

Ръководство на Европейската федерация за отопление, вентилация и климатизация REHVA за COVID-19, 3 април 2020 г.

(този документ актуализира версията от 17 март, при необходимост ще последват следващи актуализации)

Как да работим и използваме ОБК системите в сгради, за да предотвратим разпространението на коронавирус (COVID-19) (SARS-CoV-2) на работните места

Увод

В този документ Европейската федерация за отопление, вентилация и климатизация REHVA обобщава съвети относно експлоатацията и използването на услуги в сградите в райони с епидемия на коронавирус (COVID-19), за да се предотврати разпространението на COVID-19 в зависимост от факторите, свързани с ОБК системите.

Предложенията по-долу са предназначени като допълнение към общите насоки за работодатели и собственици на сгради, представени в документа на СЗО **"Getting workplaces ready for COVID-19"** или „Подготовка на работните места за COVID-19“. Текстът по-долу е предназначен основно за ОБК специалисти и фасилити мениджъри (управители на сгради), но може да бъде полезен и за специалисти по трудова медицина и обществено здраве.

По-долу са обхванати свързаните със сградите предпазни мерки и са обяснени някои общи реакции. Обхватът е ограничен до търговски и обществени сгради (например офиси, училища, търговски площи, спортни помещения и др.), където се очаква само случайна поява на заразени лица; болничните и здравни заведения (обикновено с по-голяма концентрация на заразени хора) са изключени.

Фокусът на насоките е върху временни, лесни за организиране мерки, които могат да бъдат приложени в съществуващи сгради, които все още се използват с нормална заетост. Съветът е предназначен за кратък период от време в зависимост от времетраенето на локалните епидемии.

Отказ от отговорност:

Този документ на REHVA се базира на най-добрите налични доказателства и знания, но в много аспекти информацията за коронавируса (SARS-CoV-2) е толкова ограничена или не съществува, че предишните доказателства¹ за SARS-CoV-1 бяха използвани като препоръки за най-добри практики. REHVA изключва каквато и да е отговорност за каквито и да било преки, косвени, случайни щети или всякакви други щети, които биха възникнали в резултат на или биха могли да бъдат свързани с използването на информацията, представена в този документ.

¹ През последните две десетилетия сме изправени пред три епидемии на коронавирална болест: (i) SARS през 2002-2003 г. (SARS-CoV-1), (ii) MERS през 2012 г. (MERS-CoV) и Covid-19 през 2019-2020 г. (SARS-CoV-2). Настоящият документ се фокусира върху последния аспект на заразяването с SARS-CoV-2. Когато правим препратка към епидемията от SARS през 2002-2003 г. тогава ще използваме _____ името _____ на _____ вируса _____ SARS-CoV-1.

ПЪТИЩА ЗА РАЗПРОСТРАНЕНИЕ

Важни за всяка епидемия са пътищата за разпространение на инфекциозния агент. По отношение на COVID-19 стандартното предположение е, че следните два начина за разпространение са доминиращи: чрез големи капчици (капки / частици, излъчвани при кихане или кашляне или говорене) и чрез повърхностен контакт (преносител) (ръка-ръка, ръка-повърхност и т.н.). Трети начин за разпространение, който привлича все повече вниманието на научната общност, е фекално-оралният път.

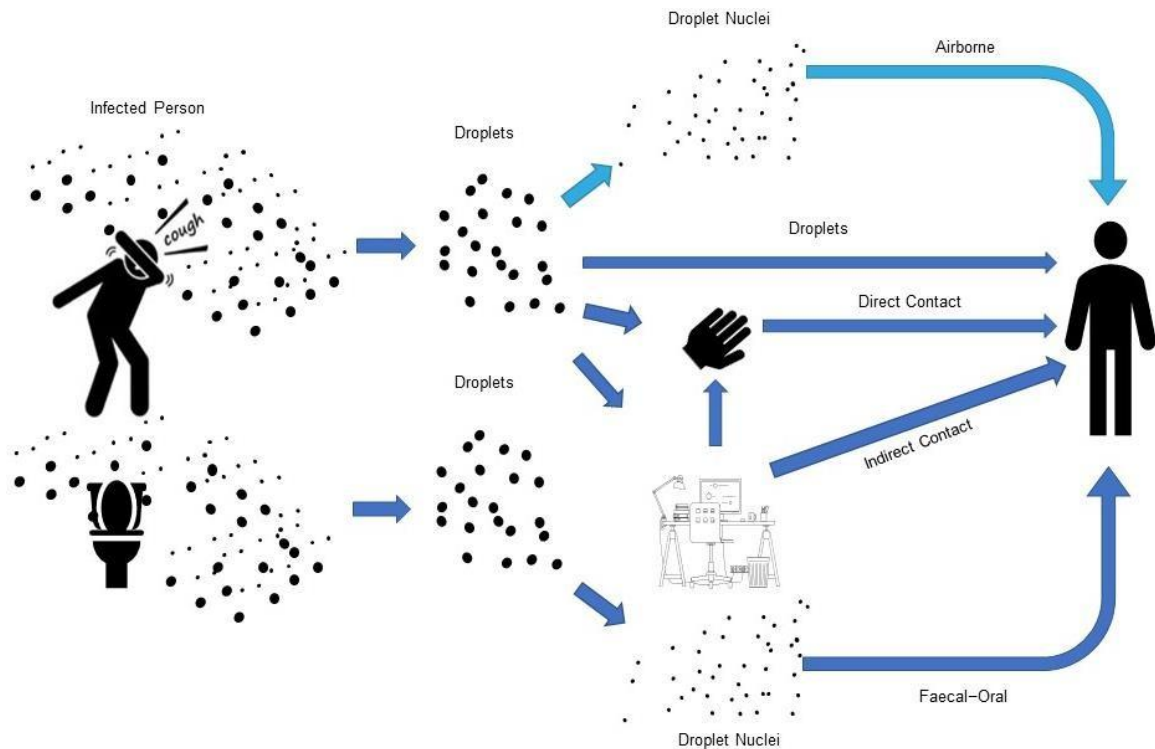
Фекално-оралният път за предаване на инфекцията SARS-CoV-2 мълчаливо се признава от СЗО. В този документ те предлагат като предпазна мярка промиване на тоалетните със затворен капак. Освен това те предлагат да се избягват изсъхнали подови отточни канали и други санитарни устройства, като редовно се добавя вода (на всеки 3 седмици в зависимост от климата), така че водната запушалка да работи правилно. Това е свързано с наблюдение по време на епидемията от SARS 2002-2003 г.: отворените връзки с канализационните системи изглежда са били пътят за разпространение в жилищна сграда в Хонконг (Amoy Garden)ⁱⁱ. Известно е, че промивните тоалетни създават струи, съдържащи капчици и остатъци от капки, когато тоалетните се промиват с отворени капаци. А ние знаем, че вирусите на SARS-CoV-2 са открити в проби от изпражнения (докладвани в последните научни доклади и от китайските власти)^{iii,iv,v}. Освен това наскоро беше съобщено за подобен инцидент в апартаментен комплекс (Mei House). Следователно, налага се изводът, че фекално-оралните пътища за разпространение не могат да бъдат изключени като път за предаване на вируса.

По въздушен път има два механизма на излагане^{vi,vii}:

1. Предаване при близък контакт чрез големи капчици (> 10 микрона), които се освобождават и падат на повърхности не по-далеч от около 1-2 м от заразения човек. Капките се образуват от кашлица и кихане (при кихането се образуват обикновено много повече частици). Повечето от тези големи капчици падат върху близки повърхности и предмети - като бюра и маси. Хората биха могли да се заразят, докосвайки тези замърсени повърхности или предмети; и след това като докосват очите, носа или устата си. Ако хората стоят на разстояние 1-2 метра от заразен човек, те могат да се заразят директно, като вдишат капки, изкихани, изкашляни или издишани от него.
2. Предаване по въздуха чрез малки частици (<5 микрона), които могат да останат във въздуха с часове и могат да бъдат транспортирани на дълги разстояния. Те също се генерират от кашляне, кихане и говорене. Малки частици (ядърца на капчици или остатък) се образуват от капчици, които се изпаряват (10 микрона капчици се изпаряват за 0,2 секунди) и изсъхват. Размерът на коронавирусната частица е 80-160 нанометра^{2,viii} и тя остава активна в продължение на много часове или няколко дни (освен ако няма специфично почистване)^{ix,x,xi}. SARS-CoV-2 остава активен до 3 часа на закрито и 2-3 дни върху повърхности в стаята при стандартни условия на закрито. Такива малки частици на вируса се задържат във въздуха и могат да изминават дълги разстояния, пренасяни от въздушните потоци в помещенията или в смукателните въздуховоди на вентилационните системи. **Едно от доказателствата за това: Коронавирус SARS-CoV-2 е изолиран от тампони, взети от смукателните вентилационни отвори в помещения, обитавани от заразени пациенти. Този механизъм предполага, че запазването на 1-2 м дистанция от заразените лица може да не е достатъчно и увеличаването на вентилацията е полезно поради отстраняването на повече частици³.**

² 1 нанометър = 0.001 микрон

³ Личните мерки за защита на дихателната система като респиратори и твърди козирки са извън обхвата на този документ.



Фигура 1. СЗО съобщава за механизми на излагане на капчици COVID-19 SARS-CoV-2 (тъмно син цвят). Светло син цвят: механизъм за пренасяне по въздуха, известен от SARS-CoV-1 и друг грип, понастоящем няма съобщени доказателства специално за SARS-CoV-2 (фигура: с любезното съдействие на Francesco Franchimon).

Заразяването със SARS-CoV-2 по въздушен път - инфектиране чрез излагане на частици от ядръца на капчици - понастоящем е признато от СЗО при болнични процедури и косвено чрез насоките за увеличаване на вентилацията^{xv}. То може да съществува, когато са изпълнени определени условия според Китайската национална здравна комисия (непубликуван резултат). Въздушното предаване може да бъде възможно според японските власти при определени обстоятелства, като например при разговор с много хора на малко разстояние в затворено пространство, съществува риск от разпространение на инфекцията дори без кашлица или кихане^{xvi}. Последното проучване^{xvii} заключава, че аерозолното предаване е правдоподобно, тъй като вирусът може да остане жизнеспособен в аерозолите за няколко часа. Друго скорошно проучване^{xviii}, което анализира случаи на супер разпространение, показва, че затворената среда с минимална вентилация силно допринася за характерно високия брой вторични инфекции. Проектът на ръкописа, обсъждащ предаването по въздушен път, заключава, че се появяват доказателства, показващи, че SARS-CoV-2 също се предава чрез въздушни частици^{xix}.

ПРАКТИЧЕСКИ ПРЕПОРЪКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УСЛУГИТЕ В СГРАДИТЕ

УВЕЛИЧЕТЕ ДЕБИТА НА ПОДАВАНИЯ ПРЕСЕН ВЪНШЕН ВЪЗДУХ И НА СМУКАТЕЛНАТА ВЕНТИЛАЦИЯ

В сгради с механични вентилационни системи се препоръчва удължено време за работа на тези системи. Променете часовите настройки на системните таймери, за да стартирате вентилацията с номинална скорост най-малко 2 часа преди времето за ползване на сградата и преминете към пониска скорост 2 часа след времето за ползване на сградата. Във вентилационните системи, контролирани от датчици за качество на въздуха, променете зададената стойност на CO₂ на пониска - 400 ppm, за да гарантирате експлоатацията с номинална скорост. Поддържайте вентилацията 24/7, с понижена (но не изключена) степен на вентилация, когато хората отсъстват. В сгради, които са освободени поради пандемията (някои офиси или образователни учреждения) не се препоръчва да се изключва вентилацията, а тя да работи непрекъснато с намалена скорост. Отчитайки, че през пролетта нуждите от отопление и охлаждане са малки, горепосочените препоръки имат ограничени енергийни разходи, а в същото време помагат за изхвърляне на вирусни частици от сградата и за премахване на такива, попаднали на различни повърхности.

Общата препоръка е да подавате колкото се може повече външен въздух, колкото е разумно и възможно. Ключовият аспект е количеството свеж въздух, доставено на един човек. Ако във връзка с интелигентното използване на работното място броят на служителите бъде намален, не концентрирайте останалите служители в по-малки зони, а поддържайте или увеличавайте социалната дистанция между тях (минималната физическа дистанция между хората би било добре да е 2-3 м), за да подсилите почистващия ефект на вентилацията. Смукателните вентилационни системи в тоалетните винаги трябва да работят 24/7 (денонощно) и се уверете, че се създава подналягане, особено за да се избегне фекално-оралното предаване.

ПРОВЕТРЯВАЙТЕ ПО-ЧЕСТО

Обща препоръка е да стоите далеч от претъпкани и лошо проветрени помещения. В сгради без механични вентилационни системи се препоръчва активно използване на функционални прозорци (много повече от обикновено, дори когато това причинява известен топлинен дискомфорт). Проветряването през прозорците е единственият начин за повишаване на въздушния обмен в сгради без механична вентилация. Когато човек влезе в стаята, би могъл да отвори прозорците за около 15 минути (особено когато преди това е имало хора в стаята). Също така, в сгради с механична вентилация, проветряването чрез прозорците може да се използва за допълнително засилване на вентилацията.

Отварянето на прозорци в тоалетните с пасивна вентилация или механични смукателни системи може да причини замърсен въздушен поток от тоалетната към други помещения, което означава, че вентилацията започва да работи в обратна посока. Поради това трябва да се избягва отварянето на прозорци в тоалетните. Ако няма адекватна вентилация на отработените газове от тоалетните и проветряването през прозорците в тоалетните не може да бъде избегнато, важно е да държите прозорците отворени и в другите помещения, за да се получат напречни потоци (течение) в цялата сграда.

ОВЛАЖНЯВАНЕТО И КЛИМАТИЗАЦИЯТА НЯМАТ ПРАКТИЧЕСКИ ЕФЕКТ

Относителната влажност (RH) и температурата допринасят за предаването на вируса на закрито, въздействайки върху жизнеспособността на вируса, образуването на капчикови ядра и чувствителността на лигавиците на обитателите. Предаването на някои вируси в сградите може да бъде ограничено с промяна на температурата на въздуха и нивата на влажност. В случая на COVID-19 това за съжаление не е вариант, тъй като короновирусите са доста устойчиви на промените в околната среда и са чувствителни само при много висока относителна влажност над 80% и температура над 30°C^{ix,x,xI}, които не са достижими и приемливи в сградите по други причини (например топлинен комфорт и растеж на микробите). Установено е, че SARS-CoV-2 е високо стабилен - за 14 дни при 4°C; 37°C за един ден и 56°C за 30 минути бяха необходими за инактивиране на вируса. Стабилността (жизнеспособността) на SARS-CoV-2 е тествана при типична температура на закрито 21-23°C и относителна влажност 65% с много висока вирусна стабилност при тази относителна влажност на въздуха (RH)^{xxii}. Заедно с предишни доказателства за MERS-CoV е добре документирано, че овлажняването до 65% може да има много ограничен или никакъв ефект върху стабилността на вируса на SARS-CoV-2. Следователно, доказателствата не подкрепят, че умерената влажност (RH 40-60%) ще бъде полезна за намаляване на жизнеспособността на SARS-CoV-2, следователно овлажняването НЕ Е МЕТОД за намаляване на жизнеспособността на SARS-CoV-2. Малките капчици, които ни интересуват (0,5 - 10 микрона) ще се изпарят бързо при всяко ниво на относителна влажност (RH) ^{xxii}. Носните системи и лигавиците са по-чувствителни към инфекции при много ниска относителна влажност 10-20%^{xxiii,xxiv} и това е причината, поради която понякога се предлага известно овлажняване през зимата (до нива от 20-30%). Тази косвена нужда от овлажняване през зимата в случая с COVID-19 обаче не е от значение, предвид настъпващите климатични условия (от март нататък очакваме вътрешната влажност да е по-висока от 30% във всички климатични зони в Европа без овлажняване).

По този начин в сгради, оборудвани с централизирано овлажняване, не е необходимо да се променят зададените стойности на системите за овлажняване (обикновено 25 или 30%^{xxv}). Във всеки случай, като се има предвид пролетния сезон, който предстои да започне, тези системи не би трябвало да работят. Системите за отопление и охлаждане могат да работят нормално, тъй като не оказват директно влияние върху разпространението на COVID-19. Обикновено не се налага регулиране на зададените стойности за отоплителните или охлаждащи системи.

БЕЗОПАСНО ИЗПОЛЗВАНЕ НА СЕКЦИИ ЗА РЕКУПЕРАЦИЯ

При определени условия вирусните частици от засмукания въздух могат да попаднат отново в сградата. Устройствата за рекуперация могат чрез течове да пренесат вируса, прикрепен към частици, от зоната на отработения въздух към зоната на подаване на въздух. Теплообменниците въздух-въздух (т.е. ротационни регенеративни или енталпийни колела) могат да бъдат чувствителни при значителни течове поради лоша конструкция и поддръжка. С цел правилна работа на ротационните теплообменници, снабдени със сектори за продухване и правилно настроени, степента на изтичане трябва да е приблизително същата като тази на пластинчатите теплообменници в диапазона до 1-2%. За съществуващите системи изтичането трябва да бъде под 5% и трябва да бъде компенсирано с увеличаване на външната въздушна вентилация в съответствие с EN 16798-3: 2017. Въпреки това, много ротационни теплообменници може да не са правилно инсталирани. Най-честата грешка е, че вентилаторите са монтирани по такъв начин, че да се създаде по-високо налягане от страната на изхвърляния въздух. Това ще доведе до изтичане на изсмуквания въздух към зоната за подаване на въздух. Степента на неконтролирано трансфериране на замърсен изсмукван въздух в тези случаи може да бъде от порядъка на 20%^{xxvi}, което не е приемливо. Установено е, че ротационните теплообменници, които са правилно конструирани, инсталирани и поддържани, имат почти близък до нулев пренос на замърсители, свързани в частици (включително бактерии, вируси и гъбички, пренасяни по въздуха), но пренасянето е ограничено до газообразни замърсители, като тютюнев дим и други миризми^{xxvii}. По този начин няма доказателства, че носещи вируси частици, с размер от 0,1 микрона нагоре, биха могли да бъдат пренесени чрез течове. Тъй като степента на изтичане не зависи от скоростта на въртене на ротационните теплообменници, не е необходимо да изключвате тези съоръжения. Нормалната работа на механичната вентилация с ротационен теплообменник улеснява поддържането на почиста среда и по-голямо количество пресен въздух в помещенията. Известно е, че пренасянето чрез течове е най-голямо при малък въздушен поток, поради което се препоръчва по-висока скорост на вентилация.

Ако има подозрение за течове в секциите за регенериране на топлина, регулирането на налягането на подаващ и засмукващ вентилатор, за да се избегне ситуация, при която по-високото налягане на засмуквания въздух ще доведе до изтичане на въздух към страната на подаващия въздух. Разликите в налягането могат да бъдат коригирани чрез клапи или чрез други разумни решения. В заключение препоръчваме да се инспектира оборудването за рекуперация на топлината, включително измерване на разликата в налягането. За да се подсигурите, персоналът по поддръжката трябва да спазва стандартните процедури за безопасност при работа в прашна среда, включително да носи ръкавици и респираторна защита.

Предаването на вирусни частици през пластинчати рекуператори или системи с междинен топлоносител не е проблем, когато ОВК системата гарантира липса на преминаване на вирус между потоците и 100% сепариране на въздуха между изсмукващата и захранващата страна^{xxviii}.

Да не се използва рециркулация

Вирусните частици във възвратните въздуховоди също могат да навлязат отново в сградата, когато централизираните климатични камери са оборудвани с рециркулационни сектори. Препоръчва се да се избягва централната рециркулация по време на епидемия от SARS-CoV-2: затворете рециркулационните клапи (чрез системата за управление на сгради или ръчно). В случай, че това доведе до проблеми с капацитета за охлаждане или отопление, това трябва да се приеме, тъй като е по-важно да се предотврати замърсяването и опазването на общественото здраве, отколкото да се гарантира топлинен комфорт.

Понякога климатичните камери и секциите за рециркулация са оборудвани с въздушни филтри за рециркулиран въздух. Това не трябва да е причина да се поддържат отворени рециркулационните клапи, тъй като тези филтри обикновено не филтрират частици пренасящи вируси ефективно, тъй като имат стандартна ефективност (G4/M5 или ISO coarse/ePM10 филтърен клас)^{xxix}, а не HEPA-ефективност.

Някои системи (вентилаторни конвектори и индукционни модули) работят с локална циркулация (на ниво стая). Ако е възможно (ако няма значителна нужда от охлаждане), тези устройства се препоръчва да бъдат изключени, за да се избегне повторно разпръскване на вирусни частици в помещението (например, когато помещенията се използват обикновено от повече от един обитател). Вентилаторните конвектори имат груби филтри, които на практика не филтрират малки частици, но все пак могат да събират частици. Върху повърхността на топлообменника на вентилаторния конвектор е възможно деактивирането на вируса чрез нагриване на вентилаторните конвектори до 60°C за един час или 40°C за един ден.

Почистването на въздуховодите няма практически ефект

Имаше пресилени изявления, препоръчващи почистване на вентилационни канали, за да се избегне пренасянето на SARS-CoV-2 през вентилационните системи. Почистването на въздуховодите не е ефективно срещу инфекция в помещение, тъй като вентилационната система не е източникът на замърсяване, ако се спазват горепосочените указания за рекулперация и рециркулация. Вирусът, прикрепен към малки частици, няма да се отложи лесно във вентилационните канали и обикновено ще се изхвърли от въздушния поток навън. Поради това не са необходими промени в нормалните процедури за почистване и поддръжка на каналите. Много по-важно е да увеличите подаването на свеж въздух, да предотвратите рециркулацията на въздуха в съответствие с препоръките по-горе.

Не е необходима смяна на външните въздушни филтри

В контекста на COVID-19 беше зададен въпрос, дали филтрите трябва да бъдат сменени и какъв е защитният ефект в редките случаи на външно замърсяване с вируси, например ако зоната на изсмуквания въздух е близо до тази на подавания въздух. Съвременните вентилационни системи (климатични камери) са оборудвани с фини външни въздушни филтри, разположени непосредствено след подаването на външен въздух (клас филтри F7 или F8 или ISO ePM2.5 или ePM1), които филтрират добре фините прахови частици от външния въздух. Размерът на голяма коронавирусна частица от 80-160nm^{viii} (ePM1.0) е по-малък от зоната за улавяне на филтрите F8 (ефективност на улавяне 65-90% за PM1), но много от такива малки частици ще се отложат върху влакната на филтъра чрез дифузия. Частиците на SARS-CoV-2 също се съединяват с по-големи частици, които пък попадат в зоната за улавяне на филтрите. Това означава, че в редки случаи на замърсен с вируси външен въздух стандартните фини външни въздушни филтри осигуряват разумна защита за ниска концентрация и случайно разпространяващи се вируси във външния въздух.

Секциите за рекулперация и рециркулация на топлина са оборудвани с по-малко ефективни филтри за изхвърляния въздух (G4 / M5 или ISO груб / ePM10), чиято цел е да предпазят оборудването от прах. Тези филтри не трябва да филтрират малки частици, тъй като частиците с вируса ще бъдат изхвърлени чрез отработения въздух.

Що касае смяната на филтъра, могат да се прилагат нормални процедури за поддръжка. Запушените филтри не са източник на замърсяване в този контекст, но те намаляват потока на подавания въздух, което има отрицателен ефект върху самото замърсяване на закрито. Следователно, филтрите трябва да бъдат сменени съгласно нормалната процедура при превишаване на лимитите за налягане, или време, или според планираната схема за поддръжка. В заключение, не препоръчваме да сменяте съществуващите външни въздушни филтри и да ги замените с друг тип филтри, нито пък препоръчваме да ги сменяте по-рано от нормалното.

Персоналът за поддръжка на ОВК може да бъде изложен на риск, когато филтрите (особено филтрите за изхвърляне на въздух) не се сменят в съответствие със стандартните процедури за безопасност. За да сте защитени, винаги приемайте, че филтрите имат активен микробиологичен материал върху тях, включително жизнеспособни вируси. Това е особено важно във всяка сграда, където наскоро е имало инфекция. Филтрите трябва да се сменят при изключена безопасност, като се използват ръкавици, респираторна защита и да се изхвърлят в запечатана торба.

Пречиствателите за въздух в помещения могат да бъдат полезни в конкретни ситуации

Пречиствателите за въздух в помещения ефективно отстраняват частици от въздуха, което осигурява подобен ефект като вентилацията. За да бъдат ефективни, въздушните пречистватели трябва да имат ефективността на HEPA-филтър. За съжаление, повечето от пречиствателите за въздух за помещения с атрактивни цени не са достатъчно ефективни. Устройствата, които

използват принципите на електростатична филтрация (не са същите като стайните йонизатори!), често работят също доста добре. Тъй като въздушният поток през въздушните пречистватели е ограничен, площта на пода, която те ефективно могат да обслужват, обикновено е доста малка, обикновено по-малка от 10 м². Ако човек реши да използва пречиствател за въздух (още веднъж: увеличаването на постоянната вентилация често е много по-ефективно), се препоръчва устройството да бъде поставено в близост до зоната на дишане. Специално UV-оборудване, което трябва да бъде инсталирано за пречистване на подавания въздух или на въздуха в помещението, също е ефективно, тъй като убива бактерии и вируси, но това не гарантира убиване на коронавирусните частици.

⁴ Остаряла класификация на филтрите на EN779: 2012, която е подменена с EN ISO 16890-1: 2016, Въздушни филтри за обща вентилация - Част 1: Технически спецификации, изисквания и система за класификация на базата на ефективността на праховите частици (ePM).

ОБОБЩЕНИЕ НА ПРАКТИЧЕСКИ МЕРКИ ЗА УПРАВЛЕНИЕ НА УСЛУГИТЕ В СГРАДИ

1. Осигурете вентилация с външен пресен въздух на всички помещения.
2. Превключете вентилацията на номиналната скорост най-малко 2 часа преди времето за използване на сградата и преминете на по-ниска скорост 2 часа след времето за използване на сградата.
3. През нощта и почивните дни не изключвайте вентилацията, а поддържайте системите да работят с по-ниска скорост.
4. Осигурете редовно проветряване през прозорците (дори в сгради с механична вентилация)
5. Поддържайте вентилацията на тоалетната 24/7.
6. Избягвайте отваряне на прозорци в тоалетните, за да осигурите правилната посока на вентилация.
7. Инструктирайте обитателите на сградата да промиват тоалетните със затворен капак.
8. Превключете климатичните камери с рецикулация на 100% външен въздух.
9. Проверете оборудването за рекулация, за да сте сигурни, че течовете са под контрол
10. Или изключвайте вентилаторните конвектори, или ги експлоатирайте така, че вентилаторите да са постоянно включени.
11. Не променяйте настройките за отопление, охлаждане и възможните настройки на овлажняване.
12. Не планирайте почистване на въздуховодите в този период.
13. Сменявайте централния външен въздушен филтър и филтрите за изхвърляния въздух, както обикновено, съгласно схемата за поддръжка.
14. Редовните дейности за смяна и поддръжка на филтъра се извършват с общи защитни мерки, включително респираторна защита.

Заклучителна страница

Този документ е подготвен от група доброволци на REHVA, първата версия за периода 6-15 март 2020 г.

Членове на експертната група са:

Проф. Jarek Kurnitski, Технически университет в Талин,

Председател на Комитета за технологии и изследвания REHVA Atze Boerstra, вицепрезидент на REHVA, управляващ директор

Francesco Franchimon, управляващ директор Franchimon ICM

Проф. Livio Mazzarella, Милански политехнически университет

Jaap Hogeling, мениджър Международни проекти в ISSO

Frank Novorka, президент на REHVA, директор FPI за технологии и иновации, Париж

Почетен проф. Olli Seppänen, университет в Аалто

Този документ беше прегледан от проф. Yuguo Li от Университета в Хонконг, проф. Shelly Miller от Университета в Колорадо Боулдър, проф. Pawel Wargocki от Техническият университет в Дания и проф. Lidia Morawska от Техническият университет в Куинсланд.

Обратна връзка

Ако сте специалист по въпросите, разгледани в този документ и имате забележки или предложения за подобрения, не се колебайте да се свържете с нас чрез info@rehva.eu. Моля, когато ни изпращате имейл, посочете като тема „COVID-19 interim document“.

Литература

Този документ отчасти се базира на литературно проучване, научните документи и други използвани документи могат да бъдат намерени в този документ:

https://www.rehva.eu/fileadmin/user_upload/REHVA_Literature_COVID-19_guidance_document_ver2_20200402.pdf

ⁱ WHO, 2020b

ⁱⁱ Hung, 2003

ⁱⁱⁱ WHO, 2020a

^{iv} Zhang et al, 2020

^v Guan W-J et al, 2020

^{vi} Luongo et al, 2016

^{vii} Li et al, 2007

^{viii} Monto, 1974

^{ix} Doremalen et al, 2013

^x Ijaz et al, 1985

^{xi} Casanova et al, 2010

^{xii} Doremalen et al, 2020

^{xiii} Li et al, 2005a

^{xiv} Li et al, 2005b

^{xv} WHO, COVID-19 technical guidance: Guidance for schools, workplaces & institutions (Техническо ръководство за COVID-19: Ръководство за училища, работни места и институции)

^{xvi} Japanese Ministry of Health, Labour and Welfare (Японско министерство на здравеопазването, труда и благосъстоянието)

^{xvii} Doremalen et al, 2020

^{xviii} Nishiura et al, 2020

^{xix} Allen and Marr, 2020

^{xx} Chin et al, 2020

^{xxi} Doremalen et al, 2020

^{xxii} Morawska, 2006

^{xxiii} Salah et al, 1988

^{xxiv} Kudo et al, 2019

^{xxv} ISO 17772-1:2017 and EN 16798-1:2019

^{xxvi} Carlsson et al, 1995

^{xxvii} Ruud, 1993

^{xxviii} Han et al, 2005

^{xxix} Fisk et al, 2002

^{xxx} Sipolla MR, Nazaroff WW, 2003. Modelling particle loss in ventilation ducts. Atmospheric Environment. 37(39-40): 5597-5609 (Моделиране на загубата на частици във вентилационните канали. Атмосферна среда. 37 (39-40): 5597-5609)

^{xxxi} Best et al, 2012