

Tarja Yli-Tuomi, erikoistutkija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos,
Ympäristöterveys, Kuopio

Pekka Taimisto, suunnittelija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos,
Ympäristöterveys, Kuopio

Erkki Pärjälä, ympäristönsuojelutarkastaja, Kuopion kaupunki,
alueelliset ympäristönsuojelupalvelut, Kuopio

Taina Siponen, erityisasiantuntija, Terveyden ja hyvinvoinnin laitos,
Ympäristöterveys, Kuopio

Sähkön hinnan vaikutus ilmanlaatuun pientaloalueella

Kesän 2022 aikana pörssisähkön hinta nousi Suomessa ennätyslukemiin. Kalliin sähkön pelättiin johtavan puulämmityksen ja siitä aiheutuvien päästöjen rajuun lisääntymiseen seuraavan lämmityskauden aikana. Kuivat polttopuut myytiinkin monin paikoin loppuun jo alkusyksyn aikana. Ilmanlaadun asiantuntijat tiedottivat puhtaamman polttotavan merkityksestä monen kanavan kautta. Miten kävi? Huononiko ilmanlaatu pientaloalueilla?



Polttopuun myynti- ja käyttömäärät

Luonnonvarakeskuksen kyselyn perusteella halko- ja klapimyynti kasvoi 26 % vuodesta 2021 vuoteen 2022¹. Polttopuun ostaminen kertoo kuitenkin vain käyttöaikomuksesta eikä poltettujen puiden määrästä.

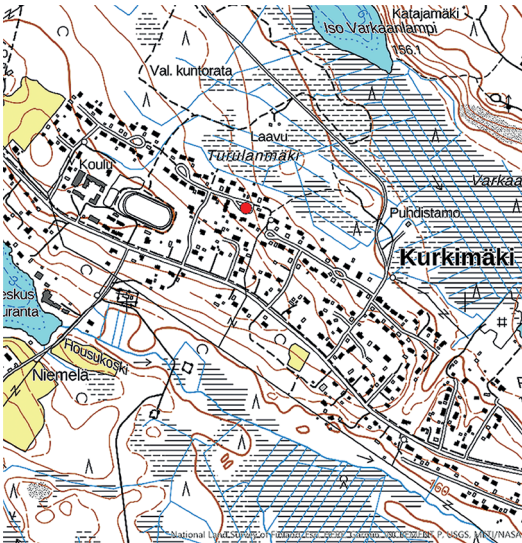
Terveiden ja hyvinvoinnin laitoksen ja Itä-Suomen yliopiston vuonna 2023 tekemään Ympäristö ja Terveys -kyselyyn vastanneista henkilöistä 1008 (17 %) asui omakotitalossa, jossa oli vähintään yksi tulisija. Näistä taloista 10 %:lla oli ensisijainen puulämmitys ja 53 %:lla toissijainen. Kolme yleisintä syytä puun polttamiseen olivat lämmityskustannusten alentaminen (73 % vastaajista), viihtyisän tunnelman luominen (55 %) ja saunan lämmittäminen (44 %). Lämmityskaudella 2022–23 vastaajista 41 % oli lisännyt tulisijan käyttöä verrattuna aiempiin talviin energian hinnan takia. Heistä 40 % poltti puuta yli kaksi kertaa useammin kuin edellisinä

talvina. Kyselyyn vastasi 5873 henkilöä Helsingin, Espoon, Tampereen, Vantaan, Oulun, Turun, Jyväskylän, Kuopion, Lahden ja Porin alueilta.

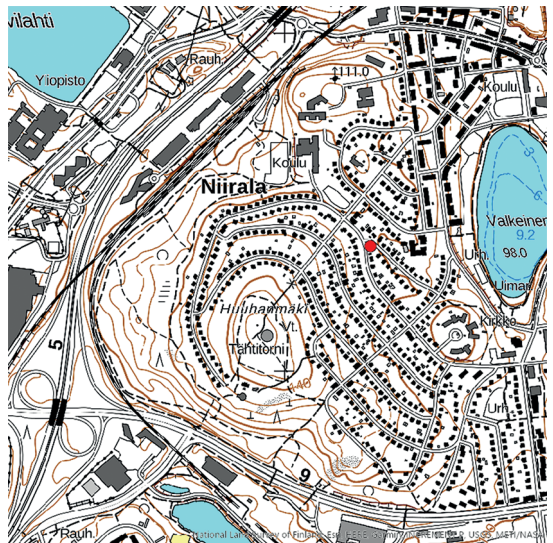
Ilmanlaatumittaukset Kuopiossa 2021–2023

Ilmansaastepitoisuuksia mitattiin kahdella pientaloalueella, Kurkimäen maaseututajamassa (kuva 1) ja keskustan lähellä sijaitsevassa Niiralan kaupunginosassa (kuva 2). Kurkimäki on noin 1000 asukkaan taajama, jonka rakennuskanta koostuu valtaosin omakotitaloista. Lähistöllä ei ole vilkkaita liikenneväyliä. Mittausasema sijaitsi samalla paikalla kuin Ilmatieteen laitoksen 12.1.–5.4.2006 tekemissä mittauksissa².

Niiralan mittausasema sijaitsee tiiviisti rakennetulla ruotsalais- ja rintamamies-talovaltaisella pientaloalueella. Niirala on noin 3800 asukkaan kaupunginosa, jonka pohjoisosassa on kerrostaloja ja eteläosassa



Kuva 1. Kurkimäen kartta, jossa mittausaseman sijainti on merkitty punaisella ympyrällä. Sisältää Maanmittauslaitoksen Peruskarttarasterin 01/2024 aineistoa.



Kuva 2. Niiralan kartta, jossa mittausaseman sijainti on merkitty punaisella ympyrällä. Sisältää Maanmittauslaitoksen Peruskarttarasterin 01/2024 aineistoa.

omakotitaloja. Osa alueen pientaloista on kaukolämpöverkossa, mutta alueella on myös sähkö- ja öljylämmitteisiä taloja sekä runsaasti puun pienpolttua. Kuopion Energia Oy:n Haapaniemen voimalaitos sijaitsee kaakossa noin 1,5 kilometrin päässä ja Niiralan lämpökeskus lännessä vajaan kilometrin päässä mittausasemasta. Niiralan asuinalue on vilkkaiden teiden ympäröimä, mutta mittausaseman välittömässä läheisyydessä liikennemäärät ovat vähäiset.

Kummallakin asemalla mitattiin jatkuva-toimisesti hengitettävien hiukkasten (PM₁₀; hiukkasten halkaisija alle 10 µm) ja pienthiukkasten (PM_{2,5}; hiukkasten halkaisija alle 2,5 µm) pitoisuutta. Niiralan asema on osa Kuopion ilmanlaadun mittausverkostoa, joten sieltä on tuloksia vuodesta 2019 alkaen. Kurkimäessä mitattiin hiukkasten sekä mustan hiilen (BC) eli nokihiukkasten ja hään (CO) pitoisuutta marraskuusta 2021 huhtikuun loppuun 2023.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) ja polyaromaattisten hiilivetyjen (PAH) pitoisuuksia määritettiin Kurkimäessä talvikuukausina marraskuusta 2021 joulukuuhun 2022. Niiralassa VOC- ja PAH-pitoisuuksia määritettiin vuonna 2022, myös kesällä. VOC-näytteitä kerättiin kahden viikon jaksoissa kummallakin asemalla. PAH-pitoisuus analysoitiin Kurkimäessä 12 vuorokauden kokoomanäytteistä, kun taas Niiralassa analysoitiin vuorokausipitoisuus joka kolmas päivä kerätystä näytteestä. Kemialliset analyysit tehtiin huhtikuun loppuun 2022 asti Ilmatieteen laitoksella ja sen jälkeen Suomen ympäristökeskuksessa.

Lämmityskausien vertailu

Jatkuvatoimisesti mitattujen ilmansaaste-pitoisuuksien, lämpötilan ja pörssisähkön hinnan keskiarvot vertailtavien lämmityskausien ajalta on esitetty taulukossa 1.

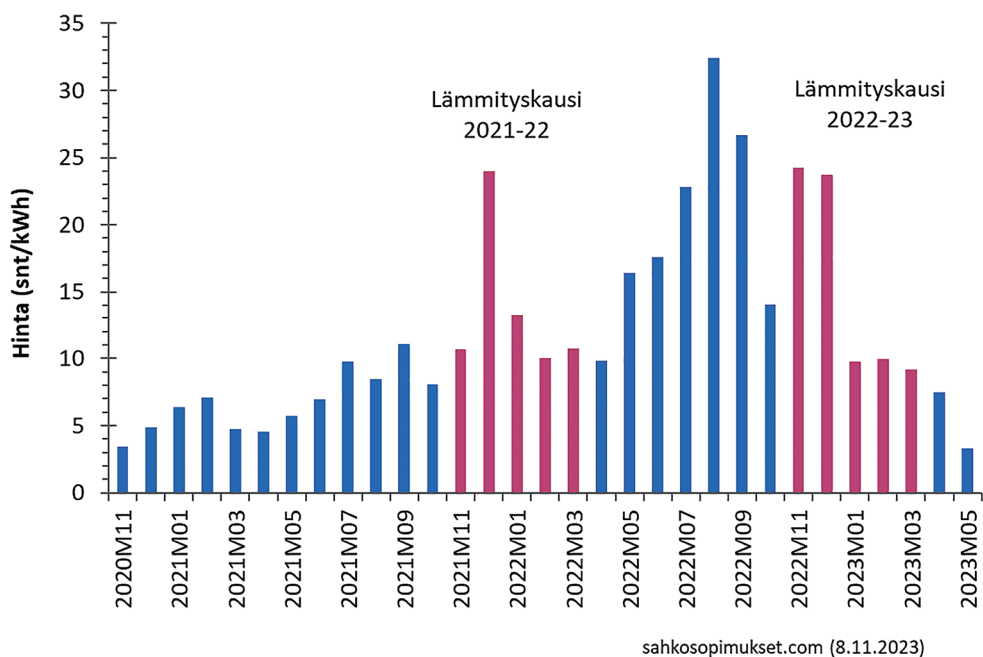
Taulukko 1. Ilmansaastepitoisuudet, ulkoilman lämpötila ja pörssisähkön hinta tutkittujen lämmityskausien aikana.

	Kurkimäki		Niirala	
	11/2021– 3/2022	11/2022– 3/2023	11/2021– 3/2022	11/2022– 3/2023
PM ₁₀ (µg/m ³)	6,5	5,7	7,0	6,1
PM _{2,5} (µg/m ³)	3,2	3,6	4,8	3,8
BC (µg/m ³)*	0,49	0,43	NA	NA
CO (µg/m ³) [#]	202	162	NA	NA
Lämpötila (°C)	-4,6	-3,8	-4,5	-3,6
Pörssisähkön spot-hinta (snt/kWh) [¤]	11,1	13,5	11,1	13,5

* 19.11.2021 alkaen

12.11.2021 alkaen

¤ Market data/Nord Pool



Kuva 3. Pörssisähkön spot-hinnan kuukausikeskiarvon vaihtelu marraskuusta 2020 toukokuuhun 2023. Lähde sahosopimukset.com.

Sekä Kurkimäen mittausasemalla että Ilmatieteen laitoksen Savilahden sääasemalla lämmityskauden 2022–23 keskilämpötila oli noin asteen lämpimämpi kuin edellisenä talvena. Lämmityskauden määriteltiin olevan marraskuun alusta maaliskuun loppuun, sillä näiden kuukausien aikana keskilämpötila oli alle 0 °C.

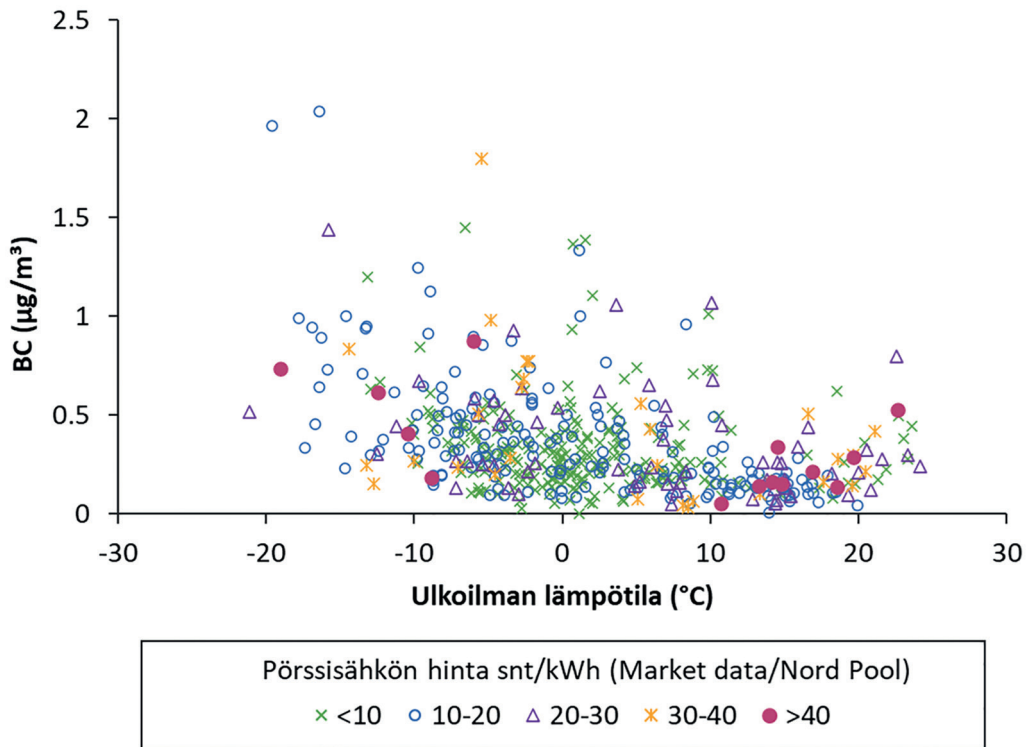
Niiralassa sekä PM₁₀- että PM_{2,5}-pitoisuus oli pienempi jälkimmäisen lämmityskauden aikana. Kurkimäessä PM_{2,5}-pitoisuus oli hieman suurempi, mutta epätäydellistä palamista kuvaavien BC:n ja CO:n pitoisuudet olivat pienemmät 2022–23 kaudella. Mittausasemien välillä pitoisuuserot olivat pieniä. Tätä selittää muun muassa se, että Suomessa pienhiukkasten pitoisuuteen vaikuttaa oleellisesti kaukokulkeuma, jolloin

PM_{2,5}-pitoisuus kuvaa huonosti paikallisen puunpolton päästöjä.

Toteutuneessa pörssisähkön hinnassa ei ollut suurta eroa kausien välillä, koska joulukuussa 2021 ollut hintapiikki nosti aiemman talven keskiarvoa ja toisaalta hinta laski tammikuussa 2023 (kuva 3).

Ulkoilman lämpötilan ja pörssisähkön hinnan vaikutus

Lämmitystarve riippuu luonnollisesti ulkoilman lämpötilasta. Sähkölämmitteisessä talossa puulämmityksen käytön voisi olettaa lisääntyvän lisälämmönlähteenä, kun sähkön hinta on korkealla. Kuvassa 4 on esitetty Kurkimäestä mitattu BC-pitoisuus



Kuva 4. Mustan hiilen (BC) pitoisuus ulkoilman lämpötilan ja pörssisähkön hinnan funktiona.

ulkolämpötilan ja pörssisähkön vuorokausikeskiarvon mukaan. Osa mustasta hiilestä on peräisin kaukokulkeumasta ja liikenteestä, mutta Kurkimäessä puun poltto on talvisin merkittävä BC-lähde. Lämpötilan ja BC-pitoisuuden välillä ei kuitenkaan näyttänyt olevan voimakasta korrelaatiota. Myöskään pörssisähkön hinta ei näyttänyt vaikuttavan vuorokausitasolla mustan hiilen pitoisuuteen. Kuukausikeskiarvoissa BC-pitoisuus korreloi lämpötilan ($R^2=0,56$), mutta ei pörssisähkön hinnan kanssa ($R^2=0,001$).

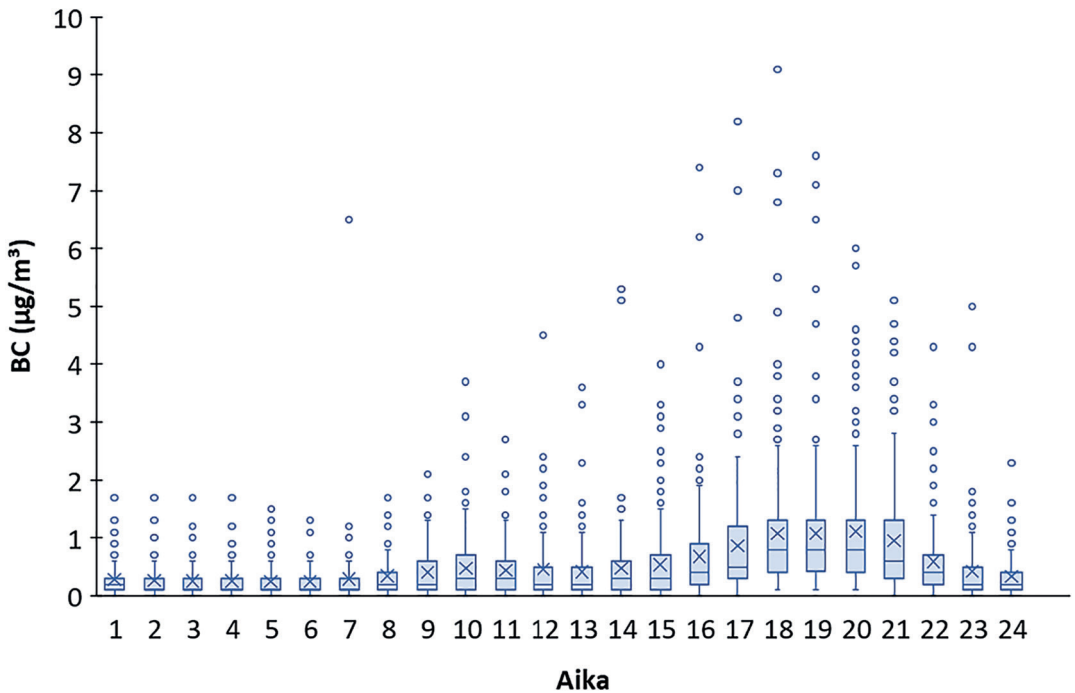
Pitoisuusvaihtelu vuorokaudenajan ja viikonpäivän mukaan

Kurkimäessä BC-pitoisuus oli yleensä suu-

rimmillaan kello 17–21 välillä (kuva 5), joten puun poltto on todennäköisesti merkittävämpi lähde kuin lähialueen liikenne. Lauantaisin pitoisuudet olivat keskimäärin 10–40 % suuremmat kuin muina viikonpäivinä. Aiemmissa tutkimuksissa tehtyjen kyselyjen perusteella lauantai on edelleen suosituin saunomisilta, joten puulämmitteisten kiukaiden päästöt selittävät suuremmat BC-pitoisuudet.

PAH-yhdisteet

PAH-yhdisteitä muodostuu orgaanisen aineksen epätäydellisen palamisen seurauksena. Pientaloalueilla kotitalouksien puunpoltto on merkittävin PAH-päästöjen lähde. PAH-yhdisteistä bentso(a)pyreenille



Kuva 5. Mustahiilipitoisuus vuorokauden eri aikoina Kurkimäessä talvikuukausina.

(BaP) on annettu terveyden suojelemiseksi ilmanlaadun tavoitearvo, joka on 1 ng/m^3 . Tavoitearvoon verrataan kokonaispitoisuutta PM_{10} -fraktiossa kalenterivuoden keskiarvona. BaP:n talvikuukausien keskiarvo oli Kurkimäessä $0,57 \text{ ng/m}^3$ ja Niiralassa $0,76 \text{ ng/m}^3$ (taulukko 2). Kaikkien mitattujen PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat Niiralassa pienemmät kesällä kuin talvella. Olettaen, että myös Kurkimäessä pitoisuudet olivat kesällä pienemmät kuin talvella, bentso(a)pyreenin tavoitearvo ei ylittynyt kummassakaan mittauspisteessä. Koska Kurkimäessä PAH-analyysijä ei tehty kesäaikaan, tulosten tarkempi vertaaminen on vaikeaa, mutta BaP-pitoisuus näyttäisi kuitenkin olleen Kurkimäessä pienempi kuin Niiralassa.

Bentso(a)pyreenin ja muiden analysoitujen PAH-yhdisteiden välinen korrelaatio oli hyvä. Selityskertoimen (R^2) keskiarvo oli Kurkimäessä $0,81$ ($0,69\text{--}0,92$) ja Niiralassa $0,87$ ($0,63\text{--}0,97$). Alle määrittysrajan jääneet arvot korvattiin datassa pitoisuudella, joka oli puolet määrittysrajasta. Kurkimäessä BaP:n ja BC:n välinen korrelaatio oli yllättävän heikko, selityskerroin oli vain $0,38$.

Pörssisähkön hinnan ja BaP:n välinen korrelaatio oli Kurkimäessä hyvä ($R^2=0,74$), mutta Niiralassa talvikuukausien ajanakin selityskerroin oli vain $0,27$.

VOC-yhdisteet

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä vapautuu ulkoilmaan monista lähteistä. Tärkeimpiä

Taulukko 2. PAH- ja VOC-yhdisteiden pitoisuudet Kurkimäessä ja Niiralassa.

Epäpuhtaus	Kurkimäki 2022 talvi ^{&*}		Niirala 2022 talvi ^{&#}		Niirala 2022 kesä ^{##}	
	keskiarvo ng/m ³	<DL [‡]	keskiarvo ng/m ³	<DL [‡]	keskiarvo ng/m ³	<DL [‡]
PAH-yhdisteet (PM₁₀)						
antraseeni	0.088	14 %	0.079	2 %	0.016	43 %
bentso(a)antraseeni	0.556	0 %	0.724	0 %	0.232	2 %
bentso(a)pyreeni	0.584	0 %	0.757	0 %	0.256	7 %
bentso(b)fluoranteeni	NA		0.667	0 %	0.204	0 %
bentso(bjk)fluoranteeni	1.123	0 %	1.401	0 %	0.552	2 %
bentso(ghi)peryleeni	0.470	0 %	0.589	0 %	0.237	10 %
bentso(j)fluoranteeni	NA		0.518	0 %	0.156	6 %
bentso(k)fluoranteeni	NA		0.404	0 %	0.124	7 %
dibentso(ah)antraseeni	NA		0.077	2 %	0.028	56 %
dibentso(ah+ac)antraseeni	0.060	0 %	0.076	10 %	0.055	48 %
fenantreeni	0.503	0 %	0.481	2 %	0.063	23 %
VOC-yhdisteet						
Tolueeni	435	0 %	540	0 %	630	0 %
Bentseeni	591	0 %	607	0 %	253	53 %
o-Ksyleeni	87	0 %	126	0 %	153	7 %
Propyylibentseeni	25	0 %	26	45 %	45	20 %
Etyylibentseeni	78	27 %	98	0 %	121	13 %
m/p-Ksyleeni	178	27 %	276	0 %	355	13 %
3-etyylitolueeni	74	45 %	46	9 %	69	13 %
Styreeni	26	55 %	225	9 %	243	7 %
2-etyylitolueeni	15	100 %	15	100 %	24	73 %
4-etyylitolueeni	15	100 %	20	73 %	45	33 %

[&] Tammikuu–maaliskuu ja marraskuu–joulukuu 2022

[‡] Huhtikuu–lokakuu 2022

^{*} PAH 12 vrk (2 näytettä/kuukausi); VOC 14 vrk keräyksistä

[#] PAH 1 vrk joka kolmas päivä; VOC 14 vrk keräyksistä

[‡] Alle määrittäjärajien olevien pitoisuuksien osuus

lähteitä ovat teollisuus, liikenteen pakokaasut ja polttoaineen jakelu sekä puun poltto. Ulkoilman bentseenipitoisuuden vuosikeskiarvolle on annettu raja-arvo 5 µg/m³. Sekä Kurkimäessä että Niiralassa talviajan bentseenipitoisuus (noin 0,6 µg/m³) jäi selvästi alle raja-arvon ja Niiralassa muiden vuodenaikojen keskiarvo oli alle puolet talvipitoisuudesta. Olettaen, että myös

Kurkimäessä pitoisuus on talvella suurempi kuin muina vuodenaikoina, raja-arvo ei ylity kummassakaan mittauspisteessä.

Kurkimäessä tolueenipitoisuus korreloi hyvin (R²>0,7) bentseenin, etyylibentseenin, m/p-ksyleenin ja o-ksyleenin kanssa ja kohtalaisesti häikäipitoisuuden kanssa. Niiralassa bentseenipitoisuuteen vaikuttaa todennäköisesti myös vilkasliikenteisten

teiden läheisyys, mikä näkyi huonompana korrelaationa bentseenin ja muiden PAH-yhdisteiden välillä. Kummallakaan mittausasemalla bentseenin tai toluenin pitoisuus ei riippunut pörssisähkön hinnasta.

Vertailu vuoden 2006 tuloksiin

Ilmatieteen laitos mittasi ilmansaastepitoisuuksia Kurkimäessä 12.1.–5.4.2006 osana PUPO-projektia². Näiden mittausten aikana ulkoilman lämpötila oli keskimäärin -10 °C eli paljon kylmempi kuin 2022 mittausten aikana. Ilmansaastepitoisuudet olivat tuolloin suuremmat: PM₁₀ 16 vs 6,1 µg/m³, PM_{2,5} 8 vs 3,4 µg/m³, BaP 1,3 vs 0,57 ng/m³ ja bentseeni 1250 vs 590 ng/m³. Mittausjaksojen välinen ero johtunee enemmän lämpötilaerosta kuin vähentyneestä tai puhtaammasta puun poltosta.

Pohdintaa

Ilmanlaatu ei huonontunut kahdella Kuopion pientaloalueella lämmityskauden 2022–2023 aikana verrattuna edelliseen talveen, vaikka uutisoinnin sekä tehtyjen kyselyiden perusteella polttopuuta myytiin ja myös poltettiin enemmän kuin 2021–2022 talvena. Molemmat talvet olivat leutoja ja keskilämpötilassa oli vain asteen ero. Hiukkasten, mustan hiilen, hään tai PAH- ja VOC-yhdisteiden pitoisuuden ja sähkön hinnan välillä ei havaittu yhteyttä.

Voi olla useita syitä, miksei lisääntynyt puun poltto huonontanut ilmanlaatua pientaloalueilla. Leuto talvi ja pörssisähkön hinnan pieneneminen alkuvuodesta 2022 vaikuttivat varmasti osaltaan siihen, ettei puunpoltto lisääntynyt niin paljon kuin etukäteen pelättiin. Toisaalta laajan tiedotuksen ja uutisoinnin ansiosta osa asukkaista todennäköisesti paransi puunpolttotapojaan. Tämän kehityksen toivoisi jatkuvan etenkin, jos edessä on paljon kylmempiä talvia, jolloin lämmitystarve lisääntyy. Sa-



Kuva: Pixabay.

malla on muistettava, että yksittäisen huonon polttajan päästöt eivät välttämättä näy mittausasemilla, mutta ne voivat heikentää ilmanlaatua hyvinkin paljon lähimpien talojen alueilla.

Lähteet

- 1 Luonnonvarakeskus, 2013. Halko- ja klapikauppa kasvoi neljänneksen vuonna 2022. Uutinen 23.3.2023. <https://www.luke.fi/fi/uutiset/halko-ja-klapikauppa-kasvoi-neljanneksen-vuonna-2022>
- 2 Pietarila, H., Haaparanta, S., Hellén, H., Rasila, T., Varjoranta, R., Lindgren, K., Kauhaniemi, M., Alaviippola, B., Hillamo, R. ja Saarnio, K., 2007. Kuopion Kurkimäen ilmanlaatatutkimukset. Kirjassa: Tissari, J., Salonen, R.O., Vesterinen, R., ja Jokiniemi, J. (toim.). Puun pienpolton päästöt, ilmanlaatu ja terveys. PUPO- ja PUPO-terveys projektien yhteinen loppuraportti. Kuopion yliopiston ympäristötieteen laitoksen monistesarja 2/2007. 138 s + 1 liites. Kopijyvä, Kuopio. ■