

SZKOLENIE DLA RZECZOZNAWCÓW DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ PRZECIWOPOŻAROWYCH

Ochrona przeciwpożarowa budynków -wybrane problemy dotyczące bezpieczeństwa pożarowego budynków produkcyjno-magazynowych oraz wykorzystanie narzędzi inżynierii bezpieczeństwa pożarowego przy projektowaniu rozwiązań ponadstandardowych

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach produkcyjno-magazynowych na podstawie polskiej normy i standardu NFPA 204. Ocena poprawności rozwiązań projektowych przed uzgodnieniem przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych

- Rzeczoznawca ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych
- Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa
- Członek Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa, Członek Stowarzyszenia Inżynierów Bezpieczeństwa Pożarowego (SFPE - The Society of Fire Protection Engineers - Oddział Polska)
- Biegły Sądowy z Zakresu Pożarnictwa
- b. Wykładowca Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach
- **bryg w st. spocz. mgr inż. Ryszard Stępkowski**

ExpErt Biuro Techniczne Ochrony Przeciwpożarowej

Rok założenia 1995 25-363 Kielce, ul. Wesola 51 lok. 614 VI p
tel. 509-339-019; fax 41/34-70-144; e-mail: expertpoz@op.pl
www.pozarnictwo.com.pl

**Centrum Konferencyjne
Targi Kielce S.A.
Kielce, ul. Zakładowa 1**

Organizator:

**Ośrodek Szkolenia Komendy Wojewódzkiej
PSP w Kielcach**

Kielce 8.06.2018r.

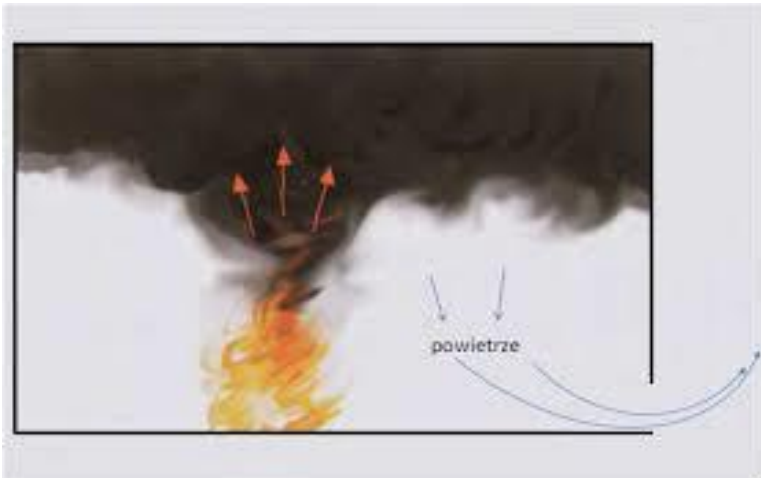
Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Oddymianie - usuwanie dymu i gazów pożarowych z obszarów istotnych z uwagi na bezpieczeństwa ludzi (drogi ewakuacyjne) lub z powodów wymagań przepisów techniczno-budowlanych. Rodzaje oddymiania:

1. Naturalna – grawitacyjna (wykorzystanie różnicy gęstości dymu i powietrza otaczającego w wyniku różnych temperatur – konwekcja swobodna o silnej zależności od różnicy temperatury dym-powietrze otaczające i zw. z tym zmiany gęstości

„ ρ ” ($\frac{dm}{dv} = \rho$) [układu dym-powietrze]

2. Mechaniczna podciśnieniowa – wyciąg mechaniczny wentylatorem poprzez kanały oddymiające lub pionowe szachty w przypadku wentylacji strumieniowej (działanie praktycznie niezależne od temperatury dymu)



Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Negatywne skutki zadymienia

Dym zawiera toksyczne produkty rozkładu (CO, CO₂, Nox itp. trujące dla ludzi zw. chemiczne)

Ilość produktów spalania w m³ z 1 kg spalonego materiału

drewno 5,0 m³, karton, papier 4,2 m³, bawełna 4,5 m³

w pożarze w I fazie spala się ok. 100-200kg materiałów; co daje ok. 450,0 – 900,0 m³ dymu; dla drogi ewakuacyjnej – korytarza o wysokości 3,0m i szerokości 1,5m może to spowodować zadymienie prawie 100,0-200,0m korytarza ewakuacyjnego – co jest problemem. W halach PM 1-kon. nie stanowi to w tym czasie zagrożenia z uwagi na wysokość

Brak lub ograniczona widoczność

Już po 3-4 minutach od powstania pożaru w dym potrafi wypełnić korytarz, a wynika to z faktu, że rozprzestrzenia się bardzo szybko po drogach poziomych (30—60 m/min) i pionowych (200—300 m/min)

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Wymagania projektowe dla wentylacji oddymiającej zostały sformułowane w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 12. 04. 2002 r., w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002r. nr 17, poz. 690 ze zm.)

- § 270.1. Instalacja wentylacji oddymiającej powinna:
- 1) usuwać dym z intensywnością zapewniającą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi na chronionych przejściach i drogach ewakuacyjnych, nie wystąpi zadymienie lub temperatura uniemożliwiająca bezpieczną ewakuację,
- 2) mieć stały dopływ powietrza zewnętrznego uzupełniającego braki tego powietrza w wyniku jego wypływu wraz z dymem.

Czy te wymagania dotyczą oddymiania grawitacyjnego

❖ w budynkach PM NIE !!!

☐ w budynkach ZL TAK – bo usuwamy dym z dróg ewakuacyjnych

Zgodnie z WT i PN-B-02877-4 klapy dymowe do usuwania dymu nie są instalacją oddymiającą tylko urządzeniem; instalacja zawiera elementy liniowe do transportu mediów (dym)

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Rodzaje urządzeń do grawitacyjnego usuwania dymu (wentylacja naturalna z wykorzystaniem konwekcji swobodnej)

- klapy oddymiające (dymowe); max dopuszczony wymiar klapy to 3x3m z powodów możliwości badawczych; większe klapy powinny być przebadana wg opracowanej procedury przez uprawniona jednostkę badawczą, **Cv klap - od 0,4, do 0,85**
- okna oddymiające (w ścianach zewnętrznych); współczynnik Cv określany jest wg PN-EN12101-2 bez wiatru bocznego, Cv okien - od 0,55-0,8; **oznacza to iż okno nie będzie spełniać swojej funkcji w sytuacji wiatru z kierunku 45° lub 180°**
- żaluzje z listwami otwieranymi pod kątem lub mniejszym do kierunku przepływu dymu lub powietrza uzupełniającego, Cv 0,55; pod kątem 45 st. Cv-0,25
- klapy odpadające, pozostaje wolny otwór
dopuszczona (na razie) tylko w USA; Cv - 0,55

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Sposób dostarczenia powietrza uzupełniającego (zastępującego) dla oddymiania grawitacyjnego

wg PN zgodnie z pkt. 6

- W celu zapewnienia pełnego wykorzystania powierzchni czynnej klap dymowych należy przewidzieć odpowiednią liczbę otworów przez które przedostaje się powietrze uzupełniające, umiejscowionych w dolnych częściach pomieszczenia.
- Geometryczna powierzchnia otworów wlotowych powietrza powinna być co najmniej o 30% większa niż suma powierzchni wszystkich klap dymowych w odniesieniu do powierzchni przestrzeni poddachowej wydzielonej kurtynami dymowymi (A_R) dachu o największej czynnej powierzchni zainstalowanych klap. Możliwe jest tu wliczenie okien w dolnej części pomieszczenia oraz drzwi, które w przypadku pożaru dadzą się otworzyć od zewnątrz.

Z zapisu wynika, że powietrze uzupełniające powinno napływać tylko grawitacyjnie przez otwory w ścianach (bramy, drzwi, okna, żaluzje) ; powierzchnia otworów napływu powietrza co najmniej 130% pow. geometrycznej klap dymowych

Norma nic nie mówi na temat hydraulicznego współczynnika wypływu C_v

dla otworów napływu powietrza uzupełniającego – można posłużyć się normą NFPA204: Edycja 2012 tabela 9.2.4.2 gdzie mamy C_v dla niektórych otworów

❖ napływ powietrza mechaniczny można zastosować w wyjątkowej sytuacji na podstawie analizy inżynierskiej, np. po wykonaniu symulacji komputerowej

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Filmy obrazujące działanie oddymiania grawitacyjnego – badania w belgijskim ośrodku szkoleniowym dla służb ratowniczych – miejscowość Zedelgen k/Brugii (Flandria); ośrodek został wyposażony w urządzenia do grawitacyjnego oddymiania przez polską firmę MERCOR

1. Badanie oddymiania dla przypadku otwierania się klap pojedynczo w wyniku działania termowyzwalacza TZW klapy bez zapewnienia jednoczesnego otwarcia otworów do napływu powietrza uzupełniającego



MERCOR badanie oddymiania (Test 1).mp4

2. Badanie jw. dla przypadku jednoczesnego otwarcia wszystkich klap dymowych w jednej strefie dymowej i otwarcia otworów napływu powietrza uzupełniającego ze zwłoka czasową



MERCOR badanie oddymiania (Test 2).mp4

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Tabela 9.2.4.2 Domyślne współczynniki wypływu dla klap dymowych i wlotów

Typ klapy dymowej lub wlotu	Współczynnik wypływu [(d,v) i (d,i)]
Z żaluzjami, łopatki pod kątem 90 stopni do przepływu powietrza Z elementem uchylnym lub dwoma elementami uchylnymi otwieranym/-i pod kątem co najmniej 55 stopni Klapa opadająca pozostawiająca wolny otwór	0,55
Z elementem uchylnym lub dwoma elementami uchylnymi otwieranym/-i pod kątem co najmniej 30 stopni	0,35
Nieruchoma żaluzja z łopatkami ustawionymi pod kątem 45 stopni	0,25

9.2.4.2* Dla użytych klap dymowych oraz wlotów należy zastosować współczynniki wypływu dostarczone przez producenta klapy dymowej lub wlotu.

Jeżeli nie są dostępne żadne dane, współczynnik wypływu należy odczytać z Tabeli 9.2.4.2, chyba że projektant dostarczy dopuszczalne dla uprawnionych urzędów – w Polsce analizy lub dane uzasadniające zastosowanie innych wartości.

Można stosować dane publikowane w fachowych artykułach lub innych normach

Praktyka projektowa uznana przez rzeczoznawców i komendy straży pożarnej to 100% pow. geometrycznej otwartych drzwi pod kątem 90 stopni – tymczasem normy NFPA i BS podają iż należy przyjąć 0,55-0,6

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Sposób dostarczenia powietrza uzupełniającego (zastępującego) dla oddymiania grawitacyjnego

wg NFPA

NFPA 204 - powierzchnia otworów wlotowych powinna być tak dobrana aby prędkość powietrza wlotowego nie przekraczała 1,02m/s; obliczenia powinny uwzględniać zależność $CvAv$

A.6.6.3 Prędkość powietrza wlotowego powinna zostać ograniczona z trzech powodów:

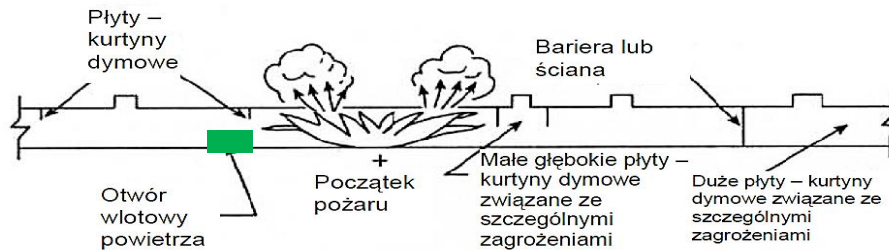
1. w celu uniknięcia zaburzenia słupa dymu oraz spowodowania zbyt intensywnego wnikania powietrza,
2. w celu ograniczenia stopnia dekompresji przestrzeni i jej wpływu na otwieranie się na otwieranie się i zamykanie drzwi,
3. w celu uniknięcia sytuacji, w której doprowadzane powietrze utrudnia ewakuację osób przebywających w budynku.

NFPA 92B, Standard for Smoke Management Systems in Malls, Atria and Large Spaces, ustala limit 200 stóp/min (1,02 m/s) w celu zminimalizowania zaburzeń słupa dymu powodujących większe od przewidywanego wnikanie powietrza.

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Wymaganą powierzchnię klap dymowych oraz powierzchnie wlotów (otworów napływu powietrza uzupełniającego) należy obliczyć poprzez zrównanie masowego natężenia przepływu w słupie dymu (\dot{m}_p – kg/s) oraz masowego natężenia przepływu przez wszystkie klapy w strefie dymowej (\dot{m}_v)

$\dot{m}_p = \dot{m}_v$ tj. 1:1



Schemat oddymiania grawitacyjnego wg NFPA ze wskazaną lokalizacją otworu napływu powietrza uzupełniającego
■ - otwór wlotowy powietrza uzupełniającego

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4

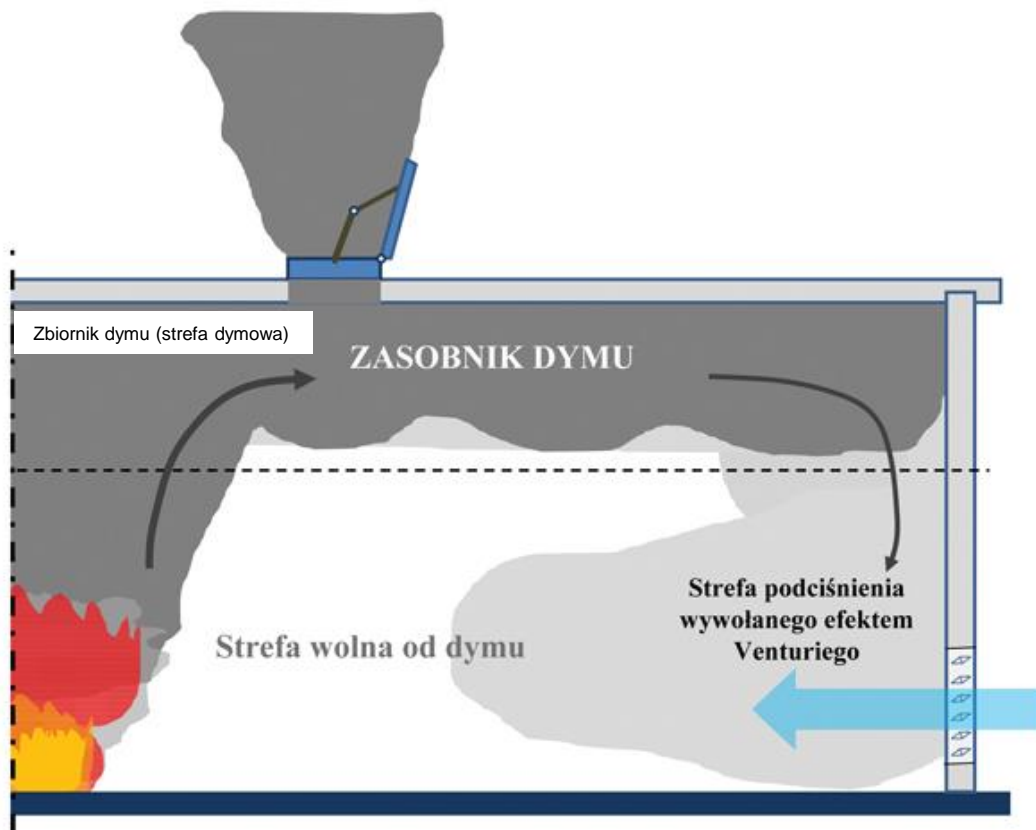
Zakres normy – w normie określono zasady obliczania powierzchni klap dymowych oraz ich rozmieszczenia w dachach budynków 1-kondygnacyjnych i na najwyższych kondygnacjach budynków wielokondygnacyjnych.

Ważne: Powierzchnię czynną klap dymowych A_{cz} , z rozpatrywanego pomieszczenia, oblicza się w zależności od pożądanej wysokości warstwy wolnej od dymu „d” oraz od grupy projektowej „GP”, określonej dla danego pomieszczenia (inaczej dla produkcji i inaczej dla magazynów PM)

Kolejność postępowania

1. Ustalić cel stosowania oddymiania: w przykładzie obniżenie klasy odporności pożarowej, powiększenie powierzchni strefy pożarowej, ochrona magazynowego towaru przed całkowitym zniszczeniem, ułatwienie działań przez jednostki ratownicze straży pożarnej,
2. Ustalić pow. przestrzeni poddachowej i podzielić na strefy dymowe (max. pow. strefy 2600m²); dla $Q_d > 500 \text{ MJ/m}^2$ zalecana pow. to 1600m²
3. Określić parametr „d” w zależności od wysokości w świetle (!!!) budynku i wysokości składowania (należy przewidzieć strefę separacyjną pomiędzy górną pow. materiałów palnych a projektową dolną płaszczyzną warstwy dymu)
4. Przyjąć „h” kurtyny z powiększyć o 0,1m (zalecane; zab. przed przepływem dymu)
5. Ustalić grupę projektową GP (odrębna metodologia dla przestrzeni produkcyjnych i odrębna dla pomieszczeń magazynowych (pkt. 2.4 PN)
 - ✓ magazyn – na podstawie okresu rozwoju pożaru t_r
 - ✓ produkcja – na podstawie wartości większej z dwóch:
 - przewidywanego okresu rozwoju pożaru t_r
 - całkowitego czasu ewakuacji t_{ce}

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4



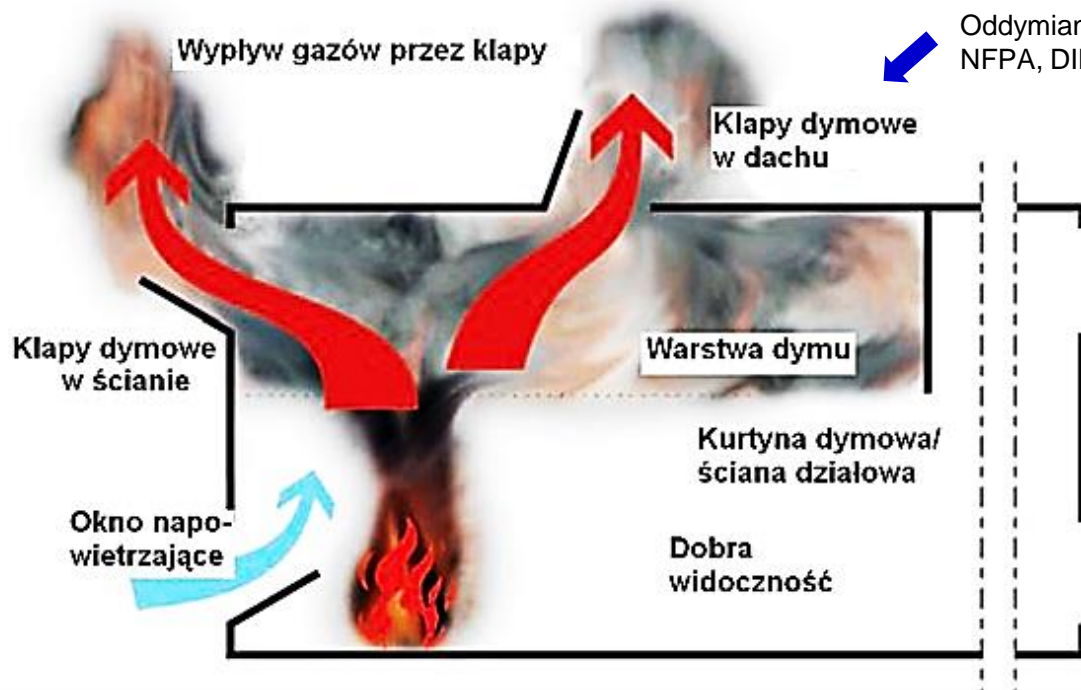
Schemat oddymiania grawitacyjnego

Napływ powietrza uzupełniającego

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4

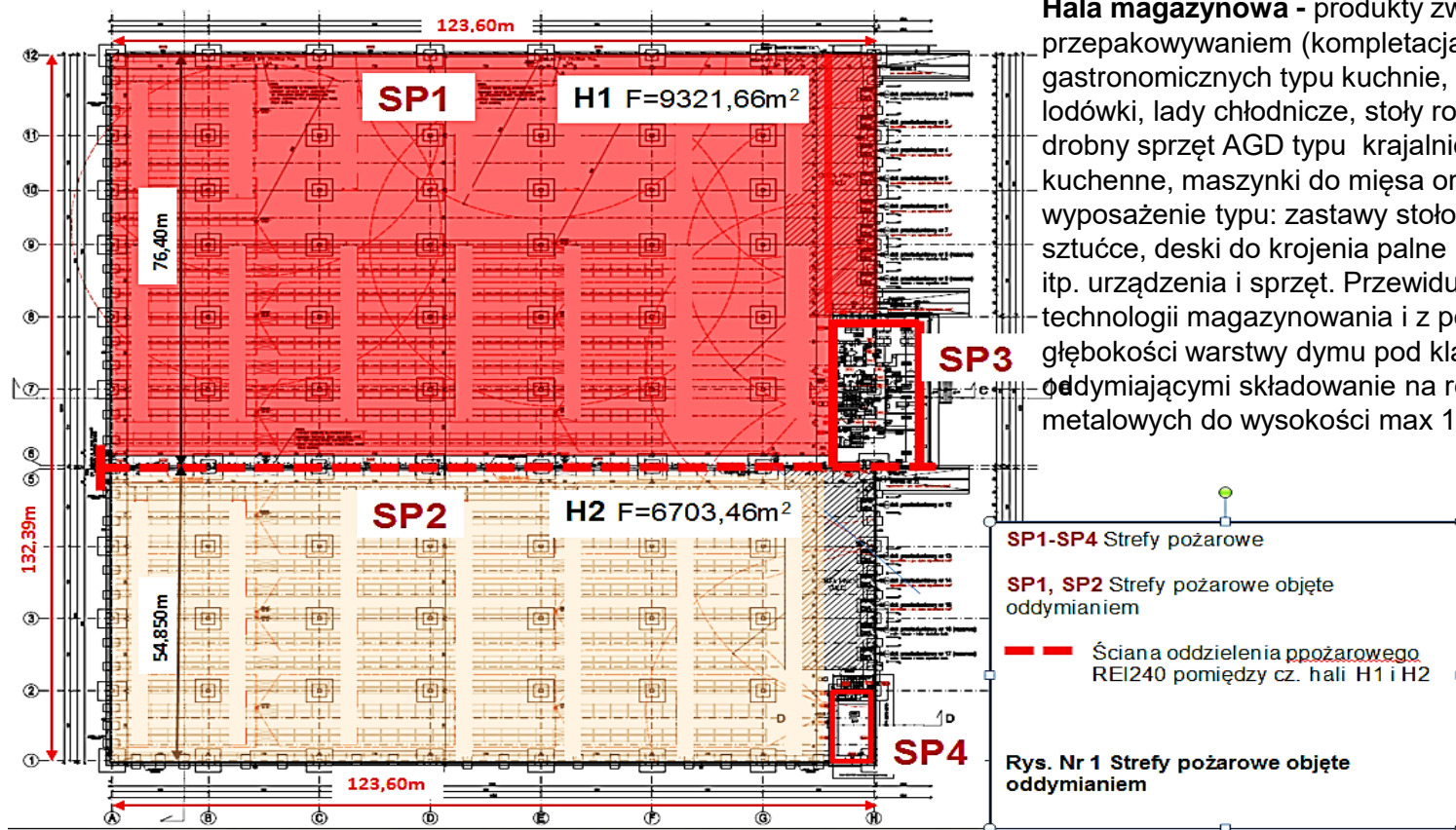
Schemat oddymiania grawitacyjnego z możliwym sposobem rozmieszczenia otworów wylotowych dymu i otworów napływu powietrza uzupełniającego

Oddymianie w NFPA, VdS, BS



Oddymianie wg PN, NFPA, DIN, VdS, BS

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład



Hala magazynowa - produkty związane z przepakowywaniem (kompletacją) urządzeń gastronomicznych typu kuchnie, zmywarki, lodówki, lamy chłodnicze, stoły robocze, drobny sprzęt AGD typu krawalnice, roboty kuchenne, maszynki do mięsa oraz drobne wyposażenie typu: zastawy stołowe, sztucce, deski do krojenia palne i nie palne itp. urządzenia i sprzęt. Przewiduje się wg technologii magazynowania i z powodu głębokości warstwy dymu pod klapami oddymiającymi składowanie na regałach metalowych do wysokości max 11,8m

Budynek logistyczny składa się z 2 cz. H1 i H2. Dla potrzeb przykładu obliczeniowego zostanie wykorzystana cz. H1. Hala bez tryskaczy (1-kon.; Qd - 1834,21 MJ/m²)

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład

Opis przestrzeni magazynowej

Pojedyncza jednostka magazynowa to europaleta lub 1 sztuka - maszyna lub urządzenie. Hale magazynowa H1 i H2 zostały zaprojektowane jako jednoprzestrzenne. Praca w magazynie będzie odbywała się okresowo (załadunek, rozładunek, kompletacja załadunków). Materiały palne, które będą używane i składowane w hali H1 i H2: opakowania z Poliamidu i HDPE, tworzywa plastyczne w wiązkach kablowych (w urządzeniach), palety drewniane, karton.

Wysokość hali H1 dla celów oddymiania 14,9m – od poziomu posadzki do pokrycia dachu jednospadowego o nachyleniu < 3%).

Przewidywana gęstość obciążenia ogniowego Q_d w hali magazynowej H1 (odrębna strefa pożarowa - **1834,21 MJ/m²** (na podstawie szacowania wg PN – zgodnie z projektem).

Założenia dla grawitacyjnego systemu oddymiania

- system oddymiania uruchamiany samoczynnie
- sterowanie z systemu sygnalizacji pożaru poprzez centralę oddymiania; system pneumatyczny z centralnym zbiornikiem gazu roboczego; wszystkie kłapy dymowe otwierają się jednocześnie w jednej strefie dymowej
- **maksymalna wysokość składowania towarów na regałach**, po uwzględnieniu strefy separacyjnej (przyjęto min. 0,5m) pomiędzy warstwą dymu a powierzchnią materiału palnego składowanego na najwyższym poziomie – **nie większa niż 11,8m**
- przyjęto kłapy dymowe z podstawą prostą o wysokości 750mm D+H DymKlap z owiewkami o wymiarach 150x250 i $cv=0,68$; pow. czynna oddymiania 2,49m²; kłapa dwuskrzydłowa z pokryciem spełniającym wymaganie $B_{ROOF}(t1)$ **ważne gdy kłapy mają pow. > 20% dachu WT!**

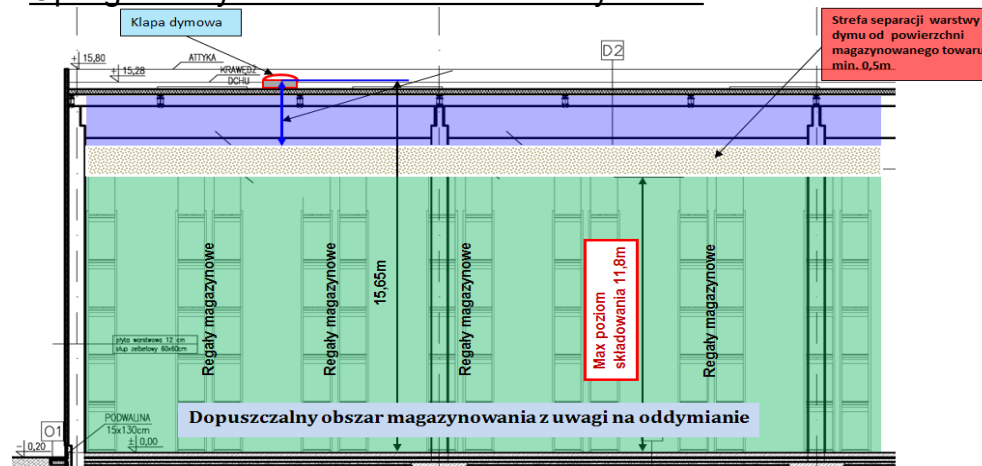
Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład

Parametry i ilość materiałów palnych w H1:

- folia PE (opakowania sprzętu AGD) 20.000,0kg; ciepło spalania $q_c=42\text{MJ/kg}$
- tektura, karton, papier 100.000,0kg; ciepło spalania $q_c=16\text{MJ/kg}$
- palety drewniane 550.000,0kg; ciepło spalania $q_c=16\text{MJ/kg}$
- tworzywa w wiązkach kablowych 40.000,0kg; ciepło spalania $q_c=35\text{MJ/kg}$ (przyjęto)

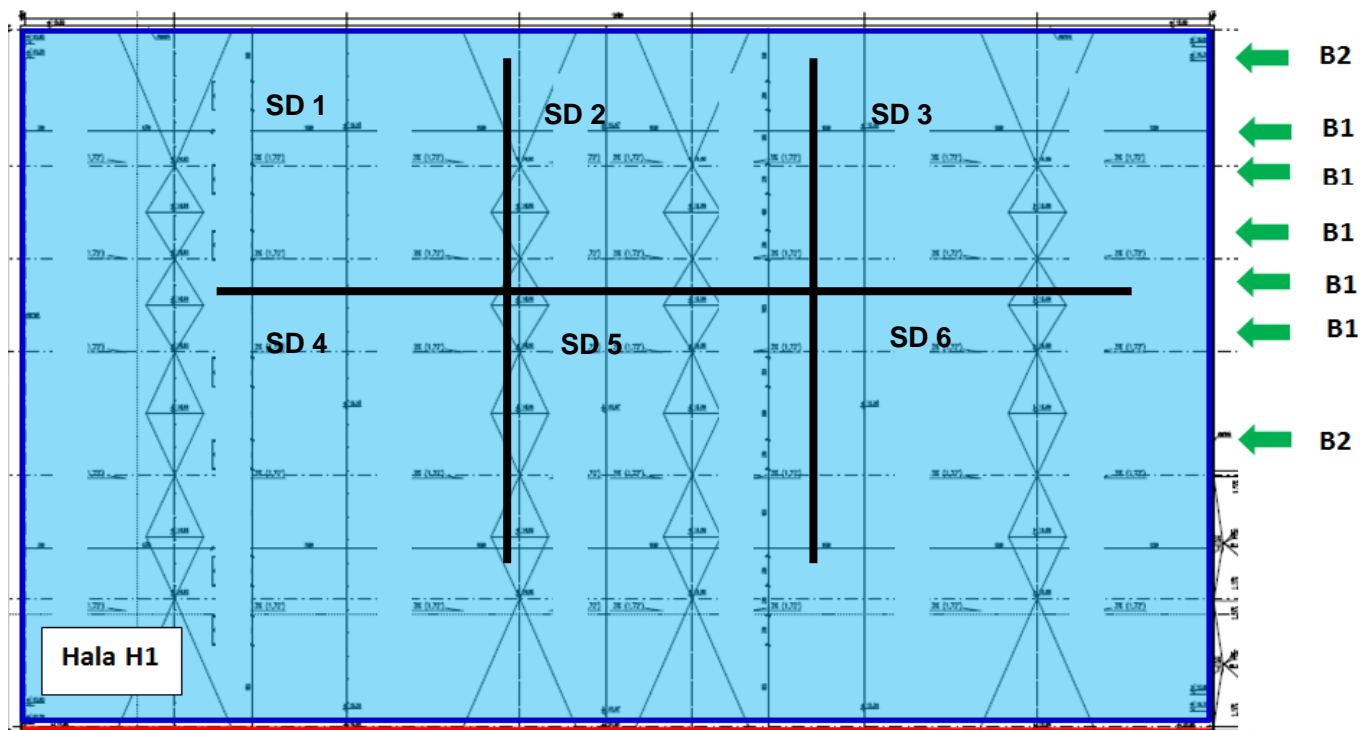
$Q_d= 1834,21 \text{ MJ/m}^2$ (obliczone)

Opis graficzny hali H1 w kontekście oddymiania



Przekrój A-A (fragment) przez halę H1. Schemat dot. każdej strefy SD

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład



dla potrzeb przykładowo założono, że każda strefa SD ma powierzchnię $F=1554\text{m}^2$

Proponowane klapy:

Kłapa dymowa dwuskrzydłowa 150x250 z napędem pneumatycznym; $c_v=0,68$
pow. geometryczna klapy 3,75m²; pow. czynna klapy 2,49m²;
napływ powietrza uzupełniającego dla oddymiania – przez bramy B1 i B2

Dla Stref 1-6 5 szt. bram B1 o wym. 300x250 i 2 szt. bram B2 o wym. 300x400

✓ dla bram do napływu powietrza uzupełniającego przyjęto współczynnik $c_v=0,6$

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład

[Oszacowanie pow. czynnej klap dymowych Acz](#) (dla pow. SD wg przykładu do 1600m²)

1. Ustalamy pożądaną wysokość warstwy wolnej od dymu „d”; $d=H-h_k$ gdzie:

d - pożądana wysokość warstwy wolnej od dymu, w metrach

H - wysokość pomieszczenia, w metrach

h_k wysokość kurtyny dymowej, w metrach.

Norma PN zaleca aby „d” wynosiło od 0,5 H do 0,9 H; min. 2,5m. Należy dodać warstwę separacyjną pom. składowanym materiałem palnym i wirtualną płaszczyznę dymu min. 0,5m (zalecany 1,0m) +0,1m na zabezpieczenie przed przepływem dymu pod kurtyną – **co daje min. 3,1m dla obszarów PM**

2. Szacujemy obliczeniowy czas oddymiania t_o - równy okresowi rozwoju pożaru t_r

t_r zależy od rodzaju składowanego materiału „M” i rodzaju opakowań „OP” oraz czasu alarmowania t_1 i czasu dojazdu straży t_2 (dla przykładu $t_1=0$ min i $t_2=15$ min tj. $t_o=15$ min)

Rodzaj materiału	Sposób opakowania		
	Op1	Op2	Op3
	Przewidywana szybkość rozprzestrzeniania się pożaru P_{rp}		
M1	szczególnie mała	średnia	szczególnie duża
M2	średnia	średnia	szczególnie duża
M3	średnia	średnia	szczególnie duża
M4	szczególnie duża	szczególnie duża	szczególnie duża

**gdy w bud. jest SSP to $t_1=0$
Na dojazd straży pożarnej należy
przyjmować od 5 do 20min
PN uzależnia czas od warunków
korzystnych, niekorzystnych i nadzwyczaj
niekorzystnych – brak wyjaśnienia
(przykładów); wydaje się że kryterium
powinien być czas dojazdu**

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład

3. Ustalamy grupę projektową GP – GP4

Czas t_0 (min)	Grupy projektowe GP		
	Szybkość rozprzestrzeniania się pożaru		
	szczególnie mała	średnia	szczególnie duża
≤ 15	3	4	5

4. Obliczamy powierzchnię czynną klap dymowych $A_{cz} = \alpha A_R$ gdzie:

A_{cz} - wymagana pow. czynna klap dymowych [m²], A_R – pow. przestrzeni poddachowej [m²], α - wskaźnik udziału procentowego, w procentach

5. Wskaźnik udziału procentowego powierzchni czynnej klap dymowych „ α ” dla magazynów wysokiego składowania α , wg PN nie mniej niż 3%

Wg przykładu $\alpha = 14,0 - 3,1 = 11,8m$ $3,1/14,9 = 0,20$ tj. 0,8H; dla 0,8H i GP4 $\alpha = 2,6\%$ - należy przyjąć 3% wg pkt. 4.6 PN $A_{cz} = 1554 \times 3\% (0,03) = 46,62m^2$

(dla jednej strefy dymowej; dla przyjętej klapy D+H o pow. $A_{cz} = 2,49m^2$ - daje to 19 klap)

❖ Łącznie dla hali H1 z 6 strefami dymowymi mamy $A_{cz} = 279,72m^2$ i 114 klap !

dla klap D+H o $c_v = 0,68$ pow. geometryczna wynosi $68,6m^2$

pow. otworów napływu powietrza uzupełniającego $F = 1,3 \times A_g = 68,6 \times 1,3 = \underline{89,18m^2}$

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg PN-B-02877-4 - przykład

Ważne: jeżeli w strefie są tryskacze to należy ustalić jak będą otwierać się kłapy przy sterowaniu z SSP – projektować zwłokę czasową

- przy wyzwalaczach termicznych na klapach – temperatura zadziałania wyzwalacza (zalecana przez literaturę) wyższa o co najmniej 40-60st. C (są też badania nie potwierdzające tej zależności - NIST 6196-1 Sprinkler, Smoke & Heat Vent, Draft Curtain Interaction -- Large Scale Experiments and Model Developme -1998. Podczas tego badania wykonano 39 testów)

Pkt.3.1.1 Wymagania ogólne (PN)

- ❖ Kłapy dymowe należy rozmieszczać równomiernie w obrębie danej przestrzeni poddachowej. Jeżeli w pomieszczeniu są materiały różniące się szybkością i intensywnością spalania, wówczas kłapy mogą być rozmieszczone nierównomiernie. Należy jednak przy tym tak rozmieścić kłapy, aby we wszystkich obszarach przestrzeni poddachowej powierzchnia zainstalowanych kłap wynikała z warunku $d_{min} = 0,5 H \geq 2,5 \text{ m}$
- ❖ Jeżeli w obrębie danej przestrzeni poddachowej materiały palne skoncentrowano na małej powierzchni, to w takim przypadku kłapy powinny być umieszczone wyłącznie nad tą powierzchnią

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Zakres obowiązywania normy NFPA 204

Pkt. 1.1.1 Niniejsza norma obowiązuje w przypadku projektowania stosowanych w sytuacjach kryzysowych systemów usuwania produktów spalania pochodzących z pożarów w budynkach.

Postanowienia Rozdziału 4-10 obowiązują w projektowaniu systemów usuwania produktów spalania z pożarów w jednokondygnacyjnych budynkach bez instalacji tryskaczowych opartych zarówno na obliczeniach ręcznych, jak i komputerowych metodach rozwiązywania

Rozdział 11 obowiązuje w przypadku budynków z instalacjami tryskaczowymi

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Metodologia postępowania

1. Przyjąć cel stosowania oddymiania: w przykładzie obniżenie klasy odporności pożarowej, powiększenie powierzchni strefy pożarowej, ochrona magazynowego towaru przed całkowitym zniszczeniem, ułatwienie działań dla straży pożarnej,

2. Przyjąć odpowiedni scenariusz pożarowy do obliczeń parametrów oddymiania: dla przykładu - **pożar na najniższym poziomie składowania regałowego w magazynie. Pożar stale rozwijający się do czasu rozpoczęcia akcji gaszenia przez straż pożarną**

3. Założyć typ klapy dymowych, wysokość podstawy klapy (wpływa na H do obliczenia wymiaru liniowego strefy dymowej), $cv=0,68$ i pow. czynna oddymiania $2,49m^2$ – w przykładzie kłapa D+H dwuskrzydłowa z pokryciem $B_{ROOF}(t1)$ o h podstawy 75cm

Uwaga: norma NFPA zaleca aby pojedyncza kłapa dymowa posiadała powierzchnię czynną oddymiania do $2,0m^2$. W przykładzie przyjęto dla potrzeb projektowych - z uwagi na konstrukcję dachu klapy o powierzchni czynnej oddymiania $Acz=2,49m^2$

4. Obliczyć pow. strefy dymowej jako 8-krotność wysokości hali określanej dla potrzeb oddymiania wg NFPA liczonej od posadzki do osi obrotu klapy dymowej; w przykładzie $H=14,9m$ (wys. hali)+ $0,75m$ (wys. podstawy klapy)= $15,65m$; max. liniowy wymiar strefy $L_{SD}=15,65 \times 8=125,2m$,

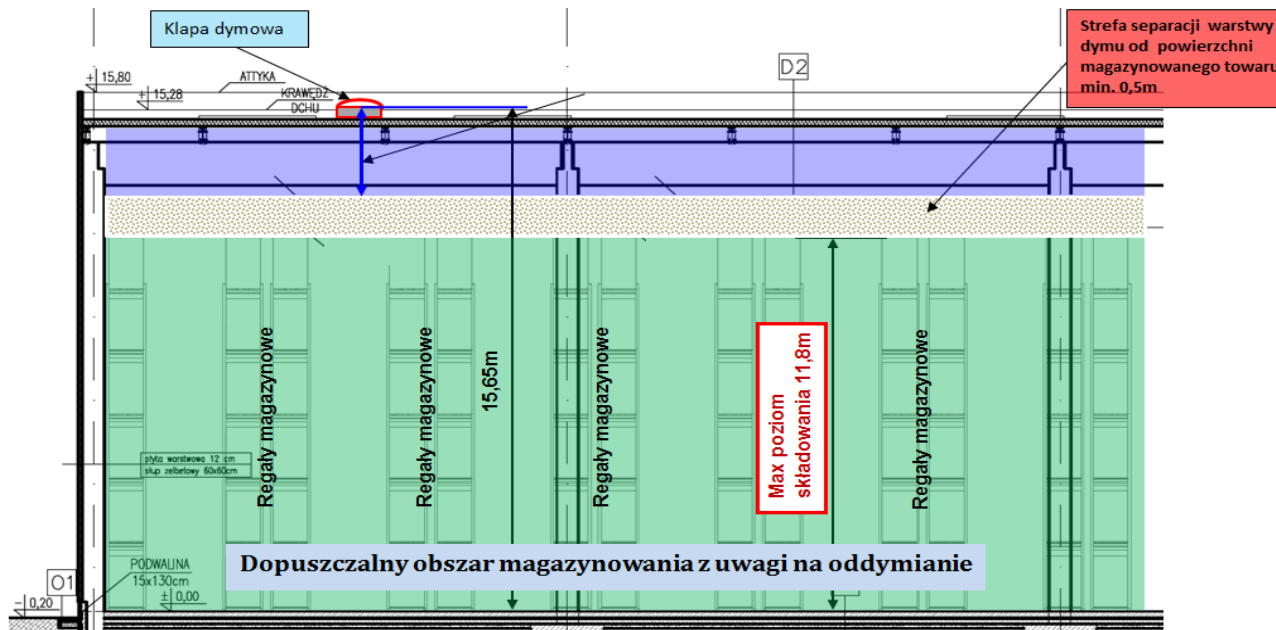
- max. pow. strefy dymowej wg normy NFPA204 $SD_{max}=125,2 \times 125,2=15.675,04m^2$

- przyjęta powierzchnia strefy dymowej **SD-1=9321,66m²** (rzeczywista wielkość hali H1)

Brak konieczności stosowania kurtyn dymowych

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Strefa dymowa SD1 oraz obszar magazynowania w przekroju



Przekrój A-A (fragment) przez halę H1. Schemat dot. każdej strefy SD

Wysokość podstawy warstwy dymu 12,3m; grubość warstwy dymu 3,1m

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Czasu od momentu powstania pożaru do przybycia straży pożarnej i rozpoczęcia działań gaśniczych.

Przy określeniu tego parametru należy uwzględnić:

- odległość JRG PSP od budynku; w przykładzie ok. 5,1km (JRG wg mapy Google)
- czas dojazdu JRG do budynku - przyjęto 7min (420s)
- czas na podanie pierwszego prądu gaśniczego 180s,
- czas od momentu powstania pożaru i wykrycia przez SSP do momentu zaalarmowania straży pożarnej przez pracownika telefonicznie – przyjęto 180s

Łączny czas 780s

Obliczenie mocy pożaru w chwili rozpoczęcia działań gaśniczych przez straż pożarną

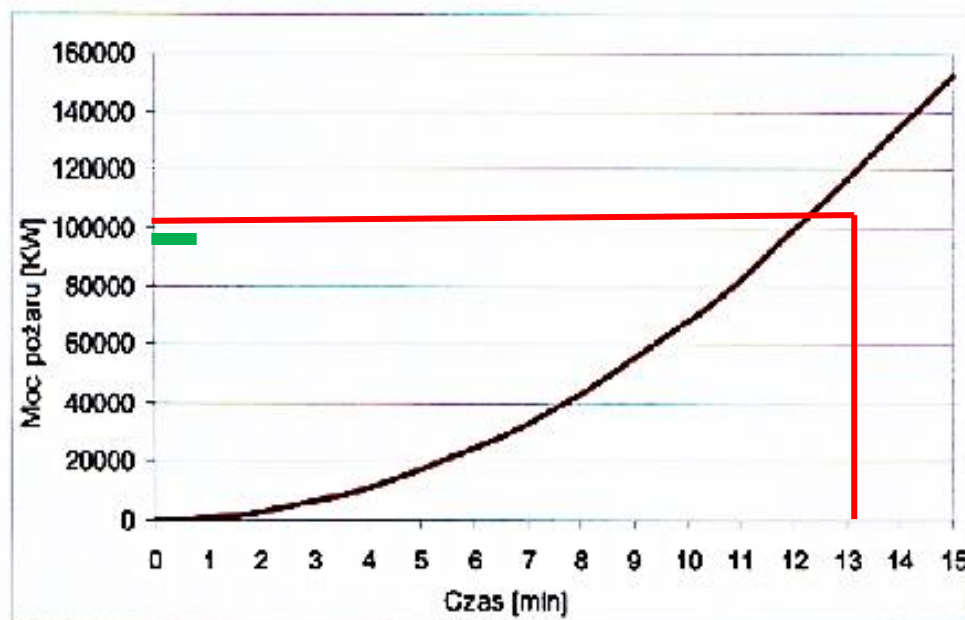
$Q = at^2 = 0,0145 \times 780^2 = 8821,8 \text{ kW}$; przyjęto do celów obliczeniowych **8822,0 kW**

Na podstawie normy NFPA 204 gęstość mocy pożaru dla magazynu szacuje się na 2000 kW/m^2 (2,0MW)

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Moc pożaru dla hali magazynowej o podobnym Q_d , wysokości i sposobie składowania

Analizy przeprowadzono dla pierwszych 900 s trwania pożaru, w czasie których, zakłada się ciągły wzrost mocy pożaru, zgodnie z krzywą przedstawioną na wykresie 1.



Wartość obliczona wg NFPA204

Wykres 1. Krzywa rozwoju pożaru.

- ✓ krzywa opracowana w programie CFD dla potrzeb analizy warunków ochrony ppożarowej hali magazynowej przez dr inż. Dorotę Brzezińską - Politechnika Łódzka

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Dla celów automatycznego wyzwiania klap dymowych należy stosować wyłącznie jedną z następujących metod (uwzględniając wymagania polskich przepisów):

1. Przez ciepło lub dym w miejscu umieszczenia klapy dymowej **(np. czujka dymu pod klapą, termowyzwalacz)**
2. Poprzez wyzwolenie systemów ochrony przeciwpożarowej **(np. zadziałanie tryskaczy – z czujnika przepływu wody)**
3. Poprzez czujniki ciepła lub dymu zainstalowane w regularnej macierzy w obrębie obszaru otoczonego kurtynami (z systemu sygnalizacji pożaru)
4. Za pośrednictwem innego zatwierdzonego środka, w przypadku którego wykazane zostanie, iż spełnia on cele projektowe **(np. ręcznie, za pomocą sygnału z kamer wykrywających dym)**

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Obliczenie wymaganej powierzchni klap dymowych

Wymagana czynna powierzchnia klap dymowych

Obliczenie wymaganej powierzchni klap dymowych w hali dokonuje się przy założeniu, że powietrze uzupełniające napływa przez otwierane automatycznie bramy o łącznej zakładanej powierzchni geometrycznej A_i 61,5m² tj. 5 bram B1 o pow. geometrycznej otworu 7,5m² każda i 2 bramy B2 o pow. geometrycznej otworu 12,0m² każda

$$A_v C_v = \frac{M_i x T_i}{\left(2g \cdot \rho_0^2 \cdot D \cdot \Theta \cdot T_0 - \left[\frac{T_0 \cdot T_i \cdot M_i^2}{A_i^2 \cdot C_i^2} \right] \right)^{1/2}} [m^2]$$

gdzie:

- A_v - całkowita powierzchnia klap dymowych [m²],
- A_i - całkowita powierzchnia otworów dolotowych,
- C_v - współczynnik odprowadzania dymu; cv klap (przyjęto 0,68),
- C_i - współczynnik otworów dolotowych dla doprowadzania powietrza (przyjęto 0,6)
- M_i - masowe natężenie przepływu odprowadzonego dymu – 77,39 [kg/s],
- ρ_0 - gęstość powietrza w temp. otoczenia -1,2 [kg/m³],
- g - przyspieszenie ziemskie - 9,81 [m/s²],
- D - głębokość warstwy dymu pod klapą dymową nie mniej niż 3,2 [m],
- Θ - przyrost temperatury warstwy dymu powyżej temperatury otoczenia 38,14[K],
- T_i - temp. absolutna warstwy dymu 328,14[K],
- T_0 - temp. absolutna powietrza w otoczeniu 290[K].

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Dokumentacja projektowa. Wymagana dokumentacja wg NFPA 204

Wszystkie wymienione niżej dokumenty muszą być opracowane przez projektanta w trakcie procesu projektowania:

Streszczenie projektu, Raport dotyczący projektu koncepcyjnego, Szczegółowy raport projektowy i Instrukcja eksploatacji i konserwacji.

Streszczenie projektu. Streszczenie projektu ma zawierać:

sformułowanie celów ogólnych i szczegółowych systemu klap dymowych, a ponadto ma zapewniać założenia projektowe wykorzystywane w trakcie tworzenia projektu koncepcyjnego. Streszczenie projektu ma zawierać co najmniej następujące pozycje:

- Cele ogólne związane z efektywnością systemu oraz szczegółowe cele projektowe
- Kryteria efektywności (w tym kryteria zdatności projektu-tam, gdzie będzie to właściwe)
- Charakterystyka budynku (wysokość, powierzchnia, rozkład, sposób wykorzystania, warunki otoczenia, pozostałe systemy zabezpieczeń ppożarowych)
- Ustalenie pożaru stanowiącego podstawę opracowania projektu
- Lokalizację pożaru projektowego
- Proponowane podejście projektowe

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego wg NFPA 204 - przykład

Szczegółowy raport projektowy będzie zawierać:

- **Specyfikacje klap dymowych i kurtyn dymowych** (klasyfikacja niezawodności Re - A, Re50, Re1000; najczęściej Re1000; klasyfikacja obciążenia śniegiem SL (0, 125, 250, 500, 1000, A) a dla klap z osłonami wiatrowymi (owiewki) klasyfikacja nie może być niższa niż $SL=2000xd$; gdzie „d” jest możliwą głębokością śniegu w [m]; obciążenia wiatrem WL; klasa klap klap B 300, B 600, B A -- wg **PN-EN12101. cz. 2**
- **Specyfikacje systemu uruchamiania wlotów i klap dymowych**
- **Specyfikacje systemu wykrywania**

Szczegółowe informacje dotyczące rozmieszczenia wlotów, klap dymowych i kurtyn dymowych (m. innymi rysunek z takimi elementami)

Uzasadnienie kwestii związanych z uruchamianiem czujników i klap dymowych

Procedury odbiorowe systemów

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach PM

Przy uzgadnianiu projektu system oddymiania grawitacyjnego należy pamiętać jak ważne jest to aby zweryfikować wszystkie podstawowe kwestie, które mają decydujące znaczenie na poprawne działanie w warunkach pożaru.

Zaprojektowany i zbudowany system oddymiania grawitacyjnego zostanie zweryfikowany dopiero w warunkach rzeczywistego pożaru.

Brak jest pewności w 100% że projekt oddymiania spełni zakładane cele.

Prace badawcze i opisy działania oddymiania w czasie pożaru dają nam wiedzę jak takie systemy projektować i budować.

Dobrym materiałem są wyniki badań przeprowadzonych w Belgii przez firmę Mercor.

Film z badań



MERCOR badanie oddymiania (Test 4).mp4

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w obiektach PM Rola Rzecznawcy ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych w procesie projektowania

Przed akceptacją - uzgodnieniem - projektu oddymiania klatki schodowej (urządzenie oddymiające) rzeczoznawca powinien dokładnie sprawdzić założenia projektowe - jeżeli projekt je zawiera - i ustalić czy oddymianie spełnia wymagania przyjętego standardu projektowego

- ✓ **sprawdzić jaką normę (standard) przyjęto w projektowaniu w odniesieniu do klatki: PN, VdS, Wytyczne CNBOP**
- ✓ **sprawdzić czy projekt opiera się na odpowiednim standardzie projektowym w odniesieniu do zastosowanych urządzeń oddymiających (klapa, okno)**
- ✓ **czy kalpy zostały dobrane z odpowiednimi współczynnikami obciążenia śniegiem SL, wiatrem W, odporność na niskie temperatury T i inne wg PN-EN12101.2**
- ✓ **czy zapewniono klasę dla klap min. $B_{300} 30$ – dla klap otwieranych automatycznie**
- ✓ **czy zaprojektowano klapy z odpowiednim kryterium niezawodność - określaną klasyfikacją (po badaniach) Re; mamy ReA, Re50, Re1000 (liczba otwarć do pozycji otwartej)**

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w obiektach PM Rola Rzeczoznawcy ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych w procesie projektowania

cd.

- ✓ czy projekt zawiera algorytm sterowania otwarciem klapy dymowej i otworów napływu powietrza odpowiednio do przyjętego scenariusza pożarowego
- ✓ czy zapewniono źródło zasilania niezależne od sieci publicznej w celu zapewnienia możliwości pracy „systemu oddymiania” w sytuacji braku zasilania budynku
- ✓ czy elementy zastosowane w systemie oddymiania są od jednego producenta lub zapewniono możliwość ich współpracy w oparciu o informacje techniczne producentów
- ✓ czy poprawnie określono powierzchnie czynną klapy dymowej i powierzchnie otworów do napływu powietrza zastępującego (uzupełniającego)
- ✓ czy w przypadku stosowania napływu powietrza za pomocą wentylatora mechanicznego użyto wytycznych CNBOP do projektowania i czy projektant wskazał odpowiednie rozwiązanie dla napływu powietrza przez zastosowanie systemu adaptacyjnego SMAY
- ✓ Czy urządzenia , wyroby i inne elementy oddymiania klatki posiadają odpowiednie dokumenty formalne dopuszczające do wbudowania w budynek i stosowania w ochronie pożarowej (znak B, CE, aprobaty technicznej; ocena techniczna, certyfikat zgodności, deklaracja właściwości użytkowych, świadectwo dopuszczenia)

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w obiektach PM Rola Rzecznawcy ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych w procesie projektowania

Rzecznawca nie posiadający doświadczenia i odpowiedniej wiedzy z zakresu procedur projektowania oddymiania wg NFPA powinien żądać od projektanta szczegółowych założeń projektowych i wyjaśnień oraz powinien zapoznać się szczegółowo ze standardem USA

Podstawowa rola Rzecznawcy w przypadku projektu oddymiania to merytoryczna pomoc projektantowi lub tylko uczciwa ocena projektu – na podstawie własnej wiedzy i stwierdzenie czy oddymianie zostało zaprojektowane zgodnie z przepisami i wiedzą techniczną.

W przypadku wątpliwości lub braku wiedzy do przeprowadzenia analizy projektu w celu potwierdzenia poprawności rozwiązań oddymiania, Rzecznawca powinien odstąpić od uzgodnienia – gdyż w przeciwnym wypadku oddymianie może być zaprojektowane z błędami, nie „odebrane” przez organy straży pożarnej, co może skutkować konsekwencjami prawnymi, ekonomicznymi i administracyjnymi.

Zasady projektowania oddymiania grawitacyjnego w budynkach produkcyjno-magazynowych na podstawie polskiej normy i standardu NFPA 204. Ocena poprawności rozwiązań projektowych przed uzgodnieniem przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych

- **mgr inż. Ryszard Stępkowski**

- Rzeczoznawca ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych
- Rzeczoznawca Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Pożarnictwa
- Członek Stowarzyszenia Inżynierów Bezpieczeństwa Pożarowego
- (SFPE - The Society of Fire Protection Engineers - Oddział Polska) Biegły Sądowy z Zakresu Pożarnictwa
- b. Wykładowca Politechniki Świętokrzyskiej w Kielcach

ExpErt Biuro Techniczne Ochrony Przeciwpożarowe

25-363 Kielce, ul. Wesola 51 lok. 614 VI p

tel. 509-339-019; fax 41/34-70-144; e-mail:

expertpoz@op.pl www.pozarnictwo.com.pl

Kielce 8.06.2018 r.