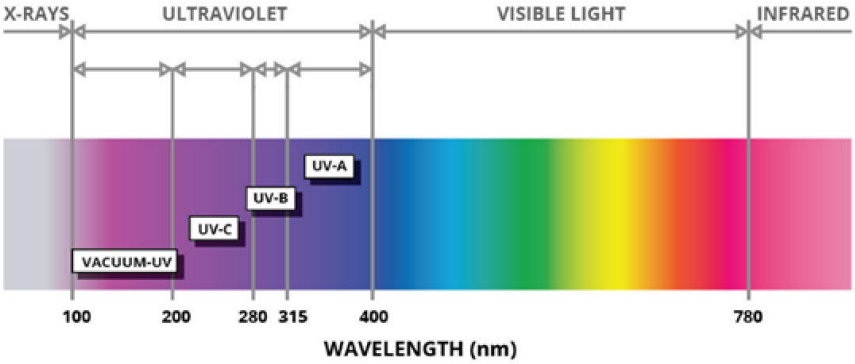
Licence to Breathe, artikla 12: Optisen säteilyn hyödyntäminen virustartuntariskin pienentämisessä

”Optista säteilyä on hyödynnetty erilaisten patogeenien tartuntariskin vähentämisessä jo 1800-luvulla.”

”Kauko-UVC (200 - 230 nm) saattaa olla uusi tehokas ja turvallinen ratkaisu tilojen virustartuntariskin pienentämiseksi.”

Tutkimusaiheen esittely ja Licence to Breathe -selvitykset

Optisen säteilyn ja erityisesti ultraviolettisäteilyn hyödynnettävyyttä erilaisten patogeenien inaktivoinnissa on hyödynnetty ja tutkittu jo 1800-luvun loppupuolelta lähtien. Tässä tutkimuskysymyskortissa esitellään erityisesti viimeaikaista optisen säteilyn julkista tutkimustilannetta ja käyttösovelluksia painottuen SARS-CoV-2-tutkimuksiin ja sovellutuksiin sisäympäristöjen pinta- tai ilmalevitteisen virustartuntariskin pienentämisessä. Optisen säteilyn spektristä erityisesti sininen valo ja UV-säteily rikkoo molekyylirakenteita, joista UVB- ja UVC-säteily hajottaa myös RNA- ja DNA-rakenteita. Näkyvä valo ja UVA ja -B säteily eivät tuota otsonia. UVC (100-280 nm) on kuvassa 1 jaettu VUV (Vacuum UV) ja UVC-alueeseen, joista VUV-alueen säteily on voimakkaasti otsonoivaa. Yli 200 nm alueella UVC-säteilyn otsonoiva vaikutus on pieni. (Welch 2021.)



Kuva 1. Optisen säteilyn spektri sisältää UV-säteilyn, näkyvän valon ja infrapunasäteilyn.(Marktech Optoelectronics, Inc.2021)

Pintalevitteisen virustartuntariskin pienentämiseen käytetään UVB-säteilyä ja UVC-säteilyä, joista UVC-säteily on tehokkaampaa ja sen vuoksi käytetympi ratkaisu. Yleisesti käytettyjen UVC-säteilijöiden hyödyntämisessä haasteena on, että säteilyllä on haitallisia vaikutuksia ihmiseen ja materiaaleihin, jonka vuoksi säteily ainakin tilan käyttäjiin tulee estää. Valonlähteinä käytetään tyypillisesti kaasupurkaukseen perustuvia pienpaineisia elohopeapurkaus-lamppuja, jotka säteilevät voimakkaimmin 254 nm alueella (Heßling et al. 2020). Pintojen säteilyttämisessä tulee lisäksi huomioida, että pintojen puhtaudella on suuri merkitys säteilyn vaikuttavuuteen. LED-valonlähteiden hyödyntäminen on lisään-tymässä, mutta haasteena on vielä säteilytehon riittävyys ja optimaalisen säteilyspektrin saavuttaminen. Optista säteilyä hyödynnetään myös valokatalyyttisten, itsepuhdistuvien pintamateriaalien aktivoinnissa. Perinteisesti aktivoinnissa on hyödynnetty UV-säteilyä, mutta nykyään on olemassa myös pinnoitteita, jotka voidaan aktivoida oikeanlaisella näkyvällä valolla. Näkyvän valon ja valokatalyyttisten pintojen hyödyntäminen on ihmisille ja materiaaleille turvallinen menetelmä inaktivoida tilan pinnoilta erilaisia patogeeneja, myös viruksia. Viimeaikaiset tutkimukset antavat myös viitteitä siitä, että sininen valo saattaa olla itsenäisesti hyödynnettävissä SARS-CoV-2-viruksen tartuntariskin pienentämisessä (Rathnasinghe et al. 2021).

Ilmalevitteisen virustartuntariskin pienentämiseen käytetään nykyään pääsääntöisesti UVC-säteilyä ja sovelluksia voi olla sekä tilassa että ilmanvaihtojärjestelmissä. Tässä kappaleessa on tiivistetty tilakohtaisen UVC-ratkaisun mahdollisuudet, kun tilat ovat samaan aikaan käytössä. Yleinen ratkaisu tällaisessa tilanteessa on toteuttaa ilmanpuhdistus ns. UV-säteilykaistalla, jossa tilan katonrajaan luodaan muutaman kymmenen sentin alue, jossa UVC-säteily (254 nm) vaikuttaa, eikä altista tilan käyttäjiä säteilylle. Mallinnustutkimusten perusteella näyttää siltä, että tyypillisillä säteilykaistoilla saadaan tehokkaasti pienennettyä SARS-CoV-2-viruksen tartuntariskiä (inaktivoituvuus > 90 %) jopa tiloissa, joissa ilmanvaihtuvuus on 8 x huonetilavuus tunnissa. (Beggs & Avital 2020.)

Kauko-UV-säteilyn (200-230 nm) hyödyntäminen saattaa olla uusi tehokas ratkaisu virusten inaktivoinnissa. Kauko-UVC:lla ei tämänhetkisen tutkimustiedon perusteella näyttäisi olevan haitallisia vaikutuksia ihmiseen, mutta se on hyvin tehokasta patogeenien ja virusten – mukaan lukien SARS-CoV-2 – inaktivoinnissa (Kitagawa et al. 2021). Kauko-UVC saattaa siis tulevaisuudessa mahdollistaa tehokkaan virusten inaktivoinnin tiloissa käytön aikana sekä ilmasta että pinnoilta. Tilojen säteilyttämiseen tarkoitettuja kauko-UVC-tuotteita on jo olemassa, mutta kokonaisratkaisuista, sallituista maksimisäteilyannoksista ja säteilyn vaikutuksista eri materiaaleihin on vielä huonosti tutkimustietoa saatavilla. Valonlähteenä kauko-UVC-säteilyssä käytetään erityisesti UV-alueelle suunniteltuja kaasupurkauslamppuja (excimer lamps). (Welch 2021.)

Hankkeen aikana tunnistetut tutkimushaasteet

Aihepiirin keskeisimpinä tutkimushaasteina voidaan tunnistaa käytännön sovellutuksissa todennetun tutkimustiedon vähäisyys koskien SARS-CoV-2 viruksen inaktivoimista optisella säteilyllä. Lisäksi eri ratkaisujen pitkäaikainen hyödynnettävyys käytännön sovellutuksissa on selkeästi aihepiiri, josta ei tutkimustietoa tai selvityksiä vielä löydy.

Licence to Breathe -selvitysten tärkeimmät havainnot

- UVC-säteilyä voidaan hyödyntää sekä pintojen että ilman virustartuntariskin pienentämisessä, mutta sovelluksien käyttöturvallisuus tulee aina varmistaa
- Kauko-UVC-ratkaisut saattavat mahdollistaa tehokkaan menetelmän virusten inaktivointiin pinnoilta ja ilmasta vaarantamatta tilan käyttäjien terveyttä.

Licence to Breathe -hankkeen muodostamat tutkimuskysymykset

- UVC-tekniikan hyödyntämistä SARS-CoV-2 virustartuntariskin pienentämisessä käytännön sovelluksissa tulee selvittää ja varmistaa niiden turvallinen ja luotettava käyttö osana kokonaiskonsepteja.
- Kauko-UVC-säteilyn hyödyntämistä virustartuntariskin pienentämiseksi eri tiloissa tulee tutkia ja kehittää uusia turvallisia ja tehokkaita tuotekonsepteja.
- Muun optisen säteilyn ja valokatalyyttisten pintojen tuotekonsepteja tulee kehittää osana integroituja kokonaisratkaisuja

Lisätietoja

Lehtori, DI, Kari Kallioharju (kari.kallioharju@tuni,fi

Lähteet

Beggs, C & Avital, E. 2020. Upper-room ultraviolet air disinfection might help to reduce COVID-19 transmission in buildings: a feasibility study. PeerJ, Life & Environment. Vol. 8. Saatavilla: https://peerj.com/articles/10196/. Viitattu: 29.3.2021

Heßling, M., Hönes, K., Vatter, P. & Lingenfelder, C. 2020. Ultraviolet irradiation doses for coronavirus inactivation - review and analysis of coronavirus photoinactivation studies. *GMS* Hyg Infect Control ; 15: Doc08, 2020. Saatavilla: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7273323/. Viitattu: 29.3.2021

Kitagawa, H., Toshihito N., Nazmul, T., Omori, K., Shigemoto, N., Sakaguchi, T. & Ohge, H. 2021. Effectiveness of 222-nm ultraviolet light on disinfecting SARS-CoV-2 surface contamination. American Journal of Infection Control. Volume 49, Issue 3. Pages 299-301. Saatavissa: https://doi.org/10.1016/j.ajic.2020.08.022. Viitattu 30.3.2021

Marktech Optoelectronics, Inc. 2021. Understanding Ultraviolet LED Applications and Precautions. Saatavissa: https://marktechopto.com/technical-articles/understanding-ultraviolet-led-applications-and-precautions/. Viitattu: 29.3.2021.

Welch, D. 2021. Ultraviolet light to limit the transmission of SARS-CoV-2 or other pathogens. Presentation 12.1.2021. Nevis Laboratories, Columbia University. Saatavissa: https://www.youtube.com/watch?v=ibN6t3eT2W4&t=1858s. Viitattu: 20.3.2021.

Rathnasinghe, R., Jangra, S., Miorin, L., Schotsasert, M., Yahnke, C. & García-Sastre, A. 2021. Shed the light on virus: virucidal effects of 405 nm visible light on SARS-CoV-2 and influenza A virus. bioRxiv, the Preprint Server for Biology. Saatavissa: https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2021.03.14.435337v1. Viitattu: 29.3.2021