

Zapobieganie rozprzestrzenianiu się COVID-19 w miejscach pracy

Wytyczne REHVA dotyczące obsługi instalacji wentylacji, klimatyzacji oraz pozostałych instalacji sanitarnych

Opracowanie: Anna BOGDAN, Wojciech RATAJCZAK

W związku z panującą obecnie pandemią, europejska organizacja REHVA (The Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations) przygotowała porady w zakresie obsługi i użytkowania systemów instalacji budowlanych (ogrzewanie, wentylacja i klimatyzacja) w czasie epidemii koronawirusa (COVID-19). Materiał ten, dostępny na stronie: www.rehva.edu, jest cały czas aktualizowany zgodnie z najnowszą dostępną wiedzą.

Zgodnie z ostatnimi doniesieniami, istnieją dowody wskazujące na transmisję COVID-19 w wydychanym przez człowieka aerozolu, do przestrzeni powietrznej, na znaczne odległości. W związku z powyższym zachowanie odpowiedniej fizycznej odległości między użytkownikami pomieszczeń jest bardzo ważne. Należy dążyć do uniknięcia bliskiego kontaktu między osobą zakażoną a zdrową (minimum 1,5 m). Ponadto, aby obniżyć ryzyko zakażenia krzyżowego i obniżyć stężenie wydychanego przez człowieka aerozolu w powietrzu należy stosować odpowiednią wentylację i zapewnić skuteczny rozdział powietrza w przestrzeniach.

W tym celu przedstawiono poniżej wskazówki dotyczące instalacji i obejmują one informacje:

- jak obsługiwać instalacje HVAC w istniejących budynkach w czasie panującej pandemii;
- jak przeprowadzić ocenę ryzyka zakażenia i ocenić bezpieczeństwo przebywania w pomieszczeniach i budynkach różnego przeznaczenia;
- oraz jakie należy przyjąć w dalszej perspektywie działania w celu ograniczenia w przyszłości rozprzestrzeniania się chorób wirusowych w budynkach z rozwiniętymi systemami wentylacji.

Należy pamiętać, że każde pomieszczenie i budynek jest szczególnym przypadkiem, niemniej można zdefiniować 15 zaleceń do zastosowania w istniejących budynkach przy stosunkowo niskich kosztach, w celu zmniejszenia liczby zakażeń krzyżowych w pomieszczeniach. Podstawową zasadą jest

zwiększenie natężenia przepływającego powietrza przez budynki. Duże przestrzenie, takie jak sale lekcyjne, które są wentylowane powietrzem w ilościach zgodnych z obowiązującymi normami, wydają się być w miarę bezpieczne, natomiast małe pomieszczenia zajmowane przez kilka osób umożliwiają przenoszenie infekcji, nawet jeśli są dobrze wentylowane. Chociaż istnieje wiele możliwości ulepszenia rozwiązań wentylacyjnych w przyszłości, należy pamiętać, że obecna technologia i wiedza pozwalają na bezpieczne wykorzystanie pomieszczeń w budynkach podczas epidemii COVID-19, jeśli system wentylacji spełnia obowiązujące normy i przeprowadzana została ocena ryzyka rozprzestrzeniania infekcji dla całego systemu.

Rozpoznanie dróg przenoszenia wirusa

W przypadku COVID-19, jak i wielu innych wirusowych chorób układu oddechowego, dominują trzy drogi przenoszenia:

- łączona transmisja kropelkowa i powietrzna w obszarze bliskiego kontaktu (1-2 m), wynikająca z rozprzestrzeniania kropelek i aerozoli emitowanych podczas kichania, kaszlu, śpiewu, krzyku, mówienia i oddychania;
- transmisja powietrza dalekiego zasięgu, bazująca na aerozolu wydychanym przez człowieka;
- kontakt powierzchniowy (poprzez materiał zakaźny) pojawiający się przy kontakcie dłoń – dłoń lub dłoń – powierzchnia.

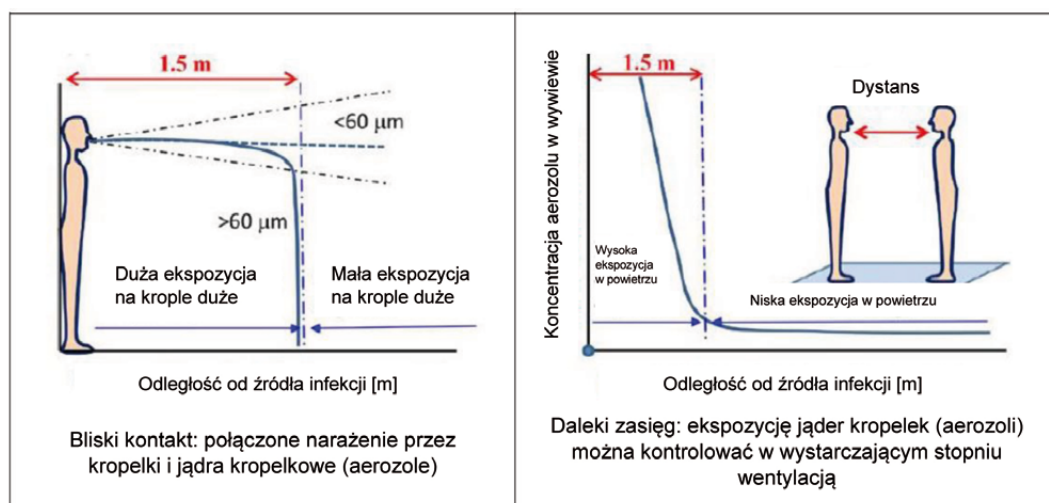
Istnieją sposoby, aby uniknąć zarażenia wymienionymi drogami. Są to przede wszystkim:

- zachowanie fizycznej odległości między użytkownikami pomieszczeń,
- odpowiednia wentylacja pomieszczeń w celu uniknięcia przenoszenia wirusów drogą powietrzną
- higiena rąk w celu uniknięcia bezpośredniego przenoszenia wirusa poprzez kontakt.

Dodatkowe drogi przenoszenia wirusa, na które zwrócono ostatnio uwagę, to fekalno-oralna oraz powtórne zawieszenie wirusa.

Wielkość cząsteczki koronawirusa to 80-160 μm [1]. Wirus pozostaje aktywny na powierzchniach materii stałej przez wiele godzin, a nawet kilka dni, chyba że nastąpi specjalne oczyszczenie powierzchni [2, 3, 4]. W powietrzu wewnętrznym wirus może pozostać aktywny do 3 godzin i aż do 2, 3 dni na powierzchniach [5]. Wirus przenoszony w powietrzu jest zawarty w wydychanych kropkach płynu oddechowego, przy czym większe kropki opadają dość szybko na podłogę, natomiast mniejsze zostają zawieszony w pomieszczeniu i mogą przemieszczać się na duże odległości przenoszone przez strumienie powietrza w pomieszczeniach i w kanałach powietrza wywiewanego,

Obecna technologia i wiedza pozwalają na bezpieczne wykorzystanie pomieszczeń w budynkach podczas epidemii COVID-19, jeśli system wentylacji spełnia obowiązujące normy i przeprowadzana została ocena ryzyka rozprzestrzeniania infekcji dla całego systemu



Rys. 1. Transmisja aerozolu wydychanego przez człowieka w powietrzu

a także w kanałach nawiewnych, jeżeli powietrze jest recyrkulowane. Wydychane kropelki z dróg oddechowych (aerozole), które są zawieszane w powietrzu, mają średnicę od mniej niż 1 µm do ponad 100 µm, co jest największym rozmiarem cząstek wdychanych. Główne mechanizmy przenoszenia w powietrzu przedstawiono na rysunku 1.

Transmisja w powietrzu zależy od wielkości kropli [6, 7, 8] i jest zwykle podzielona na obszary bliskiego i dalekiego zasięgu w wymieniony poniżej sposób.

1. **Obszar przenoszenia kropli bliskiego zasięgu** można określić na podstawie odległości pokonywanej zanim kropelki o średnicy do 2000 µm opadną na powierzchnię. Przy początkowej prędkości wydychania kropelek wynoszącej 10 m/s większe kropelki opadają w granicach 1,5 m od źródła. Czynnności oddechowe odpowiadają prędkości kropli 1 m/s przy normalnym oddychaniu, 5 m/s przy mówieniu, 10 m/s przy kaszlu i 20÷50 m/s przy kichaniu. Wyrzucone kropelki parują i wysychają w powietrzu, zatem końcowe jądra kropli kurczą się do około połowy lub

Male agregaty i pompy ciepła
Dedykowane pompy ciepła
Komercyjne i przemysłowe agregaty
Komercyjne i przemysłowe pompy ciepła
Agregaty do jednoczesnego i niezależnego chłodzenia i grzania
Klimakonwektory
Klimatyzacja precyzyjna
Centrale typu Roof-Top
Centrale wentylacyjne
Agregaty skraplające
Systemy sterowania i nadzoru

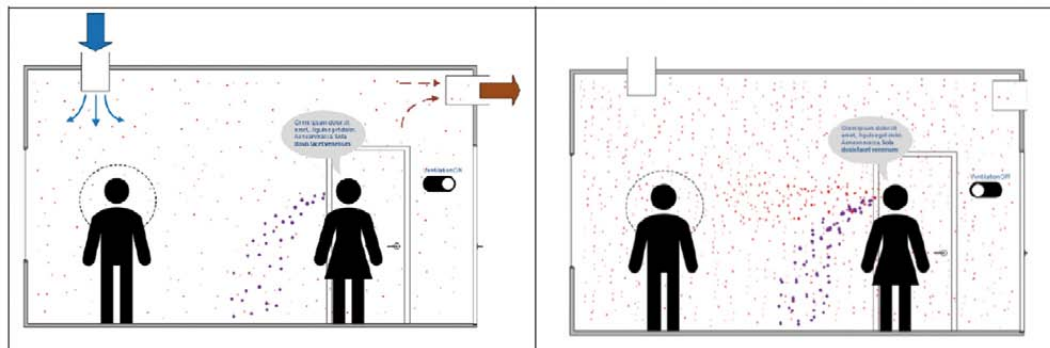
Sustainable COMFORT

Mitsubishi Electric Europe B.V.
 Sp. z o.o. Oddział w Polsce
 ul. Sienkiewicza 13A
 05-120 Legionowo, Polska
 T: +48 22 766 34 55
 climaveneta@mpl.mee.com

RC IT COOLING **CLIMAVENETA®**
MITSUBISHI ELECTRIC
Changes for the Better

REKLAMA

Rozpoczęcie działania układu wentylacji z nominalną wydajnością powinno odbyć się co najmniej dwie godziny przed godziną otwarcia budynku i przełączyć na niższą prędkość dwie godziny po zakończeniu użytkowania budynku



Rys. 2. Wpływ wentylacji na rozprzestrzenianie się wydychanego aerozolu w powietrzu w zamkniętym pomieszczeniu

jednej trzeciej początkowej średnicy [9]. Krople o średnicy początkowej mniejszej niż $60\ \mu\text{m}$ nie przedostają się do podłoga zanim całkowicie wyschną i mogą być przenoszone przez strumień powietrza na odległość większą niż $1,5\ \text{m}$.

2. Przenoszenie drogą powietrzną na odległości powyżej $1,5\ \text{m}$ dla kropli $<50\ \mu\text{m}$. Wysychanie kropli to szybki proces – na przykład krople $50\ \mu\text{m}$ wysychają w ciągu około dwóch sekund, a krople $10\ \mu\text{m}$ w ciągu $0,1\ \text{s}$ do jąder kropli o średnicy równej mniej więcej połowie średnicy początkowej. Jądra kropli $<10\ \mu\text{m}$ mogą być przenoszone przez strumień powietrza na duże odległości, ponieważ prędkości osiadania dla cząstek $10\ \mu\text{m}$ i $5\ \mu\text{m}$ (średnica równowagi jąder kropelek) wynoszą $0,3\ \text{cm/s}$ i $0,08\ \text{cm/s}$. Z tej przyczyny krople te potrzebują oko-

ło $8,3$ i 33 minuty, aby być przeniesione o $1,5\ \text{m}$. Ze względu na natychmiastowe wysychanie, termin „kropla” jest często używany do określenia wysuszonych jąder kropli, które wciąż zawierają niewielką ilość płynu umożliwiającego przetrwanie wirusom. Jądra kropli tworzą w powietrzu zawieszoną cząstkę, czyli aerozol. Przy efektywnej wentylacji mieszającej stężenie aerozolu jest prawie stałe w odległości $1\div 1,5\ \text{m}$ od źródła zanieczyszczeń. Największy wpływ na stężenie aerozolu ma krotność wymiany powietrza w pomieszczeniach, niemniej jak przedstawiono powyżej – może być ono również redukowane przy osadzeniu się i rozkładzie kropli obciążonych wirusami.

Z tej przyczyny ważniejsze od tego, jak daleko przemieszczają się kropelki różnej wielkości, jest odległość od źródła lub zakażonej osoby, przy której osiągnięte zostanie prawie stałe stężenie aerozolu. Jak pokazano na rysunku 1. (z prawej strony), stężenie jąder kropli gwałtownie spada w odległości $1\div 1,5$ metra od wydechu człowieka [10]. Efekt ten wynika z aerodynamiki przepływu strumienia wydechowego oraz przepływu w mikrośrodkowisku wokół użytkownika. Rozkład jąder kropli zależy od lokalizacji użytkownika w pomieszczeniu, krotności wymiany powietrza, rozdziału powietrza [11]. Z tej przyczyny bliski kontakt w obrębie pierwszego $1,5$ metra stwarza dużą ekspozycję zarówno na duże krople, jak i na jądra kropli, co potwierdzają badania eksperymentalne i numeryczne [11]. Stężenia aerozoli i infekcje krzyżowe w odległości od $1,5\ \text{m}$ lub więcej od osoby zakażonej można kontrolować za pomocą odpowiednich rozwiązań rozdziału powietrza. Wpływ wentylacji ilustruje rysunek 2.

Przeniesienie w wyniku kontaktu z powierzchnią (poprzez materiał zakaźny) może wystąpić, gdy wyrzucane duże krople spadają na pobliskie powierzchnie i przedmioty, takie jak biurka i stoły. Osoba może zostać zarażona COVID-19, dotykając powierzchni lub przedmiotu, na którym znajduje się wirus, a następnie dotykając ust, nosa lub ewentualnie oczu, niemniej CDC USA [12] stwierdza, że ta droga nie jest uważana obecnie za główną drogę rozprzestrzenienia się wirusa. WHO rozpoznaje również drogę fekalno-ustną (wirusy wykryto w próbkach kału) i jako środek ostrożności proponuje splukiwanie toalet przy zamkniętej pokrywie. Ponadto należy koniecznie unikać wysychania odpływów i syfonów w podłogach i innych urządzeniach sanitarnych poprzez regularne dodawanie wody (nie rzadziej niż co trzy tygodnie; w zależności od klimatu). Zapobiega to przenikaniu aerozolu z i do kanalizacji i jest zgodne z obserwacjami podczas wybuchu SARS w latach 2002-2003, kiedy to otwarte połączenia z kanalizacją okazały się drogą przesyłu wirusów w budynku mieszkalnym w Hongkongu (Amoy Garden) [13].

Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób (ECDC) przygotowało wytyczne dla organów zdrowia publicznego w krajach UE / EOG i Wielkiej Brytanii dotyczące wentylacji pomieszczeń w kontekście COVID-19.

Główne wnioski ECDC można podsumować następująco:

- przenoszenie COVID-19 często występuje w zamkniętych pomieszczeniach;
- obecnie nie ma dowodów na infekcję ludzi COVID-19 spowodowaną przez zakaźne aerozole rozprawdane przez kanały powietrzne systemu wentylacji; ryzyko jest oceniane jako bardzo niskie;
- dobrze utrzymane systemy HVAC, w tym jednostki klimatyzacyjne, bezpiecznie filtrują duże krople zawierające COVID-19. Aerozole COVID-19 (małe kropelki i jądra kropelkowe) mogą rozprzestrzeniać się przez systemy HVAC w budynku jeśli powietrze jest recykulowane;
- przepływ powietrza generowany przez klimatyzatory może ułatwiać rozprzestrzenianie się kropelek wydalanych przez osoby zakażone na większe odległości w pomieszczeniach;
- systemy HVAC mogą odgrywać uzupełniającą rolę w zmniejszaniu transmisji w pomieszczeniach poprzez zwiększenie szybkości wymiany powietrza, zmniejszenie recykulacji powietrza i zwiększenie wykorzystania powietrza zewnętrznego;
- administratorzy budynków powinni konserwować instalacje grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne zgodnie z aktualnymi instrukcjami producenta, w szczególności dotyczącymi czyszczenia i wymiany filtrów. Nie ma żadnych korzyści ani potrzeby wykonywania dodatkowych cykli konserwacyjnych w związku z COVID-19;
- należy unikać ustawień energooszczędnych w instalacjach wentylacji, takich jak wentylacja na żądanie sterowana za pomocą timera lub detektorów CO_2 ;
- należy rozważyć wydłużenie czasu pracy systemów HVAC przed i po regularnym okresie użytkowania obiektów;
- bezpośredni przepływ powietrza należy skierować z dala od grup użytkowników, aby uniknąć rozprzestrzeniania się przenoszenia patogenów od zakażonych użytkowników;
- administratorzy odpowiedzialni za zgromadzenia i ustawienia infrastruktury krytycznej powinni z pomocą swoich zespołów technicznych / konserwacyjnych określić możliwość unikania recykulacji powietrza; powinni rozważyć dokonanie przeglądu swoich procedur stosowania recykulacji w systemach HVAC w oparciu o informacje dostarczone przez producenta lub, jeśli są niedostępne, zasięgnąć porady producenta;
- przez cały czas należy zapewnić minimalną liczbę wymian powietrza na godzinę, zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi; zwiększenie liczby wymian powietrza na godzinę zmniejszy ryzyko przenoszenia wirusa w pomieszczeniach zamkniętych, można to osiągnąć poprzez wentylację naturalną lub mechaniczną, w zależności od dostępnych rozwiązań.

Niedawno pojawiły się nowe dowody i ogólne rozpoznanie drogi przenoszenia opartej na aerozolu. Względny udział różnych tras transmisji w rozprzestrzenianiu się COVID-19 nie jest jeszcze znany, stąd nie można do końca określić czy transmisja oparta na aerozolu odgrywa główną, czy tylko znaczącą rolę. W szpitalach z wysokim współczynnikiem krotności wymian powietrza wynoszącym 12 1/h przenoszenie aerozoli jest w większości eliminowane, jednakże w słabo wentylowanych pomieszczeniach może dominować. W literaturze medycznej zaczęto mówić o nowym paradygmacie zakaźnych aerozoli. Stwierdzono, że nie ma dowodów, iż infekcja dróg oddechowych jest związana z obecnością dużych kropelek w powietrzu. Nie ma także dowodów, iż dominują cząsteczki małe. A takie stanowisko jest przedstawione w wytycznych [14]. W kontekście budynków i przestrzeni wewnętrznych nie ma wątpliwości, że ryzyko zakażenia krzyżowego można kontrolować poprzez zachowanie odległości do 1,5 m od osoby zakażonej i stosowaniem odpowiednich rozwiązań wentylacyjnych.

Propozycje REHVA dla instalatorów, administratorów, zarządzających systemami wentylacji i klimatyzacji w budynkach

1. Wentylacja mechaniczna. W budynkach z systemami wentylacji mechanicznej zaleca się wydłużenie czasu pracy tych systemów. Rozpoczęcie działania układu wentylacji z nominalną wydajnością powinno odbyć się co najmniej 2 godziny przed godziną otwarcia budynku i przełączyć na niższą prędkość 2 godziny po zakończeniu użytkowania budynku. W systemach wentylacji sterowanych na żądanie należy zmienić nastawę układu na poziom CO₂ równy 400 ppm, aby utrzymać pracę przy nominalnej wydajności. Należy utrzymywać działanie układu wentylacji 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu z dopuszczeniem obniżenia wydajności podczas nieobecności użytkowników. W budynkach opuszczonych z powodu pandemii (niektóre biura lub budynki edukacyjne) nie zaleca się przełączania wentylacji na obniżoną wydajność.

W okresach braku obecności użytkowników wentylację można uruchamiać okresowo, aby zachować minimalny przepływ powietrza zewnętrznego zalecany w normie EN 16798-1: 2019 i wynoszący 0,15 l/s na m² podłogi.

Ogólna zasada bazuje na dostarczeniu jak największej ilości powietrza zewnętrznego w odniesieniu do metra kwadratowego powierzchni podłogi. Jeżeli liczba użytkowników budynku jest zmniejszona – należy zachować fizyczną odległość między użytkownikami (min. 2÷3 m) w celu zwiększenia efektu rozcieńczenia wentylacji.

Systemy wentylacji wyciągowej toalet powinny działać 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu, podobnie jak główny system wentylacyjny. Powinien on zostać przełączony na wydajność nominalną co najmniej 2 godziny przed otwarciem budynku i można go przełączyć na mniejszą prędkość 2 godziny po zakończeniu użytkowania budynku. Jeśli nie jest możliwe sterowanie prędkością wentylatora, wówczas wentylacja toalety powinna działać 24 godziny na dobę, 7 dni w tygodniu na pełnych obrotach.

2. Otwieranie okien. Ogólnym zaleceniem jest trzymanie się z dala od zatłoczonych i słabo wentylowanych miejsc. W budynkach bez systemów wentylacji mechanicznej zaleca się aktywne otwieranie okien, w dużo większym zakresie niż

to było realizowane przed rozpoczęciem pandemii. Przed rozpoczęciem użytkowania pomieszczenia okna powinny być otwarte przez około 15 minut (zwłaszcza, gdy pokój był wcześniej zajęty przez innych użytkowników). Również w budynkach z wentylacją mechaniczną otwarcie okna może służyć do dodatkowej wentylacji pomieszczeń. Otwarte okna w toaletach mogą powodować przepływ zanieczyszczonego powietrza z toalety do innych pomieszczeń, co oznacza, że wentylacja zaczyna działać w odwrotnym kierunku. Należy wtedy unikać otwartych okien w toaletach, ale jeżeli nie ma odpowiedniej wentylacji wyciągowej w toaletach i nie można uniknąć otwarcia okien, ważne jest, aby okna pozostawały otwarte również w innych pomieszczeniach, aby uzyskać przepływ krzyżowy w całym budynku.

3. Wilgotność względna (RH) i temperatura. Oba te parametry wpływają na żywotność wirusów, tworzenie się jąder kropekowych i na podatność błon śluzowych na zakażenie osób przebywających w pomieszczeniu. Przenoszenie niektórych wirusów w budynkach można zmienić, zmieniając temperaturę powietrza i poziom wilgotności, od których zależy żywotność wirusa (koronawirusy są dość odporne na zmiany środowiska i podatne są jedynie na bardzo wysoką wilgotność względną powyżej 80% i temperaturę powyżej 30°C). Osiągnięcie takich parametrów nie jest ani możliwe do uzyskania, ani akceptowalne w budynkach ze względu na komfort cieplny pomieszczenia i zagrożenie niepożądanego rozwoju mikroorganizmów. Obecnie nic nie potwierdza poglądu, że umiarkowana wilgotność (RH 40÷60%) jest korzystna w zmniejszaniu żywotności COVID-19, a więc nawilżanie NIE jest metodą zmniejszania żywotności COVID-19. W budynkach wyposażonych w centralne nawilżanie nie ma potrzeby zmiany nastaw systemów nawilżania (zwykle 25 lub 30%). Zazwyczaj żadna regulacja nastaw dla systemów ogrzewania lub chłodzenia nie jest potrzebna, a systemy mogą działać normalnie, ponieważ nie ma to wpływu na ryzyko przeniesienia COVID-19.

4. Bezpieczne użytkowanie sekcji odzysku ciepła. Przenoszenie cząstek wirusów przez urządzenia do odzysku ciepła nie stanowi problemu wyłącznie w przypadkach, gdy system HVAC jest wyposażony w urządzenie do odzysku ciepła, które gwarantuje 100% separację powietrza między stroną powrotną i nawiewną. Niektóre urządzenia do odzysku ciepła mogą przenosić zanieczyszczenia w postaci cząstek stałych i fazy gazowej od strony powietrza wywiewanego stroną kierunku powietrza nawiewanego poprzez nieuszczelnności. Obrotowe wymienniki ciepła mogą być narażone na znaczne wycieki w przypadku złej konstrukcji i konserwacji. W przypadku prawidłowo działających obrotowych wymienników ciepła wskaźniki wycieków są bardzo niskie i mieszczą się w zakresie 1-2%, co w praktyce jest nieistotne. W przypadku istniejących systemów przeciek nie powinien przekraczać 5% i być kompensowany zwiększonym napływem strumienia powietrza zewnętrznego, zgodnie z EN 16798-3: 2017. W wielu przypadkach stosowania obrotowych wymienników ciepła wentylatory są zamontowane w sposób umożliwiający osiągnięcie nadciśnienia po stronie powietrza wywiewanego, co powoduje przenoszenie powietrza wywiewanego do powietrza nawiewanego. Stopień niekontrolowanego przenoszenia zanieczyszczonego powietrza wywiewanego może w takich przypadkach dochodzić 20%,

Zabrudzone i zużyte filtry nie są w tym kontekście źródłem zanieczyszczeń, ale zmniejszają przepływ powietrza nawiewanego, co ma negatywny wpływ na zmniejszenie poziomu zanieczyszczenia w pomieszczeniach

co jest niedopuszczalne. Wykazano, że obrotowe wymienniki ciepła, które są odpowiednio skonstruowane, zainstalowane i konserwowane, mają prawie zerowy transfer zanieczyszczeń związanych z cząstkami (w tym bakterii przenoszonych przez powietrze, wirusów i grzybów), a przepływ jest ograniczony do zanieczyszczeń gazowych, takich jak dym tytoniowy i inne zapachy. Nie ma dowodów na to, że obciążone wirusami cząsteczki o rozmiarze większym aniżeli 0,2 µm zostałyby przeniesione. Ponieważ stopień wycieku nie zależy od prędkości obrotowej wirnika, nie jest konieczne wyłączanie wirników. Normalna praca wirników ułatwia utrzymanie wyższych współczynników wentylacji. Wiadomo, że przeciek przenoszony jest największy przy niskim przepływie powietrza, dlatego należy stosować wyższe strumienie powietrza wentylacyjnego.

W przypadku wykrycia krytycznych nieszczelności w sekcjach odzysku ciepła, opcją może być regulacja ciśnienia lub objętości (niektóre systemy mogą być wyposażone w objętości), aby uniknąć sytuacji, w której wyższe ciśnienie po stronie wywiewu spowoduje wyciek powietrza do strony nawiewnej. Różnice ciśnień można skorygować za pomocą przepustnic lub innych rozsądnych rozwiązań. Podsumowując, zalecamy sprawdzenie sprzętu do odzysku ciepła, w tym pomiar różnicy ciśnień i oszacowanie wycieku.

Jeżeli jest to technicznie możliwe, zaleca się zamontowanie filtra wyższej klasy w istniejących ramach i zwiększenie ciśnienia wentylatora wyciągowego bez zmniejszania natężenia przepływu powietrza

5. Recyrkulacja. Materiał wirusowy w kanałach powietrza wywiewanego (powrotnego) może ponownie dostać się do budynku, gdy centralne wentylacyjne są wyposażone w jednostki recyrkulacji. Ogólnym zaleceniem jest unikanie centralnej recyrkulacji. Czasami centrale wentylacyjne i sekcje recyrkulacji są wyposażone w filtry powietrza powrotnego. Nie powinno to być powodem do utrzymywania otwartych przepustnic recyrkulacyjnych, ponieważ filtry te zwykle nie odfiltrują skutecznie materiału wirusowego, ponieważ mają grubą lub średnią skuteczność filtra (klasa filtra G4 / M5 lub ISO zgrubny / ePM10). W systemach powietrznych i systemach powietrzno-wodnych, w których nie można uniknąć centralnej recyrkulacji z powodu ograniczonej wydajności chłodniczej lub grzewczej, należy maksymalnie zwiększyć udział powietrza zewnętrznego i zaleca się dodatkowe środki w celu filtrowania powietrza powrotnego. Aby całkowicie usunąć cząsteczki i wirusy z powietrza powrotnego, potrzebne są filtry HEPA. Jednak ze względu na większy spadek ciśnienia i specjalne wymagane ramy filtrów, zwykle nie jest łatwo zainstalować filtry HEPA do istniejących systemów. Alternatywnie można zastosować instalację kanałową urządzeń do dezynfekcji, takich jak promieniowanie ultrafioletowe bakteriobójcze (UVGI), zwane również bakteriobójczym ultrafioletem (GUV). Istotne jest, aby ten sprzęt był odpowiednio dobrany i zainstalowany. Jeżeli jest to technicznie możliwe, zaleca się zamontowanie filtra wyższej klasy w istniejących ramach i zwiększenie ciśnienia wentylatora wyciągowego bez zmniejszania natężenia przepływu powietrza. Minimalnym ulepszeniem jest wymiana istniejących niskosprawnych filtrów powietrza powrotnego na filtry ePM1 80% (dawniej F8). Filtry poprzedniej klasy F8 mają odpowiednią skuteczność wychwytywania cząstek obciążonych wirusami (wydajność wychwytywania 65÷90% dla PM1).

6. Cyrkulacja na poziomie pomieszczenia: klimakonwektory, jednostki typu split i indukcyjne. W pomieszczeniach wyposażonych jedynie w klimakonwektory lub jednost-

ki typu split (systemy na wodę lub systemy bezpośredniego odparowania) priorytetem jest zapewnienie odpowiedniej wentylacji powietrza zewnętrznego. W takich systemach wentylacja mechaniczna jest zwykle niezależna od klimakonwektorów lub jednostek typu split i możliwe są dwie opcje wentylacji:

- aktywna obsługa otwierania okien wraz z instalacją monitorowania CO₂ jako wskaźnika wentylacji powietrzem zewnętrznym;
- instalacja samodzielnego systemu wentylacji mechanicznej (lokalnej lub scentralizowanej, w zależności od technicznej wykonalności). Tylko w ten sposób można przez cały czas zapewnić wystarczający dopływ powietrza z zewnątrz do pomieszczeń.

Jeśli używana jest opcja 1, monitoring CO₂ jest ważny, ponieważ klimakonwektory i jednostki split z funkcją chłodzenia lub ogrzewania poprawiają tylko komfort cieplny i może upłynąć zbyt dużo czasu, zanim lokatorzy zauważą słabą jakość powietrza i brak wentylacji (zob. przykład monitora CO₂ w dokumencie z wytycznymi dotyczącymi budynków szkolnych).

Klimakonwektory są wyposażone w filtry zgrubne, które praktycznie nie filtrują mniejszych cząstek, ale mogą nadal gromadzić potencjalnie zanieczyszczone cząstki, które mogą następnie zostać uwolnione, gdy wentylatory zaczną działać. Klimakonwektory i jednostki indukcyjne mogą wymagać dodatkowych środków w postaci:

- klimakonwektory, belki chłodzące i inne jednostki indukcyjne wyposażone w pierwotne zewnętrzne powietrze nawiewane (systemy powietrzno-wodne), dostarczające powietrze z zewnątrz – nie wymagają żadnych szczególnych środków poza zwiększeniem jak największej wydajności wentylacji powietrza zewnętrznego;
- klimakonwektory i jednostki dzielone w pojedynczych pomieszczeniach biurowych i domach – nie wymagają żadnych środków innych niż regularne doprowadzanie powietrza z zewnątrz do pomieszczenia;
- klimakonwektory i jednostki dzielone w przestrzeniach wspólnych (większe pomieszczenia z klimakonwektorami lub jednostki typu split zajmowane przez wiele osób) – są zalecane do pracy ciągłej, aby wentylatory tych jednostek nie były wyłączane, ale pracowały w sposób ciągły z niską prędkością; jeżeli taka regulacja sterowania nie jest możliwa, jednostki powinny być zmuszone do pracy ciągłej. W godzinach przebywania osób zaleca się pozostawienie okna częściowo otwartego (jeśli są otwierane), aby zwiększyć poziom wentylacji.

7. Czyszczenie kanałów. Ten zabieg nie daje praktycznego efektu. Pojawiły się ostatnio stwierdzenia zalecające czyszczenie kanałów wentylacyjnych w celu uniknięcia przenoszenia COVID-19 przez systemy wentylacyjne. Czyszczenie kanałów nie jest skuteczne w przypadku infekcji między pomieszczeniami, ponieważ system wentylacji nie jest źródłem zanieczyszczenia, jeśli przestrzegane są przedstawione wcześniej wskazówki dotyczące odzysku ciepła i recyrkulacji. Wirusy przyczepione do małych cząstek nie osadzają się łatwo w kanałach wentylacyjnych i zwykle są przenoszone przez strumień powietrza.

8. Wymiana filtrów powietrza zewnętrznego. W kontekście COVID-19 zadawano pytania o wymianę filtra i efekt ochronny w bardzo rzadkich przypadkach zanieczyszczenia

wirusami na zewnątrz, na przykład jeśli wyloty powietrza znajdują się w pobliżu wlotów powietrza. Nowoczesne systemy wentylacyjne (centrale wentylacyjne) wyposażone są w dokładne filtry powietrza zewnętrznego zaraz za czerpnięą powietrza zewnętrznego (klasa filtra F7 lub F8 lub ISO ePM2.5 lub ePM1), które filtrują cząstki stałe z powietrza zewnętrznego. Rozmiar najmniejszych cząstek wirusa w aerozolu oddechowym wynosi około 0,2 µm (PM0.2), czyli jest mniejszy niż powierzchnia wychwytywania filtrów F8 (skuteczność wychwytywania 65-90% dla PM1). Większość materiału wirusowego zatrzymuje się już w obszarze wychwytywania filtrów. Oznacza to, że w rzadkich przypadkach skażonego powietrza zewnętrznego standardowe dokładne filtry powietrza zewnętrznego zapewniają odpowiednią ochronę przed sporadycznym występowaniem materiału wirusowego w powietrzu zewnętrznym. Natomiast sekcje odzysku ciepła i recykulacji wyposażone są w mniej efektywne średnie lub zgrubne filtry powietrza wywiewanego (G4 / M5 lub ISO zgrubne / ePM10), których celem jest ochrona urządzeń przed zapyleniem. Filtry te mają bardzo niską skuteczność wychwytywania materiału wirusowego. Z punktu widzenia wymiany filtra można zastosować standardowe procedury konserwacyjne. Zabrudzone i zużyte filtry nie są w tym kontekście źródłem zanieczyszczeń, ale zmniejszają przepływ powietrza nawiewanego, co ma negatywny wpływ na zmniejszenie poziomu zanieczyszczenia w pomieszczeniach. W związku z tym filtry należy wymieniać zgodnie ze standardowymi procedurami, gdy przekroczone zostaną ograniczenia ciśnienia lub czasu, jak również zgodnie z planowanym terminem konserwacji. Podsumowując, nie zaleca się wymiany istniejących filtrów powietrza zewnętrznego i zastępowania ich innymi typami filtrów, ani też nie zaleca się ich wcześniejszej niż zwykle wymiany.

9. Bezpieczeństwo pracowników. Personel zajmujący się konserwacją instalacji HVAC może być narażony na ryzyko zakażenia podczas przeprowadzania planowej konserwacji, kontroli lub wymiany filtrów (zwłaszcza filtrów powietrza wywiewanego), jeśli nie będą przestrzegane standardowe procedury bezpieczeństwa. W celu zachowania bezpieczeństwa pracowników, należy zawsze zakładać, że filtry, kanały powietrza wywiewanego i urządzenia do odzyskiwania ciepła mogą zawierać aktywny materiał mikrobiologiczny, w tym żywe wirusy. Jest to szczególnie ważne w każdym budynku, w którym ostatnio miała miejsce infekcja. Filtry należy wymieniać przy wyłączonym systemie, z założonymi rękawicami i ochroną dróg oddechowych oraz utylizować w szczelnie zamkniętej torbie.

10. Oczyszczacze powietrza w pomieszczeniu i lampy UVGI (bakterio-bójcze promieniowanie ultrafioletowe). Mogą być przydatne w określonych sytuacjach. Oczyszczacze powietrza w pomieszczeniu usuwają cząsteczki z powietrza, co daje podobny efekt jak wentylacja powietrza zewnętrznego. Oczyszczacze powietrza muszą mieć skuteczność filtra HEPA, tj. na ostatnim etapie filtracji należy zamontować filtr HEPA. Niestety, najbardziej atrakcyjne cenowo oczyszczacze powietrza w pomieszczeniach nie są wystarczająco skuteczne. Urządzenia wykorzystujące zasady filtracji elektrostatycznej zamiast filtrów HEPA (nie to samo co jonizatory pokojowe!) często pracują z podobną wydajnością. Ponieważ przepływ powietrza przez filtry powietrza jest ograniczony, powierzchnia obsłużyć pomieszczenia które mogą obsłużyć, jest zwykle dość mała. Aby dobrać filtr powietrza o odpowiednim rozmiarze, przepustowość urządzenia (przy akceptowalnym poziomie hałasu) musi wynosić co najmniej 2 wymiany na godzinę, a najlepiej, aby wynosiła 5 wymian na godzinę. Jeśli filtry powietrza są używane w dużych przestrzeniach, należy je umieścić blisko użytkowników. Specjalny sprzęt do dezynfekcji UVGI może być instalowany w kanałach powietrza powrotnego w systemach z recykulacją lub instalowany w pomieszczeniu, aby usuwać wirusy i bakterie. Sprzęt taki, najczęściej używany w placówkach służby zdrowia, wymaga odpowiedniego rozmiaru, instalacji i konserwacji. Z tej przyczyny oczyszczacze powietrza są łatwym do zastosowania krótkoterminowym środkiem wspierającym działanie systemu, ale w dłuższej perspektywie nie powinny być stosowane,

Dobre samopoczucie zależy od powietrza

Klimatyzatory pokojowe Bosch Climate

Zdrowie oraz dobre samopoczucie
Niezawodność pracy
Komfort i efektywność
Oszczędność energii



www.bosch-klimatyzacja.pl



a odpowiednie zmiany w zakresie zwiększenia ilości powietrza dostarczanego do pomieszczeń powinny być rozważone.

11. **Toalety.** Jeśli deski sedesowe są wyposażone w pokrywy, zaleca się spłukiwanie toalet przy zamkniętych pokrywach, aby zminimalizować uwalnianie kropelek i pozostałości kropelek z przepływającego powietrza. Użytkowników budynku należy wyraźnie poinstruować, aby korzystali z pokryw. Uszczelnienia wodne (syfony) muszą działać przez cały czas. Należy regularnie sprawdzać uszczelnienia wodne (odpływy i pułapki w kształcie litery U) i dodawać wodę, jeśli to konieczne, przynajmniej co trzy tygodnie.

12. **Ryzyko legionellozy.** Przez cały czas trwania epidemii (COVID-19) w wielu budynkach wyposażonych w instalację HVAC i wodne mogło dojść do wyłączenia systemu HVAC przez dłuższy czas (np. w hotelach czy ośrodkach wypoczynkowych, szkołach, obiektach sportowych, basenach, siłowniach itp.). W zależności od różnych czynników, w tym układu i projektu systemu, długotrwałe ograniczone (lub całkowite) wyłączenie instalacji może prowadzić do stagnacji wody w „wodnych” częściach instalacji HVAC, co zwiększa ryzyko rozwoju bakterii Legionella pneumophila po ponownym uruchomieniu instalacji. Przed ponownym uruchomieniem systemu należy przeprowadzić dokładną analizę ryzyka, aby ocenić wszelkie związane z tym ryzyko legionellozy, uwzględniając zapisy przedstawione między innymi w wytycznych REHVA [15] czy CIBSE [16, 17] oraz ECDC [18].

13. **Monitorowanie jakości powietrza.** Ryzyko zakażenia krzyżowego w pomieszczeniach jest bardzo wysokie, jeżeli pomieszczenia nie są odpowiednio wentylowane. Jeśli sterowanie wentylacją wymaga działań podejmowanych przez użytkowników (systemy wentylacji hybrydowej lub naturalnej) lub w budynku nie ma dedykowanego systemu wentylacji, zaleca się zainstalowanie w strefie przebywania użytkowników czujników CO₂, które ostrzegają przed niedostateczną wentylacją, szczególnie w pomieszczeniach często użytkowanych przez godzinę lub więcej według grup osób (np. sale lekcyjne, sale konferencyjne, restauracje). Podczas epidemii zaleca się tymczasową zmianę domyślnych ustawień wskaźnika świetlnego tak, aby żółte / pomarańczowe światło (lub ostrzeżenie) było ustawione na 800 ppm i czerwone światło (lub alarm) do 1000 ppm, aby wyzwoić natychmiastowe działanie w celu przewentylowania pomieszczenia lub nawet zmniejszenia liczby użytkowników. Można również rozważyć wykorzystanie czujników CO₂ zainstalowanych w sieci w budynku. Sygnały z tych czujników mogą być używane do ostrzegania użytkowników budynku przed korzystaniem we właściwy sposób z możliwości otwierania i systemów wentylacji mechanicznej. Można również przechowywać dane i dostarczać kierownikom obiektów tygodniowe lub miesięczne dane, w celu opracowania metod, na bazie informacji o wykorzystaniu pomieszczeń, ograniczających ryzyko infekcji.

Zapraszamy na stronę internetową REHVA (<https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance>), gdzie przedstawiane są najnowsze aktualizacje wytycznych, webinaria, odpowiedzi na zadawane pytania, jak również szczegółowe zalecenia dotyczące konkretnych rozwiązań, na przykład wentylacji w szkołach.

REHVA



Federation of
European Heating,
Ventilation and
Air Conditioning
Associations



Rok założenia 1919

*Tłumaczenie i edycja materiałów REHVA (rehva.eu)
– Główna Sekcja Ciepłownictwa Ogrzewnictwa
Wentylacji i Inżynierii Atmosfery,
Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych*

OPRACOWANIE

Dr hab. inż. Anna BOGDAN, prof. PW
– Zakład Klimatyzacji i Ogrzewnictwa,
Politechnika Warszawska; Główna Sekcja
Ciepłownictwa Ogrzewnictwa Wentylacji
i Inżynierii Atmosfery PZITS



OPRACOWANIE

Mgr inż. Wojciech RATAJCZAK
– TriM-Tech TRYJANOWSKI RATAJCZAK
MAZURKIEWICZ Sp. j.; Główna Sekcja
Ciepłownictwa Ogrzewnictwa Wentylacji
i Inżynierii Atmosfery PZITS



LITERATURA:

- [1] MONTO: Medical reviews. Coronaviruses. The Yale Journal of Biology and Medicine 47(4): 234–251, 1974.
- [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.: Survival Characteristics of Airborne Human Coronavirus 229E. Journal of General Virology 66(12): 2743–2748, 1985.
- [4] CASANOVA et al.: Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces. Applied and Environmental Microbiology 76(9): 2712–2717, 2010.
- [5] DOREMALEN et al.: 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, 2020.
- [6] LUONGO et al.: Role of mechanical ventilation in the airborne transmission of infectious agents in buildings. Indoor Air 25(6): 666–678, 2016.
- [7] LI et al.: Role of ventilation in airborne transmission of infectious agents in the built environment – a multidisciplinary systematic review. Indoor Air 17(1): 2–18, 2007.
- [8] XIE et al.: How far droplets can move in indoor environments – revisiting the Wells evaporation–falling curve. Indoor Air 2007; 17: 211–225, 2007.
- [9] NICAS et al.: Toward Understanding the Risk of Secondary Airborne Infection: Emission of Respirable Pathogens. Journal of Occupational and Environmental Hygiene, 2: 143–154, 2005.
- [10] Liu et al.: Short-range airborne transmission of expiratory droplets between two people. Indoor Air 2017; 27: 452–462, <https://doi.org/10.1111/ina.12314>, 2017.
- [11] NIELSEN V. P., et al.: Contaminant flow in the microenvironment between people under different ventilation conditions. SL-08-064, ASHRAE Transactions, 632–638, 2008.
- [12] <https://www.cdc.gov/>
- [13] HUNG: The SARS epidemic in Hong Kong: what lessons have we learned? Journal of the Royal Society of Medicine 96(8): 374–378, 2003
- [14] FENNELLY KP: Particle sizes of infectious aerosols: implications for infection control. Lancet Respir Med 2020. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(20\)30323-4](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(20)30323-4), 2020.
- [15] LA MURA et al.: Legionellosis Prevention in Building Water and HVAC Systems. REHVA GB 18, 2013.
- [16] <https://www.hse.gov.uk/coronavirus/legionella-risks-during-coronavirus-outbreak.htm>
- [17] CIBSE: <https://www.cibse.org/coronavirus-covid-19/emerging-from-lockdown>, 2020.
- [18] ESCMID https://www.escmid.org/fileadmin/src/media/PDFs/3Research_Projects/ESGL/ESGL_European_Technical_Guidelines_for_the_Prevention_2017.