

# Safety Way® – pierwszy inteligentny system ochrony przed zadymieniem dróg ewakuacji

Grzegorz KUBICKI  
Jarosław WICHE

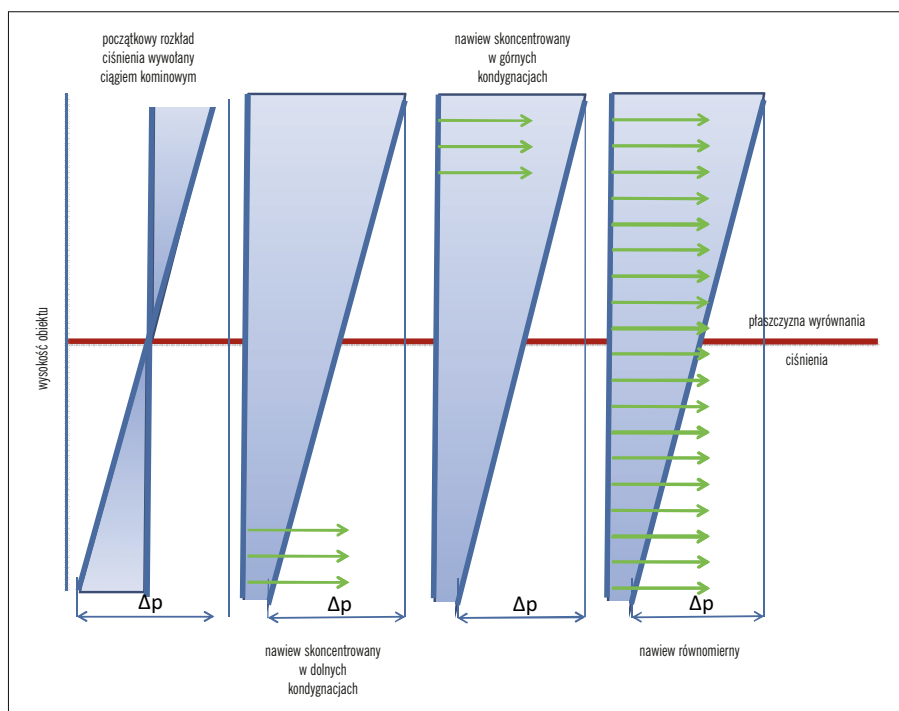
W części pierwszej tego artykułu (OP nr 4/09) zaprezentowaliśmy wyniki badań fizycznych przeprowadzonych na poligonie doświadczalnym w Krakowie. Z ich analizy wynika, jak duże znaczenie dla poprawnego funkcjonowania systemów ochrony przed zadymieniem obiektów wielokondygnacyjnych mają zewnętrzne warunki atmosferyczne. Problem ciągu termicznego oraz jego wpływ na pracę układu napowietrzania staje się coraz wyraźniejszy wraz ze wzrostem wysokości obiektu i z całą pewnością powinien zostać uwzględniony przy projektowaniu systemów wentylacji pożarowej dla grupy budynków klasyfikowanych jako wysokie (W) i wysokościowe (WW). W tej części przedstawiamy całkowicie nowe rozwiązanie techniczne służące ochronie pionowych dróg ewakuacji, zapewniające wysoką pewność działania układu podczas całego roku, nawet w najwyższych wznoszonych w Polsce budynkach.

zainstalowane wentylatory rewersyjne tłoczą powietrze w kierunku zgodnym z naturalnym przepływem powietrza. Generowane przez wymuszony ruch powietrza opory przepływu przeciwdziałają zjawisku rozwarstwienia ciśnienia na poszczególnych kondygnacjach, czyli przy odpowiednio skorelowanej ilości powietrza nawiewanego i usuwanego następuje z wysoką tolerancją wyrównanie i ustabilizowanie ciśnienia na całej wysokości klatki schodowej. Przy zmianie scenariusza napowietrzania (otwarcie drzwi ewakuacyjnych) w bardzo krót-

Warto podkreślić, że twórcy systemu nie koncentrowali się wyłącznie na kwestii zapewnienia odpowiedniego nadciśnienia w obszarze chronionym. Prezentowane rozwiązanie spełnia również wszystkie pozostałe wymagania wynikające ze standardów projektowania instalacji tego typu, m.in. w zakresie przepływu powietrza, czasu reakcji systemu, siły niezbędnej do otwarcia drzwi oraz zapewnienia odbioru dymu.

## ■ Jak powstał system Safety Way®

Badania fizyczne z wykorzystaniem różnych form nawiewu powietrza do zamkniętej przestrzeni klatki schodowej pozwoliły zaobserwować pewne prawidłowości w pionowym rozkładzie nadciśnienia. Po pierwsze można stwierdzić, że lokalizacja miejsca nawiewu powietrza nie wpływa na gradient ciśnienia pomiędzy skrajnymi kondygnacjami. W tym zakresie przebadany został zarówno wariant nawiewu równomiernego (zalecany przez PN-EN 12101-6 wariant doprowadzenia powietrza co dwie-trzy kondygnacje), jak również nawiew skoncentrowany na kondygnacjach dolnych, górnych oraz w środkowej części budynku. W każdym z wymienionych przypadków końcowy efekt rozkładu ciśnienia wyglądał podobnie. Początkowa różnica ciśnień, wywołana ciągiem kominowym, była również widoczna podczas napowietrzania (rys. 1). W czasie testów realizujących scenariusz przy drzwiach otwartych na krańcowych kondygnacjach zauważono, że jeżeli następuje zintensyfikowany przez nawiew pożarowy przepływ powietrza w przestrzeni klatki schodowej, początkowy gradient ciśnienia się zmniejsza. Warunkiem zaistnienia takiego zjawiska jest jednak zachowanie odpowiedniego kierunku przepływu, zgodnego z naturalnym ruchem powietrza wywołanym ciągiem kominowym.



Rys. 1. Wyniki różnych wariantów napowietrzania przy występowaniu zjawiska ciągu kominowego

## ■ Jak funkcjonuje system Safety Way®

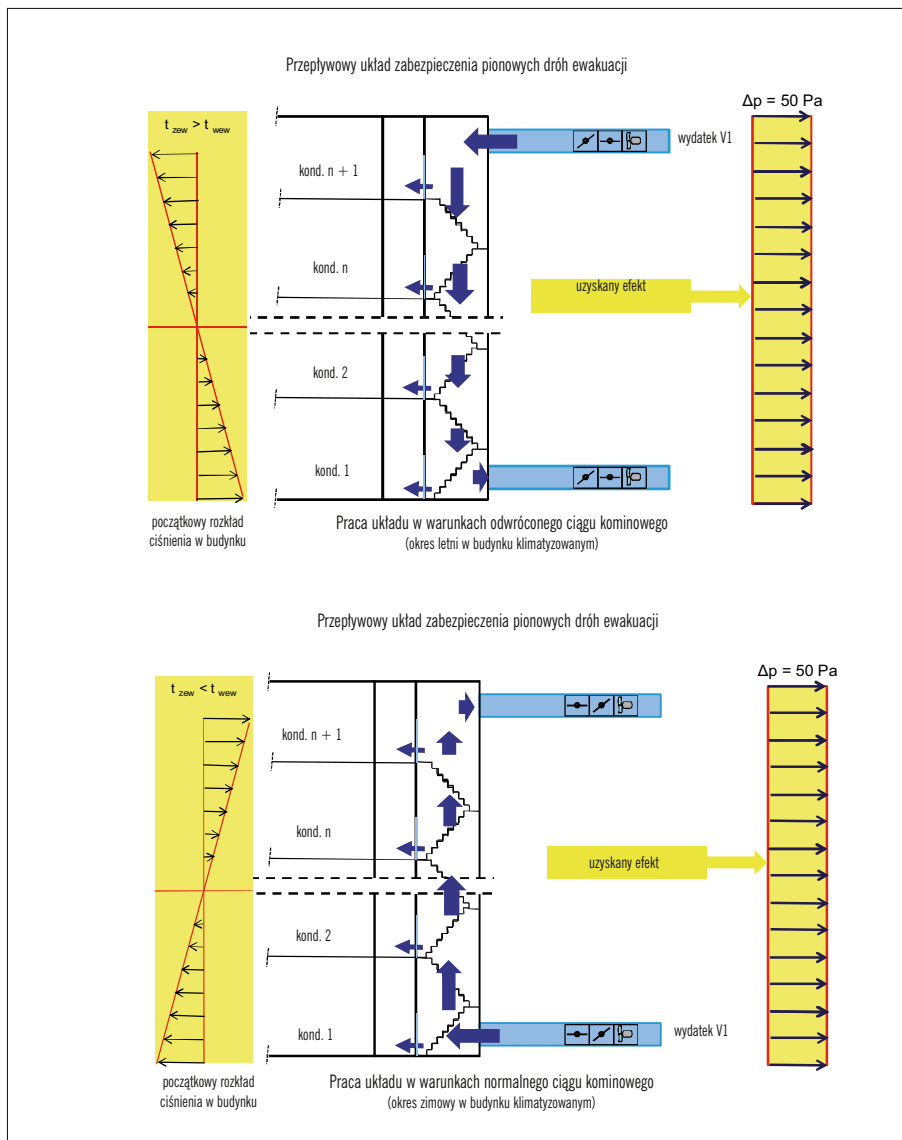
Opisane obserwacje doprowadziły do skonstruowania przepływowego systemu ochrony przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji, którego działanie przedstawia rys. 2.

Sposób działania układu Safety Way® wygląda następująco: po pojawieniu się sygnału z systemu detekcji pożarowej w budynku następuje uruchomienie odpowiednio skonfigurowanych wentylatorów nawiewno-wyciągowych klatki schodowej, oddzielny układ zabezpiecza przestrzeń przedsionka przeciwpożarowego. W zależności od początkowych warunków rozkładu ciśnienia (ciągu termicznego), określanego na podstawie pomiaru temperatury zewnętrznej,

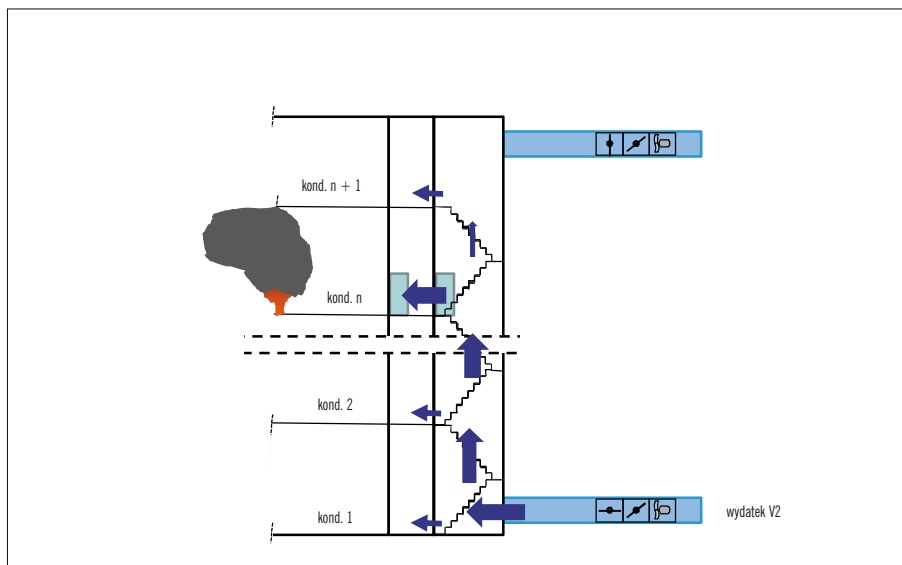
kim czasie następuje zmiana sposobu napowietrzania (rys. 3). Zamyka się przepływ na wentylatorze pracującym w trybie wyciągu, natomiast wentylator nawiewny dostarcza do przestrzeni klatki powietrze w ilości wyliczonej na podstawie założonego scenariusza drzwi otwartych (otwarte jedne lub większa liczba drzwi z klatki schodowej). Po zamknięciu drzwi wentylatory powracają do realizacji scenariusza utrzymania i stabilizacji wymaganego poziomu nadciśnienia w chronionej przestrzeni klatki schodowej.

## ■ Jak następuje uruchomienie systemu

Jak już wspomnieliśmy wcześniej, za kształtowanie się układu ciśnienia na wysokości klat-



Rys. 2. Zasada działania systemu Safety Way® przy realizacji stabilizacji nadciśnienia w trzonie klatki schodowej



Rys. 3. Działanie systemu Safety Way® w warunkach prowadzenia ewakuacji (otwarte drzwi do klatki schodowej)

ki schodowej odpowiadają w znacznej mierze warunki atmosferyczne, a szczególnie różnica temperatur powietrza zewnętrznego i wewnątrz budynku. Wychodząc z tego założenia, ustala się kierunek przepływu powietrza na podstawie

pomiaru temperatury zewnętrznej. Dzięki opracowaniu odpowiedniego algorytmu sterowania pracą głównych wentylatorów zasilających odpowiednio do warunków temperaturowych, możliwa jest automatyczna konfiguracja pracy

tych urządzeń, w celu wytworzenia i wyrównania nadciśnienia na całej wysokości budynku. System jest „powiadamiany” o aktualnych warunkach otoczenia i potrafi samodzielnie dostosować do nich początkowe parametry pracy.

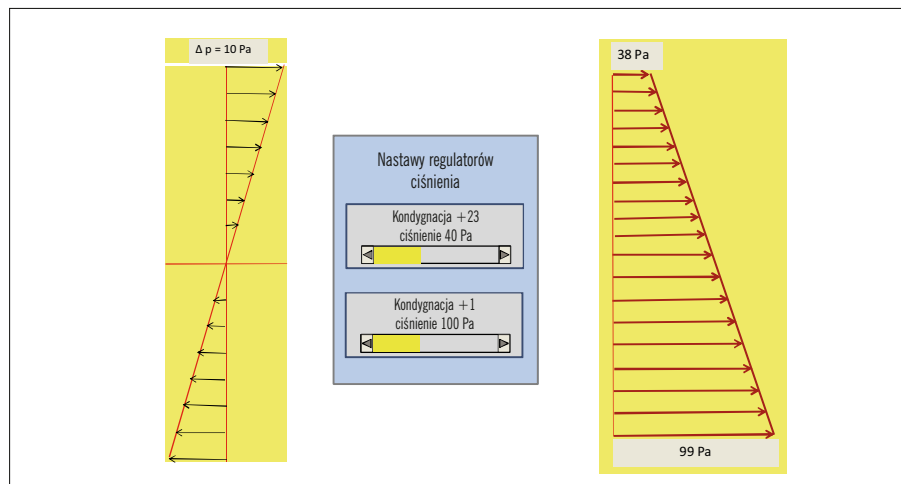
### ■ Co potrafi system Safety Way®

O faktycznych możliwościach systemu Safety Way® można się przekonać, analizując wyniki jednego z licznych testów prowadzonych na poligonie doświadczalnym. Zaawansowany system sterowania pozwala m.in. na sztuczne wywołanie znacznych różnic ciśnienia między skrajnymi kondygnacjami budynku. Jako przykład przestawić można wyniki następującego eksperymentu (rys. 4)<sup>1</sup>. Przy ustalonych warunkach ciśnienia w klatce schodowej (różnicy ciśnień na skrajnych kondygnacjach na poziomie ok. 10 Pa) postanowiono zwiększyć tę różnicę do 60 Pa. W tym celu zadane zostały odpowiednie nastawy regulatorów ciśnienia (nadciśnienie 100 Pa na poziomie kondygnacji + 1 i nadciśnienie 40 Pa na poziomie kondygnacji + 23). Po uruchomieniu systemu Safety Way® okazało się, że nie ma problemu z uzyskaniem zadanych wartości. Podobne doświadczenia, z takim samym rezultatem, przeprowadzone zostały również przy przeciwnych nastawach regulatorów. Otrzymane wyniki dowodzą wysokiej skuteczności testowanego układu przepływowego przy dowolnym kształtowaniu nadciśnienia w kubaturze klatki schodowej.

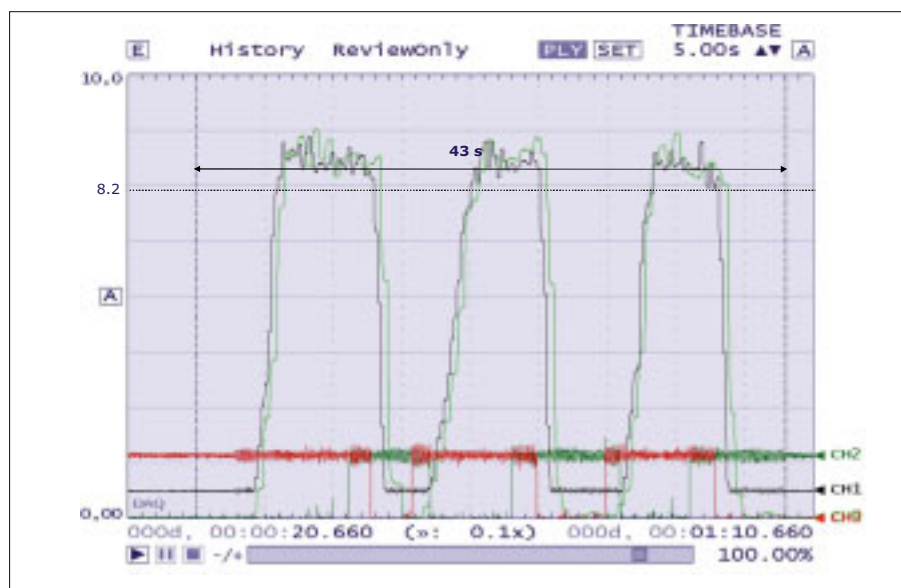
### ■ System Safety Way® a wymagania normy PN-EN 12101

Konstruktorzy systemu Safety Way® podczas realizacji programu badawczego skoncentrowali się na zapewnieniu jak najwyższego stopnia niezawodności, pewności działania i skuteczności tego układu. Położyli również duży nacisk na spełnienie wymagań stawianych systemom różnicowania ciśnień przez normę PN-EN 12101-6, która – co warto podkreślić – dopuszcza możliwość stosowania systemu sterowanego czujnikami ciśnienia (p. 5.4.1). Szczególnie trudne do spełnienia dla wielu układów różnicowania ciśnienia są wymagania dotyczące czasu reakcji systemu. Zgodnie z zapisami przytoczonej normy, czas ten od momentu otwarcia drzwi w przypadku kłap sterowanych czujnikiem ciśnienia nie może przekroczyć 3 sek. W tym czasie nowa wielkość przepływu powietrza dostarczanego do pomieszczenia musi osiągnąć co najmniej 90 proc. zakładanej wydajności.

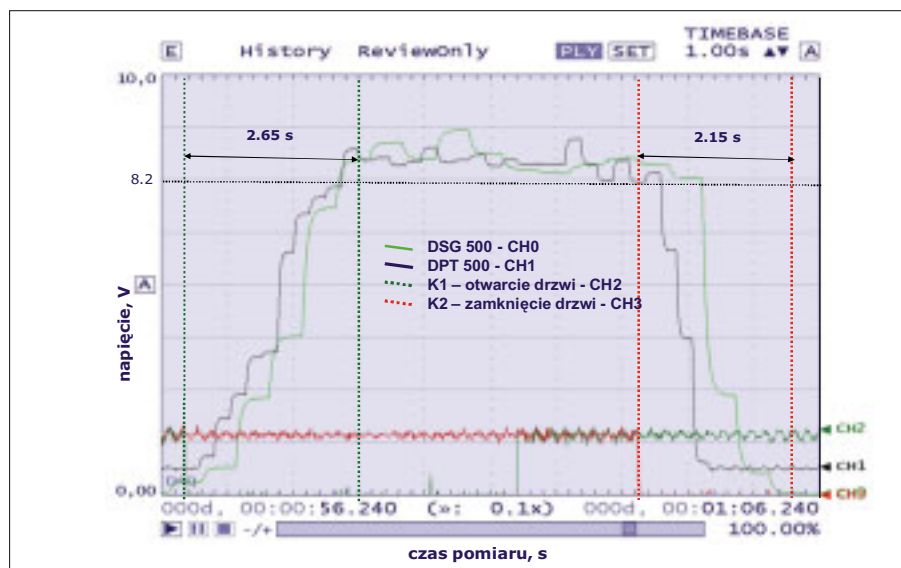
Ze względu na poważne problemy w praktycznej realizacji tego wymagania cytowany zapis dotyczący 3 sek. jest powszechnie dość swobodnie interpretowany. Za spełnienie wymogu 3 sek. uważa się na przykład czas zadziałania wentylatora lub zamknięcia się kłapy



Rys. 4. Przykład możliwości systemu Safety Way® przy kształtowaniu układu ciśnienia w kubaturze klatki schodowej



Rys. 5. Rzeczywisty przebieg ewakuacji przez drzwi wyposażone w samozamykacz i czas reakcji systemu (cykl trzech pełnych otwarć/zamknięć drzwi ewakuacyjnych)



Rys. 6. Oznaczenie czasu osiągnięcia pełnej wydajności instalacji oraz stabilizacji ciśnienia podczas otwarcia i zamknięcia drzwi ewakuacyjnych

upustowej. Tymczasem rzeczywisty czas ustabilizowania się wymaganych przepływów powietrza oraz zadanego poziomu nadciśnienia w dotychczas stosowanych układach, chociaż-

by ze względu na bezwładność samej kubatury klatki schodowej, jest znacznie dłuższy.

Przeprowadzone za pomocą najnowszej aparatury kontrolno-pomiarowej badania systemu

Safety Way® dowodzą, że w tym zakresie spełnia on w pełni wymagania normy 12101-6. Potwierdzają to obok wykresy z karty pomiarowej (rys. 5 i 6) ilustrujące wyniki testów prowadzonych na poligonie doświadczalnym.

Jak wynika z prezentowanych wyników, omawiany system osiąga zakładane wydajności przepływu powietrza przy zmianie scenariusza napowietrzania (ewakuacyjne drzwi zamknięte – drzwi otwarte) w czasie nieprzekraczającym 3 sek. Czasy te kształtują się następująco:

- osiągnięcie nowego przepływu po otwarciu drzwi – 2,65 sek.,
- powrót do wydajności zapewniających stabilizację ciśnienia – po 2,15 sek.

Przytoczone wyniki stanowią średnią z kilkunastu testów, ale w żadnym przypadku uzyskany czas reakcji nie przekraczał wymaganych 3 sek. Dodać należy, że w przeprowadzonych badaniach wydajności powietrza dostarczanego do przestrzeni podwyższonego ciśnienia odpowiadały wydatkowi przy prędkości nie mniejszej niż 2 m/s na drzwiach otwartych. Oznacza to, że system spełnia wymogi normy dla najbardziej niekorzystnych pod względem technicznym klas systemów B, E i F.

### System zabezpieczenia przedsiionka przeciwpożarowego

Na uwagę zasługuje również opracowany w toku badań nowatorski system zabezpieczania przedsiionków przeciwpożarowych, którego schemat przedstawiony został na rys. 7.

W chwili uruchomienia wentylacji pożarowej wentylator napowietrzania przedsiionka przeciwpożarowego podaje do układu przewodów rozprowadzających powietrze w ilości wyliczonej z warunku odpowiedniej prędkości przepływu na drzwiach. Zamontowana na wlocie do przedsiionka kłapa sterowana ciśnieniem ma za zadania dostarczenie tylko takiej ilości powietrza, która gwarantuje utrzymanie wymaganego w przedsiionku nadciśnienia, np. 45 Pa. Pozostała część powietrza trafia na korytarz ewakuacyjny. W chwili otwarcia drzwi z przedsiionka na korytarz następuje zamknięcie przepływu w części przewodu doprowadzającej powietrze do korytarza i cały strumień zostaje skierowany do przestrzeni przedsiionka, wyptywając dalej z zadaną prędkością na korytarze ewakuacyjne. Rozwiązanie takie ma wiele zalet, z których należy wymienić przede wszystkim:

- bardzo krótki czas reakcji systemu na zmiany scenariusza drzwi otwartych i zamkniętych,
- brak problemu z utrzymaniem odpowiedniej prędkości przepływu powietrza przez drzwi przedsiionka, niezależnie od tego, na której kondygnacji względem parteru znajduje się przedsiionek i ile drzwi otwartych zakłada scenariusz pożarowy,

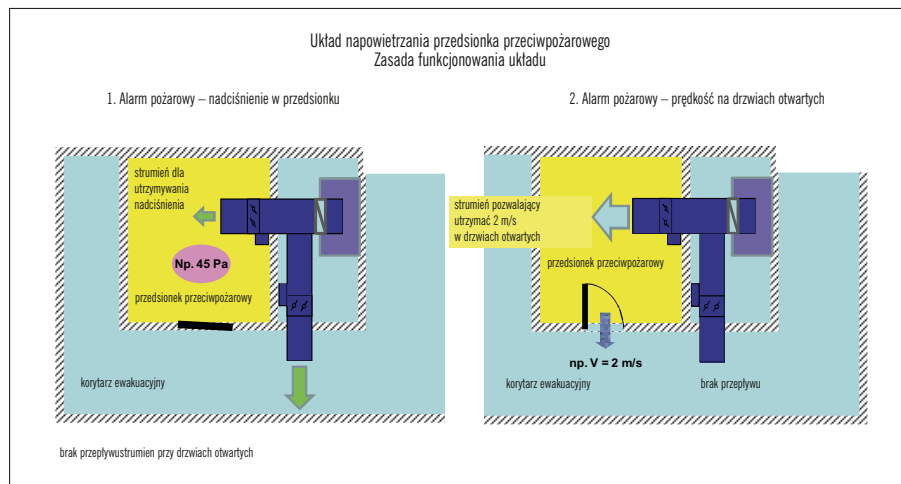
JEDYNY SKUTECZNY SYSTEM NADCIŚNIENIOWEGO ZABEZPIECZANIA  
KLATEK SCHODOWYCH PRZED ZADYMIENIEM NA WYPADEK POŻARU  
spełniający wszystkie kryteria normy PN EN 12101-6



[www.safetyway.pl](http://www.safetyway.pl)



Zapraszamy do odwiedzenia naszego stoiska podczas  
Seminarium dla Rzecznawców  
Zakopane 18-21.03.2010



Rys. 7. Zasada funkcjonowania systemu ochrony przed zadymieniem przedsionków przeciwpożarowych

• doprowadzenie stałej ilości powietrza na korytarz ewakuacyjny niezależnie od położenia drzwi ewakuacyjnych, co umożliwi wykonanie instalacji wyciągowej na korytarzu bez ryzyka wywołania w tej przestrzeni zbyt wysokiego podciśnienia.

### ■ Symulacje komputerowe w projektowaniu systemu

Na zakończenie prezentacji systemu Safety Way® warto wspomnieć o symulacjach komputerowych. W ostatnim czasie, m.in. na skutek zmian w przepisach, coraz częściej sięga się do technik numerycznej mechaniki płynów jako narzędzi projektowania i weryfikacji projektów instalacji wentylacji pożarowej. Należy jednak pamiętać, że zagadnienia związane z przepły-

wem powietrza i dymu związane są z ogromną ilością zmiennych, trudnych do opisanie wzorami matematycznymi, a uzyskane wyniki mogą znacznie odbiegać od efektów rzeczywistych, o czym przekonaliśmy się podczas realizacji projektu badawczego. Prowadzenie testów na poligonie doświadczalnym stworzyło niepowtarzalną możliwość skonfrontowania wyników symulacji ze stanem faktycznym i skorygowanie na tej podstawie założeń początkowych do analizy komputerowej<sup>1</sup>. Efektem tej pracy jest opracowanie specjalnego programu symulacji komputerowych, pozwalających z dużą dokładnością odwzorować rzeczywiste warunki pracy systemu Safety Way® dla budynków o różnym układzie architektonicznym i dla wszystkich praktycznie warunków otoczenia.

### ■ Podsumowanie

Opisany system Safety Way®, dzięki zastosowaniu najnowszej generacji systemów automatycznego sterowania, jest w stanie skutecznie i szybko działać w każdych warunkach pogodowych, zapewniając niespotykaną dotychczas dokładność regulacji parametrów ciśnienia i przepływu powietrza. Efekt ten w zdecydowany sposób zwiększa standard bezpieczeństwa na pionowych drogach ewakuacji, a więc spełniony zostaje podstawowy warunek stawiany układom wentylacji pożarowej. Warto również wspomnieć o dodatkowych zaletach omawianego systemu, takich jak ograniczenie wymaganej przestrzeni technicznej (przestrzeń szachtów napowietrzających, mniejsze rozmiary głównych jednostek wentylatorowych), uproszczoną metodę projektowania i kalibracji obiektu oraz bardzo wygodny dla administratora układu sposób kontroli, sterowania i testowania.

Grzegorz Kubicki jest pracownikiem naukowym Politechniki Warszawskiej, a Jarosław Wiche zastępcą dyrektora zarządzającego w prywatnej firmie branżowej

<sup>1</sup> Ze względu na niską jakość tzw. zrzutów ze stacji roboczej w artykule prezentowane są schematy ilustrujące przebadane zjawiska.

<sup>2</sup> Symulacje prowadzone były za pomocą programu ANSYS® FLUENT®.

Studium podyplomowe organizowane przez Politechnikę Warszawską



## SYSTEMY ODDYMIANIA BUDYNKÓW – WENTYLACJA POŻAROWA

Serdecznie zapraszamy do udziału w piątej edycji dwusemestralnego studium.

Rozpoczyna się w październiku 2010 r. na Wydziale Inżynierii Środowiska PW, adresowane jest głównie do kadry inżynierskiej firm projektowych i budowlanych, rzeczoznawców, przedsiębiorstw związanych z zagadnieniami ochrony przeciwpożarowej, specjalistów odpowiedzialnych za bezpieczeństwo budowli oraz inżynierów zajmujących się projektowaniem,

modernizacją i dystrybucją systemów wentylacji i klimatyzacji.

Dzięki uczestnictwu w zajęciach audytoryjnych, projektowych i laboratoryjnych słuchacze będą mogli rozszerzyć i uzupełnić najbardziej aktualną wiedzę teoretyczną oraz praktyczną niezbędną przy projektowaniu, weryfikacji projektów, budowie, eksploatacji, a także wykonaniu odbiorów współczesnych systemów oddymiania obiektów budowlanych różnego typu. Zajęcia dotyczą również podstaw prawnych

klasyfikacji budynków, instalacji tryskaczowych, detekcji pożaru, symulacji komputerowych itd.

Wśród wykładowców studium znajdują się pracownicy naukowcy Politechniki Warszawskiej, Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, ITB – m.in.: prof. Bogdan Mizeliński, prof. Marian Rosiński, dr inż. Dariusz Ratajczak – oraz inni znani i cenieni fachowcy z dziedziny ochrony przeciwpożarowej i wentylacji pożarowej, jak chociażby Marian Skaźnik, Grzegorz Sztarbała, Piotr Głąbski, Jerzy Ciszewski, Jacek Świątnicki, Dorota Brzezińska i inni.

Na zakończenie studium uczestnicy otrzymają wydany przez Politechnikę Warszawską dyplom jego ukończenia, zgodnie z rozporządzeniem prezesa Rady Ministrów RP.

Rekrutacja trwa do 1 października 2010 r., całkowity koszt uczestnictwa wynosi 5000 zł + VAT (0%). Liczba miejsc jest ograniczona.

Bliższe informacje, dotyczące m.in. zasad rekrutacji, harmonogramu zajęć, kosztów uczestnictwa, uzyskać można u sekretarza studium Marii Gołębskiej (tel. 22 234 75 97) lub kierownika studium Grzegorza Kubickiego (tel. 22 234 50 21, grzegorz.kubicki@is.pw.edu.pl), a także na stronach internetowych:

- Instytutu Ogrzewnictwa i Wentylacji [www.iow.is.pw.edu.pl](http://www.iow.is.pw.edu.pl),
- Wydziału Inżynierii Środowiska [www.is.pw.edu.pl](http://www.is.pw.edu.pl) (studia podyplomowe).