



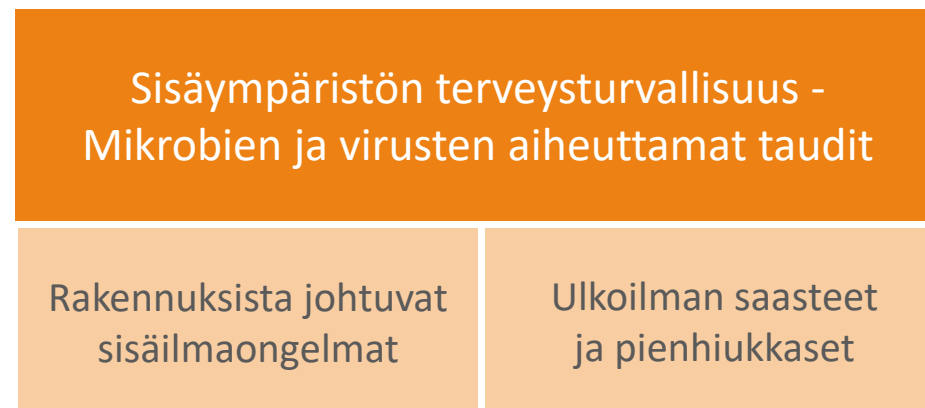
# E3

## ilmalevitteinen tautien leviäminen

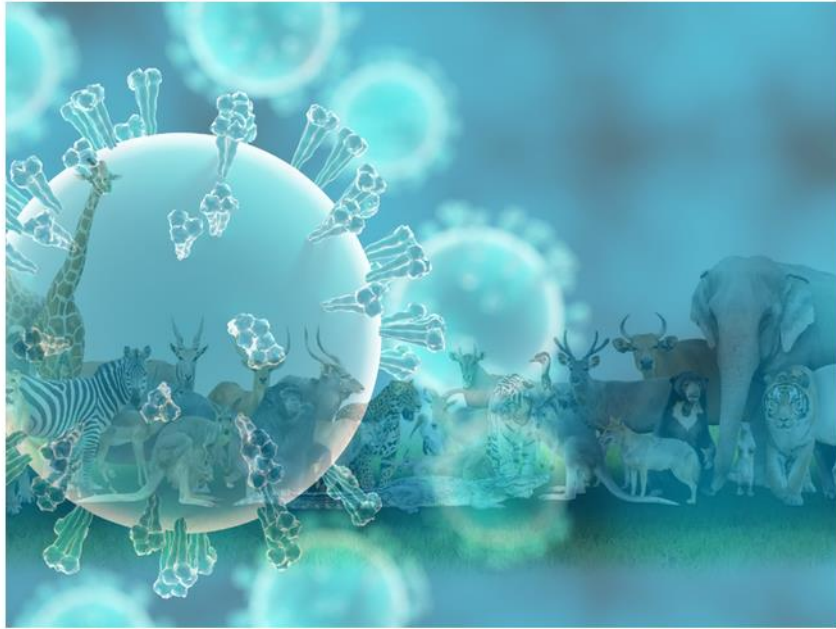
Teollisuusprofessori, Talotekniikka, Tampereen yliopisto  
Kehitysjohdaja, Rakentaminen ja kiinteistökehitys, Granlund Oy

# Korona käynnisti sisäilmaston muutokset

- Ilmastokriisi ja väestönkasvu lisäävät terveysriskejä ja todennäköisyyttä tautien etenemisestä pandemiaksi.
- Sisäympäristön terveellisyys ja turvallisuus korostuu kaupungistumisen myötä.
- Ihmiset viettävät aina enemmän aikaa sisätiloissa.
- Villiluonto aina lähempänä meitä
- **Sisäympäristön terveysturvallisuuden ympärille on muodostunut uusi tutkimus- ja liiketoiminta-alue**



Sisäilmaston muutos



 Tarja Sironen  
Aug 23

## Re-thinking virology: It seems we are living in a pandemic era, but what to do and what to think?

Monkey pox, avian influenza spreading in Europe, Langya henipavirus infections in people in China, polioviruses in sewage waters, yet...

“COVID-19 is here to stay and the virus keeps evolving as it is still in the process of adapting to people. **And should we get prepared to battle yet other Disease X pathogens?**”

The wildlife is full of viruses, known and unknown, and as of now, we are not really able to predict which ones have the potential to cross species barriers and cause disease in people”

# Lessons learned from COVID-19

*Tarja Sironen – Helsinki University One Health*

**1. We have ignored the significance of aerosol transmission.** A lot needs to be studied further on how different viruses spread, but we already know that all the recent pandemic viruses are able to transmit via air and cause respiratory infections.

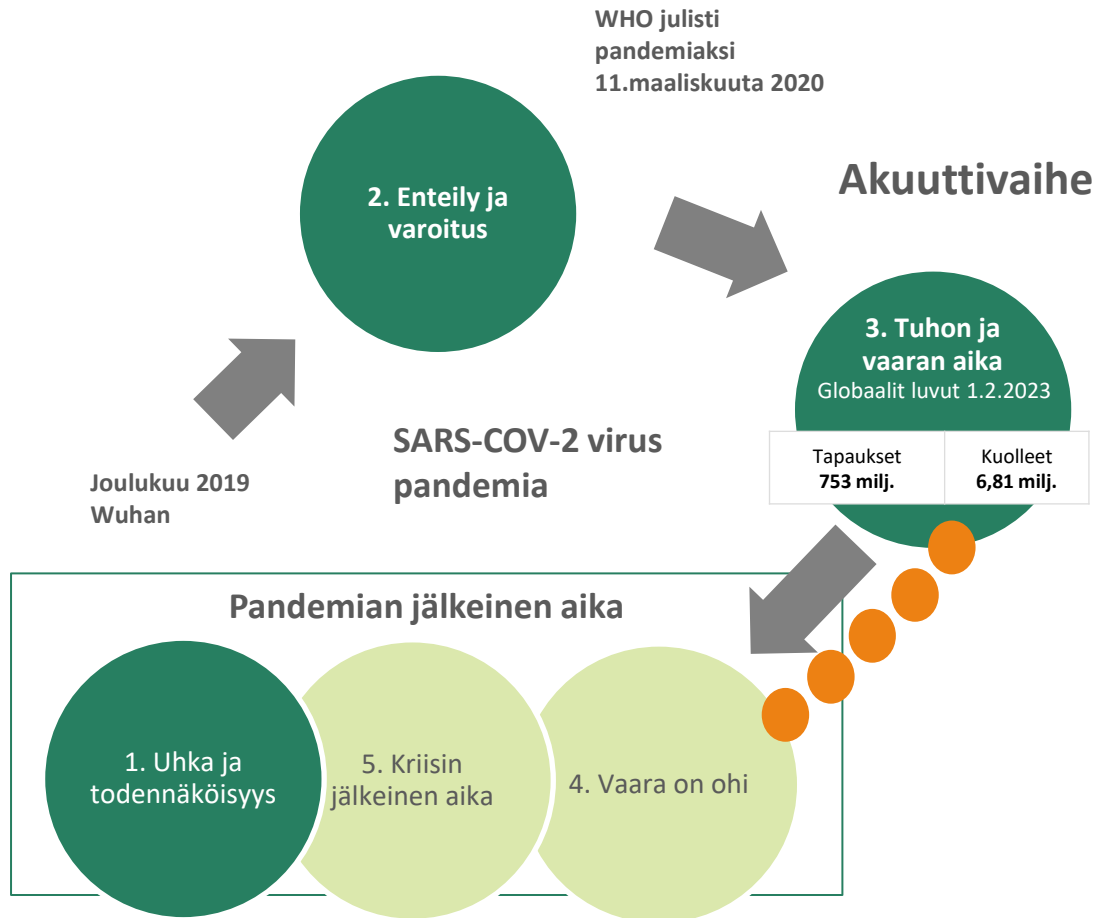
**2. We need to study virus transmission routes,** their relative importance and factors influencing the efficiency of virus transmission ranging from individual level characteristics and biology of the virus to the physical environment.

**3. The health of the people is tightly linked with the health of the environment and the animals**





# Koronapandemia on ollut globaali kriisi



[Katastrofin jälkeen | Red Cross](#)

[Tuominen Tommi.pdf \(theseus.fi\)](#)

[WHO Coronavirus \(COVID-19\) Dashboard](#) | [WHO Coronavirus \(COVID-19\) Dashboard With Vaccination Data](#)

## AKUUTTIVAIHE

- Pandemian akuutissa vaiheessa olemme keskittyneet **ihmisten terveyden suojaamiseen**
  - Rajoitukset
  - Rokotukset
  - Sairaanhoidon ja kapasiteetin turvaaminen

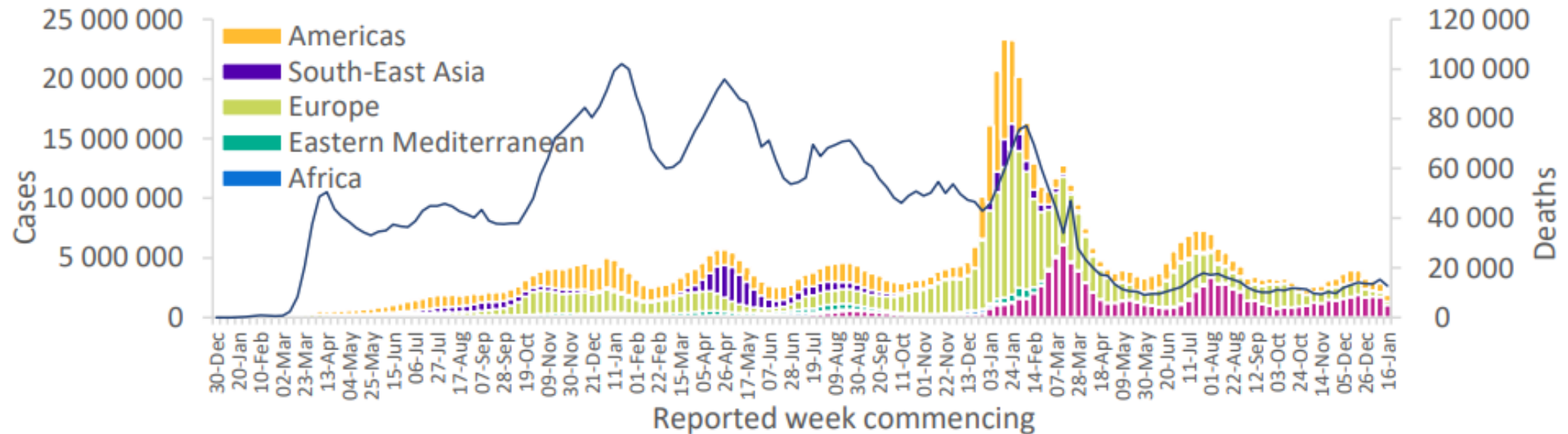
## PANDEMIAN JÄLKEINEN AIKA

Akuutin vaiheen jälkeen tulee keskittyä rakennettuun ympäristöön!

- Korona on tuonut rakennettuun ympäristöön epävarmuuden. Terveellisen sisäympäristön turvaamiseksi tulee keskittyä
  - Erilaisten virusten tartuntareittien ja riskien ymmärtämiseen
  - Rakennusten ilmanvaihdon toiminnan varmentamiseen
  - Älykkäiden teknologioiden kehittämiseen rakennusten henkilöturvallisuuden takaamiseksi

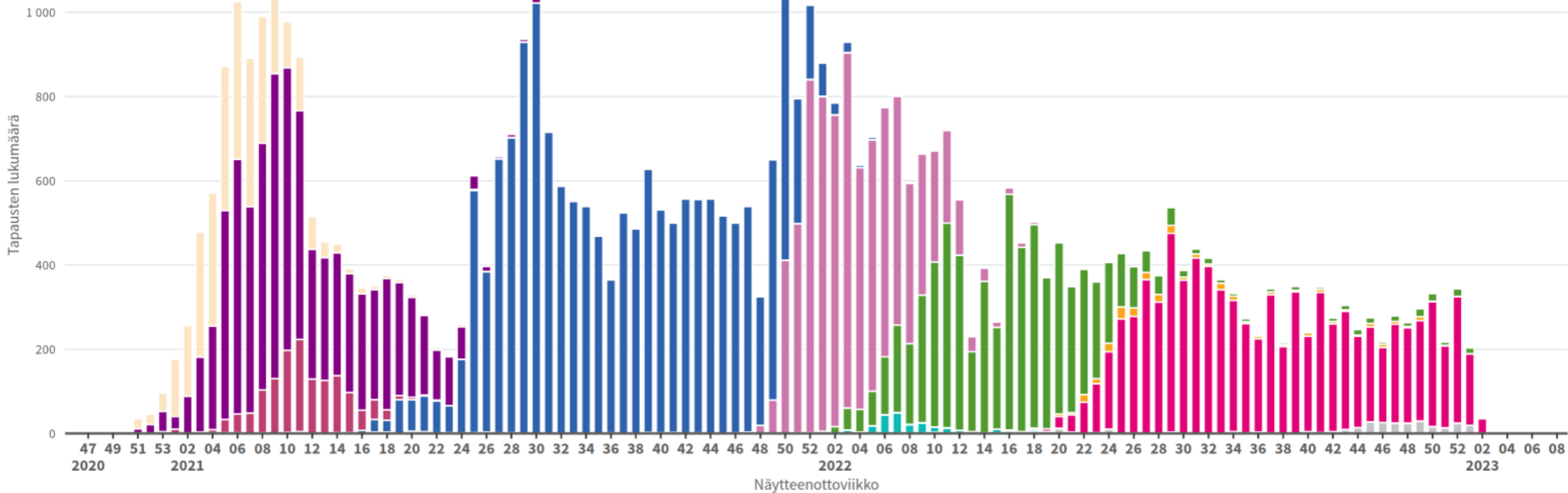
# COVID-19 - tapausten määrä on pysynyt stabiilina

Figure 1. COVID-19 cases reported weekly by WHO Region, and global deaths, as of 22 January 2023\*\*



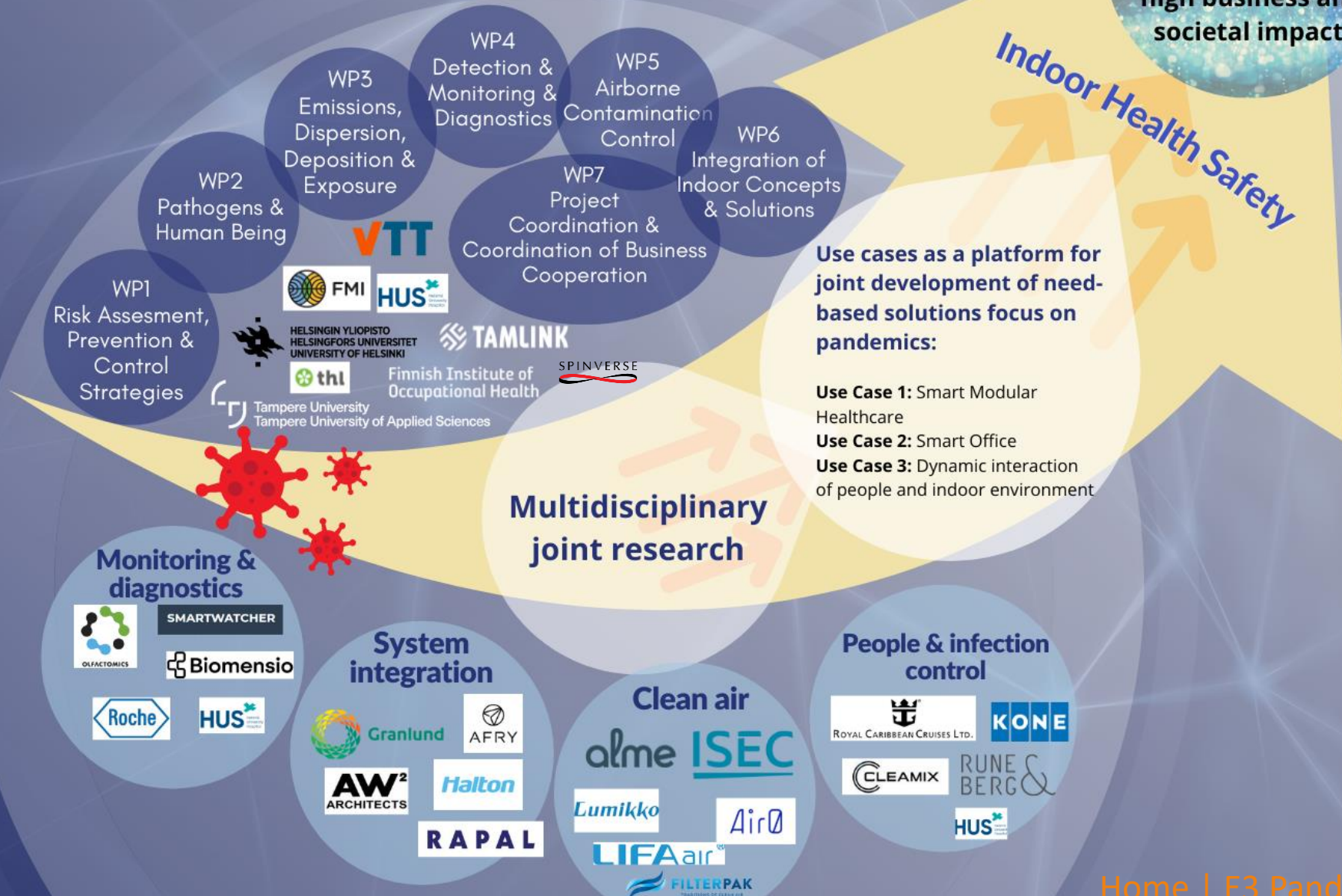
Note: Figure 1 does not yet include 72 596 COVID-19-related hospital deaths announced by China (excluding Hong Kong SAR, Macao SAR, and Taiwan) for the period of 8 December 2022 to 19 January 2023.

## Tartuntatautirekisteriin kirjatut virusmuunnokset viikoittain



COVID-19 -virusvariantti Villityypin virus Alfa Beeta Delta Mu Gamma Omikron (BA.1) Omikron (BA.2) Omikron (BA.4) Omikron (BA.5) Omikron (XJ) Muut viruslinjat

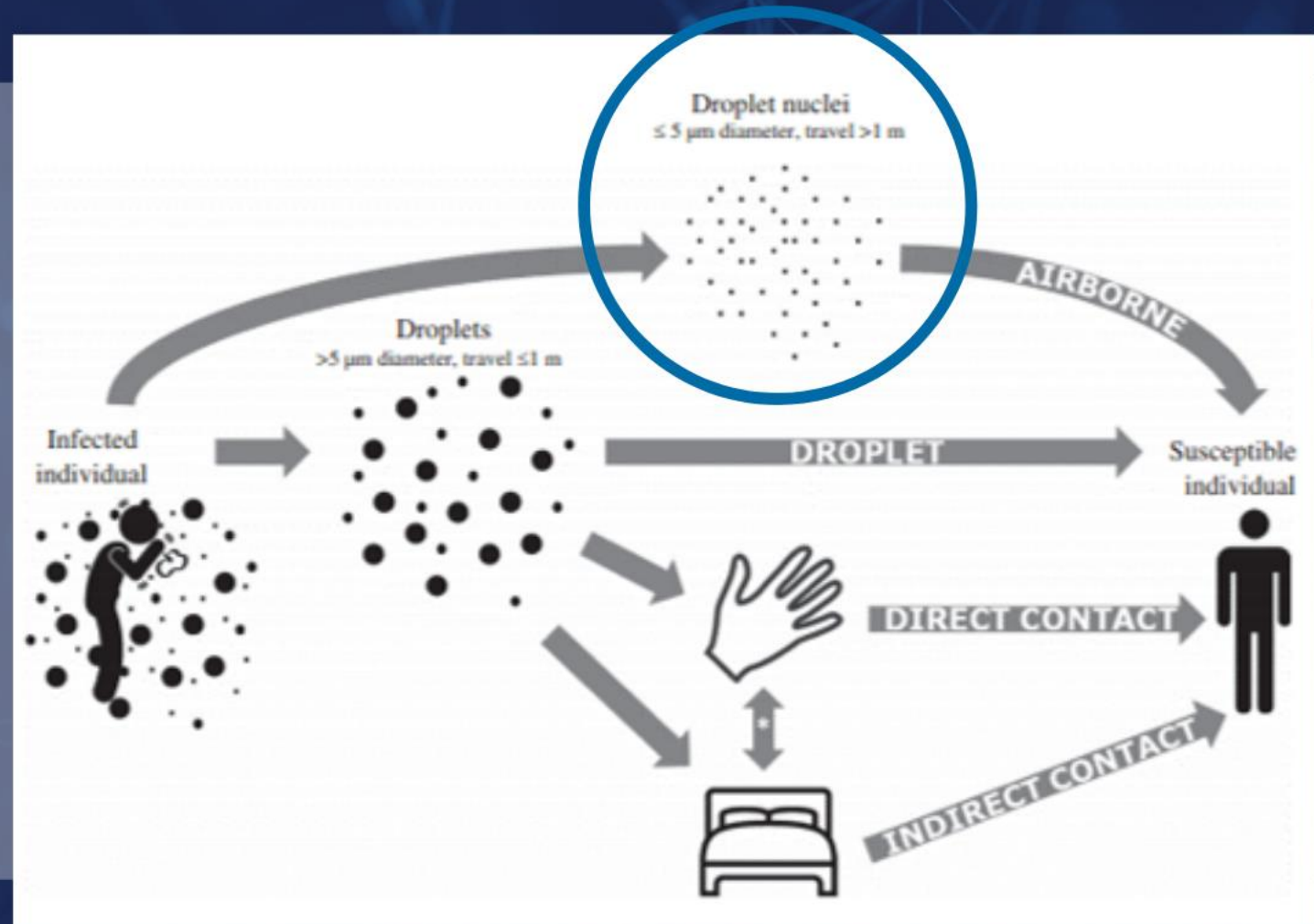
Science-based  
world-class solutions  
to global markets with  
high business and  
societal impact.





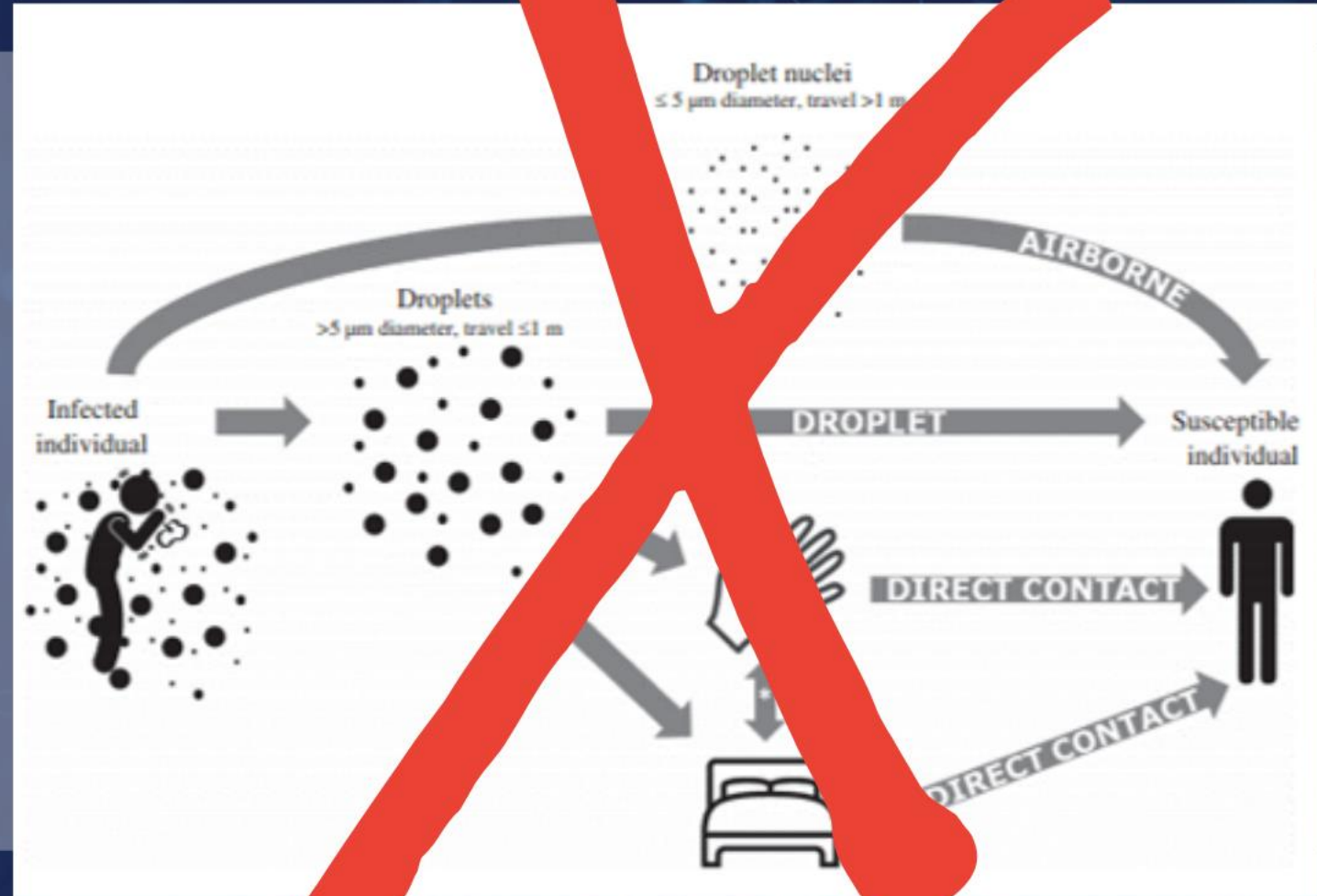
# Background

- Significant effect of air transmission on COVID-19 dispersal. It is dispersed in airborne aerosols and airborne adhesion
- The exit strategy cannot succeed without air pollution control and prevention - managing pandemics requires a comprehensive approach that takes into account all routes of infection
- More information is needed to develop policies and technologies such as ventilation, filtration, and data solutions



# Background

- In addition to airborne transmission, other routes of infection are important too - comprehensive solutions are 'victorious'
- Measures must be targeted on the right part of the chain; in general, the earlier we impact, the greater the impact is
- In the E3 project we focus on, for example, the early stage; For the diagnosis of SARS-CoV-2 and in air permeability (droplet, aerosol, surfaces)



## Mikrobi

Virusen infektiivisyys

- Aerosolipartikkelin koko
- Virusen ominaisuudet
- Sisäolosuhteet

Virusen tarttuvuus ja tartuntareitit

Virusen muuntuminen

Erilaiset virukset kiinnittyvät epätasaisesti hengityselimistön eri solutyyppeihin

## Isäntä

Alttius

- Ikä, perussairaudet ja riskitekijät, taudin vakavuus, immunologiset tekijät, rokotusstatus, erot immuunivasteessa, tartuttavuusaika, viruseritys

Sosioekonomiset tekijät

- Köyhyys
- Tietyt ammattiryhmät
- Sosiaaliturvan ja turvaverkkojen puute

## Ympäristö

Sisä- vai ulkotila

Avoimet vs. suljetut yhteisöt  
Avarat vs. ahtaat asuinolot

Sisätilan ominaisuudet

- Koko ja geometria
- Ilmanvaihto: ilmanvaihtokerroin, ilmanjakotapa ja -laitteet, ilmapirtaukset, ilmanvaihtojärjestelmän säädöt ja toimivuus
- Hygienia

## Käyttäytyminen

Väestön kontaktien luonne

- Läheisyys/etäisyys indeksitapaukseen
- Liikkuminen tilassa
- Kesto ja frekvenssi
- Harrastetut aktiviteetit

Kansanterveystoimenpiteet

- Suojautuminen, eristys, karanteeni, rajoitukset, suositukset

## Tartuntariski



Virusen tartuntariskiin, virusen leviämiseen ja epidemian kulkuun vaikuttavia tekijöitä pandemioissa

**SARS-CoV-2:n tartunta ja leviäminen**

LÄÄKETIETEELLINEN AIKAKAUSKIRJA DUODECIM

2021;137(17):1743-9

Seppo Parkkila, Sampo Saari, Piia Sormunen, Heidi Silander, Suvi Nenonen, Leila

Kakko ja Pekka Nuorti



## SOCIETY

Shared responsibility

Vaccination coverage

Fast and sensitive testing

Administrative control - Introductions and restrictions

Behavior of people in the society in pandemic situation - mindset

## VIRUS

Behavior of virus



Virus Infectiveness

Incidents of infections

Virus mutation

Virus infective routes



## INFECTED PERSON

Individual responsibility



Stay home when sick

Behaviour  
Nature and duration of the contacts

Protection  
Masks

Hygiene  
(cough and hands)

Person  
Time of exposure for infection  
Physical distance



## SMART BUILDING

Shared responsibility



Indoor spaces

Open or crowded space  
Open or closed entity  
Size and geometry  
Hygiene, cleaning  
Introductions for space utilisation

Ventilation system  
Pure air production

Natural, mechanical, recirculation of the air  
Air distribution, air change  
Function vs malfunction of the systems

Pandemic response technology

Verification and information of the indoor conditions (direct and indirect indicators)  
Air purification technology  
Air filtering technology  
UVC technology  
Workplace management  
Information technology etc



## INFECTION RISK



Person's susceptibility  
Age, other diseases, vaccine status, immune response

Person  
Time of exposure for infection  
Physical distance

Person socioeconomical factors

Professional group, poverty, lack of social security and social networks



Infection risk



# Paradigman muutos- Tartuntareitit

## *Koronaviruksen tarttuminen henkilöstä toiseen – paradigman muutos?*

Kielitoimiston sanakirjan määritelmän mukaan paradigma on jonkin tieteenalan kulloinkin yleisesti hyväksytty oppirakenne, ajattelutapa tai suuntaus. SARS-CoV-2-viruksen tarttumisen tärkeimpänä tarttumeکانismina on pidetty pisaratartuntaa. WHO:n mukaan pisara (droplet) on alle 5 µm:n partikkeli, jonka ajatellaan suusta lähtiessään lentävän enintään noin kahden metrin päähän. Tartuntatavasta on kuitenkin käyty vilkasta keskustelua Suomessa ja muuallakin.

Englantilainen tutkijaryhmä pohti asiaa ja julkaisi kommenttipuheenvuoron (1). He kokosivat kymmenen tieteellistä perustetta, jotka tukevat sitä, että ilmatartunnat ovat keskeinen SARS-CoV-2:n tarttumeکانismissä (**TAULUKKO**) (1,2). Olen myös lisännyt mukaan kommenttejani ja huomioitani.

Perusteluista useimmat ovat kirjallisuudesta ja omista kokemuksistani tuttuja. Pisaratartun-

tumeکانismin tärkeimpänä perusteluna on pidetty yleensä sitä, että elävää virusta ei pystytä osoittamaan ilmasta. Virusten kerääminen ja elävän viruksen osoittaminen ilmasta on kuitenkin erittäin hankalaa, eivätkä keuru- ja tunnistusmenetelmät ole kovin herkkiä.

Englantilaisryhmän artikkeli synnyttää varmasti runsasta keskustelua. Jos pisaratartuntateoria hylätään, joudutaan toteamaan, että COVID-19-pandemian torjuntatoimien heikkous johtuu puutteistamme hallita ilmateitse ja usein oireettomasta henkilöstä leviävää virusta.

Jos paradigma muuttuu, ensimmäinen välitön seuraus on se, että tartuntojen ehkäisyssä tarvitaan ensisijaisesti varsinaisia hengityssuojaimia (FFP2/3). Toinen seuraus on se, että tarvitaan vielä runsaasti tutkimuksia sisätilojen ilmanvaihdoista, ilmapurtojen hallinnasta ja ilmapuhdistusteknologiasta.

Jos tämä vakiintuneen ajatte-

lutavan muutos koskee koronavirusta, niin koskeeko se muitakin hengitystievirusia, joiden on ajateltu tarttuvan pisaroina, esimerkiksi influenssavirusta? Kun kysymyksiä on enemmän kuin vastauksia, tutkimus jatkuu. ■

**VELI-JUKKA ANTILA, infektio­lääkäri, osastonylilääkäri**  
HUS, infektio­identorjuntayksikkö  
Twitter: @AnttilaVeli

#### **SIDONNAISUUDET**

Apuraha (GSK, Pfizer, MSD, Astellas), luentopalkkio/asiantuntijapalkkio (Pfizer, MSD, Astellas, Roche, GSK, BMS, Biogen, Unimed), luottamustoimet (Sosiaali- ja terveysministeriö: Tartuntatauti­neuvottelukunta varajäsen), hankkeet (Käytettyjen hengityssuojainten puhdistus­projekti: puolustusvoimat, STM, THL, HUS), muut sidonnaisuudet (HYKS instituutti, päätutkija useissa tutkimusprojekteissa.)

#### **KIRJALLISUUTTA**

1. Greenhalgh T, Jimenez JL, Prather KA, ym. Lancet, julkaistu verkossa 15.4.2021.
2. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)
3. Anttila VJ. Erikoissairaanhoidon henkilökunta ja COVID-19-infektiot. Duodecim 2020;136:1923–8.

# Kymmenen perustetta sille, että ilmatartunnat ovat SARS-CoV-2-viruksen keskeinen tartuntamekanismi (1,2)

## 1. Viruksen leviäminen nopeasti suuressa joukossa (superleviämistilanteet)

Kuorokonsertit, teurastamot, Wuhanin kalatori, risteilylaivat, hoivalaitosten ja sairaaloiden osastoepidemiat (osa näistä)

## 2. Tartuntoja on saatu huoneista, joissa sairastunut ja seuraava eivät ole olleet samanaikaisesti, vaan peräkkäin.

Tämä havainto ei sulje pois ympäristön välityksellä saatuja tartuntoja.

Vastaavia esimerkkejä on kuvattu muun muassa tuhkarokon tartuttavuudesta.

## 3. Oireettoman tai henkilön, jolle oireet eivät ole vielä kehittyneet tartuttavuus

Tutkimuksissa arvioitu näiden tartuntojen osuudeksi 33–59 %.

Oireettomat eivät yski ja aivastele, mikä tuottaisi pisaroita.

Puhuminen tuottaa vähän pisaroita mutta paljon aerosolia.

## 4. Tarttuminen on todennäköisempää sisä- kuin ulkotiloissa.

Hyvä sisätilojen ilmanvaihto vähentää tartuntariskiä.

## 5. Tartuntoja on tapahtunut terveydenhuollossa, vaikka on käytetty asianmukaisia suojaimia mutta ei hengityssuojaimia.

HUS:ssa näistä tartunnoista noin 75 %:ssa lähde on ollut toinen työntekijä (2). Yleensä ajatellaan, että tartunta on saatu taukojen aikana, jolloin kirurgista suu ja nenäsuojainta ei ole käytetty, mutta tämä ei ole varmaa.

Alle 10 %:ssa HUS:n työntekijöiden ja potilaiden sairaalatartuntaryppäistä tartunnat ovat tapahtuneet nopeasti.

Vuodepotilas on tartuttanut muut huoneessa olevat potilaat.

Koronaviruspotilaita hoitaneilla teho-osastoilla ei keväällä 2020 todettu henkilökunnan työperäisiä koronatartuntoja (2).

Näillä teho-osastoilla henkilökunta käytti hengityssuojaimia (FFP2/3).

2. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)

3. Anttila VJ. Erikoissairaanhoidon henkilökunta ja COVID-19-infektiot. Duodecim 2020;136:1923–8.

# Kymmenen perustetta sille, että ilmatartunnat ovat SARS-CoV-2-viruksen keskeinen tartuntamekanismi (1,2)

## **6. SARS-CoV-2-virusta on laboratorio-olosuhteissa todettu ilmassa.**

Virusta on ollut ilmassa kolmen tunnin ajan ja määrän puoliintumisaika on ollut 1,1 tuntia.

Potilashuoneiden ilmanäytteissä on todettu elinkykyistä virusta.

Sairastuneen potilaan auton ilmanäytteistä on saatu osoitetuksi virusta.

Virusten kerääminen ja osoittaminen ilmasta on teknisesti vaikeaa.

Alustavien tutkimustulosten perusteella tämä on onnistunut myös Suomessa.

## **7. Virusta on pystytty osoittamaan poistoilmansuodattamista.**

Suodattimet ovat yleensä paikoissa, joihin pisarat eivät lennä.

## **8. Eläimillä on osoitettu kyseisen viruksen leviämistä häkistä toiseen tilanteissa, joissa tartuntoja ei selitä mikään muu kuin ilmatartunta.**

## **9. Ilmatartunnan mahdollisuutta ei ole kumottu tutkimuksissa.**

Tämä ei tarkoita, että virus tarttuisi aina kaikkiin samassa tilassa oleviin.

Tartuntoihin vaikuttavat myös virusmäärä ilmassa, viruksen tartuttava annos, mahdollinen immunitetti tai rokotus ja tilan ilmanvaihto.

Kontaktiselvitykset ovat osoittaneet huomattavaa vaihtelua joukkoaltistusten tartuntariskeissä, joita on vaikea selittää ympäristö- tai pisaratartunnoilla.

Näitä tartuntoja on todettu lähes kaikissa maissa.

## **10. Muista tartuntamekanismeista (pisaratartunta, kosketustartunta) on vain vähän näyttöä.**

Pisaratartunnaksi on tulkittu alle 2 m:n etäisyydeltä tartunnanlähteestä saadut tartunnat.

Tämä voidaan selittää myös aerosolitartuntaan liittyvällä virusmäärän laimentumisella etäisyyden suurentuessa.

2. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)00869-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)00869-2)

3. Anttila VJ. Erikoissairaanhoidon henkilökunta ja COVID-19-infektiot. Duodecim 2020;136:1923–8.

# Paradigman muutos- Ilmanvaihto

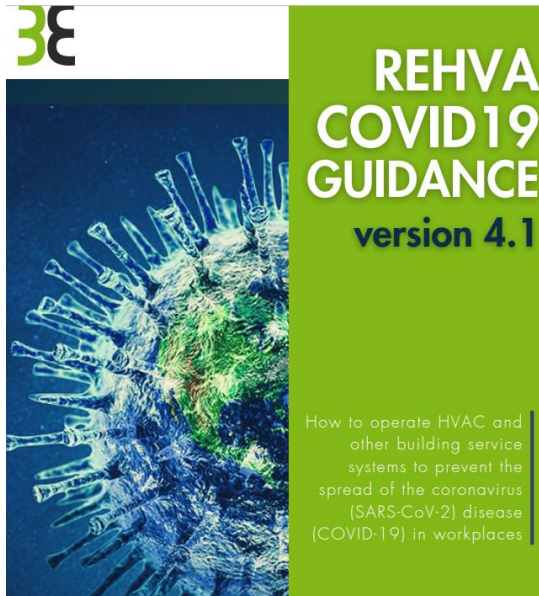
**POLICY FORUM**

14 May 2021

**INFECTIOUS DISEASE**

## A paradigm shift to combat indoor respiratory infection

Building ventilation systems must get much better



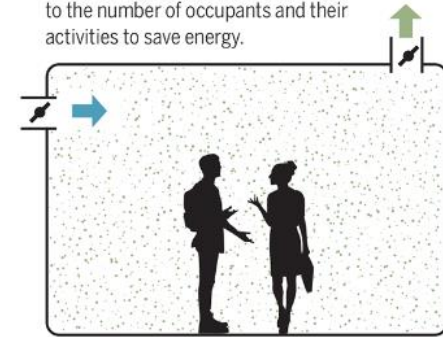
### Flexible ventilation systems, dependent on the building's purpose

Ventilation airflow rates must be controlled by the number of occupants in the space and their activity.

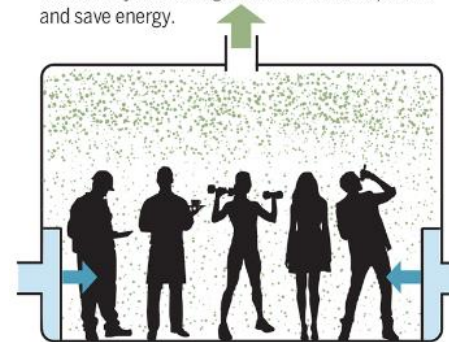
**Design occupancy**  
Ventilation is set for maximum occupancy.



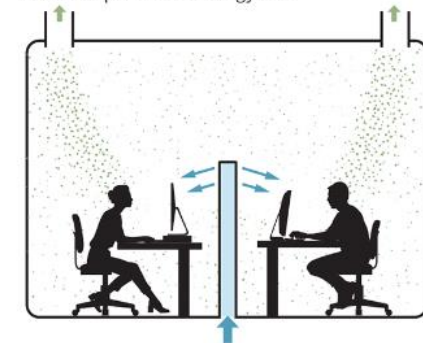
**Demand controlled**  
Ventilation is adjusted according to the number of occupants and their activities to save energy.



**Improved air distribution**  
Different system designs can decrease exposure and save energy.



**Personalized ventilation**  
Clean air is supplied where needed to further reduce exposure and energy use.

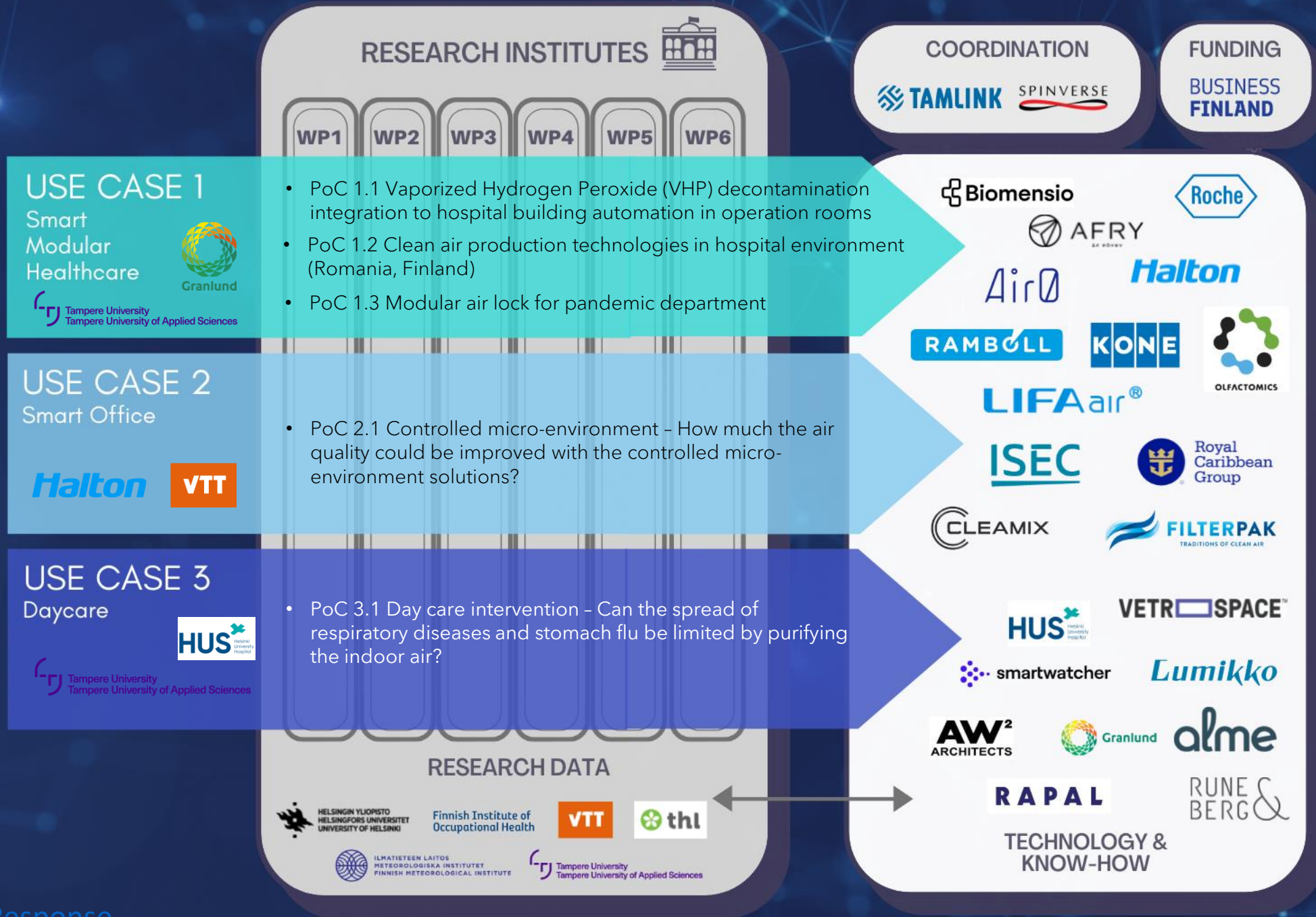


Flexible ventilation systems, dependent on the building's purpose. Ventilation airflow rates must be controlled by the number of occupants in the space and their activity. GRAPHIC: N. CARY/SCIENCE

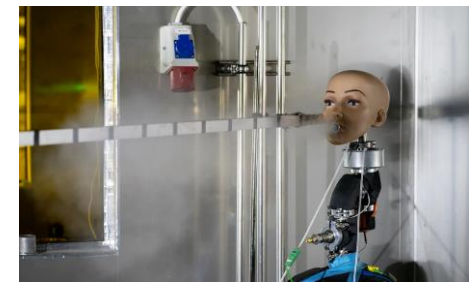
<https://science.sciencemag.org/content/372/6543/689>



# USE CASES



# Esimerkkejä E3 hankkeessa käynnissä olevista tutkimuksista



Tutkimus	Tavoite	Menetelmät	Osallistajat
<b>Virusten havaitsemismenetelmät</b>	Tutkitaan, voimmeko tunnistaa eri virusaerosoleja laboratoriossa kaupallisin/ei-kaupallisin menetelmin mittamalla solujen vapauttavia pieniä kaasumaisia yhdisteitä ( voc)	Laboratoriotutkimus	HUS, TAMK, TUNI, Olfactomics
<b>Yskivä pää kampanja</b>	Tavoitteena tutkia yskivän pään toimivuutta ja soveltuvuutta patogeenien leviämisen ja sen estämisen tutkimiseen	Laboratoriotestaus	TAU, VTT, FMI, Smartwatcher
<b>Oopperalaulajat</b>	Tavoitteena selvittää superlevittäjäilmiötä: onko sitä? Aiheuttaako jokin tietty ihmisen ominaisuus aerosolien voimakkaampaa vapautumista? Vai onko aerosolimäärä yhteydessä erilaisiin äänenkäyttötapoihin kuten voimakkuus ja korkeus	Tutkimus aerosolikammiossa sisältäen lääketieteelliset mittaussuunnitelmat. Oikeita koehenkilöitä ( n=41 laulajaa)	HUS, VTT, TUNI, TAMK, Aalto Yliopisto
<b>VTT-mittauskampanja</b>	Tavoitteena tutkia viruskeräinten eroja, ilmanvaihdon vaikutusta sekä erilaisten mikrobien elinkykyisyyttä eri olosuhteissa	Laboratoriotutkimus	TAU, VTT, FMI, HY, Smartwatcher, Air0
<b>Päiväkotitutkimus</b>	<b>Tavoitteena selvittää ilman puhdistamisen vaikutus päiväkotilasten, vanhempien ja henkilökunnan sairastavuuteen (ylähengitystieinfektiot ja vatsataudit)</b>	<b>Prospektiivinen tiedonkeruu, laboratorionäytteet, rekisteritutkimus, kenttätutkimus, mallintaminen</b>	<b>HUS, TAU, VTT, Granlund, Smartwatcher, Air0, ISEC, Lifa-Air, Alme</b>
<b>Kontrolloidut mikroilmastot</b>	Tavoitteena on tarkastella, kuinka ilmanlaatua voidaan parantaa kontrolloidulla mikroilmastolla	Laboratorio, simuloinnit	Halton, Afry, VTT, FMI, Granlund
<b>FAR-Uvc säteily</b>	Tavoitteena on tarkastella FAR-UVC -säteilyn desinfiointivaikutusta mikrobeihin aerosolifaasissa	Laboratoriotutkimus	VTT
<b>Luokkatilan sisäilman olosuhteiden mittaukset</b>	Tavoitteena on tarkastella huonetilan olosuhteita, käyttöastetta ja henkilömäärää, huoneantureiden sijoittelua, sekä niiden vaikutuksia ilmanvaihdon ohjaukseen	Kenttämittaukset ja analysointi	TAMK

# E3 hankkeessa käynnissä olevat tutkimukset sairaalaympäristöissä

Tutkimus	Tavoite	Menetelmät	Osallistajat
Vetyperoksidipuhdistuksen integrointi automaatiojärjestelmään	Tavoitteena on tutkia höyrystetyn vetyperoksin tuottolaitteet integroimista sairaalan taloautomaatiojärjestelmän kanssa, jotta voidaan lyhentää puhdistuksen dekontaminaatioaikaa.	Kenttätestaus, mittaukset	Cleamic, Halton, Granlund, HUS
Vetyperoksidihöyrytestaukset	Proteiinikuiva-aineen mikrobeja suojaavan vaikutuksen tutkiminen vetyperoksidihöyrydekontaminaatiossa sekä katalaasipositiivisten (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> -höyrylle vastustuskykyisten) mikrobien inaktivointi	Laboratoriotutkimus	VTT
<b>Puhtaan ilman tuoton teknologiat sairaalaympäristössä (Romania, Suomi)</b>	<b>Tavoitteena on tutkia ilmanvaihdon- ja ilmanpuhdistamisen vaikutusta sairaalan odotustilojen ja potilashuoneiden sisäilmaolosuhteisiin, hiukkaspitoisuuksiin ja mikrobinäytteisiin. Mittaustulosten perusteella määritetään simulointipohjaisesti infektioriskiä eri tiloissa. Tutkimus toteutetaan Romaniassa Matei Balsin infektiosairaalassa ja modernissa suomalaisessa sairaalassa.</b>	<b>Kenttätutkimus eri teknologioilla, sisäilmamittaukset, hiukkasmittaukset, mikromittaukset, simuloinnit, laskennallisen infektioriskin määrittäminen</b>	<b>Granlund, TAU, VTT, FMI, THL, TTL, Smartswatcher, Air0, Lifa-Air, ISEC, HUS</b>
Pandemiaosaston ilmalukko	Pandemiaosaston moduulirakenteisella ilmalukolla voidaan estää patogeenien leviämisen pandemiaosaston ulkopuolelle	Konseptointi eri teknologioista	Granlund, Halton, Vetrospace, TAU, HUS
Sylki- ja nenän etuosan laboratoriotestien validointi	Tavoitteena löytää helpompia tapoja (vrt nenänielunäyte) tutkia viruksia luotettavasti sairailta ihmisiltä	Kliininen, prospektiivinen tutkimus	HUS, Roche

# Contact information

**Piia Sormunen**  
Industry Professor  
Tampere University  
p. +358 50 476 6731  
[piia.sormunen@tuni.fi](mailto:piia.sormunen@tuni.fi)



**Jari Erkkilä**  
Coordinator  
Tamlink Ltd.  
p. +358 40 513 6917  
[jari.erkkila@tamlink.fi](mailto:jari.erkkila@tamlink.fi)

**Topi Rönkkö**  
Professor, aerosol physics  
Tampere University  
p. +358 40 198 1019  
[topi.ronkko@tuni.fi](mailto:topi.ronkko@tuni.fi)

**Tarja Sironen**  
Associate professor  
Helsinki University  
p. +358 504 471588  
[tarja.sironen@helsinki.fi](mailto:tarja.sironen@helsinki.fi)

**Aku Karvinen**  
Senior Scientist  
VTT  
p. +358 40 510 2142  
[aku.karvinen@vtt.fi](mailto:aku.karvinen@vtt.fi)