

Puhtaampaa ilmaa kaupungeissa

Hienon resoluution ilmanlaatumallinnus kaupunkisuunnittelun tukena (Helsingin yliopisto ja Metropolia Ammattikorkeakoulu)

Kaupungeissa ilmanlaadun komponentit kuten pienhiukkaset ja kaasumaiset epäpuhtaudet ja niiden määrät vaihtelevat voimakkaasti erityisesti katukuiluissa ja korttelitasossa. Hankkeessa kehitettiin hienon skaalan ilmanlaatumalli, jonka avulla pystytään tutkimaan tätä vaihtelua yksittäisten kortteleiden ja rakennusten tasolla. Kaupunkisuunnittelijoiden ja päättäjien kiinnostus ilmanlaatuun kohdistuu yleensä juuri tähän ilmiöön.

Katukuiluissa ja kortteleissa muodostuu alueita, joihin ilman epäpuhtaudet pyrkivät kasaantumaan. Hyvän suunnittelun avulla tällaisten alueiden muodostumista voidaan välttää, ja toisaalta voidaan minimoida ihmisten oleskelu pidempiaikaisesti näillä alueilla. Tietyissä meteorologisissa tilanteissa kaupungit voisivat asettaa heikosti tuulettuville ja siten huonolle ilmanlaadulle alttiille kaduille liikenerajoituksia tai varoittaa ihmisiä näillä alueilla liikkumisesta.

Tavoitteena yksityiskohtainen tieto ilmanlaadun vaihtelusta

Huono ilmanlaatu on tällä hetkellä maailmanlaajuisesti yksi kaupunkien suurimmista haasteista. Vaikka Suomessa ilmanlaatu on tutkitusti yksi parhaimmista maailmassa, aiheuttavat ilman epäpuhtaudet, kuten pienhiukkaset, otsoni ja typen oksidit, Suomessakin sydän- ja hengityselinten sairauksia ja ennenaikaisia kuolemia. Ilman epäpuhtauksien pitoisuuksia pyritään EU-tasolla säätelemään. Niinpä myös kaupunkisuunnittelussa joudutaan huomioimaan ilman puhtauteen vaikuttavia tekijöitä, kuten liikenteen määriä ja katukuilujen tuulettumista.

Etenkin katukuilujen ilman epäpuhtauksien kartoittamisessa on vielä paljon parannettavaa, vaikka ihmiset liikkuvat pääasiassa katukuiluissa. Perinteiset ilmanlaatumallit määrittävät ilmanlaadun yksinkertaistetuissa katukuiluissa eivätkä ne kykene huomioimaan monimutkaisia korttelirakenteita. Vastaavasti yksittäiset mittauspisteet eivät kerro tarkasti ilmanlaadun paikallisesta vaihteluista monimutkaisessa kaupunkiympäristössä. *Jotta kaupungit voisivat tehdä tarkkoja suunnitelmia ilmanlaadun haitallisten*

vaikutusten alentamiseksi, tarvitaan yksityiskohtaista tietoa ilmanlaadun vaihtelusta niin yksittäisissä katukuiluissa kuin kokonaisissa naapurustoissa.

ILMA-hankkeessa kerättiin kattava ilmanlaadun mittausaineisto Helsingissä sijaitsevasta katukuilusta käyttäen mobiili- ja drooni-mittauksia sekä kehitettiin korkean resoluution ilmanlaatumalli. Tätä mallia käytetään kaupunkisuunnittelun tukena, kun etsitään parhaita ratkaisuja ilmanlaadulle suotuisaan suunnitteluun pääkaupunkiseudulla.

Hankkeen aikana toteutettiin kaksi mittauskampanjaa Helsingin Mäkeläkadulla Helsingin Seudun Ympäristökeskuksen (HSY) mittausaseman ympäristössä, toinen kesällä ja toinen talvella 2017. Mittauskampanjoissa käytettiin Metropolia-ammattikorkeakoulun Nuuskija-autoa ja droonia, jotka mittasivat pienhiukkasten ja kaasumaisten epäpuhtauksien sekoittumista Mäkeläkadulla ja sen lähikaduilla sekä pystysuunnassa.

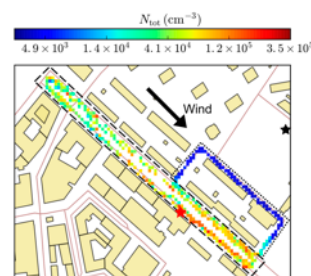
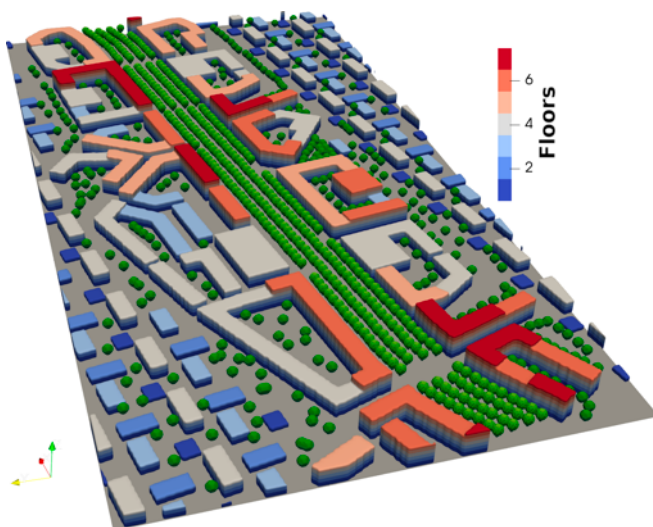
Hankkeessa hienon resoluution PALM-virtausmalliin lisättiin ilmakehän pienhiukkasten käyttäytymistä kuvaava komponentti. Läheisessä yhteistyössä Helsingin kaupungin

suunnittelijoiden kanssa mallilla tutkitaan erilaisten katupuuetelmien vaikutusta bulevardimaisen katukuilun ja sitä ympäröivien alueiden ilmanlaatuun. Näin tarkka mallinnus, jossa yksittäiset puut ja rakennusten piirteet huomioidaan metrin tarkkuudella, ei aikaisemmin ole ollut mahdollista.

Mallinnuksen avulla ilmanlaadun vaihtelua voidaan tutkia metrin tarkkuudella

Ilman epäpuhtauksien pitoisuudet katukuilussa ovat sekä pysty- että vaakasuunnassa voimakkaasti riippuvaisia vallitsevista meteorologisista olosuhteista. Pienhiukkasten ja typen oksidien pitoisuuksiin ja laimenemiseen vaikuttivat meteorologisista suureista pääasiassa tuulen käyttäytyminen. Otsonin pitoisuuksien kehityksille suurin merkitys on vastaavasti ilman lämpötilalla ja auringon säteilyllä. Vallitseva tuulen suunta katukuiluun nähden vaikuttaa erityisesti pystysuuntaiseen ilman epäpuhtauksien pitoisuuksien laimenemiseen. Tarkasteltavan katukuilun lisäksi myös sitä ympäröivien alueiden katutasen epäpuhtauspitoisuudet riippuvat voimakkaasti tuulen suunnasta ja nopeudesta.

Tätä meteorologian ja ilman epäpuhtauksien monimutkaista yhteyttä voidaan nyt tutkia *PALM-mallilla*. Malli sisältää nyt pienhiukkasten käyttäytymistä kuvaavan komponentin, ja sillä pystytään *onnistuneesti tutkimaan ilmanlaadun vaihtelua metrin tarkkuudella yksittäisistä katukuiluista kokonaisuina naapurustoihin*. Mallin avulla nähdään, kuinka yksinkertaisessakin katukuilussa pienhiukkasten pitoisuus vaihtelee muutaman metrin sisällä valtavasti. Tämä aiheuttaa haasteita, kun katukuilussa sijaitseville ilmanlaadun mittauksille etsitään edustavinta sijaintia.



Ilmanlaatumittaukset tehdään tyypillisesti pistemittauksina, jotka edustavat kuitenkin vain yhtä pistettä eivätkä välttämättä kuvaa ilmanlaatua esimerkiksi kadun toisella puolella. Malliajojen tuottama tieto ilman epäpuhtauksien kasautumiskohdista on olennaista mahdollisimman ideaalisten mittauspaiikkojen löytämiseksi.

Kaupunkialueelle ja erityisesti katukuiluihin muodostuu selkeitä *ilman epäpuhtauksien kasaumakohtia* (ns. hot spotteja), joiden sijainti ja voimakkuus riippuvat erityisesti vallitsevista tuuliolosuhteista. Korttelien sisäpihalle liikenteestä lähtöisin olevat päästöt kulkeutuvat heikosti. Sen sijaan katukuilun pitoisuudet seuraavat erityisesti liikenteen käyttäytymistä ja päästöjä, mutta vallitsevalla taustalla on myös jonkin verran vaikutusta erityisesti hiukkasten muodostumiseen kaasumaisista aineista.

Läheinen kanssakäyminen kaupunkisuunnittelijoiden kanssa on ollut olennainen osa hanketta. Hankkeen edistymisen kannalta tärkeät lähtötiedot, kuten suunnitteilla olevien rakennusten mitat, maankäyttö ja liikenteen arvioidut päästöt, on saatu suoraan Helsingin kaupungilta. Malliajot *katupuiden vaikutuksista bulevardimaisten katujen ilmanlaatuun ovat loppusuoralla*, ja niiden osalta johtopäätökset saadaan vasta alkuvuodesta 2019. Kysymykset, joihin oletamme saavamme vastauksia, ovat:

- kuinka monta puurivistöä katukuilussa on paras sekä katutasen ilmanlaadun että tuulen puuskaisuuden kannalta, ja
- minkälainen vaikutus paikalliseen ilmanlaatuun on itse puulajien valinnalla.

Kuinka parantaa ilmanlaatua kaupungeissa

1. Hienon resoluution ilmanlaatumallinnus avuksi kaupunkisuunnittelussa

Ilmanlaadun yksityiskohtaista mallintamista tarvitaan, jos halutaan kartoittaa tarkkaan kaupunkialueiden ilmanlaatua erityisesti katukuiluissa ja korttelitasolla. Pelkkien mittausten ja heikomman resoluution mallintamisen avulla ei päästä käsiksi ilman epäpuhtauksien vaihteluun katukuilu- ja korttelialueilla. *Hienon resoluution mallintamista tulisi hyödyntää erityisesti, kun suunnitellaan uusia asuinalueita ja mietitään esimerkiksi uusien kevyenliikenteen väylien, päiväkotien ja koulujen sekä niiden leikkialueiden sijaintia.*

Jos tiettyyn ympäristöön kasaantuu helposti ilman epäpuhtauksia, kannattaa minimoida ihmisten pidempiaikainen oleskelu alueella. Toisaalta on syytä jo *etukäteen pyrkiä kaupunkisuunnittelulla minimoimaan tällaisten huonon ilmanlaadun alueiden muodostumista.* Käytännössä hankkeessa kehitetyllä PALM-mallin ilmanlaatukomponentilla voidaan tutkia melkein mitä tahansa kaupunkisuunnittelulle oleellista ilmanlaadullista tutkimuskysymystä juuri kaupunkisuunnittelijoille oleellisessa kokoluokassa.

Mallilla voidaan laajemmin ilmanlaadun lisäksi tutkia mm. lämpö- ja tuulimukavuutta, ja mallia ollaan kehittämässä parhaillaan Saksan viralliseksi kaupunki-ilmastomalliksi. *Toistaiseksi mallin käyttöön kaupunkisuunnittelun tukena tarvitaan läheistä yhteistyötä tutkijoiden kanssa,* minkä voi tällä hetkellä toteuttaa yhteisprojektina Helsingin yliopiston tutkijoiden kanssa esimerkiksi Kaupunkiakatemian kautta tai ulkopuolisena palvelun ostona. Mallista ollaan kuitenkin kehittämässä *käyttäjätavallisempää versiota,* jolloin sitä voisivat käyttää esimerkiksi kaupunkisuunnittelijat.

2. Sisäilman laatu otettava huomioon uusia taloja rakennettaessa

Suurin sisäilman laatuun vaikuttava tekijä on ilman epäpuhtauksien kulkeutuminen sisätiloihin. Rakennettaessa uusia taloja tulee huomioida sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä.

Talojen ilman sisäänoton tulisi tapahtua ei-kadun puolelta tai tarpeeksi korkealta katukuilusta, jotta ilman epäpuhtauksien pitoisuudet ovat jo ehtineet laimentua katutaso pitoisuuksista. Sama pätee tuuletusikkunoiden ja parvekkeiden sijaintiin. Niitä ei ole järkevää asentaa katujen puolelle ainakaan alemmissa kerroksissa, sillä lähellä katua ja merkittävintä epäpuhtauksien lähdettä eli autoja myös pitoisuudet ovat suurimmat.

3. Liikennemäärien rajoitukset ja huonon ilmanlaadun varoitukset käyttöön tarvittaessa

Tietyissä meteorologisissa tilanteissa kaupungit voisivat *asettaa rajoituksia liikennemääriin teille ja katukuiluihin, joissa pitoisuuksien oletetaan selkeästi kohoavan.* Lisäksi *pyöräilijöille ja jalankulkijoille voitaisiin antaa varoituksia huonosta ilmanlaadusta tiettyjen katujen varsilla.* Ilmatieteen laitoksen meteorologisten ennusteiden avulla nämä pahimmat tilanteet voidaan ennustaa etukäteen. Pääkaupunkiseudulla vastuussa rajoituksista ja varoituksista olisi HSY ja muissa Suomen kaupungeissa vastaavat toimielimet.

Vaikka meteorologisilla suureilla on merkitystä ilmanlaadulle, *parhaat tulokset ilmanlaadun parantamiseksi katutasossa saavutetaan tietysti suoraan vähentämällä liikenteen päästöjä –* joko rajoittamalla ajoneuvojen lukumäärää tai lisäämällä vähäpäästöisiä autoja, kuten sähköautoja.

Julkaisut:

Kurppa M. et al. 2018. Implementation of the sectional aerosol module SALSA into the PALM model system 6.0: Model development and first evaluation. Geoscientific Model Development Discussions.

Järvi L. et al. 2018. The effect of meteorology on pollutant distributions within street canyon network in Helsinki. NOSA-FAAR Symposium 2018, Report Series Aerosol Science.

Kurppa M. et al. 2018. Novel high-resolution urban air quality model: development and evaluation. NOSA-FAAR Symposium 2018, Report Series in Aerosol Science.

Hankkeen tekijät:

Hankkeen vastuullinen johtaja:

apulaisprofessori Leena Järvi
leena.jarvi@helsinki.fi

Dosentti Liisa Pirjola
liisa.pirjola@metropolia.fi

Väitöskirjatutkija Mona Kurppa
mona.kurppa@helsinki.fi

Kaupunkitutkimus- ja metropolipolitiikka -tutkimus ja -yhteistyö-ohjelma

Vuosina 2010–2018 toteutettu Kaupunkitutkimus- ja metropolipolitiikka -tutkimus ja -yhteistyöohjelma on metropolialueen korkeakoulujen, kaupunkien sekä kahden ministeriön välinen tutkimus- ja yhteistyöohjelma, jonka tavoitteena on edistää monitieteistä, korkeatasoista ja metropolialueen erityispiirteistä lähtevää kaupunkitutkimusta sekä siihen tukeutuvaa kehittämistoimintaa.

Ohjelman keskeinen tehtävä on kehittää ja rahoittaa horisontaaliseen yhteistyöhön perustuvaa kaupunkitutkimustoimintaa ja tutkimustulosten soveltamista sekä päätöksenteon tueksi että hyvien käytäntöiden ja toimintamallien kehittämiseksi. Erityistä huomiota kiinnitetään kaupunkitutkimustiedon hyödynnettävyyteen ja levittämiseen metropolialuetta kehitettäessä.

Ohjelman vuosittain myöntämä hankerahoitus kohdentuu mukana olevien kaupunkien ja valtiotoimijoiden yhdessä yliopistojen ja ammattikorkeakoulujen edustajien kanssa laatimaan ohjelmaan liittyviin tutkimus- ja kehittämishankkeisiin.

Hankkeessa mukana:

