

mgr inż. Grzegorz Krajewski ^{1*)}
mgr inż. Wojciech Węgrzyński ¹⁾

Projektowanie wentylacji pożarowej garaży

Design of smoke control in car parks

DOI: 10.15199/33.2015.07.14

Streszczenie. W artykule przedstawiono podstawowe założenia opublikowanych w 2015 r. wytycznych projektowania systemów wentylacji pożarowej w garażach. Podejmowana tematyka obejmuje m.in. podział systemów z uwagi na ich cel (podejście funkcjonalne), dobór podstawowych właściwości systemu i jego wymiarowanie, sposób doprowadzenia powietrza kompensacyjnego czy scenariusz działania systemu. Artykuł stanowi wprowadzenie do tematyki opisanej szerzej w publikacji książkowej.

Słowa kluczowe: wentylacja pożarowa, garaże, wentylacja oddymiająca, wentylacja strumieniowa.

Abstract. This article presents general ideas and rules, that are written in guidelines for design of smoke control systems in car parks, published in 2015. Topics covered in this paper are: types of systems and the differences between their performance (performance approach to the design), general dimensioning of the systems and choice of its components, supply air provision or general fire scenario. This article can be treated as an introduction to the topic, described in details in book.

Keywords: fire ventilation, car park, smoke and heat exhaust system, impulse ventilation.

Problematyka projektowania systemów wentylacji pożarowej w garażach przeznaczonych na samochody osobowe, choć na pierwszy rzut oka dobrze opisana w literaturze tematu, jest jedynie pozornie łatwa do praktycznego wykorzystania w obiektach [1]. W związku z tym w Instytucie Techniki Budowlanej (ITB) podjęto się opracowania wytycznych zawierających proste i spójne wymagania dotyczące systemów wentylacji pożarowej [3]. Dokument ten podzielono na trzy zasadnicze części poświęcone: projektowaniu oraz ocenie i odbiorowi systemów wentylacji pożarowej garaży. W artykule omówiona zostanie pierwsza z tych części.

Podział systemów wentylacji pożarowej garaży

Jednym z najważniejszych celów wytycznych było przedstawienie założeń podziału systemów wentylacji pożarowej, prezentowanych przez ITB w przeszłości [4, 5, 6] w spójnej formie. Proponujemy rozważanie systemów dwutorowo: z uwagi na cel, jaki powinien zostać osiągnięty przez działanie systemu oraz z uwagi na rodzaj urządzeń wykorzystanych do osiągnięcia tego celu. Systemy wentylacji pożarowej wykorzystywane w ochronie garaży na samochody osobowe, z uwagi na cel, który z ich wykorzystaniem można zrealizować, można podzielić na [7, 10]:

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych

^{*)} Autor do korespondencji:
e-mail: g.krajewski@itb.pl

- wentylację oddymiającą (ang. SHEVS – Smoke and Heat Exhaust Ventilation), której zasadą działania jest usuwanie dymu z warstwy zgromadzonej pod stropem i utrzymanie wolnej od dymu przestrzeni, w której mogą ewakuować się ludzie;

- system kontroli dymu i ciepła, którego zasadą działania jest utrzymanie dymu w wyznaczonym obszarze pomiędzy źródłem ognia a miejscem jego usuwania w taki sposób, aby zapewnić łatwy dostęp do źródła ognia dla ekip ratowniczych;

- system oczyszczania z dymu (ang. Smoke Clearance, dilute), którego zadaniem jest usuwanie dymu i mieszanie dymu z napływającym powietrzem kompensacyjnym w celu zmniejszenia jego temperatury i toksyczności.

W naszej ocenie zastosowanie każdego z tych systemów spełnia wymagania § 277 Warunków Technicznych [2], dotyczącego konieczności wyposażenia garażu o powierzchni ponad 1500 m² w samoczynne urządze-

nie oddymiające. Jednocześnie, dzięki przedstawieniu jednoznacznych wymagań dotyczących oceny systemów, za pomocą metod przedstawionych w dokumencie można sprawdzić, czy zaprojektowany system wentylacji spełnia wymagania postawione w § 270 ust. 1 Warunków Technicznych [2]. Charakteryzując każdy z systemów wentylacji pożarowej, staraliśmy się czytelnie przedstawić sposób ich działania oraz cele wentylacji pożarowej, które system ten jest w stanie zrealizować (tabela 1). Jednocześnie, omawiając rozwiązania oczyszczania z dymu, przedstawiono istotne wady tego systemu oraz zalecono wykorzystanie go wyłącznie do niewielkich garaży w budownictwie mieszkalnym, czyli obiektów, w których jednoczesne przebywanie dużej liczby osób jest mało prawdopodobne. W pozostałych garażach zalecamy wykorzystanie systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła oraz przewodową wentylację oddymiającą.

Cele działania systemów wentylacji pożarowej w garażach [3]

Aims of smoke control in car parks [3]

Typ systemu	Bezpośrednie wspomaganie ewakuacji	Wspomaganie ekip ratowniczo-gaśniczych		Oczyszczenie przestrzeni z dymu po zakończeniu działań ratowniczo-gaśniczych
		obniżenie temperatury dymu	wolny od dymu dostęp do źródła ognia	
Przewodowa wentylacja oddymiająca	TAK	TAK	TAK	TAK
System kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła	NIE*	TAK	TAK	TAK
System oczyszczania z dymu	NIE*	TAK	NIE	TAK

* Działanie systemów jest wstrzymane (ograniczone) do momentu zakończenia ewakuacji – dym utrzymywany jest w zbiorniku jedynie dzięki sile wyporu, umożliwiając ewakuację osób, co nie będzie możliwe w zbyt małych lub zbyt niskich garażach

Z uwagi na rodzaj wykorzystywanych urządzeń, systemy dzieli się na systemy wentylacji przewodowej (kanałowej) będące systemami wentylacji oddymiającej oraz strumieniowej pracujące zazwyczaj jako systemy kontroli dymu i ciepła (rysunek 1). Obydwa rodzaje urządzeń mogą zostać wykorzystane jako systemy oczyszczania z dymu, przy czym w praktyce najczęściej stosowane są systemy wentylacji strumieniowej.

w wytycznych ITB. Podawane w nich wartości liczbowe nie są zazwyczaj uważane za „jedyne właściwe”, lecz raczej za punkt wyjścia do dalszej pracy nad systemem. Mając to na uwadze, przedstawiona w publikacji wiedza może służyć nie tylko projektowaniu systemów ujętych w założeniach do wytycznych, ale także innych obiektów (niższych, mniejszych).

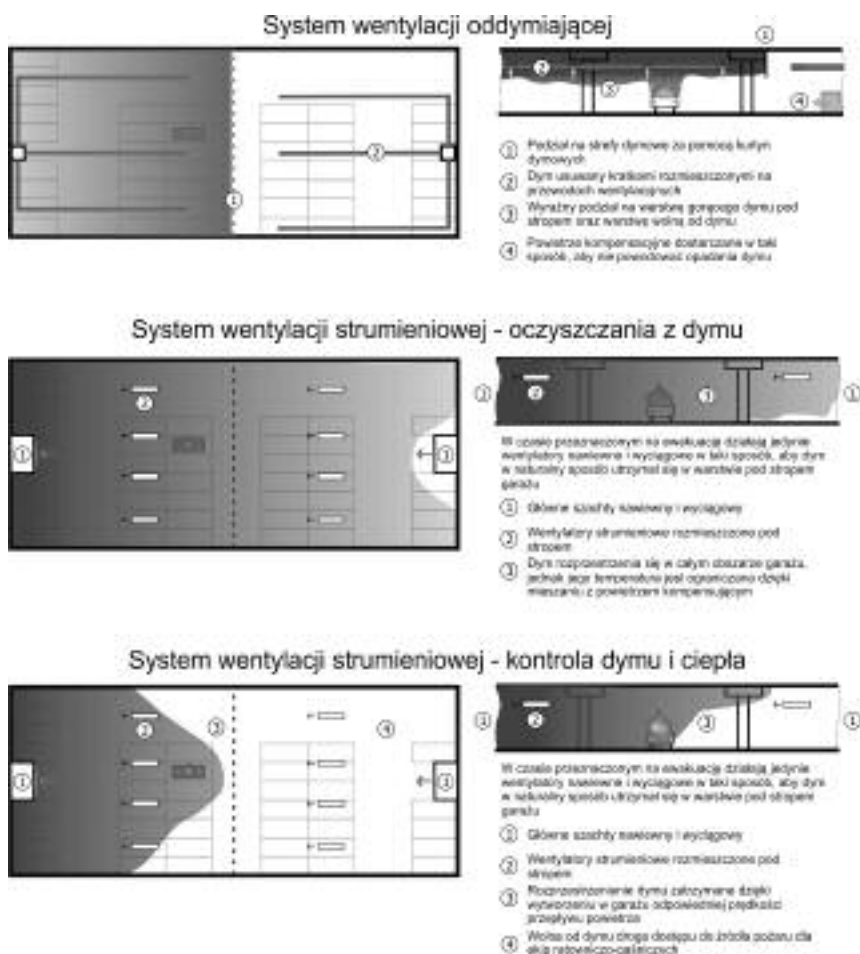
Punktem wspólnym dla każdego systemu wentylacji pożarowej jest do-

sokości nie większej niż 1,8 m, a powietrze musi być dostarczane z prędkością nie większą niż 2,0 m/s. W garażach niskich oraz w miejscach lokalnego obniżenia stropu powietrze kompensacyjne powinno być dostarczane na wysokości co najmniej 1,00 m poniżej oczekiwanej dolnej granicy warstwy dymu. Nie należy stosować punktów nawiewu powietrza do strefy dymowej objętej pożarem bezpośrednio w stropie. W garażach, z których wyjazd prowadzi bezpośrednio na zewnątrz budynku, zalecanym źródłem powietrza kompensacyjnego są otwarte bramy zewnętrzne.

Najważniejsze zapisy wytycznych dotyczą wymiarowania systemów. **W przypadku wentylacji oddymiającej** (systemy przewodowe) zaproponowano powszechnie znaną metodę wymiarowania, rozbudowaną o dodatkowy współczynnik bezpieczeństwa wyznaczony przez autorów publikacji. Znając problemy z wymiarowaniem systemów w garażach nieznacznie przekraczających zalecany rozmiar strefy dymowej, zaproponowaliśmy również metodę pozwalającą w bezpieczny sposób zastosować projektowany system w powiększonej strefie.

W przypadku systemów wentylacji strumieniowej, które podzielono na **systemy oczyszczania z dymu i systemy kontroli dymu i ciepła**, zaproponowano pewne typowe wartości wydajności systemów – 160 000 m³/h do oczyszczania z dymu lub 400 000 m³/h do kontroli (300 000 m³/h przy zastosowaniu instalacji tryskaczowej). Wartości te nie są sztywne. Projektant powinien mieć świadomość, że prawidłowy dobór i wymiarowanie systemu wentylacji strumieniowej jest trudne i wręcz niemożliwe do przedstawienia za pomocą prostych zależności matematycznych. Utrzymanie dymu w zadanym obszarze możliwe jest z wykorzystaniem strumienia powietrza przeciwdziałającego rozprzestrzenianiu się dymu. Jego prędkość powinna być wystarczająca, aby przeciwdziałać cofaniu się dymu.

W związku z tym w celu prawidłowego doboru parametrów działania systemu niezbędne jest wykonanie analizy CFD. Jednocześnie możliwa jest prawidłowa weryfikacja poprawności przyjętych założeń (czy całego projektu

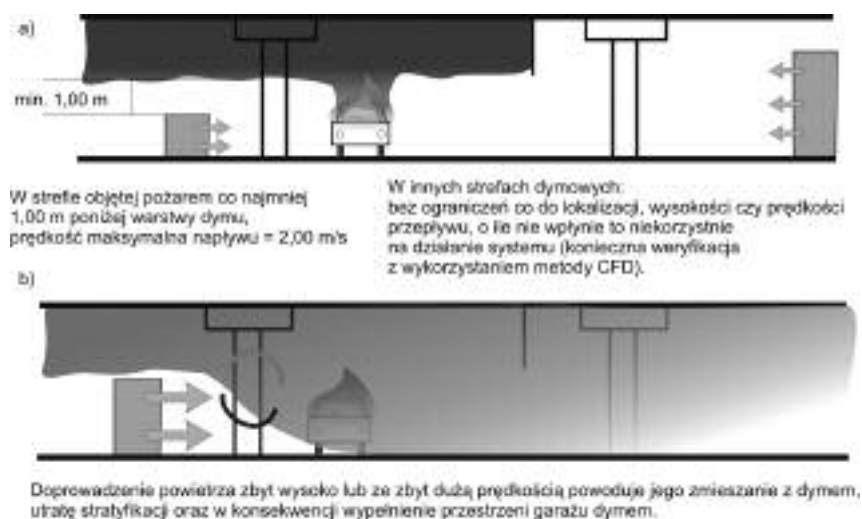


Rys. 1. Podstawowe zasady działania systemów wentylacji pożarowej garaży zamkniętych [3]
Fig. 1. Basic principals of operation of smoke control systems [3]

Zasady projektowania wg wytycznych ITB

Opierając się na własnym doświadczeniu uważamy, że minimalna wysokość garażu, w którym projektowany jest system wentylacji pożarowej, powinna wynosić 2,90 m. Nie oznacza to jednak, że w garażu niższym zastosowanie skutecznego systemu jest niemożliwe, ale może ono być trudne z wykorzystaniem tylko i wyłącznie zasad i zaleceń przedstawionych

prowadzenie powietrza kompensacyjnego (rysunek 2). Błędne wykonanie tego pozornie prostego zadania jest w naszej ocenie najczęstszą przyczyną niewłaściwego działania systemów wentylacji pożarowej w obiekcie. Może wówczas nastąpić gwałtowne zmieszanie dymu z napływającym powietrzem, przez co traci on swoją wyporność i nie będzie go można usunąć spod stropu oddymianej kondygnacji. W typowych przypadkach górna granica kratki nawiewnej powinna znajdować się na wy-



Rys. 2. Poprawny (a) oraz błędny (b) sposób doprowadzenia powietrza kompensacyjnego [3]
 Fig. 2. Correct (a) and incorrect (b) air supply [3]

systemu). Każdy projektowany system powinien być zgodny z wymaganiami § 270 Warunków Technicznych [2]. Tak szerokie wykorzystanie analiz CFD w procesie projektowania systemu stwarza jednak niebezpieczeństwo błędnego wykorzystania tego trudnego narzędzia numerycznego [8, 9], dlatego też w wytycznych [3] przedstawiono dokładne zalecenia dotyczące prowadzenia analiz, dzięki czemu wyniki uzyskane przez różnych wykonawców obliczeń powinny być do siebie zbliżone. Należy podkreślić, że wszystkie wymagania i wytyczne związane z projektem systemu są spójne z proponowanymi kryteriami oceny oraz metodą prowadzenia obliczeń numerycznych. Oznacza to, że system, w przypadku którego wykonano analizę CFD dla np. zaniżonej mocy pożaru, nie może być uznany za w pełni zgodny z wytycznymi. Możliwa jest sytuacja, w której poprawnie zaprojektowany system z uwagi na np. uwarunkowania architektoniczne, nie spełni oczekiwanego celu, dlatego też powszechna weryfikacja systemów z wykorzystaniem metody CFD ma na celu maksymalne ograniczenie tego typu przypadków.

Uproszczony scenariusz działania systemu

Jednym z najważniejszych elementów wytycznych jest przedstawiony uproszczony scenariusz działania systemu. Przyjmuje się, że poszczególne elementy systemu wentylacji pożarowej powinny uruchamiać się w następującej kolejności:

- 1) zatrzymanie systemu wentylacji bytowej;
- 2) wydzielenie stref pożarowych (bramy pożarowe, drzwi), opuszczenie automatycznych kurtyn dymowych, sterowanie klapami przeciwpożarowymi wchodzącymi w skład systemu wentylacji pożarowej;
- 3) otwarcie grawitacyjnych źródeł powietrza kompensacyjnego (np. zewnętrznych bram lub klap na grawitacyjnych kanałach napowietrzających);
- 4) uruchomienie wentylatorów wyciągowych oraz nawiewnych z pełną lub ograniczoną wydajnością.

W przypadku systemów wentylacji strumieniowej, po upływie czasu przewidzianego na ewakuację osób, powinno nastąpić uruchomienie wentylatorów strumieniowych i wentylatorów wyciągowych z pełną wydajnością. Najważniejsze jest, aby uruchomienie wentylatorów wyciągowych bądź nawiewnych następowało zawsze po przesterowaniu klap odcinających oraz pożarowych. Próba sterowania klapami w trakcie pracy wentylatorów zazwyczaj skutkuje awarią któregoś z urządzeń oraz może stworzyć sytuację niebezpieczną, zagrażającą w sposób bezpośredni osobom w pobliżu elementów instalacji.

Podsumowanie

Poza przedstawioną wiedzą, wytyczne zawierają także zbiór wymagań dotyczących rozmieszczania i wymiarowania elementów instalacji, doboru klas temperaturowych urządzeń czy towarzyszących projektowi szacunko-

wych obliczeń czasu ewakuacji osób. Wymiarowanie systemów połączono także z oceną skutku działania systemu – takie podejście można uznać za w pełni funkcjonalne. W wytycznych podano proponowane przez autorów kryteria oceny działania systemów, które mogą zostać wykorzystane w projektowaniu systemów.

Wymagania wytycznych dotyczące oceny i odbioru systemów wentylacji pożarowej przedstawimy w kolejnym artykule.

Literatura

- [1] Węgrzyński W., Krajewski G., Wykorzystanie narzędzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego w projektowaniu i odbiorze systemów wentylacji pożarowej garaży zamkniętych. BiTP Vol. 36 Issue 4, 2014, pp. 141 – 156, DOI: 10.12845/bitp.36.4.2014.15.
- [2] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. 2002 nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami).
- [3] Węgrzyński W., Krajewski G., Systemy wentylacji pożarowej garaży. Projektowanie, ocena i odbiór. Publikacja z serii Instrukcje, Wytyczne, Poradniki nr 493/2015, Wydawnictwo ITB 2015.
- [4] Zespół pod kier. dr G. Sztarbały, Projekt rozwojowy pt. „Kontrola rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w garażach” N R 04 0003 06, Warszawa 2009 – 2012.
- [5] Sztarbała G., Krajewski G., Węgrzyński W., Głabski P., Projektowanie systemów wentylacji pożarowej w obiektach budowlanych. Kurs organizowany przez Zakład Badań Ognio-wych. Warszawa: Instytut Techniki Budowlanej, 2011.
- [6] Sulik P., Sędlak B., Turkowski P., Węgrzyński W.: Bezpieczeństwo pożarowe budynków wysokich i wysokościowych, [W:] A. Halicka: Budownictwo na obszarach zurbanizowanych, Nauka, praktyka, perspektywy, Politechnika Lubelska 2014, pp. 105 – 120.
- [7] Węgrzyński W., Krajewski G., Sulik P., Systemy wentylacji pożarowej w budynkach, Inżynier Budownictwa 2014, nr 9.
- [8] Węgrzyński W., Krajewski G.: Doświadczenia z wykorzystania narzędzi inżynierskich do oceny skuteczności funkcjonowania systemów wentylacji oddymiającej. Materiały Budowlane 2014, nr 7, str. 26 – 29.
- [9] Krajewski G., Węgrzyński W., Wentylacja pożarowa garaży – błędy projektowe i wykonawcze, Materiały Budowlane 2014, nr 10, str. 141 – 143.
- [10] Sulik P., Węgrzyński W., Wentylacja pożarowa w budynkach. Cz. 1. Wymagania i systematyka, Builder, R. 19, nr 3, str. 96 – 99.

Przyjęto do druku: 01.06.2015 r.