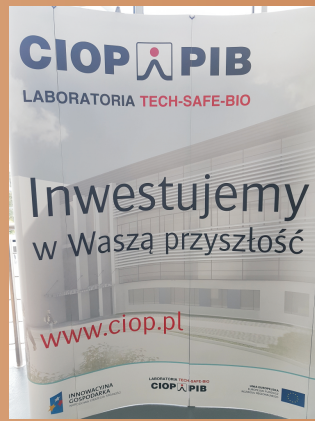




JAKOŚĆ POWIETRZA A BADANIA FILTRÓW POWIETRZA W INSTALACJACH HVAC BUDYNKÓW

T. Jankowski¹

¹ Zakład Zagrożeń Chemicznych, Pyłowych i Biologicznych, Centralny Instytut Ochrony Pracy - PIB, 00-701 Warszawa, tojan@ciop.pl



Słowa kluczowe: filtry powietrza, jakość powietrza, centrale wentylacyjne, badania terenowe

WPROWADZENIE

Jakość powietrza wewnątrz pomieszczeń wpływa na zdrowie człowieka. Wykazało, że nawet 80% frakcji aerozoli PM1 i PM2.5 w powietrzu wewnętrznym może pochodzić z powietrza zewnętrznego. Dodatkowo Morawska L. i inni wskazują, że nawet 76% całkowitego narażenia na cząstki ultradrobne może być wynikiem oddychania powietrzem wewnętrznym. Przyjmuje się, że cząstki ultradrobne to cząstki o rozmiarach poniżej 100 nm.

W pomieszczeniach istotną kwestią jest zapewnienie ich użytkownikom skutecznej ochrony przed ryzykiem związanym z narażeniem na szkodliwe czynniki pyłowe i chemiczne. W budynkach, w których zastosowana jest instalacja HVAC dokonuje się doboru filtrów powietrza do parametrów pracy central wentylacyjnych. Filtry w centralach odpowiadają za jakość powietrza nawiewanego do pomieszczeń oraz chronią podzespoły centrali przed zabrudzeniem.

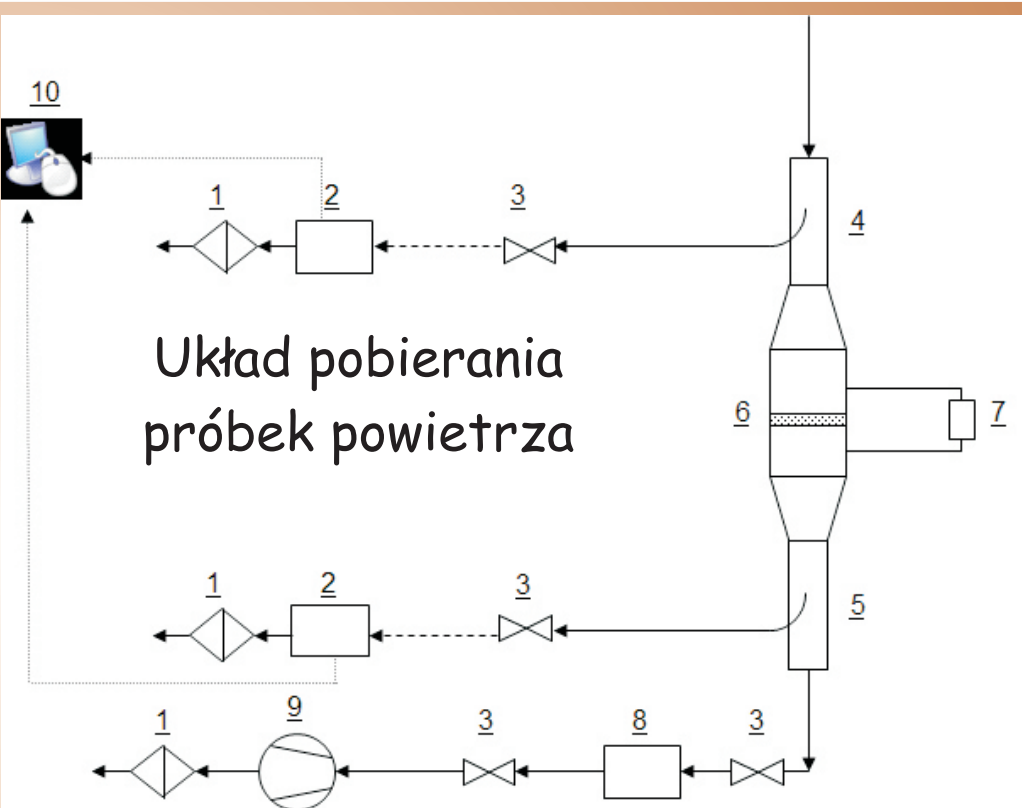
METODA I STANOWISKO BADAWCZE

Filtry muszą być badane zgodnie z normą **PN-EN ISO 16890**, każdy z nich musi zostać odrębnie i wyraźnie oznakowany. Skuteczność filtra powinna być powiązana z faktycznym zanieczyszczeniem powietrza zewnętrznego i wymaganiami higienicznymi obsługiwanego pomieszczenia. Z kolei ocenę charakterystyk filtrów powietrza w warunkach ich zainstalowania w instalacjach HVAC prowadzi się w oparciu o metodę **PN-EN ISO 29462**.

W budynku zastosowano centralę wentylacyjną i klimatyzacyjną model CAIRplus 128 064AVBV (GEA Polska). W centrali zainstalowano kieszeniowy filtr powietrza klasy F8 (klasa określona zgodnie z wycofaną normą PN-EN 779:2012. Wymiary filtra to 592x592x600 mm, o powierzchni filtracji 12 m².



Podczas badań filtrów powietrza w warunkach użytkowania central wentylacyjnych stosuje się liczniki optyczne TSI OPS 3330, układ rozcieńczania aerozoli Palas VKL 10, układ sond do pobierania próbek, ciśnieniomierze elektroniczne, termohigrobarometr LAB-EL z panelem LB 701 i sondą LB 725.



- 1 - filtr powietrza
- 2 - OPC
- 3 - zawór odcinający
- 4 - sonda poboru próbek „przed” filtrem
- 5 - sonda poboru próbek „za” filtrem
- 6 - badany filtr powietrza
- 7 - mikromanometr różnicowy
- 8 - zestaw przepływomierzy
- 9 - urządzenie do przepływu powietrza

WYNIKI BADAŃ

Rozkład miejski						
i	$\bar{d}_i$, μm	$\Delta \ln d_i$, μm	rozkład miejski $q_{3\sigma}(\bar{d}_i)$	$q_{3\sigma}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{3\sigma}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	ePM_x %
1	0,35	0,29	0,22627	0,06562	3,58629	ePM_{10} 67,40
2	0,47	0,32	0,19891	0,06365	4,14534	
3	0,62	0,24	0,15837	0,03801	2,84127	
4	0,84	0,36	0,11522	0,04148	3,49835	
Σ wierszy 1-4					14,07125	
5	1,14	0,26	0,08503	0,02211	2,01852	$ePM_{2,5}$ 76,53
6	1,44	0,21	0,07618	0,01600	1,52814	
7	1,88	0,32	0,08022	0,02567	2,53102	
8	2,57	0,31	0,09984	0,03095	3,07625	
Σ wierszy 1-8					23,2517	

i	$\bar{d}_i$ μm	$\Delta \ln d_i$ μm	rozkład wiejski $q_{2\sigma}(\bar{d}_i)$	$q_{2\sigma}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	$E_{D,i} \cdot q_{2\sigma}(\bar{d}_i) \cdot \Delta \ln d_i$	ePM_x %
1	0,35	0,29	0,09412	0,02729	1,49176	
2	0,47	0,32	0,08395	0,02686	1,74954	
3	0,62	0,24	0,07432	0,01784	1,33335	
4	0,84	0,36	0,07014	0,02525	2,12962	
5	1,14	0,26	0,07628	0,01983	1,81081	
6	1,44	0,21	0,08833	0,01855	1,77186	
7	1,88	0,32	0,10804	0,03457	3,40877	
8	2,57	0,31	0,13726	0,04255	4,22922	
9	3,46	0,29	0,16708	0,04845	4,83314	
10	4,69	0,32	0,19542	0,06253	6,23884	
11	6,20	0,24	0,21671	0,05201	5,18486	
12	8,37	0,36	0,23143	0,08331	8,29976	
Σ wierszy 1-12				0,45906	42,48153	ePM_{10} 92,54

Do oceny filtrów powietrza pod względem skuteczności ePM zastosowano znormalizowane funkcje rozkładu wielkości cząstek, które w skali globalnej reprezentują średnie otaczające powietrze z obszarów miejskich i wiejskich. Droбноziarniste filtry, projektowane głównie do odfiltrowywania frakcji cząstek PM1 i PM2.5, są oceniane za pomocą rozkładu wielkości, który reprezentuje obszary miejskie, podczas gdy filtry gruboziarniste, zaprojektowane głównie w celu odfiltrowania frakcji pyłu PM10, są oceniane za pomocą rozkładu wielkości, który reprezentuje obszary wiejskie.

Parametry środowiskowe powietrza w centrali HVAC budynku

Temperatura powietrza minimalna (°C): 22	Wilgotność względna powietrza minimalna (%): 39	Ciśnienie atmosferyczne minimalne (hPa): 998
Temperatura powietrza maksymalna (°C): 24	Wilgotność względna powietrza maksymalna (%): 51	Ciśnienie atmosferyczne maksymalne (hPa): 1005

Opór przepływu powietrza	Skuteczność usuwania dla zakresu cząstek od 0,3 do 1,0 μm ePM ₁	Skuteczność usuwania dla zakresu cząstek od 0,3 do 2,5 μm ePM _{2,5}	Skuteczność usuwania dla zakresu cząstek od 0,3 do 10,0 μm ePM ₁₀	Klasyfikacja filtra powietrza w warunkach terenowych zgodnie z ISO
155 Pa	67,40%	76,53%	92,54%	ePM10 90%

Parametry użytkowe filtra powietrza w centrali HVAC uzyskane podczas badania terenowego

PODSUMOWANIE

- ✓ W trakcie badań terenowych jeden z filtrów powietrza zainstalowany w centrali wentylacyjnej budynku nie osiągnął końcowej wartości oporu przepływu powietrza wynoszącej 300 Pa i został zakwalifikowany do klasy ISO ePM10 90%.
- ✓ Stanowisko badawcze umożliwia zgodnie z zaleceniami dokumentów międzynarodowych, ocenę stężenia od 0 do 3 000 cząstek/cm³ dla cząstek w zakresie wielkości od 0,3 μm do 10,0 μm, w co najmniej czterech zakresach i co najmniej dwóch zakresach poniżej 1,0 μm.
- ✓ Kluczowymi parametrami użytkowymi filtra/systemu filtrów powietrza w centrali HVAC są opory przepływu powietrza oraz skuteczność usuwania cząstek o danym zakresie wielkości.

PODZIĘKOWANIA

Opracowano i wydano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków MRPiPS. Zadanie nr 1.ZS.02, pt. Ocena parametrów użytkowych urządzeń filtrowentylacyjnych w warunkach rzeczywistego stosowania w instalacjach wentylacji ogólnej. Koordynator Programu: CIOP – PIB.

PIŚMIENICTWO

Morawska L., Afshari A., Bae G.N., Buonanno G., Chao C.Y.H., Hänninen O., Hofmann W., Isaxon, C., Jayaratne E.R., Pasanen P., Salthammer T., Waring M., Wierzbicka A. Indoor aerosols: From personal exposure to risk assessment, Indoor Air., 2013 <https://doi.org/10.1111/ina.12044>.

PN-EN ISO 16890-1:2017. Przeciwpółowe filtry powietrza do wentylacji ogólnej -- Część 1: Specyfikacje techniczne, wymagania i system klasyfikacji skuteczności określony na podstawie wielkości cząstek pyłu (ePM).

PN-EN ISO 29462:2023-02 Badanie w warunkach terenowych urządzeń filtracyjnych i systemów stosowanych w wentylacji ogólnej w celu określenia ich skuteczności oczyszczania w odniesieniu do wymiarów cząstek i oporów przepływu powietrza.