



Fot. Freemages.com

Dobór systemu nadciśnienia

w kontekście wyboru metody realizowania odprowadzenia powietrza na kondygnacji objętej pożarem

Elżbieta BOROWSKA

Jednym z kryteriów projektowych w instalacjach zapobiegania zadymieniu pionowych dróg ewakuacyjnych za pomocą nadciśnienia jest zapewnienie minimalnej prędkości przepływu w drzwiach otwartych w kierunku od przestrzeni chronionej do korytarza. Minimalna prędkość przepływu ma uniemożliwić przedostanie się dymu z przestrzeni objętej pożarem do przestrzeni chronionej. Warunek zostanie spełniony tylko w przypadku zapewnienia odprowadzenia tego powietrza z budynku.

W niniejszym artykule przedstawione zostanie, jak ważnym elementem systemu nadciśnienia jest zapewnienie ujęcia powietrza na zewnątrz, w jaki sposób wpływa ono na wydajność systemu oraz jakie są wady i zalety różnych metod jego realizowania.

Spróbujmy wyobrazić sobie sytuację, w której została zaprojektowana i wykonana instalacja napowietrzania klatki schodowej, a nie przewidziano w budynku punktów odprowadzenia powietrza na zewnątrz. W wyniku alarmu pożarowego następuje uruchomienie systemu napowietrzania klatki schodowej. Podczas ewakuacji powietrze z klatki przedostaje się do korytarza, jednak szybko je wypełnia i miesza się z dymem na korytarzu. Następuje wyrównanie ciśnienia w klatce schodowej i w korytarzu, a dym z korytarza przedostaje się do klatki schodowej. W wyniku braku ujęcia powietrza, warunki bezpiecznej ewakuacji nie są zapewnione.

Odprowadzanie powietrza na zewnątrz budynku może być realizowane różnymi metodami. Uzależnione są one najczęściej od:

- możliwości architektonicznych,
- wysokości budynku,
- czynnika ekonomicznego.

Jako instalacje odbioru powietrza mogą być stosowane następujące rozwiązania:

■ Kanały grawitacyjne

Wielkość kanałów grawitacyjnych uzależniona jest od ilości usuwanego powietrza, a więc od przepływu przez otwarte drzwi. Norma PN-EN 12101-6 określa wymiarowanie szachtu upustowego w taki sposób, aby prędkość w kanale nie przekraczała 2 m/s. Na wlocie do kanału grawitacyjnego na każdej kondygnacji powinna być zamontowana kłapa przeciwpożarowa

– w normalnych warunkach zamknięta. W przypadku alarmu pożarowego kłapa otwiera się wyłącznie na kondygnacji objętej pożarem. Kanał grawitacyjny powinien być pionowy na całej wysokości, wykonany w klasie odporności ogniowej przegrody budowlanej, przez którą przechodzi.

■ Instalacja mechanicznego odprowadzenia powietrza i dymu

Wydajność instalacji usuwającej powietrze wraz z dymem uzależniona jest od ilości powietrza dopływającego z przestrzeni chronionej. W przypadku mechanicznego odprowadzania powietrza i dymu należy zapewnić dopływ powietrza do korytarza również w czasie, gdy drzwi ewakuacyjne między przestrzenią chronioną a korytarzem są zamknięte. W przeciwnym razie na korytarzu powstanie nadmierne podciśnienie. Funkcję taką spełniają kłapy przeciwpożarowe transferowe. Wielkość kanału oddymiającego dobiera się tak, aby prędkość w kanale nie przekraczała 10÷12 m/s. Na wlocie do szachtu na każdej kondygnacji powinna być zamontowana kłapa przeciwpożarowa, normalnie zamknięta. W przypadku alarmu pożarowego kłapa otwiera się wyłącznie na kondygnacji objętej pożarem.

■ Okna wyposażone w siłowniki

Jest to najprostsze rozwiązanie, ograniczone jednak względami architektonicznymi. Rozwiązanie może mieć zastosowanie w przypadku, gdy korytarz sąsiadujący z przestrzenią chronioną wyposażony jest w okna. W przypadku korytarzy bez okien, stosuje się okna z siłownikami w pomieszczeniach sąsiadujących bezpośrednio z korytarzem i kłapy przeciwpożarowe transferowe w ścianie między korytarzem a pomieszczeniem użytkowym. Stosując takie rozwiązanie, należy pamiętać o zdublowaniu systemu, na wypadek pożaru w jednym z pomieszczeń. W celu zapewnienia prawidłowości działania systemu istotne jest ograniczenie wpływu wiatru. Rozwiązaniem jest zapewnienie okien uchylnych na dwóch różnych ścianach budynku.

Analiza przypadku sposobu odprowadzania powietrza

Poniżej przedstawię, jaki wpływ na wydajność instalacji napowietrzania ma sposób odprowadzania powietrza na przykładzie jednej klatki schodowej. Przyjęliśmy założenie, że w przedmiotowej klatce schodowej kryterium minimalnej prędkości na drzwiach jest decydującym o wydajności wentylatora.

Posłużymy się klatką schodową o następujących parametrach:

- 21 sztuk drzwi jednoskrzydłowych otwieranych do przestrzeni klatki schodowej;
- 1 sztuka drzwi jednoskrzydłowych otwieranych na zewnątrz;
- pole powierzchni przecieku przez zamknięte drzwi w klatce schodowej $0,01 \times 20 + 0,02 \times 1 = 0,22 \text{ m}^2$;
- wymiar drzwi na piętrze $0,9 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 1,8 \text{ m}^2$;
- wymagana minimalna prędkość powietrza przez otwarte drzwi $0,75 \text{ m/s}$;
- wydajność przepływu przez otwarte drzwi $1,35 \text{ m}^3/\text{s}$.

Kanały grawitacyjne

Norma określa wartość 2 m/s jako maksymalną prędkość w szachcie grawitacyjnym. Jest to podyktowane sumą maksymalnych oporów, jakie mogą wystąpić na drodze przepływu powietrza z klatki do ujścia na zewnątrz budynku. Opory te nie mogą przekroczyć 40 Pa. W przypadku systemu grawitacyjnego

powietrze z klatki na drodze swego przepływu musi pokonać następujące opory:

- na drzwiach między klatką schodową a korytarzem,
- na wszystkich elementach upustu grawitacyjnego (kłapa przeciwpożarowa, szacht, wyrzutnia).

Opór na przepływie powietrza przez drzwi wynosi:

$$(1,35 / 1,8 \times 0,83)^2 = 0,9 \text{ Pa}$$

Opór na przepływie powietrza przez upust grawitacyjny – wynika z obliczeń hydraulicznych. Przyjmijmy 30 Pa.

Suma oporów:

$$0,9 \text{ Pa} + 30 \text{ Pa} = 31 \text{ Pa}$$

Wypływ powietrza przez nieszczelności drzwi klatki schodowej:

$$(0,83 \times 0,22 \times 33)^{0,5} \times 1,5 = 5\,664 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wypływ przez otwarte drzwi na piętrze:

$$1,8 \times 0,75 \times 3600 = 4\,860 \text{ m}^3/\text{h}$$

Suma wypływu dla kryterium prędkości:

$$5\,664 + 4\,866 = 10\,530 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wymagana wydajność wentylatora:

$$10\,530 \times 1,15 = 12\,110 \text{ m}^3/\text{h}$$

Aby zapewnić przepływ powietrza z klatki schodowej w kierunku odprowadzenia grawitacyjnego, w klatce schodowej należy wytworzyć ciśnienie wyższe od 31 Pa. Przyjęliśmy wartość 33 Pa. Oznacza to, że wypływ przez wszystkie nieszczelności klatki schodowej, w czasie gdy drzwi są otwarte, należy odnieść do nadciśnienia w klatce równego 33 Pa. W przypadku klatek schodowych o dużej liczbie drzwi, wartość nadciśnienia znacząco wpłynie na wydajność wentylatora napowietrzającego klatkę schodową.

Instalacja mechanicznego odprowadzenia powietrza i dymu

W przypadku mechanicznego odprowadzenia powietrza i dymu opór przepływu na instalacji oddymiającej pokonywany jest przez wentylator oddymiający. Wentylator systemu nadciśnieniowego będzie miał za zadanie pokonać opór na przepływie między klatką schodową a korytarzem.

Opór na przepływie powietrza przez drzwi:

$$(1,35 / 1,8 \times 0,83)^2 = 0,9 \text{ Pa}$$

Przyjęto, że nadciśnienie w klatce schodowej powinno wynosić około 3 Pa.

Wypływ powietrza przez nieszczelności drzwi klatki schodowej:

$$(0,83 \times 0,22 \times 3)^{0,5} \times 1,5 = 1\,708 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wypływ przez otwarte drzwi na piętrze:

$$1,8 \times 0,75 \times 3600 = 4\,860 \text{ m}^3/\text{h}$$



Fot. Freemages.com

Tabela 1. Zalety i wady poszczególnych systemów odprowadzania powietrza

System odprowadzania powietrza	Zalety	Wady
Kanady grawitacyjne	<ul style="list-style-type: none"> prosta konstrukcja; ograniczony wpływ warunków atmosferycznych 	<ul style="list-style-type: none"> duża powierzchnia szachtu oraz wymiar klap ppoż. na upuszczenie pożarowym z każdej kondygnacji; ograniczona wysokość budynku (ze względu na rosnące opory); konieczność zabudowy w pomieszczeniu przyległym do strefy chronionej (brak możliwości prowadzenia kanałów poziomych)
Instalacja mechanicznego odprowadzania powietrza i dymu	<ul style="list-style-type: none"> mniejsza powierzchnia szachtu oraz wymiar klap ppoż. na upuszczenie pożarowym w stosunku do metody grawitacyjnej; możliwość zabudowy w dowolnym miejscu budynku (możliwość podłączania przewodów poziomych); brak ograniczeń co do wysokości budynku 	<ul style="list-style-type: none"> dodatkowy koszt związany z wyposażeniem budynku w wentylator oddymiający; dodatkowy koszt wykonania instalacji z przewodów oddymiających
Okna z siłownikiem	<ul style="list-style-type: none"> brak konieczności wydzielania miejsca na szacht; system najkorzystniejszy cenowo; łatwe wykonanie 	<ul style="list-style-type: none"> konieczność korytarzy z oknami, w przypadku braku okien dodatkowy transfer między korytarzem a pomieszczeniami przyległymi; niekorzystny wpływ warunków atmosferycznych

Suma wypływu dla kryterium prędkości:

$$1\,708 + 4\,866 = 6\,574 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wymagana wydajność wentylatora:

$$6\,574 \times 1,15 = 7\,560 \text{ m}^3/\text{h}$$

Okna wyposażone w siłowniki

Przy zastosowaniu okien z siłownikami w obliczeniach należy uwzględnić:

- opór na przepływie powietrza przez drzwi między klatką schodową a korytarzem,
- opór na przepływie powietrza przez okno.

Opór na przepływie powietrza przez drzwi:

$$(1,35 / 1,8 \times 0,83)^2 = 0,9 \text{ Pa}$$

Opór na przepływie powietrza przez okno:

Posługując się normą PN-EN 12101-6 powierzchnia czynna otwartego okna powinna zapewnić prędkość przepływu powietrza nie większą niż 2,5 m/s.

$$1,35 \text{ m}^3/\text{s} / 2,5 \text{ m/s} = 0,54 \text{ m}^2$$

$$(1,35 / 0,54 \times 0,83)^2 = 9,1 \text{ Pa}$$

Suma oporów:

$$0,9 \text{ Pa} + 9,1 \text{ Pa} = 10 \text{ Pa}$$

Wpływ powietrza przez nieszczelności drzwi klatki schodowej:

$$(0,83 \times 0,22 \times 12)^{0,5} \times 1,5 = 3\,416 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wpływ przez otwarte drzwi na piętrze:

$$1,8 \times 0,75 \times 3600 = 4\,860 \text{ m}^3/\text{h}$$

Suma wypływu dla kryterium prędkości:

$$3\,416 + 4\,866 = 8\,282 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wymagana wydajność wentylatora:

$$8\,282 \times 1,15 = 9\,524 \text{ m}^3/\text{h}$$

W celu zapewnienia przepływu powietrza z klatki schodowej w kierunku odprowadzenia grawitacyjnego, w klatce schodowej należy wytworzyć ciśnienie wyższe od 10 Pa. Przyjęliśmy wartość 12 Pa. Oznacza to, że wypływ przez wszystkie nieszczelności klatki schodowej w czasie, gdy drzwi są otwarte, należy odnieść do nadciśnienia w klatce równego 12 Pa.

Porównując systemy odprowadzania powietrza ich wady i zalety zostały przedstawione w tabeli 1.

Wnioski

Podsumowując nasze rozważania, możemy stwierdzić, że istnieje co najmniej kilka czynników, które mogą decydować o wyborze rodzaju odprowadzania powietrza na zewnątrz budynku. Już na etapie projektowania należy pamiętać, że sposób realizowania upustu powietrza ma wpływ na wydajność wentylatora napowietrzającego, a także na całkowity koszt systemu. Dobór systemu odprowadzania powietrza powinien być przeanalizowany w indywidualny sposób w zależności od funkcji budynku, jego wysokości i układu architektonicznego. ■

O AUTORZE

mgr inż. Elżbieta BOROWSKA
– projektantka w dziale systemów wentylacji pożarowej Mercor SA

