

A photograph of an industrial interior, likely a warehouse or factory, featuring a complex network of large, silver, insulated ventilation pipes running across the ceiling. The ceiling is supported by a dark metal grid. Several bright, rectangular fluorescent lights are suspended from the ceiling, illuminating the space. In the background, there are white structural columns and a blue wall. The floor is a polished, reflective surface. A yellow diagonal line runs from the left side of the image towards the center, passing behind the text.

→ Poradnik

WENTYLACJA POŻAROWA 2023

Spis treści

Nowe wytyczne dla działań ratowniczych w razie pożarów oraz wnioski istotne przy projektowaniu i budowie garaży 4

Wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych 10

Energooszczędność zespołu wentylator-silnik-przetwornica, czyli wysokosprawny układ SMAY z silnikiem w klasie IE4 20

Wentylacja strumieniowa garaży – wydajności wyciągu i klasy temperaturowe wentylatorów .. 26

Wyzwanie dla wentylacji garaży – pojazdy na gaz ziemny i wodór 36

Co warto wiedzieć o systemach sterowania wentylacją mechaniczną w garażach? 46

Nowe aspekty detekcji gazów w garażach 54

Sterowanie wentylacją bytową w garażach wielostanowiskowych 58

Inteligentny garaż podziemny – zasilanie i sterowanie wentylacją bytową i pożarową oraz systemami monitoringu 64

Zasady projektowania i doboru systemów przeciwpożarowych 74

Wybrane zalecenia projektowe i eksploatacyjne dla klap ppoż. 80

Prawidłowy montaż klapy przeciwpożarowej – najważniejsze informacje 84

Systemy zasilania i sterowania wentylacją pożarową w tunelach drogowych 90

Systemy różnicowania ciśnienia 108

Zabezpieczenie przeciwpożarowe przewodów wentylacyjnych 116

Przeglądy urządzeń przeciwpożarowych 122

Katalog firm 129

Redakcja

Adres redakcji
ul. Karłowicza 18, 04-112 Warszawa
tel. 22 512 60 75
www.rynekinstalacyjny.pl



Redakcja Agata Nowicka, anowicka@rynekinstalacyjny.pl
Reklama Marta Dzierżawa, mdzierzawa@medium.media.pl

Wydawca Grupa MEDIUM
www.medium.media.pl

W publikacji wykorzystano materiały opublikowane wcześniej w miesięczniku „Rynek Instalacyjny” i portalu rynekinstalacyjny.pl

Partnerzy publikacji



polski wydawca czasopism
z 30-letnim
doświadczeniem

promocja

Waldemar Joniec

Nowe wytyczne dla działań ratowniczych w razie pożarów oraz wnioski istotne przy projektowaniu i budowie garaży

Wydany przez CNBOP-PIB poradnik prowadzenia działań ratowniczych podczas zdarzeń z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym zawiera zalecenia dla służb ratowniczych oraz wnioski mogące stanowić pomoc także przy wyborze systemów ppoż. w garażach. Z kolei zmiany prawa odbiurokratyzują proces budowlany i znoszą konieczność uzyskiwania uzgodnień środowiskowych dla garaży i parkingów o powierzchni poniżej 10 tys. m² na obszarach nieobjętych ochroną przyrody.



Działania ratownicze podczas pożarów samochodów elektrycznych

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowodzi im. Józefa Tuliszkowskiego w Józefowie wydało poradnik pt. *Prowadzenie działań ratowniczych podczas zdarzeń z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym* [1], opracowany przez zespół autorski: st. bryg. w st. sp. mgr inż. Jan Kielin, st. bryg. mgr inż. Tomasz Kołodziejczyk, mgr inż. Ilona Majka, dr inż. Jarosław Tępiński oraz st. bryg. dr hab. inż. Jacek Zboina, przy współpracy z przedstawicielami Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej, Polskiego Stowarzyszenia Paliw Alternatywnych oraz Instytutu Faradaya Uniwersytetu Newcastle w Wlk. Brytanii.

Zapowiadane ograniczenia dotyczące rejestrowania nowych pojazdów z napędem spalinowym, z wyjątkiem napędzanych bezemisyjnymi paliwami syntetycznymi, stawiają nowe wyzwania przed służbami ratowniczymi prowadzącymi działania podczas możliwych zdarzeń z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym. Dotyczy to zwłaszcza straży pożarnej oraz zmiany taktyki gaszenia pożarów pojazdów. Poradnik zawiera rekomendacje opracowane na podstawie analizy literatury oraz własnych obserwacji i doświadczeń autorów, a także wyników badań i doświadczeń prowadzonych przez CNBOP-PIB. Najistotniejsze w ocenie autorów i najbardziej wartościowe w kontekście podejmowanej tematyki wyniki badań i pozycje literatury przedmiotu przywołano w wykazie na końcu

publikacji. Poradnik omawia zagadnienia dotyczące: rodzajów i charakterystyki elektrycznych napędów pojazdów samochodowych, stacji i punktów ładowania tych pojazdów, zagrożeń podczas zdarzeń z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym, prowadzenia działań ratowniczych oraz zasad bezpiecznego postępowania ratowników.

Wnioski pomocne przy projektowaniu i wyposażeniu garaży oraz tuneli

Dla inwestorów, architektów i projektantów cenne są wnioski autorów poradnika, mogące być ważnymi wskazówkami przy projektowaniu garaży i systemów ochrony ppoż., a także tworzeniu scenariuszy przebiegu zdarzeń w czasie pożaru. Autorzy w podsumowaniu podkreślają, że analiza literatury przedmiotu wskazuje, iż podczas pożarów pojazdów elektrycznych **szybkość wydzielania ciepła wzrasta nieznacznie** w porównaniu do pożarów pojazdów podobnej wielkości zasilanych paliwem płynnym lub gazowym. W przypadkach, w których dochodzi do pożaru całego zespołu baterii, przez pewien czas zwiększa się szybkość wydzielania ciepła i gęstego dymu. Pożary pojazdów z napędem elektrycznym powodują jednak większą emisję fluorowodoru niż pożary pojazdów z silnikiem spalinowym. Wyniki badań z Austrii i Szwajcarii wskazują, że **pożary w tunelach samochodów elektrycznych** z bateriami litowo-jonowymi typu NMC prowadzą do nowych form emisji zanieczyszczeń i zmieniają ryzyko toksykologiczne w podziemnej infrastrukturze. Mogą to być substancje toksyczne i częściowo rakotwórcze, np. sole fosforanu fluoru w elektrolicie, które są niepalne i niebezpieczne dla zdrowia. Ubrania ochronne strażaków podejmujących działania gaśnicze w przypadku pożarów z udziałem pojazdów z napędem elektrycznym mogą zostać silnie zabrudzone przez zanieczyszczenia emitowane z objętych pożarem baterii. Substancje wydzielające się podczas pożarów pojazdów z napędem elektrycznym rozpuszczają się również w wodzie wykorzystywanej do gaszenia i chłodzenia baterii (stwierdzono wysokie stężenia litu oraz metali ciężkich: kobaltu, niklu i manganu). Z tych powodów **zalecana jest retencja wody gaśniczej**.

Autorzy przywołują też wnioski z badań przeprowadzonych w Austrii, a dotyczących konstrukcji i materiałów budynku, w którym może dojść do pożaru pojazdu elektrycznego. Pomimo nieco większego obciążenia ogniowego **nie ma istotnej różnicy między pożarem pojazdu elektrycznego a pożarem pojazdu spalinowego**. Przeprowadzone badania dowiodły również, że woda jest sprawdzonym środkiem gaśniczym ze względu na jej efekt chłodzący, jednak ugaszenie pożaru pojazdu elektrycznego wymaga jej dużej ilości i długiego podawania w celu schłodzenia baterii.

Wiele badań naukowych i testów pożarowych z wykorzystaniem różnych metod i systemów w celu oceny skuteczności gaszenia baterii litowo-jonowych i samochodów z napędem elektrycznym wykazało **wysoką efektywność technologii wysokociśnieniowej mgły wodnej**. System wysokociśnieniowej mgły wodnej chroni nie tylko sąsiednie pojazdy, ale również konstrukcję stropu.

Testy pożarowe wykazały także, że skuteczność gaśnicza wzrasta dzięki użyciu niektórych gazów obojętnych. Również **użycie lanc gaśniczych do bezpośredniego chłodzenia modułów** w obudowie baterii samochodu elektrycznego potwierdziło skuteczność gaszenia pożarów pojazdów elektrycznych, ale wymaga to odpowiedniego przygotowania i wyszkolenia strażaków z uwagi na ryzyko porażenia prądem elektrycznym. Z kolei **zastosowanie koca gaśniczego** przeznaczonego do gaszenia pożaru pojazdu z napędem elektrycznym nie wnosi istotnej wartości, gdy bateria samochodu jest już objęta pożarem. Taki koc wymaga bowiem bardzo szczelnego nałożenia, bez tworzenia poduszki powietrznej pomiędzy kocem a pojazdem, co jest bardzo trudne z uwagi na wysoką dynamikę pożaru i silne płomienie, a także samowystarczalność tlenową baterii.

Wnioski z badań wskazują również na potrzebę przeprowadzenia większej liczby testów, aby przebadać i pokazać różnice podczas gaszenia w pełni rozwiniętego pożaru pojazdu z napędem elektrycznym oraz będącego we wstępnej fazie rozwoju. Ogólny wniosek jest taki, że przybywający na miejsce zdarzenia ratownicy każdorazowo **muszą być przygotowani na nowe scenariusze działań**. W trakcie badań ani razu nie miano do czynienia z takim samym przebiegiem pożaru.



Rys. Zestaw hydrantu wewnętrznego z instalacją zraszaczową i wczesną detekcją iSprink jest urządzeniem przeciwpożarowym zaprojektowanym do wstępnego tłumienia i ograniczenia skutków pożaru w garażach i punktach ładowania pojazdów elektrycznych. Urządzenie to jest również w stanie rozpoznać numer miejsca parkingowego, model i markę pojazdu, a następnie przesłać tę informację do jednostki straży pożarnej za pośrednictwem Systemu Sygnalizacji Pożarowej (SSP) obiektu, jeszcze przed rozpoczęciem działań ratowniczych

Badania prowadzone w CNBOP-PIB w Józefowie w zakresie gaszenia pożarów pojazdów elektrycznych i baterii litowo-jonowych oraz oceny skuteczności zastosowanych metod i środków gaśniczych dowiodły, że moduły wykonane w technologii NMC (baterie litowo-niklowo-manganowo-kobaltowe) palą się gwałtowniej w porównaniu z modułami LTO (baterie litowo-tytanowe) i są trudniejsze do ugaszenia, a najefektywniejszym środkiem tłumienia pożaru okazała się woda. Wykazano też, że w trakcie rozkładu termicznego ogniów gwałtownie wydzielają się znaczne objętości toksycznego dymu, który ze względu na skład wykazuje także właściwości palne. W przypadku wystąpienia symptomów mogących spowodować pożar ogniów należy przeprowadzić **bezwzględną ewakuację osób do odrębnej strefy** pożarowej lub na zewnątrz budynku. Należy też rozważyć **zbieranie wody wykorzystywanej do gaszenia i chłodzenia** baterii litowo-jonowych z uwagi na występujące w niej zanieczyszczenia.

Badania przeprowadzono także w celu poznania wybranych parametrów pożarowych w obiekcie odwzorującym pomieszczenie garażu. Pierwszy scenariusz zakładał pożar pojazdu elektrycznego z udziałem automatycznie uruchomionego miejscowego systemu gaśniczego z rurociągami rozprowadzającymi wodę, systemu sterowania i zasilania w wodę oraz detekcji pożaru i zraszaczy. Drugi scenariusz natomiast dotyczył pożaru odniesienia, czyli bez udziału systemu gaśniczego. Wnioski są jednoznaczne: działanie systemu gaśniczego znacznie obniżyło wartości mierzonych parametrów, czyli temperatury i strumienia cieplnego, względem pożaru odniesienia. Pożar rozwijał się dzięki temu w sposób kontrolowany i nie rozprzestrzeniał na zaparkowane obok pojazdy.

Prowadzone w CNBOP-PIB badania i testy wykazały także, że płachty gaśnicze ograniczają promieniowanie cieplne oraz temperaturę, co umożliwia kontrolowanie pożaru i ochronę przed jego rozprzestrzenianiem. Nie gasiły one pożaru, lecz tłumiły źródło ognia.

Z kolei analiza literatury opisującej zdarzenia z pożarami pojazdów elektrycznych wskazuje na następujące główne czynniki ryzyka zagrażające ich bezpiecznej eksploatacji:

1. przeciążenie termiczne mogące się pojawić w przypadku wystąpienia niestandardowych warunków termicznych podczas pracy baterii – jej przegrzanie może spowodować wystąpienie pożaru,
2. przeciążenie elektryczne z powodu coraz szybszego ładowania oraz rozładowywania w wyniku nadmiernej eksploatacji (dynamiczna jazda z nadmierną prędkością) – zwiększa prawdopodobieństwo samozapłonu ogniwa,
3. uszkodzenia mechaniczne – pomimo zabezpieczenia baterii obudową podczas wypadku możliwe jest jej uszkodzenie oraz pożar.

Mniej biurokracji przy inwestycjach z garażami i parkingami

Rada Ministrów zmieniła rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko [2], co pozwoli inwestorom budować na obszarach nieobjętych formami ochrony

przyrody bez obowiązku uzyskiwania decyzji o uwarunkowaniach środowiskowych dla garaży, parkingów samochodowych lub zespołów parkingów o powierzchni do 1 ha, a na obszarach objętych ochroną do 0,5 ha.

Dotychczas decyzja środowiskowa wymagana była dla garaży, parkingów samochodowych lub zespołów parkingów o powierzchni od 0,2 ha na obszarach objętych formami ochrony przyrody, a na pozostałych terenach od 0,5 ha. Uzyskiwanie tych decyzji jest czasochłonne, a wymagania administracyjne dla garaży i parkingów zostały określone na poziomie znacząco różniącym się od progów określonych dla pozostałych rodzajów zabudowy. W wielu sytuacjach realizacja różnego rodzaju zabudów, np. osiedli mieszkaniowych, objęta była obowiązkiem uzyskania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach wyłącznie z uwagi na spełnienie progów kwalifikacyjnych określonych dla garaży, parkingów i zespołów parkingów, a nie dla danego rodzaju zabudowy.

Praktyka wskazuje, że parkingi o niewielkiej powierzchni nie mają znaczącego oddziaływania na środowisko. Co więcej, wymagania dla parkingów i garaży były bardziej rygorystyczne niż progi dla zabudowy przemysłowej, która ma znacznie większy wpływ na ryzyko środowiskowe. Zmiany przyczynią się do ułatwienia procesu inwestycyjnego w budownictwie mieszkaniowym, skrócenia jego czasu i obniżenia jego kosztów – ich wprowadzenie postulowali zwłaszcza deweloperzy. Według szacunków Polskiego Związku Firm Deweloperskich obowiązywanie nowego przepisu przyspieszy nawet o rok proces inwestycyjny związany z budową lokali mieszkaniowych w dużych miastach.

Rozporządzenie to wprowadza też zmiany zwiększające progi bez obowiązku przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko dla powierzchni zabudowy instalacji fotowoltaicznych na obszarach nieobjętych formami ochrony przyrody z 1 do 2 ha. Na obszarach objętych formami ochrony przyrody próg dla obowiązkowych ocen oddziaływania wynosi bez zmian 0,5 ha. Także w Unii Europejskiej trwają prace nad zmianą legislacji w kierunku ułatwień i odstępstw w procedurze wydawania pozwoleń dla inwestycji wytwarzania energii ze źródeł odnawialnych, ale z zachowaniem poszanowania środowiska i minimalizacją wpływu na nie.

Korzyścią z wprowadzenia tych zmian jest również odciążenie wójtów, burmistrzów i prezydentów miast oraz regionalnych dyrektorów ochrony środowiska – mniej postępowań w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach umożliwi ich efektywniejsze zakończenie (wzrost efektywności w zakresie dotrzymywania terminów ustawowych przy zachowaniu wysokiego stopnia weryfikacji merytorycznej).

W uzasadnieniu i ocenie skutków realizacji Ministerstwo Środowiska odniosło się m.in. do dyrektywy 2011/92/UE w sprawie oceny skutków wywieranych przez niektóre przedsięwzięcia publiczne i prywatne na środowisko, która zakłada objęcie nadzorem prawnym ściśle skonkretyzowanych pod względem stopnia negatywnego wpływu na środowisko przedsięwzięć, z różnych sektorów

gospodarki. Tym samym dla inwestycji, których wpływ na środowisko nie jest znaczący lub nie występuje wcale ze względu na cechy tych przedsięwzięć lub ich lokalizację, nie ma uzasadnienia do przeprowadzania takich ocen. Potwierdzają to także organy ochrony środowiska, które prowadzą postępowania administracyjne w sprawie wydania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach dla garaży, parkingów i zespołów parkingów.

Literatura

1. <https://www.cnbop.pl/wydawnictwa/ksiazki/978-83-958583-6-9/podrecznik-cnbp-dzialania-ratownicze-pelektryczne-2023.pdf>
2. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10 sierpnia 2023 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko, <https://legislacja.rcl.gov.pl/projekt/12375303/katalog/12996152#12996152> (dostęp: 28.08.2023)

Wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych

Z powodu braku w Polsce jednoznacznej metodologii wyznaczania wydajności wyciągu systemów wentylacji strumieniowej przyjmuje się często dużo wyższe wartości niż wskazywane w przypadku systemów oczyszczania z dymu, ale niższe od zalecanych dla systemów kontroli dymu. „Wytyczne projektowe: wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych” Szkoły Głównej Służby Pożarniczej zawierają m.in. nowe zalecenia dotyczące szacowania wydajności wyciągu systemów wentylacji strumieniowej tak, aby utrzymać zadymienie w obrębie jednej strefy dymowej, pozostawiając pozostałe strefy wolnymi od dymu. Umożliwia to wejście ekip ratowniczo-gaśniczych do strefy niezadymionej, lokalizację pożaru i natarcie na źródło ognia, a także bezpieczną ewakuację.

Opracowane przez zespół specjalistów ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, Politechniki Warszawskiej oraz Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa „Wytyczne projektowe: wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych” podają następującą definicję garażu zamkniętego – *to obszar przygotowany i przewidziany do parkowania wielu pojazdów, stanowiący samodzielny obiekt budowlany lub część innego obiektu budowlanego, będący garażem zamkniętym – z pełną obudową zewnętrzną i zamykanymi otworami.*

Wytyczne określają minimalne parametry, jakie muszą spełnić systemy wentylacji strumieniowej (SWS) w przypadku powstania pożaru wewnątrz garażu zamkniętego, żeby ograniczyć jego skutki w sposób zapewniający spełnienie postawionych celów projektowych. Dokument ten nie narzuca sposobu projektowania, jego zadaniem jest pomoc w realizacji celów projektowych. Jest on pomocny na każdym etapie procesu budowlanego, od projektu, poprzez budowę, po odbiór, gdyż umożliwia zdefiniowanie warunków brzegowych planowanego systemu bezpieczeństwa pożarowego. Zawarto w nim nowe podejście do projektowania systemów wentylacji strumieniowej, jednoznacznie nieokreślone w polskich przepisach, z tego powodu nie zaleca się jego wykorzystywania do weryfikacji istniejących garaży zamkniętych lub będących w trakcie procesu budowlanego. Wytyczne mogą być stosowane tylko w przypadku garaży zamkniętych w nowo projektowanych lub modernizowanych budynkach, zaprojektowanych w całości w oparciu o wymagania zawarte w tym dokumencie.

System wentylacji mechanicznej garażu zamkniętego powinien spełniać dwa nadrzędne cele projektowe: usuwanie nadmiaru spalin samochodowych podczas normalnego użytkowania garażu oraz usuwanie dymu i ciepła w razie wystąpienia pożaru w garażu.

Wentylację bytową nawiewno-wywiewną realizuje system wentylacji strumieniowej, kierując powietrze ze spalinami z przestrzeni garażu do punktów wyciągowych, skąd jest ono usuwane na zewnątrz budynku przez szachty lub kanały. Napływ kompensacyjny świeżego powietrza zapewniają punkty czerpania. Wydajność w tej funkcji sterowana jest za pomocą czujników CO i/lub VOC.

Wentylację pożarową oddymiającą, czyli ochronę przed zadymieniem i wzrostem temperatury w przejściach ewakuacyjnych w czasie potrzebnym do bezpiecznej ewakuacji ludzi, oraz wspomaganie działania ekip ratowniczo-gaśniczych i zabezpieczenie konstrukcji budynku także realizuje system wentylacji strumieniowej sterowany za pomocą systemu sygnalizacji pożarowej.

W wytycznych zawarto **nowe podejście do szacowania wydajności wyciągu** SWS. W Polsce z powodu braku jednoznacznej metodologii wyznaczania tego parametru przyjmowano dużo wyższe wydajności od wskazanych dla systemów oczyszczania z dymu (smoke clearance), ale niższe niż zalecane dla systemów kontroli dymu (smoke control). Powoduje to pewną dezorientację uczestników procesu budowlanego.

Systemy kontroli dymu mają wysokie wydajności punktów wyciągowych, co wpływa na koszt budowy dużych szachtów oraz liczbę urządzeń i zapotrzebowanie na moc do ich zasilania. Gwarantują jednak najwyższy poziom bezpieczeństwa ekipom ratowniczo-gaśniczym, gdyż zapewniają odpowiednią widoczność źródła ognia i ograniczają zadymienie w garażu.

Systemy oczyszczania z dymu mają jedno zadanie – jak najszybsze doprowadzenie garażu do ponownego użytkowania w momencie ugaszenia źródła ognia. Rozwiązanie to tylko pośrednio wspomaga działania ekip ratowniczo-gaśniczych poprzez jakiegokolwiek usuwanie dymu oraz obniżanie temperatury gazów pożarowych w trakcie działań gaśniczych. Ale nie jest to żadnym kryterium oceny ich skuteczności, gdyż systemy takie nie chronią w żaden sposób przed zadymieniem całego garażu w czasie trwania pożaru. Rozwiązanie to może stwarzać problemy dla straży pożarnej w lokalizacji pożaru wewnątrz garażu i tym samym jego niekontrolowane przenoszenie się na kolejne zaparkowane samochody.

Uzasadnione jest zatem wprowadzenie rozwiązania pośredniego, które umożliwi utrzymanie zadymienia w obrębie jednej strefy dymowej, pozostawiając pozostałe strefy wolnymi od dymu – taki sposób projektowania systemów wentylacji strumieniowej *pozwoli na bezpieczne wejście ekip ratowniczo-gaśniczych do strefy niezadymionej, wstępną lokalizację pożaru np. przy użyciu kamery termowizyjnej, przygotowanie zabezpieczeń ochrony osobistej oraz armatury gaśniczej, a następnie natarcie na źródło ognia. Zabezpieczenie pozostałych stref dymowych wpłynie również na zwiększenie poziomu bezpieczeństwa użytkowników i osób przebywających w garażu. Osoby znajdujące się w bliskiej odległości od źródła ognia będą miały możliwość ewakuacji do bezpiecznej części garażu (do innej strefy dymowej, która pozostanie niezadymiona przez cały czas trwania pożaru). Natomiast osoby nieznajdujące się w bliskiej odległości od źródła ognia, reagujące jedynie na alarm akustyczny lub wizualny SSP, będą*

miały możliwość ewakuacji w swojej strefie dymowej przez cały czas trwania pożaru, ponieważ zadymienie nie powinno pojawić się w innej strefie dymowej niż w strefie objętej pożarem.

Zakres stosowania wytycznych

1. Zakres stosowania wytycznych obejmuje publiczne i prywatne garaże zamknięte, przeznaczone do parkowania samochodów osobowych i małych pojazdów dostawczych.
2. Wytyczne definiują założenia projektowe dla SWS w garażach zamkniętych nieposiadających bezpośredniego wjazdu lub wyjazdu z budynku albo o powierzchni przekraczającej 1500 m².
3. Dokument nie ma zastosowania do garaży otwartych.
4. Wytyczne nie poruszają całościowo problemu parkowania samochodów elektrycznych, w tym samochodów hybrydowych i zasilanych wodorem.
5. Garaże o wysokości poniżej 3,8 m niewyposażone w instalację gaśniczą wodną i garaże o wysokości poniżej 2,8 m wyposażone w instalację gaśniczą wodną powinny być zabezpieczone systemem wentylacji strumieniowej. Wymóg ten nie wyklucza projektowania SWS w garażach wyższych.
6. W garażach zamkniętych powiązanych funkcjonalnie z budynkami, w których mogą przebywać osoby niezaznajomione z dostępnymi drogami ewakuacyjnymi, zaleca się stosowanie systemu wentylacji kanałowej (SWK) przy jednoczesnym uwzględnieniu pkt 5.

Zakres stosowania SWS wynika m.in. z analiz norm zagranicznych (NBN S 21-208-2:2014, NEN 6098:2012, BS 7346-7:2013), które wskazują, że jednym z ważniejszych celów projektowych SWS jest potrzeba zapewnienia bezpieczeństwa ekipom ratowniczo-gaśniczym.

Założenia podstawowe

Garaże zamknięte nie powinny obejmować niewydzielonych pożarowo pomieszczeń, w których składowane będą materiały łatwopalne (pkt 1). Z przebiegu pożarów wynika bowiem, że gromadzone materiały, w tym łatwopalne, stanowią groźbę bardzo szybkiego rozwoju pożaru oraz duże zagrożenie dla ekip ratowniczo-gaśniczych, a także konstrukcji budynku.

Bez względu na lokalizację miejsca pożaru należy przewidzieć możliwość wejścia ekip ratowniczo-gaśniczych do strefy dymowej wolnej od zadymienia bezpośrednio z zewnątrz budynku. W komentarzu do tego wymagania autorzy wytycznych wskazują, że zalecaną drogą wejścia dla ekip ratowniczo-gaśniczych jest wjazd lub wyjazd z garażu. Jeśli interwencja ekip ratowniczo-gaśniczych nie następuje przez wjazd lub wyjazd, należy przewidzieć możliwość wejścia przez klatkę schodową i przedsionek przeciwpożarowy.

SWS muszą zapewnić określone cele projektowe w przypadku powstania pożaru w dowolnym miejscu w garażu (miejsca postojowe, pas ruchu), ale przy założeniu wystąpienia tylko jednego

ogniska pożaru. Jeśli do garażu prowadzi kilka wejść, zaleca się, by wejście do garażu było wyraźnie oznakowane. Wejście to musi pozostawać otwarte lub zostać automatycznie odblokowane w razie detekcji pożaru. W komentarzu do tego wymogu po raz kolejny wskazuje się na znaczenie szybkiego wejścia ekip ratowniczo-gaśniczych do garażu, co może decydować o skuteczności podjętych działań, zwłaszcza w budynkach z kilkoma kondygnacjami podziemnymi.

Wejście do garażu przez ekipy ratowniczo-gaśnicze powinno być realizowane ze strefy dymowej nieobjętej pożarem lub od strony nawiewu świeżego powietrza. Elementy SWS muszą zostać automatycznie uruchomione, otwarte lub zamknięte zgodnie ze scenariuszem pożarowym i pozostać zablokowane w docelowej pozycji bez konieczności ręcznej interwencji.

W ostatnim punkcie tego rozdziału zwrócono uwagę, że wytyczne nie rozwiązują kompleksowo problemów związanych z garażami o gęstości obciążenia większej niż 500 MJ/m², tj. w przypadku zastosowania wielopoziomowych platform parkingowych, palet przesuwanych poziomo, parkowania samochodów dostawczych, autobusów lub ciężarówek. Przypadki te powinny być rozpatrywane indywidualnie, przy uwzględnieniu odpowiednio większej mocy pożaru oraz innych ryzyk z tym związanych.

Wybrane wymagania przepisów

Kolejny rozdział wytycznych zawiera wybrane wymagania przepisów techniczno-budowlanych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego, w tym pochodzące z rozporządzenia w sprawie warunków technicznych.

Cele projektowe

System wentylacji strumieniowej musi realizować następujące cele projektowe:

1. Wspomóc proces ewakuacji ludzi z garażu zamkniętego.
2. Zapewnić dostęp ekip ratowniczo-gaśniczych od strony nawiewanego powietrza.
3. Utrzymać zadymienie w strefie dymowej, w której wystąpił pożar.
4. Zabezpieczyć konstrukcję budynku przez obniżenie temperatury wewnątrz garażu.

W komentarzu do tego rozdziału autorzy zwracają uwagę m.in. na fakt, że w większości przypadków system ma tylko wspomagać proces ewakuacji. Z kolei spełnienie wymogu zapewnienia odpowiedniego zasięgu widzialności w każdym miejscu garażu (system kontroli dymu) zgodnie z normami (NBN S 21-208-2:2014, NEN 6098:2012, BS 7346-7:2013) jest w polskich realiach bardzo kosztowne inwestycyjnie i trudne w realizacji, gdyż wymaga systemu o wydajności w zakresie 300 000–500 000 m³/h i więcej, w zależności od projektowanej geometrii garażu. Z tego powodu w większości przypadków w Polsce projektowane są systemy oczyszczania z dymu o wydajności rzędu 160 000–200 000 m³/h, które nie gwarantują ograniczenia w rozchodzeniu się zadymienia,

a jedynie pozwalają obniżyć temperaturę gazów pożarowych gromadzonych wewnątrz garażu. A rozwiązanie to, jak wspomniano powyżej, może powodować problemy z szybką lokalizacją miejsca pożaru i tym samym grozi jego niekontrolowanym rozwojem na kolejne samochody.

Kryteria oceny skuteczności

1. Zasięg widzialności na wysokości 1,8 m nad poziomem posadzki nie powinien być mniejszy niż 10 m w czasie ewakuacji ludzi.
2. Temperatura na wysokości 1,8 m nad poziomem posadzki nie powinna być wyższa niż 60°C w czasie ewakuacji ludzi.
3. Co najmniej jedna droga ewakuacyjna powinna pozostawać wolna od zadymienia przez cały czas ewakuacji ludzi z garażu.
4. Temperatura gazów pożarowych na wysokości 1,5 m nad poziomem posadzki, w odległości 15 m od źródła ognia nie może przekraczać 120°C po uzyskaniu przez pożar maksymalnej mocy projektowej przy jednoczesnym uwzględnieniu czasu podjęcia działań ratowniczo-gaśniczych.
5. Gazy pożarowe powinny zostać utrzymane przez cały czas trwania pożaru projektowego w obrębie strefy dymowej, w której wystąpił pożar. Wymóg nie dotyczy garaży z jedną strefą dymową.

W komentarzu autorzy zwracają uwagę, że zaprojektowanie garażu w sposób umożliwiający ewakuację ludzi jest kluczowym celem projektowym. Istnieje ryzyko, że osoby, które nie będą się znajdowały bezpośrednio w strefie dymowej, w której powstał pożar, zareagują na zagrożenie po dłuższym czasie rozpoznania, dlatego istotne jest, żeby zadziałanie SWS zapewniło możliwość ewakuacji do co najmniej jednego wyjścia ewakuacyjnego. Wymóg ten jest istotny przede wszystkim w przypadku projektowania systemów jednokierunkowych, gdzie zadymienie wyjść ewakuacyjnych następuje relatywnie szybko.

Z kolei kryteria dotyczące gazów pożarowych są istotne w kontekście wejścia ekip ratowniczo-gaśniczych. Do sprawdzenia skuteczności utrzymywania gazów pożarowych w obrębie strefy dymowej zalecane jest stosowanie symulacji komputerowych. Z analiz wynika, że głównym czynnikiem powodującym skuteczne utrzymanie zadymienia jest odpowiednia konfiguracja nawiewów i równomierna dystrybucja powietrza z sąsiednich stref dymowych, a zatem niepoprawne ukierunkowanie strumienia powietrza nawiewanego może spowodować efekt odwrotny, powodując zadymienie więcej niż jednej strefy dymowej.

Kolejne rozdziały zawierają szerokie i szczegółowe wymagania dla poszczególnych elementów SWS: stref dymowych, układów wyciągowych, czerpni i wyrzutni pożarowych, otworów kompensacyjnych, bram wyjazdowych, wentylatorów strumieniowych i ich klas temperaturowych oraz systemów detekcji pożaru i sterowania, a także zasilania elektrycznego, platform wielopoziomowego parkowania, współdziałania SUG z wentylacją strumieniową

oraz stanowisk ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych. Z uwagi na dużą objętość niektórych rozdziałów, poniżej przedstawiono jedynie główne zalecenia.

Strefy dymowe

Powierzchnia pojedynczej strefy dymowej nie może przekraczać 2500 m². Długość boku zbiornika dymu nie powinna być większa niż 60 m w każdym kierunku. Na granicy stref dymowych zaleca się stosowanie kurtyn dymowych w klasie D₆₀₀ 60 lub przegród dymowych EI 60. Dopuszcza się instalowanie urządzeń i elementów SWS bezpośrednio w kurtynach lub przegrodach dymowych, np. wentylatorów strumieniowych na granicy stref dymowych. Z każdej strefy dymowej musi istnieć możliwość ewakuacji bezpośrednio na zewnątrz, do innej strefy pożarowej lub do bezpiecznego miejsca.

Wydajność układu wyciągowego

Wydajność wyciągu SWS musi zostać dobrana w sposób zapewniający ograniczenie zadymienia do strefy dymowej, w której wystąpił pożar, i powinna uwzględniać kryterium obniżenia temperatury. W przypadku braku stałego urządzenia gaśniczego minimalna wydajność wyciągu SWS powinna być większa lub równa 120 000 m³/h, przy jednoczesnym uwzględnieniu wymogu doboru zapewniającego ograniczenie zadymienia do strefy dymowej, w której wystąpił pożar. Prędkość powietrza na kratkach wyciągowych nie powinna przekraczać 8 m/s, przy czym dopuszcza się 12 m/s.

Metoda szacowania wydajności przedstawiona została w załączniku do wytycznych. Aby uniemożliwić powstawanie zbyt wysokich temperatur, autorzy zalecają wydajność wyciągu nie mniejszą niż 120 000 m³/h, co skutecznie uniemożliwi powstanie temperatury większej niż 400°C, oddziałującej na wentylatory wyciągowe w razie pożaru projektowego 8 MW. Ograniczenie temperatury gazów pożarowych zabezpieczy również przed powstaniem zjawiska rozgorzenia, które mogłoby być szczególnie niebezpieczne dla ekip ratowniczo-gaśniczych.

Czerpnie i wyrzutnie pożarowe

We wstępie do tego rozdziału autorzy przypominają, że aktualnie polskie przepisy techniczno-budowlane nie podają jednoznacznych wymagań dotyczących odległości czerpni i wyrzutni pożarowych dachowych, elewacyjnych czy też terenowych względem sąsiednich budynków, stref pożarowych, dróg komunikacji ogólnej czy innych elementów infrastruktury. Bezpośrednie połączenie przestrzeni garażu oraz czerpni lub wyrzutni pożarowej powoduje, że elementy te są częścią garażu. W takim przypadku zasadne wydaje się zastosowanie ogólnych przepisów określających odległości pomiędzy budynkiem PM o obciążeniu ogniowym nieprzekraczającym 500 MJ/m² (garaż) a innymi budynkami. Autorzy wskazują, że wykorzystali również normę belgijską NBN S 21-208-2:2014, która definiuje wymagania dotyczące odległości wyrzutni od innych elementów budynku w sposób

chroniący przed rozprzestrzenianiem się pożaru. Rozdział ten zawiera 15 punktów określających wymagania dla czerpni i wyrzutni. Zawarto w nim też wymóg, by odrębną strefę pożarową stanowiły pomieszczenia, w których umieszczone są maszynownie wentylacji, rozdzielnice elektryczne i zasilające oraz niezbędne podczas pożaru instalacje i urządzenia.

Otwory kompensacyjne mechaniczne i grawitacyjne

Rozdział zawiera 8 punktów, w których podano wymagania projektowe dla szachtów oraz krat grawitacyjnych i mechanicznych, a także maksymalne prędkości powietrza na drogach ewakuacyjnych i dla wyciągów.

Bramy wjazdowe

W rozdziale tym zawarto wymagania bardzo ważne dla działania ekip ratowniczo-gaśniczych. Autorzy wskazują, że brama wjazdowa w wielu przypadkach projektowych może być najlepszą drogą prowadzenia rozpoznania i działań ratowniczo-gaśniczych. Wykorzystanie bramy wjazdowej jest uzasadnione jedynie w przypadku pożaru na poziomie, na który prowadzi brama. Gaszenie poziomów niższych lub wyższych wiązałoby się z koniecznością budowania bardzo długiej linii gaśniczej oraz ryzykiem zadymienia kolejnych kondygnacji garażu i pogorszeniem warunków prowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczej.

W wytycznych zawarto zalecenia dotyczące automatycznego otwarcia bramy w momencie wystąpienia alarmu II stopnia oraz stosowania zasilania bram przed wyłącznikiem przeciwpożarowym. W komentarzach autorzy wskazują, że bramy warto wyposażać w rozwiązania techniczne dające możliwość jej otwarcia lub zamknięcia przez kierującego działaniami ratowniczo-gaśniczymi, np. poprzez wyprowadzenie przycisku umożliwiającego otwarcie bramy z pomieszczenia ochrony lub pomieszczenia, w którym znajduje się centrala SSP, albo za pomocą łącznika (stacyjki) uruchamianego kluczem o profilu trójkątnym, będącym na wyposażeniu PSP.

Wentylatory strumieniowe

We wstępie do tego rozdziału autorzy podkreślają, że głównym zadaniem wentylatorów strumieniowych jest odpowiednie ukierunkowanie powietrza do punktów wyciągowych SWS. O skuteczności ich działania stanowi zdolność do usuwania zadymienia oraz kompensowania powietrza.

Wytyczne zalecają zastosowanie w wentylatorach strumieniowych deflektorów nawiewanego powietrza w celu uniknięcia efektu Coandy. Ich rozmieszczenie w garażu powinno zapobiegać powstawaniu tzw. martwych stref, spód wentylatora powinien się znajdować na wysokości 2,0–2,5 m nad poziomem posadzki. Lokalizowanie wentylatorów strumieniowych relatywnie jak najniżej pozwala bowiem na efektywniejsze wykorzystanie strumienia nawiewanego powietrza.

Klasy temperaturowe wentylatorów, przewodów i klap

We wstępie do tego rozdziału autorzy wskazują, że klasa temperaturowa wentylatorów oddymiających powinna być ściśle powiązana z warunkami pożarowymi panującymi wewnątrz zabezpieczonej strefy budynku. W większości przypadków stosowanie wentylatorów w klasie temperaturowej wyższej niż F400 nie ma uzasadnienia, ponieważ powstanie wyższych temperatur oznacza nieprawne zaprojektowanie SWS lub jego działania. Standardy zagraniczne zalecają zastosowanie wentylatorów wyciągowych F300. Autorzy sugerują oszacowanie klasy temperaturowej wentylatorów głównych wyciągowych na dachu na podstawie obliczeń zgodnie z załącznikiem nr 2 wytycznych albo symulacji komputerowych.

Z kolei klasę wentylatorów głównych wyciągowych w pomieszczeniu wentylatorni na poziomie garażu lub terenu zaleca się wyznaczać w oparciu o wyniki symulacji komputerowych, gdyż jest to metoda umożliwiająca jednostkowe podejście do każdego przypadku. Wytyczne zawierają także szereg szczegółowych zaleceń dotyczących zastosowania wodnych instalacji gaśniczych. Przewody wentylacji oddymiającej i kłapy powinny odpowiadać co najmniej wymaganiom zawartym w WT.

Detekcja pożaru i sterowanie

Rozdział zawiera szczegółowe zalecenia dla alarmów I oraz II stopnia – ich wywołania i sekwencji działania systemów ostrzegawczych i wentylacyjnych (bytowych i pożarowych).

Zasilanie elektryczne

To obszerny fragment wytycznych z zaleceniami dotyczącymi czasu gwarantowanej niezawodności zasilania, wydzielania obwodów oraz podstawowych i rezerwowych źródeł zasilania.

Platformy do wielopoziomowego parkowania samochodów

We wstępie do tego rozdziału autorzy wskazują, że aktualne przepisy techniczno-budowlane nie regulują problematyki wielopoziomowego parkowania samochodów w garażach zamkniętych. A brak formalnych regulacji w tym zakresie powoduje wiele problemów projektowych, co pośrednio przekłada się na bezpieczeństwo pożarowe budynku. Wytyczne zalecają zatem, żeby w przypadku stosowania dwupoziomowych platform parkingowych przyjmować pożar minimum czterech samochodów o mocy nie mniejszej niż 16 MW. W sytuacji zastosowania platform parkingowych o liczbie poziomów większej niż dwa moc pożaru powinna być określana indywidualnie. Podano także miejsca sytuowania wentylatorów strumieniowych i zalecono dodatkowe stosowanie wodnych instalacji gaśniczych.

Współdziałanie samoczynnego urządzenia gaśniczego z wentylacją strumieniową

Autorzy zwracają uwagę, że obecnie żadne standardy, dotyczące projektowania zarówno wentylacji oddymiającej, jak i samoczynnych urządzeń gaśniczych, nie odnoszą się wprost do problematyki współdziałania systemu wentylacji strumieniowej z instalacją gaśniczą. Jednak aktywacja SWS nie pozostaje bez wpływu na jej działanie, co może powodować zakłócenia w poprawnej lokalizacji pożaru oraz efektywnym działaniu instalacji gaśniczej. Wytyczne zalecają zatem uwzględnienie czasu zwłoki w uruchomieniu wentylatorów strumieniowych względem instalacji wodnej gaśniczej. Otwarcie tryskacza powinno nastąpić przed uruchomieniem wentylatorów strumieniowych. Czas aktywacji tryskacza należy oszacować na podstawie obliczeń empirycznych lub numerycznych. W zależności od rodzaju budynku powiązanego funkcjonalnie z garażem można rozważyć uruchomienie głównych wentylatorów nawiewnych i wyciągowych bezzwłocznie po wystąpieniu alarmu II stopnia wywołanego przez SSP. Dla instalacji tryskaczowej zaleca się przyjęcie powierzchni działania powiększonej o 100% względem wytycznych w standardzie, na podstawie którego projektowany jest system. W scenariuszu pożarowym należy przewidzieć automatyczne wyłączenie wentylacji bytowej w alarmie I stopnia wywołanym przez SSP.

Stanowiska ze stacjami ładowania pojazdów elektrycznych

Nie można jednoznacznie wskazać, że parkowanie w garażach zamkniętych samochodów elektrycznych zwiększa prawdopodobieństwo wystąpienia pożaru w porównaniu z samochodami z konwencjonalnym silnikiem spalinowym. Jednak podczas projektowania należy wziąć pod uwagę następujące hipotezy: krzywa rozwoju mocy pożaru może być różna dla każdego przypadku pożaru samochodu elektrycznego, dynamika rozwoju pożaru w pierwszej fazie jest dużo wyższa, rozwój pożaru na kolejne samochody elektryczne może być zainicjowany relatywnie niskimi temperaturami, powodując przegrzanie ogniwa, obecne zabezpieczenia przeciwpożarowe garaży mogą się okazać niewystarczające, a proces gaszenia samochodów elektrycznych wymaga dłuższych działań zastępów PSP.

Dla działań ratowniczo-gaśniczych istotne jest odpowiednie lokalizowanie miejsc postojowych pojazdów elektrycznych z funkcją ładowania. Chodzi głównie o możliwość relatywnie łatwego dostarczenia do pożaru, jak również późniejszego usunięcia pojazdu z garażu.

W wytycznych zawarto zatem dwa krótkie zalecenia:

1. Podczas projektowania SWS należy uwzględnić szybszy przyrost mocy pożaru w pierwszej fazie rozwoju.
2. Zaleca się lokalizowanie miejsc postojowych [z funkcją ładowania – red.] na zewnątrz budynku w przypadku garaży z windą samochodową.

Dokument obejmuje także trzy załączniki: *Określanie wydajności wyciągu pożarowego; Określanie klasy temperaturowej wentylatorów wyciągowych oraz Procedura odbiorowa*. Zamyka je obszerny wykaz literatury.

opr. red.

Wytyczne projektowe opracował zespół specjalistów ze Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, Politechniki Warszawskiej i Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa: mgr inż. Matusz Fliszkiewicz, dr inż. Małgorzata Majder-Łopatka, dr hab. inż. Andrzej Polańczyk, dr hab. inż. Wioletta Rogula-Kozłowska, mgr inż. Antoni Celej, mgr inż. Jan Czajkowski, dr inż. Tomasz Klinke, mgr inż. Ireneusz Kopczyński, mgr inż. Damian Kubera, mgr inż. Karol Mojski, mgr inż. Edward Skiepkó, mgr inż. Janusz Woźniak.

Dostępne pod adresem: https://www.sgsp.edu.pl/?page_id=24172



Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU 1994, nr 89, poz. 414, z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002, nr 75, poz. 690, z późn. zm.)
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719, z późn. zm.)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie (DzU 2011, nr 144, poz. 859)
5. NBN S 21-208-2:2014: *Fire protection in buildings – Design of smoke and heat exhaust ventilation systems for enclosed car park*, 2014
6. NEN 6098:2012: *Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks*, 2012
7. BS 7346-7:2013: *Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks*, 2013
8. *Wytyczne projektowe dla wentylacji strumieniowej garaży zamkniętych*, „Rynek Instalacyjny” 1–2/2022, rynekinstalacyjny.pl

Energooszczędność zespołu wentylator–silnik–przetwornica, czyli wysokosprawny układ SMAY z silnikiem w klasie IE4

Branżę HVAC czekają zmiany. Dotyczą one klasy sprawności silników wykorzystywanych m.in. w wentylatorach o dużej mocy. Choć rozporządzenie obejmuje silniki o mocy 75–200 kW, to w SMAY oferujemy silnik IE4 również dla urządzeń bytowych typu SFL/M. Jak stworzyliśmy układ o najwyższej sprawności całkowitej i najniższym zapotrzebowaniu na moc?

Zmiany w sektorze HVAC – silniki w klasie sprawności IE4

W najbliższym czasie sektor HVAC czekają wielkie zmiany związane z silnikami do wentylatorów. Chodzi o **drugi etap Rozporządzenia (UE) 2019/1781** ustanawiający wymogi dotyczące eko-projektu dla silników elektrycznych i układów bezstopniowej regulacji obrotów. Oznacza to, że silniki o mocach od 75 kW do 200 kW obowiązkowo będą musiały mieć klasę sprawności **IE4**. Nasze [wentylatory](#) dużych mocy typu JET FAN SEF(R) oraz SEF(U), przeznaczone przede wszystkim do tuneli, wyposażone są już w silniki o wyższej klasie sprawności, zgodnie z najnowszymi wytycznymi.

Niższe koszty eksploatacji dzięki wentylatorom osiowym o podwyższonej sprawności

Jesteśmy świadomi ogromnej odpowiedzialności przedsiębiorstw produkcyjnych w kwestii zrównoważonego rozwoju, dlatego wprowadziliśmy do oferty silniki o klasie IE4 dla urządzeń bytowych typu [SFL/M](#), czyli wentylatorów osiowych o podwyższonej sprawności. **Unijne rozporządzenie nie nakłada takiego obowiązku, jednak w SMAY wykorzystujemy najnowsze osiągnięcia techniczne, by przyczynić się do ograniczenia śladu węglowego i oferować energooszczędne rozwiązania z zakresu bezpiecznej wentylacji, które znacząco obniżają koszty eksploatacji.**

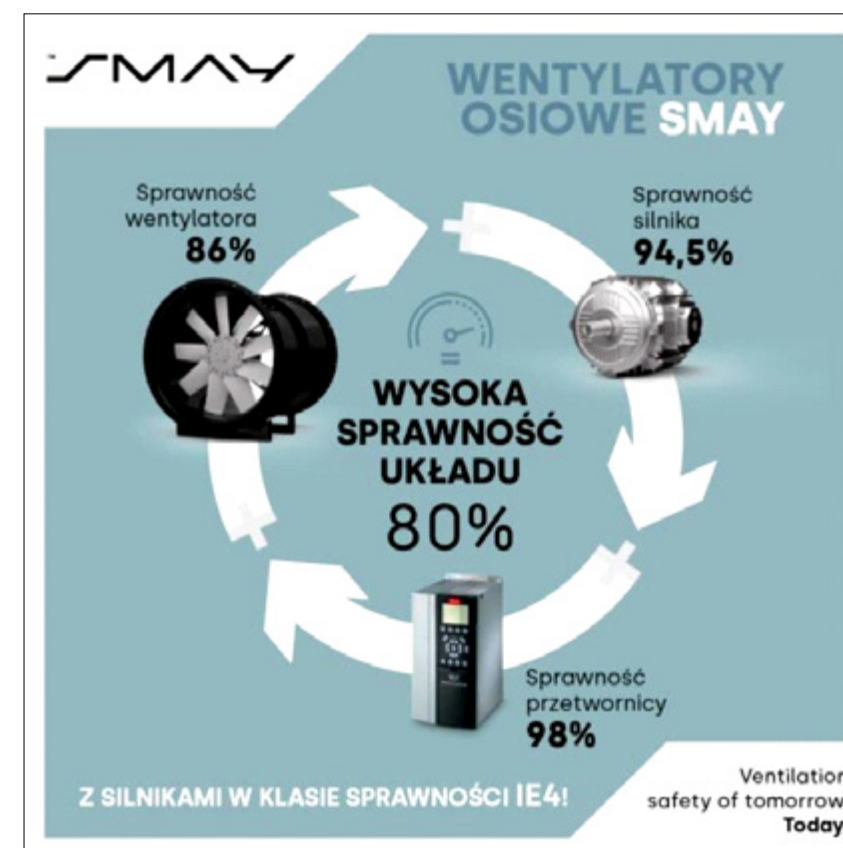


Silnik IE4 w wentylatorach osiowych SMAY

[Wentylatory bytowe z rodziny SFL](#) pracują w zakresie mocy, który pozwala na dalsze korzystanie z klasy IE3, lecz w SMAY już teraz umożliwiamy zamówienie wentylatorów z silnikami o klasie wyższej niż ta narzucona przez przepisy. **Nasi doradcy z pewnością przybliżą Ci korzyści, jakie płyną z używania wentylatorów SMAY** i pomagają znacząco obniżyć koszty eksploatacji.

Wentylator SMAY z silnikiem IE4 sterowany przetwornicą Danfoss

Na rynku jest dostępnych wiele rozwiązań związanych zarówno z wentylatorami, jak i silnikami oraz falownikami. **Dział techniczny SMAY dokładnie wyselekcjonował podzespoły układu wentylator-silnik-falownik, tak aby każdy element składowy cechował się najmniejszymi stratami.** Takie działanie w konsekwencji daje układ o najwyższej sprawności całkowitej i najniższym zapotrzebowaniu na moc i znacząco obniża koszty eksploatacji.



Najmniejsze straty energetyczne elementów układu

Jeżeli porównamy rozwiązania techniczne obsługujące dokładnie taki sam punkt pracy zespołu produkowanego przez SMAY z innymi urządzeniami na rynku, wnioski nasuwają się same – to energooszczędność na miarę nowoczesnych rozwiązań.

Wysoka energooszczędność zespołu: wentylator-silnik-przetwornica

Oszczędności na samej różnicy zużycia prądu kilkakrotnie przewyższają cenę produktów, zatem złudna oszczędność na etapie zakupu w rzeczywistości oznacza koszt, jakim są utracone korzyści wynikające z eksploatacji energooszczędnych urządzeń.

W porównaniu z pozostałymi ofertami dostępnymi na rynku **wysokosprawny układ SMAY z wentylatorem osiowym oddymiającym z silnikiem w klasie sprawności IE4** to:

- niższe zapotrzebowanie na moc wirnika – 21 kW,
- podwyższona sprawność działania wentylatora – nawet o 86%,
- wysoka sprawność przetwornicy – 98%,
- obniżona strata mocy wentylatora – nawet o 60%,
- około 45 tys. zł oszczędności rocznie*).

SMAY – bezpieczna wentylacja pożarowa

Przykłady wentylatorów przeznaczonych do odprowadzania toksycznych gazów, dymu i ciepła

Wentylator SEF(R)

Certyfikowane w klasie F400/120, 100% rewersyjne rozwiązanie – zapewnia takie same parametry pracy w obu kierunkach nawiewu-wywiewu. Dostępne typoszeregi w zakresie średnicowym od 630 mm do 1400 mm:

- bardzo wysoka sprawność energetyczna,
- możliwość pracy na częstotliwości 60 Hz – podwyższone parametry pracy,
- zminimalizowana strata wylotowa ciśnienia dzięki zastosowaniu dyfuzora na wylocie,
- niskie zapotrzebowanie na moc,
- maksymalna moc silnika – 55 kW,
- sprawność optymalna nawet 80%,
- dostępny również w wersji wentylatora tunelowego – JET FAN SEF(R),
- możliwa praca dwufunkcyjna (praca wentylatora w funkcji bytowej w zakresie 15–50 Hz).



*). Obliczone dla 8760 godzin pracy wentylatora innego producenta/konkurencji.

Wentylator SEF(V)

Certyfikowany typoszeręg w zakresie średnic od 315 mm do 1400 mm i mocy silnika do 54 kW.

Klasyfikacja odporności pożarowej:

- odporność ogniowa 400°C przez 120 min,
- odporność ogniowa 300°C przez 60 min,
- odporność ogniowa 200°C przez 120 min.

Parametry pracy:

- wysoka skuteczność oddymiania i napowietrzania w bardzo krótkim czasie (standardowa rewersyjność SEF(V) na poziomie ok. 70%),
- możliwość pracy również w funkcji bytowej (czujniki PTC są dostępne jako opcjonalne),
- w przypadku wentylatorów z kierownicą strumienia na wylocie (SEF(V)GV) urządzenia mają znacznie wyższą sprawność (nawet 85%) oraz wyższe parametry przepływowe,
- krótki czas reakcji na sygnał alarmu pożarowego,
- łatwa regulacja systemu dzięki możliwości zastosowania falownika,
- praca na częstotliwości 50 Hz lub 60 Hz,
- niskie koszty eksploatacji dzięki wysokiej sprawności w pełnym zakresie stosowania (~85% w optimum energetycznym dla wentylatorów SEF(V)GV).



Wentylatory oddymiające ORZEŁ (REF)

- promieniowy jednokierunkowy wirnik (wyważenie w klasie G 6,3), wykonany z blachy stalowej z żeliwną piastą,
- **dwa rodzaje wentylatorów:** z silnikiem jednobiegowym i dwubiegowym,
- klasa sprawności: IE2 lub IE3,
- zakres średnic: DNØ315 – 800 mm.

Silnik wentylatora:

- posadowiony wewnątrz obudowy na konstrukcji wsporczej,
- chłodzony powietrzem zewnętrznym poprzez izolowany kanał chłodzący,
- silnik asynchroniczny,
- stopień ochrony obudowy silnika: IP 55,
- klasa izolacji: F,
- silniki jednobiegowe trójfazowe [230/400V (Y) lub 400/690V (D/Y)],
- silniki dwubiegowe trójfazowe [400/400V (Y/YY)],
- moc znamionowa: 0,18–22 kW,
- prędkości obrotowe: 750–3000 obrotów na minutę.



Zespół napowietrzający – ZNZ-J

ZNZ-J to zespół napowietrzający z przepustnicą do napływu powietrza kompensacyjnego i wentylatorem mechanicznym. Dzięki zaimplementowaniu nowego typu wentylatorów nawiewnych istnieje możliwość skorzystania z dodatkowych korzyści:

- niższy poziom ciśnienia akustycznego generowanego przez jednostkę nawet o 9 dB(A),
- podwyższona sprawność całkowita – znaczna redukcja zużycia prądu
- czujniki PTC w standardzie dla maksymalnego bezpieczeństwa układu
- możliwość pomalowania na dowolny kolor z palety RAL.



6 godzin
wiedzy eksperckiej

10 filmów
szkoleniowych

Bądź na bieżąco ze zmianami w branży wentylacji

ZAPISZ SIĘ →



Zapisz się do naszej bazy wiedzy SMAY i skorzystaj z naszych bezpłatnych szkoleń z zakresu wentylacji pożarowej

Masz pytania o naszą ofertę?

zapytania@smay.eu

Inne zapytania do firmy:

info@smay.eu, www.smay.pl



SMAY Sp. z o.o.

Podłężę 678, 32-003 Podłężę

sekretariat: +48 12 378 1 800

SPRAWDŹ
NASZE
FLAGOWE

**WENTYLATORY
OSIOWE SMAY**

Z SILNIKAMI W KLASIE SPRAWNOŚCI IE4!



SEF(V)

WENTYLATORY
ODDYMIAJĄCE
100% REWERSYJNE



SEF(R)GV

WENTYLATORY
ODDYMIAJĄCE
Z KIEROWNICĄ
POWIETRZA



SFL/M

WENTYLATORY
OSIOWE BYTOWE



ZOBACZ PEŁNĄ OFERTĘ
WENTYLATORÓW OSIOWYCH SMAY →



Waldemar Joniec

Wentylacja strumieniowa garaży – wydajności wyciągu i klasy temperaturowe wentylatorów

Opracowane przez zespół ekspertów „Wytyczne projektowe: wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych” Szkoły Głównej Służby Pożarniczej zawierają m.in. praktyczną pomoc i przykłady obliczeń wydajności wyciągu systemów wentylacji strumieniowej. Wskazówki te pozwalają uniknąć przyjmowania zbyt dużych lub za małych wartości, zapewniając jednocześnie skuteczną ewakuację użytkowników oraz wejście do obiektu ekip ratowniczo-gaśniczych.

Wytyczne mogą być stosowane tylko w przypadku garaży zamkniętych w nowo projektowanych lub modernizowanych budynkach, zaprojektowanych w całości w oparciu o wymagania zawarte w tym dokumencie. Dotyczą garaży przeznaczonych do parkowania samochodów osobowych i małych pojazdów dostawczych, nieposiadających bezpośredniego wjazdu lub wyjazdu z budynku i o powierzchni przekraczającej 1500 m².

Wskazówki te nie są przeznaczone do projektowania garaży otwartych. W garażach zamkniętych powiązanych funkcjonalnie z budynkami, w których mogą przebywać osoby niezaznajomione z dostępnymi drogami ewakuacyjnymi, zaleca się stosowanie systemu wentylacji kanałowej (SWK) przy jednoczesnym uwzględnieniu zalecenia, że garaże o wysokości poniżej 3,8 m niewyposażone w instalację gaśniczą wodną i garaże o wysokości poniżej 2,8 m wyposażone w instalację gaśniczą wodną powinny być zabezpieczone systemem wentylacji strumieniowej (SWS). Wymóg ten nie wyklucza projektowania SWS w garażach wyższych. Zakres stosowania wynika m.in. z analiz norm zagranicznych (NBN S 21-208-2:2014, NEN 6098:2012, BS 7346-7:2013), które wskazują, że jednym z ważniejszych celów projektowych SWS jest zapewnienie bezpieczeństwa ekipom ratowniczo-gaśniczym.

Taki system wentylacji mechanicznej garażu zamkniętego powinien spełniać dwa nadrzędne cele projektowe: usuwanie nadmiaru spalin samochodowych podczas normalnego użytkowania garażu oraz usuwanie dymu i ciepła w razie wystąpienia pożaru. Wentylację bytową nawiewno-wywiewną realizuje system wentylacji strumieniowej, kierując powietrze ze spalinami z przestrzeni garażu do punktów wyciągowych, skąd jest ono usuwane na zewnątrz budynku przez szachty lub kanały. Napływ kompensacyjny świeżego powietrza zapewniają punkty czerpania. Wydajność w tej funkcji sterowana jest za pomocą czujników CO i/lub VOC.

Wentylację pożarową oddymiającą, czyli ochronę przed zadymieniem i wzrostem temperatury w przejściach ewakuacyjnych w czasie potrzebnym do bezpiecznej ewakuacji ludzi, oraz

wspomaganie działania ekip ratowniczo-gaśniczych i zabezpieczenie konstrukcji budynku także realizuje system wentylacji strumieniowej sterowany za pomocą systemu sygnalizacji pożarowej.

Wytyczne zawierają zalecenia dotyczące **optymalnego szacowania wydajności wyciągu SWS**. Pozwala to uniknąć przyjmowania wydajności większych od wskazywanych dla systemów oczyszczania z dymu (smoke clearance) i mniejszych niż zalecane dla systemów kontroli dymu (smoke control).

Wentylatory strumieniowe

Głównym zadaniem wentylatorów strumieniowych jest ukierunkowanie przepływu powietrza do punktów wyciągowych SWS. Wentylatory strumieniowe wytwarzają w danej części garażu większe podciśnienie, co może spowodować odpowiednie ukierunkowanie powietrza kompensacyjnego. Urządzenia te mogą też spowodować lokalne zwiększenie prędkości przepływu powietrza, ale ich głównym zadaniem, decydującym o skuteczności systemu, jest usuwanie zadymienia oraz kompensowanie powietrza.

W wentylatorach strumieniowych zaleca się stosowanie deflektorów nawiewanego powietrza w celu uniknięcia efektu Coandy i rozmieszczanie ich w garażu tak, aby zapobiec powstaniu tzw. martwych stref. Parametrem weryfikującym „martwe strefy” może być prędkość powietrza większa lub równa 0,2 m/s na wysokości 1,2 m nad poziomem posadzki.

Zaleca się montaż wentylatorów strumieniowych w taki sposób, aby spód wentylatora znajdował się na wysokości 2,0–2,5 m nad poziomem posadzki, przy uwzględnieniu lokalnych uwarunkowań architektonicznych i instalacyjnych. Umieszczanie wentylatorów strumieniowych najniżej pozwala efektywniej wykorzystać strumień nawiewanego powietrza. Umożliwia to również uniknięcie kolizji z innymi instalacjami, które mogą mieć wpływ na profil nawiewanego strumienia powietrza. Mogą wystąpić przypadki projektowe, w których zasadne jest ulokowanie wentylatora strumieniowego wyżej, dlatego wymóg ten jest ogólnym zaleceniem dla większości garaży. Zaleca się, aby łączna wydajność uruchomionych wentylatorów strumieniowych nie była większa niż projektowana wydajność wyciągu pożarowego – w przeciwnym przypadku należy dokonać sprawdzenia działania SWS przy użyciu prób z gorącym dymem.

Wentylatory strumieniowe należy mocować do stropu za pomocą atestowanych kotew z certyfikatem o odporności ogniowej i/lub prętów stalowych gwintowanych. W przypadku znacznej różnicy poziomów stropu i wentylatora strumieniowego należy rozważyć zastosowanie odpowiedniej konstrukcji zapewniającej stabilną pracę wentylatorów strumieniowych.

Wydajność układu wyciągowego

Wydajność wyciągu SWS musi zostać dobrana w sposób zapewniający ograniczenie zadymienia do strefy dymowej, w której wystąpił pożar, i powinna uwzględniać kryterium obniżenia temperatury. W przypadku braku stałego urządzenia gaśniczego minimalna wydajność wyciągu SWS powinna być większa lub równa 120 000 m³/h (przy jednoczesnym uwzględnieniu wymogu doboru zapewniającego ograniczenie zadymienia do strefy dymowej, w której wystąpił pożar). Prędkość powietrza na kratkach wyciągowych nie powinna przekraczać 8 m/s, dopuszcza się jednak 12 m/s.

Aby uniemożliwić powstawanie zbyt wysokich temperatur, autorzy zalecają nie mniejszą wydajność wyciągu niż 120 000 m³/h, co skutecznie uniemożliwi powstanie temperatury wyższej od 400°C, oddziałującej na wentylatory wyciągowe w razie pożaru projektowego o mocy 8 MW. Ograniczenie temperatury gazów pożarowych zabezpieczy również przed powstaniem zjawiska rozglenia, które mogłoby być szczególnie niebezpieczne dla ekip ratowniczo-gaśniczych. Metoda szacowania wydajności przedstawiona została w Załączniku nr 1 do wytycznych.

Określanie wydajności wyciągu pożarowego – Załącznik nr 1

Wyciąg pożarowy zgodnie z założonymi celami projektowymi powinien:

- wspomóc proces ewakuacji ludzi z garażu,
- zapewnić dostęp ekip ratowniczo-gaśniczych poprzez obniżenie temperatury poniżej 120°C w odległości większej niż 15 m od miejsca pożaru,
- utrzymać zadymienie w strefie dymowej, w której wystąpił pożar,
- chronić konstrukcję budynku poprzez obniżanie temperatury wewnątrz garażu.

Zgodnie z założeniami głównym czynnikiem determinującym wydajność wyciągu wentylacji strumieniowej jest przepływ powietrza pozwalający utrzymać zadymienie w jednej strefie dymowej przez cały czas trwania pożaru. W pewnych przypadkach projektowych wydajność wyciągu może być determinowana potrzebą zapewnienia odpowiedniego obniżenia temperatury dymu ze względu na bezpieczny dostęp ekip ratowniczo-gaśniczych, np. gdy granicę strefy dymowej stanowi jeden przejazd o relatywnie małej powierzchni przekroju.

Aby utrzymać zadymienie w strefie dymowej, w której wystąpił pożar, należy zapewnić odpowiednią masę powietrza zależnego od powierzchni przekroju granicy stref dymowych oraz żądanej prędkości przepływu powietrza przez ten otwór. Wraz ze wzrostem powierzchni lub prędkości przepływu wzrasta wydajność układu.

Warto zwrócić uwagę, że masa usuwanego powietrza w temperaturze otoczenia różni się od masy usuwanego dymu w warunkach pożarowych. Wynika to ze zmiany (zmniejszenia) gęstości powietrza ogrzanego. W związku z tym wraz ze wzrostem temperatury gazów pożarowych zmniejsza się prędkość na granicy stref dymowych. Dlatego podczas szacowania wydajności układu istotne

jest uwzględnienie zmiany temperatury powietrza usuwanego po osiągnięciu przez pożar maksymalnej projektowanej mocy.

W większości przypadków prędkość przepływu równa 1 m/s na granicy stref dymowych jest wartością zadowalającą, aby utrzymać zadymienie w obrębie jednej strefy. W przypadku nietypowych rozwiązań architektonicznych prędkość spełniająca kryterium utrzymania zadymienia w jednej strefie dymowej może wzrosnąć. Na potrzeby wstępnego szacowania tego parametru przedstawiona poniżej metoda powinna być wystarczająca. Zaleca się jednak, aby każdy przypadek projektowy został zweryfikowany przy użyciu symulacji komputerowych.

Obliczanie wymaganej wydajności układu wyciągowego

(Objaśnienia symboli zamieszczono na końcu artykułu)

1. Obliczanie objętościowego przepływu powietrza na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia:

$$V_0 = v_0 \cdot A$$

2. Obliczanie masowego przepływu powietrza na granicy stref dymowych:

$$m_0 = V_0 \cdot \rho_0$$

3. Obliczanie mocy konwekcyjnej pożaru:

$$Q_c = Q \cdot x$$

4. Obliczanie przewidywanej temperatury gazów pożarowych po wymieszaniu z zimnym powietrzem:

$$T = T_0 + \frac{Q_c}{m_0 \cdot c_p}$$

5. Obliczanie minimalnej wydajności wyciągu pożarowego:

$$V = \frac{m_0 \cdot T}{\rho_0 \cdot T_0}$$

6. Obliczanie prędkości na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia:

$$v = \frac{V}{A}$$

Przykład: W garażu zamkniętym projektuje się dwie strefy dymowe. Granica stref dymowych została ograniczona przegrodami dymowymi pomiędzy miejscami postojowymi oraz kurtynami

dymowymi nad przejazdami. Powierzchnię otworów na granicy stref dymowych stanowią dwa przejazdy o wymiarach 6,0×2,2 m.

1. Obliczanie objętościowego przepływu powietrza na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia (20°C) dla dwóch przejazdów:

$$v_0 = 1 \text{ m/s} \cdot (2 \cdot 6,0 \text{ m} \cdot 2,2 \text{ m}) = 26,4 \text{ m}^3/\text{s} = 95\,040 \text{ m}^3/\text{h}$$

2. Obliczanie masowego przepływu powietrza na granicy stref dymowych:

$$m_0 = 26,4 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,204 \text{ kg/m}^3 \approx 31,786 \text{ kg/s}$$

3. Obliczanie mocy konwekcyjnej pożaru dla pożaru projektowego dwóch samochodów:

$$Q_c = 8000 \text{ kW} \cdot 0,8 = 6400 \text{ kW}$$

4. Obliczanie przewidywanej temperatury gazów pożarowych po wymieszaniu z zimnym powietrzem:

$$T = 293 \text{ K} + \frac{6400 \text{ kW}}{31,786 \text{ kg/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/kgK}} \approx 493,347 \text{ K} = 220,347^\circ\text{C}$$

5. Obliczanie minimalnej wydajności wyciągu pożarowego:

$$V = \frac{31,786 \text{ kg/s} \cdot 493,347 \text{ K}}{1,204 \text{ kg/m}^3 \cdot 293 \text{ K}} \approx 44,452 \text{ m}^3/\text{s} \approx 160\,026 \text{ m}^3/\text{h}$$

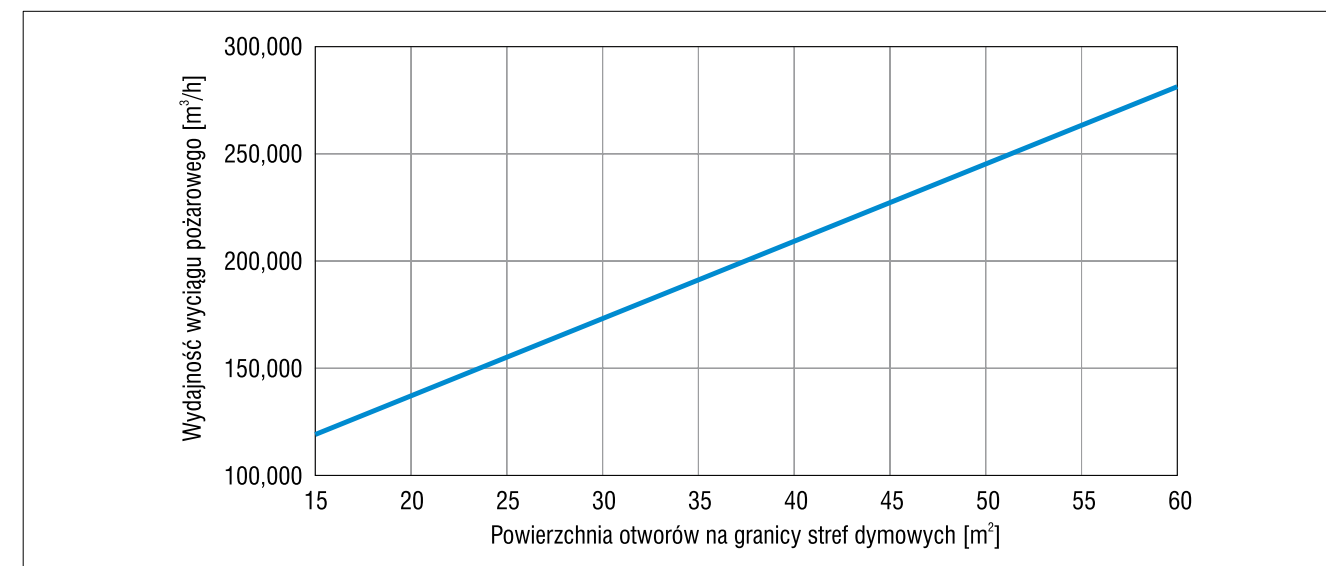
6. Obliczanie prędkości na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia:

$$v = \frac{44,452 \text{ m}^3/\text{s}}{26,4 \text{ m}^2} \approx 1,684 \text{ m/s}$$

Na **rys. 1** przedstawiono wykres zależności wydajności wyciągu pożarowego od powierzchni otworów na granicy stref dymowych.

Klasa temperaturowa wentylatorów oddymiających

Klasa temperaturowa wentylatorów oddymiających powiązana jest ściśle z warunkami pożarowymi panującymi wewnątrz zabezpieczanej strefy budynku. Poprawnie zaprojektowany SWS powinien utrzymać odpowiednie warunki pożarowe wewnątrz garażu: wystąpienie temperatury wyższej niż 400°C na wlocie wentylatora oddymiającego oznaczać będzie, że w chronionej przestrzeni doszło do niekontrolowanego rozwoju pożaru, np. powstania zjawiska rozgorzenia. W związku z tym w większości przypadków stosowanie wentylatorów w klasie temperaturowej wyższej niż F400 nie



Rys. 1. Zależność wydajności wyciągu pożarowego od powierzchni otworów na granicy stref dymowych

ma uzasadnienia, ponieważ powstanie wyższych temperatur oznacza niepoprawne zaprojektowanie SWS lub jego działanie. Należy również zwrócić uwagę, że w wielu zagranicznych standardach [5, 6, 7] zalecaną klasą temperaturową wentylatorów wyciągowych jest F300.

1. Klasa temperaturowa wentylatorów głównych wyciągowych znajdujących się na dachu budynku może zostać oszacowana na podstawie:

- obliczeń empirycznych zgodnie z Załącznikiem nr 2,
- symulacji komputerowych.

2. Zaleca się, aby klasa temperaturowa wentylatorów głównych wyciągowych znajdujących się w pomieszczeniu wentylatorni na poziomie garażu lub poziomie terenu została oszacowana w oparciu o wyniki symulacji komputerowych.

Komentarz: W przypadku lokalizacji wentylatorów wyciągowych w garażu lub na poziomie terenu istnieje ryzyko bezpośredniego oddziaływania płomieni na te wentylatory (np. pożar samochodu zlokalizowanego przy pomieszczeniu wentylatorni lub bezpośrednio pod wentylatorem wyciągowym). Dlatego zasadne wydaje się zastosowanie symulacji komputerowych pozwalających na jednostkowe podejście do każdego przypadku. Przedstawione w Załączniku nr 2 obliczenia empiryczne mają zastosowanie w momencie całkowitego wymieszania się dwóch mas powietrza – ogrzanego przez pożar oraz zimnego kompensowanego przez otwory nawiewne. Istotne jest również uwzględnienie promieniowania, które może bezpośrednio oddziaływać na wentylator.

3. W przypadku lokalizowania wentylatorów bezpośrednio na stropie garażu (pionowo) zaleca się wykonanie obudowy (komory) od posadzki garażu z otworami w bocznych ścianach, tak aby zminimalizować wpływ bezpośredniego oddziaływania płomieni palącego się samochodu. W razie braku takiej możliwości otwory wyciągowe powinny być lokalizowane w przejazdach garażu.

- Podczas określania klasy temperaturowej należy uwzględnić wyposażenie garażu w instalację wodną gaśniczą.
- Zaleca się zastosowanie wentylatorów strumieniowych w klasie F40.120 lub w klasie F30.60 w przypadku wykorzystania w garażu instalacji wodnej gaśniczej.
- Przyjmuje się, że wentylatory strumieniowe umieszczone w obszarze rozprzestrzeniania dymu w odległości 10 m od źródła ognia mogą zostać uszkodzone z powodu oddziaływania wysokiej temperatury strumienia podsufitowego.

Komentarz: Jeżeli z symulacji komputerowej wynika, że temperatura w miejscu otworu zasysającego wentylatorów strumieniowych nie przekracza wybranej klasy temperaturowej wentylatorów strumieniowych według normy PN-EN 12101-3, w obliczeniach można przyjąć, że wentylatory te nie przerwą swojej pracy.

- Dopuszcza się zastosowanie wentylatorów nawiewnych bez odporności ogniowej w przypadku, gdy wentylatory te nie przechodzą przez strefę objętą pożarem lub mają obudowy o odporności ogniowej EIS 120.

Komentarz: Średnia prędkość w wentylatorze osiowym może wynosić nawet 18 m/s, dlatego występuje minimalne ryzyko powstania wysokiej temperatury wewnątrz wentylatora na skutek propagacji temperatury i zadymienia wewnątrz układu nawiewnego. Bardziej prawdopodobne jest zassanie gorącego powietrza z zewnątrz przez czerpnię na skutek niekontrolowanego rozwoju pożaru. **Dlatego należy zwrócić szczególną uwagę na lokalizację czerpni nawiewu mechanicznego względem innych czerpni grawitacyjnych lub wyrzutni pożarowej.**

Określanie klasy temperaturowej wentylatorów wyciągowych – Załącznik nr 2

Poniżej zaprezentowano podejście, które zostało opisane w normie holenderskiej NEN 6098:2012: *Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks*, 2012 [6]. Klasa temperaturowa wentylatora uzależniona jest od temperatur, które mogą powstać w przestrzeni garażu. Temperatura gazów pożarowych zależy ściśle od mocy konwekcyjnej pożaru (skumulowanej w dymie) oraz ilości usuwanego dymu – wydajności SWS. Zależność tę opisuje następujący wzór:

$$V = \frac{Q_c \cdot T}{T_0 \cdot \rho_0 \cdot c_p \cdot \Delta T}$$

Masa usuwanego powietrza i jego temperatura są ze sobą związane. Z uwagi na powyższe do ich jednoczesnego obliczenia należy wykorzystać iteracyjną metodę kolejnych przybliżeń, przyjmując w pierwszym kroku gęstość i temperaturę chłodnego powietrza. W każdym kolejnym kroku należy stopniowo korygować wyniki, aż do otrzymania dwóch kolejnych różniących się maksymalnie o 1%.

$$T^{(n)} = T_0 + \frac{Q_c}{m^{(n-1)} \cdot c_p}, \quad m^{(n)} = \frac{V \cdot \rho_0 \cdot T_0}{T^{(n)}}$$

W pierwszym kroku jako temperaturę gazów pożarowych należy przyjąć temperaturę otoczenia.

Przykład: W garażu zamkniętym projektuje się wyciąg o łącznej wydajności 180 000 m³/h. Założono pożar dwóch samochodów o łącznej mocy 8 MW. Przyjmuje się, że promieniowanie stanowi 20% całkowitej mocy pożaru (przypadek niekorzystny), a temperatura otoczenia jest równa 20°C.

- Obliczanie mocy konwekcyjnej pożaru:

$$Q_c = 8000 \text{ kW} \cdot 0,8 = 6400 \text{ kW}$$

- Obliczanie masy usuwanego powietrza dla pierwszej iteracji, tj. przy założeniu, że temperatura gazów pożarowych jest równa temperaturze otoczenia:

$$T^{(0)} = 293 \text{ K}, \quad m^{(0)} = \frac{50 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,204 \text{ kg/m}^3 \cdot 293 \text{ K}}{293 \text{ K}} = 60 \text{ kg/s}$$

- Obliczanie kolejnych kroków, aż do uzyskania dwóch kolejnych wyników różniących się maksymalnie o 1%:

$$T^{(1)} = 293 \text{ K} + \frac{6400 \text{ kW}}{60 \text{ kg/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/kgK}} \approx 398,611 \text{ K},$$

$$m^{(1)} = \frac{50 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,204 \text{ kg/m}^3 \cdot 293 \text{ K}}{398,611 \text{ K}} \approx 44,103 \text{ kg/s}$$

...

$$T^{(7)} = 293 \text{ K} + \frac{6400 \text{ kW}}{38,404 \text{ kg/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/kgK}} \approx 458,001 \text{ K},$$

$$m^{(7)} = \frac{50 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,204 \text{ kg/m}^3 \cdot 293 \text{ K}}{458,001 \text{ K}} \approx 38,384 \text{ kg/s}$$

$$T^{(8)} = 293 \text{ K} + \frac{6400 \text{ kW}}{38,384 \text{ kg/s} \cdot 1,005 \text{ kJ/kgK}} \approx 458,084 \text{ K},$$

$$m^{(8)} = \frac{50 \text{ m}^3/\text{s} \cdot 1,204 \text{ kg/m}^3 \cdot 293 \text{ K}}{458,084 \text{ K}} \approx 38,377 \text{ kg/s}$$

Podsumowanie

Wytyczne opracowane w ramach działalności Instytutu Inżynierii Bezpieczeństwa Szkoły Głównej Służby Pożarniczej znaleźć można pod adresem: https://www.sgsp.edu.pl/?page_id=24172 i tam też wносить ewentualne uwagi do ich zawartości.

Literatura

1. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (DzU 1994, nr 89, poz. 414, z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (DzU 2002, nr 75, poz. 690, z późn. zm.)
3. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719, z późn. zm.)
4. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 17 czerwca 2011 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać obiekty budowlane metra i ich usytuowanie (DzU 2011, nr 144, poz. 859)
5. NBN S 21-208-2:2014: *Fire protection in buildings – Design of smoke and heat exhaust ventilation systems for enclosed car park*, 2014
6. NEN 6098:2012: *Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks*, 2012
7. BS 7346-7:2013: *Components for smoke and heat control systems – Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks*, 2013
8. Wytyczne projektowe dla wentylacji strumieniowej garaży zamkniętych, „Rynek Instalacyjny” 1–2/2022, rynekinstalacyjny.pl
9. Wentylacja strumieniowa garaży zamkniętych, „Rynek Instalacyjny” 3/2023, rynekinstalacyjny.pl

Objaśnienia symboli użytych w tekście

Symbol	Jednostka	Zalecana wartość	
A	m ²	–	Powierzchnia otworów na granicy stref dymowych
v ₀	m/s	1,0	Sugerowana prędkość przepływu powietrza na granicy stref dymowych w warunkach pożarowych
v	m/s	–	Prędkość powietrza na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia
ρ ₀	kg/m ³	1,204	Gęstość powietrza w temperaturze otoczenia
cp	kJ/kgK	1,005	Ciepło właściwe powietrza
Q	kW	–	Moc pożaru
x	–	0,8	Ułamek mocy konwekcyjnej (w większości przypadków realnych pożarów samochodów wartość ta będzie niższa, jednakże na potrzeby szacowania innych parametrów pożaru zaleca się przyjęcie podanej wartości)
Q _c	kW	–	Moc konwekcyjna pożaru
T ₀	K	–	Temperatura otoczenia
T	K	293	Przewidywana temperatura dymu
ΔT	K	–	Przewidywany przyrost temperatury dymu
V ₀	m ³ /s	–	Objęściowy przepływ powietrza na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia
m ₀	kg/s	–	Masowy przepływ powietrza na granicy stref dymowych w temperaturze otoczenia
V	kg/s	–	Objęściowy przepływ powietrza na granicy stref dymowych w warunkach pożarowych (po osiągnięciu przez pożar maksymalnej mocy), minimalna wydajność wyciągu

ORZEŁ INNOWACJI 2023 W KATEGORII PRZEDSIĘBIORSTWA

DZIENNIKA

RZECZPOSPOLITA



PRO-SERVICE

1991-2021

STOSUJ TYLKO ORYGINALNE



WZÓR PRZEMYSŁOWY
RCD 002830497-001-004



UWAGA:
WIELOPUNKTOWY I WIELOGAZOWY SYSTEM DETEKCJI CO/LPG... NO₂...
W GARAŻACH I PARKINGACH PODZIEMNYCH, ORAZ WIELOGAZOWE,
STACJONARNE DETEKTORY GAZÓW I POŁĄCZENIE DWÓCH MODUŁÓW URZĄDZENIA
TO WYŁĄCZNE I CHRONIONE KNOW-HOW FIRMY PRO-SERVICE

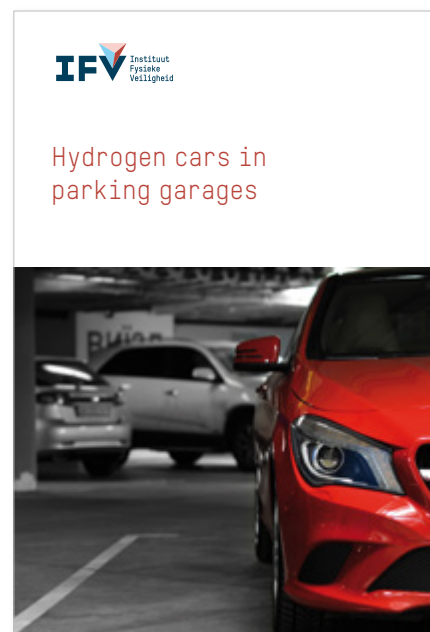
WWW.ALARMGAZ.COM

Wyzwanie dla wentylacji garaży – pojazdy na gaz ziemny i wodór

Budowa układu wentylacji w garażach z systemami detekcji metanu i wodoru jest dużym wyzwaniem i każdorazowo wymaga szczegółowego uwzględnienia warunków lokalnych. Z uwagi na skąpe europejskie, a także światowe doświadczenia w budowie instalacji wentylacji z detekcją wodoru, szczególnej wagi nabiera współpraca projektanta z dostawcą systemu i rzeczoznawcą ppoż. oraz śledzenie wytycznych i zaleceń branżowych. Zagadnienie to może się wydawać pozornie mało istotne, ale obecnie budowane garaże za 2–3 dekady będą prawdopodobnie służyć głównie samochodom elektrycznym i z ogniwami paliwowymi. Są też sygnały z rynku, że firmy posiadające w Polsce duże floty samochodów osobowych rozważają przejście na napędy alternatywne – metan i ogniwa paliwowe.

Wraz ze zmianami w nowoczesnych pojazdach istotne zmiany dotyczą także garaży. Kierowcy chętnie wybierają duże samochody, a miejsca postojowe się nie powiększają i specjalnie ich nie przybywa. Deweloperzy dążą do „optymalizacji” gęstości parkowania w budynkach – korzystamy już np. z pionowego parkowania przy użyciu wind parkingowych. Powoduje to wzrost liczby pojazdów i tym samym większą ilość paliwa na mniejszych powierzchniach. Ponadto samochody zawierają coraz więcej elementów wykonanych z tworzyw sztucznych i tym samym szybciej rozprzestrzeniają pożar. Do tego dochodzą różne napędy – spalinowe (benzyna, olej napędowy, LPG, metan), elektryczne i ogniwa paliwowe. Zasady i wytyczne dla garaży i ich wentylacji oraz systemów ppoż. są stale formułowane i w okresie przejściowym – zanim powstaną odpowiednie kanony – bardzo ważne jest, aby inwestorzy nowych obiektów, architekci, projektanci instalacji oraz rzeczoznawcy ppoż. współpracowali ze sobą, tak aby skutecznie rozwiązywać problemy i przyczyniać się do wzrostu bezpieczeństwa, a także wpływać na tworzenie się przepisów i norm dotyczących parkingów i garaży.

Zmiany, jakie dokonują się w napędach samochodów, wpływają na wiele różnych obszarów – projektowanie garaży i produkcję



Fot. 1. Okładka poradnika pt. *Hydrogen cars in parking garages*, opracowanego na zlecenie holenderskiego Ministerstwa Infrastruktury i Gospodarki Wodnej przez państwowy Instytut Fysieke Veiligheid (IFV, Institute for Safety) [1]

paliw, systemy ochrony ppoż., a nawet zasady ewakuacji oraz taktykę gaszenia pożarów przez strażaków. Tempo tych zmian jest wysokie i ma wciąż rosnać. Już teraz wiemy, że o ok. 40% wzrosło obciążenie ogniowe nowych samochodów, niezależnie od tego, czy są to auta elektryczne, czy z silnikami spalinowymi.

W momencie gdy dojdzie do pożaru, nie ma w praktyce dużej różnicy między samochodami elektrycznymi i konwencjonalnymi pod względem obciążenia ogniowego. Ale żeby do pożaru nie doszło, stosujemy środki zapobiegawcze – w tym wentylację mechaniczną garaży sterowaną detekcją gazów spalinowych i palnych. Z uwagi na wzrost potencjału mocy pożaru z powodu zmian w samochodach i zwiększanie liczby pojazdów przypadających na daną powierzchnię postuluje się nawet stosowanie stałych systemów gaśniczych wodnych – na mgłę wodną – z uwagi na ochronę konstrukcji budynków mieszkalnych już w przypadku garażu na kilka stanowisk (6–7 pojazdów), zwłaszcza z windami samochodowymi. Ryzyko uszkodzenia konstrukcji budynku w wyniku pożaru garażu, szczególnie gdy jest on częścią innego budynku, zwłaszcza mieszkalnego, jest wysokie [5].

Badania prowadzone nad samochodami wodorowymi dotyczą zagrożeń, jakie mogą wystąpić w przypadku uwolnienia się tego gazu. Ważne są nie tylko skutki uwolnienia wodoru, ale także prawdopodobieństwo ich wystąpienia, np. w wyniku wypadku z udziałem samochodu napędzanego wodorem. Takich badań nie było jednak wiele – częściej bada się zagrożenia związane z uwalnianiem się tego gazu w garażach i tunelach, zwłaszcza po tym, jak dochodziło do pożarów samochodów z napędem elektrycznym [1]. Choć jak na razie po drogach jeździ bardzo mało samochodów napędzanych wodorem, możliwość ich parkowania również w garażach rodzi pytania o bezpieczeństwo. Powszechnie oczekuje się, by samochody napędzane wodorem nie stwarzały większego ryzyka niż auta konwencjonalne. W tym celu powstał m.in. poradnik pt. *Hydrogen cars in parking garages*, opracowany na zlecenie holenderskiego Ministerstwa Infrastruktury i Gospodarki Wodnej przez państwowy Instytut Fysieke Veiligheid (IFV, Institute for Safety) [1].

W przypadku gazów spalinowych i paliw gazowych zasadniczą kwestią jest rodzaj garażu – otwarty czy zamknięty. W garażach otwartych występuje wentylacja naturalna dzięki obecności dużych otworów umożliwiających ruch powietrza zewnętrznego. W zamkniętych konieczna jest wentylacja mechaniczna z odpowiednim sterowaniem wydajnością. Garaże otwarte znajdują się na powierzchni, a zamknięte są na ogół podziemne. Jeśli wodór zostanie uwolniony w bardzo małych ilościach na miejscu postojowym (parkingu), to zmiesza się z powietrzem i rozproszy dzięki wentylacji mechanicznej lub naturalnej i wydostanie na zewnątrz, o ile nie zostanie „uwięziony” w niszach lub wnękach pod sufitem. Jeśli jednak wodór uwolni się w większych ilościach, istotne jest, czy pojazd napędzany wodorem zaparkowany jest w otwartym czy zamkniętym garażu. Im bardziej zamknięta jest ta przestrzeń, tym wyższe może być końcowe stężenie wodoru i większe zagrożenie oraz skutki zapłonu.

W poradniku podkreślono, że zarówno wentylacja naturalna, jak i mechaniczna w garażach, a zwłaszcza w tunelach, może mieć pozytywny, ale także negatywny wpływ na stężenie wodoru. Działanie pozytywne to zwiększanie wymiany i odpowiedni kierunek przepływu powietrza, tak by następowało rozpraszanie wodoru i spadało jego stężenie. Mogą się jednak zdarzyć przypadki, że, szczególnie w tunelach, kierunek wentylacji jest przeciwny do kierunku odpływu i chmura wodoru przesuwa się do miejsca, w którym następuje lokalna akumulacja znacznie lżejszego od powietrza gazu. Intensywność wentylacji lub naturalna wymiana powietrza muszą zapewniać, by stężenie wodoru nie przekraczało 1% obj. Za pomocą poniższego wzoru można określić, czy system wentylacji jest w stanie utrzymać stężenie wodoru poniżej tego poziomu:

$$\text{Obj. \%H}_2 = \frac{Q_{\text{wyciek}}}{Q_{\text{wentylacja}} + Q_{\text{wyciek}}} \cdot 100\%$$

Przyjmijmy, że garaż o powierzchni 1000 m² jest wentylowany z prędkością 0,0038 m³ · s⁻¹ · m⁻² lub 228 m³ na minutę (Q_{wentylacja}). W tej sytuacji wyciek o wartości 2 m³/min (Q_{wyciek}) powoduje stężenie wodoru na poziomie 0,9% obj., co jest wartością niższą od ustalonego wymogu 1% obj., czyli 25% DGW (dolnej granicy wybuchowości). Jednak wzór ten jest dużym uproszczeniem, ponieważ zakłada, że cały ulatniający się wodór rozprasza się po garażu równomiernie i jego stężenie jest wszędzie takie samo. Poradnik zwraca uwagę, że przy wypływie wodoru i jego dyspersji (rozpraszaniu się) ważną rolę odgrywa wielkość instalacji wodorowej i jej elementów składowych – czyli zbiornika i przewodów, a także kierunek wypływu chmury wodoru i ewentualnie kierunek jego płomienia z rozszczelnienia, miejsce rozszczelnienia (zbiornik czy przewód) i wielkość rozszczelnienia, materiał zbiornika oraz ciśnienie w zbiorniku i przewodach instalacji.

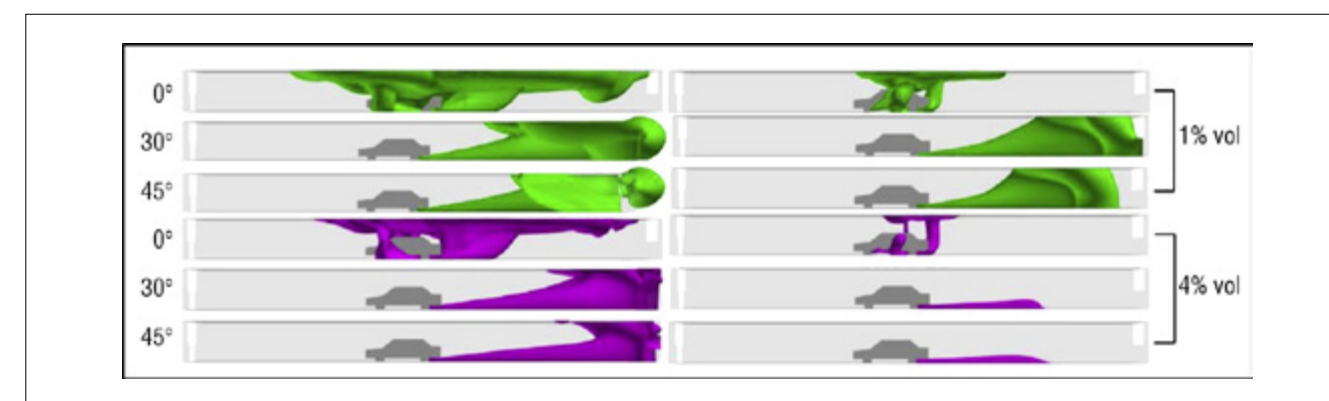
Dla wentylacji ważne jest, by jak najwcześniej dostała sygnał z układu detekcji wodoru i zwiększyła wydajność na tyle, żeby nie doszło do powstania atmosfery wybuchowej. Jednak poradnik [1] zawiera inspirujące informacje dotyczące wyników symulacji rozpraszania się wodoru w przypadku, gdy zbiornik poddany zostanie wzrostowi temperatury powodującej zadziałanie zaworów upustowych, czyli warunków, w których dojdzie do pożaru pojazdu i oddziaływania wysokiej temperatury na zbiornik z wodorem. W rozważaniach na temat bezpieczeństwa zwrócono też uwagę, że poszczególne elementy instalacji w samochodzie z ogniwem paliwowym mogą być odcinane zaworami bezpieczeństwa i tym samym, o ile dojdzie do wycieku z powodu nieszczelności instalacji, nie będzie to duża ilość gazu.

Najwięcej wodoru zawiera zbiornik i jest on pod wysokim ciśnieniem. Rury łączące zbiornik z ogniwem mają niewielką pojemność i ciśnienie jest w nich mniejsze. Kierunek wypływu wodoru i jego ewentualny zapłon ma wpływ na dalsze rozprzestrzenianie się pożaru – czy płomień idą w górę, czy obejmują sąsiednie samochody.

Tak samo ważne jest, czy chmura wodoru z rozszczelnionej instalacji ma do pokonania dużą odległość w płaszczyźnie poziomej do miejsca, w którym zacznie migrować w górę, czy też od razu odpłynie do góry. Na migrację chmury wodoru w garażu i jej rozpraszanie się duży wpływ ma obecność wentylacji naturalnej lub mechanicznej, a także przeszkód. Wszelkie przeszkody, takie jak ściany, sufity, a zwłaszcza ich obniżone lub podniesione fragmenty, powodują lokalną akumulację wodoru. Nie można więc z góry określić, jaki wpływ na dyspersję będzie miał kierunek odpływu, ponieważ rozpraszanie się tego gazu zależy od wielu czynników.

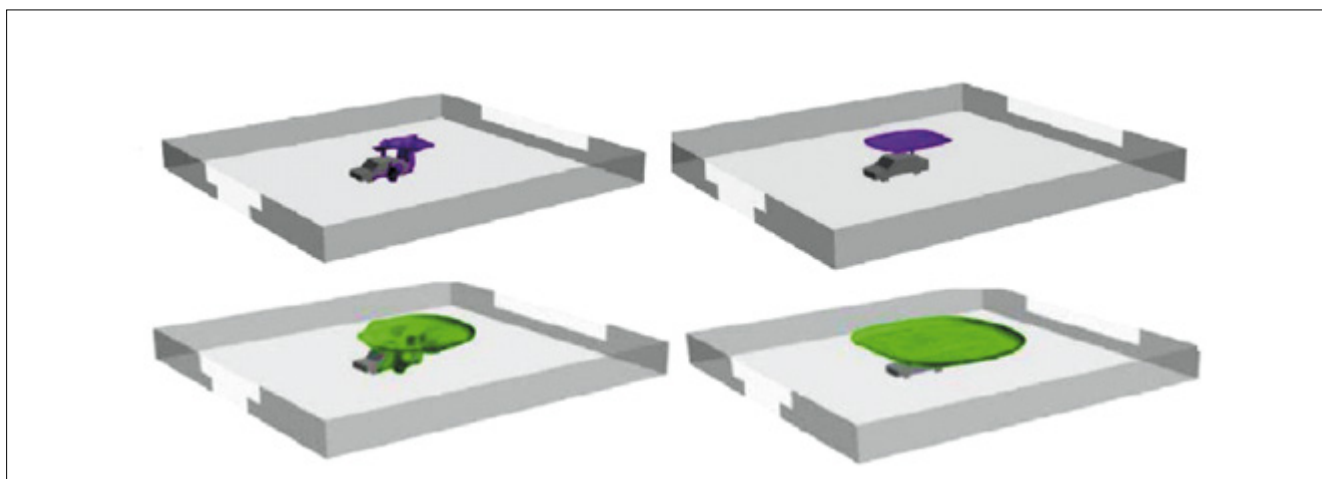
Poradnik przywołuje wyniki przeprowadzonych symulacji rozpraszania się wodoru w małym garażu [2]. W badaniu uwzględniono kąt, pod jakim wodór jest uwalniany z zaworu TPRD (Temperature Pressure Relief Device; uruchamiane termicznie nadciśnieniowe urządzenie zabezpieczające). Zawór taki otwiera się, by zapobiec wzrostowi ciśnienia w zbiorniku pod wpływem rosnącej temperatury i tym samym jego rozerwaniu oraz gwałtownej ucieczce gazu zgromadzonego w zbiorniku [8]; podobne rozwiązania stosowane są w zbiornikach LPG. W poradniku przyjęto wyniki tej symulacji m.in. z uwagi na koszt i trudności techniczne dotyczące badań rozszczelniania się instalacji w warunkach rzeczywistych. Jeśli wodór uwalnia się równolegle do poziomemu gruntu, w miejscu, w którym znajduje się samochód, tworzy się nad nim palna chmura. Natomiast przy kącie wypływu wodoru 30° lub 45° względem podłoża chmura wodoru jest odpychana od samochodu w kierunku, w którym skierowany jest otwór zaworu. Jest to sytuacja korzystna w przypadku, gdy kierowca i pasażerowie rozpoczną ewakuację (ucieczkę) z miejsca, w którym znajduje się pojazd z nieszczelną instalacją, w kierunku przeciwnym do kierunku wycieku. Symulacja dotyczy garażu półotwartego bez wentylacji mechanicznej, zbiornika wodoru pod ciśnieniem 700 bar z dwiema średnicami zaworów TPRD – 2 mm w lewej kolumnie i 0,5 mm w prawej (**rys. 1**). Kolorem zielonym oznaczone zostały chmury o stężeniu wodoru 1%, a fioletowym o stężeniu 4% (czyli DGW) po 20 s wypływu gazu.

Analizowano także wariant otworu upustowego zaworu TPRD o średnicy 0,5 mm skierowanego do dołu oraz w górę (**rys. 2**). Wypływ wodoru w dół (lewa kolumna) po 20 sekundach tworzy



Rys. 1. Wizualizacja wyników symulacji wycieku wodoru w zależności od kąta strumienia względem podłoża
Źródło: [1] na podstawie Hussein i in., 2020 [2]

chmurę wewnątrz pojazdu, wokół niego i nad nim. Jest to wariant najmniej korzystny dla ewakuacji osób znajdujących się w pojeździe. Otwór zaworu skierowany ku górze (prawa kolumna) sprawia, że chmura powstaje pod sufitem garażu. Kolorem zielonym oznaczono wielkość chmury wodoru o stężeniu 1%, a fioletowym o stężeniu 4% (DGW) po 20 s wycieku.



Rys. 2. Wizualizacja wyników symulacji wycieku wodoru w zależności od kierunku wycieku – do dołu i góry pojazdu
Źródło: [1] na podstawie Hussein i in., 2020 [2]

Bardzo ciekawą inicjatywą jest realizowany od kilku lat projekt HyTunnel [3], który ma na celu badania i wdrażanie zasad oraz norm dotyczących bezpieczeństwa pojazdów napędzanych wodorem oraz ich przejazdu przez tunele i wjazdu do przestrzeni zamkniętych. Głównym celem jest ułatwienie wjazdu pojazdów napędzanych wodorem do systemów ruchu podziemnego na poziomie ryzyka niższym lub takim samym, jak w przypadku pojazdów napędzanych paliwami kopalnymi. Holenderski poradnik [1] podkreśla, że w projekcie HyTunnel wskazuje się, iż bardziej efektywne jest opracowanie bezpiecznego samochodu napędzanego wodorem niż ponoszenie dużych wydatków na inwestycje w adaptację istniejących budynków i podejmowanie działań zapobiegawczych w tych budynkach. To dzięki temu projektowi ciągle badane są i testowane zbiorniki na wodór w pojazdach i poszukuje się najbezpieczniejszego rozwiązania materiałowego oraz zabezpieczeń przed wzrostem ciśnienia w wyniku wzrostu temperatury.

Ciśnienie w zbiornikach także ma wpływ na ilość wodoru uwalnianego przez zawory upustowe TPRD. Średnica TPRD jest również determinowana przez pojemność zbiornika wodoru – im większa jest ta pojemność, tym większa powinna być średnica TPRD i większy płomień odrzutowy gazów lub płomienia, co ma znaczenie podczas akcji gaśniczej. Zbiornik powinien być odporny na działanie pożaru pojazdu, tak jak zbiorniki na LPG, które impulsami upuszczają gaz spalający się stosunkowo niedługim płomieniem i tym samym zapobiegają gwałtownemu rozerwaniu zbiornika i ucieczce zgromadzonego gazu. Autorzy poradnika [1] informują, że wraz z kolejnymi badaniami przyjmuje się coraz mniejsze średnice zaworów TPRD w zbiornikach z wodorem.

Metan, a właściwie gaz ziemny, napędza coraz więcej samochodów – już ponad 23 mln pojazdów na całym świecie. To dobre paliwo dla flot o dużym przebiegu, lecz funkcjonujących lokalnie w regionie obsługiwanym przez stacje tankowania CNG (ang. Condensed Natural Gas), czyli sprężonego gazu ziemnego. Z kolei w przypadku pojazdów pokonujących duże odległości ciekły gaz ziemny, czyli LNG (ang. Liquefied Natural Gas), zapewnia większą gęstość energii niż CNG, co oznacza, że zasięg uzyskiwany na tym paliwie jest bardziej porównywalny z paliwem konwencjonalnym. Zalety gazu ziemnego jako paliwa transportowego obejmują jego dostępność w danym kraju, rozległość infrastruktury dystrybucyjnej oraz zmniejszoną emisję gazów cieplarnianych w porównaniu z benzyną i olejem napędowym.

LNG – ciekły gaz ziemny (ang. Liquefied Natural Gas) skraplany jest w niskiej temperaturze i przechowywany pod niewysokim ciśnieniem, od 1,7 do 17 bar, w bardzo niskiej temperaturze (poniżej -162°C). Ma on wysoką gęstość energii i wykorzystywany jest jako paliwo do silników spalinowych w transporcie ciężkim – w ciągnikach siodłowych i autobusach. W Polsce autobusy na LNG kursują już m.in. w Warszawie. Z uwagi na fakt, że stosowany jest on w pojazdach ciężkich i dużych, w kwestiach związanych z wentylacją i detekcją gazów palnych praktyczne znaczenie mają duże hale warsztatowe i diagnostyczne. W samochodach osobowych i dostawczych ze względów technicznych nie stosuje się LNG, gdyż nie ma na tyle małych zbiorników kriogenicznych, które mogłyby znaleźć zastosowanie w pojazdach tego typu [6]. Skroplony gaz ziemny musi być bowiem przechowywany w specjalnych (bardzo dobrze izolowanych termicznie – najczęściej próżniowo) zbiornikach. Wadą tego paliwa jest niska odporność na wzrost temperatury otoczenia i ciśnienia oraz ryzyko ubytków ze zbiorników pojazdów. Kolejny ważny aspekt w kontekście warsztatów to znaczny udział w spalinach tlenków azotu.

CNG – sprężony gaz ziemny (ang. Compressed Natural Gas) jest sprężany do ciśnienia 200–250 bar i stosowany także do napędu mniejszych pojazdów silnikowych. Gęsta sieć stacji tego paliwa w Europie obejmuje Włochy i Niemcy. Butle CNG są ciężkie, ale łatwo wymienialne. Zasięg pojazdów jest ograniczony do 300–500 km.

Można wyróżnić trzy rodzaje pojazdów na gaz ziemny:

- przeznaczone do zasilania wyłącznie gazem ziemnym,
- dwupaliwowe – z dwoma oddzielnymi układami paliwowymi, czyli na gaz ziemny lub benzynę,
- dwupaliwowe – zasilane gazem ziemnym, do wspomagania zapłonu wykorzystujące olej napędowy (ciężarowe).

Wodór – H_2 – nazywany jest paliwem przyszłości. Jego produkcja jest nadal droga i wykorzystuje paliwa kopalne lub energię z paliw kopalnych, co stoi w sprzeczności z ideą ekologicznego paliwa. Jednak napędy wodorowe są wciąż rozwijane, gdyż w perspektywie 2–3 dekad ma być tak dużo energii elektrycznej z OZE, że trzeba ją będzie magazynować w postaci wodoru, który posłuży do napędu pojazdów oraz szczytowego wytwarzania energii elektrycznej dla sieci energetycznej, gdy brakować będzie mocy z wiatru i słońca. W Polsce testowane są pierwsze autobusy na wodór – jeździły m.in. we Wrocławiu, Gdyni czy Krakowie, a 70 mln zł na zakup autobusów wodorowych z programu „Zielony transport publiczny” ma otrzymać Górnośląsko-Zagłębiowska Metropolia.

Dostępne są dwa rodzaje pojazdów na wodór:

- pojazdy z silnikami spalinowymi na wodór – na razie nieliczne,
- pojazdy z ogniwami paliwowymi przekształcającymi wodór w energię elektryczną do napędu silnika elektrycznego.

Wodór w stanie gazowym jest wielokrotnie lżejszy od powietrza – stosunek gęstości wodoru/powietrza wynosi 0,07, a DGW to 4%. Samozapłon w powietrzu nie jest możliwy – potrzebne jest źródło zapłonu o temperaturze ok. 560°C . Spala się niewidocznym płomieniem w temperaturze ok. 2000°C . Wodór jest nietoksyczny, bezbarwny i bezwonny. Pojazdy na wodór są oznaczane za pomocą napisów: Hydrogen, H_2 , FuelCell. Niektóre wyposaża się w czujniki wodoru i otwory wentylacyjne nad dachem – pod kątem ewentualnego ulatniania się gazu. W instalacji zasilającej stosuje się elektromagnetyczne zawory odcinające, otwierające się tylko po włączeniu zapłonu, a zamykające po sygnale z otwarcia poduszki. Zabezpieczenie nadciśnieniowe zbiornika wydala gaz na zewnątrz samochodu (podobnie jak w przypadku zbiorników LPG). Gaz w zbiorniku ma ciśnienie ok. 350 bar.

W praktyce liczy się fakt, czy uwalniany wodór zapali się w miejscu wycieku, czy też wytworzy się atmosfera wybuchowa i dojdzie do wybuchu oraz jaki jest potencjał energii pożaru w takich samochodach. Wybuchom i ryzyku wystąpienia pożaru z powodu wodoru uwolnionego z instalacji samochodowej zapobiega sprawna wentylacja naturalna, kiedy obiekt jest otwarty, i mechaniczna, gdy jest zamknięty, oraz detekcja obecności tego gazu, powodująca zwiększenie wydajności wentylacji i dająca sygnał do ewakuacji.

Detekcja metanu i wodoru w systemach wentylacji garaży

Żeby system detekcji gazów pracował prawidłowo, spełnione muszą zostać cztery podstawowe warunki: właściwy dobór urządzeń uwzględniający warunki w danym obiekcie, właściwy wybór miejsc instalowania detektorów, prawidłowe wykonanie instalacji systemu oraz prawidłowa eksploatacja systemu.

Najczęściej stosowanym wskaźnikiem stopnia zanieczyszczenia powietrza spalinami w garażach jest poziom tlenu węgla, dlatego detektory tego gazu wykorzystywane są jako sterowniki wentylacji w garażach i parkingach podziemnych. Optymalny system wentylacji mechanicznej garaży powinien uwzględniać konieczność usuwania wszystkich gazów, zarówno lżejszych, jak i cięższych od powietrza, tak aby skutecznie pozbywać się tlenu węgla oraz propanu-butanu i metanu, a z czasem nawet wodoru. Dlatego otwory instalacji wywiewnych powinny być zlokalizowane pod stropem oraz nisko nad poziomem podłogi.

W polskim prawie nie ma wymagań dotyczących sterowania wentylacją w garażach za pomocą detektorów metanu czy wodoru, tak samo jak detekcji CO₂, choć to skuteczna ocena jakości powietrza zanieczyszczanego spalinami z silników Diesla. Na razie nie ma zbyt wielu samochodów osobowych z silnikami zasilanymi sprężonym gazem ziemnym – CNG (metanem) – oraz regulacji dotyczących parkowania takich samochodów w garażach. Ale przy projektowaniu i budowie lub modernizacji instalacji wentylacyjnych w garażach zamkniętych można przewidzieć przynajmniej miejsce na detektory metanu. Ich montaż musi uwzględniać fakt, że jest to gaz o prawie połowę lżejszy od powietrza, który migruje pod strop i tam się gromadzi. I to właśnie odległość od stropu, a nie od podłogi, wyznacza miejsce instalacji tych detektorów. Montaż detektorów metanu zaleca się wykonywać na wysokości nie niższej niż 30 cm od poziomu sufitu, z dala od nawiewników i wywiewników, które mogą wytwarzać mocny strumień powietrza i zakłócać pomiary.

Wiedza o detekcji wodoru pochodzi zwłaszcza z budowy instalacji w pomieszczeniach ładowania akumulatorów. I pierwsza obserwacja wskazuje, wodór nie powinien być traktowany jak gaz lżejszy od powietrza, np. metan, ale jak gaz ultralekki – najlżejszy, z jakim mamy w praktyce do czynienia w wentylacji. Jest na tyle lekki, że ulatniając się i mieszając z powietrzem, migruje szybko ku górze, jego znaczna ilość dociera do najwyższych punktów pod sufitem lub dachem i tam się

gromadzi. Nawet krótki czas zalegania chmury wodoru pod stropem stwarza duże ryzyko powstania atmosfery wybuchowej i jej zapłonu. Wiele opracowań wskazuje, że także przy bardzo intensywnej wentylacji trudno jest szybko wypchnąć chmurę wodoru z wnęk pod stropem lub obszarów wydzielonych przeszkodami o głębokości ok. 50 cm i go rozproszyć. Tym samym nawet przy bardzo małych wyciekach tego gazu wentylacja niedopasowana do warunków lokalnych może nie zdążyć go rozrzedzić poniżej DGW. Praktyka wskazuje, że do skutecznego usuwania wodoru spod stropów nie wystarczy wyciąg w najwyższym położonym miejscu, nawet gdy nie mamy do czynienia z wnękami zatrzymującymi wodór – trzeba jeszcze wytworzyć poziomy strumień powietrza, równoległy do stropu. Kolejnym wyzwaniem dla systemów detekcji z wykrywaniem wodoru jest zagrożenie zapłonem od instalacji elektrycznych, a te, w tym oświetlenie, są w garażach prowadzone głównie pod stropem.

Prawo nie określa lokalizacji punktów pomiarowych w systemach detekcji gazów spalinowych i palnych – kluczowe jest tu doświadczenie i współpraca z dostawcami systemów. A ci zalecają instalację detektorów wodoru w najwyższych punktach pomieszczeń, z uwzględnieniem stref martwych, w których może powstać nisza i „pułapka” dla tego gazu. Konieczne jest też uwzględnienie przeszkód elementów konstrukcyjnych stropów i dachów – większych niż 25–30 cm, takich jak np. podpory. Elementy te dzielą bowiem pomieszczenie na wiele stref (**fot. 2**).

Kolejnym ważnym aspektem lokalizacji detektorów wodoru jest montaż względem wlotów i wylotów systemu wentylacji. Detektory nie mogą być montowane w ich pobliżu, gdyż strumień przepływającego powietrza zakłóca pomiary, a nawet może je uniemożliwić. Dodatkowo sensory detektorów wodoru narażone przez dłuższy okres nawet na bardzo małe ilości tego gazu, poniżej pierwszego progu alarmowego, bardzo szybko się zużywają.

Podsumowanie

Budowa układu wentylacji z systemami detekcji wodoru jest zatem dużym wyzwaniem i każdorazowo wymaga uwzględnienia szczegółowych warunków lokalnych. Optymalnym rozwiązaniem byłyby garaże zamknięte



Fot. 2. Przykładowe pomieszczenie garażu zamkniętego – podpory stropowe i kanały wentylacyjne tworzą wiele stref, w których może dojść do zatrzymania migracji wodoru

Źródło: UM Warszawa

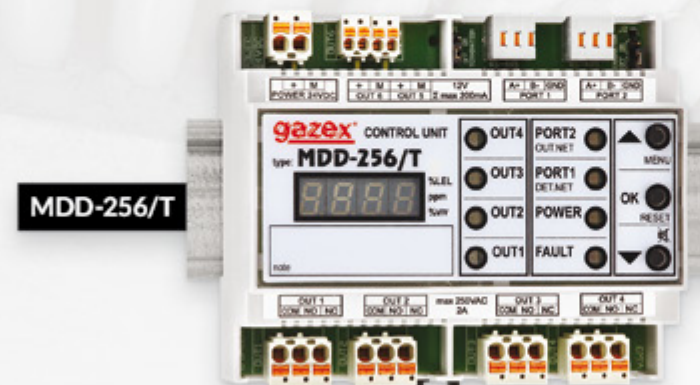
z idealnie równymi stropami, bez podpór, instalacji elektrycznych, wentylacyjnych, przewodów instalacji sanitarnych itd. Jest to jednak w praktyce niemożliwe, dlatego tak ważna dla bezpieczeństwa jest współpraca projektanta z dostawcą systemu oraz rzeczoznawcą ppoż.

Literatura

1. *Hydrogen cars in parking garages*, poradnik opracowany na zlecenie holenderskiego Ministerstwa Infrastruktury i Gospodarki Wodnej przez Instituut Fysieke Veiligheid (IFV), <https://nipv.nl/wp-content/uploads/2022/06/20210209-IFV-Hydrogen-cars-in-parking-garages.pdf> (dostęp: 6.12.2022)
2. Hussein H., Brennan S., Molkov V., *Dispersion of hydrogen release in a naturally ventilated covered car park*, „International Journal of Hydrogen Energy”, Volume 45, Issue 43, 3 September 2020, p. 23882–23897, <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.06.194>
3. Projekt HyTunnel dotyczący bezpieczeństwa pojazdów napędzanych wodorem, w tym umożliwienia im wjazdu do tuneli i garaży, <https://hytunnel.net/> (dostęp: 6.12.2022)
4. Brzezińska Dorota, Januszewski Janusz, *Enclosure Safety in a Case of Hydrogen, CNG, or LNG. Accidental Release from a Bus Tank*, „Chemical Engineering Transactions” Vol. 90, 2022, DOI:10.3303/CET2290059
5. <https://brandogsikring.dk/nyheder/2022/ny-rapport-noedvendigt-med-mere-sprinkling-i-p-huse/> (dostęp: 6.12.2022)
6. <https://www.ozptd.pl/> (dostęp: 6.12.2022)
7. <https://www.ozptd.pl/ekspert-ma-glos/roznice-pomiedzy-lng-i-cng-co-lepsze-dla-transportu-dalekobieżnego> (dostęp: 6.12.2022)
8. Regulamin nr 134 Europejskiej Komisji Gospodarczej Organizacji Narodów Zjednoczonych (EKG ONZ) – jednolite przepisy dotyczące homologacji pojazdów silnikowych i ich części w odniesieniu do kwestii bezpieczeństwa związanych z działaniem pojazdów napędzanych wodorem (Dz.Urz. UE 2019 nr L 129/43)

STEROWANIE WENTYLACJĄ W OPARCIU O POMIAR CO/LPG/CNG/CO₂/NO₂/H₂

Cyfrowy system adresowalny, standard **RS485** protokół MODBUS RTU
Dedykowany do obiektów z centralnym monitoringiem i stałą obsługą



NAJTAŃSZE W MONTAŻU
NAJPROSTSZE W OBSŁUDZE
NAJTAŃSZE W EKSPLOATACJI

System autonomiczny – automatycznie steruje wentylacją,
nie wymaga stosowania centrali alarmowej, jest bezobsługowy

Co warto wiedzieć o systemach sterowania wentylacją mechaniczną w garażach?



Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. z późniejszymi zmianami w § 108 reguluje zasady stosowania wentylacji w garażach zamkniętych dla samochodów osobowych. W garażach powyżej 10 stanowisk musi być stosowana wentylacja mechaniczna sterowana czujkami (detektorami) niedopuszczalnego stężenia tlenku węgla (CO). Niestety, nie zdefiniowano, jaką wartość należy uznać za niedopuszczalną. Karta charakterystyki tlenku węgla Centralnego Instytutu Ochrony Pracy informuje, że przebywanie w stężeniu około 450 mg/m³ przez 1–2 godziny powoduje ból głowy, mdłości, wymioty, osłabienie mięśni, apatię, a w stężeniu około 900–1000 mg/m³ po 2 godzinach – zapaść, utratę przytomności. Zdefiniowane są natomiast dopuszczalne stężenia na stanowisku pracy: **NDS** – 23 mg/m³ (20 ppm) i **NDSCH** – 117 mg/m³ (100 ppm) [ppm – parts per milion – części na milion].

Najwyższe Dopuszczalne Stężenie (NDS) – wartość średnia ważona stężenia, którego oddziaływanie na pracownika, w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy – określonego w ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r., Kodeks pracy – przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń (Rozporządzenie MPiPS z dnia 6 czerwca 2014 r. Dz.U. 2014 poz. 817).

Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe (NDSch) – wartość średnia stężenia, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina (Rozporządzenie MPiPS z dnia 6 czerwca 2014 r. Dz.U. 2014 poz. 817).

Co prawda, istnieje **Norma Europejska EN 50545-1:2011 Aparatura elektryczna do wykrywania i pomiaru gazów toksycznych i palnych na parkingach i w tunelach**, ale w naszym kraju nie jest ona obligatoryjna, niemniej renomowani producenci detektorów stosują się do jej wytycznych.

Garaże są najczęściej bezobsługowe, a kierowcy i pasażerowie przebywają w nich krótko. Wydaje się, że przyjęcie za niedopuszczalne stężenie 100 ppm jest właściwe. Oczywiście zdarzają się garaże dozorowane, ale obsługa przebywa głównie w wydzielonych pomieszczeniach i do garażu wchodzi tylko w przypadku interwencji. Bywają garaże, w których funkcjonują myjnie samochodowe lub punkty wymiany opon i te obszary należy traktować jak stanowiska pracy i zapewnić w nich odpowiednio wydajną wentylację.

Zdarza się, że projektanci mają problem z określeniem właściwej ilości detektorów CO i wyborem ich lokalizacji. W instrukcjach obsługi lub materiałach marketingowych podawane są „promienie działania” detektorów. Trzeba pamiętać, że są to dane przybliżone. **Detektory wykrywają gaz w miejscu zainstalowania!** „Promień działania” detektora jest wyłącznie pomocą projektową do wstępnego określenia liczby urządzeń. Wybór producenta urządzeń na podstawie „promienia działania” nie jest zatem polecanym rozwiązaniem, ponieważ wszystkie detektory działają podobnie i w rzeczywistości mają ten sam „promień działania”. Podawanie większego promienia działania urządzeń przez konkurujące firmy jest tylko chwytem marketingowym zachęcającym do zastosowania ich rozwiązań.

Przy projektowaniu systemów detekcji w garażach często przyjmowany jest 8-metrowy promień działania detektorów. Ale rysowanie na planie garażu okręgów o tym promieniu powinno być wyłącznie pierwszym etapem projektowania. Do zagadnienia trzeba podejść po inżyniersku. W pierwszej kolejności należy wybrać potencjalne miejsca montażu detektorów. Oczywiście lokalizacją są słupy konstrukcji nośnej, ze względu na maksymalnie wykorzystaną powierzchnię okręgu określającego obszar działania pojedynczego detektora. Oczywiście odstępstwa od promienia 8 m w jedną lub drugą stronę są dopuszczalne. Następnie należy spróbować przewidzieć sposób rozprzestrzeniania się tlenku węgla. Gęstość właściwa CO jest zbliżona do gęstości powietrza (gęstość względem powietrza [21,1°C, 1013 hPa]: 0,9678), co powoduje, że doskonale miesza się on z powietrzem. Jako produkt spalania ma wyższą temperaturę niż otoczenie i ma tendencję do unoszenia się i gromadzenia pod stropem. Lokalizacja detektorów na wysokości około 2 m (jest to powyżej strefy oddychania) jest zasadna. W powietrzu tlenek węgla rozchodzi się w wyniku dyfuzji, dążąc do wyrównania stężenia. Aby detektor zareagował, gaz musi wnikać do jego wnętrza, do komory pomiarowej, w stężeniu powyżej progu alarmowego. Dlatego najwłaściwiej jest, w pierwszej kolejności, umieszczać detektory w miejscach, gdzie CO może z dużym prawdopodobieństwem wystąpić w podwyższonym stężeniu. Na pewno nie w pobliżu otworów wentylacyjnych, nie w przeciągach, nie w pobliżu często otwieranych bram garażowych, bo w tych miejscach gromadzenie się CO jest mniej prawdopodobne. Lepiej wybrać miejsca, gdzie naturalne ruchy powietrza są ograniczone. Znając konfigurację garażu, rozmieszczenie otworów wentylacyjnych, wyznaczone miejsca parkowania, ciągi komunikacyjne i umiejscowienie bram, można przewidzieć, w których obszarach może

być go najwięcej. Pomaga to określić optymalną liczbę detektorów do skutecznego sterowania wentylacją. Jeżeli jest to technicznie możliwe, warto podzielić garaż na strefy wentylacji tak, aby lokalne pojawienie się CO nie powodowało włączenia wentylacji w całym garażu, a tylko w zagrożonej strefie. Właściwe jest, aby detektory miały przynajmniej 2 progi alarmowe. Przekroczenie pierwszego progu powinno uruchamiać wentylację z wydajnością wystarczającą do szybkiego usunięcia zagrożenia. Prawidłowe ustalenie wydajności powoduje, że wyższe progi alarmowe nie są przekraczane, albo dzieje się to sporadycznie. Jeżeli mimo działania wentylacji, stężenie CO rośnie i przekracza drugi próg, sytuacja staje się niebezpieczna. Wskazane jest poinformowanie użytkowników garażu o zagrożeniu i ewentualne włączenie wyższego biegu wentylatorów. Sygnalizacja akustyczna w garażu może być kojarzona z działaniem samochodowego alarmu przeciwwłamaniowego, a nie z rzeczywistym zagrożeniem. Ponadto głośne syreny mogą być uciążliwe dla użytkowników lokali zlokalizowanych w pobliżu. Lepszym rozwiązaniem jest wyświetlanie czytelnych komunikatów o rodzaju zagrożenia na tablicach świetlnych. Sterowanie wentylacją według potrzeb ma na celu zapewnienie komfortu, bezpieczeństwa i uzyskania oszczędności energii. Najwięcej CO wytwarzają samochody tuż po rozruchu (zimne silniki, zimne katalizatory). Taki samochód, przejeżdżając obok detektora, może spowodować jego zadziałanie, ale lokalne, podwyższone stężenie CO szybko zanika dzięki jego dyfuzji w dużej przestrzeni garażu. Aby unikać niepotrzebnego, krótkotrwałego włączania wentylacji, warto pomiar gazu uśredniać. Zapewnia to bezpieczeństwo i zdecydowanie ogranicza ilość włączeń wentylacji, a wentylatory potrzebują najwięcej energii i najbardziej się zużywają właśnie podczas startu.

Tlenek węgla jest dobrym wskaźnikiem do sterowania wentylacją w garażach samochodów z silnikami niskoprężnymi, bo w ich spalinach występują znaczne ilości tego gazu. W wyniku inaczej przebiegającego procesu spalania spaliny silników wysokoprężnych (Diesla) zawierają znikome ilości CO. Z tego powodu w garażach z przewagą silników wysokoprężnych trzeba stosować inny wskaźnik – dwutlenek węgla (CO_2). Podstawowymi produktami spalania w silnikach samochodowych jest para wodna i właśnie dwutlenek węgla. Można pokusić się o stosowanie detektorów tlenków azotu (NO_x), ale zdecydowanie łatwiejszy i tańszy jest pomiar stężenia CO_2 .

Punkt 4 §108 mówi, że w garażach, w których dopuszcza się parkowanie samochodów zasilanych gazem propan-butan (LPG), i w których poziom podłogi znajduje się poniżej poziomu terenu, musi być zastosowana wentylacja mechaniczna sterowana czujkami (detektorami) LPG. Zasady stosowania detektorów LPG są podobne jak detektorów CO, ale LPG jest znacznie cięższy od powietrza, więc należy je instalować bezpośrednio nad podłogą (nie wyżej niż 20 cm) i nie ma potrzeby uśredniania pomiaru. Zbyt niskie umieszczenie detektorów naraża je na zapylenie, zachłapanie wodą lub błotem, a to może utrudnić dostęp gazu do komory pomiarowej. Zadaniem wentylacji jest szybkie rozrzedzenie LPG do stężenia poniżej dolnej granicy wybuchowości (**DGW**), co niweluje zagrożenie

DGW – dolna granica wybuchowości to wartość stężenia składnika palnego w mieszaninie z powietrzem lub tlenem, powyżej której pod wpływem bodźca energetycznego może nastąpić wybuch. Dla LPG 1,9% – 2,1% objętości (wg karty charakterystyki PGNIG).

wybuchem. Najczęściej detektory w garażach reagują na stężenie około 10% DGW, tj. 10 razy niższe od stężenia, przy którym wybuch jest możliwy.

Czy detektory sterujące wentylacją mechaniczną mogą mieć awaryjne podtrzymanie napięcia?

Oczywiście, że mogą, ale w przypadku braku zasilania wentylatorów nie będą miały czym sterować. Jeżeli system awaryjnego podtrzymania napięcia obejmie również sygnalizatory, to będzie co najwyżej podana informacja o wzroście stężenia CO i LPG. Ale z tej informacji nie będzie wynikało, jak wysokie jest zagrożenie zatruciem bądź wybuchem i nie poprawi to w istotny sposób bezpieczeństwa.

Brak zasilania jest stanem awaryjnym całego obiektu, również garażu. Nie będą działać nie tylko wentylatory, ale również inne urządzenia elektryczne o dużym poborze prądu. Garaż praktycznie będzie wyłączony z eksploatacji.

Systemy detekcji powinny być należycie eksploatowane – zgodnie z instrukcją obsługi. Instrukcje z reguły definiują dwie podstawowe czynności eksploatacyjne i terminy ich wykonywania: okresowe sprawdzanie prawidłowości działania (na pewno nie rzadziej niż raz w roku) oraz kalibrację. Detektory mają wbudowane sensory gazu – elementy, które reagują na gaz, zmieniając swoje parametry elektryczne. Z upływem czasu sensory zmieniają czułość na gaz i wymagają korekty wskazań, czyli kalibracji. Terminy są uzależnione od rodzaju zastosowanego sensora i są podane w instrukcji obsługi. Sprawdzenie prawidłowości działania nie jest skomplikowane i użytkownik może je przeprowadzić we własnym zakresie, postępując zgodnie z instrukcją obsługi. Kalibracja jest dużo bardziej skomplikowana i mogą ją wykonać tylko osoby uprawnione, przeszkolone, posiadające odpowiednie oprzyrządowanie i mieszaniny kalibracyjne. Często o wyborze zleceńiobiorcy decyduje cena usługi. Trzeba jednak bezwzględnie sprawdzić, czy wybrana firma ma upoważnienie producenta lub dystrybutora do wykonywania kalibracji. Pojawiają się firmy nierzetelne. Podejmują się one kalibracji, nie mając należytej wiedzy, oprzyrządowania – i co najważniejsze – uprawnień. Ale świadomość, że użytkownik nie ma możliwości zweryfikowania prawidłowości wykonania kalibracji, skłania je do takiego działania. Przy wyborze urządzeń warto kierować się nie tylko ich



Cyfrowy detektor gazów WG.EG

ceną, ale również brać pod uwagę koszty eksploatacji, łatwość montażu i prostotę obsługi. Garaże są obiektami bez specjalistycznej obsługi, więc lepiej preferować najprostsze rozwiązania, które zapewniają niezawodność i wybierać dostawców gwarantujących szybki, profesjonalny serwis.

Tylko właściwy wybór urządzeń, przemyślana lokalizacja detektorów, prawidłowa ich instalacja i eksploatacja zapewniają optymalne sterowanie wentylacją mechaniczną w garażach.

Podstawowymi urządzeniami firmy GAZEX do sterowania wentylacją w garażach są cyfrowe detektory serii WG.EG. Mogą wykrywać CO, CO₂, LPG, CNG, H₂ i NO₂. Systemy sterowania wentylacją mechaniczną zbudowane z tych detektorów są niezwykle proste w montażu i eksploatacji. Detektory nie wymagają stosowania central alarmowych – systemy nie wymagają bieżącej obsługi, są całkowicie automatyczne. Należy tylko przeprowadzać okresowe testy działania systemu oraz dokonywać korekt wskazań (kalibracji) detektorów. Można wybrać napięcie zasilania: 12 V~, 24 V~ lub 230 V~.

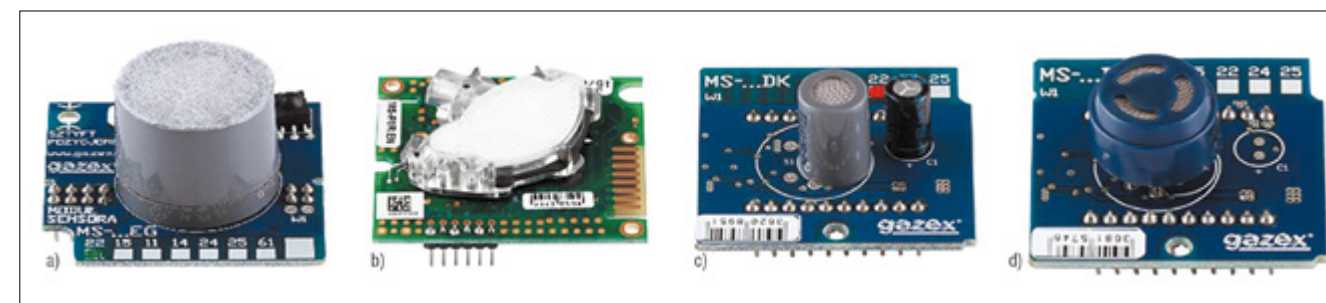
Pojawienie się gazu w stężeniu powyżej ustalonego progu powoduje włączenie wentylacji mechanicznej. Dodatkowo system może włączyć sygnalizatory alarmu. Standardowo są to tablice wyświetlające krótki tekst określający rodzaj alarmu lub nakazujący sposób postępowania. W razie potrzeby można włączać syrenę wbudowaną w tablicę świetlną. Mogą być również stosowane sygnalizatory głosowe, wypowiadające do 6 komunikatów. Detektory zawierają elementy elektroniczne reagujące na gaz – sensory. Sensory zmieniają swoje parametry pomiarowe z upływem czasu i dlatego wymagają okresowej kalibracji.

W detektorach LPG i CNG stosuje się sensory półprzewodnikowe o podwyższonej selektywności, a w detektorach CO półprzewodnikowe lub elektrochemiczne. Najdoskonalszym sensorem półprzewodnikowym jest właśnie selektywny sensor tlenku węgla. Pracuje on w 10-sekundowych cyklach pomiarowych sterowanych mikroprocesorem. Dodatkowo komora pomiarowa osłonięta jest filtrem węglowym eliminującym gazy zakłócające. Sensory półprzewodnikowe kalibruje się co 3 lata, co obniża koszty eksploatacji systemów. Detektor CO₂ ma sensor absorpcyjny w podczerwieni (infrared), a NO_x – elektrochemiczny. Dla ułatwienia kalibracji detektory wyposażone są w wymienne moduły sensorów.



Detektor gazów WG.EG z osłoną ze stali nierdzewnej AR-1

Taki moduł zawiera sensor gazu i podzespoły elektroniczne niezbędne do ustawiania parametrów jego pracy. W przypadku konieczności kalibracji wystarczy wymienić moduł sensora na inny, wcześniej skalibrowany. Taką operację przeprowadza się bez konieczności demontażu detektora z instalacji, i co równie ważne, operacja wymiany jest tańsza niż kalibracja, a użytkownik może przeprowadzić ją we własnym zakresie. Moduły sensorów kalibrowane są w Laboratorium Wzorcującym GAZEX akredytowanym przez PCA z użyciem automatów kalibracyjnych. Oczywiście użytkownik systemu może zlecić kalibrację wyspecjalizowanej firmie autoryzowanej przez GAZEX. Detektory zostały tak skonstruowane, że kalibrację można przeprowadzić w czasie pracy systemu, bez konieczności otwierania urządzeń, ale wymaga to odpowiedniego wyposażenia. Komunikacja z modułem sensora w detektorze odbywa się z użyciem portów na podczerwień, a tryb testu można uruchomić magnesem. Odpowiednie wykorzystanie tych portów skraca czas okresowych sprawdzianów prawidłowości działania detektorów kilkakrotnie. Ma to niebagatelne znaczenie przy systemach zbudowanych z kilkudziesięciu czy kilkuset detektorów. Z modułu sensora można odczytać zapamiętane informacje dotyczące pracy detektora (liczbę alarmów, czas pracy w stanach alarmowych, terminy kalibracji). Analiza tych danych pozwala doprecyzować ustawienia parametrów pracy systemu wentylacji. Detektory są trzyprogowe – sygnalizują przekroczenie trzech różnych stężeń gazu (dla CO zgodnie z europejską normą EN 50545-1:2011. 1 próg: 30 ppm, 2 próg: 60 ppm, 3 próg: 150 ppm). Dla ograniczenia niepotrzebnych włączeń wentylacji przy chwilowym, lokalnym wzroście stężenia CO dwa pierwsze progi są uśredniane do 15 minut. Jeżeli stężenie narasta szybko i osiągnie poziom trzeciego progu, system reaguje natychmiast. Dla ułatwienia pracy instalatorom zastosowano w detektorach uniwersalne złącza dostosowane do różnego rodzaju przewodów (różne przekroje, linka, drut).



Wymienne moduły sensorów

Detektory LPG instalowane nisko nad podłogą warto zabezpieczać przed uszkodzeniami mechanicznymi osłonami AR-1 wykonanymi ze stali nierdzewnej. Jeżeli monitorowany garaż jest zlokalizowany w obiekcie typu **Inteligentny Budynek**, informację o włączeniu wentylacji można przesłać do centrali BMS (*Building Management System*), wykorzystując jej wejścia dwustanowe.

W przypadku konieczności precyzyjnej lokalizacji obszarów zagrożonych, można zastosować adresowalne detektory serii DG.EN/M, również z wymiennym modułem sensora, ale z cyfrową transmisją danych w standardzie RS485. Układy pomiarowe są identyczne jak w serii WG.EG. Detektory DG.EN/M współpracują z cyfrowym modułem sterującym MDD-256/T, który może nadzorować i zarządzać siecią detektorów (do 224 szt., w 7 strefach) oraz modułów dodatkowych (do 21 szt.). Zastosowanie modułów dodatkowych MDD-L32/T (wizualizacja stanów 32 detektorów), MDD-C32/T (32 wyjścia typu OC), MDD-R4/T (dodatkowe wyjścia stykowe) pozwala nie tylko łatwo i czytelnie wizualizować stany alarmowe detektorów, ale również realizować skomplikowane scenariusze pracy wentylatorów strumieniowych w rozległych garażach. W tym rozwiązaniu możliwa jest także prezentacja stanu detektorów i wentylatorów wrysowanych w plany garaży na ekranach multimedialnych. Takie rozwiązanie stosowane jest coraz częściej w rozległych garażach umiejscowionych w obiektach dozorowanych z wykorzystaniem central BMS. Obsługa na bieżąco może obserwować stany alarmowe poszczególnych detektorów oraz jest automatycznie powiadamiana o konieczności kalibracji czy ewentualnych stanach awaryjnych. Znakomicie ułatwia to eksploatację systemów zbudowanych z setek urządzeń rozmieszczonych na kilku poziomach garażu.

Oba systemy są niezwykle „elastyczne” – w dowolnym momencie można je w prosty sposób rozbudowywać o nowe detektory czy urządzenia wykonawcze. Jeżeli znajdzie potrzeba poprawienia sterowania wentylacją, można dodać dodatkowe detektory, wymieniać moduły sensorów na bardziej odpowiednie lub zmieniać scenariusze działania urządzeń wykonawczych.

W najbliższej przyszłości coraz liczniejsze będą samochody zasilane metanem (CNG, biogaz) i wodorem. Zapewne przepisy dotyczące sterowania wentylacją w garażach zostaną zmodyfikowane. GAZEX jest na to przygotowany! Detektory są gotowe! Wystarczy tylko wyposażyć moduły sensorów w odpowiednie sensory.

GAZEX jest jedynym polskim producentem dysponującym własnym laboratorium wzorującym cym akredytowanym przez Polskie Centrum Akredytacji (PCA). Nr akredytacji: AP 150.

Pełne informacje techniczne można uzyskać na stronie www.gazex.pl



GAZEX Sp.j.
ul. Baletowa 16, 02-867 Warszawa
tel. +48 22 644 25 11
e-mail: gazex@gazex.pl, www.gazex.pl

DLACZEGO WARTO ZAMÓWIĆ PRENUMERATĘ RYNKU INSTALACYJNEGO?

- » najlepsze źródło wiedzy dla Projektantów i Instalatorów
- » merytoryczne artykuły napisane przez specjalistów
- » aktualności z branży, relacje z targów i konferencji, zmiany w prawie, nowości w technice
- » dostęp do wszystkich treści na portalu rynekinstalacyjny.pl
- » zniżki na dodatki do czasopisma
- » przesyłka egzemplarzy papierowych gratis

PAPIEROWA CZY PDF? WYBIERZ PRENUMERATĘ DLA SIEBIE!

Roczna prenumerata papierowa:

- » 10 numerów czasopisma z przesyłką pocztową
- » roczny dostęp do wszystkich treści na portalu rynekinstalacyjny.pl

Roczna e-prenumerata PDF:

- » 10 numerów czasopisma w wygodnej formie elektronicznej
- » roczny dostęp do wszystkich treści na portalu rynekinstalacyjny.pl

ZAMÓW NA:

wydawniczy.pl/category/rynek-instalacyjny

**RI Rynek
instalacyjny**

Nowe aspekty detekcji gazów w garażach

W nowo budowanych obiektach powstają wielopoziomowe garaże z windami, na rynku przybywa także pojazdów z alternatywnymi technologiami zasilania, w tym na metan i wodór. Stawia to nowe wyzwania w projektowaniu i eksploatacji systemów wentylacji garaży oraz detekcji gazów toksycznych i palnych. Niezmienna jest jednak zasada, że na uwadze należy mieć przede wszystkim zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa oraz gwarancję niezawodności działania wybranych rozwiązań.



Michał Domin
Przedsiębiorstwo
Techniczne SIGNAL

W zgodzie z przepisami i normami

Detekcja gazów toksycznych i palnych w garażach regulowana jest przez rozporządzenie w sprawie warunków technicznych [1]. Stosowanie systemów detekcji gazów w garażach reguluje także rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów [2], które stanowi w rozdziale 1:

w § 2 pkt 1.9, że ilekroć w rozporządzeniu jest mowa o: *Urządzeniach przeciwpożarowych – należy przez to rozumieć (...) urządzenia zabezpieczające przed wybuchem i ograniczające jego skutki;*

w § 3 pkt 1, że: *Urządzenia przeciwpożarowe w obiekcie powinny być wykonane zgodnie z projektem uzgodnionym przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a warunkiem dopuszczenia do ich użytkowania jest przeprowadzenie odpowiednich dla danego urządzenia prób i badań, potwierdzających prawidłowość ich działania.*

Instalacja detekcji gazów w garażach należy do systemów przeciwpożarowych i tym samym wymaga wykonania projektu przez uprawnionego projektanta i uzgodnienia przez rzeczoznawcę ochrony przeciwpożarowej.

Powyższe regulacje nie określają jednak, jak powinien wyglądać system detekcji w garażu. Pomocne mogą być informacje zawarte w normie PN-EN 50545-1 *Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów toksycznych i palnych w garażach oraz w tunelach. Część 1: Podstawowe wymagania funkcjonalne i metody badań dotyczące wykrywania i pomiaru tlenku węgla oraz tlenków azotu* [3]. Zawiera ona m.in. wymagania, jakie powinny spełniać elementy systemów detekcji.



Fot. 1. Przykładowa centrala wskazująca jednocześnie dwa pomiary: bieżący (C) i średni (A)

Źródło: archiwum autora

Norma ta nie została dotąd przetłumaczona na język polski i nie jest przywołana w polskich przepisach. Tym samym jej wymagania nie są obowiązkowe do stosowania. Norma ta określa dla detektorów CO i NO₂ m.in. trzy progi alarmowe: 30/60/150 ppm (średnia ważona) dla tlenku węgla (CO) oraz 3/6/15 ppm (średnia ważona) dla ditlenku azotu (NO₂), zakres pomiarowy: 0–300 ppm dla CO i 0–30 ppm dla NO₂. Ponadto zawiera ona opis układów centrala i detektorów z jednoznaczą identyfikacją (adresem) oraz

rozwiązania z czterema wyjściami, tj. trzema alarmowymi i jednym dla sygnalizacji awarii. Zaleca stopień ochrony dla detektorów minimum IP54 i kalibrację nie rzadziej niż co 12 miesięcy.

Na rynku dostępne są różne rozwiązania urządzeń do detekcji CO i NO₂, w tym takie, które spełniają niektóre podstawowe wymagania wspomnianej normy. Opieranie się na rozwiązaniach normatywnych nie jest obowiązkowe, może być jednak dla projektanta instalacji wykrywania gazów i sterowania wentylacją bezpieczną metodą. Spełnienie wymagań normy PN-EN 50545-1 może też być istotnym zabezpieczeniem dla projektanta i inwestora w razie pojawienia się propozycji zmian wykonawczych, które pod pretekstem zmniejszenia kosztów mogłyby obniżyć bezpieczeństwo i funkcjonalność systemu.

Garaże z windami parkingowymi

Coraz wyższe koszty powierzchni w budynkach, a także budowanie wielokondygnacyjnych garaży skłaniają do szukania alternatywnych rozwiązań rozmieszczenia pojazdów. Jedną z nich są windy parkingowe (ang. parklift) pozwalające na umieszczenie pojazdów na dwóch lub trzech poziomach. Tego typu rozwiązanie wymaga jednak zarówno pomieszczenia o dużej wysokości, jak i wykonania odpowiednich zagłębień dla urządzeń dźwigowych. Jeżeli garaż ma zostać dopuszczony do parkowania pojazdów zasilanych gazem płynnym (LPG), konieczne jest zastosowanie odpowiedniej wentylacji oraz umieszczenie detektorów LPG we wspomnianych zagłębieniach.

Pojawia się tu jednak poważny problem eksploatacyjny, ponieważ schodzenie osób w zagłębienie windy lub opuszczanie się w nie z wykorzystaniem wind jest niedozwolone. Tym samym okresowy serwis oraz kalibracja detektorów LPG nie jest możliwa bez kosztownej wizyty specjalisty serwisującego dźwig, który mógłby umożliwić dostęp do detektorów umieszczonych na najniższym poziomie powierzchni garażu. Rozwiązaniem może być zastosowanie detektora jedno- (LPG) lub dwugazowego (LPG + CO) z wyniesionym sensorem LPG. Baza detektora umieszczana jest



Fot. 3. Przykładowy system MSR-Traffic połączony z systemem detekcji gazów MSR-Electronic
Źródło: archiwum autora

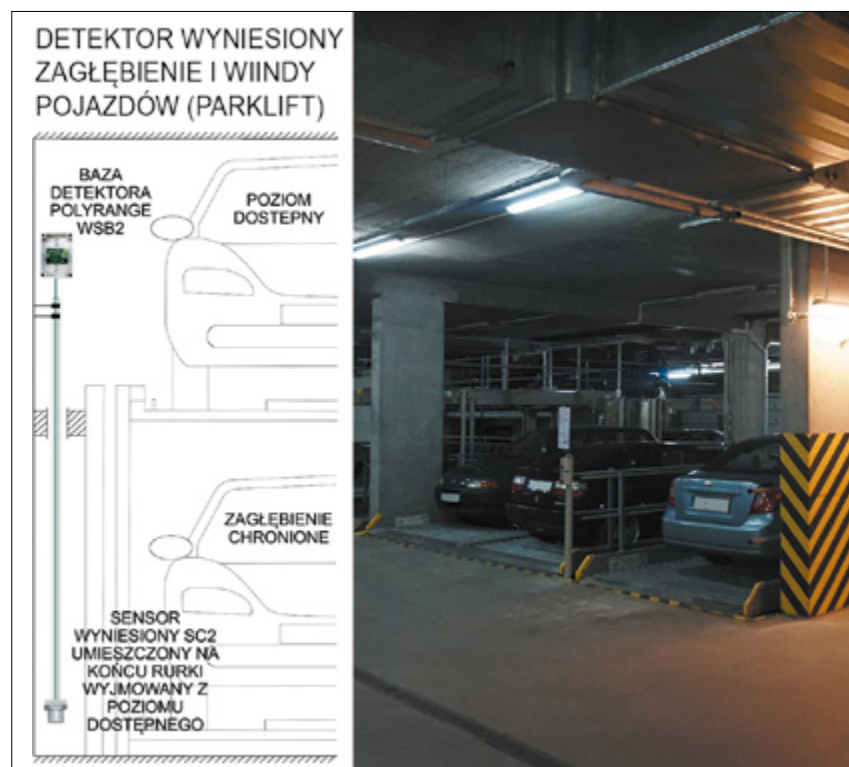
wówczas w dostępnym miejscu na wysokości 1–1,5 m od najniższego podłoża, natomiast sam niewielki i lekki sensor LPG (lub LPG + CO) umieszczany jest w zagłębieniu na wysięgniku, co umożliwia jego wyjęcie na czas przeprowadzania prac serwisowych (fot. 2).

Alternatywne zasilanie pojazdów

Benzyna, olej napędowy i LPG dominują jako paliwa zasilające silniki spalinowe w pojazdach osobowych. Na rynek wchodzi jednak także inne rozwiązania napędu samochodów, jak np. zasilanie elektryczne, CNG (sprężony gaz ziemny), LNG (skroplony gaz ziemny) czy H₂ (wodór). Spośród nich tylko samochody zasilane elektrycznie nie wymagają stosowania systemów detekcji gazów palnych w garażach, co nie oznacza, że nie jest w ich wypadku konieczne stosowanie innych systemów ppoż. Pozostałe technologie napędu samochodów wykorzystują paliwa, które są substancjami palnymi, i wyciek tych paliw gazowych może stanowić zagrożenie dla ludzi i obiektów, gdyż tworzą one atmosferę wybuchową.

Przepisy techniczne nie nadążają za zmianami technologicznymi, tym samym nie znajdziemy w nich regulacji wymagających zastosowania detektorów dla takich gazów, jak np. wodór i metan. Nie oznacza to jednak, że nowe paliwa są bezpieczne. Projektując garaże należy wziąć pod uwagę, czy w obiekcie ma zostać dopuszczone parkowanie pojazdów osobowych na CNG, LNG lub H₂. Tego typu samochodów jest jednak jak na razie mało, dlatego warto przeanalizować celowość ponoszenia kosztów wyposażenia garaży w odpowiednią dla nich detekcję i wentylację. Decyzja o takiej inwestycji należy do zamawiającego.

Z zupełnie inną sytuacją mamy do czynienia w przypadku pojazdów transportowych, komunikacji miejskiej czy specjalnych. W tych sektorach takie paliwa jak CNG czy LNG, a nawet H₂ są od dawna stosowane i wiele obiektów garażowych, warsztatowych czy diagnostycznych oraz stacji tankowania przeznaczonych dla tego taboru wyposażonych jest w detektory metanu czy wodoru.



Fot. 2. Detektor z wyniesionym sensorem LPG dla garażu z windami
Źródło: archiwum autora

Jak zredukować koszty i zwiększyć bezpieczeństwo?

Głównym zabezpieczeniem każdego garażu zamkniętego jest wentylacja mechaniczna. To ona, uruchamiana przez sygnał alarmowy z detektorów, usuwa spaliny lub rozrzedza stężenie wyciekającego paliwa gazowego. W obiektach o dużym natężeniu ruchu (szczególnie w okresach świątecznych) powstaje jednak problem stałego napływu nowych pojazdów chcących zaparkować i krążących w poszukiwaniu wolnego miejsca postojowego. W sytuacji krytycznej, czyli nadmiernej ilości spalin, powinno nastąpić wyłączenie danej sekcji parkingu (czy poziomu) do czasu jej przewietrzenia. Zastosowanie systemu informacji o wolnych miejscach parkingowych redukuje czas potrzebny na znalezienie miejsca parkingowego o ponad 40%. Umożliwia to dużą redukcję spalin, a także energii zużywanej na dodatkowe wentylowanie. System wskazujący wolne miejsca parkingowe połączony z systemem detekcji gazów może np. uczynić daną sekcję parkingu niedostępną i tym samym uniemożliwić napływ nowych pojazdów. Zwiększa jednocześnie stopień wypełnienia parkingu i sprawia, że klienci chętniej korzystają z obiektu, w którym łatwiej zaparkować.

Oszczędność energii

Aktywnie poszukuje się obecnie możliwości redukcji energii zużywanej przez obiekty, w tym energii elektrycznej, zwłaszcza zużywanej w procesach ciągłych lub długookresowych. Jej efektywniejsze zużycie rozważane jest także w kontekście systemów wentylacyjnych. Odpowiednie sterowanie wentylacją pozwala uzyskać duże oszczędności energii. Na przykład systemy czteroprogowe, oparte na progach średniej ważonej, pozwalają znacznie efektywniej regulować pracę wentylacji, zapewniając redukcję energii w porównaniu do starszych systemów dwuprogowych, wymuszających uruchamianie pełnej mocy wentylatorów nawet przy niewielkich stężeniach monitorowanych gazów.

Oszczędności energetyczne można znaleźć także w systemach detekcji. Przykładowo centrala cyfrowa zużywa 95% mniej energii niż analogowa, sensor elektrochemiczny CO – 98% mniej energii niż półprzewodnikowy, a katalityczny LPG – 63% mniej niż półprzewodnikowy (oczywiście w zależności od wybranych modeli). W przypadku sensorów nie są to znaczne ilości energii, ale system taki działa bez przerwy. Przy wyborze rozwiązań systemów detekcji należy mieć na uwadze przede wszystkim zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa i gwarancji niezawodności ich działania.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowania (DzU 2002, nr 75, poz. 690, ze zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719)
3. PN-EN 50545-1:2012 *Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów toksycznych i palnych w garażach oraz w tunelach. Cz. 1. Podstawowe wymagania funkcjonalne i metody badań dotyczące wykrywania i pomiaru tlenku węgla oraz tlenków azotu*

Sterowanie wentylacją bytową w garażach wielostanowiskowych

Zamknięte parkingi wielopoziomowe oraz garaże podziemne są obecnie nieodłączną częścią budynków mieszkalnych, biurowych i usługowych. Istotnym elementem bezpieczeństwa takich inwestycji jest sprawnie działający system detekcji gazów, sterujący bytową wentylacją mechaniczną. Zapis mówiący o konieczności stosowania wentylacji mechanicznej sterowanej za pomocą czujników niedopuszczalnego stężenia tlenku węgla w garażach zamkniętych, mających więcej niż 10 stanowisk postojowych, jest znany i wynika z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (z późniejszymi zmianami [1]). Dodatkowo w garażach, w których poziom podłogi znajduje się poniżej poziomu terenu i w których dopuszcza się parkowanie samochodów zasilanych LPG, wentylacja mechaniczna powinna być sterowana również za pomocą czujników niedopuszczalnego stężenia propanu-butanu.



A jak to wygląda w praktyce? Postaramy się Państwu odpowiedzieć na to pytanie. Sterowanie wentylacją za pomocą detektorów LPG stało się już powszechną praktyką, gdyż zarówno inwestor, jak i właściciel użytkowanego obiektu mają świadomość, że przy sporym udziale pojazdów wyposażonych w tego typu instalacje, postawienie zakazu parkowania samochodów z LPG jest po prostu nieskuteczne. Jeśli natomiast chodzi o sterowanie na podstawie stężenia tlenku węgla, jest to jak najbardziej uzasadnione w przypadku spalin emitowanych przez silniki benzynowe – to jest niezaprzeczalnie bazowy system sterowania na wszystkich obiektach na naszym rynku. A co z pojazdami wyposażonymi w silniki wysokoprężne? Silniki diesla w porównaniu z silnikami benzynowymi emitują w spalinach znikome ilości tlenku węgla, ale aż 20-krotnie więcej tlenków azotu



oraz spore ilości CO₂. Tlenkom azotu (NO_x) przypisuje się ok. dziesięciokrotnie bardziej szkodliwe oddziaływanie na organizm człowieka niż tlenkom węgla (CO). Dlatego gdy w garażu parkują samochody z silnikami wysokoprężnymi, sterowanie wentylacją na podstawie emisji tlenku węgla jest niewystarczające. Pomimo dużej ilości spalin emitowanych z tych silników, a więc i znacznego stężenia szkodliwych substancji, wentylacja sterowana tylko na podstawie tlenku węgla nie będzie skuteczna. To właśnie m.in. z tego powodu norma PN-EN 50545 (Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów toksycznych i palnych w garażach oraz tunelach) obejmuje wytyczne do monitorowania w garażach trzech gazów: tlenku węgla (CO), tlenku azotu (NO) i dwutlenku azotu (NO₂). I to właśnie z tego powodu często narzekamy na słabą wentylację w garażach, bo w powietrzu wyczuwamy spaliny – spaliny diesla, które mają charakterystyczny zapach, dzięki zawartości węglowodorów aromatycznych.

Urządzenia

Jakie urządzenia są montowane? W instalacjach pod budynkami mieszkalnymi czy niewielkimi obiektami usługowymi, wybierane są systemy oparte na detektorach przekaźnikowych. Instalacja takich urządzeń i połączenie ich w sprawnie działający system jest bardzo prosta i stosunkowo niedroga. Tym bardziej, że przy tego typu urządzeniach zwykle nie ma potrzeby kupowania i instalowania dodatkowych central do przetwarzania i przekazywania sygnałów z detektorów. Natomiast na parkingach rozległych, wielopoziomowych i bardziej rozbudowanych zastosowanie znajdują detektory „wyposażone” w komunikację MODBUS. W tego typu systemie do określonej ilości urządzeń konieczna jest tzw. centrala lub moduł sterujący (w niektórych instalacjach można go zastąpić sterownikiem swobodnie programowalnym PLC). System taki, wpięty w BMS, daje nam dużo większe możliwości analizy i sterowania. Adresacja pozwala na dokładną lokalizację detektora, na którym wystąpiło przekroczenie stężenia danego gazu, co daje nam możliwości załączenia wentylacji tylko w określonym miejscu garażu. Dużym plusem jest też możliwość szybkiego zidentyfikowania awarii konkretnego urządzenia czy braku komunikacji na danej części instalacji. To właśnie takie systemy sterowania wskazuje przywołana już wcześniej norma PN-EN 50545. Szczegółowa rejestracja parametrów pracy każdego detektora (zmiany poziomu stężeń danego gazu, przekroczenia stężeń gazów, czasy załączeń i pracy wentylacji) pozwala na analizę i ustalenie harmonogramu pracy wentylacji – jeśli jest taka potrzeba. To tylko niektóre z dodatkowych opcji jakie daje tak zaprojektowany system.



Uzupełniającym, ale równie istotnym elementem systemu detekcji w garażu są tablice sygnalizacyjne. Alarmują one użytkowników o pogarszających się parametrach powietrza, wskutek chwilowego nagromadzenia większej ilości spalin w garażu. Należy pamiętać, że samo uruchomienie tablic sygnalizacyjnych po przekroczeniu zadanych stężeń gazów, nie oznacza jeszcze stężenia zagrażającego osobom przebywającym w garażu. Progi alarmowe detektorów powinny zapewniać wykrywanie stężeń na poziomie bezpiecznym dla użytkownika garażu i jednocześnie ekonomiczną pracę instalacji wentylacyjnej, bez zbyt częstych uruchomień wentylatorów.

Montaż

Jak zamontować detektory? Wysokość montażu poszczególnych urządzeń zależy oczywiście od właściwości gazu, którego stężenie mierzą. Tlenek węgla jest gazem zbliżonym gęstością do gęstości powietrza, detektory umieszcza się więc na wysokości twarzy dorosłego człowieka, tzn. ok. 1,6–1,8 m od posadzki. Mieszanka gazów propan-butan jest prawie dwa razy cięższa od powietrza i po wydostaniu się z instalacji, ścieli się warstwą na posadzce. Z tego powodu detektory LPG umieszczamy bardzo nisko, tj. ok. 10–15 cm od poziomu posadzki i zabezpieczamy odbojnicą ochronną, z uwagi na łatwość uszkodzenia mechanicznego na tej wysokości.

Jak rozmieścić urządzenia w przestrzeni garażu? Producenci podają w dokumentacji „zasięg” lub „promień działania” detektorów, choć jest to pojęcie bardzo nieprecyzyjne. Pamiętajmy, że czujnik w detektorze mierzy stężenie punktowo w miejscu, w którym jest zamontowany, natomiast powietrze jest w ciągłym ruchu. W każdym garażu znajdziemy miejsca, gdzie mamy duży ruch powietrza (np. przy bramach wjazdowych) oraz miejsca, gdzie nie ma takiej dynamiki mieszania gazów. Nie ma więc jednej uniwersalnej metody rozmieszczania detektorów. A wentylacja ma zapewnić brak przekroczeń wyznaczonych stężeń gazów w całej objętości garażu. Jeśli nie mamy doświadczenia w projektowaniu tego typu systemów, warto w tej kwestii skorzystać z pomocy doświadczonego projektanta czy producenta urządzeń.

Działanie systemu

Wartości progów alarmowych (stężeń gazów), przy których system załącza wentylację, to, jak już wspomniano wcześniej, jeden z czynników determinujących bezpieczeństwo, ale i koszt eksploatacji instalacji. W dokumentacji projektowej spotykamy się z różnymi wartościami i wytycznymi co do metodologii pomiarowej gazu wskazanego przez ustawodawcę. Wśród części inwestorów czy

wykonawców panuje błędne przekonanie, że detektory powinny powodować załączanie wentylacji w sposób bardzo szybki, nawet przy niskich progach alarmowych dla CO. Zastosowanie takich detektorów (z pomiarem chwilowym nawet dla niskich progów detekcji) nie ma uzasadnienia i naraża użytkownika końcowego na zwiększone koszty eksploatacji systemu. Niedopuszczalne stężenia tlenu w normach europejskich (np. w przywoływanej już wcześniej wielokrotnie normie PN-EN 50545 czy wytycznych VDI 2053:2014) odwołują się do pomiarów średnioważonych 15-minutowych dla niskich stężeń i kilkuminutowych dla wyższych stężeń CO. Jak już wspomniano, norma 50545 obejmuje monitorowanie w garażach trzech gazów: tlenu węgla (CO), tlenu azotu (NO) i dwutlenku azotu (NO₂), wyznaczonych do sterowania systemem wentylacji i/lub w celu zasygnalizowania czy ostrzeżenia o toksycznym zagrożeniu w garażu.

Projektanci najczęściej stosują dwie metodologie, jeśli chodzi o progi alarmowe dla detektorów CO. Pierwsza opiera się na wartościach zbliżonych do NDS i NDSch, określonych w Rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej (Dz.U. 2018 poz.1286) w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Projektowane na tej podstawie wartości progów w urządzeniach dla CO to 20–30 ppm dla pierwszego progu oraz 80–100 ppm dla drugiego progu alarmowego. Druga metoda opiera się na normie PN-EN 50545-1 i wtedy wartości progów alarmowych dla CO są określone na poziomie: 30, 60 i 150 ppm (przy czym dwa pierwsze progi to pomiar średnioważony 15-minutowy). Jeśli natomiast chodzi o detekcję LPG, to tu w przeważającej większości przypadków projektanci zazwyczaj przyjmują progi alarmowe na poziomie 10 i 20% DGW i krótkie czasy reakcji – co jest zrozumiałe..

Eksploatacja

Przy wyborze detektorów warto wziąć pod uwagę nie tylko koszt urządzeń, ale również koszty ich eksploatacji, jak choćby koszty regularnych przeglądów. Należy też pamiętać, że w detektorach gazów okresowo konieczne jest też ponowne wzorcowanie czujników (zwyczajowo zwane rekaliibracją detektorów). Jest to czynność odpłatna, która musi być wykonywana przez specjalistyczny serwis. Na etapie wyboru dostawcy warto więc zwrócić uwagę na koszt samej usługi wzorcowania. We współczesnych urządzeniach na czas ponownej kalibracji nie trzeba wyłączać systemu detekcji, nie trzeba też zdejmować urządzeń – podczas jednej wizyty serwisowej wystarczy wymienić „stary” moduł z sensorem na moduł „świeży” skalibrowany przez producenta. Pamiętajmy, że zaniechanie przeglądów czy rekaliibracji to tylko pozorne oszczędności. Począwszy od utraty gwarancji na system, brak okresowego wzorcowania może prowadzić do większych wydatków eksploatacyjnych.



Dla przykładu: nadmiernie czuła detekcja (co może mieć miejsce w przypadku braku okresowego wzorcowania czujników półprzewodnikowych) to częstsze załączenia wentylacji, a to z kolei większy pobór energii. Na szczęście takie zaniechania wśród użytkowników czy zarządców zdarzają się coraz rzadziej.

Warto też przy okazji eksploatacji urządzeń wspomnieć o rodzajach czujników montowanych w detektorach. Najczęściej w detekcji dla wentylacji bytowej garaży spotykamy się z dwoma rodzajami czujników: półprzewodnikowymi i elektrochemicznymi. Sensory elektrochemiczne charakteryzują się dużą stabilnością działania, niskim zapotrzebowaniem prądowym i wysoką selektywnością (co oznacza, że praktycznie nie reagują na inne gazy oprócz zadanego). Sensory półprzewodnikowe natomiast mają niższą selektywność (mogą więc reagować na inne gazy), są wrażliwe na zmiany temperatury i wilgotności (co producenci kompensują programowo w urządzeniu), ulegają też łatwo „zatruciu” przy kontakcie z oparami farb, lakierów, silikonów, ale zwykle są tańsze od wspomnianych wcześniej czujników elektrochemicznych. Na naszym rynku znajdziemy detektory CO zarówno z sensorami elektrochemicznymi, jak i półprzewodnikowymi. Detektory LPG do garaży mają najczęściej czujnik półprzewodnikowy, choć możemy również spotkać detektory LPG z czujnikiem katalitycznym – dużo lepszym jakościowo od półprzewodnikowego, jednak z uwagi na cenę oraz krótszy czas życia, w garażach stosowane są bardzo rzadko.

Zapraszamy do kontaktu z nami! Chętnie wesprzemy Państwa naszym doświadczeniem, pomożemy rozmieścić urządzenia, przeszkolimy, oszacujemy koszty eksploatacji, a jeśli trzeba wesprzemy podczas pierwszego uruchomienia. Zapraszamy też do szerszego zapoznania się z naszą ofertą. Znajdziecie tam Państwo nie tylko detektory gazów do garaży, ale również detektory i systemy detekcji metanu, detektory czynników chłodniczych, pomieszczeniowe detektory dwutlenku węgla, peryferia automatyki, szafy sterownicze.

Literatura

1. Obecnie Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu w.w. rozporządzenia – Dz.U. 2022 poz 1225

* * *

Więcej informacji: www.hekato.pl.

HEKATO
POLSKA

ARTYKUŁ SPONSOROWANY

Hekato Polska Sp. z o.o. S.K. ul. Karpacka 22, 54-617 Wrocław

HEKATO
POLSKA



BEZPIECZNE SYSTEMY DETEKCJI GAZÓW DLA GARAŻY

Hekato Polska Sp. z o.o. S.K.
tel. 605 966 922
hekato.pl biuro@hekato.pl

Robert Zapala

dyrektor techniczny NEURON Sp. z o.o. Sp.K.

Inteligentny garaż podziemny – zasilanie i sterowanie wentylacją bytową i pożarową oraz systemami monitoringu

Inteligentne budynki wymagają inteligentnych rozwiązań i systemów także w garażach podziemnych, tym bardziej że od ich skutecznego działania zależy życie ludzi i bezpieczeństwo mienia. Odpowiedni dobór niezbędnych systemów, jakość ich wykonania oraz wzajemne połączenie i wymiana danych są kluczowe dla zapewnienia komfortu i bezpieczeństwa nie tylko w przypadku garażu, ale i całego budynku oraz jego użytkowników.

Bardzo dużo mówi się w ostatnim czasie o inteligentnych budynkach, pasywnym budownictwie i możliwościach automatyki kontrolno-sterującej zarówno w kontekście korzyści materialnych dla inwestora i użytkownika, jak i ochrony środowiska, a także zwiększenia komfortu użytkowania obiektów.

Jednym z elementów nowoczesnego budynku użyteczności publicznej czy mieszkaniowego jest jego garaż – ze względu na oszczędność miejsca i terenu lokalizowany na kondygnacjach podziemnych. Umieszczenie garażu wpływa bezpośrednio na dodatkowe wymagania, jakie musi on spełniać – abstrahując od wymogów dotyczących konstrukcji pod kątem wytrzymałościowym czy odporności ogniowej, dotyczą one w szczególności rodzaju, budowy i liczby instalacji, które muszą zostać wykonane, aby podziemny garaż był bezpieczny i wygodny w codziennym użytkowaniu.

Do instalacji takich zaliczamy przede wszystkim systemy: sygnalizacji pożarowej, wentylacji bytowej i pożarowej wraz z systemem detekcji szkodliwych i niebezpiecznych gazów (CO, LPG), monitoringu wizyjnego i termowizyjnego, kontroli dostępu, zajętości miejsc parkingowych oraz oświetlenia. Oczywiście najbardziej pożądana jest sytuacja, gdy wszystkie te instalacje kontrolowane są przez jeden, nadrzędny system monitoringu i kontroli, taki jak BMS (Building Management System) czy SIUP (System Integrujący Urządzenia Przeciwpożarowe), czyli wersja BMS dopuszczona do stosowania w ochronie przeciwpożarowej (posiadająca wymagane przepisami dopuszczenia i certyfikaty w pierwszym systemie oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych).

Robert Zapala
specjalista w zakresie zasilania i sterowania urządzeniami ppoż. oraz systemami wentylacyjnymi i gaśniczymi
dyrektor techniczny
Neuron – Grupa TECH



O systemach BMS czy SIUP pisano już wiele, dlatego tematem niniejszego opracowania są systemy i instalacje niezbędne do prawidłowego i bezpiecznego funkcjonowania garaży podziemnych, a także zwiększające komfort i funkcjonalność ich codziennej eksploatacji.

System sygnalizacji pożarowej (SSP)

Pierwszym niezbędnym systemem bezpieczeństwa, choć nie w każdym garażu (budynku) wymaganym, jest system sygnalizacji pożarowej. Jest on odpowiedzialny za wczesne wykrycie zagrożenia pożarowego w danej strefie, zaalarmowanie odpowiednich służb (budynkowych oraz Państwowej Straży Pożarnej poprzez system transmisji alarmu pożarowego), a następnie zainicjowanie niezbędnych akcji i sterowań dla innych systemów bezpieczeństwa pożarowego, takich jak system sterowania i zasilania systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła, dźwiękowy system ostrzegawczy czy system kontroli dostępu.

W skład systemu sygnalizacji pożarowej wchodzi: centrala, czujki dymu (i ciepła), ręczne ostrzegacze pożarowe, sygnalizatory optyczne i akustyczne oraz karty wejść i wyjść (zwane również elementami liniowymi). Za wykrycie zagrożenia pożarowego na jak najwcześniejszym etapie odpowiedzialne są bezpośrednio czujki dymu i ciepła. Natomiast w budynkach i garażach można dodatkowo wspomóc się systemem kamer termowizyjnych – jest to obecnie często stosowane w obiektach, w których na bezpieczeństwo kładzie się duży nacisk. Takie rozwiązania i aplikacje są coraz tańsze i zyskują na popularności ze względu na swoje zalety i szeroką funkcjonalność. Obejmują nie tylko sprzęt (hardware), ale również odpowiednie oprogramowanie (software), które może być zarówno częścią samej kamery, jak i aplikacji kontrolno-sterującej, co daje już dziś bardzo duże możliwości. Kamery termowizyjne mają zazwyczaj dwa obiektywy (dwie matryce) – termowizyjny o niskiej rozdzielczości i wizyjny o rozdzielczości wysokiej. Oba sygnały są na siebie nakładane i na obrazie z kamery widzimy zróżnicowanie temperatury obiektów, a także ich kształty. Obraz taki analizowany jest przez oprogramowanie samej kamery lub systemu nadzorującego – najczęściej ze sztuczną inteligencją – dzięki czemu sygnały alarmowe mogą



Centrala sterująco-zasilająca urządzeniami przeciwpożarowymi

być generowane automatycznie. Dodatkowo system termowizyjny i wizyjny umożliwia zweryfikowanie zagrożenia przez obsługę obiektu.

W przeciwieństwie do czujek dymu (i ciepła), które potrafią wykryć zagrożenie pożarowe, tylko gdy pojawi się dym lub odpowiednio wysoka temperatura w samej czujce, system kamer termowizyjnych umożliwia wykrycie potencjalnego zagrożenia generowanego przez poruszające się lub pozostawione w garażu podziemnym samochody. W przypadku awarii układów elektrycznych, paliwowych czy hamulcowych samochodu (kiedy ciepło generowane jest jeszcze przed pojawieniem się dymu i płomienia), sensor termowizyjny może zgłosić obsłudze obiektu zagrożenie, dając tym samym szansę jego eliminacji, zanim dojdzie do pożaru. Dodatkowo dzięki termowizji i zaimplementowanemu inteligentnemu oprogramowaniu można w garażu bardzo łatwo wykryć nie tylko obecność człowieka, ale i przybranie przez niego nienaturalnej pozycji (kiedy np. leży na posadzce na skutek zasłabnięcia). W przypadku zagrożenia pożarowego daje też możliwość sprawdzenia, czy w danym pomieszczeniu znajduje się użytkownik, do którego trzeba dotrzeć w pierwszej kolejności. Algorytmy wykrywające obecność ludzi stają się więc najbardziej pożądanymi i najszybciej rozwijającymi aplikacjami w dziedzinie termowizji pod kątem zastosowania w budownictwie.

Dźwiękowy system ostrzegawczy (DSO)

Drugim systemem z kategorii przeciwpożarowej, montowanym zarówno w garażach podziemnych, jak i w całym budynku, jest dźwiękowy system ostrzegawczy (DSO). Dzięki strefowemu sygnałowi pożarowemu aplikacje dają w przypadku tego systemu możliwość uruchomienia automatycznego komunikatu głosowego o potrzebie ewakuacji z zagrożonej strefy, informując dodatkowo o dostępnych drogach ewakuacyjnych. Jeżeli w garażu funkcjonuje także wcześniej wspomniany system wizyjny czy termowizyjny i wiemy, że w zagrożonej przestrzeni może się znajdować człowiek, DSO poprzez panel ręcznego sterowania pozwala wystosować do tej osoby indywidualne komunikaty głosowe i skierować do bezpiecznego wyjścia ewakuacyjnego.

W inteligentnym budynku, którego garaż jest częścią, przemyślane zaprojektowanie i montaż systemów musi obejmować ich wzajemne zestrojenie i współpracę, aby w razie zagrożenia możliwa była odpowiednia reakcja na zmieniającą się dynamicznie sytuację, co ma znaczący wpływ na bezpieczną ewakuację. Ważne jest zatem nie tylko spełnienie przepisów bezpieczeństwa pożarowego, ale również korzystanie z instalacji, systemów i wyposażenia podążającego za rozwojem i aktualnym stanem wiedzy i techniki.

Dynamiczne oświetlenie ewakuacyjne

Przykładem nowej technologii w zakresie bezpieczeństwa pożarowego i ewakuacji może być dynamiczne oświetlenie ewakuacyjne (nieobjęte wymaganiami norm), które dzięki zmiennym symbolom

graficznym w znakach świetlnych pozwala skierować użytkowników garażu nie tylko do najbliższego wyjścia ewakuacyjnego, ale przede wszystkim do wyjścia **bezpiecznego**. Umieszczone w posadzce znaki kierunkowe o dynamicznej iluminacji zapewniają dodatkowo lepszą ich widzialność w przypadku dużego zadymiania i konieczności ewakuowania się użytkowników „na czworakach”, a taka sytuacja może się zdarzyć przy niskim pułapie dymu lub po załączeniu wentylatorów strumieniowych, które powodują zmniejszenie temperatury podstropowej gazów pożarowych, ale równocześnie zadymiają całą strefę. Należy pamiętać o zależności między dynamicznym oświetleniem ewakuacyjnym i systemem kontroli dostępu, który pozwoli udroźnić bezpieczne wyjścia (zwołać rygle), ale równocześnie powinien zablokować wyjścia, które z jakiegoś powodu prowadzą w niebezpieczne rejony. Ważne jest zatem, aby wszystkie powyższe systemy były połączone systemem integrującym, nad którym czuwa odpowiednio przeszkolony operator, który dzięki systemowi wizyjnemu czy termowizyjnemu, a także DSO, kontroli dostępu i dynamicznemu oświetleniu ewakuacyjnemu będzie w stanie odpowiednio zarządzać ewakuacją.

Systemy wentylacyjne

Inteligentne i nowoczesne rozwiązania ochrony przeciwpożarowej w garażach podziemnych w znacznym stopniu zwiększają bezpieczeństwo i ułatwiają pracę służbom utrzymania budynku w przypadku codziennej eksploatacji, wykrywania potencjalnego zagrożenia czy niebezpieczeństwa oraz ewakuacji, są także pomocne dla służb ratowniczo-gaśniczych. Bardzo duże znaczenie ma system wentylacji, a przede wszystkim jego zasilanie i sterowanie. Taki zaprogramowany system ma w sytuacji zagrożenia odpowiednie algorytmy pracy, zależne od strefy (i kondygnacji), w której wykryto zagrożenie. Większość garaży jest dziś podzielona na strefy i w zależności od miejsca, w którym wykryte zostanie zagrożenie pożarowe, oddzielane są obszary bezpieczne od przestrzeni objętej pożarem (za pomocą klap przeciwpożarowych, bram przeciwpożarowych czy ruchomych kurtyn dymowych). Następnie, w odpowiednim kierunku, w zaprogramowanej sekwencji i z zadaną wydajnością uruchamiane są wentylatory oddymiające, kompensacyjne i przetłaczające (strumieniowe) i utrzymywane w tym stanie, dokąd zagrożenie występuje. Pożar natomiast jest zjawiskiem bardzo dynamicznym, a jego rozwój i rozprzestrzenianie się są często trudne do przewidzenia. Dlatego coraz częściej mówi się o możliwości ręcznego sterowania systemem wentylacji, co pozwala mieć wpływ na jego efektywność, a tym samym na poziom bezpieczeństwa ekip gaśniczych i ochronę mienia.

Centrale sterująco-zasilające

Obecnie systemy sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi w garażach podziemnych oparte są na mikroprocesorowych, programowalnych kontrolerach (zwanym modułami

kontrolno-sterującymi lub centralami sterującymi), a w kontekście zasilania na układach stycznikowych oraz przetwornicach częstotliwości. Połączenie tych podzespołów daje szerokie możliwości sterowania i zasilania wraz z wieloma algorytmami pracy (w zależności od strefy zagrożenia pożarowego), a połączenie z systemem integrującym pozwala na ręczne zmiany nastaw nawet w czasie pracy systemu w trybie pożarowym. Dodatkowo centrale sterująco-zasilające wyposaża się często w dotykowe panele HMI, umieszczone na obudowie i umożliwiające ręczne sterowanie urządzeniami wykonawczymi (wentylatorami, klapami wentylacji pożarowej, bramami itp.). Aby jednak odpowiedzieć sobie na pytanie, czy możemy lub czy powinniśmy ręcznie sterować wentylacją pożarową w garażu podziemnym w trakcie akcji ratowniczo-gaśniczej, musimy dokonać ogólnej analizy charakterystyki budowy i pracy urządzeń przeciwpożarowych w garażu podziemnym.

Wentylatory

Pierwszym elementem instalacji w garażu są oczywiście wentylatory oddymiające i kompensacyjne. Są to urządzenia o średnicy najczęściej od 0,8 do 1,5 m i mocy od 22 do 55 kW, ich bezwładność jest zatem bardzo duża. W przypadku zasilania przez przetwornice częstotliwości wentylatory takie rozpędzają się w ciągu jednej-dwóch minut, a zatrzymują po ok. trzech-czterech minutach. Natomiast w przypadku rozruchu stycznikowego typu gwiazda/trójkąt rozpędzanie się urządzeń trwa ok. dwadzieścia sekund, a zatrzymanie nawet pięć minut (nie ma możliwości hamowania wentylatora przeciwnie do przetwornicy częstotliwości). Z tego powodu w przypadku sterowania ręcznego należy pamiętać, że zatrzymanie pracującego układu i załączenie go w drugim kierunku spowoduje kilkuminutową przerwę w funkcjonowaniu systemu, a tym samym w oddymianiu i obniżaniu temperatury nie tylko w strefie objętej pożarem, ale i w całym garażu.

W przypadku wentylatorów strumieniowych, urządzeń o średnicy do 0,4 m i mocy do 1,5 kW, problem ten nie występuje, ponieważ ich rozpędzanie i zatrzymywanie trwa od kilku do kilkunastu sekund. Zmiana biegu (są to często wentylatory dwubiegowe) czy kierunku w porównaniu z wentylatorami głównymi (oddymiającymi i kompensacyjnymi) nie trwa długo, więc możliwe jest ręczne sterowanie ich pracą.

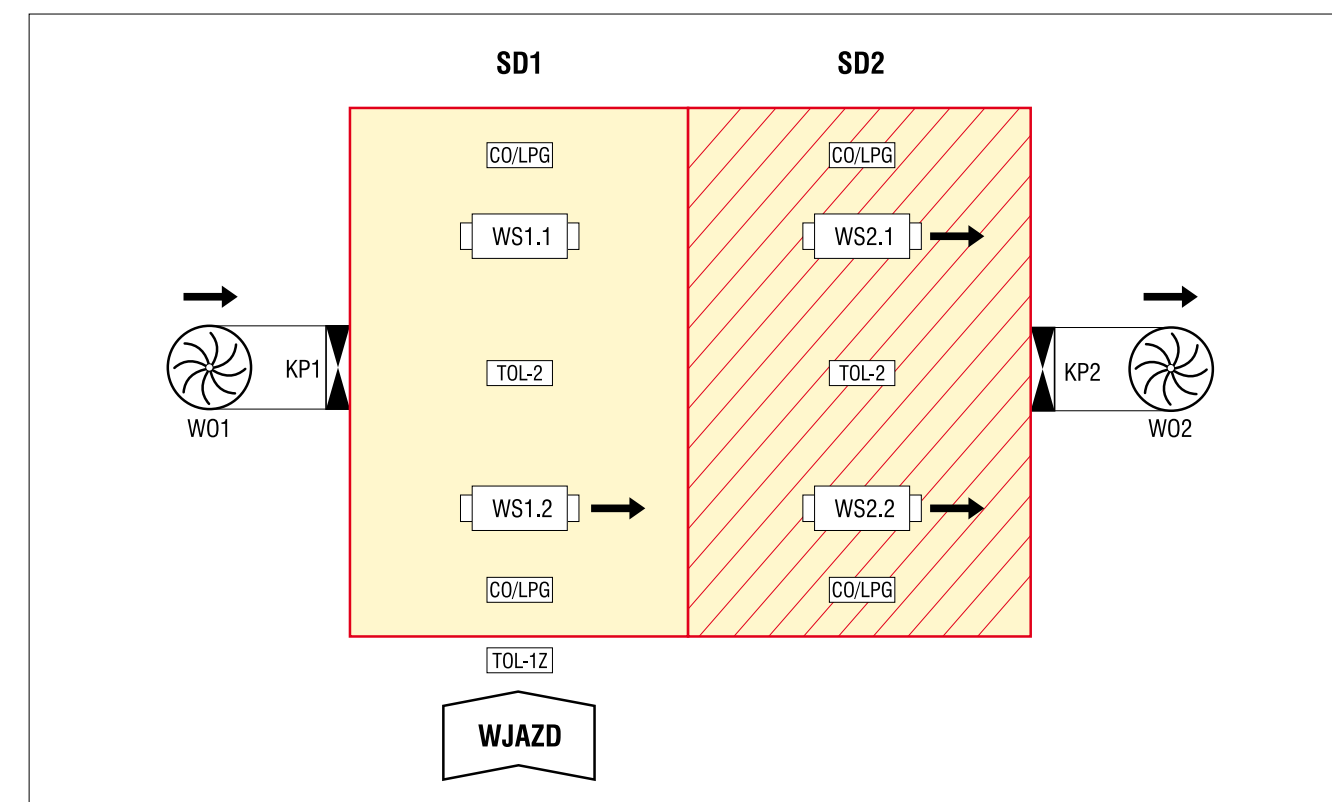
Klapy wentylacji pożarowej

Kolejnym bardzo istotnym elementem systemów wentylacji pożarowej i zabezpieczenia garażu podziemnego przed skutkami pożaru są klapy wentylacji pożarowej. Urządzenia te zbudowane są z blachy stalowej, ruchomej, izolacyjnej płyty ceramicznej oraz układu napędowego z siłownikiem. Ręczne sterowanie klapami polega na umożliwieniu operatorowi ich otwarcia lub zamknięcia. Należy jednak pamiętać, że jeśli klapy były już narażone na oddziaływanie wysokiej temperatury, to te, które zostały otwarte, najprawdopodobniej nie będą w stanie się zamknąć, a klapy, który były

zamknięte, nie będą mogły się otworzyć. Ma to związek z możliwością uszkodzenia napędu pod wpływem wysokiej temperatury, zwiększenia objętości uszczelnień pęczniejących, szczelnie wypełniających nieszczelności klapy i zapewniających izolacyjność ogniową, dymową i temperaturową, a także odkształcenia samej konstrukcji lub układu przeniesienia napędu. Dlatego ręczne przestawianie klap wentylacji pożarowej w trakcie pożaru nie wchodzi w grę – są to urządzenia, które powinny przyjąć położenie pożarowe w pierwszej fazie zagrożenia, gdy temperatura nie będzie wyższa niż 100–120°C.

Panele operatorskie

Biorąc pod uwagę powyższe informacje, ręczne sterowanie – o ile zostało założone i jest wymagane – powinno się ograniczać do ewentualnej zmiany prędkości wentylatorów oddymiających i kompensacyjnych sterowanych z przetwornic częstotliwości czy ich zatrzymania lub wstrzymania pracy wentylatorów strumieniowych. Decyzję o takim kroku może podjąć jedynie osoba kierująca akcją ratowniczo-gaśniczą, a jego realizacja powinna być umożliwiona nie w pomieszczeniu obsługi, do którego i tak w ferworze walki z pożarem nie będzie można wejść, ale w pobliżu wejścia czy bramy do garażu. Taką możliwość dają panele dotykowe HMI połączone z centralą sterującą przez protokół komunikacji (oczywiście trasą E90), zainstalowane w pobliżu miejsc, przez które ekipy ratowniczo-gaśnicze będą wchodziły do objętego pożarem garażu. W Europejskim Komitecie



Rys. Przykładowa wizualizacja panelu operatorskiego

Normalizacyjnym (CEN) trwają obecnie prace nad wytycznymi dotyczącymi paneli operatorskich systemów garaży podziemnych. Jednak dokąd takie wytyczne nie powstaną, działanie urządzeń przeciwpożarowych powinno się opierać na wiedzy inżynierskiej i doświadczeniu wynikającym ze znajomości zagadnień związanych z systemami sterowania i zasilania ppoż. dla obiektów tego typu. Przede wszystkim panele operatorskie powinny znajdować się przy każdym wejściu (dla ekip ratowniczo-gaśniczych) do garażu, dodatkowo zabezpieczone przed ingerencją osób niepowołanych (np. w obudowie zamykanej na klucz, dostępny po zbitiu szybki, jak w przypadku hydrantów). Na takim panelu operatorskim ekipy ratowniczo-gaśnicze powinny znaleźć informację, w której strefie występuje zagrożenie pożarowe, które wentylatory działają i w jakim kierunku pracuje system, a także mieć możliwość ewentualnej zmiany wydajności systemu (zwiększenie lub zmniejszenie) oraz wyłączenia poszczególnych wentylatorów – jeżeli kierujący akcją ratowniczo-gaśniczą uzna, że jest to konieczne. Rozwiązanie z panelami operatorskimi jest aplikacją bardzo pożądaną, zwiększającą bezpieczeństwo budynku, garażu i ekip straży pożarnej, ale jeszcze niestosowaną w praktyce. Przykładową wizualizację panelu operatorskiego przedstawiono na rys.

Systemy detekcji gazów

Z wentylacją garażu podziemnego nierozzerwalnie wiąże się również system detekcji niebezpiecznych i szkodliwych gazów, takich jak tlenek węgla (CO) oraz gaz służący jako paliwo samochodowe (LPG). Ze względu na fakt, że tlenek węgla ma tylko nieco mniejszą gęstość od powietrza, detektory CO montuje się na wysokości ok. 1,5 m, natomiast detektory LPG na wysokości ok. 0,2 m (gaz ten jest cięższy od powietrza). W przypadku detekcji gazów nie możemy mówić o zasięgu, ponieważ każdy detektor mierzy stężenie punktowo. Rozmieszczenie tych urządzeń zależy od zjawiska dyfuzji gazu w powietrzu – na ogół przyjmuje się jeden detektor na ok. pięć miejsc postojowych.

Zaletą stosowania systemu detekcji, zarówno CO, jak i LPG, jest zmniejszenie zagrożenia dla osób przebywających w garażu (CO jest gazem groźnym dla życia i zdrowia człowieka), a także niwelacja zagrożenia wybuchem (LPG jest gazem palnym, wybuchowym). Działanie systemu detekcji w powiązaniu z wentylacją polega na wykrywaniu progów stężenia (dwóch lub trzech) i załączaniu wentylacji w strefach zagrożenia, z prędkością zależną od wykrytego progu (przy wyższym progu wentylacja uruchamia się na wyższym biegu). Dodatkowo przy drugim lub trzecim progu stężenia zapalają się tablice ostrzegawcze, często z sygnalizatorami akustycznymi informującymi o zakazie wjazdu do garażu, konieczności jego opuszczenia czy zakazie wejścia do garażu. Najczęściej system wentylacji na określonym biegu załączany jest w całym garażu, natomiast w przypadku bardziej wyrafinowanych, inteligentnych rozwiązań możliwe jest przypisanie detektorów do stref wentylacji (im mniejsze, tym lepiej) i załączenie wentylatorów strumieniowych tylko w strefie zagrożenia (wentylatory główne muszą pracować tak samo). Zmniejsza to poziom hałasu w garażu, a także

zużycie energii elektrycznej, a dodatkowo informacja może zostać wysłana do systemu SIUP czy BMS i obsługa budynku dowiaduje się o zagrożeniu w danej strefie i może podjąć interwencję, jeśli z jakiegoś powodu utrzymuje się ono zbyt długo.

Strefy i drzwi pożarowe

Oprócz miejsc postojowych w garażach podziemnych w budynkach występują również pomieszczenia maszynowni, komórki lokatorskie, pomieszczenia magazynowe, przedsionki pożarowe itp. Pomieszczenia te są wydzielone pożarowo, a dostęp do nich zabezpieczony jest drzwiami o wymaganej odporności ogniowej (niektóre zamykane są na klucz lub mają kontrolę dostępu, inne umożliwiają swobodne przemieszczanie się – np. drzwi na drogach ewakuacyjnych). Niestety drzwi te często pozostają niezamknięte (ze względu na ingerencję osób trzecich, często bywają np. podpierane gaśnicą), a tym samym nie spełniają swojej podstawowej funkcji, czyli wydzielenia strefy pożarowej. Dlatego w inteligentnych budynkach i inteligentnych garażach zaleca się montowanie zarówno w drzwiach o odporności ogniowej, jak i drzwiach z systemami kontroli dostępu czujników ich otwarcia. Takie czujniki są bezprzewodowe, komunikują się z wykorzystaniem protokołu LoRa (o dużym zasięgu) i zasilane są bateryjnie, więc ich instalacja nie wymaga prowadzenia dodatkowych tras komunikacji, a bateria starcza na pięć–dziesięć lat. Informacja z czujników przekazywana jest do systemu BMS lub SIUP, a tym samym fakt długotrwałego nienaturalnego otwarcia drzwi i w konsekwencji brak wydzielenia strefy pożarowej jest komunikowany obsłudze, która może podjąć działania mające na celu usunięcie zagrożenia.

Sygnalizacja zajętości miejsc postojowych

Garaż to przede wszystkim miejsce czasowego postoju pojazdów, a więc jego funkcjonalność pod tym kątem powinna być dla projektujących i wykonujących priorytetem. Pojęcie „inteligentnego garażu” nierozzerwalnie wiąże się z systemem zajętości miejsc parkingowych. Każdy kierowca, wjeżdżając na podziemny parking, niejednokrotnie borykał się z długotrwałym poszukiwaniem wolnego miejsca – z pomocą przychodzą tu nowoczesne rozwiązania.

W skład systemu sygnalizacji zajętości miejsc postojowych wchodzi: sterownik zarządzający z możliwością komunikacji z systemem nadrzędnym (BMS lub SIUP), parkingowy czujnik zajętości miejsca, sygnalizatory optyczne (najczęściej czerwone informują o zajętych miejscach postojowych, a zielone o wolnych) oraz tablice informacyjne i kierunkowe, które informują, czy są dostępne wolne miejsca i kierują kierowców w te rejony parkingu, w których miejsca są dostępne. Sterownik, montowany w szafach sterujących w maszynowniach garażu, połączony jest za pomocą protokołu komunikacyjnego z systemem zarządzającym budynkiem, aby informacja o zajętości garażu była przekazywana również do obsługi budynku. Przy każdym miejscu parkingowym, na suficie

lub posadzce, montowany jest czujnik, najczęściej ultradźwiękowy, który potrafi wykryć, czy w jego zasięgu pozostawiony został pojazd, taka informacja trafia następnie do sterownika zarządzającego, który zapala lampkę sygnalizacyjną (czerwoną lub zieloną) umiejscowioną w alejce dojazdowej na konstrukcji podsufitowej. Dodatkowo system monitoruje liczbę wolnych miejsc i wyświetla informację o nich na tablicy sygnalizacyjnej przy wjeździe do garażu. W samym garażu, na alejkach dojazdowych, przejazdach i skrzyżowaniach, montowane są dodatkowe tablice, które za pomocą strzałek kierują poruszający się pojazd do najbliższego wolnego miejsca. Dzięki takiemu systemowi w alejkach dojazdowych garaży podziemnych panuje mniejszy tłok, tym samym generowana jest mniejsza ilość spalin, co umożliwia obniżenie wydajności wentylacji – czyli zmniejszenie kosztów eksploatacji, nie mówiąc już o zwiększeniu komfortu użytkowników i oszczędności ich czasu. Ma on również duże znaczenie w aspekcie bezpieczeństwa, gdyż wiedza na temat liczby pojazdów znajdujących się w danej strefie pozwala w razie zagrożenia uzyskać lepszy obraz aktualnej sytuacji. Oczywiście montaż takiego systemu wiąże się dla inwestora z dodatkowymi kosztami, jednak korzyści związane ze zwiększeniem poziomu bezpieczeństwa i komfortu użytkowania (na co zwraca się dziś szczególną uwagę) są spore.

Podsumowanie

Na przykładzie przedstawionych rozwiązań i systemów widać wyraźnie, że nawet tak prozaiczna pod względem architektonicznym i użytkowym przestrzeń w budynku jak garaż podziemny, w kontekście zainstalowanych systemów zasilania, sterowania i monitoringu staje się bardzo istotną częścią inteligentnego budynku. W praktyce jest to miejsce, w którym dla większości z nas zaczyna się i kończy wizyta w danym budynku, dlatego musi to być przestrzeń komfortowa w użytkowaniu, a przede wszystkim bezpieczna – nie tylko dla użytkownika garażu, ale i całego obiektu. Zagrożenie pożarowe, wybuch oparów gazu, kolizja i tym podobne niebezpieczne sytuacje wpływają bezpośrednio na funkcjonowanie budynku, więc odpowiedni dobór niezbędnych systemów, jakość ich wykonania oraz wzajemne połączenie i wymiana danych to elementy kluczowe dla obiektu komfortowego i bezpiecznego, a inteligentne rozwiązania i nowoczesna technologia ułatwią jego eksploatację.



Skuteczna ochrona przeciwpożarowa Twojego budynku



Odporność ogniowa:
EIS 60, EIS 90, EIS 120



Mamy produkty, które posiadają:

- ✓ TOPIK
- ✓ MECHANIZM ZEWNĘTRZNY
- ✓ REWIZJĘ
- ✓ SIŁOWNIK

www.alnor.com.pl

Zasady projektowania i doboru systemów przeciwpożarowych

Zapewnienie ochrony przed pożarami stanowi priorytetowy element projektowania i zarządzania budynkami oraz infrastrukturą. Pożary mogą wywoływać katastrofalne skutki, zarówno w zakresie utraty życia, jak i strat materialnych. Dlatego też projektowanie systemów przeciwpożarowych staje się nieodłączną częścią planowania nowych obiektów oraz modernizacji istniejących.



W niniejszym artykule przyjrzymy się procesowi projektowania systemu przeciwpożarowego i omówimy kluczowe kwestie, które należy wziąć pod uwagę, aby zapewnić skuteczną ochronę przed pożarem. Bez względu na rodzaj obiektu, jego przeznaczenie czy wielkość, istnieje wiele wspólnych aspektów, które determinują prawidłowo zaprojektowany system przeciwpożarowy.

Instalacje przeciwpożarowe powinny być zaplanowane już na etapie projektowania całego budynku, równolegle z innymi systemami wewnętrznymi. System przeciwpożarowy musi być dostosowany do specyfiki konkretnego obiektu i wyposażony w odpowiednie urządzenia sygnalizacyjne, które będą informować o wystąpieniu zagrożenia pożarowego wewnątrz budynku. Konieczne jest

zapewnienie, że w każdej części budynku znajduje się przynajmniej jeden sygnalizator przeciwpożarowy. Ponadto kluczowa jest lokalizacja serwerowni.

Projektując system przeciwpożarowy, należy uwzględnić trzy główne elementy:

- Czujki połączone z sygnalizatorami: Czujniki te mają za zadanie wykrywać obecność ognia lub dymu i przekazywać informacje o tym do sygnalizatorów, co umożliwia szybką reakcję na pożar.
- Podział budynku na strefy przeciwpożarowe: Budynek powinien być podzielony na różne strefy przeciwpożarowe, co pomaga w określeniu lokalizacji źródła pożaru i jego ewentualnym ugaszeniu.
- Określenie sposobu nadzoru nad instalacją przeciwpożarową i wyświetlania jej wskazań.

Wymagania prawne dotyczące wentylacji

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. W sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie zobowiązuje do ich stosowania w instalacjach wentylacji mechanicznej i klimatyzacyjnej w budynkach innych niż jednorodzinne i rekreacji indywidualnej [1] „§ 268:

4. Przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne w miejscu przejścia przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego powinny być wyposażone w przeciwpożarowe klapy odcinające o klasie odporności ogniowej równej klasie odporności ogniowej elementu oddzielenia przeciwpożarowego z uwagi na szczelność ogniową, izolacyjność ogniową i dymoszczelność (E I S), z zastrzeżeniem ust. 5.
5. Przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne samodzielne lub obudowane prowadzone przez strefę pożarową, której nie obsługują, powinny mieć klasę odporności ogniowej wymaganą dla elementów oddzielenia przeciwpożarowego tych stref pożarowych z uwagi na szczelność ogniową, izolacyjność ogniową i dymoszczelność (E I S) lub powinny być wyposażone w przeciwpożarowe klapy odcinające zgodnie z ust. 4.
6. W strefach pożarowych, w których jest wymagana instalacja sygnalizacyjno-alarmowa, przeciwpożarowe klapy odcinające powinny być uruchamiane przez tę instalację, niezależnie od zastosowanego wyzwalacza termicznego”.

Natomiast w § 270 określone są wymagania dla oddymiającej instalacji wentylacyjnej:

3. Klapy odcinające do przewodów wentylacji oddymiającej, obsługujące:

- 1) wyłącznie jedną strefę pożarową powinny być uruchamiane automatycznie i mieć klasę odporności ogniowej z uwagi na szczelność ogniową i dymoszczelność – E600 S AA, co najmniej taką jak klasa odporności ogniowej stropu określona w § 216, przy czym dopuszcza się stosowanie klasy E300 S AA, jeżeli wynikająca z obliczeń temperatura dymu powstającego w czasie pożaru nie przekracza 300°C,

- 2) więcej niż jedną strefę pożarową powinny być uruchamiane automatycznie i mieć klasę odporności ogniowej E I S AA, co najmniej taką jak klasa odporności ogniowej stropu określona w § 216.

Systemy oddymiania

W wielu budynkach użyteczności publicznej oraz w budynkach mieszkalnych wielorodzinnych powszechnie stosowane są systemy oddymiania, które pełnią istotną funkcję jako uzupełnienie lub integralna część systemów przeciwpożarowych.

System oddymiania składa się z kilku elementów: centrali alarmowej z niezależnym zasilaniem elektrycznym, czujników dymu, klap oddymiających, okablowania o odpowiedniej odporności na ogień i temperaturę, doprowadzenia powietrza.

Przewody wentylacji oddymiającej

Wymagania dotyczące przewodów wentylacji oddymiającej, z uwagi na kryterium szczelności ogniowej i dymoszczelności:

- Przewody obsługujące jedną strefę pożarową powinny mieć co najmniej klasę odporności ogniowej – E600S, co najmniej taką samą, jak klasa odporności ogniowej stropu. Dopuszcza się zastosowanie niższej klasy dymoszczelności E300S, jedynie pod warunkiem, że obliczeniowa temperatura dymu nie będzie przekraczała 300°C.
- Przewody obsługujące więcej niż jedną strefę pożarową powinny mieć co najmniej klasę odporności ogniowej EIS, co najmniej taką, jak klasa odporności ogniowej stropu.

Klapy odcinające

Wymagania dotyczące klap odcinających w przewodach wentylacji oddymiającej, z uwagi na kryterium szczelności ogniowej i dymoszczelności:

- Klapy odcinające obsługujące jedną strefę pożarową powinny być uruchamiane automatycznie oraz mieć klasę odporności ogniowej E600S AA, co najmniej taką, jak klasa odporności ogniowej stropu. Dopuszcza się zastosowanie niższej klasy dymoszczelności E300 S, wyłącznie pod warunkiem, że obliczeniowa temperatura dymu powstająca podczas pożaru nie będzie przekraczała 300°C,
- Klapy odcinające obsługujące więcej niż tylko jedną strefę pożarową muszą mieć co najmniej klasę odporności ogniowej EIS AA, tak jak klasa odporności ogniowej stropu.

Klapy odcinające, montowane w systemach wentylacji i klimatyzacji, stanowią istotny składnik systemów przeciwpożarowych w budynkach oraz w obiektach takich jak tunele, metro, dworce czy przejścia podziemne. Ich główną funkcją jest ograniczanie rozprzestrzeniania się dymu, ognia oraz

gorącego powietrza w przypadku wybuchu pożaru, co ma zasadnicze znaczenie dla bezpieczeństwa ludzi.

Warto podkreślić, że podczas pożaru jednym z najczęstszych źródeł zagrożenia dla życia ludzi jest dym, który nie tylko wiąże się z poważnym ryzykiem zatrucia, ale również wpływa na dezorientację ludzi, co może znacząco utrudnić skuteczną ewakuację z budynku lub obiektu.

Zasada działania klap odcinających przeciwpożarowych jest zawsze taka sama – w normalnych warunkach eksploatacji, klapa pozostaje otwarta, umożliwiając swobodny przepływ powietrza. Jednakże w przypadku pożaru, klapy te automatycznie zamykają się, przerywając cyrkulację powietrza i w ten sposób ograniczając rozprzestrzenianie się dymu i ognia. Jest to istotne zabezpieczenie, mające na celu minimalizację ryzyka oraz ochronę życia i mienia w przypadku sytuacji awaryjnej.

Sterowanie klap przeciwpożarowych może odbywać się:

- samoczynnie (klapa utrzymywana jest w pozycji oczekiwania, wzrost temperatury powoduje jej zamknięcie),
- zdalnie (klapa zamyka się pod wpływem zewnętrznego sygnału).

Klapy odcinające wentylacji pożarowej to specyficzny rodzaj klap, który różni się znacząco od klap przeciwpożarowych odcinających. Oba typy pełnią istotne role w systemach bezpieczeństwa przeciwpożarowego, ale mają zupełnie różne zadania.

Klapa odcinająca wentylacji pożarowej jest elementem systemu oddymiającego obiektu, a jej głównym zadaniem jest usuwanie dymu na zewnątrz budynku w przypadku wybuchu pożaru. W przeciwieństwie do klap przeciwpożarowych odcinających, które mają za zadanie zapobiec rozprzestrzenianiu się dymu, klamra oddymiająca jest montowana w różnych elementach budynku, takich jak ściany czy stropy. W typowych warunkach eksploatacji, klamra ta jest zamknięta i otwiera się tylko wtedy, gdy wykryty zostaje dym, co pozwala na jego usuwanie na zewnątrz budynku. Jest to kluczowy element w zapewnianiu bezpieczeństwa i minimalizowaniu skutków pożaru, umożliwiający jednocześnie ewakuację ludzi z obiektu.



Klapy przeciwpożarowe i odcinające Alnor

Wymagania dotyczące klap dymowych w grawitacyjnej wentylacji oddymiającej:

- Klasa B300 30 – dla klap otwieranych automatycznie,
- Klasa B600 30 – dla klap otwieranych wyłącznie w sposób ręczny [1].

Wszystkie powyższe elementy instalacji oddymiania powinny spełniać normę PN-EN 1351 – 4:2008 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 4: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej systemów kontroli rozprzestrzeniania się dymu* [2].



Stalowe, jednostrefowe, okrągłe przewody oddymiające typu SMOKE System w ofercie Alnor, wraz z elementami składowymi, zostały sklasyfikowane według kryteriów normy PN-EN 13501-4+A1:2016 w klasie E600120(ho) S1500 single odporności ogniowej, oraz jako niepalne i nierozprzestrzeniające ognia.

Wentylatory oddymiające

Wymagania dotyczące wentylatorów oddymiających:

- Wentylatory oddymiające klasy F600 60, jeśli przewidywana temperatura dymu przekracza 400°C,
- Wentylatory oddymiające klasy F400 120 – w pozostałych przypadkach, jeżeli z analizy obliczeniowej temperatury dymu oraz zapewnienia bezpieczeństwa ekip ratowniczych wynika taka możliwość.

SMOKE System Alnor

Przykładem systemu pełniącego jednocześnie funkcje wentylacji ogólnej i oddymiającej jest SMOKE System firmy Alnor.

W skład systemu przewodów oddymiających wchodzi:

- standardowe odcinki proste oraz kształtki (kolana, zaślepki, trójniki, redukcje, złączki mufowe i nypłowe, odgałęzienia siodłowe i segmentowe itd.) o przekroju okrągłym, o średnicy od 100 do 1000 mm,

- kompensatory wydłużeń termicznych typu ILA-NSL-SMO, ILA-K-SMO,
- tłumiki akustyczne typu SIL-GL-SMO o przekroju okrągłym,
- kratki oddymiające typu SGR-SMO-0H (0V).

Zadaniem nadrzędnym przewodów SMOKE System jest usuwanie gorących gazów i dymu z obszaru objętego pożarem, dlatego przewody zachowują wysoką szczelność ogniową i dymoszczelność. Instalacje wykonane z tych przewodów mogą być łączone z instalacją zbiorczą, wielostrefową.

Komponenty okrągłych przewodów oddymiających typu SMOKE System spełniają wymagania najwyższej klasy szczelności (klasa D), jeśli są przestrzegane wszystkie zalecenia odnośnie ich prawidłowego montażu, transportu, składowania itd.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami)
2. S. Jelińska – Wenta. Analiza dwóch systemów oddymiania i wentylacji w garażach wielostanowiskowych, praca dyplomowa magisterska 2017 pod kierunkiem K. Gładyszewskiej-Fiedoruk



ALNOR SYSTEMY WENTYLACJI Sp. z o.o.
05-552 Wola Mrokowska
Aleja Krakowska 10
tel. +48 22 737 40 00
fax. +48 22 737 40 04
alnor@alnor.com.pl, www.alnor.com.pl

Wybrane zalecenia projektowe i eksploatacyjne dla klap ppoż.

Automatyczne klapy przeciwpożarowe są dziś praktycznie standardem w systemach wentylacji. Ich przeglądy i serwis przeprowadzają uprawnieni specjaliści, których praca zależy w dużym stopniu od projektantów systemów wentylacyjnych i firm wykonawczych. Mogą oni znacznie ułatwić działania kontrolne, jeśli przy projektowaniu i rozmieszczaniu klap przeciwpożarowych wezmą pod uwagę fakt, że wymagają one regularnych kontroli i konserwacji, a zatem należy zapewnić do nich łatwy dostęp.

Sposób zaprojektowania i zamontowania systemu wentylacji i znajdujących się w nim klap przeciwpożarowych wpływa na poprawność jego działania i koszty eksploatacyjne, gdyż w całym cyklu życia budynków utrudniony dostęp do urządzeń wentylacyjnych i przeciwpożarowych może przysporzyć dużych, niepotrzebnych wydatków oraz być źródłem problemów technicznych.

Praktyka budowlana wskazuje niestety, że nie zawsze klapy przeciwpożarowe są projektowane i montowane w miejscach łatwo dostępnych. Z tego powodu nawet zwykła kontrola wzrokowa wymaga wielu czasochłonnych czynności i tym samym znacznych kosztów. Projektanci i wykonawcy powinni uwzględniać fakt, że należy zapewnić nie tylko łatwy dostęp do zewnętrznego napędu klapy przeciwpożarowej, ale też otwór inspekcyjny do kontroli wizualnej wnętrza klapy. Konieczne jest zaprojektowanie odpowiednio dużych otworów rewizyjnych, najlepiej po dwóch przeciwnych stronach klapy. Niektóre klapy przeciwpożarowe mają jedynie mały otwór na kamerę inspekcyjną. W razie konieczności interwencji urządzenie takie trzeba zdemontować, nawet wraz z podłączonymi do niego kanałami wentylacyjnymi. Wiąże się z tym nie tylko wyższy koszt kontroli i przeglądów, ale też ryzyko dodatkowych kosztów spowodowanych przerwami w pracy systemu wentylacyjnego.

Do obniżenia kosztów eksploatacyjnych mogą się przyczynić klapy przeciwpożarowe z mechanizmem wyzwalającym z siłownikiem elektrycznym i sprężyną powrotną oraz ze zintegrowanymi wyłącznikami krańcowymi i wyzwalaczem termoelektrycznym, z modułem zasilająco-sterującym Modbus/BACnet. Jest to rozwiązanie szczególnie zalecane w wypadku dużych, rozgałęzionych systemów wentylacyjnych. Takie wyposażenie klap umożliwia sterowanie nimi poprzez zdalne wyzwalanie z szafy sterowniczej. Dwa wyłączniki krańcowe wysyłają sygnał, że klapa jest całkowicie otwarta albo całkowicie zamknięta. Kontrola działania wszystkich klap przeciwpożarowych prowadzona z jednego, centralnego punktu sterowania daje możliwość obniżenia kosztów eksploatacyjnych i tym samym większy wydatek inwestycyjny związany z układem sterowania szybko się amortyzuje.

Można przyjąć także inną ścieżkę inwestycyjną. Przy wyborze klap warto zwrócić uwagę, czy mają one możliwość późniejszego doposażenia w silnik wraz z wyłącznikiem krańcowym. Może to być bardzo ważne w przypadku zmian w systemie wentylacyjnym – zdalne wyzwalanie i kontrolę działania można wdrożyć później. Oszczędności inwestycyjne w wydatkach na klapy przeciwpożarowe w instalacjach wentylacyjnych często powodują, że w praktyce wybór pada na klapy wyposażane w ręczne wyzwalanie (stosowane w miejscach, w których jest to dopuszczalne). Również takie klapy przeciwpożarowe mogą być wyposażone w wyłącznik krańcowy informujący o zdarzeniu poprzez komunikat wysyłany do szafy sterowniczej. Wybór rozwiązania z pozycją zamkniętą powoduje, że otrzymujemy sygnał tylko wtedy, gdy klapa jest całkowicie zamknięta. Nie ma natomiast sygnału w przypadku, gdy klapa przeciwpożarowa zostanie uruchomiona przez wyzwalacz termiczny, ale utknie między położeniami końcowymi, ponieważ nie znajduje się w położeniu zamknięcia. Dodanie dodatkowego wyłącznika krańcowego wskazującego pozycję otwarcia daje wyraźny sygnał, że klapa jest zablokowana. Zatem jeśli urządzenie ma tylko jeden wyłącznik krańcowy, lepiej wybrać ten dla pozycji otwartej. Dzięki temu jeśli klapa jest w pozycji otwartej, mamy wyraźny sygnał, że wszystko jest w porządku, a gdy wystąpi zdarzenie i zostanie ona uruchomiona, do szafy sterowniczej wysyłany jest sygnał o usterce – bez względu na to, czy ma ona pozycję zamkniętą, czy też skrzydło klapy utknęło, nie zamykając jej.

Jednym z kryteriów wyboru klap w aspekcie późniejszej eksploatacji są też wymagania dotyczące okresowych konserwacji – mogą być one konieczne raz na pół roku lub raz na rok. W tym drugim przypadku ponosi się niższe koszty. W dokumentacji techniczno-rozruchowej producenci wymagają spełnienia odpowiednich warunków do wykonania przeglądu serwisowego i czynności gwarancyjnych lub naprawy. Należy do nich m.in. zapewnienie przez zarządcę fizycznego dostępu do urządzeń, czyli np. demontaż sufitów podwieszanych, izolacji termicznej, a nawet innych instalacji, jeśli uniemożliwiają one swobodny dostęp. Jeśli urządzenia zamontowane są na dachu, konieczne jest zapewnienie drabiny lub podnośnika. Dla ułatwienia firmy oferują odpowiednie rewizje zamykane pokrywą. Umożliwia to szybki dostęp do przegrody klapy lub układu przeniesienia napędu bez konieczności jej demontażu lub kanału, na którym została ona zainstalowana.

Eksploatacja systemów wentylacji i klap

Za właściwe funkcjonowanie urządzeń przeciwpożarowych odpowiada zarządca budynku. Kontrola urządzeń przeciwpożarowych jest obowiązkowa i powinna się odbywać przynajmniej raz do roku lub częściej, jeśli tak zaleci producent sprzętu. Mówi o tym rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków [1] w rozdziale 1 § 3 ust. 2: *Urządzenia przeciwpożarowe i gaśnicze powinny być poddawane przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym zgodnie z zasadami określonymi w Polskich Normach dotyczących urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic, w jednoznacznej dokumentacji*

techniczno-ruchowej oraz instrukcjach obsługi opracowanych przez ich producentów. A w ustępie 3: *Przeglądy techniczne i czynności konserwacyjne powinny być przeprowadzane w okresach ustalonych przez producenta, nie rzadziej jednak niż raz w roku.*

W praktyce właściciel lub zarządca budynku często przekazuje dokonanie kontroli firmie zewnętrznej, która prowadzi dokumentację potwierdzającą utrzymanie systemu ppoż. w odpowiednim stanie technicznym.

Z uwagi na fakt, że obecne wymagania przepisów budowlanych zawarte w WT 2021 wymagają w praktyce stosowania w budynkach wentylacji mechanicznej, rośnie rynek usług serwisowych, w tym w zakresie urządzeń ppoż. Wielu producentów zastrzega, że przeglądy i konserwacja powinny być przeprowadzane przez firmy przez nich autoryzowane. Szczegółowy zakres przeglądu wynika z dokumentacji techniczno-ruchowej producenta systemu. Jego wykonanie powinno być potwierdzone protokołem z przeprowadzonych czynności oraz wpisem do książki eksploatacji systemu sygnalizacji pożarowej sterującego klapami. Przegląd techniczny oraz konserwację klap należy prowadzić według dokumentacji technicznej oraz instrukcji obsługi. Celem jest sprawdzenie poprawności ich funkcjonowania oraz kontrola współdziałania z systemem sygnalizacji pożarowej.

Zalecenia i normy w zakresie eksploatacji

Przykładem dobrych praktyk eksploatacyjnych jest niemiecki standard techniczny DIN 31051 *Podstawy konserwacji (Grundlagen der Instandhaltung)* [2]. W niemieckich zaleceniach producentów podkreśla się, że nawet bezobsługowe klapy przeciwpożarowe muszą być regularnie sprawdzane wizualnie i funkcjonalnie w ramach konserwacji.

W ustalaniu częstotliwości takich przeglądów można się oprzeć na normie PN-EN 13306 *Obsługiwanie. Terminologia dotycząca obsługi* [3]. Zaleca ona wykonywanie konserwacji co najmniej raz na pół roku i dopuszcza wydłużenie tego okresu do jednego roku, jeśli dwie kolejne półroczne kontrole nie wykażą żadnych wad funkcjonalnych. Jednak w określaniu częstotliwości konserwacji klap wyższą rangę ma zalecenie producenta zawarte w instrukcji obsługi. Każdy producent zgodnie z normą PN-EN 15650 *Wentylacja budynków. Przeciwpowietrzne klapy odcinające montowane w przewodach* [4] jest zobowiązany do określenia zasad i częstotliwości konserwacji klapy przeciwpożarowej. Szczegóły dotyczące konserwacji i inspekcji zawarto w instrukcji montażu i eksploatacji. Wymagania dotyczące okresów konserwacji może być także jednym z kryteriów wyboru klapy w aspekcie walorów eksploatacyjnych – przy corocznych okresach konserwacji ponosi się niższe koszty niż przy półrocznych.

Normy DIN 31051 i PN-EN 13306 ogólnie definiują, czym jest konserwacja: to połączenie wszystkich środków administracyjnych i technicznych oraz zarządzania w trakcie cyklu życia obiektu/produktu w celu utrzymania go w takim stanie, aby spełnił wymagane funkcje. Norma DIN 31051 dzieli

konserwację na cztery podstawowe działania: serwis, inspekcja, naprawa i ulepszenie. Konserwacja klap ppoż. obejmuje zatem cztery obszary:

1. Serwis – czyli zachowanie żywotności urządzenia; to m.in. czyszczenie i smarowanie podzespołów. Większość klap nie wymaga takiej konserwacji.
2. Inspekcja w celu oceny stanu technicznego – czyli oględziny klapy przeciwpożarowej, wykrycie i usunięcie zabrudzeń i ewentualnych uszkodzeń, a zwłaszcza sprawdzenie działania klapy: napędu spustu i poprawności zasilania wyzwalaczy i siłowników (np. siłowniki mogą mieć większą tolerancję dla wielkości napięcia zasilania niż wyzwalacze).
3. Naprawa w przypadku wykrycia usterki (np. wymiana napędu lub przewodu).
4. Ulepszenie – zwiększenie niezawodności, to np. modernizacja napędu elektrycznego lub bezpiecznika termicznego.

Podsumowanie

Automatyczne klapy przeciwpożarowe uważa się za urządzenia bezobsługowe i z tego powodu administratorzy budynków mogą błędnie przyjmować, że nie muszą już być one sprawdzane podczas pracy. Kontrola funkcjonowania i konserwacja jest jednak wymagana przepisami, a jej brak w przypadku pożaru wiąże się z poważnymi konsekwencjami dla właściciela lub zarządcy obiektu.

Rynek usług przemysłowych i obiektowych (świadczonych zgodnie z DIN 31051) jest jednym z większych działów gospodarki u naszych zachodnich sąsiadów.

Opr. red.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719)
2. DIN 31051 *Grundlagen der Instandhaltung (Podstawy konserwacji)*
3. PN-EN 13306:2018-01 *Obsługiwanie. Terminologia dotycząca obsługi*
4. PN-EN 15650 *Wentylacja budynków. Przeciwpowietrzne klapy odcinające montowane w przewodach*
5. Materiały techniczne producentów klap przeciwpożarowych

Prawidłowy montaż klapy przeciwpożarowej – najważniejsze informacje

Jak prawidłowo przeprowadzić montaż klapy przeciwpożarowej? W pierwszej kolejności przypomnijmy, gdzie i po co stosuje się przeciwpożarowe klapy odcinające. Są one istotnym elementem zabezpieczenia budynku przed wybuchem i rozprzestrzenianiem się pożaru.



Budynki – zależnie od swojej funkcji i wielkości – mogą być podzielone na strefy pożarowe, zaś granicami tych stref są ściany i stropy oddzielenia przeciwpożarowego. Ideą wprowadzenia tego podziału jest umożliwienie użytkownikom bezpiecznej ewakuacji z zagrożonej strefy w razie pożaru oraz powstrzymanie rozprzestrzeniania się powstałego pożaru poza zagrożoną strefę w określonym czasie. Oznacza to, że jeżeli w jednej ze stref wybuchnie pożar, użytkownicy muszą mieć zapewnioną możliwość ewakuacji do innej strefy pożarowej, zaś przegrody oddzielające strefy od siebie (ściany, stropy) wraz z elementami w nich umieszczonymi (klapy ppoż., drzwi ppoż., przejścia instalacyjne itp.) muszą zapewnić, że przez określony czas, np. 120 minut, ogień, dym, temperatura nie zagrażą ludziom przebywającym w strefie bezpiecznej. Daje to czas jednostkom ochrony przeciwpożarowej na ugaszenie lub ograniczenie rozwoju pożaru oraz ewakuację ludzi. Kolejną korzyścią z zamknięcia pożaru w jednej strefie jest ograniczenie strat popożarowych.

Kiedy więc rozważamy przeciwpożarowe klapy odcinające, przepisy mówią nam, że wszędzie tam, gdzie instaluje się „przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne w miejscu przejścia przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego” należy zastosować „przeciwpożarowe klapy odcinające o klasie odporności ogniowej równej klasie odporności ogniowej elementu oddzielenia przeciwpożarowego z uwagi na szczelność ogniową, izolacyjność ogniową i dymoszczelność (E I S) ...” [1].

Zatem klapy przeciwpożarowe odtwarzają ciągłość przegród przeciwpożarowych naruszoną poprzez montaż instalacji wentylacyjnej. Aby jednak tak się stało, klapy muszą być we właściwy sposób dobrane i zamontowane.

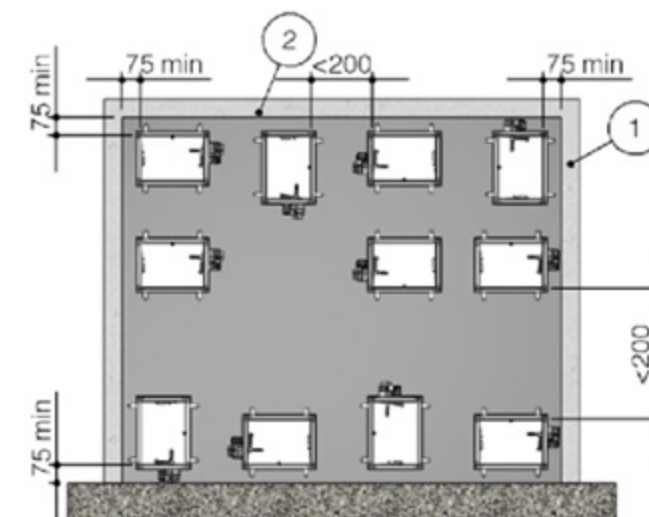
Przede wszystkim należy pamiętać, że przeciwpożarowe klapy odcinające do instalacji wentylacyjnych muszą spełniać restrykcyjne wymagania europejskiej normy zharmonizowanej EN 15650. Przed wprowadzeniem do obrotu muszą zostać poddane badaniom zgodnie z normą EN 1366-2 w notyfikowanej jednostce badawczej. Badania te obejmują m.in. klapę samą w sobie, kontrolę produkcji (na miejscu – w zakładzie produkcyjnym) a także, a może przede wszystkim, badania ogniowe w skali 1:1.

W efekcie tej procedury certyfikacyjnej instytut badawczy wydaje producentowi, dla danego typu klapy, certyfikat stałości właściwości użytkowych, potwierdzający, że rozwiązanie zaprojektowane przez producenta spełnia wymagania normy. Na podstawie certyfikatu, producent wydaje deklarację właściwości użytkowych, będącą podstawą stosowania klapy przez użytkowników, a także instrukcję zawierającą możliwe zastosowania.

Wynika z tego, że klasa odporności ogniowej klapy nie odnosi się tylko do klapy, ale do rozwiązania składającego się ze ściany/stropu, klapy i sposobu montażu klapy w przegrodzie.

Instrukcja techniczna opisuje sposób montażu klapy przeciwpożarowej w taki sposób, w jaki została przetestowana i certyfikowana. Dla każdej klapy przeciwpożarowej, każdy rodzaj ściany/stropu i każda metoda montażu określa konkretne „zastosowanie”, które należy przetestować w celu określenia klasy odporności ogniowej.

Ta sama klapa przeciwpożarowa zainstalowana w różny sposób, to znaczy w różnych typach ściany czy stropu, z różnymi metodami



Prawidłowe rozmieszczenie klap



Prawidłowo



Błąd

uszczelnienia, czy nawet w pewnych okolicznościach poza przegrodą, może mieć różną klasę odporności ogniowej.

Rzeczywisty sposób instalacji kłapy musi być zgodny z jednym z przebadanych w czasie procesu certyfikacji sposobów montażu. W przeciwnym razie nie jest możliwe zadeklarowanie klasy odporności ogniowej aplikacji realizowanej w rzeczywistej instalacji.

Dlatego konieczne jest dokładne stosowanie się do instrukcji montażu zawartych w Instrukcji Technicznej.

Jak zatem prawidłowo zamontować klapę przeciwpożarową?

Deklaracja Właściwości Użytkowych oraz Instrukcja Techniczna określają warunki montażu:

- możliwość montażu kłapy w określonej przegrodzie,
- rodzaje przegród budowlanych (ścian i stropów), z którymi przebadano klapę przeciwpożarową,
- grubość, gęstość i wszelkie inne cechy przegrody budowlanej, z którą została przetestowana klapa przeciwpożarowa,
- metody uszczelnienia kłapy w przegrodzie.

Najczęstsze błędy jakie pojawiają się w tym zakresie to:

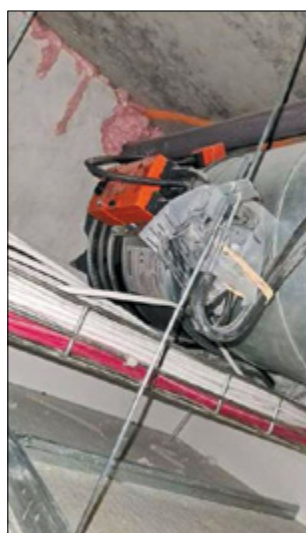
- montaż w niewłaściwym (nieprzetestowanym) typie przegrody. Np. w stropie drewnianym z okładziną z płyt ppoż., podczas gdy instrukcja wymaga stropu litego, jeżeli w instrukcji jest wskazana ściana g-k na ruszcie stalowym, to nie można instalować kłapy w ścianie g-k na ruszcie drewnianym,
- montaż w przegrodzie o zbyt małej grubości lub/i gęstości,
- niewłaściwa głębokość montażu, gdy przegroda kłapy znajduje się zbyt blisko płaszczyzny ściany lub wręcz poza nią, co stwarza przestrzeń do przenikania ciepła, płomienia, dymu na przeciwną pożarowi stronę przegrody,
- niewłaściwy materiał uszczelniający, np. pianka PU zamiast opisanej w instrukcji masy gipsowej lub zaprawy murarskiej,
- pozostawienie otworu montażowego bez uszczelnienia (nie dotyczy modeli kłap, dla



Błąd izolacji



Błąd poza ścianą



Nieprawidłowe uszczelnienie



Błąd odległości

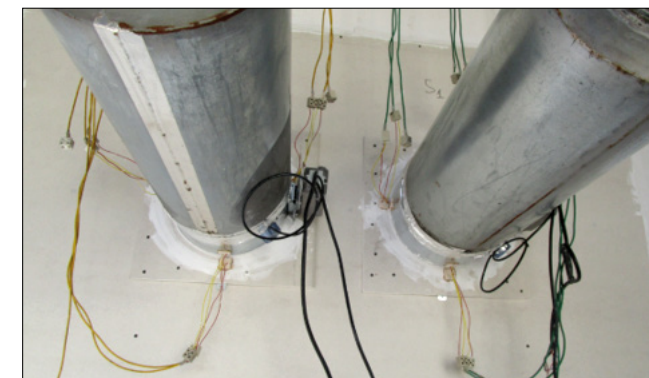
których takie rozwiązanie zostało przetestowane i zapisane w certyfikacie stałości właściwości użytkowych oraz w DWU i instrukcji),

- niewłaściwe (zbyt małe) odległości od sąsiednich przegród (zgodnie z EN 15650 – min. 75 mm) oraz innych kłap i instalacji (min. 200 mm), o ile w trakcie badań certyfikacyjnych nie udowodniono, że odległości te mogą być mniejsze; ta informacja także musi znaleźć się w dokumentacji kłapy,
- brak dostępu serwisowego, który jest istotny z punktu widzenia przeglądów okresowych, a także może być istotny, jeżeli producent kłapy dopuszcza zmianę mechanizmu np. z topikowego na siłownik i użytkownik zdecyduje się na wykonanie takiej procedury.

Podsumowując, kłapy przeciwpożarowe mogą być stosowane tylko w taki sposób (w takim typie ściany/stropu i z taką metodą uszczelnienia), jaki został opisany przez producenta w instrukcji montażu. Producent umieszcza w instrukcji tylko takie sposoby, jakie zostały przebadane w trakcie badań certyfikacyjnych.

Dopuszczalne są jedynie takie odstępstwa, które poprawiają właściwości przeciwpożarowe stosowanego rozwiązania. To znaczy: przegroda (ściana/strop) o większej grubości lub/i gęstości od wymaganych, o większej liczbie warstw (dla ścian lekkich wykonanych z płyt g-k), większe odległości od sąsiednich przegród i instalacji.

Kwestie bezpieczeństwa osób przebywających w budynkach należy traktować priorytetowo. Dlatego tak istotny jest właściwy montaż urządzeń przeciwpożarowych.



Prawidłowe odległości



Błąd



Błąd odległości



Film o właściwym montażu klap przeciwpożarowych na kanale YT Lindab Polska:

(<https://youtu.be/FrRa5e5bXv0>)

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. Dz. U. 2022, nr 1225). § 268, ust. 4.

Karol Stokop

Specjalista ds. Produktów Lindab ICS i wentylacji pożarowej

Lindab Polska

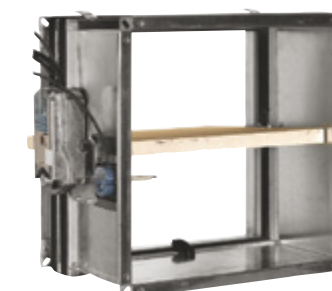


Klapy przeciwpożarowe Lindab

- Duży zakres wymiarów i możliwość parowania
- Możliwość wymiany mechanizmu manualnego na siłownik lub topika bez demontażu klapy z systemu wentylacyjnego
- Łatwy montaż i obsługa
- Uchwyt ułatwiający precyzyjną instalację
- Szeroki zakres certyfikowanych sposobów montażu i mechanizmów kontroli
- Montaż klap w niewielkich odstępach



Kłapa przeciwpożarowa okrągła **WH45**



Kłapa przeciwpożarowa prostokątna **WKS25**



Kłapa przeciwpożarowa motylkowa **FBC**



Lindab Sp. z o. o.
kontakt@lindab.com
www.lindab-polska.pl

www.lindab-polska.pl



Systemy zasilania i sterowania wentylacją pożarową w tunelach drogowych

Wentylacja pożarowa tuneli to zadanie złożone, wymagające współdziałania stron na wszystkich etapach projektowania, wykonawstwa oraz odbioru urządzeń i systemu zarządzania nimi, gdyż od wzajemnego powiązania tych elementów zależy bezpieczeństwo użytkowników korzystających z obiektu i skuteczne prowadzenie akcji ratowniczo-gaśniczych.

W Polsce buduje się coraz więcej tuneli drogowych, szczególnie w południowej części kraju, na terenach górzystych, głównie na potrzeby nowych tras ekspresowych. Kwestie budowy tuneli drogowych reguluje rozporządzenie z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych [1], które weszło w życie we wrześniu 2022 r. Przepisy tego rozporządzenia mają zastosowanie do projektowania, budowy, przebudowy lub użytkowania dróg publicznych oraz projektowania, budowy lub przebudowy urządzeń obcych sytuowanych w pasach tych dróg. W rozdziale 9 wymienione zostały takie obiekty drogowe, jak: mosty, wiadukty i tunele.

W załączniku 3 rozporządzenia zatytułowanym *Bezpieczeństwo pożarowe i przygotowanie do prowadzenia działań ratowniczych* znalazł się rozdział 2 i ust. 25 mówiący o szczególnych warunkach dotyczących drogowych obiektów inżynierskich, a w nim wymóg, by były one projektowane w sposób zapewniający w razie pożaru nośność konstrukcji, ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu, ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie obiekty budowlane lub tunele przyległe, możliwość ewakuacji lub uratowania osób (użytkowników i pasażerów pojazdów) w inny sposób. Powinna zostać także zapewniona możliwość prowadzenia skutecznych działań ratowniczych przy jednoczesnym uwzględnieniu bezpieczeństwa przeprowadzających je ekip.

Rozdział 3 tego załącznika zatytułowany *Szczególne warunki dotyczące wentylacji tuneli* wymienia wentylację bytową, która działa tylko w czasie normalnej eksploatacji tunelu, oraz wentylację pożarową. Tunel wyposażony jest więc w wentylację służącą do odprowadzania spalin emitowanych z silników pojazdów oraz do usuwania dymu i ciepła w przypadku pożaru. Wentylacja tunelu w normalnych warunkach użytkowania powinna zapewnić odpowiednią wymianę powietrza, tak aby nie zostały przekroczone stężenia zanieczyszczeń zagrażających użytkownikom tunelu. Zadaniem wentylacji bytowej jest też dbanie o płynność i komfort jazdy poprzez usuwanie spalin oraz zanieczyszczeń powietrza ograniczających jego przejrzystość, co ma bezpośredni wpływ na bezpieczeństwo ruchu pojazdów. Wydajność wentylacji ustalana jest na podstawie wartości progowych stężeń

tlenku węgla i dwutlenku azotu oraz przejrzystości powietrza wyrażonej czynnikiem absorpcji K. Czujniki te montowane są co pewien dystans. Jeżeli któryś z nich wykryje przekroczenie wartości progowej monitorowanego parametru, wówczas system sterujący wentylacją powinien załączyć odpowiednią parę wentylatorów lub odpowiedni system wentylacji w danej strefie, aby jak najszybciej osiągnąć warunki umożliwiające dalszą bezpieczną eksploatację tunelu. Jeżeli z jakichś względów dalsza eksploatacja byłaby niemożliwa, czyli stężenia mierzonych niebezpiecznych substancji w powietrzu utrzymywałyby się przez odpowiednio długi czas, obsługa tunelu może podjąć decyzję o wyłączeniu określonej nawy z ruchu.

Obecnie oddawane do użytkowania tunele wyposażone są w budynki techniczne, w których służby techniczne dyżurują 24 godziny na dobę, nadzorując funkcjonowanie obiektu. Obsługa na bieżąco monitoruje parametry powietrza, kamery monitoringu oraz kamery termowizyjne i może zdecydować, czy za pomocą drogowej sygnalizacji świetlnej zatrzymać wjazd pojazdów do tunelu, umożliwiając jednocześnie autom już się w nim znajdującym jego bezpieczne opuszczenie, gdy stężenie niebezpiecznych substancji jest za wysokie.

Wentylacja pożarowa tunelu służy do usuwania dymu i ciepła z intensywnością gwarantującą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi na drodze z miejsc wystąpienia pożaru do miejsc bezpiecznych nie wystąpi zadymienie lub temperatura, która uniemożliwi bezpieczną ewakuację. Wentylacja pożarowa musi też uwzględnić bezpieczeństwo ekip ratowniczych i kontrolować rozprzestrzenianie się dymu i ciepła, a to zadanie skutecznie spełni wentylacja mechaniczna.

Wentylację pożarową projektuje się z wykorzystaniem symulacji numerycznych, gdyż tunele to obiekty skomplikowane i wielokubaturowe. Na podstawie tych analiz oraz obowiązujących przepisów dobiera się rodzaj systemu, a także liczbę zestawów wentylatorowych o odpowiedniej mocy i wydajności. Do wybranego systemu wentylacji dobierany jest odpowiedni system zasilania i sterowania, tak aby zapewnić spełnienie wszystkich założeń projektowych oraz wymagany poziom niezawodności. Zdarzają się tunele na tyle krótkie, że w ich wypadku wystarczy wentylacja naturalna, różnica między poziomem nawy wjazdowej i wyjazdowej jest znaczna i jesteśmy w stanie udowodnić, że wentylacja ta będzie skuteczna.

Załącznik 3 w ust. 94 podaje trzy rodzaje wentylacji mechanicznej w tunelach:

- a) wzdłużna – z wzdłużnym przepływem powietrza na całej długości tunelu,
- b) poprzeczna – z poprzecznym ruchem powietrza na całej długości tunelu,
- c) półpoprzeczna – z poprzeczno-wzdłużnym lub wzdłużno-poprzecznym przepływem powietrza w tunelu.

W ramach wentylacji wzdłużnej tunel wentylowany jest na całej długości. W przypadku wentylacji poprzecznej tunel podzielony jest na odpowiednie strefy i jeśli w danej strefie wystąpi zagrożenie

pożarowe i zadymienie, dym nie jest przetłaczany przez resztę tunelu, tylko w odpowiednich miejscach następuje nawiew powietrza kompensacyjnego i oddymianie strefy zagrożonej pożarem. Z kolei wentylacja półpoprzeczna z półpoprzeczno-wzdłużnym lub wzdłużno-poprzecznym przepływem powietrza w tunelu może obejmować wiele różnych rozwiązań, zależących od specyfiki tunelu i rozwiązania przyjętego przez projektanta.

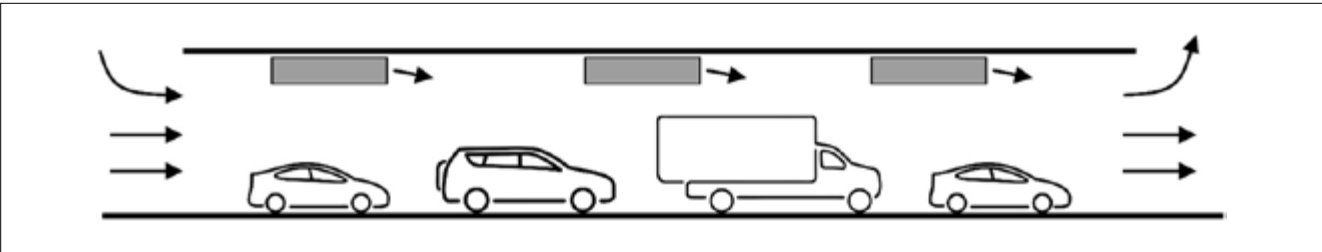
Rodzaje wentylacji i wentylatory

Zakres stosowania systemu wentylacji działającej dzięki wymuszonemu przepływowi powietrza wzdłuż lub w poprzek osi tunelu podaje ust. 96 załącznika 3 [1]. **Tabela 1** określa, dla jakiej długości tunelu można zastosować dany system wentylacji pożarowej. W załączniku tym znalazło się również rozgraniczenie ze względu na liczbę naw w tunelu. Nawa to przestrzeń, w której poruszają się pojazdy – mamy tunele jednonawowe i wówczas jezdnie dwukierunkowe oraz tunele dwunawowe, gdzie w każdej nawie tunelu prowadzony jest ruch tylko w jednym kierunku.

Rysunek 1 ilustruje przypadek jednokierunkowej nawy tunelu z widocznymi wentylatorami strumieniowymi, realizującymi projektowe założenia wentylacji wzdłużnej – wentylatory działają w kierunku ruchu pojazdów. Jeżeli mamy do czynienia z mechaniczną wentylacją bytową i mechaniczną wentylacją pożarową, to gdy w danej nawie wystąpi pożar, powietrze kierowane jest w kierunku od portalu wjazdowego do wyjazdowego. Chodzi o to, aby pojazdy znajdujące się za samochodem, który uległ pożarowi, zmuszone były do zatrzymania, a ich pasażerowie oraz inni użytkownicy tunelu ewakuowali się, przechodząc do drugiej nawy tunelu (ewakuacyjnej), i zmięrzali w stronę portalu wjazdowego, natomiast dym kierowany był w stronę portalu wyjazdowego. Pojazdy znajdujące się

Tabela 1. Zakres stosowania systemów wentylacji mechanicznej działającej dzięki wymuszaniu przepływu powietrza wzdłuż lub w poprzek osi tunelu (z zastrzeżeniem ust. 98)

System wentylacji mechanicznej	Długość tunelu	
	prowadzącego jezdnię dwukierunkową	o oddzielnych konstrukcjach dla różnych kierunków ruchu
Wzdłużnej	nie większa niż 1000 m	nie większa niż 3000 m
Półpoprzecznej	większa niż 250 m, ale nie większa niż 1000 m	większa niż 250 m, ale nie większa niż 1000 m
Poprzecznej	większa niż 1000 m	większa niż 1000 m



Rys. 1. Wentylacja wzdłużna tunelu – schemat nawy i kierunku wentylacji Źródło: ARDOR

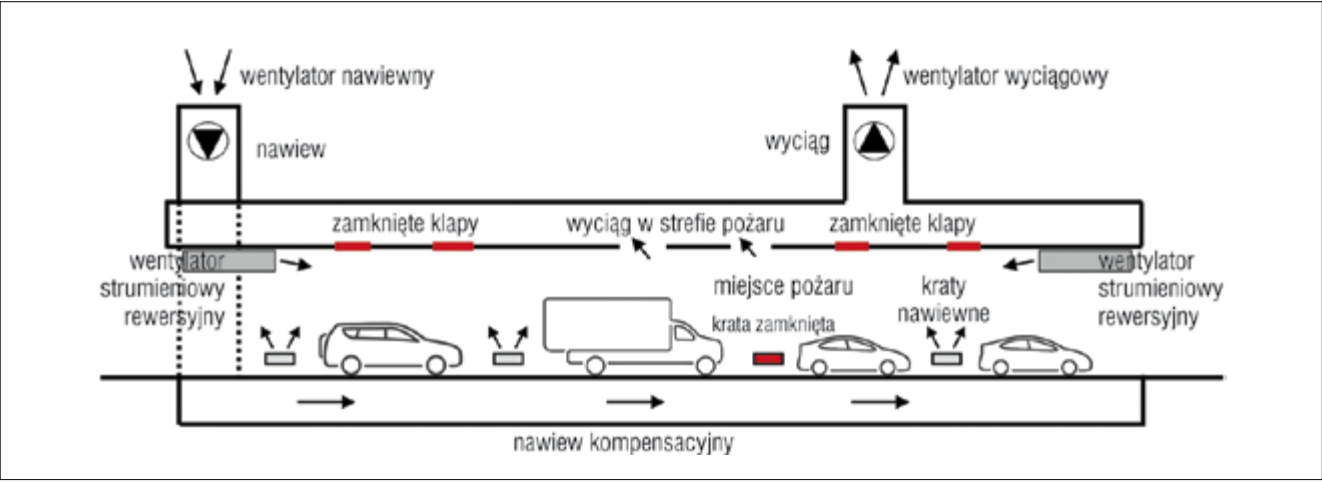
przed miejscem wybuchu pożaru lub zagrożenia pożarowego mogą swobodnie opuścić obiekt, jadąc w tym samym kierunku, w którym usuwane jest powietrze z tunelu.

Na **fot. 1** widać parę wentylatorów strumieniowych w nawie tunelu z wentylacją wzdłużną. Wentylatory te w większości tunelów montowane są i działają w parach. Jeżeli w danej parze nastąpiłaby



Fot. 1. Wentylacja wzdłużna tunelu – widok pary wentylatorów strumieniowych Źródło: Neuron

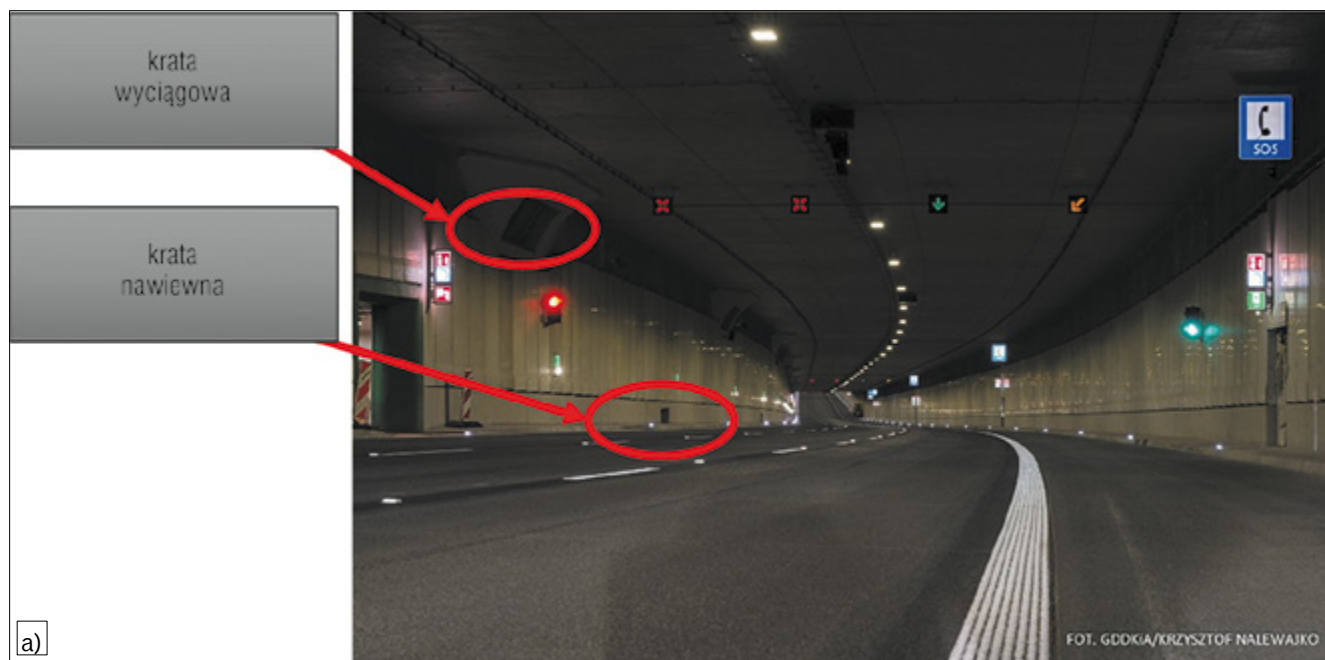
awaria jednego wentylatora, który by się nie uruchomił albo przestał pracować, system sterowania musi natychmiast na to zareagować i wyłączyć również drugi wentylator (uruchamiając w zamian inną parę wentylatorów, żeby zachowana została wymagana wydajność przewietrzania). Obserwacje pracy tylko jednego wentylatora strumieniowego z danej pary w tunelu, w którym urządzenia te zamontowane są przy ścianach bocznych, wskazują, że powietrze zaczyna krążyć od jego wylotu do wlotu i kotłuje się, zamiast utrzymywać oczekiwany kierunek. Dlatego zawsze trzeba wyłączyć



Rys. 2. Schemat działania wentylacji pożarowej poprzecznej w tunelu Źródło: ARDOR

parę wentylatorów strumieniowych, jeżeli pojawi się sygnał, że jeden z nich uległ uszkodzeniu. System sterowania monitoruje takie przypadki i gdy zajdzie potrzeba, automatycznie zareaguje, dokonując niezbędnych sterowań awaryjnych, przekazując również informację o uszkodzeniu do systemu nadrzędnego.

W przypadku wentylacji poprzecznej (**rys. 2**) mamy do czynienia z głównym wentylatorem nawiewnym i głównym wentylatorem wyciągowym oraz punktami nawiewnymi i wywiewnymi wyposażonymi w automatycznie sterowane klapy przeciwpożarowe. Jeżeli w danej strefie wykryte zostanie zagrożenie pożarowe, włącza się nawiew kompensacyjny oraz wyciąg gorącego dymu



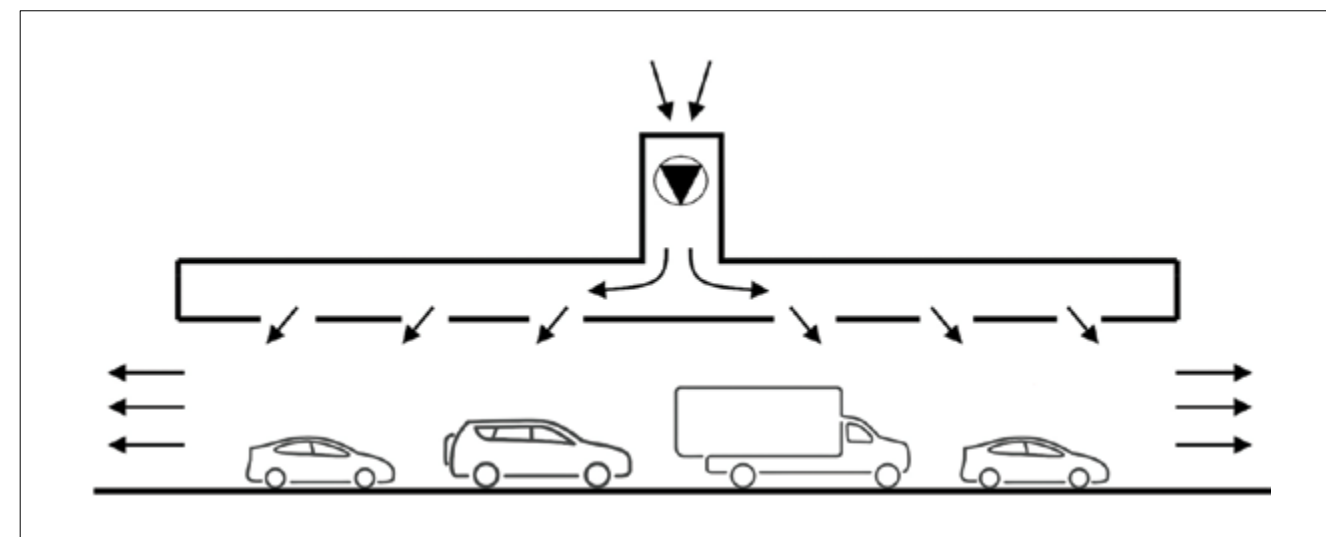
Fot. 2. Widok tunelu: a) zaznaczone kraty nawiewne i wyciągowe, b) para wentylatorów strumieniowych

Źródło: Neuron

– mieszaniny gazów pożarowych i powietrza. Krata nawiewna (lub kraty) w pobliżu miejsca pożaru (klapa przeciwpożarowa) zostaje zamknięta, a powietrze kompensacyjne jest kierowane z przodu i z tyłu miejsca (strefy) objętego pożarem, natomiast wyciąg następuje w strefie objętej pożarem.

Na **fot. 2a i b** przedstawiono przykład tunelu z wentylacją poprzeczną. Na początku i na końcu nawy występują często wentylatory strumieniowe rewersyjne, ponieważ w tunelu mamy zawsze do czynienia ze zjawiskiem ciągu powietrza. Wiatr, który pojawia się ze względu na warunki pogodowe, oraz ruch powierza spowodowany przez samochody przejeżdżające przez tunel od portalu wjazdowego do wyjazdowego powodują „efekt tłoka”, czyli przesuwanie się mas powietrza zgodnie z kierunkiem ruchu pojazdów. Jeżeli chcemy oddymić jedną strefę w tym tunelu, nie mamy innego wyjścia jak zatrzymanie tego ruchu powietrza w momencie wykrycia pożaru. Służą do tego wentylatory strumieniowe, które załączają się w odpowiedniej sekwencji, z określonym algorytmem sterowania.

Bardzo ważną kwestią, która zostanie poruszona poniżej, jest pomiar kierunku i prędkości powietrza w tunelu, gdyż tylko na tej podstawie można załączyć strumieniowe wentylatory rewersyjne we właściwych kierunkach i z odpowiednią mocą, tak aby ustabilizować prędkość powietrza w tunelu w zakresie od ok. $-0,5$ do $0,5$ m/sekundę. Jest to potrzebne, żeby dym nie rozprzestrzenił się na całą objętość tunelu i mógł być wyciągnięty z danej strefy poprzez klapy znajdujące się w miejscu pożaru za pomocą ciągu z wentylatora oddymiającego. Na fot. 2b widzimy parę wentylatorów strumieniowych, które służą do zniwelowania ruchu powietrza wywołanego przez wiatr i utrzymania zadymienia tylko w jednej strefie. Z kolei na fot. 2a zaznaczone są kraty nawiewne i wyciągowe, czyli miejsca wlotu i wylotu powietrza od wentylatora nawiewnego i wyciągowego oddymiającego. Na **rys. 2** zaznaczono tylko po jednym wentylatorze, ale w praktyce stosuje się ich wiele, najczęściej pary odcięte odpowiednimi przepustnicami i klapami. Wentylatory te



Rys. 3. Wentylacja pożarowa półpoprzeczna

Źródło: ARDOR

są dublowane po to, żeby w przypadku uszkodzenia jednego z nich został on odcięty, a system włączył wentylator rezerwowy.

W ramach wentylacji półpoprzecznej możliwe jest zastosowanie bardzo wielu rozwiązań. Na **rys. 3** podano jeden z przykładów wentylacji, w ramach której zastosowano wentylator nawiewny tłoczący powietrze do kanału nawiewnego, rozprowadzającego je po całej długości tunelu, oraz wywiew powietrza przez portale wjazdowy i wyjazdowy. Nawiew może być realizowany także w dolnej części tunelu. Zastosowane mogą być również wentylatory strumieniowe, które przetłaczają niebezpieczne gazy w przypadku normalnej, codziennej eksploatacji tunelu, jak również gazy pożarowe w razie wystąpienia zagrożenia pożarowego czy też już bezpośrednio podczas pożaru.

Na **fot. 3** pokazano tunel, w którym zastosowany został jeden z wariantów wentylacji półpo-



Fot. 3. Widok tunelu z nawiewem od dołu i rewersyjnymi wentylatorami strumieniowymi. Źródło: Neuron

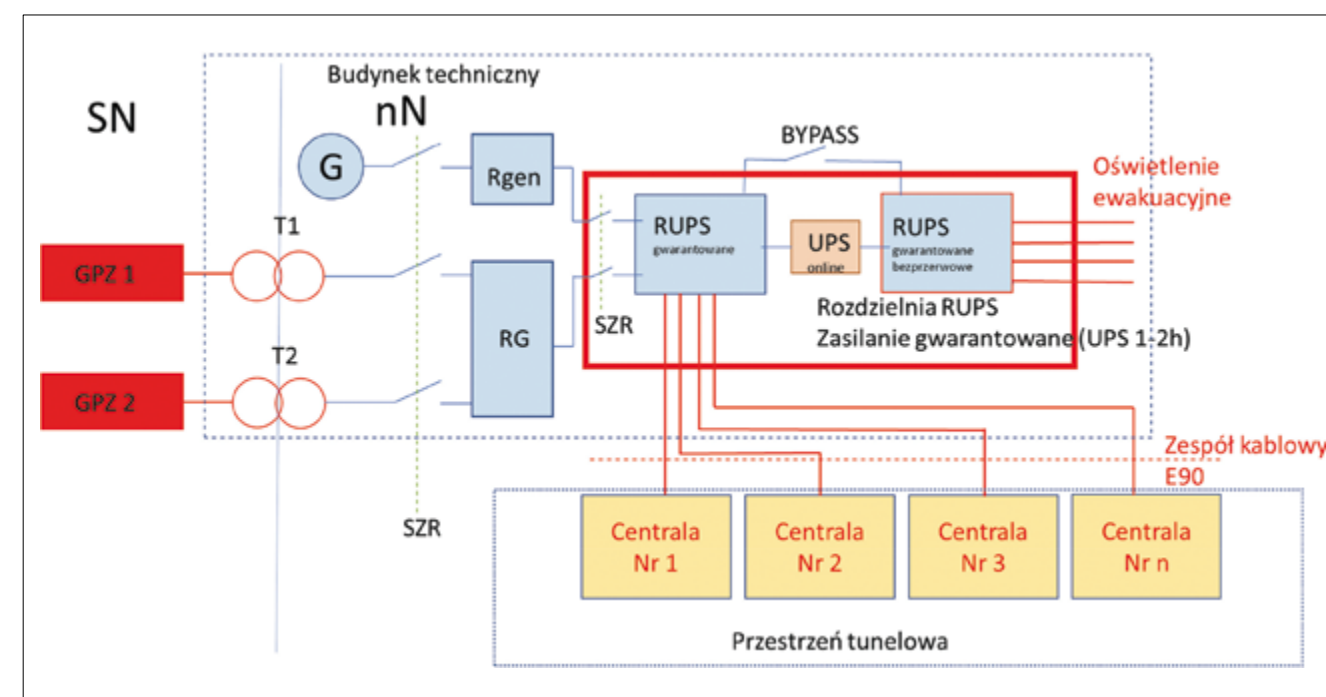
przeczej. Zaznaczono parę wentylatorów strumieniowych rewersyjnych oraz miejsca, w których znajdują się kratki nawiewne. W przypadku wystąpienia zagrożenia pożarowego powietrze jest nawiewane przez kratki nawiewne w dolnej części, natomiast rewersyjne wentylatory strumieniowe załączają się w odpowiednim kierunku i dążą do usunięcia dymu i gorących gazów pożarowych z przestrzeni tunelu, tak aby możliwa była ewakuacja oraz by można było usunąć jak najwięcej ciepła i gazów pożarowych celu przeprowadzenia akcji ratowniczo-gaśniczej. System wentylacji usuwa też ciepło z pożaru, żeby zapobiec zapłonowi kolejnych samochodów. Przykładowo zapłon kilku ciężarówek w przypadku niedostatecznego odprowadzenia ciepła może spowodować zagrożenie nawet dla konstrukcji tunelu. Oczywiście konstrukcje te są wykonywane w odpowiedniej klasie nośności z użyciem stosownych izolacji przeciwpożarowych, niemniej ryzyko istnieje. Ważne jest też, że jeżeli sprawnie odprowadzimy ciepło, przywrócenie tunelu do eksploatacji będzie prostsze, szybsze i przede wszystkim mniej kosztowne.

Zasilanie i sterowanie urządzeniami

Rozpatrując kwestie sterowania wentylacją, musimy przede wszystkim wziąć pod uwagę, jak wygląda system zasilania dla danego tunelu. Większość projektantów ma doświadczenia związane z budynkami, w których wykorzystywane są systemy wentylacji pożarowej i zasilające je instalacje elektryczne. Znany jest zatem standard dotyczący zasilania systemów ppoż. w budynkach z dwóch źródeł. W przypadku tuneli jest to bardziej złożona kwestia.

W typowym budynku doprowadza się główne przyłącza zasilania i agregatu prądotwórczego do głównej rozdzielni, która powinna być także zasilaczem urządzeń przeciwpożarowych – certyfikowanym w pierwszym systemie weryfikacji stałości właściwości użytkowych, ponieważ służy do zasilania urządzeń ppoż. Wielkość takiej prostej rozdzielni głównej zależy od wielkości obiektu.

Natomiast w tunelach drogowych na ich obu końcach znajdują się budynki techniczne (czego wymaga rozporządzenie), które odpowiadają za zapewnienie zasilania całego systemu wentylacji i innych systemów w tunelu, takich jak oświetlenie ewakuacyjne, system rozgłoszeniowy komunikatów alarmowych, oświetlenie wjazdowe, sterowanie ruchem w tunelu, przejścia ewakuacyjne itd. – ilustruje to **rys. 4**. Mamy zatem zawsze dwa przyłącza z głównych przyłączy zasilania i energia trafia do rozdzielni głównej, dodatkowo na każdym końcu tunelu znajduje się agregat prądotwórczy. To wszystko trafia do kolejnej rozdzielni z UPS-em dla oświetlenia ewakuacyjnego, czyli mamy do czynienia z dodatkowym zasilaniem i wyjściem z tej rozdzielni przez dodatkowe UPS-y, które zapewniają tak naprawdę czwarte już podtrzymanie zasilania na pełne dwie godziny pracy systemu



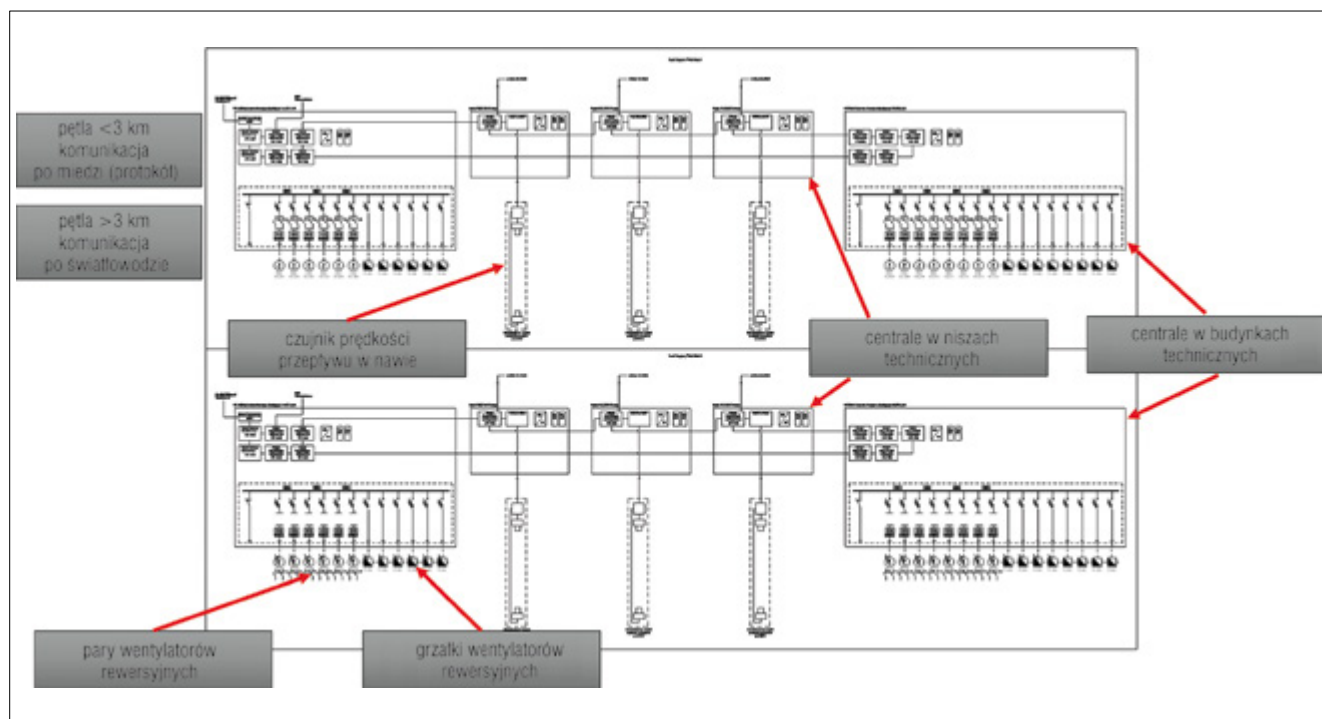
Rys. 4. Schemat ideowy zasilania tunelu drogowego

Źródło: Voltar System

oświetlenia. Natomiast sprzed UPS-a mamy wyprowadzone zasilanie do central sterująco-zasilających systemu wentylacji pożarowej.

System taki może mieć kilka rozwiązań zasilania obiektowego central – mogą to być pojedyncze tory zasilania, gdyż w rozdzielniach w budynku technicznym zamontowany jest układ SZR (samoczynnego załączenia rezerwy) i pewność zasilania jest zapewniona. W innym skutecznym rozwiązaniu na dwóch końcach tunelu znajdują się główne rozdzielnie i główne centrale sterująco-zasilające wentylacją, do których doprowadzone jest napięcie zasilania z rozdzielni zasilanej z dwóch źródeł oraz z agregatu prądotwórczego. Centrale sterująco-zasilające przełączają zasilanie pomiędzy różnymi źródłami (rozdzielnia, agregat), a dodatkowo wyprowadzone jest z nich zasilanie dla kolejnych central (obiektowych, niszowych).

Na **rys. 5** zamieszczono schemat zasilania i sterowania systemu wentylacji pożarowej w tunelu, który ma ok. 600 m długości. Doprowadzenie zasilania do każdej centrali sterująco-zasilającej realizowane jest z bliższego końca tunelu, tak aby zasilanie całego systemu odbywało się z obu budynków technicznych znajdujących się na końcach obiektu – tego wymaga rozporządzenie. Mamy też kolejne niszowe centrale sterująco-zasilające. Nisze to pomieszczenia w przestrzeni tunelu, zabezpieczone i zamknięte odpowiednimi drzwiami przeciwpożarowymi, gdzie znajdują się lokalne centrale bądź centrale zasilania i sterowania systemów wentylacji kolejnych grup wentylatorów, par wentylatorów strumieniowych lub służące do zbierania informacji z czujników, które są wymagane do pracy systemu sterowania i nadzoru obiektu.

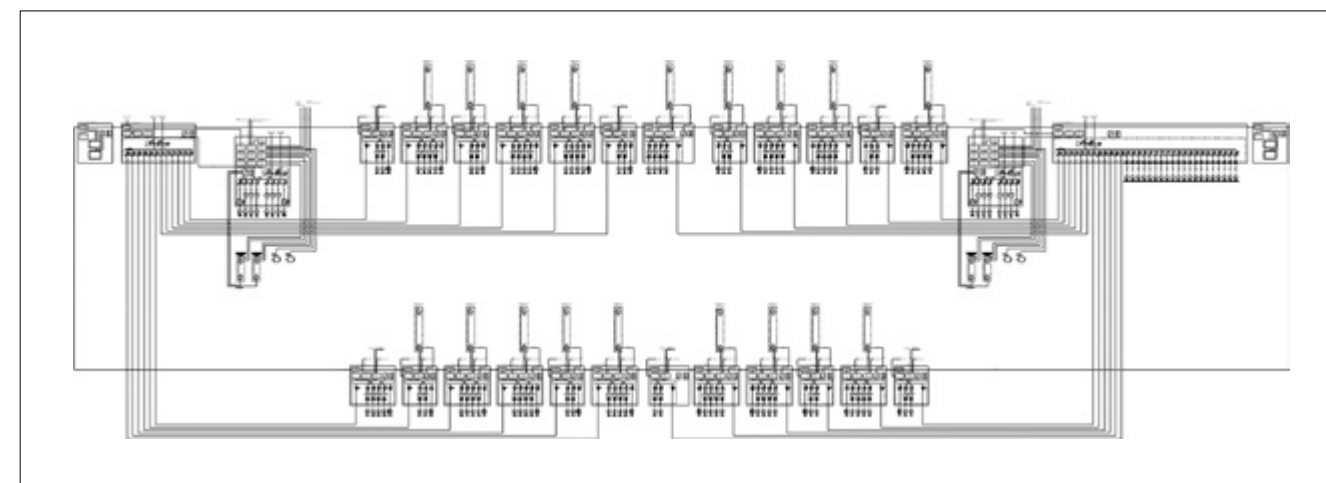


Rys. 5. Schemat zasilania i sterowania wentylacją pożarową w tunelu drogowym o długości ok. 600 m
Źródło: Neuron

W tunelach drogowych mamy do czynienia z czujnikami prędkości przepływu powietrza w nawach. Są one bardzo ważne, gdyż przez cały czas mierzą prędkość przepływu powietrza w tunelu i pozwalają odpowiednio reagować wentylacji bytowej w sytuacji, gdy wiatr jest zbyt silny i przepływ za duży, oraz w razie wystąpienia zagrożenia pożarowego – żeby możliwe było utrzymanie prędkości przepływu w odpowiednich granicach w początkowej fazie pożaru oraz gazów pożarowych w jednej strefie, tak by przeprowadzona została ewakuacja z pozostałej części nawy. Z kolei w czasie oddymiania tunelu konieczna jest możliwość nadążnego kontrolowania prędkości przepływu powietrza, tak by nie była ani za mała, ani zbyt duża. Za duża prędkość spowoduje, że prowadzenie akcji ratowniczo-gaśniczej będzie utrudnione – prędkość powyżej ok. 6 m/s to już mocny wiatr, przy którym działania ekip ratowniczo-gaśniczych będą zdecydowanie utrudnione. Z kolei przy prędkościach mniejszych, poniżej 2–3 m/s, w określonych warunkach może dojść do cofania się gazów w kierunku, w którym jest to niezamierzone i niebezpieczne.

Na **rys. 5** zaznaczone zostało m.in. zasilanie miejscowych par wentylatorów rewersyjnych i grzałek do tych wentylatorów. W tunelach występuje bowiem wysoka wilgotność powietrza, gdyż są one lokalizowane poniżej poziomu gruntu – pod rzekami, górami lub budynkami. Ponadto w okresie niskich temperatur może dochodzić do wykraplania się wilgoci w wentylatorach, dlatego powinny one być w odpowiedni sposób wygrzewane (osuszane).

Komunikacja pomiędzy wszystkimi centralami, czujnikami prędkości przepływu powietrza itd. powinna być realizowana w topologii pętlowej, aby w przypadku pojedynczej przerwy w torze transmisji możliwa była komunikacja z każdym elementem systemu sterowania i zasilania. W praktyce pętla komunikacyjna do ok. 3 km wykonywana jest przewodami „po miedzi”, natomiast w przypadku

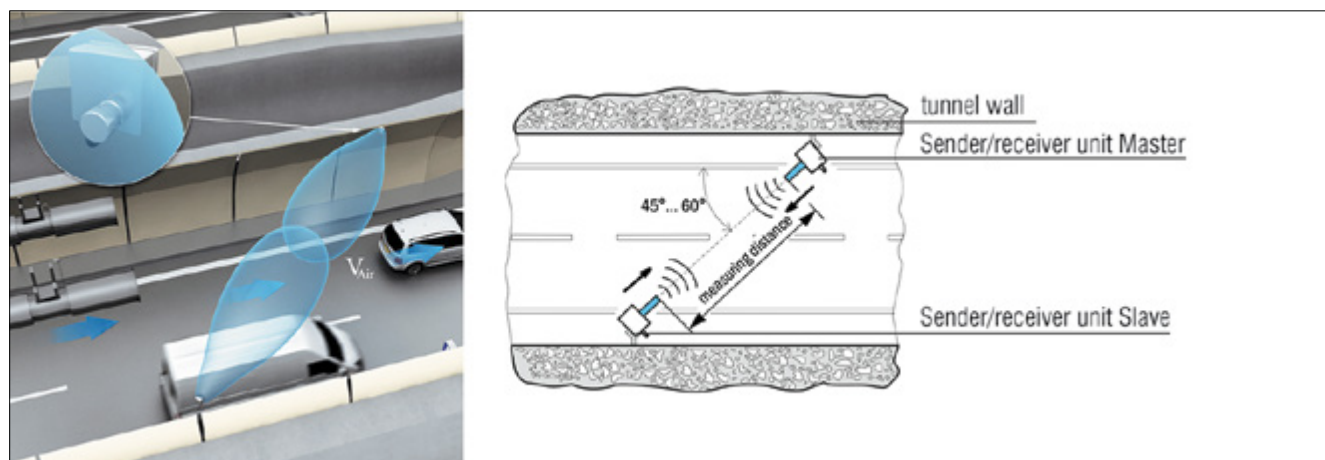


Rys. 6. Schemat instalacji zasilania i sterowania wentylacją pożarową w tunelu o długości ok. 2100 m. Opis: pętla światłowodowa – 7 km; dwa panele ręcznego sterowania (strażaka); cztery centrale w budynkach technicznych (z SZR) – wentylatory nawiewne, przepustnice, kurtyny powietrzne; dwadzieścia cztery centrale niszowe – pary wentylatorów strumieniowych (rewersyjnych) oraz ultradźwiękowe czujniki prędkości przepływu powietrza; zasilanie – połowa tunelu z budynku technicznego
Źródło: Neuron

większych odległości realizowana za pomocą protokołu światłowodowego, gdyż daje on szerokie możliwości – działa skutecznie, nawet gdy kolejne urządzenia dzieli 20 km, a jest ich łącznie aż 255. Między poszczególnymi centralami występują przeważnie odległości od 200 m do 1 km. Ten jeden kilometr to odległość do budynków technicznych, gdzie znajdują się panele ręcznego sterowania i monitoringu dla obsługi tunelu lub kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą, o których mowa poniżej.

Na **rys. 6** znajduje się schemat systemu zasilania i sterowania w tunelu o długości ponad 2 km. Jest to system dużo bardziej rozbudowany, z większą liczbą urządzeń. W przypadku poprzednio opisywanego tunelu mieliśmy do czynienia z trzema czujnikami prędkości przepływu powietrza na nawę, tutaj jest ich aż dziewięć. Prędkość z pomiarów w tych czujnikach jest uśredniana – skrajne wartości są odrzucane. Algorytm sterowania nie bierze również pod uwagę pomiarów z czujników, które zgłaszają stan awaryjny oraz których pomiary odbiegają o ponad 0,5 m/s od pozostałych. Na rysunku widać, że panele dla kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą znajdują się po każdej ze stron tunelu w budynkach obsługi technicznej. Układy zasilania central są redundantne. Połowa tunelu jest zasilana z jednej strony, a druga połowa ze strony drugiej. Dla takiego obiektu pętla światłowodowa między kolejnymi urządzeniami wynosi ok. 7 km. To bardzo duże odległości – w budynkach użyteczności publicznej maksymalna długość pętli komunikacyjnej wynosi ok. 1000 m (w przypadku obiektów o wysokości 200–250 m i rozbudowanej podstawie, jak np. Sky Tower we Wrocławiu).

W układzie sterowania i zasilania tunelu o długości ok. 2 km występują dwa panele ręcznego sterowania dla kierującego akcją ratowniczo-gaśniczą, cztery centrale główne w budynkach technicznych oraz 24 centrale niszowe. Centrale główne obsługują główne wentylatory nawiewne i klapy pożarowe tych wentylatorów oraz zasilają wszystkie centrale niszowe, które z kolei zasilają i sterują

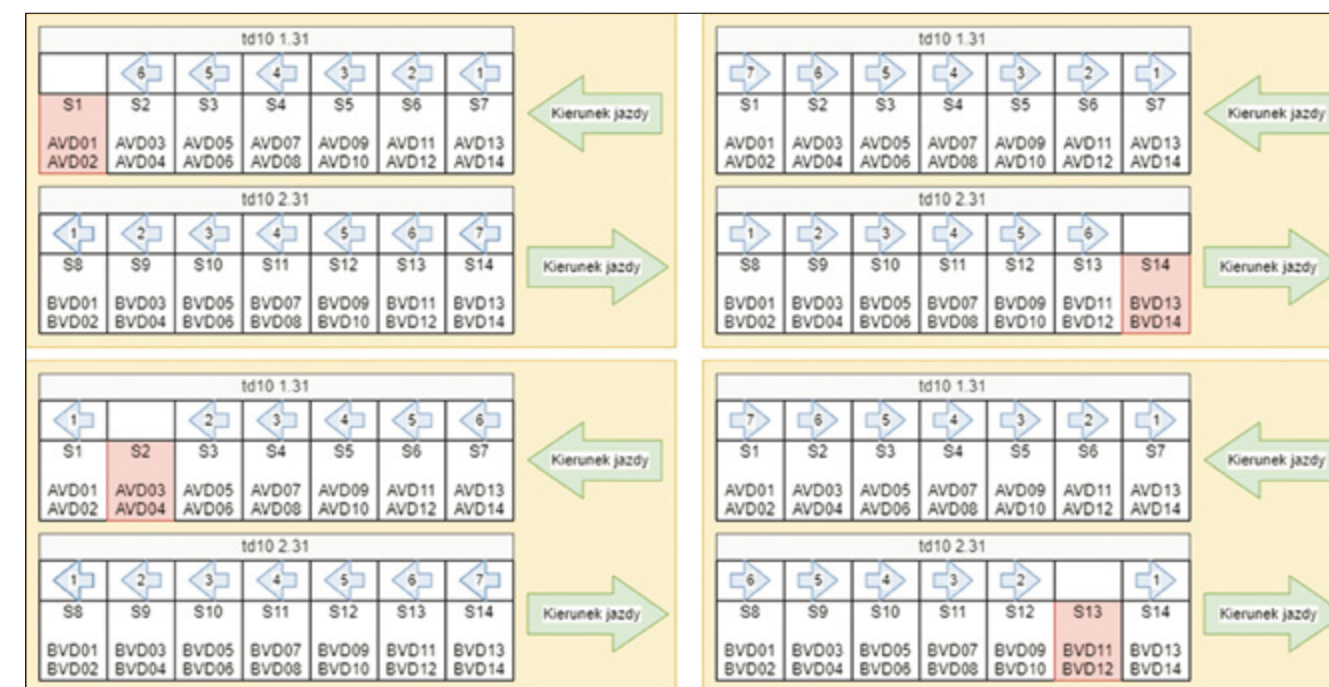


Rys. 7. Ultradźwiękowy czujnik prędkości przepływu powietrza w tunel. Funkcje: obudowa – stal kwasoodporna, IP65; ultradźwiękowa metoda pomiaru prędkości przepływu powietrza; pomiar w zakresie od -20 do +20 m/s („-” oznacza kierunek przeciwny do ruchu pojazdów, „+” oznacza kierunek zgodny z ruchem pojazdów); urządzenie przebadane w CNBOP (element Centrali Sterująco-Zasilającej HT-X000)

Źródło: Neuron

parami wentylatorów strumieniowych rewersyjnych oraz nadzorują i zbierają informacje, a także zasilają ultradźwiękowe czujniki prędkości przepływu powietrza. Ultradźwiękowy czujnik przepływu (**rys. 7**) powietrza składa się z jednostki nadzorującej umiejscowionej w centrali sterująco-zasilającej urządzeń przeciwpożarowych. Posiada dwa sensory zamontowane pod kątem od 45 do 60 stopni i dysponuje sygnałami ultradźwiękowymi, które pozwalają określić prędkość i kierunek przepływu powietrza w tunelu.

Ze względu na szkodliwe i ciężkie warunki pracy w tunelach drogowych obudowa takich sensorów ultradźwiękowych wykonana jest ze stali kwasoodpornej i ma IP65. Pomiar wykonywany jest w zakresie od -20 do +20 m/s (minus oznacza kierunek przeciwny do kierunku ruchu pojazdów, a plus zgodny z tym kierunkiem) – jest to bardzo istotne dla algorytmu sterującego. Urządzenia te wykorzystywane są także w czasie pracy wentylacji pożarowej, będąc jednym z kluczowych elementów systemu. Dlatego powinny być wprowadzone do obrotu i stosowane w zakresie ochrony przeciwpożarowej w pierwszym systemie oceny i weryfikacji stałości właściwości użytkowych. W rozporządzeniu dotyczącym wyrobów budowlanych wymieniono np. czujniki ciśnienia, które można badać, utworzyć dla nich krajową ocenę techniczną i certyfikować jako oddzielne urządzenia czy oddzielne wyroby budowlane. Natomiast czujników prędkości przepływu nie ma w rozporządzeniu



Rys. 8. Schematy działania wentylacji pożarowej w dwóch nawach tunelu drogowego z pożarem w strefie innej niż wjazdowa. Opis: brak uruchomienia pary wentylatorów najbliższej źródła pożaru; uruchomienie wentylatorów w nawie objętej pożarem zgodnie z kierunkiem ruchu; uruchomienie wentylatorów w nawie ewakuacyjnej zgodnie z wentylatorami w nawie objętej pożarem; regulacja prędkości przepływu powietrza w nawie objętej pożarem oraz w nawie ewakuacyjnej; T0 – alarm pożarowy; T1 – czas ewakuacji: prędkość 0 m/s < V1 < 1,5 m/s – konieczność hamowania występującego wiatru; T2 – czas zakończenia ewakuacji: prędkość 3 m/s < V2 < 6 m/s

Źródło: Neuron

i z tego powodu – w zgodzie z aktualnym prawem – powinny być one elementami innego systemu, np. centrali sterująco-zasilającej w tunelu.

Na **rys. 8** zilustrowane zostały schematy działania systemu wentylacji dla tunelu dwunawowego (każda nawa jest jednokierunkowa). W momencie wystąpienia zagrożenia pożarowego w którejkolwiek strefie nawy w czasie oddymiania powinno się załączyć tyle par wentylatorów, ile jest konieczne ze względu na utrzymanie wymaganej prędkości przepływu o odpowiednim kierunku. Sprawdzanie wartości prędkości przepływu odbywa się na bieżąco, a algorytm sterujący załącza lub wyłącza kolejny pary w celu utrzymania prędkości w wymaganych granicach. Natomiast w nawie ewakuacyjnej, aby nie doszło do podciągania i zasysania do niej dymu z nawy objętej pożarem, wentylatory powinny się włączyć w tym samym kierunku, w którym włączają się wentylatory w nawie objętej pożarem (w kierunku ruchu pojazdów) – sytuację tę ilustruje lewa górna część rys. 8. Ponieważ między nawami znajdują się przejścia i użytkownicy tunelu muszą się ewakuować z nawy objętej pożarem do sąsiedniej, nawa ewakuacyjna wymaga zabezpieczenia przed zassaniem dymu.

Ważne jest, aby nie nastąpiło uruchomienie wentylatorów znajdujących się najbliżej źródła pożaru, tam, gdzie strażacy muszą przystąpić do akcji gaśniczej. Praca wentylatorów w tym miejscu grozi bowiem rozwarstwieniem dymu i brakiem widoczności oraz dostępem do źródła pożaru.

Ważna jest regulacja wentylacji w czasie od 0 do T1, czyli od alarmu do końca ewakuacji. Może to trwać kilka minut i zależy od liczby dróg ewakuacyjnych do sąsiedniego tunelu, długości dojeżdż i długości tunelu. W tym czasie należy utrzymywać prędkość przepływu w zakresie od $-1,5$ do $1,5$ m/s (najlepiej od $-0,5$ do $0,5$ m/s). Czyli jeżeli nastąpi wykrycie pożaru, należy sprawdzić, jaka jest prędkość i kierunek przepływu powietrza i włączyć odpowiednią liczbę par wentylatorów we właściwym kierunku, tak aby ruch powietrza wyhamować, żeby dym nie był rozprawdany po całej długości tunelu, ale utrzymywał się w strefie objętej pożarem. Natomiast gdy następuje czas T2, czyli zakończenie ewakuacji, prędkość wentylacji w zależności od rozwiązania i długości tunelu oraz założeń projektowych powinna wynosić od 3 do 6 m/s. Czyli należy cały czas kontrolować, w którym kierunku odbywa się przepływ powietrza i jaką ma wartość, żeby załączyć odpowiednią liczbę par wentylatorów. System musi nadążnie sterować tymi wentylatorami w taki sposób, aby prędkość ta była utrzymywana. Warto pamiętać, że bezwładność systemu, czyli czas od włączenia pary wentylatorów do momentu osiągnięcia zamierzonego efektu w tunelu, wynosi ok. 1–1,5 min. Zatem zanim rozpędzimy albo wyhamujemy dany strumień powietrza w tunelu, minie ok. 1 min. Z tego wynika konieczność wykonania serii symulacji, które pomogą określić, ile par wentylatorów należy włączyć w razie wybuchu pożaru, aby skutecznie wyhamować ruch w zależności od wartości prędkości powietrza w tunelu, a następnie dołączać lub odłączać kolejne pary wentylatorów lub nie podejmować żadnych działań, gdy prędkość utrzymuje się w granicach projektowych. Nie

należy się sugerować zmianą bądź jej brakiem po kilku sekundach – w praktyce należy stosować interwały czasowe ok. 1–1,5 min.



Fot. 4. Próby dymowe w tunelu: a) w trakcie ewakuacji, b) w czasie pracy systemu oddymiania Źródło: Neuron



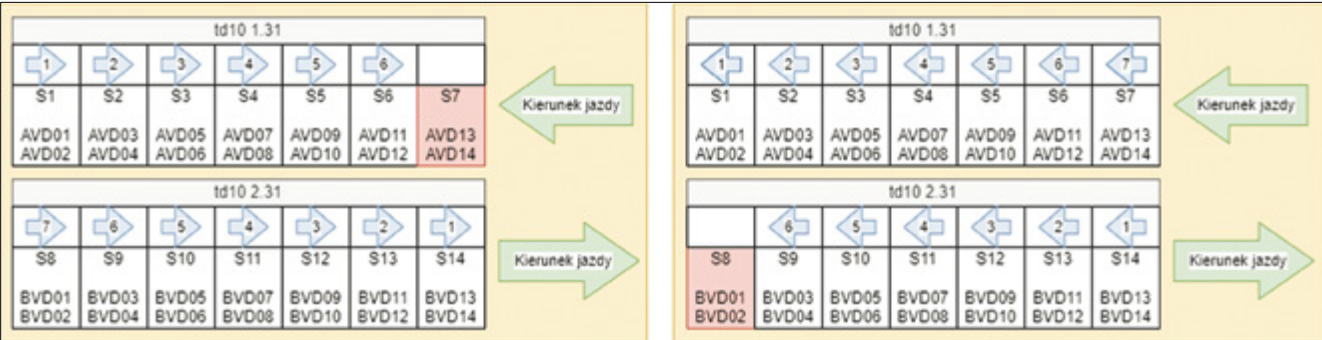
Fot. 5. Próby dymowe w tunelu drogowym – widoczne przemieszczanie się dymu po przejściu systemu w tryb akcji ratowniczo-gaśniczej Źródło: Neuron

Fot. 4 ilustruje próby dymowe w tunelu – widać, że w czasie przewidzianym na ewakuację dym utrzymuje się w strefie i nie występuje przepływ powietrza przez tunel (dym gromadzi się w miejscu objętym pożarem). Z kolei po ewakuacji, w czasie pracy systemu oddymiania dym przemieszcza się w kierunku od nawy wjazdowej do wyjazdowej.

Na **fot. 5** widać, że dym podgrzewany przez płomień z taci przemieszcza się z prędkością od 3 do 6 m/s. W czasie prób nie ma wysokiej temperatury i nie unosi się ku samej górze – migruje w dużej przestrzeni tunelu. Próba dymowa ma jednak za zadanie przede wszystkim sprawdzenie działania systemu wentylacji i kierunków przepływu w tunelu i niniejsza potwierdza jego skuteczność.

Wyjątkiem od zasady, że przy wentylacji wzdłużnej należy oddymiać tunel zawsze zgodnie z kierunkiem jazdy, jest sytuacja, kiedy pożar wybucha przy portalu wjazdowym (**rys. 9**).

Stosując zasadę, że oddymiamy zgodnie z kierunkiem poruszania się samochodów, trzeba byłoby przepychać dym i mieszaninę gazów pożarowych od portalu wjazdowego przez cały tunel do portalu wyjazdowego. Dlatego jeśli pożar wystąpi w tej strefie bądź w dwóch pierwszych strefach nawy przy portalu wjazdowym, kierunek przepływu ustala się jako przeciwny do kierunku jazdy



Rys. 9. Schemat działania wentylacji w przypadku pożaru w portalu wjazdowym Źródło: Neuron



Fot. 6. Portal wjazdowy do nawy tunelu drogowego – oddymianie przeciwne do kierunku poruszania się samochodów daje najlepsze efekty Źródło: Neuron

pojazdów. Dym i mieszanina gazów pożarowych mają wówczas najkrótszą drogę do opuszczenia tunelu. W nawie ewakuacyjnej wentylacja powinna pracować w tym samym kierunku co w nawie pożarowej, a więc tym razem kierunek wentylacji będzie w niej zgodny z kierunkiem jazdy samochodów. Chodzi o to, aby nie było możliwości zassania dymu z nawy objętej pożarem do nawy ewakuacyjnej. Na **fot. 6** pokazano portal wjazdowy do nawy tunelu drogowego. Widać, że oddymiając przeciwnie do kierunku poruszania się samochodów, osiągniemy najlepsze efekty.



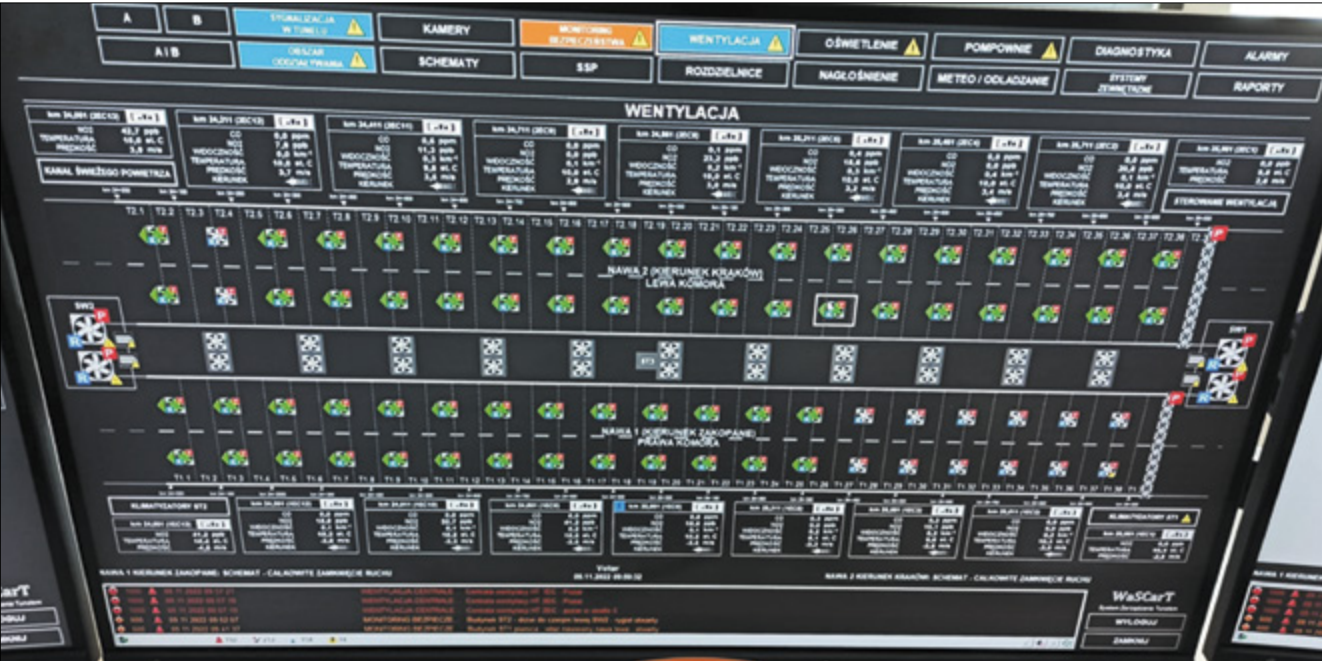
Fot. 7. Panel sterowania Źródło: Neuron

Istotnym elementem systemu jest panel obsługi dla straży pożarnej (**fot. 7**). Jest to również pełnowartościowa centrala sterująco-zasilająca urządzeń przeciwpożarowych. W przypadku tuneli o znacznej długości każda nawa powinna mieć swój panel dotykowy, z możliwością ręcznego sterowania wszystkimi elementami systemu (wentylatory, kłapy przeciwpożarowe), załączenia odpowiedniej strefy pożarowej, czyli wywołania akcji w odpowiedniej strefie lub zatrzymania danej nawy czy części systemu w celu ułatwienia akcji ratowniczej po zakończeniu akcji gaśniczej. Komunikacja z takim panelem powinna być pętlowa (ograniczenie możliwości utraty funkcji nadzoru i sterowania), wykonywana najczęściej w standardzie światłowodowym (ze względu na znaczne odległości tunelu od budynków obsługi technicznej). Panel powinien również zapewniać wizualizację pracy

wszystkich elementów systemu. Funkcje ręcznego sterowania powinny być zabezpieczone kodem dostępnym dla strażaka na poziomie drugim. Panel powinien mieć funkcje wyłączenia, załączenia, zmiany kierunku pracy każdej pary wentylatorów strumieniowych i głównych oraz otwarcia i zamknięcia przepustnic klap wentylatorów nawiewnych, a także zmiany kierunku przepływu nawy objętej pożarem oraz nawy ewakuacyjnej, wywołania konkretnego scenariusza pożarowego i resetu pożarowego (czy też blokady pracy systemu).

Przykładowo w jednym z tuneli podczas ćwiczeń służb ratowniczych, które przeprowadzono przed jego otwarciem, okazało się, że panel taki ma duże znaczenie, gdy jest zlokalizowany w pomieszczeniu obsługi, gdyż kierujący akcją ratowniczo-gaśniczą, obserwując sytuację na systemie monitoringu wizyjnego i termowizyjnego, mógł nadążnie ręcznie sterować pracą systemu wentylacji pożarowej w sytuacji, w której uznał to za konieczne – ułatwiając działania służb. Mając również kontakt z prowadzącymi akcję bezpośrednio w tunelu, mógł reagować na sugestie pochodzące z miejsca zdarzenia, gdzie zdecydowano o wyłączeniu wentylacji w nawie objętej pożarem w sytuacji usunięcia zagrożenia i oddymienia nawy, gdy pracujące wentylatory mogły utrudniać działania służb ratowniczych.

Fot. 8 przedstawia wizualizację w systemie BMS tunelu – widoczne są: nawa objęta pożarem, nawa ewakuacyjna oraz przejścia poprzeczne (ewakuacyjne). Załączyły się pary wentylatorów w nawie objętej pożarem (poza parą najbliższą miejsca pożaru) oraz pary wentylatorów strumieniowych w nawie ewakuacyjnej – z wyjątkiem sześciu par, aby w przypadku otwartego przejazdu w środku tunelu pomiędzy nawami utrzymany był kierunek przepływu powietrza z nawy ewakuacyjnej



Fot. 8. Panel z wizualizacją systemu wentylacji i jego elementów w systemie monitoringu i nadzoru tunelu
Źródło: Neuron

do nawy objętej pożarem i nie występował przepływ dymu z nawy objętej pożarem do nawy ewakuacyjnej, a w nawie ewakuacyjnej włączone są pary wentylatorów w odpowiednim kierunku. Wiadać wentylatory główne i przepustnice. W przejściach poprzecznych zastosowano nadciśnieniowy system zapobiegania zadymieniu, który utrzymuje wymagane nadciśnienie w przypadku drzwi zamkniętych lub wymagany przepływ w przypadku drzwi otwartych. Powietrze do nadciśnieniowego zabezpieczenia przejścia czerpane jest zawsze z nawy ewakuacyjnej.

Podsumowanie

Wentylacja tuneli to zadanie złożone i ważne jest, aby na etapie projektowania elementów i rozwiązań zarządzenia użytkowaniem i bezpieczeństwem tunelu przewidzieć wzajemne powiązania między poszczególnymi systemami obiektu, a na etapie wykonawstwa i prób, podczas uruchomień i odbiorów sprawdzić realizację przyjętych założeń i poprawność funkcjonowania elementów bezpieczeństwa i zastosowanych systemów zasilania i sterowania urządzeniami.

Literatura

- 1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 24 czerwca 2022 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących dróg publicznych (DzU 2022, poz. 1518)
- 2. Materiały techniczne firm: Ardor, Neuron – Grupa TECH, Voltar System

Systemy różnicowania ciśnienia

Nowelizacja normalizacji w zakresie projektowania, obliczania, montażu oraz badań i konserwacji

Zmiany wprowadzone do normy projektowej dotyczącej systemów różnicowania ciśnienia porządkują i uściślają wytyczne dla projektantów instalacji wentylacji pożarowej. Ważne jest odejście od wygórowanych i w praktyce trudnych do spełnienia wymagań przy jednoczesnym zachowaniu skuteczności systemów. Z kolei nowa norma produktowa reguluje kwestię badania i dopuszczenia do obrotu zestawów urządzeń do różnicowania ciśnienia – w momencie jej zharmonizowania poszerzy się rynek dla tych urządzeń.



Włodzimierz Łącki
Aereco Wentylacja

Inżynierowie zajmujący się na co dzień zagadnieniami wentylacji pożarowej w budynkach od wielu lat korzystają z normy PN-EN 12101-6:2007 *Systemy kontroli i rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnienia. Zestawy urządzeń*. Dokument ten powstał w 2005 roku i był najszerszym opracowaniem stosowanym powszechnie przy projektowaniu, testowaniu i odbiorach systemów różnicowania ciśnienia (SRC) w układach kontroli dymu i ciepła. Norma, której najnowsza polska edycja pochodzi z 2007 roku, już od momentu powstania miała mieć szersze zastosowanie niż wytyczne projektowe i odbiorowe dla systemów różnicowania ciśnienia. Jak wskazuje jej tytuł, według pierwotnych założeń miała się stać normą wyrobu umożliwiającą wprowadzenie do obrotu systemów z oznakowaniem CE. Niestety ze względu na brak w jej treści odpowiednich załączników określających wymagania producenci nie mogli uzyskać certyfikatu zgodności z tą normą.

Mając na uwadze wady tego dokumentu, w Europejskim Komitecie Normalizacyjnym (CEN) kontynuowane były prace nad uzupełnieniem i rozszerzeniem zakresu normy. Zdecydowano o jej podziale na dwa odrębne dokumenty:

- **EN 12101 część 13**, która obejmuje zagadnienia projektowe, metody obliczeń, zalecenia dla instalacji, badania odbiorowe i okresowe, testy i obsługę;
 - **EN 12101 część 6**, która obejmuje wymagania dla zestawów urządzeń i komponentów SRC.
- Obydwa dokumenty weszły z końcem września do katalogu norm PKN, zastępując normę z 2007 roku:

- PN-EN 12101-13:2022-09 *Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 13: Systemy różnicowania ciśnienia (SRC). Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania okresowe i konserwacja*;

- PN-EN 12101-6:2022-09 *Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnienia. Zestawy urządzeń*.

Warto przyjrzeć się zmianom, jakie wprowadzają obydwie normy w zakresie projektowania, instalowania, badania, konserwacji, a także wymagań dla zestawów systemów różnicowania ciśnienia.

Znowelizowana norma **PN-EN 12101-6:2022** określa właściwości i metody badań elementów i zestawów do SRC w celu wytworzenia i kontroli wymaganej różnicy ciśnienia i przepływu powietrza między przestrzenią chronioną i niechronioną. Znajdziemy w niej metodykę badań dla trzech rodzajów zestawów urządzeń:

Zestaw 1 – **z samoczynną klapą nadmiarowo-upustową**. W układzie tym wentylator utrzymuje stałą wydajność, a nadciśnienie w przestrzeni chronionej regulowane jest barometryczną klapą nadmiarowo-upustową.

Zestaw 2 – **z automatycznie regulowaną klapą nadmiarowo-upustową**. Tutaj również wentylator pracuje ze stałą wydajnością, a regulacja ciśnienia odbywa się za pomocą klapy bądź przepustnicy regulowanej automatycznie siłownikiem od pomiaru ciśnienia w przestrzeni chronionej.

Zestaw 3 – **z regulacją wydajności wentylatora**. W układzie tym regulacja ciśnienia następuje poprzez zmianę wydajności wentylatora od pomiaru ciśnienia w przestrzeni chronionej.

W normie opisano metodykę wyboru próbek reprezentatywnych do badań, co pozwala uniknąć konieczności badania całego typoszeregu urządzeń producenta. Norma określa także, jak powinno



Fot. 1. Urządzenia zestawu różnicowania ciśnienia w przykładowym obiekcie

Źródło: Aereco Wentylacja

być zbudowane i wyposażone stanowisko testowe, w które muszą się wyposażyć jednostki akredytowane do przeprowadzania takich badań zgodnie z PN-EN 12101-6:2022. Stanowiskiem takim dysponuje w Polsce na przykład Instytut Techniki Budowlanej.

Procedura badań zestawów urządzeń obejmuje testy funkcjonalne mające na celu sprawdzenie skuteczności regulacji ciśnienia, testy wytrzymałości oraz oscylacji sprawdzające wytrzymałość układu na zakłócenia mogące wprowadzić go w oscylacje niegasnące. Wymienione testy mają na celu sprawdzenie, czy SRC jest w stanie odpowiednio (w czasie krótszym niż 3 s) reagować na zmiany – tj. w przypadku drzwi zamkniętych osiągnięcie nominalnej wartości nadciśnienia w pomieszczeniu chronionym, a w przypadku drzwi otwartych osiągnięcie minimalnej wartości prędkości.

Raport z badań wykonanych w akredytowanym laboratorium będzie podstawą do przeprowadzenia procesu certyfikacji wyrobu i w efekcie do uzyskania europejskiego certyfikatu stałości właściwości użytkowych, co umożliwi wprowadzenie urządzeń do obrotu również na innych rynkach, a nie, tak jak obecnie, tylko w Polsce. Stanowi to istotną zmianę, gdyż, jak wspomniano wcześniej, norma PN-EN 12101-6:2007 nie umożliwiała wprowadzenia wyrobu do obrotu z oznakowaniem CE. Należy jednak dodać, że PN-EN 12101-6:2022 nie ma jeszcze statusu normy zharmonizowanej, co odsuwa na pewien czas możliwość certyfikacji zestawów. Obecnie wprowadzenie na rynek zestawu urządzeń możliwe jest wciąż wyłącznie w systemie krajowym z oznakowaniem znakiem budowlanym.

Z kolei norma **PN-EN 12101-13:2022** obejmuje swoim zakresem głównie zagadnienia, które były już zawarte w wycofanej normie PN-EN 12101-6:2007, tj. zasady i wymagania dla projektowania, metody obliczeń, zalecenia dla instalacji oraz dla testów odbiorowych i okresowych. Norma ta jest przeznaczona do systemów stosowanych w budynkach o wysokości do 60 m, jednak w załączniku do niej znajdziemy wytyczne również dla budynków wyższych. W porównaniu do normy z 2007 roku w nowym dokumencie pojawiło się wiele istotnych zmian. Poniżej wymieniam te, które uważam za najbardziej istotne.

Tylko dwie klasy systemu

Wycofana wersja normy z 2007 roku określała sześć klas systemów (od A do F), dla których proponowane były konkretne i szczegółowe rozwiązania SRC. Decyzję o przypisaniu danego rozwiązania do właściwego budynku podejmował projektant, kierując się przeznaczeniem obiektu i uwzględniając założony sposób ewakuacji na wypadek pożaru. Wytyczne obejmowały szczegółowe kryteria dla utrzymania w strefie chronionej odpowiedniego nadciśnienia w przypadku wszystkich drzwi zamkniętych, prędkości powietrza w przypadku otwartych drzwi ewakuacyjnych oraz maksymalnej wartości siły wymaganej do otwarcia drzwi.

Wymagania dotyczące utrzymania nadciśnienia np. na chronionej klatce podane były z dokładnością $\pm 10\%$, co oznaczało konieczność zapewnienia nadciśnienia w zakresie 45–55 Pa. W praktyce

Tabela 1. Wymagania projektowe dla układu różnicowania ciśnienia według norm PN-EN 12101-6:2007 i PN-EN 12101-13:2022

Parametr	PN-EN 12101-6:2007	PN-EN 12101-13:2022	
	Klasy A-F	Klasa 1	Klasa 2
Siła otwarcia drzwi	$\leq 100\text{ N}$	$\leq 100\text{ N}$	
Różnica ciśnienia – drzwi zamknięte	50 Pa $\pm 10\%$ 45 Pa $\pm 10\%$	$\geq 30\text{ Pa}$	
Różnica ciśnienia – drzwi zewnętrzne otwarte	10 Pa $\pm 10\%$ dla klasy C i D	brak wymagań	
Prędkość przepływu powietrza	0,75 lub 2 m/s	$\geq 1\text{ m/s}$	$\geq 2\text{ m/s}$
Czas aktywacji	brak wymagań	$\leq 60\text{ s}$	
Czas pracy	jw.	$\leq 120\text{ s}$	
Czas reakcji	jw.	$\leq 5\text{ s}$	

wartości te okazywały się trudne do spełnienia z tak dużą dokładnością, szczególnie w budynkach wysokich i wysokościowych, gdzie istotny wpływ na rozkład ciśnienia ma m.in. ciąg kominowy. Powyższa dokładność utrzymania parametru nadciśnienia nie ma większego uzasadnienia, dlatego w nowej wersji normy zdecydowano się na zmianę w tym zakresie. Dotychczasowe sześć klas zastąpiono dwiema – klasą 1 i 2, a wymogi dotyczące utrzymania wartości nadciśnienia w pomieszczeniu chronionym zostały złagodzone. Wymagana różnica ciśnienia wynosi dla obu klas minimum 30 Pa. Zniesiony został również wymóg utrzymania 10 Pa nadciśnienia w klatce ewakuacyjnej w przypadku otwartych drzwi ewakuacyjnych na zewnątrz. Wymagana prędkość powietrza w drzwiach ewakuacyjnych wzrosła natomiast z 0,75 do 1 lub 2 m/s. W tabeli 1 porównano wytyczne wycofanej i nowej wersji normy.

Zastosowanie odpowiedniej klasy uzależnione jest od przeznaczenia budynku lub wyposażenia go w instalację tryskaczową. Klasa 1 powinna być stosowana:

- w budynkach wyposażonych w instalację z tryskaczami szybkiego reagowania (RTI < 50),
- w budynkach mieszkalnych o wysokości do 30 m lub, według krajowych wymogów, niższych niż limit budynków wysokościowych (w Polsce 55 m),
- w budynkach mieszkalnych, w których pomiędzy przestrzenią chronioną a pomieszczeniem potencjalnie objętym pożarem znajdują się co najmniej dwa pomieszczenia z małym ryzykiem wystąpienia w nich pożaru (bez obciążenia ogniowego), z drzwiami wyposażonymi w samozamykacze.

Klasa 2 powinna być stosowana we wszystkich pozostałych przypadkach.

Sprawdzanie czasu osiągnięcia wymaganych parametrów pracy systemu

Kolejną zmianą jest wprowadzenie wymogu spełnienia warunku dotyczącego określonego czasu, w jakim układ osiągnie odpowiednie parametry pracy. W nowej normie zwrócono uwagę na czas

osiągnięcia projektowych parametrów pracy, przypominając, że jest on szczególnie istotny pod kątem ewakuacji w budynku. Zbyt długi czas ustalenia parametrów pracy po otwarciu lub zamknięciu drzwi mógłby skutkować trudnościami w otwarciu drzwi, a tym samym utrudnić lub uniemożliwić ewakuację.

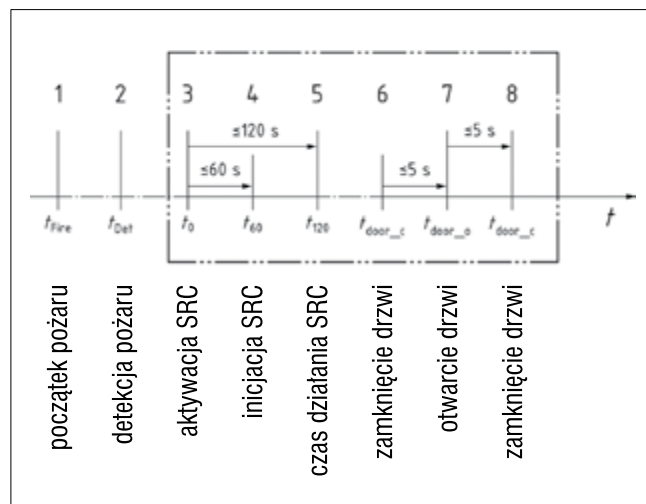
Należy zauważyć, że w wycofanej normie znajdziemy wzmiankę mówiącą o tym, że w przypadku zastosowania wentylatorów nawiewnych ze zmienną prędkością obrotową lub z klapami sterowanymi czujnikami ciśnienia system powinien osiągnąć 90% żądanej wydajności w ciągu 3 s od otwarcia lub zamknięcia drzwi. Dla wymagania tego nie została jednak podana metoda sprawdzenia, co w efekcie prowadziło do braku jego weryfikacji w trakcie budowy i odbiorów. Istotne jest również, że powyżej opisany wymóg dotyczy obecnie wszystkich typów systemów, a nie, jak w poprzedniej wersji, jedynie tych ze zmienną prędkością obrotową wentylatora lub z klapami sterowanymi czujnikami ciśnienia.

W nowej normie wyodrębnione zostały wymagania dotyczące czasu:

- aktywacji systemu, czyli czasu, w jakim system powinien się aktywować od momentu otrzymania sygnału o pożarze (≤ 60 s),
- pracy (operation time), tj. czasu mierzonego od aktywacji systemu do osiągnięcia pełnej sprawności układu (≤ 120 s),
- czasu reakcji (response time) – czasu, w którym po zmianie położenia drzwi z zamkniętych na otwarte lub z otwartych na zamknięte SRC powinien osiągnąć projektowane parametry (≤ 5 s).

W normie produktowej PN-EN 12101-6:2022 podany został krótszy czas reakcji, 3 s, natomiast w normie projektowej PN-EN 12101-13:2022 został on wydłużony do 5 s. Jest to oczywiście uzasadnione tym, że czasy mierzone w budynku o układzie bardziej złożonym niż stanowisko testowe mogą być trudniejsze do osiągnięcia.

W normie PN-EN 12101-13:2022 podano metodę sprawdzenia powyższych wymagań. Badanie zostało dodane jako nowy wymóg do obowiązkowych testów odbiorowych, jak i późniejszych testów sprawdzających, przeprowadzanych w trakcie eksploatacji systemu. Do wykonania tego testu niezbędne jest wykorzystanie manometru z możliwością rejestracji pomiaru różnicy ciśnienia w czasie. Procedura sprawdzenia polega na pomiarze ciśnienia w czasie następującej sekwencji otwarcia i zamknięcia drzwi:



Rys. 1. Czas reakcji systemu różnicowania ciśnienia wg PN-EN 12101-13

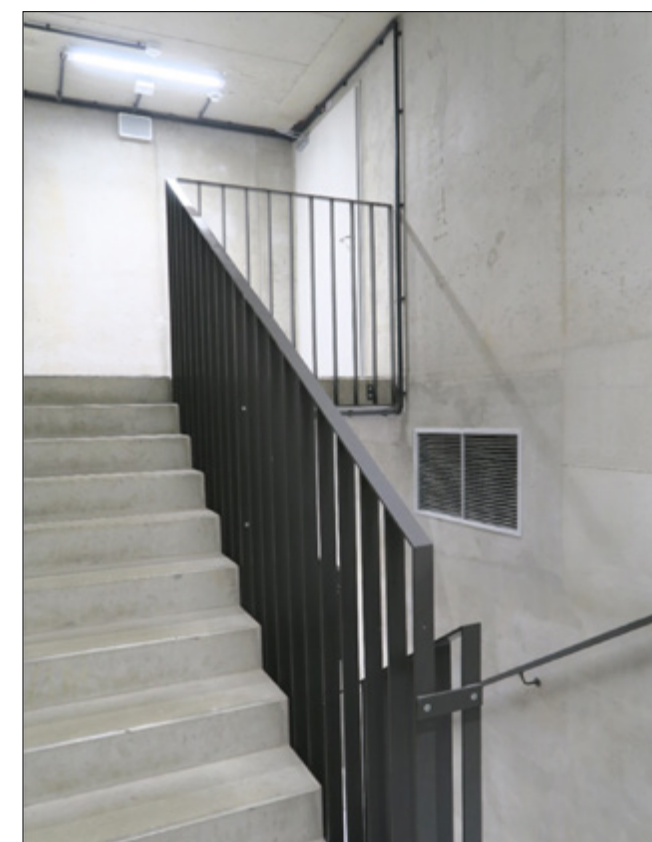
przez 30 s drzwi pozostają otwarte → na 1-2 s drzwi są zamykane → ponownie przez 10 s drzwi pozostają otwarte → zamknięcie drzwi przez samozamykacz → przez 60 s drzwi pozostają zamknięte

Na podstawie zarejestrowanych danych należy:

- a) wyznaczyć średnią różnicę ciśnienia na drzwiach (Δp_{c1}) z pierwszych 30 s zmierzonych danych, wykorzystując średnią arytmetyczną uzyskanych pomiarów,
- b) obliczyć maksymalną dopuszczalną różnicę ciśnienia odpowiadającą 100 N siły otwarcia ($\Delta p_{100\text{ N}}$),
- c) na podstawie danych określić czas, w którym zmierzone ciśnienie różnicowe przekracza ($\Delta p_{100\text{ N}}$) po raz pierwszy (t_1),
- d) określić czas po zamknięciu drzwi, w którym zmierzona różnica ciśnienia powraca poniżej ($\Delta p_{100\text{ N}}$) – czas (t_2), różnica czasu ($\Delta t = t_2 - t_1$) powinna być mniejsza niż 5 s,
- e) określić średnią różnicę ciśnienia w drzwiach (Δp_{c2}) z ostatnich 30 s pomiaru, wykorzystując prostą średnią z zarejestrowanych danych; (Δp_{c2}) musi się mieścić w zakresie $\pm 5\%$ wartości (Δp_{c1}).

Przewietrzanie pomieszczeń

Kolejnym nowym wymaganiem, które wprowadza nowa norma PN-EN 12101-13:2022, jest konieczność zapewnienia przewietrzania pomieszczeń chronionych na wypadek przedostania się do nich dymu z pomieszczeń objętych pożarem. Wymóg ten nie jest obligatoryjny, jednak autorzy normy zalecają zastosowanie przewietrzania w każdym projekcie SRC. Przewietrzanie klatki powinno być zapewnione w sposób stały zgodnie z lokalnymi wymaganiami, a w przypadku ich braku (jak w Polsce) z koniecznością zapewnienia wymiany powietrza co najmniej $7500\text{ m}^3/\text{h}$. Można to osiągnąć poprzez zastosowanie w pomieszczeniu np. otworu z klapą nadciśnieniową lub przepustnicą regulacyjną otwieraną w sposób automatyczny i dobraną tak, aby zapewnić wymagany przepływ powietrza. Należy również uwzględnić ten przepływ



Fot. 2. Klatka schodowa chroniona systemem różnicowania ciśnienia Źródło: Aereco Wentylacja

przy doborze wentylatora, biorąc równocześnie pod uwagę konieczność spełnienia głównych wymagań projektowych.

Wymagania dla elementów systemów SRC

Norma PN-EN 12101-13:2022 zawiera szereg wymagań dla elementów systemu różnicowania ciśnienia. Znajdziemy tam listę wszystkich urządzeń, które mogą być wykorzystane do zbudowania SRC. Każdy element został dokładnie scharakteryzowany, podane zostały także wymagania co do norm i wytycznych, które powinny być spełnione w odniesieniu do wszystkich składowych systemu.

Przykładowo przewody nawiewne zlokalizowane w ramach jednego pomieszczenia są dopuszczone w wykonaniu standardowym bez odporności ogniowej. Natomiast te, które prowadzone są poza tym pomieszczeniem, muszą być w wykonaniu ognioodpornym zgodnym z normą PN-EN 12101-7:2012 *Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 7: Odcinki przewodów wentylacji pożarowej*. Innym przykładem są klapy transferowe, które jako urządzenia nie zostały objęte oddzielną normą. Nowelizacja podaje, że klapy te stosowane pomiędzy klatką schodową a przedsionkiem oraz przedsionkiem i korytarzem powinny być zgodne z normą PN-EN 15650:2010 *Wentylacja budynków. Przeciwpowozarowe klapy odcinajace montowane w przewodach*.

W normie PN-EN 12101-13:2022 znalazły się również nowe wytyczne dotyczące elementów wyposażenia SRC. Jednym z nich jest konieczność zainstalowania w obiekcie panelu ręcznej kontroli dla straży pożarnej. Panel ten powinien zostać zlokalizowany przy głównym wejściu do budynku lub w jego pobliżu. Dostęp do niego powinien być ograniczony jedynie do autoryzowanego personelu i ma on umożliwiać następujące tryby pracy systemu: OFF, AUTOMATIC i ON. W położeniu OFF wentylator zostaje wyłączony. W położeniu AUTOMATIC system pozostaje w trybie gotowości pracy, natomiast tryb ON, tj. włączony, pozwala na ręczne uruchomienie wentylatora nawiewnego bez przesterowywania innych urządzeń, jak np. klapy upustowe. Tryb ten może zostać wykorzystany przez straż pożarną w razie konieczności szybkiego przewietrzenia klatki schodowej i usunięcia zalegającego w niej dymu.

W nowej normie PN-EN 12101-13:2022 znalazł się również wymóg instalowania panelu lub przycisku ręcznej kontroli do wykorzystania przez osoby ewakuujące się z budynku. Przycisk taki powinien być również zainstalowany w pobliżu głównego wejścia do budynku, a jego zwolnienie spowoduje uruchomienie i zapewnienie działania opisanego wcześniej trybu przewietrzania.

Nawiew do wind pożarowych i innych

Nawiew do wind wykorzystywanych w czasie pożaru przez ekipy ratownicze powinien być zaprojektowany tak, by nie wpływał negatywnie na ich pracę, np. poprzez powodowanie ruchu kabli zasilających czy utrudnienia w otwieraniu drzwi kabiny. Nowym wymogiem w normie PN-EN

12101-13:2022 w porównaniu do zapisów PN-EN 12101-6:2007 jest ograniczenie maksymalnej prędkości nawiewu do 3 m/s. Kraty nawiewne mogą być zlokalizowane na stropie szybu lub w jego najniższym punkcie albo w obu wskazanych miejscach.

Nowością jest natomiast wymóg dotyczący maksymalnego poziomu ciśnienia akustycznego w szybie windy, który nie powinien przekraczać 80 dB(A) w przypadku, gdy straż pożarna może korzystać z intercomu do komunikacji w czasie pożaru. Wymaganie to sugeruje konieczność analizy poziomu hałasu wentylacji pożarowej i stosowania tłumików w przypadkach, gdyby był on wyższy.

Wentylatory rezerwowe

W normie PN-EN 12101-13:2022 nie znajdziemy natomiast wymogu stosowania rezerwowych jednostek wentylatorów. Przypomnijmy, że wymagania takie widniały w normie PN-EN 12101-6:2007 i dotyczyły ochrony przed zadymieniem pomieszczeń stanowiących jedyną drogę ewakuacyjną z budynku, np. w obiekcie z jedną klatką schodową. Dotychczas w takim przypadku konieczne było zastosowanie kompletnego duplikatu wentylatora wraz z napędem, co w efekcie oznaczało konieczność podwojenia liczby jednostek nawiewnych w instalacjach SRC. Konieczność stosowania rezerwowych jednostek znacznie zwiększała koszty inwestycyjne, a następnie eksploatacyjne instalacji. Z tego względu zmiana ta spotka się na pewno z dobrym przyjęciem wśród inwestorów i zarządców budynków.

Podsumowanie

Opisane powyżej zmiany w normach należy ocenić pozytywnie, gdyż porządkują one i uściślają wytyczne dla projektantów instalacji wentylacji pożarowej. Szczególnie istotne jest odejście od wygórowanych i w praktyce trudnych do spełnienia kryteriów utrzymania parametrów dla systemów różnicowania ciśnienia, przy jednoczesnym zachowaniu ich skuteczności. Istotne jest również, że w momencie zharmonizowana norma PN-EN 12101-6:2022 uregułuje kwestię badań i dopuszczania do obrotu zestawów urządzeń do różnicowania ciśnienia. Umożliwi to ich testowanie w wielu laboratoriach na świecie i szerzej otworzy rynek producentom tych urządzeń.

Literatura

1. PN-EN 12101-13:2022-09 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 13: Systemy różnicowania ciśnień (SRC). Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania okresowe i konserwacja
2. PN-EN 12101-6:2022-09 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień. Zestawy urządzeń
3. PN-EN 12101-6:2007 Systemy kontroli i rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień. Zestawy urządzeń
4. PN-EN 12101-7:2012 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła. Część 7: Odcinki przewodów wentylacji pożarowej
5. PN-EN 15650:2010 Wentylacja budynków. Przeciwpowozarowe klapy odcinajace montowane w przewodach

Zabezpieczenie przeciwpożarowe przewodów wentylacyjnych

Przewody wentylacji bytowej, wraz z izolacją cieplną i akustyczną oraz urządzeniami montowanymi w kanałach, podlegają przepisom z zakresu ochrony przeciwpożarowej. Wymagania dotyczą bezpieczeństwa pożarowego i określają głównie palność i nierozprzestrzenianie ognia przez przewody wentylacyjne i ich izolację.

Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki [1], w § 267 określa obowiązki w zakresie ochrony przeciwpożarowej w odniesieniu do przewodów wentylacyjnych oraz ich izolacji: *przewody wentylacyjne powinny być wykonane z materiałów niepalnych, a palne izolacje cieplne i akustyczne oraz inne palne okładziny przewodów wentylacyjnych mogą być stosowane tylko na zewnętrznej ich powierzchni w sposób zapewniający nierozprzestrzenianie ognia*. O palności i rozprzestrzenianiu ognia mówią klasy reakcji na ogień (euroklasy) wskazane w normie PN-EN 13501-1 [2] i przywołane w Warunkach Technicznych [1]:

- **klasy podstawowe:**
 - A1 – klasa najwyższa dla bezpiecznych i niepalnych wyrobów,
 - A2, B, C, D, E – klasy dla wyrobów o pogarszających się własnościach ogniowych, w coraz większym stopniu palnych (wyroby niepalne, palne niezapalne, palne trudnozapalne i palne łatwozapalne),
 - F – klasa najniższa obejmująca wyroby łatwopalne lub bez badań ogniowych, którym nie stawia się wymagań;
- **klasy uzupełniające s** (ang. smoke) – ilość i szybkość wytwarzania dymu pod wpływem pożaru (dym mogą wytwarzać zarówno wyroby niepalne w klasie A2, jak i we wszystkich niższych klasach. Wyroby w klasie A1 nie wytwarzają dymu):
 - s1 – niewielkie ilości i intensywność powstawania dymu (prawie bez dymu),
 - s2 – średnia ilość i intensywność powstawania dymu,
 - s3 – duża ilość i gęstość dymu;
- **klasy uzupełniające d** (ang. droplets) – intensywność wytwarzania płonących kropli i cząstek przez palący się wyrób (płonące krople i cząstki mogą wytwarzać wyroby palne. Wyroby w klasie A1 i niepalne w klasie A2 nie wytwarzają płonących kropli):
 - d0 – brak płonących kropli,
 - d1 – niewiele płonących kropli (podobnie do iskier z płonącego drewna),
 - d2 – bardzo wiele kapiących, płonących kropli i cząstek.

Przewody wentylacyjne niepalne

Przewodami niepalnymi są nie tylko przewody metalowe, ale też samonośne kanały wentylacyjne z odpowiednio przygotowanych płyt niepalnych, stosowanych także na okładziny metalowych kanałów wentylacyjnych.

Kanały wentylacyjne samonośne stosowane są jako rozwiązanie lekkie (np. do renowacji budynków, w których nie można nadmiernie obciążać stropów) oraz umożliwiające prefabrykację na placu budowy i dostosowanie kształtu powstałego przewodu do faktycznie dostępnego miejsca na montaż. Z płyt można budować nie tylko kanały, ale także kształtki: kolana, trójniki, redukcje, odsadzki etc. Na budowę kanału dostarczane są „na płasko” (w formie płyt przygotowanych do montażu na budowie), dzięki czemu ich magazynowanie i transport są ekonomiczne. Kanały samonośne montuje się łatwo – krawędzie płyt wyposażone są w łączniki typu wpust-pióro, choć duże wymagania wobec szczelności kanałów sprawiają, że niezbędna jest wysoka kultura pracy wykonawcy. Konieczne są staranne łączenia i zabezpieczenie miejsc połączeń (zarówno podłużnych, jak i poprzecznych) za pomocą montażowych akcesoriów systemowych, takich jak kleje, opaski uszczelniające, zszywki czy szpilki, pręty i gwoździe montażowe. Bardzo ważne jest także prawidłowe zabezpieczenie przejść przez przegrody, np. przez zastosowanie dodatkowych pasów z danej płyty lub systemowego zabezpieczenia z wykorzystaniem masy ogniochronnej.

Najczęściej stosowane w tym celu rozwiązania to płyty z twardej wełny mineralnej (klasa reakcji na ogień A2-s1, d0) z zewnętrzną warstwą zwiększającą szczelność powietrzną i wytrzymałość oraz warstwą wewnętrzną zapewniającą minimalne opory przepływu i higienę czy płyty

Tabela 1. Definicje określeń palności stosowane w Warunkach Technicznych [1]

Określenia stosowane w Warunkach Technicznych [1]		Klasy reakcji na ogień zgodnie z PN-EN 13501-1 [2]
Niepalne		A1 A2-s1, d0; A2-s2, d0; A2-s3, d0
Palne	niezapalne	A2-s1, d1; A2-s2, d1; A2-s3, d1; A2-s1, d2; A2-s2, d2; A2-s3, d2; B-s1, d0; B-s2, d0; B-s3, d0; B-s1, d1; B-s2, d1; B-s3, d1; B-s1, d2; B-s2, d2; B-s3, d2
	trudno zapalne	C-s1, d0; C-s2, d0; C-s3, d0; C-s1, d1; C-s2, d1; C-s3, d1; C-s1, d2; C-s2, d2; C-s3, d2; D-s1, d0; D-s1, d1; D-s1, d2
	łatwo zapalne	D-s2, d0; D-s3, d0; D-s2, d1; D-s3, d1; D-s2, d2; D-s3, d0; E-d2; E F

silikatowo-cementowe (klasa reakcji na ogień A1), które cechują się brakiem wrażliwości na wilgoć i gładką powierzchnią wewnętrzną, nie wymagają więc dodatkowych warstw wykańczających.

Na bezpieczeństwo niepalnych kanałów samonośnych składa się trwałość ich cech w czasie (nie tracą własności ogniochronnych) i stabilny wymiar przekroju podczas pożaru. Bardzo wysoka odporność płyt silikatowo-cementowych na wysoką temperaturę i korozję chemiczną sprawia, że stosowane są one także jako kanały oddymiające, zapewniające odprowadzenie dymu i gorących gazów pożarowych.

Zapisy Warunków Technicznych stanowią też, że z materiałów niepalnych należy wykonywać zamocowania przewodów do elementów budowlanych. W przypadku pożaru zamocowania powinny zapewniać przejście powstającej siły w czasie nie krótszym niż wymagany dla klasy odporności ogniowej przewodu lub klapy odcinającej [1].

Nierozprzestrzenianie ognia

Zgodnie z Warunkami Technicznymi [1] izolacje zewnętrzne instalacji, w tym wentylacyjnych, uznaje się za **nierozprzestrzeniające ognia** w dwóch przypadkach:

- zarówno izolację, jak i przewód wykonano z wyrobów o klasie reakcji na ogień: A1_L, A2_L-s(1-3), d0 lub B_L-s(1-3), d0 (oznaczenie „L” mówi o tym, że klasa dotyczy instalacji i ich izolacji),
- przewód i izolacja jako nierozłączna całość stanowią wyrób o klasie reakcji na ogień: A1_L, A2_L-s(1-3), d0 lub B_L-s(1-3), d0, a klasa reakcji na ogień warstwy izolacyjnej wynosi co najmniej E (oznaczenie „L” mówi o tym, że klasa dotyczy instalacji i ich izolacji).

Rozprzestrzenianie ognia warunkowane jest zatem zarówno przez podstawową klasę reakcji na ogień (A1, A2 lub B), jak i klasę uzupełniającą d0.

Przewody wentylacyjne w budynkach mieszkalnych

Zapis z § 267 [1] nie obowiązuje w przypadku domów jednorodzinnych stanowiących jeden lokal. Natomiast dla budynków wielorodzinnych, ale też jednorodzinnych z wydzielonymi dwoma lokalami mieszkalnymi lub lokalem mieszkalnym i użytkowym można w obrębie każdego lokalu stosować przewody wentylacyjne o klasie reakcji na ogień co najmniej E. Warunkiem jest jednak zainstalowanie odpowiedniego zabezpieczenia w miejscu przejścia przewodów przez przegrody, które wydzielają ten lokal:

- w budynkach niskich (N) i średniowysokich (SW) – zabezpieczenia ogniochronnego o klasie odporności ogniowej co najmniej E I 30;
- w budynkach wysokich (W) i wysokościowych (WW) – przeciwpożarowej klapy odcinającej o klasie odporności ogniowej co najmniej E I S 60.

Klasy odporności ogniowej określa się pod względem szczelności ogniowej, izolacyjności ogniowej i dymoszczelności (E I S) jako czas, przez który zabezpieczenie zachowuje wymagane parametry [3, 4, 5]:

- E (szczelność ogniowa) – zdolność do zapobiegania przedostaniu się płomieni i gazów na stronę przegrody wolną od pożaru oraz odporność na odkształcenia termiczne;
- I (izolacyjność ogniowa) – zdolność do zachowania temperatury swojej powierzchni po stronie przegrody niemającej kontaktu z ogniem (ograniczenie przyrostu temperatury);
- S (dymoszczelność) – zdolność do zapobiegania przedostawaniu się dymu i gazów pożarowych, niezależnie od ich temperatury.

Zatem w przypadku wymagań określonych w Warunkach Technicznych [1] zabezpieczenie ogniochronne powinno zapewniać szczelność i izolacyjność ogniową przez 30 minut, a kłapa odcinająca – szczelność i izolacyjność ogniową oraz dymoszczelność przez 60 minut.

Przewody wentylacyjne w szachtach

Przewody wentylacyjne mogą być także prowadzone wraz z innymi instalacjami w szachtach instalacyjnych. Za jednoczesną izolację akustyczną i spełnienie wymagań ochrony pożarowej szachtów mogą odpowiadać specjalne systemy wykonane na bazie ognioodpornych płyt gipsowo-kartonowych (rzadziej gipsowo-wiórowych lub gipsowo-włóknowych). Mogą one mieć klasę reakcji na ogień A2-s1, d0 (nie przyczyniają się do rozwoju pożaru, a w warunkach pożaru rozwiniętego nie zapalają się i nie wydzielają ciepła, dymu ani płonących kropel lub cząstek). Odporność ogniowa całego systemu zabudowy – opisywana jak w przypadku przegród budowlanych przez takie parametry jak nośność ogniowa R, szczelność ogniowa E i izolacyjność ogniowa I – wynosi do (R)E I 120.

Obudowę szachtów instalacyjnych płytami g-k można zbudować w dwóch systemach – z wykorzystaniem konstrukcji nośnych z profili metalowych w różnych wykonaniach lub bez takiej konstrukcji. Wybór konkretnego rozwiązania zależy od: wysokości i szerokości zabudowy (każdy z systemów ma ograniczenia dotyczące maksymalnej wysokości i szerokości zabudowy), wymagań ochrony pożarowej dla zabudowy szachtu oraz dostępności miejsca do zabudowy. Z kolei zachowanie właściwej odporności ogniowej zależy w dużej mierze od prawidłowego wykonania obudowy. Dlatego zaleca się stosowanie rozwiązań systemowych – nie tylko płyt ognioodpornych, ale też właściwych mas lub gipsów szpachlowych, profili konstrukcyjnych, akcesoriów montażowych oraz wypełnień z wełny mineralnej.

Istotnym warunkiem spełnienia wymagań ochrony pożarowej jest zabezpieczenie przepustów – przejść przez stropy (przegrody oddzielenia pożarowego), aby zapobiec przenoszeniu ognia z jednej kondygnacji na drugą [6]. **W miejscu przejścia przewodu wentylacyjnego przez przegrodę**

(element oddzielenia pożarowego) należy zapewnić klasę odporności ogniowej pod względem szczelności ogniowej, izolacyjności ogniowej i dymoszczelności (E I S) taką samą jak dla przegrody:

§ 234.1. Przepusty instalacyjne w elementach oddzielenia przeciwpożarowego powinny mieć klasę odporności ogniowej (E I) wymaganą dla tych elementów [1].

Ochrona ppoż. elementów instalacji wentylacyjnej

Wymagania bezpieczeństwa pożarowego dotyczą także innych elementów instalacji wentylacyjnej, związanych bezpośrednio z kanałami. Z materiałów niepalnych należy wykonywać zamocowania przewodów do elementów budowlanych. W przypadku pożaru zamocowania powinny zapewniać przejście powstającej siły w czasie nie krótszym niż wymagany dla klasy odporności ogniowej przewodu (lub, jeśli dotyczy, klapy odcinającej) [1].

Natomiast połączenia elastyczne łączące sztywne przewody wentylacyjne z elementami instalacji lub urządzeniami mogą mieć długość maks. 4 m – z wyjątkiem podłączeń elastycznych wentylatorów, które nie mogą być dłuższe niż 0,25 m. Podłączenia takie muszą być wykonane co najmniej z materiałów trudno zapalnych (por. tabela 1). Odcinki przewodów elastycznych nie powinny być prowadzone przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego [1].

Literatura

- 1. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (t.j. DzU 2022 poz. 1225)
- 2. PN-EN 13501-1 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień
- 3. PN-EN 15650 Wentylacja budynków. Przeciwpożarowe klapy odcinające montowane w przewodach
- 4. PN-EN 13501-3 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków. Część 3: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej wyrobów i elementów stosowanych w instalacjach użytkowych w budynkach: ognioodpornych przewodów wentylacyjnych i przeciwpożarowych klap odcinających
- 5. PN-EN 1366-2 Badania odporności ogniowej instalacji użytkowych. Część 2: Przeciwpożarowe klapy odcinające
- 6. PN-EN 1366-3 Badania odporności ogniowej instalacji użytkowych. Część 3: Uszczelnienia przejść instalacyjnych
- 7. Materiały techniczne firm Paroc, Promat, Rockwool, Siniat, Ursa

Książki z dziedziny:

budownictwa	wentylacji i klimatyzacji
chłodnictwa	instalacji elektrycznych
ciepłownictwa i ogrzewnictwa	informatyki
gazownictwa	zarządzania i obsługi nieruchomości
instalacji sanitarnych	oraz programy, słowniki, poradniki
ochrony środowiska	



elektrotechnika
instalacje
budownictwo

Księgarnia Techniczna
Grupa MEDIUM

ul. Karczewska 18, 04-112 Warszawa
tel.: 22 512 60 60
e-mail: eib@ksiegarniatechniczna.com.pl

www.ksiegarniatechniczna.com.pl

Damian Kubera

rzecznik ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych
F&K Consulting Engineers

Przeglądy urządzeń przeciwpożarowych

Które urządzenia w budynku powinny być poddawane przeglądom okresowym i konserwacyjnym? Większość zarządców i właścicieli obiektów wskaże na przeglądy gaśnic, hydrantów czy awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego. To jednak nie wszystkie czynności konieczne do wykonania w celu zapewnienia wysokiego bezpieczeństwa pożarowego i sprawnej ewakuacji z budynku w razie pożaru. W artykule zwrócono także uwagę na kwestie, które bywają pomijane z powodu braku znajomości przepisów i wiedzy praktycznej.

O przeglądach urządzeń przeciwpożarowych mówi rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719), w którym w § 2 pkt 9 zdefiniowano, czym jest urządzenie przeciwpożarowe: *należy przez to rozumieć urządzenia (stałe lub półstałe, uruchamiane ręcznie lub samoczynnie) służące do zapobiegania powstaniu, wykrywania, zwalczania pożaru lub ograniczania jego skutków.*

Oprócz samej definicji urządzenia przeciwpożarowego w dalszej części tego samego przepisu wymieniony został katalog takich urządzeń i są to w szczególności: *stałe i półstałe urządzenia gaśnicze i zabezpieczające, urządzenia inertyzujące, urządzenia wchodzące w skład dźwiękowego systemu ostrzegawczego i systemu sygnalizacji pożarowej, w tym urządzenia sygnalizacyjno-alarmowe, urządzenia odbiorcze alarmów pożarowych i urządzenia odbiorcze sygnałów uszkodzeniowych, instalacje oświetlenia ewakuacyjnego, hydranty wewnętrzne i zawory hydrantowe, hydranty zewnętrzne, pompy w pompowniach przeciwpożarowych, przeciwpożarowe klapy odcinające, urządzenia oddymiające, urządzenia zabezpieczające przed powstaniem wybuchu i ograniczające jego skutki, kurtyny dymowe oraz drzwi, bramy przeciwpożarowe i inne zamknięcia przeciwpożarowe, jeżeli są wyposażone w systemy sterowania, przeciwpożarowe wyłączniki prądu oraz dźwigi dla ekip ratowniczych.*

W powyższym fragmencie rozporządzenia znajduje się zatem odpowiedź na pytanie, które urządzenia w budynku powinny być poddawane okresowym przeglądom.

Urządzenia przeciwpożarowe wymagają cyklicznych konserwacji – z czego jednak wynika ten wymóg? Kwestię tę także reguluje wspomniane powyżej rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków w § 3 ust. 2 i 3:

2. *Urządzenia przeciwpożarowe oraz gaśnice przenośne i przewoźne, zwane dalej „gaśnicami”, powinny być poddawane przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym, zgodnie z zasadami*

i w sposób określony w Polskich Normach dotyczących urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic, w dokumentacji techniczno-ruchowej oraz w instrukcjach obsługi, opracowanych przez ich producentów.

3. *Przeglądy techniczne i czynności konserwacyjne powinny być przeprowadzane w okresach ustalonych przez producenta, nie rzadziej jednak niż raz w roku.*

Urządzenia przeciwpożarowe powinny więc być poddawane czynnościom konserwacyjnym i przeglądom co najmniej raz w roku. W ust. 2 czytamy, że należy je przeprowadzać zgodnie z zasadami określonymi w polskich normach oraz podawanymi przez producenta danego urządzenia. Daje to jednak bardzo szeroki zakres działania, przez co zarządca nie będzie wiedział, czego wymagać od firmy wykonującej przegląd urządzenia ppoż. W tej sytuacji pozwolę sobie zaproponować pewien sposób podejścia do przeglądów i konserwacji urządzeń przeciwpożarowych.

Jakie urządzenia należy kontrolować i jak często?

Dobrym przykładem do analizy jest system sygnalizacji pożarowej. Najczęstsze pytanie, z jakim spotykam się jako doradca ppoż. w budynkach, w których pracuję, brzmi: jak często powinien być wykonywany przegląd SSP – raz na rok, dwa razy w roku czy może kwartalnie?

W mojej ocenie zarówno odpowiedź „raz na rok”, jak i „kwartalnie” może się okazać poprawna. Od czego to zależy? W pierwszej kolejności zarządca powinien zajrzeć do projektu budowlanego, na podstawie którego budynek uzyskał pozwolenie na użytkowanie. Zaczęlbym od sprawdzenia w projekcie elektrycznym, czy SSP został zaprojektowany według konkretnej normy projektowej. Jeżeli powstawał wg specyfikacji technicznej PKN-CEN/TS 54-14 *Systemy sygnalizacji pożarowej*, to w tym standardzie określono szczegółowo sposób przeprowadzania konserwacji. O tym właśnie mówi wspomniane rozporządzenie w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków: działanie zgodne przede wszystkim z czasookresami normy czy standardu technicznego, według którego system został zaprojektowany. To jednak nie wszystko – istotne, a mimo to często pomijane są wymagania producentów stawiane w instrukcjach obsługi. Może się okazać, że dane urządzenie musi zostać sprawdzone w sposób bardziej szczegółowy, niż wskazuje np. polska norma. Osobiście nie znam jednak firmy, która by tak robiła (co oczywiście nie oznacza, że takich nie ma). Dlaczego? Odpowiedź jest prozaiczna – konserwatorowi najczęściej po prostu nie chce się urządzenia dodatkowo sprawdzać, do tej pory tego nie robił i „nikt się nie czepiał”. I rzeczywiście w praktyce takie podejście jakoś w Polsce przechodzi, pytanie: jak długo?

Istnieją oczywiście również budynki i systemy wykonane znacznie wcześniej, nim powstał standard CEN 54-14 czy nawet norma PN-E-08350-14:2002 *Systemy sygnalizacji pożarowej. Projektowanie, zakładanie, odbiór, eksploatacja i konserwacja instalacji*. Jeżeli w budynku mamy leciwy system sygnalizacji pożarowej, zaprojektowany na podstawie starych standardów technicznych lub normy,

z której wprost nie wynika, w jaki sposób powinny być przeprowadzane czynności konserwacyjne, należy je wykonywać przynajmniej raz w roku.

A w jaki sposób? Gdy nie wiemy, według jakiej normy system zaprojektowano i wyrobów którego producenta użyto lub gdy nie dysponujemy dokumentacją danej centrali sygnalizacji pożarowej, najlepiej sięgnąć do standardu CEN 54-14 i uwzględnić te czynności, które zostały wyszczególnione w ramach kwartalnych i rocznych przeglądów, i wykonywać je w trakcie przeglądu rocznego. W standardzie tym zawarte zostały podstawowe zasady zgodne z aktualną wiedzą techniczną, na podstawie których można przeprowadzić przegląd techniczny i konserwację.

Moim zdaniem sytuacja wkrótce się poprawi, gdyż we wrześniu 2021 roku zmieniło się rozporządzenie w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (DzU 2021, poz. 1722). Za kilka lat, pod warunkiem spełnienia kilku warunków, projekt wykonawczy będzie uzgodnieniem projektu technicznego i już na etapie projektowym określone zostaną czynności konserwacyjne (i opisane w części technicznej projektu budowlanego).

A jak często kontrolować przeciwpożarowy wyłącznik prądu? Wielu zarządców zakłada błędnie, że powinien być on sprawdzany przy okazji przeglądu instalacji elektrycznych w budynku – co 5 lat. Jednak wyłącznik ppoż. to urządzenie przeciwpożarowe i jego przegląd musi być przeprowadzany co roku, mimo że czynność ta powoduje problemy w funkcjonowaniu budynków, które wymagają ciągłego zasilania (serwerownie, banki itp.). Na rynku są już jednak urządzenia, które ten problem rozwiązują, a w przyszłości będzie ich coraz więcej.

Można się też spotkać z sytuacjami, w których sprawdzanie i cykliczne testy oraz konserwacja awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego polegają jedynie na sprawdzeniu, czy po wyłączeniu napięcia dana oprawa awaryjna funkcjonuje, czy też nie. Nie można tego jednak nazwać corocznym przeglądem urządzenia ppoż. Moim zdaniem powinno się wykonywać corocznie pomiary natężenia awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego w sposób określony w polskiej normie, czyli przeprowadzać je pomiędzy punktami i weryfikować, czy na pewno wymagane jest natężenie np. 1 lx w osi drogi lub 5 lx przy urządzeniu przeciwpożarowym itd. Wprawdzie instalacje ledowe są mniej podatne na uszkodzenia, jednak w dalszym ciągu w wielu obiektach awaryjne oświetlenie ewakuacyjne stanowią stare świetlówki. Wraz z upływem czasu mogą one tracić na sprawności i choć przy odbiorze budynku zmierzono 1 lx, w kolejnych latach odnotowywany jest jedynie fakt, że awaryjne oświetlenie zadziałało, bez jego zmierzenia. A podczas kontroli budynku okazuje się, że pomiary awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego nie zostały przeprowadzone, bo nie ma ich wyników – zwracała na to uwagę m.in. Komenda Główna PSP, zalecenia w tej kwestii można znaleźć także w SITP WP-01:2020.

Kwalifikacje osób przeprowadzających przeglądy urządzeń ppoż.

Ważna jest także wiedza o tym, kto może wykonywać takie przeglądy. Przepisy tego nie określają, również ustawa o ochronie przeciwpożarowej, nie wynika z nich jednak, że może to robić każdy bez odpowiedniego przygotowania. Osoba bez kwalifikacji przede wszystkim nie będzie wiedziała, w jaki sposób czynności te prawidłowo wykonać. Standard PKN-CEN 54-14 wyraźnie podaje, że osoby prawne lub fizyczne wykonujące jakiegokolwiek prace będące przedmiotem tych wytycznych powinny mieć odpowiednie kompetencje, doświadczenie i kwalifikacje. I precyzuje, że montaż i uruchamianie instalacji powinny wykonywać osoby posiadające odpowiednią wiedzę teoretyczną i praktyczną oraz kwalifikacje. W zakresie konserwacji wytyczne podają, że powinni je wykonywać przeszkoleni w tym zakresie specjaliści.

Nadzór, próby i przeglądy okresowe systemów wentylacji pożarowej wymagają specjalistycznej wiedzy dotyczącej elementów systemów oddymiania i zapobiegania zadymieniu. Ważne są informacje nt. przeznaczenia i charakterystyki obiektu, wrażliwych elementów zastosowanego systemu oraz sposobów weryfikacji efektywności jego działania. Celem przeglądów okresowych jest m.in. sprawdzenie poprawności funkcjonowania układu oraz kontrola współdziałania z systemem sygnalizacji pożarowej. Informacja, że automatyczne klapy przeciwpożarowe to urządzenia bezobsługowe, może być niekiedy błędnie interpretowana w ten sposób, że nie muszą być one sprawdzane. A ich kontrola jest bardzo ważna i wymaga fachowej wiedzy na temat procedur testowania klap i wykonywania czynności serwisowych. Niektórzy producenci klap zastrzegają wręcz, że przeglądy i konserwacja powinny być przeprowadzane przez firmy przez nich autoryzowane według dokumentacji technicznej oraz instrukcji obsługi. Ważne są także kompetencje w zakresie przeglądów i konserwacji wentylatorów oraz automatyki (zasilacze ppoż., szafy sterujące itp.), w tym pomiarów elektrycznych.

W ustawie o ochronie przeciwpożarowej w art. 4 ust. 2 zapisano, że „czynności z zakresu ochrony przeciwpożarowej mogą wykonywać osoby posiadające odpowiednie kwalifikacje”, a art. 2a i 2b podają, jakie to powinny być kwalifikacje, czyli wykształcenie i przygotowanie. I są to przynajmniej uprawnienia inspektora ochrony przeciwpożarowej nabyte w ramach szkolenia w szkołach lub instytutach badawczych PSP (na 5 lat, wymagające odnawiania).

Czynności z zakresu ochrony przeciwpożarowej, o których mowa w ustawie, mają większy zakres niż przeglądy techniczne i czynności konserwacyjne, o których wspomina rozporządzenie. Ale czym jest np. przegląd urządzenia ppoż. polegający na sprawdzeniu wentylacji strumieniowej, gdy oprócz pomiarów wydajności musimy sprawdzić sekwencje uruchamiania urządzeń i zgodność ze scenariuszem pożarowym, oraz prowadzeniu innych czynności konserwacyjnych wymagających specjalistycznej wiedzy, jeśli nie czynnością z zakresu ochrony przeciwpożarowej? Dlatego przy wyborze firmy, która będzie przeprowadzała takie konserwacje, warto zwrócić na to uwagę i wpisać

do oferty wymóg, żeby wykonywały je osoby mające odpowiednie kwalifikacje wynikające także z ustawy o ochronie przeciwpożarowej. Jest to moim zdaniem bardzo istotne.

Pozostałe wymagania

O czym jeszcze powinien pamiętać zarządca przy eksploatacji obiektu? Może to się wydać banalne, ale ważne jest posiadanie instrukcji bezpieczeństwa pożarowego i jej aktualizacja co 2 lata lub przy okazji remontu, gdy zmienia się np. układ pomieszczeń. Nie każdy zdaje sobie sprawę, że w budynkach, które zostały wymienione w § 28 ust. 1 rozporządzenia w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków [1], wymagane jest stosowanie systemu sygnalizacji pożarowej, obejmującego urządzenia sygnalizacyjno-alarmowe służące do samoczynnego wykrywania i przekazywania informacji o pożarze, a także urządzenia odbiorcze oraz sygnałów o uszkodzeniu.

Instrukcję taką należy przekazać jednostkom PSP – oczywiście nie całą, ale najważniejsze informacje, które mogą być przydatne ekipom ratowniczo-gaśniczym w czasie ich ewentualnych działań w budynku. Można to zrobić także w formie elektronicznej, jednak o obowiązku tym niestety rzadko pamiętają odpowiedzialne za jego dopełnienie osoby. W wielu budynkach, w których przeprowadzałem audyt, procedura ta nie była realizowana.

Przejdźmy do kolejnych wymagań, np. dokumentacji zagrożenia wybuchem w budynkach, w których prowadzone są procesy wiążące się z możliwością powstania atmosfery wybuchowej. Nabiera to szczególnego znaczenia w kontekście powszechnego stosowania instalacji fotowoltaicznych w zakładach przemysłowych czy budynkach produkcyjnych. I nie chodzi tu jedynie o duże zakłady – nawet na stacjach paliw mamy do czynienia z mieszaniną par cieczy palnych z powietrzem, która może tworzyć atmosferę wybuchową. Czy możemy na dachu takiego budynku albo w jego pobliżu zamontować instalację fotowoltaiczną? Moduły PV w wykonaniu przeciwwybuchowym nie są dostępne. Dokumentacji zagrożenia wybuchem często się nie sporządza, a nawet jeśli wcześniej była, potrafi się „zawieruszyć”.

Uczulam zarządców i właścicieli budynków na tę kwestię i konieczność dbania o dokumentację, także projektową. Obowiązek oceny i posiadania dokumentacji stwierdzającej (lub nie) zagrożenie wybuchem wynika z przepisów przeciwpożarowych, które są zawsze obligatoryjne, a nie z zapisów rozporządzenia w sprawie warunków technicznych, które w tym zakresie należy stosować obowiązkowo jedynie w przypadku zagrożenia życia ludzi.

Zachęcam także do przeprowadzania fachowych i rzetelnych przeglądów przewodów kominowych i przeglądów wentylacyjnych, wynikających z § 34 rozporządzenia w sprawie ochrony ppoż. budynków. Jeśli nie będą spełnione wymogi formalne i przegląd kominowy nie zostanie przeprowadzony, w sytuacji pożaru ubezpieczyciel nie wypłaci odszkodowania. Dotyczy to nie tylko budynków jednorodzinnych, ale wszystkich, w których znajdują się takie urządzenia.

Zarządcy zapominają również o obowiązku szkolenia pracowników i użytkowników budynków, wynikającym z art. 4 ustawy o ochronie przeciwpożarowej. Fakt odbycia takiego przeszkolenia powinien zostać potwierdzony podpisem przeszkolonego, tak jak zapoznanie się pracownika z instrukcją ppoż. i wdrożenie go w funkcjonowanie budynku. Warto mieć takie poświadczenia w dokumentacji eksploatacyjnej – mogą o nie zapytać strażacy podczas kontroli obiektu.

Przepisy ppoż. nie regulują częstotliwości szkoleń tego typu, zatem z formalnego punktu widzenia wystarczyłoby jednorazowe przeszkolenie i potwierdzenie. Ale dobre praktyki inżynierskie podpowiadają, że tak jak w zakresie BHP, również w kwestiach ppoż. warto odnawiać wiedzę pracowników. A kto powinien przeprowadzać takie szkolenia? Uprawnienia wyłącznie z zakresu BHP nie wystarczą, chyba że towarzyszą im dodatkowo uprawnienia inspektora ochrony przeciwpożarowej, co jest częstą praktyką. Jest to krótkie i fachowe szkolenie nadające kwalifikacje na podstawie ustawy o ochronie ppoż.

Kolejnym zagadnieniem są zasady prowadzenia w budynku prac niebezpiecznych pod względem pożarowym – moim zdaniem w 90% obiektów kwestia ta jest bagatelizowana. Czy niebezpieczne pod względem pożarowym są tylko prace spawalnicze, lutowanie na gorąco, cięcie szlifierką albo kładzenie papy na gorąco? Jakie dokumenty określają zasady prowadzenia takich prac w danym budynku i kto powinien poświadczyć zapoznanie się z tymi wymogami?

Zasady prowadzenia takich prac muszą zostać opisane w instrukcji bezpieczeństwa pożarowego. Prawidłowa procedura wygląda następująco: w momencie wejścia do budynku np. ekipy spawaczy powinni oni odbyć krótkie szkolenie i złożyć podpisy pod dokumentem dotyczącym prac niebezpiecznych pod względem pożarowym. Instrukcja bezpieczeństwa pożarowego może też zawierać sposób zabezpieczenia budynku przez wykonawcę na czas realizacji prac, jak np. stosowanie koców gaśniczych do osłony elementów łatwopalnych. Jednak w praktyce się tego nie robi.

Jakie są konsekwencje lekceważenia zasad i przepisów? Blisko 30% pożarów budynków w Polsce powstaje podczas prowadzenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym. Co więcej, znane są przypadki, gdy prace takie zlecano osobom niemającym uprawnień do ich wykonywania. W takiej sytuacji odpowiedzialność karną ponosi zarówno zlecający prace zarządca lub właściciel budynku, jak i zleceniobiorca.

Znany jest np. przypadek pożaru w supermarkecie, do którego doprowadzili spawacze bez odpowiednich kwalifikacji. Razem z właścicielem sklepu odpowiadali oni przed sądem z art. 163 Kodeksu karnego, stanowiącego, że kto umyślnie spowoduje zdarzenie, które zagraża życiu lub zdrowiu wielu osób albo mieniu w wielkich rozmiarach, mające postać m.in.: pożaru lub zawału się budowli, gwałtownego wyzwolenia energii, rozprzestrzeniania się substancji trujących, duszących lub parzących, podlega karze pozbawienia wolności od roku do lat 10. A jeśli następstwem czynu jest śmierć człowieka lub ciężki uszczerbek na zdrowiu wielu osób, kara pozbawienia wolności

wynosi od 2 do 12 lat. Nawet samo sprowadzenie bezpośredniego niebezpieczeństwa zdarzenia, jakie wymieniono powyżej, jest karane pozbawieniem wolności na okres od 6 miesięcy do lat 8. Gdyby w dokumentacji obiektu znalazły się prawidłowo wypełnione dokumenty dotyczące prowadzenia prac niebezpiecznych pod względem pożarowym – sprawy by nie było.

Przy okazji uczulam osoby sporządzające instrukcje bezpieczeństwa pożarowego, aby nie zawierały w nich procedur, które nie sprawdzą się w praktyce, jak np. wymaganie, żeby po zakończeniu prac miejsce ich przeprowadzenia było sprawdzane i dozorowane przez kilka godzin. Kto po wykonaniu zlecenia o godz. 18 czy 20 zostanie na obiekcie jeszcze przez 8 godzin i będzie obserwował, czy nie wystąpił pożar?

W celu nadania instrukcjom pożarowym waloru praktycznego, zachęcam do korzystania np. z wytycznych NFPA 51 B *Standard for Fire Prevention During Welding, Cutting, and Other Hot Work*, opracowanych w prosty i zrozumiały sposób. Zawarto w nich nawet wzór protokołu, jaki należy wypełnić. Na ich podstawie można przygotować instrukcję bezpieczeństwa pożarowego i wytyczne dotyczące prac niebezpiecznych pod względem pożarowym oraz protokołów zlecenia takich prac. Przykłady wytycznych można także znaleźć na stronach dużych firm czy podmiotów publicznych [4].

Podsumowanie

W artykule zwrócono uwagę na te elementy przeglądów urządzeń przeciwpożarowych, które są często pomijane z powodu braku znajomości przepisów i wiedzy praktycznej. O ile wszyscy zarządcy czy użytkownicy budynków pamiętają o przeglądach gaśnic i hydrantów oraz węży, umykają im inne ważne kwestie związane z bezpieczeństwem pożarowym budynków.

Literatura

1. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (DzU 2010, nr 109, poz. 719, z późn. zm.)
2. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 września 2021 r. w sprawie uzgadniania projektu zagospodarowania działki lub terenu, projektu architektoniczno-budowlanego, projektu technicznego oraz projektu urządzenia przeciwpożarowego pod względem zgodności z wymaganiami ochrony przeciwpożarowej (DzU 2021, poz. 1722)
3. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (DzU 1991, nr 81, poz. 351 z późn. zm., tekst jednolity: DzU 2022, poz. 20570)
4. Przykłady wytycznych dotyczących prac niebezpiecznych pod względem pożarowym:
 - a) https://www.orklen.pl/content/dam/internet/orklen/pl/pl/o-firmie/o-spolce/nasze-standardy/bezpieczenstwo-w-orklenie/wykonawcy-zewnetrzni/dokumenty/SB-3_wytyczne_prace_pozarowo_niebezpieczne.pdf.coredownload.pdf
 - b) https://di.adm.agh.edu.pl/public/Wytyczne_dla_projektantow/wytyczne_do_prowadzenia_prac_pozarowo_niebezpiecznych.pdf
 - c) <https://phavi.umcs.pl/at/attachments/2020/0427/084902-instrukcja-wykonywania-prac-niebezpiecznych-pod-wzgledem-pojarowym-i-03-ppoz-2016.pdf>
 - d) <https://www.e-bip.org.pl/upload/683.55099.pdf>

ALNOR SYSTEMY WENTYLACJI SP. Z O.O.

05-552 Wola Mrokwoska
Aleja Krakowska 10
tel. +48 22 737 40 00, fax. +48 22 737 40 04
alnor@alnor.com.pl, www.alnor.com.pl



GAZEX SP.J.

ul. Baletowa 16, 02-867 Warszawa
tel. +48 22 644 25 11
e-mail: gazex@gazex.pl
www.gazex.pl



HEKATO POLSKA SP. Z O.O. S.K.

tel. 605 966 922
biuro@hekato.pl
www.hekato.pl



LINDAB SP. Z O. O.

kontakt@lindab.com
www.lindab-polska.pl



PRO-SERVICE

www.alarmgaz.com



SMAY SP. Z O.O.

Podłężę 678
32-003 Podłężę
sekretariat: +48 12 378 1 800

