

Wrocław, 06.04.2022

Sygnatura dokumentu: 21-226_Opis_Kam_Gora_oddym_1.0

Przedsiębiorstwo Budowlane Mirosław Wierzyk
ul. Serbska 29
58-100 Świdnica**Opis systemu wentylacji oddymiającej grawitacyjnej dla zamkniętej części garażu wielokondygnacyjnego otwartego przy ul. Broniewskiego w Kamiennej Górze.****1. Zakres i cel opracowania**

Niniejszy opis dotyczy określenia podstawowych parametrów wentylacji oddymiającej grawitacyjnej w obszarze zamkniętej części garażu wielostanowiskowego na kondygnacji +1 (niespełniającej definicji garażu otwartego) w budynku przy ul. Broniewskiego w Kamiennej Górze.

2. Podstawa opracowania

Podstawą formalną do przygotowania opisu jest zlecenie otrzymane od Przedsiębiorstwa Budowlanego Mirosław Wierzyk (zwanego dalej Zleceniodawcą).

Podstawą merytoryczną jest dokumentacja projektowa opracowana na etapie przebudowy oraz zmiany sposobu użytkowania budynku dostarczona przez Zleceniodawcę.

3. Podstawowa charakterystyka obiektu

Rozpatrywana część garażu zamkniętego wielostanowiskowy znajduje się na kondygnacji +1 budynku przemysłowego. Z uwagi na uwarunkowania lokalne, w tym zachowanie wymaganej odległości miejsc postojowych od okien budynku mieszkalnego, zaszła potrzeba zamknięcia części powierzchni drugiej kondygnacji i utworzenie garażu zamkniętego. W związku z wprowadzoną zmianą ustaleń § 277 ust. 2 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (zwanym dalej Warunkami Technicznymi), występowanie w jednej strefie pożarowej garażu otwartego i zamkniętego, wymusza zastosowanie instalacji wentylacji oddymiającej uruchamianej za pomocą systemu wykrywania dymu, co jest podyktowane faktem braku zapewnienia z garażu zamkniętego bezpośredniego wjazdu i wyjazdu z budynku.

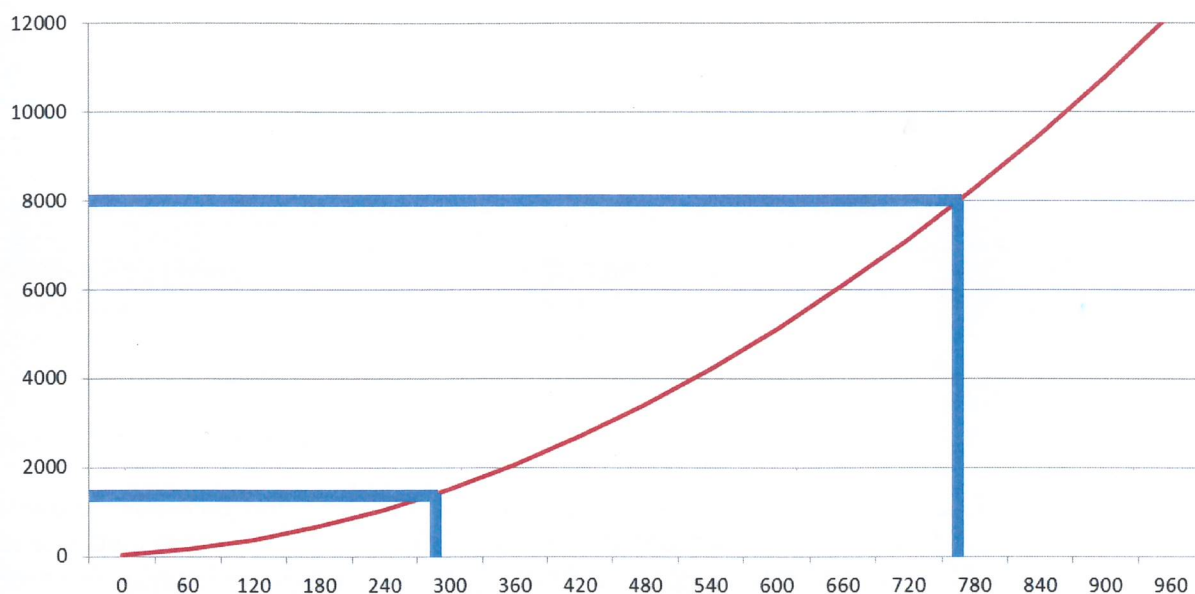
Rozpatrywana część budynku posiada 2 kondygnacje nadziemne i jest klasyfikowana jako budynek niski i została zaprojektowana w klasie odporności pożarowej D. Powierzchnia garażu na kondygnacji +1 nie przekracza 1500 m² - wynosi ok. 723 m². W garażu zaprojektowano 15 miejsc parkingowych przeznaczonych do parkowania wyłącznie pojazdów osobowych (samochody, motory). W garażu nie występują miejsca parkingowe dwupoziomowe (tzw. platformy parkingowe). Rozpatrywany garaż nie jest chroniony stałymi samoczynnymi urządzeniami gaśniczymi. Wjazd do garażu zapewniony jest poprzez nowo wybudowaną przyległą część otwartego garażu wielopoziomowego.

4. Przyjęte parametry pożaru projektowego

Dla przedmiotowej części garażu zamkniętego przyjęto krzywą rozwoju pożaru ze średnią prędkością rozwoju (ang. *medium-fast growing fire*).

Analizy wykonano dla dwóch etapów rozwoju pożaru:

- etap zakończenia ewakuacji – moc pożaru odpowiadająca dla czasu w zakresie 300-320 s;
- pożar w pełni rozwinięty – moc odpowiadająca pożarowi dwóch pojazdów w czasie ok. 826 s.



Na podstawie powyższych założeń przyjęto następujące pożary projektowe:

- Pożar F1 – 1250 kW mocy całkowitej;
- Pożar F2 – 8000 kW mocy całkowitej.

5. Opis systemu wentylacji oddymiającej grawitacyjnej

Wymaganą wydajność systemu w trybie wentylacji pożarowej wyznaczono w oparciu o metody obliczeniowe podane w normie brytyjskiej do projektowania systemów usuwania dymu i ciepła BS 7346-4 [1] oraz BRE 368 [4].

Czas potrzebny do bezpiecznej ewakuacji wyznaczono na podstawie wytycznych PD 7974-6 [1]. Dla przedmiotowej części poziomu +1 garażu wynosi on 140 sekund dla pierwszych osób podejmujących ewakuację (np. osób przebywających blisko miejsca pożaru) oraz 260 sekund dla ostatnich osób podejmujących ewakuację. Uwzględniając margines bezpieczeństwa do obliczeń przyjęto czas 320 s, co znacząco przekracza obliczeniowe czasy ewakuacji. Założono zastosowanie systemu wykrywania dymu.

Zalecana przez BS 7346-4 wielkość strefy dymowej wynosi 2000 m² – powierzchnia części zamkniętej garażu w tym przypadku nie przekracza tej wielkości.

- Obliczenia systemu oddymiania na czas końca ewakuacji:

Do obliczeń przyjęto pożar projektowy o stałej mocy. Ze względu na brak ochrony rozpatrywanego garażu instalacją tryskaczową zgodnie z tabelą 1 normy BS 7346-7 [2] przyjęto następujące parametry pożaru projektowego:

Powierzchnia pożaru:	$A_{f1} = 3.1 \text{ m}^2$
Obwód pożaru	$P_1 = 7.1 \text{ m}$
Moc pożaru	$Q_1 = 1250 \text{ kW}$
Część konwekcyjną mocy pożaru	$Q_{1c} = 0.8 * Q_1 = 1000 \text{ kW}$

Wysokość garażu wynosi średnio $H = 3.80 \text{ m}$. Przyjęto projektową wysokość spodu warstwy dymu na poziomie $Y = 2.50 \text{ m}$ od posadzki garażu. Obliczeniowa głębokość warstwy dymu $d_s = 1.3 \text{ m}$.

Wymaganą powierzchnię kłap oddymiających oraz otworów kompensacyjnych wentylacji oddymiającej grawitacyjnej wyznaczono przy założeniu pożaru w obszarze garażu skutkującego osiowo-symetryczną konwekcyjną kolumną dymu (ang. axisymmetric smoke plume) opisaną równaniem Thomas'a.

Strumień masowy dymu:	$M_{f1} = C_e P Y^{3/2} = 0.34 * 7.1 * 2.50^{1.5} = 9.5 \text{ kg/s}$
Temperatura dymu:	$T_{s1} = T_0 + Q_f / (c_p * M_f) = 15 + 1000 / 1.01 * 9.5 = 119 \text{ °C}$



Strumień objętościowy dymu:

$$V_1 = (M_f \times T_s) / (\rho_o \times T_o) = 10.8 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (38 880 m}^3/\text{h)}$$

Obliczeniowa powierzchnia:

- czynna oddymiania i napowietrzania:

$$A_{v1}C_{v1} = A_{i1}C_{i1} = 4.7 \text{ m}^2$$

- geometryczna oddymiania i napowietrzania:

$$A_{v1} = A_{i1} = 6.7 \text{ m}^2 \text{ dla } C_v = C_i = 1$$

- Obliczenia systemu oddymiania na czas pełnego rozwinięcia pożaru:

Powierzchnia pożaru:

$$A_{f2} = 20.0 \text{ m}^2$$

Obwód pożaru

$$P_2 = 17.9 \text{ m}$$

Moc pożaru

$$Q_2 = 8000 \text{ kW}$$

Część konwekcyjną mocy pożaru

$$Q_{2c} = 0.8 \times Q_2 = 6400 \text{ kW}$$

$$H = 3.80 \text{ m}, Y = 2.50 \text{ m}, d_s = 1.3 \text{ m}.$$

Strumień masowy dymu:

$$M_{f2} = C_e P Y^{3/2} = 0.34 \times 17.9 \times 2.50^{1.5} = 24.0 \text{ kg/s}$$

Temperatura dymu:

$$T_{s2} = T_o + Q_f / (c_p \times M_f) = 15 + 6400 / (1.01 \times 24.0) = 248 \text{ }^\circ\text{C}$$

Strumień objętościowy dymu:

$$V_2 = (M_f \times T_s) / (\rho_o \times T_o) = 38.4 \text{ m}^3/\text{s} \text{ (138 240 m}^3/\text{h)}$$

Obliczeniowa powierzchnia:

- czynna oddymiania i napowietrzania:

$$A_{v2}C_{v2} = A_{i2}C_{i2} = 9.8 \text{ m}^2$$

- geometryczna oddymiania i napowietrzania:

$$A_{v2} = A_{i2} = 14.0 \text{ m}^2 \text{ dla } C_v = C_i = 1$$

6. Wyniki

W rzeczywistości temperatura dymu (poza obszarem blisko pożaru) powinna być znacznie niższa od wartości obliczeniowych ze względu na mieszanie się dymu z doprowadzanym świeżym powietrzem.

Na czas (przekraczający czas) bezpiecznej ewakuacji (320 s) wymagana powierzchnia klap oddymiających oraz powierzchni napowietrzającej wyniosła po 4.7 m² powierzchni czynnej, a przy uwzględnieniu typowego współczynnika oporu aerodynamicznego o wartości 0.7 powierzchnie te wynoszą po 6.7 m² powierzchni brutto (geometrycznej).

Na czas pożaru w pełni rozwiniętego obliczeniowa powierzchnia czynna klap dymowych oraz napowietrzania wyniosła po 9.8 m², a powierzchnia brutto (geometryczna) wyniosła po 14.0 m². Klapy dymowe będą otwierane automatycznie po wykryciu pożaru.

Wymagane powierzchnie zapewnione będą przez 6 klap dymowych zamontowanych w dachu. Pojedyncza klapa posiada powierzchnię brutto 4.0 m² co daje łącznie 24.0 m² i spełnia wymagania.

Do części zamkniętej garażu dopływ powietrza zapewniony będzie poprzez dwa otwory przejazdowe w ścianie pomiędzy częścią zamkniętą i otwartą garażu (rampy) – każdy o powierzchni ok. 7.5 m² oraz dwa przejścia o powierzchni minimum 1.8 m² każdy, łącznie dając geometryczną powierzchnię napowietrzającą 18.6 m² i spełniając tym samym wymagania.

7. Wnioski

Przeprowadzona analiza wykazała, iż projektowany system oddymiania działa ze skutecznością zapewniającą bezpieczne warunki ewakuacji na czas niezbędny do opuszczenia przestrzeni bezpośrednio przyległej do miejsca wystąpienia pożaru w części zamkniętej garażu, uwzględniając fakt, że minimalne parametry systemu oddymiania zostały oszacowane dla czasu niemalże dwukrotnie powiększonego.



8. Literatura

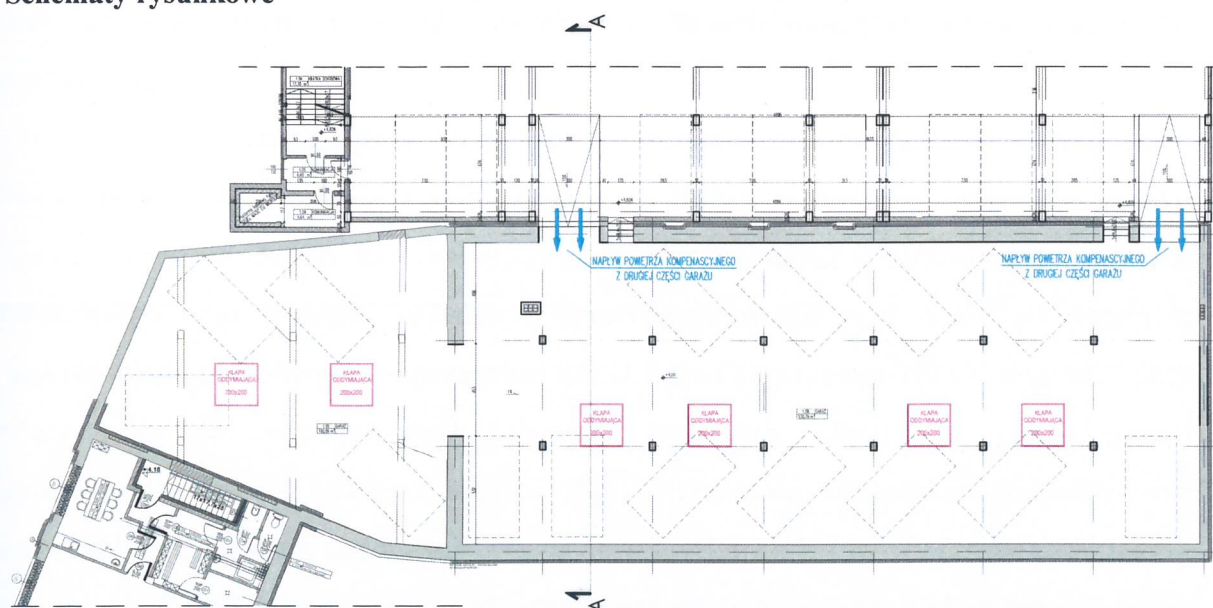
- [1] BS 7346-4:2003 *Components for smoke and heat control systems — Part 4: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing steady-state design fires — Code of practice.*
- [2] BS 7346-7:2003 *Components for smoke and heat control systems — Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks.*
- [3] BS PD 7479-6:2019 *The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings — Part 6: Human factors: Life safety strategies — Occupant evacuation, behaviour and condition.*
- [4] BRE 368 *Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation.*

Opracował:

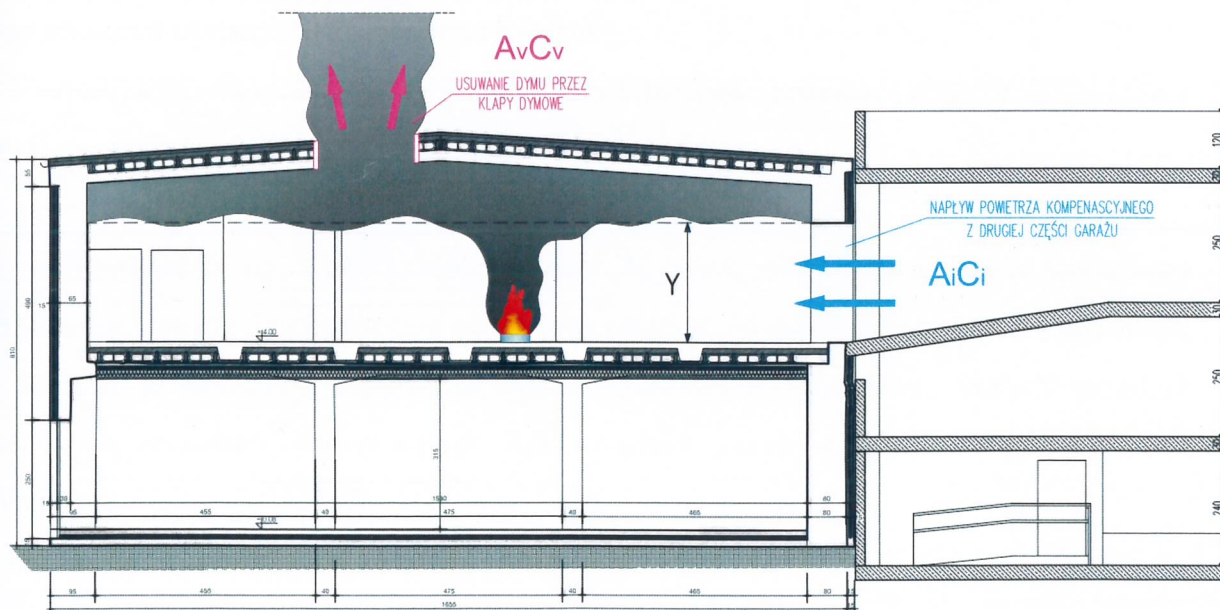
mgr inż. Janusz Paliszek-Saładyna **INBEPO Sp. z o.o.**
ul. Ignacego Domeyki 9a, 53-209 Wrocław
tel. +48 71 78 74 900 ; mail: inbepo@inbepo.pl
NIP: 897-300-84-91
KRS: 0000366588; R-021330451

mgr inż. Przemysław Lipiński

Schematy rysunkowe



Rys. 1 – schematyczny rzut poziomy +1 części zamkniętej garażu z zaznaczonymi klapami dymowymi



Rys. 2 – schematyczny przekrój A-A (Y – projektowana wysokość spodu warstwy gorącej dymu tj. 2.5 m²)