

NOVENCO

## System wentylacji parkingowej Novenco

Opis systemu





## Wstęp

Samochody stały się ważną częścią naszego życia. Pomimo rozwoju środków publicznego transportu niemal każdy z nas ma swój samochód. Wynika z tego olbrzymia potrzeba budowania garaży i parkingów zwłaszcza w miastach. Tradycyjne garaże i parkingi otwarte zajmują zbyt wiele miejsca, chociaż ludzie wolą parkować na otwartej przestrzeni.

Z drugiej strony warunki klimatyczne i konieczność ochrony przed wandalizmem i kradzieżą wymuszają potrzebę budowania parkingów podziemnych lub zamkniętych. Dlatego buduje się coraz więcej tego typu budowli.

Jednak spaliny zawierają szkodliwe dla zdrowia składniki gazowe jak benzen, tlenek węgla, dwutlenek azotu i cząsteczki jak ołów, które muszą być skutecznie usuwane wraz z powietrzem.

Novenco od wielu lat dostarcza wentylatory do wentylacji tuneli drogowych, których rozwój i projektowanie było realizowane w ścisłej współpracy z władzami państw. Od roku 1993/94 wykorzystujemy naszą wiedzę i doświadczenie do wentylacji wielopoziomowych garaży.

Wentylacja tunelowa często bazuje na wentylacji strumieniowej i wykorzystuje wentylatory osiowe. Novenco zaadoptował własne wentylatory tunelowe i dostosował je do potrzeb systemu wentylacji strumieniowej w parkingach, gdzie czynniki takie jak niski poziom hałasu czy minimalna wysokość muszą być brane pod uwagę przy projektowaniu.

Przez wiele lat Novenco stał się ekspertem w systemach wentylacji parkingów. Bazując na naszych doświadczeniach w Holandii, Belgii i dużych miastach w Niemczech, gdzie przestrzeń ma wyjątkowe znaczenie, rozwinęliśmy system wentylacji strumieniowej garaży sterowanej CO oraz oddymiania i kontroli dymu w czasie pożaru. Głównym celem tej instrukcji jest opisanie zasad wentylacji bytowej oraz krótkie omówienie zasad oddymiania i kontroli dymu.

System wentylacji strumieniowej (ang. JET FAN) cechują niskie koszty instalacji i eksploatacji. System firmy Novenco nie wymaga prowadzenia sieci kanałów w garażu i charakteryzuje się dużą elastycznością przy projektowaniu i realizacji inwestycji.

Nasze referencje obejmują wykonanie kilkuset systemów w takich krajach jak Holandia, Niemcy, Dania, Portugalia, Szwecja, Norwegia, Wielka Brytania, Belgia oraz w Polsce.



Novenco

System wentylacji parkingowej

## Ruch powietrza

**Przewietrzanie jest związane z ruchem powietrza. Przemieszczając się powietrze w porusza rzeczywistości jakąś masę. Powietrze ma masę ok.  $1,2 \text{ kg/m}^3$  przy  $20^\circ\text{C}$ . Poruszając  $10\text{m}^3$  powietrza porusza się masę 12 kg.**

Powietrze można wprawiać w ruch na 3 różne sposoby. Najpopularniejszym

sposobem jest tłoczenie lub zasysanie poprzez kanały powietrza za pomocą

wentylatorów. Innym sposobem jest wykorzystanie różnicy temperatury w warstwach powietrza.

Trzecim sposobem jest pozioma wentylacja strumieniowa.

W tym przypadku wykorzystywana jest fizyczna zasada, że jedna masa będąca w ruchu porusza inną masę, jeżeli do tej pierwszej przyłoży się siłę. Siła impulsu będzie określana jako siła wyrzutu.

Z wiedzy, że powietrze ma masę, można wywnioskować, że powietrze dzięki sile wyrzutu może poruszać inną masę powietrza. Na podstawie ciągłych testów zoptymalizowaliśmy rozwiązania projektowe oraz dostosowaliśmy je do wymagań bezpieczeństwa dla garaży.

Instrukcja zapewnia informacje, jakie są możliwości wentylacji strumieniowej.



## Rodzaje garaży

Generalnie mamy do czynienia z dwoma typami garaży:

### Typ 1: Garaż otwarty

### Typ 2: Garaż zamknięty

Garaż otwarty składa się z odsłoniętej przestrzeni parkowania i dlatego dzięki otwartej przestrzeni jest wystarczająco przewietrzany. Należy wziąć pod uwagę kilka czynników zanim zakwalifikujemy garaż do odpowiedniej grupy. Każdy kraj ma swoje przepisy, które mniej lub bardziej są ścisłe. Generalnie wymagania są bardziej wygórowane w krajach, gdzie tradycja i doświadczenie w projektowaniu garaży są większe.

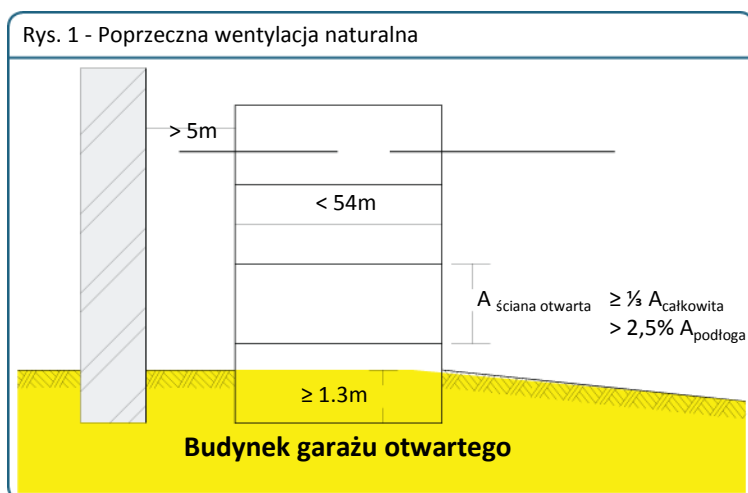
Poniższy przykład przedstawia wymagania dla wentylacji wg przepisów w Holandii. Prosimy o zapoznanie się obowiązującymi aktualnie w Polsce przepisami określonymi m.in. w rozporządzeniu p.t. „Warunki techniczne wykonania i usytuowania budynków”.

W Holandii należy zapewnić wszystkie poniższe wymagania jednocześnie:

1. Wentylacja naturalna musi być zapewniona.

- Przynajmniej dwie przeciwległe ściany muszą być otwarte i mieć otwory zabezpieczone przed możliwością zamknięcia.
- Powierzchnia otworów w ścianach nie może być mniejsza niż 33% całkowitej powierzchni ścian. Obliczając całkowitą powierzchnię ścian należy uwzględnić również wewnętrzne ściany działowe. Lub alternatywnie powierzchnia otworów netto musi być nie mniejsza niż 2.5% powierzchni podłogi.
- Odległość pomiędzy przeciwległymi ścianami nie może przekraczać 54m
- Minimalna odległość otworu w ścianie od sąsiedniego budynku nie może być mniejsza niż 5m.
- Ściany działowe wewnętrzne nie mogą przeszkadzać wentylacji naturalnej.
- Maksymalne zagłębienie podłogi w garażu nie może przekraczać 1.3 m poniżej poziomu terenu.

Jeżeli chociaż jeden z warunków nie wystąpi, taki garaż jest klasyfikowany jako zamknięty i wymaga wentylacji mechanicznej.





Jeżeli chociaż jeden z warunków wystąpi, taki garaż wymaga wentylacji mechanicznej.

### Zamknięty garaż charakteryzują według przepisów holenderskich cechy:

1. Przeciwległe ściany są w odległości większej niż 54m.
2. Tylko jedna zewnętrzna ściana jest otwarta lub otwory w ścianach mogą być zamykane.
3. Otwory wentylacyjne nie spełniają kryteriów wymaganych dla garaży otwartych.
4. Garaż jest podziemny, bez otworów wentylacyjnych.
5. Odległość od sąsiedniego budynku jest mniejsza niż 5m.
6. Zagłębienie podłogi jest większe niż 1.3m poniżej terenu.
7. Ściany działowe wewnętrzne zakłócają wentylację naturalną.

## Tradycyjne metody wentylacji garaży

**Obecnie różne metody wentylacji są wykorzystywane w garażach zależnie od tego czy jest on zamknięty czy otwarty.**

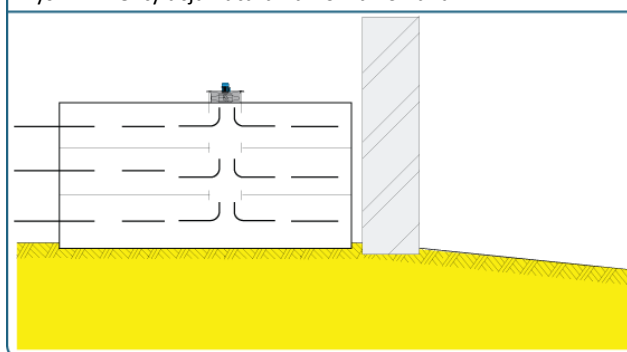
**Wentylacja naturalna** za pomocą efektu różnicy temperatury i gęstości powietrza wykorzystywana jest w wentylacji garaży otwartych.

**Wentylacja naturalna wspomagana mechanicznie** jest podobna do wentylacji naturalnej, ale jest wyposażona dodatkowo w wentylator nawiewny lub alternatywnie wyciągowy. Ten system może zawierać również kanały lub wentylatory strumieniowe.

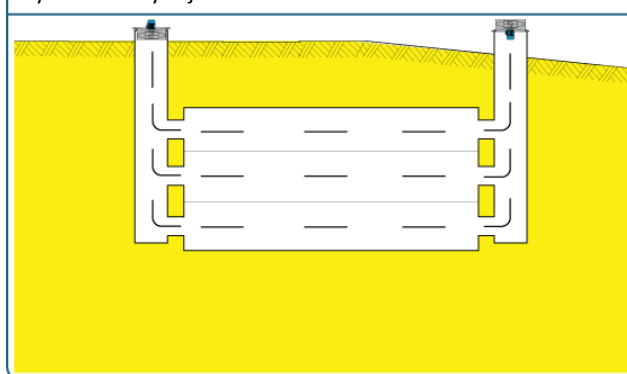
**Konwencjonalna wentylacja mechaniczna** jest wykorzystywana w garażach zamkniętych. System składa się z wentylatorów nawiewnego i wyciągowego w kombinacji z kanałami wentylacyjnymi.

**Prosta wentylacja mechaniczna** jest wykorzystywana w garażach zamkniętych. System składa się z wentylatorów nawiewnego i wyciągowego ale bez kanałów wentylacyjnych.

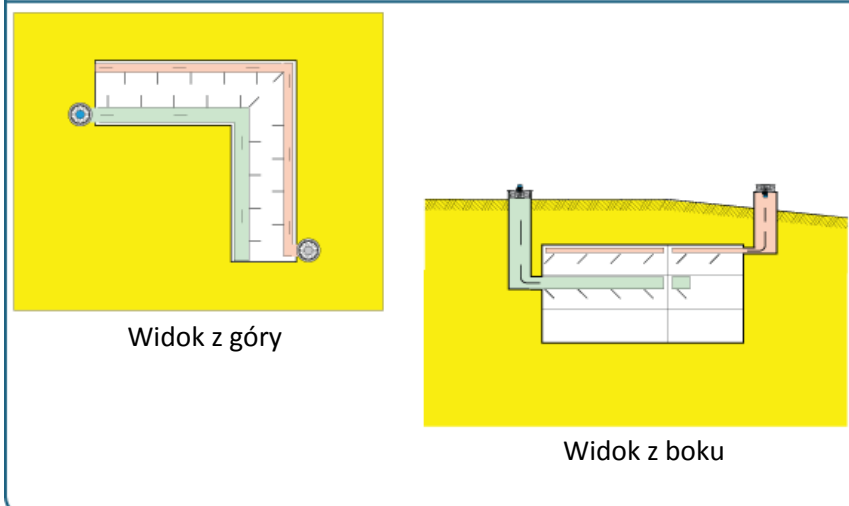
Rys. 2 - Wentylacja naturalna-kombinowana



Rys. 3 - Wentylacja mechaniczna-kombinowana



Rys. 4 - Wentylacja mechaniczna



Tradycyjny system z kanałami wentylacyjnymi

## Zasady wentylacji strumieniowej Jet Fan

**W systemach tradycyjnych powietrze jest transportowane przez system kanałów wentylacyjnych powietrza świeżego, wyciągowego i usuwanego oraz układów wentylatorów. Oczywiście jest, że aby utrzymać małe spadki ciśnienia w systemie wymiary kanałów wentylacyjnych muszą być duże oraz prędkość powietrza przepływającego w kanałach możliwie jak najniższa.**

Dlatego właśnie kanały w systemach wentylacyjnych mają duże wymiary i zajmują znaczną ilość przestrzeni przy słupach, pod stropem oraz w szybach wentylacyjnych. Natomiast system Novenco opiera się na odmiennym podejściu do zagadnienia przepływu powietrza. Działanie polega na zasysaniu relatywnie małej

ilości powietrza przez wentylator strumieniowy, który przetłacza powietrze i nadaje mu odpowiednio dużą prędkość.

Kiedy powietrze wyrzucane przez wentylator "napotyka" masę powietrza, wprawia ją w ruch nadając jej pęd i przemieszcza dużą masę powietrza w odpowiednim kierunku. W ten sposób masa ta jest przetłaczana nawet na odległość 20-40 m bez wykorzystywania kanałów wentylacyjnych. Można powiedzieć, że na swój sposób garaż jest kanałem wentylacyjnym. Zasada działania wentylacji strumieniowej jest taka sama jak w przypadku silników odrzutowych, to znaczy powietrze jest przyspieszane przez silnik-napęd i w ten sposób wytwarzany jest ciąg - siła wprawiająca w ruch masę (w tym przypadku masę powietrza wokół sztywno zamontowanego wentylatora).

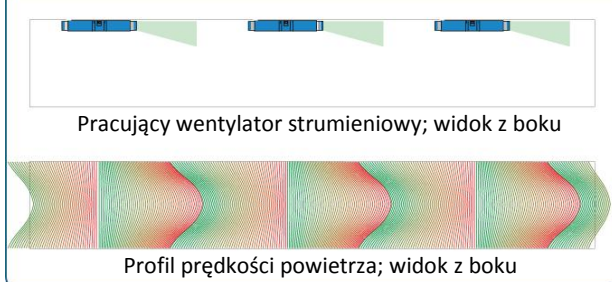
Cała energia kinetyczna jest przekazywana przez powietrze wyrzucane przez wentylator



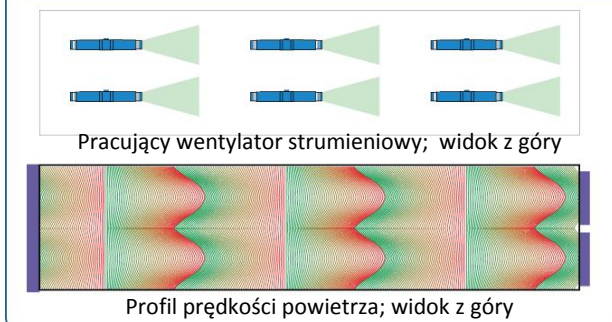
strumieniowy do otoczenia nadając powietru otaczającemu wystarczającą prędkość - wymaganą dla wytworzenia odpowiedniego ruchu powietrza w obszarze garażu. W wyniku zjawiska indukcji powietrza całkowita masa powietrza w ruchu wokół wentylatora jest wielokrotnie większa niż ilość powietrza przetłaczana przez wentylator strumieniowy.

W zależności kryteriów projektowych wymiarowania systemu wentylacji strumieniowej możliwa jest do wytworzenia średnia prędkość powietrza w przekroju poprzecznym garażu o wartości 1m/s. W związku z tym wielkość i ilość wentylatorów zależy od rozmiaru i kształtu garażu oraz od tego czy system jest projektowany jako wentylacja bytowa sterowana poziomem stężenia CO, czy jako wentylacja oddymniająca z kontrolą dymu.

Rys. 5a - Zasadę działania wentylacji strumieniowej

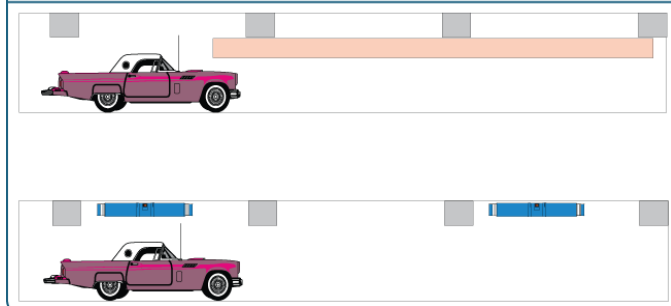


Rys. 5b - Zasadę działania wentylacji strumieniowej



Rysunki 5a oraz 5b przedstawiają zasadę działania wentylacji strumieniowej. Oba rysunki przedstawiają przepływ wzdłużny. Pęd powietrza, siła wytworzona przez wentylator strumieniowy

Rys. 6 - Brak miejsca na kanały



jest wyrażona w newtonach [N] i jest wynikiem ruchu masy powietrza i zmiany jego prędkości. Pęd ten jest cechą charakterystyczną dla wentylatora, podczas gdy w systemach wentylacji tradycyjnej wentylatory cechuje parametr wyrażony w jednostkach wydajności m<sup>3</sup>/s lub sprężu Pa. Wentylatory są zwykle montowane pod stropem kondygnacji (rysunek 5a oraz 5b).

Należy zawsze starać się umieszczać wentylatory w centralnym miejscu w stosunku do obliczonej masy powietrza, którą wentylatory mają za zadanie przemieszczać.

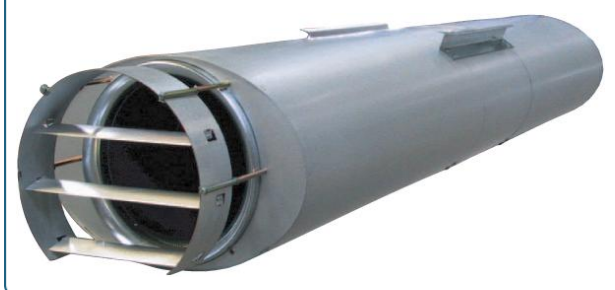
Teoretycznie zakłada się, że powietrze otaczające wentylator ma prędkość początkową 0.

W praktyce wentylatory są montowane bezpośrednio do stropu, aby zapewnić w garażu możliwie największą wysokość pod wentylatorami. Lecz należy pamiętać, że poruszające się powietrze ma tendencję do "przyklejania się" do przylegających powierzchni. To zjawisko znane pod nazwą efektu Coandy jest bardzo istotne dla całkowitej wydajności.

W celu zmniejszenia wpływu tego zjawiska na wydajność systemu, wentylatory firmy Novenco (rys. 7) zostały wyposażone w deflektor nawiewny kierujący przepływ powietrza w dół w kierunku podłogi lub w bok od przylegającej ściany. Również na całkowitą wydajność wentylatora mają wpływ warunki otoczenia przy wlocie oraz wylocie.



Rys. 7 - Wentylator Novenco z deflektorem



W przypadku przeszkód w otoczeniu wentylatora muszą być one uwzględnione przy obliczeniu i doborze wentylatora.

Jak wcześniej wspomniano, nominalny pęd wentylatora równa się iloczynowi masy powietrza i prędkości powietrza na wylocie. Jednak rzeczywisty pęd jest iloczynem pędu nominalnego i "współczynnika wydajności systemu" oraz jest zawsze wartością mniejszą od pędu nominalnego.

Rysunek 6 przedstawia sposób montażu wentylatorów strumieniowych w celu oszczędności wysokości kondygnacji garażu. Zwracamy uwagę, żeby osiągnąć maksymalną rzeczywistą wydajność systemu odległość od najbliższej położonej belki stropowej (podciągu) w garażu po stronie kratki wlotowej nie może być mniejsza niż 0.5 m oraz po stronie tłocznej wentylatora nie może być mniejsza niż 2.0 m.

Belka stropowa nie powinna mieć wysokości większej niż 0.4 m, jednak należy również uwzględnić przy wymiarowaniu systemu wysokość tych przeszkód poprzez niższe podwieszenie wentylatora pod stropem lub zwiększenie odległości do najbliższej belki stropowej. Rozdział ten miał na celu przedstawienie Państwu krótkiego opisu działania i podstaw teoretycznych systemu wentylacji strumieniowej. Następne rozdziały przedstawią praktyczne aspekty wymiarowania i stosowania systemu Novenco.

## Metody wentylacji garaży Novenco

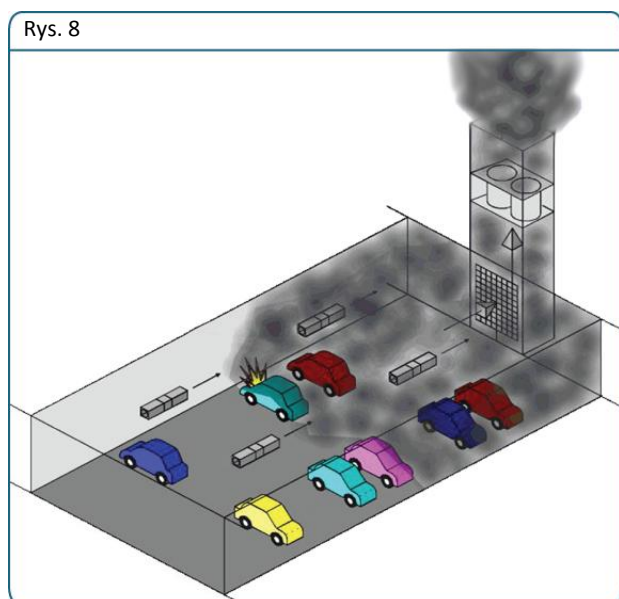
**System wentylacji strumieniowej może być zaprojektowany w garażu zamiennie dla systemu kanałowego zarówno w celu usuwania zanieczyszczeń takich jak CO, jak i wybuchowych oparów benzyny oraz paliwa LPG.**

Pomiar stężenia CO w garażu również sygnalizuje wystąpienie innych szkodliwych gazów jak np. benzenu. W wyniku tej wiedzy wiele władz krajowych wprowadziło ograniczenia dla emisji CO w garażach.

Wentylacja jest uruchamiana przez czujniki detekcji CO rozmieszczone w garażu w celu monitorowania stężenia. Ilość czujników detekcji CO jaka jest niezbędna w garażu jest uzależniona od kształtu

kondygnacji i na jeden czujnik może przypadać powierzchnia od 100 m<sup>2</sup> do 500 m<sup>2</sup>. Czujniki detekcji LPG są zwykle montowane na ścianach lub słupach przy pasadzce na wysokości ok. 30 cm ponad wykończoną powierzchnią. Natomiast czujniki CO montujemy na wysokości ok. 1.5 m nad wykończoną posadzką.





Rysunek 8 przedstawia możliwe rozwiązanie projektowe zamkniętego garażu z systemem składającym się z wentylatorów strumieniowych oraz wentylatora wyciągowego zamontowanego w szachcie wentylacyjnym.

Komora wyciągowa zwykle składa się z żaluzji, wentylatora wyciągowego oraz, jeśli to niezbędne,

kulis tłumiących pełniących rolę tłumika kanałowego. Jeżeli dolny próg stężenia CO zostanie przekroczony, wtedy na początku wentylator wyciągowy załącza się na wyższą wydajność, a następnie po chwili włączają się odpowiednie zaprogramowane wentylatory strumieniowe.

W garażach otwartych (patrz str. 4), gdzie nie jest wymagana wentylacja mechaniczna, wentylacja naturalna może być wspomagana przez wentylatory strumieniowe zapobiegając powstawaniu "stref martwych".

Taką samą zasadę możemy zastosować w innych garażach, które nie mogą zostać zakwalifikowane jako garaże otwarte. W tych przypadkach również wymagania odnośnie wentylacji mogą zostać spełnione np. przy wykorzystaniu wentylacji strumieniowej i tak najlepiej jest zastosować wszystkie wentylatory dwukierunkowe.

Wentylatory te będą mogły zapewnić wymagany pęd w obu kierunkach i zmieniając kierunek przepływu powietrza, dostosować się do wymaganego kierunku wentylowania czy oddymiania.



## Wentylacja strumieniowa w celu kontroli dymu

**Jeżeli zamierzamy w garażu zapewnić warunki kontroli dymu tzn. kontroli nad rozprzestrzenianiem się dymu musimy rozważyć wiele zagadnień zarówno technicznych jak i prawnych. W przeszłości większość wymagań ochrony pożarowej bazowało na stosowaniu ścian oddzielenia pożarowego, bram pożarowych, kurtyn pożarowych oraz instalacji tryskaczowych.**

Wymienione powyżej środki ochrony albo opóźniają lub powstrzymują rozwój pożaru. W chwilach po wybuchu pożaru większość ofiar zginie z powodu wdychania toksycznego dymu a nie ognia.

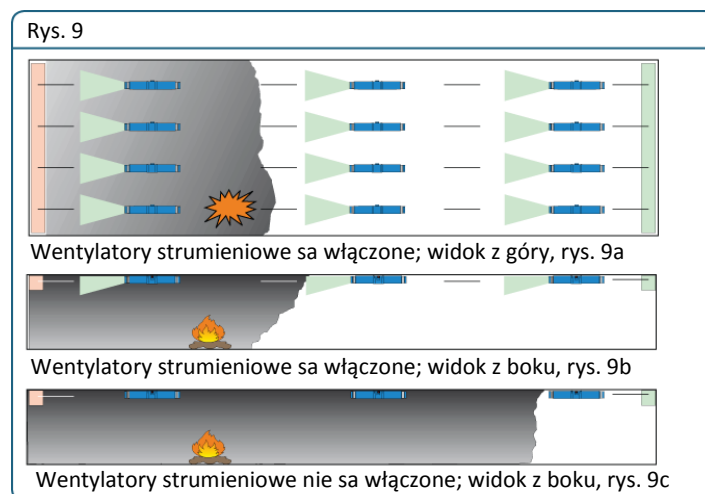
Z tego powodu stosuje się system oddymiania, który ma za zadanie spełnić różne funkcje:

- **usuwania dymu**, aby ludzie obecni w garażu mogli bezpiecznie ewakuować się bez niebezpieczeństwa zatrucia się dymem.
- **kontolowania dymu**, aby strażacy, którzy przybyli do garażu mogli do niego wejść, zlokalizować pożar i bezpiecznie dostać się na tyle blisko do miejsca pożaru, aby móc ugasić płonący pojazd lub pojazdy.

Często dokładne wymagania dotyczące rozwiązania systemu usuwania dymu są określane przez specjalistów zajmujących się ochroną pożarową. Musimy sobie zdać sprawę, że w garażach podziemnych nie będzie strefy (warstwy) wolnej od

dymu z tego powodu, że strop kondygnacji jest na względnie małej wysokości ok. 2.5m.

Jeżeli wybuchnie pożar otoczenie miejsca pożaru zostaje wypełnione dymem, który następnie zaczyna rozprzestrzeniać się w całej strefie garażu (rys. 9c). Rysunek 9 przedstawia taką sytuację w garażu zamkniętym. Świeże powietrze jest doprowadzone do miejsca pożaru, a dym jest usuwany za pomocą wentylatorów osiowych. Odpowiedni przepływ powietrza w całym obszarze garażu zapewniają w tym czasie wentylatory strumieniowe.



W przypadku pożaru na początku wentylatory strumieniowe zostają wyłączone a wentylatory napowietrzające i oddymiające zostają włączone na wysoki bieg lub najwyższą prędkość, zapewniając niezbędną obliczoną wydajność (ilość wymian powietrza). W ten sposób stwarzamy warunki bezpieczeństwa dla ewakuacji ludzi z garażu. Po tym czasie, kiedy ludzie już się ewakuowali lub kiedy przybyła straż pożarna, wentylatory zostają włączone wytwarzając efekt tłoka i przemieszczając powietrze w kierunku wentylatora oddymiającego.



Takie rozwiązanie zapewnia niezaprzeczalne korzyści:

- po pierwsze, dym jest zebrany we względnie ograniczonym obszarze (rys. 9a oraz rys. 9b), pozwalając na to, aby miejsce pożaru zostało łatwo zidentyfikowane oraz pożar mógł być szybko ugaszony.
- po drugie, temperatura blisko miejsca pożaru może być zmniejszona pozwalając strażakom dostać się bezpiecznie do tego miejsca.
- dodatkową korzyścią dla bezpieczeństwa budynku jest ograniczenie uszkodzeń konstrukcji budynku, gdyż dostarczając dużą ilość zimnego zewnętrznego powietrza w miejsce pożaru, przegrody budowlane, samochody i usuwany dym są ochładzane a dym skutecznie rozrzedzony.

Oczywiste jest, że wentylacja oddymiająca wymaga większej ilości wymian powietrza niż wentylacja bytowa sterowana stężeniem CO. CO więcej, jeżeli są takie wymagania lub jest to uzasadnione względami

ochrony pożarowej budynku, system powinien zostać zwymiarowany w celu **kontroli dymu**, a nie jedynie w celu usuwania dymu.

Projektując system z **kontrolą dymu** należy rozpatrzyć szczegółowo wszystkie możliwe scenariusze rozwoju pożaru. Należy znaleźć odpowiedzi na kluczowe pytania, między innymi:

- gdzie są zlokalizowane wyjścia ewakuacyjne?
- ile czasu zajmie rzeczywista ewakuacja ludzi z garażu?
- jaka jest spodziewana moc pożaru?
- jak rozwinie się scenariusz, jeżeli kolejny samochód zacznie się palić?
- ile powstanie dymu w czasie pożaru, jaka jest spodziewana temperatura dymu oraz jak produkcja dymu wpłynie na ograniczenie widoczności?
- po jakim czasie od wykrycia pożaru przybędzie straż pożarna?
- jaki jest plan akcji gaszenia pożaru?
- w których miejscach mogą zostać zlokalizowane szachty oddymiające?
- jak rozwijać się będzie pożar samochodu? (jaką krzywą charakterystyki należy przyjąć?)

Uzyskanie odpowiedzi na te pytania nie jest możliwe bez ścisłej współpracy z architektami i rzeczoznawcami ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych. Ważna jest również współpraca z władzami straży pożarnej oraz instytucjami badawczymi.

Na wiele pytań znaleźliśmy sami odpowiedzi przeprowadzając w Holandii badania naukowe i testy pożarowe w skali rzeczywistej oraz testy systemu wentylacji strumieniowej JET FAN.

# Korzyści wynikające z zastosowania systemu wentylacji parkingowej Novenco

**Korzyści wynikające z zastosowania systemu wentylacji strumieniowej polegają między innymi na:**

## 1. Oszczędności przestrzeni

Wysokość stropu może zostać obniżona dzięki temu, że nie stosuje się kanałów wentylacyjnych. Pozwala to zaprojektować bezpieczny garaż nawet jeżeli wysokość garażu jest niższa. Wentylatory strumieniowe przetłaczają powietrze przez garaż, który pełni rolę olbrzymiego kanału wentylacyjnego.

## 2. Elastycznej instalacji

Wiele przeprowadzonych testów nauczyło nas, że wentylatory mogą być zamontowane z pewną elastycznością. Każdy z wentylatorów, w naszych projektach, może zostać przemieszczony w granicach koła o promieniu 2m bez zmiany skuteczności działania systemu. Zmiany mogą być wprowadzane w czasie projektowania, a nawet realizacji inwestycji.



## 3. Pełnym mieszanii powietrza

Działający wentylator strumieniowy może przemieścić powietrze na odległość do 35m. Przemieszczające się powietrze przede wszystkim skutecznie rozrzedza zanieczyszczenia i całkowicie miesza powietrze. Po drodze umożliwia przetłoczenie czystego powietrza w miejsca "martwe" (bez napływu świeżego powietrza oraz ograniczonego z trzech stron ścianami), gdzie może wystąpić duże przekroczenie stężenia CO. W systemach kanałowych występowanie takich stref jest powszechne, gdyż skuteczność i prędkość "wysysania" zanieczyszczeń przez kratkę wentylacyjną jest mniejsza niż w przypadku wykorzystania zjawiska rozrzedzania i wtłaczania powietrza z dużą prędkością.

## 4. Usprawnieniu przepływów powietrza w całym garażu

Systemy wentylacji wykorzystujące kanały do transportu powietrza wymagają rozległej sieci przewodów doprowadzonych do wszystkich stref, aby zapewnić w nich odpowiednią wymianę powietrza. Zaprojektowanie takiej sieci jest często niemożliwe np. z powodów kształtu lub rozwiązań konstrukcyjnych kondygnacji garażu. Natomiast przy zastosowaniu systemu wentylacji strumieniowej można uniknąć wielu problemów projektowych.

## 5. Oszczędność energii

Wentylatory strumieniowe działają w określonych zespołach są sterowane przez dedykowaną grupę czujników CO lub LPG. W ten sposób ilość powietrza mieszającego jest regulowana w zależności od aktualnych wymagań i przekroczenia steżeń CO. Osiągane oszczędności energetyczne



polegają na mniejszych mocach silników elektrycznych oraz pracy okresowej wentylatorów strumieniowych i pracy z małą prędkością przyływu powietrza, to znaczy na niskim biegu, przez większość czasu.

#### **Oszczędności energii mogą w typowych projektach wynosić do 50%.**

Natomiast system wentylacji kanałowej zwykle zaprojektowany jest z dużą prędkością przepływu powietrza, aby zredukować rozmiary i koszty kanałów. W wyniku stosowania dużych prędkości otrzymujemy duże moce elektryczne silników, gdyż opory przepływu powietrza w takich systemach są znacznie większe.

#### **6. Oszczędności kosztów inwestycyjnych**

System wentylacji strumieniowej nie wymaga prowadzenia kanałów wentylacyjnych pod stropem garażu, a jedynie krótkich kanałów łączących wentylatory z szachtami wentylacyjnymi oraz czerpni i wyrzutni powietrza.

Pomimo tego, że system wentylacji strumieniowej wymaga dodatkowych przewodów elektrycznych zasilających wentylatory oraz większej rozdzielniczy sterująco-zasilającej, Inwestor może osiągnąć oszczędności do 30% w porównaniu z systemem wentylacji kanałowej, w zależności o wielkości i rozwiązania kształtu garażu.

#### **7. Łatwym wyregulowaniu**

System wentylacji kanałowej wyposażony jest w wiele przepustnic regulacyjnych i kratki wentylacyjnych, które wymagają wyregulowania przepływów, aby zapewnić wymaganą wentylację i ususzenie dymu lub CO/LPG. Ponieważ instalacja wentylacji strumieniowej nie posiada tych elementów regulacja systemu jest znacznie łatwiejsza i szybsza. Wydajność regulowana jest automatycznie przez włączanie i wyłączanie wentylatorów strumieniowych pojedynczo lub w grupie oraz zmianę wydajności wentylatora wyciągowego.







## Zasady projektowania

**Projektując garaż oraz wyposażając go w system wentylacji strumieniowej należy w szczególności rozpatrzyć 5 poniższych elementów:**

1. emisja CO
2. ilość powietrza wentylacyjnego
3. kierunek przepływu powietrza
4. poziom ciśnienia akustycznego wewnątrz oraz na zewnątrz garażu
5. algorytm pracy systemu wentylacji i strategię prowadzenia akcji gaszenia pożaru

### **Punkt 1: Emisja CO**

Ilość emisji zanieczyszczenia jakim jest CO zależy od wielu czynników, które należy wziąć pod uwagę. Obecnie nowoczesne samochody wytwarzają mniej zanieczyszczeń niż pojazdy stare, gdyż usprawniony został proces spalania oraz samochody wyposażone są w katalizatory spalin. Należy zdać sobie sprawę, że pojazdy z zimnym silnikiem wytwarzają więcej CO i innych zanieczyszczeń niż gorący silnik.

Również prędkość jazdy lub praca na jałowym biegu ma wpływ na emisję. W różnych krajach normy emisji CO i dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń są inne, gdyż wynika to z różnej ilości i procentowego udziału starych oraz nowych samochodów w całkowitej ich ilości.

W krajach skandynawskich na przykład nie ma uregulowań prawnych dotyczących tej kwestii, ale projektując system w tych krajach projektanci obliczają ilości emisji zanieczyszczeń i wymaganej ilości powietrza świeżego. Obliczając jednak ilość emisji CO nie rozróżniają ilości emisji przez zimne i

gorące silniki. Jak również nie rozpatrują dopuszczalnego poziomu stężeń wewnątrz garażu jak i w powietrzu zewnętrznym oraz, czy garaż jest przeznaczony dla centrum handlowego lub budynku mieszkalnego.

Od kiedy w samochodach katalizatory stały się powszechnym wyposażeniem emisja CO zmalała znacząco w porównaniu z innymi zanieczyszczeniami będącymi produktem spalania paliwa. W Niemczech oraz Holandii CO jest wskaźnikiem obecności innych toksycznych gazów takich jak benzen oraz tlenków azotu NOx. Z tego powodu dopuszczalny poziom stężeń CO został obniżony z 200 do 120 ppm.

Dopuszczalny poziom odnosi się do okresu ekspozycji 30 minut. Lokalizacja czerpni powietrza ma znaczenie dla jakości powietrza. Jeżeli czerpnia zlokalizowana jest w ścianie od strony ulicy, gdzie występuje duże natężenie ruchu, to do obliczeń należy przyjąć wysokie stężenie CO w powietrzu zewnętrznym.





Natomiast w przypadku projektu zlokalizowanego na przedmieściach poziom CO w powietrzu świeżym można przyjmować na poziomie bliskim 0ppm.

Poziom emisji CO przez pojedynczy pojazd w Holandii przyjmowany jest o wartości 0.35 m<sup>3</sup>/h zgodnie z normą NEN 2443. W ostatniej edycji normy VDI 2053 w styczniu 2002 w Niemczech zalecane jest przyjmowanie do obliczeń różnych wartości emisji z uwzględnieniem współczynników różnicujących wymiarowanie systemu wentylacji strumieniowej i tradycyjnej z kanałami wentylacyjnymi.

W obu przypadkach uwzględniana jest długość drogi dojazdowej i ilości pojazdów.

## Punkt 2:

### Ilość powietrza wentylacyjnego

Niezbędną ilość powietrza wentylacyjnego można obliczyć na podstawie poniższych wzorów zgodnie z normą niemiecką VDI 2053 lub holenderską NEN 2443:

Obliczenie ilości emisji CO,  $q_{CO}$  [m<sup>3</sup>/h]:

$$q_{CO} = \frac{P_{xe}}{\rho_{CO}}$$

gdzie

P = procentowy udział miejsc parkingowych wykorzystywanych i niewykorzystywanych w ciągu 1 godziny,

e = emisja CO przez pojedynczy samochód,

CO = gęstość CO wynosi 1.16 kg/m<sup>3</sup> przy temperaturze 20°C,

Prosimy o zwrócenie uwagi, że  $q_{CO}$  jest obliczone dla całkowitej ilości pojazdów będących w ruchu, na przykład samochodów, które uruchomiły silnik i następnie wyjeżdżają z garażu (z silnikiem zimnym)

oraz samochodów, które wjechały (z silnikiem gorącym).

Obliczenie niezbędnej ilości powietrza wentylacyjnego, Q [m<sup>3</sup>/h]:

$$Q = \frac{\sum q_{CO} \times f_g}{CO_{dop} - CO_{zew}}$$

gdzie

CO<sub>dop</sub> = dopuszczalny poziom emisji CO wyrażony w ppm.

CO<sub>zew</sub> = poziom stężenia CO w powietrzu zewnętrznym wyrażony w ppm.

$$\sum q_{CO} = q_{CO} \times n_1 + q_{CO} \times n_2 + \dots + q_{CO} \times n_x$$

$n_1$  = ilość miejsc parkingowych na poziomie obliczeniowym,

$n_2 - n_x$  = ilość miejsc parkingowych na poziomach, do których należy dojechać przejeżdżając przez poziom obliczeniowy  $n_1$

Jak wcześniej wspomniano, czynnik P jest procentowym udziałem miejsc parkingowych wykorzystywanych i niewykorzystywanych w ciągu 1 godziny. Współczynnik ten różni się znacząco w zależności od przeznaczenia garażu.

Do obliczeń można wykorzystać poniższe współczynniki z podanego zakresu:

Budynki mieszkalne	20-60%
Zespoły handlowe	70-150%
Budynki biurowe	50-70%
Zespoły sportowe	100%
Kina i teatry	100%

Przy projektowaniu garażu dla budynku mieszkalnego należy rozpatrzyć natężenie ruchu godzinne i dobowe. Na przykład czy szczyt natężenia przypada na godziny ranne i



popołudniowe, czy rozkłada się równomiernie przez cały dzień? W takich garażach zmienność natężenia ruchu jest największa i wymaga szybkich i dynamicznych zmian ilości świeżego powietrza.

Częstotliwość zmiany ilości samochodów w garażu równa jest ilości pojazdów, które wjechały i wyjechały w przeciągu godziny. Na przykład, jeśli 25% miejsc garażowych w ciągu godziny jest wolnych oraz w ciągu godziny 25% będzie zajętych, to częstotliwość zmiany ilości samochodów wynosi 50%.

Tę wartość nazywamy procentowym udziałem miejsc parkingowych wykorzystywanych i niewykorzystywanych w ciągu 1 godziny.

### **Punkt 3**

#### **Kierunek przepływu powietrza**

Przepływ powietrza musi być tak zaprojektowany, aby zapewnić możliwie największą odległość pomiędzy czerpniami powietrza świeżego a punktami usuwania spalin.

Najczęściej dopływ powietrza jest projektowany poprzez rampę wjazdową a szacht wyciągowy znajduje się w przeciwległym najbardziej oddalonym narożniku garażu. Najlepiej byłoby, aby punkty usuwania dymu były zlokalizowane przy ścianach zewnętrznych.

### **Punkt 4**

#### **Poziom ciśnienia akustycznego wewnątrz i na zewnątrz garażu**

Już w pierwszej fazie projektowania budynku, a zwłaszcza garażu należy przewidzieć miejsca szachtów wentylacyjnych, w których zostaną umieszczone wentylatory, gdyż ich miejsce montażu ma ogromny wpływ na poziom dźwięku emitowany na zewnątrz budynku w kierunku innych przyległych działek, ale również na emisję dźwięku wewnątrz garażu. Prawie we wszystkich przypadkach w garażu wymagane będzie zaprojektowanie tłumików akustycznych w komorach lub szachtach wentylacyjnych i należy pamiętać o wystarczającej przestrzeni zarówno dla montażu wentylatorów jak i tłumików.

### **Punkt 5**

#### **Algorytm pracy wentylacji i strategia prowadzenia akcji gaszenia pożaru**

Jeżeli system zapewniać ma kontrolę dymu zaprojektowanie garażu wymaga szerokiej analizy algorytmu działania i strategii gaszenia pożaru przez przybyłą straż pożarną oraz dopasowania systemu do tej strategii. Od pierwszej fazy projektowania budynku projekt garażu musi być opracowany we współpracy oraz uzgodnieniu z architektami, rzeczoznawcami ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych i z władzami lokalnymi straży pożarnej.

## Główne aspekty projektowania kształtu garażu

**Projektując garaż zamknięty najważniejszą kwestią wymagającą prawidłowego rozwiązania jest lokalizacja nawiewów świeżego powietrza oraz punktów usuwania dymu.**

W większości rozwiązań projektowych garaże miejsca usuwania dymu (np. komory wentylacyjne) będą wymagały pionowych szachtów wentylacyjnych rozmieszczonych w różnych punktach w garażu.

Projektując cały system należy obliczyć całkowitą stratę ciśnienia. Najlepszym rozwiązaniem dla odprowadzenia zanieczyszczonego powietrza z garażu jest zastosowanie szachtów wentylacyjnych pracujących na podciśnieniu co zapewni, że zanieczyszczone powietrze nie będzie przenikać do pomieszczeń przylegających do szachtów wentylacyjnych.

Rozmieszczenie wentylatorów strumieniowych i szachtów wentylacyjnych, w tym nawiewnych,

musi zapewnić prawidłową dystrybucję powietrza w garażu, wymiaszanie powietrza oraz zapobiec powstaniu "martwych punktów" bez przewietrzania.

W większości garaży wysokość stropu nad posadzką wynosi 2.4 - 2.5 m. W związku z tym, należy zawsze rozważyć szczegółowo możliwość montażu wentylatora o wymaganej wysokości oraz w wymaganym punkcie w całym obszarze garażu a zwłaszcza nad drogami przejazdowymi oraz uwzględnić spadki posadzki.

Jeżeli w garażu występują belki stropowe-podciagi, należy uwzględnić tę przeszkodę w obliczeniach oraz doborze wentylatora strumieniowego. Wymagany jest minimalny dystans 0.5m pomiędzy najbliższą belką lub ścianą a kratką wlotową wentylatora oraz około 2.0m od deflektora nawiewnego.

Jeżeli natomiast belka ma wysokość powyżej 0.4m może być wymagane obniżenie wentylatora do wysokości umożliwiającej skuteczne pokonanie przeszkody i odpowiedni zasięg strumienia przepływającego powietrza.





W garażu występuje bardzo wiele źródeł hałasu, a najważniejszym z nich są samochody. Poziom dźwięku emitowany przez pojazdy będące w ruchu wynosi pomiędzy 75 a 80 dB(A). Również inne instalacje, w tym głównie wentylacyjne i klimatyzacyjne, mają wpływ na zwiększenie poziomu hałasu w obszarze garażu. Największy wpływ spośród nich mają wentylatory wyciągowe. Natomiast wentylatory strumieniowe nie wpływają znacząco na całkowity poziom hałasu wewnątrz garażu, gdyż emitowany poziom ciśnienia akustycznego zawiera się w przedziale od 45 do 66 dB(A)

Wentylatory strumieniowe są wyposażane w silniki dwubiegowe w celu zmniejszenia hałasu i redukcji

zużycia energii. Wentylatory strumieniowe pracujące w czasie wentylacji bytowej załączane są na niski bieg a w sytuacji awaryjnej, tzn. przekroczenie najwyższego dopuszczalnego progu stężenia CO lub pożaru przełączane są na najwyższy bieg.

Projektując system wentylacji mechanicznej należy zawsze sprawdzić czy poziom hałasu emitowany przez wentylatory spowoduje przekroczenie wymaganych przepisami poziomów na granicy działki, do najbliższego okna, itd.

Dopuszczalny poziom hałasu różni się w zależności od miejsca lokalizacji garażu na przykład dla strefy miejskiej mieszkalnej i przemysłowej.



Testy pożarowe



## Testy pożarowe przeprowadzone przez Novenco i TNO

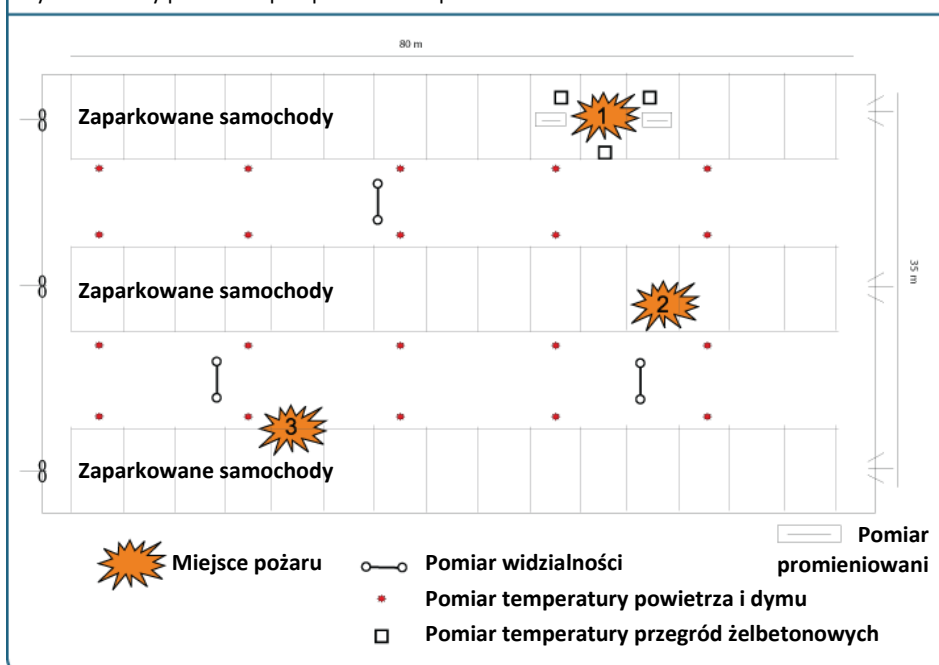
Opisane w niniejszym podręczniku informacje głównie odnoszą się do wentylacji bytowej sterowanej detektorami CO. Jednak, aby podkreślić różnice pomiędzy systemem pełniącym funkcję wentylacji bytowej a systemem kontroli dymu poniżej przedstawione są główne wnioski wynikające z testów i badań pożarów przeprowadzonych w parkingu Fleerde w Amsterdamie w Holandii.

Firma Novenco przeprowadziła badania naukowe mające na celu sprawdzenie systemu wentylacji strumieniowej JET FAN oraz opracowanie podstaw i danych dla modeli symulacyjnych CFD dla pożarów i przepływów w grążach.

W badaniach uczestniczyły instytucje rządowe:

- TNO (Holenderska Organizacja Badań Naukowych)
- Holenderskie Ministerstwo Finansów
- Komenda Straży Pożarnej w Amsterdamie
- Departament Budownictwa
- Zarząd Parkingów miasta Amsterdam

Rys. 10 - Testy pożarowe przeprowadzone przez Novenco i TNO





Opórcz podstawowego celu jakim było sprawdzenie i rozwój wymagań technicznych dla systemu, również zbadano skuteczność systemu JET FAN dla kontroli dymu oraz dla usuwania dymu.

Novenco dostarczyło i zamontowało wentylatory w garażu, podczas gdy TNO było odpowiedzialne za rozmieszczenie elementów pomiarowych i rejestrację danych pomiarowych, które polegały między innymi na pomiarze prędkości przepływu i temperatury dymu, ale również temperatury powierzchni żelbetonowych przegród budowlanych.

W czasie badań podłożono ogień w samochodach zlokalizowanych w 3 różnych punktach w garażu i rejestrowano za pomocą przyrządów rejestrujących w jaki sposób rozwija się pożar w samochodzie, zasięg widzialności, ilość wytwarzanego dymu oraz czas rozprzestrzeniania się pożaru na kolejny przylegający samochód.

Dodatkowo zbadano skuteczność działania systemu wentylacji kanałowej z przepływem tłokowym.

Całość testów obejmowała 18 odrębnych przebadanych pożarów. Testy obejmowały również pożary 2 i 3 pojazdów jednocześnie.

Badania pozwoliły uzyskać szeroką wiedzę na temat właściwości oraz parametrów pożaru samochodów.

Wnioski z testów były następujące:

- Tradycyjny system wentylacji kanałowej nie spełnił stawianego przed nim zadania usuwania dymu, przy ilości wymian wg dawnego standardu holenderskiego 8 wymian/godzinę. W dość szybkim czasie do 12 minuty cały garaż został wypełniony dymem uniemożliwiając przybyłej straży pożarnej zidentyfikowanie miejsca pożaru.
- W celu zapewnienia **kontroli dymu** wentylatory wyciągowe muszą mieć wydajność pomiędzy 250.000 a 400.000 m<sup>3</sup>/h, w zależności od

rzeczywistej mocy pożaru i ilości płonących pojazdów.

- W czasie przeznaczonym do ewakuacji ludzi wentylatory strumieniowe muszą być wyłączone.
- Po okresie ewakuacji ludzi, kiedy wentylatory strumieniowe zostają włączone na wysoki bieg, dym może zostać utrzymany w kontrolowanej i ograniczonej powierzchni, tak aby umożliwić straży pożarnej widok na miejsce pożaru przez cały czas od przybycia do ugaszenia samochodu.
- Takie podejście zapewnia bezpieczeństwo dla strażaków i umożliwia im szybki dostęp do miejsca pożaru oraz ugaszenie zanim pożar przeniesie się na inne samochody.
- Bardzo wydajna wentylacja zapewniająca **kontrolę dymu** zmniejszy temperaturę w miejscu pożaru oraz zmniejszy możliwe uszkodzenia konstrukcji budynku.
- Dzięki temu rozwiązaniu system tryskaczy może nie być stosowany w garażach. Brak tryskaczy również zmniejsza szkody w budynku spowodowane zalaniem oraz zmniejsza prawdopodobieństwo rozprzestrzeniania się płonącego paliwa wraz z rozlewającą się wodą.
- Ilość usuwanego powietrza - ilość wymian powietrza w garażu zależy od jego kształtu i układu przegród oraz mocy pożaru.
- Garaż może zostać oczyszczony z dymu w czasie pięć razy krótszym w porównaniu z systemem kanałowym zwymiarowanym wg ilości 10 wymian na godzinę.
- Szybsze i skuteczniejsze oddymienie garażu przez system wentylacji strumieniowej JET FAN po ugaszeniu pożaru, pozwala w krótszym czasie dotrzeć do poszkodowanych osób i poddać ich opiece.

Novenco rejestrowało za pomocą kamer video testy pożarowe i możecie Państwo zapoznać się u lokalnego przedstawiciela z filmem przedstawiającym testy oddymiania przez instalację tradycyjną z kanałami wentylacyjnymi oraz systemu wentylacji strumieniowej.



## Wnioski

**System wentylacji strumieniowej JET FAN zapewnia bardziej efektywną wentylację i oddymianie garażu oraz pozwala zaprojektować system bardziej bezpieczny z wykorzystaniem metody kontroli dymu.**

W porównaniu z system kanałowym możliwe jest osiągnięcie znacznych oszczędności przestrzeni, obniżenie kosztów eksploatacyjnych i inwestycyjnych.

System ten również zapewnia spełnienie wymagań dopuszczalnych poziomów emisji hałasu na zewnątrz budynku oraz w samym garażu.





Wyłączny dystrybutor Novenco w Polsce  
RW-TECH

ul. Wał Miedzeszyński 646 lok. 49  
03-994 Warszawa

Tel. 022 514 12 08

Fax 022 514 12 09

Email [info@novenco.pl](mailto:info@novenco.pl)

Novenco B.V.

Bergweg-Zuid 115 · NL-2661 CS

Bergschenhoek · Nederlande

Postfach 21 · NL-2660 AA

Bergschenhoek · Nederlande

Tel. +31 10 524 24 24

Fax +31 10 524 24 00



Novenco A/S Quality Management System has been certified

