

ZAPOBIEGANIE  
PRZENOSZENIU  
WIRUSA W SYSTEMACH  
GRZEWczyCH,  
WENTYLACYJNYCH  
I KLIMATYZACYJNYCH

**JAKOŚĆ POWIETRZA W POMIESZCZENIACH v1.**

# Jakość powietrza w pomieszczeniach v1.

Obecna pandemia w naturalny sposób zwiększyła zainteresowanie jakością powietrza znajdującego się w pomieszczeniach. Jakość środowiska wewnętrznego jest zależna od wszystkich elementów składowych systemu wentylacyjnego i do tej pory nie odnotowano dobrze udokumentowanego ogniska epidemii SARS-CoV-2 (COVID-19), które powiązano by z przenoszeniem aerozoli przez centralny system wentylacji nawiewno-wywiewnej.<sup>4</sup>

Rozprzestrzenianie się infekcji poprzez centralny system wentylacji jest zatem bardzo mało prawdopodobne. Niemniej jednak obecnie prowadzone jest wiele badań akademickich w celu zrozumienia mechanizmu przenoszenia wirusa poprzez cząsteczki zawieszone w powietrzu jak również uzasadnione jest wprowadzanie dodatkowych środków zapobiegawczych mających na celu dalsze ograniczanie ewentualnego rozprzestrzeniania się takich cząstek w systemach wentylacyjnych.

Te środki ostrożności dotyczą wszystkich elementów systemu wentylacyjnego a nasz dokument ma na celu przedstawić praktykę, która może zostać podjęta w celu zminimalizowania ryzyka przenoszenia zanieczyszczeń.

**Wentylacja jest również bardzo ważnym sposobem zmniejszenia koncentracji wszelkich patogenów zawieszonych w powietrzu oraz istnieją dowody wskazujące, że osoby, które przebywają w pomieszczeniu słabo wentylowanym, są bardziej narażone na ryzyko zachorowania względem osób znajdujących się w dobrze wentylowanym pomieszczeniu. Wynika to z faktu, że osoby przebywające w słabo wentylowanym pomieszczeniu są wystawione na większe stężenie patogenów unoszących się w powietrzu, a ryzyko wzrasta wraz z większą ilością czasu spędzanego w takim środowisku.**<sup>19</sup>

## **RYZYKO = EKSPOZYCJA X CZAS**

### **OGRANICZENIE RYZYKA INFЕКCJI DROGĄ POWIETRZNĄ JEST MOŻLIWE POPRZEZ:**

- Skrócenie czasu spędzonego w danej lokalizacji
- Zmniejszenie stężenia materiału zakaźnego w powietrzu
- Zmniejszenie ryzyka rozprzestrzeniania się wirusa poprzez regularne mycie rąk, czyszczenie powierzchni i ograniczenie osadzania się cząstek zakaźnych

Wydajność i skuteczność wentylacji odgrywają rolę zarówno w ekspozycji na cząstki zakaźne, jak i w szybkości ich depozycji.

Ryzyko transmisji SARS-CoV2 wynika z obecności osób z bezobjawowym przebiegiem choroby lub przed jej pierwszymi objawami. Tacy chorzy przebywają w budynkach nieświadomi, że roznoszą cząstki wirusowe.<sup>19</sup>

W obliczu takiej niepewności argumentujemy, że skuteczny system wentylacji, potencjalnie wzmocniony filtracją i dezynfekcją powietrza, w sposób niezaniebdywalny przyczynia się do ogólnego zmniejszenia ryzyka zakażenia przenoszonego drogą powietrzną".<sup>16</sup>

## Spis treści

### WPROWADZENIE

- 2 Jakość powietrza w pomieszczeniach v1

### ZALECENIA OGÓLNE

- 4 Środki zapobiegające przenoszeniu wirusów drogą powietrzną
- 5 Doradztwo w zakresie użytkowania systemów grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych

### ZALECENIA OPERACYJNE

- 6 Praktyczne zalecenia dla obsługi technicznej budynku

### WYJAŚNIENIA

- 23 Wyjaśnienie prac badawczych przedstawiających powiązanie wentylacji lub klimatyzacji z przenoszeniem wirusa

### BIBLIOGRAFIA

- 26 Bibliografia

## Zastrzeżenie

---

Niniejszy dokument jest oparty na historycznych i nowych badaniach naukowych na całym świecie, aktualnych zaleceniach organizacji zawodowych zajmujących się wentylacją oraz naszej własnej wiedzy jako jednego z wiodących światowych producentów systemów HVAC.

W wielu aspektach informacje na temat koronawirusa (COVID-19) są ograniczone lub nie istnieją.

W ciągu ostatnich dwóch dekad miały miejsce trzy ogniska choroby koronawirusowej:

- SARS w 2002-2003 (SARS-CoV-1),
- MERS w 2012 (MERS-CoV),
- COVID-19 w 2019-2020 (SARS-CoV-2).

W tym dokumencie skupiamy się na aspekcie transmisji SARS-CoV-2. Będziemy używać nazwy SARS-CoV-1 w przypadku odnoszenia się do wybuchu epidemii SARS w latach 2002/2003. Do opracowania zaleceń dotyczących najlepszych praktyk wykorzystano również wiedzę na temat poprzedniej grypy typu A.

W związku z tym, że jest publikowanych coraz więcej badań naukowych, a zalecenia organizacji zawodowych są poprawiane, dokument ten będzie aktualizowany. To jest wersja 1 z 14 lipca 2020 r.

FläktGroup nie ponosi odpowiedzialności za jakiegokolwiek bezpośrednie, pośrednie, przypadkowe lub dowolne inne szkody, które mogłyby wynikać z lub być związane z wykorzystaniem informacji przedstawionych na tej stronie.

# Kroki mające na celu zapobieganie przenoszeniu wirusa drogą powietrzną

Najlepsze dostępne streszczenie znajduje się w dokumencie Europejskiego Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób "Systemy grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne w kontekście COVID-19" 28, opublikowanym 22 czerwca 2020 roku. Wnioskują:

- Transmisja COVID-19 często występuje w zamkniętych pomieszczeniach wewnętrznych.
- Obecnie nie ma dowodów na zakażenie ludzi SARS-CoV-2 spowodowane przez zakaźne aerozole rozprowadzane przez kanały systemu wentylacyjnego HVAC. Ryzyko jest oceniane jako bardzo niskie.
- Utrzymywane we właściwym stanie systemy HVAC, w tym urządzenia klimatyzacyjne, bezpiecznie filtrują duże kropelki zawierające SARS-CoV-2. Możliwe jest rozprzestrzenianie się aerozoli COVID-19 przez systemy HVAC w obrębie budynku lub pojazdu oraz samodzielnie urządzenia klimatyzacyjne, jeśli powietrze jest recykulowane.
- Przepływ powietrza generowany przez urządzenia klimatyzacyjne może ułatwiać rozprzestrzenianie w pomieszczeniach zamkniętych kropel wydalanych przez zakażonych na większe odległości.
- Systemy HVAC mogą pełnić uzupełniającą rolę w zmniejszaniu transmisji w pomieszczeniach wewnętrznych poprzez zwiększenie tempa wymiany powietrza, zmniejszenie recykulacji powietrza i zwiększenie udziału powietrza zewnętrznego.

Ze względu na obawy związane z transmisją w powietrzu, zarządcy budynków, eksperci ds. bezpieczeństwa i inni mogą podjąć kroki w celu optymalizacji wentylacji i przepływu powietrza w pomieszczeniach oraz ograniczenia rozprzestrzeniania się wirusów. W pierwszej kolejności należy wdrożyć pewne strategie niskotechnologiczne mające na celu zapobieganie przenoszeniu wirusa drogą powietrzną.<sup>5</sup>

## NAJLEPSZĄ PRAKTYKĄ JEST PRZESTRZEGANIE HIERARCHII OPISANEJ PRZEZ AMERYKAŃSKIE CENTRA KONTROLI CHOROŃ

Tego typu strategie zapobiegania przenoszeniu wirusów drogą powietrzną podjęto w miejscach, które zostały ponownie otwarte. Niektóre z nich zainstalowały bariery fizyczne, uczyniły korytarze jednokierunkowymi, zwiększyły częstotliwość sprzątnięcia czy poszerzyły przestrzeń między biurkami.

Przesunięcia godzin pracy są obecnie powszechne w wielu firmach w celu zapewnienia większego dystansu między pracownikami, a maski stały się często obowiązkowe.

## INNE PROSTE KROKI, KTÓRE MOGĄ ZAPOBIEGAĆ TRANSMISJI POWIETRZNEJ, OBEJMUJĄ NASTĘPUJĄCE ELEMENTY:

- Modyfikacja umeblowania w celu uniknięcia kilku osób na tym samym "korytarzu" przepływu powietrza
- Otwieranie okien dla zwiększenia wymiany świeżego powietrza w budynkach z podstawowymi systemami HVAC, które nie mogą filtrować lub dostarczać powietrza zewnętrznego
- Blokowanie okien w budynkach z centralnymi systemami HVAC, jeśli jest to dopuszczalne, w celu zmniejszenia zmian temperatury w pomieszczeniach - jeśli wentylator nie musi zwiększać swojej prędkości obrotowej z powodu napływu ciepłego lub zimnego powietrza, turbulencje pozostaną niskie
- Projektowanie nowatorskich rozwiązań w zakresie siedzisk, takich jak praca w hali produkcyjnej tyłem do siebie, a nie twarzą w twarz
- Ograniczenie liczby osób dozwolonych w pokoju
- Wymiana suszarek do rąk na ręczniki papierowe w celu zmniejszenia turbulencji powietrza

NAJBARDZIEJ  
EFEKTYWNE

NAJMNIJ  
EFEKTYWNE

ELIMINACJA Fizycznie usunąć patogen

KONTROLE INŻYNIERYJNE Oddzielić ludzi od patogenu

KONTROLE ADMINISTRACYJNE Poinstruować ludzi jak się zachowywać

PPE Stosować maski, rękawice itp.

# Szczególne wskazówki dotyczące eksploatacji ogrzewania, wentylacji i klimatyzacji

Europejskie Centrum Zapobiegania i Kontroli Chorób udziela szczegółowych porad dotyczących funkcjonowania systemów grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Administratorzy budynków powinni konserwować systemy grzewcze, wentylacyjne i klimatyzacyjne zgodnie z aktualnymi instrukcjami producenta, szczególnie w zakresie czyszczenia i wymiany filtrów. Nie ma żadnych korzyści ani potrzeby przeprowadzania dodatkowych cykli konserwacji względem COVID-19.

**Należy unikać ustawień energooszczędnych, takich jak wentylacja sterowana zapotrzebowaniem, za pomocą timera lub w oparciu o czujniki CO2. Należy wziąć pod uwagę wydłużenie czasu pracy instalacji HVAC przed i po regularnym okresie.**

Bezpośredni przepływ powietrza powinien być kierowany z dala od grup ludzi, aby uniknąć rozproszenia patogenu od zakażonych osób i dalszej transmisji.

Organizatorzy i administratorzy odpowiedzialni za zgromadzenia i ustawienia infrastruktury krytycznej powinny zbadać możliwości z pomocą swoich zespołów technicznych/serwisowych, aby możliwie uniknąć stosowania recyrkulacji powietrza. Powinni oni rozważyć przegląd swoich procedur względem stosowania recyrkulacji w systemach HVAC w oparciu o informacje dostarczone przez producenta lub, jeśli są one niedostępne, zwrócić się o poradę do producenta.

Przez cały czas powinna być zapewniona minimalna liczba wymian powietrza na godzinę, zgodnie z obowiązującymi przepisami budowlanymi. Zwiększenie liczby wymian powietrza na godzinę zmniejszy ryzyko transmisji w zamkniętych pomieszczeniach. Można to osiągnąć poprzez naturalną lub mechaniczną wentylację, w zależności od ustawienia.

Zastosowanie powyższych wytycznych powinno być zgodne z przepisami krajowymi i lokalnymi (np. przepisami budowlanymi, przepisami BHP) oraz dostosowane do lokalnych warunków.

## REHVA PODSUMOWAŁA RÓWNIEŻ PRAKTYCZNE DZIAŁANIA, JAKIE MOŻNA PODJĄĆ W ZAKRESIE OBSŁUGI TECHNICZNEJ BUDYNKU.<sup>1</sup>

1. Wentylować pomieszczenia za pomocą powietrza zewnętrznego
2. Przełączyć wentylację na prędkość nominalną co najmniej 2 godziny przed czasem użytkowania budynku i przełączyć na niższą prędkość 2 godziny po czasie użytkowania budynku
3. W nocy i w weekendy nie wyłączać wentylacji, ale utrzymywać systemy pracujące z mniejszą prędkością
4. Zapewnienie regularnego wietrzenia za pomocą okien (nawet w budynkach wentylowanych mechanicznie)
5. Utrzymywać wentylację toalet 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu
6. Nie otwierać okien w toaletach, aby zapewnić właściwy kierunek wentylacji
7. Poinstruować osoby przebywające w budynku, aby spłukiwali toalety z zamkniętą pokrywą
8. Przełączyć centrale wentylacyjne z recyrkulacją na 100% udziału powietrza zewnętrznego
9. Kontrolować systemy odzysku ciepła w celu upewnienia się, że nieszczelności są pod kontrolą
10. Kompletnie wyłączyć klimakonwektory lub włączyć je tak, aby ich wentylatory były stale uruchomione
11. Nie zmieniać wartości zadanych ogrzewania, chłodzenia i ewentualnego nawilżania
12. Nie planować czyszczenia kanałów w tym okresie
13. Wymieniać centralne filtry powietrza zewnętrznego i wywiewanego jak zwykle, zgodnie z harmonogramem konserwacji
14. Stosować powszechne środki bezpieczeństwa, w tym ochrony dróg oddechowych, przy wymianie i konserwacji filtrów

FläktGroup posiada szereg rozwiązań w zakresie wentylacji toalet (punkt 5) i może zaoferować wizytę serwisową w wybranych krajach, aby spełnić wymagania punktów 8, 9, 13 i 14.

Szczegółowe informacje na temat tych punktów znajdują się poniżej.



# PRAKTYCZNE ZALECENIA DLA OBSŁUGI TECHNICZNEJ BUDYNKU

REHVA udzieliła bardziej szczegółowych porad na temat praktycznych zaleceń dotyczących eksploatacji budynku.<sup>1</sup>

Do treści REHVA dodaliśmy dodatkowe zalecenia, które miały zastosowanie.

Nie wszystkie organizacje zawodowe w poszczególnych krajach zgadzają się ze wszystkimi aspektami doradztwa REHVA. Zidentyfikowaliśmy te różnice poniżej.



## Zwiększyć wentylację nawiewną i wywiewną



W budynkach z systemami wentylacji mechanicznej zalecane są wydłużone czasy pracy. Zmienić ustawienia zegarów systemowych tak, aby rozpoczynać wentylację z nominalną prędkością co najmniej 2 godziny przed czasem rozpoczęcia użytkowania budynku i przejść na niższą prędkość 2 godziny po tym czasie.

W systemach wentylacyjnych sterowanych zapotrzebowaniem należy zmienić wartość zadaną CO<sub>2</sub> na 400 ppm. Ta wartość jest stężeniem CO<sub>2</sub> w świeżym powietrzu i zapewnia eksploatację central wentylacyjnych na optymalnej prędkości.

Utrzymywać wentylację w trybie 24/7, z obniżoną (ale nie wyłączoną) częstotliwością wentylacji podczas nieobecności ludzi. W budynkach, które przestały być użytkowane z powodu pandemii (niektóre urzędy lub budynki edukacyjne) nie jest zalecane wyłączenie wentylacji, lecz przełączenie jej na pracę ciągłą przy zmniejszonej prędkości. Biorąc pod uwagę okresy przejściowe oraz ograniczone zapotrzebowanie w zakresie ogrzewania i chłodzenia, powyższe zalecenia nie generują znacznych strat energetycznych, podczas gdy wspierają one usuwanie cząstek wirusa z budynku, również tych już osadzonych na powierzchniach.

Generalnie zaleca się dostarczanie możliwie jak największej ilości powietrza zewnętrznego. Kluczowym aspektem jest ilość świeżego powietrza dostarczanego na osobę. Jeśli, dzięki przemyślanemu zaplanowaniu pracy, liczba pracowników zostanie zmniejszona, nie należy koncentrować pozostałych pracowników na mniejszych obszarach, lecz utrzymać lub wręcz zwiększyć dystans między nimi

(min. odległość fizyczna 2-3 m między osobami) w celu dalszego wzmocnienia efektu oczyszczania przez wentylację.

Należy zachować ostrożność w obszarach, które znajdują się pod dodatnim ciśnieniem, ponieważ cząsteczki wirusa mogą zostać wypchnięte z pomieszczeń do innych obszarów, takich jak korytarze.

Obecnie nie ma jeszcze informacji, jaki udział powietrza zewnętrznego w wentylacji bezpiecznie zmniejszy ryzyko infekcji. Stąd należy przestrzegać przynajmniej już istniejące standardy. Istniejące normy dot. budynków niemieszkalnych doradzają 10 l/s na osobę, co jest odpowiednikiem co najmniej 2 WP (wymian powietrza na godzinę). REHVA oświadcza, że 'W szpitalach o doskonałej wydajności wentylacji 12 WP, transmisja aerozolu jest w większości przypadków wyeliminowana, ale w słabo wentylowanych pomieszczeniach może być dominująca.'<sup>1</sup>

W budynkach, w których wskaźnik wentylacji został ustalony w oparciu o WP, należy sprawdzić, czy wskaźnik wentylacji wynosi co najmniej 10 l/s w oparciu o liczbę przebywających osób.

Wiadomo, jakie wskaźniki wentylacji są za małe. Artykuły naukowe analizujące szybko rozprzestrzeniające się ogniska infekcji pokazują, że zakażenia były związane z bardzo niską wentylacją w wysokości około 1 l/s na osobę.

Należy przeprowadzić badania w celu sprawdzenia, czy wydajność wentylacji na poziomie 10 l/s na osobę jest wystarczająca, czy też wartość ta powinna zostać zwiększona do np. 20-25 l/s na osobę. Na tę chwilę ta informacja, względem COVID-19, nie jest dostępna.

## Zwiększ wietrzenie za pomocą okien



Ogólnym zaleceniem jest trzymanie się z dala od zatłoczonych i słabo wentylowanych pomieszczeń. W budynkach bez systemów wentylacji mechanicznej lub w obszarach klimatyzowanych przez urządzenia typu split bez podłączonego świeżego powietrza, zaleca się otwieranie okien - nawet jeśli zmniejsza to komfort cieplny.

W tych przypadkach wietrzenie przez otwarcie okien jest jedynym sposobem na zwiększenie wymiany powietrza. Należy otworzyć okna na co najmniej 15 minut przed

wejściem do pokoju (szczególnie, gdy pokój był wcześniej zajęty przez innych). W budynkach z wentylacją mechaniczną można zastosować wietrzenie okien, aby jeszcze bardziej zwiększyć wentylację.

Jeśli obszary są klimatyzowane przez jednostki typu split nie posiadające podłączenia świeżego powietrza oraz nie ma w pomieszczeniu okna z możliwością otwarcia, wówczas następnym zaleceniem jest wyłączenie urządzenia.

# Nawilżanie

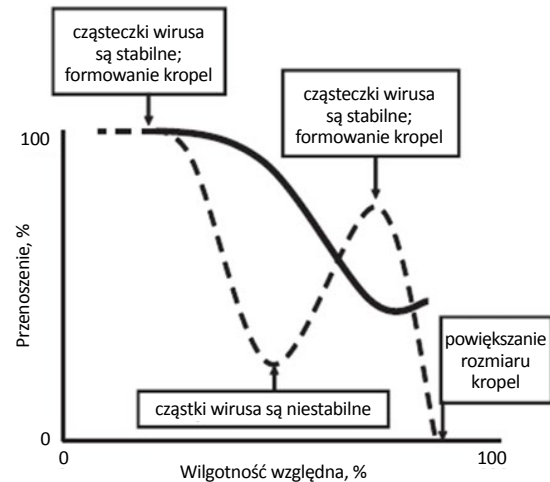


## Już dawno dostrzeżono powiązanie między wskaźnikiem infekcji grypy typu A a wilgotnością względną w pomieszczeniach.

Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób stwierdziło: "Badania wskazują, że cząsteczki SARS-CoV-2 mogą pozostać zakaźne na różnych materiałach, a także w aerozolach w środowisku wewnętrznym, przy czym czas trwania zakaźności zależy od temperatury i wilgotności" <sup>27</sup>

W 2007 r. opublikowano badanie pt. "Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature",<sup>7</sup> które stwierdza, że "Najnowsze z tych sprawozdań wskazuje, że stabilność wirusowa jest maksymalna przy niskiej wilgotności względnej (20%-40%), minimalna przy pośredniej wilgotności względnej powietrza (50%) i wysoka przy podwyższonej wilgotności powietrza (60%-80%)" W tym kontekście stabilność to zdolność cząsteczki wirusa do zakażenia człowieka.

Wynik ten jest pokazany tutaj w formie wykresu.



**Schemat:** Model wpływu wilgotności względnej na skuteczność przeniesienia

— Linia ciągła temperatury wewnętrznej 20°C.

- - Linia przerywana temperatury wewnętrznej 5°C.

"Wysoka wilgotność prowadzi do spadku zakaźności wirusa grypy przy symulowanym kaszlu" <sup>8</sup>  
Opublikowane w 2013 roku.

**"Przy względnej wilgotności powietrza pomiędzy 20 a 35 %, ryzyko zakażenia wirusem grypy typu A jest około trzy razy wyższe niż przy 50 %." Wynika to częściowo z okresu czasu, w którym cząsteczki wirusa zachowują swoją zakaźność. "Badanie wykazało, że w godzinę po kaszleniu, ~5 razy więcej wirusa pozostaje zakaźne przy 7-23% wilg. wzgl. niż przy wartości >43%."**

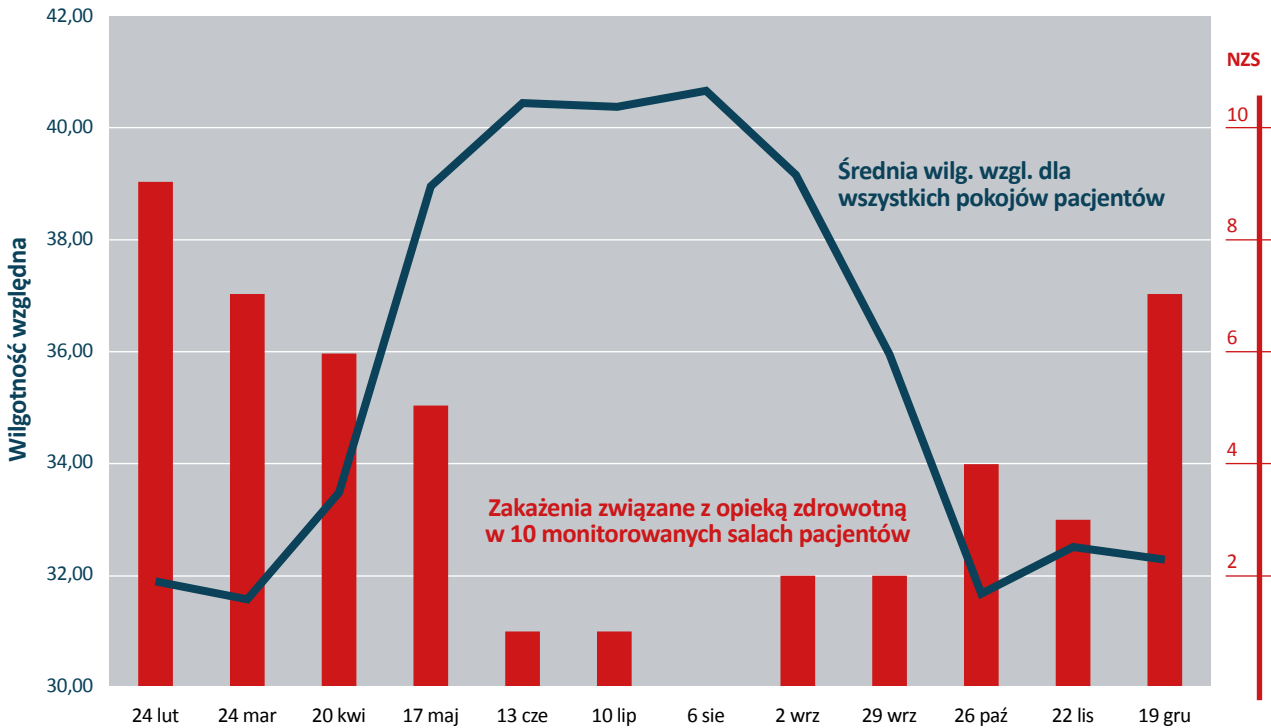
"Związek między wilgotnością a żywotnością wirusa grypy typu A w kroplach i implikacje dla sezonowości grypy" <sup>9</sup>  
Opublikowane w 2012 roku.

**"Minimalna żywotność ma miejsce w przedziale 40-70% wilg. względnej, a zwłaszcza na poziomie 50%."**

"Spadek temperatury i wilgotności zwiększa występowanie grypy w zimnym klimacie" <sup>10</sup>  
Opublikowane w 2014 roku.

**"Zgodnie z tymi wynikami, spadek temperatury o 1°C i spadek o 0,5 g na m<sup>3</sup> wilgotności bezwzględnej zwiększyły szacowane ryzyko o 11%."**





Wykres ten jest zaczerpnięty z "Kolonizacji i sukcesji bakteryjnej w nowo otwartym szpitalu" <sup>11</sup>  
 Gdzie NZS to nabyte zakażenia szpitalne.

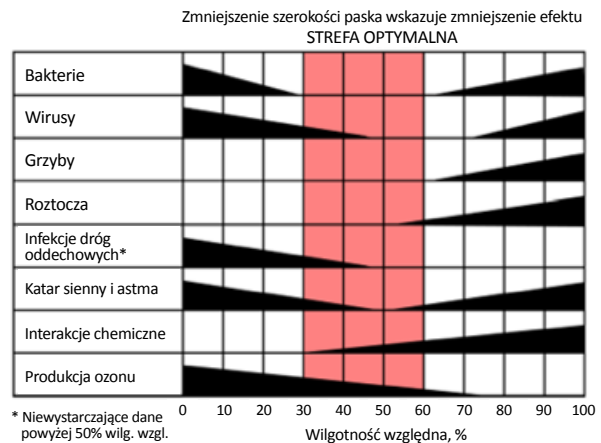
"Wpływ temperatury, wilgotności i dobowego zakresu temperatur na występowanie grypy w regionie o umiarkowanym klimacie" <sup>12</sup>  
 Opublikowane w 2019 roku.

Podręcznik techniczny ASHRAE, w rozdziale o nawilżaczach, zgadza się z badaniami. <sup>13</sup>

**"Ryzyko zachorowania na grypę było znacznie wyższe przy niskich dziennych temperaturach 0-5°C i niskiej (30%-40%) lub wysokiej (70%) wilgotności względnej"**

## ZAPOBIEGANIE I LECZENIE CHOROBY

Wilgotność względna ma istotny wpływ na kontrolę zakażeń przenoszonych drogą powietrzną. Przy 50% wilg. wzgl., śmiertelność niektórych organizmów jest najwyższa, a wirus grypy traci znaczną część swojej wirulencji. Śmiertelność tych organizmów spada zarówno powyżej, jak i poniżej tej wartości. Poniższy wykres został zaczerpnięty z podręcznika ASHRAE.



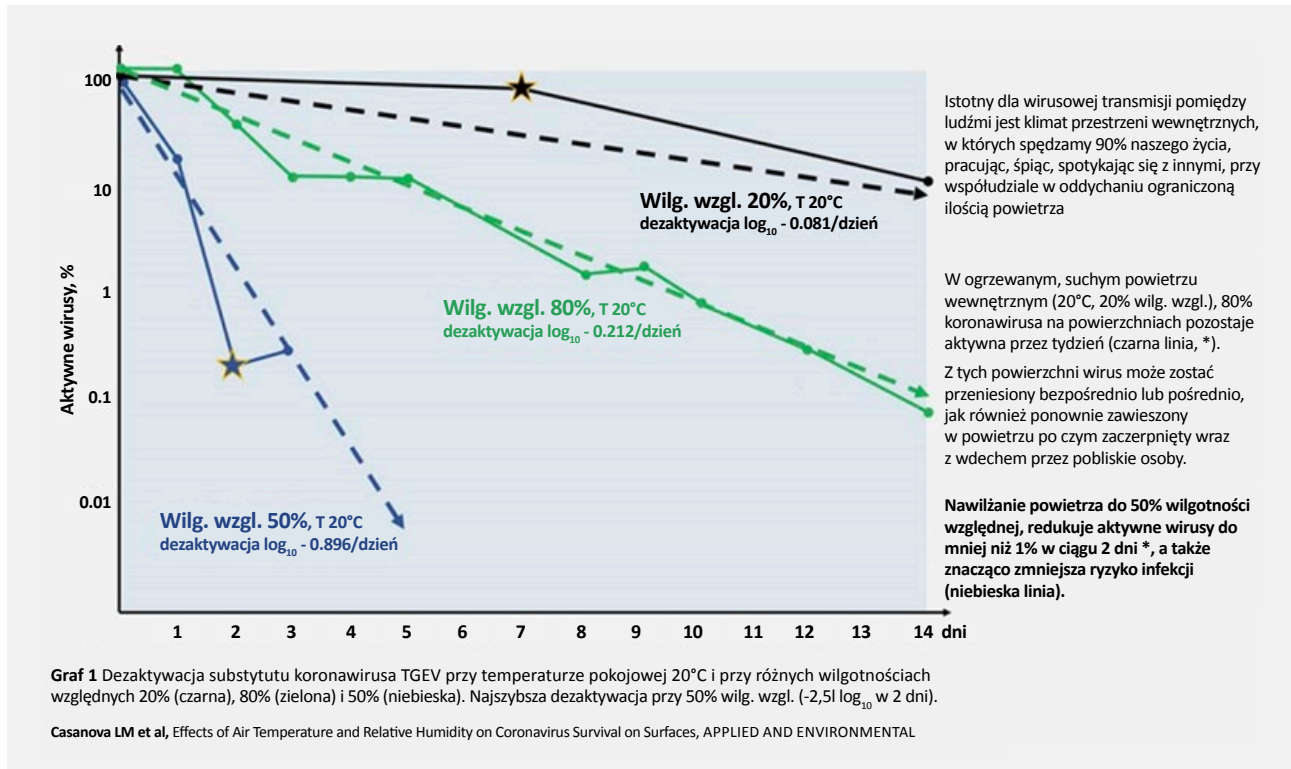
\* Niewystarczające dane powyżej 50% wilg. wzgl.

**Zakres wilgotności optymalnej dla komfortu i zdrowia człowieka**  
 (Przyjęty z Sterling, 1985)

Badanie po wybuchu epidemii SARS-CoV-1 "Wpływ temperatury powietrza i wilgotności względnej na przetrwanie koronawirusa na powierzchniach" <sup>14</sup>  
Opublikowano w 2010 roku.

**"Zależność między dezaktywacją a wilgotnością względną nie była monotoniczna, a przy niskiej wilgotności względnej (20%) i wysokiej (80%) była większa przeżywalność lub większy efekt ochronny niż przy umiarkowanej wilgotności względnej (50%)."**

Wynik ten jest przedstawiony w formie wykresu poniżej.



W pierwszym badaniu dotyczącym wpływu wilgotności na COVID-19 "High Temperature and High Humidity Reduce the Transmission of COVID 19" <sup>15</sup> opublikowanym 9 marca 2020 r. stwierdzono, że wirus Covid-19 reaguje w podobny sposób. "Stwierdzamy, że w ramach regresji liniowej dla 100 chińskich miast, wysoka temperatura i wysoka wilgotność względna znacznie zmniejszają transmisję COVID-19."

Nowe badania są publikowane co miesiąc. W kwietniu 2020 r. w publikacji "Nowatorskie środowisko uwarunkowane pod pandemię koronawirusa 2019 (COVID 19) w celu ograniczenia transmisji" <sup>28</sup> stwierdza się, że "Na podstawie danych dotyczących SARS i MERS przewidujemy, że żywotność SARS-CoV-2 w aerozolu jest prawdopodobnie dłuższa przy niższych poziomach wilgotności względnej." "Poprzednie badania wykazały, że przy typowych temperaturach wewnątrz pomieszczeń, wilgotność względna powyżej 40% wpływa szkodliwie na możliwości przetrwania wielu wirusów, w tym ogólnie CoV."

**Podsumowując, wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach jest kluczowym czynnikiem zmniejszającym żywotność cząsteczek wirusa w środowisku wewnętrznym i w zwiększaniu odporności ludzi do zarażenia się chorobami wirusowymi.**

**Optymalna wilgotność względna powietrza w pomieszczeniach wynosi 50%, ale utrzymanie wilgotności powietrza w normalnych temperaturach wewnętrznych pomiędzy 40% a 60% ma również pozytywny wpływ na zmniejszenie żywotności cząsteczek wirusa i poprawę odporności na infekcje.**

Należy zauważyć, że opinia REHVA jest sprzeczna z powyższą. Wydaje się jednak, że rady REHVA odnoszą się przede wszystkim do okresu czasu, kiedy ich publikacja została wydana, tzn. do warunków wiosennych. Niska wilgotność względna w zimie będzie bardziej krytyczna. Dodatkowo, REHVA odnosi się tylko do wilgotności względnej. Istnieje badanie, które wskazuje, że to entalpia (lub wilgotność bezwzględna) jest ważniejszym czynnikiem niż wilgotność względna. <sup>18</sup> W tym kontekście nie należy zalecać obniżania temperatury wewnętrznej w celu zwiększenia wilgotności względnej.

## OFERTA FLÄKTGROUP

FläktGroup może zaoferować szereg rozwiązań, które przyczyniają się do utrzymania wilgotności względnej powietrza w strefie docelowej.

Z trzech rodzajów systemów odzysku ciepła (tj. wymienniki płytowe, odzysk glikolowy i rotory) tylko rotory umożliwiają odzysk wilgoci.

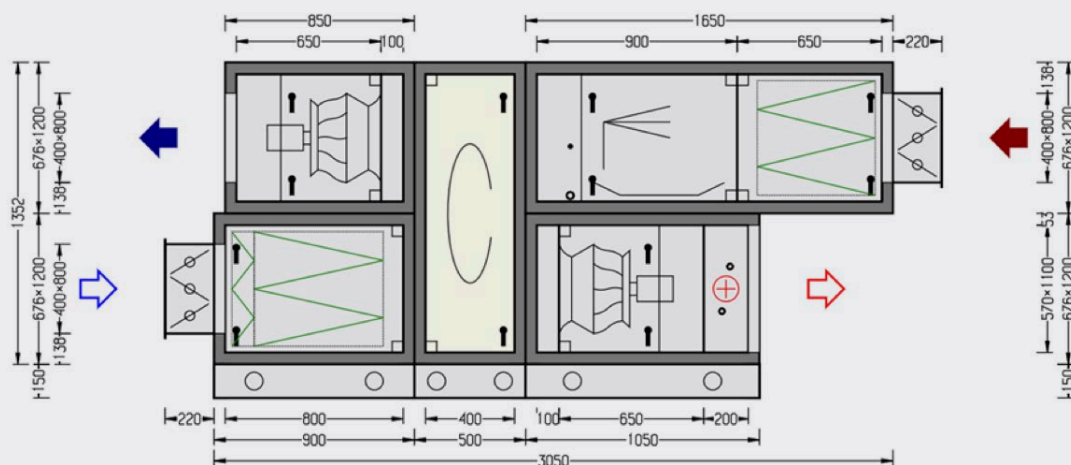
Istnieją trzy formy obrotowych wymienników ciepła:

- Rotory kondensacyjne pozwalające na wyłącznie odzysk ciepła jawnego tam, gdzie nie ma przepływu wilgoci, a więc nie ma korzyści w postaci utrzymania wilgotności w pomieszczeniach.
- Rotory higroskopijne, które mogą odzyskać około 50% wilgoci.
- Rotory sorpcyjne, które odzyskują do 75% wilgoci.

FläktGroup zaleca rotory sorpcyjne jako najskuteczniejsze w utrzymywaniu wilgotności w pomieszczeniach.

Jeśli w budynku nie ma wystarczającej ilości wilgoci, konieczne jest zapewnienie aktywnego nawilżania. Tradycyjne nawilżacze są drogie w eksploatacji i w ostatnich latach stały się mniej powszechne. Niemniej jednak FläktGroup wciąż posiada jest w swojej ofercie.

Alternatywnym rozwiązaniem o niskich kosztach eksploatacji są nawilżacze adiabatyczne, montowane w sekcji wywiewnej centrali wentylacyjnej, w połączeniu z rotorem sorpcyjnym. Jest to standardowe rozwiązanie FläktGroup. W pokazanym poniżej przykładzie możliwe jest utrzymanie wilgotności powietrza w pomieszczeniu na poziomie 50% przy temperaturze zewnętrznej  $-10^{\circ}\text{C}$ .



**A<sup>+</sup>** eQ 011 SFPv = 1.67 kW/(m<sup>3</sup>/s) n = 82.3 % (EN308)

sorption ACON-02638680 - #200508

Produkt		Obliczenia dla okresu zimowego		
Kod produktu	Funkcja	Przyływ (m <sup>3</sup> /s)	Temp (°C)	Wilg. wzgl. (%)
Wlot sekcji nawiewnej			-10	90
	Sekcja przyłączeniowa	1.01	-10	90
	Filtr	1.01	-10	90
	Wymiennik ciepła	1.01	-10	90
	Wentylator	0.97	11.6	87.4
	Nagrzewnica	0.97	12.2	83.8
Wylot sekcji nawiewnej		1	21	47.8

# Bezpieczne użytkowanie sekcji odzysku ciepła



W określonych warunkach cząsteczki wirusa w wywiewanym powietrzu mogą się ponownie rozprzestrzenić w przestrzeni budynku.

Urządzenia do odzysku ciepła mogą (choć nie jest to udokumentowane względem przenoszących wirusy cząsteczek o wielkości od 0,1 mikrona) przenosić wirusa przyczepionego do cząsteczek ze strumienia powietrza wywiewanego do strumienia powietrza nawiewnego poprzez nieszczelności. Ponieważ wskaźnik wycieku nie zależy od prędkości obrotowej rotora, nie powinny być one wyłączane. Normalna praca rotorów ułatwia utrzymanie wyższego poziomu wentylacji. Przyjęto, że nieszczelność jest największa przy niskim przepływie powietrza, dlatego też zaleca się stosowanie wyższych prędkości wentylacji.

Regeneracyjne wymienniki ciepła powietrze-powietrze (tj. rotory, zwane również kołami entalpicznymi) mogą być wrażliwe na znaczne nieszczelności w przypadku złej konstrukcji i konserwacji. Współczynniki przecieków dla płytowych wymienników ciepła mieszczą się w zakresie 1–2%. Dla porównania, w przypadku prawidłowo działających obrotowych wymienników ciepła, wyposażonych w sektory oczyszczające i prawidłowo zamontowanych, wyciek potencjalnie zanieczyszczonych patogenów z powietrza wywiewanego do strumienia powietrza nawiewanego jest zazwyczaj bardzo mały, a w praktyce znikomy i może wynosić nawet 0%.

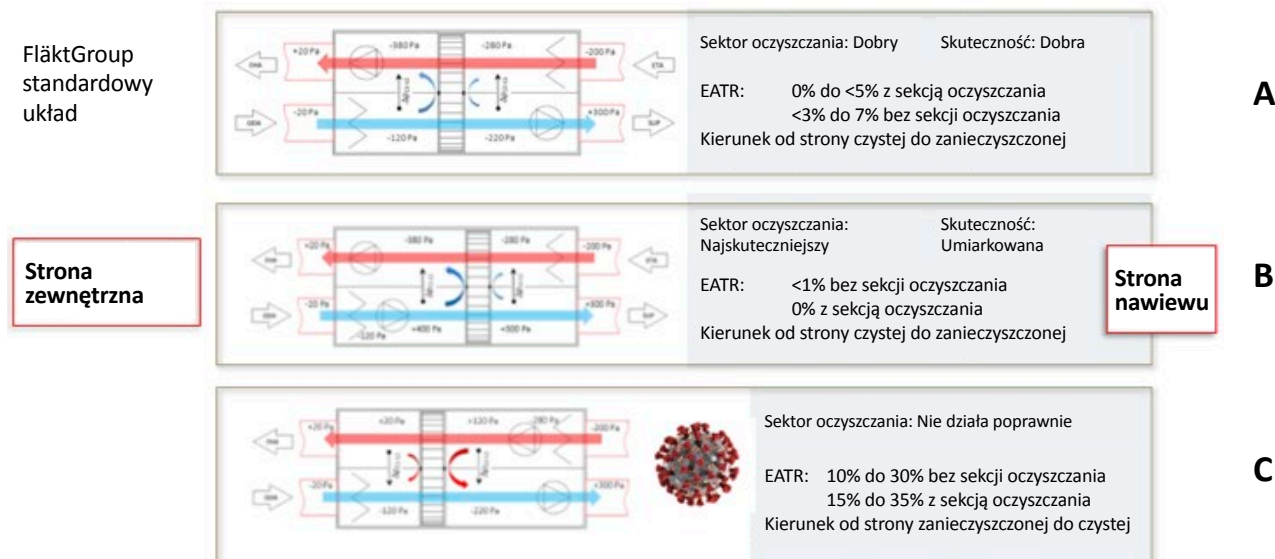
Wszystkie centrale z rotorami FläktGroup, produkowane w Szwecji, są zawsze wyposażone w sektor oczyszczania. Centrale FläktGroup AHUs produkowane w Niemczech mogą być wyposażone w sektory oczyszczające. Zalecamy, aby w przyszłości wszystkie rotory były dostarczane z sektorami oczyszczania. Niektóre z wcześniej dostarczonych jednostek mogą nie mieć zainstalowanych sektorów oczyszczających.

Kolejną kwestią jest nieprawidłowa instalacja obrotowych wymienników ciepła. Najczęstszą wadą jest taki montaż wentylatorów, że tworzone jest wyższe ciśnienie po stronie powietrza wywiewanego. To powoduje wyciek z powietrza wywiewanego do powietrza nawiewanego. Stopień niekontrolowanego przenoszenia zanieczyszczonego powietrza wywiewanego może w tych przypadkach wynosić do 35%, co jest nie do przyjęcia.

Współczynnik przenoszenia powietrza wywiewanego do strumienia powietrza nawiewanego jest znany jako "Exhaust Air Transfer Ratio" (EATR). EN 16798-3:2018 zawiera definicję obliczania EATR. Jeśli rotor ma sektor oczyszczania i właściwą równowagę ciśnienia wewnętrznego, wtedy EATR wynosi 0%. To znaczy, że nie ma przepływu powietrza wywiewanego do nawiewanego.

REHVA opublikowała specjalny przewodnik "Szczegółowe wytyczne dotyczące REHVA COVID-19 - Ograniczanie wycieków powietrza przez obrotowy wymiennik ciepła" <sup>2</sup>

REHVA powołuje się na niedawno opublikowane wytyczne Eurovent "Eurovent REC 6-15 - Wycieki powietrza w centralach wentylacyjnych - Wydanie pierwsze - 2020" <sup>17</sup>. Ten dokument zawiera szczegółowe informacje na temat wszystkich wartości wycieków związanych z 4 różnymi możliwymi konfiguracjami wentylatorów. Podsumowanie tych danych przedstawiono poniżej.



**A** to standardowa konfiguracja dostarczana przez FläktGroup i charakteryzuje się bardzo niskim ryzykiem

**B** jest konfiguracją również dostępną w firmie FläktGroup i charakteryzuje się bardzo niskim ryzykiem

**C** może powodować bardzo wysoką recyrkulację i powinien być wyłączony lub uruchomiony jako system wyłącznie wyciągowy

Aby wyeliminować nieszczelność, konieczne jest ustawienie prawidłowego stosunku ciśnień strony nawiewnej i wywiewnej. Ciśnienie wywiewu powinno być mniejsze niż ciśnienie nawiewu, najlepiej co najmniej 20 Pa.

W zależności od konfiguracji wentylatorów, można to zrobić przez dławienie w następujący sposób

#### **Oba wentylatory za rotorem (A):**

dodać do powietrza wywiewanego takie ciśnienie, by  $\Delta$  pomiędzy wywiewem a nawiewem wynosiła -20 Pa. Jeśli element dławiący (np. przepustnica) nie jest dostępny w centrali, należy go zamontować w kanale wentylacyjnym.

#### **Oba wentylatory po stronie zewnętrznej (B):**

W tym przypadku nie ma potrzeby stosowania dławienia.

#### **Oba wentylatory od strony budynku (C):**

W tym przypadku nie ma możliwości użycia dławienia.

W przypadku podejrzenia przecieków w sekcjach odzysku ciepła, regulacja ciśnienia lub obejście (niektóre układy mogą być wyposażone w bypass) mogą pozwolić na

uniknięcie sytuacji, w której wyższe ciśnienie po stronie wywiewu spowoduje przecieki powietrza do nawiewu. Różnice ciśnień mogą być skorygowane za pomocą przepustnic lub innych przemyślanych rozwiązań.

**Podsumowując, zalecamy przeprowadzenie kontroli systemów odzysku ciepła wraz z pomiarem różnicy ciśnień. Personel zajmujący się konserwacją powinien przestrzegać standardowych procedur bezpieczeństwa, w tym noszenia rękawic i stosowania środków ochrony dróg oddechowych.**

**Problem przenoszenia cząsteczek wirusa nie występuje, gdy układ wentylacyjny jest wyposażony w system odzysku glikolowego, który gwarantuje 100% separację pomiędzy stroną wywiewną i nawiewną.**

## OFERTA FLÄKTGROUP

Seria eQ Master firmy FläktGroup od kilku lat oferuje opcjonalną kontrolę ciśnienia przy zastosowaniu rotora. Jest to dostępne tylko, gdy urządzenie jest dostarczane ze zintegrowanym sterownikiem. Dla eQ Prime regulacja ciśnienia jest dostępna poprzez zastosowanie płyt regulacyjnych. W przypadku CAIRplus regulacja ciśnienia jest dostępna od sierpnia 2020 r., w oparciu o kontakt z działem CSS.

Przecieki na rotorze od wywiewu do nawiewu powietrza są minimalizowane poprzez pomiar i kontrolę różnicy ciśnień od wywiewu do nawiewu do niskiej, ale ujemnej wartości docelowej.

Domyślnie wartość ta wynosi -10 Pa.

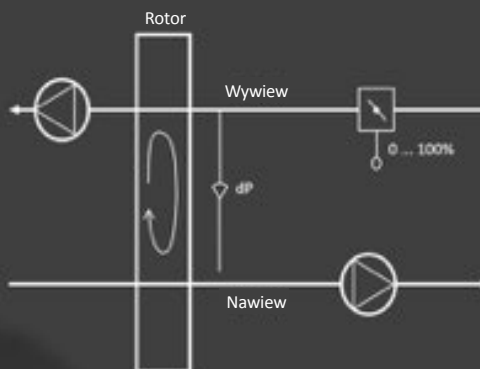
Aby ją osiągnąć, przepustnica powietrza wywiewanego jest wyposażona w siłownik modulujący (0–10VDC), który jest automatycznie zamykany w celu zmniejszenia ciśnienia i otwierany w celu zwiększenia ciśnienia.

**Uwaga:** funkcja oprogramowania w regulatorze Climatix pozwala również sterować przepustnicą modulacyjną w powietrzu zewnętrznym. Ta funkcja jest wykorzystywana do aktywnego mieszania celem utworzenia przepływu mieszanego.

### Centrale wentylacyjne z rotorami FläktGroup

z automatycznym równoważeniem ciśnienia

WYELIMINUJ  
RECYRKULACJĘ  
CZĄSTEK W  
POWIETRZU



FläktGroup

# Recykulacja - Centrale wentylacyjne



Gdy centrale wentylacyjne są wyposażone w sektory recykulacyjne, cząsteczki wirusa w kanałach wywiewnych mogą zostać ponownie wprowadzone do budynku. Zaleca się unikanie centralnej recykulacji podczas okresów nasilenia SARS-CoV-2, tj. zamknąć klapy recykulacyjne (poprzez System Zarządzania Budynkiem lub ręcznie). Należy podjąć taką decyzję nawet w przypadku, gdy prowadzi to do problemów z wydajnością chłodniczą lub grzewczą, ponieważ zapobieganie dalszym infekcjom i ochrona zdrowia publicznego są ważniejsze od komfortu cieplnego.

Jest mało prawdopodobne, aby filtry powietrza wywiewanego w centralach wentylacyjnych z sekcjami recykulacji były w stanie zatrzymać cząsteczki wirusa. Obecność filtrów wywiewnych nie powinna być powodem do utrzymywania otwartych przepustnic recykulacyjnych, chyba że są one klasy HEPA H13 lub lepszej.

Sekcje recykulacyjne mogą pomagać poza godzinami pracy w utrzymaniu optymalnej temperatury i wilgotności, ale powinny być zablokowane, gdy tylko budynek jest użytkowany.

Można to brać pod uwagę tylko w sytuacjach, gdy recykulacja może być wyłączana przez system BMS.

Aby całkowicie usunąć cząsteczki i wirusy z powracającego powietrza, potrzebne byłyby filtry HEPA. Jednak ze względu

na większy spadek ciśnienia i specjalne ramy pod filtry, filtry HEPA zwykle nie są łatwe do zainstalowania w istniejących systemy. Alternatywnie można zainstalować w kanałach wentylacyjnych urządzenia do dezynfekcji, takie jak naświetlanie bakteriobójczym promieniowaniem ultrafioletowym (UVGI), zwanym również bakteriobójczym promieniowaniem ultrafioletowym (GUV). Istotne jest, aby ten wyposażenie było prawidłowo wymiarowane i zainstalowane. REHVA przygotowuje obecnie doradztwo w zakresie wymiarowania i instalacji systemów UVc.

Zapewnienie takiego systemu powinno umożliwić ponowne uruchomienie systemów recykulacji, pod warunkiem że sekcja recykulacji jest zamknięta w przypadku awarii UV-c.

**FläktGroup może dostarczać prawidłowo wymiarowane systemy UV-c do dezynfekcji komponentów lub strumienia powietrza nawiewanego i/lub wywiewanego. System UV-c może być zamontowany w centrali lub na kanale i dostarczony w komplecie z: pałkami świetlnymi zapobiegającymi wyciekom światła UV-c, wyłącznikami bezpieczeństwa i obudową wykonaną z materiałów odpornych na promieniowanie UV-c.**

# Nie stosować recyrkulacji - Klimakonwektory

Istnieje bardzo mała korelacja pomiędzy krajami w aspekcie wykorzystywania klimakonwektorów.

REHVA opracowała specjalny dokument dotyczący eksploatacji klimakonwektorów; "REHVA COVID-19 specific guidance document -Use of fan coils and avoiding recirculation"<sup>3</sup>

## OFERTA FLÄKTGROUP

W zastosowaniach, w których wykorzystano klimakonwektory, zalecamy unikanie trybu recyrkulacji i zapewnienie wystarczającej ilości powietrza zewnętrznego.

Istnieją dwie możliwości zapewnienia wentylacji;

Aktywne wietrzenia okienne wraz z montażem czujników CO<sub>2</sub>.

Albo instalacja samodzielnego systemu wentylacji mechanicznej. To jedyny sposób, aby w sposób ciągły zapewnić wystarczający dopływ powietrza zewnętrznego.

W klimakonwektorach wyposażonych w wentylatory z nawiewem powietrza pierwotnego należy w jak największym stopniu zwiększyć wydajność wentylacji

pierwotnej. Pokoje jednoosobowe lub domy z klimakonwektorami wymagają tylko regularnego wietrzenia przestrzeni. W przypadku dużych pomieszczeń zajmowanych przez wiele osób zaleca się, aby klimakonwektory pracowały w sposób ciągły na niskich obrotach. Jeśli taka regulacja sterowania nie jest dostępna, należy wymusić pracę urządzeń. W czasie godzin użytkowania budynku, należy pozostawić okna częściowo otwarte, by zapewnić pewien stopień wentylacji.

Silny przepływ powietrza od jednej osoby do drugiej może powodować infekcje. Dlatego ważne jest dobre rozproszanie powietrza, tzn. zapewnienie równomiernej wentylacji przy niskich prędkościach powietrza we wszystkich punktach w pomieszczeniu.



# Czyszczenie kanałów nie ma żadnego praktycznego znaczenia

Czyszczenie kanałów nie jest konieczne, ponieważ wirusy utrzymują się nie dłużej niż 2–3 dni na powierzchniach z tworzyw sztucznych i stali nierdzewnej. W kanałach, ten czas jest prawdopodobnie jeszcze krótszy, ponieważ w przepływie powietrza pozostają one aktywne tylko przez 3 godziny.

W przypadku czyszczenia kanałów może dojść do bardzo dużej emisji pyłu. Zazwyczaj do wytworzenia niezbędnego ciśnienia i prędkości powietrza w czyszczonej części kanału wykorzystuje się jednostki podciśnieniowe, a pył jest zbierany do jednostki filtracyjnej kolektora podciśnieniowego. Jednostki te są zazwyczaj wyposażone

w filtry HEPA, które są również potrzebne do wychwytu potencjalnych cząsteczek wirusa. W związku z tym, wyposażenie i normy dotyczące czyszczenia kanałów są wystarczające. Szczegółowe informacje na temat czyszczenia kanałów oraz wyposażenia są dostępne w Przewodniku REHVA 8.

Personel podejmujący się czyszczenia kanałów lub wszelkich innych czynności, które wiążą się z dostępem, w szczególności do kanałów powietrza wylotowego, będzie potrzebował odpowiedniego sprzętu ochrony indywidualnej (patrz część dotycząca filtrów).

# Zmiana klasy filtrów powietrza zewnętrznego nie jest konieczna



W kontekście COVID-19 zapytano, czy należy wymienić filtry i jaki jest efekt ochronny przy bardzo rzadkich przypadkach zakażenia wirusem z zewnątrz, na przykład jeżeli wyrzut powietrza jest w pobliżu czerpni powietrza. Nowoczesne systemy wentylacyjne (centrale wentylacyjne) są wyposażone w filtry dokładne na wlocie powietrza zewnętrznego (filtr klasy F7 lub F8 lub ISO ePM2.5 lub ePM1), które dobrze filtrują cząstki stałe z powietrza zewnętrznego. Wielkość odsłoniętej cząsteczki koronawirusa o długości fali 80-160 nm (PM0.1) jest mniejsza niż obszar wychwytywania filtrów F8 (skuteczność wychwytywania 65-90% dla PM1), ale wiele z takich małych cząsteczek osiada na włóknach filtra na skutek mechanizmu dyfuzji. Cząstki SARS-CoV-2 łączą się również z większymi cząstkami, które znajdują się już w obszarze wychwytywania filtrów. Oznacza to, że w rzadkich przypadkach zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego wirusami, standardowe filtry powietrza zewnętrznego o drobnych cząstkach zapewniają rozsądną ochronę w przypadku niskiej koncentracji i sporadycznego rozprzestrzeniania się wirusów w powietrzu zewnętrznym.

Sekcje odzysku ciepła i recyrkulacji są wyposażone w mniej efektywne filtry powietrza wywiewanego (G4/M5 lub ISO Coarse/ePM10), których celem jest ochrona sprzętu przed pyłem. Filtry te nie muszą odfiltrowywać małych cząsteczek, ponieważ cząsteczki wirusa będą odciągane na zewnątrz wraz z powietrzem wywiewanym (patrz również zalecenie, aby nie stosować recyrkulacji w sekcji "Nie stosować recyrkulacji").

Z punktu widzenia wymiany filtrów można stosować normalne procedury konserwacji. Zatkane filtry są nie są źródłem zanieczyszczenia w tym kontekście, ale zmniejszają przepływ powietrza nawiewanego, co ma negatywny wpływ na same zanieczyszczenia wewnątrz pomieszczeń. Dlatego też filtry muszą być wymieniane zgodnie z normalną procedurą w przypadku przekroczenia ciśnienia lub limitów czasowych, lub zgodnie z planowaną konserwacją. Podsumowując, nie zalecamy wymiany istniejących filtrów powietrza zewnętrznego i zastąpienia ich innym rodzajem filtrów, ani też nie zalecamy ich wymiany wcześniej niż zwykle.

Personel zajmujący się konserwacją HVAC może być narażony na ryzyko, gdy filtry (zwłaszcza filtry powietrza wywiewanego) nie są wymieniane zgodnie z standardowymi procedurami bezpieczeństwa. Żeby być po bezpiecznej stronie, należy zawsze założyć, że filtry mają na sobie aktywny materiał mikrobiologiczny, w tym wirusy. Jest to szczególnie ważne w każdym budynku, w którym ostatnio miała miejsce infekcja. Filtry powinny być wymieniane przy wyłączonym systemie, w rękawiczkach, z ochroną dróg oddechowych i wyrzucane do szczelnego worka.

# Silne, wysokopiędnościowe przepływy powietrza

Podczas gdy nadal trwają badania nad tym, jak koronawirus rozprzestrzenia się za pośrednictwem powietrza, dowody wskazują, że środki mające na celu zmianę wzorców przepływu powietrza w pomieszczeniach mogłyby odegrać rolę w ograniczeniu przenoszenia się zanieczyszczeń.

Niektóre badania wykazały, że koronawirus był prawdopodobnie przenoszony wraz z silnym przepływem powietrza z klimatyzacji typu split lub klimakonwektorów, powodującym strumienie powietrza o wysokiej prędkości, które rozprzestrzeniały kropelki od zainfekowanej osoby. Kropelki te mogą przebyć więcej niż jeden metr - więcej niż zwykle, ale mniej niż odległość, jaką mogą pokonać aerozole. Należy również zachować ostrożność przy zwiększaniu ogólnej wydajności wentylacji, aby nie dopuścić do sytuacji, w której cząstki wirusa zostaną wypchnięte z pomieszczeń do innych pomieszczeń, takich jak korytarze.

Zmiana wzorców przepływu powietrza w celu utworzenia laminarnego, pionowego strumienia powietrza,

poruszającego się z taką samą prędkością i w linii prostej - może skutecznie zapobiegać przenoszeniu cząstek koronawirusa drogą powietrzną. Zasada ta jest już stosowana w celu zapobiegania rozprzestrzenianiu się cząstek w kilku ustawieniach.

Na przykład, pomieszczenia czyste i szpitalne sale operacyjne minimalizują zanieczyszczenie poprzez zaawansowane systemy kierujące powietrze przepływem laminarnym od sufitu do podłogi.

W niektórych przypadkach można rozważyć dodanie barier fizycznych, takich jak przegrody oddzielające przestrzeń otwartą, w celu zarządzania przepływem powietrza w pomieszczeniach. Niektórzy administratorzy budynków i inni mogą chcieć podjąć kroki w celu zapobieżenia skażeniu między pomieszczeniami. Rozwiązania te mogą obejmować montaż drzwi lub kurtyn powietrznych.

# Oczyszczacze powietrza w pomieszczeniach mogą być przydatne w określonych sytuacjach

Oczyszczacze powietrza w pomieszczeniach skutecznie usuwają z powietrza cząsteczki, co daje podobny efekt jak w przypadku wentylacji. Aby środki czyszczące powietrze były skuteczne, muszą mieć co najmniej wydajność filtra HEPA. Niestety, większość atrakcyjnych cenowo środków do oczyszczenia powietrza w pomieszczeniach nie jest wystarczająco skuteczna.

Urządzenia wykorzystujące zasady filtracji elektrostatycznej (nie takie same jak jonizatory pokojowe!) również często działają satysfakcjonująco. Ponieważ przepływ powietrza przez urządzenia oczyszczające jest ograniczony, powierzchnia, którą mogą skutecznie obsłużyć, jest niewielka, zazwyczaj mniejsza niż 10 m<sup>2</sup>. Jeśli zdecydujemy się na użycie oczyszczacza powietrza (ponownie: zwiększenie regularnej wentylacji często jest znacznie bardziej efektywne), zaleca się umiejscowienie urządzenia w pobliżu strefy oddychania.

Specjalne urządzenia dezynfekujące za pomocą UV, które mogą być zainstalowane dla powietrza nawiewanego lub uzdatnianego powietrza pomieszczeniowego są również skuteczne przy eliminacji bakterii i wirusów, ale jest to zazwyczaj odpowiednie rozwiązanie tylko dla placówek służby zdrowia. Wytyczne REHVA dotyczą wspólnych budynków niemieszkalnych i w tym przypadku powietrze zewnętrzne NIE jest źródłem zanieczyszczeń. Dlatego też wykorzystanie UV do dezynfekcji powietrza zewnętrznego w centralach wentylacyjnych nie jest konieczne. Z tego powodu nie zalecają stosowania promieniowania UV.

System UV-C może być zastosowany dla powietrza wywiewanego, w szczególności tam, gdzie centrala wentylacyjna posiada sekcję recyrkulacji, w celu zapewnienia ekonomicznej pracy systemu wentylacyjnego. Należy zachować szczególną ostrożność, aby upewnić się, że system UV-C został prawidłowo zwymiarowany.

## OFERTA FLÄKTGROUP

---

FläktGroup może dostarczać prawidłowo zwymiarowane systemy UV-C do dezynfekcji komponentów lub strumienia powietrza nawiewanego i/lub wywiewanego. System UV-c może być zamontowany w centrali lub na kanale i dostarczony w komplecie z: pułapkami świetlnymi zapobiegającymi wyciekom światła UV-c, wyłącznikami bezpieczeństwa i obudową wykonaną z materiałów odpornych na promieniowanie UV-c.

# Wizyty serwisowe

## • Utrzymuj wentylację toalet w trybie 24/7

Systemy odciągu z toalet, jeśli istnieją, powinny być sprawdzane przez inżyniera serwisu w celu zapewnienia poprawnej funkcjonalności. Nie działające wentylatory powinny zostać wymienione. Systemy wentylacji wyciągowej toalet powinny powodować takie podciśnienie, by wprawiać powietrze w ruch, który będzie cechować się niską szansą na rozprzestrzenianie unoszących się w powietrzu cząsteczek wirusów, w szczególności w celu uniknięcia ich przenoszenia drogą fekalno-oralną. Toalety są obszarami o dużym natężeniu ruchu, gdzie kontakt człowieka z powierzchnią jest nieunikniony. Ryzyko przeniesienia wirusa w toaletach jest wysokie. Ponadto, COVID-19 może być rozprzestrzeniony podczas spłukiwania otwartej toalety.

Okna otwarte w toaletach z kominem pasywnym lub mechanicznym układem wyciągowym mogą powodować przepływ zanieczyszczonego powietrza z toalet do innych pomieszczeń, co oznacza, że wentylacja zaczyna działać w odwrotnym kierunku. Należy unikać otwierania okien w toaletach. Jeśli nie ma odpowiedniego odciągu z toalet i nie można uniknąć i otwierania okien w toaletach celem wietrzenia, ważne jest, aby okna były otwarte również w innych pomieszczeniach, aby uzyskać przepływy krzyżowe w całym budynku.

FläktGroup posiada szeroką gamę wentylatorów wyciągowych. Jeżeli położenie kratki wyciągowej w toalecie jest takie, że powietrze wywiewane może być wdychane przez osoby, należy rozważyć dodanie filtra HEPA do systemu, co najmniej klasy H13. W razie potrzeby takiej potrzeby, mogą być one dostarczone przez FläktGroup.

## • Przełącz centrale wentylacyjne z recyrkulacją na 100% powietrza zewnętrznego

Ponowny obieg potencjalnie zanieczyszczonego powietrza nie jest zalecany. Przepustnica w dowolnej sekcji recyrkulacyjnej centrali wentylacyjnej powinna być zamknięta. Może to być wykonane za pośrednictwem systemu BMS, jak również ręcznie przez wizytę serwisową.

Inżynierowie serwisu FläktGroup mogą w razie potrzeby podjąć się takiego zadania.

## • Sprawdź centrale z rotorami, aby ustalić, co następuje

– Sprawdź lokalizację wentylatorów. Jeśli oba wentylatory znajdują się po stronie systemowej rotora, FläktGroup może doradzić w sprawie wymiany urządzeń lub dodania UV-c

– Sprawdź, czy rotor ma sekcję oczyszczania. Jeżeli rotor nie posiada sektora oczyszczania, wówczas FläktGroup może być w stanie dostarczyć zamienny rotor.

– Sprawdź bilans ciśnienia w celu upewnienia się, że wewnętrzny przepływ powietrza odbywa się w kierunku od czystego, świeżego powietrza do zanieczyszczonego powietrza wywiewanego.

Inżynierowie serwisu FläktGroup mogą w razie potrzeby podjąć się takiego zadania.

- **Sprawdzić urządzenia do odzysku ciepła, aby upewnić się, że przecieki są pod kontrolą.**

W płytowych wymiennikach ciepła mogą występować przecieki. Można przeprowadzić próbę kontrolowanego zadymienia w celu sprawdzenia kierunku ewentualnej nieszczelności. Producenci płytowych wymienników ciepła z certyfikatem Eurovent deklarują obecność przecieków w ich wyposażeniu. Zazwyczaj wartość ta wynosi od 1% do 2%

REHVA ustanowiła metodologię pomiaru przecieków w urządzeniach z obrotowymi wymiennikami ciepła. Szczegóły poniżej.

Inżynierowie serwisu FläktGroup mogą w razie potrzeby podjąć się takiego zadania.

- Metoda szacunku przecieków (EATR) do testów lokalnych
- Precyzyjny test wewnętrznych przecieków powietrza musi być przeprowadzony w laboratorium. Jednakże, szkic nadchodzącego standardu (prEN 308) zapewnia prostą metodę estymacji EATR poprzez wykonywany lokalnie pomiar temperatury. Procedura testowa uwzględnia pomiary temperatur  $t_{11}$ ,  $t_{21}$  i  $t_{22}$  w stanie stabilnych warunków pracy przy zatrzymanym rotorze.
- Następnie oblicza się EATR zgodnie ze wzorem:

$$EATR = \frac{t_{22} - t_{21}}{t_{11} - t_{21}}$$

Gdzie,

- $t_{11}$  jest temperaturą na wlocie powietrza wywiewanego
- $t_{21}$  jest temperaturą na wlocie powietrza nawiewanego
- $t_{22}$  jest temperaturą na wylocie powietrza nawiewanego
- Część przecieków, która jest powiązana z obrotem rotora (przenoszenie), nie może być określona tą metodą.

- **Wymienić centralne filtry powietrza zewnętrznego i wywiewanego jak zwykle, zgodnie z harmonogramem konserwacji.**

Ogólnie rzecz biorąc, mądrze jest założyć, że filtry mają na sobie aktywny materiał mikrobiologiczny. Nie wiadomo, czy stanowi to istotne zagrożenie chorobami zakaźnymi powodowanymi przez wirusy, ale należy zachować ostrożność. Staje się to szczególnie ważne w każdym budynku (w tym mieszkalnych), gdzie występują przypadki jakiegokolwiek choroby zakaźnej, w tym COVID-19. System powinien być wyłączony podczas wymiany filtrów oraz należy podjąć wszelkie niezbędne środki ochronne, takie jak noszenie rękawiczek, czy masek FFP3, jeśli dostępne, a następnie wyrzucenie ich do szczelnego worka.

Ogólne filtry wentylacyjne nie są przeznaczone do przechwytywania cząsteczek wirusów. Dodanie filtrów HEPA może być korzystne dla obszarów krytycznych, ale jest mało prawdopodobne, aby było to praktyczne rozwiązanie dla ogólnych systemów wentylacyjnych.

Inżynierowie serwisu FläktGroup mogą w razie potrzeby podjąć się takiego zadania.

- **Regularne prace związane z wymianą i konserwacją filtrów są wykonywane przy zastosowaniu powszechnych środków ochronnych w tym ochrony dróg oddechowych.**

Wszystkie zespoły serwisowe FläktGroup są wyposażone w niezbędne środki ochrony indywidualnej umożliwiające bezpieczne usuwanie filtrów oraz posiadają klarowne instrukcje dotyczące bezpiecznej utylizacji zabrudzonych filtrów.

Inżynierowie serwisu FläktGroup mogą w razie potrzeby podjąć się takiego zadania.

# Wyjaśnienia dotyczące prac badawczych łączących wentylację lub klimatyzację z przenoszeniem wirusa

**Do tej pory dowiedzieliśmy się o co najmniej trzech badaniach lub artykułach łączących wentylację lub klimatyzację z przenoszeniem wirusa. Intencją tej sekcji jest przeanalizowanie tych dokumentów i określenie, czy mają one zastosowanie do produktów FläktGroup. Umożliwi to prowadzenie rozmów w oparciu o rzeczywiste dane z badań i uniezależnienie się od szumu informacyjnego wokół COVID-19.**

Wiele osób odwołało się do pracy badawczej zatytułowanej "Epidemia COVID-19 związana z klimatyzacją w restauracji, Guangzhou, Chiny". Praca ta jest właściwie zatytułowana "Dowody na prawdopodobne przenoszenie SARS-CoV-2 w aerozolu w restauracji o słabej wentylacji." <sup>20</sup>

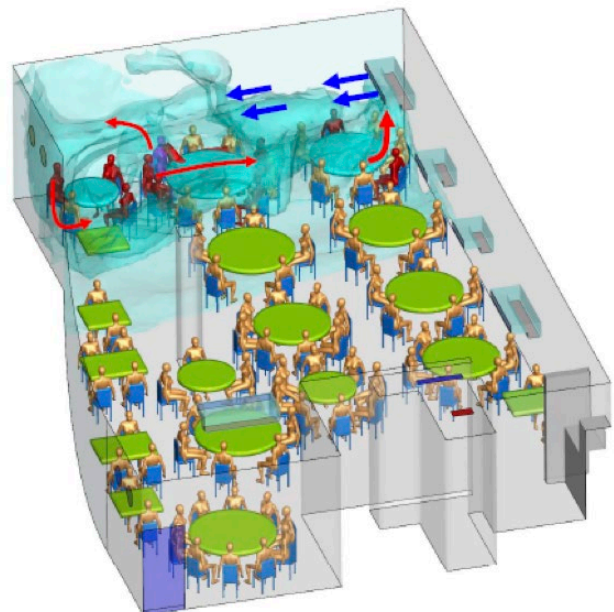
Nie był to centralny system nawiewno-wywiewny, a wnioski zawarte w raporcie zostały przedstawione poniżej.

"Obciążone wirusem małe (<5 µm) rozpylone krople mogą pozostawać w powietrzu i podróżować na duże odległości, >1 m". Jednakże, żaden z pracowników ani innych gości w restauracji X nie został zarażony.

**Ponadto, wszystkie próbki rozmazu z klimatyzacji były negatywne.** To odkrycie jest mniej zgodne w przypadku przenoszenia aerozolu. Jednakże aerozole podążają za przepływem powietrza, a niższe stężenia aerozoli w większych odległościach mogły być niewystarczające do wywołania infekcji w innych częściach restauracji" <sup>20</sup>

"Dochodzimy do wniosku, że w tym ognisku infekcji, przenoszenie kropli wywołane było przez wentylację klimatyzowaną. **Kluczowym czynnikiem infekcji był kierunek przepływu powietrza.** Uwaga, pacjent B3 był bezobjawowy, a 1% pacjentów w tym ognisku infekcji było bezobjawowe, dając możliwe źródło wybuchu epidemii wśród ludzi. Aby zapobiec rozprzestrzenianiu się COVID-19 w restauracjach, zalecamy wzmocniony monitoring temperatury, zwiększenie odległości między stolami **i poprawę wentylacji.**" <sup>20</sup>

Zakażone były tylko osoby znajdujące się w przestrzeni wydmuchu danego urządzenia klimatyzacyjnego.



**11 lipca w brytyjskiej gazecie Telegraph ukazał się artykuł zatytułowany "Otwieraj okna podczas korzystania z klimatyzacji, mówią eksperci, w czasie gdy WHO zmienia stanowisko w sprawie koronawirusa przenoszonego drogą powietrzną". Jednostki, które pracują wyłącznie na powietrzu recyrkulowanym, mogą nasilić rozprzestrzenianie się cząsteczek wirusa.**<sup>21</sup>

Inne brytyjskie wydawnictwo, The Daily Mail, 12 lipca opublikowało artykuł, w którym brytyjscy eksperci twierdzą, by wyłączyć klimatyzację celem zmniejszenia ryzyka rozprzestrzeniania się koronawirusa, ponieważ WHO przyznaje, że patogen może rozprzestrzeniać się przez małe, unoszące się kropelki.<sup>22</sup>

Należy zauważyć, że odnosi się to tylko do urządzeń klimatyzacyjnych typu split. W artykule zacytowano dr Shauna Fitzgeralda, jednego z autorów porady CIBSE (konkretna klauzula pokazana poniżej), mówiącego "Zalecaną teraz strategią w przypadku posiadania klimakonwektorów typu split, jest utrzymywanie otwartego okna nawet przy poświęceniu komfortu cieplnego. Przy nawet

nieznacznej obecności wiatru, powietrze wewnątrz zostanie wprowadzone w ruch. Jeśli nie ma możliwości otwarcia okna, należy wyłączyć urządzenie."

#### **CIBSE COVID-19 WYTYCZNE WENTYLACYJNE 4.2.7 Systemy powietrzne typu split**

W obrębie danego pomieszczenia/strefy systemy te są właściwe w zapewnianiu komfortu cieplnego poprzez ogrzewanie lub chłodzenie powietrza wewnętrznego, a ruch powietrza, który zapewniają, może pomóc zapobiec stagnacji powietrza w pomieszczeniu. Ważne jest jednak, aby zrozumieć, że nie dostarczają one żadnego powietrza zewnętrznego do pomieszczenia/strefy, a bez dedykowanego źródła powietrza zewnętrznego do pomieszczenia mogłyby być odpowiedzialne za recyrkulację i rozprzestrzenianie się unoszących się w powietrzu cząsteczek wirusów nawet do oddalonych użytkowników budynku. Upewnij się, że istnieje źródło powietrza zewnętrznego (naturalne lub w oparciu o wentylację mechaniczną) podczas pracy tych urządzeń.

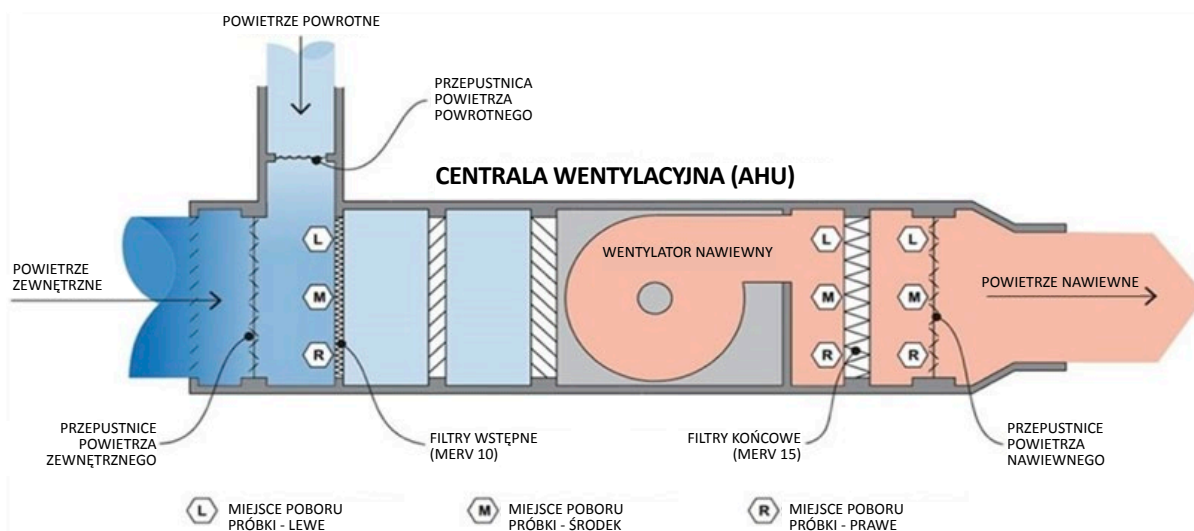
**Po badaniu przeprowadzonym w szpitalu Oregon Health and Science University (OHSU) opublikowano nowe badanie zatytułowane "Identyfikacja RNA SARS-CoV-2 w jednostkach grzewczych, wentylacyjnych i klimatyzacyjnych w służbie zdrowia"**<sup>23</sup>

Wniosek brzmiał "Niniejsze badanie wykazuje obecność RNA SARS-CoV-2 w wielu miejscach central wentylacyjnych, a dokładniej w centralach obsługujących wiele pięter wieży szpitalnej, w której umieszczono pacjentów COVID-19"

"Potencjał zakaźny tego wirusowego materiału genetycznego jest obecnie niezny."

Filtry wstępne są oceniane na MERV10 (europejski odpowiednik to M5, ePM10<60%), a filtry końcowe na MERV15 (europejski odpowiednik to F9, ePM1>80%)

Jednakże, jak widać na schemacie poniżej, centrala jest urządzeniem recyrkulacyjnym. To powinno być podkreślane we wszelkich rozmowach z klientami na ten temat.





**Praca badawcza pt. "Wykrywanie skażenia powietrza i powierzchni przez SARS-CoV-2 w salach szpitalnych dla zakażonych pacjentów"** <sup>24</sup>

Badanie zostało przeprowadzone w pomieszczeniach izolowanych od infekcji przenoszonych drogą powietrzną w National Centre for Infectious Diseases w Singapurze. Pomieszczenia te miały 12 wymian powietrza na godzinę, średnią temperaturę 23 °C, wilgotność względną 53–59% i wydajność odciążu 579,6 m<sup>3</sup>/h.

"Stopień skażenia środowiska, który znaleźliśmy w naszym badaniu, może być spowodowany bezpośrednim kontaktem pacjenta lub pracownika służby zdrowia z zainfekowanymi płynami oddechowymi. Wiarygodna jest jednak również kontaminacja przez kropelki oddechowe uwolnione przez kaszel i kichanie, a także przez aerozole oddechowe. Zanieczyszczenie powierzchni, które nie są często dotykane (**wywiewne otwory wentylacyjne i podłoga**) potwierdza tę ostatnią hipotezę." <sup>24</sup>

Podczas gdy otwory wentylacyjne powietrza wywiewanego zostały uznane za zanieczyszczone, nie przeprowadzono żadnych badań, aby sprawdzić, czy jakieś cząsteczki wróciły do systemu wentylacyjnego. Sam system wentylacyjny nie jest opisany w artykule. Nie podano również wielkości pomieszczeń i bliskości zakażonego pacjenta do kratki wywiewnej.

**W kwietniu 2020 r. ukazała się praca badawcza zatytułowana "Przenoszenie COVID-19 drogą powietrzną: dowody epidemiologiczne z badań dwóch ognisk epidemii" autorstwa Ye Shen** <sup>26</sup>

łączy ona transmisję COVID-19 z "klimatyzacją". Wybuch epidemii był związany z warsztatami szkoleniowymi w dniach 12-14 stycznia w mieście Hangzhou, w prowincji Zhejiang. Było tam 30 uczestników z różnych miast, którzy zarezerwowali hotele indywidualnie i nie jadali razem w obiekcie, gdzie odbywały się warsztaty. Warsztaty obejmowały cztery 4-godzinne sesje grupowe, które odbywały się w dwóch zamkniętych salach o powierzchni 49 i 75 metrów kwadratowych. Automatyczny timer na klimatyzacji centralnej **recyrkulował powietrze w każdym pomieszczeniu przez 10 minut co cztery godziny, przy użyciu 'wewnętrzny trybu obiegowego'**. Podczas warsztatów nie stwierdzono żadnych symptomów u obecnych. W okresie 16-22 stycznia 2020 r. u 15 z nich rozpoznano COVID-19.

To sugeruje, że przepływ powietrza w sali konferencyjnej był w dużej mierze zamknięty, stale narażając uczestników warsztatu. Szczególnie wysoki wskaźnik infekcji, zbliżający się do 50%, jest niepokojący i wspiera założenia, że należy ograniczać duże skupiska społeczne, zwłaszcza te w pomieszczeniach zamkniętych, w których wentylacja powietrza jest minimalna.

# Bibliografia

Federacja Europejskich Stowarzyszeń Ogrzewnictwa, Wentylacji i Klimatyzacji (REHVA) jest organizacją parasolową dla zawodowych organizacji zrzeszających projektantów w kraju europejskim.

Mają specjalną stronę poradnictwa COVID-19;  
<https://www.rehva.eu/activities/covid-19-guidance>

Ta strona zawiera również sekcję FAQ i jest okresowo aktualizowana.

Opublikowali oni następujące dokumenty zawierające określone porady:

1. REHVA COVID-19 **guidance document ver3**
2. REHVA COVID-19 specific guidance document **Limiting air leakages across the rotary heat exchanger**
3. REHVA COVID-19 specific guidance document **Use of fan coils and avoiding recirculation**
4. Uniwersytet Johns Hopkinsa jest prywatnym uniwersytetem badawczym w Baltimore, Maryland. Założony w 1876 roku. Są oni główną agencją śledzącą rozprzestrzenianie się COVID-19 w Stanach Zjednoczonych. Regularnie aktualizują stronę internetową podającą szczegóły dot. wszystkich aspektów COVID-19 [https://www.hopkinsguides.com/hopkins/view/Johns\\_Hopkins\\_ABX\\_Guide/540747/all/Coronavirus\\_COVID\\_19\\_SARS\\_CoV\\_2\\_?q=aerosol+covid-9](https://www.hopkinsguides.com/hopkins/view/Johns_Hopkins_ABX_Guide/540747/all/Coronavirus_COVID_19_SARS_CoV_2_?q=aerosol+covid-9)
5. **Czy systemy HVAC mogą pomóc w zapobieganiu transmisji COVID-19?** Artykuły napisane przez Advanced Industries Practice of McKinsey & Company. McKinsey & Company jest amerykańską firmą doradczą w zakresie zarządzania, założoną w 1926 r. przez profesora Uniwersytetu w Chicago, Jamesa O. McKinsey udziela porad w zakresie zarządzania strategicznego korporacjom, rządów i innym organizacjom. Wśród autorów są Stephanie Balgeman, Ben Meigs, Stephan Mohr, Arvid Niemöller i Paolo Spranzi.
6. Eurovent opublikował dokument, który zestawia porady organizacji zawodowych z Wielkiej Brytanii, Niemiec, Belgii, Francji, Włoch i REHVA. <https://eurovent.eu/?q=articles/covid-19-gen-112900>
7. **Influenza Virus Transmission Is Dependent on Relative Humidity and Temperature**  
Anice C. Lowen, 19 października 2007 r
8. **High Humidity Leads to Loss of Infectious Influenza Virus from Simulated Coughs.**  
John D. Noti, Francoise M. Blachere, Cynthia M. McMillen, William G. Lindsley, Michael L. Kashon, Denzil R. Slaughter, Donald H. Beezhold.  
27 lutego 2013 r
9. **Relationship between Humidity and Influenza A Viability in Droplets and Implications for Influenza's Seasonality.**  
Wan Yang, Subbiah Elankumaran, Linsey C. Marr.  
3 października 2012 r
10. **Decline in temperature and humidity increases the occurrence of influenza in cold climate.**  
Kari Jaakkola, Annika Saukkoriipi, Jari Jokelainen, Raija Juvonen, Jaana Kauppila, Olli Vainio, Thedi Ziegler, Esa Rönkkö, Jouni JK Jaakkola, Tiina M Ikäheimo oraz KIAS-Study Group.  
Zdrowie środowiskowe 2014,
11. **Bacterial colonization and succession in a newly opened hospital**  
Simon Lax, Naseer Sangwan, Daniel Smith, Peter Larsen, Kim M. Handley, Miles Richardson, Kristina Guyton, Monika Krezalek, Benjamin D. Shogan, Jennifer Defazio, Irma Flemming, Baddr Shakhsheer, Stephen Weber, Emily Landon, Sylvia Garcia-Houchins, Jeffrey Siegel, John Alverdy, Rob Knight, Brent Stephens, Jack A. Gilbert. Opublikowano w 2017 r
12. **'Effects of temperature, humidity, and diurnal temperature range on influenza incidence in a temperate region'**  
Ji-Eun Park, Woo-Sik Son, Yeonhee Ryu, Soo Beom Choi, Okyu Kwon, Insung.. 13 września 2019 roku.

13. **Podręcznik ASHRAE.**  
Rozdział 22 - Nawilżacze.
14. **Effects of Air Temperature and Relative Humidity on Coronavirus Survival on Surfaces.**  
Lisa M. Casanova, Soyoung Jeon, William A. Rutala, David J. Weber, i Mark D. Sobsey.  
Opublikowano 26 lutego 2010 r.
15. **High Temperature and High Humidity Reduce the Transmission of COVID-19**  
Jingyuan Wang, Ke Tang, Kai Feng i Weifeng  
Lv. 9 marca 2020 r
16. **How can airborne transmission of COVID-19 indoors be minimised?**  
Lidia Morawska, 2020
17. **Eurovent REC 6-15 - Air leakages in Air Handling Units - First Edition – 2020**
18. **The use of ambient humidity conditions to improve influenza forecast.**  
Jeffrey Shaman, 2017
19. **CIBSE COVID-19 VENTILATION GUIDANCE. Wersja 2, 12 maja 2020 r**
20. **Evidence for probable aerosol transmission of SARS-CoV-2 in a poorly ventilated restaurant.**  
Yuguo Li, 2020. Znany również jako "COVID-19 Outbreak Associated with Air Conditioning in Restaurant, Guangzhou, China"
21. Publikacja on-line <https://www.telegraph.co.uk/global-health/science-and-disease/turn-air-conditioning-experts-say-shifts-stance-airborne-coronavirus/>
22. Publikacja on-line <https://www.dailymail.co.uk/news/article-8514027/British-experts-say-turn-air-conditioning-reduce-risk-spreading-coronavirus.html>
23. **Identification of SARS-CoV-2 RNA in Healthcare Heating, Ventilation, and Air Conditioning Units.**  
Patrick F. Horve, 2020
24. **Detection of air and surface contamination by SARS-CoV-2 in hospital rooms of infected patients.**  
Po Ying Chia, 2020
25. **RLT Betrieb Raumlufotechnischer Anlagen unter den Randbedingungen der aktuellen COVID-19-Pandemie 03.08.2020, Version 3**
26. **Airborne transmission of COVID-19: epidemiologic evidence from two outbreak Investigations.**  
Ye Shen, 2020
27. **Heating, ventilation and air-conditioning systems in the context of COVID-19.** Europejskie Centrum ds. Zapobiegania i Kontroli Chorób 22 czerwca 2020 r.
28. **2019 Novel Coronavirus (COVID 19) Pandemic Built Environment Considerations To Reduce Transmission.**  
Dietz L, Kwiecień 2020
29. **Coronavirus Disease Outbreak in Call Center, South Korea.**  
Shin Young Park, Sierpień 2020 r

***FläktGroup***<sup>®</sup>

[www.flaktgroup.com](http://www.flaktgroup.com)