

# Rekomendācijas pasākumu kopai Covid-19 pandēmijas ierobežošanai

## Pierādījumos balstītas metodes sabiedrisko telpu pieļaujamās noslodzes noteikšanā

Daudzi ar Covid-19 saistītie ierobežojumi tiek rekomendēti tāpēc, ka tā izraisītājs vīruss, tā saucamais SARS-CoV-2, apkārtējā vidē nokļūst galvenokārt ar sīkajiem pilieniņiem jeb aerosolu, ko inficēts cilvēks izdala elpojot, bet krietni lielākā apjomā – runājot, dziedot, kliegzot, klepojot vai šķaudot. Pie kam, jo intensīvāka ir elpošana, jo lielāks daudzums vīrusa izdalās izelpotajā gaisā. Savukārt, klepojot un šķaudot vai skaļi kliegzot, izelpas ātrums būtiski palielinās, pie kam, līdztekus sīkajiem pilieniņiem ar diametru līdz 0,1  $\mu\text{m}$ , kas lido līdz 8 m tālu, tiek izdalīti arī lielāki pilieniņi. Tie pārsvarā nosēžas 2 metru robežās no to avota, kas ir par pamatu tam, ka Latvijā par samērā drošu sociālās distancēšanās attālumu tiek noteikts 2 metru attālums. Savukārt masku valkāšana vēl būtiskāk samazina lielo pilieniņu nokļūšanu telpā, papildus samazinot infekcijas izplatīšanos vēl par apmēram 65%.

Tomēr vīrusu saturošo aerosolu problēma ar šiem piesardzības pasākumiem pilnībā novērsta netiek. Tāpēc kā papildus drošības pasākums šobrīd tiek noteikta minimāli pieļaujamā telpas kvadrātūra uz vienu cilvēku, kam teorētiski būtu jānodrošina, ka cilvēki telpā viens no otra atrodas vismaz 2 metru attālumā.

**Latvijas Zinātņu akadēmijas eksperti ir secinājuši, ka šādi definēts šis ierobežojumu veids nespēj sasniegt savu mērķi, jo aerosola un līdz ar to arī vīrusa koncentrācija gaisā ir atkarīga galvenokārt no gaisa tilpuma un tīrības telpā, precīzāk – no piesārņotā gaisa aizvadīšanas un tīra gaisa pievadīšanas ātruma konkrētajā telpā. Tas nozīmē, ka intensīvi vēdināta maza telpa, ja tajā var nodrošināt sociālo distancēšanos 2 metru attālumā, ir drošāka par liela izmēra telpu, kurā netiek nodrošināta adekvāta ventilēšana. Šo apsvērumu būtu it īpaši jāņem vērā tur, kur grūti nodrošināt lielu telpas kvadrāturu uz katru tajā atrodošos personu, piemēram, transporta līdzekļi, skolas, mazie veikali, restorāni, bāri, kafejnīcas utt.**

Ventilācijas efektivitāti parasti raksturo ar kādu no diviem rādītājiem:

- 1) gaisa nomainīšana stundā (ACH jeb *air circulation/hour*). Skaitliski ACH parāda, cik ātri gaiss telpā tiek aizstāts ar āra gaisu, bet tajā nav ņemts vērā klātesošo cilvēku skaits. Ja  $ACH = 1 \text{ h}^{-1}$ , tas nozīmē, ka 1 stundā 63% telpā esošā gaisa tiek aizstāts ar āra gaisu;
- 2) litri sekundē uz personu (L/s/p), kur ņemts vērā klātesošo cilvēku skaits un kas ir vispiemērotākais parametrs, lai kontrolētu slimības aerosola pārnesšanas riskus.

Dokumentētie vīrusa superizplatīšanas gadījumi tika novēroti gadījumos, kad gaisa apmaiņa telpā bija robežās no 1-3 L/s/p. Tāpēc vīrusa transmisijas mazināšanai [REHVA](#) iesaka vismaz 10 L/s/p, un, ja iespējams, 20-25 L/s/p Covid-19.

Abus ventilācijas efektivitātes rādītājus var viegli aprēķināt pēc formulas

$$L/s/p = V * (ACH/3600) / N,$$

kur V ir telpas tilpums litros, un N ir cilvēku skaits tajā.

Jāatzīmē, ka ACH dažādās ēkās mēdz būt ļoti atšķirīgs. ASV veiktie pētījumi parādīja, ka skolām Kalifornijā vidēji ACH=0,4, kamēr dzīvojamās mājās (ar aizvērtiem logiem) ACH parasti ir 0,5-1,5. No veselības aprūpes iestādēm laboratorijās un vecākās slimnīcās ACH ir ap 6, turpretim jaunām slimnīcām ASV to galvenajās telpās nodrošināts, ka ACH=12.

Tā kā daudzas ventilācijas sistēmas netiek labi uzturētas, būtu jāveic to regulāra un profesionāla pārbaude, lai noteiktu, vai tās darbojas kā paredzēts, un vajadzības gadījumā tās ir jāatjaunina, lai uzlabotu aizsardzību pret Covid-19.

Jāatzīmē, ka ACH noteikšana ir visai sarežģīta. Tāpēc gaisa kvalitātes problēmas risināšanai ieteicams pielietot modernās tehnoloģijas. Pie tām, vispirmām kārtām, pieder gaisa kvalitātes nepārtrauktas kontroles jeb tā saucamās monitorēšanas tehnoloģijas. Kā samērā lētu, bet plaši aprobētu paņēmieni, jāmin ogļskābās gāzes jeb CO<sub>2</sub> koncentrācijas jeb līmeņa gaisā noteikšanu ar speciālu mērītāju palīdzību. Āra gaisā CO<sub>2</sub> koncentrācija ārpus lielpilsētām vai lielām ražotnēm ir nedaudz virs 400 ppm (CO<sub>2</sub> molekulu skaits pret (uz) miljonu gaisu veidojošo gāzu molekulu).

Toties cilvēka izelpā CO<sub>2</sub> koncentrācija jau ir 100 reizes lielāka jeb apmēram 40000 ppm. Tādējādi cilvēku izelpotais gaiss iekštelpām strauji palielina CO<sub>2</sub> koncentrāciju iekštelpās, kas korelē ar tā bīstamību, ja telpā atrodas inficētas personas.

Tā kā ir pieejami precīzi CO<sub>2</sub> koncentrācijas mērītāji, tad CO<sub>2</sub> mērīšana ir viens no labākajiem veidiem, kā iegūt informāciju par izelpotā gaisa proporciju telpas gaisā. Ja CO<sub>2</sub> koncentrācija ir ~400-500 ppm, tas nozīmē, ka ventilācijas līmenis ir ļoti labs, toties pie rādītāja ~800 ppm varam secināt, ka 1% no elpošanai pieejamā gaisa jau ir izelpotais gaiss, kas satur aerosolu, un kas var būt inficēts ar Covid-19 izraisītārvīrusu. Tas jau var būt riskanti veselajiem. Turpretim, ja CO<sub>2</sub> koncentrācija sasniedz ~4400 ppm, tas nozīmē, ka 10% no gaisa telpā ir izelpotais gaiss. Tā jau ir ļoti bīstama situācija. Tik augsts CO<sub>2</sub> līmenis parasti tiek novērots blīvi aizņemtās telpās ar zemu ventilāciju, piemēram, daudzās skolās.

Lai samazinātu Covid-19 infekcijas risku, CO<sub>2</sub> līmeni gaisā vajadzētu nodrošināt zemāku kā 700 ppm. To var kontrolēt ar CO<sub>2</sub> koncentrācijas mērītājiem.

Ieteikumi tam, kāds CO<sub>2</sub> līmenis un tam atbilstošā gaisa kvalitāte no Covid-19 inficēšanās risku viedokļa tiek uzskatīts par "drošu", ir visai atšķirīgi, un tie paredz, ka

koplietošanas telpās CO<sub>2</sub> līmeni būtu jānodrošina robežās no 500 līdz 950 ppm. Šīs rekomendācijas ir sava veida kompromiss starp to, ko būtu vēlams nodrošināt, raugoties no drošības viedokļa, un to, ko spējam reāli nodrošināt. Tāds pats iemesls ir tam, ka attālums (piemēram, 1 m vai 2 m) tiek norādīts kā drošs pie sociālās distancēšanās (lai gan mēs zinām, ka, jo lielāks ir šis attālums, jo labāk utt.).

***Galvenais ir skaidri apzināties, ka koplietošanas telpas ar augstu CO<sub>2</sub> līmeni, kas radies tāpēc, ka telpās ventilēšanas efektivitāte nav pietiekama, ir ļoti nedrošas no infekcijas risku viedokļa, un ir jārīkojas, lai uzlabotu situāciju.***

Un tieši klašu, biroju u.c. koplietošanas telpu apsekošana ar CO<sub>2</sub> mērītāju ļauj noteikt, kurās no tām ir sliktākā ventilācija, lai uzlabojumus sāktu ar šīm telpām. Savukārt pastāvīga CO<sub>2</sub> kontrole ar attiecīgajiem CO<sub>2</sub> detektoriem ir drošākais un ērtākais veids, kā kontrolēt ventilācijas pasākumu efektivitāti.

Veicot CO<sub>2</sub> mērījumus telpā, būtu jāievēro sekojoši nosacījumi. Vispirms ir jānosaka CO<sub>2</sub> koncentrācija āra gaisā konkrētajā ēkas atrašanās vietā, jo pilsētās ar intensīvu satiksmi vai rūpniecības rajonos gaisā var būt augstāka CO<sub>2</sub> koncentrācija. Tāpēc mērījumos par CO<sub>2</sub> sākumlīmeni jāņem konkrētās vietas ārtelpu gaisa CO<sub>2</sub> koncentrācija. Tas pats attiecas uz CO<sub>2</sub> mērījumiem sabiedriskā transporta līdzekļos.

Otrkārt, īpaši jāņem vērā to, vai konkrētajās telpās neatrodas ierīces vai iekārtas, kas savā darbībā izmanto degšanas procesus, piemēram, gāzes degļi un pavardi, kuri telpā izdala CO<sub>2</sub>. Tādā gadījumā ir atsevišķi jāizvērtē to radītās CO<sub>2</sub> emisijas ieguldījums kopējā CO<sub>2</sub> līmeņa izmaiņās.

Treškārt, būtu jāizvēlas tādi CO<sub>2</sub> mērītāji, kuri būtu pietiekami precīzi un droši ekspluatācijā. Ieteicams būtu izvēlēties CO<sub>2</sub> līmeņa mērītājus ar nedispersīvajiem infrasarkanās gaismas detektoriem (NDIR), kas ir visprecīzākie un ilgmūžīgākie no tirgū pieejamajiem CO<sub>2</sub> detektoriem, kas paredzēti ikdienas lietošanai. NDIR tehnoloģija nodrošina to, ka sensora elements nav regulāri jāmaina (kā tas ir ķīmisko sensoru gadījumā) un to, ka CO<sub>2</sub> koncentrācija tiek izmērīta tieši (pretēji citiem sensoriem, kas CO<sub>2</sub> koncentrāciju aprēķina no citu gāzu mērījumiem), kas padara to precīzāki neatkarīgi no apstākļiem, kur tie tiek lietoti.

Ieteicamākie ir CO<sub>2</sub> detektori ar ekrānu, kas dod iespēju uzreiz novērtēt aktuālo drošības situāciju telpā. Inovatīvākie detektori modeļi ar luksofora krāsām uzskatāmi rāda aktuālo gaisa drošības līmeni (zaļš – telpās atrasties ir droši, dzeltens – jāpalielina ventilācija, sarkans – kritisks līmenis).

Restorānos, kafējnīcās, lielveikalos, sporta zālēs un citās publiskās vietās, būtu svarīgi spēt aktuālos CO<sub>2</sub> koncentrācijas rādījumus parādīt uz lielāka ekrāna, tā, lai jebkurš

apmeklētājs būtu spējīgs novērtēt, cik droši ir atrasties konkrētajā telpā. Nepieciešams arī, lai pie kritiska CO<sub>2</sub> līmeņa iekārta ar skaņas signālu ziņotu par situācijas bīstamību.

CO<sub>2</sub> detektors būtu izvietojam telpas centrā 1,5 m augstumā vai nedaudz augstāk, izvairoties no tā novietošanas ļoti tuvu cilvēkiem, jo viņu tiešā izelpas elpa (ar ~40000 ppm CO<sub>2</sub>) varētu ietekmēt mērījumu. Nav vēlams detektoru novietot blakus logiem vai ventilācijas sistēmas gaisa padeves atverēm, kur CO<sub>2</sub> koncentrācija ir tuva ārējā gaisa CO<sub>2</sub> koncentrācijai. Toties tos vislabāk ir novietot pie ventilācijas sistēmu gaisa izplūdes atverēm, kurās CO<sub>2</sub> ir vistuvāk vidējai šīs gāzes koncentrācijai visā telpā.

## Secinājumi un rekomendācijas

1. Zinātniski pamatoti koplietošanas telpu pieļaujamo noslodžu ar cilvēkiem aprēķini jābalsta attiecīgās telpas gaisa kvalitātes mērījumos un to izmaiņu monitoringā pie dažāda cilvēku daudzuma telpā, ko pietiekami precīzi nodrošina CO<sub>2</sub> mērītāji.
2. CO<sub>2</sub> monitorings epidēmiju laikā būtu ieviešams visās publiskajās telpās, darba vietās, mācību iestādēs, bērnudārzos, veselības aprūpes iestādēs un valsts pārvaldes institūciju telpās.

### Atsauces

[https://www.researchgate.net/publication/344814098\\_Exhaled\\_CO2\\_as\\_COVID-](https://www.researchgate.net/publication/344814098_Exhaled_CO2_as_COVID-19_infection_risk_proxy_for_different_indoor_environments_and_activities)

[19\\_infection\\_risk\\_proxy\\_for\\_different\\_indoor\\_environments\\_and\\_activities](https://www.researchgate.net/publication/344814098_Exhaled_CO2_as_COVID-19_infection_risk_proxy_for_different_indoor_environments_and_activities)

<https://tinyurl.com/FAQ-aerosols>

<https://english.elpais.com/society/2020-10-28/a-room-a-bar-and-a-class-how-the-coronavirus-is-spread-through-the-air.html>

[https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600\(20\)30514-2/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30514-2/fulltext)

<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2020.104985>

[coronavirus, COVID-19, HVAC, indoor, health, environment, air quality, ventilation, filtration, particles, quarantine, Corona zahlen, outbreak, contaminations, particles, humidity, airborne, transmission, virus, infection, air-conditioning, WHO, droplets \(rehva.eu\)](https://www.thelancet.com/journals/lanres/article/PIIS2213-2600(20)30514-2/fulltext)

<https://www.doh.wa.gov/Portals/1/Documents/1600/coronavirus/VentilationGuidance.pdf>

<https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/more/scientific-brief-sars-cov-2.html>

Latvijas Zinātņu akadēmijas prezidents LZA īstenais loceklis, profesors,  
*Dr. habil.chem. Ivars Kalviņš*