10.11.2020

dr inż. Grzegorz Sztarbała
ARDOR

WR-M-42 Wytyczne projektowania wentylacji drogowych tuneli

Przedmiot i zakres stosowania

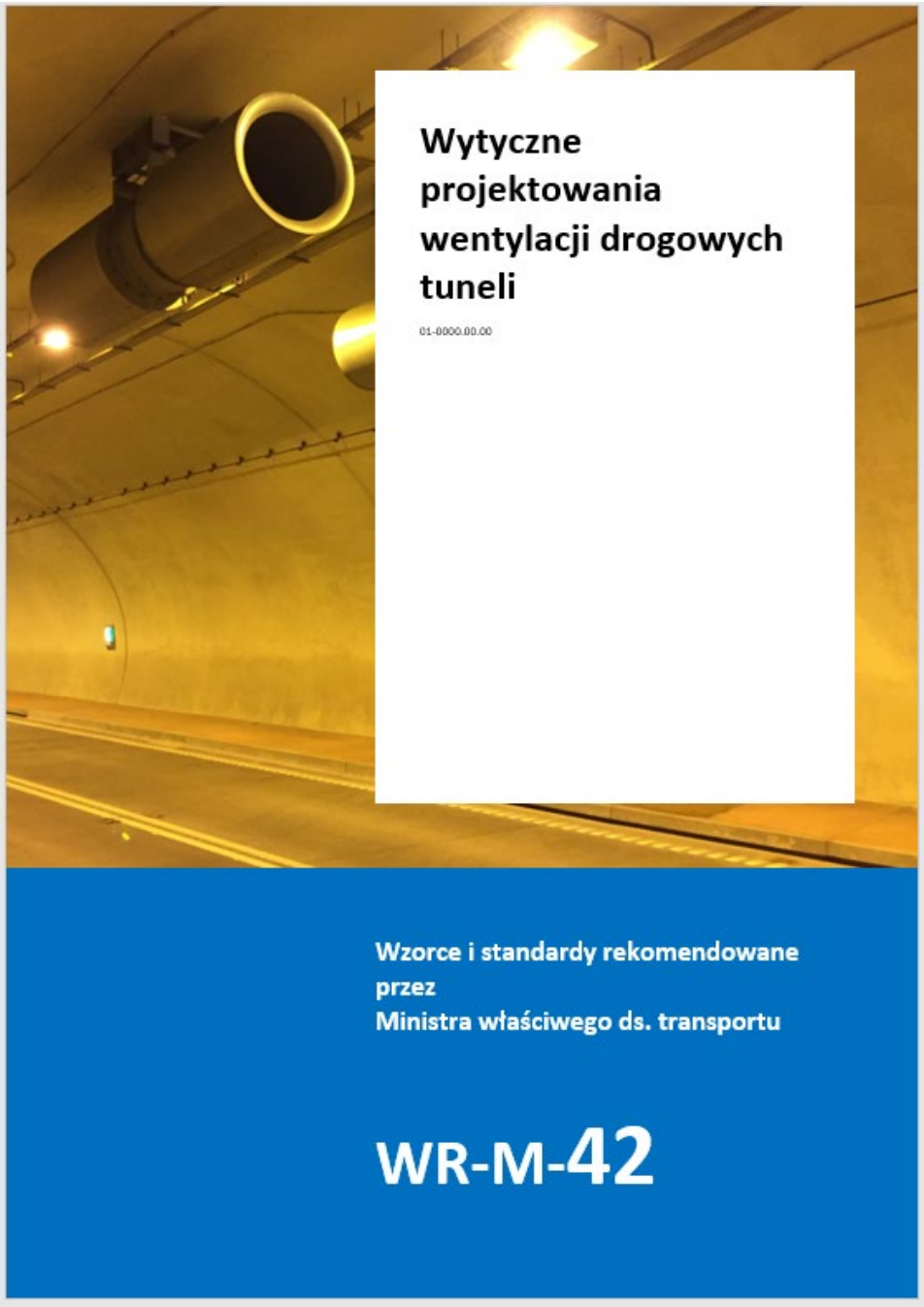
Przedmiot niniejszych wytycznych stanowią:

- zasady projektowania systemów wentylacji tuneli drogowych,
- ocena skuteczności działania przyjętych rozwiązań projektowych przy pomocy symulacji komputerowych (CFD),
- wymagania w zakresie metodyki wykonania i prowadzania testów odbiorczych i okresowych.

Zakres wytycznych obejmuje zasady projektowania systemów wentylacji **tuneli drogowych o długości przekraczającej 250 m**, znajdujących się w ciągach dróg publicznych, w tym w transeuropejskiej sieci drogowej, w warunkach normalnej eksploatacji oraz w warunkach pożaru.

Wytyczne określają **minimalne wymagania** w zakresie systemów wentylacji w celu **kontrolowania poziomu zanieczyszczeń wpływających na poziom bezpieczeństwa użytkowników tunelu** w warunkach normalnej eksploatacji oraz **zapewnienia możliwości ewakuacji i wspomagania działań ratowniczo - gaśniczych** w warunkach pożaru.

Wytyczne stosuje się do tuneli drogowych, znajdujących się na etapie projektowania oraz do tuneli drogowych w fazie rozbudowy lub przebudowy , odpowiednio do zakresu prowadzonych prac.



Definicje i objaśnienia skrótów

Długość tunelu – długość najdłuższego pasa ruchu, mierzona w jego osi, na całkowicie zabudowanej części tunelu od wjazdu do wyjazdu z tunelu.

Dym – mieszanina powietrza i produktów procesu spalania, powstałych w wyniku rozwoju pożaru.

Zanieczyszczenia powietrza – gazy lub pyły zmieszane z powietrzem w tunelu, powstające na skutek ruchu pojazdu w tunelu lub wprowadzane do tunelu razem z powietrzem zewnętrznym, mogące przy odpowiednich stężeniach powodować niekorzystne oddziaływanie na użytkowników oraz ograniczenie przejrzystości powietrza w tunelu, w warunkach normalnej eksploatacji tunelu.

Warunki normalnej eksploatacji – codzienne użytkowanie tunelu przez pojazdy w ruchu płynnym, spowolnionym lub z zatorami.

Warunki pożaru – wystąpienie zjawiska pożaru w tunelu.

Systemy wentylacji tuneli – Wymagania ogólne (1)

W tunelu drogowym, zwanym dalej „tunelem”, w zależności od jego długości, powinien być przewidziany **skuteczny system wentylacji** do kontrolowania zanieczyszczeń, powstających w warunkach normalnej eksploatacji tunelu oraz do kontrolowania rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w warunkach pożaru.

Systemy wentylacji tuneli w warunkach normalnej eksploatacji powinny zapewnić:

a) kontrolowanie zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy drogowe,
b) kontrolowanie przejrzystości powietrza w tunelu

– według zasad określonych w podrozdziale 5.2.

Systemy wentylacji tuneli w warunkach pożaru powinny:

a) zapewnić możliwość ewakuacji ludzi,
b) uwzględniać bezpieczeństwo ekip ratowniczo-gaśniczych,
c) zapewnić kontrolowanie rozprzestrzeniania się dymu i ciepła,

– według zasad określonych w podrozdziale 5.3.

Źródło: www.dziennikbaltycki.pl

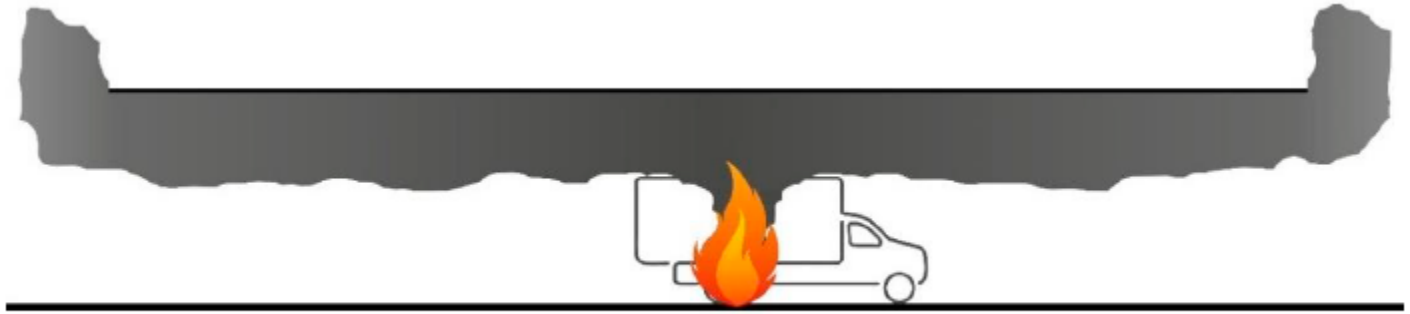
Systemy wentylacji tuneli – Wymagania ogólne (2)

W tunelach stosuje się następujące rodzaje wentylacji:

a) naturalna,
b) mechaniczna:
   - wzdłużna (patrz podrozdział 4.3.1),
   - poprzeczna (patrz podrozdział 4.3.2),
   - półpoprzeczna (patrz podrozdział 4.3.3).

Jeden rodzaj wentylacji powinien być zastosowany na całej długości tunelu. Dopuszcza się zastosowanie innego rodzaju wentylacji na potrzeby normalnej eksploatacji niż na warunki pożaru.

Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja naturalna



Rys. 4.2.1. Przepływ dymu i powietrza w tunelu, gdy nie ma różnicy ciśnienia powietrza między portalami

Ruch powietrza w tunelu jest wywołany:

a) w warunkach normalnej eksploatacji przez:
   - czynniki atmosferyczne,
   - poruszające się pojazdy,
   - różnicę ciśnienia powietrza wywołaną różną wysokością położenia portali,

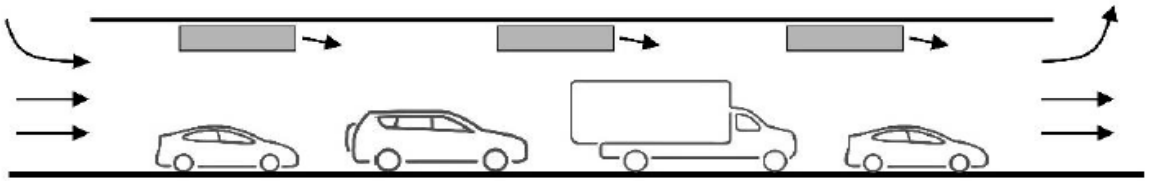
b) w warunkach pożaru przez:
   - czynniki atmosferyczne,
   - zjawisko konwekcji naturalnej spowodowane rozwojem pożaru; jeżeli nie występuje różnica ciśnienia powietrza między portalami, gorące gazy pożarowe rozprzestrzeniają się pod stropem, symetrycznie we wszystkich kierunkach, co pokazano na rys. 4.2.1.

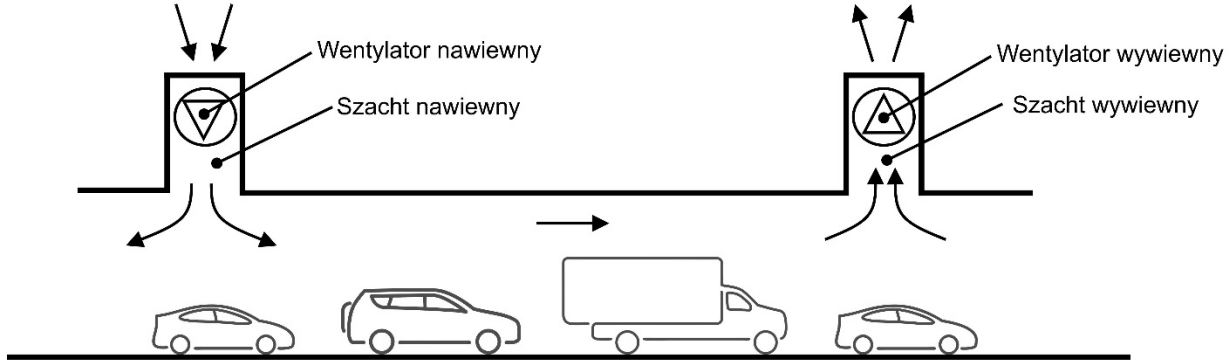
W tunelach wentylowanych naturalnie nie stosuje się mechanicznych urządzeń wentylacyjnych wymuszających ruch powietrza.

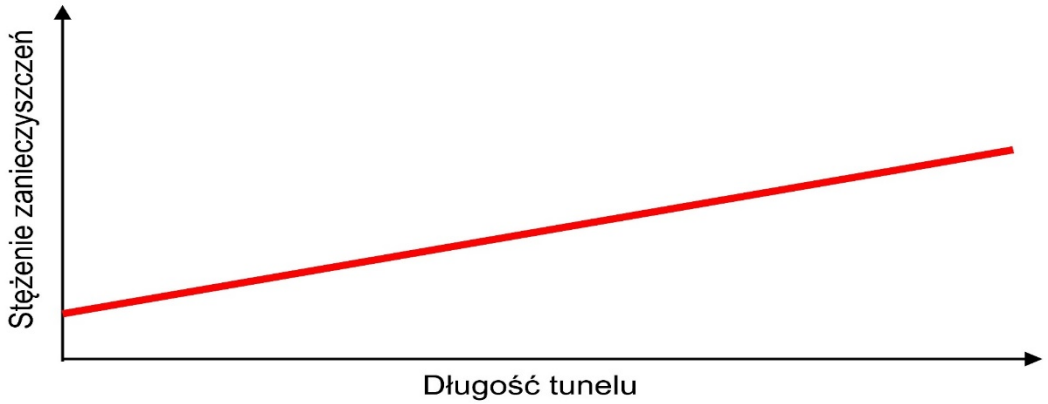
Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja wzdłużna (1)

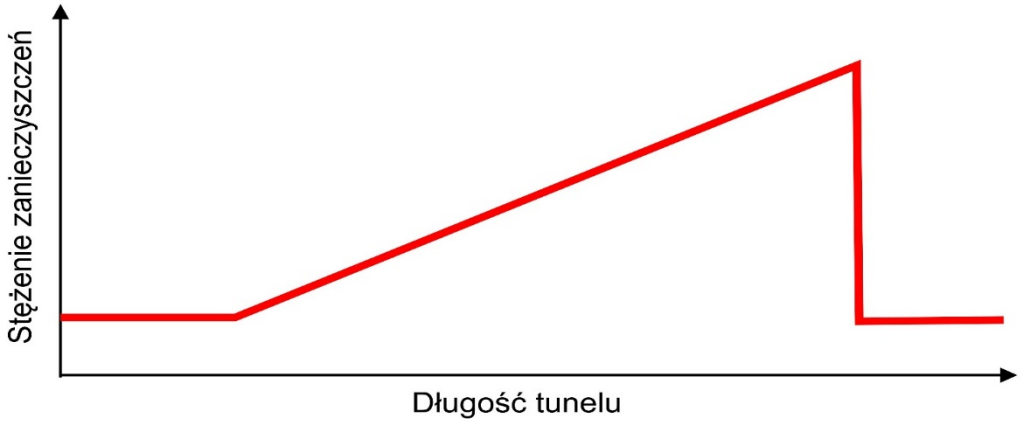
Przepływ powietrza w tunelu wyposażonym w system wentylacji wzdłużnej jest wywołany pracą wentylatorów strumieniowych, zlokalizowanych pod stropem, co pokazano na rys. 4.3.1.1, lub innych urządzeń wentylacyjnych, wywołujących ruch powietrza w tunelu wzdłuż osi tunelu, co pokazano na rys. 4.3.1.2.

W tunelu o ruchu jednokierunkowym, wyposażonym w system wentylacji wzdłużnej, kierunek usuwania zanieczyszczeń powinien być zgodny z kierunkiem ruchu pojazdów.



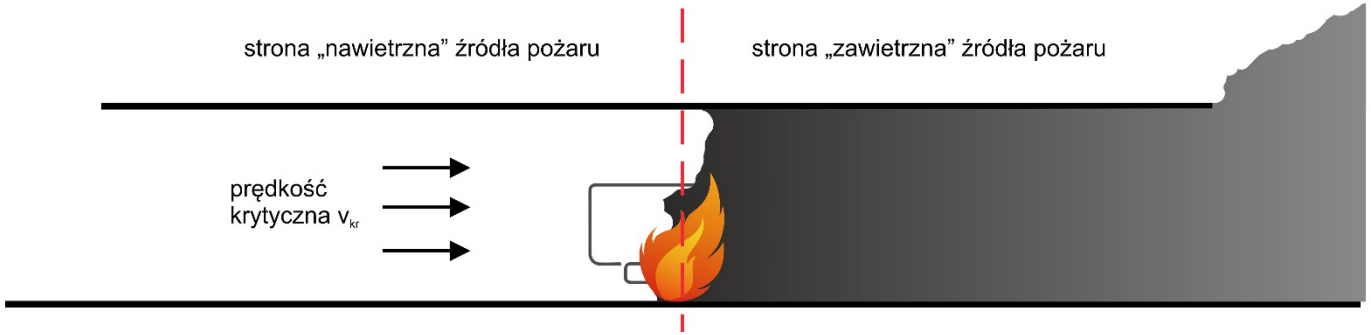






Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja wzdłużna (2)

System wentylacji wzdłużnej w warunkach pożaru w tunelu powinien zapewniać możliwość wytworzenia krytycznej prędkości przepływu powietrza w przekroju poprzecznym na całej długości tunelu, w zależności od mocy pożaru projektowego, przy której nie następuje cofanie się dymu w kierunku przeciwnym do przyjętego kierunku usuwania dymu i ciepła (patrz rys. 4.3.1.3).



Prędkość krytyczna – minimalna wartość prędkości przepływu powietrza w przekroju poprzecznym tunelu w sąsiedztwie źródła pożaru, która przeciwdziała cofaniu się dymu w kierunku przeciwnym do założonej prędkości przepływu powietrza.

Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja wzdłużna (3)

Jeżeli wartość prędkości krytycznej, wyznaczona ze wzoru (5.3.1.1) jest mniejsza niż 1,5 m/s, to należy przyjąć wartość równą 1,5 m/s.

W celu uzyskania obliczonej wymaganej prędkości krytycznej przepływu powietrza w tunelu, należy zastosować urządzenia wentylacyjne, które będą w stanie wytworzyć taki przyrost ciśnienia powietrza, aby zostały pokonane opory przepływu powietrza od portalu, którym napływa powietrze zewnętrzne do portalu, którym wypływa dym z tunelu, w odniesieniu do najbardziej niekorzystnej lokalizacji pożaru projektowego w tunelu.

Wymagana liczba wentylatorów strumieniowych zainstalowanych w tunelu powinna uwzględniać, że wentylatory znajdujące się w obszarze objętym pożarem ulegną awarii w wyniku pożaru, a wentylatory strumieniowe po stronie „zawietrznej” źródła pożaru pracują w strumieniu gorącego dymu.

Wentylatory strumieniowe w systemie wentylacji wzdłużnej mogą być rozmieszczane pojedynczo lub w grupach. Odległość pomiędzy pojedynczym wentylatorem lub grupami wentylatorów powinna być nie mniejsza niż 60 m i nie większa niż 120 m.

W odniesieniu do tuneli dwunawowych, wyposażonych w system wentylacji wzdłużnej, w warunkach pożaru należy zapewnić pracę systemu również w nawie nieobjętej pożarem, z prędkością przepływu powietrza zapewniającą niewpłynięcie usuwanego dymu i ciepła do tej nawy tunelu. Prędkość przepływu powietrza w nawie nieobjętej pożarem nie powinna być mniejsza niż 1 m/s.

Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja poprzeczna (3)

(1) Przepływ powietrza w tunelu wyposażonym w system wentylacji poprzecznej jest wywołany pracą wentylatorów nawiewnych i wywiewnych w warunkach normalnej eksploatacji lub wentylatorów nawiewnych i oddymiających w warunkach pożaru, co pokazano na rys. 4.3.2.1 i rys. 4.3.2.2.

(2) System wentylacji poprzecznej wymaga umieszczenia otworów:

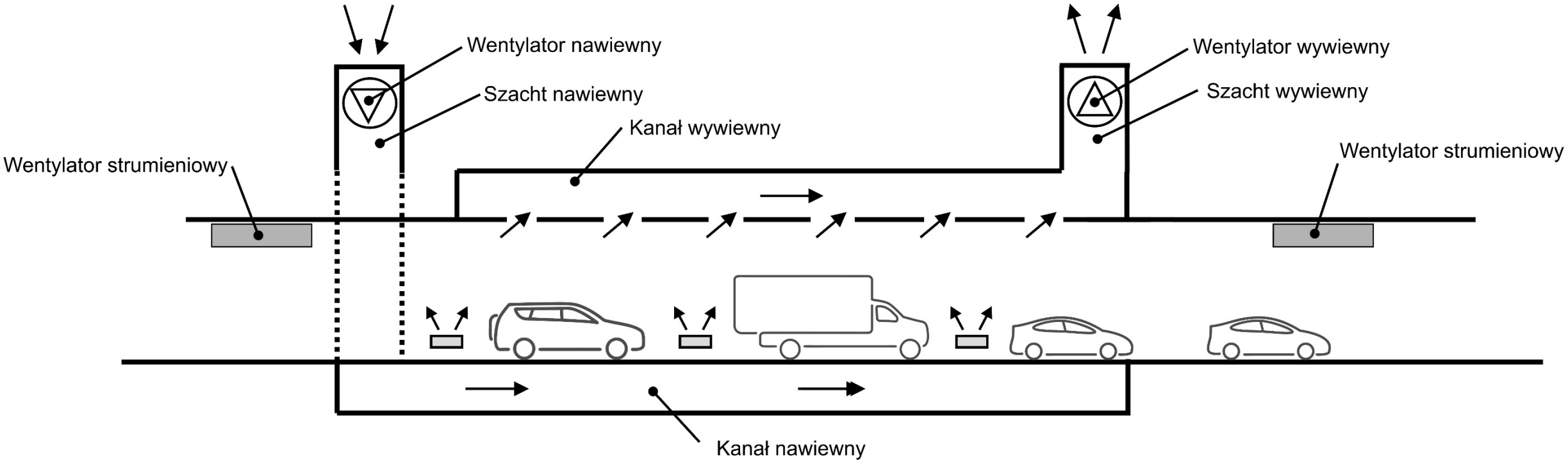
a) do równomiernego doprowadzenia powietrza zewnętrznego – w dolnej części tunelu, na wysokości kół pojazdów, na całej jego długości,
b) do odprowadzenia dymu i ciepła lub zanieczyszczonego powietrza – w górnej części tunelu.

(3) Z uwagi na skuteczność funkcjonowania systemu wentylacji poprzecznej tunel powinien być podzielony na sekcje.

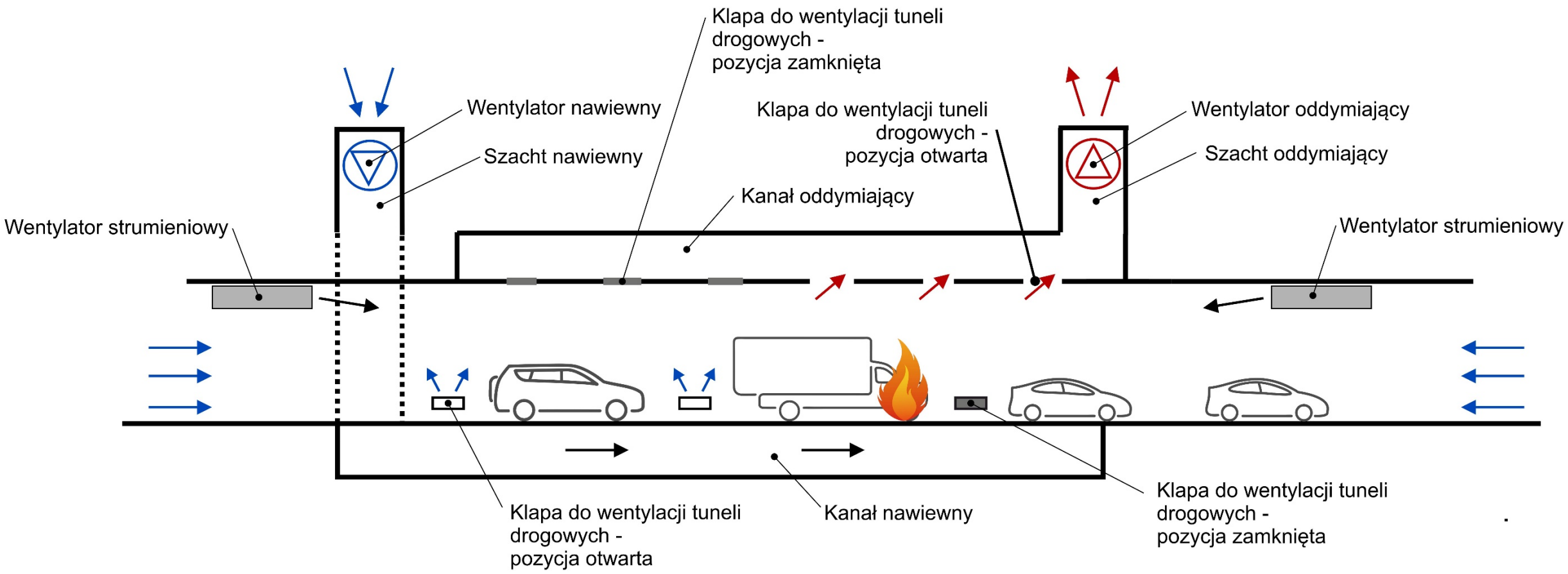
(4) W tunelach jednokierunkowych o stałym pochyleniu wzdłuż osi tunelu, wyposażonym w system wentylacji poprzecznej, cała długość tunelu może być traktowana jako jedna sekcja.

(5) W tunelu, wyposażonym w system wentylacji poprzecznej, w warunkach pożaru powinny być zastosowane urządzenia wentylacyjne, służące minimalizacji prędkości przepływu powietrza w początkowej fazie rozwoju pożaru. Urządzenia te, np. wentylatory strumieniowe, mogą być wykorzystywane również do ograniczenia oddziaływania zewnętrznych warunków atmosferycznych.

Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja poprzeczna (1)



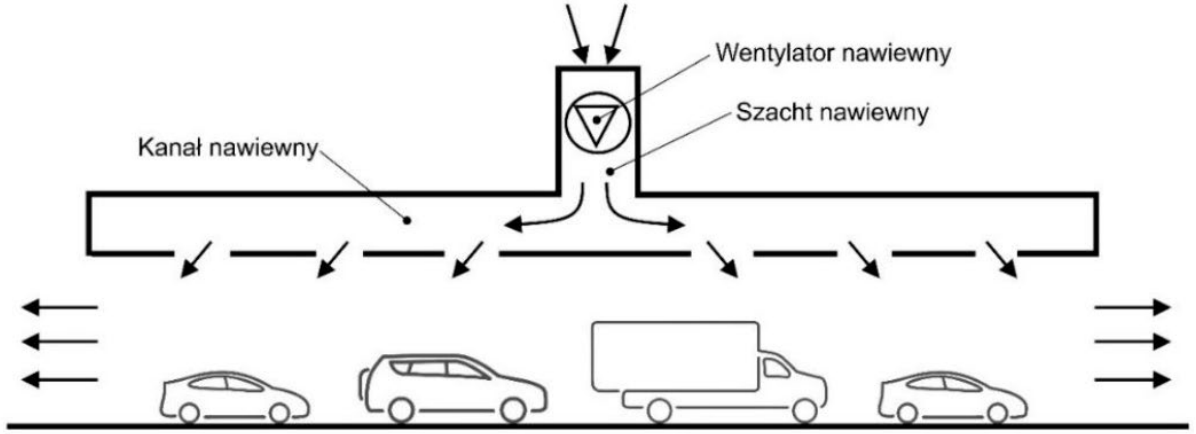
Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja poprzeczna (2)



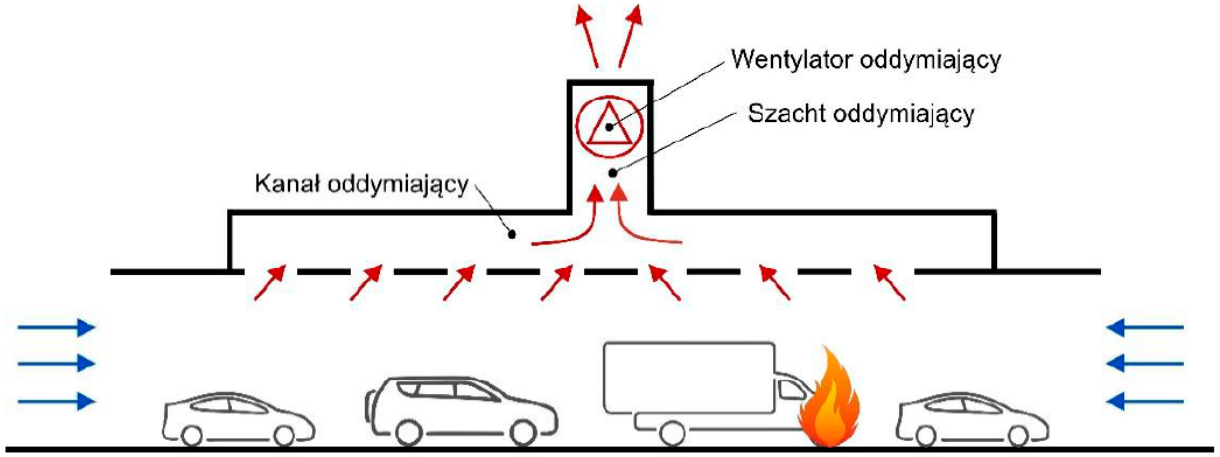
Systemy wentylacji tuneli – Wentylacja mechaniczna – Wentylacja półpoprzeczna (1)

(1) System wentylacji półpoprzecznej wymaga zastosowania wentylatora lub wentylatorów oraz klap do wentylacji tuneli drogowych.

(2) Zasadę działania wentylacji półpoprzecznej tylko do warunków normalnej eksploatacji pokazano na rys. 4.3.3.1. Do zastosowania tylko w warunkach pożaru w odniesieniu do tunelu o długości nie większej niż 500 m albo większej niż 500 m pokazano odpowiednio na rys. 4.3.3.2 i rys. 4.3.3.3. Zasadę działania wentylacji półpoprzecznej, pracującej w warunkach normalnej eksploatacji oraz w warunkach pożaru, pokazano na rys. 4.3.3.4.



Rys. 4.3.3.1. Zasada działania wentylacji półpoprzecznej tylko w warunkach normalnej eksploatacji



Rys. 4.3.3.2. Zasada działania wentylacji półpoprzecznej tylko w warunkach pożaru w odniesieniu do tuneli o długości nie większej niż 500 m

Systemy wentylacji tuneli – Zakres stosowania (1)

(1) Wentylację naturalną można stosować w tunelu:

a) dwukierunkowym – o długości tunelu nieprzekraczającej 500 m,
b) jednokierunkowym – o długości tunelu nieprzekraczającej 700 m.

(2) Zastosowanie wentylacji naturalnej w tunelu, prowadzącym więcej niż dwa pasy ruchu w danym kierunku, wymaga potwierdzenia nieprzekroczenia dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń powietrza w tunelu, w warunkach normalnej eksploatacji, wskazanych w tab. 5.2.1.

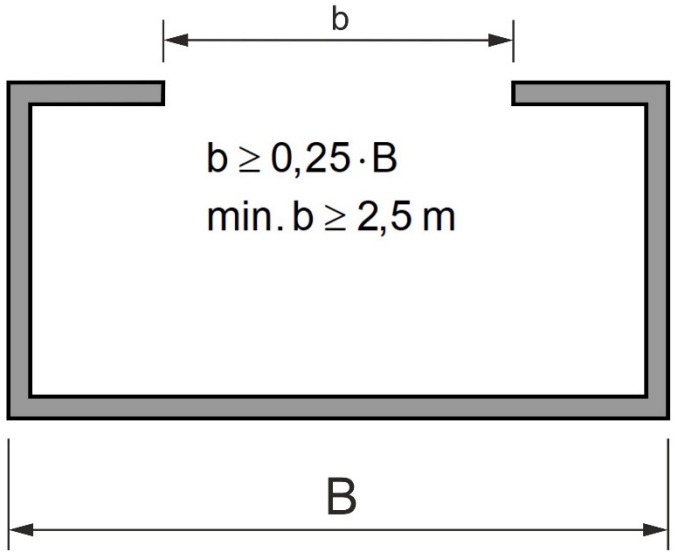
(3) Zastosowanie wentylacji naturalnej w tunelu o długości przekraczającej 250 m wymaga potwierdzenia skuteczności jej działania na podstawie sporządzonej analizy ryzyka, o której mowa w akapicie (7).

Systemy wentylacji tuneli – Zakres stosowania (1)

(4) W tunelach, posiadających częściowe otwarcie znajdujące się w ścianie bocznej na całej długości lub stropie na całej długości tunelu, jest możliwe zastosowanie wentylacji naturalnej w warunkach normalnej eksploatacji i w warunkach pożaru, spełniając następujące wymagania:

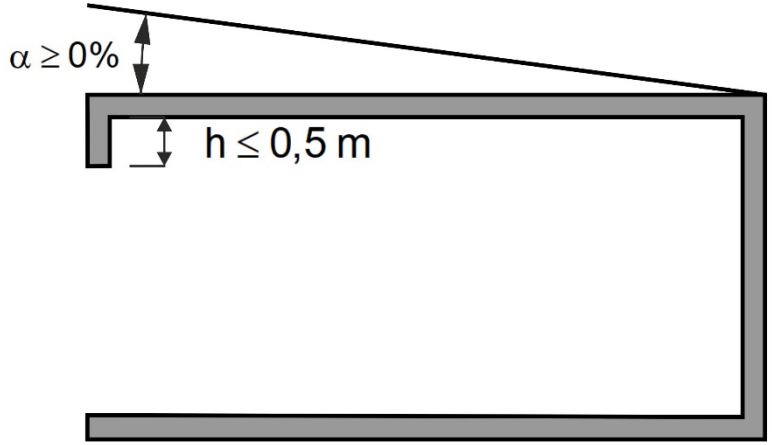
a) tunele otwarte od góry (patrz rys. 4.4.1):

- powinny mieć szerokość otwarcia równą co najmniej 25% największej szerokości tunelu, mierzonej w poziomie drogi i nie mniejszą niż 2,5 m,
- dopuszcza się zastosowanie więcej, niż jednego otworu, pod warunkiem, że szerokość każdego z nich będzie nie mniejsza niż 2,5 m,
- otwarcia powinny być lokalizowane w najwyższej części stropu lub w części stropu obniżonej nie więcej niż 0,5 m od jego najwyższego poziomu,



b) tunele otwarte z boku (patrz rys. 4.4.2) powinny spełniać następujące wymagania:

- wysokość nadproża nie powinna być większa niż 0,5 m,
- pochylenie stropu w kierunku przeciwległej ściany bocznej powinno być większe niż 0%, o ile występuje pochylenie stropu.



Systemy wentylacji tuneli – Zakres stosowania (2)

(5) Zakres stosowania systemów wentylacji mechanicznej, z zastrzeżeniem akapitu (6), określono w tab. 4.4.1.

Tab. 4.4.1. Zakres stosowania systemów wentylacji mechanicznej w tunelach

System wentylacji	Długość tunelu	
	Tunel dwukierunkowy	Tunel jednokierunkowy
wzdłużna	nie większa niż 1 000 m	nie większa niż 3 000 m
poprzeczna	większa niż 1 000 m	większa niż 1 000 m
półpoprzeczna	większa niż 250 m i nie większa niż 1 000 m	większa niż 250 m i nie większa niż 1 000 m

(6) Wentylację wzdłużną lub półpoprzeczną można zastosować w tunelach dłuższych, niż określa to tab. 4.4.1, jednokierunkowych lub dwukierunkowych, jeżeli jest spełniony jeden z poniższych warunków:

a) takie rozwiązanie dopuszcza analiza ryzyka sporządzona na potrzeby wentylacji tunelu, o której mowa w akapicie (7),
b) przewidziano podjęcie szczególnych środków, np. takich jak:
   - centrum zarządzania ruchem,
   - krótsze odległości do wyjść awaryjnych,
   - odrębny tunel ewakuacyjny,
   - inne wynikające z analizy ryzyka.

Systemy wentylacji tuneli – Zakres stosowania (2)

7) Analiza ryzyka na potrzeby wentylacji tunelu, o której mowa w akapitach (3) i (6):

a) w odniesieniu do warunków normalnej eksploatacji obejmuje co najmniej obliczenia analityczne wymaganej ilości powietrza zewnętrznego niezbędnego do obniżenia stężenia zanieczyszczeń powietrza w tunelu poniżej wartości progowych, wskazanych w podrozdziale 5.2 tab. 5.2.1,

b) w odniesieniu do warunków pożaru obejmuje co najmniej analizę numeryczną skuteczności działania tego rodzaju wentylacji przy uwzględnieniu co najmniej następujących uwarunkowań tunelu: pochylenia, warunków topograficznych i klimatycznych, rodzaju ruchu pojazdów, przewozu towarów niebezpiecznych, scenariuszy pożarowych oraz strategii ewakuacji.

Wymiarowanie systemów wentylacji – Informacje ogólne

(1) Przez wymiarowanie systemu wentylacji tunelu zarówno w warunkach normalnej eksploatacji, jak i w warunkach pożaru, jest rozumiane określenie parametrów charakterystycznych wentylatorów nawiewnych, wywiewnych, oddymiających i strumieniowych, określenie przekrojów przewodów lub kanałów wentylacyjnych oraz rozmieszczenie elementów systemów wentylacji.

(2) Metodyka obliczeń emisji zanieczyszczeń w tunelu w warunkach normalnej eksploatacji oraz przyjęte wartości całkowitej projektowej mocy pożaru, podane w tab. 5.3.1, służące obliczeniom systemu wentylacji w warunkach pożaru, nie obejmują pojazdów o napędzie elektrycznym, zasilanych LPG, CNG i LNG lub alternatywnym oraz pojazdów dopuszczonych warunkowo do przejazdu tunelem (pojazdy zabytkowe, wojskowe itp.).

(3) Do celów wymiarowania systemów wentylacji przyjmuje się trzy prędkości ruchu pojazdów w tunelu. Zakłada się:

a) zator, tj. pojazdy zatrzymane, prędkość ruchu wynosi 0 km/h,
b) ruch spowolniony, średnia prędkość ruchu wynosi 10 km/h,
c) ruch płynny, projektowa prędkość ruchu pojazdów w tunelu.

(4) Podstawowym kryterium wyboru systemu wentylacji tunelu jest jego długość. W dalszej kolejności w procesie projektowania należy brać pod uwagę organizację ruchu w tunelu, rodzaj pojazdów poruszających się w tunelu i ich prędkość projektową, prognozę ruchu oraz uwarunkowania środowiskowe.

(5) Prędkość wzdłużna przepływu powietrza w tunelu z uwzględnieniem warunków atmosferycznych oraz prędkości ruchu pojazdów, nie powinna przekraczać wartości 10 m/s.

Wymiarowanie systemów wentylacji - Wymiarowanie systemów wentylacji w warunkach normalnej eksploatacji (1)

(1) Metodyka obliczeń całkowitej emisji zanieczyszczeń emitowanych przez pojazdy w tunelu, w odniesieniu do przyjętej prognozy ruchu, wykorzystuje emisję zanieczyszczeń produkowanych przez dany rodzaj pojazdu w zależności od jego prędkości ruchu i pochylenia tunelu, liczbę pojazdów przebywających jednocześnie w tunelu oraz współczynniki korekcyjne.

(2) System wentylacji tunelu w warunkach normalnej eksploatacji powinien być zwymiarowany na podstawie wartości progowych stężeń tlenku węgla (CO) i ditlenku azotu (NO_2) w powietrzu w tunelu oraz przejrzystości powietrza, określonych w tab. 5.2.1.

Tab. 5.2.1 Progowe stężenia zanieczyszczeń gazowych oraz przejrzystości powietrza

Rodzaj ruchu pojazdów w tunelu	Stężenie tlenku węgla (CO)	Stężenie ditlenku azotu (NO_2)[1)]	Przejrzystość powietrza Współczynnik absorbcji K
Płynny z prędkością 50-100 km/h	70 ppm	1 ppm	0,005 m^{-1}
Utrudniony codziennie zatorami, zatrzymany na wszystkich pasach ruchu	70 ppm	1 ppm	0,007 m^{-1}
Ograniczony wyjątkowo zatorem, zatrzymany na wszystkich pasach ruchu	100 ppm	1,5 ppm	0,009 m^{-1}
Długotrwałe prace w tunelu	30 ppm	0,3 ppm	0,003 m^{-1}

[1)] średnie stężenie na całej długości tunelu.

Wymiarowanie systemów wentylacji - Wymiarowanie systemów wentylacji w warunkach normalnej eksploatacji (2)

(3) Tunel wyposażony w system wentylacji mechanicznej na potrzeby normalnej eksploatacji, powinien być wyposażony w urządzenia monitorujące prędkość przepływu powietrza w tunelu, monitorujące jakość powietrza w tunelu i urządzenia służące do zamykania go dla ruchu.

(4) Tunel należy zamknąć dla ruchu oraz zapewnić, aby wszystkie osoby znajdujące się w tunelu opuściły go, jeżeli zachodzi jeden z następujących przypadków:

a) stężenie tlenku węgla (CO) przekroczy wartość 200 ppm,
b) stężenie ditlenku azotu (NO_2) przekroczy wartość 4 ppm,
c) współczynnik absorbcji K przekroczy wartość 0,012 m^{-1}.

(5) Ponowne otwarcie tunelu dla ruchu pojazdów może nastąpić, gdy stężenie wszystkich zanieczyszczeń osiągnie wartości niższe niż wartości progowe podane w tab. 5.2.1.

(6) System wentylacji mechanicznej na potrzeby normalnej eksploatacji w tunelu powinien być uruchamiany i sterowany automatycznie z czujników monitorujących jakość powietrza w tunelu.

Wymiarowanie systemów wentylacji - Wymiarowanie systemów wentylacji w warunkach normalnej eksploatacji (2)

(1) System wentylacji tunelu w warunkach pożaru powinien być zwymiarowany z uwzględnieniem całkowitej mocy pożaru projektowego, którego wartość nie jest mniejsza niż określona w tab. 5.3.1.

Tab. 5.3.1. Wartości całkowitej projektowej mocy pożaru oraz odpowiadający im strumień objętości uwalnianych gazów pożarowych

Rodzaj pojazdów dopuszczonych do ruchu w tunelu	Całkowita moc pożaru projektowego	Procent całkowitej mocy pożaru przekazywany do gazów pożarowych [7]	Strumień objętości uwalnianych gazów pożarowych
Wyłącznie ruch pojazdów o masie całkowitej nie większej niż 3,5 t	5,0 [MW]	73%	12 [m^3/s]
Pojazdy o masie całkowitej nie większej niż 15 t włącznie z autobusami	30,0 [MW]	64%	80 [m^3/s]
Pojazdy o masie całkowitej nie większej niż 23 t	50,0 [MW]	64%	120 [m^3/s]
Pojazdy o masie całkowitej powyżej 23 t, w tym cysterny z paliwem i pojazdy ADR	100,0 [MW]	64%	240 [m^3/s]

(2) System wentylacji mechanicznej, pracujący w warunkach pożaru, powinien uruchamiać się samoczynnie, zgodnie z założonym scenariuszem funkcjonowania.

Wentylacja dróg ewakuacji z tunelu w warunkach pożaru (1)

(1) Przejścia poprzeczne powinny być wyposażone w urządzenia zapobiegające ich zadymieniu, zapewniając:

a) wytworzenie nadciśnienia w stosunku do nawy objętej pożarem w zakresie 30-80 Pa, w przypadku zamkniętych wszystkich drzwi przejścia poprzecznego,

b) prędkość przepływu powietrza w otworze drzwiowym między przejściem poprzecznym a nawą tunelu objętą pożarem, wynoszącą co najmniej 1,0 m/s, w kierunku nawy tunelu objętej pożarem.

(2) Korytarz ewakuacyjny powinien być wentylowany mechanicznie.

(3) Jeżeli korytarz ewakuacyjny jest prowadzony wzdłuż nawy lub naw tunelu, przez całą długość nawy lub naw, i jest otwarty do atmosfery, to należy zapewnić wytworzenie wzdłużnej prędkości przepływu powietrza w całym jego przekroju poprzecznym, nie mniejszej niż 1,0 m/s. Dopuszcza się przyjęcie wyższych wartości prędkości przepływu, jednak przyjęta prędkość nie powinna utrudniać ewakuacji oraz prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych.

(4) W pozostałych przypadkach lokalizacji korytarza ewakuacyjnego należy zastosować rozwiązania techniczne uniemożliwiające wpłynięcie dymu do korytarza ewakuacyjnego.

(5) Kierunek przepływu powietrza w korytarzu ewakuacyjnym powinien być dostosowany do rodzaju zastosowanego systemu wentylacji tunelu i kierunku usuwanego dymu z nawy objętej pożarem.

Wentylacja dróg ewakuacji z tunelu w warunkach pożaru (2)

(6) Ewakuacyjne klatki schodowe, stanowiące wyjścia z przejścia poprzecznego, powinny być wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu, zapewniając:

a) wytworzenie nadciśnienia w stosunku do przejścia poprzecznego w zakresie 5 - 15 Pa, w przypadku zamkniętych drzwi między ewakuacyjną klatką schodową i przejściem poprzecznym,
b) prędkość przepływu powietrza w otworze drzwiowym między przejściem poprzecznym a ewakuacyjną klatką schodową, w kierunku przejścia poprzecznego, wynoszącą co najmniej 0,5 m/s i przy założeniu otwartych drzwi z ewakuacyjnej klatki schodowej na zewnątrz.

(7) Siła niezbędna do otwarcia dowolnych drzwi ewakuacyjnych znajdujących się na drodze ewakuacji z nawy objętej pożarem na zewnątrz nie powinna przekraczać 100 N.

(8) Powietrze służące do wentylacji przejść poprzecznych, korytarzy ewakuacyjnych oraz ewakuacyjnych klatek schodowych powinno być dostarczane z zewnątrz w taki sposób, aby uniemożliwiać wpłynięcie dymu z nawy objętej pożarem.

Wymagania w odniesieniu do elementów systemów wentylacji przeznaczonych do pracy w warunkach pożaru (1)

(1) Wentylatory strumieniowe przeznaczone do pracy w warunkach pożaru oraz wentylatory oddymiające powinny posiadać klasę F skuteczności działania w wysokiej temperaturze, określoną zgodnie z normą [2] *(PN-EN 12101-3:2015-10)*, wynikającą z obliczeniowej temperatury dymu, przy czym klasa ta nie powinna być mniejsza niż F_{400} 120.

(2) Wentylatory oddymiające, stosowane w systemach wentylacji poprzecznej oraz wentylacji półpoprzecznej, przeznaczone do pracy w warunkach pożaru, powinny być tak dobierane, aby w przypadku awarii jednego wentylatora pozostałe zapewniały 100% wymaganej wydajności systemu oddymiania.

(3) Klapy do wentylacji tuneli drogowych stosowane w systemie mechanicznej wentylacji poprzecznej i półpoprzecznej wraz z ich napędem, przewodami zasilającymi oraz sterującymi, powinny być obsługiwane oddzielnie lub grupowo i zapewniać skuteczność działania w temperaturze co najmniej 400°C, przez czas działania równy co najmniej 120 minut, zgodnie z procedurą badawczą podaną w [4]. *(RVS 09.02.31)*

(4) Przepływ gazów przez nieszczelności pojedynczej klapy do wentylacji tuneli drogowych, określony zgodnie z procedurą badawczą podaną w [4], w zależności od projektowanego podciśnienia występującego w przewodzie/kanale odprowadzającym dym i ciepło, jest nie większy niż wartość podana w tab. 7.1. Przepływ gazów przez nieszczelności w tab. 7.1 jest odniesiony do temperatury powietrza wynoszącej 20°C.

Wymagania w odniesieniu do elementów systemów wentylacji przeznaczonych do pracy w warunkach pożaru (2)

(5) Czas przejścia klapy do wentylacji tuneli drogowych z pozycji otwartej do pozycji zamkniętej lub z pozycji zamkniętej do pozycji otwartej nie powinien przekraczać 25 s.

(6) Przewód/kanał wentylacyjny odprowadzający dym i ciepło w warunkach pożaru powinien mieć odporność na oddziaływanie temperatury według krzywej tunelowej, zgodnie z WR-M-41, przez czas działania równy co najmniej 120 minut.

(7) Przepływ gazów przez nieszczelności przewodu/kanału wentylacyjnego odprowadzającego dym i ciepło, nie uwzględniając zainstalowanych klap do wentylacji tuneli drogowych, nie powinien przekraczać 5 $m^3/(s \cdot km)$ w odniesieniu do temperatury 20°C.

(8) W tunelu z systemem wentylacji poprzecznej przewód/kanał doprowadzający powietrze zewnętrze i przewód/kanał odprowadzający zanieczyszczone powietrze w warunkach normalnej eksploatacji lub dym i ciepło w warunkach pożaru, powinny być oddzielone przegrodami z materiałów klasy reakcji na ogień co najmniej A2, d0, o klasie odporności ogniowej ze względu na szczelność ogniową (E) i dymoszczelność (S) co najmniej ES 120, zgodnie z normą [3].

Ocena skuteczności funkcjonowania rozwiązań projektowych w warunkach pożaru – symulacje komputerowe

(1) W celu oceny skuteczności funkcjonowania zaprojektowanego systemu wentylacji tunelu w warunkach pożaru, lub jeśli tego wymaga analiza ryzyka, o której mowa w podrozdziale 4.4 akapicie (7), należy wykonać komputerowe symulacje rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu w warunkach pożaru, przy użyciu metody CFD.

(2) Komputerowa analiza rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinna być wykonana w odniesieniu do największej całkowitej mocy pożaru projektowego, przy założeniu najbardziej niekorzystnych lokalizacji źródła pożaru w tunelu.

(3) W symulacjach komputerowych rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinno zostać uwzględnione najbliższe otoczenie portali tunelu.

(4) Symulacje komputerowe rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinny uwzględniać oddziaływanie wiatru na portal lub portale, z kierunku najbardziej niekorzystnego. Oddziaływanie wiatru może być określone na podstawie danych meteorologicznych dla danego obszaru.

…

Ocena skuteczności funkcjonowania rozwiązań projektowych w warunkach pożaru – symulacje komputerowe

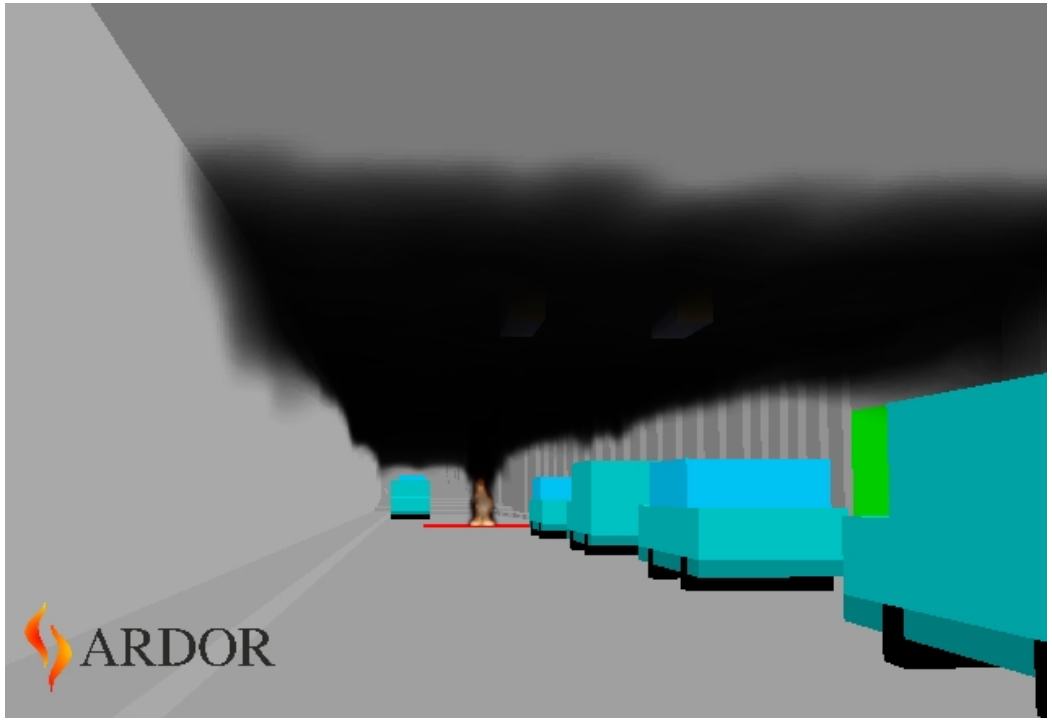
(1) W celu oceny skuteczności funkcjonowania zaprojektowanego systemu wentylacji tunelu w warunkach pożaru, lub jeśli tego wymaga analiza ryzyka, o której mowa w podrozdziale 4.4 akapicie (7), należy wykonać komputerowe symulacje rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu w warunkach pożaru, przy użyciu metody CFD.

(2) Komputerowa analiza rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinna być wykonana w odniesieniu do największej całkowitej mocy pożaru projektowego, przy założeniu najbardziej niekorzystnych lokalizacji źródła pożaru w tunelu.

(3) W symulacjach komputerowych rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinno zostać uwzględnione najbliższe otoczenie portali tunelu.

(4) Symulacje komputerowe rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w tunelu powinny uwzględniać oddziaływanie wiatru na portal lub portale, z kierunku najbardziej niekorzystnego. Oddziaływanie wiatru może być określone na podstawie danych meteorologicznych dla danego obszaru.

…



Testy odbiorcze i okresowe systemów mechanicznej wentylacji tuneli

Testy odbiorcze

(1) Testom odbiorczym podlegają wyłącznie mechaniczne systemy wentylacji zaprojektowane do pracy w warunkach pożaru.

(2) Celem testów odbiorczych jest potwierdzenie poprawności działania wykonanego systemu wentylacji. Sprawdzeniu podlega również współdziałanie systemu wentylacji z innymi systemami, np. detekcji pożaru, sygnalizacji akustycznej, powiadamiania stosownej jednostki Państwowej Straży Pożarnej lub innych, zależnie od rozwiązań technicznych zrealizowanych w danym tunelu.

(3) Testy odbiorcze powinny być wykonane przed oddaniem tunelu do użytkowania.

(4) Testy odbiorcze powinny być nieniszczące dla żadnego z elementów testowanych systemów.

Testy okresowe

(1) System wentylacji mechanicznej tunelu powinien być regularnie konserwowany i kontrolowany.

(2) Kontrola systemu mechanicznej wentylacji powinna obejmować system wykrywania pożaru i/lub detekcji zanieczyszczeń oraz poprawność działania urządzeń.

(3) Podczas wykonywania kontroli okresowych systemów wentylacji pożarowej, testowane systemy powinny zostać uruchomione automatycznie.

(4) Testy okresowe należy wykonywać co najmniej 1 raz w roku.

10.11.2020

dr inż. Grzegorz Sztarbała
ARDOR

WR-M-42 Wytyczne projektowania wentylacji drogowych tuneli