

W celu zmniejszenia ilości zanieczyszczeń napływających wraz z powietrzem atmosferycznym do pomieszczeń poprzez instalacje klimatyzacyjne, projektuje się, zależnie od wymagań dotyczących czystości powietrza wewnętrznego, odpowiednią ilość stopni filtracji powietrza i dobiera stosowne filtry powietrza.

Właściwy dobór filtrów powietrza musi się opierać na informacjach dotyczących ich parametrów użytkowych, uzyskanych w sposób wiarygodny na drodze badań laboratoryjnych (są to przede wszystkim: skuteczność filtracji, opór przepływu, pyłochłonność). Wyniki badań skuteczności filtracji są w sposób syntetyczny przedstawiane w katalogach za pomocą klas jakości filtrów powietrza. Istniejący obecnie brak unifikacji metod badawczych i klasyfikacji filtrów powietrza może prowadzić jednak do rozbieżności pomiędzy oczekiwanym a uzyskanym stanem czystości filtrowanego powietrza, wynikających z pomyłek spowodowanych stosowaniem różnego nazewnictwa dla filtrów o takim samym przeznaczeniu i jedynie zbliżonych parametrach. Aby zapobiec takim sytuacjom, poniżej przedstawiono informacje dotyczące klasyfikacji i normalizacji w technice filtracyjnej.

Obecnie na całym świecie przeprowadzane są intensywne działania normalizacyjne w dziedzinie filtracji powietrza. Podczas ostatnich paru lat rozpoczęto prace nad opracowaniem i wprowadzeniem w postaci standardów nowych metod testowania materiałów filtracyjnych i filtrów powietrza oraz ich klasyfikacji. Prowadzone działania normalizacyjne dotyczą wszystkich rodzajów filtrów powietrza: począwszy od filtrów zgrubnych aż do filtrów wysokoskutecznych (ULPA).

Także ostatnio w Polsce ukazały się dwie nowe normy:

- PN-B-76003: 1996, Wentylacja i klimatyzacja. Filtry powietrza. Klasy jakości. (zastępująca normę BN-88/8962-05),
- PN-B-76004: 1996, Wentylacja i klimatyzacja. Filtry powietrza. Grawimetryczne metody badań. (zastępująca normę BN-78/8962-04).

W zakresie klasyfikacji jakości filtrów powietrza, pierwsza z wymienionych norm nie różni się od poprzedniej, powszechnie znanej normy BN-88/8962-05 „Wentylacja i klimatyzacja. Filtry powietrza. Klasy jakości.”. Bez żadnych zmian pozostawiono w niej stosowane dotychczas nazewnictwo, nie odpowiadające wprowadzanej w ostatnich latach i powszechnie już stosowanej klasyfikacji filtrów powietrza przedstawionej w normie EN 779:1993 oraz EN 1822-1:1998. Sytuację tę zmieniłoby przyjęcie propozycji nowych norm polskich, zaproponowanych w trakcie prac Normalizacyjnej Komisji Problemowej Nr 174 ds. Ciepłownictwa, Ogrzewnictwa i Wentylacji, będących tłumaczeniem norm EN 779:1993 oraz EN 1822-1:1998.

Podobnie jak w Polsce, również w innych państwach europejskich, wszystkie normy krajowe dotyczące badania filtrów, zarówno wstępnych, jak i wysokoskutecznych, powinny być w najbliższej przyszłości zastąpione ww. normami europejskimi.

W Tabeli 5 przedstawione zostało porównanie klasyfikacji filtrów powietrza znajdującej się w polskiej normie i w propozycjach polskich norm z wybranymi klasyfikacjami zagranicznymi (Niemcy, USA) i międzynarodowymi.

Ze względu na częste posługiwanie się skrótowymi nazwami kategorii (grup) wysokoskuteknych filtrów powietrza, poniżej zamieszczono ich wyjaśnienia oraz krótką charakterystykę:

- **HEPA** - High Efficiency Particulate Air Filter:
minimalna skuteczność filtracji 99,97% dla cząstek o wymiarach 0,3 μm generowanych podczas testu DOP, maksymalna strata ciśnienia dla czystego filtru 2,54 cm H_2O (≈ 254 Pa) (IES-RP-CC001.3),
- **HESPA** - High Efficiency Sub Micrometer Particulate Air Filter:
minimalna skuteczność filtracji 99,95% podczas testu aerozolem chlorku sodu (mediana 0,6 μm) (nazwa stosowana w Wielkiej Brytanii - BS 3928),
- **ULPA** - Ultra Low Penetration Air:
1) minimalna skuteczność filtracji 99,999% dla cząstek o wymiarach 0,1÷2 μm (IES-RP-CC001.3),
2) skuteczność wyższa niż 99,9995% dla najbardziej przenikających cząstek o wymiarach 0,15÷0,30 μm (prEN-1822-1: 1995),
- **SULPA** - Super Ultra Low Penetration Air:
minimalna skuteczność filtracji 99,9999% dla cząstek o wymiarach 0,12 μm .

Tab. 5. Porównanie klasyfikacji filtrów powietrza

Kraj	Polska		Niemcy	Europa	USA
Podstawa klasyfikacji	PN-B-76003 (BN-88/8962-05)	pr PN-EN 779 pr PN-EN 1822-1	DIN 24 185 prDIN 24 183 DIN 24 184	EN 779 EN 1822-1	ASHRAE 52.2-1999
Filtry wstępne*	A1	G1	EU1	G1	MERV 1
	A2				
Filtry dokładne*	B1	G2	EU2	G2	MERV 2 - MERV4
	B2	G3	EU3	G3	MERV 5 - MERV 6
		G4	EU4	G4	MERV 7 - MERV 8
Filtry bardzo dokładne*	C	F5	EU5	F5	MERV 9 - MERV 10
		F6	EU6	F6	MERV 11 - MERV 12
		F7	EU7	F7	MERV 13
		F8	EU8	F8	MERV 14
Filtry aerozoli koloidalnych*	Q	F9	EU9	F9	MERV 15
		H10		H10	--
	R	H11	EU10	H11	--
		H12		H12	--
	S	H13	EU12	H13	--
		H14	EU13	H14	--
		U15		U15	--
		U16		U16	--
U17			U17	--	

* - nazwa grupy filtrów zgodnie z PN-B-76003:1996 (BN-88/8962-05)

Stosowana w Polsce wcześniej, a także obecnie, klasyfikacja opiera się na starszych wersjach norm DIN, a więc są to klasy A, B, C, Q, R, S (Tabela 6). Natomiast w propozycjach norm polskich będących tłumaczeniem standardów międzynarodowych, znajduje się inna, zgodna z normami europejskimi, klasyfikacja filtrów. I tak proponuje się stosowanie dla:

- filtrów wstępnych i dokładnych (tak nazywanych według podziału polskiego) - oznaczenia literą G (G1÷G4), dla filtrów dokładnych - oznaczenia literą F (F5÷ F9) (prPN-EN 779),
- filtrów HEPA i ULPA - oznaczenia, odpowiednio, literą H (H10÷H14) i literą U (U15÷U17) (prPN-EN 1822-1).

Nie tylko w Polsce, ale także w innych krajach europejskich bardzo popularne jest stosowanie nazw filtrów zaproponowanych przez stowarzyszenie EUROVENT. Z tego właśnie powodu w Tabeli 5 znajduje się ta, tak często używana w praktyce, klasyfikacja filtrów. Oznaczenia liczbowe, znajdujące się obok oznaczenia literowego EU, do klasy EU8, pokrywają się z tymi przedstawianymi w nowej normie europejskiej. Ze względu na wprowadzenie nowych metod badań filtrów z zastosowaniem nowych aerozoli testowych, w dalszej części klasyfikacji nastąpiło pewne przesunięcie liczbowych oznaczeń klas filtrów.

Te różnorodne sposoby oznaczeń klas filtrów oraz często związane z nimi różne metody określania parametrów użytkowych filtrów mogą powodować, w przypadku korzystania z katalogów różnych producentów, pewne niedogodności, szczególnie dla osób przyzwyczajonych do polskiej klasyfikacji. W związku z tym wydaje się być przydatne przedstawione w Tabeli 5 porównanie.

Klasyfikacja filtrów, jak wspomniano wcześniej, oparta jest na wielkości skuteczności filtracji. W Tabeli 6 zostały przedstawione wartości skuteczności filtracji zgodne z normami EN 779:1993 oraz EN-1822-1 wraz z podaniem rodzaju aerozolu testowego.

Tabela 6. Wartości skuteczności filtracji i klasyfikacja filtrów zgodnie z PN-B-76003:1996 (BN-88/8962-05)

Rodzaje filtrów	Symbol klasy	Wartość skuteczności filtracji wyznaczonej metodą grawimetryczną (%)		Wartość skuteczności filtracji wyznaczonej metodą mgły oleju parafinowego (%)	
		Początkowa skuteczność filtracji η_0	Średnia skuteczność filtracji η_s	Średnia skuteczność filtracji η_{ps}	Minimalna skuteczność filtracji $\eta_{p \min}$
Filtry wstępne	A1	≥50	≥70	-	-
Filtry dokładne	A2	≥65	≥80	-	-
	B1	≥70	≥85	-	-
Filtry bardzo dokładne	B2	≥75	≥90	-	-
	C	≥85	≥95	-	-
Filtry aerozoli koloidalnych	Q	-	-	≥85	-
	R	-	-	≥98	-
	S	-	-	≥99,97	≥99,92

Tab. 7. Klasyfikacja filtrów powietrza według skuteczności filtracji zgodnie z normami EN 779:1993, EN 1822-1:1998

Grupa filtru	Klasa filtru	Średnia całkowita skuteczność filtracji (%)		Skuteczność filtracji (%)		Metoda pomiarowa (aerazol testowy, norma)	
		EN 779:1993, PrPN EN 779		Całkowita Miejskowa ⁽¹⁾ EN 1822-1:1998 PrPN EN 1822-1			
		Początkowa skuteczność określona testem pyłu atmosferycznego					
		$E_A < 20\%$	$E_A \geq 20\%$				
Wstępne (G)	G1	$A_m < 65$				test pyłu syntetycznego (EN 779: 1993, PrPN EN 779)	
	G2	$65 \leq A_m < 80$					
	G3	$80 \leq A_m < 90$					
	G4	$90 \leq A_m$					
Dokładne (F)	F5			$40 \leq E_m < 60$		test pyłu syntetycznego (EN 779: 1993, PrPN EN 779)	
	F6			$60 \leq E_m < 80$			
	F7			$80 \leq E_m < 90$			
	F8			$90 \leq E_m < 95$			
	F9			$95 \leq E_m$			
HEPA (H) ⁽⁴⁾	H10				85	skuteczność liczbowa określana dla wymiaru najbardziej przenikających cząstek (MPPS) za pomocą testu aerozolu DEHS ⁽²⁾ , DOP ⁽³⁾ lub mgły oleju parafinowego (EN 1822-5:1998, PrPN EN 1822-5)	
	H11				95		
	H12				99,5		97,5
	H13				99,95		99,75
	H14				99,995		99,975
ULPA (U) ⁽⁵⁾	U15				99,9995	99,9975	
	U16				99,99995	99,99975	
	U17				99,999995	99,9999	

(1) - wartości skuteczności miejscowej są określone przy wykonywaniu badań szczelności filtru

(2) - DEHS - aerazol polidispersyjny sebacynianu dwuetyloheksylu

(3) - DOP - aerazol monodispersyjny ftalanu oktyle

(4) - skuteczność określona dla cząstek 0,3 μm

(5) - skuteczność określona dla cząstek 0,12 μm

W Tabeli 9 zamieszczono klasyfikację filtrów powietrza według najnowszej normy amerykańskiej ASHRAE 52.2-1999. W tym standardzie zostały przedstawione procedury badawcze służące do określenia przedziałowej skuteczności filtracji dla wstępnych i dokładnych filtrów powietrza (będących odpowiednikami filtrów klasy EU1÷EU9 zgodnie z nazewnictwem EUROVENT-u lub F1÷F4 i G5÷G9 zgodnie z normami europejskimi EN 779:1993 oraz EN 1822-1). Nie zastępuje on normy ASHRAE 52.1-1992. Wartości skuteczności i pyłochłonności określane zgodnie z ASHRAE 52.1-1992 nadal będą stosowane jako istotne wskaźniki filtracyjne.

Nowa procedura badawcza zaleca pomiar skuteczności filtracji w 12 zakresach wymiarowych cząstek pyłu testowego - chlorku potasu. Na podstawie wyników skuteczności filtracji uzyskanych dla czterech kolejnych zakresów wymiarowych, określa się średnią skuteczność (PSE - Particle Size Efficiency) dla następujących 3 grup wymiarów cząstek:

- E_1 : 0,3÷1,0 μm ,
- E_2 : 1,0÷3,0 μm ,
- E_3 : 3,0÷10,0 μm .

Uzyskane w ten sposób wartości PSE stosuje się w celu zakwalifikowania filtra do jednej z 16 wartości (klas) zwanych Minimum Efficiency Reporting Value (MERV).

W Tabeli 8 zamieszczone przykładowe wyniki badań przedziałowej skuteczności filtracji, pozwalające na zakwalifikowanie filtra jako MERV-14. Pierwszym krokiem prowadzącym do określenia MERV jest obliczenie wartości PSE dla pierwszej grupy wymiarów (E_1), następnie dla drugiej (E_2) i dla trzeciej (E_3). W zamieszczonym w Tabeli 8 przykładzie wartość E_1 wynosi 84%, co pozwala zakwalifikować filtr jako MERV-14 (zgodnie z danymi podanymi w Tabeli 9). Zarówno wartość E_2 , jak i E_3 przekraczają 90%, co oznacza, że ze względu na wszystkie otrzymane wartości PSE filtr faktycznie jest filtrem klasy MERV-14 i jego klasyfikacja została przeprowadzona poprawnie.

Ponieważ pomiary skuteczności filtracji przeprowadzane są dla jednej z 7 prędkości powietrza wymienionych w normie (0,60 m/s, 1,25 m/s, 1,50 m/s, 1,90 m/s, 2,50 m/s, 3,20 m/s, 3,80 m/s), wraz z podaniem wartości MERV, należy również podać wartość prędkości powietrza. Pełną klasyfikację filtra powietrza przedstawia się zatem jako np. MERV-10 @2,5 m/s).

W przypadku, gdy średnia skuteczność przedziałowa E_3 jest niższa od 20% (Tabela 9), filtr musi być także przebadany zgodnie z zaleceniami przedstawionymi w normie ASHRAE 52.1. Końcowa strata ciśnienia filtra musi być przynajmniej dwukrotnie niższa od straty początkowej określonej dla nominalnego strumienia powietrza lub być niższa od wartości podanych w Tabeli 9.

W Tabeli 10 zamieszczono porównanie klasyfikacji filtrów według standardów amerykańskich ASHRAE 52.1-1992 oraz ASHRAE 52.2-1999 z klasyfikacją europejską zawartą w normie EN 779:1993, wraz z podaniem skuteczności filtracji dla poszczególnych klas filtrów powietrza.

W Tabeli 10 zawarto klasyfikację filtrów według ASHRAE 51.2-1999 wykonaną na podstawie badań skuteczności filtracji chlorkiem potasu i według ASHRAE 52.1-1992 oraz EN 779: 1993 opartą o wyniki uzyskane podczas przeprowadzania:

- testu pyłem syntetycznym A_m (Arrestance - zatrzymanie),
- testem pyłu atmosferycznego E_m (Efficiency - skuteczność).

Tabela 8. Przykładowe wyniki badań przedziałowej skuteczności filtracji pozwalające na zakwalifikowanie filtra jako MERV-14

Zakres wymiarowy cząstek μm	Najniższa wartość skuteczności filtracji (z 6 pomiarów) %	Średnia skuteczność przedziałowe (PSE) %
0,30÷0,40	74	84 (E ₁)
0,40÷0,55	82	
0,55÷0,70	87	
0,70÷1,0	92	
1,0÷1,3	96	98 (E ₂)
1,3÷1,6	98	
1,6÷2,2	99	
2,2÷3,0	100	
3,0÷4,0	100	100 (E ₃)
4,0÷5,5	100	
5,5÷7,0	100	
7,0÷10,0	100	

Tab. 9. Klasyfikacja filtrów według standardu ASHRAE 52.2-1999

Grupa filtrów	Klasa filtru	Średnia skuteczność przedziałowa PSE, %			Std 52.1	Minimalna końcowa strata ciśnienia
		E ₁	E ₂	E ₃		
		0,3÷1,0 μm	1,0÷3,0 μm	3,0÷10,0 μm	%	Pa
1	MERV 1	-	-	<20	<65	75
	MERV 2	-	-	<20	65÷69,9	75
	MERV 3	-	-	<20	70÷74,9	75
	MERV 4	-	-	<20	≥75	75
2	MERV 5	-	-	20÷34,9	-	150
	MERV 6	-	-	35÷49,9	-	150
	MERV 7	-	-	50÷69,9	-	150
	MERV 8	-	-	70÷84,9	-	150
3	MERV 9	-	<50	≥85	-	250
	MERV 10	-	50÷64,9	≥85	-	250
	MERV 11	-	65÷79,9	≥85	-	250
	MERV 12	-	80÷89,9	≥90	-	250
4	MERV 13	<75	≥90	≥90	-	350
	MERV 14	75÷84,9	≥90	≥90	-	350
	MERV 15	85÷94,9	≥90	≥90	-	350
	MERV 16	≥95	≥95	≥95	-	350

Tabela 10. Porównanie klasyfikacji filtrów powietrza zawartych w standardzie ASHRAE 51.1-1992, ASHRAE 51.2-1999 z klasyfikacją europejską zamieszczoną w normie EN 779-1993.

Klasa filtrów wg. ASHRAE 52.2-1999	ASHRAE 52.1-1992		EN 779: 1993		
	Zatrzymanie %	Skuteczność %	Klasa filtrów	Zatrzymanie %	Skuteczność %
MERV 1	<65	<20	G1 G2	<65 65-80	--
MERV 2	65-70	<20			
MERV 3	70-75	<20			
MERV 4	75-80	<20	G3	80-90	--
MERV 5	80-85	<20			
MERV 6	85-90	<20	G4	≥90	--
MERV 7	>90	25-30			
MERV 8	>90	30-35	F5	--	40-60
MERV 9	>90	40-45			
MERV 10	>95	50-55	F6	--	60-80
MERV 11	>95	60-65			
MERV 12	>95	70-75			
MERV 13	>98	80-90	F7	--	80-90
MERV 14	>98	90-95	F8	--	95-95
MERV 15	(1)	>95	F9	--	≥95
MERV 16	(1)	(1)	-	-	-

(1) - parametry nie zostały zdefiniowane