

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistalenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Kakko, L., Oikarinen, S., Sioofy Khojine, A., Puurtinen, H-G., Lehto, K-M., Saari, S., Reunanen, E., Hyvärinen, A. & Hyöty, H. (2021) Pintahygienian kehittäminen muuttuvassa epidemiatilanteessa. Teoksessa Vinha, J. & Raunima, T. (toim.) RAKENNUSFYSIKKA 2021 Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut 26.– 28.10.2021, Tampere. Tampereen yliopisto Rakennustekniikka Rakennusfysiikka, s. 439-444.

Pintahygienian kehittäminen muuttuvassa epidemiatilanteessa

Leila Kakko¹, Sami Oikarinen², Amirbabak Sioofy Khojine², Hanna-Greta Puurtinen¹, Kirsi-Maarit Lehto², Sampo Saari¹, Eija Reunanen¹, Anna Hyvärinen² ja Heikki Hyöty²

¹ Tampereen ammattikorkeakoulu

² Tampereen yliopisto, lääketieteen ja terveysteknologian tiedekunta

Tiivistelmä

Tämän työn tarkoituksena oli tutkia SARS-CoV-2 viruksen leviämistä COVID-19 potilaiden hoituhuoneissa sekä siivouksen tehokkuutta poistaa viruskontaminaatio erilaisilta pinnoilta. SARS-CoV-2 virusta löytyi erityisesti COVID-19 potilaan lähellä olevilta pinnoilta sekä WC-tiloista. Siivous vähensi selvästi viruspositiivisten pintojen määrää hoituhuoneissa, mutta se ei poistanut viruskontaminaatiota kokonaan kaikilta pinnoilta.

Testasimme myös eri pintamateriaalien ja antimikrobisten pintojen viruskontaminaation puhdistettavuutta standardoiduissa laboratorio-olosuhteissa. Pinnat saastutettiin endeemisellä koronaviruksella (HCoV-229E) ja tämän jälkeen pinnat puhdistettiin standardoidusti eri yleispuhdistusaineilla, desinfioidulla puhdistusaineella tai vedellä. Tulosten mukaan sekä pintamateriaalilla, että puhdistusaineilla on merkitystä viruskontaminaation poistossa.

1. Pintahygienia ja korona

Kiinan Wuhanista alkoi COVID19-epidemia, joka laajeni pian pandemiaksi: Se muutti nopeasti hygieniakäytänteitä sekä henkilökohtaisen hygienian, että pintahygienian osalta. Ohjeistuksista ja niiden noudattamisesta erityisesti käsienspesun ja -desinfioidin osalta tuli osa päivittäistä rutiinia. Aiheeseen liittyvät ensimmäiset tutkimusjulkaisut ilmestyivät ja niissä pohdittiin erityisesti viruksen erilaisia leviämistapoja ja mahdollisuuksia estää tartuntoja. Tärkeimpänä leviämisreitteinä pidettiin ensin pisara- ja kosketustartuntaa mutta pian huomattiin myös aerosolilevitteen tartunnan mahdollisuus. [1]

Viruksen tarttumiseen pinnan kautta ihmisestä toiseen vaatii aina ihmisen oman aktiivisen roolin, eli kosketuksen kontaminoituneeseen pintaan ja sen jälkeen virus on siirrettävä yleensä omien käsiensä avulla nenään, suuhun tai silmien limakalvoille. Ihmisten on todettu koskettavan kasvojaan 23 kertaa tunnissa ja kosketuksista 44% kohdistui limakalvoalueille [1, 2]

Koronaviruksen (SARS-CoV-2) esiintymisestä pinnoilla on tehty jonkin verran tutkimuksia mutta lähinnä sairaalaolosuhteissa [3,4, 5]. Asuinkiinteistöissä tehdyssä tutkimuksessa havaittiin vain kahdessa (2/428) näytteessä virus-RNA:ta ja johtopäätöksissä todettiin, että vaikka virus-RNA:ta olisi havaittu enemmänkin, niiden tartuttamiskyky arvioitiin pieneksi. [6]

Viruksen säilymistä eri pintamateriaaleilla on tutkittu lähinnä laboratorio-olosuhteissa ja sen on todettu pysyvän elossa pinnoilla materiaalista riippuen tunneista päiviin. On näyttöä, että virukset pysyvät pidempään elossa tasaisilla pinnoilla, kuten lasi, ruostumaton teräs ja muovi, kuin huokoisemmilla pinnoilla, kuten puu ja tekstiilipinnat. Vaikka ilman lämpötilan ja kosteuden kohoaminen heikentävät viruksen pysymistä elossa, sisätilojen lämpötila ja ilman kosteus ovat koronavirukselle otolliset [7,8, 9,10]

Lancet-lehden artikkelissa on referoitu tutkimuksia, joissa on selvitetty koronaviruslöydösten Ct-arvot (Cycle threshold). Ct-arvo antaa kuvaa näytteen virusmäärästä. Mitä pienempi CT-arvo on, sitä suurempi on virusmäärä ja mahdollisuus tartunnan saamiseen. Kirjoittajat pitävät viruksen leviämistä pintojen välityksellä vähäisenä, ellei pinnoilla ole eritteitä. Siksi he rajoittaisivat desinfiointiaineiden käytön vain niihin tilanteisiin. [11]

Tieteellisten tutkimusten haku sanoilla SARS-CoV-2 and Environmental Cleaning tuottaa 567 tulosta. Mutta silti voitaneen puhua edelleen myös tietovajeesta, koskien viruksen pinnoilla säilymistä, tartuntaan tarvittavaa virusmäärää ja myös siitä, mitkä kaikki desinfiioivat aineet tuhoavat viruksen vai voisiko esimerkiksi yleispuhdistusaine riittää, mikäli mekaniikkaa on tarpeeksi? [12]

Ammattisiivous on pitkälti ohjeistettua ja standardisoitua. Työaika ja -menetelmät voidaan laskea työmäärämitoituksella, jolloin tehtävät työt on määritelty tarkasti. Ohjeistukset ja ammattisiivouksen taso vaihtelevat eri maissa ja nyt poikkeustiloissa ero korostuu. Valkosalo on koonnut muutamia siivousohjeistuksia maailmalta artikkeliinsa. Yhteistä ohjeistuksille on se, että kosketuspintojen puhdistamista korostetaan ja tilojen käyttäjiä vastuutetaan olemaan koskematta tarpeettomasti pintoihin. [13].

Pintojen puhdistamisessa vaikuttaa aina sekä valittu puhdistusaine, jonka avulla mikrobit voidaan inaktivoida, että mekaaninen työ, kuten pinnan pyyhintä siivouspyyhkeellä. Lisäksi desinfiointien aineiden käytössä pitää muistaa vaadittava vaikutusaika ja myös muun pinnalla olevan lian vaikutus puhdistustulokseen. Neljäs vaikuttava tekijä puhdistustuloksessa on pinnan tai nesteen lämpötila. Mikrokuituisten siivouspyyhkeiden puhdistustehoa on tutkittu bakteereilla ja todettu sen toimivan hyvin. [14, 15]

2. Viruskontaminaatio pinnoilla ja sen puhdistus

2.1 Tavoite ja menetelmät

2.1.1 Viruskontaminaatio sairaalan pinnoilla

Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää erittävätkö COVID-19 potilaat SARS-CoV-2 virusta ympäristöönsä ja poistaako siivous levinneen viruskontaminaation pinnoilta. Tutkimus tehtiin Tampereen yliopistollisen keskussairaalan päivystys-, teho-, infektiio- ja lastenpäivystysosastoilla. Näytteet kerättiin pinnoilta kostutetulla pumpulipuikolla näyteputkeen, joissa oli suolapuskuria. Keräys suoritettiin ennen siivousta sekä siivouksen jälkeen yhteensä 47 potilashuoneesta. Näytteitä kerättiin eri puolilta potilashuonetta mm. ovenkahvoista, ikkunalaudalta, ilmastointikanavan suulta, hoitosängyn eri osista, hoitovälineistä, lattialta, WC-tiloista mm. WC-istuimesta, lavuaarista ja hanasta. Näytteitä tutkittiin yhteensä 459 kappaletta ennen siivousta ja 459 siivouksen jälkeen.

Pyyhkäisynäytteet analysoitiin SARS-CoV-2 spesifisen nukleinihappomonistusmenetelmällä (RT-qPCR). Näytteiden sisältämä nukleinihappo eristettiin Qiagenin Viral RNA kitillä ohjeen mukaan. Mahdollinen viruspositiivisuus testattiin SARS-CoV-2 spesifisten RT-qPCR menetelmien avulla, jotka kohdistuivat N1- ja N2-geenejä vastaan. Reaktiot tehtiin QuantiTect Probe RT-PCR kitillä (Qiagen) ohjeen mukaan, joissa oli 900mM CoV2019 N1 F aluketta, 900mM CoV2019 N1 R aluketta ja 200mM CoV2019 N1 P koetinta. N2-geenin menetelmässä templaatti monistettiin ja tunnistettiin käyttämällä 300mM CoV2019 N2 F aluketta, 900mM CoV2019 N2 R aluketta ja 200mM CoV2019 N2 P koetinta. RT-qPCR olosuhteet olivat seuraavat: RT-PCR reaktio tehtiin 56°C 30 minuuttia. qPCR-menetelmässä alkudenaturaatio tehtiin 95°C 5min ja monistus 94°C 15 sekuntia, alukkeiden kiinnittyminen kohteeseensa tehtiin 60°C 15 sekuntia ja monistus 72°C 1 minuutti, syklejä menetelmässä oli 50 kappaletta.

2.1.2 Pintamateriaalien laboratoriotestaukset

Pintojen puhdistettavuutta tutkittiin laboratorio-olosuhteissa saastuttamalla tutkittavat pinnat endeemisellä koronaviruksella HCoV-229E ja puhdistamalla ne sen jälkeen standardoidusti

erilaisilla puhdistusaineilla kostutetuilla mikrokuituliinoilla. Testattavia pintoja olivat messinki ja lasi sekä pinnoittamattomat ja antimikrobisella pinnoitteella käsitellyt jauhemaalattu pinta, korkeapainelaminaatti sekä koivuviilu. Pinnat saastutettiin 50 000 HCo-229E koronaviruskannalla, jonka jälkeen pinnat pyyhittiin yleispuhdistusaineilla, desinfektoivalla aineella tai vedellä kostutetulla mikrokuituliinalla. Pyyhinnän jälkeen pinnoilta kerättiin jäljelle jäänyt virus pumpulipuikolla ja näytteen sisältämä virusmäärä testattiin HCo-229E spesifisellä RT-qPCR menetelmällä. Näytteiden sisältämä nukleiinihappo eristettiin Qiagenin Viral RNA kitillä ohjeen mukaan. Reaktiot tehtiin QuantiTect Probe RT-PCR kitillä (Qiagen) valmistajan ohjeen mukaan, joissa oli 900mM 229E F aluketta, 900mM 229E R aluketta ja 300mM 229E Probe koetinta. RT-qPCR olosuhteet olivat seuraavat: RT-PCR reaktio tehtiin 56°C 30 minuuttia. qPCR-menetelmässä alkudenaturaatio tehtiin 95°C 5min ja monistus 94°C 15 sekuntia, alukkeiden kiinnittyminen kohteeseensa tehtiin 60°C 15 sekuntia ja monistus 72°C 1 minuutti, syklejä menetelmässä oli 50 kappaletta.

2.2 Tulokset

2.2.1 Sairaalanäytteet

Näytteitä tutkittiin yhteensä 459 kappaletta sekä ennen siivousta että siivouksen jälkeen. Virusta ei löytynyt 32 potilashuoneesta ja 15 huoneesta löytyi vähintään yksi viruspositiivinen näyte. Näytteiden virusmäärät olivat hyvin matalia, näytteet sisälsivät yksittäisistä muutamiin kymmeneen viruksiin. Kahden potilaan huoneesta löytyi poikkeuksellisen paljon viruspositiivisia näytteitä. Toisen potilaan huoneesta 18 testatusta näytteestä 11 oli positiivisia ja toisen potilaan 18 näytteestä 8 oli viruspositiivisia. Näiden potilaiden huoneista löytyi myös poikkeuksellisen suuria virusmääriä, kolme näytteistä sisälsi arviolta tuhansia viruksia. Kymmenestä positiivisesta näytteestä testattiin myös virusten infektoimiskyky. Testatuista näytteistä ei löytynyt viiteitä infektiivisistä viruksista. SARS-CoV-2 virusta löytyi 32 ennen siivousta kerätystä näytteestä, näistä näytepisteistä 13 oli positiivisia myös siivouksen jälkeen. Lisäksi siivouksen jälkeen löytyi 2 positiivista näytepistettä, jotka olivat negatiivisia ennen siivousta.

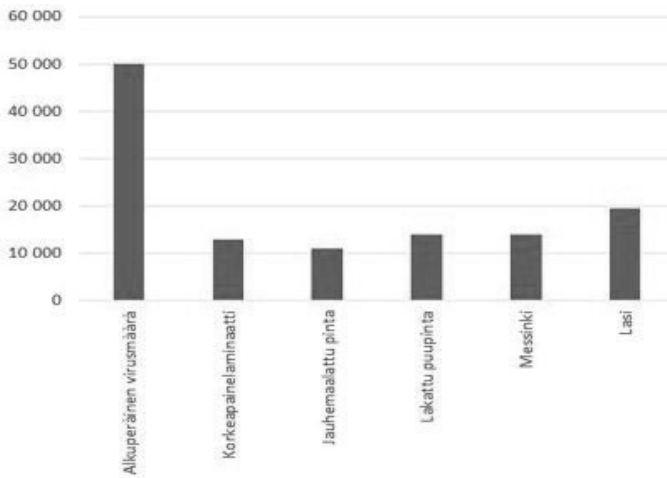
Alustavien tulosten mukaan koronavirus näyttöä tarttuvan eri pintamateriaaleihin eri voimakkuuksilla. Potilashuoneista löytyy virusta myös siivouksen jälkeen mutta se vaikuttaa pääosin olevan ei tartuttavaa. Esimerkki yhden henkilön hoituhuoneen tuloksista taulukossa 1. Lopulliset tulokset valmistuvat alkusyksystä 2021.

Taulukko 1. Koronaviruksen esiintyminen potilashuoneen pinnoilla. Kyseisen potilaan huoneesta löytyi koronavirusta ennen siivousta seitsemältä pinnalta ja siivouksen jälkeen neljältä pinnalta.

	Ennen siivousta	Siivouksen jälkeen
Huoneen oven kahva	NEG	NEG
Lattia potilassängyn viereltä	POS	NEG
Potilassängyn sivulaita	POS	POS
Potilassängyn takalaita	POS	NEG
Sängyn vieressä oleva yöpöytä	POS	POS
WC:n hanan kahva	POS	POS
WC:n oven kahva	POS	NEG
WC-istuimen kannen sisäpinta	NEG	POS
WC-istuimen rengas	POS	NEG

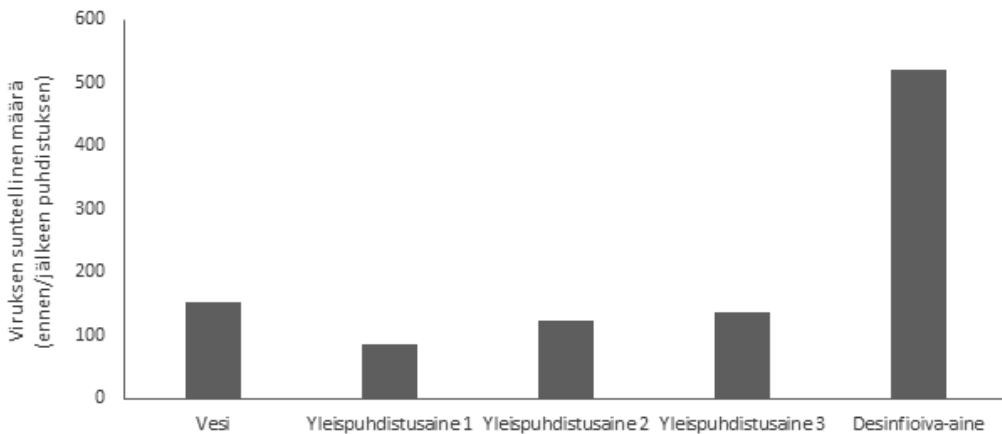
2.2.2 Laboratoriokokeet

Kokeessa pinnat saastutettiin 50 000 viruspartikkelilla, tämän jälkeen pinnoilta otettiin pumpulipuikolla näytteet (pintoja ei pyyhitty ennen näytteen keräystä) ja virusmäärä testattiin. Lasipinnalta virusta saatiin palautettua noin 20 000 viruspartikkelia. Korkeapainelaminaattiin, lakattuun puupintaan ja messinkiin jäi enemmän virusta, sillä näiltä pinnoilta saatiin palautettua noin 12 000–13 000 viruspartikkelia. Jauhemaalatulta pinnalta virusta saatiin näytteeseen noin 11 000 viruspartikkelia. Kuva 1.



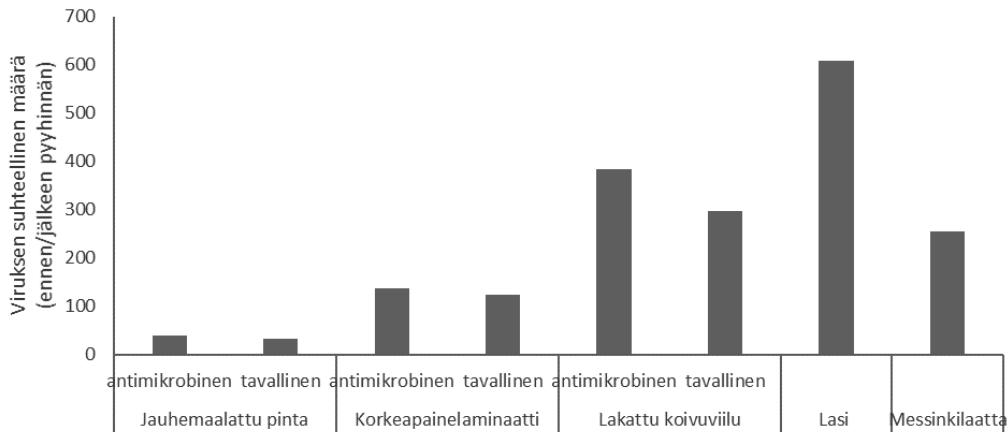
Kuva 1. Eri pintoihin puhdistettavuudessa on eroja.

Vesi ja yleispuhdistusaineet poistivat viruskontaminaatiota suurin piirtein yhtä hyvin. Viruksen määrä laski näillä menetelmillä noin 90–150 osaan alkuperäisestä virusmäärästä. Desinfektiovaaine poisti pinnoilta virusta tehokkaimmin, sillä se laski virusmäärän noin 500 osaan alkuperäisestä määrästä. Kuva 2.



Kuva 2. Virusten suhteellinen määrä pinnalla verrattuna ennen pyyhintää ja pyyhinnän jälkeen erilaisilla puhdistusaineilla.

Kokeessa parhaiten puhdistui lasipinta, jossa virusmäärä laski noin 600 osaan suhteessa alkuperäiseen virusmäärään. Messinkilaatan virusmäärä aleni 250 osaan. Antimikrobiset pinnat saatiin puhdistettua jonkin verran tehokkaammin kuin tavalliset käsittelemättömät pinnat. Suurempi vaikutus oli kuitenkin pintamateriaalilla: lakattu koivuviilu puhdistui tehokkaimmin, jonka virussaastuminen väheni pyyhinnällä noin 300–380 osaan. Korkeapainelaminaatista virussaastuminen väheni noin 120–140 osaan. Jauhemaalattu pinta puhdistui huonoiten, sillä virussaastumisen määrä aleni noin 30–40 osaan. Kuva 3.



Kuva 3. Virusten suhteellinen määrä erilaisilla pinnoilla verrattuna ennen pyyhintää ja pyyhinnän jälkeen.

3. Yhteenveto

Tuloksissa näkyy hyvän siivouspyyhkeen merkitys pinnan puhdistumisessa, sillä pelkällä vesijohtovedellä saatiin miltei yhtä hyvät tulokset kuin yleispuhdistusaineilla. Tästä voidaan johtopäätöksenä todeta, että hyvällä päivittäisellä siivouksella on mahdollista saada virusten määrä niin alhaiseksi, ettei virus enää aiheuta tautia. Desinfiointien aineiden käyttö voidaan kohdentaa tiloihin, joissa viruspitoisuudet on pidettävä minimissä.

Kokeissa tutkittiin pintojen ominaisuuksia sen siivottavuuden kannalta, jolloin esimerkiksi antimikrobisten pintojen vaikutuksia pidemmällä aikavälillä viruksiin ei tutkittu. Tulokset ovat suuntaa antavia, joten lisää tutkimusta tarvitaan. Tärkeää olisi tutkia mahdollista mikrobien siirtymistä pinnoilta ilmaan ja leviämistä mm. pölyn mukana ja sen vaikutusta sisäilmaan. Erityisesti fotokatalyyttiset pinnat pitää huomioida osana sisäilmastoa. Markkinoille tulleet erilaiset antimikrobiset pinnat ja pinnoitteet vaativat myös puhtaanapitoa, sillä muuten pintojen halutut ominaisuudet eivät säilytä tehoa toivotulla tavalla.

Tutkimushankkeen rahoitti Business Finland Co-Innovation rahoituksella ja se tehtiin talven 2020–21 aikana Tampereen korkeakoulu yhteisössä. Tutkijat kiittävät rahoittajaa ja mukana olleita yrityksiä.

Lähdeluettelo

- [1] How COVID-19 Spreads (2020) Available online: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-nCoV/prevent-getting-sick/how-covid-spreads.html>
- [2] Kwok, YL., Galton, J. and McLaws, M.L. (2015) Face touching: a frequent habit that has implications for hand hygiene. *Am J Infect Control*. 2015 Feb;43(2):112-114.
- [3] Wu, S., Wang, Y., Jin, X., Tian, J., Liu, J. and Mao, Y., (2020) Environmental contamination by SARS-CoV-2 in a designated hospital for coronavirus disease 2019. *American journal of infection control*, 48(8), pp. 910-914.
- [4] Ye, G., Lin, H., Chen, S., Wang, S., Zeng, Z., Wang, W., Zhang, S., Rebmann, T., Li, Y., Pan, Z., Yang, Z., Wang, Y., Wang, F., Qian, Z. and Wang, X., (2020) Environmental contamination of SARS-CoV-2 in healthcare premises. *The Journal of infection*, 81(2), pp. e1-e5.
- [5] Zhou, J., Otter, J.A., Price, J.R., Cimpeanu, C., Garcia, D.M., Kinross, J., Boshier, P.R., Mason, S., Bolt, F., Holmes, A.H. and Barclay, W.S., (2020) Investigating SARS-CoV-2 surface and air contamination in an acute healthcare setting during the peak of the COVID-19 pandemic in London.
- [6] Wong, J.C.C., Hapuarachchi, H.C., Arivalan, S., Tien, W.P., Koo, C., Mailepessov, D., Kong, M., Nazeem, M., Lim, M. & Ng, L.C., (2020) Environmental Contamination of SARS-CoV-2 in a Non-Healthcare Setting. *International journal of environmental research and public health*, 18(1), pp. 117.
- [7] Kampf, G., Todt, D., Pfaender, S. and Steinmann, E., (2020) Persistence of coronaviruses on inanimate surfaces and their inactivation with biocidal agents. *The Journal of hospital infection*, 104(3), pp. 246-251
- [8] Morris, D.H., Van Doremalen, N., Holbrook, M.G., Williamson, B.N., Gamble, A., Lloyd-Smith, J.O., Tamin, A., De Wit, E., Harcourt, J.L., Munster, V.J., Bushmaker, T., Thornburg, N.J. and Gerber, S.I. (2020) Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *The New England journal of medicine*, 382(16), pp. 1564-1567.
- [9] Aboubakr, H.A., Sharafeldin, T.A. and Goyal, S.M., (2020) Stability of SARS-CoV-2 and other coronaviruses in the environment and on common touch surfaces and the influence of climatic conditions: A review. *Transboundary and emerging diseases*,
- [10] Biryukov, J., Boydston, J.A., Dunning, R.A., Yeager, J.J., Wood, S., Reese, A.L., Ferris, A., Miller, D., Weaver, W., Zeitouni, N.E., Phillips, A., Freeburger, D., Hooper, I., Ratnesar-Shumate, S., Yolitz, J., Krause, M., Williams, G., Dawson, D.G., Herzog, A., Dabisch, P., Wahl, V., Hevey, M.C. and Altamura, L.A. (2020) Increasing Temperature and Relative Humidity Accelerates Inactivation of SARS-CoV-2 on Surfaces. *mSphere*, 5(4), pp. 441.
- [11] Kampf, G., Lemmen, S. and Suchomel, M. (2020) Ct values and infectivity of SARS-CoV-2 on surfaces. *The Lancet Infectious Diseases*
- [12] Valkosalo, T. (2020) Koronaviruksesta ja riittävästä pintahygieniasta ei vielä tiedetä tarpeeksi. PiHy-hankkeen nettisivu. Julkaistu 5.12.2020. Luettu 5.12.2020. <https://projects.tuni.fi/pihy/uutiset/koronaviruksesta-ja-riittavasta-pintahygieniasta-ei-vielä-tiedeta-tarpeeksi/>
- [13] Valkosalo, T. (2020). Koronasiivousohjeistuksissa eroja eri maissa. Propuhtaus. Artikkel. Julkaistu 19.11.2020. Luettu 5.12.2020 <https://www.propuhtaus.fi/koronasiivousohjeistuksissa-eroja-eri-maissa/>
- [14] Valkosalo, T. (2020). Riittäisikö puhdistus? Propuhtaus. Artikkel. Julkaistu 13.5.2020. Luettu 5.12.2020 <https://www.propuhtaus.fi/riittaako-puhdistus/>
- [15] Smith, D.L., Gillanders, S., Holah, J.T. And Gush, C. (2011) Assessing the efficacy of different microfibre cloths at removing surface micro-organisms associated with healthcare-associated infections. *The Journal of Hospital Infection*, 78(3), pp. 182-186.