

Oddymianie grawitacyjne obiektów jednokondygnacyjnych

Najprostszym sposobem usuwania dymu i ciepła z obiektów jednokondygnacyjnych jest oddymianie grawitacyjne. Polega to na samoczynnym unoszeniu się dymu do góry i wydostawaniu na zewnątrz budynku przez otwory w dachu. Przepływ wspomagany jest przez wnikające powietrze przez otwory umieszczone w dolnej części pomieszczenia (tworzący się efekt kominowy). Sposób określania wielkości i rozmieszczenia otworów w dachu obiektu omówiono w PN-B-02877-4 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła.

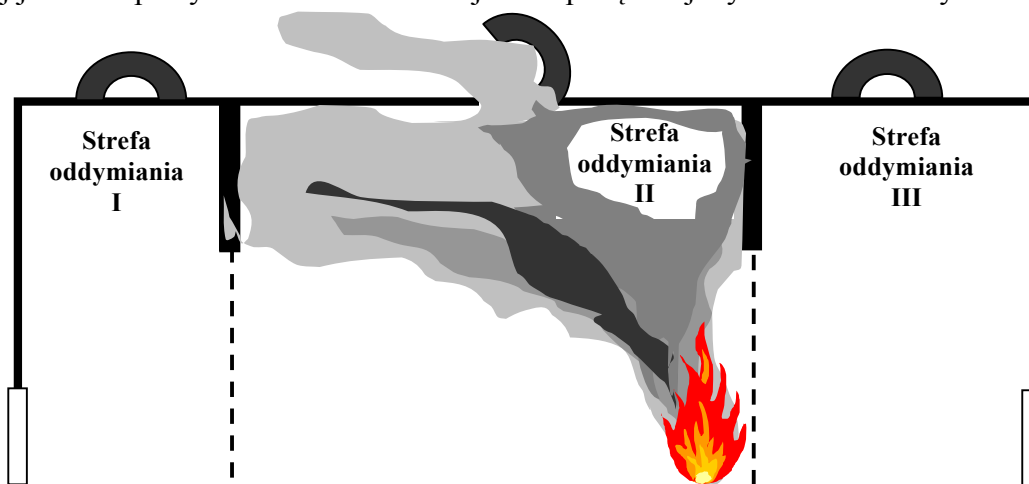
Obiektami jednokondygnacyjnymi są najczęściej obiekty o charakterze magazynowym, handlowym, jak i produkcyjnym, gdzie do oddymiania wykorzystuje się kłapy dymowe. Usuwanie dymu i ciepła odbywa się w sposób grawitacyjny. Ten sposób oddymiania został w kwietniu 2001r znormalizowany poprzez wydanie Polskiej Normy [1] dotyczącej instalacji grawitacyjnych.

Systemy do usuwania dymu i ciepła spełniają następujące zadania:

- ❑ *ułatwiają ewakuację poprzez utrzymywanie dolnej części pomieszczeń bez dymu,*
- ❑ *zapewniają ochronę konstrukcji budynku przed przegrzaniem i zniszczeniem,*
- ❑ *ułatwiają działania ratownicze,*
- ❑ *zmniejszają pośrednie straty pożarowe spowodowane dymem i gorącymi gazami pożarowymi.*

Ułatwienie ewakuacji ogólnie rzecz biorąc polega na zapewnieniu wolnej przestrzeni od dymu i ciepła. Pożądana wysokość warstwy wolnej od dymu wg normy [1] nie może być mniejsza niż 2,5m. Zapewnienie ochrony konstrukcji obiektu jest podstawowym czynnikiem przy rozpatrywaniu przestrzeni o dużej gęstości obciążenia ogniowego np. magazyny wysokiego składowania. W takim przypadku oddymianie służy przede wszystkim odprowadzaniu gorących gazów pożarowych, które mają wpływ na wytrzymałość konstrukcji (najczęściej doprowadzają do zawalenia się dachu).

Obiekt podzielony jest na strefy oddymiania, w każdej strefie umieszczana jest, co najmniej jedna kłapa dymowa. Ilość zależy od pożądanej wysokości warstwy wolnej od



Rys. 1. Przykładowy podział na strefy oddymiania kurtynami dymowymi.

dymu i przewidywanej szybkości rozprzestrzeniania się pożaru oraz obliczeniowego czasu oddymiania.

Maksymalną powierzchnię strefy oddymiania określono normatywnie na 4000m^2 , co powoduje, że projektant systemu do usuwania dymu i ciepła podzieli część podstropową obiektu przy pomocy kurtyn dymowych (lekka przegroda, wykonana z materiałów niepalnych, podwieszona pionowo pod dachem lub stropodachem, przeciwdziałająca rozprzestrzenianiu się dymu i gazów pożarowych w kierunku poziomym) na przestrzenie nieprzekraczające tej wielkości.

Pożądana wysokość warstwy wolnej od dymu d powinna odpowiadać wartości zawartej w granicach od $0,5 H$ do $0,9 H$, nie może być jednak mniejsza niż $2,5$ m. Jako wysokość H rozpatrywanego pomieszczenia, należy przyjmować:

wysokość dachów płaskich w świetle,
średnią wysokość dachów nachylonych w świetle.

W przypadku, gdy powierzchnia przestrzeni poddachowej nie przekracza 1600 m^2 , pożądana wysokość warstwy wolnej od dymu powinna wynosić

$$d = H - h_k \quad /1/$$

gdzie:

d – pożądana wysokość warstwy wolnej od dymu [m],

H – wysokość pomieszczenia [m];

h_k – wysokość kurtyny dymowej [m].

Dla kurtyn o wysokości $h_k \geq 0,5 H$ należy przyjmować $d = 0,5 H$.

Jeżeli powierzchnia przestrzeni poddachowej przekracza $1\ 600\text{ m}^2$, wówczas zamiast wartości d należy przyjmować wartość d_{skor} , obliczoną ze wzoru:

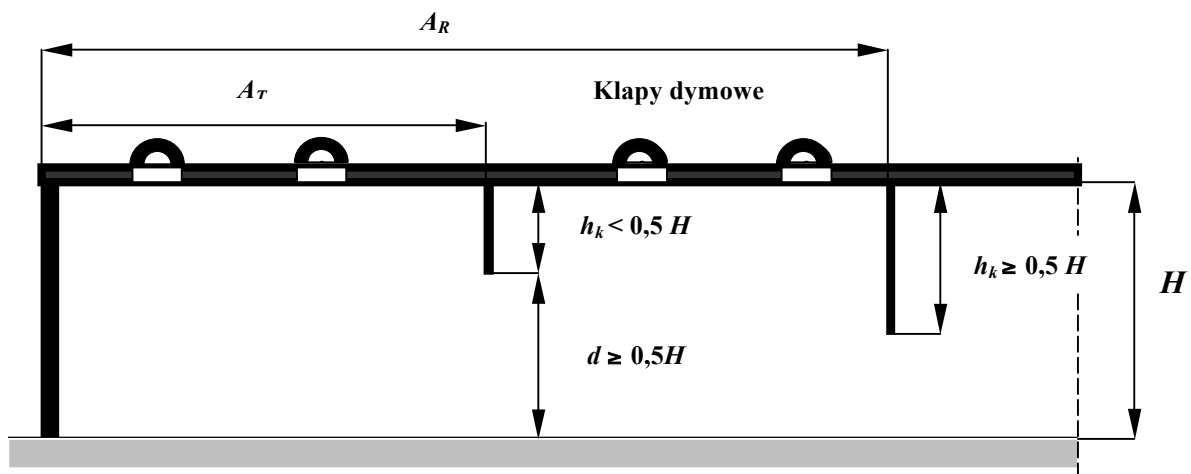
$$d_{\text{skor}} = 0,5H + 0,25H \frac{A_R - 1\ 600}{1\ 600} \quad /2/$$

gdzie:

d_{skor} - skorygowana wysokość warstwy wolnej od dymu [m],

H – wysokość pomieszczenia [m];

A_R – powierzchnia przestrzeni poddachowej [m^2].



Rys. 2. Ilustracja wielkości obliczeniowych [1].

A_R - powierzchnia poddachowa stanowiąca wydzieloną strefę dymową, A_T - Powierzchnia częściowa przestrzeni poddachowej wydzielona kurtynami dymowymi o wysokości $h_k < 0,5 H$, H -wysokość pomieszczenia, d -pożądana wysokość wolna od dymu.

Powierzchnię przestrzeni poddachowej A_R należy przyjmować jako powierzchnię rzutu poziomego (w większości przypadków powierzchnia A_R będzie równa powierzchni podłogi).

W tym przypadku wysokość kurtyn dymowych powinna odpowiadać zależności:

$$h_k \geq H - d_{skor} \quad /3/$$

Jeżeli wartość d_{skor} obliczona wg wzoru (2), jest wyższa niż $0,90 H$, wówczas należy przyjmować $d_{skor} = 0,90 H$

W przypadku, gdy powierzchnia przestrzeni poddachowej A_R , wydzielona za pomocą kurtyn dymowych o wysokości $h_k > 0,5 H$, została dodatkowo podzielona na powierzchnie częściowe $A_T < 1600 \text{ m}^2$ za pomocą kurtyn dymowych o wysokości $h_k < 0,5 H$, wartość d_{skor} (obliczona dla powierzchni A_R) może być pomniejszona o połowę wysokości dodatkowej kurtyny dymowej ($0,5 h_k$), nie może jednak spaść poniżej wartości $d_{skor} = 0,5 H$.

Czas oddymiania zależy jest od przeznaczenia obiektu:

- ◆ magazynowe – równy czasowi rozwoju pożaru t_r ,
- ◆ produkcyjne i zaliczone do kategorii zagrożenia ludzi – przyjmuje się wartość większą z dwóch wartości - czasu rozwoju pożaru t_r lub całkowitego czasu ewakuacji t_{ce} .

Przewidywany **czas rozwoju pożaru** t_r [min] obejmuje okres od chwili powstania pożaru do momentu rozpoczęcia akcji gaśniczej. Czas rozwoju pożaru jest sumą czasu alarmowania t_1 i czasu dojazdu straży pożarnej t_2 :

$$t_r = t_1 + t_2 \quad /4/$$

gdzie:

t_1 - czas od chwili powstania pożaru do chwili jego zasygnalizowania [min],

t_2 - czas od chwili zasygnalizowania pożaru do momentu rozpoczęcia akcji gaśniczej

Czas alarmowania t_1 należy przyjmować równy 5 min. W przypadku zastosowania w obiekcie instalacji sygnalizacji pożarowej czasu tego można nie uwzględniać ($t_1 = 0$).

Na dojazd i rozpoczęcie akcji gaśniczej przez straż pożarną należy przyjmować średni czas dojazdu $t_2 = 10$ min. W warunkach korzystnych, np. w przypadku istnienia zakładowej straży pożarnej, wartość tę można zmniejszyć do 5 min; w warunkach niekorzystnych należy podwyższyć ją do 15 min, a w warunkach nadzwyczaj niekorzystnych do 20 min. W przypadku przyjmowania najmniejszych wartości czasu zaleca się ich potwierdzenie we właściwej dla lokalizacji budynku, komendzie Państwowej Straży Pożarnej.

Całkowity czas ewakuacji t_{ce} obejmuje czas od powstania pożaru do zakończenia ewakuacji.

Czas t_{ce} określa się jako sumę czasu zwłoki t_z oraz czasu ewakuacji t_e . Czas zwłoki t_z należy przyjmować:

$t_z = 0$ - jeżeli obiekt jest wyposażony w instalację sygnalizacji pożarowej,

$t_z = 5 \text{ min}$ - jeżeli obiekt nie jest wyposażony w wymienioną instalację.

Czas ewakuacji t_e w przypadku obiektów spełniających wymagania Polskich Norm i przepisów techniczno-budowlanych w zakresie wielkości stref pożarowych, długości i oznakowania dróg ewakuacyjnych, liczby i wymiarów wyjść ewakuacyjnych oraz płynności ruchu podczas ewakuacji należy przyjmować $t_e \geq 10 \text{ min}$. Całkowity czas ewakuacji t_{ce} można także określać na podstawie sprawdzonych i uznanych modeli obliczeniowych lub prób doświadczalnych.

Aby określić wielkość i potem ilość klap dymowych zamontowanych w dachu obiektu, należy określić w zależności od obliczeniowego czasu oddymiania t_o oraz przewidywanej

szybkości rozprzestrzeniania się pożaru grupę projektową GP dla rozpatrywanego pomieszczenia. Najczęściej przyjmuje się średnią prędkość rozprzestrzeniania (kotłownie, obiekty handlowe, wytwórnie wyrobów tekstylnych, fabryki papieru itp.). Np. czas oddymiania $t_0 \leq 15$ min, średnia prędkość rozprzestrzeniania to grupa projektowa – GP 4.

Po wyborze odpowiedniej grupy projektowej GP oraz po określeniu pożądanej wysokości warstwy wolnej od dymu d lub d_{skor} , należy określić wymaganą powierzchnię czynną klap dymowych A_{cz} względem powierzchni przestrzeni poddachowej A_R .

Wymaganą powierzchnię czynną klap dymowych A_{cz} oblicza się używając wzoru:

$$A_{cz} = \alpha A_R \quad /5/$$

gdzie:

A_{cz} - wymagana powierzchnia czynna klap dymowych, w metrach kwadratowych,

A_R - powierzchnia przestrzeni poddachowej, w metrach kwadratowych,

α - wskaźnik udziału procentowego (odczytywany z tabeli zamieszczonej w normie np. dla GP-4, wysokość warstwy wolnej od dymu d lub $d_{skor} - 0,8 H$ wskaźnik wynosi 2,6 %)

Jeżeli klapy dymowe nie mają określonej doświadczalnie powierzchni czynnej, należy przy ich doborze kierować się ich powierzchnią geometryczną. Wymaganą powierzchnię geometryczną klap A_g , odpowiadającą wymaganej powierzchni czynnej A_{cz} , należy obliczać

$$A_g = \frac{A_{cz}}{c_v} \quad /6/$$

według wzoru:

gdzie:

A_g - powierzchnia geometryczna klap dymowych, w metrach kwadratowych,

A_{cz} - powierzchnia czynna klap dymowych, w metrach kwadratowych,

c_v - bezwymiarowy aerodynamiczny współczynnik przepływu klap dymowych.

Jeżeli brak jest danych doświadczalnych, dotyczących aerodynamicznego współczynnika przepływu c_v , do obliczeń należy przyjmować wartość $c_v = 0,6$.

Liczba klap dymowych zależy od wyznaczonej (wymaganej powierzchni czynnej klap) oraz wielkości zastosowanych klap. Do szybkiego odprowadzenia dymu i gazów pożarowych do atmosfery jest lepsze zastosowanie większej liczby małych klap dymowych niż mniejszej liczby dużych klap dymowych. Każda strefa dymowa powinna być wyposażona przynajmniej w jedną klapę dymową. W zależności od nachylenia dachu jedna klapa powinna przypadać na każde 200 m^2 przy nachyleniu dachu $\leq 12^\circ$ oraz 400 m^2 dla dachu o nachyleniu $> 12^\circ$.

Przy nachyleniu dachu $\geq 12^\circ$ klapy, należy instalować w taki sposób, aby ich środek geometryczny leżał powyżej wysokości H pomieszczenia.

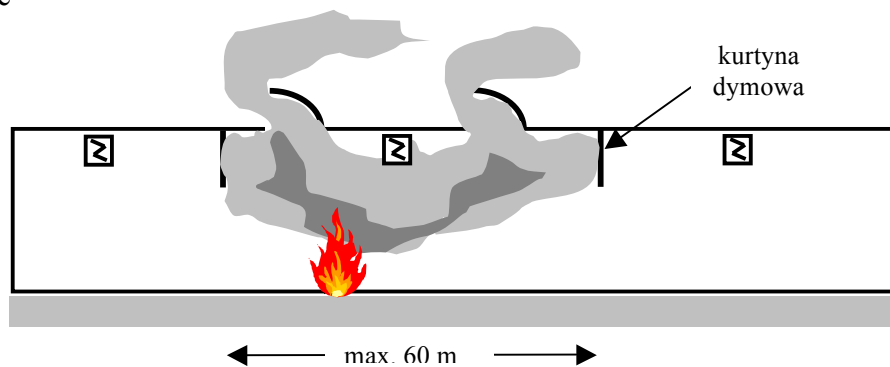
Norma precyzuje odległości klap dymowych od ścian działowych, zewnętrznych i przeciwpożarowych.

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. 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.

Często w kompleksach handlowych, magazynowych mamy do czynienia z różnego rodzaju pasażami, które najczęściej są poziomymi drogami ewakuacyjnymi. Zwłaszcza w przypadku, gdy w pomieszczeniach przyległych wystąpi pożar, pękają szyby i dym przedostaje się na pasaż.

Zbiornik dymu utworzony pod sufitem, należy ograniczać ze względu na tracięcie ciepła przez dym przy rozprzestrzenianiu się na większą powierzchnię. W takim przypadku następuje pogorszenie własności unoszenia dymu, co powoduje, że dym nie zostaje usunięty z obiektu. Powierzchnia pod stropem utworzona przez kurtyny dymowe może wynosić maksymalnie



Rys. 3. Przykładowe zabezpieczenie pasażu przy pomocy grawitacyjnej instalacji oddymiającej uruchamianej czujkami pożarowymi dymu.

1000 m² i 1300 m² w przypadku zastosowania wyciągu mechanicznego. Maksymalna odległość pomiędzy kurtynami ogranicza się do 60m.

Uruchomienie klap dymowych w obiektach może nastąpić w sposób automatyczny lub ręczny. Automatyczne otwieranie klap dymowych może być wywoływane przez wyzwalacze termiczne (rozwiązanie niedopuszczalne na klatkach schodowych) albo instalacje sygnalizacji pożarowej wyposażone w czujki dymu.

W tym przypadku instalacja sygnalizacji pożarowej powinna pozwalać na:

- ◆ *uruchomienie klap dymowych w obrębie pojedynczej strefy oddymiania,*
- ◆ *unieruchomić automatyczne otwieranie klap w innych strefach,*
- ◆ *pozostawić możliwość uruchomienia wybranej strefy oddymiania przez osoby upoważnione np. kierownika akcji gaśniczej,*
- ◆ *automatycznego otwarcia otworów w bocznych ścianach obiektu np. drzwi, otwory w celu wyrównania bilansu powietrza,*
- ◆ *automatyczne uruchomienie kurtyn dymowych, (jeżeli nie są wykonane jako elementy stałe obiektu),*
- ◆ *uruchomienie systemów rozgłaszania alarmowego (dźwiękowe systemy ostrzegawcze).*

Norma [1] nie precyzuje jednoznacznie konieczności otwierania automatycznego otworów wlotowych powietrza w celu wyrównania bilansu powietrza. Jest to bardzo ważny element mający wpływ na skuteczność oddymiania. Brak otworów zmniejsza szybkość usuwania dymu z pomieszczenia.

Bardzo często w takich obiektach mamy do czynienia nie tylko z oddymianiem, ale również z instalacjami gaśniczymi. Są to stałe urządzenia gaśnicze tryskaczowe, niekiedy urządzenia gazowe.

Wg normy tryskaczowej [3] nadal funkcjonuje zapis, że temperatura zadziałania urządzeń do odprowadzania ciepła i dymu powinna być, co najmniej o 18°C wyższa od temperatury zadziałania tryskaczy. Nowe uregulowania poparte badaniami wykonanymi przez uznane laboratoria i między innymi zdrowy rozsądek proponują:

Jeżeli w pomieszczeniu są zainstalowane urządzenia tryskaczowe oraz gdy podstawowym celem oddymiania jest zapewnienie ludziom możliwości bezpiecznej ewakuacji, w warunkach pozbawionych przeszkód powodowanych przez dym, klapy dymowe powinny otwierać się automatycznie, wcześniej niż zostaną uruchomione tryskacze. Jednocześnie w takich sytuacjach należy zapewnić możliwość ręcznego otwarcia klap w poszczególnych sektorach dachu wydzielonego kurtynami dymowymi przez osobę upoważnioną. Zapis ten sprowadza się praktycznie do tego, że jeżeli mamy obiekty zaliczone do kategorii ZL (zagrożenia ludzi) to w tych przypadkach, najpierw uruchamiać się będą urządzenia do oddymiania, potem instalacje tryskaczowe. W przypadku przestrzeni budynków niezaliczonych do ZL, należy rozpatrywać indywidualnie.

W przypadku pomieszczeń chronionych przez stałe urządzenia gaśnicze gazowe, należy instalować klapy dymowe sterowane w sposób ręczny np. włączenie specjalnego przycisku uruchamiającego oddymianie, lecz należy go tak zlokalizować i zabezpieczyć, by tylko strażacy mogli go uruchomić, eliminując tym samym prawdopodobieństwo uruchomienia oddymiania przez przypadkową osobę.

Literatura

- [1] PN-B-02877-4 *Ochrona przeciwpożarowa budynków. Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła*
- [2] PN-B-02877-2:1998 *Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła. Klapy dymowe. Wymagania i metody badań.*
- [3] PN-M.-51540 *Ochrona przeciwpożarowa. Urządzenia tryskaczowe. Zasady projektowania i instalowania oraz odbioru i eksploatacji instalacji*
- [4] PrPN-E-08350-14 *Systemy sygnalizacji pożarowej. Projektowanie, zakładanie, odbiór, eksploatacja i konserwacja*
- [5] Iwo Dobrucki, *Przepisy oddymiania budynków wysokich we Francji* Wyd SITP Warszawa, 1999.
- [6] Mizieliński B. *Systemy oddymiania budynków.* WNT. Warszawa 1999.
- [7] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych z dn. 3 listopada 1992 w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków i innych obiektów budowlanych i terenów.(Dz.U. Nr 92 poz. 460).