

EUROVENT 4/23 - 2022

DOBÓR KLAS FILTRÓW POWIETRZA DO WENTYLACJI OGÓLNEJ SKLASYFIKOWANYCH WEDŁUG PN-EN ISO 16890

CZWARTE WYDANIE

Opublikowano 14 stycznia 2022 przez
Eurovent, 80 Bd A. Reyers Ln, 1030 Bruksela, Belgia
secretariat@eurovent.eu



HISTORIA DOKUMENTU

Niniejsze zalecenia branżowe Eurovent/Kodeks Dobrych Praktyk zastępują wszystkie dotychczasowe edycje, które automatycznie wraz z publikacją niniejszego dokumentu stają się nieaktualne.

ZMIANY

Niniejsza publikacja Eurovent została zmieniona w stosunku do poprzednich wydań w następujący sposób:

Zmiany w stosunku do:	Najważniejsze zmiany:
Wydanie pierwsze	Korekta błędów w tabeli 3 [skuteczność ePM ₁₀ dla SUP 4].
Wydanie pierwsze [aktualizacja 1]	Zmiana zalecanej minimalnej skuteczności (tabela 3). Dodanie specyfikacji klas filtrów spełniających minimalną skuteczność (tabela 7)
Wydanie drugie	Zmiana klas filtrów dla kategorii ODA 2/SUP 1, ODA 3/SUP 1 i ODA 3/SUP 2 (tabela 7)
Wydanie trzecie	Włączenie wytycznych Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) z 2021 r. dotyczących dopuszczalnych stężeń PM _{2,5} i PM ₁₀
Wydanie czwarte	Niniejszy dokument

PRZEDMOWA

CEL I PRZEZNACZENIE DOKUMENTU

Celem niniejszej publikacji jest:

- rozpowszechnienie wytycznych dotyczących wyboru klas filtrów powietrza klasyfikowanych według normy EN ISO 16890
- wskazanie różnic między klasyfikacją według EN 779 i PN-EN ISO 16890
- zwiększenie świadomości na temat efektywności energetycznej filtrów powietrza

AUTORZY

Dokument został opublikowany przez stowarzyszenie Eurovent i przygotowany wspólnie przez uczestników Grupy Produktowej „Filtry powietrza” (PG-FIL), która reprezentuje zdecydowaną większość producentów tych wyrobów działających na rynku EMEA.

Dokument został przetłumaczony we współpracy z miesięcznikiem Rynek Instalacyjny (rynekinstalacyjny.pl)

PRAWA AUTORSKIE

© Eurovent, 2022

O ile poniżej nie określono inaczej, niniejsza publikacja może być powielona w całości lub w części pod warunkiem podania źródła. W przypadku wykorzystania lub powielania zdjęć lub innych materiałów, które nie należą do Eurovent, należy zwrócić się o pozwolenie bezpośrednio do właścicieli praw autorskich.

SUGEROWANA FORMA CYTOWANIA PUBLIKACJI

Eurovent AISBL/IVZW/INPA (2022). Eurovent 4/23-2022 – Wybór klas filtrów powietrza do wentylacji ogólnej według normy PN-EN ISO 16890 – wydanie czwarte. Bruksela: Eurovent (ang.).

WAŻNE UWAGI

Niniejszy dokument nie może być podstawą do udzielenia przez stowarzyszenie Eurovent jakiegokolwiek certyfikatu. Wszystkimi kwestiami związanymi z certyfikacją zarządza niezależna podjednostka Eurovent Certita Certification. Więcej informacji można znaleźć na stronie www.eurovent-certification.com.



SPIS TREŚCI

HISTORIA DOKUMENTU	2
Zmiany	2
PRZEDMOWA	2
Cel i przeznaczenie dokumentu.....	2
Autorzy	2
Prawa autorskie	2
Ważne uwagi.....	2
SPIS TREŚCI	4
1. WPROWADZENIE	6
1.1 Znaczenie filtracji	6
1.1.1 Wpływ na zdrowie	6
1.1.2 Obciążenie chorobami	7
1.2 Znaczenie drobnych cząstek stałych	8
2. PORÓWNANIE KLASYFIKACJI SKUTECZNOŚCI FILTRACJI WEDŁUG PN-EN ISO 16890 I PN-EN 779	9
3. PORÓWNANIE KLAS TYCH SAMYCH FILTRÓW KLASYFIKOWANYCH WG PN-EN 779 ORAZ PN-EN ISO 16890	9
4. ZALECENIA DOTYCZĄCE DOBORU KLASY FILTRA SKLASYFIKOWANEGO WG PN-EN ISO 16890	10
4.1 Wytyczne WHO	10
4.2 Baza danych nt. zanieczyszczeń powietrza zewnątrznego.....	10
4.3 Emisja cząstek stałych w pomieszczeniach.....	10
4.4 Zalecana skuteczność filtracji w zależności od kategorii powietrza zewnętrznego i nawiewanego	10
4.4.1 Kategorie jakości powietrza zewnątrznego	11
4.4.2 Kategorie jakości powietrza nawiewanego	12
4.5 Zalecana minimalna skuteczność	12
4.6 Dodatkowe zalecenia dotyczące ochrony systemów HVAC.....	13
5. OSZACOWANIE SKUMULOWANEJ SKUTECZNOŚCI FILTRACJI WIELOSTOPNIOWEJ	16
6. EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA FILTRÓW	16
7. PODSUMOWANIE	17
8. LITERATURA	17
9. ZAŁĄCZNIK	18
9.1 Porównanie klas filtrów sklasyfikowanych według PN-EN 779 i PN-EN ISO 16890.....	18
9.2 Dodatkowe zalecenie dotyczące stosowania opcjonalnej filtracji zanieczyszczeń gazowych....	18
9.3 Klasy filtrów według PN-EN ISO 16890 spełniające wymagania dot. zalecanej minimalnej skuteczności	19



1. WPROWADZENIE

W nowej normie PN-EN ISO 16890 opublikowanej pod koniec 2016 r. ustanowiono system klasyfikacji skuteczności filtrów powietrza do wentylacji ogólnej na podstawie cząstek stałych (pyłu zawieszonego; PM). Nowa klasyfikacja, wprowadzająca pojęcie skuteczności w odniesieniu do różnych zakresów wielkości cząstek (PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀) umożliwia zupełnie nowe, dotąd niedostępne, sposoby projektowania jakości powietrza wewnętrznego (IAQ). Różni się jednak znacznie od starej klasyfikacji, zdefiniowanej w dobrze znanej i powszechnie stosowanej normie PN-EN 779.

Chociaż klasyfikacja PN-EN ISO 16890 ustanawia skuteczne narzędzie do projektowania jakości powietrza wewnętrznego (IAQ) dla inżynierów i personelu obsługi technicznej, w momencie publikacji niniejszego dokumentu nie ma odpowiednich europejskich wytycznych dotyczących prawidłowego doboru klas filtrów dla różnych zastosowań, umożliwiającego osiągnięcie wymaganego poziomu IAQ.

Nowa norma PN-EN 16798-3:2017, która zastępuje znaną powszechnie normę PN-EN 13779, jest postrzegana jako główne wytyczne dla projektantów w zakresie projektowania filtracji w systemach wentylacyjnych. Nadal odnosi się ona do normy PN-EN 779, mimo że przewidywany okres współistnienia obu norm zakończył się w połowie 2018 r. Po tej dacie norma PN-EN 779:2012 stała się nieaktualna (z formalnego punktu widzenia).

Głównym celem niniejszych zaleceń Eurovent jest wypełnienie luki i dostarczenie przejrzystych wytycznych dotyczących wyboru filtrów do wentylacji ogólnej klasyfikowanych na podstawie PN-EN ISO 16890. Dokument ten mógłby również stanowić wkład do kolejnej aktualizacji normy PN-EN 16798-3, z uwzględnieniem normy PN-EN ISO 16890.

Publikacja skierowana jest do wszystkich specjalistów HVAC zajmujących się systemami wentylacyjnymi, w szczególności projektantów, kierowników obiektów oraz producentów urządzeń, w tym filtrów powietrza.

1.1 ZNACZENIE FILTRACJI

Ludzie spędzają średnio do 90% swojego życia w pomieszczeniach zamkniętych. Nie tylko w domu, ale i w różnych innych miejscach, takich jak biura, szkoły, restauracje, centra handlowe czy kina. Oczywiście jest, że czyste powietrze w pomieszczeniach ma kluczowe znaczenie dla zdrowia wszystkich ludzi, a w szczególności grup szczególnie wrażliwych, takich jak niemowlęta, dzieci czy osoby starsze.

1.1.1 WPŁYW NA ZDROWIE

Liczne badania wykazały ścisłą korelację między IAQ a naszym zdrowiem. Pokazują one również, że pył zawieszony (PM) oddziałuje negatywnie na zdrowie ludzi bardziej niż jakiegokolwiek inne zanieczyszczenie.

Głównymi składnikami PM są: siarczany, azotany, amoniak, chlorek sodu, sadza, pył mineralny, cząsteczki będące efektem procesów spalania i woda. PM składa się ze złożonej mieszaniny stałych i ciekłych cząstek substancji organicznych i nieorganicznych zawieszonych w powietrzu.

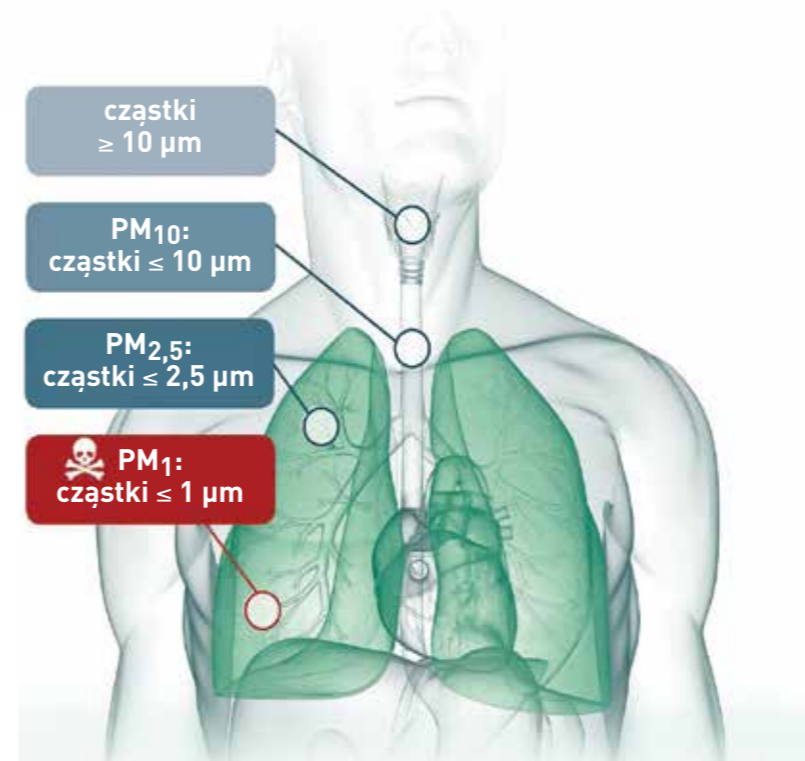
Wpływ pyłu zawieszonego na zdrowie człowieka był w przeszłości szeroko badany. Z badań wynika, że drobny pył może stanowić poważne zagrożenie dla zdrowia. Do najważniejszych chorób (wywołanych lub nasilonych) związanych z narażeniem ludzi na przebywanie w pomieszczeniach z powietrzem zanieczyszczonym pyłami PM:

- alergia & astma,
- nowotwory płuc,
- choroby układu krążenia (CVD),
- przewlekła obturacyjna choroba płuc (POChP),
- demencja.

Ponadto istnieją silne dowody dotyczące skutków ekspozycji na cząstki¹ o różnych zakresach wielkości:

¹ Należy zauważyć, że do frakcji o większych wymiarach wlicza się zawsze frakcje o rozmiarach mniejszych.

PM ₁₀	PM _{2,5}	PM ₁
Cząstki o średnicy 10 µm lub mniejsze mogą się dostawać do dróg oddechowych i potencjalnie powodować pogorszenie czynności płuc.	Cząstki o średnicy 2,5 µm lub mniejsze mogą przenikać przez płuca i powodować zaburzenia czynności płuc, choroby skóry i oczu.	Cząstki o średnicy 1 µm lub mniejsze są najbardziej niebezpieczne. Są one na tyle małe, że mogą się dostać do krwiobiegu i doprowadzić do chorób nowotworowych, chorób układu krążenia i demencji.



© Camfil AB

1.1.2 OBCIĄŻENIE CHOROZAMI

Przeprowadzone badania określiły wpływ IAQ na obciążenie chorobami (BoD). Obciążenie to mierzy się za pomocą tzw. lat życia skorygowanych niepełnosprawnością (DALY). W tym opartym na czasie wskaźniku, pierwotnie opracowanym w 1990 r., uwzględnia się lata życia utracone z powodu przedwczesnej śmiertelności oraz z powodu doznanych uszczerbków na zdrowiu.

Całkowite szacowane obciążenie chorobami związanymi z IAQ w Unii Europejskiej wynosi ok. 2 mln DALY rocznie, co oznacza, że rocznie tracą dwa miliony lat zdrowego życia. Warto zauważyć, że według najnowszych szacunków francuskich ekonomistów koszt 1 DALY może wynieść do 100 tys. euro. Straty wynikające z nieodpowiedniej jakości powietrza wewnętrznego (IAQ) są zatem w skali globalnej duże.

1.2 ZNACZENIE DROBNYCH CZĄSTEK STAŁYCH

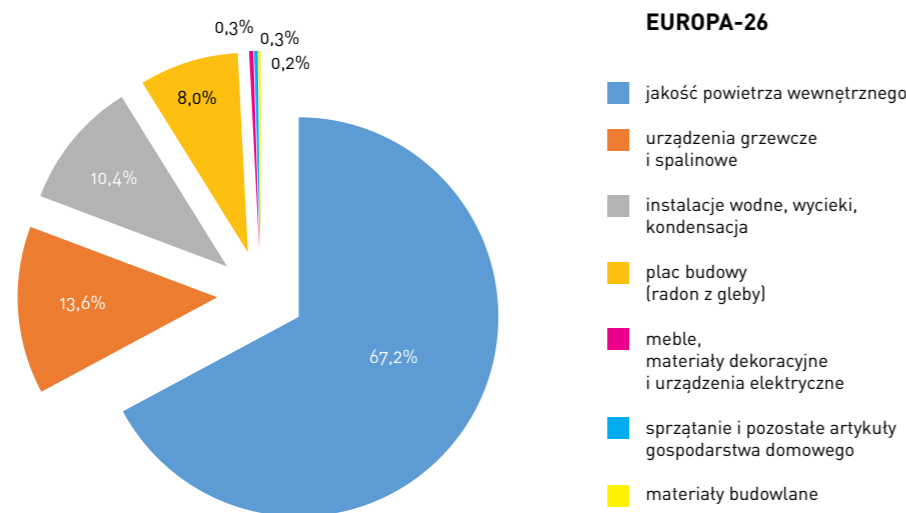
Zanieczyszczenie powietrza zewnętrznego odgrywa istotną rolę w narażeniu użytkowników na oddziaływanie powietrza wewnętrznego. Ze względu na wentylację zapewniającą ciągłą wymianę powietrza w budynkach, narażenie na drobne pyły PM w pomieszczeniach wynika głównie z zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego, zwłaszcza na obszarach miejskich o dużym natężeniu ruchu samochodowego. Drugie najważniejsze źródło narażenia stanowi spalanie paliw stałych na potrzeby gotowania i ogrzewania (jeśli występuje).

Drobny pył zawieszony PM w powietrzu zewnętrznym pochodzi głównie ze źródeł spalania, lokalnych i odległych, w szczególności tam, gdzie jego stężenie przewyższa poziom tła, jak na obszarach

wiejskich. Często nie uświadamiamy sobie, że na terenach mocno zanieczyszczonych (np. w okręgach przemysłowych, w centrach miast o dużym natężeniu ruchu) przy braku filtracji powietrza wentylującego budynki poziomy cząstek stałych wewnątrz pomieszczeń zamkniętych stanowią ponad 90% poziomów monitorowanych na zewnątrz budynków.

Zastosowanie w systemach wentylacyjnych prawidłowo dobranych, skutecznych filtrów powietrza może znacznie zmniejszyć narażenie na PM i związane z tym obciążenie chorobami (BoD).

Zła jakość powietrza wpływa w największym stopniu na obciążenie chorobami (BoD)



2. PORÓWNANIE KLASYFIKACJI SKUTECZNOŚCI FILTRACJI WG PN-EN ISO 16890 I PN-EN 779

Jak już wspomniano, klasyfikacja skuteczności ustanowiona w normie PN-EN ISO 16890 różni się zasadniczo od definicji skuteczności zawartej w normie PN-EN 779.

Obie normy dotyczą oceny efektu filtracji wstępnych i dokładnych filtrów przeciwpyłowych stosowanych w wentylacji ogólnej. Jednak w normie PN-EN 779:2012 klasyfikacja skuteczności filtrów średnich i dokładnych opiera się na cząsteczkach 0,4 µm, podczas gdy EN ISO 16890 określa skuteczność dla różnych frakcji wielkości cząstek, a mianowicie: **PM₁₀, PM_{2,5} i PM₁**.

Tak istotne różnice w podejściu do definicji klasyfikacji, jak również metod badawczych, sprawiają, że klas filtrów ocenionych zgodnie z EN ISO 16890 i EN 779 nie można bezpośrednio porównać ani przekształcić za pomocą jakiegokolwiek metody obliczeniowej. Ponadto różne filtry zaliczane do tej samej klasy zgodnie z EN 779 mogą uzyskać inne klasy podczas testowania zgodnie z EN ISO 16890.

3. PORÓWNANIE KLAS TYCH SAMYCH FILTRÓW KLASYFIKOWANYCH WG PN-EN 779 ORAZ PN-EN ISO 16890

Aby uzyskać ogólny pogląd na to, w jakim stopniu obie klasyfikacje sobie odpowiadają, Eurovent przygotował porównanie klas zgodnie z PN-EN 779 i PN-EN ISO 16890 dla tych samych filtrów, w oparciu o rzeczywiste dane z badań.

Porównanie to odzwierciedla faktyczne pokrywanie się poszczególnych klas i zostało opracowane z wykorzystaniem informacji z programu „Eurovent Certified Performance” dla filtrów powietrza do wentylacji ogólnej, obsługiwane przez Eurovent Certita Certification. Program ten obejmuje pełne badania zgodne zarówno z PN-EN 779, jak i PN-EN ISO 16890,

przeprowadzone w akredytowanych niezależnych laboratoriach. Producenci uczestniczący w tym programie mają łącznie 70% udziału w europejskim rynku.

Tabela z porównaniami znajduje się w załączniku 1 do niniejszych wytycznych. W tej wersji dokumentu dane wykorzystane do porównania obejmują 91 rodzajów filtrów.

W kolejnych edycjach zaleceń tabela ta zostanie zaktualizowana na podstawie rosnącej liczby dostępnych danych.

4. ZALECENIA DOTYCZĄCE DOBORU KLASY FILTRA SKLASYFIKOWANEGO WG PN-EN ISO 16890

4.1 WYTYCZNE WHO

Ugruntowane i ogólnie przyjęte wytyczne dotyczące dopuszczalnych maksymalnych wartości stężeń cząstek stałych w powietrzu, którym oddychamy, opublikowane zostały przez Światową Organizację Zdrowia (WHO) w „Globalnych wytycznych WHO dotyczących jakości powietrza” z 2021 r. („WHO global air quality. Guidelines 2021”). Wprowadzenie tych limitów miało na celu osiągnięcie najniższego możliwego w praktyce stężenia cząstek stałych, gdyż nie można określić wartości stężeń, poniżej których nie zaobserwowano by żadnych szkód dla zdrowia.

Zalecane wartości graniczne, których należy przestrzegać przy wyborze klas filtrów, to:

- średnia roczna dla $PM_{2,5} < 5 \mu g/m^3$
- średnia roczna dla $PM_{10} < 15 \mu g/m^3$

W chwili obecnej nie ma zaleceń dotyczących stężenia PM_{10} .

4.2 BAZA DANYCH NT. ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO

Informacje na temat zanieczyszczenia powietrza zewnętrznego w różnych miastach na całym świecie znaleźć można w bazie danych WHO. Najnowsze wydanie z 2014 r. zawiera wyniki monitorowania prawie 1600 miast w 91 krajach. Jakość powietrza opisują średnie roczne stężenia cząstek stałych (PM_{10} i $PM_{2,5}$). Całą bazę danych znaleźć można na stronie www.who.int.

4.3 EMISJA CZĄSTEK STAŁYCH W POMIESCZENIACH

Wiedza jedynie nt. stężenia cząstek stałych w powietrzu zewnętrznym nie wystarcza do wyboru właściwej klasy filtra w systemie wentylacyjnym. Ze względu na emisje występujące wewnątrz pomieszczeń stężenie cząstek stałych w strumieniu powietrza nawiewanego powinno być zasadniczo niższe od poziomu projektowanego dla pomieszczeń. Pozwala to na utrzymanie ustalonych wartości progowych dzięki zastosowaniu tzw. zasady rozcieńczenia. Zatem w zależności od wymaganego

stężenia cząstek stałych powietrze nawiewane można przypisać do różnych kategorii (SUP).

Emisja cząstek stałych w pomieszczeniach pochodzi głównie z gotowania i spalania (w tym palenia świec, korzystania z kominków, stosowania niewentylowanych urządzeń grzewczych lub ogrzewaczy naftowych, palenia papierosów) oraz uprawianego hobby. PM wewnątrz pomieszczeń może być również pochodzenia biologicznego.

W związku z tym przy określaniu skuteczności filtracji dla oczekiwanego IAQ należy uwzględnić zarówno jakość powietrza na zewnątrz, jak i emisje w pomieszczeniach.

4.4 ZALECANA SKUTECZNOŚĆ FILTRACJI W ZALEŻNOŚCI OD KATEGORII POWIETRZA ZEWNĘTRZNEGO I NAWIEWANEGO

W celu uproszczenia procedury wyboru klasy filtra, przy jednoczesnym uwzględnianiu wszystkich istotnych czynników, niniejsze zalecenie Eurovent wprowadza metodę, która odpowiada zalecanej minimalnej skuteczności filtracji zarówno w odniesieniu do powietrza zewnętrznego, jak i powietrza nawiewanego. Aby zachować spójność na poziomie międzynarodowym, metoda ta bazuje na wartościach dopuszczalnych zalecanych przez WHO.

Ponieważ zwykle trudno oszacować emisję cząstek stałych w pomieszczeniach, w niniejszym dokumencie wskazano również przykłady typowych zastosowań przypisanych do odpowiedniej kategorii powietrza nawiewanego. Trzy kategorie powietrza zewnętrznego (ODA; tabela 1) i pięć kategorii powietrza nawiewanego (SUP; tabela 2) zdefiniowano w podobny sposób jak w normie PN-EN 16798-3, jednak norma odnosi się do wytycznych WHO z 2005 r., a niniejsze zalecenia - do wytycznych WHO z 2021 r.

Uwaga do polskiego wydania wytycznych Eurovent 4/23-2022: skrótkowo używane do oznaczenia kategorii ODA (Outdoor Air) i SUP (Supply Air) w wersji polskiej normy EN 13779:2008 zostały zastąpione przez ZEW (ODA) i NAW (SUP).

4.4.1 Kategorie jakości powietrza zewnętrznego




Kategoria*	Opis	Typowe środowisko
ODA 1	POWIETRZE ZEWNĘTRZNE, KTÓRE MOŻE BYĆ TYLKO TYMCZASOWO ZANIECZYSZCZONE PYŁEM Stosuje się w przypadku spełnienia wytycznych WHO (2021) (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 15 \mu g/m^3$)	
ODA 2	POWIETRZE ZEWNĘTRZNE O WYSOKIM STĘŻENIU CZĄSTEK STAŁYCH Stosuje się w przypadku, gdy stężenia cząstek stałych nie przekraczają 150% wartości wg wytycznych WHO (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 7,5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 22,5 \mu g/m^3$)	
ODA 3	POWIETRZE ZEWNĘTRZNE O BARDZO WYSOKIM STĘŻENIU CZĄSTEK STAŁYCH Stosuje się, gdy stężenia cząstek stałych przekraczają 150% wartości wg wytycznych WHO (średnia roczna dla $PM_{2,5} > 7,5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} > 22,5 \mu g/m^3$)	

Tabela 1. Kategorie jakości powietrza zewnętrznego

4.4.2 Kategorie jakości powietrza nawiewanego

SUP 1	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych (pyłu zawieszonego) spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,25 (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 1,25 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 3,75 \mu g/m^3$)
SUP 2	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych (pyłu zawieszonego) spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,5 (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 2,5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 7,5 \mu g/m^3$)
SUP 3	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych (pyłu zawieszonego) spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 0,75 (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 3,75 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 11,25 \mu g/m^3$)
SUP 4	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych (pyłu zawieszonego) spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych określone w wytycznych WHO (2021) (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 15 \mu g/m^3$)
SUP 5	Odnosi się do powietrza nawiewanego o stężeniach cząstek stałych (pyłu zawieszonego) spełniających wymagania dotyczące wartości dopuszczalnych określone w wytycznych WHO (2021) pomnożonych przez współczynnik 1,5 (średnia roczna dla $PM_{2,5} \leq 7,5 \mu g/m^3$ i $PM_{10} \leq 22,5 \mu g/m^3$)

Tabela 2. Kategorie jakości powietrza nawiewanego

4.5 ZALECANA MINIMALNA SKUTECZNOŚĆ

Minimalna skuteczność filtracji zalecana w niniejszym dokumencie odnosi się do różnych zakresów wielkości cząstek stałych, w zależności od zastosowania (rodzaj pomieszczeń obsługiwanych przez system wentylacyjny).

Dla najbardziej wymagających zastosowań o wysokich i średnich wymaganiach higienicznych (SUP 1 i SUP 2) podano wartości skuteczności ePM₁.

W przypadku pomieszczeń o standardowych i niskich wymaganiach higienicznych (SUP 3) zaleca się skuteczność ePM_{2,5}. W odniesieniu do zastosowań o bardzo niskich wymaganiach higienicznych lub bez nich (SUP 4 i SUP 5) wskazano skuteczność ePM₁₀.

Zalecane minimalne wartości skuteczności w zależności od kategorii ODA i SUP podano w tabeli 3.

			POWIETRZE NAWIEWANE				
			SUP 1*	SUP 2*	SUP 3**	SUP 4	SUP 5
POWIETRZE ZEWNĘTRZNE			$PM_{2,5} \leq 1,25$ $PM_{10} \leq 3,75$	$PM_{2,5} \leq 2,5$ $PM_{10} \leq 7,5$	$PM_{2,5} \leq 3,75$ $PM_{10} \leq 11,25$	$PM_{2,5} \leq 5$ $PM_{10} \leq 15$	$PM_{2,5} \leq 7,5$ $PM_{10} \leq 22,5$
Kategoria	PM _{2,5}	PM ₁₀	ePM ₁	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀	ePM ₁₀
ODA 1	≤ 5	≤ 15	70%	50%	50%	50%	50%
ODA 2	$\leq 7,5$	$\leq 22,5$	80%	70%	70%	80%	50%
ODA 3	$> 7,5$	$> 22,5$	90%	80%	80%	90%	80%

Tabela 3. Zalecana minimalna skuteczność filtracji ePM_x w zależności od kategorii ODA i SUP (średnie roczne wartości PM_x w [$\mu g/m^3$])

* Minimalne wymagania dotyczące skuteczności filtracji ePM₁ 50% odnoszą się do filtra końcowego

** Minimalne wymagania dotyczące skuteczności filtracji ePM_{2,5} 50% odnoszą się do końcowego etapu filtracji

Przedstawione wartości dotyczą zarówno jednostopniowych, jak i wielostopniowych systemów filtracji o skumulowanej skuteczności. Metoda szacowania skumulowanej skuteczności opisana została w następnym rozdziale.

W tabeli 7 załącznika do niniejszego zalecenia przedstawiono niewyczerpujące przykłady specyfikacji klas filtrów spełniających zalecane minimalne wartości skuteczności dla poszczególnych kategorii SUP/ODA.

4.6 DODATKOWE ZALECENIA DOTYCZĄCE OCHRONY SYSTEMÓW HVAC

Ponieważ zadaniem filtrów powietrza w systemach HVAC jest nie tylko ochrona wentylowanych pomieszczeń przed zbyt wysokim poziomem zanieczyszczenia, ale także ochrona samego systemu HVAC, minimalna skuteczność filtra pierwszego stopnia (na wlocie świeżego powietrza) powinna wynosić co najmniej

ePM₁₀ 50%. Jeżeli w systemie HVAC stosuje się nawilżanie powietrza, minimalna skuteczność filtra znajdującego się za nawilżaczem powinna wynosić co najmniej ePM_{2,5} 65%.

Przykłady zalecanych klas powietrza nawiewanego SUP dla typowych zastosowań w instalacjach wentylacyjnych przedstawiono w tabeli 4.

KATEGORIA	WENTYLACJA OGÓLNA	
SUP 1	-	-
SUP 2	<p>Pomieszczenia przeznaczone na stały pobyt ludzi</p> <p>Przykłady: przedszkola, biura, hotele, budynki mieszkalne, sale konferencyjne, sale wystawowe, teatry, kina, sale koncertowe</p>	
SUP 3	<p>Pomieszczenia przeznaczone na czasowy pobyt ludzi</p> <p>Przykłady: magazyny, centra handlowe, pralnie, serwerownie, kserokopiarnie</p>	
SUP 4	<p>Pomieszczenia przeznaczone na tymczasowy pobyt ludzi</p> <p>Przykłady: toalety, klatki schodowe, pomieszczenia magazynowe</p>	
SUP 5	<p>Pomieszczenia nieprzeznaczone na pobyt ludzi</p> <p>Przykłady: śmietniki, pomieszczenia na odpady, centra danych, parkingi podziemne</p>	

Tabela 4. Wentylacja ogólna – przykłady zastosowania odpowiednich kategorii powietrza nawiewanego SUP zalecanych dla wybranych typów obiektów i pomieszczeń

KATEGORIA	WENTYLACJA PRZEMYSŁOWA	
SUP 1	<p>Pomieszczenia o wysokich wymaganiach higienicznych</p> <p>Przykłady: szpitale, przemysł farmaceutyczny, elektroniczny i optyczny, doprowadzanie powietrza do czystych pomieszczeń</p>	
SUP 2	<p>Pomieszczenia o średnich wymaganiach higienicznych</p> <p>Przykłady: produkcja żywności i napojów</p>	
SUP 3	<p>Pomieszczenia o podstawowych wymaganiach higienicznych</p> <p>Przykłady: produkcja żywności i napojów o podstawowych wymaganiach higienicznych</p>	
SUP 4	<p>Pomieszczenia bez wymagań higienicznych</p> <p>Przykłady: ogólne obszary produkcyjne w przemyśle motoryzacyjnym</p>	
SUP 5	<p>Hale produkcyjne przemysłu ciężkiego</p> <p>Przykłady: huty, spawalnie</p>	

Tabela 4. Wentylacja przemysłowa – orientacyjne przykłady zastosowania dopasowane do odpowiednich kategorii SUP

5. OSZACOWANIE WARTOŚCI SKUMULOWANEJ SKUTECZNOŚCI FILTRACJI WIELOSTOPNIOWEJ

Ponieważ skuteczność filtra odniesiona do frakcji PM w powietrzu zależy od wielkości cząstek, znormalizowany rozkład wielkości cząstek za filtrem różni się znacznie od rozkładu wielkości cząstek przed filtrem.

Skuteczność ePM_x dla pojedynczego filtra określana na podstawie normy PN-EN ISO 16890-1 obliczona została przy założeniu znormalizowanego rozkładu wielkości cząstek. Ponieważ rozkład cząstek za filtrem znacznie różni się od tej ze znormalizowanego rozkładu, do dokładnego wyznaczenia skumulowanej skuteczności wielostopniowego systemu filtracji należy zastosować złożoną metodologię przedstawioną w załączniku C do normy PN-EN ISO 16890-1.

W celu wstępnego oszacowania zaleca się zastosowanie następującego wzoru do określenia wynikowej całkowitej skuteczności filtracji dla odpowiednich frakcji wielkości cząstek:

$$ePM_{x, cum} = 100 \cdot \left(1 - \left(\left(1 - \frac{ePM_{x, s1}}{100} \right) \cdot \left(1 - \frac{ePM_{x, s2}}{100} \right) \cdot \dots \cdot \left(1 - \frac{ePM_{x, sn+1}}{100} \right) \right) \right)$$

gdzie:

$ePM_{x, cum}$ – całkowita skumulowana skuteczność dla frakcji x,
 $ePM_{x, sn+1}$ – skuteczność frakcyjna dla każdego stopnia filtracji.

To uproszczone podejście zakłada taki sam rozkład cząstek na wlocie dla każdego stopnia filtracji. W większości przypadków skutkuje ono niewielkimi odchyleniami w porównaniu z metodologią EN ISO 16890, akceptowalnymi pod względem dokładności w obliczeniach inżynierskich.

Jeżeli jednak wymagana jest wysoka dokładność, zaleca się skontaktowanie z dostawcą filtrów w celu przeprowadzenia odpowiednich obliczeń.

6. EFEKTYWNOŚĆ ENERGETYCZNA FILTRÓW

Oprócz skuteczności usuwania cząstek inną istotną cechą filtra powietrza jest opór przepływu powietrza, który przekłada się bezpośrednio na zużycie energii. Parametr ten odgrywa coraz większą rolę.

Ze względu na rosnące wymagania ekoprojektu dla urządzeń wentylacyjnych, spadek ciśnienia powietrza przy przepływie przez filtr stanowi znaczną część ogólnego spadku ciśnienia w instalacji HVAC. Ma on też istotny wpływ na całkowite zapotrzebowanie na energię przez wentylację mechaniczną. Wartość wskaźnika efektywności energetycznej filtra informuje użytkownika o związku między nakładem (kosztami) energii wymaganej na pokonanie oporów filtra oraz skutecznością filtracji cząstek (korzyściami).

Kwestia efektywności energetycznej jest bardzo istotna także ze względu na fakt, że wielu użytkowników końcowych nie jest świadomych różnic w zużyciu energii przez instalację wentylacyjną przy zastosowaniu różnych filtrów o jednakowej skuteczności filtracji.

Kompleksowa metodologia oceny efektywności energetycznej filtrów powietrza sklasyfikowanych zgodnie z normą PN-EN ISO 16890 została opracowana wspólnie przez uczestników Grupy Produktowej „Filtry powietrza” (PG-FIL) i opisana w zaleceniach Eurovent 4/21-2018. Dokument ten można pobrać ze strony internetowej Eurovent (www.eurovent.eu).

7. PODSUMOWANIE

Zalecenia Eurovent 4/23-2022 w kompleksowy sposób łączą teoretyczne i praktyczne aspekty projektowania jakości powietrza wewnętrznego w zakresie filtracji powietrza w przestrzeniach obsługiwanych przez mechaniczne systemy wentylacji.

Odzwierciedlają szeroką i głęboką wiedzę techniczną oraz doświadczenie wielu ekspertów ds. filtracji działających w ramach stowarzyszenia Eurovent, a w szczególności jego Grupy Produktowej „Filtry powietrza”.

Niniejszy dokument zawiera szereg ważnych praktycznych informacji i wskazówek dla projektantów HVAC i producentów urządzeń wentylacyjnych służących prawidłowemu projektowaniu systemów filtracji.

Porównanie klasyfikacji „nowej” i „starej” opiera się na rzeczywistych danych pochodzących z badań. Umożliwia zarządcom obiektów poprawny wybór filtrów klasyfikowanych zgodnie z PN-EN ISO 16890 podczas wymiany zużytych filtrów klasyfikowanych wg PN-EN 779.

8. LITERATURA

- [1] World Health Organization (2021), WHO global air quality guidelines: particulate matter (PM2.5 and PM10), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide, <https://apps.who.int/iris/handle/10665/345329>
- [2] Jantunen M., Oliveira Fernandes E., Carrer P., Kephelopoulou S., Promoting actions for healthy indoor air (IAIAQ), European Commission Directorate General for Health and Consumers, 2011
- [3] https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/indoor-particulate-matter#indoor_pm.
- [4] Healthvent. Health-based ventilation guidelines for Europe. Work package 8. Impact of the implementation of the ventilation guidelines on burden of disease. Final report 2013-january-31, National Institute for Health and Welfare (THL), Finland, 2012
- [5] PN-EN ISO 16890-1:2017-01 (wersja polska) Przeciwpływowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej. Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji określony na podstawie skuteczności filtracji cząstek pyłu (ePM).
- [6] PN-EN 13053:2020-05 (wersja angielska) Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji
- [7] PN-EN 16798-3:2017-09 (wersja angielska) Charakterystyka energetyczna budynków. Wentylacja budynków. Część 3: Wentylacja budynków niemieszkalnych. Wymagania dotyczące właściwości systemów wentylacji i klimatyzacji pomieszczeń (Moduł M5-1, M5-4)

9. ZAŁĄCZNIK

9.1 PORÓWNANIE KLAS FILTRÓW SKLASYFIKOWANYCH WG PN-EN 779 I PN-EN ISO 16890

Jak stwierdzono w rozdziale 3, bezpośrednia konwersja klas wg PN-EN 779 i PN-EN ISO 16890 nie jest możliwa. W celu ułatwienia ich orientacyjnego porównania, w szczególności w celu wymiany dotychczasowych filtrów, stowarzyszenie Eurovent opracowało tabelę, w której porównano klasy dotyczące tych samych filtrów zarówno wg PN-EN 779, jak i wg PN-EN ISO 16890 (tabela 5). Porównanie to obrazuje faktyczne pokrywanie się obu klasyfikacji i zostało opracowane na podstawie badań 91 filtrów dostarczonych przez Eurovent Certita Certification.

PN-EN 779:2012	PN-EN ISO 16890 – zakres rzeczywistych zmierzonych średnich skuteczności		
klasa filtrów	ePM ₁	ePM _{2,5}	ePM ₁₀
M5	5% - 35%	10% - 45%	40% - 70%
M6	10% - 40%	20% - 50%	60% - 80%
F7	40% - 65%	65% - 75%	80% - 90%
F8	65% - 90%	75% - 95%	90% - 100%
F9	80% - 90%	85% - 95%	90% - 100%

Tabela 5. Porównanie klas filtrów wg PN-EN 779 i PN-EN ISO 16890

9.2 DODATKOWE ZALECENIE DOTYCZĄCE STOSOWANIA OPCJONALNEJ FILTRACJI ZANIECZYSZCZEŃ GAZOWYCH

Zgodnie z zapisami normy EN 16798-3:2017 zaleca się stosowanie dodatkowych filtrów zanieczyszczeń gazowych w celu uzupełnienia filtracji cząstek stałych w odniesieniu do kombinacji klas jakości powietrza zewnętrznego (gazowej) i nawiewanego podanych w tabeli 6.

Jakość powietrza zewnętrznego	Jakość powietrza nawiewanego				
	SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA (G) 1	zalecane				
ODA (G) 2	wymagane	zalecane			
ODA (G) 3	wymagane	wymagane	zalecane		

Tabela 6. Zalecenie dotyczące stosowania dodatkowego filtra zanieczyszczeń gazowych

9.3 KLASY FILTRÓW WG PN-EN ISO 16890 SPEŁNIAJĄCE WYMAGANIA DOT. ZALECANEJ MINIMALNEJ SKUTECZNOŚCI

Zalecaną minimalną skuteczność filtracji podaną w tabeli 3 można osiągnąć, stosując alternatywne odpowiednie klasy filtrów (jeden stopień filtracji) lub różne kombinacje ich klas (filtracja wielostopniowa). Umożliwia to optymalizację systemu filtracji pod kątem różnych kryteriów, zwłaszcza efektywności energetycznej. Optymalizację efektywności energetycznej można łatwo przeprowadzić dzięki uwzględnieniu przy wyborze filtrów zarówno skuteczności oddzielenia cząstek, jak i klasy energetycznej Eurovent.

Rzeczywistą skuteczność filtracji można określić bezpośrednio na podstawie klasyfikacji ISO filtra (jeżeli rozważana kategoria SUP odnosi się do ocenianej grupy ePM) oraz skuteczności dla

innych niż oceniane frakcje ePM dostępnych w karcie danych technicznych filtra, a dodatkowo dla filtracji wielostopniowej za pomocą wzoru na wynikową skuteczność filtracji przedstawionego w rozdziale 5. Aby ułatwić wstępny wybór, w tabeli 7 przedstawiono przykłady klas spełniających wymaganie zalecanej skuteczności filtracji dla poszczególnych kategorii ODA/SUP. Należy podkreślić, że tabela ta nie wyczerpuje zagadnienia i w celu optymalnego doboru filtrów zaleca się skontaktowanie z ich dostawcą.

Jakość powietrza zewnętrznego		Jakość powietrza nawiewanego				
		SUP 1	SUP 2	SUP 3	SUP 4	SUP 5
ODA 1	przykład 1	ePM ₁₀ 50% + ePM ₁ 60%	ePM ₁ 50%	ePM _{2,5} 50%	ePM ₁₀ 50%	ePM ₁₀ 50%
	przykład 2	ePM ₁ 70%	-	-	-	-
ODA 2	przykład 1	ePM ₁ 50% + ePM ₁ 60%	ePM ₁₀ 50% + ePM ₁ 60%	ePM ₁ 50%	ePM _{2,5} 50%	ePM ₁₀ 50%
	przykład 2	ePM ₁ 80%	ePM ₁ 70%	ePM _{2,5} 70%	ePM ₁₀ 80%	-
ODA 3	przykład 1	ePM ₁ 50% + ePM ₁ 80%	ePM ₁ 50% + ePM ₁ 60%	ePM ₁₀ 50% + ePM ₁ 60%	ePM ₁ 50%	ePM _{2,5} 50%
	przykład 2	ePM ₁ 90%	ePM ₁ 80%	ePM _{2,5} 80%	ePM ₁₀ 90%	ePM ₁₀ 80%

Tabela 7. Przykłady klas filtrów spełniających odpowiednie wymagania dotyczące kategorii ODA/SUP



ZOSTAŃ CZŁONKIEM

Złóż wniosek o członkostwo

apply.eurovent.eu

ŚLEDŹ NAS NA LINKEDIN

Otrzymuj najświeższe informacje nt.

Eurovent i naszej branży

[in linkedin.eurovent.eu](http://in.linkedin.eurovent.eu)

ADRES

80 Bd A. Reyers Ln
1030 Bruksela, Belgia

TELEFON

+32 466 90 04 01

EMAIL

secretariat@eurovent.eu

www.eurovent.eu

DOKUMENT ZOSTAŁ PRZETŁUMACZONY
WE WSPÓŁPRACY Z MIESIĘCZNIKIEM
RYNEK INSTALACYJNY



Yes to a better Indoor Air Quality

Aby uzyskać więcej informacji, odwiedź

www.IAQmatters.org