

# Jakie zmiany wprowadza nowa europejska norma PN-EN 13053:2020-05 Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji. Omówienie podstawowych zmian

Newly introduced changes in the European standard PN-EN 13053:2020-05 Ventilation for building – Air handling units – Rating and performance for units, components and sections. Overview of the main changes

SYLWIA SZCZĘŚNIAK

DOI 10.36119/15.2020.12.4

Artykuł przedstawia najważniejsze zmiany jakie zostały wprowadzone w nowej normie europejskiej PN-EN 13053:2020-05. W artykule, ze względu na dużą liczbę wprowadzonych zmian, podano tylko te, które dotyczą bezpośrednio wykonywanych pomiarów i charakterystyk. W artykule nie zawarto komentarzy dotyczących przytoczonych wzorów i schematów. Zaznaczono tylko, które z nich wydają się być błędne lub niekompletne. Znaczna część treści zawartych w normie wymaga odrębnego wyjaśnienia lub omówienia.

*Słowa kluczowe: wewnętrzna moc właściwa centrali, wymienniki do odzysku ciepła, kategorie central wentylacyjnych*

The article presents the most important changes in the European version of standard no. PN-EN 13053:2020-05 Ventilation for building – Air handling units – Rating and performance for units, components and sections. Due to the large number of changes introduced, the article contains only those that directly relate to the measurements and characteristics. It does not contain comments of the quoted sections and diagrams. Those that seems to be incorrect or incomplete were marked. Much of the content included in the standard needs separate explanations or discussions.

*Keywords: internal specific fan power of ventilation components, heat recovery exchangers, air handling units categories*

## Wstęp

Norma [1] opisywana w artykule została zatwierdzona przez Prezesa PKN w dniu 11.05.2020 r., zastępuje normę [2] i jest dostępna tylko w języku angielskim. Jako norma europejska EN 13053:2019, zawarta w cyklu norm europejskich (European Standards), została ogłoszona w grudniu 2019 r. i następnie uznana przez PKN. Składa się z części podstawowej oraz 3 załączników A, B i C. Załącznik A dotyczy systemów przeciwwamrożeńowych dla wymienników do odzysku ciepła. Załącznik B dotyczy określania charakterystyk wymienników do odzysku ciepła montowanych w centralach wentylacyjnych. W Załączniku C podano zasady

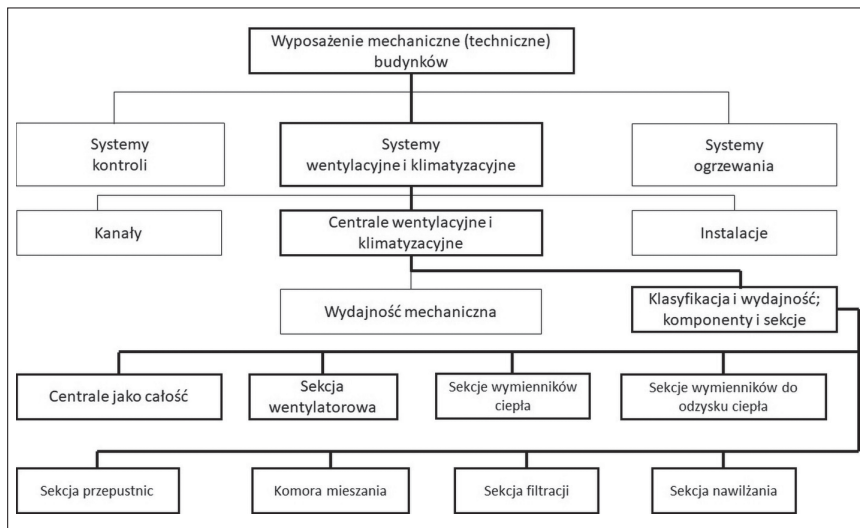
wykonywania pomiarów ciśnienia statycznego zarówno w centrali wentylacyjnej jak i w kanałach wpiętych do centrali.

Norma stanowi część zestawu norm dotyczących central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych stosowanych w instalacjach obsługujących budynki niemieszkalne oraz użyteczności publicznej. Bierze pod uwagę parametry i wydajność central jako całości, wymagania i wydajność poszczególnych elementów i sekcji centrali, w tym także wymagania higieniczne. Usytuowanie jej w dziedzinie (*ang. Mechanical Building Services*) pokazano na rys.1. Przedstawione w normie treści bezpośrednio korelują z zawartością aż 28 innych norm; niestety większość z nich nie została jeszcze przetłumaczona na

język polski. Szereg wytycznych dotyczących metod wykonywania pomiarów, podziału urządzeń wentylacyjnych i ich klasyfikacji opiera się na ich zawartości. Dlatego, w przeważającej liczbie przypadków, znajomość zawartości tych norm, przywoływanych w bibliografii, jest niezbędna dla prawidłowego przeprowadzenia badań i klasyfikacji wyrobów.

Norma [1] przedstawia zakres wymagań i badań dla central wentylacyjnych obsługujących budynki niemieszkalne oraz użyteczności publicznej. Określa wymagania, klasyfikację i metodykę badań dotyczących zarówno całości jak i sekcji central wentylacyjnych w zakresie badań laboratoryjnych oraz *in-situ*. Ma zastosowanie dla central wentylacyjnych

Dr inż. Sylwia Szczęśniak <https://orcid.org/0000-0003-4358-0263> – Katedra Klimatyzacji, Ogrzewnictwa, Gazownictwa i Ochrony Powietrza, Wydział Inżynierii Środowiska, Politechnika Wroclawska. Adres do korespondencji/Corresponding author: [sylwia.szczesniak@pwr.edu.pl](mailto:sylwia.szczesniak@pwr.edu.pl)



Rys. 1. Pozycja normy w dziedzinie Wyposażenia mechanicznego (technicznego) budynków  
Fig. 1. Position of standard in the field of mechanical building services

wytwarzanych w masowej produkcji oraz wykonywanych na indywidualne zamówienie.

Norma [1] dotyczy central wentylacyjnych o strumieniach powietrza większych od  $V > 250 \text{ m}^3/\text{h}$  z sekcjami przeznaczonymi do uzdatniania powietrza, w tym sekcjami filtracji. Nie zawiera natomiast wytycznych dla:

- ✓ central wentylacyjnych obsługujących budynki mieszkalne,
- ✓ prostych central wentylacyjnych zbudowanych tylko z obudowy, wentylatora i filtra obsługujących budynki użyteczności publicznej.

W porównaniu z normą [3] oraz nowszą [2] wprowadza:

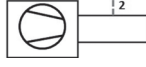
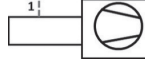
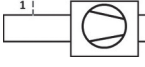
- ✓ wiele nowych symboli i skrótów, które są przedstawione w tabeli 1 normy. Większość wprowadzonych oznaczeń, skrótów i indeksów jest związana z nowoprowadzonymi zapisami dotyczącymi zarówno określenia wskaźnika wewnętrznej mocy właściwej komponentów centrali ( $SFP_{\text{int}}$ ), wyznaczenia ciśnienia i różnicy ciśnienia dla centrali oraz określania filtrów montowanych w centralach wentylacyjnych,
- ✓ schematy obrazujące referencyjne konfiguracje typów instalacji oraz określa dla nich formuły, które należy wykorzystywać do obliczenia zewnętrznej różnicy ciśnienia statycznego,
- ✓ zmodyfikowane układy dla pomiaru cech charakterystycznych central z wymiennikami do odzysku ciepła,
- ✓ modyfikację w uwzględnianiu poprawki wpływu zakończenia przewodu,
- ✓ **zupełnie nowe** szczegółowe wytyczne i wymagania dotyczące określenia wskaźnika  $SFP_{\text{int}}$  – wewnętrznej mocy właściwej komponentów centrali (punkt 5.4 normy – *Pomiary wewnętrz-*

*nej właściwej mocy wentylatora montowanego w centrali wentylacyjnej),*

- ✓ zmiany w liczbie klas dotyczących poziomu średniej prędkości powietrza wewnątrz obudowy,
- ✓ dokładne rysunki obrazujące wymiary, które powinny być uwzględniane do wyznaczania powierzchni przekroju poprzecznego centrali,
- ✓ modyfikacje podziału i klasyfikacji sekcji odzysku ciepła oraz określenia sprawności odzysku dla central o różnych strumieniach powietrza nawiewanego i wywiewanego,

Tabela 1. Podział central wentylacyjnych z uwagi na ich współpracę z instalacjami powietrznymi. Określenie zewnętrznej różnicy ciśnienia statycznego  $\Delta p_{s,\text{ext}}$  (ciśnienie dynamiczne)

Table 1. Determination of external static pressure difference

	Instalacja typu B	Instalacja typu C	Instalacja typu D
$\Delta p_{s,\text{ext}}$			
pomiar	$P_{s2}$	$-P_{s1}$	$P_{s2} - P_{s1}$
Obliczone na podstawie ciśnienia statycznego jednostki $p_{us}$	$p_{us}$	$p_{us} + \frac{p_{st} \cdot v_1^2}{2}$	$p_{us} + \frac{p_{st} \cdot v_1^2}{2}$
Obliczone na podstawie ciśnienia jednostki $p_u$	$p_u - \frac{p_{st} \cdot v_2^2}{2}$	-	$p_u + \frac{p_{st} \cdot (v_2^2 - v_1^2)}{2}$

- ✓ zmiany w wymaganiach dotyczących filtrów powietrza montowanych w centralach wentylacyjnych.

Wymagania dotyczące central wentylacyjnych dla budynków mieszkalnych zawarto w normie [4] „Wentylacja budynków – Elementy/wyroby wentylacji mieszkaniowej – Wymagania i dodatkowe charakterystyki działania” (norma tylko w wersji angielskiej).

Omawiana norma podaje bardzo dokładne wytyczne dotyczące wykonywania przede wszystkim obliczeń, ale także pomiarów. Szczegółowo opisuje procedury pomiarowe oraz wzory, które należy

wykorzystać do obliczania poszczególnych wartości istotnych i niezbędnych dla prawidłowej oceny i klasyfikacji central wentylacyjnych.

## Zawartość normy

### Typy instalacji oraz obliczanie zewnętrznej różnicy ciśnienia statycznego

Podobnie jak dwie wcześniejsze normy [2, 3] tak i ta najnowsza [1] wyróżnia trzy typy instalacji:

- ✓ Instalacja typu B – wolna część ssawna, przewody zamontowane po stronie tłocznej,
- ✓ Instalacja typu C – przewody zamontowane po stronie ssawnej centrali, wolna część tłoczna centrali,
- ✓ Instalacja typu D – przewody zamontowane zarówno po stronie ssawnej jak i po stronie tłocznej centrali.

W odróżnieniu jednak od poprzednich, w omawianej normie [1], podano dokładne schematy opisanych trzech typów instalacji oraz określono wytyczne do wykonywania obliczeń zewnętrznej różnicy ciśnienia statycznego  $\Delta p_{s,\text{ext}}$ . W tabeli 1 przedstawiono schematy instalacji typu B, C i D oraz wytyczne do określenia zewnętrznej różnicy ciśnienia statycznego  $\Delta p_{s,\text{ext}}$ .

Uwaga: Przedstawione w tabeli 1, zgodnie z oryginalnym podpisem zawartym w omawianej normie, podane są ciśnienia statyczne. Przedstawione wzory

obliczeniowe wymagają objaśnień, które zostaną podane w oddzielnym artykule.

W omawianej normie [1] podano szczegółowe wytyczne dotyczące procedur oraz warunków wykonywania pomiarów. Najważniejsze z nich dotyczą położenia przepustnic wentylacyjnych, stanu filtrów i wymienników ciepła.

Podstawowe warunki przeprowadzenia pomiarów klasyfikujących centrale wentylacyjne:

- 1) **Przepustnice regulacyjne** montowane w centrali wentylacyjnej, która podlega badaniom powinny być w **100% otwarte**.

- 2) **Przepustnice kierunkowe** (np. kierujące powietrze na *by-pass* lub do mieszania) muszą być w **100% zamknięte**.
- 3) W centrali muszą być zamontowane wszystkie elementy wyposażenia, które będą się w niej znajdowały w czasie normalnej pracy (dotyczy to także wszystkich filtrów).
- 4) Spadek ciśnienia na filtrze powinien być symulowany wzrostem spadku zewnętrznego ciśnienia całkowitego z wartością równą różnicy pomiędzy średnim nominalnym i początkowym spadkiem ciśnienia.
- 5) Wymienniki ciepła muszą mieć suche powierzchnie.
- 6) W celu określenia wydajności jednostki z sekcją filtracji, w której na potrzeby pomiarowe nie da się zamontować filtra należy wprowadzić dodatkowy spadek ciśnienia celem symulacji strat ciśnienia na filtrze.
- 7) Parametry aerodynamiczne dla central produkowanych masowo muszą być mierzone tylko wtedy, gdy w centrali zamontowane są czyste filtry.
- 8) Przy określaniu punktu pracy urządzenia powinna być wzięta pod uwagę sytuacja, w której filtr powietrza jest zatłoczony.

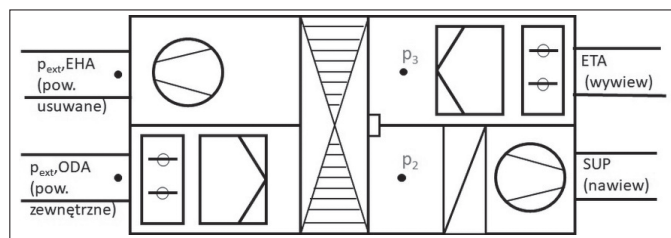
### Centrale wentylacyjne z odzyskiem ciepła

Zgodnie z wytycznymi określonymi w normie [1] wszystkie badania powinny uwzględniać nieszczelności pomiędzy poszczególnymi sekcjami.

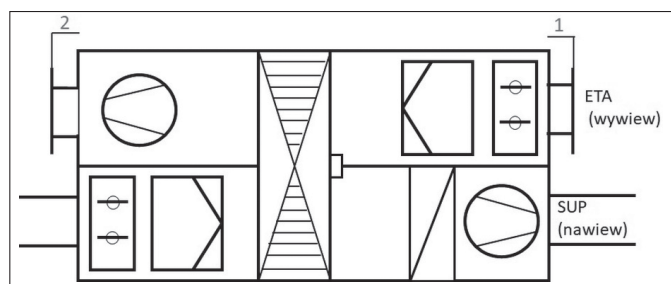
#### Centrale z dwustronnym przepływem powietrza (nawiewno-wywiewne)

Norma przedstawia (zmodyfikowany w porównaniu z [2]) schemat centrali wentylacyjnej (nawiewno-wywiewnej), dla której pomiary są wykonywane dla przepływu powietrza realizowanego zarówno po stronie nawiewnej jak i wywiewnej. Modyfikacji w stosunku do [2] uległy rodzaje filtrów stosowanych w centrali oraz oznaczenia ciśnienia zewnętrznego. Na rys.2 przedstawiono schemat centrali z zaznaczonymi referencyjnymi punktami pomiarowymi. Ciśnienie (zewnątrzne) na przyłączach instalacji zarówno po stronie powietrza zewnętrznego (ODA) jak i usuwanego na zewnątrz (EHA) (odpowiednio  $p_{ext,ODA}$ ,  $p_{ext,EHA}$ ) powinno być ustawione zgodnie z projektem centrali. Zaleca się jednak, aby różnica ciśnienia po stronie powietrza zewnętrznego i usuwanego (odpowiednio  $p_{ext,ODA}$ ,  $p_{ext,EHA}$ ) wynosiła **50Pa**. Wartość tej różnicy ciśnienia należy ustawić na otworach pomiarowych zlokalizowanych w króćcach nawiewnym i wywiewnym.

**Rys.2.** Pomiary kompletnego urządzenia nawiewno-wywiewnego z zaznaczonymi punktami pomiarowymi  
*Fig.2. Testing of complete unit*



**Rys.3.** Pomiary pojedynczego strumienia powietrza z zaznaczonymi punktami pomiarowymi  
*Fig.3. Testing of one air stream*



Aby uniknąć przepływu strumienia powietrza wywiewanego do strumienia powietrza nawiewanego (powietrze fałszywe), ciśnienie w punkcie  $p_2$  powinno być wyższe od ciśnienia w punkcie  $p_3$ . W czasie badania central muszą być mierzone oba ciśnienia  $p_2$  i  $p_3$ . Badania dotyczące określenia strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności oraz różnica ciśnienia na króćcach ssawnym i tłocznym części nawiewnej i wywiewnej muszą być określone przez producenta central.

Z uwagi na powszechnie istniejące zjawisko napływu fałszywego powietrza z części wywiewnej do części nawiewnej centrali w układach pracujących w wielu obiektach w naszym kraju, zalecenie utrzymania przez producentów central takiej konfiguracji, która gwarantuje maksymalne ograniczenia recyrkulacji wtórnej (zmniejszenie strumienia powietrza fałszywego) powinno być bezwzględne. Ma to szczególne znaczenie teraz, czyli w czasie, w którym zmagamy się z pandemią COVID-19.

#### Badania central z jednostronnym przepływem powietrza (nawiewnych/ wywiewnych)

Dla central, w których badaniu podlega tylko część nawiewna, jedyna zmiana wprowadzona w normie [1] w porównaniu z normą [2] dotyczy rodzaju filtra oznaczonego na schemacie oraz wymiennika ciepła. Pozostałe oznaczenia pozostają bez zmian. Nie zmienia się także sposób przeprowadzania badań. Najważniejszą sprawą w tym przypadku jest właściwe i szczelne zamknięcie części wywiewnej centrali. Schemat centrali z oznaczeniami i symbolami zawartymi w normie zamieszczono na rys.3.

#### Pomiary akustyczne

W części poświęconej pomiarom akustycznym norma zasadniczo nie różni się

od swojej poprzedniczki. Pomiary akustyczne należy przeprowadzać w zakresie **100 Hz ÷ 10 000 Hz** w pasmach 1/3 oktawy lub w zakresie oktawowym **125 Hz ÷ 8 000 Hz**. Norma odsyła ponownie do długiej listy norm, wg których należy przeprowadzać pomiary akustyczne. Najważniejsze jednak jest to, że stopień dokładności wykonywanych pomiarów musi być zachowywany **na poziomie „inżynierskim”**. W punkcie dotyczącym pomiarów akustycznych emitowanych przez obudowę centrali norma przypomina, że dla central pracujących z otwartymi króćcami ssawnymi lub tłocznymi, w badaniach należy uwzględnić hałas emitowany do otoczenia nie tylko przez obudowę, ale także przez te otwory.

Zmiana w odniesieniu do poprzedniej normy [2] pojawia się w punkcie dotyczącym hałasu powstającego w czasie przepływu powietrza przez przewody wentylacyjne, a konkretnie w części dotyczącej przewodów i korekty wykonywanych obliczeń. Zmieniono formułę obliczeniową dla korekty E, która zależy od pola przekroju i kształtu zakończenia przewodu wentylacyjnego. Norma definiuje obliczenie współczynnika korekcyjnego E wg wzoru:

$$E = 10 \lg \left[ 1 + \left( \frac{c}{4\pi f} \right)^2 \Omega \right]$$

w którym:

- f – częstotliwość, Hz;
- c – prędkość dźwięku w powietrzu; m/s; ( $c = 344$  m/s w  $t = 20^\circ\text{C}$ ).
- S – powierzchnia pola poprzecznego przewodu na jego zakończeniu,  $\text{m}^2$ ;
- $\Omega$  – stały kąt promieniowania fali akustycznej na końcu przewodu ( $\Omega = 4\pi$  – dla przewodu kończącego się w wolnej przestrzeni w odległości od powierzchni większej lub równej

$L_{HWL}$ .  $L_{HWL}$  jest tutaj odległością równą połowie długości fali środkowej częstotliwości najniższego pasma częstotliwości, który jest istotny;  $\Omega = 2\pi$  dla przewodów zlicowanych ze ścianą;  $\Omega = \pi$  dla przewodów zlicowanych z narożnikiem 2 ścian.

Uwaga: W podanym wzorze nie występuje symbol „S” czyli powierzchnia pola poprzecznego przewodu. Przy proponowanym zapisie jednostką E nie będzie dB ale dB-m. W poprzednich normach [2] i [3] we wzorach występowała średnica efektywna przewodu.

Współczynnik korekcyjny E powinien być obliczany dla wszystkich częstotliwości i dodany do każdej wartości mocy akustycznej określonej na zewnątrz przewodów wentylacyjnych. Pozwoli to na określenie spektrum poziomu mocy akustycznej wewnątrz przewodu wentylacyjnego.

### Wewnętrzna moc właściwa centrali – $SFP_{int}$

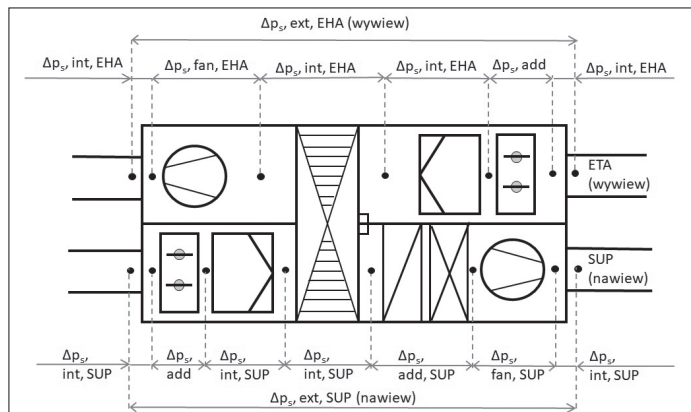
Jest to zupełnie nowe zagadnienie i dotyczy określania wewnętrznej właściwej mocy elementów centrali wentylacyjnej. Podstawą pomiarów i obliczeń jest właściwa moc wentylatora służąca do określania jego efektywności energetycznej.

Norma dopuszcza stosowanie **dwóch metod**, wg których określić można wewnętrzną moc właściwą elementów centrali ( $SFP_{int}$ ). **Pierwsza metoda** (wewnętrzna) oparta jest na pomiarach strat ciśnienia w komorze wentylatora oraz pozostałych sekcjach centrali wentylacyjnej. **Druga metoda** (zewnętrzna) polega na określeniu sprawności układu ( $SFP_{int}$ ) poprzez pomiar charakterystyki wentylatora zamontowanego na zewnątrz centrali. Metodę tę można zastosować, gdy przestrzeń wewnętrzna w centrali jest ograniczona tak, że prawidłowe wykonanie pomiarów ciśnienia jest trudne lub niemożliwe. Wartości  $SFP_{int}$  powinny być obliczone dla jednostki o konfiguracji referencyjnej w nominalnym punkcie pracy.

Podstawowe ustawienia central, takie jak: natężenie przepływu powietrza, zewnętrzna różnica ciśnienia statycznego i efektywny pobór mocy elektrycznej napędu wentylatora (z uwzględnieniem urządzenia do regulacji prędkości, jeśli mają być wykorzystywane), powinny być zgodne z warunkami określonymi dla wyznaczenia charakterystyki aerodynamicznej centrali.

Dla określenia  $SFP_{int}$  należy zmierzyć różnice ciśnienia statycznego ( $\Delta p_x$ ) w określonych punktach centrali oraz efektywną moc elektryczną napędu wentylatora ( $P_{el}$ ). Lokalizację punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 4.

Rys. 4. Różnice ciśnienia statycznego w referencyjnej centrali wentylacyjnej Fig.4. Air handling units and pressure definitions



### Wyznaczanie wewnętrznej mocy właściwej centrali ( $SFP_{int}$ )

Centrale wentylacyjne jednostrumieniowe

Wartość  $SFP_{int}$  należy wyznaczyć ze wzoru:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,int}}{\eta_{s,fan}}$$

Gdzie:

$SFP_{int}$  – wewnętrzna moc właściwa centrali,  $W \cdot m^{-3} \cdot s$ ;

$\Delta p_{s,int}$  – wewnętrzna różnica ciśnienia statycznego mierzona na elemencie składowym centrali, Pa;

$\eta_{s,fan}$  – ogólna sprawność statyczna napędu wentylatora wbudowanego (z uwzględnieniem strat wewnętrznych) w rozważanym punkcie pracy urządzenia

Centrale wentylacyjne dwustrumieniowe (nawiewno-wywiewne):

Wartość  $SFP_{int}$  należy wyznaczyć ze wzoru:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,int,SUP}}{\eta_{s,fan,SUP}} + \frac{\Delta p_{s,int,EHA}}{\eta_{s,fan,EHA}}$$

Gdzie:

$SFP_{int}$  – wewnętrzna właściwa moc centrali,  $W/(m^3 \cdot s)$ ;

$\Delta p_{s,int,SUP}$  – wewnętrzna różnica ciśnienia statycznego mierzona na elemencie składowym centrali części nawiewnej, Pa;

$\eta_{s,fan,SUP}$  – ogólna sprawność statyczna napędu wentylatora nawiewnego wbudowanego (z uwzględnieniem strat wewnętrznych) w rozważanym punkcie pracy urządzenia;

$\Delta p_{s,int,EHA}$  – wewnętrzna różnica ciśnienia statycznego mierzona na elemencie składowym centrali części wywiewnej, Pa;

$\eta_{s,fan,EHA}$  – ogólna sprawność statyczna napędu wentylatora wywiewnego wbudowanego (z uwzględnieniem strat wewnętrznych) w rozważanym punkcie pracy urządzenia.

Centrale wentylacyjne z więcej niż jednym strumieniem powietrza

Jeżeli część nawiewna i/lub część wywiewna mogą pracować z więcej niż jednym strumieniem powietrza (np. jest możliwe obejście – by-pass – wymienników ciepła) wówczas moc właściwa centrali powinna być obliczana dla każdego strumienia zgodnie z formułą:

$$SFP_{int,air\ side} = \frac{P_{el,int,1} + P_{el,int,2} + \dots + P_{el,int,n}}{q_{v,1} + q_{v,2} + \dots + q_{v,n}}$$

Gdzie:

$SFP_{int,air\ side}$  – wewnętrzna właściwa moc centrali,  $W/(m^3 \cdot s)$ ;

$P_{el,int,i}$  – efektywna moc elektryczna napędu wentylatora dla „i-tego” strumienia powietrza, W;

$q_{v,i}$  – „i-ty” objętościowy strumień powietrza w centrali,  $m^3/s$ .

Każdorazowo przed przystąpieniem do pomiarów należy zmierzyć wartość ciśnienia atmosferycznego oraz temperaturę powietrza zewnętrznego. Dla pomiarów trwających dłużej niż godzinę należy powtórzyć pomiary ciśnienia atmosferycznego oraz temperatury powietrza zewnętrznego.

Wszystkie wartości ciśnienia oraz pobór mocy do napędów wentylatorów muszą być przeliczone do wartości odpowiadających warunkom standardowym gęstości powietrza ( $\rho = 1,2 \text{ kg/m}^3$ ). Norma [1] sugeruje wykonywanie korekty w następujący sposób:

Różnica ciśnienia statycznego:

$$\Delta p_{corr} = \Delta p_{TE} \cdot \frac{1,2 \frac{kg}{m^3}}{\rho_{TE}}$$

Efektywna moc wejściowa napędu wentylatora:

$$P_{el,corr} = P_{el,TE} \cdot \frac{1,2 \frac{kg}{m^3}}{\rho_{TE}}$$

Gdzie:

TE – oznacza warunki, w których wykonywano pomiary.

## Wykonywanie pomiarów dla określenia wewnętrznej mocy właściwej centrali ( $SFP_{int}$ )

### Metoda pierwsza – wentylator zamontowany wewnątrz centrali

Pomiary strumienia powietrza przepływającego przez centralę, różnicy ciśnienia statycznego oraz straty ciśnienia na poszczególnych elementach składowych centrali, a także pobór mocy do napędu wentylatora, powinny być wykonywane w taki sam sposób, jak do określenia charakterystyki aerodynamicznej centrali i dla strumieni powietrza każdej strony.

Sprawność wentylatora zabudowanego w centrali wentylacyjnej można określić zgodnie z zależnością:

$$\eta_{s, fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s, fan}}{P_{el}}$$

Gdzie:

$q_v$  – objętościowy strumień powietrza,  $m^3/s$ ;

$\Delta p_{s, fan}$  – różnica ciśnienia statycznego na komorze wentylatora, Pa;

$P_{el}$  – pobór mocy wentylatora (jeżeli zastosowano przetwornicę częstotliwości, to moc wejściowa musi to uwzględnić), W.

Wewnętrzną moc właściwą centrali dla wentylatora zabudowanego z jednym strumieniem powietrza (bez recyrkulacji oraz obejścia wymiennika do odzysku ciepła) oblicza się wg zależności:

$$SFP_{int} = \frac{P_{el, int}}{q_v} = \frac{\Delta p_{s, int}}{\eta_{s, fan}}$$

Gdzie:

$$P_{el, int} = \frac{P_{el}}{\Delta p_{s, fan}} \cdot \Delta p_{s, int}$$

$$\Delta p_{s, int} = \Delta p_{s, HRS} + \Delta p_{s, F} + \Delta p_{s, cas} = \Delta p_{s, fan} - \Delta p_{s, ext} - \Delta p_{s, add}$$

Gdzie:

$\eta_{s, fan}$  – ogólna sprawność statyczna wentylatora wbudowanego w centralę określona w jego punkcie pracy,

$q_v$  – objętościowy strumień powietrza,  $m^3/s$ ;

$P_{el}$  – pobór mocy elektrycznej wentylatora (z uwzględnieniem urządzeń do regulacji prędkości obrotowej, o ile są przewidziane), W;

$P_{el, int}$  – pobór mocy elektrycznej urządzenia dla określonej straty ciśnienia charakterystycznej dla części składowych centrali (z uwzględnieniem urządzeń do regulacji prędkości obrotowej o ile są przewidziane), W;

$\Delta p_{s, int}$  – wewnętrzna różnica ciśnienia statycznego poszczególnych części składowych centrali, Pa;

$\Delta p_{s, HRS}$  – różnica ciśnienia statycznego na wymienniku do odzysku ciepła, Pa;

$\Delta p_{s, F}$  – różnica ciśnienia statycznego na filtrze, Pa;

$\Delta p_{s, cas}$  – różnica ciśnienia statycznego na króćcach zewnętrznych centrali, Pa;

$\Delta p_{s, fan}$  – różnica ciśnienia statycznego wentylatora, Pa;

$\Delta p_{s, ext}$  – strata ciśnienia na zewnątrz centrali (określona dla sieci kanałów wentylacyjnych), Pa;

$\Delta p_{s, add}$  – strata ciśnienia na dodatkowych sekcjach centrali (np. na chłodnicy, nawilżaczu, sekcji tłumienia itd.), Pa.

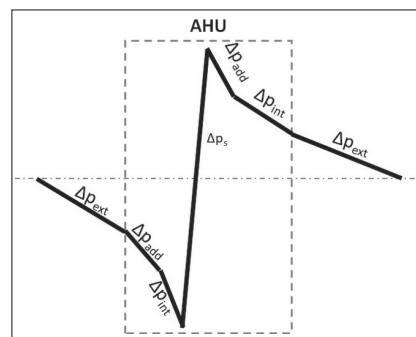
### Metoda druga – wentylator zamontowany na zewnątrz centrali

Badania należy przeprowadzić z uwzględnieniem następujących zasad:

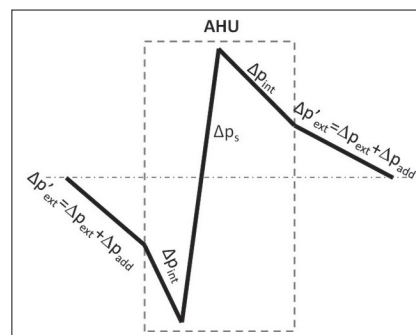
a) Pomiary strumienia powietrza przepływającego przez centralę, zewnętrzną różnicę ciśnienia statycznego oraz prędkość obrotową wentylatora, a także pobór mocy dla napędu wentylatora powinny być wykonywane w taki sam sposób, jak dla określenia charakterystyki aerodynamicznej centrali dla każdego ze strumieni powietrza.

b) Pomiary powinny być wykonane dwukrotnie. Pierwszy raz dla centrali ze zdemontowanymi wszystkimi sekcjami dodatkowymi. Powtórnie, dla centrali z zamontowanymi sekcjami dodatkowymi. Prędkości obrotowe wentylatora powinny pozostać takie same w jednym i drugim przypadku. Różnice ciśnienia statycznego wymontowanych elementów dodatkowych należy dodać do różnicy ciśnienia statycznego zewnętrznego poprzez dostosowanie ciśnienia zewnętrznego np. używając przepustnic po stronie ssawnej i/lub tłocznej (w zależności od umiejscowienia dodatkowych elementów przed lub za sekcją wentylatora).

c) Ciśnienie statyczne wentylatora indywidualnego (poza centralą)  $\Delta p_{s, free, fan}$  powinno być określone dla wentylatorów w obu strumieniach powietrza centrali. Ciśnienie statyczne wentylatora indywidualnego (zamontowanego na zewnątrz centrali) odpowiada ciśnieniu statycznemu wentylatora  $\Delta p_{fs}$  dla tej samej wartości objętościowego strumienia powietrza, który był określony w punkcie a). Prędkość obrotowa wirnika wentylatora powinna być taka sama jak w punkcie a). Dopuszczalna odchyłka nie powinna przekraczać  $\pm 5\%$ . Jeżeli prędkość obrotowa wirnika wentylatora wewnętrznego i zewnętrznego przekracza  $\pm 5\%$  wówczas



Rys. 5. Wykres ciśnień dla warunków referencyjnych  
Fig.5. Pressure diagram for the reference condition



Rys. 6. Wykres ciśnień po demontażu komponentów dodatkowych centrali i skorygowaniu zewnętrznych strat ciśnienia  
Fig.6. Pressure diagram after dismantling of additional components and adjusted external pressure losses

wyniki pomiarów powinny zostać skorygowane zgodnie z prawami podobieństwa wentylatorów określonymi w PN-EN ISO 5801:2017-12.

Na rys. 5 przedstawiono wartości różnicy ciśnienia statycznego określone dla warunków referencyjnych czyli z uwzględnieniem wszystkich elementów wyposażenia dodatkowego centrali. Natomiast na rys. 6 przedstawiono wykres ciśnień po demontażu komponentów dodatkowych centrali i skorygowaniu zewnętrznych strat ciśnienia.

Sprawność wentylatora wbudowanego  $\eta_{s, fan'}$  to ogólna sprawność statyczna, w tym sprawność silnika i napędu dla wentylatora indywidualnego.

$$\eta_{s, fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s, free, fan}}{P_{el}}$$

Gdzie:

$\Delta p_{s, free, fan}$  – różnica ciśnienia statycznego określona dla wentylatora indywidualnego; Pa.

## Ocena wewnętrznej mocy właściwej centrali

### Centrale jednokierunkowe:

Dla central jednokierunkowych moc właściwą należy obliczyć wg wzoru:

$$SFP_{int} = \frac{\Delta p_{s,free,fan} - \Delta p_{s,ext}}{\eta_{s,free,fan}} \cdot \frac{P_{el}}{P_{el,free,fan}}$$

$$SFP_{int} = \left( 1 - \frac{\Delta p_{s,ext}}{\Delta p_{s,free,fan}} \right) \cdot \frac{P_{el}}{q_v}$$

w którym sprawność wentylatora indywidualnego oblicza się wg formuły:

$$\eta_{s,free,fan} = \frac{q_v \cdot \Delta p_{s,free,fan}}{P_{el,free,fan}}$$

**Centrale dwukierunkowe:**

Dla central dwukierunkowych moc właściwą należy obliczyć wg wzoru:

$$SFP_{int} = \left( 1 - \frac{\Delta p_{s,ext,SUP}}{\Delta p_{s,free,fan,SUP}} \right) \cdot \frac{P_{el,SUP}}{q_{v,SUP}} + \left( 1 - \frac{\Delta p_{s,ext,EHA}}{\Delta p_{s,free,fan,EHA}} \right) \cdot \frac{P_{el,EHA}}{q_{v,EHA}}$$

### Dopuszczalne błędy pomiarowe

Określona w procesie klasyfikacji wydajność powietrzna centrali powinna być wartością najbardziej prawdopodobną, a nie minimalną lub maksymalną wartością dopuszczalną. Charakterystyka jest pobierana z pomiaru i matematycznie przeliczana na standardową gęstość 1,2 kg/m<sup>3</sup>. Tolerancje określające dopuszczalność centrali wentylacyjnej w odniesieniu do warunków projektowych podano w tabeli 2. Zawarte w tabeli 2 wartości odpowiadają klasie tolerancji AN3 określonej w ISO 13348.

### Raport z pomiarów i obliczeń

Wszystkie pomiary oraz obliczenia, które są przeprowadzane w procesie klasyfikacyjnym central wentylacyjnych powinny być odpowiednio opisane i zinterpretowane. Efektem końcowym prac powinien być raport dotyczący deklaracji pracy centrali. Tabela 3 przedstawia zakres danych i informacji, które powinien zawierać raport końcowy.

### Wytyczne dotyczące wykonania central wentylacyjnych

Omawiana norma zawiera szereg danych i wytycznych, które powinny spełniać centrale wentylacyjne, zarówno pod względem charakterystyki pracy (wydajność, sprawność, straty ciśnienia, wewnętrzna moc właściwa itd.) jak i konstrukcji (wykorzystane materiały, typy filtrów, rozwiązania wentylatorów i.in.). Wydaje się, że trzymanie się zasad dotyczących szczególnie konstrukcji central wentylacyjnych powinno stać się standardem, gdyż gwarantuje bezpieczeństwo i utrzymanie na wysokim poziomie norm

**Tabela 2. Zakres dopuszczalnych odchyłek pomiarowych określonych dla poszczególnych punktów pomiarowych centrali**

**Table 2. Air handling unit performance tolerances**

Wartości mierzone	Tolerancja	Uwagi
Strumień powietrza	± 5 %	$\Delta q_v = \left( \frac{t_{q_v}}{100\%} \right) \cdot q_v$
Ciężenie jednostkowe	± 5 %	$\Delta p_v = \left( \frac{t_{\Delta p}}{100\%} \right) \cdot p_v$
Statyczne ciśnienie jednostkowe	± 5 %	$\Delta p_{us} = \left( \frac{t_{\Delta p}}{100\%} \right) \cdot p_{us}$
Zewnętrzne różnica ciśnienia (spręż dyspozycyjny)	± 5 %	$\Delta (\Delta p_{s,ext}) = \left( \frac{t_{\Delta p}}{100\%} \right) \cdot p_{s,ext}$
Moc znamionowa silnika	± 8 %	$\Delta P_{el} = \left( \frac{t_p}{100\%} \right) \cdot P_{el}$ Dopuszczalne są uchybienia ujemne.
Całkowity poziom mocy akustycznej emitowany do przewodów oraz przez obudowę na zewnątrz	+ 4 dB	$\Delta L_{WA} = t_{LWA}$ Wartość odchylenia w dB jest identyczna z wartością numeryczną określoną dla wartości granicznej odchylenia dla poziomu mocy akustycznej w dB. Dopuszczalne są uchybienia ujemne.

**Tabela 3. Zawartość raportu końcowego**

**Table 3. Final report content**

Punkty raportu	Opis
Data	przeprowadzenia badań
Nazwa i lokalizacja laboratorium	w którym wykonano pomiary
Nazwisko i imię	osoby przeprowadzającej pomiary
Numer centrali i opis badanej centrali wentylacyjnej	łącznie z informacjami z tabliczki znamionowej oraz konfiguracją centrali, w tym typ filtrów i wyposażenia dodatkowego
Tytuły i nazwy	wykorzystanych norm
Przyjęta metoda badań i konfiguracja	badanej centrali
Opis i schemat	badanej centrali, w tym zastosowane urządzenie pomiarowe i położenie przepustnic zamontowanych w centrali
Szczegółowy opis podłączenia centrali do przewodów wentylacyjnych	
Karty identyfikacji sprzętu pomiarowego	
tabelaryczne zestawienie wszystkich wielkości pomiarowych i wyliczonych z nich wartości.	Dane dotyczące poziomu mocy akustycznej powinny być podane z opisem zastosowanej metody pomiarowej i określone dla punktu pracy charakterystycznego przez prędkość obrotową wirnika, objętościowy strumień powietrza, jednostkowe ciśnienie oraz jednostkowe ciśnienie statyczne, powierzchnię przewodów oraz opis parametrów nastawialnych. Dane powinny być określone w paśmie częstotliwości 100 Hz-10 000 Hz dla 1/3 oktawy lub w pasmach 125Hz-8 000Hz w pasmach oktafowych i powinny być wyrażone w dB. Mogą być to również wartości określone w dB(A)
Tabelaryczne zestawienie korekty ciśnienia między zmierzoną różnicą ciśnienia określoną dla warunku początkowego (czysty filtr) i dla warunku pośredniego lub końcowego (zanieczyszczony filtr)	
Wykresy obrazujące ciśnienie jednostkowe lub jednostkowe ciśnienie statyczne i pobór mocy elektrycznej w funkcji objętościowego strumienia powietrza	

higienicznych, a także niezawodność i wydłużony czas pracy urządzeń. Najważniejsze wytyczne przedstawiono w kolejnych punktach artykułu.

### Obudowa centrali

Obudowa centrali powinna być wykonana z materiałów zabezpieczonych przed korozją i odpornych na ścieranie (np. stal galwanizowana), które nie wydzielają substancji szkodliwych dla zdrowia ani nie stanowią pożywki dla mikroorganizmów. Z uwagi na to uszczelki stosowane w centrali muszą być odporne na wilgoć i nie

mogą stanowić pożywki dla mikroorganizmów a wewnętrzna powierzchnia centrali musi być gładka. Centrale powinny być pozbawione ostrych krawędzi oraz wystających elementów. Nieszczelności obudowy nie mogą przekraczać wartości podanych w normie PN-EN 1886:2008 „Wentylacja budynków – Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne – Właściwości mechaniczne”. Budowa central musi zapewniać możliwość inspekcji, oczyszczania i dezynfekcji wszystkich elementów centrali. Czyszczenie lub serwisowanie centrali powinno być możliwe poprzez drzwi centrali lub specjalne otwory

inspekcyjne. Dopuszcza się możliwość wy-suwania poszczególnych elementów centrali do przestrzeni o wysokości 1,6m.

Konstrukcja ścian centrali musi składać się przynajmniej z dwuwarstwowych paneli wypełnionych izolacją warstwową.

Czerpnie i wyrzutnie central dachowych powinny być zabezpieczone przed wpływem warunków zewnętrznych nawet w czasie postoju centrali. Komory czerpne muszą być wyposażone w tace ociekowe, wykonane ze stali galwanizowanej i malowanej proszkowo lub na mokro. Malowanie powinno być przynajmniej 2 warstwowe o łącznej grubości powłoki minimum 60µm.

W tabeli 4 przedstawiono zalecane prędkości powietrza, które są właściwe dla zabezpieczenia centrali przed m.in. napływem wody.

Wszystkie czerpnie i wyrzutnie powinny być osłonięte siatkami zabezpieczającymi przed drobnymi zwierzętami oraz większymi zanieczyszczeniami (wymiarzy oczek w siatce nie powinny być większe niż 20x20 mm). Norma zaleca jednak ograniczanie prędkości przepływu w stosunku do wartości podanych w tabeli 4, celem zmniejszenia zużycia energii potrzebnej do transportu powietrza.

**Tabela 4. Zalecane prędkości maksymalne na elementach zabezpieczania przeciwopadowego otworów czerpnych i wyrzutowych**  
**Table 4. Waterproofing/ Recommended maximum air velocity**

Zabezpieczenie przeciwopadowe	Zalecana prędkość maksymalna (w odniesieniu do powierzchni przekroju)[m/s]	
	Powietrze zewnętrzne	Powietrze usuwane
Żaluzje wlotowe/wydotowe	2,5	4,0
Odkraplacz	3,5	5,0
Oslona przeciwopadowa czerpnia i wyrzutni (kąąt nachylenia ≥45°)	4,5	6

### Sekcja wentylatorowa

Z powodów higienicznych oraz dla obniżenia kosztów eksploacyjnych zaleca się aranżację wentylatorów powietrza zewnętrznego w taki sposób, aby zminimalizować przepływ powietrza przez nie szczelności. Wentylatory powinny być zamontowane tak, aby zapewnić równomierny napływ i wypływ powietrza z wentylatora. Jeśli nie jest to możliwe do uzyskania należy zastosować dodatkowe elementy kierujące napływ i wypływ powietrza. Ciśnienie dynamiczne na wlocie i na wylocie powietrza powinno być utrzymywane na poziomie gwarantującym ekonomiczną pracę układu. Ze względu na konieczność utrzymania odpowiednio niskiego zużycia energii elektrycznej potrzebnej do transportu powietrza, centrale podzielono na odpowiednie klasy. Podział został dokonany na podstawie prę-

**Tabela 5. Podział central wentylacyjnych/klimatyzacyjnych na klasy ze względu na prędkość przepływu powietrza wewnątrz obudowy**  
**Table 5. Classes of average air velocity levels inside the casing**

Klasa	Prędkość powietrza [m/s]
V1	≤ 1,6
V2	>1,6 ÷ 1,8
V3	>1,8 ÷ 2,0
V4	>2,0 ÷ 2,2
V5	>2,2 ÷ 2,5
V6	>2,5 ÷ 2,8
V7	>2,8

Uwaga: Prędkości w centrali wentylacyjnej mają różne wartości oraz znaczący wpływ na zużycie energii potrzebnej do napędu wentylatora. Prędkości powietrza są podawane dla przekroju sekcji filtracyjnej, a jeżeli takiej nie ma, to dla przekroju sekcji wentylatorowej.

kości średniej, utrzymywanej wewnątrz obudowy. W normie [3] klas tych było 5. W normie [2] w/w klas było 9; aktualna norma podaje 7 klas. Podział central na klasy przedstawiono w tabeli 5.

Norma zaleca stosowanie wentylatorów z łopatkami wygiętymi do tyłu z silnikami o wysokiej sprawności. Należy zwrócić uwagę, że wentylatory z łopatkami odgiętymi do tyłu charakteryzują się quasi-pionowymi wykresami wydajności. Wpływa to znacząco na właściwą pracę centrali oraz na brak problemów w możliwości uzyskania odpowiedniej wydajności (niezależnie od włączenia). Wentylatory z łopatkami odgiętymi do przodu znacznie częściej mają charakterystyki pracy zbliżone do poziomych z charakterystycznym siodłem, co utrudnia a czasem także uniemożliwia ich prawidłową regulację i eksploatację.

Centrale o wysokości wewnętrznej większej niż 1,6m powinny być wyposażone w okienko inspekcyjne i oświetlenie. Każda centrala musi być wyposażona w wyłącznik bezpieczeństwa zlokalizowany w okolicach sekcji wentylatorowej.

Podobnie jak w normie [2] ze względu na moc potrzebną do napędu wentylatora centrale podzielono na 7 klas energetycznych (tabela 6).

**Tabela 6. Podział central wentylacyjnych/klimatyzacyjnych ze względu na moc potrzebną do napędu wentylatora**

**Table 6. Classes of power input of drivers (fans)**

Klasa	$P_{ref}^{max}$ [kW]
P1	≤ $P_{ref} \cdot 0,85$
P2	≤ $P_{ref} \cdot 0,90$
P3	≤ $P_{ref} \cdot 0,95$
P4	≤ $P_{ref} \cdot 1,00$
P5	≤ $P_{ref} \cdot 1,06$
P6	≤ $P_{ref} \cdot 1,12$
P7	> $P_{ref} \cdot 1,12$

Uwaga: Każdy wentylator musi być wyspecyfikowany względem powyższych klas. Wszystkie obliczenia muszą być odniesione do standardowej wartości gęstości powietrza ( $\rho=1,2 \text{ kg/m}^3$ )

### Sekcje wymienników ciepła

Moc wymienników ciepła powinna być określana zarówno po stronie powietrza jak i po stronie czynnika żiębniczego/grzewczego. Do obliczenia mocy należy brać pod uwagę zmianę entalpii właściwej czynnika. Różnice mocy uzyskiwanej po stronie powietrza oraz czynnika żiębniczego/grzewczego nie powinny przekraczać 5%.

Chłodnice powietrza, na których przewiduje się wykroplenie wilgoci powinny być tak zaprojektowane, aby nie było możliwości przenoszenia wilgoci na kolejne sekcje w centrali. Ze względów higienicznych chłodnice nie powinny być montowane bezpośrednio przed filtrami i tłumikami akustycznymi. Dla zapewnienia bezpiecznej pracy, pomiędzy chłodnicami i filtrami powinny być instalowane nagrzewnice lub sekcje wentylatorowe.

Ze względów energetycznych stosowanie odkraplacza zaleca się tylko wtedy, gdy prędkość powietrza nie gwarantuje pozostawania skroplin w sekcji chłodzenia. Odkraplacz powinien być zamontowany tak, aby w każdym momencie oraz bez konieczności zmiany lokalizacji innych części centrali był możliwy jego demontaż.

### Sekcja wymienników do odzysku ciepła

Omawiana norma nie definiuje wymienników do odzysku ciepła jak to miało miejsce w normach [2, 3]. Jednak w tekście pojawiają się odniesienia do tego podziału. Podział wymienników do odzysku ciepła zawiera norma [5]. Z uwagi na powyższe w tabeli 7 podano kategorię podziału wymienników do odzysku ciepła, do której odnosi się omawiana norma.

**Tabela 7. Podział wymienników do odzysku ciepła wg normy [5]**

**Table 7. Classification of heat recovery exchangers according to standard [5]**

Nazwa kategorii	Nawa wymiennika co odzysku ciepła
Kategoria I	<b>Rekuperatory</b>
Kategoria II	<b>Z czynnikiem pośredniczącym</b> a) bez zmiany fazy b) ze zmianą fazy (np. rurka ciepła)
Kategoria III	<b>Regeneratory</b> (zawierające masę akumulacyjną) a) niehigroskopijne b) higroskopijne

Omawiana norma dzieli wymienniki do odzysku ciepła na poszczególne klasy sprawności energetycznej  $\eta_{e 1;1}$ . (w warunkach jednakowego strumienia powietrza po stronie nawiewnej i wywiewnej). Norma [2] dzieliła wymienniki ciepła na 6 klas energetycznych ze względu na sprawność wymienników do odzysku ciepła, z czego klasa 6 dotyczyła braku wymagań względem  $\eta_{e 1;1}$ . W omawianej normie [1] podano 5 klas energetycznych. Podział na poszczególne klasy oraz granice klas podano w tabeli 8.

Tabela 8. Podział wymienników do odzysku ciepła ze względu na ich ogólną sprawność energetyczną w normie omawianej wycofanej [2]  
Table 8. Classes of heat recovery for the described standard [1] and for withdrawn standard [2]

Klasa	$\eta_{e,1:1} \text{ min}$ [%] wg [1]	$\eta_{e,1:1} \text{ min}$ [%] wg [2]
H1	$\geq 74$	$\geq 71$
H2	$\geq 70$	$\geq 64$
H3	$\geq 65$	$\geq 55$
H4	$\geq 60$	$\geq 45$
H5	$< 60$	$\geq 36$
H6		Bez wymagań

Należy zwrócić uwagę, że podziału dokonano w odniesieniu do sprawności energetycznej, a nie temperaturowej. Ogólną sprawność energetyczną, względem której następuje podział wymienników do odzysku ciepła w omawianej normie można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\eta_e = \eta_f \left(1 - \frac{1}{\varepsilon}\right) = \eta_f \left(1 - \frac{P_{el}}{Q_{HRS}}\right)$$

W którym:

- $\eta_f$  – sprawność temperaturowa wymiennika do odzysku ciepła,
- $P_{el}$  – pobór mocy elektrycznej zależny od straty ciśnienia na wymienniku do odzysku ciepła, Pa,
- $Q_{HRS}$  – moc jawna uzyskiwana na wymienniku do odzysku ciepła, kW.

Wartości graniczne dla sprawności energetycznej wymienników do odzysku ciepła zostały uzyskane z zależności przedstawionych w tabeli 9.

Tabela 9. Warunki brzegowe zastosowane w wyznaczaniu klas energetycznych wymienników ciepła  
Table 9. Boundary conditions used in determining energy classes of heat exchangers

Klasa	$\eta_f$	$\Delta p_{HRS}$ [Pa]	$\varepsilon$	$\eta_e$
H1	0,78	2x300	18,8	0,74
H2	0,73	2x240	22,0	0,70
H3	0,68	2x190	25,9	0,65
H4	0,63	2x150	30,4	0,60

#### Komora mieszania

W centralach z komorą mieszania zarówno w [2] jak i [1] podano podział na klasy z uwagi na sprawność temperaturową procesu mieszania. Podział na poszczególne klasy przedstawiono w tabeli 10. W tabeli tej przedstawiono także teoretyczną wartość udziału powietrza zewnętrznego w wentylującym dla przed-

Tabela 10. Podział komór mieszania ze względu na uzyskiwaną sprawność temperaturową  
Table 10. Mixing temperature efficiency

Klasa	Temperaturowa sprawność mieszania [%]
M1	$\geq 95$
M2	$85 \leq \eta < 95$
M3	$70 \leq \eta < 85$
M4	$50 \leq \eta < 90$
M5	$< 50$

stawionych w normie [1] wartości temperaturowej sprawności mieszania.

#### Sekcje nawilżania

Mając na uwadze znaczny wzrost zagrożenia wynikający z rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń mikrobiologicznych, także w układach wentylacyjnych, należy zwrócić uwagę na fakt dopuszczenia przez normę takich sposobów nawilżania powietrza, które nie przyczynią się do zagrożenia zdrowia. Centrale klimatyzacyjne, w których w części nawiewnej zamontowano nawilżacz (z wyjątkiem nawilżacza parowego), powinny posiadać co najmniej dwa stopnie filtracji, przy czym sekcja nawilżania powinna być zamontowana pomiędzy sekcjami filtracyjnymi. Jednocześnie z uwagi na możliwości namnażania mikroorganizmów, sekcja nawilżania nie powinna być umieszczana bezpośrednio przed sekcją filtracji lub tłumienia. Pierwszy stopień filtracji, z uwagi na aspekt higieniczny, powinien mieć skuteczność na poziomie ISO ePM1 50%. Uszczelki zastosowane w sekcji nawilżania muszą być wykonane z materiałów nieporowatych i powinny być odporne na wilgoć.

Górna wartość ogólnej liczby bakterii psychrofilnych (niepatogennych) nie powinna przekroczyć 10 000 jtk/ml, jednak począwszy od ogólnej liczby bakterii na poziomie 1 000 jtk/ml należy sprawdzać i czyścić stację uzdatniania. W czasie oczyszczania sekcji nawilżania (wraz ze stacją roboczą) powinna być przeprowadzana także dezynfekcja układu.

#### Sekcje filtracji

Z uwagi na wprowadzoną w 2017r. normę europejską dotyczącą klasyfikacji filtrów, której odpowiednikiem jest [6] w omawianej normie zaleca się stosowanie filtrów klasy ISO ePM1 50% dla central z jednym stopniem filtracji.

W odniesieniu do [6] omawiana norma podaje zalecane wartości końcowej straty ciśnienia na filtrze. Zalecane wartości końcowej straty ciśnienia na filtrach w centralach podano w tabeli 11.

Tabela 11. Zalecana końcowa strata ciśnienia na filtrach montowanych w centralach wentylacyjnych/klimatyzacyjnych

Table 11. Maximum final pressure differences for filters

	wymagania
Filtry zgrubne wg ISO	mniejsza wartość lub dodanie 50Pa straty ciśnienia na czystym filtrze lub trzykrotność straty ciśnienia na czystym filtrze.
ISO ePM1 ISO ePM2,5 ISO ePM10	mniejsza wartość lub dodanie 100Pa straty ciśnienia na czystym filtrze lub trzykrotność straty ciśnienia na czystym filtrze

#### Wnioski

Każda norma wg definicji [7] jest dokumentem przyjętym na zasadzie kon-

sensu i zatwierdzonym przez upoważnioną jednostkę organizacyjną. Dokument taki ustala zasady i wytyczne lub charakterystyki, dzięki którym można uzyskać pewien stopień uporządkowania w określonym zakresie tematycznym. Omawiana nowa norma [1] dotycząca klasyfikacji central wentylacyjnych i klimatyzacyjnych jest traktowana jako norma uznaniowa. Stanowi ona obszerne opracowanie dotyczące procedur pomiarowych i obliczeniowych, jakie należy przeprowadzić celem uzyskania świadectwa klasyfikacji.

W porównaniu do wcześniejszych norm w tej dziedzinie [2, 3] wprowadza całkiem nowe pojęcie opisujące sposób określania wewnętrznej mocy właściwej centrali  $SPF_{int}$ . Wprowadzenie wskaźnika  $SPF_{int}$  jest naturalną konsekwencją konieczności ograniczania zapotrzebowania energii potrzebnej do prawidłowej eksploatacji budynków, w tym do uzdatniania i transportu powietrza w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych.

Zawiera sporo istotnych kwestii, które zostały albo pominięte, albo niewłaściwie sformułowane, co może utrudniać proces przeprowadzenia badań oraz kwalifikacji central wentylacyjnych/klimatyzacyjnych. Część tych problemów zaznaczono, bez dokładnego omówienia w tekście artykułu.

Niezależnie jednak od decyzji o jej uznaniu lub nie, warto stosować się do zaleceń dotyczących przede wszystkim budowy central.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] PN-EN 13053, „Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji”, 2020.
- [2] PN-EN 13053+A1, „Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji”, 2011.
- [3] PN-EN 13053, „Wentylacja budynków. Centrale wentylacyjne i klimatyzacyjne. Klasyfikacja i charakterystyki działania urządzeń, elementów składowych i sekcji”, 2008.
- [4] PN-EN 13142:2013-08, „Wentylacja budynków – Elementy/wyroby wentylacji mieszkaniowej – Wymagania i dodatkowe charakterystyki działania”, 2013.
- [5] PN-EN 308:2001, „Wymienniki ciepła – Procedury badawcze wyznaczania wydajności urządzeń do odzyskiwania ciepła w układzie powietrze-powietrze i powietrze-gazy spaliny”, 2001.
- [6] PN-EN ISO 16890-1:2017-01, „Przeciwpyłowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej – Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji określony na podstawie skuteczności filtracji cząstek pyłu (ePM)”, 2017.
- [7] B. Zajęczkowski, T. Hałon i R. Stefan, „Czyniki chłodnicze – ograniczenia napełnienia bezpieczeństwa użytkowników według dyrektywy Urządzenia ciśnieniowe, ISO 817 i PN-EN 378.” Instal 7/2020, pp. 13-18, DOI: 10.36119/15.2020.7.2.