

WENTYLACJA POŻAROWA W BUDYNKACH WIELOKONDYGNACYJNYCH

dr inż. Grzegorz Kubicki

Cel oraz zasady funkcjonowania różnych systemów ochrony dróg ewakuacji budynków wielokondygnacyjnych omówione zostały szerzej w artykule z lipcowego wydania miesięcznika „Builder”. Druga część prezentowanego cyklu artykułów dotyczy praktycznych aspektów funkcjonowania tego typu instalacji oraz stanowi skrócony przegląd konkretnych wariantów technicznych systemów różnicowania ciśnienia.

Systemy zapobiegania zadymieniu (systemy różnicowania ciśnienia) są najdoskonalszym rozwiązaniem chroniącym drogi ewakuacyjne. Instalacje tego typu stanowią obligatoryjne wyposażenie wszystkich wysokich i wysokościowych budynków użyteczności publicznej oraz zamieszkania zbiorowego. Systemy te mogą być również stosowane we wszystkich innych obiektach wielokondygnacyjnych (w tym budynkach mieszkalnych).

Dla prawidłowego funkcjonowania omawianych instalacji, określonego przez warunki stabilizacji nadciśnienia w przestrzeni chronionej, kryte-

rium przepływu oraz siły potrzebnej dla otwarcia, konieczne jest działanie w koincydencji dwóch podstawowych grup elementów wykonawczych.

Pierwszą grupę stanowią zestawy urządzeń służących kontroli warunków nadciśnienia i przepływu w przestrzeniach chronionych nadciśnieniem (pionowych drogach ewakuacji, przedsionkach przeciwpożarowych, szybach wind na potrzeby ekip ratowniczych). Zestawy urządzeń napowietrzania pożarowego, w zależności od zastosowanych elementów odpowiedzialnych za kontrolę parametrów pracy instalacji, podzielić można na układy pasywne oraz aktywne, przy czym wy-

różnić tu należy również zestawy adresowane do budynków o wysokości do ok. 50 m oraz rozwiązania dedykowane dla obiektów wyższych.

Systemy pasywne i aktywne

Do układów pasywnych zalicza się instalacje, w których funkcję regulacji nadciśnienia w przestrzeni chronionej pełnią kłapy upustowe. Rozwiązania te zawiązują swoją popularność prostej zasadzie działania i silnemu umocowaniu w normie EN-PN 12101-6. Najprostsze, klasyczne układy pasywne składają się z jednobiegowego wentylatora nawiewu powietrza do klatki schodowej i kłapy nadmiarowo-upustowej montowanej w jej najwyższej części klatki schodowej lub stanowiącej element monoblokowego układu napowietrzającego. Po uruchomieniu wentylator nawiewny podaje stały strumień powietrza do przestrzeni klatki schodowej, przy czym wielkość strumienia określona jest dla warunku utrzymania wymaganego przepływu w otwartych drzwiach na kondygnacji objętej pożarem. Jest to strumień z reguły znacznie większy niż wymagany dla utrzymania zadanego poziomu nadciśnienia. Jeżeli przestrzeń oddzielająca klatkę schodową od przedsionka przeciwpożarowego lub kondygnacji pozostaje zamknięta, zbyt duża ilość nawiewnego powietrza powoduje wzrost ciśnienia w tej przestrzeni powyżej ustalonej wartości (np. 50 Pa). Skutkiem wzrostu nadciśnienia jest

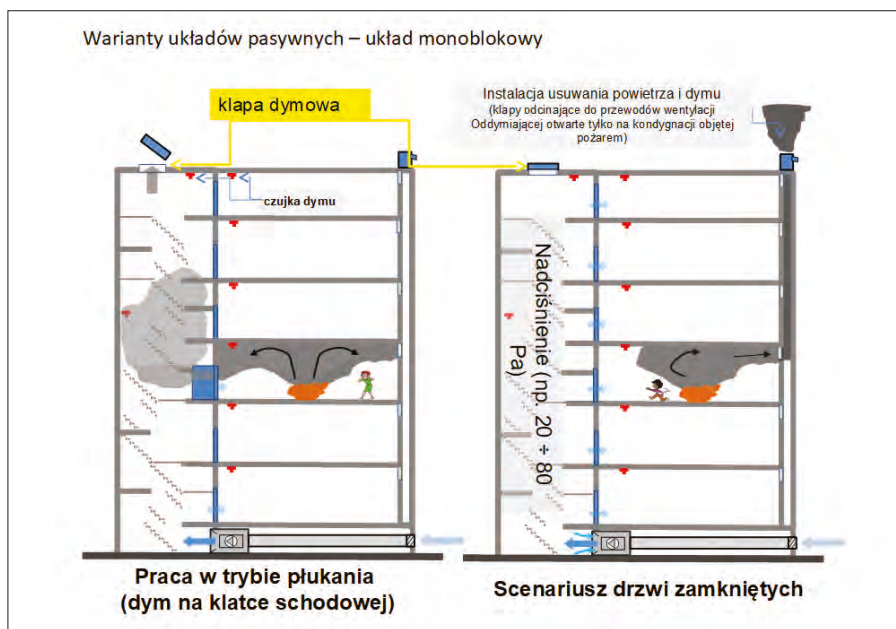


Rys. 1. Elementy wykonawcze systemu zapobiegania zadymieniu

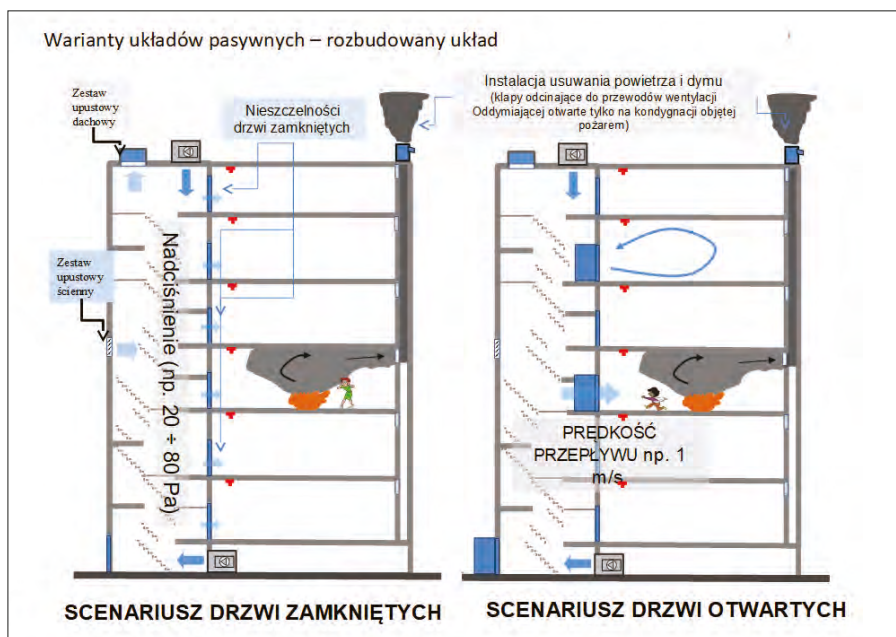
otwarcie klapy upustowo-nadmiarowej, pozwalające na ustabilizowanie odpowiedniego poziomu nadciśnienia. Otwarcie drzwi na kondygnacji, na której działa instalacja odbioru dymu (kondygnacja, na której uruchomiony został alarm pożarowy), powoduje natychmiastowy spadek ciśnienia w przestrzeni klatki schodowej i w konsekwencji zamknięcie się klapy upustowej (rys. 2). Efektem takiego działania jest skierowanie przez otwarte drzwi całego strumienia powietrza z przestrzeni chronionej w kierunku punktów usuwania dymu. Czas reakcji systemu regulowany jest w tym przypadku przez moment zamykający klapy nadmiarowo-upustową i jest bardzo krótki.

Kolejne pojawiające się na rynku modyfikacje systemów pasywnych pozwalają na rozszerzenie zakresu ich stosowania, chociażby przez ograniczanie ich wrażliwości na oddziaływanie warunków atmosferycznych. Są to na przykład łatwe do zamontowania w dowolnej przestrzeni klatki schodowej układy monoblokowe, składające się z wentylatora nawiewu pożarowego zamontowanego we wspólnej obudowie z klapą nadciśnieniową, wyposażoną w mechanizm sprężynowy. Ponieważ cały zestaw urządzeń montowany jest wewnątrz budynku, wyeliminowane zostały tu ograniczenia związane z zamarzaniem i wpływem parcia wiatru. Rozwiązaniem układu pasywnego dedykowanego do budynków wysokościowych jest układ wykorzystujący w przestrzeni klatki schodowej dwie jednostki napowietrzania pożarowego oraz zestaw dwóch klapy upustowo-nadciśnieniowych, zabudowanych np. w formie zestawów upustowych (wyposażonych dodatkowo w automatycznie otwieraną przepustnicę i opcjonalnie system przeciwooblodzeniowy; patrz: rys. 3). Tak rozbudowany układ pozwala elastycznie reagować na zmiany ciśnienia wewnętrznego wywołanego ciągiem termicznym, pozwalając zachować stałą wartość nadciśnienia na całej wysokości klatki schodowej.

Wspólną cechą wszystkich opisanych powyżej zestawów urządzeń jest regulacja nadciśnienia w przestrzeni chronionej, odniesiona do ciśnienia atmosferycznego. Tymczasem rozkład ciśnienia na całej wysokości klatki schodowej i ciśnienia w pozostałych częściach budynku nie jest jednorodny. Jest to poważne ograniczenie skuteczności rozwiązań pasywnych, których działanie nie uwzględnia rozkładu ci-



Rys. 2. Schemat funkcjonowania pasywnego systemu zapobiegania zadymieniu



Rys. 3. Rozbudowany system pasywny z wykorzystaniem dwóch klapy ciśnieniowych i dwóch zespołów nawiewnych

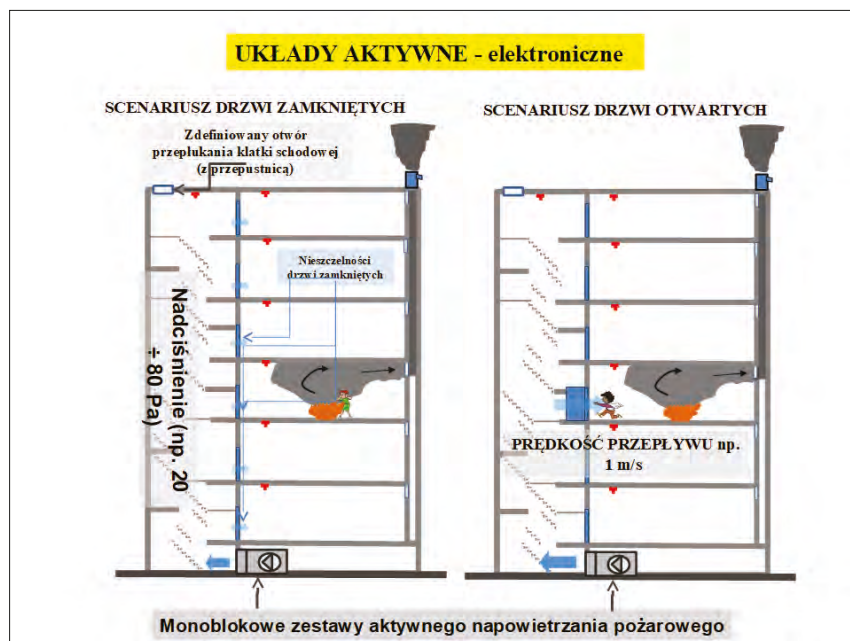
śnienia wewnętrznego.

Tego ograniczenia nie mają systemy aktywne. Są to systemy napowietrzania pożarowego, w których funkcje regulacji przepływu powietrza (w ilości niezbędnej dla realizacji zadań scenariusza pożarowego) pełnią elektronicznie sterowane urządzenia: zespoły nawiewne zmiennego wydatku lub klapy sterowane czujnikami ciśnienia.

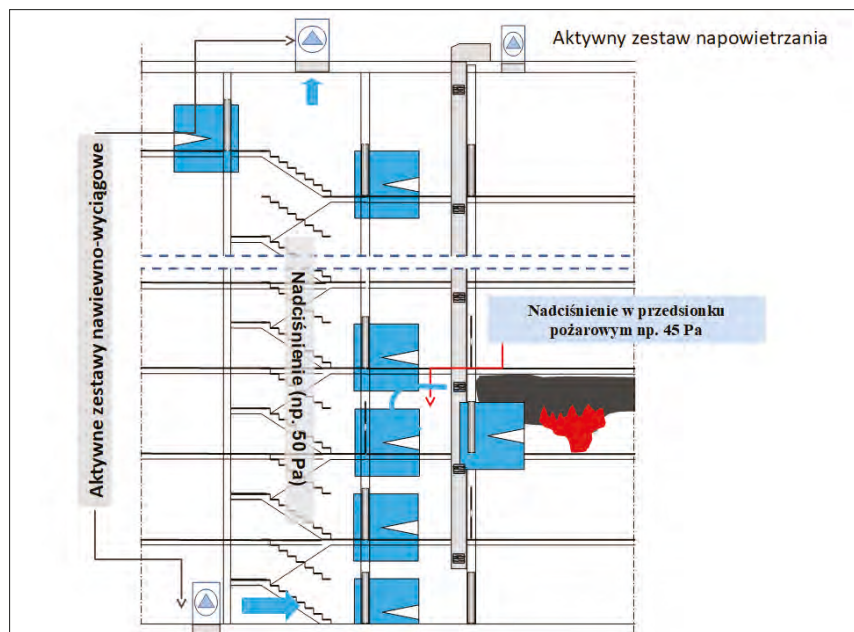
Systemy sterowania

Najczęściej stosowane są rozwiązania, gdzie wydajność wentylatorów reguluje się za pomocą przetwornicy częstotliwości (falownika) i zaawansowanej automatyki sterującej (rys. 4).

Faktyczna skuteczność i odporność na zakłócenia układów adaptacyjnych jest uzależniona właśnie od jakości systemów sterowania. Najnowocześniejszym rozwiązaniem w tej dziedzinie są tzw. systemy sterowania predyktorycznego, pozwalające na płynną i szybką regulację trybu pracy wentylatora w zależności od zmiany poziomu szczelności przestrzeni chronionej nadciśnieniem. Opracowane w Polsce układy sterowania predyktorycznego posiadają również unikalną zdolność rozpoznawania obiektu regulacji (klatki schodowej), dzięki czemu nie wymagają kalibracji podczas zmieniającego się w czasie poziomu szczelności prze-



Rys. 4. Schemat funkcjonowania aktywnego systemu zapobiegania zadymieniu



Rys. 5. Schemat funkcjonowania przepływowego systemu zapobiegania zadymieniu

strzeni chronionych.

Wraz ze wzrostem wysokości budynku działanie systemów różnicowania ciśnienia jest w coraz większym stopniu zależne od zjawisk fizycznych, takich jak ciąg termiczny czy rozkład ciśnienia wewnętrznego, związany np. z nasłonecznieniem lub parciem wiatru. Za granicę wysokości, powyżej której zestawy urządzeń do różnicowania ciśnienia muszą skutecznie reagować na ww. zjawiska, przyjmuje się 50–60 m. Znajomość tego faktu powinna mieć istotny wpływ na wybór konkretnych rozwiązań technicznych. Dla budynków o znacznej wysokości,

oprócz opisanego powyżej rozbudowanego systemu predykcyjnego, bardzo dobrym rozwiązaniem jest również opracowany w Polsce tzw. system przepływowy (rys. 5). Instalacje tego typu składają się z dwóch rewersyjnych, aktywnych zestawów urządzeń nawiewno-wyciągowych zamontowanych w najwyższej i najniższej części klatki schodowej. Opory odpowiednio skonfigurowanego przepływu powietrza w przestrzeni klatki schodowej umożliwiają utrzymanie wymaganego poziomu nadciśnienia, opory przepływu skutecznie niwelują jednocześnie skutki występowania ciągu termicznego.

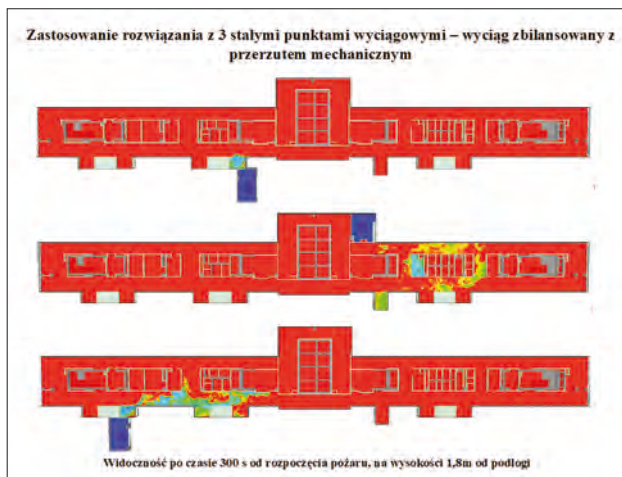
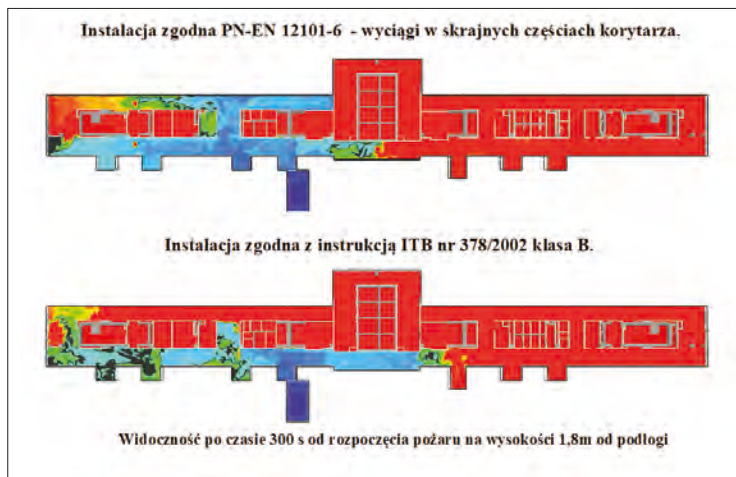
Omawiane rozwiązanie udowodniło już swoją skuteczność w tak wysokich budynkach, jak Warsaw Spire Tower czy Sky Tower we Wrocławiu.

Instalacje do odprowadzania powietrza i dymu

Drugą grupą elementów wykonawczych niezbędnych dla funkcjonowania systemów różnicowania ciśnienia są instalacje służące do odprowadzania powietrza i dymu z kondygnacji. Instalacje te powinny działać wyłącznie na kondygnacji i wykonane mogą być w jednej z trzech form: wyciągu mechanicznego, automatycznie otwieranych otworów w elewacji budynku lub zabezpieczonych przeciwpożarowymi kłapami odcinającymi wentylacji oddymiającej pionowych szybów oddymiających.

Pierwsze z wymienionych rozwiązań wymaga zastosowania wentylatorów oddymiających, których wydajność powinna być równa ilości powietrza trafiającego na poziome drogi ewakuacji przez otwarte drzwi z przestrzeni chronionej nadciśnieniem. Jednocześnie konieczne jest zachowanie ciągłości napływu powietrza na poziomie drogi ewakuacji z przestrzeni chronionej za pomocą otworów transferowych lub przerzutu mechanicznego. Omawiana metoda jest najskuteczniejsza, jednak w wielu przypadkach wentylatory oddymiające wymagają zastosowania płynnego sterowania tak, żeby można było z taką samą efektywnością usuwać powietrze i dym z dowolnej kondygnacji budynku. Przetwornica częstotliwości, czyli falownik, stanowi element zasilania i w myśl Rozporządzenia Ministra Infrastruktury [2] musi posiadać deklarację zgodności oraz certyfikat zgodności potwierdzające możliwość jej zastosowania jako elementu zestawu do odprowadzania dymu i ciepła. Obecnie dostępne są już na krajowym rynku certyfikowane urządzenia tego typu.

Wielkość otworów w elewacji budynku (powierzchnia czynna) powinna zostać wyliczona przy założeniu prędkości przepływu 2,5 m/s. Ponieważ przy zastosowaniu tego rozwiązania bardzo poważnym zagrożeniem dla właściwego działania całego systemu jest wiatr, omawiane otwory powinny zostać zdublowane na dwóch różnych elewacjach budynku, a ich otwarcie sterowane czujnikiem wiatru. Dla efektywnego



Rysunki arch. autora

Rys. 6. Skutek usuwania dymu z korytarza przy braku odcięcia pomieszczenia, w którym wybuchł pożar

Rys. 7. Skutek usuwania dymu z korytarza przy odcięciu pomieszczenia, w którym wybuchł pożar

Założenie: wykrycie pożaru w 30 s, otwarcie drzwi w 60 s (ewakuacja), drzwi bez samozamykacza – pozostają otwarte. W 55 s włącza się system zaprojektowany do zapobiegania zadymieniu

Założenie: wykrycie pożaru w 30 s, otwarcie drzwi w 60 s (ewakuacja), drzwi bez samozamykacza – pozostają otwarte. W 55 s włącza się system zaprojektowany do zapobiegania zadymieniu

zastosowania tego rozwiązania konieczny jest więc dostęp z poziomych dróg ewakuacji do co najmniej dwóch elewacji budynku.

Najbardziej stosowanym rozwiązaniem są pionowe szyby oddymiające, dla których przekrój szybu należy wyliczyć przy założeniu prędkości przepływu 2,0 m/s. Oznacza to konieczność pozostawienia w bryle obiektu na całej jego wysokości pustych kanałów o znacznym przekroju, co jest rozwiązaniem raczej trudnym do zaakceptowania. Ponadto ten typ usuwania powietrza i dymu wymaga zastosowania wentylatorów napowietrzania pożarowego. Przy wyznaczaniu ich sprężu doliczyć trzeba opory przepływu szachtu oddymiającego.

Przeogrody budowlane i drzwi pożarowe

Przy omawianiu systemów zapobiegania zadymieniu trzeba koniecznie wspomnieć o częstej nadinterpretacji § 247. 1. WT [1]. Ten akapit przepisów brzmi następująco: W budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW), w strefach pożarowych innych niż ZL IV, należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem poziomych dróg ewakuacyjnych. Mowa tu o stosowaniu rozwiązań techniczno-budowlanych, czyli przegród budowlanych i drzwi pożarowych, a nie systemów oddymiania korytarzy. Często błędnie zakłada się w projektach, że funkcję systemu oddymiania mogą skutecznie pełnić elementy systemu różnicowania ciśnienia, czyli instalacja odprowadzania dymu i ciepła z kondygnacji. W zdecydowanej większości przypad-

ków i wbrew powszechnej opinii instalacje odprowadzania dymu z kondygnacji nie są w stanie pełnić zadań instalacji oddymiania korytarzy w rozumieniu wymagań sformułowanych w 270 WT. Ich funkcją jest usuwanie powietrza i dymu z kondygnacji, na której wybuchł pożar, w takiej ilości, by utrzymać przepływ o wymaganej minimalnej prędkości (w zależności od wymagań scenariusza pożarowego 0,75 lub 2 m/s) w całym przekroju drzwi łączących przestrzeń chronioną nadciśnieniem do przestrzeni niechronionej nadciśnieniem. Realizacja tego celu wymaga dużo mniejszych ilości odprowadzanego powietrza, niż wymagałoby tego skuteczne oddymianie, zwłaszcza w sytuacji, kiedy korytarz nie jest oddzielony od pomieszczeń przyległych drzwiami pożarowymi wyposażonymi w samozamykacz (rys. 6). Zwiększenie ilości odbieranego powietrza ponad zlecenia standardów projektowania systemów różnicowania ciśnienia prowadzić może do wytworzenia zbyt dużej różnicy ciśnienia na granicy strefy chronionej i niechronionej nadciśnieniem, co skutkuje znacznym przekroczeniem siły koniecznej do otwarcia drzwi i stawia pod znakiem zapytania efektywność funkcjonowania całej instalacji.

Ochrona przed zadymieniem korytarzy wymaga więc przede wszystkim zastosowania samozamykaczy na drzwiach pożarowych pomiędzy korytarzem i pomieszczeniami przyległymi, co ogranicza napływ dymu na korytarze ewakuacyjne. W tym kierunku idą zmiany w przepisach rozszerzające konieczność stosowania drzwi pożarowych nie tylko w pokojach hotelowych, ale innych typach obiektów użytko-

wych. Nawet kiedy jednak napływ dymu będzie ograniczony przez zamknięte drzwi, efektywne oczyszczenie z dymu korytarzy możliwe będzie przy zastosowaniu wyciągu mechanicznego (rys. 7).

W tym przypadku też jest mały haczyk. Ograniczenie napływu dymu na korytarz jest możliwe, jeżeli ściana oddzielająca pomieszczenie od korytarza zabudowana jest do stropu właściwego (w praktyce często ścianki takie wykonane z karton-gipsu zabudowywane są do poziomu stropu podwieszonego), nie jest podziurawiona np. transferami powietrza i posiada odporność pożarową przynajmniej taką, jak drzwi. Przy spełnieniu warunków ograniczenia napływu dymu na poziome drogi ewakuacji wyciąg mechaniczny powietrza i dymu skonstruowany na potrzeby systemu różnicowania ciśnienia będzie w stanie czyścić korytarz dymu (przynajmniej w początkowej fazie pożaru, kiedy trwa ewakuacja obiektu).

Literatura:

1. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2016, poz. 191, z późn. zm.).
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2015, poz. 1422 z późn. zm.).
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz.U. 2016, poz. 2117).
4. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 143, poz. 1002 z późn. zm.).
5. Mizieleński B., Kubicki G., Wentylacja pożarowa – oddymianie, WNT 2013.