

Koronapandemia nosti talotekniikan keskiöön

Piia Sormunen

Industry Professor, Tampereen yliopisto, Rakennustekniikka, Talotekniikka
Kehitysjohtaja, Granlund Oy, Rakentaminen ja kiinteistökehitys

Licence to breathe Co-Creation

- L2B-hankkeen uutuusarvo ja hyödyntämispotentiaali on ollut vahvassa poikkitieteellisyydessä, joka tuonut yhteen lääketieteen, biotieteiden, virtaustekniikan, aerosolifysiikan, hygieniatekniikan, nanoteknologian, talotekniikan sekä kiinteistöalan asiantuntijat niin tutkijaryhmästä kuin yrityksistä luomaan ratkaisuja virusten leviämisen estämiseen rakennuksissa.

Tavoitteet	
Suomalaisten yritysten edellä kävijyyden ja kilpailukyvyyn tukeminen ja integroidun L2B-verkoston muodostaminen ja vakiinnuttaminen	L2B hankkeen aikana Howspace-alusta kommunikoinnissa <ul style="list-style-type: none"> Kick-off -15.9.2020 Työpaja 1 - 27.10.2020 Työpaja 2 - 17.12.2020 Loppuseminaari 31.3.2021
Yrityksiä palvelevien tutkimustulosten ja kansainvälisiltä markkinoilta löydettävien teknologisten ratkaisujen kartoitus	Julkaistaan TAU internet sivuilla huhtikuussa 2021 <ul style="list-style-type: none"> Loppuraportti Kolme manifestia Artiklakortit Muut julkaisut ja esiintymiset
Välittömien tutkimushaasteiden tunnistaminen yritysten liiketoiminnan kehittämiseksi	Loppuraporttiin kootaan tunnistetut tutkimushaasteet, joihin keskitytään jatkohankkeessa
Business Finland Co-Innovation hankkeen valmistelu ja tutkimus- ja yritys yhteistyön rakentaminen	L2B-hanke on fuusioitunut jo syksyllä kahden muun Co-Creation –hankkeen (TUPA, AIRCO) kanssa ja valmistelelee tällä hetkellä suurta Co-Innovation hanketta nimeltään E3

TP2. Viruksen leviäminen sisäympäristössä	TP3. Talotekniikka ja teknologiset ratkaisut	TP4. Käyttämisen ja tilat, digitaaliset ratkaisut
TP.5 Tulevaisuuden skenaariot kiinteistökehityksessä		

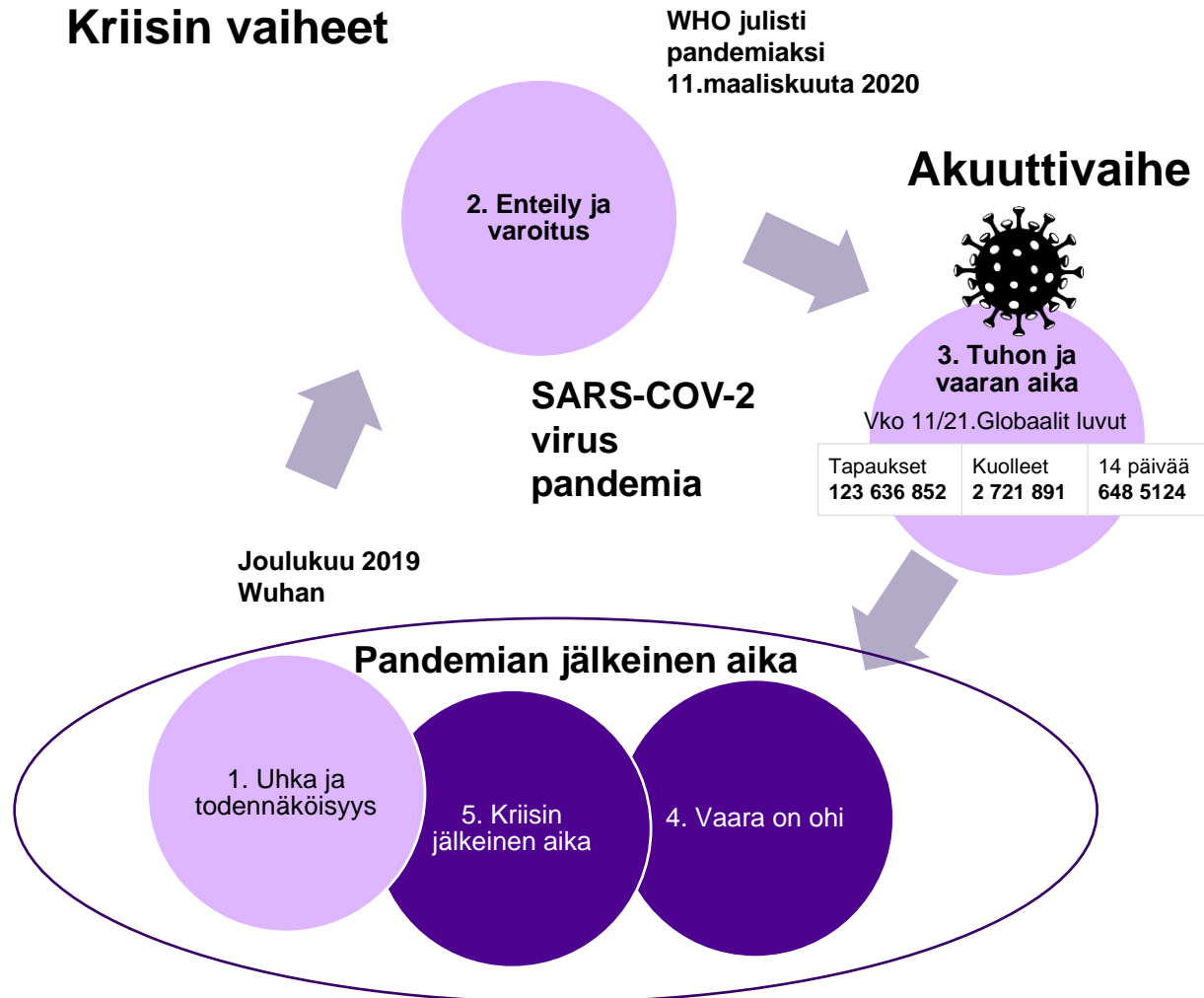


L2B tutkimusryhmä

Osaamisalue	Titteli	Vastuhenkilö	Korkeakouluyhteisö
Talotekniikka, teknologiset ratkaisut	Projektin johtaja Industry professor, talotekniikka	Piia Sormunen	TAU, Rakennetun ympäristön tiedekunta
Talotekniikka	Lehtori, Sähköinen talotekniikka Lehtori, LVI-tekniikka ilmanvaihto Lehtori, Rakennusautomaatio	Kari Kallioharju Jussi-Pekka Juvela Sakari Uusitalo	TAMK, Rakennettu ympäristö ja biotalous
Kiinteistökehitys	Industry professor, kiinteistökehitys Tutkijatohtori	Ari Ahonen Jukka Puhto	TAU, Rakennetun ympäristön tiedekunta
Lääke- ja terveystiede	Professori, anatomia Professori, epidemiologia Akatemiatutkija, BioMediTech	Seppo Parkkila Pekka Nuorti Teemu Ihalainen	TAU, Lääketiede ja terveysteknologian tiedekunta TAU, Yhteiskuntatieteiden tiedekunta TAU Lääketiede ja terveysteknologian tiedekunta
Itse desinfioidut pinnat	Projektipäällikkö	Pasi Keinänen	TAU, Tekniikka ja luonnontieteen tiedekunta
Hygienian hallinta	Lehtori, liiketoiminta	Leila Kakko	TAMK, Liiketoiminta
Työympäristöt	Projektipäällikkö, työympäristöt	Suvi Nenonen	TAU, Rakennetun ympäristön tiedekunta
Aerosolifysiikka, virtaustekniikka, hiukkassuodatus, mittaukset	Lehtori, fysiikka	Sampo Saari	TAMK, Pedagogiset ratkaisut
CoreLab - Rakennetun ympäristön kehittämisalusta	Projektipäällikkö	Jaakko Kinnunen	TAU, Rakennetun ympäristön tiedekunta

Koronapandemia on kriisi

Kriisin vaiheet



AKUUTTIVAIHE

- Olemme katastrofissa akuutissa vaiheessa ja olemme keskittyneet **ihmisten terveyden suojaamiseen**
 - Sulkutoimet
 - Rokotukset
- Epidemian laantuminen vaatii laajan rokotekattavuuden (tarttuvuusluku alle 1)
- Vaaran väistyessä alkaa **jälleenrakennus yhteiskunnan avaamiseksi**.
- Käytännön kokemuksen lisäksi myös tutkimustulokset ovat osoittaneet, että akuutissa kriisivaiheessa on huomioitava edessä oleva jälleenrakennusvaihe.

PANDEMIAN JÄLKEINEN AIKA

- Akuutin vaiheen jälkeen tulee keskittyä rakennettuun ympäristöön!**
- Korona on tuonut rakennettuun ympäristöön epävarmuuden
- Terveellisen sisäympäristön turvaamiseksi tulee keskittyä **ennakoivien älykkäiden rakennusten kehittämiseen** henkilöturvallisuuden takaamiseksi

[Katastrofin jälkeen | Red Cross](#)

[Tuominen_Tommi.pdf \(theseus.fi\)](#)

[COVID-19 situation update worldwide, as of week 11, updated 25 March 2021 \(europa.eu\)](#)

[BLOGI: KUINKA KORKEA ROKOTUSKATTAVUUS VAADITAA LAUMASUOJAN SAAVUTTAMISEEN? | Rokotetutkimuskeskus](#)

**ENNEN PANDEMIAA –
Rakennus voi sairastuttaa tilojen käyttäjän
vakavasti**



<https://healthybuildingscience.com/2013/07/04/sick-building/>

**NYT –
Toinen ihminen voi sairastuttaa tilojen
käyttäjän vakavasti**



<https://www.ft.com/aftermath>

Sars-Cov-2 ilmalevitteisyys

- 27.2.2020 Maailman johtavan LVI-järjestön ASHRAE:n ohjeistus
- 17.3.2020 Eurooppalaisten LVI-järjestöjen liiton REHVA:n ohjeistus
 - Vinkit ilmajälitteisten tartuntojen ehkäisyyn
 - Päivitetty myöhemmin huomioimaan rakennusten turvallinen avaaminen sulkuutilan jälkeen
- 15.4.2020 Pohjoismaisten LVI-yhdistysten liiton SCANVAC:n vetoomus huomion kiinnittämiseksi ilman mukana kulkeutuvien virusten torjuntaan
- 1.3.2021 Maailman terveysjärjestön WHO:n tiekartta hyvän ilmanvaihdon varmistamiseksi tartuntojen ehkäisyksi
- 4.3.2021 THL:n ohjeet ”Koronavirus ja sisäilman turvallisuus”
 - Edelleen: ”Uusi koronavirus (SARS-CoV-2) tarttuu ensisijaisesti pisaratartuntana”
- 26.3.2021 THL:n ohjeet varhaiskasvatukseen, opetuksen ja koulutuksen tilojen käytöstä vastaaville
- 5.4.2021 Yhdysvaltain tautikeskus CDC: ilmaleviäminen on päätartuntareitti
- 5.4.2021 ASHRAE: muutettu painotusta
 - Ennen: ”ilmalevitteisyys riittävän todennäköistä varotoimenpiteiden käyttöönottamiseksi”
 - Nyt: ”ilmaleviäminen on merkittävää ja sitä tulisi hallita”

<https://www.ashrae.org/about/news/2020/ashrae-resources-available-to-address-covid-19-concerns>

<https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance/rehva-covid-19-guidance>

<http://www.scanvac.eu/scanvac-petition.html>

<https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>

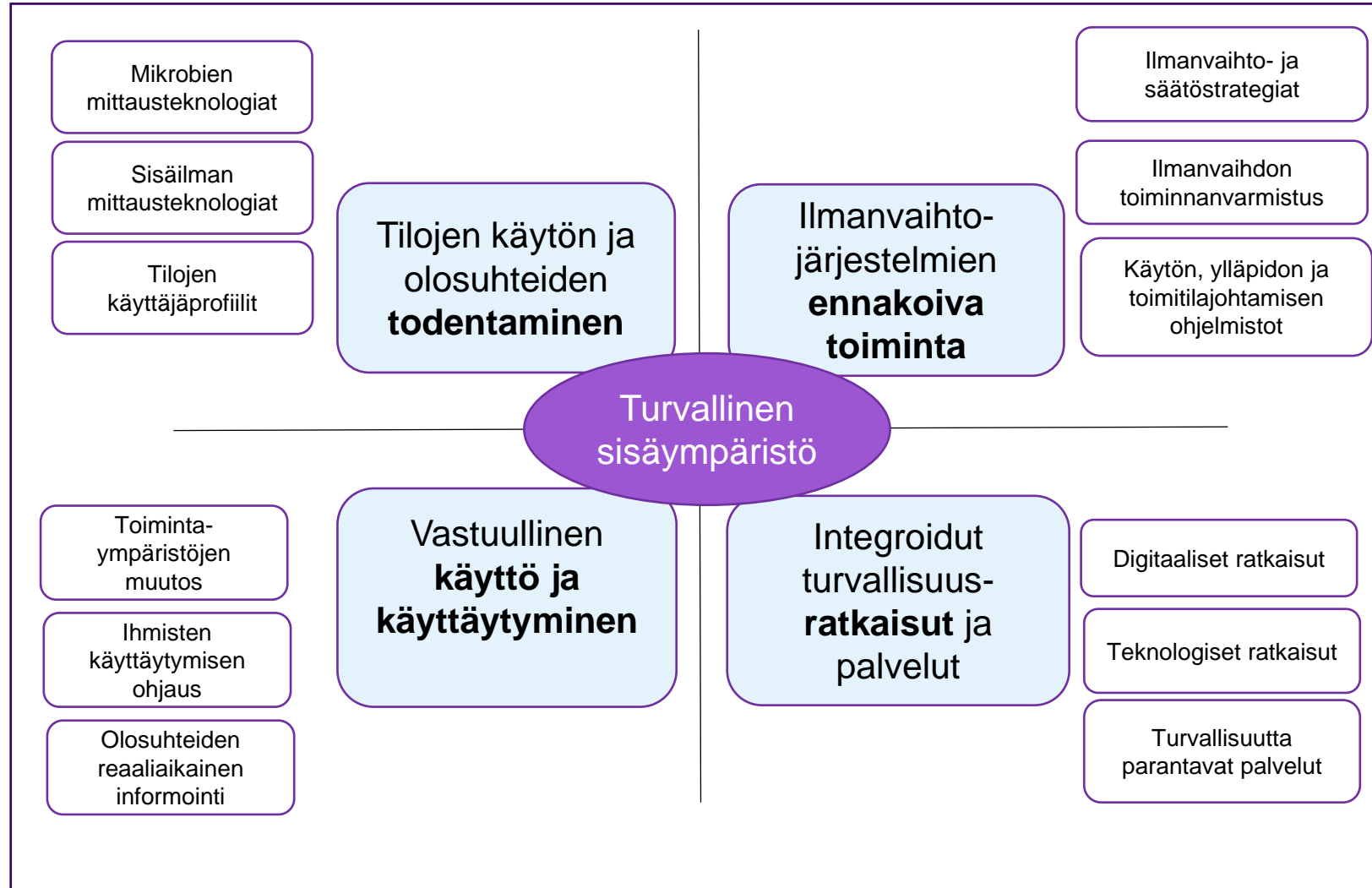
<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/koronavirus-ja-sisailman-turvallisuus>

<https://thl.fi/fi/web/ymparistoterveys/sisailma/koronavirus-ja-sisailman-turvallisuus/ilmanvaihto-ohjeistus-varhaiskasvatukseen-opetuksen-ja-koulutuksen-tilojen-kaytosta-vastaaville>

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/science-and-research/surface-transmission.html>

<https://www.ashrae.org/about/news/2021/ashrae-epidemic-task-force-releases-updated-airborne-transmission-guidance>

Miten luodaan turvallinen käyttäjäkokemus?



Sisäilmanmuutoksen monialainen ymmärtäminen

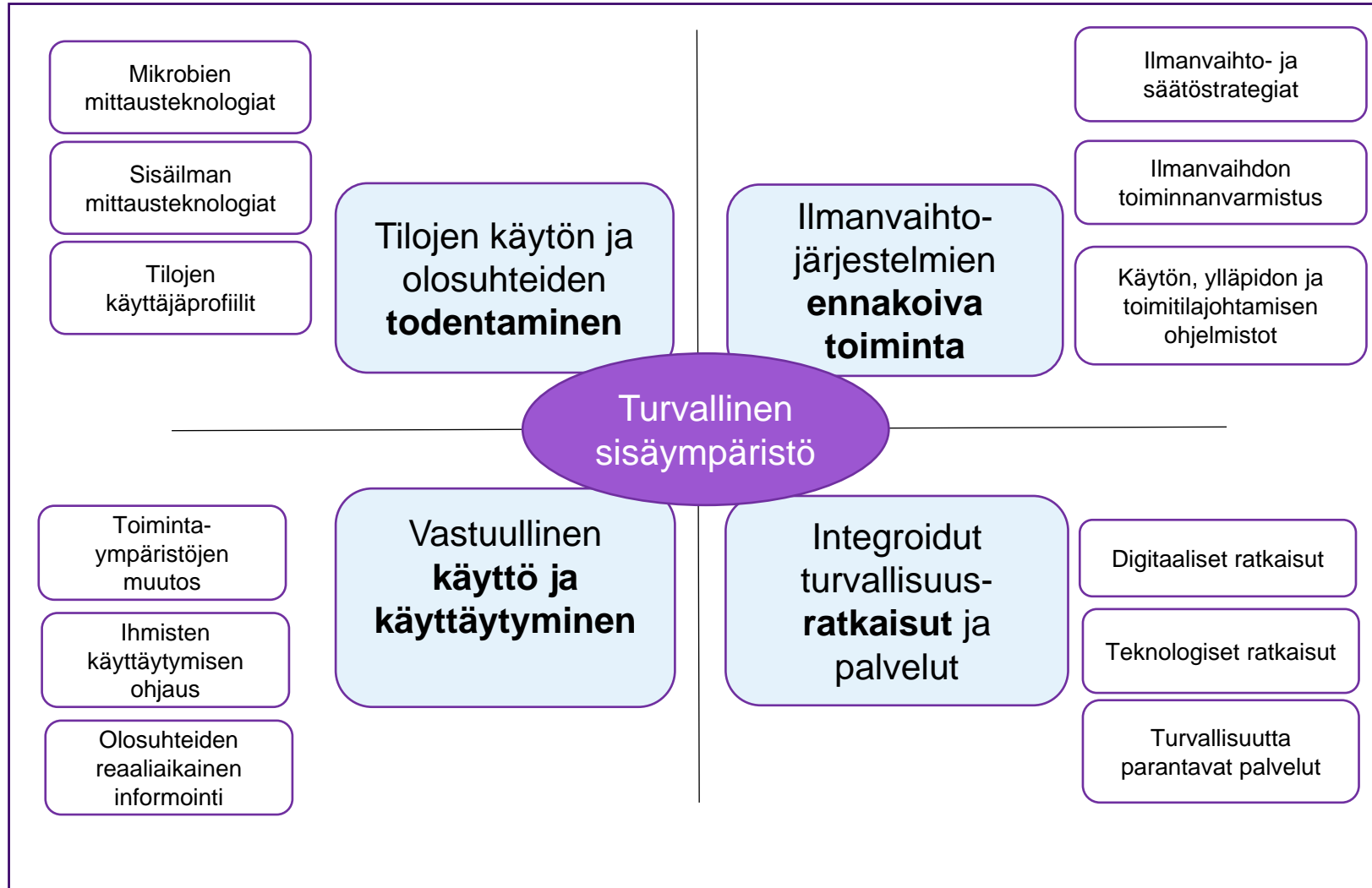
Mikrobien tartunta
ja leviäminen

Teknologia ja digitaalisuus

Turvallinen
käyttäjäkokemus

Teknologia ja digitaalisuus

Älykäs ja reagoiva
rakennus



Kehityspolut sisäilmaston muutoksessa

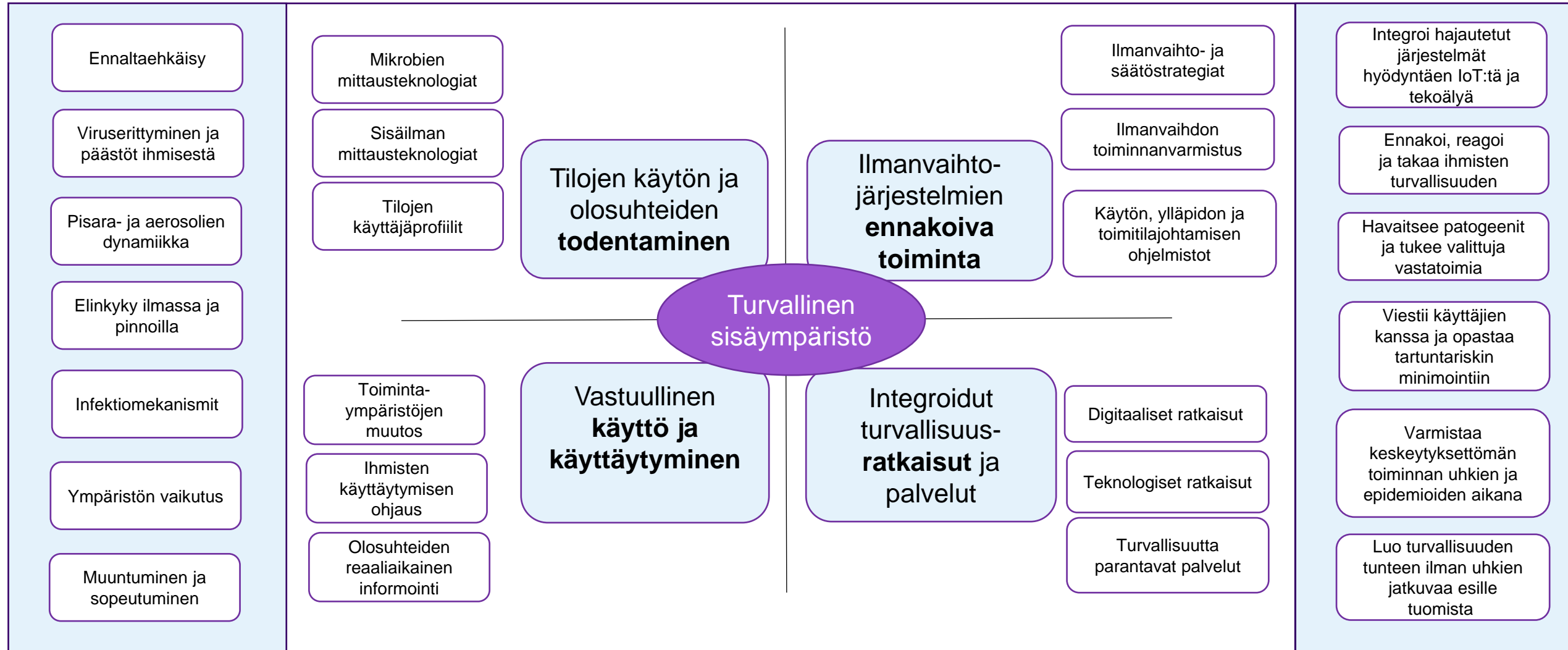
Mikrobien tartunta ja leviäminen

Teknologia ja digitaalisuus

Turvallinen käyttäjäkokemus

Teknologia ja digitaalisuus

Älykäs ja reagoiva rakennus



Ilmanvaihdon rooli tartuntojen ehkäisyssä

Ilmanvaihdon tunnuslukuja

	IV-kerroin 1/h	Ulkoilmamäärä l/s, hlö
WHO:n ohjeistus	6	10
Skagit Valley –kuoroharjoitus	0,7	2,5
Guangzhou-ravintola (Kiina)	<1	1
Jeonjun-ravintola (Korea)	-	-
SUOMI-VERTAILU, asetukset uusille rakennuksille		
Koulut, päiväkodit	5	6 (väh)
Ravintolat	12	6 (väh)
Kodit, rappukäytävät	0,5	Ei määritelty

WHO, 2021: <https://www.who.int/publications/i/item/9789240021280>

Miller, 2020: <https://doi.org/10.1111/ina.12751>

REHVA, 2020: REHVA Covid19 Guidance version 4.0

Kwon, 2020: <https://doi.org/10.3346/jkms.2020.35.e415>

FINVAC, 2020: <https://finvac.org/iv-oppaat/>

Lewis, 2021: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-00460-x>

Ilmanvaihto laimentaa viruspitoisuutta ilmassa

- Viime aikoina tutkimuksissa on korostunut aerosolitartuntojen oletettua merkittävämpi osuus Covid-19 tartuntareiteissä.
- Useiden maailmalla tunnettujen tartuntaryppäiden yhteinen tekijä on riittämätön ilmanvaihto, n. 1-2 l/s,hlö.
 - Suomen tartuntaryppäistä kaivataan vastaavaa tarkastelua
- Tartunta voi tapahtua eri aikaan tilassa oleskelevien välillä.
- Painovoimaisella ilmanvaihdolla varustettujen tilojen ilmanvaihtuvuutta on haastava varmentaa.
 - Sisäilman turvallisuutta voidaan tällöin parantaa täydentämällä tuuletusta esim. oikein valituilla, mitoitetuilla ja sijoitetuilla ilmanpuhdistimilla.
 - Esimerkiksi paristokäyttöisiä CO₂-mittareita voi sijoittaa tiloihin ilmaisemaan käyttäjille tuuletuksen ja/tai tauon tarpeesta.
- **Sisällä oleskelun tartuntaturvallisuudelle on keskeistä tilan koko ja ilmatilavuus, avaruus.**

Ilmanvaihdon rooli tartuntojen ehkäisyssä

Poimintoja arkeen



Jäähallien **luistelualueella** voi olla kohonnut tartuntariski, mikäli lämpötilaerot ja pleksilasit estävät ilman tehokkaan vaihtumisen.

Lähde: https://publichealth.yale.edu/research_practice/interdepartmental/covid/schools/sports/

Kuva: https://fi.wikipedia.org/wiki/Tampereen_jäähalli



Pienen iv-kertoimen vuoksi kannattaa välttää:

- kaikissa rakennuksissa **käytävillä** oleskelua ja ovien auki pitämistä oleskelutilojen ja käytävien välillä
- pidempiä oleskeluja esim. **taloyhtiöiden yleisissä tiloissa**

Lähteet: <https://yle.fi/uutiset/3-11719146>,
<https://www.bbc.com/news/world-australia-55929180>

Kuva: <https://fi.pinterest.com/>



Mikäli ilmanvaihto ei pääse esteettömästi laimentamaan tilan viruspitoisuutta tasaisesti koko tilassa, voi **pleksilasien** väliin kertyä tartuntariskivyyhöykykeitä.

Lähde: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925753520302630>

Kuva: <https://lasiliike.fi/tuotteet/akryylit-ja-polykarbonaatit/>



Nykyaikaisia **kulttuuritiloja** voinee käyttää ns. salmiakkiruututäytöllä tartuntaturvallisesti maskien kanssa. Koska jokainen tila on uniikki, voi ilmavirtaukset varmistaa esim. mallintaen.

Lähteet: <https://www.hhi.fraunhofer.de/en/press-media/news/2020/corona-infection-probability-fraunhofer-hhi-conducts-initial-aerosol-and-co2-measurements-in-concert-hall.html>,
<https://www.reuters.com/article/health-coronavirus-france-3d-idINKBN2A32DY>

Kuva: <https://musiikkitalo.kuvat.fi/kuvat/>

Sisäilman olosuhteiden seuranta kiinteistöjohtamisen työkaluilla

Hiilidioksidipitoisuus indikoi tilojen ilmanvaihdon toimintaa suhteessa sen käyttöön.

Selvityksen toteutus

Selvityksessä tarkasteltiin kiinteistöjohtamisen työkalusta (Granlund Manager) saatuja eri tilojen hiilidioksidipitoisuuksia (437 tilaa). Mittausajankohta oli helmikuu 2019 ja mittausdatan intervalli oli 5-15 min. Hiilidioksidipitoisuuksien pysyvyydet laskettiin eri rakennustyyppien käyttöajoille, jotka on esitetty taulukossa 1. Hiilidioksidipitoisuuksien tarkastelurajoina pidettiin 800 ppm ja 1000 ppm.

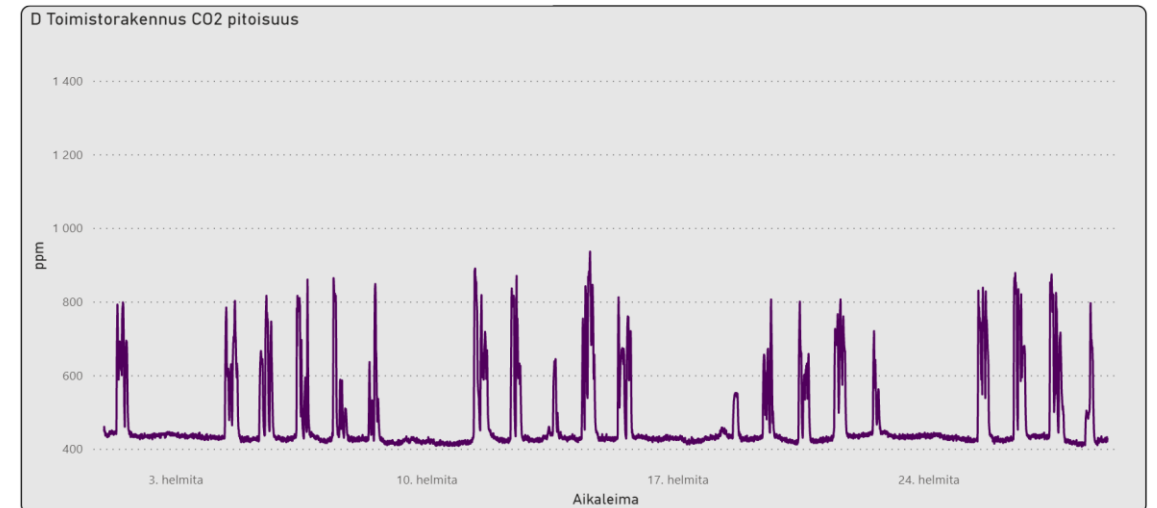
Hiilidioksidipitoisuuksien pysyvyyksien lisäksi tarkasteltiin yksittäisiä tilojen pitoisuuksia. Kuvassa 1 on esitetty yksittäisen toimistotilan hiilidioksidipitoisuudet mittausjakson aikana.

Tulokset

- Sisäilman CO2 pitoisuudet ovat erinomaisella tasolla, kun tarkastellaan koko mittausajanjaksoa ja kaikkia tilojen hiilidioksidipitoisuuksien pysyvyyttä. Tarkastelluissa rakennuksissa on käytössä kiinteistöjohtamisen ohjelmisto, joka mahdollistaa olosuhteiden seurannan ja epäkohtiin puuttumisen. Tämä näkyy myös tuloksissa.
- Tartuntariskin tarkastelu vaatii tilakohtaisen tarkastelun** (kuva 1), jotta voidaan varmentua, että ilmanvaihto on riittävä suhteessa tilan käyttöön.
- Sisäilman olosuhteiden mittaus ja raja-arvojen ylitysten hälytykset ovat erittäin tärkeässä roolissa, kun tarkastellaan tilojen ilmanvaihdon toimintaa suhteessa sen käyttöön.

Taulukko 1. CO2 pitoisuuksien pysyvyydet

Rakennustyyppi	Tarkastelu- ajankohta Helmikuu 2019	Tilojen lukumäärä kpl	Hiilidioksidipitoisuuksien pysyvyys tarkasteluaajasta	
			< 800 ppm	< 1 000 ppm
Toimisto, sarja A	ma-pe 08-18	67	98,1 %	99,4 %
Toimisto, sarja D	ma-pe 08-18	88	99,1 %	100 %
Kauppakeskus, sarja B	ma-pe 6-22 la 9-18 su 12-18	44	99,8 %	100 %
Kauppakeskus, sarja C	ma-pe 6-22 la 9-18 su 12-18	7	93,1%	100 %
Opetus, sarja F	ma-pe klo 8-22	231	96,0 %	98,8 %



Kuva 1. Yksittäisen toimistotilan CO2 pitoisuudet

ENNEN PANDEMIAA –
Rakennus voi sairastuttaa tilojen käyttäjän vakavasti

NYT –
Toinen ihminen voi sairastuttaa tilojen käyttäjän vakavasti

PANDEMIAN JÄLKEEN-
Ennakoivat ja reagoivat älykkäät rakennukset
takaavat turvallisen käyttäjäkokemuksen





E3 Co-Innovation hankevalmistelu

EXCELLENCE IN PANDEMIC RESPONSE AND ENTERPRISE SOLUTIONS

KIITOS!