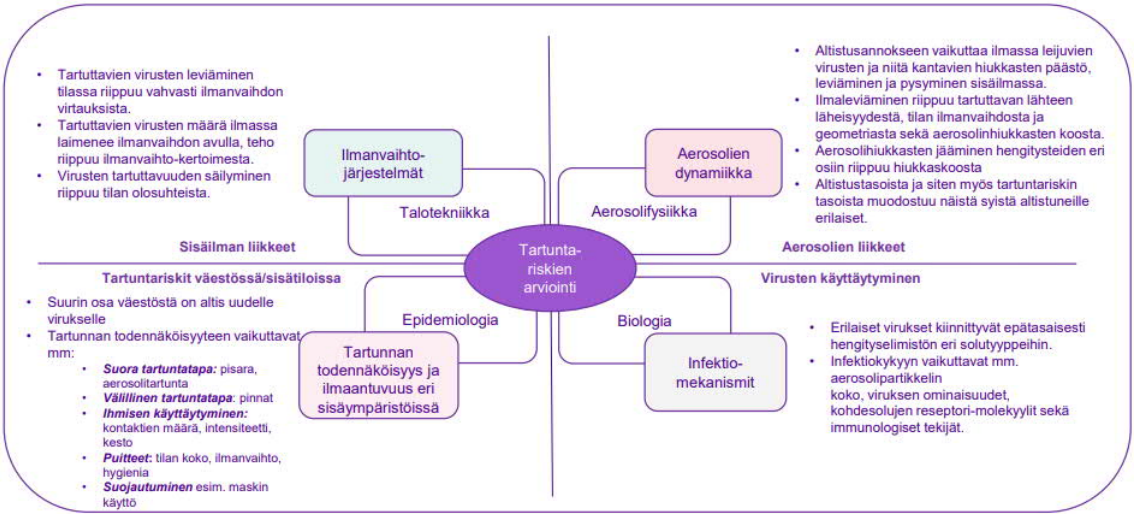
Licence to Breathe, artikla 6: Ilmavälitteisen tartuntariskin arviointi

”Ilmavälitteisen tartuntariskin arviointi on monitieteellinen haaste.”

”Tartuntariskin arvioinnissa käytettävät mallit vaativat validointia ja päivittämistä.”

Tutkimusaiheen esittely ja Licence to Breathe -selvitykset

Kuvassa 1 on esitetty ilmavälitteisesti leviävien sairauksien tartuntariskiin liittyviä tekijöitä monitieteellisestä näkökulmasta.



Kuva 1: Ilmavälitteisesti leviävien sairauksien tartuntariskitekijöitä. Monitieteellinen lähestyminen on tarpeellista tartuntariskien tutkimisessa.

Ilmavälitteistä Covid-19 -tartuntariskiä sisätiloissa voi arvioida esimerkiksi yksinkertaisella ja nopealla **Wells-Riley -menetelmällä**, joka on kehitetty vuosina 1955 ja 1978. Menetelmää on käytetty laajasti hengityselinsairauksien kvantitatiivisen tartuntariskin arvioimiseen sisätiloissa sekä monissa epidemian mallinnustutkimuksissa osana muita matemaattisia malleja. Sillä voidaan tarkastella tiloja erilaisissa tilanteissa mm. ilmanvaihtomäärien ja tilan käytön suhteen riskien pienentämiseksi. Menetelmä ei huomioi muita tartuntareittejä ilman lisäksi. (Sze To, 2010) Menetelmää on sittemmin laajennettu ahkerasti dynaamisempaan suuntaan (esim. Gammaitoni ja Nucci, 1997, Zhang ja Lin, 2021, Sun ja Zhai, 2020, Guo et al, 2021).

Tartuntariskin arviointiin voi käyttää myös kompleksisempia **annosvastemalleja**, joissa tarvitaan tieto patogeenin määrästä. Annosvastesuhdetta käytetään kuvaamaan virukselle altistumisen vaikutusta ihmiseen. Malli on alun perin tarkoitettu elintarvikkeiden ja veden kautta tarttuvien sairauksien riskiarviointiin. Ilmassa leviävän tartuntariskin arvioinnissa sitä käytettiin ensimmäisen kerran tuberkuloosin yhteydessä. Annosvastemalleilla voidaan arvioida muiden altistusreittien tartuntariski edellyttäen, että viruksen saantiannos näiden siirtoreittien kautta voidaan arvioida. Mallia voidaan käyttää myös tartuntalähteen vahvuuden laskemiseen. (Sze To, 2010)

Näiden lisäksi on kehitetty yksinkertaistettuja menetelmiä (esim. Lelieveld et al, 2020).

Hankkeen aikana tunnistetut tutkimushaasteet

Wells-Riley -menetelmä olettaa tuloilman olevan täydellisesti sekoittunutta sisäilmaan, ja että virus leviää tasaisesti tilaan puhtaasta lähtötilanteesta. Tämä yksinkertaistus saattaa johtaa riskin aliarvioimiseen, koska viruksen jakautuminen tilassa on tärkeimpiä tekijöitä hengityssairauksien tartuntariskiarvioinnissa. Todellisuudessa aerosolien leviämiseen vaikuttavat virtaustekniikan kannalta tilan geometria ja ilmanjakotapa, ilmanvaihdon päätelaitteiden heittokuvio, sijainti ja määrä sekä tartuttavan sekä muiden ihmisten sijainti, oleskeluaika ja liikkuminen huoneen ilmavirrassa. (Sze To, 2010)

Annosvastemalleja varten tarvitaan suuri tartunta-annostietokanta, mutta näiden tietojen tutkiminen on monimutkaista ja siten hintavaa. Useista taudinaiheuttajista on saatavilla vain eläintietoja. Jotkut taudinaiheuttajat ovat liian vaarallisia aerosoli-infektiokokeisiin, joten niiden tartunta-annostietoja ei usein ole saatavilla. (Sze To, 2010)

Licence to Breathe -selvitysten tärkeimmät havainnot

- Helppokäyttöisempään Wells-Riley -menetelmään tarvitaan ilmanvaihtostrategioiden implementointi. Tämänhetkiset laajennukset ovat joko raskaita käyttää tai niitä ei ole testattu kattavasti eri sisäympäristöissä.
- Wells-Riley -mallissa käytetty sairastumista korreloiva yksikkö quanta/h on hypoteettinen, siinä ei määritetä taudinaiheuttajan määrää eli tartuttavan lähteen vahvuutta.

Licence to Breathe -hankkeen muodostamat tutkimuskysymykset

- Miten ristikontaminaatio, ilmanvaihtostrategiat, ilman puhdistaminen sekä ilmanvaihtojärjestelmän ulkoilmamäärän kapasiteetti vaikuttavat tartuntariskiarviointiin?
- Miten huomioida ihmisten, sekä tartuttavan että altistuvien, eritahtinen oleskelu tilassa?
- Millaisissa olosuhteissa (ilman kosteus, lämpötila, VOC, CO_2, painesuhteet) virus tarttuu ilmavälitteisesti herkimmin?
- Miten aerosolien ja virusten ominaisuudet ja dynamiikka vaikuttavat virusten leviämiseen ja tartuttavuuteen sisäilmassa ja hengityselimissä?
- Miten tartuntariskiarviointi implementoidaan älykkäiden rakennusten ilmanvaihtojärjestelmien ohjaamiseen?
- Mitkä ovat indikaattorit tartuntariskien arviointiin?

Lisätietoja

Project manager Heidi Silander (heidi.silander@tuni.fi)
Industry professor Piia Sormunen (piia.sormunen@tuni.fi)

Lähteet

Gammaitoni, L. ja Nucci, M.C. *(*1997a*). Using a mathematical model to evaluate the efficacy of TB control measures, Emerg. Infect. Dis., 3, 335–342.*

Gammaitoni, L. ja Nucci, M.C. *(*1997b*). Using Maple to analyze a model for airborne contagion, MapleTech, 4, 2–5.*

Guo Y. et al, 2021. *Assessing and controlling infection risk with Wells-Riley model and spatial flow impact factor (SFIF).* Saatavissa: https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.102719

Lelieveld J. et al, 2020. *Model Calculations of Aerosol Transmission and Infection Risk of COVID-19 in Indoor Environments.* Saatavissa: https://doi.org/10.3390/ijerph17218114

Sun C. ja Zhai J., 2020. *The Efficacy of Social Distance and Ventilation Effectiveness in Preventing COVID-19 Transmission.* Saatavissa: https://doi.org/10.1016/j.scs.2020.102390

Sze To G.N., 2010. *Review and comparison between the Wells–Riley and dose-response approaches to risk assessment of infectious respiratory diseases.* Saatavissa: https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2009.00621.x

Zhang S. ja Lin Z., 2021. *Dilution-based evaluation of airborne infection risk - Thorough expansion of Wells-Riley model*. Saatavissa: https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107674