

REHVA-ине смернице за COVID-19

3. август 2020.

Начин рада и коришћења система за КГХ у зградама ради спречавања ширења корона вирусне болести (COVID-19) – (SARS-CoV-2) на радним местима. Овим документом су ажуриране верзије од 17. марта и 3. априла, а нова ажурирања следиће по потреби.

1. Увод

У овом документу REHVA даје преглед смерница за рад и коришћење система за КГХ у зградама у областима у којима је избила епидемија корона вирусне болести (COVID-19), ради спречавања ширења COVID-19 које зависи од фактора који се односе на системе за грејање, вентилацију и климатизацију или водоводне инсталације. Смернице су привремене; овај документ ће могуће бити допуњиван новим информацијама и доказима када буду доступни.

Предлози који следе представљају допуну општим смерницама за послодавце и власнике датим у документу Светске здравствене организације (СЗО) „Припремање радних места за COVID-19“. Текст који следи је првенствено намењен стручњацима за КГХ за и лицима која управљају објектима, али могу да буду корисна и нпр. стручњацима за заштиту здравља на раду и јавно здравље.

Смерницама су обухваћене предострожности у вези са зградама. Подручје примене је ограничено на пословне и јавне зграде (нпр. канцеларије, школе, трговинске објекте, спортске објекте итд.), где се очекује само повремено присуство заражених лица. Стамбене зграде не спадају у подручје примене овог документа.

Ове смернице баве се привременим мерама које се лако могу организовати, а које се могу применити у

* У последње две деценије били смо суочени са три случаја избијања корона вирусне болести: (1) SARS – 2002–2003. године (SARS CoV-1), (2) MERS – 2012., (MERS CoV) и COVID-19 – 2019–2020. (SARS CoV-2). У овом документу фокус је на последњем аспекту преношења SARS CoV-2. Када се говори о избијању епидемије CAPC, које се десило 2002–2003. године, користићемо назив SARS CoV-1 вирус.

Одрицање од одговорности

Овај документ REHVA заснован је на најбољим расположивим доказима и сазнањима, али су у многим аспектима информације о корона вирусу (SARS CoV-2) врло ограничене или не постоје, те су за најбоље практичне препоруке коришћени претходни докази о SARS CoV-1.

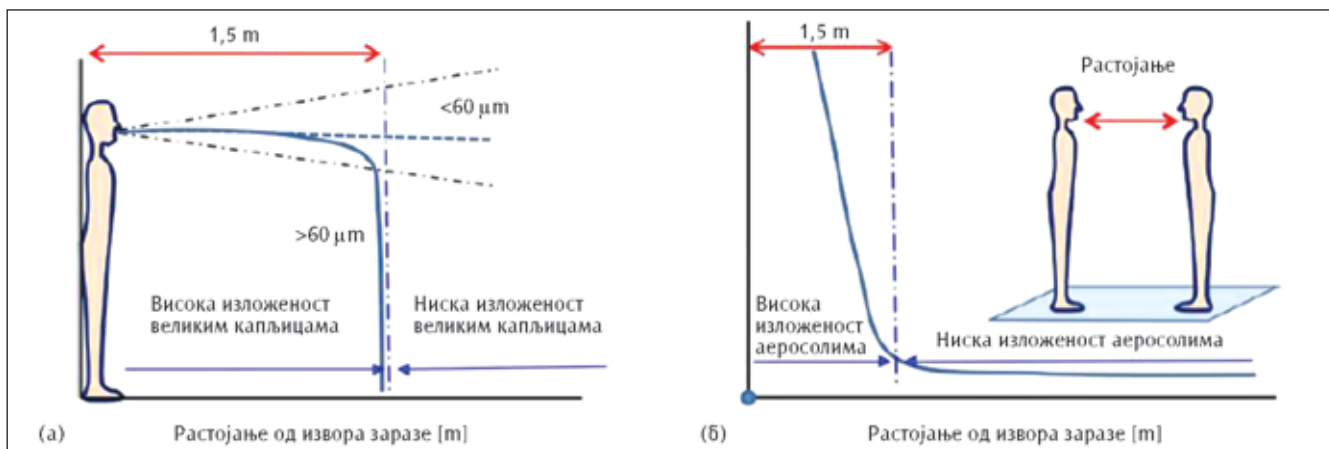
REHVA искључује сваку одговорност за било какву директну, индиректну, случајну или било какву другу штету која би резултовала или била повезана са коришћењем информација наведених у овом документу.

постојећим зградама које се током епидемије користе са уобичајеним или смањеним стопама заузећа.

Овај документ REHVA заснован је на најбољим расположивим саветима и погледима који се базирају на научним доказима и сазнањима у вези са вирусом COVID-19 доступним у време публикације документа. У многим аспектима информације о корона вирусу (SARS CoV-2) су врло ограничене или не постоје, те су за најбоље практичне препоруке коришћени претходна искуства о SARS CoV-1. REHVA искључује сваку одговорност за било какву директну, индиректну, случајну или било какву другу штету која би резултовала или била повезана са коришћењем информација наведених у овом документу.

Резиме

У новије време дошло се до нових доказа о преношењу вируса SARS-CoV-2 ваздушним путем и општер признавања далекометног преношења путем аеро-



Слика 1. Разлика између преноса путем капљица из блиског контакта у комбинацији са преношењем путем ваздуха (лево) и далекосежног преноса путем ваздуха (десно) који се може контролисати вентилацијом којом се смањује концентрација вируса; (а) блиски контакт: комбинована изложеност капљицама и аеросолима, (б) већа удаљеност: правилном вентилацијом могуће је контролисати изложеност аеросолима. (слика: захваљујући L. Liu, Y. Li, P. V. Nielsen и др. [12])

сола. Тако су мере вентилације постале најважнија инжењерска контрола инфекције. Док је физичка удаљеност важна ради избегавања блиских контаката, опасност од концентрације аеросола и заражавања од лица које је на удаљености већој од 1,5 m може да се смањи одговарајућом вентилацијом и успешним решењима за дистрибуцију ваздуха. У таквој ситуацији, смерници за потребне најмање на три нивоа: (1) како управљати системом за КГХ и другим системима у постојећим зградама у току епидемије; (2) како спровести процену ризика и оценити безбедност различитих зграда и просторија; и (3) које би активности биле далекосежније ради даљег смањења ширења заразних обољења у зградама са унапређеним системима вентилације¹. Сваки простор и зграда јединствени су и захтевају засебну оцену. Овде објављујемо 15 препорука које могу да се примењују у постојећим зградама уз релативно ниске трошкове ради смањења броја заражених лица у затвореном простору. Што се тиче броја измена ваздуха, више вентилације је увек и боље, али то није једино што је узето у обзир. Велики простори као што су учионице које се проветравају у складу са постојећим стандардима, релативно су безбедни, али се у малим просторијама у којима борави мали број људи показала велика вероватноћа преношења заразе чак иако су добро проветрене. Док ће у будућности постојати многе могућности за унапређење вентилације, важно је да се препозна да постојеће технологије и знања већ сада омогућавају употребу многих просторија у згради и током епидемије вируса COVID-19 и њој сличних епидемија, уколико вентилација испуњава постојеће стандарде и уколико је спроведена процена ризика².

2. Путање преношења

За сваку епидемију важни су путеви преношења инфективног агенса. У вези са вирусом COVID-19, стандардна претпоставка је да су доминантна три пута

преношења: (1) пренос путем капљица у комбинацији са преношењем ваздушним путем у зони блиског контакта од 1–2 m из капљица и аеросола који се испуштају приликом кијања, кашљања, певања, викања, причања и дисања; (2) далекосежни пренос путем ваздуха (на основу аеросола); и (3) преношење са површина (предмета) у контакту рука–рука, рука–површина, итд. То значи да ако желимо да прекинемо те путање преношења треба да pazимо на физичку удаљеност да би смо избегавали блиске контакте, вентилацију да би смо избегли пренос ваздухом и хигијену руку да би смо избегавали пренос са површина. Овај документ се у највећој мери односи на мере за смањење преноса ваздухом, док лична заштитна опрема, као што су маске, нису тема овог документа. Додатни путеви преношења који су привукли пажњу су фекално–орална рута и ресуспензија вируса SARS-CoV-2.

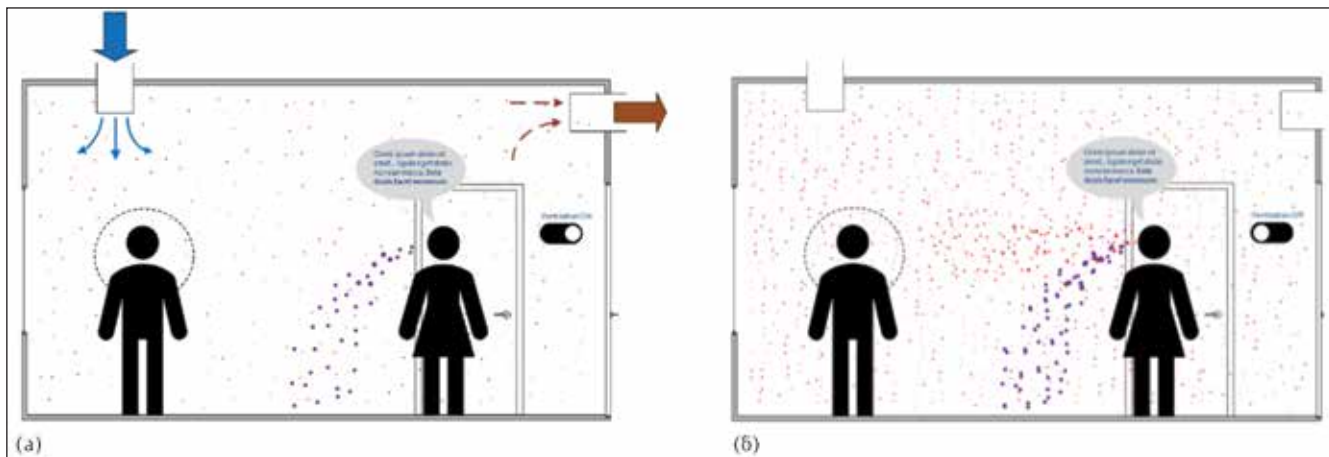
Величина честица коронавируса износи 80–160 нанометара³ [1] и оне остају активне на површинама током неколико сати или дана, осим у случају да је обављено специфично чишћење [2–4]. У затвореном простору, вирус SARS-CoV-2 може да буде активан до три сата, док на собним површинама при уобичајеним условима затвореног простора може да буде активан и до 2–3 дана. Вирус који се преноси ваздухом није огољен, већ се налази у капљицама течности које се избацију током дисања. Веће капљице падају доле, али мање капљице остају у ваздуху и могу дуго да путују, ношене ваздушним струјањима у просторијама и каналима за одвођење ваздуха у вентилационим системима, као и у доводним каналима у случају да ваздух кружи. Докази указују на то да су, између осталог, у прошлости познате инфекције као што је SARS-CoV-1 проузроковане преношењем ваздухом [6, 7].

Величина капљица које се дисањем испуштају у ваздух (што значи да се преносе ваздухом) варира од мање од 1 µm (микрометар = микрон) до више од 100 µm у пречнику, што је и највећа величина честица која може да се инхалира. Оне се такође називају

¹ У овом шренушку, REHVA-ина Радна група за COVID-19 развија више информација у вези са шачкама 2 и 3.

² Тренутно је развија REHVA-ина Радна групе за COVID-19.

³ 1 нанометар = 0,001 микрона



Слика 2. Илустрација како заражена особа (жена која говори са десне стране) проузрокује изложеност аеросолима (црвене тачкице) у зони дисања друге особе (у приказаном случају, мушкарац са леве стране). Велике капљице из издисања су приказане као љубичасте тачкице. Када се соба проветрава мешовитим системом за вентилацију, количина честица које носе вирус у зони дисања много је мања него у случају да је вентилациони систем искључен. (а) вентилациони систем је укључен; (б) вентилациони систем је искључен.

аеросоли, тј. честице суспендоване у ваздуху, пошто су капљице течне честице. Основни механизми за преношење путем ваздуха су приказани на слици 1.

Преношење ваздухом зависи од величине капљица [8–10] и обично се дели на блиски контакт и удаљене зоне на следећи начин:

1. Зона преношења капљица у блиским контактима може да се дефинише као зона у којој капи и велике капљице (до $2000 \mu\text{m} = 2 \text{mm}$) падају на површине. При почетној брзини капљице од 10m/s , веће капљице падају на удаљеност до $1,5 \text{m}$. Респираторне активности одговарају брзини капљица од 1m/s у случају нормалног дисања, 5m/s приликом говора, 10m/s приликом кашљања и $20\text{--}50 \text{m/s}$ приликом кијања. Избачене капљице испаравају и суше се у ваздуху па се коначно језгро капљице скупља на око половине или једне трећине иницијалног пречника [11]. Капљице почетног пречника мањег од $60 \mu\text{m}$ не стижу до земље пре него што се потпуно не осуше и ваздушни ток може да их носи даље од $1,5 \text{m}$.
2. Далекометни пренос из ваздуха подразумева удаљеност већу од $1,5 \text{m}$ за капљице $<50 \mu\text{m}$. Сушење капљица је брз процес; на пример, капљице величине $50 \mu\text{m}$ се суше за око две секунде, док се капљице величине $10 \mu\text{m}$ суше за $0,1 \text{s}$, тако да остане језгро капљице величине око половине почетног пречника⁴. Језгра капљица $<10 \mu\text{m}$ могу далеко да се преносе ваздухом, пошто брзина слегања честица величине $10 \mu\text{m}$ и $5 \mu\text{m}$ (просечни пречник језгра капљице) износи свега $0,3 \text{cm/s}$ односно $0,08 \text{cm/s}$, тако да тим честицама понаособ треба $8,3$ односно 33 минута да падну $1,5 \text{m}$. Због сушења до кога долази одмах, израз „капљица“ се често користи за осушено језгро капљице које и даље садржи мало течности, што објашњава како вирус може да преживи. Језгра капљица форми-

рају суспендоване честице у ваздуху, тј. аеросоле. Мешањем вентилацијом, концентрација аеросола је скоро константна од удаљености од $1\text{--}1,5 \text{m}$ па на даље. На ову концентрацију највише утичу измене ваздуха у просторијама које се проветравају на одговарајући начин, али се она смањује и таложењем и пропадањем честица у којима се налази вирус.

Од тога колико далеко честице различитих величина мог да путују, важнија је удаљеност од извора или заражене особе од које допире скоро константна концентрација аеросола. Као што је приказано на слици 1 десно, концентрација језгра капљица ће брзо опати у оквиру првих $1\text{--}1,5$ метра од места издисања [12]. До тог ефекта долази због аеродинамике тока издисаја и тока људског микроокружења. Дистрибуција језгра капљица зависи од положаја људи, броја измена ваздуха, врсте система за дистрибуцију ваздуха, нпр. мешање, измештање, или лична вентилација, као и других струјања ваздуха у простору [13]. Тако блиски контакт у оквиру првих $1,5$ метара доводи до високе изложености како великим капљицама тако и језгрима капљица, што је потврђено експерименталним и нумеричким студијама [12]. Концентрације аеросола и заражавање од особе удаљене $1,5 \text{m}$ или више може да се контролише одговарајућим решењима за вентилацију и дистрибуцију ваздуха. Ефекти вентилације су приказани на слици 2.

У случају вируса SARS CoV-2, СЗО је потврдила инфекцију услед изложености честицама од језград капљица при болничким процедурама и индиректно, и у вези са тиме објавила је смернице за повећање вентилације [14]. Јапанске власти су биле међу првима које узеле у обзир могућност преношења путем аеросола под одређеним околностима, као што је разговор са многим људима на малој удаљености у затвореном простору, као и повећаним ризиком од ширења инфекције чак и без кијања или кашљања.“ Касније су то прихватиле многе власти, укључујући амерички Центар за контролу болести (CDC), владу Уједињеног Краљевства, владу Италије и кинеску Националну здравствену комисију. Важни докази су произашли из студије [5] чији је закључак био

⁴ Физика суспендованих респираторних капљица у ваздуху указује да ће капљица почетног пречника $20 \mu\text{m}$ на собном ваздуху са 50% релативне влажности испарити за $0,24$ секунде истовремено се смањујући на језгро капљице пречника од око $10 \mu\text{m}$. Тим капљицама величине $10 \mu\text{m}$, које и даље садрже течности, потребно је $8,3$ секунди да падну $1,5 \text{m}$ у ваздуху који се не креће.

да је пренос путем аеросола могућ и да вирус може да опстане у аеросолима и више сати. Анализе догађаја у којима је долазило до интензивног ширења заразе су указале да затворена окружења са минималном вентилацијом снажно доприносе карактеристично великом броју секундарних инфекција [16]. Познати догађаји у којима је дошло до масовног преношења путем аеросола укључују дешавања у ресторанима у Гуанџоу [17] и догађај у Коралу у долини Скагит [18] где је стопа проветравања свежим ваздухом износила само 1–2 L/s по особи. Чињеница да се брзо појавило довољно доказа који указују на то да се SARS-CoV-2 преноси путем аеросола је захтевала општу пажњу многих научника [19, 20]. До данас, Европски центар за превенцију и контролу болести у свом прегледу система за КГХ, у контексту COVID-19, као и немачки институт „Роберт Кох“ препознали су преношење путем аеросола [21, 22]. Коначно, након отвореног писма које је потписало 239 научника [23], СЗО је додала преношење путем аеросола свом научном закључку о начинима преношења [24]. Генерално, механизми далекометног преношења на основу аеросола указују да није довољно држати удаљеност 1–2 m од заражене особе и да је за делотворно уклањање честица из затвореног простора потребна контрола концентрација путем вентилације.

До преношења преко контакта са површинама може да дође када велике избачене капљице падну на околне површине и предмете као што су клупе и столови. Лице може да се зарази коронавирусном болешћу када додирне површину или предмет на којима се налази вирус после чега додирне своја уста, нос, или можда очи, иако амерички CDC закључује да се ова путања не сматра главним путем преношења вируса⁵ [25].

Светска здравствена организација је имплицитно потврдила феко-орални пут преношења за инфекцију SARS CoV-2 [26]. Као меру предострожности, СЗО предлаже да се тоалети испирају са спуштеним поклопцима. Осим тога, од суштинског значаја је да се избегава исушивање дренажних цеви и сифона у подовима и другим санитарним уређајима додавањем воде (на сваке три седмице, у зависности од климе) тако да сифони правилно раде. На тај начин се спречава преношење аеросола кроз канализационе системе, што је у складу са оним што је примећено током епидемије болести SARS 2002–2003: отворени прикључци на канализационе системе представљали су путању ширења болести у стамбеној згради у Хонг Конгу (Amoy Garden) [27]. Познато је да се приликом испирања тоалета подижу ваздушне струје које садрже капљице и остатке капљица, уколико се тоа-

лети испирају непоклопљени. Вирус SARS-CoV-2 су откривени у узорцима столице (што су објавили недавни научни радови као и кинеске власти) [28–30].

Закључак о путањама преношења аеросола (ваздухом)

У скорије време се дошло до нових доказа и општег препознавања путања преношења путем аеросола. Када је 17. марта 2020. године објављена прва верзија овог документа, REHVA је предложила усвајање принципа ALARP (As Low As Reasonably Practicable – што је ниже могуће) за примену сета мера из области КГХ које помажу у контроли путања аеросола у зградама. Данас има доказа о преношењу SARS-CoV-2 путем аеросола, и ова путања је препозната широм света. Релативан допринос различитих путања преношења ширењу COVID-19 још увек није познат. Зато није могуће утврдити да ли преношење путем аеросола има главну или само важну улогу. Путање преношења такође зависе и од локације. У болницама са одличном стопом вентилације од 12 АСН, преношење путем аеросола је углавном елиминисано, али може бити доминантно у слабо проветреним просторијама. Путање преноса остају важан предмет истраживања, и у извештајима је већ потврђено да кратке путање засноване на аеросолима имају доминантну улогу у излагању респираторним инфекцијама у блиском контакту [31]. Медицинска литература одскора говори о новој парадигми инфективних аеросола. Закључено је да нема доказа који би подржали концепт да се већина респираторних инфекција пре свега повезује са преношењем путем великих капљица и да, за разлику од актуелних смерница, аеросоли са малим честицама представљају правило а не изузетак [32]. У контексту зграда и затворених простора, нема сумње да ризик од преношења заразе може да се контролише физичким дистанцирањем од 1,5 m и решењима за вентилацију даље од те удаљености.

3. Системи за грејање, вентилацију и климатизацију у контексту COVID-19

Постоје многе мере које је могуће предузети да би се ублажио ризик од преношења COVID-19 у зградама. Овај документ прати препоруке за решења за вентилацију као главну *инжењерску контролу*, као што је описано у традиционалној хијерархији контроле инфекција (слика 3) намењеној смањењу ризика од преношења инфекција путем ваздуха у окружењу. Према овој хијерархији, вентилација и друге мере повезане са системима за КГХ и водоводним инсталацијама на вишем су нивоу од примене административних контрола и личне заштитне опреме, укључујући маске. Зато је веома важно да се вентилација, као и други сервисни системи у зградама, узму у обзир при заштити преношења инфекција ваздушним путем. То се може применити у већ постојећим зградама ради смањења ризика од инфекције у затвореном простору, по релативно ниским трошковима.

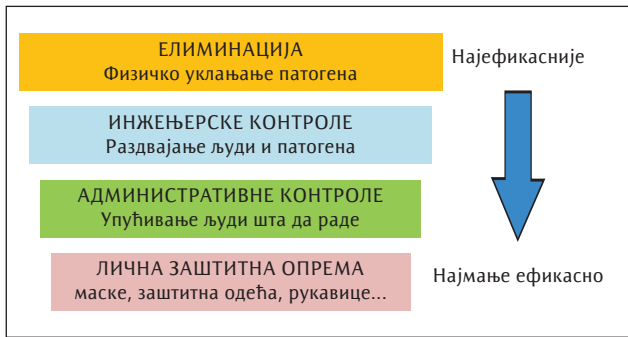
Европски центар за превенцију и контролу заразних болести (ECDC) припремио је смернице за власти које се баве јавним здрављем у земљама ЕУ/ЕЕА и Великој Британији у вези са вентилацијом затворених простора у контексту COVID-19 [21]. Те смернице

5 *Системи за КГХ могу да имају праћењу улогу у смањењу преношења у затвореном простору повећавањем броја измена ваздуха, смањењем рециркулационе ваздуха и повећањем употребе свежег ваздуха.*

Уравне зграда треба да одржавају системе за грејање, вентилацију и климатизацију у складу са актуелним условима произвођача, што се нарочито односи на чишћење и замену филтера. Нема употребе ниши користити од годишних циклуса одржавања у вези са COVID-19.

Треба избежавати опције за уштеду енергије, као што је вентилација на захтев коју контролише тајмер или детектори CO₂.

Пре и после редовног периода одржавања, треба размотрити продужавање времена рада система за КГХ.



Слика 3. Традиционална пирамида контроле инфекције прилагођена на основу Центра за контролу заразе САД [33]

це циљају професионалце у области јавног здравства и служе као основа на којој REHVA пружа техничке смернице и смернице за системе за професионалце у области КГХ. Главни докази и закључци ECDC могу да се резимирају на следећи начин:

- До преношења COVID-19 обично долази у затвореном простору.
- У овом тренутку нема доказа о зарази SARS-CoV-2 проузрокованој инфективним аеросолима путем водова вентилационог система. Тај ризик је процењен као веома низак.
- Системи за КГХ који се добро одржавају, укључујући јединице за климатизацију, безбедно филтрирају велике капљице које садрже SARS-CoV-2. Аеросоли COVID-19 (мале капљице и језгра капљица) могу да се преносе путем система за КГХ унутар зграде или возила, као и преносивих јединица за климатизацију уколико ваздух кружи.
- У затвореном простору, ваздушна струјања која производе јединице за климатизацију могу да омогуће ширење капљица која испуштају заражени људи на већој удаљености.
- Системи за КГХ могу да имају пратећу улогу у смањењу преношења у затвореном простору повећавањем броја измена ваздуха, смањењем рециркулационог ваздуха и повећањем употребе свежег ваздуха.
- Управе зграда треба да одржавају системе за грејање, вентилацију и климатизацију у складу са актуелним упутствима произвођача, што се нарочито односи на чишћење и замену филтера. Нема потребе нити користи од додатних циклуса одржавања у вези са COVID-19.
- Опције за уштеду енергије, као што је вентилација на захтев коју контролише тајмер или детектори CO₂ треба да се избегавају.
- Пре и после редовног периода одржавања, треба размотрити продужење времена рада HVAC система.
- Директна ваздушна струјања треба да се преусмере од група људи да би се спречило ширење и пренос патогена од заражених лица.
- Уз помоћ својих техничких тимова и тимова за одржавање, организато-

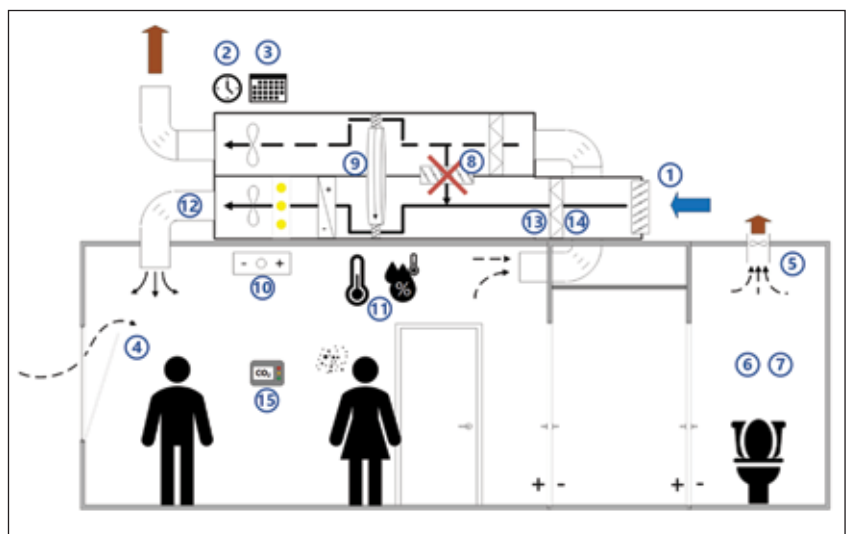
ри и руководиоци одговорни за окупљања и кључне поставке инфраструктуре треба да испитају могућности рециркулација избегавања рециркулације, у највећој могућој мери. Они треба да размотре ревизију процедура употребе рециркулације у системима за КГХ на основу упутстава произвођача, или, уколико она нису доступна, да потраже савет од произвођача.

- У сваком тренутку неопходно је обезбедити минималан број измена ваздуха по сату, у складу са применљивим прописима о зградама. Повећање броја измена ваздуха по сату смањиће ризик од преношења заразе у затвореном простору. То може да се постигне природном или механичком вентилацијом, у зависности од инсталација.

4. Практичне препоруке за рад кућних подстаница током епидемије са циљем смањења ризика

Ове REHVA-ине смернице за рад кућних подстаница се односе на 15 главних ставки, као што је приказано на слици 4:

1. број измена ваздуха
2. време проветравања
3. стално проветравање
4. отварање прозора
5. проветравање тоалета
6. прозори у тоалетима
7. испирање тоалета
8. рециркулација
9. опрема за повраћај топлоте
10. клима-конвектори и индукционе јединице
11. задате вредности грејања, хлађења и могућег влажења
12. чишћење канала водова
13. свеж ваздух и филтери за одведени ваздух
14. одржавање
15. праћење квалитета ваздуха у затвореном простору



Слика 4. Главне ставке REHVA-иних смерница за рад система за КГХ

4.1. Повећан довод ваздуха и одсисна вентилација

У зградама са механичким системима вентилације препоручује се продужено време проветравања. На системским тајмерима подесите време да би проветравање по номиналној брзини почело најмање два сата пре времена отварања зграде и смањите брзину проветравања два сата по истеку времена коришћења зграде. У системима вентилације заснованим на потребама, промените задату вредност CO₂ на 400 ppm како би сте одржали рад по номиналној брзини. Вентилација треба да ради 24/7, са мањим бројем измена ваздуха (али не искључено) у одсуству људи⁶. У зградама које су испражњене због пандемије (канцеларијске или образовне зграде), не препоручује се да се вентилација искључи, већ треба стално да ради смањеном брзином током уобичајеног радног времена. У прелазним годишњим добима, када су потребе за грејањем и хлађењем мале, наведене препоруке имају ограничене последице у погледу енергије, док истовремено помажу да се честице вируса и испуштене честице вируса са површина уклоне из зграда. У летњим и зимским месецима неопходно је прихватити повећану употребу енергије, пошто системи за вентилацију имају довољан капацитет за грејање и хлађење да испуне те смернице без нарушавања топлотне угодности.

Општи савет је да се омогући снабдевање свежим ваздухом у мери у којој је то могуће. Кључни аспект је количина свежег ваздуха по квадратном метру површине. Уколико је број корисника смањен, немојте да се концентришете на преостале кориснике на мањим површинама, већ задржите или повећајте физичку раздаљину између људи (најмање 2–3 m) како би сте појачали ефекат разређења који се постиже проветравањем. Више информација о броју измена ваздуха и ризицима у различитим просторијама ћете добити у ажурираној верзији овог документа током наредних месеци.

Вентилациони системи за одвођење ваздуха у тоалетима треба да раде 24/7 на сличан начин као главни систем за вентилацију. Треба да буду пребачени на номиналну брзину најмање два сата пре времена отварања зграде и на нижу брзину два сата по истеку времена коришћења зграде. Уколико брзину вентилатора није могуће регулисати, вентилација у тоалету треба да ради 24/7 пуном брзином.

4.2. Већа употреба прозора који могу да се отварају

Општа препорука је да се треба клонити прометних и слабо проветраваних простора. У зградама са механичким системима вентилације, препоручује се активна употреба прозора који могу да се отварају (много чешће него што је то уобичајено, чак и ако то проузрокује извесну топлотну неугодност). Отварање прозора једини је начин за повећавање броја измена ваздуха. Прозори треба да буду отворени 15 минута или да се отварају приликом уласка у просторију (нарочито ако су у тој просторији раније боравиле друге

⁶ Током времена када се зграда не користи, вентилација може да ради истовремено тако да се одржава минималан број измена свежег ваздуха од 0,15 L/s по m² површине према препорукама из стандарда EN 16798-1:2019.

особе). Такође, отварање прозора у зградама са механичком вентилацијом може да се примењује ради појачавања вентилације.

Отворени прозори у тоалетима са пасивним вентилационим окнима или механичким издувним системима могу да проузрокују струјање контаминираниг ваздуха из тоалета у друге просторије, што значи да вентилација функционише у обрнутом смеру. Зато треба избегавати отварање прозора на тоалетима. Уколико нема одговарајуће издувне вентилације из тоалета, па отварање прозора не може да се избегне, важно је да прозори у другим просторијама такође буду отворени, како би се обезбедило попречно струјање ваздуха кроз зграду.

4.3. Влажење и климатизација немају никакав практични ефекат

Релативна влажност (РВ) и температура доприносе стабилности (одрживости) вируса, формирању језгара капљица и подложности слузокоже корисника простора. Преношење неких вируса у зградама може да се измени променом температуре и влажности ваздуха како би се смањила стабилност вируса. Што се тиче SARS-CoV-2, то на жалост није могуће пошто су коронавируси веома отпорни на промене у окружењу и на њих утиче само веома висока релативна влажност ваздуха изнад 80% и температуре изнад 30 °C [2–4], што у зградама није ни остварљиво ни прихватљиво из разлога топлотне угодности и ради спречавања размножавања микроба. SARS-CoV-2 може да се одржи 14 дана на температури од 4 °C; један дан на 37 °C и 30 минута на 56 °C [34].

Стабилност SARS-CoV-2 је тестирана при стандардној температури у затвореном простору од 21–23 °C и релативној влажности од 65%; утврђено је да је у тим условима вирус веома стабилан [35]. Поред ранијих доказа о MERS-CoV, доказано је да влажност до 65% има веома ограничено или никакво дејство на стабилност вируса SARS-CoV-2. Актуелни докази не поткрепљују став да умерена влажност (40–60%) може да буде корисна за смањење одрживости вируса SARS-CoV-2 па тако влажење НЕ представља метод за смањење одрживости вируса SARS-CoV-2.

Мале капљице (0,5–50 μm) испаравају брже на било ком нивоу релативне влажности ваздуха [36]. Назални систем и слузокожа знатно су подложнији инфекцијама на веома ниској РВ од 10–20% [37, 38], па се зато зими понекад препоручује влажење (до нивоа од 20–30%), иако се употреба овлаживача повезује са већим бројем укупних и кратких боловања [39].

У зградама са централизованим влажењем нема потребе за променом задатих вредности система (обично 25 или 30% [40]^{х1}). За системе грејања и хлађења обично није потребно подешавање задатих вредности, и системи могу нормално да раде пошто нема ничега што би директно указивало на ризик од преношења вируса SARS-CoV-2.

4.4. Безбедна употреба секција за повраћај отпадне топлоте

Преношење честица вируса путем уређаја за искоришћење топлоте не представља проблем када је си-

стем за КГХ опремљен јединицом са дуплим калемом или другим уређајем за повратно искоришћење отпадне топлоте који гарантује 100%-тну сепарацију ваздуха између приточне и издувне стране [41].

Неки уређаји за искоришћење отпадне топлоте могу цурењем да преносе честице и загађујуће материје из гасне фазе са издувне на приточну страну. Ваздух који кружи у обртним размењивачима топлоте (нпр. роторима који се такође називају и енталпијски точкови) може бити подложен цурењу у случају лошег пројектовања и одржавања. Што се тиче обртних размењивача топлоте који добро раде, који су правилно подешени и опремљени уређајима за пројектовање, стопе цурења су веома ниске и крећу се у опсегу 1–2%, што је практично занемарљиво. У складу са стандардом EN 16798-3:2017, цурење у постојећим системима треба да буде испод 5% и треба да се надокнађује повећањем проветравања свежим ваздухом. Међутим, многи обртни размењивачи топлоте не могу да се прописно инсталирају. Најчешћи недостатак је у томе да су вентилатори инсталирани тако да стварају виши ваздушни притисак на одсисној страни. То проузрокује цурење одведеног ваздуха у приточни ваздух. Степен неконтролисаног преноса загађеног одведеног ваздуха у оваквим случајевима може да износи и до 20% [42], што није прихватљиво.

Показали смо како је у случају правилно изведених обртних размењивача топлоте, инсталирани и одржавани преношење загађујућих материја путем честица скоро једнако нули (што укључује бактерије, вирусе и гљивице који се преносе ваздухом), као и да је пренос ограничен на гасовите загађујуће материје као што су дувански дим и други мириси [43]. Не постоје докази да честице које носе вирус веће од 0,2 μm могу да се преносе кроз систем. Пошто стопа цурења не зависи од брзине окретања ротора, искључивање ротора није неопходно. Нормалан рад ротора олакшава постизање већег броја измена ваздуха. Познато је да је могућност преноса цурењем највећа на ниским стопама струјања ваздуха, тако да већи број измена треба да се примењује у складу са препорукама из одељка 4.1.

Уколико су у деловима за искоришћење топлоте откривена велика цурења, могуће је подешавање притиска помоћу обилазних водова (неки системи могу бити опремљени обилазним водовима) у ситуацији када виши притисак на одводној страни проузрокује цурење у приточну страну. Разлике у притиску могу да се исправе пригушним клапнама или на неки други начин. У закључку, препоручујемо испитивање опреме за искоришћење топлоте, што укључује мерења разлике у притисцима и оцену цурења на основу мерења температуре (видети Specific Guidance: Limiting internal air leakages across the rotary heat exchanger).

4.5. Централна рецикулација је бескорисна

Вирусне материје у одсисним (повратним) ваздушним водовима могу да поново уђу у зграду када су централизоване јединице за обраду ваздуха опремљене опремом за рецикулацију. Општа препорука је да се централна рецикулација избегава током

епидемије SARS-CoV-2: затворите пригушне клапне помоћу система за управљање зградом или ручно.

Понекада су јединице за обраду ваздуха и уређаји за рецикулацију опремљени филтерима за повратни ваздух. И у том случају треба затворити пригушне клапне пошто ови филтери обично не могу делотворно да филтрирају вирусни материјал; њихова ефикасност филтрирања је груба или средња (филтери класе G4/M5 или ISO груби/ePM10).

У ваздушним системима или системима вода–ваздух где централна рецикулација не може да се избегне због ограниченог грејног или расхладног капацитета, удео свежег ваздуха треба повећати што је више могуће, док се за филтрирање повратног ваздуха препоручују додатне мере. Да би се из повратног ваздуха у потпуности уклониле честице и вируси, потребни су HEPA филтери. Међутим, због великог пада притиска и чињенице да захтевају посебне оквире за филтере, HEPA филтере није лако инсталирати у постојеће системе. Алтернативно, у ваздушне водове могу да се инсталирају уређаји за дезинфекцију, као што је уређај за ултраљубичасто гермицидно зрачење (UVGI) који се такође назива гремицидни ултраљубичасти (GUV) уређај. Од суштинске је важности да је опрема правилно димензионирана и инсталирана⁷. Уколико је то технички могуће, боље је да се у постојеће оквире инсталира филтер више класе и да се појача притисак одсисног вентилатора без смањења броја измена ваздуха. Минимално унапређење је замена постојећих нискоефикасних филтера за повратни ваздух филтерима ePM1 80% (раније F8). Филтери раније класе F8 имају прихватљиву ефикасност сакупљања честица које садрже вирусе (ефикасност сакупљања 65–90% за PM1).

4.6. Циркулација на собном нивоу: клима-конвектор, дводелни клима уређај и клима-инјектор

У просторијама са клима-конвекторима или дводелним клима уређајима (системима на воду или директним системима), постизање одговарајућег проветравања свежим ваздухом представља приоритет. У таквим системима, механичка вентилација је обично независна од клима-конвектора или дводелног клима уређаја тако да за постизање вентилације постоје две могућности:

1. Активно отварање прозора уз инсталирање уређаја за праћење CO₂ као показатеља проветравања свежим ваздухом.
2. Инсталирање самосталног система за механичку вентилацију (локално или централизовано, према техничкој изводљивости). То је једини начин да се у просторијама у сваком тренутку омогући довољно снабдевање свежим ваздухом.

У случају прве опције, уређаји за праћење CO₂ су важни, пошто клима-конвектори и дводелни клима уређаји имају и грејну и расхладну функцију ради постизања топлотне угодности, па може да прође много времена пре него што корисници запазе лош квалитет ваздуха и недостатак вентилације [44]^{xliv}. Погледајте пример праћења CO₂ у Specific Guidance document for School Buildings.

⁷ Тренутно у фази развоја REHVA-ине Рагне групе за COVID-19.

Клима-конвектори имају грубе филтере и практично не задржавају мање честице мада могу да сакупљају потенцијално контаминирание честице које могу да се отпуштају када вентилатор почне да ради. Клима-конвектори и клима-инјектори могу да захтевају и следеће додатне мере:

1. За клима-конвекторе, расхладне завесе и друге клима-инјекторе са примарним свежим ваздухом (системи вода–и–ваздух) који испоручују свеж ваздух нису потребне никакве додатне мере осим повећања броја измена са свежим ваздухом;
2. За клима-конвекторе и сплит клима-уређаје у засебним канцеларијама и домовима нису потребне никакве мере осим редовног испоручивања свежег ваздуха у просторију;
3. За клима-конвекторе и сплит клима-уређаје у заједничким просторијама (веће просторије са клима-конвекторима или сплит клима-уређајима у којима борави много људи) препоручује се непрекидан рад тако да се вентилатори тих јединица не искључују већ да стално раде малом брзином. Уколико тако подешавање није могуће, јединице би требало да раде стално. У часовима заузећа оставите прозоре делимично отворене (ако је то могуће) да би сте повећали вентилацију.

4.7. Чишћење ваздушних канала нема никакав практичан ефекат

Чишћење ваздушних канала ради избегавања ширења SARS-CoV-2 путем вентилационих система се претерано препоручује. Њихово чишћење нема ефекта на инфекције које се шире од собе до собе пошто вентилациони систем није извор заразе уколико се прате све наведене смернице о искоришћењу топлоте и рециркулацији. Вируси припојени за мале честице се у вентилационим водовима не таложе лако и обично их носи ваздушна струја [45]. Зато нема потребе за изменом уобичајених поступака чишћења и одржавања ваздушних канала. Много је важније да се повећа доток свежег ваздуха и да се избегава рециркулација ваздуха, у складу са наведеним препорукама.

4.8. Замена филтера за свеж ваздух није неопходна

У контексту вируса COVID-19 постављају се питања у вези са заменом филтера и заштитног ефекта у веома ретким случајевима заразе путем свежег ваздуха, на пример, да ли су отвори за извлачење ваздуха у близини улаза ваздуха. Савремени вентилациони системи (јединице за обраду ваздуха) опремљени су финим филтерима свежег ваздуха који се налазе одмах иза улаза ваздуха (филтер класе F7 или F8⁸ или ISO ePM2.5 или ePM1), који филтрирају честице из свежег ваздуха. Величина најмањих вирусних честица у респираторним аеросолима износи око 0.2 μm <1 (PM0.2), што је мање од зоне сакупљања филтера F8 (ефикасност сакупљања је 65–90% за PM1). Па ипак, већи део вирусног материјала се већ налази у

зони сакупљања филтера. То значи да у ретким случајевима свежег ваздуха контаминираниог вирусима, филтери свежег ваздуха обезбеђују разумну заштиту у случају ниске концентрације и повремениог појављивања вирусног материјала у свежем ваздуху.

Опрема за искоришћење топлоте и рециркулацију опремљена је мање делотворним медијима или грубим филтерима за одсисни ваздух (G4/M5 или ISO груби/ePM10) чија је сврха да штите опрему од прашине. Ефикасност сакупљања вирусног материјала тих филтера је веома ниска (погледати одељке 4.4 за искоришћење топлоте и 4.5 за рециркулацију).

Са тачке гледишта замене филтера, могу се примењивати уобичајени поступци одржавања. Запушени филтери не представљају извор заразе, али смањују доток свежег ваздуха, што негативно утиче на смањење нивоа контаминације у затвореном простору. Зато ти филтери морају да се мењају према уобичајеним процедурама, по истеку ограничења везаних за притисак или време употребе, или у складу са предвиђеним распоредом одржавања. Као закључак, не препоручује се замена постојећих филтера за свеж ваздух другим врстама филтера нити се препоручује да се они мењају чешће него што је потребно.

4.9. Безбедносне процедуре за особље које се бави одржавањем

У случају да се безбедносне процедуре не прате, особље које одржава системе за КГХ може да се изложи ризику приликом редовног одржавања, прегледа или замене филтера (посебно филтера за одсисни ваздух). Да би сте били безбедни, увек треба да претпоставите да филтери, одсисни канали и опрема за искоришћење топлоте могу да садрже активан микробиолошки материјал, што укључује одрживе вирусе. То је посебно важно у зградама у којима је у скорије време утврђена инфекција. Филтери треба да се мењају када је систем искључен и да се одлажу у заптивене кесе, а потребно је и ношење рукавица и заштите за дисајне органе.

4.10. Собни филтери за ваздух и UVGI у неким ситуацијама могу да буду корисни

Собни филтери за ваздух уклањају честице из ваздуха, што даје ефекат сличан проветравању свежим ваздухом. Да би били делотворни, филтери за ваздух треба да имају ефикасност HEPA филтера, тј. да имају HEPA филтер у виду последњег корака. На жалост, најповољнији собни филтери за ваздух нису довољно делотворни. Уређаји који раде на основу принципа електростатичког филтрирања а не помоћу HEPA филтера (што се разликује од јонизатора ваздуха!) често имају исту ефикасност. Пошто је струјање ваздуха кроз филтере за ваздух ограничено, површина на којој могу да буду корисни обично је веома мала. Да би сте одабрали филтер за ваздух одговарајуће величине, капацитет струјања ваздуха сваке јединице (уз прихватљив ниво буке) треба да износи најмање 2 АСН, а имаће позитиван ефекат до 5 АСН [46] (израчунајте број измена ваздуха кроз филтер за ваздух у m^3/h тако што ћете помножити запремину просторије са 2 или 5). Уколико се филтери за ваздух користе у великом просторијама, треба да буду постављени у

8 Застарела класификација филтера EN779:2012 замењена је EN ISO 16890-1:2016, Ваздушни филтери за ошшту вентилацију – Део 1: Техничке спецификације, захтеви и систем класификације на основу ефикасности у односу на честице (ePM).

близини људи у просторији а не скривени у удаљеном углу. Посебна UVGI опрема за дезинфекцију треба да се инсталира у повратним ваздушним водовима у случају система са рецикулацијом, или у соби, ради деактивирања вируса и бактерија⁹. Таква опрема, која се углавном користи у здравственим установама, треба да се правилно димензионише, инсталира и одржава. Зато филтери за ваздух представљају краткорочну меру ублажавања коју је лако применити, али је дуже стазе неопходно унапређење система вентилације како би се постигао одговарајући број измена свежег ваздуха.

4.11. Упутство за поклопце за тоалет

Уколико седиште на тоалету има поклопац, пре испирања тоалета се препоручује спуштање поклопца да би се умањило испуштање капљица и остатака капљица из струјања ваздуха [26, 47]. Кориснике треба јасно упутити да користе поклопце. Сифони морају увек да раде [27]. Редовно проверавајте сифоне (дренажне цеви и сифоне) и додајте воду уколико је потребно, најмање једном у три седмице.

4.12. Ризик од легионарске болести након затварања

Током трајања епидемије SARS-CoV-2 (COVID-19), многе зграде су доживеле смањену употребу или потпуно затварање током дужих временских периода. То, на пример, укључује хотеле, летовалишта, школе, спортске објекте, теретане, базене, купатила и многе друге зграде и објекте опремљене системима за КГХ и водоводним системима.

У зависности од бројних фактора, укључујући план и пројекат система, продужена смањено коришћење (или некоришћење) може да доведе до задржавања воде у деловима система за КГХ или водоводних система, чиме се повећава ризик од избијања легионарске болести (Legionellosis) када зграда поновно почне да се користи пуним капацитетом.

Пре поновног покретања система, потребно је да се спроведе детаљна анализа како би се проценило да ли постоји ризик од избијања легионарске болести. Неколико релевантних надлежних организација пружа информације о повезаној процени ризика и процедурама за поновно покретање система, укључујући следеће литературне изворе: [48, 49, 51, 52].

4.13. Праћење квалитета ваздуха у затвореном простору

Ризик од контаминације у затвореном простору путем аеросола веома је висок када се просторије не проветравају добро. Уколико контрола вентилације захтева активности корисника (у случају хибридних или природних вентилационих система) или уколико зграда нема систем за вентилацију, у настањеним зонама се препоручује инсталирање сензора CO₂ који упозоравају на недостатак вентилације, нарочито у просторијама у којима током једног сата борави више група људи као што су учионице, сале за састанке и ресторани. Током епидемије се препоручује

привремена измена додељених вредности за светлосни индикатор тако да се жуто/наранџасто светло (или упозорење) постави на 800 ppm а црвено (или аларм) постави до 1000 ppm како би се покренула брза акција за постизање довољне вентилације чак и у ситуацијама са смањеним заузећем. У неким случајевима могу да се користе самостални сензори CO₂ или 'CO₂ семафори', погледајте пример у Specific Guidance document for School Buildings. Они понекад могу да буду кориснији од сензора CO₂ који су део мреже сензора засноване на интернету. Сигнали из тих сензора се користе да би упозорили кориснике зграда да правилно користе прозоре који се отварају и системе за механичку вентилацију са различитим опцијама. Такође је могуће складиштење података који се, затим, на седмичној или месечној основи достављају управитељу зграда како би он знао шта се дешава у згради и просторијама са високим концентрацијама и на основу њих утврдио ризик од инфекције.

5. Резиме практичних мера за рад кућних подстаница током епидемије

1. Обезбедите довољну вентилацију просторија свежим ваздухом.
2. Укључите вентилацију на номиналну брзину најмање два сата пре времена отварања зграда и подесите је на нижу вредност два сата по истеку времена њеног заузећа.
3. Не искључујте вентилацију ноћу и викендом, већ одржавајте рад система на малој брзини.
4. Редовно отварајте прозоре (чак и у зградама са механичком вентилацијом).
5. Вентилација у тоалетима треба да ради 24/7.
6. Избегавајте отварање прозора у тоалетима, да би вентилација радила у жељеном смеру.
7. Подучите кориснике зграда да испирају тоалете са спуштеним поклопцем.
8. Пребаците јединице за обраду ваздуха у потпуности на свеж ваздух.
9. Прегледајте опрему за искоришћење топлоте да би сте утврдили да је цурење под контролом.
10. Подесите вредности на клима-конвектору тако да вентилатор непрекидно ради.
11. Не мењајте задате вредности за грејање, хлађење и могуће влажење ваздуха.
12. Спроводите уобичајено чишћење ваздушних водова (додатно чишћење није неопходно).
13. Спроводите уобичајену замену централних филтера за свеж ваздух и филтера за одсисни ваздух према распореду одржавања.
14. Редовни радови на замени филтера и одржавању треба да се спроведе уз све уобичајене мере заштите укључујући заштиту дисајних органа.
15. Уведите мрежу сензора за праћење квалитета унутрашњег ваздуха која корисницима и управитељима објеката омогућава да прате да ли вентилација правилно ради.

Коментари

Ако сте стручњак за питања наведена у овом документу и уколико имате напомене или сугестије у погледу унапређења, молимо Вас да нас контактирате

⁹ На додатним информацијама у вези са опремом UVGI шренушно ради REHVA-ина Радна група за COVID-19.

путем info@rehva.eu. Молимо наведите 'COVID-19 interim document' као субјекат свог електронског писма нама.

Изјава издавача

Овај документ је припремила Радна група за COVID-19 РЕХВА-иног Одбора за технологију и истраживање, на основу прве верзије смерница које су у периоду 6–15. марта 2020. саставили РЕХВА-ини волонтери. Чланови Радне групе су:

- Prof. Jarek Kurnitski, Chair of REHVA COVID-19 Task Force, Tallinn University of Technology, Chair of REHVA Technology and Research Committee
- Dr. Atze Boerstra, REHVA vice-president, managing director bba binnenmilieu
- Dr. Benoit Sicre, Lucerne School of Engineering and Architecture
- Dr. Francesco Franchimon, managing director Franchimon ICM
- Francesco Scuderi, Deputy Secretary General at Eurovent Association
- Frank Hovorka, REHVA president, director technology and innovation FPI, Paris
- Henk Kranenberg, vice-president of Eurovent, Senior Manager at Daikin Europe NV
- Hywel Davies, Technical Director of CIBSE
- Igor Sikonczyk, Senior Technical and Regulatory Affairs Manager at Eurovent
- Ir. Froukje van Dijken, healthy building specialist at bba binnenmilieu
- Jaap Hogeling, manager International Projects at ISSO
- Juan Travesi Cabetas, REHVA vice-president, vice-president of ATECYR
- Kemal Gani Bayraktar, REHVA vice-president, Marketing Director at Izocam
- Mikael Borjesson, Vice President of Eurovent Association, Competence Director Swegon Group
- Prof. Catalin Lungu, REHVA vice-president, vice-president of AIIR
- Prof. Dr. Marija S. Todorovic, University of Belgrade Serbia
- Prof. em. Francis Allard, La Rochelle University
- Prof. em. Olli Seppanen, Aalto University
- Prof. Guangyu Cao, Norwegian University of Science and Technology (NTNU)
- Prof. Ivo Martinac, REHVA vice-president, KTH Royal Institute of Technology Prof. Livio Mazzarella, Milan Polytechnic University
- Prof. Manuel Gameiro da Silva, REHVA vice-president, University of Coimbra

Овај документ су прегледали: Prof. Yuguo Li, University of Hongkong, Prof. Shelly Miller, University of Colorado Boulder, Prof. Pawel Wargocki, Technical University of Denmark, Prof. Lidia Morawska, Queensland University of Technology, Dr. Jovan Pantelic, University of California Berkeley.

Литература


- [1] Monto, 1974. Medical reviews. Coronaviruses. The Yale Journal of Biology and Medicine 47(4): 234251.
- [2] Doremalen et al, 2013. Stability of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) under different

environmental conditions. European communicable disease bulletin 18(38): 1–4.






- [3] Ijaz et al, 1985. Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. Journal of General Virology 66(12): 2743-2748.
- [4] Casanova et al, 2010. Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. Applied and Environmental Microbiology 76(9): 2712-2717
- [5] Doremalen et al, 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. N Engl J Med 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- [6] Li et al, 2005a. Role of air distribution in SARS transmission during the largest nosocomial outbreak in Hong Kong. Indoor Air 15(2): 83-95.
- [7] Li et al, 2005b. Multi-zone modeling of probable SARS virus transmission by airflow between flats in Block E, Amoy Gardens. Indoor Air 15(2): 96-111.
- [8] Luongo et al, 2016. Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. Indoor Air 25(6): 666-678.
- [9] Li et al, 2007. Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment – a multi-disciplinary systematic review. Indoor Air 17(1): 2-18.
- [10] Xie et al, 2007. How far droplets can move in indoor environments – revisiting the Wells evaporation-falling curve. Indoor Air 2007; 17: 211-225.
- [11] Nicas et al, 2005. Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission of Respirable Pathogens. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2: 143-154.
- [12] Liu et al, 2017. Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. Indoor Air 2017; 27: 452-462, <https://doi.org/10.1111/ina.12314>
- [13] Nielsen V. P., et al. 2008. Contaminant flow in the microenvironment between people under different ventilation conditions. SL-08-064, ASHRAE Transactions, 632-638.
- [14] *** WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions
- [15] *** Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare. Q & A on novel coronavirus (for general public)
- [16] Nishiura et al, 2020. medRxiv, <https://doi.org/10.1101/2020.02.28.20029272>
- [17] Li et al, 2020. Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant. Preprint, <https://doi.org/10.1101/2020.04.16.20067728>
- [18] Miller et al, 2020. Transmission of SARS-CoV-2 by inhalation of respiratory aerosol in the Skagit Valley Chorale superspreading event. Preprint <https://doi.org/10.1101/2020.06.15.20132027>
- [19] Allen and Marr, 2020. Re-thinking Potential for Airborne Transmission of SARS-CoV-2. Preprints 2020, 2020050126 (doi: 10.20944/preprints202005.0126.v1)
- [20] Morawska et al, 2020. How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised? Environment International, 142. <https://doi.org/10.1016/i.envint.2020.105832>
- [21] ECDC 2020a. Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19. European Centre for Disease Prevention and Control, Technical report, 22 June 2020. <https://www.ecdc.europa.eu/en/publications-data/heating-ventilation-air-conditioning-systems-covid-19>
- [22] *** Robert-Koch-Institut, 2020.
- [23] *** https://www.rki.de/DE/Content/InfAZ/N/Neuartiges_Coronavirus/Steckbrief.html
- [24] Morawska and Milton, et al, 2020. It is Time to Address Airborne Transmission of COVID-19. Clinical Infectious Diseases.10.1093/cid/ciaa939. <https://doi.org/10.1093/cid/ciaa939>
- [25] *** WHO, 2020d. Transmission of SARS-CoV-2: implications for infection prevention precautions. Scientific Brief, 9 July 2020. <https://www.who.int/publications/>

- i7item/modes-of-transmission-of-virus-causing-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations
- [26] *** US CDS press release: <https://www.cdc.gov/media/releases/2020/s0522-cdc-updates-covid-transmission.html>
- [27] *** WHO, 2020b. Water, sanitation, hygiene and waste management for COVID-19. World Health Organization, Geneva.
- [28] Hung, 2003. The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? *Journal of the Royal Society of Medicine* 96(8): 374-378.
- [29] *** WHO, 2020a. Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). World Health Organization, Geneva.
- [30] Zhang et al, 2020. Molecular and serological investigation of 2019-nCoV infected patients: implication of multiple shedding routes. *Emerging Microbes & Infections* 9(1): 386-389.
- [31] Guan W-J et al, 2020. Clinical characteristics of 2019 novel coronavirus infection in China. *I J Med.* 2020 Apr 30;382(18):1708-1720. doi: 10.1056/NEJMoa2002032.
- [32] Wenzhao et al, 2020. Short-range airborne route dominates exposure of respiratory infection during close contact. *Building and Environment* 176 (2020) 106859.
- [33] Fennelly KP, 2020. Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control.
- [34] *Lancet Respir Med* 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30323-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30323-4)
- [35] *** US CDS 2015. Hierarchy of Controls. Centers for Disease Control and Prevention.
- [36] Chin et al, 2020. Stability of SARS-CoV-2 in different environmental conditions. *The Lancet Microbe.* [https://doi.org/10.1016/S2666-5247\(20\)30003-3](https://doi.org/10.1016/S2666-5247(20)30003-3)
- [37] Doremalen et al, 2020. Aerosol and Surface Stability of SARS-CoV-2 as Compared with SARS-CoV-1. *N Engl J Med* 2020; 382:1564-1567. DOI: 10.1056/NEJMc2004973
- [38] Morawska, 2006. Droplet fate in indoor environments, or can we prevent the spread of infection? *Indoor Air* 16(2): 335-347.
- [39] Salah et al, 1988. Nasal mucociliary transport in healthy subjects is slower when breathing dry air. *European Respiratory Journal* 1(9): 852-855.
- [40] Kudo et al, 2019. Low ambient humidity impairs barrier function and innate resistance against influenza infection. *PNAS*: 1-6
- [41] Milton et al, 2001. Risk of Sick Leave Associated with Outdoor Air Supply Rate, Humidification, and Occupant Complaints. *Indoor Air* 2001. <https://doi.org/10.1034/j.1600-0668.2000.010004212.x>
- [42] *** ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019
- [43] Han et al, 2005. An Experimental Study on Air Leakage and Heat Transfer Characteristics of a Rotary-type Heat Recovery Ventilator. *International Journal of Air-Conditioning and Refrigeration* 13(2): 83-88.
- [44] Carlsson et al, 1995. State of the art Investigation of rotary air-to-air heat exchangers. SP Sveriges Provningsoch Forskningsinstitut, Energiteknik (Energy Engineering) SP RAPPORT 1995:24.
- [45] Ruud, 1993. Transfer of Pollutants in Rotary Air-to-air Heat Exchangers, A Literature Study/ State-of-the-art Review. SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (The Swedish National Testing and Research Institute) Energiteknik (Energy Engineering) SP RAPPORT 1993:03
- [46] Wargocki, P., & Faria Da Silva, N. A. (2012). Use of CO2 feedback as a retrofit solution for improving air quality in naturally ventilated classrooms. *Healthy Buildings, Brisbane, Australia.*
- [47] Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in ventilation ducts. *Atmospheric Environment.* 37(39-40): 5597-5609.
- [48] Fisk et al, 2002. Performance and costs of particle air filtration technologies. *Indoor Air* 12(4): 223-234. <https://doi.org/10.1034/i.1600-0668.2002.01136.x>
- [49] Best et al, 2012. Potential for aerosolization of *Clostridium difficile* after flushing toilets: the role of toilet lids in reducing environmental contamination risk. *The Journal of hospital infection* 80(1):1-5.
- [50] La Mura et al, 2013. Legionellosis Prevention in Building Water and HVAC Systems. REHVA GB 18.
- [51] *** <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/legionella-risks-during-coronavirus-outbreak.htm>
- [52] *** CIBSE 2020, <https://www.cibse.org/coronavirus-covid-19/emerging-from-lockdown>
- [53] *** ECDC 2020b, <https://www.ecdc.europa.eu/en/legionnaires-disease>
- [54] *** ESCMID 2017, *** [https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research Projects/ESGLI/ESGLI European Technical Guidelines for the Prevention Control and Investigation of Infections Caused by Legio species June 2017.pdf](https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research%20Projects/ESGLI/ESGLI%20European%20Technical%20Guidelines%20for%20the%20Prevention%20Control%20and%20Investigation%20of%20Infections%20Caused%20by%20Legio%20species%20June%202017.pdf)

kgH



klimaoprema

 Blagajska br 8/1, 11050 Beograd
 +381 11 2893 786
 +381 60 0164960
 office@klimaoprema.rs
 www.klimaoprema.rs



INDUSTRIJA ELEKTRIČNIH GREJAČA



Električni grejači za vodu: Electrical heating elements for water:

- za bojlere / for water tank,
- za kotlove / for boilers,
- za sudo mašine / for dish washers,
- za veš mašine / for washing machines,
- za radijatore / radiator heating elements;

Električni grejači za vazduh: Electrical heating elements for air:

- Sporetski / domestic oven,
- tostera / toasters,
- termoakumulacione peći / storage heaters,
- kalorifera / fan heaters,
- za grejalice / space heating,
- roštiljski / grills;

Industrijski grejači: Electrical heating elements for industry:

- galvanski / galvanic,
- keramički grejači / ceramic heating elements,
- patron grejači / cartridge elements,
- orebreni grejači / ribbed heating elements,
- za mazut i ulje / for heating petroleum and oil,
- za destilatore / for distillation,
- za sterilizatore / for sterilizers,
- pojasni grejači / mica band heaters,
- za parne kotlove / for steam boilers,
- za isparivače / for evaporators;



IEG Industrija električnih grejača
Kružni put 40, Beograd, 11309 Leštane
www.grejaci.com prodaja@grejaci.com

+381 11 8036 260
+381 69 8036 260
+381 11 8035 107



lindab | we simplify construction



poslovni in poslovno-stambeni objekti,
trgovinski centri, hotelsko turistički
objekti, javni objekti (škole, bolnice,
kulturni objekti, državna uprava),
industrijski objekti svih vrsta



Celokupna rešenja sistema klimatizacije za sve vrste objekata

Lindab d.o.o. Beograd
Jurija Gagarina 26V/III
RS-11070 Novi Beograd
Tel.: +381 11 228 66 40
Fax: +381 11 228 66 35
E-mail: zorica.vojinovic@lindab.si
www.lindab.com • www.lindab.si

Uključivanjem naše kompanije u grupaciju Lindab
01.11.2015. je promenjen naziv iz Hidria d.o.o. Beograd
u Lindab d.o.o. Beograd.



BOSCH
Tehnologija za život



Bosch Termotehnika je evropski lider u
proizvodnji opreme za grejanje i pripremu
tople vode, kao i opreme za dobijanje
toplote i procesne energije u industriji.

Bosch Termotehnika

Paleta proizvoda obuhvata: kotlove na gas,
lož ulje, mazut i čvrsto gorivo, toplotne
pumpe, bojlere, solarne sisteme itd, kao i
stručnu tehničku i servisnu podršku.

www.bosch-climate.rs

www.bosch-industrial.com/rs/

51. MEĐUNARODNI KONGRES I IZLOŽBA O KGH

51st INTERNATIONAL HVAC&R CONGRESS AND EXHIBITION

2-4 decembar 2020

#kgheonline



kghe