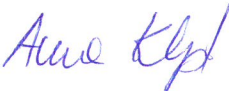



**OBLICZENIA WERYFIKUJĄCE INSTALACJI
ODDYMIAJĄCEJ GRAWITACYJNEJ
WG NFPA 204:2021**

| | |
|----------------|--|
| Inwestycja: | BUDYNEK SORTOWNI ODPADÓW W MŁYNACH |
| Zleceniodawca: | PRZEDSIĘBIORSTWO USŁUG KOMUNALNYCH „EMPOL” SP. Z O. O. OS. RZEKA 133 34-451 TYLMANOWA |
| Nr zlecenia: | 23-170 |

| Data: | Wersja: | Uwagi: |
|--------------|----------------|---------------|
| 16.11.2023 | 1.0 | |
| | | |

| | | |
|---------------------|--|--|
| Opracowanie: | mgr inż. Anna Klupś anna@inbepo.pl |  |
| Weryfikacja | mgr inż. Piotr Smardz piotr@inbepo.pl |  |

SPIS TREŚCI

| | |
|--|-----------|
| 1.0 Zakres i cel opracowania | 2 |
| 2.0 Ogólna charakterystyka obiektu | 2 |
| 2.1 Podstawowe założenia funkcjonalne | 2 |
| 2.2 Podstawowe warunki ochrony przeciwpożarowej | 3 |
| 3.0 Założenia dotyczące systemu oddymiania | 4 |
| 3.1 Podstawa merytoryczna zastosowania instalacji oddymiającej | 4 |
| 3.2 Podział na strefy oddymiania | 4 |
| 3.3 Projektowana wysokość warstwy wolnej od dymu | 5 |
| 3.4 Urządzenia wyzwalające klap dymowych | 5 |
| 3.5 Parametry użytkowe klap dymowych | 5 |
| 3.6 Powierzchnia czynna i rozmieszczenie klap dymowych | 6 |
| 3.7 Otwory dolotowe | 7 |
| 4.0 Obliczeniowa weryfikacja przyjętej powierzchni czynnej klap | 8 |
| 4.1 Pożar projektowy | 8 |
| 4.2 Arkusze obliczeń weryfikujących | 8 |
| 5.0 Dodatkowe informacje i zalecenia | 8 |
| | |
| Załącznik A – Literatura | 9 |
| Załącznik B - Arkusze obliczeń weryfikujących i wzory | 10 |
| Załącznik C – Rysunek – schemat podziału stref oddymiania..... | 13 |



1.0 ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem niniejszego opracowania jest weryfikacja obliczeniowa rozwiązania przyjętego w zakresie instalacji wentylacji grawitacyjnej do odprowadzania dymu i ciepła (zwanej dalej instalacją oddymiającą) dla budynku sortowni odpadów zlokalizowanego w Młynach w gminie Radymno. Instalacja ta jest częścią systemu ochrony przeciwpożarowej przewidzianego dla powyższego obiektu.

Konieczność zastosowania instalacji oddymiającej w przedmiotowym budynku wynika jednocześnie z:

- wymagań rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 19 lutego 2020 r. (Dz. U. 2020, poz. 296) §37 – wymóg wyposażenia w urządzenia oddymiające stref pożarowych z odpadami stałymi o gęstości obciążenia ogniowego przekraczającej 1000 MJ/m² i powierzchni przekraczającej 1000 m²;
- docelowej rozbudowy strefy pożarowej PM budynku przy założeniu gęstości obciążenia ogniowego powyżej 4000 MJ/m² powyżej 4000 m², przy uwzględnieniu ochrony tej strefy SSUGW, co jest dopuszczalne przy zastosowaniu samoczynnych urządzeń oddymiających zgodnie z §229 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm).

Wobec powyższego celem niniejszego opracowania jest wykazania, iż projektowana instalacja oddymiająca spełnia warunki stawiane dla „samoczynnych urządzeń oddymiających” o których mowa w §229 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.), zwanego dalej Warunkami Technicznymi.

Należy zwrócić uwagę, iż w rozpatrywanym obiekcie system oddymiania nie służy poprawie warunków ewakuacji i dlatego też poprawność jego działania nie jest rozpatrywana w tym kontekście.

Koncepcja przedmiotowej instalacji oddymiającej została opracowana w oparciu o amerykańską normę **NFPA 204 Standard for Smoke and Heat Venting, 2021 Edition** uznawaną w naszym kraju za zasady wiedzy technicznej [1], [2].

2.0 OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

2.1 PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA FUNKCJONALNE

Zgodnie z zamierzeniem inwestycji rozpatrywany budynek przeznaczony będzie do sortowania odpadów komunalnych. W hali będą składowane m. in. opakowania z papieru i tektury, papier i tektura, opakowania z tworzyw sztucznych, tworzywa sztuczne i guma, zmieszane odpady opakowaniowe, zmieszane odpady z budowy, remontów i demontażu, opakowania z metali, metale żelazne, metale nieżelazne, odpady komunalne, odpady palne (paliwo alternatywne), inne odpady z mechanicznej obróbki odpadów, odpady kuchenne ulegające biodegradacji, odpady wielkogabarytowe, odpady ulegające biodegradacji, opakowania z drewna, niesegregowane odpady komunalne.



Przedmiotowa hala jest budynkiem jednokondygnacyjnym, produkcyjno-magazynowym. Budynek został zaprojektowany na planie prostokąta o wymiarach maksymalnych 76,7 m x 52,3 m. Halę sortowania odpadów podzielono na dwie części ścianą pełną biegnącą wzdłuż hali przy osi B.

Wysokość hali (w kalenicy) wynosić będzie ok. 11,6 m. Do obliczeń instalacji oddymiającej przyjęto wysokość ok. 11,2 m dla strefy SD-1 oraz ok. 10,3 m dla stref SD-2 zgodnie z metodologią normy NFPA 204.

2.2 PODSTAWOWE WARUNKI OCHRONY PRZECIWOŻAROWEJ

2.2.1 Projektowany budynek hali jest klasyfikowany jako produkcyjno - magazynowy (PM). Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego wynosi powyżej 4000 MJ/m² w całym budynku.

2.2.2 Hala sortowania odpadów będzie wyposażona w stałe samoczynne urządzenia gaśnicze wodne (instalacja z tryskaczami szybkiego reagowania).

2.2.3 Rozpatrywany obiekt został wykonany w konstrukcji stalowej na żelbetowych fundamentach.

Ze względu na ochronę rozpatrywanego obiektu stałymi samoczynnymi urządzeniami gaśniczymi wodnymi przyjęto dla budynku klasę odporności pożarowej E.

2.2.4 W budynku zaprojektowano następujące urządzenia przeciwpożarowe i zabezpieczenia instalacji:

- Urządzenia oddymiające stanowiące przedmiot niniejszego opracowania;
- Stałe samoczynne urządzenia gaśnicze wodne – instalacja tryskaczowa typu ESFR zaprojektowana zgodnie ze standardem NFPA 13;
- Hydranty wewnętrzne Ø 52;
- Podręczny sprzęt gaśniczy;
- Oświetlenie awaryjne (ewakuacyjne);
- Przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

Uwaga: Ze względu na wrażliwość instalacji tryskaczowej typu ESFR na czynniki zewnętrzne (w tym również obecność samoczynnych urządzeń oddymiających) zaleca się uzgodnić przyjęty sposób współdziałania instalacji oddymiającej z instalacją tryskaczową w przedstawicielem firmy ubezpieczeniowej wystawiające polisę dla rozpatrywanego budynku lub jego części.



3.0 ZAŁOŻENIA DOTYCZĄCE SYSTEMU ODDYMIANIA

3.1 PODSTAWA MERYTORYCZNA ZASTOSOWANIA INSTALACJI ODDYMIAJĄCEJ

Zastosowanie samoczynnych urządzeń oddymiających w przedmiotowym obiekcie wynika z założeń dotyczących ochrony przeciwpożarowej przyjętych w zakresie docelowej wielkości strefy pożarowej oraz z przekroczenia powierzchni strefy powyżej 1000 m² przy gęstości obciążenia ogniowego powyżej 4000 MJ/m².

Przyjmuje się, iż podstawowym zadaniem instalacji oddymiającej projektowanej w niniejszym obiekcie jest:

- Ograniczenie obszaru rozprzestrzeniania się dymu w obiekcie;
- Spowolnienie przyrostu temperatury w warstwie gorącej tak, aby opóźnić ew. utratę nośności przez elementy konstrukcyjne na skutek oddziaływań termicznych - przede wszystkim z uwagi na bezpieczeństwo ekip ratowniczo-gaśniczych;
- Spowolnienie procesu obniżania się warstwy gorącej dymu, skutkującego pogarszaniem się widoczności oraz warunków termicznych panujących wewnątrz budynku – ze względu na bezpieczeństwo ekip ratowniczo-gaśniczych;
- Umożliwienie usunięcia dymu z obiektu po zakończeniu akcji gaśniczej.

3.2 PODZIAŁ NA STREFY ODDYMIANIA

Do obliczeń przyjęto uśrednioną wysokość hali: H = 11,2 m dla strefy SD-1 i H = 10,3 m dla strefy SD-2.

Zgodnie z klauzulą 7.4.1 NFPA 204:2021, długość i szerokość strefy oddymiania nie może przekroczyć ośmiokrotności uśrednionej wysokości pomieszczenia H. Dla rozpatrywanego obiektu warunek ten daje maksymalny dopuszczalny wymiar strefy oddymiania 8*11,2 m = 89,6 m w przypadku stref SD-1 i 8*10,3 m = 82,4 m dla strefy SD-2. Wymiary stref oddymiania przyjęte dla przedmiotowego budynku nie przekraczają powyższych wartości. Strefy dymowe w budynku zostały ograniczone przez ściany zewnętrzne i wewnętrzne budynku.

| Numer strefy dymowej | Wymiary strefy | Powierzchnia strefy oddymiania | Średnia wysokość hali | Zakładana rzędna spodu warstwy dymu z _s | Głębokość warstwy dymu d _c |
|----------------------|----------------|--------------------------------|-----------------------|--|---------------------------------------|
| | [m] | [m ²] | [m] | [m] | [m] |
| SD-1 | 76,3x24,8 | 1 893 | 11,2 | 7,0 | 4,2 |
| SD-2 | 76,3x26,9 | 2 051 | 10,3 | 7,0 | 3,3 |



3.3 PROJEKTOWANA WYSOKOŚĆ WARSTWY WOLNEJ OD DYMU

Zgodnie z klauzulą 7.3.1 NFPA 204:2021, minimalna zalecana głębokość warstwy dymu d_c to 20% wysokości pomieszczenia H . Zakładana rzędna spodu warstwy dymu w każdej ze stref spełnia powyższy warunek. Przyjęto spód projektowej warstwy dymu na wysokości 7,0 m od poziomu wykończonej posadzki.

3.4 URZĄDZENIA WYZWALAJĄCE KLAPY DYMOWE

3.4.1 Wszystkie klapy oddymiające w strefie oddymiania objętej pożarem będą otwierane automatycznie w oparciu o sygnał uruchomienia się instalacji tryskaczowej. Aby możliwe było jednoznaczne wskazanie strefy dymowej w której wystąpił pożar przez instalację tryskaczową, konieczne jest pokrycie się stref dymowych z sekcjami instalacji tryskaczowej. Otwarcie klap oraz odpowiednich punktów napowietrzających nastąpi z opóźnieniem czasowym 3 minuty w stosunku do sygnału z czujnika przepływu instalacji tryskaczowej.

Oprócz tego wszystkie klapy dymowe będą posiadać możliwość samoczynnego otwarcie z wyzwalacza termicznego (na wypadek awarii instalacji tryskaczowej). Zgodnie z zalecaniami normy NFPA 13 temperatura aktywacji wyzwalaczy termicznych klap powinna być wyższa od temperatury zadziałania tryskaczy i wynosić co najmniej 160°C (ze względu na temperaturę aktywacji tryskaczy wynoszącą 141°C), a mechanizmy wyzwalające klap powinny być zwykłej czułości (*normal response*), tak aby zapobiec otwarciu się klap przed uruchomieniem się instalacji tryskaczowej.

3.4.2 Wszystkie klapy oddymiające będą mieć również możliwość otwarcia ręcznego. W tym celu przewiduje się zainstalowanie systemu zdalnego otwierania klap, oddzielnie dla każdej strefy oddymiania, ręcznymi przyciskami oddymiania, w oparciu o system elektryczny lub pneumatyczny. Skrzynki alarmowe z przyciskami ręcznego otwarcia klap należy instalować w miejscach dobrze widocznych i łatwo dostępnych, blisko głównych wejść / wyjść z obszaru które obsługują. W sąsiedztwie skrzynek należy zamontować oprawy oświetlenia awaryjnego, zapewniające natężenie oświetlenia nie mniejsze niż 5 lx.

3.4.3 W przypadku wykorzystania klap dymowych do przewietrzania obiektu należy zastosować niezależny mechanizm do funkcji bytowej oraz zapewnić klasę niezawodności klap minimum Re 10000 wg normy PN-EN 12101-2. Ze względu na wymagania instalacji tryskaczowej należy również przewidzieć rozwiązania zapewniające samoczynne domknięcie klap w przypadku wykrycia dymu.

3.5 PARAMETRY UŻYTKOWE KLAP DYMOWYCH

3.5.1 W przedmiotowym budynku zastosowane będą klapy otwierane samoczynnie. Należy zastosować klapy dymowe zgodne z normą PN-EN 12101-2, o klasie funkcjonalności minimum B₃₀₀ 30 wg normy PN-EN 13501-4.

3.5.2 Obiekt znajduje się w strefie 3 obciążenia śniegiem wg PN-EN 1991-1-3, wartość charakterystycznego obciążenia śniegiem dla tej strefy wynosi 1,2 kN/m² (1200 Pa).

Wartość obliczeniowa obciążenia śniegiem wynosi:

$$S = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k = 0,8 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1200 = 768 \text{ Pa.}$$

Należy zastosować klapy oddymiające o klasie minimum SL 850.



3.6 POWIERZCHNIA CZYNNA I ROZMIESZCZENIE KLAP DYMOWYCH

3.6.1 Wymaganą minimalną powierzchnię czynną klap dymowych wyznaczono obliczeniowo w oparciu o metodologię podaną w normie NFPA 204: 2021. Po uwzględnieniu różnic w powierzchniach stref oraz odpowiedniego marginesu bezpieczeństwa przyjęto następujące minimalne powierzchnie czynne klap dymowych:

| Numer strefy dymowej | Minimalna wymagana powierzchnia czynna klap dymowych w strefie $A_v C_v$ | Powierzchnia strefy oddymiania | Minimalna ilość klap w strefie oddymiania |
|----------------------|--|--------------------------------|---|
| | [m ²] | [m ²] | [szt.] |
| SD-1 | 24,0 | 1 893 | 9 |
| SD-2 | 28,0 | 2 051 | 10 |

Powyższe wartości uwzględniają margines bezpieczeństwa w stosunku do wartości wyznaczonych obliczeniowo. Wobec powyższego dopuszcza się możliwość przejścia przez światło świetlika instalacji, rur i tras kablowych o ile ich łączna powierzchnia (w odniesieniu do przesłanianej klapy dymowej) nie przekracza 5% powierzchni czynnej takiej klapy.

3.6.2 Zgodnie z klauzulą 5.4.1.1 NFPA 204, maksymalna powierzchnia pojedynczej klapy nie powinna przekraczać wartości $2d^2$, gdzie d jest projektowaną głębokością warstwy dymu. Maksymalna powierzchnia jednej klapy wynosi 35,3 m² dla SD-1 i 21,8 m² dla SD-2.

3.6.3 Zgodnie z klauzulą 5.4.2 NFPA 204, maksymalny rozstaw osiowy klap (w rzucie poziomym) nie może przekraczać czterokrotności uśrednionej wysokości H . W projektowanej instalacji oddymiającej rozstaw osiowy klap nie powinien przekraczać 44,8 m dla SD-1 i 41,2 m dla SD-2.

3.6.4 Zgodnie z klauzulą 5.4.3 NFPA 204, maksymalna odległość (w rzucie poziomym) pomiędzy dowolnym punktem na ścianach zewnętrznych lub kurtynie dymowej, a środkiem najbliższej klapy dymowej nie może przekraczać $2.8H$.

3.6.5 Szczegółowe informacje dotyczące przyjętej ostatecznie ilości klap, ich rozmieszczenia oraz powierzchni czynnej muszą być przedstawione w dokumentacji wykonawczej dostarczanej przez dostawcę i wykonawcę instalacji.

3.6.6 Klapy dymowe należy lokalizować w odległości co najmniej 5 m od ścian oddzielenia przeciwpożarowego.



3.7 OTWORY DOLOTOWE

Dla przedmiotowej hali funkcję otworów dolotowych powietrza uzupełniającego pełnią bramy wjazdowe do każdej ze stref o wymiarach geometrycznych 5 m x 5 m.

Minimalna geometryczna powierzchnia napowietrzania wynosi odpowiednio 75 m² dla strefy SD-1, 50 m² dla strefy SD-2 (przy przyjęciu współczynnika aerodynamicznego dla bram równego $c_i=0,6$).

Przyjmuje się, iż sygnałem do otwarcia otworów dolotowych będzie sygnał potwierdzonego wykrycia pożaru w danej strefie dymowej. Należy przewidzieć odpowiednie zasilanie bram gwarantujące możliwość ich automatycznego otwarcia w przypadku uruchomienia klap dymowych w danej strefie.

Należy również zapewnić możliwość ręcznego otwarcia otworów dolotowych łącznie z kłapami dymowymi lub oddzielnie (np. brama z wewnętrznym łańcuchem ręcznego otwarcia).

| Strefa dymowa | Punkt napływu powietrza uzupełniającego | Minimalna powierzchnia geometryczna napowietrzania A_i (przy założeniu $C_i=0,6$ dla bram) | Sumaryczna minimalna powierzchnia czynna napowietrzania |
|---------------|---|---|---|
| - | - | [m ²] | [m ²] |
| SD-1 | Bramy wjazdowe w SD-1 (3 szt. 5,0m x 5,0m) | 3x25,0 = 75,0 | 45,0 |
| SD-2 | Bramy wjazdowe w SD-2 (2 szt. 5,0m x 5,0m) | 2x25,0 = 50,0 | 30,0 |



4.0 OBLICZENIOWA WERYFIKACJA PRZYJĘTEJ POWIERZCHNI CZYNNEJ KLAP

4.1. POŻAR PROJEKTOWY

W hali zaprojektowano instalację tryskaczową mającą za zadanie ograniczyć rozwój pożaru. Ponieważ nie można całkowicie wykluczyć, że z jakiegoś powodu instalacja tryskaczowa nie zdoła skutecznie ograniczyć rozwoju pożaru na jego wczesnym etapie - jakkolwiek prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest bardzo małe – do obliczeń przyjęto pożar projektowy odzwierciedlający przewidywaną moc pożaru w przypadku awarii instalacji tryskaczowej.

W przypadku poważnej awarii systemu instalacji tryskaczowej możliwy jest stopniowy rozwój pożaru ponad wielkości określone poniżej.

Założono stopniowy rozwój pożaru, gdzie moc pożaru rośnie zgodnie z krzywą $Q = \alpha t^2$. Do obliczeń w przedmiotowej przestrzeni, ze względu na składowanie odpadów o wysokiej gęstości obciążenia ogniowego do wysokości ok. 4 m (brak wysokiego składowania) przyjęto średnią prędkość rozwoju pożaru. Wartość współczynnika szybkości rozwoju pożaru α dla pożaru o średniej szybkości rozwoju pożaru wynosi $0,01172 \text{ kW/s}^2$.

W rozpatrywanym scenariuszu przewidującym zapalenie się odpadów składowanych na posadzce i awarię instalacji tryskaczowej, pożar będzie się rozwijał do momentu rozpoczęcia akcji gaśniczej. Jako przewidywany czas rozwoju pożaru przyjęto zatem $t = 900 \text{ sekund}$ (15 minut).

Moc całkowita pożaru o średniej szybkości rozwoju po czasie $t = 900\text{s}$ wynosi $Q = 9\,500 \text{ kW}$.

Na tej podstawie możemy wyliczyć moc konwekcyjną pożaru jako $Q_c = 0,7Q = 6\,650 \text{ kW}$.

4.2. ARKUSZE OBLICZEŃ WERYFIKUJĄCYCH

Arkusze obliczeń weryfikacyjnych powierzchni czynnej klap dymowych w poszczególnych strefach oddymiania stanowią załącznik do przedmiotowego opracowania (Załącznik B).

5.0 DODATKOWE INFORMACJE I ZALECENIA

- 5.1 Przewody zasilania CO_2 (rurki miedziane) należy mocować na podłożu ściany lub sufitu za pomocą uchwytów stalowych.
- 5.2 Dostawca systemu oddymiania musi dostarczyć dokumentację techniczno-ruchową określającą szczegółowo zasady obsługi oraz konserwacji systemu. Wykonawca systemu oddymiania musi przekazać certyfikaty i aprobaty dla wszystkich zastosowanych elementów systemu, a także protokoły z prób odbiorowych (przed przekazaniem systemu do eksploatacji). Bramy pełniące funkcję otworów napowietrzających należy oznakować od zewnątrz.
- 5.3 Instalacja oddymiająca w rozpatrywanym obiekcie powinna być wykonana ściśle według opisu zawartego w niniejszym opracowaniu. Wszelkie niezgodności i odstępstwa powinny być uzgodnione z projektantem budynku oraz autorem niniejszego opracowania.
Na etapie Projektu Wykonawczego Wykonawca jest zobowiązany przeprowadzić pełną koordynację wielobranżową wprowadzając odpowiednie zmiany w poszczególnych projektach.



ZAŁĄCZNIK A – LITERATURA

- [1] Skaźnik M., Zasady projektowania systemów usuwania ciepła i dymu z budynków – w oparciu o amerykański standard NFPA 204 – edycja 2002 r., Ochrona Przeciwpożarowa 2/02 i 1/03
- [2] Mizieliński B., Systemy oddymiania budynków, WNT, 1999
- [3] Minnesota State Building Code, 2003
- [4] H Morgan *et al.* Design methodologies for smoke and heat exhaust ventilation, BRE Publication 368, 1999



ZAŁĄCZNIK B – ARKUSZE OBLICZEŃ WERYFIKUJĄCYCH I WZORY**WERYFIKACJA SYSTEMU ODDYMIANIA BUDYNKU WG. NORMY NFPA 204: 2021 ver. 3.0**

| | | | |
|--------------|-----------------------|------------|------------|
| Obiekt | Hala sortowni odpadów | Data | 15/11/2023 |
| Adres | Młyny | Rewizja | 0.1 |
| Nr. projektu | 23-170 | Strona | 1 |
| Scenariusz | SD-1 | Opracowała | AK |

1. OPIS SCENARIUSZA

Hala sortowni odpadów - Pożar odpadów (awaria tryskaczy)
(pożar o średniej prędkości rozwoju, czas $t=900s$)

2. DANE WEJŚCIOWE

| | | | |
|-----------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| Temperatura otoczenia | $T_o = 20$ | $^{\circ}C = 293$ | K |
| Gęstość powietrza | $\rho_o = 1.2$ | kg/m^3 | |
| Wysokość pomieszczenia | $H = 11.2$ | m | (założona wartość średnia) |
| Szerokość rezerwuaru dymu | $B_1 = 76.3$ | m | |
| Długość rezerwuaru dymu | $B_2 = 24.8$ | m | |
| Pow. przestrzeni podachowej | $A_{res} = 1893$ | m^2 | |
| Wys. warstwy wolnej od dymu | $z_s = 7.0$ | m | |
| Wys. kurtyny dymowej | $d_c = 4.2$ | m | $\geq 0.2H$ |
| Całkowita moc pożaru | $Q = 9500$ | kW | |
| Konwekcyjna moc pożaru | $Q_c = 6650$ | kW | $A_f = 15.90$ m^2 |
| Średnica pożaru | $D = 4.50$ | m | $HRR = 597$ kW/m^2 |

3. PRZYJĘTA WENTYLACJA GRAWITACYJNA

| | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------|
| Pow. geometryczna klap | $A_v = 26.0$ | m^2 | |
| Pow. otworów dolotowych | $A_i = 75.0$ | m^2 | |
| | $C_i = 0.6$ | | |
| Wsp. aerodynamiczny klap | $C_v = 0.60$ | | $A_v/A_i = 0.35$ |
| Pow. czynna klap w strefie (min.) | $A_v C_v = 15.6$ | m^2 | $= 0.82\%$ przestrzeni podachowej |
| Pow. czynna otworów dolotowych | $A_i C_i = 45.0$ | m^2 | |
| Przyjęto powierzchnię czynną klap | $A_v C_v = 24.0$ | m^2 | $= 1.27\%$ przestrzeni podachowej |

4. OBLICZENIA

| | | | | |
|---------------------------------|----------------|-------------------|---------------|-----------|
| Średnia wysokość płomienia | $L = 4.58$ | m | $< Z_s$ | (9.2.3.1) |
| Wysokość źródła wirtualnego | $z_o = -1.35$ | m | | (9.2.3.2) |
| Masowy strumień dymu | $m_p = 58.7$ | kg/s | | (9.2.3.6) |
| Ciepło przekazane do w. gorącej | $K = 0.5$ | | | (9.2.4.4) |
| Temperatura warstwy gorącej | $T_s = 76$ | $^{\circ}C = 349$ | K | (9.2.4.3) |
| Wartości pomocnicze | $x_1 = 10.893$ | | $x_2 = 0.367$ | |

Ilość dymu usuwanego $m_v = 59.5$ kg/s **Wystarczająca** (9.2.4.1)



WERYFIKACJA SYSTEMU ODDYMIANIA BUDYNKU WG. NORMY NFPA 204: 2021 ver. 3.0

| | | | |
|--------------|-----------------------|------------|------------|
| Obiekt | Hala sortowni odpadów | Data | 15/11/2023 |
| Adres | Młyny | Rewizja | 0.1 |
| Nr. projektu | 23-170 | Strona | 2 |
| Scenariusz | SD-2 | Opracowała | AK |

1. OPIS SCENARIUSZA

Hala sortowni odpadów - Pożar odpadów (awaria tryskaczy)
(pożar o średniej prędkości rozwoju, czas $t=900s$)

2. DANE WEJŚCIOWE

| | | | |
|-----------------------------|------------------|-------------------|----------------------------|
| Temperatura otoczenia | $T_o = 20$ | $^{\circ}C = 293$ | K |
| Gęstość powietrza | $\rho_o = 1.2$ | kg/m^3 | |
| Wysokość pomieszczenia | $H = 10.3$ | m | (założona wartość średnia) |
| Szerokość rezerwuaru dymu | $B_1 = 76.3$ | m | |
| Długość rezerwuaru dymu | $B_2 = 26.9$ | m | |
| Pow. przestrzeni podachowej | $A_{res} = 2051$ | m^2 | |
| Wys. warstwy wolnej od dymu | $z_s = 7.0$ | m | |
| Wys. kurtyny dymowej | $d_c = 3.3$ | m | $\geq 0.2H$ |
| Całkowita moc pożaru | $Q = 9500$ | kW | |
| Konwekcyjna moc pożaru | $Q_c = 6650$ | kW | $A_r = 15.90$ m^2 |
| Średnica pożaru | $D = 4.50$ | m | $HRR = 597$ kW/m^2 |

3. PRZYJĘTA WENTYLACJA GRAWITACYJNA

| | | | |
|-----------------------------------|------------------|-------|-----------------------------------|
| Pow. geometryczna klap | $A_v = 32.0$ | m^2 | |
| Pow. otworów dolotowych | $A_i = 50.0$ | m^2 | |
| | $C_i = 0.6$ | | |
| Wsp. aerodynamiczny klap | $C_v = 0.60$ | | $A_v/A_i = 0.64$ |
| Pow. czynna klap w strefie (min.) | $A_v C_v = 19.2$ | m^2 | $= 0.94\%$ przestrzeni podachowej |
| Pow. czynna otworów dolotowych | $A_i C_i = 30.0$ | m^2 | |
| Przyjęto powierzchnię czynną klap | $A_v C_v = 28.0$ | m^2 | $= 1.37\%$ przestrzeni podachowej |

4. OBLICZENIA

| | | | | |
|---------------------------------|---------------|-------------------|---------------|-----------|
| Średnia wysokość płomienia | $L = 4.58$ | m | $< z_s$ | (9.2.3.1) |
| Wysokość źródła wirtualnego | $z_o = -1.35$ | m | | (9.2.3.2) |
| Masowy strumień dymu | $m_p = 58.7$ | kg/s | | (9.2.3.6) |
| Ciepło przekazane do w. gorącej | $K = 0.5$ | | | (9.2.4.4) |
| Temperatura warstwy gorącej | $T_s = 76$ | $^{\circ}C = 349$ | K | (9.2.4.3) |
| Wartości pomocnicze | $x_1 = 9.656$ | | $x_2 = 0.367$ | |

Ilość dymu usuwanego $m_v = 58.7$ kg/s **Wystarczająca** (9.2.4.1)



WERYFIKACJA SYSTEMU ODDYMIANIA BUDYNKU WG. NORMY NFPA 204: 2021 ver. 3.0



| | | | |
|--------------|-------|-----------|----|
| Obiekt | | Data | |
| Adres | | Rewzja | |
| Nr. projektu | | Strona | 3 |
| Scenariusz | Wzory | Opracował | AK |

5. WZORY UŻYTE W OBLICZENIACH

Nr wzoru

Średnia wysokość płomienia

(9.2.3.1)

$$L = 0.235 Q^{2/5} - 1.02D$$

Wysokość źródła wirtualnego

(9.2.3.2)

$$z_o = 0.083 Q^{2/5} - 1.02D$$

Masowy strumień dymu dla $L < Z_s$

(9.2.3.6)

$$m_p = [0.71 Q_c^{1/3} (z_s - z_o)^{5/3}] [1 + 0.27 Q_c^{2/3} (z_s - z_o)^{-5/3}]$$

Masowy strumień dymu dla $L \geq Z_s$

(9.2.3.7)

$$m_p = (0.0056Q) z_s / L$$

Temperatura warstwy gorącej

(9.2.4.3)

$$T_s = T_o + K Q_c / c_p m_p$$

Ilość dymu usuwanego przez klapy dymowe

(9.2.4.1)

$$m_p = \frac{C_v A_v}{\sqrt{1 + \frac{C_v^2 A_v^2}{C_i^2 A_i^2} \left(\frac{T_o}{T} \right)}} \sqrt{2 \rho_0^2 g d} \sqrt{\frac{T_o (T - T_o)}{T^2}}$$



ZAŁĄCZNIK C – RYS. SCHEMAT PODZIAŁU STREF ODDYMIANIA

