

▶ Grzegorz Kubicki

# Właściwa wentylacja gwarancją bezpiecznej ewakuacji

## Rzeczywistą skuteczność systemów wentylacji pożarowej w wysokich budynkach

Przeprowadzone na etapie odbiorów, ograniczone próby pożarowe potwierdzają najczęściej skuteczne działanie instalacji przy założonym projektem scenariuszu pożaru i ewakuacji. Pojawia się jednak pytanie, czy można mówić o wysokim stopniu bezpieczeństwa użytkowników budynku? I w tym miejscu można mieć szereg wątpliwości, wynikających zarówno z technicznych ograniczeń, jakie mają obecnie stosowane układy wentylacji pożarowej, dalekiej od doskonałości jakości standardów projektowania, jak i z nie do końca świadomych działań użytkowników budynku.

■ Na konieczność stosowania systemów zabezpieczających drogi ewakuacji w budynkach wielokondygnacyjnych jednoznacznie wskazują przepisy przeciwpożarowe [1] oraz techniczno-budowlane [2]. Od kilkunastu już lat, wraz z każdą nowelizacją stosownych rozporządzeń, coraz lepiej precyzowane są wymagania odnośnie technicznego wyposażenia budynków oraz typu

i jakości elementów stanowiących o jego bezpieczeństwie pożarowym. W ochronie dróg ewakuacji szczególną rolę pełnią systemy wentylacji pożarowej, czyli „urządzenia zapobiegające zadymieniu lub oddymiające lub urządzenia i inne rozwiązania techniczno-budowlanych zapewniających usuwanie dymu”.

Poprawna realizacja przemyślanej koncepcji



## Wentylacja pożarowa:

- chroni ludzi przed dymem i toksycznymi produktami spalania;
- chroni ludzi i budynek przed temperaturą, promieniowaniem cieplnym;
- ogranicza rozprzestrzenianie się pożaru;
- umożliwia ewakuację ludzi, poprawia bezpieczeństwo ekip ratowniczych.



BSH

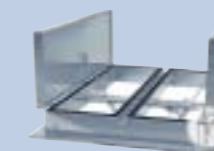
projektuje, dostarcza, uruchamia, serwisuje



Wentylatory oddymiające, napowietrzające



Systemy różnicowania ciśnień dla dróg ewakuacyjnych



Systemy oddymiania naturalnego



Bezkanalowe systemy wentylacji garaży.



EICHELBERGER

REKLAMA

BSH Klima Polska Sp. z o.o.  
ul. Kolejowa 13, Stara Iwiczna,  
05-500 Piaseczno

tel.: +48 22 737 18 58, fax: +48 22 737 18 59  
e-mail: [biuro@bsh.pl](mailto:biuro@bsh.pl), [www.bsh.pl](http://www.bsh.pl)

ochrony dróg ewakuacji w większości przypadków, dzięki dopuszczeniu budynku do eksploatacji, pozwala na osiągnięcie ogólnego stanu zadowolenia wykonawcy, inwestora i przedstawicieli PSP.

### Ograniczenia systemów zapobiegania zadymieniu

Budynki wysokie zgodnie z krajowymi przepisami powinny zostać wyposażone w instalacje zapobiegania zadymieniu. O skutecznym działaniu tego typu instalacji można mówić, jeżeli będą one w stanie zagwarantować spełnienie w określonym czasie (potrzebnym do ewakuacji lub podjęcia akcji ratowniczej) czterech podstawowych funkcji – omówionych niżej.

Problem stabilizacji ciśnienia jest od lat przedmiotem moich badań, z których wynika, że nie jest możliwe jego rozwiązanie bez

uwzględnienia naturalnie występujących zjawisk fizycznych takich, jak ciąg termiczny oraz opory przepływu powietrza. Do niedawna wpływ wymienionych zjawisk był marginalizowany lub całkowicie pomijany, co ma pewne uzasadnienie dla systemów funkcjonujących w budynkach średniowysokich, ale jest trudne do zaakceptowania w obiektach wysokich, a całkowicie niedopuszczalne dla segmentu obiektów wysokościowych. Prowadzone badania fizyczne oraz symulacje komputerowe wskazują, że zarówno najbardziej klasyczne układy napowietrzania jedno- i wielopunktowego, jak i systemy wykorzystujące klapy upustowe, w naszych warunkach klimatycznych nie zawsze gwarantują spełnienie warunków stabilizacji ciśnienia.

Brak właściwego wyrównania poziomu nadciśnienia może doprowadzić do znacznego przekroczenia wymaganej siły potrzebnej do

## Funkcje systemów zabezpieczenia przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji

- 1** Należy wytworzyć i utrzymać stabilne nadciśnienie w strefie chronionej nadciśnieniem (klatka schodowa, przedsionek pożarowy) w stosunku do przestrzeni otaczającej. Cel ten realizowany powinien być w czasie, kiedy klatka schodowa pozostaje zamknięta tzn. wszystkie prowadzone na nią drzwi są zamknięte.
- 2** Należy chronić trzon klatki schodowej podczas prowadzenia ewakuacji i akcji ratowniczej. Realizacja tego warunku jest możliwa, jeżeli w otwartych drzwiach pomiędzy strefą podwyższonego ciśnienia i strefą o niepodwyższonym ciśnieniu (na kondygnacji objętej pożarem) utrzymana zostanie minimalna wymagana prędkość przepływu powietrza.
- 3** Utrzymanie nadciśnienia w strefie podwyższonego ciśnienia na takim poziomie, żeby uciekający ludzie mogli się do niej dostać. Zadanie to wyraża siła potrzebna do otwarcia drzwi określona na maks. 100 N.
- 4** System musi w krótkim czasie powrócić do funkcji utrzymania nadciśnienia w trzonie klatki schodowej po każdym zamknięciu drzwi ewakuacyjnych.

# SYSTEMY NAPOWIETRZANIA I ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH

## SMOKE MASTER SMIA

- rozpoczyna napowietrzanie już w 20 sekund po aktywacji detektora dymu
- montowany w dachu klatki schodowej
- możliwość użycia tego samego wentylatora do oddymiania klatki na życzenie straży pożarnej
- spełnia wymagania określone w normie EN-12101-6
- dostarczany z wymaganą kompletną automatyką

## SMOKE MASTER SMPA

- do zastosowania w nowo budowanych obiektach oraz budynkach modernizowanych
- dostępny w 3 wielkościach
- możliwość montażu w górnej lub dolnej części klatki schodowej
- spełnia wymagania określone w normie EN-12101-6
- dostarczany z kompletną wymaganą automatyką

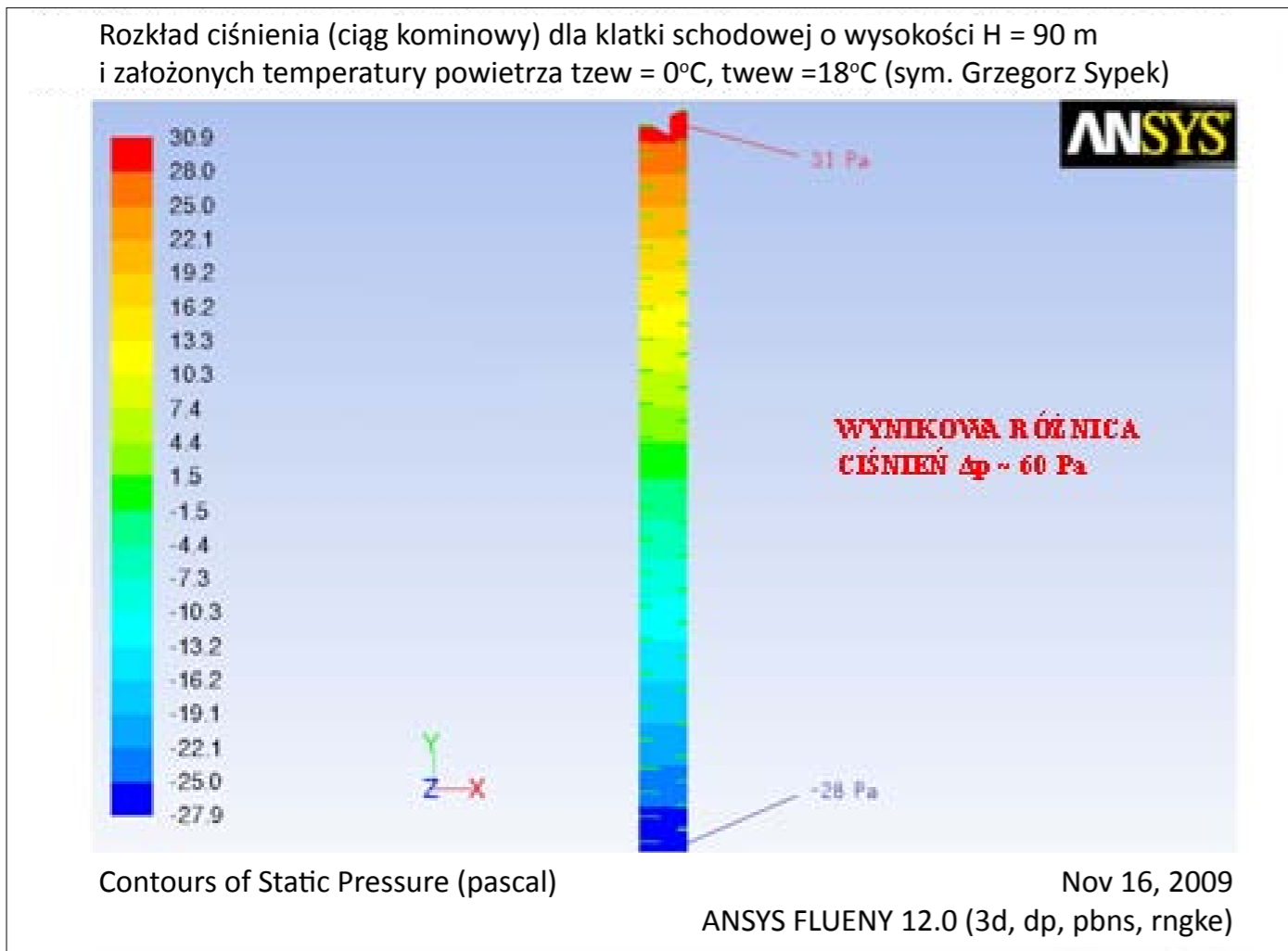
### Nasza lista referencyjna:

Wojewódzki Szpital – Słupsk; Galeria Mazovia – Płock; Galeria Słoneczna – Radom;  
Hotel HolidayInn – Bydgoszcz; Hotel HolidayInn – Łódź; Apartamenty Kreta – Białystok;  
Komenda Miejska Policji – Bydgoszcz; Stadion Lecha – Poznań; Szpital – Nowy Tomyśl;  
Hotel Villa Port Resort – Ostróda; Biurowiec – Kielce, ul. Targowa; IKEA – Kraków

**FläktWoods**

*we bring air to life*





otwarcia drzwi. Zdecydowanie lepsze rozwiązanie stanowi zastosowanie tzw. układów przepływowych wykorzystujących dla stabilizacji ciśnienia zjawisko oporów przepływu powietrza. Prawidłowo zaprojektowane i wykonane systemy przepływowe są w stanie zniwelować nawet duże różnice ciśnienia, jakie pojawiają się na skutek działania ciągu termicznego w klatkach schodowych wysokich budynków. O zaletach tej (opracowanej w Polsce) metody wymownie świadczy jej coraz powszechniejsze stosowanie, nawet wśród zatwardziałych do niedawna oponentów.

Najnowszy, realizowany aktualnie program badawczy ma na celu wyeliminowanie jeszcze jednego ograniczenia obecnie stosowanego systemu wentylacji pożarowej. Układy te funkcjonują w oparciu o z góry założony scenariusz ewakuacji, który mówi np. o określonej konfiguracji drzwi otwartych prowadzących do przedsionka pożarowego i klatki schodowej. W oparciu o ten scenariusz opracowuje się założenia do stosunkowo prostych algorytmów sterowania, wyznacza się wielkość wentylatorów napowietrzających i oddymiających itd.

Jak wskazują jednak praktyczne eksperymenty, układy takie, zdolne przejść procedury odbiorcze realizowane zgodnie z założeniami scenariusza, gubią swoją skuteczność w przypadku odejścia od założeń projektowych (np. większej liczby jednocześnie otwartych drzwi, nieplanowego rozszczelnienia przestrzeni chronionej na skutek stłuczenia lub pęknięcia okien itd.).

Wspomniany program ma na celu skonstruowanie układu różnicowania ciśnienia adaptującego się do rzeczywistych warunków ewakuacji i parametrów otoczenia. Wykorzystanie najnowszych osiągnięć zaawansowa-

nej automatyki pozwala płynnie sterować wydajnością wentylatorów pożarowych w taki sposób, żeby w jak najszerszym zakresie możliwa była ochrona dróg ewakuacji, również w sytuacjach, których nie zakłada scenariusz pożarowy.

Pierwsze osiągnięte na stanowisku testowym wyniki działania algorytmów predykcyjnych są bardzo obiecujące. Przykładem może być funkcjonowanie modeli neuronowych, których zastosowanie dla sterowania przetwornicą częstotliwości pozwala na płynną i bardzo szybką (poniżej wymaganych 3 s) zmianę wydajności wentylatora napowietrzania pożarowego, dostosowującego się do różnych zakłóceń i scenariuszy napowietrzania. Okazuje się, że stosując technikę XXI wieku można przy stosunkowo niewielkim nakładzie środków stworzyć adaptacyjny układ różnicowania ciśnienia zdolny do znacznie szerszego zakresu skutecznego działania niż stosowane dotychczas rozwiązania. Przy obecnym tempie prac bardzo możliwa jest prezentacja pierwszego tego typu układu w wersji komercyjnej już na marcowym Forum Wentylacji.

### Projektowanie – według jakich standardów: normy czy instrukcji ITB?

Wybór konkretnego standardu projektowego ma znaczny wpływ na końcową konfigurację i funkcjonowanie systemu wentylacji pożarowej.

Problem polega na tym, że projektant ma bardzo ograniczony wybór drogi projektowania, a żaden z dwóch dostępnych standardów nie można uznać za doskonały. Jak wynika z przedstawionej na schemacie skróconej charakterystyki, wyniki obliczeń wielkości instalacji oraz sama instalacja

### Stanowisko badawcze firma PLUM (Białystok) (ocena skuteczności regulacji – nowoczesne algorytmy sterowania)



- 1 – wentylator osiowy z silnikiem trójfazowym 75 kW sterowanym falownikiem
- 2 – przepustnica wielopłaszczyznowa do symulacji oporów przepływu w kanale
- 3, 4 – przepustnice regulacyjne
- 5 – przepustnica do regulacji przecieku w pionowej drodze ewakuacyjnej
- 6 – przepustnica symulująca drzwi: otwieranie 1 sekunda, zamykanie 3 sekundy

## Standardy projektowania dla systemów zapobiegania zadymianiu

### PN-EN 12101-6 (proj. EN 12101-13)

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – część 6. Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień – Zestaw urządzeń

### Instrukcja nr 378/2002 ITB (zał. C proj. EN 12101-13)

Projektowanie instalacji wentylacji pożarowej dróg ewakuacyjnych w budynkach wysokich i wysokościowych

#### Wymagania:

- ochrona klatki schodowej (nadciśnienie),
- przepływ między klatką schodową a pozostałymi częściami budynku,
- siła potrzebna do otwarcia drzwi,
- instalacja odbioru powietrza.

#### Wymagania:

- ochrona przestrzeni klatki schodowej (nadciśnienie),
- przepływ między klatką schodową i przedsionkiem,
- przestrzeń między przedsionkiem i korytarzem,
- oddymianie korytarzy.

#### Obliczenia:

- ilość powietrza potrzebna do ochrony klatki schodowej dla spełnienia warunku nadciśnienia (przecieki),
- ilość powietrza potrzebna do ochrony klatki schodowej dla spełnienia warunku nadciśnienia (przecieki) + prędkość przepływu w drzwiach otwartych,
- obliczenia ilości usuwanego powietrza,
- obliczenia siły potrzebnej do otwarcia drzwi.

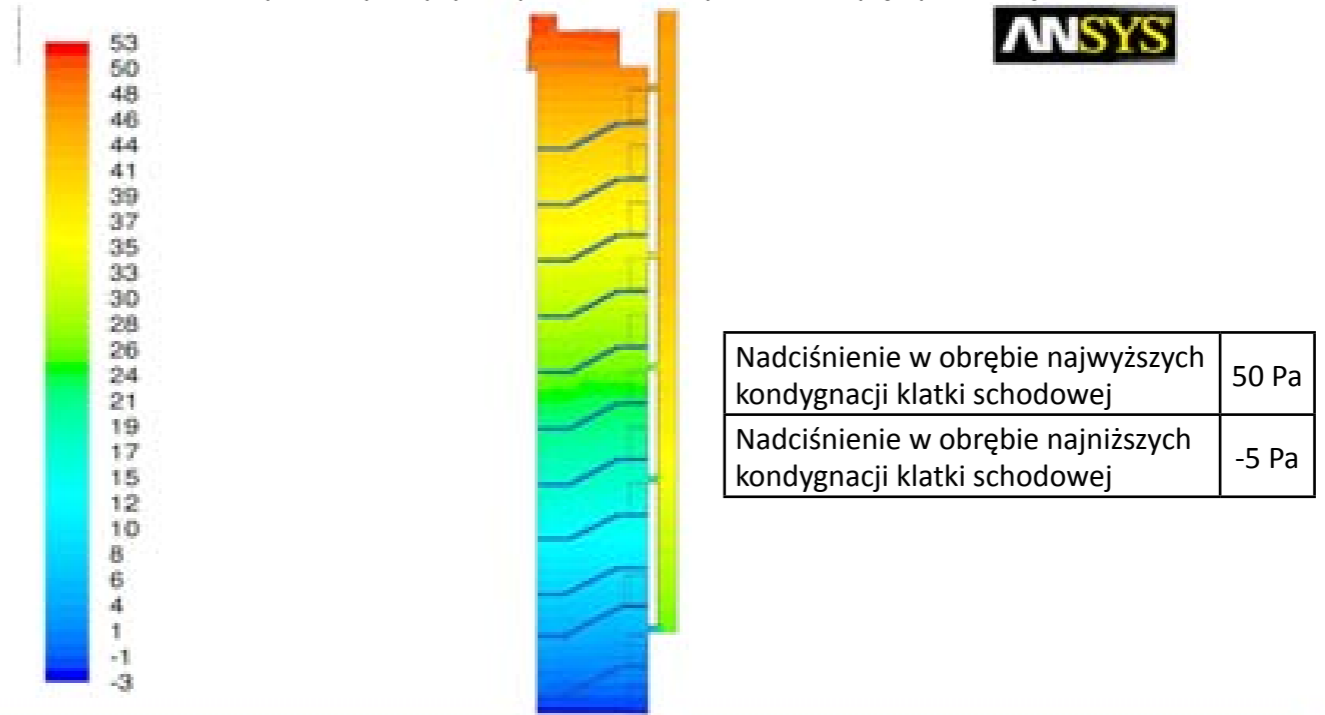
#### Obliczenia:

- ilość powietrza potrzebna do ochrony klatki schodowej dla spełnienia warunku przepływu (prędkość przepływu),
- ilość powietrza potrzebna do ochrony przedsionka pożarowego (prędkość przepływu i wielkość transferu lub wydajność instalacji nawiewnej i wyciągowej),
- obliczenia wydajności instalacji oddymiania korytarzy lub instalacji nawiewu i oddymiania korytarzy.

cja, dla tego samego obiektu, w zależności od przyjętego standardu muszą się znacznie różnić. Przykładem może być sposób dostarczenia powietrza do trzonu klatki schodowej. Instrukcja ITB (oparta na przepisach francuskich) nie narzuca w tym zakresie żadnych

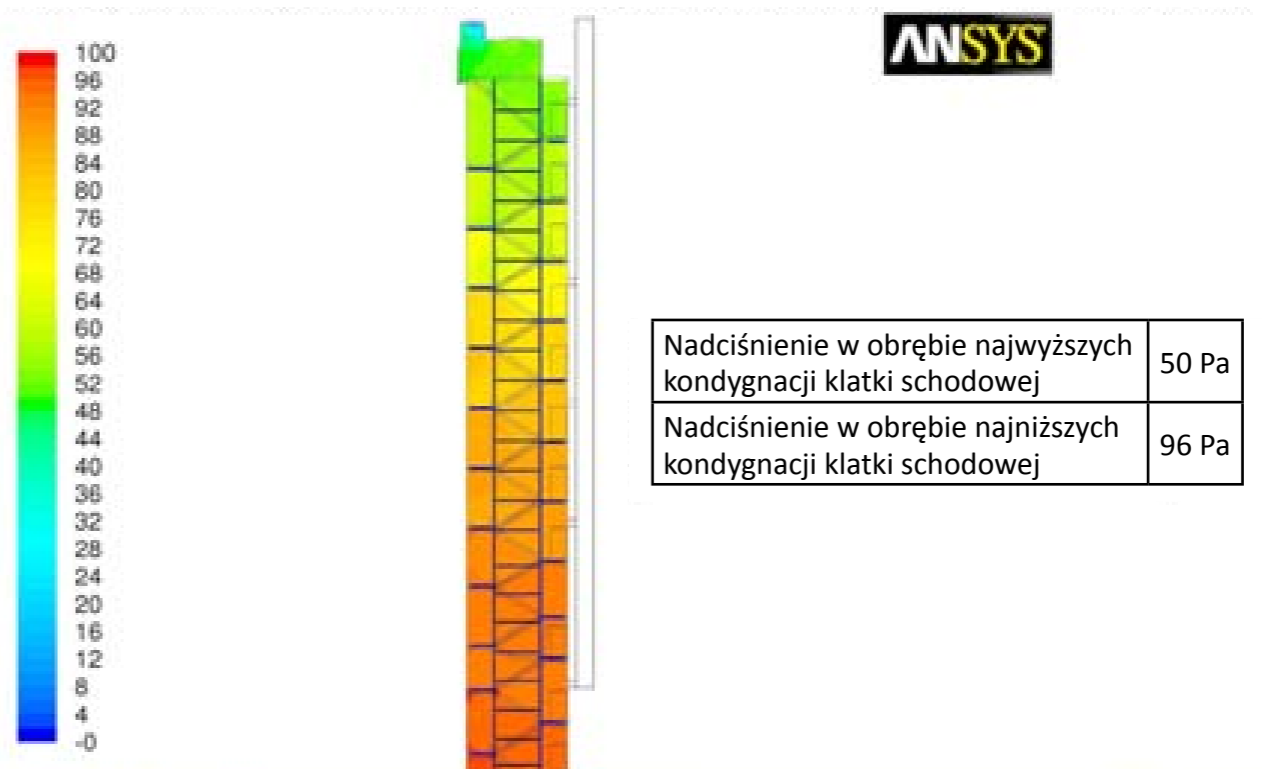
ograniczeń i rzeczywiście we Francji funkcjonują układy jedno- lub dwupunktowego napowietrzania budynków kilkudziesięciu kondygnacyjnych, za pomocą wentylatorów jednobiegowych, które to jednak układy „przypadkowo” odbiera się wyłącznie

Rzeczywisty rozkład ciśnienia z uwzględnieniem ciągu termicznego i oporów przepływu powietrza – system z klapą upustową



Rozkład ciśnienia statycznego w przekroju pionowym klatki schodowej budynku 13-kondygnacyjnego dla  $t_1 = 20^\circ\text{C}$  i  $t_e = -20^\circ\text{C}$

Rozkład ciśnienia statycznego w przekroju pionowym klatki schodowej dla  $t_1 = t_e = 20^\circ\text{C}$  z uwzględnieniem ciągu termicznego i oporów przepływu powietrza – system z klapą upustową



Wyniki obliczeń dla wariantu z nawiewem wielopunktowym i strumienia powietrza dla systemu klasy B (zgodnie z PN-EN 12101-6). Całkowity strumień powietrza dostarczany do klatki schodowej  $V_m = 30\,000\text{ m}^3/\text{h}$



w ciepłych miesiącach wiosenno-letnich (i to w generalnie znacznie łagodniejszym od naszego klimacie). Norma europejska przewiduje dla budynków o wysokości powyżej 11 m konieczność stosowania nawiewu wielopunktowego, który ma za zadanie wyrównać rozkład ciśnienia w trzonie klatki schodowej. Tymczasem, jak wskazują eksperymenty naukowe i doświadczenia praktyczne, sposób dostarczenia powietrza nie ma widocznego wpływu na rozkład ciśnienia w klatce schodowej i konieczne jest stosowanie rozwiązań technicznych przeciwdziałających skutkom występowania efektu kominowego [3].

Standard europejski w obecnym kształcie przewiduje zastosowanie klap upustowych i zaleca, przy niekorzystnych warunkach zewnętrznych, uruchomienie systemu na godzinę przed badaniem odbiorczym. Na pytanie: z jakim wyprzedzeniem przed wybuchem pożaru zadziałać powinien system bezpieczeństwa? – już norma nie odpowiada. Na szczęście w nowej wersji normy dopuszczono zostaną do stosowania inne rozwiązania stabilizacji ciśnienia (na przykład układ przepływowy), które są w stanie zapobiegać nie tylko wysokiemu nadciśnieniu, ale przeciwdziałać znacznie groźniejszym skutkom podciśnienia w kubaturze klatki schodowej. Innym przykładem rozbieżności obu standardów są przedsionki pożarowe.

Wymagania odnośnie napowietrzania tej przestrzeni sprecyzowane są jedynie w instrukcji ITB. Problem jednak pojawia się przy projektowaniu powszechnie stosowanego systemu typu B (zakładającego transfer powietrza nawiewanego do przedsionka pożarowego na korytarze ewakuacyjne). Krajowe przepisy w odróżnieniu od (bazowych dla standardu) przepisów francuskich nie ogra-

niczają do jednego liczby wyjść z przedsionka na korytarz ewakuacyjny. W związku z tym dość powszechnie wykonuje się przedsionki z dwoma lub więcej drzwiami łączącymi je z korytarzami. Oprócz ryzyka „przedmuchania” przedsionka dymem, konsekwencją takich rozwiązań jest zwielokrotnienie ilości powietrza dostarczanego do przedsionka pożarowego, co wymusza zbędne zwiększenie całej instalacji.

Norma PN-EN 12101-6 jest zdecydowanie bardziej liberalna w stosunku do przedsionków pożarowych (które tak naprawdę nie są w tym dokumencie jednoznacznie sprecyzowane). Przykładowo wykonując obliczenia zgodnie z zaleceniami normy (oparte na oszacowaniu efektywnego pola przepływu i przecieków) dla wspólnego przedsionka klatki schodowej i szybu windy, okazać się może, że dla utrzymania wymaganego poziomu nadciśnienia nie ma potrzeby wykonywania nawiewu pożarowego do przedsionka?! Wymagana ilość powietrza dostarczana jest bowiem w tym przypadku przez nieuszczelności w ścianach i drzwiach klatki schodowej oraz szybu windy.

Problemów i rozbieżności dotyczących ww. standardów jest znacznie więcej (np. sposób odbioru powietrza i dymu, zabezpieczenia szybów wind, holów wejściowych itd.).

### Eksploatacja budynku a wentylacja pożarowa

O skuteczności działania zarówno systemów oddymiania, jak i różnicowania ciśnienia decyduje nie tylko dobre funkcjonowanie wszystkich elementów tego systemu, ale również właściwe użytkowanie obiektu, jak chociażby sposób wykorzystywania klatek schodowych.

## Wentylacja pożarowa – jak działa w praktyce? Na przykładzie domy studenckiego

W ostatnim czasie miałem okazję przeprowadzić w domu studenckim prosty eksperyment. Polegał on na ręcznym zamknięciu wszystkich drzwi prowadzących na klatkę schodową i powtórnym sprawdzeniu ich położenia po upływie 15 min.

Okazało się, że z zamkniętych 15 par drzwi, w takim stanie zastałem jedynie 7, pozostałe były otwarte i zablokowane w tym położeniu (czasami paradoksalnie z wykorzystaniem gaśnic).

Podobny efekt dały eksperymenty powtórzone w dniach następnych i to w godzinach, kiedy gros studentów powinno przebywać na zajęciach poza akademikiem. Wspomnieć należy również, że część z samozamykaczy w drzwiach klatki schodowej

i przedsionków pożarowych była urwana lub uszkodzona, a jedne z drzwi przeciwpożarowych nie wytrzymało kontaktu z nadmierną energią przyszłej inteligencji.

Podobna sytuacja dotyczy bardzo wielu budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Projektant systemu zabezpieczenia klatki schodowej powinien mieć świadomość sposobu użytkowania dróg ewakuacyjnych w konkretnym obiekcie i przeciwdziałać opisanym powyżej zjawiskom.

Jedną z możliwych do zastosowania metod może być wyposażenie drzwi prowadzących do przestrzeni chronionej w elementy samozamykające i utrzymywanie ich podczas normalnego funkcjonowania budynku w stanie otwartym. Alarm pożarowy powinien powodować zwolnienie elektrozaczepów i zamknięcie drzwi dla realizacji założeń scenariusza pożarowego (rozwiązanie takie przewidują przepisy techniczno-budowlane).



## W przygotowaniu nowe przepisy

W Komitecie CEN trwają prace nad normą projektową EN 12101-13, która zawierać będzie zmodyfikowane zapisy EN 12101-6 oraz (w załączniku C) nową wersję tzw. przepisów francuskich.

Być może opublikowanie tego dokumentu pozwoli wreszcie uporządkować procedurę projektowania systemów różnicowania ciśnienia. Wypada mieć nadzieję, że w tym przypadku numer 13 nie okaże się pechowy.

W wysokiej klasy budynkach biurowych, w których normalna komunikacja odbywa się z wykorzystaniem wind, a stan otwarcia drzwi prowadzących na pionowe drogi ewakuacyjne jest monitorowany, utrzymanie wszystkich elementów instalacji bezpieczeństwa pożarowego jest zadaniem stosunkowo prostym. Inaczej jednak wygląda sytuacja w wielu obiektach użyteczności publicznej, mieszkalnych i zamieszkania zbiorowego, gdzie użytkownikom zamykające się drzwi bardzo przeszkadzają w swobodnej komunikacji.

Jako przykład można przytoczyć tu chociażby domy studenckie, gdzie klatki schodowe oprócz często (w trybie całodobowym) uczęszczanego szlaku komunikacyjnego, pełnią również funkcje miejsca spotkań towarzyskich i półoficjalnych palarni. W takiej sytuacji, przyjmowany jako założenie projektowe, stan drzwi zamkniętych (realizowany przez samozamykacze), jest zjawiskiem fikcyjnym.

### Podsumowanie

Wentylacja pożarowa jako podstawowa instalacja zabezpieczenia ewakuacji powinna zostać nie tylko szczególnie starannie zaprojektowana i wykonana, ale również ko-

nieczne jest przestrzeganie zasad eksploatacji systemu oraz właściwego użytkowania budynku. Połączenie wszystkich tych elementów wymaga wbrew pozorom znacznego nakładu pracy, doświadczenia oraz to co najważniejsze wyobraźni od wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego. Jestem przekonany, że nowe procedury odbiorcze, postępujące zmiany w przepisach, będą zdecydowanie promować dobre i bezpieczne rozwiązania, co przekłada się na znaczącą poprawę bezpieczeństwa wszystkich użytkowników wysokich budynków.

### Literatura:

- [1] Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z dn. 07.06.2010 r. (uchylające rozporządzenia z 21.04.2006) w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U.2010 Nr 109 poz. 719 z dn. 2010.06.30)
- [2] Rozporządzenie ministra infrastruktury ze zmianami z dnia 12 marca 2009 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U.2009 Nr 56 poz. 461)
- [3] Wyniki zamieszczonych symulacji - Grzegorz Sypek firma SMAY Sp. z o.o. ■