

Pienhiukkaset – vaikutukset ja torjunta

Esko Kukkonen, DI
Tutkija, toimittaja, AUSUM
ausum@kolumbus.fi

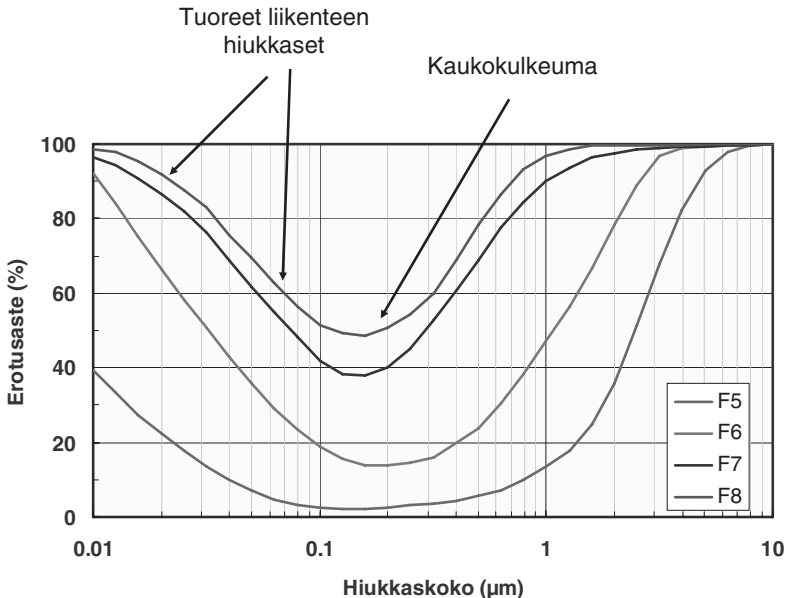
2

Ilmassa leijuvat pienhiukkaset ovat viime aikojen tutkimuksissa osoittautuneet aiemmin luultua haitallisemmiksi. Pienhiukkaset ovat niin pieniä, että ne pääsevät keuhkojen pienimpiin sokoihin ja jopa verenkiertoon. Ne vaikeuttavat keuhko- ja sydänoireita, lisäävät keuhkoputkentulehdusten määrää sadoilla tapauksilla ja niiden vaikutuksesta on arvioitu yli tuhannen ihmisen kuolevan Suomessa vuosittain ennenaikaisesti.

Altistumme pienhiukkasille pääosin sisätiloissa, vaikka pienhiukkasten pääasiallisimmat lähteet ovat ulkona. Lähteistä myös suuri osa on maamme rajojen ulkopuolella ja niihin vaikutta-

minen on vaikeaa. Pienhiukkasten vaikutusta voidaan siksikin parhaiten ja edullisimmin vähentää suodattamalla ulkoa sisään otettava ilma riittävästi hyvin.

Edellä kerrotut tosiasiat kävivät ilmi äskettäin päättyneessä TEKES:in FINE-ohjelmassa, jossa tuotettiin tutkimustietoa pienhiukkasista, niiden synnystä ja vaikutuksista. Ohjelmassa myös kehitettiin menetelmiä ja laitteita, joiden avulla voidaan vähentää ja hallita pienhiukkaspäästöjä ja niiden haitallisia vaikutuksia ihmiseen. Puun pienpolton parempi hallinta ja rakennusten tuloilman kunnollinen suodatus osoittautuivat ensisijaisiksi keinoiksi.



Kuva 1. Erilaisten tuloilmasuodattimien erotusaste hiukkaskoon mukaan.

Pienhiukkaset pääsevät keuhkoihin ja verenkiertoon

Erityisen haitalliseksi tilanteen tekee se, että pienhiukkaset ovat niin pieniä, että ne pääsevät keuhkojen pienimpiin sokkoihin ja jopa verenkiertoon. Tutkimustietoa pienhiukkasten terveysvaikutusten mekanismeista ei kuitenkaan vielä ole riittävästi. Ne vaikeuttavat pääasiassa keuhko- ja sydänoireita, lisäävät keuhkoputkentulehdusten määrää sadoilla tapauksilla ja niiden vaikutuksesta on EU:n CAFE-ohjelmassa arvioitu yli tuhannen ihmisen kuolevan Suomessa vuosittain ennenaikaisesti. Lisäksi on arvioitu kymmenien tuhansien hengitys- ja sydänsairaiden sekä lasten toimintakyvyn toistuvasti huonontuvan ja lääkkeiden käyttöön lisääntyvän pienhiukkasten vuoksi. Pienhiukkasten terveyshaitoista aiheutuneiksi kustannuksiksi Suomessa on CAFE-ohjelmassa arvioitu 1–2,9 miljardia euroa. Jo melko lyhytaikainen pienhiukkasten lisääntyminen, kuten viime kesän Venäjän metsäpalojen aiheuttama pienhiukkaspitoisuuden nousu, näkyi selvästi pienhiukkasille herkien ihmisten oireilun ja sairastumisen lisääntymisenä.

Samassa Puhdasta ilmaa Euroopalle (CAFE)-ohjelmassa todettiin pienhiukkaset erittäin merkittäväksi kansanterveydelliseksi ja kansantaloudelliseksi ongelmaksi koko Euroopassa. Komissio julkistikin viime syksynä ehdotuksen uudesta ilmansuojeludirektiivistä, jonka tarkoituksena on mm. aloittaa näiden halkaisijaltaan alle 2,5 µm pienhiukkasten (PM_{2,5}) säättely Euroopassa. Aiemmin niille ei ole annettu pitoisuusrajoituksia. Tavoitteena on monin tavoin vähentää pienhiukkasten aiheuttamia kuolemantapauksia ja elinvuosien menetyksiä lähes puolella vuoteen 2020 mennessä. Tarvittavien säädösten ja muiden toimenpiteiden valmistelu on aloitettu. Suomen osalta ongelmallista on vaikuttaa kaukokulkeutumaan, jota tulee eri puolilta Eurooppaa, mm. Virosta, Venäjältä, Puolasta ja Ukrainasta sekä myös lännempää. Pienet hiukkaset pysyvät ilmassa hyvinkin pitkiksi ajoiksi ja kulkeutuvat pitkälle maiden rajoista välittämättä. Kotimaisista pienhiukkaslähhteistä merkittävimmät ovat liikenne, energiantuotanto ja puun pienpoltto. Niiden vaikutukset ovat ennen kaikkea paikallisia.

Suomen pienhiukkasista puolet ulkomailta

Suomen ulkoilmassa havaituista haitallisista pienhiukkasista (PM_{2,5}) noin puolet tulee kaukokulkeutuneista maista. Kotimaassa teollisuudessa ja energiantuotannossa on isoja pää-

tölähteitä, mutta keskitettyinä ne ovat helposti varustettavissa tehokkailla puhdistimilla.

Ongelmia aiheuttaa enemmän hajakuormitus, liikenne ja lisääntyvä puun pienpoltto. Jälkimmäistä on toisaalta syytä suosia niin energiapolitiittisista kuin ilmastopolitiittisista syistä. Puuta pitää kuitenkin osata polttaa oikein. Siinä on vielä tekemistä, sillä vanha perimätieto ja taito ovat usein hukassa. Todellisella maaseudulla tulipesiä on harvassa, eikä pienhiukkasongelmaa esiinny. Mutta kaupunkien pientalotajamissa saattaa pienhiukkasten määrä ulkoilmassa olla haitallisen suuri. Opastusta oikeaan polttoon kuitenkin jo annetaan ja uusia määräyksiä on valmisteilla. Käytettävän polttopuun tulee olla riittävän kuivaa ja se on syytettävä oikein, jottei haitallisia pienhiukkaspeästäjä synty. Savun tulee olla vaaleaa, tumma savu kertoo aina suuresta hiukkasmäärästä.

Mitatut pienhiukkaspitoisuudet ovat meillä suurimmillaan Helsingin keskustassa, jossa ne ovat suuruusluokkaa 10 µg/m³. Se on huomattavasti vähemmän kuin Etelä- ja Keski-Euroopan suurissa kaupungeissa, mutta ongelmia niistä silti syntyy.

Autojen päästöt vähenemässä

Liikenteessä syntyy paljon pienhiukkasia, tosin hyvää kehitystä on tapahtumassa. Autojen päästövaatimukset ovat kiristyneet ja jatkuvasti kiristymässä Euroopassa sekä bensiini- että dieselpuolella. FINE-ohjelmassa päästöjen vähentämistä tutkittiin ja kehitettiin moottoreita ja pakokaasujen puhdistuslaitteita sekä pienhiukkasten puhdistustehon mittaussaitteita. Koska liikenteen määrä on kuitenkin jatkuvasti ja nopeasti kasvanut, eivät kokonaispäästöt ole vielä alentuneet, vaikka uusia ja puhtaampia autoja on otettu käyttöön.

Liikenteen pienhiukkaspäästöjen osalta ovat pahimpia paikkoja vilkkaasti liikennöidyt kaupunkien keskustat. Katujen varsilla on esimerkiksi Helsingissä mitattu melko korkeita pienhiukkaspitoisuuksia, jotka tosin alenevat hyvin nopeasti kadun varrelta pois päin mentäessä. Liikenteen pienhiukkaset vaivaavat eniten tienvarressa kulkevia ja pysäkeillä seisovia, mutta myös autoissa on mitattu suuria pitoisuuksia. Autojen tuloilman kunnollinen suodattaminen olisikin tärkeää. Keväisin katujen talvisesta hiekoituksesta ja nastarenkaista aiheutuva, yleensä tosin karkeampi pöly, vielä lisää ongelmia ja aiheuttaa oireita.

Helsingissä ja muuallakin on myös metron ja metrotunnelin ilmaa mitattu korkeita pitoisuuksia, siellä pienhiukkaset irtoavat kiskoista junan pyörien hankauksen seurauksena. Bussissa ja raitiovaunuissa on myös havaittu ko-

honneita pienhiukkaspitoisuuksia. Niissä samoin kuin metrossa matkustajien altistumisaika on kuitenkin suhteellisen lyhyt, joten pienhiukkasten kokonaisannos jää pieneksi. Liikennevälineiden huono sisäilman laatu erityisesti pienhiukkasten osalta on kuitenkin työsuojelukysymys ja asettaa haasteita tekniikalle ja laitesuunnittelulle.

Altistuminen sisällä on tärkeintä

Vaikka pienhiukkasten lähteet ovat useimmin ulkona, on sisällä tapahtuva altistuminen tärkeintä myös pienhiukkasten osalta. Sisällähän oleskellaan valtaosa ajasta. Toimistorakennuksissa on jo pitkään suodatettu ilmanvaihdon tuloilmaa. Mikäli vastaavaa tekniikkaa käytettäisiin myös asuinrakennuksissa, olisi mahdollista vähentää suomalaisten hiukkasaltistusta melkoisesti. Selvitysten mukaan jopa enemmän, kuin mihin on mahdollista päästä liikennettä rajoittamalla. Tuloilman suodattamiseen pitäisi kuitenkin käyttää sellaisia suodattimia, jotka estävät myös pienhiukkasten läpipääsyn. Nykyiset suodattimet eivät siihen aina pysty.

Sisätiloissa on tietenkin myös omia pienhiukkasten sisälähteitä, merkittävimmät tupakointi ja ruoanlaitto. Myös kaikenlainen avotuli, kaasuliedet ja kynttilät, lisää sisäilman pienhiukkasarastusta. Kengissä ulkoa tuleva lika jauhaantuu lattialla pieniksi haitalliseksi hiukkasiksi. Pölynimurit voivat myös olla melkoisia pienhiukkasten lähteitä, jos niiden poistoilmaa ei kunnolla suodateta tai johdeta suoraan ulos.

Tuloilmalle tarvitaan kunnollinen suodatus

Sisätilojen pienhiukkaset tulevat pääosin ulkoa. Niiden suodattaminen tuloilmasta nykyteknikan keinoin on täysin mahdollista, mutta sitä ei kuitenkaan aina pidetä tarpeellisena. Jos hatara talo ja ns. luonnollinen ilmanvaihto katsotaan riittäviksi, on ulkoilman saasteilla ja pienhiukkasilla esteetön pääsy sisälle. Myöskään tavanomainen koneellinen poisto, joita asutupoolella aiemmin yleisesti käytettiin, ei ratkaise ongelmaa. Erilaisista raoista yms. hallitsematta tulevaa tuloilmaa on vaikeaa suodattaa. Vain kunnollinen suodatus, joka poistaa myös pienet hiukkaset auttaa. Siihen on nykyisin käytävissä useita erilaisia suodatinratkaisuja, joita myös kehitettiin FINE-ohjelman aikana.

Viranomaiset eivät ole Suomessa tähän mennessä esittäneet vaatimuksia tuloilman pienhiukkasten suodattamisesta. Nykyisten viran-

omaisvaatimusten pääpaino onkin muiden kuin varsinaisten pienhiukkasten suodattamisessa. Vaatimusten kiristäminen koskemaan myös pienhiukkasia olisi ilmeisesti tarpeen.

Ilmanvaihtolaitosten eräs heikkous on niiden käytön ja huollon huono järjestely tai peräti laiminlyönti. Mm. suodatinten vaihto unohtuu tai se on tehty turhan vaikeaksi. On ilmeistä, että pienhiukkasten hallinnan ja muiden vastaavien tarpeiden tiedostamisen myötä tullaan ilmanvaihto- ja suodatinlaitteiden jatkuvaa moitteetonta toimintaa jatkossa yhä enemmän vaatimaan. Laitteiden käyttö, huolto ja kunnossapito on saatava nykyistä paremmin toimiviksi.

Tärkeä kehityshaaste liittyy myös pienhiukkasten mittaustekniikkaan. Myös se oli esillä FINE-ohjelmassa. Pienhiukkaset eivät ole yhtä helposti aistittavissa kuin lämpötila. Huoneilman pienhiukkasongelmiin mittaaminen ja havainnointi on saatava kehitettyä tarkemmaksi ja helpommaksi. Voisi myös ajatella kehitettävän automaattisesti huoneilman pienhiukkaspitoisuuden mukaan ohjautuvia huoneilman puhdistimia.



Kuva 2. Kotimainen Genanon kehittämä ja valmistama pienhiukkasten suodattamiseenkin pystyvä laite. Sopii asuintiloihin ja vaativiinkin törmistöihin.

Puhtainta ilmaa saadaan kierrättämällä

Tarvittaessa pienhiukkasista todella puhdasta ilmaa tulee huonetila varustaa tehokkaalla hiukkasia suodattavalla ilmankierrätyslaitteella. Nii- tä käytetään nykyisin yleisesti jo vaativissa ti- loissa, mm. sairaaloissa, pienhiukkasten ja myös erilaisten taudinaiheuttajien poistamiseksi sekä huippuluokan tuotanto- ja laboratorioti- loissa, elektroniikan sekä nano- ja DNA-tekniikan vaatimien puhtausvaatimusten saavuttami- seksi. Hyvän ilmanlaadun saavuttaminen edel- lyttää tehokasta suodatusta myös pienhiukkas- ten osalta ja riittävän suurta ilmavirtaa. Laittei- den käytön yleistymisen perustuu pienhiuk- kasongelman tiedostamiseen ja todelliseen tar- peeseen, ei vain viranomaisvaatimuksiin ja sää- döksiin. Suomessa on markkinoilla myös vas- taavia asunto- ja toimistotiloihin sopivia ilman- puhdistimia.

Mutta myös muita uusia kehittyneempiä so- veltamisratkaisuja tarvitaan ja on kehitteillä, esimerkiksi sellaisia, joissa tuodaan puhtainta ilmaa vain hengitysyvyhykkeelle ja erityistiloi- hin. Myös huonekaluihin integroituja puhtaan ilman ratkaisuja on kehitetty Suomessakin. Eräänä mahdollisuutena tuli FINE-ohjelmassa esille myös tuloilman päätelaitteisiin yhdistetty suodatus, jolloin erityistilojen tarpeet on helppo ottaa huomioon.

Mutta myös tällä alueella on huomattava, että huonekohtaisten laitteiden ja muiden erityisrat- kaisujen jatkuva moitteeton toiminta on välttä- mätöntä. Käyttö, huolto ja kunnossapito on saa- tava toimiviksi. Se tarjoaa haastetta ja liiketoi- mintamahdollisuuksia suodatinvalmistajille ja huoltoliikkeille.

Pienhiukkaset antavat myös markkinoita

FINE-ohjelman mukaan huoneilman pienhiuk- kasten torjuntaan, mm. tulo- ja kierrätysilman suodatukseen liittyvä teknologia on Suomessa kansainvälisesti katsoen kehittyntä ja kilpai- lukykivistä. Erittäin tärkeää kuitenkin on, että pienhiukkasten merkitys terveydelle tunnuste- taan paremmin ja laajemmin oleelliseksi osaksi hyvää ja terveellistä työ- ja asuinympäristöä. Merkkejä ajatustavasta on jo ollut havaittavissa,



Kuva 3. Martelan ja LIFA-AIRin kehittämä koti- mainen ZEPHYR toimistotyöpöytä, jossa on mukana huoneilmaa kierrättävä ja tehokkaasti pienhiukkasia suodattava 3 g suodatin.

vaikka toistaiseksi pääasiassa viranomaisvaati- mukset ovat vieneet ja vievät kehitystä ja mark- kinoita eteenpäin.

Sisäilman laatuun ja laadun ohjaukseen liitty- vissä vapaaehtoisissa toimenpiteissä, kuten esi- merkiksi Suomessa kehitetyssä ja käytetyssä si- säilmaston laatuluokituksessa, ei ole myöskään toistaiseksi esitetty selkeitä vaatimuksia pien- hiukkasten suodattamiselle tuloilmasta. Asia tu- lee toivottavasti etenemään luokitusta uudistet- taessa. Kuluttajien tietoisuutta sisäilman laa- tuun liittyvistä terveydellisistä riskeistä tulisi myös yleisesti lisätä. Sisäilman laadun ja erityi- sesti pienhiukkasten merkitys työtilassa tehtä- vän työn tuottavuuteen ja työntekijöiden viihty- vyyteen tulee varmasti myös nousemaan yhä tärkeämmäksi.

LISÄTIETOJA

www.tekes.fi/ohjelmat/fine

www.sisailmayhdistys.fi

Savumerkit - Opas puun pienpolttoon, YTV ym.