun samankokoisella panoksella saadaan enemmän lämpöä talteen.

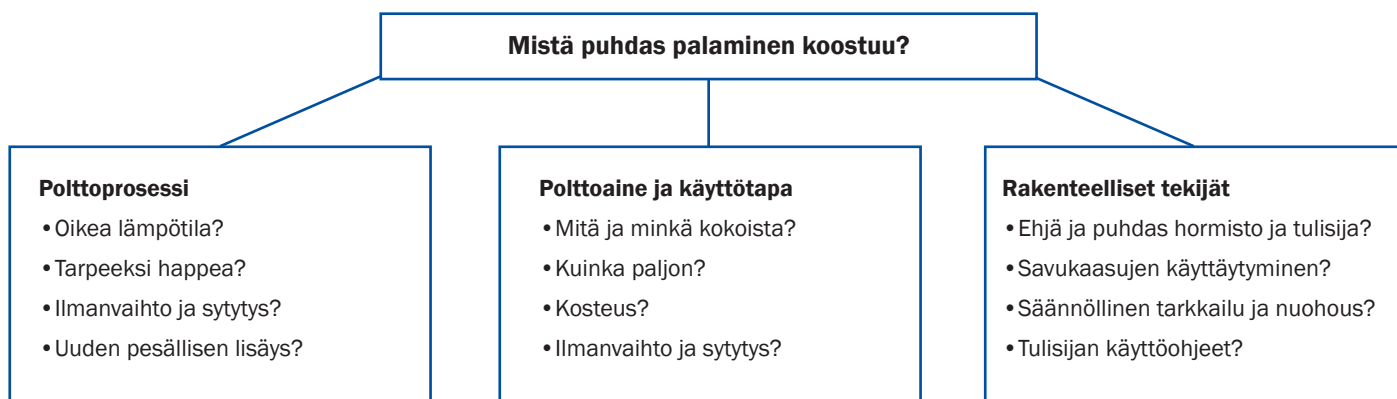


7. Pienpoltto

Puunpolttoa käytetään pientaloalueilla yleisesti lisälämmönlähteenä. Pienpolton ongelmana on kuitenkin matala päästökorkeus ja naapuruston ihmisten suora altistuminen terveydelle haitallisille päästöille sekä ulkona että asuinrakennusten sisätiloissa. 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. Kotitalouksien puunpolton aiheuttamat suuret päästöt ovat usein seurausta huonoista olosuhteista palamisprosessissa, käytetystä puulaadusta ja tulisijan huonosta kunnosta sekä vääränlaisesta käytöstä.

8. 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 9. Puhtaaseen palamiseen vaikuttavat tekijät.



8.1 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 hapettua, 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, vaikka se onkin kiellettyä, tulisi ne laittaa pesään vasta toisen pesällisen päälle, kun liekit ovat kuumimmillaan ja paloprosessi tehokkaimmillaan.

8.2 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 puuainekas 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 lämmittää myöskään liian kuumaksi, sillä se voi vahingoittaa rakenteita. 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 määristä puista tai liian vähäisestä paloilmasta, jolloin kaasuja syntyy liikaa. Vaalea tai harmahtava savu ilman kitkerää hajua on merkki hyvistä olosuhteista.

8.3 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.



8.4 Puunpolton muistilista

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

OHJEITA KOHTI PUHTAAMPAA PALAMISPROSESSIA

- Tutustu tulisijasi käyttöohjeisiin tai 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 mieluiten puolilleen
- Jätä tulisijan seinät vapaiksi, jotta ilma pääsee kiertämään puiden ympärillä
- Sytytä pesällinen mieluiten 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



9. 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
- EEA, European Environment Agency. 2019. Air quality in Europe – 2019 report EEA report No 10/2019. ISSN 1977-8449 doi:10.2800/822355
- 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
- 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/S135223109400275P>. 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.
- 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.

