

Topi Rönkkö on Tampereen yliopiston aerosolifysiikan professori ja aerosolipäästöjen ja ilmanlaadun tutkimusta tekevän tutkimusryhmän johtaja. Hänen tutkimuksensa kattaa liikenteen ja energian- ja lämmön- tuotannon ilmakehäpäästöt sekä ilmanlaadun tutkimuksen, keskittyen erityisesti pienimpien aerosolihiuk- kasten päästöihin, muodostumisprosesseihin ja ominaisuuksiin, sekä sekundääristen aerosolien muodostu- miseen.

17. Indikaattori: Ilmanlaatuindeksi

Ilmanlaatuindeksillä pyritään viestimään yhden helposti ymmärrettävän indikaattorin avulla kaupunkien hengitysilman terveydelle haitallisten ilmansaasteiden pitoisuuksia. Ilmanlaatuindeksiin vaikuttavat sekä paikalliset että kaukaa kulkeutuvat ilmakehäpäästöt. Useimmin nämä päästöt ovat peräisin ihmisen toiminnasta. Myös meteorologiset tekijät ja kaupungeissa esimerkiksi rakennuskannan piirteet ja kaupunkisuunnittelu voivat vaikuttaa ilmanlaatuindeksiin.

Ilmanlaatuindeksillä pyritään viestimään hengitysilman turvallisuutta

Ilmanlaatuindeksi pohjautuu useiden erilaisten ilmansaasteiden mitattuihin ja joissain yhteyksissä myös mallinnettuihin pitoisuuksiin. Se pyrkii kuvamaan sitä, miten terveellistä ja turvallista ilma on hengittää. Ilmanlaatuindeksi on laajasti käytössä eri kaupungeissa, mutta sen määrittäminen ei ole kansainvälisellä tasolla aivan yhtenäistä. Tämä aiheuttaa hankaluuksia, kun eri ympäristöissä määritettyjä ilmanlaatuindeksejä verrataan toisiinsa, mutta toisaalta se mahdollistaa paikallisten erityispiirteiden ja kehityskulkujen paremman huomioon ottamisen.

Ilmanlaatuindeksi pyrkii siis kuvaamaan yhden indikaattorin avulla kaupunkien ilman terveydelle haitallisten ilmansaasteiden pitoisuuksia. Suomessa ilmanlaatuindeksin laskennassa käytetään rikkidioksidin (SO₂), typpidioksidin (NO₂), hengitettävien hiukkasten (PM₁₀), pienhiukkasten (PM_{2,5}), hiilimonoksidin eli hään (CO), otsonin (O₃) ja pelkistyneiden rikkiyhdisteiden (TRS) pitoisuuksia sen mukaan, miten niiden mitaustuloksia on käytettävissä. Näiden ilmansaasteiden osalta on tieteellistä näyttöä siitä, että ne voivat aiheuttaa terveyshaittaa. Ilmanlaatuindeksit ovat terveysvaikutusperustaisia, ja ne pohjaavat laajaan tieteelliseen ymmärrykseen pitoisuuksien yhteydestä terveysriskeihin, ja myös WHO:n antamiin suosituksiin hyvästä ilmanlaadusta ja sen monitoroinnista (World Health Organization, 2021). Suomessa ilmanlaatuindeksiä viestitään väreillä. Ilmanlaatuindeksin määrittämisestä ja sen avulla viestimisestä voi lukea esimerkiksi HSY:n verkkosivuilta (HSY, 2024).

Ilmanlaatuindeksillä pyritään viestimään asuin ympäristöjen ja muiden ihmisten elinympäristöjen ilmansaasteiden haitallisuudesta. On tärkeätä huomata, että ilmanlaatuun vaikuttavat sekä paikalliset että kaukaa kulkeutuvat ilmakehäpäästöt, ja merkittävimmät päästöt ovat peräisin ihmisen toiminnasta. Paikallisia ilmakehäpäästöjä ovat esimerkiksi liikenteen pakokaasut, liikenteen ilmaan nostattama katupöly, talojen puulämmityksestä syntyvät savut, saunojen lämmityksen savut ja joissain yhteyksissä myös teollisuuden päästöt ja raskaan liikenteen päästöt (Ks. esim. Teinilä et al., 2022). Kaukaa kulkeutuvat ilmansaasteet voivat olla peräisin monenlaisista erilaisista lähteistä, ja ne vaikuttavat ilmanlaatuun tyypillisesti suhteellisen laajalla alueella. Suomessa tällaisia ovat esimerkiksi usein idän suunnalta tulevat metsäpalojen savut tai Keski-Euroopan suunnalta tulevat ilmansaasteet.

Myös meteorologiset tekijät ja kaupungeissa esimerkiksi rakennuskannan piirteet ja kaupunkisuunnittelu vaikuttavat ilmanlaatuun. Esimerkiksi naapurustossa tapahtuva rakennusten lämmitys tulisijoilla voi vaikuttaa asuinpaikan ilmanlaatuun, jos tuulen suunta on siihen sopiva, ja kaupunkien keskustoissa erilaiset ajoneuvoliikenteestä tulevat ilmansaasteet voivat olla huomattavasti korkeammalla tasolla korkeiden rakennusten reunustamissa katukuiluissa kuin mitä ne ovat avoimissa ympäristöissä (ks. esim. Barreira et al., 2021). Isojen liikenneväylien läheisyys tai esimerkiksi lentokentän läheisyys voivat vaikuttaa tiettyjen ilmansaasteiden määrään hyvinkin paljon.

Hengitysilman laatu vaikuttaa ihmisten terveyteen. Tämä on havaittu sekä epidemiologisissa tutkimuksissa että terveysvaikutusten mekanismeja tutkivissa toksikologisissa tutkimuksissa. Maailmanlaajuisesti heikon ilmanlaadun ja ilmansaasteiden vaikutukset näkyvät vuosittain miljoonina ennenaikaisina kuolemina, ja esimerkiksi sydän- ja verisuonisairauksina, aivohalvauksina ja kognitiivisina vaikutuksina. Vaikutukset ovat tyypillisesti suurimpia siellä, missä on paljon ilmansaasteita ja suuri väestötiheys. Terveysvaikutusten osalta merkittävimmäksi ilmansaasteeksi on useissa tutkimuksissa todettu hiukkasmaiset ilmansaasteet, joiden pitoisuuksia kuvataan yleisimmin em. PM_{2.5}:en avulla, eli hiukkaskooltaan alle 2.5 µm:n kokoisten hiukkasten massapitoisuuden avulla. On kuitenkin huomattava, että PM_{2.5} ei kuvaa kovin hyvin pienimpien eli ns. ultrapienien hiukkasten pitoisuuksia. Ultrapienet hiukkaset ovat hiukkaskooltaan alle 100 nm kokoisia ja niiden lähteitä ovat kaupunkiympäristöissä erityisesti ajoneuvoliikenne ja muut moottorien päästöt. Ultrapienien hiukkasten pitoisuuksia kuvaavia metriikoita ovat mm. hiukkasten lukumääräpitoisuus, mustan hiilen pitoisuus sekä ns. keuhkodepositiivisen hiukkaspinta-alan pitoisuus. Viimeisimmässä ilmanlaadun seurantaan liittyvässä suosituksessaan WHO vuonna 2021 suosittelee sekä hiukkaslukumäärämittausten että mustan hiilen mittaamisen aloittamista, ja määritteli ensimmäistä kertaa lukumääräpitoisuudelle korkean pitoisuuden ja matalan pitoisuuden rajat.

Edistysellisten mittausten, pitkien mittaussarjojen ja ilmanlaadun mallinnusosaamisen myötä ilmanlaatuun liittyvä tieto on tarkentunut. Tästä hyvänä esimerkkinä on Suomessa pääkaupunkiseudulla käytössä oleva HSY:n ja Ilmatieteen laitoksen kehittämä ns. ilmanlaatukartta, joka perustuu varsin kattavaan mitausverkostoon ja ilmanlaadun mallintamiseen. Ilmanlaatukartan kaltaisten sovellusten välittämä ilmanlaatatieto on reaaliaikaista ja resoluutio korttelitasolla, mikä mahdollistaa ihmisille hyvinkin tarkan ilmanlaatatiedon saannin sekä esimerkiksi ilmanlaatatiedon huomioonottamisen kaupunkisuunnittelussa ja rakentamisessa. On varsin selvää, että ilmanlaatu kannattaisi ottaa huomioon rakennusten suunnittelussa ja kaupunkisuunnittelussa. Näin tehden kaupunkien tiiviistä asumista saadaan miellyttävämpää ja terveydelle vähemmän haitallista. Näissä toimissa kannattaa ottaa huomioon, että ilmanlaadun kaikkia vaikutuksia ja niiden mekanismeja ei vielä tarkasti tunneta, eikä myöskään kaikkia ilmanlaatuun liittyvien päästölähteiden ja ilmakehäprosessien merkityksiä.

Kuten edellä mainittiin, WHO on suositellut ultrapienien hiukkasten pitoisuuksien seurannan aloittamista (World Health Organization, 2021). Samaan suuntaan viittaavat EU:n toimet ilmanlaadun monitoroimisen suhteen (European commission, 2022) Tämä nostaa liikenteen merkitystä ilmanlaatuun vaikuttavana tekijänä, sillä se on todettu monissa tutkimuksissa erittäin tärkeäksi ultrapienien hiukkasten lähteeksi (Rönkkö et al., 2017) . On varsin mahdollista, että nykyisin käytössä olevat ilmanlaatuindeksin määrittelytavat muuttuvat tulevaisuudessa niin, että ultrapienien hiukkasten ja mustan hiilen pitoisuudet otetaan indeksin määrittelyssä huomioon.

Lähdeluettelo

Barreira, L., Helin, A., Aurela, M., Teinila, K., Friman, M., Kangas, L., V. Niemi, J., Portin, H., Kousa, A., Pirjola, L., Rönkkö, T., Saarikoski, S., Timonen, H. (2021) In-depth characterization of submicron particulate matter inter-annual variations at a street canyon site in northern Europe. *Atmospheric Chemistry and Physics*, 21 (8), pp. 6297-6314. <https://doi.org/10.5194/acp-21-6297-2021>.

European Commission. Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on ambient air quality and cleaner air for Europe (recast). (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2022%3A542%3AFIN>.

HSY, 2024. <https://www.hsy.fi/ilmanlaatu-ja-ilmasto/mika-on-ilmanlaatuindeksi/>. Luettu 9.3.2024.

Rönkkö, T., Kuuluvainen, H., Karjalainen, P., Keskinen, J., Hillamo, R., Niemi, J.V., Pirjola, L., Timonen, H.J., Saarikoski, S., Saukko, E., Järvinen, A., Silvennoinen, H., Rostedt, A., Olin, M., Yli-Ojanperä, J., Nousiainen, P., Kousa, A., Dal Maso, M. (2017) Traffic is a major source of atmospheric nanocluster aerosol. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America (PNAS)*, 114 (29), pp. 7549-7554. <https://doi.org/10.1073/pnas.1700830114>.

Teinilä, K., Timonen, H., Aurela, M., Kuula, J., Rönkkö, T., Hellén, H., Loukkola, K., Kousa, A., Niemi, J.V., Saarikoski, S. (2022) Characterization of particle sources and comparison of different particle metrics in an urban detached housing area, Finland. *Atmospheric Environment*, 272, art. no. 118939. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2022.118939>.

World Health Organization. WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide. (World Health Organization, 2021). <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>.