

Temperatura a systemy ochrony przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji

Grzegorz KUBICKI
Jarosław WICHE

W pierwszym z dwóch artykułów poświęconych funkcjonowaniu systemów ochrony przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji chcielibyśmy przyjrzeć się wpływowi zmiennych warunków otoczenia na rozkład ciśnienia w klatce schodowej. Zaobserwowane podczas badań zjawiska stały się podstawą do opracowania założeń technicznych oraz konstrukcji nowego systemu zabezpieczenia pionowych dróg ewakuacji. O tym szerzej w kolejnym artykule.

Ciągi termiczne występujące na pionowych drogach ewakuacji mają istotny wpływ na skuteczność funkcjonowania systemów ochrony przed zadymieniem tych przestrzeni, przy czym problem ten staje się coraz bardziej widoczny wraz ze wzrostem wysokości budynku. W obiektach o kilkudziesięciu kondygnacjach (budynkach wysokościowych) różnica ciśnienia pomiędzy krańcowymi kondygnacjami, przy niekorzystnych warunkach atmosferycznych, przekracza niejednokrotnie 100 Pa i może znacznie wahać się nawet w ciągu kilku godzin. Wielkości takie uzyskiwane były chociażby podczas pomiarów w normalnie eksploatowanych 30-kondygnacyjnych budynkach biurowych we Francji. W takiej sytuacji wyregulowanie powszechnie stosowanych układów nawiewu wielopunktowego lub opartych na działaniu pojedynczych klap upustowych pod kątem spełnienia wymagań normy PN-EN 12101-6 lub instrukcji ITB 378 staje się niezwykle trudne. Omawiany problem opisywany jest w literaturze fachowej, a także samej normie, lecz zawarte tam konkluzje nie wskazują drogi rozwiązania problemu, a jedynie półśrodki ułatwiające końcowy odbiór instalacji. Jako przykład takiego zapisu przytoczyć tu można chociażby pkt B2 załącznika do normy PN-EN, w którym czytamy: *Jeżeli prawdopodobnym znaczącym czynnikiem jest efekt kominowy, może on być zminimalizowany przez uruchomienie systemu różnicowania ciśnień na okres jednej godziny przed badaniem, tak aby temperatura powietrza zewnętrznego i szybu mogły się wyrównać*. Oznacza to, że w fazie uruchamiania instalacji można, odpowiednio wychładzając przestrzeń klatki schodowej, ograniczyć zjawisko rozwarstwienia ciśnienia pomiędzy krańcowymi kondygnacjami. Co jednak ze skutecznością takiego układu podczas normalnego funkcjonowania obiektu?

Ponieważ brak opracowań, w których znaleźć można wyniki badań naukowych dobrze opisujących ciąg termiczny w zamkniętej przestrzeni klatki schodowej oraz dających odpowiedź na pytanie, na ile różne funkcjonujące systemy wentylacji pożarowej mogą być podatne na zmienne warunki atmosferyczne, podjęta została próba przeprowadzenia komplekso-

wych badań opisanego zjawiska i skonstruowania na bazie ich wyników systemu o wysokiej skuteczności i pewności działania, niezależnie od zmiennych warunków atmosferycznych.

■ Program badawczy

Badanym obiektem był stalowy szkielet 23-kondygnacyjnego, nieukończonego budynku, w którego trzonie wykonana została żelbetowa klatka schodowa. Po przeprowadzeniu prac adaptacyjnych (zabudowie elementów stolarki budowlanej, uszczelnieniu i izolacji klatki, wykonaniu sieci przewodów wentylacyjnych, instalacji elektrycznej, układów czujników parametrów fizycznych oraz automatyki sterującej, zbierania i archiwizacji danych) możliwe stało się przeprowadzenie wieloetapowych prac badawczych. Eksperymenty w pokoju testowym laboratorium firmy Smay pozwoliły m.in. na określenie poziomu nadciśnienia, przy którym siła niezbędna do otwarcia drzwi przekracza wymagane 100 N. Dla standardowych drzwi ewakuacyjnych o szerokości 90 cm wyposażonych w samozamykacz wynosi ono zaledwie 65 Pa.

Poddano analizie wyniki pomiarów temperatury oraz ciśnienia w otoczeniu i trzonie klatki schodowej pod kątem korelacji między wielkością i kierunkiem ciągu kominowego a gradientem temperatur oraz wpływem tych wielkości na funkcjonowanie różnych wariantów napowietrzania klatki schodowej.

■ Warunki normalnego funkcjonowania budynku

Dzięki ciągłej rejestracji parametrów otoczenia podczas badań możliwa była bieżąca kontrola zmian wartości ciśnienia na poszczególnych kondygnacjach. Analizując te obserwacje można stwierdzić, że zjawisko ciągu termicznego nie ma charakteru incydentalnego, ale występuje z różnym natężeniem przez cały rok. Potwierdza to wielokrotnie już przeprowadzane obserwacje w budynkach rzeczywistych, z których wynika, że klatka schodowa nie jest przestrzenią hermetycznie odcięta od otoczenia i przepływ powietrza w jej kubaturze występuje w sposób ciągły. Można to łatwo zaobserwować, mierząc ciśnienie statyczne na krańcowych kondygnacjach.

■ Sposób napowietrzania trzonu klatki schodowej

W budynkach wysokich i wysokościowych powszechnie stosowanym rozwiązaniem jest nawiew wielopunktowy, który w założeniu – dzięki możliwości równomiernego wprowadzenia powietrza na całej wysokości klatki schodowej – ma przyczynić się do stabilizacji ciśnienia. Ciekawe rezultaty dał cykl eksperymentów, w których testowano różne warianty napowietrzania klatki schodowej. Zastosowano nawiew skoncentrowany na kondygnacjach najwyższych i najniższych (warianty nawiewu jedno- i dwupunktowego) oraz równomierny nawiew na całej wysokości klatki schodowej. Za każdym razem wynik był praktycznie identyczny: początkowa linia ciśnienia zachowywała swój początkowy kształt nachylenia, przesuując się jedynie w dół względem tzw. płaszczyzny równoważnej (rys. 1). Oznacza to, że sposób wprowadzenia powietrza do klatki schodowej nie ma widocznego wpływu na zmianę początkowej różnicy ciśnienia pomiędzy jej dolną i górną częścią.

■ Warunki naturalnego ciągu kominowego

O naturalnym ciągu kominowym należy mówić, jeżeli na skutek różnicy ciśnienia na poszczególnych kondygnacjach budynku następuje przepływ powietrza od dołu ku górze. Normalny ciąg kominowy jest najbardziej widoczny zimą. Nawiew zimnego powietrza zewnętrznego do cieplej przestrzeni klatki schodowej powoduje znaczne nasilenie niekorzystnego zjawiska rozwarstwienia ciśnienia na krańcowych kondygnacjach, co jest częstym powodem niewłaściwego funkcjonowania systemu napowietrzania. Jak poważne mogą to być zakłócenia, ilustruje wykres 1 – widoczna jest na nim wywołana ciągiem termicznym różnica ciśnienia pomiędzy krańcowymi kondygnacjami na poziomie 35 Pa przy różnicy temperatur powietrza zewnętrznego i wewnętrznego zaledwie 4°C.

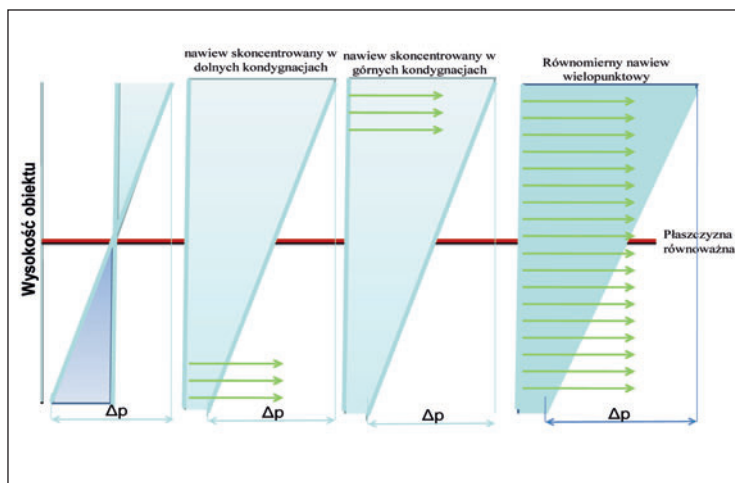
W warunkach większych różnic temperatury różnica ciśnienia może być nawet kilkakrotnie wyższa. Przy zastosowaniu jako elementu zabezpieczającego klap upustowych o ograniczonej powierzchni przepływu powietrza, których działanie ma jedynie lokalny wpływ na obniżenie ciśnienia, można się liczyć ze znacznym przekroczeniem dopuszczalnych wartości nadciśnienia w górnej części budynku

Warunki odwróconego ciągu kominowego

Pod pojęciem odwróconego ciągu kominowego należy rozumieć warunki, w których temperatura na klatce schodowej jest niższa od temperatury otoczenia. Powoduje to powstanie gradientu ciśnienia, którego wyższe wartości dotyczą niskich kondygnacji, natomiast niższe górnych pięter obiektu. Istnieje powszechne przekonanie, że okres letni jest optymalny do odbiorów i generalnie funkcjonowania systemów nadciśnieniowych, ze

nych parametrów fizycznych sytuacja taka jest bardzo niekorzystna.

Nagła zmiana ciągu termicznego, związana chociażby z przelotnym zachmurzeniem, została wielokrotnie dostrzeżona również podczas badań na poligonie doświadczalnym, a ilustruje je wykres rzeczywistych zmian ciśnienia spowodowanych nagłym



Rys. 1. Rozkład ciśnienia na wysokości budynku przy różnych wariantach nawiewu

względem na niewielkie ryzyko wystąpienia kolumny termicznej. Tymczasem przypadek odwróconego ciągu kominowego okazuje się szczególnie niekorzystny dla układów napowietrzania wyposażonych w klapy upustowe na najwyższych kondygnacjach. Wniosek taki nasuwa się po przeanalizowaniu układu ciśnienia w trzonie klatki schodowej, w której panuje temperatura ok. 24°C przy temperaturze zewnętrznej ok. 32°C. W takich warunkach zmierzony gradient ciśnienia wynosi 20 Pa, przy czym niższe ciśnienie panuje na najwyższych kondygnacjach. Jeżeli w takich warunkach rozpocznie się napowietrzanie, to dla układów z klapą nadciśnieniową w górnej części klatki schodowej na niskich kondygnacjach nie osiągnie się wymaganego nadciśnienia 50 Pa.

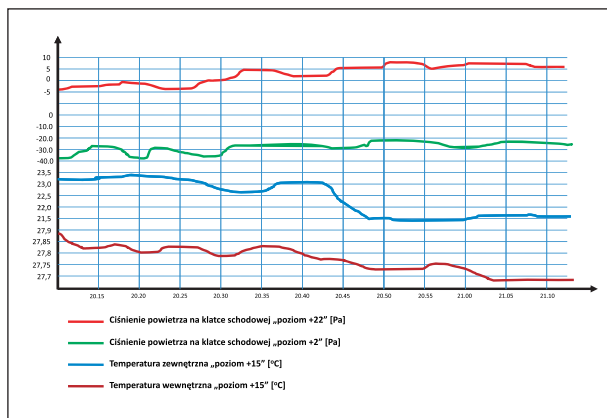
Nagłe zmiany warunków otoczenia

Ustalone w pewnym okresie (np. jednego dnia) warunki otoczenia nie gwarantują, że o określonej godzinie w obiekcie panować będzie znany rozkład ciśnień. Nawet niewielka zmiana temperatury zewnętrznej spowodować może w bardzo krótkim czasie pojawienie się lub nasilenie widocznego rozwarstwienia ciśnienia w trzonie klatki schodowej, na poszczególnych kondygnacjach budynku (ciąg termiczny). Przy układach opartych na tradycyjnym sposobie regulacji i kalibrowanych dla określo-

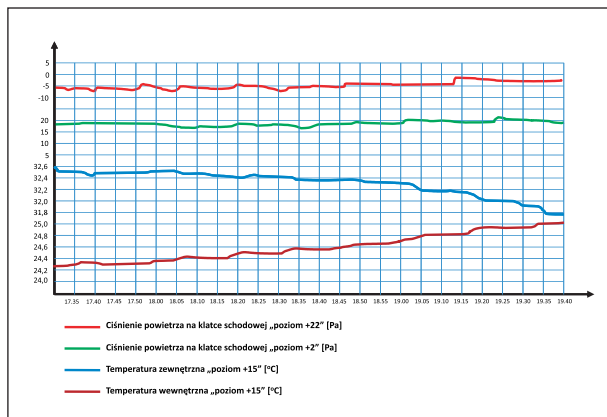
ochłodzeniem zarejestrowany przez system archiwizacji danych (wykres 3). W warunkach pożaru, czyli uruchomienia systemu ochrony przed zadymieniem klatki schodowej, tak duża różnica ciśnień może w praktyce odciąć na niektórych kondygnacjach możliwość ewakuacji. Wówczas systemy wentylacji pożarowej bez regulacji powiązanej z aktualnymi warunkami termicznymi nie są w stanie spełnić wynikających m.in. z PN-EN 12101-6 wymagań co do siły potrzebnej do otwarcia drzwi oraz ustabilizowania nadciśnienia z dokładnością 10 proc. (± 5 Pa).

Podsumowanie

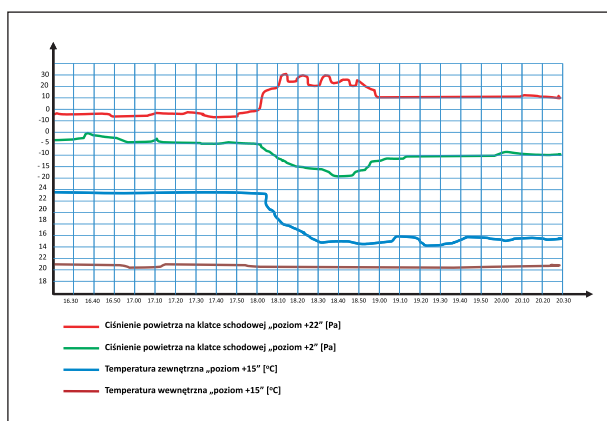
Problem ciągu termicznego ma bardzo poważny wpływ na skuteczność stosowanych rozwiązań zabezpieczenia przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacji. W naszym przekonaniu marginalizowanie i pomijanie tego zjawiska w kolejnych edycjach standardów i wytycznych do projektowania instalacji wynika w dużej mierze z faktu, że do niedawna nie było żadnego skutecznego rozwiązania przeciwdziałającego niekorzystnym zjawiskom fizycznym. Rozwój techniki, owocujący powstaniem nowej



Wykres 1. Zjawisko normalnego ciągu kominowego



Wykres 2. Ciąg kominowy odwrócony przy wysokich temperaturach zewnętrznych



Wykres 3. Rozkład ciśnienia w trzonie klatki schodowej przy nagłej zmianie warunków pogodowych

generacji wentylatorów, przepustnic i szybkich siłowników, a przede wszystkim zaawansowanych technologii automatycznego sterowania, pozwala na skonstruowanie nowych systemów wentylacji pożarowej, zdolnych do szybkiego i pewnego działania w każdych warunkach. Przykładem takiego rozwiązania może być system Safety Way, opracowany na podstawie wyników prezentowanych badań.

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