

# LAHTI

ULKOILMAN BENTSO(A)PYREENIPITOISUUDET  
OMAKOTITALOALUEELLA JA  
KUNTAKESKUKSESSA LAHDEN SEUDULLA  
VUONNA 2021 JA ALKUVUONNA 2022



## ULKOILMAN BENTSO(A)PYREENIPITOISUUDET OMAKOTITALOALUEELLA JA KUNTA- KESKUKSESSA LAHDEN SEUDULLA VUONNA 2021 JA ALKUVUONNA 2022

Raportti: Kähäri Kaarina, Malminen Tommi

Näytteiden keräys: Kähäri Kaarina, Malminen Tommi, Lind Jenni

Laboratorioanalyysit: Eurofins Environment Testing Finland Oy



## SISÄLLYSLUETTELO

|  |    |
|--|----|
| 1. JOHDANTO .....                                    | 4  |
| 2. PAH-YHDISTEET .....                               | 4  |
| 2.1 BENTSO(A)PYREENI.....                            | 5  |
| 3. LAINSÄÄDÄNTÖ.....                                 | 6  |
| 4. MITTAUSJÄRJESTELYT .....                          | 7  |
| 5. TULOKSET .....                                    | 9  |
| 6. TULOSTEN VERTAAMINEN HSY:n MITTAUSTULOSSIIN ..... | 13 |
| 7. JOHTOPÄÄTÖKSET MITTAUSTULOKSISTA.....             | 16 |
| 8. PIENPOLTTO.....                                   | 17 |
| 9. POLTTO-OHJEISTUS .....                            | 17 |
| 9.1 POLTTOAINE .....                                 | 18 |
| 9.2 POLTTOPROSESSI.....                              | 18 |
| 9.3 RAKENTEELLISET TEKIJÄT.....                      | 19 |
| 9.4 PUUNPOLTON MUISTILISTA.....                      | 20 |
| LÄHTEET.....   | 21 |



## 1. JOHDANTO

Ilmansaasteet ovat ympäristöllisiä terveysuhkatekijöitä Euroopassa. 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 hiilivettyjä, eli PAH-yhdisteitä.

**Vuonna 2020** Launeen omakotitaloalueella aloitettiin tutkimus alueen PAH-pitoisuuksista. Vuoden 2021 alusta tutkimuksia laajennettiin myös Hollolan kuntakeskukseen, Kansankadun ja Keskuskadun kulmukseen. Vuonna 2022 mittauksia on tehty vain Lahden Launeella. 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 laboratorioanalyysistä vastasi Eurofins Environment Testing Finland Oy. Näytteitä kerättiin joka toinen vuorokausi.

**Tässä raportissa** esitetään ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet vuonna 2021 ja alkuvuonna 2022. 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 puunpolttiohjeistus matkalle kohti parempaa ilmanlaatua.

## 2. 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. 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, märkälasseuma ja auringonsäteilyn aiheuttama hajoaminen. Kuivalaskeumalla tarkoitetaan painavampien PAH-yhdisteiden laskeutumista maahan tai vesistöihin, yleensä lähellä päästölähdettään. Märkälasseuma 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 haitattomammiksi yhdisteiksi. Hiukkasiin kiinnittyneillä PAH-yhdisteillä auringon säteily 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.

## 2.1 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.



### 3. 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/m<sup>3</sup>, ylemmäksi vuotuiseksi arviointikynnykseksi 0,6 ng/m<sup>3</sup> ja vuotuiseksi tavoitekeskiarvoksi 1 ng/m<sup>3</sup> (Taulukko 1.).

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

|                            |                       |
|----------------------------|-----------------------|
| Alempi arviointikynnys     | 0,4 ng/m <sup>3</sup> |
| Ylempi arviointikynnys     | 0,6 ng/m <sup>3</sup> |
| Vuotuinen tavoitekeskiarvo | 1 ng/m <sup>3</sup>   |



## 4. MITTAUSJÄRJESTELYT

PAH-pitoisuuksien mittaukset suoritettiin joka toisena päivänä. Launeen omakotitaloalueella, Mustanmäenkadun varressa vuoden 2020 alusta alkaen, kuvassa 1. esitetyllä paikalla sekä Hollolassa Kansankadulla vuonna 2021, kuvassa 2.



Kuva 1. Mittauspisteen sijainti Lahdessa Launeen pientaloalueella.



Kuva 2. Mittauspisteen sijainti Hollolan Kansankadulla.





**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 mittaustaitteistoa.



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





## 5. TULOKSET

Tutkimusjakson aikana mitattiin vaihtelevia bentso(a)pyreenipitoisuuksia. Vuonna 2021 Lahdessa tehdyissä mittauksissa vuosikeskiarvo oli Mustanmäenkadulla 1,1 ng/m<sup>3</sup> ja Kansankadulla Hollolassa 0,2 ng/m<sup>3</sup> lainmukaisen vuotuisen tavoitekeskiarvon ollessa 1 ng/m<sup>3</sup> (kts. taulukko 1.).

**Taulukko 2.** Bentso(a)pyreenipitoisuuksien (ng/m<sup>3</sup>) pienin ja suurin yksittäinen pitoisuus sekä koko vuoden pitoisuuksien keskiarvo ja mediaani Lahden seudulla vuonna 2021.

| <i>Mustanmäenkatu</i>   | Pienin arvo | Suurin arvo | Kokonaiskeskiarvo | Mediaani |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------|----------|
| <i>Bentso(a)pyreeni</i> | 0,03        | 13,0        | 1,06              | 0,52     |

| <i>Kansankatu</i>       | Pienin arvo | Suurin arvo | Kokonaiskeskiarvo | Mediaani |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------------|----------|
| <i>Bentso(a)pyreeni</i> | 0,01        | 2,9         | 0,24              | 0,1      |

**Taulukko 3.** Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Lahdessa omakotitaloalueella ja Hollolassa kuntakeskuksessa sekä lämpötilan kuukausikeskiarvot Lahden seudulla vuonna 2021 ja alkuvuonna 2022.

|                       | Lahti, omakotitalo-<br>alue | Hollola,<br>kuntakeskus | Keskilämpötila (°C) |
|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| <i>Tammikuu</i>       | 1,10                        | 0,39                    | -5,7                |
| <i>Helmikuu</i>       | 1,89                        | 0,61                    | -9,2                |
| <i>Maaliskuu</i>      | 1,87                        | 0,34                    | -2,0                |
| <i>Huhtikuu</i>       | 0,61                        | 0,14                    | 4,0                 |
| <i>Toukokuu</i>       | 0,48                        | 0,09                    | 10,1                |
| <i>Kesäkuu</i>        | 0,27                        | 0,04                    | 19,3                |
| <i>Heinäkuu</i>       | 0,35                        | 0,06                    | 20,8                |
| <i>Elokuu</i>         | 0,35                        | 0,06                    | 14,8                |
| <i>Syyskuu</i>        | 1,44                        | 0,22                    | 8,7                 |
| <i>Lokakuu</i>        | 0,96                        | 0,20                    | 7,2                 |
| <i>Marraskuu</i>      | 0,77                        | 0,24                    | 0,4                 |
| <i>Joulukuu</i>       | 2,67                        | 0,56                    | -8,0                |
| <b>Keskiarvo 2021</b> | <b>1,1</b>                  | <b>0,2</b>              | <b>5,0</b>          |

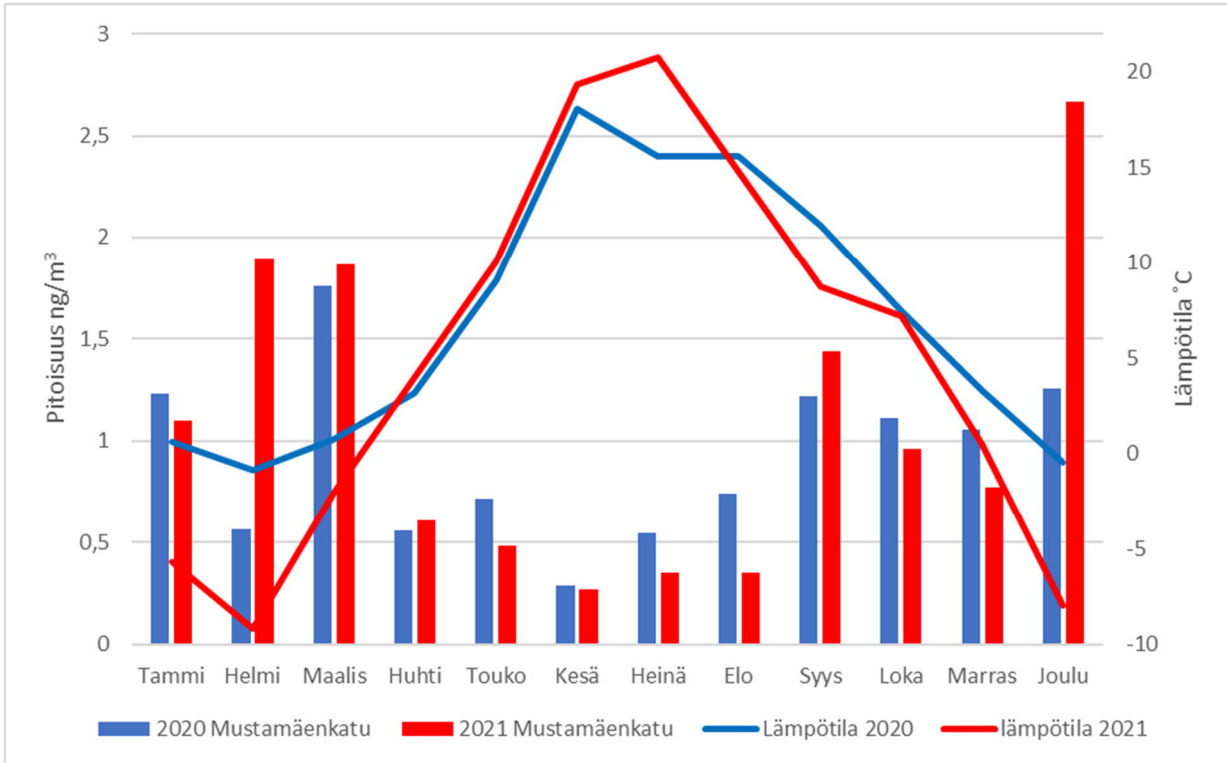


|  | Lahti, omakotitalo-<br>alue | Hollola,<br>kuntakeskus | Keskilämpötila (°C) |
|--|-----------------------------|-------------------------|---------------------|
| Tammikuu                               | 0,86                        | -                       | -4,9                |
| Helmikuu                               | 0,92                        | -                       | -3,3                |
| Maaliskuu                              | 1,74                        | -                       | -0,8                |
| Huhtikuu                               | 0,60                        | -                       | 2,8                 |
| Toukokuu                               | 0,35                        | -                       | 9,7                 |
| Kesäkuu                                | 0,72                        | -                       | 16,8                |
| <b>Keskiarvo alku-<br/>vuonna 2022</b> | <b>0,9</b>                  | -                       | <b>3,4</b>          |

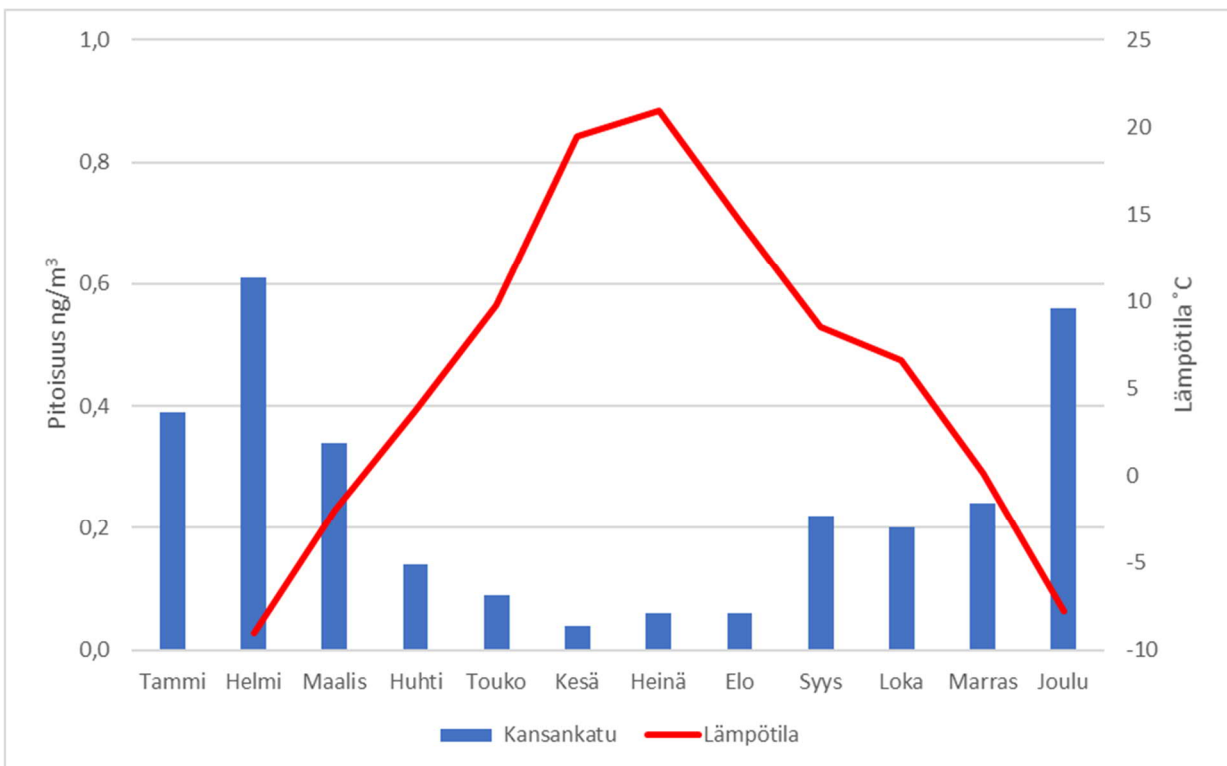
**Mustanmäenkadulla** mitattu vuosikeskiarvo vuonna 2021 ylitti ylemmän arviointikynnyksen ja sivusi tavoitekeskiarvoa (1 ng/m<sup>3</sup>). Lain mukaan alueella jatketaan mittauksia, jotta saadaan selvä kuva PAH-pitoisuuksista ja asukkaiden altistumisesta PAH-yhdisteille. Kansankadulla Hollolan kuntakeskuksessa bentso(a)pyreenin vuosikeskiarvo alitti alemman arviointikynnyksen.

**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 4 esitetään Lahden Launeella mitatut bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot vuosina 2020 ja 2021 sekä lämpötilojen kuukausikeskiarvot samoina aikoina. Kuvassa 5 esitetään Hollolan kuntakeskuksessa mitatut bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot ja lämpötilojen kuukausikeskiarvot vuonna 2021. Kuvassa 6. on esitetty bentso(a)pyreenipitoisuudet molemmilla mitausasemilla eri viikonpäivinä vuonna 2021.



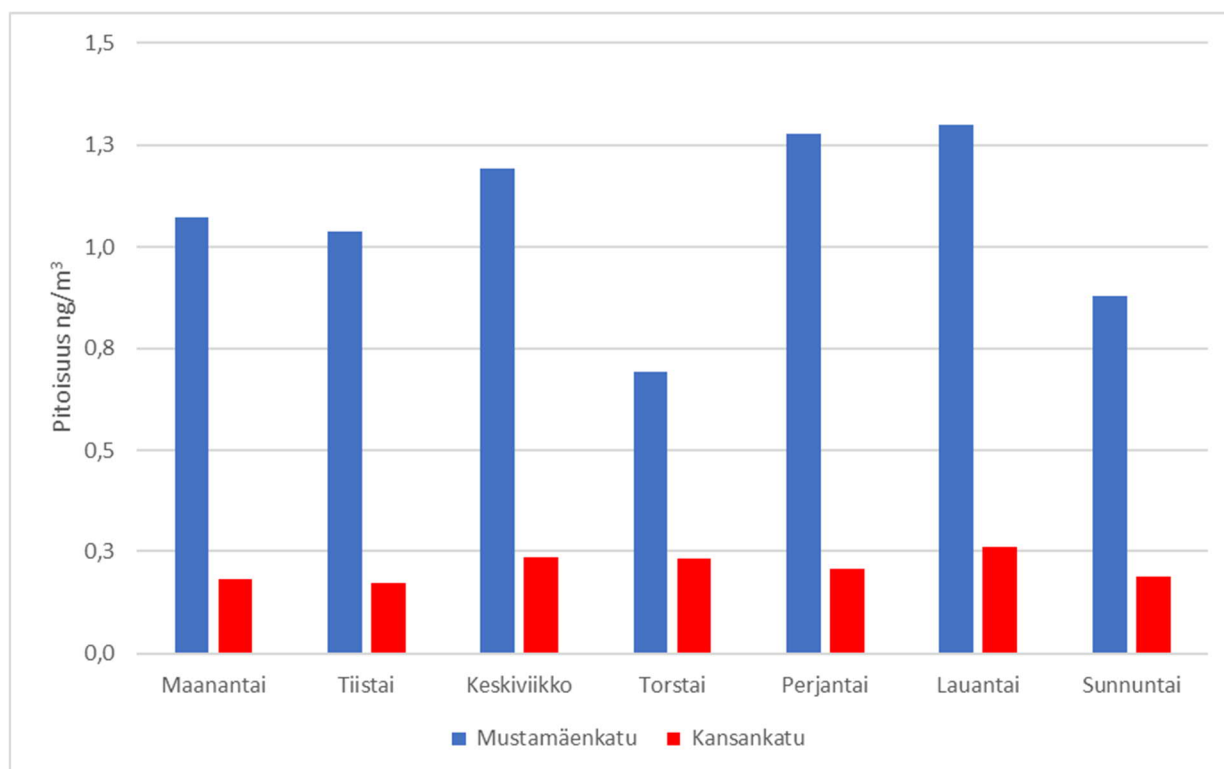


Kuva 4. Lämpötilan sekä bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Mustamäenkadulla vuosina 2020 ja 2021.



Kuva 5. Lämpötilan sekä bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Kansankadulla vuonna 2021





Kuva 6. Bentso(a)pyreenin keskiarvot eri viikopäivinä vuonna 2021.



## 6. TULOSTEN VERTAAMINEN HSY:n MITTAUSTULOSSIIN

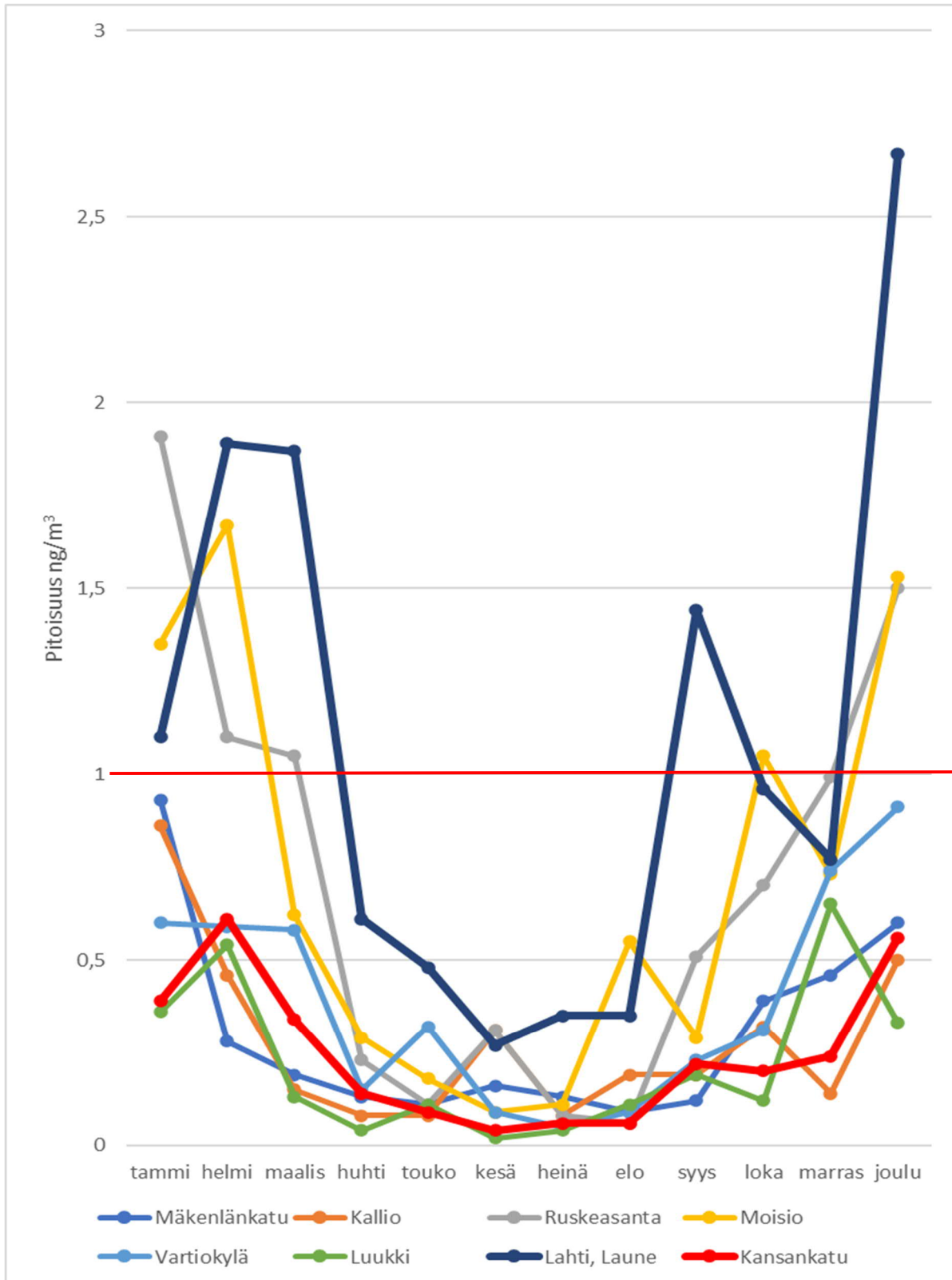
**Helsingin** seudun ympäristöpalvelut (HSY) toteutti jatkuvia mittauksia vuonna 2021 kuudessa eri paikassa Uudellamaalla. PAH-yhdisteitä mitataan pysyvästi pääkaupunkiseudulla kolmessa mittauspisteessä: Keskustan asuinalueella Kalliossa ja Mäkelänkadulla sekä pientaloalueella Vartiokylässä.

Pysyvien mittauspisteiden lisäksi PAH-yhdisteitä mitattiin Vuonna 2021 kolmessa eri mittauspisteessä Uudellamaalla: Luukissa, Lohjalla sekä Ruskeasannassa. Vuonna 2022 mittauspisteet sijaitsivat Tapanilassa, Vanhassa Porvoossa ja Tikkurilassa.

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

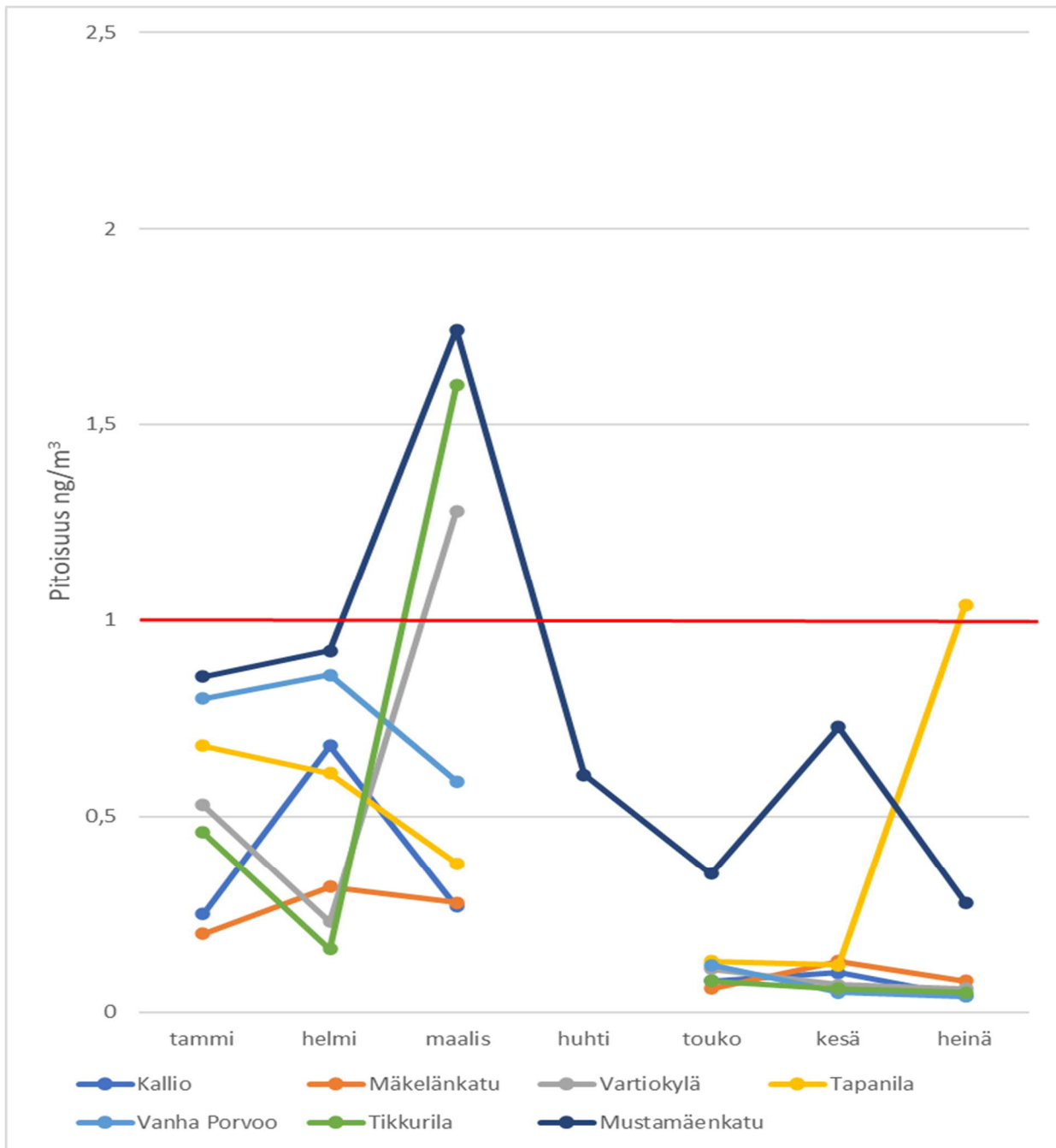
**Lahdessa** mitatut bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat useana kuukautena korkeampia kuin Uudellamaalla tai Hollolan kuntakeskuksessa mitatut. Vilkkaassa Liikenneympäristössä bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat varsinkin talvikuukausina pienempiä kuin pientaloalueilla. Liikenneympäristössä tehdyissä mittauksissa tuloksiksi saadut pienemmät pitoisuudet osoittavat, että bentso(a)pyreenin pääasiällisin lähde ei ole liikenne. Pientaloalueilla bentso(a)pyreeniä pääsee ilmaan epätäydellisissä polttoprosesseista puun pienpoltosta. Kuvassa 7. esitetään bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Launeella, Hollolassa sekä HSY:n mittauspisteissä vuonna 2021. Kuvassa 8. esitetään bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Launeella sekä HSY:n mittauspisteissä alkuvuonna 2022.





**Kuva 7.** Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Launeella ja Hollolassa sekä HSY:n mittauspisteillä vuonna 2021. (Alkuperäinen kuva: [www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/](http://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/)).





**Kuva 8.** Bentso(a)pyreenin kuukausikeskiarvot Launeella ja HSY:n mittauspisteillä alkuvuonna 2022. (Alkuperäinen kuva: [www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/](http://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/ilmanlaatu-nyt/pah-yhdisteet/)).





## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET MITTAUSTULOKSISTA

**Vuonna** 2021 tehtyjen mittausten tuloksista huomataan, että bentso(a)pyreenipitoisuudet olivat Hollolan kuntakeskuksessa selvästi pienempiä kuin omakotitaloalueella Lahdessa. Tästä voidaan päätellä, että bentso(a)pyreenipitoisuudet ilmassa aiheutuvat pääasiassa pientulisijojen käytöstä. Tätä johtopäätöstä tukee myös vertailu pääkaupunkiseudulla mitattuihin bentso(a)pyreenipitoisuuksiin. Pääkaupunkiseudun vilkasliikenteisillä alueilla mitattiin huomattavasti pienempiä bentso(a)pyreenipitoisuuksia kuin lahtelaisella omakotitaloalueella.

**Lahden** seudulla mitatut bentso(a)pyreenipitoisuudet osoittavat, että omakotitaloalueella kotitalouksien puunpoltto on intensiivistä. 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.

**Laissa** määritetyn syöpävaarallisuuden merkkiaineen, bentso(a)pyreenin, pitoisuudet ylittivät omakotitaloalueella 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.



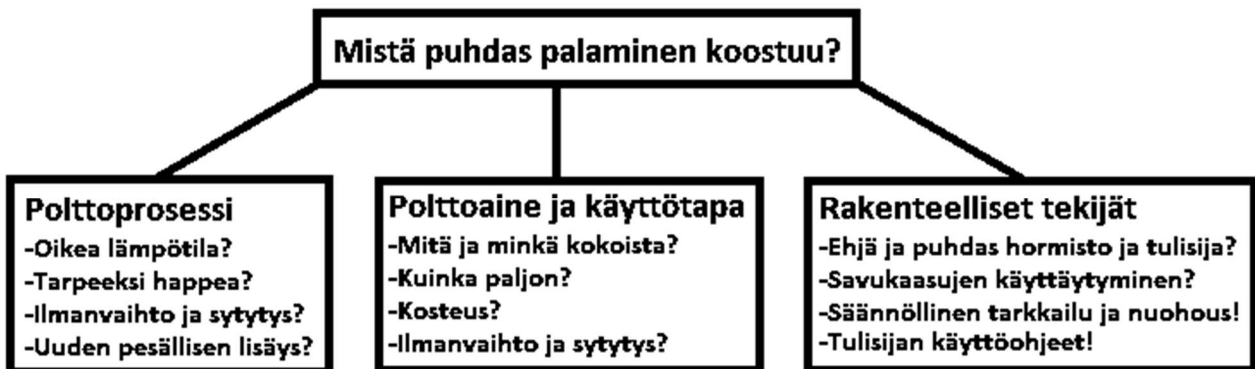
## 8. PIENPOLTTO

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

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 omissa kodeissa.

## 9. 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.



## 9.1 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 klapikoon tulisi olla noin 8 – 10 cm halkaisijaltaan, joka vastaa noin kilon painoista klapia. Seuraavan pesällisen klapikoon 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, tulisi ne laittaa pesään vasta toisen pesällisen päälle, kun liekit ovat kuumimmillaan ja paloprosessi tehokkaimmillaan.

## 9.2 POLTTOPROSESSI

**Tulisijan** käytössä tulee noudattaa käyttöohjeita, ja myös nuohoojalta voi kysyä neuvoa ja lisätietoa 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 puuainekes 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. Siksi onkin parempi lämmittää 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 märistä puista tai liian vähäisestä paloilmasta, jolloin kaasuja syntyy liikaa. Vaalea tai harmahtava savu on merkki hyvistä olosuhteista.

### 9.3 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.



## 9.4 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 roskea, 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 Long-range 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
- 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 seurantarpeen arviointi. Ilmatieteen laitos. Asiantuntijapalvelut –ilmanlaatu ja energia. In Finnish.
- Kähäri K. Lind J. Ulkoilman bentso(a)pyreenipitoisuudet omakotitaloalueella 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.

