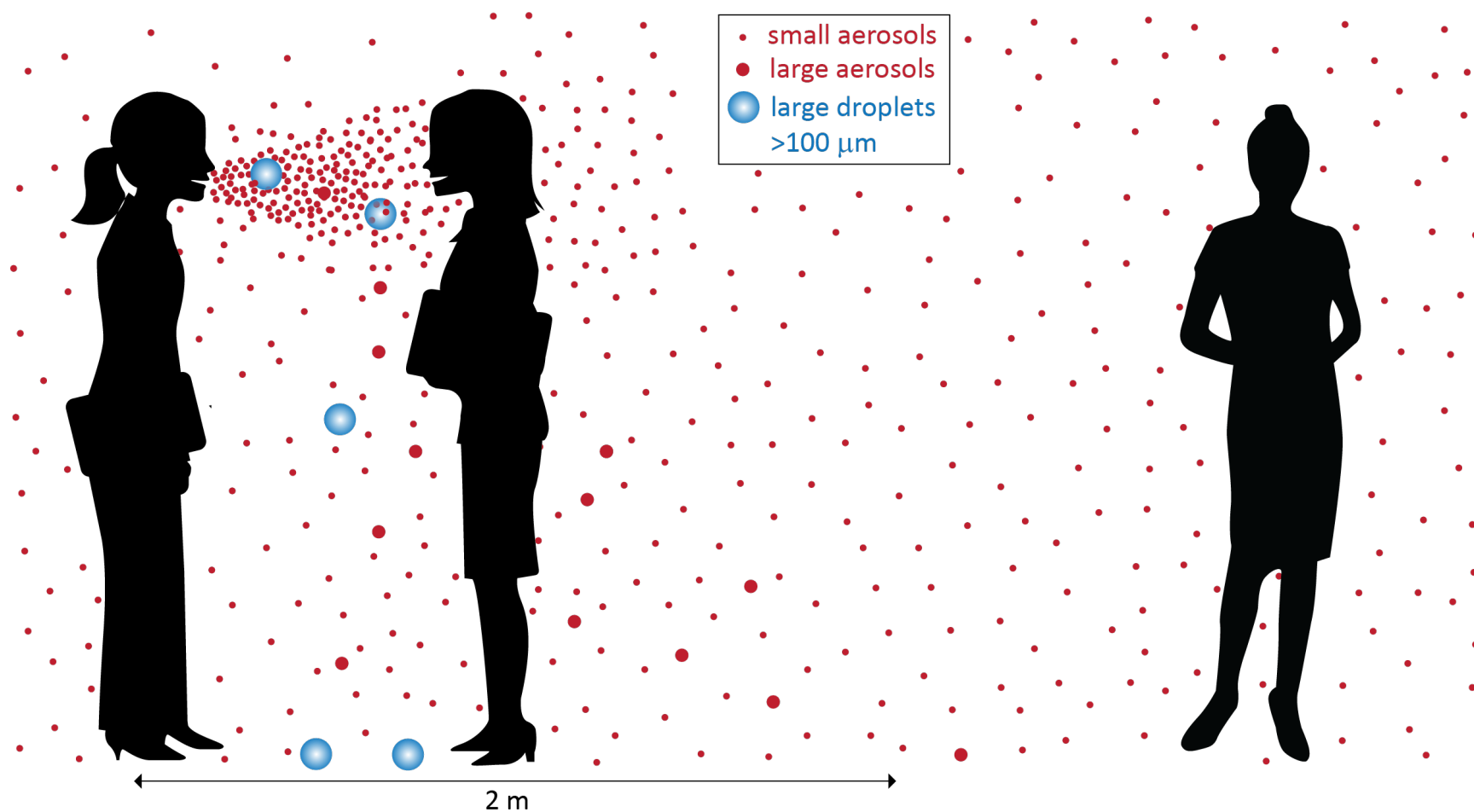




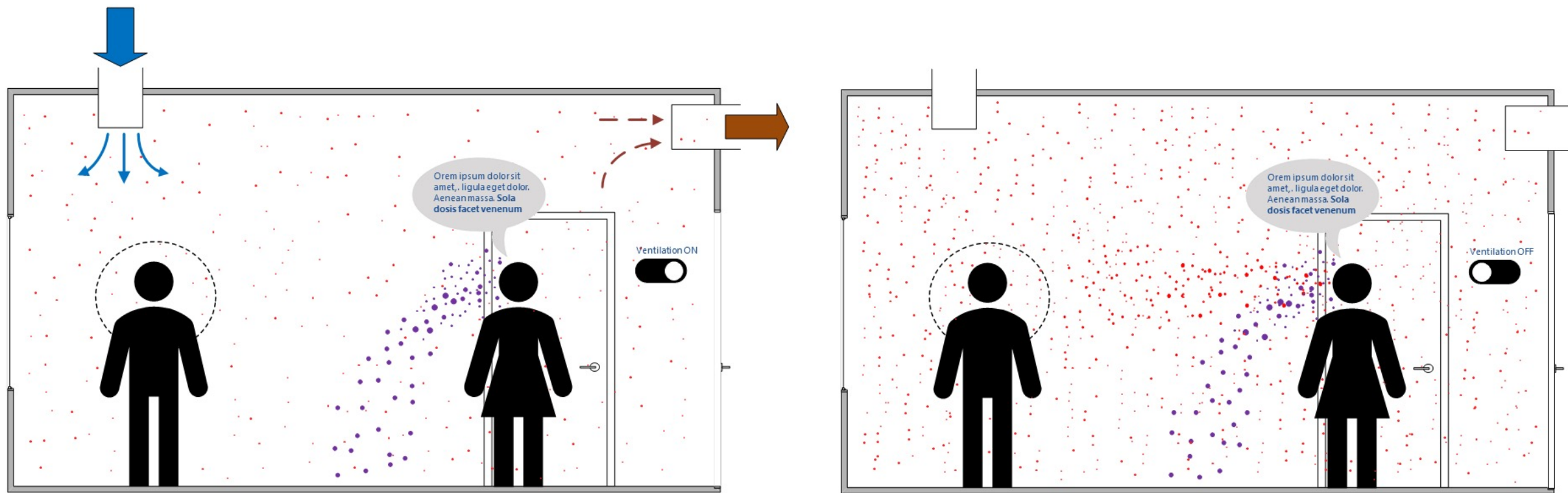
Ventilatsiooni lahendused viiruse leviku tõkestamiseks

Jarek Kurnitski

Aerosoolne levik domineerib



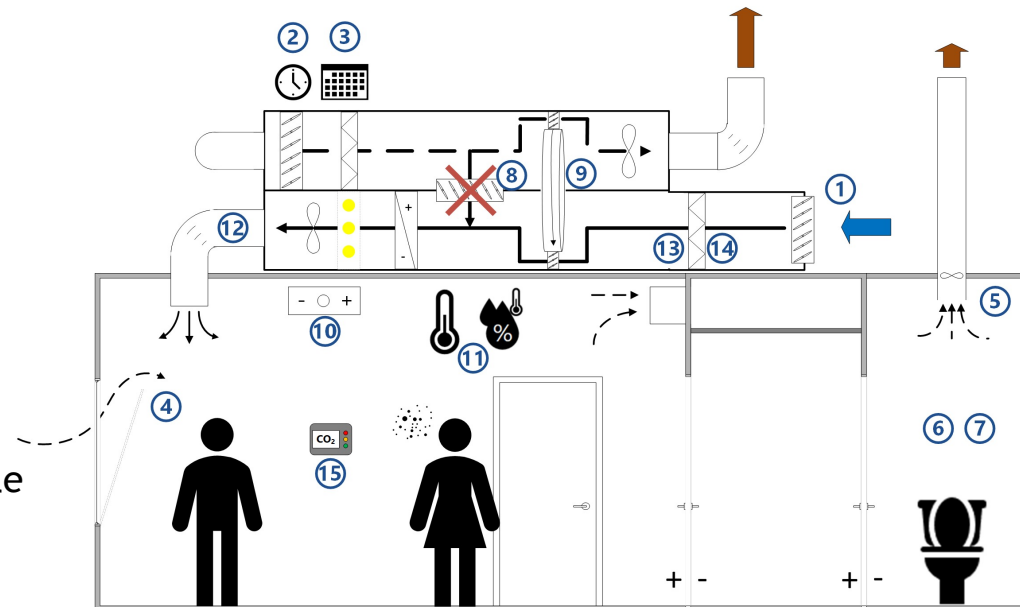
Ventilatsiooni mõju



- Doos (võrdeline nakkuse tõenäosusega) = kontsentratsiooni, õhuvooluhulga ja aja korrutis
- Ventilatsiooni lisaks viiruseosakesi võib eemaldada filtritega (sh maskid) või deaktiveerida UV-C-ga
- Üldventilatsiooni lahendused töötavad koos füüsilise distantisiga ($> 1,5\text{ m}$)

15 soovitust olemasolevatele hoonetele

1. Ventilation rates
2. Ventilation operation times
3. Overtake of demand control settings
4. Window opening
5. Toilet ventilation
6. Windows in toilets
7. Flushing toilets
8. Recirculation
9. Heat recovery equipment
10. Fan coils and split units
11. Heating, cooling and possible humidification setpoints
12. Duct cleaning
13. Outdoor air and extract air filters
14. Maintenance works
15. IAQ monitoring



REHVA
3E

REHVA
COVID19
GUIDANCE
version 4.0

How to operate HVAC and other building service systems to prevent the spread of the coronavirus (SARS-CoV-2) disease (COVID-19) in workplaces

Põhilised soovitusused

- Pikendada ventilatsiooni käiduaegasid (2 tundi enne ja pärast kasutusaega)
- Nõudluspõhiste süsteemide ümberseadistamine
- Vältida tagastusõhu (retrsirkulatsiooni) kasutamist
- Kui tagastusõhku ei ole võimalik vältida, siis paigaldada ePM1 (F8) filtrid (ca 80% eraldusaste, sest viirus ei ole paljas, vaid piiskade sees)
- Rootorsoojusvahetite tehniline ülevaatus
- Sisekliima tagamiseks hoonetes paigaldada CO₂ andurid (800 ppm kollane, 1000 ppm punane)



UUENDATUD MÄÄRUS JA TTJA JUHEND

Uuendatud 29.11.2020

Hoolekandeaasutuse hoone ja sisekliima tagamisega mitteelamu ventileerimise ja tuulutamise nõuded:

<https://www.riigiteataja.ee/akt/126112020018>

Avalike hoonete ventilatsioonisüsteemide seadistamine ja käitamine viiruse leviku tõkestamiseks

https://www.ttja.ee/sites/default/files/content-editors/Dokumendid/ventilatsioonisusteemide_too_eriolukorras_dets_2020.pdf



Juhend

**Avalike hoonete ventilatsioonisüsteemide
seadistamine ja käitamine viiruse leviku
tõkestamiseks**

Aerosoolse leviku nakkusriski hindamine

- COVID-19 haigus seostub lähikontaktiga (mille jaoks üldventilatsioon ei ole lahendus) ja ruumidega, mis on puudulikult ventileeritud
- Superlevikuga juhtumite puhul välisõhu ventilatsioon on olnud kõigest 1-2 L/s inimese kohta (Guangzhou ja Korea restoranid, Skagit Valley koorilaulmine)
- Kas tavapärane 10 L/s inimese kohta on piisav? Soovitatud WHO Ventilation Roadmap 01.03.2021 poolt, kuid tõendus puudub
- Mõningane tõendus nakkuste puudumisest haiglates (u 40 L/s patsiendi kohta, 6-12 1/h)
- Tavapärane projekteerimine ISO 17772-1:2017 ja EN 16798-1:2019 annab tulemuseks II kategoorias 1.5 - 2 L/s m² (10-15 L/s inimene) büroodes ja umbes 4 L/s m² (8-10 L/s inimene) klassiruumides ja nõupidamiste ruumides
- 4 L/s m² nõupidamiste ruumides ja klassiruumides vastab 5 1/h
- WHO 6 1/h <https://www.youtube.com/watch?v=XJC1f7F4qtc&feature=youtu.be>

Nakkusriski hindamine Wells-Riley mudeliga

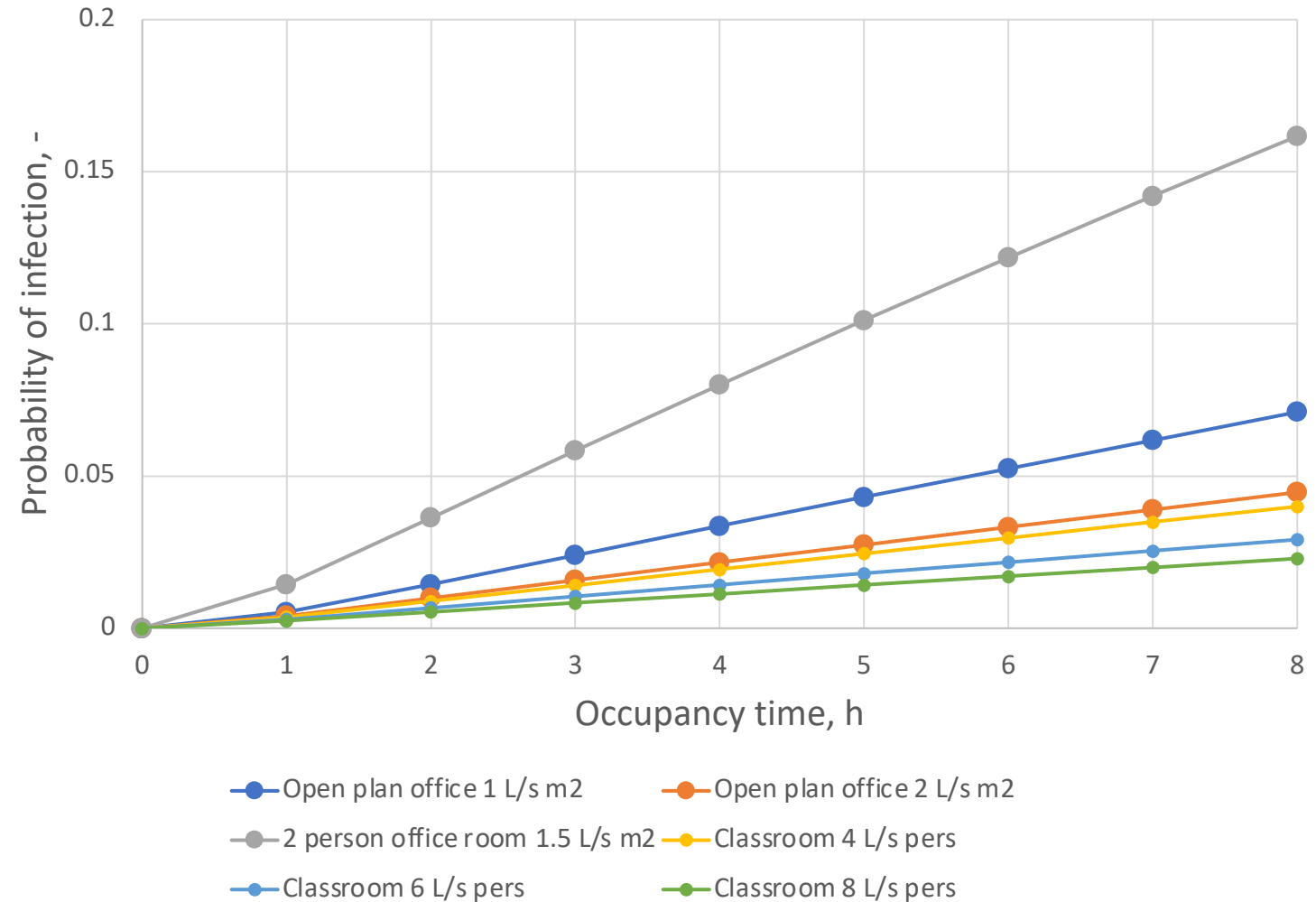
- Haigustekitaja intensiivsus: 1 quanta = doos, mille puhul haigestumise tõenäosus 63%
- Külmetushaigus/rinoviirus (Yuexia Sun et al. 2011) 1-10 quanta/h
- Gripp (Mesquita, Noakes & Milton 2020) 0.1-0.2 q/h keskmiselt, kuid 630 q/h maksimum
- SARS-CoV-2 (Buonanno G, Morawska L, Stabile L, 2020):

Activity	Quanta emission rate, quanta/h
Resting, oral breathing	3.1
Heavy activity, oral breathing	21
Light activity, speaking	42
Light activity, singing (or loudly speaking)	270

- Briti tüvega arvestamine tähendab suuremaid quanta/h väärtusi, andmeid veel ei ole

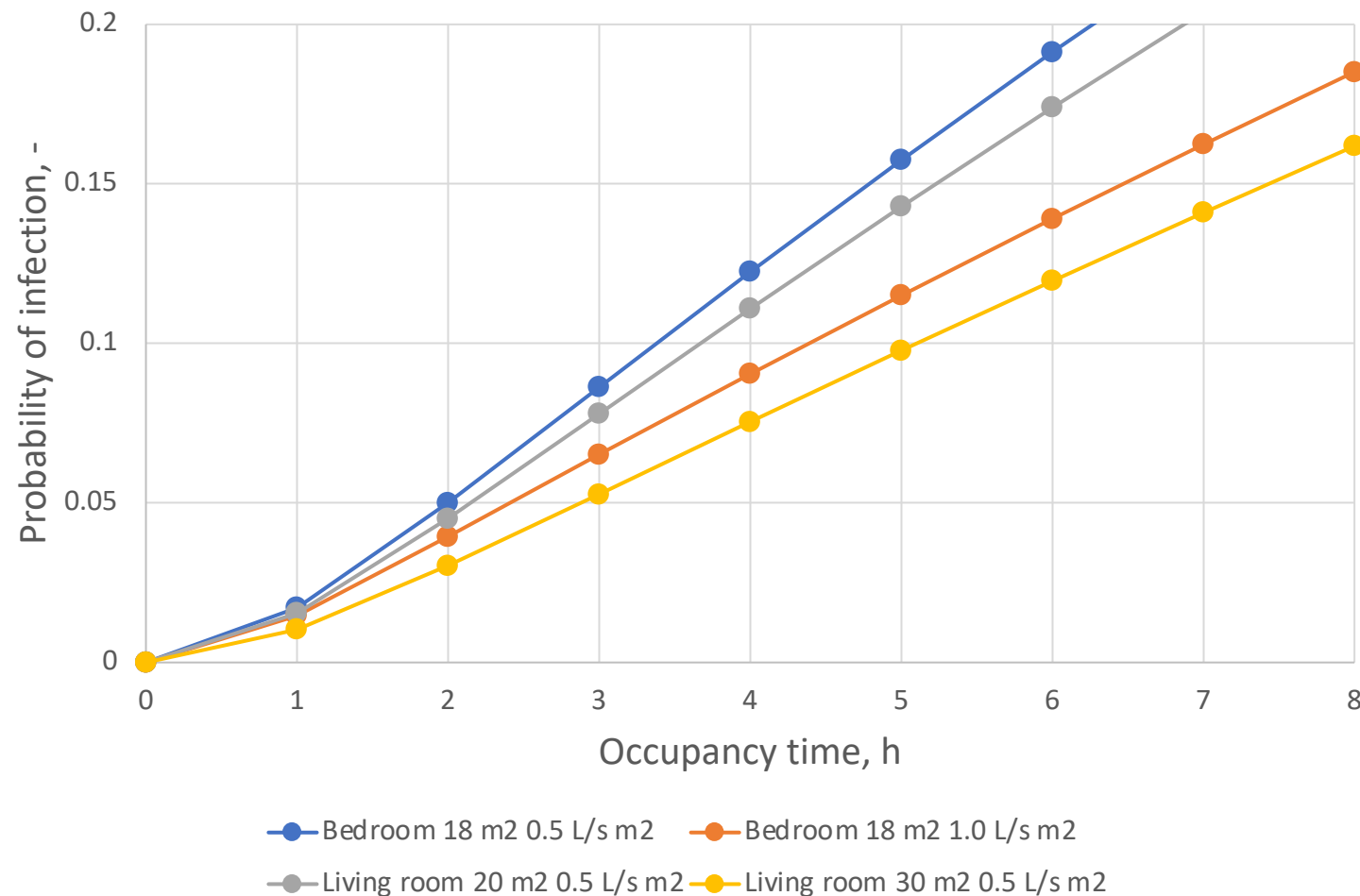
REHVA ventilatsiooni kalkulaator

- Oletusena 1 nakatunud inimene kõikides ruumides
- 5 quanta/h büroodes ja klassiruumides
- Täieliku segunemise oletus
- 1.5 L/s m² ventilatsioon 2 inimese 16 m² tööruumis
- 50 m² avatud kontor
- 56 m² klassiruum
- → nii ventilatsiooni õhuvooluhulk kui ruumi suurus mõjutavad, st õhuvooluhulk nakatunud inimese kohta

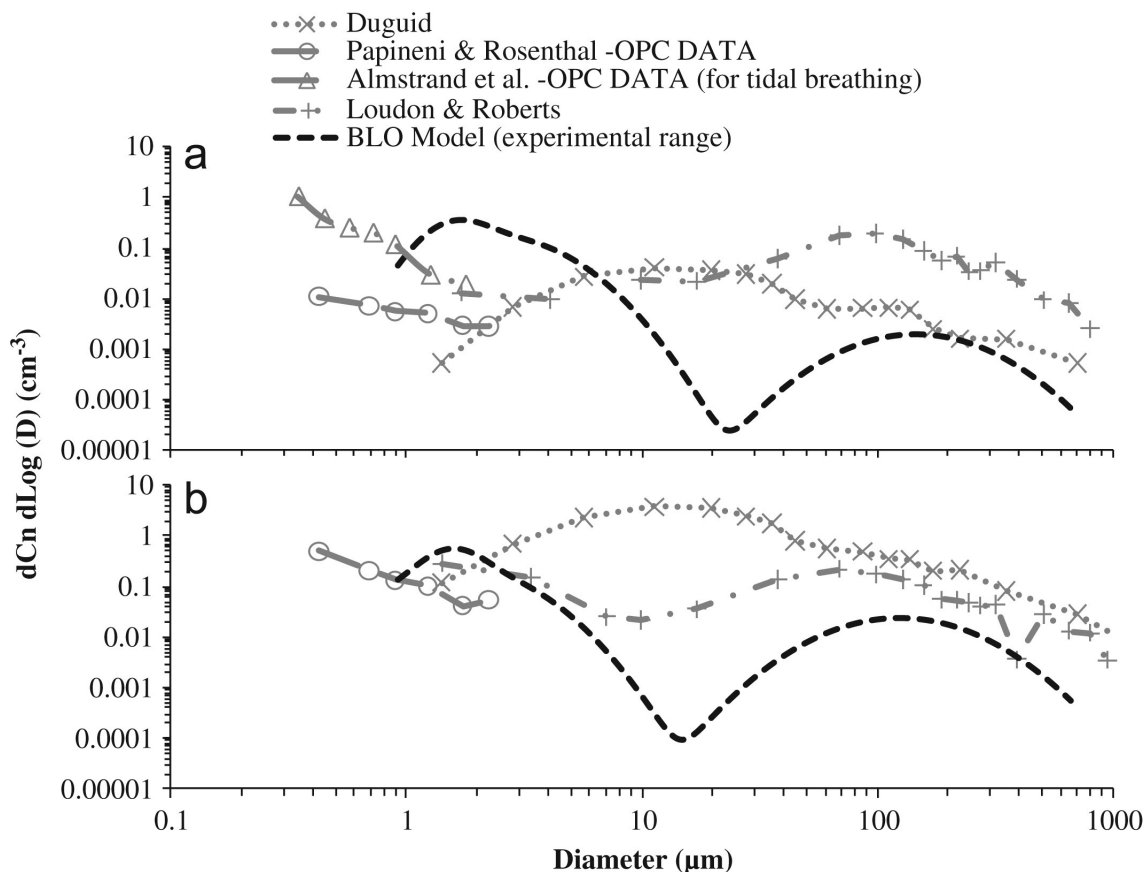


Võrdluseks: kodude ventilatsioonil (0,5 1/h) ei ole võimsust viiruse leviku tõkestamiseks

- Very high risk even in well ventilated apartments (close contact not taken into account)
- CDC report showed that 53% of people who were living with a COVID-19 positive person wound up sick within a week
https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/69/wr/mm6944e1.htm?s_cid=mm6944e1_w
- (focus to staircases and other common rooms)



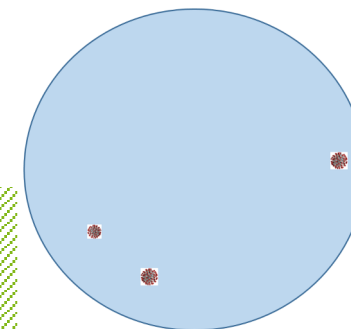
Filtreerimine ePM1 80% (varasem F8) filtritega



- Viirus ei ole paljas ($0.1 \mu\text{m}$) vaid on väljahingatavate piiskade (vedeliku peenosakesed) sees, millest enamik aurustub/kuivab hetkeliselt ($50 \mu\text{m}$ ca 2 s, $10 \mu\text{m}$ 0,1 s)
- Enamik piiskasid $> 1 \mu\text{m}$, oluline vahemik 1-10 μm
- ePM1 (F8) filtrite eraldusaste 65-90% PM1 ($< 1 \mu\text{m}$) jaoks - lihtne filtreerida
- Maskide eraldusaste väljahingamisel 50% ja sissehingamisel 30%, tõsisemaks kaitseks vaja respiraatoreid (ca 70%)

Expelled aerosol size distribution (a) speaking and (b) coughing

G.R.Johnson, L.Morawska et al. 2011 <https://doi.org/10.1016/j.jaerosci.2011.07.009>



NB! Avalikele hoonetele: ePM1 80% (F8) ei kehti haiglaventilatsioonis

VENTILATSIOON JA COVID-19 KOKKUVÕTE

- Nn piisknakkushaigus levib väljahingatavate suuremate piiskade ja väiksemate aerosoolide vahendusel milles sisalduvad viirused püsivad õhus aktiivsed kuni 3 tundi
- Aerosoolid hõljuvad õhus ja kanduvad koos õhu liikumisega kümnete meetrite kaugusele
- Nakkuskandja vahetus läheduses on kõrge viiruseosakeste kontsentratsioon
- Alates 1,5 m kauguselt saab viiruse levikut tõkestada üldventilatsiooniga
- Kõige ohutumad on suured ruumid (klassiruumid jne) kus nakkuskandja kohta on suur õhuvoolumass – praegused ventilatsiooni määrad piisavad mõistlikel riskitasemetel
- Väikestes ruumides suur risk – ohutu kasutada ainult ühe inimese poolt
- Doos sõltub kontsentratsiooni ja aja korrutisest, mistõttu lühiajalised viibimised ohutumad
- Soovitav teostada nakkusriski arvutus konkreetsetele ruumidele
- Sisekliima tagamiseks ruumidesse soovitatav paigaldada CO₂ andurid, >1000 ppm puhul vajalik tuulutada või lahkuda ruumist
- Pikemas perspektiivis kontsentratsiooni alandamine võimsama ventilatsiooni, õhujaotuse ja personaalse ventilatsiooni lahendustega

PANDEEMIAKINDLAD LAHENDUSED

ETAG-i COVSG38
projekti esimesed
mõõtmised

Järgnevad tegevused:

- Mõõtmised avatud kontorites jt. ruumides
- Uute õhujaotuslahenduste katsetamine laboris
- Vajaliku ventilatsiooni määra /nakkusriski analüüsid



HARIDUSASUTUSTE ISEÄRASUSED

- Ventilatsiooni seisukohalt soodne keskkond – praeguste nõuete järgmine tagab madala riski, aga siiski füüsilise distantsti eeldusel
- Hajutamine keeruline, > 1 m distantsti hoidmine vajalik
- Kui ei ole võimalik hajutada: tegevuste kavandamine mullidena
- Koolimajad ja lasteaiaid võib jagada sisekliima tagamisega (=soojustagastusega sissepuhke ja väljatõmbe ventilatsioon) ja ilma sisekliima tagamiseta hooneteks
- Täpne ülevaade sisekliima tagamiseta hoonetest puudub, kõikides hoonetes tuleks teostada ventilatsiooni ülevaatus (TTJA)
- Paljud hooned ootavad tervikrenoveerimist, maksumus ca 1200 eur/m² km-ga (või uue ehitamist ca 1500 eur/m² km-ga)
- Õige oleks teostada kohehelt ventilatsioonisüsteemide paigaldus, maksumus ca 150 eur/m² km-ga – siis võib tervikrenoveerimist rahulikult edasi oodata (+ positiivne mõju õpitulemusele)