

# Kongres Pożarnictwa FIRE WROCLAW

## Ochrona Przeciwpożarowa w Obiektach Budowlanych

### Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

#### bryg w st. spocz. mgr inż. Ryszard Stępkowski

- Rzecznawca ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych
- Rzecznawca 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
- Członek Komitetu Technicznego nr 180 Pk.1 Polskiego Komitetu Normalizacji ds. Systemów Kontroli Rozprzestrzeniania Dymu i Ciepła

**KONGRES POŻARNICTWA** EDYCJA 2020

Zmiany - **NOWE PRAWO BUDOWLANE 2020**

Nowe wymogi dla projektantów i wykonawców robot budowlanych

**WSTĘP BEZPŁATNY**

**27 lutego WROCLAW 2020**

**OCHRONA PRZECIWOŻAROWA W OBIEKTACH BUDOWLANÝCH**

Wymiana wiedzy i doświadczeń rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych, projektantów i praktyków

## WENTYLACJA POŻAROWA (Oddymiająca)

**W warunkach technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późn. zm.) WT występują:**

- samoczynne urządzenia oddymiające § 215.1,
- urządzenia służące do usuwania dymu,
- rozwiązania techniczno-budowlane zapewniające usuwanie dymu – np. pom. podziemne dla >100 osób ale też takie rozwiązanie które blokuje „napływ” dymu do chronionej przestrzeni,
- rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem poziomych dróg ewakuacyjnych – poziome drogi ewakuacyjne, pasaże w galeriach itp. budynkach,
- urządzenia zapobiegające zadymieniu – systemy różnicowania ciśnienia wg PN-EN 121001.6; § 245. Klatki schodowe w bud. N i SW i § 246 – klatki i przedsionki pożarowe w bud. W (ZLI, II, III i V) i WW
- wentylacja oddymiająca lub instalacja wentylacji oddymiającej - §270 WT

## WENTYLACJA POŻAROWA (Oddymiająca)

### Samoczynne urządzenia oddymiające dopuszczają

- **§ 215.1. ...przyjęcie klasy "E"** odporności pożarowej dla 1-kon. bud. PM o  $Q > 500 \text{ MJ/m}^2$ , pod warunkiem zastosowania wszystkich elementów budynku NRO
  - samoczynnych urządzeń oddymiających w strefach pożarowych o pow.  $> 1000 \text{ m}^2$
- **§ 227. 4. powiększenie powierzchni stref pożarowych ZL i PM**, z wyjątkiem stref w wielokondygnacyjnych bud. W i WW, pod warunkiem zastosowania:
  - samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu - o 100%.
- **§ 237.6. i § 256.4. powiększone długości przejść i dojść ewakuacyjnych** o 50% pod warunkiem zastosowania
  - samoczynnych urządzeń oddymiających uruchamianych za pomocą systemu wykrywania dymu

### Samoczynne urządzenia oddymiające są wymagane w

- **§ 245.** Klatki schodowe przeznaczone do ewakuacji ze strefy pożarowej ZL lub PM powinny być obudowane i zamykane drzwiami dymoszczelnymi oraz wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu lub służące do usuwania dymu, uruchamiane samoczynnie za pomocą systemu wykrywania dymu; klatki w bud. W PM

## WENTYLACJA POŻAROWA (Oddymiająca)

### Rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem

§ 247. 1. W budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW), w strefach pożarowych innych niż ZL IV, **należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem poziomych dróg ewakuacyjnych.**

2. W krytym ciągu pieszym (pasażu), do którego przylegają lokale handlowe i usługowe, oraz w przekrytym dziedzińcu wewnętrznym, **należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem dróg ewakuacyjnych**

### Rozwiązania techniczno-budowlane zapewniające usuwanie dym

W podziemnej kondygnacji budynku, w której znajduje się pomieszczenie przeznaczone dla ponad 100 osób, oraz budowli podziemnej z takim pomieszczeniem, **należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zapewniające usuwanie dymu z tego pomieszczenia i z dróg ewakuacyjnych**

**W polskich przepisach nie występuje termin system wentylacji pożarowej oraz brak jest wyjaśnienia terminu**

- urządzenie służące do usuwania dymu,
- instalacja wentylacji oddymiającej oraz

**definicje można znaleźć w 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**

### **system oddymiania i usuwania ciepła**

instalacja, w której komponenty są wspólnie wybierane do usuwania dymu i ciepła w celu utworzenia wypieranej warstwy ciepłych gazów powyżej zimniejszego, czystszej powietrza

### **instalacja usuwająca dym i ciepło**

instalacja kontrolująca ilość dymu, która usuwa dym i ciepło z pożaru w budynku lub części budynku

### **urządzenie do usuwania dymu i ciepła**

urządzenie zaprojektowane pod kątem usuwania z budynku dymu i gorących gazów w warunkach pożarowych

**Normy do projektowania oddymiania w budynkach galerii handlowych 1-kondygnacyjnych, które zgodnie z wymaganiami przepisów ppożarowych** Rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 roku w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 r. poz.719) - § 27.1. 2. *Stosowanie stałych samoczynnych urządzeń gaśniczych wodnych jest wymagane w budynkach handlowych lub wystawowych jednokondygnacyjnych, w strefie pożarowej zakwalifikowanej do kategorii zagrożenia ludzi ZL I o powierzchni > 8 000 m<sup>2</sup> nie wymagają stosowania np. tryskaczy mamy następujące:*

- **PN-B-02877-4:2001. Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła**
- **NFPA 204. Standard for Smoke and Heat Venting (Systemy Oddymiania i usuwania Ciepła)**
- **NFPA 92. Systemy Ochronny przed zadymieniem. Edycja 2012**
- **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.** (*Komponenty systemów oddymiania i usuwania ciepła - Część 4: Zalecenia funkcjonalne i metody obliczeniowe dla systemów oddymiania i usuwania ciepła opartych na stabilnych pożarach projektowych - Wytyczne postępowania*).
- **BS 7346-5:2005 Components for smoke and heat control systems - Part 5: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing time-dependent design fires - Code of practice** (*Elementy systemów kontroli zadymienia i ciepła - Część 5: Zalecenia funkcjonalne i metody obliczeń dla systemów wentylacji wyciągu zadymienia i ciepła, stosowanie projektów pożarów zmiennych w czasie – przepisy techniczne*)

## Wady i zalety stosowania w/w norm

PN-B-02877-4:2001

### Zalety:

- łatwość oszacowania powierzchni czynnej otworów do oddymiania i napływu powietrza uzupełniającego
- prosta metoda projektowania

### Wady:

- **Oddymianie pasażu galerii możliwe jest tylko wtedy gdy każdy lokal przyległy ma odrębne oddymianie i tworzy oddzielną strefę dymową**
- **Konieczność każdorazowego sporządzania symulacji komputerowej z analizą oddymiania w celu potwierdzenia, że oddymianie spełni wymagania §270 WT:**

Temperatura na poziomej drodze ewakuacji – na 1,8m od posadzki nie wyższa niż 60 st. C (należy przyjmować 54 st. C)

Zasięg widzialności na drodze ewakuacyjnej elementów odbijających światło (np. elementy konstrukcyjne budynku) min. 10,0m; znaki podświetlane co najmniej 20,0m

Strumień promieniowania na drodze ewakuacyjnej - nie będzie większy niż 2,5kW/m<sup>2</sup>

- **Konieczność stosowania kurtyn dymowych lub stałej zabudowy pom lokalami a pasażem**

## NFPA 204

### Zalety:

- Dokładność oszacowania ilości powstającego dymu dla konkretnych materiałów na podstawie sprawdzonego modelu w tym w oparciu o badania USA w skali rzeczywistej
- Możliwość projektowania dużych stref dymowych (brak podziału kurtynami dymowymi)

### Wady:

- Oddymianie pasażu galerii możliwe jest tylko wtedy gdy każdy lokal przyległy ma odrębne oddymianie i tworzy oddzielną strefę dymową (norma NFPA 204 nie podaje modelu dla wypływania dymu z lokalu na pasaż z tworzeniem tzw. kolumny balkonowej)
- Lokale i pasaże muszą mieć odrębne oddymianie i powinny to być niezależne strefy dymowe
- Pożar na koniec czasu projektowego [pożar stale rozwijający się] należy szacować z uwzględnieniem najbardziej niekorzystnego scenariusza (rodzaj materiałów palnych, czas ewakuacji, czas dojazdu straży pożarnej i rozpoczęcie gaszenia pożaru)
- Skomplikowany sposób szacowania ilości dymu i powierzchni otworów do oddymiania wymagający gruntownej znajomości normy.



# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

## **NFPA 92**

### **Zalety:**

- **Duża dokładność oszacowania ilości powstającego dymu na podstawie zwalidowanych informacji i sprawdzonego modelu w tym w oparciu o badania w skali rzeczywistej**
- **Możliwość projektowania oddymiania gdy występują kolumny tzw. balkonowe**
- **Zalecana najmniejsza ilość powietrza uzupełniającego dla oddymiania z wentylatorami – zawsze mniej niż (zalecane 0,9) obliczona ilość dymu do usunięcia = wydajność wentylacji**

### **Wady:**

- **Skomplikowany sposób szacowania ilości dymu i powierzchni otworów do oddymiania wymagający gruntownej znajomości normy**
- **Pożar stale rozwijający się należy projektować z uwzględnieniem najbardziej niekorzystnego scenariusza, uwzględniać warunki wiatrowe w odniesieniu do otworów wyrzutu dymu i otworów pobierania powietrza uzupełniającego**
- **Konieczność bardzo dobrej znajomości normy w połączeniu z wiedzą z zakresu ochrony przeciwpożarowej dla poprawnego projektowania oddymiania**
- **Korzystanie z wersji angielskiej wymaga nienagannej znajomości angielskiego technicznego**

Zasady projektowania w oparciu o normę brytyjską **BS 7346- 4 i 5**

Ta norma jest najbardziej odpowiednia do projektowania oddymiania w galerii 1-kondygnacyjnej bez tryskaczy ale należy zachować dużą staranność przy ustalaniu danych wejściowych oraz obowiązkowo wykonać sprawdzenie ręcznych obliczeń programem komputerowym wykonując symulację w programie klasy FDS

Strefy dymowe w galerii 1-kondygnacyjnej - parametry

- ❑ pożar znajduje się bezpośrednio pod zbiornikiem dymu; max powierzchnia zbiornika dymu powinna wynosić:
  - 2000 m<sup>2</sup> - gdy oddymianie następuje przez klapy dymowe
  - 2600 m<sup>2</sup> - przy stosowaniu wentylatorów oddymiających.
  
- ❑ pożar występuje w pomieszczeniu sąsiadującym z przestrzenią zawierającą zbiornik dymu (*sklep przylegający do pasażu; najbardziej typowa sytuacja dla galerii handlowych gdzie ścianki sklepów od strony pasażu nie mają klasy odporności ogniowej i są otwory wejściowe nie zamykane*) bądź znajduje się poniżej antresoli w tej samej przestrzeni; max powierzchnia zbiornika dymu powinna wynosić:
  - 1000 m<sup>2</sup> - gdy oddymianie następuje przez klapy dymowe
  - 1300 m<sup>2</sup> - przy stosowaniu wentylatorów oddymiających.

Maksymalna długość dowolnego zbiornika dymu wzdłuż dowolnej osi powinna wynosić 60 m.

## Zasady projektowania w oparciu o norma brytyjska BS 7346-4 i 5 Pożar projektowy, moc pożaru, pow. klap dymowych, „V” wentylatora

### Pożar projektowy

- **moc pożaru szacować na koniec czasu ewakuacji** (obliczony wg *Published Document PD 7974-6:2004. 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 (Sub-system 6)* lub ustalony wg symulacji komputerowej)

$$Q = \gamma * t^2 \text{ (zgodnie z BS 7346-5)}$$

$\gamma$  – stała wzrostu mocy pożaru [kW/s<sup>2</sup>]

$t$  – wyliczony czas ewakuacji w strefie do wyjścia na zewnątrz lub drugiej strefy pożarowej

- dla galerii przyjmować pożar szybki o  $\gamma = 0,04689$  [kW/s<sup>2</sup>]

- gęstość mocy pożaru dla galerii przyjmować  $q = 550$  [kW/m<sup>2</sup>]

### Procedura obliczenia mocy pożaru projektowego

Z zależności  $Q = \gamma * t^2$ , otrzymujemy moc całkowitą pożaru  $Q$  [kW].

Z zależności  $Q/q = A$ , otrzymujemy powierzchnię pożaru  $A$  [m<sup>2</sup>]

**Moc pożaru projektowego:**

$$Q = A * q = \dots [\text{kW}]$$

## Zasady projektowania w oparciu o norma brytyjska BS 7346-4 i 5

### Czas ewakuacji z jednej strefy pożarowej

Obliczać ręcznie wg normy Published Document PD 7974-6:2004 [8] oraz sprawdzić symulacją komputerową (zalecane) wykonane np. programem Pathfinder lub innym.

### Procedura obliczeniowa :

#### **1. Ustalamy projektowy scenariusz zachowań i rodzaj użytkowania:**

Kategoria (A, B1, B2, C1, CII, CIII, D i E)

**Gotowość użytkowników** (czuwający, śpiący, użytkowanie długoterminowe indywidualne, Użytkowanie zarządzane, ochrona zdrowia, transport)

**Znajomość użytkowników** (zaznajomieni, niezaznajomieni)

**Gęstość użytkowników** (niska, wysoka – ilość osób na 1m<sup>2</sup>)

**Wydzielenia/złożoność** – pomieszczenia w ramach jednej strefy o różnym sposobie użytkowania np. sklep w hotelu, basen sala koncertowa lub kinowa w galerii (jedno lub wiele, jedno lub kilka, kilka, wiele)

#### **2. Ustalamy wpływ jakości systemu alarmowego na pierwsze-wstępne reakcje**

**Poziom systemu alarmowego SSP i DSO** (A1-SSP w całym obiekcie, A2, A3- SSP tylko w niektórych pomieszczeniach w strefie)

#### **3. Ustalamy wpływ złożoności budynku na czas ewakuacji**

(poziom budynku B1, B2 i B3)

#### **4. Klasyfikujemy systemu zarządzania bezpieczeństwem pożarowym i ustalamy wpływ na czas ewakuacji** (poziom zarządzania M1, M2 lub M3)

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Zasady projektowania w oparciu o norma brytyjska BS 7346-4 i 5

### Obliczenie WCBE (Wymagany Czas Bezpiecznej Ewakuacji)

Obliczenie czasu detekcji pożaru	Dane producentów i normowe: $\Delta t_{det}$ – czas detekcji pożaru: Zalecany czas to 120s (akceptowalny w określonej sytuacji 90 sekund)
Obliczenie czasu alarmowania	$\Delta t_a$ – czas alarmowania: zgodnie z BS 9999:2008 należy zakładać dwukrotne powtórzenie komunikatu ewakuacyjnego - przyjmować 60s  $\Delta t_a$ – czas alarmowania: 0 sekund, gdy obiekt wyposażony w dźwiękowy system ostrzegawczy DSO (akceptowalny w określonej sytuacji 90 sekund)
Obliczenie czasu pierwszych-wstępnych reakcji	Kategoria scenariuszy i modyfikacje: ustalamy wielkość B i M Np.. Czuwający, niezaznajomieni – M2 B1 A2 (poziom systemu alarmowego – A/ alarmowanie 2-stopniowe). $\Delta t_{pw-r 1\%}$ - czas reakcji = 60 sekund $\Delta t_{pw-r 99\%}$ - czas reakcji = 180 sekund

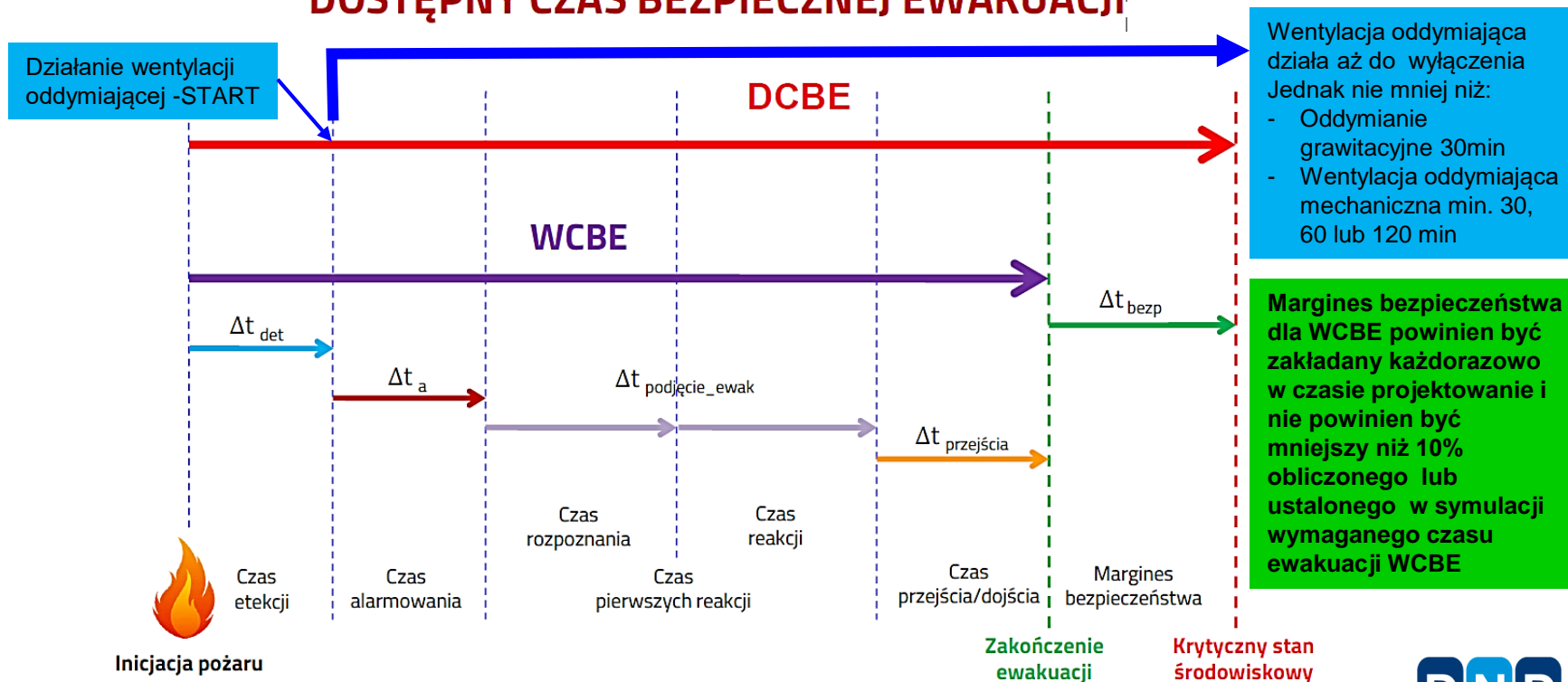
Po ustaleniu czasu należy do niego dodać czas na margines bezpieczeństwa - zaleca się min. 30s.

**Wymagany czas ewakuacji WCBE powinien być mniejszy od Dostępnego Czasu Ewakuacji DCBE**

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

**Wymagany czas ewakuacji WCBE to czas, w którym zaprojektowane warunki ewakuacji przy działającym oddymianiu są akceptowalne i zgodne z przepisami §270 WT (widzialność i temperatura na drogach ewakuacyjnych)**

## DOSTĘPNY CZAS BEZPIECZNEJ EWAKUACJI



$$t_{DCBE} = \Delta t_{det} + \Delta t_a + (\Delta t_{podjęcie\_ewak} + \Delta t_{przejścia}) + \Delta t_{bezp}$$

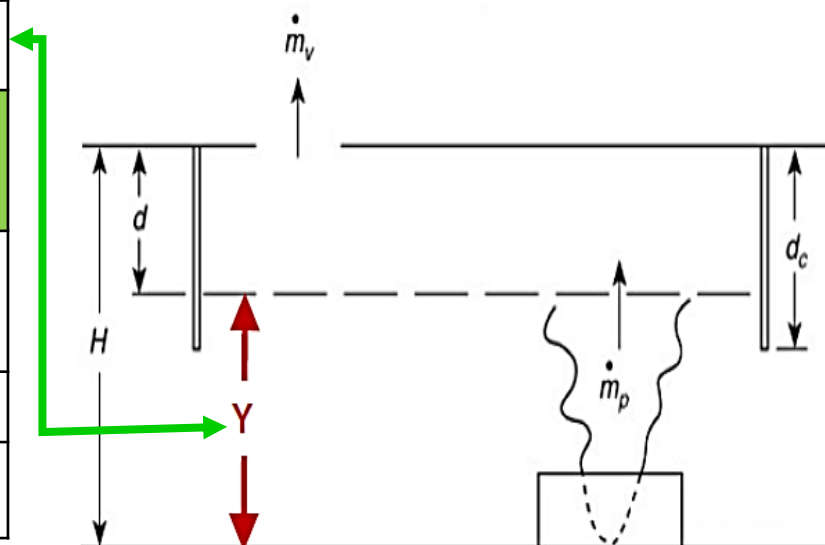
•W przypadku gdy przewidywana temperatura warstwy jest wyższa od temperatury otoczenia o mniej niż 50°C, do każdej minimalnej wartości Y podanej w Tabelicy 2 należy dodać 0,5 m !!!

## Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

Zasady projektowania w oparciu o norma brytyjska BS 7346-4 i 5  
Wysokość strefy wolnej od dymu - w galerii 1-kondygnacyjnej należy przyjmować jak w tabeli

Tablica 2 — Minimalna wysokość warstwy przejrzystej nad drogami ewakuacyjnymi

Typ budynku	Wysokość minimalna (Y)
Budynki publiczne (np. jednokondygnacyjne centra handlowe, hale wystawowe)	3,0 m
Budynki niepubliczne (np. biura, mieszkania, więzienia z otwartym holem)	2,5 m
Parkingi samochodowe	2,5 m lub 0,8 H (mniejsza z wartości)
UWAGA: Proszę zapoznać się z podpunktami 6.2.2f) oraz 6.5.2.3, w których mówi się o wzroście Y w przypadku gdy warstwy dymu są chłodne.	



### Bardzo Ważne:

W przypadku gdy przewidywana temperatura warstwy dymu jest wyższa od temperatury otoczenia o mniej niż 50°C, do każdej minimalnej wartości Y podanej w Tabelicy 2 należy dodać 0,5 m.

W praktyce do projektowania przyjmuje się 3,5m.

## Źródła pozyskiwania danych do projektowania oddymiania:

- **NFPA 204. Standard for Smoke and Heat Venting (Systemy Oddymiania i usuwania ciepła)**
- **NFPA 92. Systemy Ochronny przed zadymieniem. Edycja 2012**
- **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.** (*Komponenty systemów oddymiania i usuwania ciepła - Część 4:Zalecenia funkcjonalne i metody obliczeniowe dla systemów oddymiania i usuwania ciepła opartych na stabilnych pożarach projektowych - Wytyczne postępowania*)
- **BS 7346-5:2005 Components for smoke and heat control systems - Part 5: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing time-dependent design fires - Code of practice** (*Elementy systemów kontroli zadymienia i ciepła - Część 5: Zalecenia funkcjonalne i metody obliczeń dla systemów wentylacji wyciągu zadymienia i ciepła, stosowanie projektów pożarów zmiennych w czasie – przepisy techniczne*)
- **EN 12101–13:20xx (stan na wrzesień 2015)**
- **RAPORT CEN.** Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – Część 5: Wskazówki dotyczące zaleceń funkcjonalnych oraz metod obliczeniowych dla instalacji usuwających dym i ciepło
- **Published Document PD 7974-6:2004.** 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 (Sub-system 6)

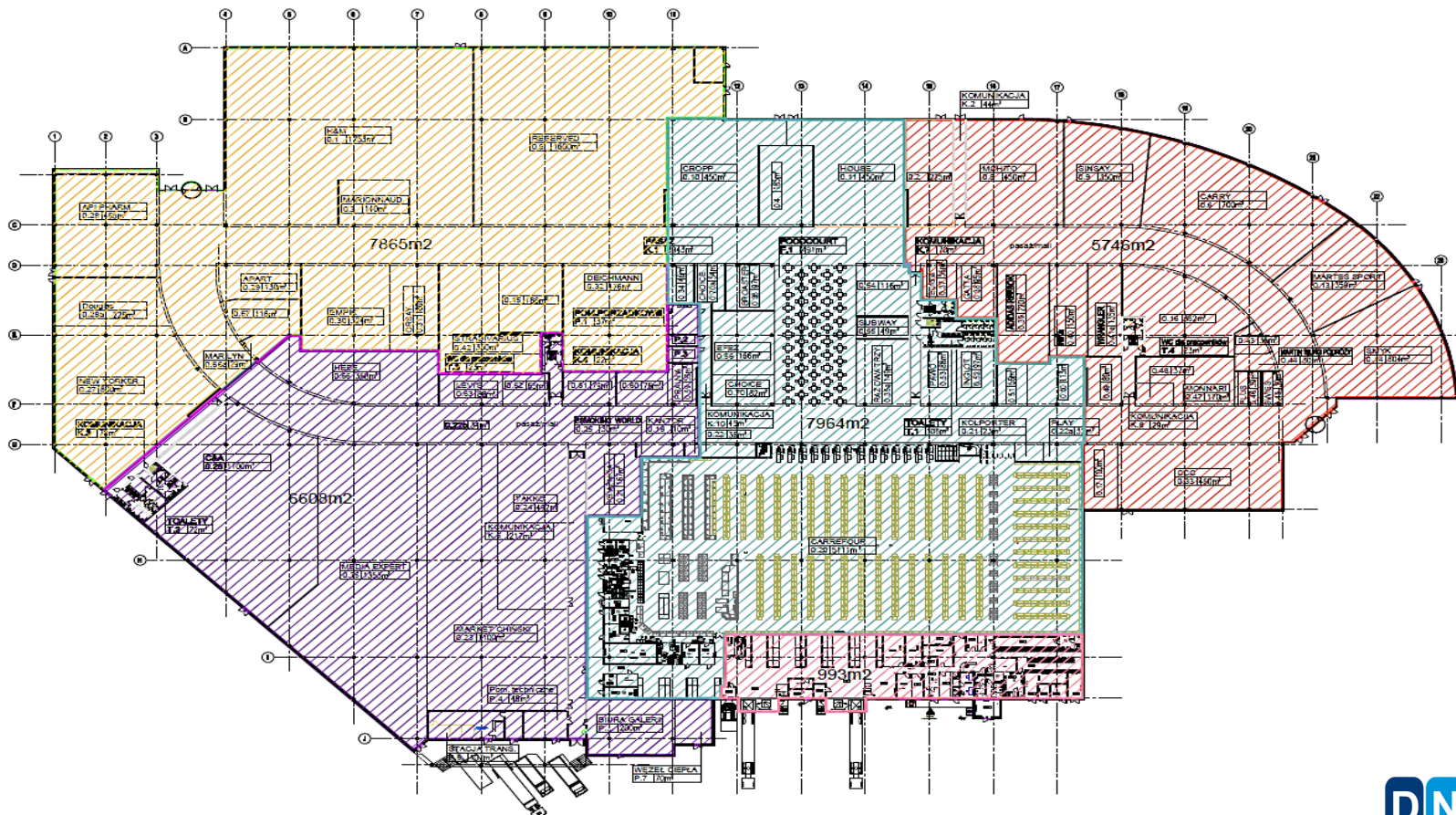


## Źródła pozyskiwania danych do projektowania oddymiania:

- **SFPE Handbook of Fire Protection Engineering**, Third Edition. 2002.
- **Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej**, Biuro Rozpoznawania Zagrożeń. KOMENDA GŁÓWNA PANSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ Biuro Rozpoznawania Zagrożeń - Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych, zapewniających niepogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej, w przypadkach wskazanych w przepisach przeciwpożarowych; Warszawa, październik 2008 r.
- **INSTYTUT TECHNIKI BUDOWLANEJ INSTRUKCJA 331. PROJEKTOWANIE KLAP DYMOWYCH W BUDYNKACH PRZEMYSŁOWYCH I UŻYTECZNOŚCI PUBLICZNEJ**
- **PN-EN 12101. cz. 1-12. Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła**

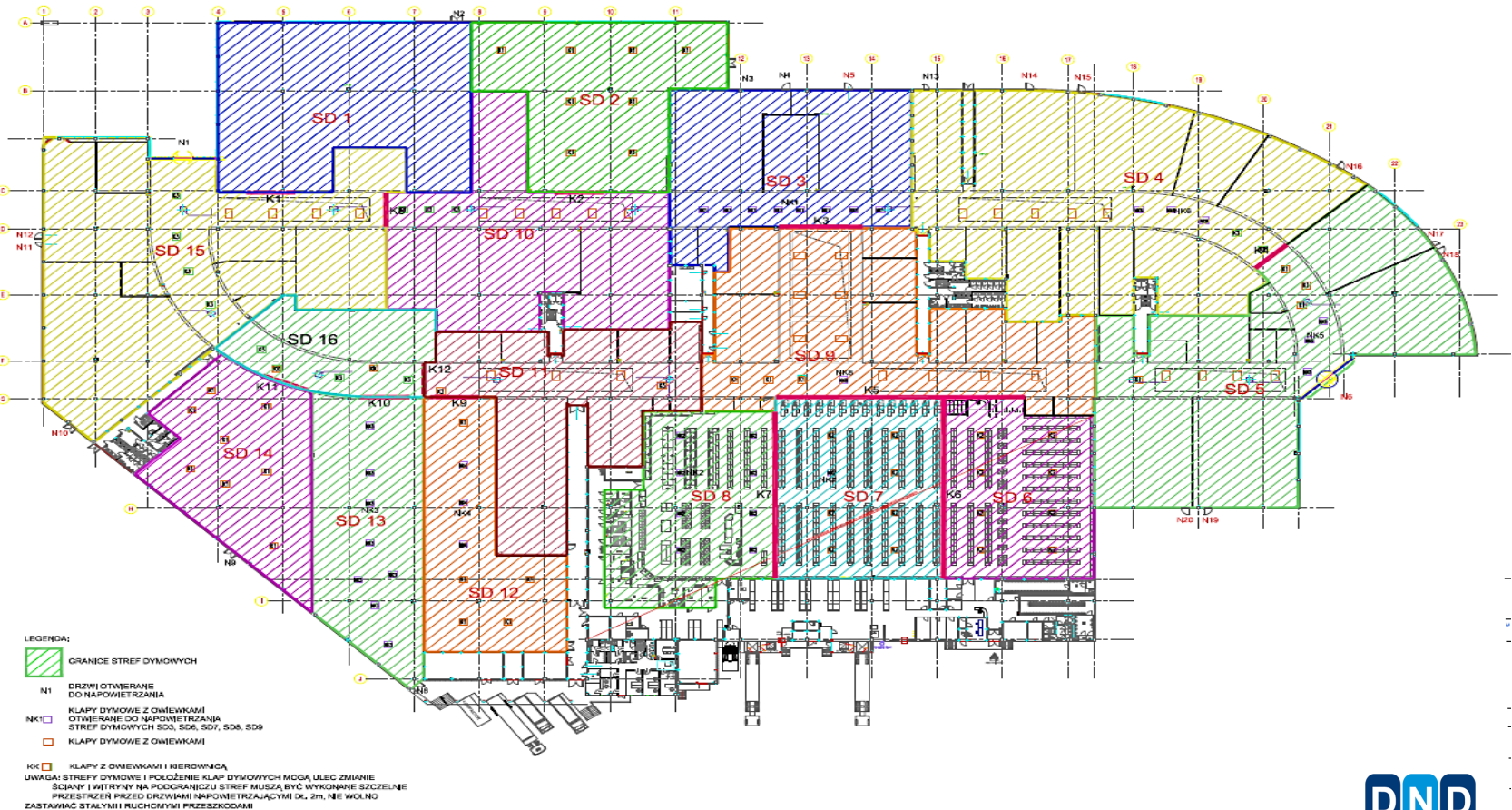
# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Zasady projektowania w oparciu o „case study” – rzut galerii handlowej Strefy Pożarowe



# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczki. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Zasady projektowania w oparciu o „case study” – rzut galerii handlowej Strefy Dymowe



# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

Zasady projektowania w oparciu o „case study” – obliczenia

**Strefa Dymowa SD1 (jeden lokal H&M)-** Oddymianie mechaniczne. Podstawa dymu na wysokości  $Y=3,0\text{m}$  od posadzki. **Założenie - sklepy o powierzchni  $> 900\text{m}^2$  oddymiane indywidualnie, sklepy o powierzchni  $<900\text{m}^2$  oddymiane przez pasaż. Pożar o pow. koła.**

- Powierzchnia strefy Dymowej  $1753,0\text{m}^2$
- Czas ewakuacji  $380\text{s}$  (obliczony i potwierdzony symulacją komputerową)
- Pożar szybki  $\gamma = 0,04689 \text{ [kW/s}^2\text{]}$
- Moc całkowita pożaru  $Q = \gamma \cdot t^2 = 0,04689 \times 380^2 = 6707 \text{ kW}$
- Gęstość mocy pożaru  $q = 550 \text{ [kW/m}^2\text{]}$ . Z zależności  $Q/q = A$ , otrzymujemy powierzchnię pożaru  $A = \Pi r^2 = 12 \text{ m}^2$  i obwód pożaru  $P = 2\Pi r = 12 \text{ [m]}$

**Moc pożaru projektowego:**

**$Q = A \cdot q = 12 \cdot 550 = 6600 \text{ [kW]}$ ; moc konwekcyjna pożaru  $Q' = 0,8Q = 5280 \text{ kW}$**

Oznaczenia dot. obliczeń

$C_e$  – współczynnik zasysania powietrza do warstwy dymu –  $0,19$

$\rho_o$  – gęstość powietrza –  $1,2 \text{ [kg/m}^3\text{]}$

$C_p$  – ciepło właściwe powietrza -  $1,01 \text{ [kJ/kgK]}$

$T_0$  – temperatura powietrza atmosferycznego  $293 \text{ [K]}$

$m$  – masowy strumień powietrza wpływającego do kolumny konwekcyjnej ognia  $\text{[kg/s]}$

$d_n$  – głębokość warstwy dymu poniżej kratki wyciągowych –  $0,5 \text{ m}$  [minimalna]

$\theta$  – przyrost temperatury dymu  $\text{[K]}$

$T_1$  – średnia temperatura warstwy dymu  $\text{[K]}$

$\gamma$  – współczynnik dla otworów wyciągowych –  $1$

$D_v$  – wymiar charakterystyczny kratki  $\text{[m]}$

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

Masowy strumień powietrza wpływającego do kolumny konwekcyjnej ognia:

$$m = C_e \cdot P \cdot Y^{3/2} = 0.19 \cdot 12 \cdot 3.0^{1.5} = 11.85 \text{ kg/s}$$

Przyrost temperatury gazów pożarowych:

$$\theta = \frac{Q_c}{m C_p} \quad \theta = 5280 / (11.85 \cdot 1.01) = 441 \text{ K}$$

Objętościowy strumień powietrza usuwanego z warstwy dymu:

$$V = \frac{m \cdot (T_0 + \theta)}{\rho_0 \cdot T_0} \quad V = 11.85 \cdot (293 + 441) / (1.2 \cdot 293) = 24.74 \text{ m}^3/\text{s} = 90 \text{ 000 m}^3/\text{h}$$

Maksymalny strumień masowy dla pojedynczego punktu wyciągowego:

Zakłada się, że kratki wyciągowe będą zlokalizowane od ścian w odległości większej niż dwukrotność ich średnicy hydraulicznej, dokonano obliczenia w oparciu o zależność dla punktów wyciągowych zlokalizowanych w odległości od ściany przekraczającej ich charakterystyczny wymiar (w tym przypadku 0,57 m):

$$m_{\max} = \frac{2,05 \cdot \rho_0 \cdot (g \cdot T_0 \cdot \theta)^{0,5} \cdot d_n^2 \cdot D_V^{0,5}}{T_l}$$

$$m_{\max} = 2,05 \cdot 1.2 \cdot (9,81 \cdot 293 \cdot 441)^{0,5} \cdot 0.5^2 \cdot 0.57^{0,5} / 734 = 0.71 \text{ kg/s}$$

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

cd. Obliczeń

Obliczony strumień masowy odpowiada strumieniowi objętościowemu:

$$V = \frac{m \cdot (T_0 + \theta)}{\rho_0 \cdot T_0} \quad V_{\max} = 1.49 \text{ m}^3/\text{s} = 5300 \text{ m}^3/\text{h}$$

Minimalna ilość punktów wyciągowych

$N \geq m/m_{\max} = V/V_{\max} = 17$ ; mniejsza wydajność pojedynczego punktu wyciągu dymu jest zalecana

Można przyjąć np. 20 punktów wyciągowych o wydajności jednej kratki wyciągowej

$$V_k = V/N = 4500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Minimalna odległość pomiędzy punktami wyciągowymi (na podstawie NFPA 92- ponieważ norma BS nie podaje jak tę wielkość policzyć):

$$S_{\min} = 0.9V_e^{1/2}$$

$$S_{\min} = 0.9 \cdot 1.49 \text{ m}^3/\text{s} = 1.10 \text{ m}$$

## Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

### cd. Obliczeń

- minimalna powierzchnia otworów do napływu powietrze uzupełniającego przy założeniu hydraulicznego współczynnika wypływu  $C_i=0.6$  (współczynniki można znaleźć w normie NFPA 204 lub literaturze,
- Zakładana max prędkości napływu powietrza prze otwór – można przyjąć 5m/s (nawet dla drzwi do celów ewakuacyjnych:

$$F = \frac{V}{vC_i}$$

$$F=33.33/(5 \cdot 0.6)=11.11 \text{ m}^2$$

### Kanały oddymiające

Pole przekroju kanału oddymiającego, przy założeniu maksymalnej prędkości przepływu 8 m/s, powinno wynosić co najmniej 4,17 m<sup>2</sup>.

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

cd. Obliczeń

**Obliczenie maksymalnej spodziewanej temperatury dla doboru wentylatora oddymiającego w budynku istniejącym i zaprojektowanym**

$$Q = \frac{6707}{11,8 \times 1,01} = 551,3^{\circ}C$$

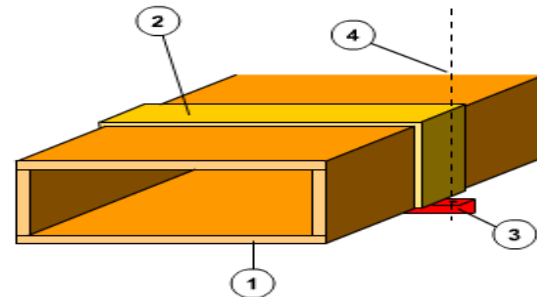
Kanały wentylacji oddymiające należy przyjąć odporne na temperaturę 600°C.  
Kanały wentylacji oddymiającej w klasie odporności ogniowej EIS60 lub E<sub>600</sub>S60.  
Np.

Kanały w systemie Promat typ Promaduct przytwierdzone do stropów i/lub ścian wg rozwiązania systemowego dla budynku istniejącego.

System PROMADUCT®-500, samonośny

1. płyta PROMATECT®-L500
2. pasmo PROMATECT®-H (mufa)
3. profil nośny, wymiary wg statyki
4. wieszak, pręt gwintowany.

**Dobiera się wentylator klasy F<sub>600</sub>60**  
(czas pracy minimum 60 minut).





# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

## Strefa Dymowa SD5 ( 10 lokali o pow. od 30 do 504m<sup>2</sup>)

Oddymianie grawitacyjne „małych” sklepów przez pasaż. Podstawa dymu na wysokości  $Y=4,8\text{m}$  od posadzki (klapy dymowe w świetlikach pasażu).

Powierzchnia strefy Dymowej 2199,0m<sup>2</sup>

- Czas ewakuacji 380s (obliczony i potwierdzony symulacją komputerową)
- Pożar szybki  $\gamma = 0,04689 \text{ [kW/s}^2\text{]}$
- **$C_e$  -współczynnik zasysania powietrza do warstwy dymu – 0,38 ! zmiana**
- Moc całkowita pożaru  $Q = \gamma \cdot t^2 = 0,04689 \times 380^2 = 6707 \text{ kW}$
- Gęstość mocy pożaru  $q = 550 \text{ [kW/m}^2\text{]}$ . Z zależności  $Q/q = A$ , otrzymujemy powierzchnię pożaru  $A = \pi r^2 = 12 \text{ m}^2$  i obwód pożaru  $P = 2\pi r = 12 \text{ [m]}$

**Moc pożaru projektowego:**

**$Q = A \cdot q = 12 \cdot 550 = 6600 \text{ [kW]}$ ; moc konwekcyjna pożaru  $Q' = 0,8Q = 5280 \text{ kW}$**

Masowy strumień powietrza wpływającego do kolumny konwekcyjnej:

$$m = C_e \cdot P \cdot Y^{3/2} = 0,38 \cdot 12 \cdot 4,8^{1,5} = 47,95 \text{ kg/s}$$

Przyrost temperatury gazów pożarowych:

$$\theta = \frac{Q_c}{m C_p} \quad \theta = 5280 / (47,95 \cdot 1,01) = 109^\circ\text{C}$$

### cd. Oddymiania Strefa SD5

Objętościowy strumień powietrza usuwanego z warstwy dymu:

$$V = \frac{m \cdot (T_0 + \theta)}{\rho_0 \cdot T_0}$$

$$V = 47,95 \cdot (293 + 109) / (1,2 \cdot 293) = 54,83 \text{ m}^3/\text{s} = 198\,000 \text{ m}^3/\text{h}$$

Wymagana powierzchnia klap oddymiających

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

## **cd. Obliczeń**

**Wymagana powierzchnia oddymiania jest opisana jako zależność powierzchni oddymiania od powierzchni napowietrzania.**

**Dla powierzchni napowietrzania 35,28 m<sup>2</sup> i współczynnika wypływu 0,6 minimalna powierzchnia geometryczna oddymiania wynosi 27,34 m<sup>2</sup>, co daje 16,41 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej.**

**W konkretnym przypadku projektowym ustalamy rzeczywistą powierzchnię otworów doprowadzających powietrze uzupełniające do strefy dymowej.**

**Jeden otwór może służyć do doprowadzenia powietrza uzupełniającego dla kilku stref dymowych.**

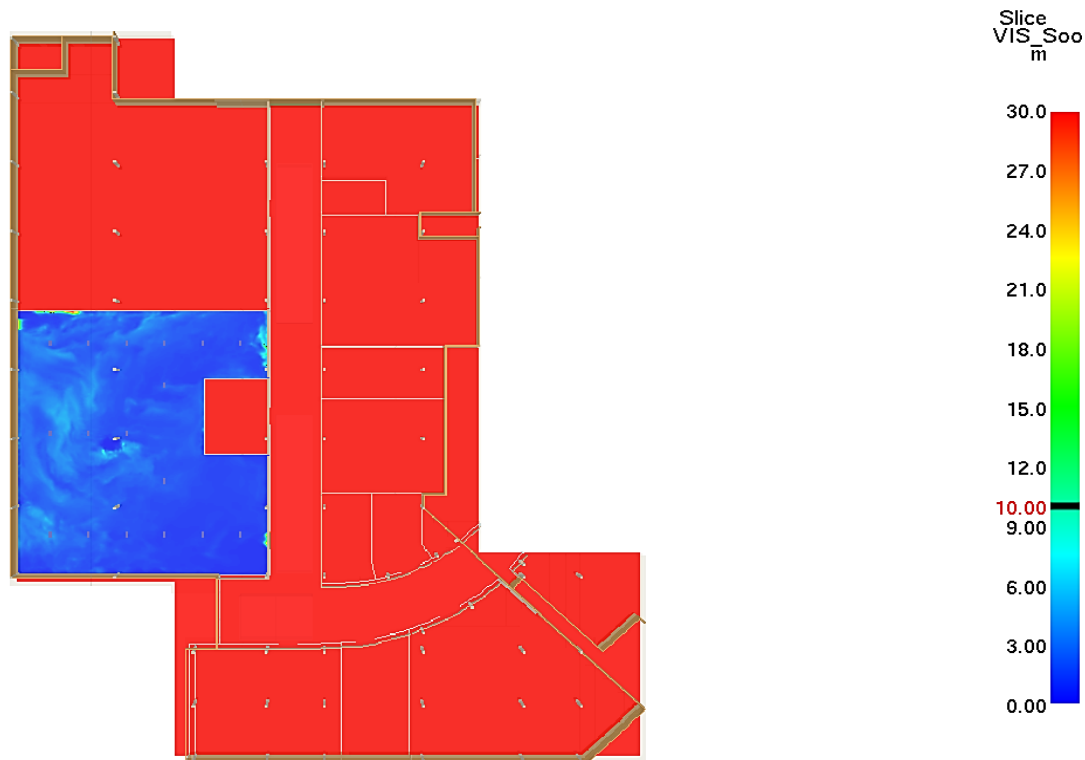
**Pojedyncza klapa dymowa powinna mieć powierzchnię czynną o wielkości do 2,0m<sup>2</sup>(co jest zalecane przez normę BS).**

**Daje to  $16,41/2,0=9$  klap dymowych**

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Wyniki symulacji komputerowej

Scenariusz 1 – lokal H&M; spadek zasięgu widzialności po 380 sekundach na poziomie 1.8 m (widzialność w lokalu na koniec czasu ewakuacji wynosi 3-6m)

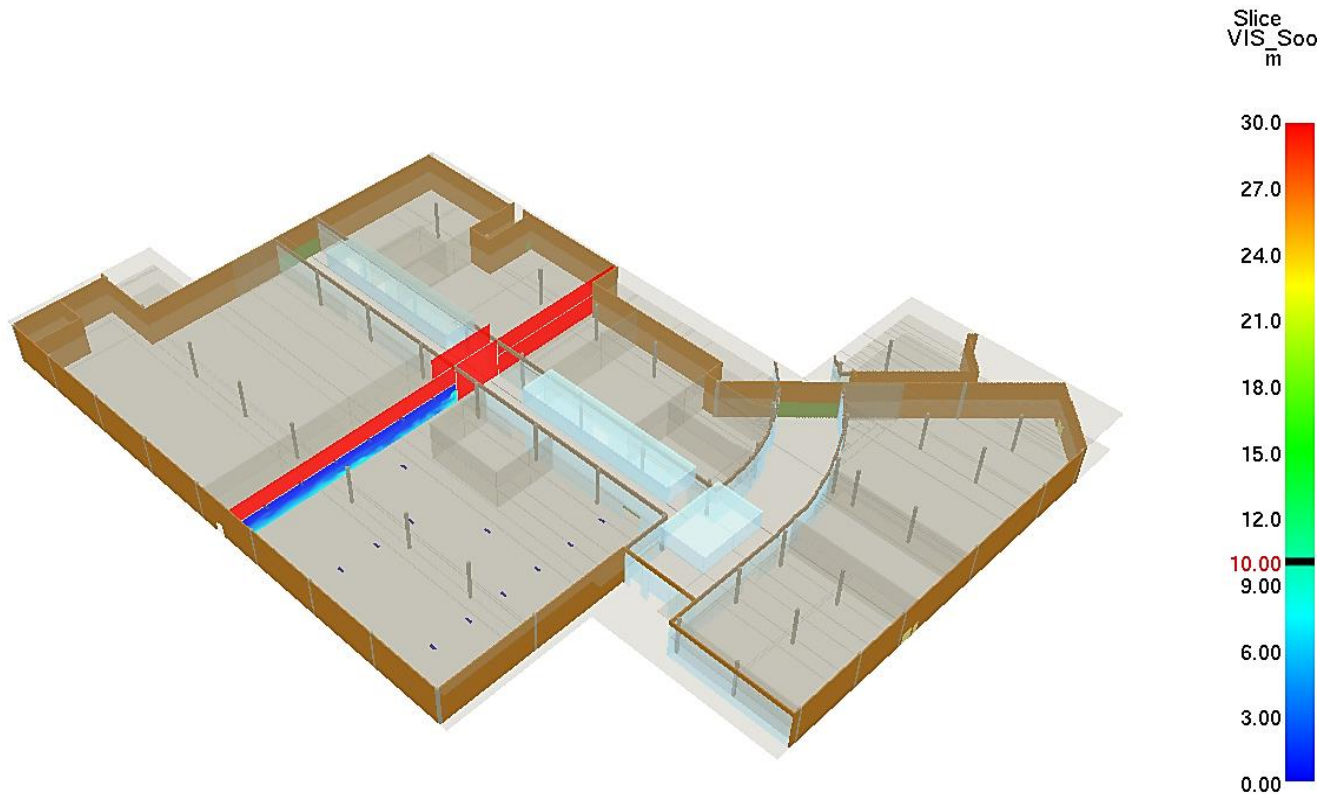


Time: 380.0



# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

Scenariusz 1 – lokal H&M; widzialności po 380 sekundach w przekroju pionowym

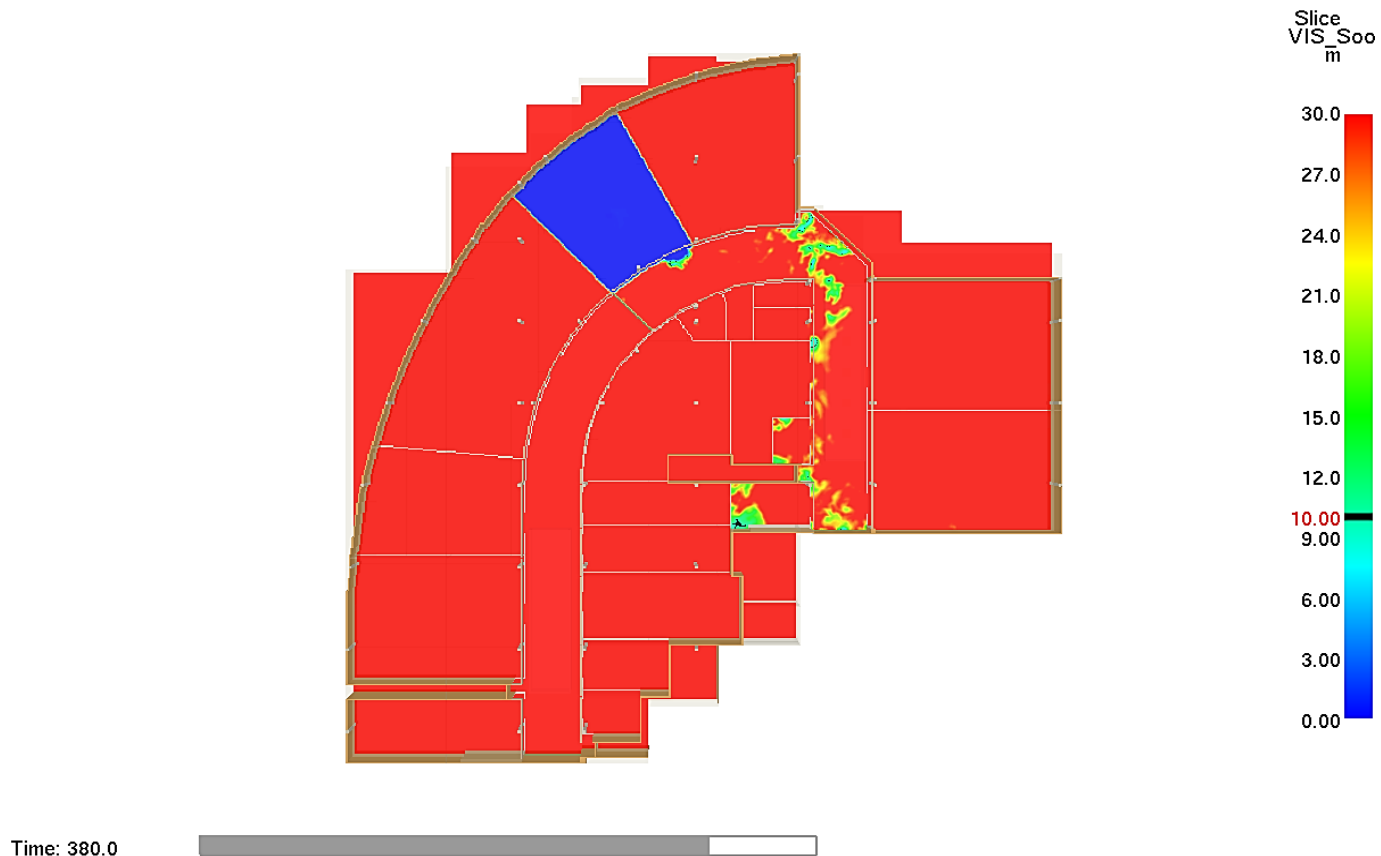


Time: 380.0



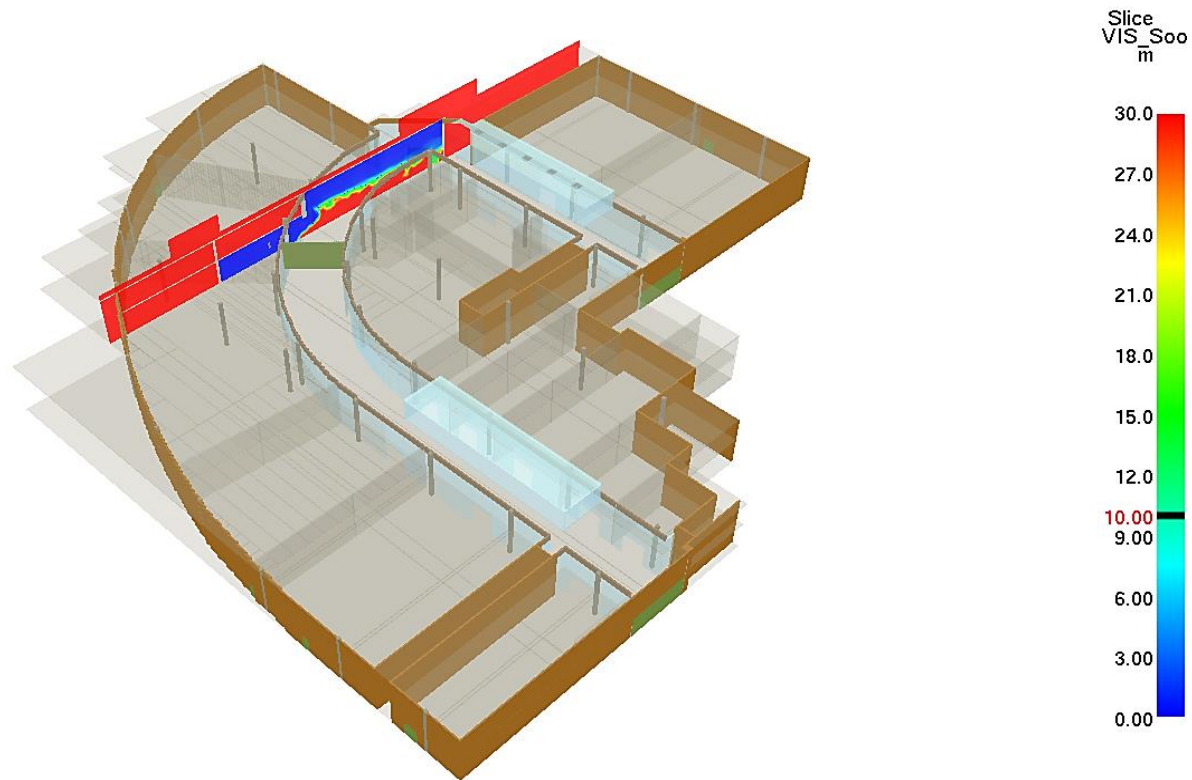
# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

Scenariusz nr 5 – pożar w lokalu Martes Sport w strefie dymowej SD5; spadek zasięgu widzialności po 380 sekundach na poziomie 1.8 m



# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

Scenariusz nr 5 – pożar w lokalu Martes Sport w strefie dymowej SD5; widzialności po 380 sekundach w przekroju pionowym



Time: 380.0



## Klapy dymowe – wymagania formalne

### Specyfikacje klapy dymowych – informacje konieczne w projekcie

- klasyfikacja niezawodności Re (A, Re50, Re1000); najczęściej Re1000,
- klasyfikacja obciążenia śniegiem SL (0, 125, 250, 500, 1000, A)

**Uwaga:** dla klapy z osłonami wiatrowymi (owiewki) klasyfikacja nie może być niższa niż  $SL=2000xd$ ; gdzie „d” jest możliwą głębokością śniegu w [m]; obciążenia wiatrem WL; klasa klapy z uwagi na wymagania ochrony przeciwpożarowej

B 300--- wg PN-EN12101.2

**B<sub>300</sub>30** – wg warunków technicznych - klapy otwierane automatycznie

B 600--- wg PN-EN12101.2

**B<sub>600</sub>30**– wg warunków technicznych - klapy otwierane ręcznie

B A --- wg PN-EN12101.2 (czas badania zależy od przyjętej temperatury w której klapa jest badana)



Zdjęcie ze str. Firmy AWAK



## Wentylatory oddymiające – wymagania formalne

Wentylatory oddymiające z uwagi na wymagania ochrony przeciwpożarowej powinny mieć następującą klasę:

F600 60, jeżeli przewidywana temperatura dymu przekracza 400°C,

F400 120 w pozostałych przypadkach,

dopuszcza się inne klasy, jeżeli z analizy obliczeniowej temperatury dymu oraz zapewnienia bezpieczeństwa ekip ratowniczych wynika taka możliwość np. klasa  $F_{300}$  60,  $F_{300}$  120



Zdjęcie ze strony WWW Firmy SURSYS

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Kurtyny dymowe – wymagania formalne wg PN-EN 12101.Cz. 1

Podział kurtyn dymowych:

- A ze względu na temperaturę i czas pracy
- B ze względu na sposób zachowania

### Podział z uwagi na temperaturę badania

- do 600°C

D30	30 min.
D60	60 min.
D90	90 min.
D120	120 min.
DA	> 120 min.

- w zakresie < 827°C do 1100°C

DH30	30 min.
DH60	60 min.
DH90	90 min.
DH120	120 min.
DHA	> 120 min.

Klasyfikacja kurtyn ze względu na sposób pracy

Styczne (sztywne i elastyczne) SSB

Aktywne (ruchome: opad grawitacyjny lub napęd silnikowy)

Typ	Odległość Kurtyny do posadzki w pozycji działania	Uszkodzenie systemu	Kable odporne na ogień	Ochrona życia
ASB1	H > 2,5	Przyjmuje poz. pracy	Nie Nie wymagają systemów kablowych	Wskazana
ASB2		Nie pracują	Tak	-
ASB3	każda	Przyjmuje pozycję pracy	Nie Nie wymagają systemów kablowych	Wskazana
ASB4		Nie pracują	Tak	-

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

---

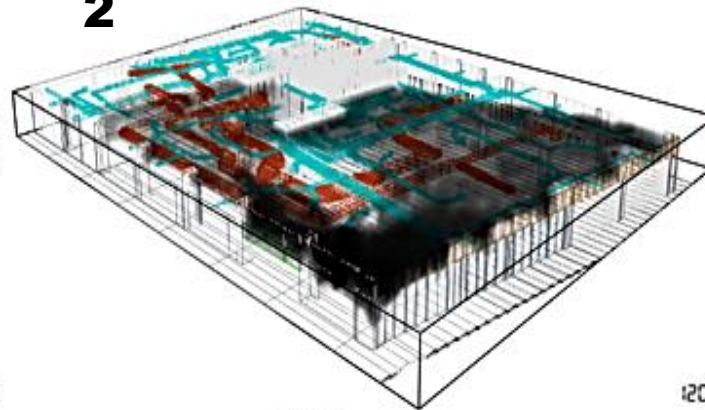
## Jak czytać zrzuty graficzne z analiz oddymiania

**1**



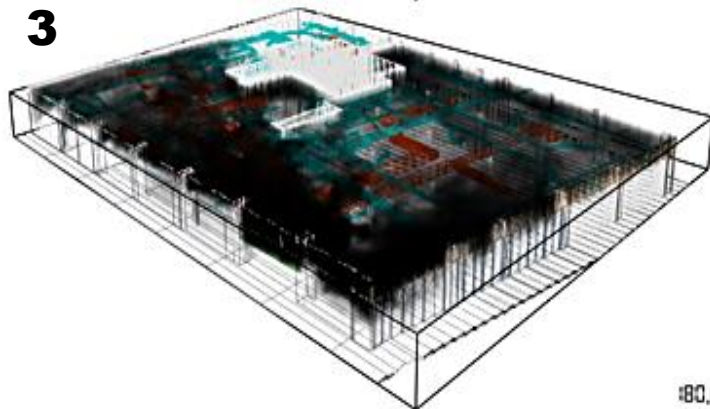
60,0

**2**



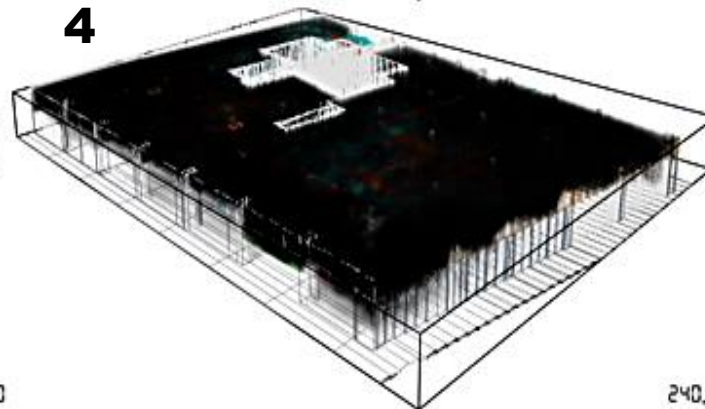
120,0

**3**



180,0

**4**

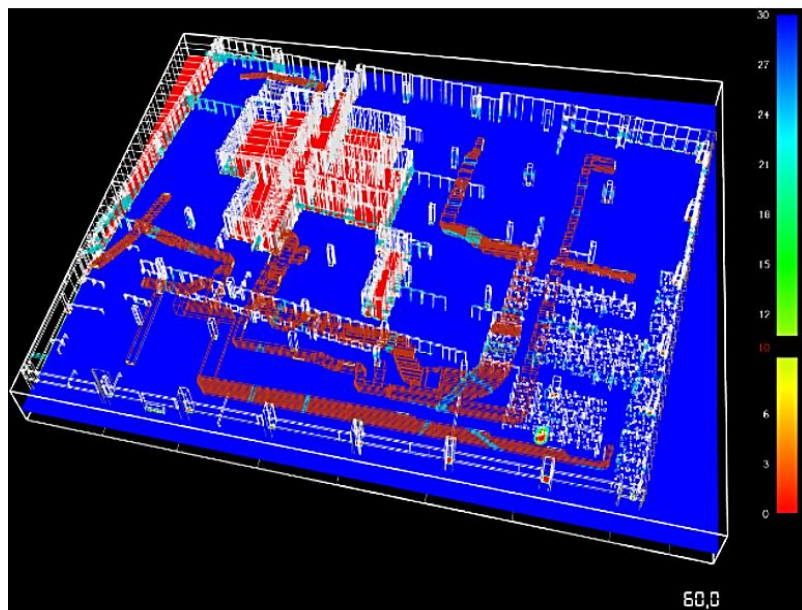


240,0

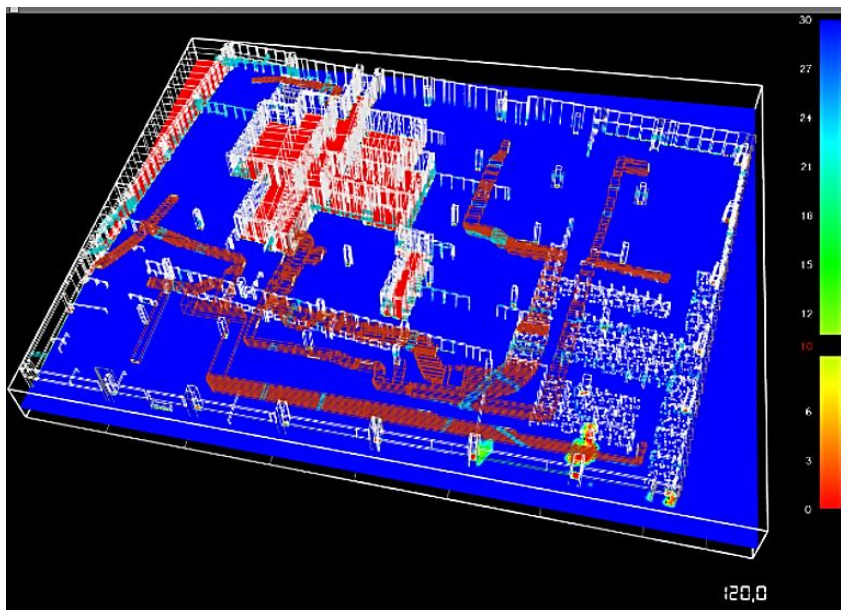
# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Jak czytać zrzuty graficzne z analiz oddymiania

1



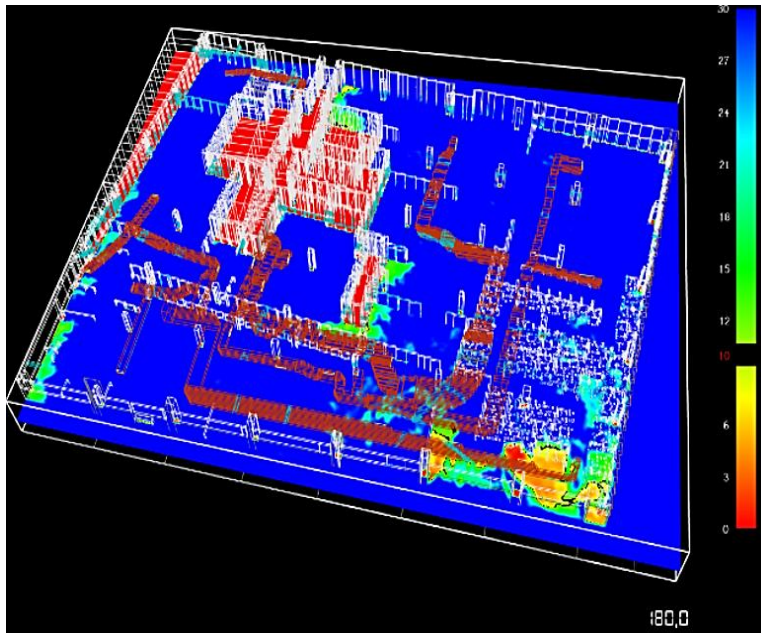
2



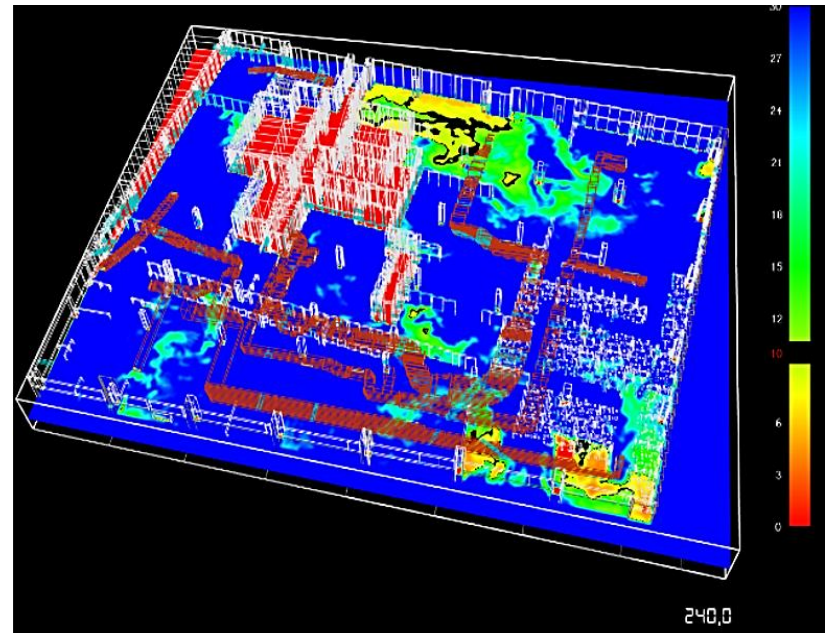
# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Jak czytać zrzuty graficzne z analiz oddymiania

3



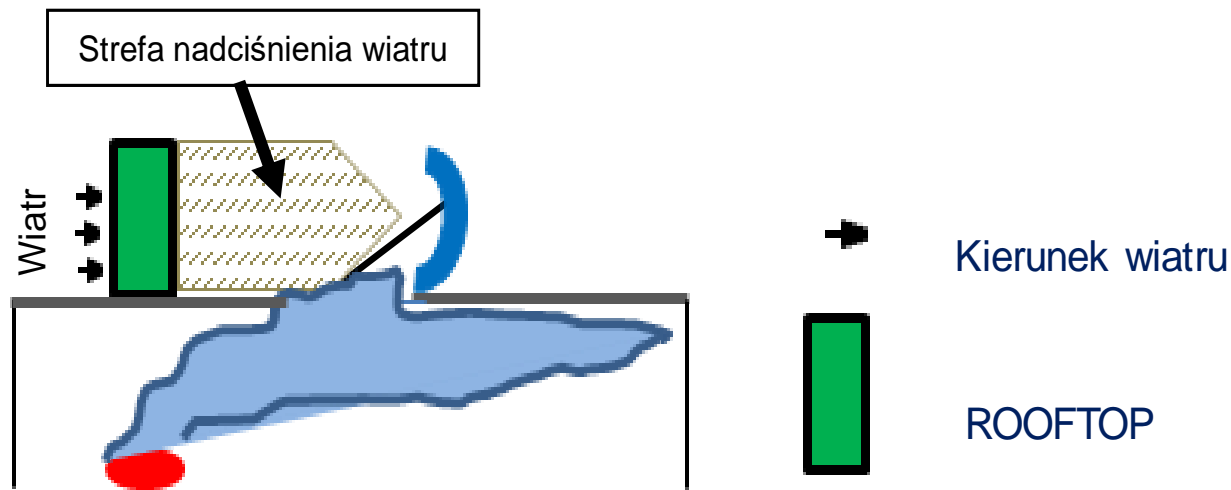
4



## Lokalizacja klap dymowych - Nadciśnienie przy klapie dymowej

W pobliżu wysokiej zabudowy/przeszkody na dachu wypływ dymu przez klapę oddymiającą będzie zaburzony - działanie niepoprawnie.

Np. z powodu wysokiej przeszkody przed klapą (Rooftop o  $H=2,1\text{m}$  z dwóch stron pod kątem  $90^{\circ}$ ) przy działaniu wiatru na płaszczyznę Rooftop-a powstanie strefa nadciśnienia przy klapie co spowoduje zatrzymanie wypływu dymu



## Lokalizacja klap dymowych - Nadciśnienie przy klapie dymowej

Zgodnie z normą 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 trzeba sprawdzić warunek **Załącznik G (informacyjny)**.

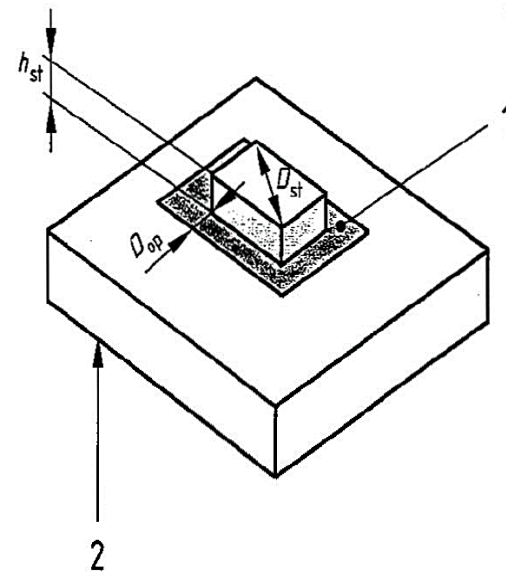
**Wpływ stref nadciśnienia oraz/lub stref zasysania na SOiUC. G.1.**

### Strefa nadciśnienia

**G.1.1.** Jako powstałą z powodudziałania wiatru strefę nadciśnienia otaczającą wystającą konstrukcję określa się powierzchnię dachu otaczającą taką konstrukcję ograniczoną linią znajdującą się w mierzonej w poziomie odległości  $D_{op}$  od takiej konstrukcji.

Rysunek G.1 przedstawia strefy nadciśnienia na dachu z wystającą konstrukcją. Szerokość strefy nadciśnienia umieszczonej na dachu wystającej konstrukcji można obliczyć w następujący sposób:

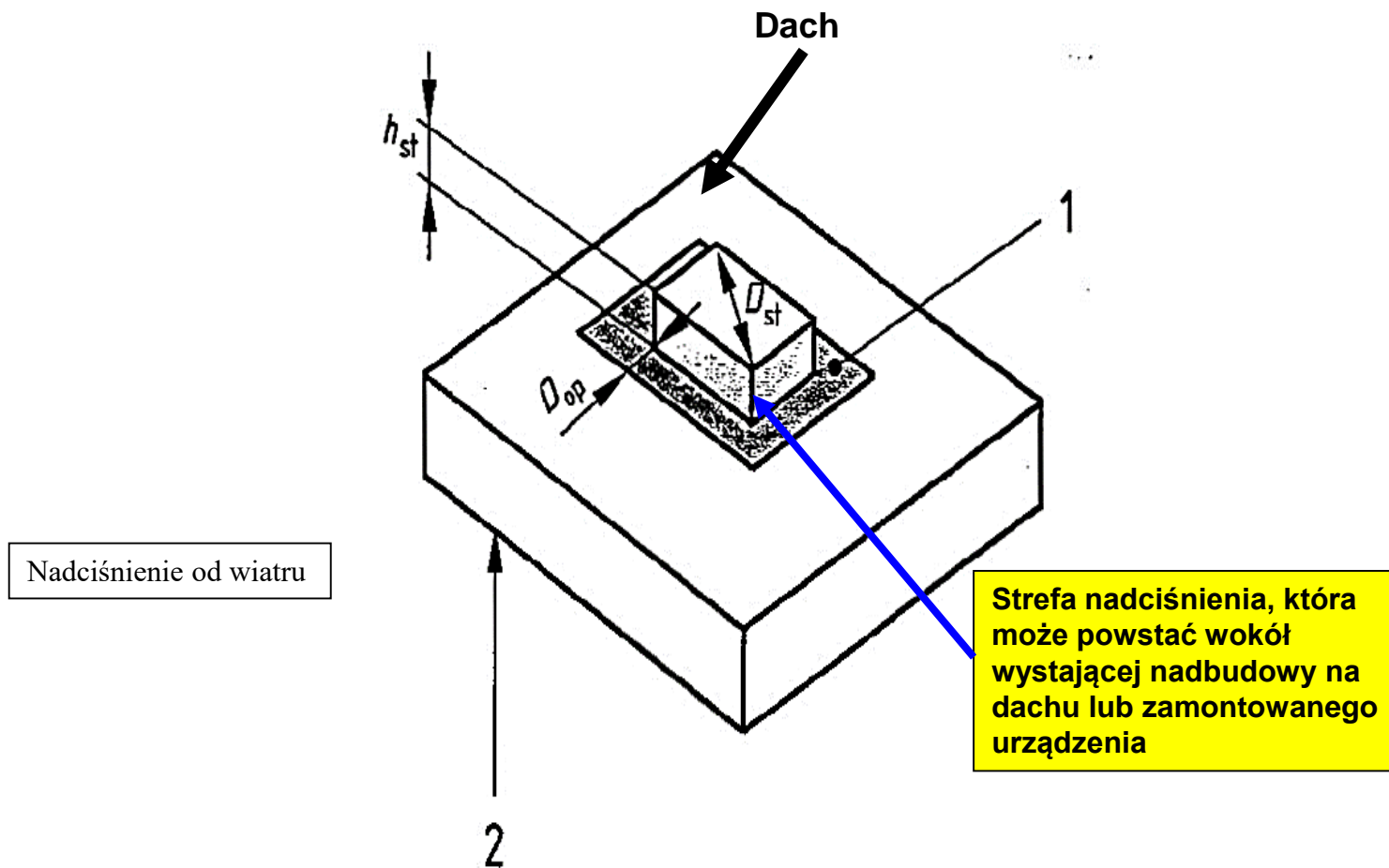
$$D_{op} = 3h_{st} \text{ lub } D_{op} = \frac{3D_{st}}{2}$$



1 Strefa nadciśnienia

2 Cokół

**Rysunek G.1 — Strefy nadciśnienia na dachu z wystającą konstrukcją**



## Klucz

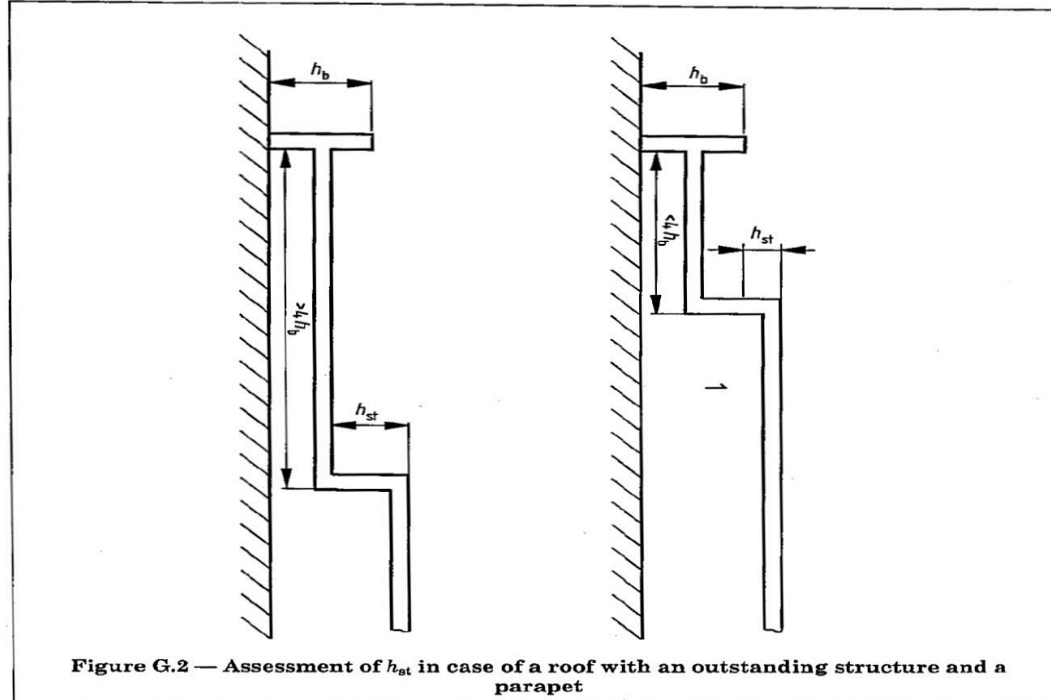
1 Strefa nadciśnienia

2 Cokół

Rysunek G.1 — Strefy nadciśnienia na dachu z wystającą konstrukcją



## Lokalizacja klap dymowych - Nadciśnienie przy klapie dymowej



**G.1.2** Rozmieszczenie grawitacyjnych otworów wentylacyjnych możliwe jest we wszystkich pozostałych przypadkach, pod warunkiem że badania w tunelu aerodynamicznym wykażą, iż urządzenie do usuwania dymu i ciepła nie będzie narażone na nadciśnienie.

Dla urządzenia o  $h=2,1\text{m}$ .

Szerokość strefy nadciśnienia wg tej kalkulacji wychodzi  $6,3\text{m}$  i w tym pasie nie należy lokalizować klap dymowych.

**Odstępstwem od tej zasady jest wykonanie badań w tunelu aerodynamicznym dla takiej sytuacji i potwierdzenie poprawności działania klapy oddymiającej.**

**Lokalizacja otworów do napływu powietrza uzupełniającego z uwzględnieniem nadciśnienia od wiatru na fasadzie budynku – na podstawie zał. G normy 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**

### **Strefy zasysania**

Strefy zasysania na fasadzie budynku związane z działaniem wiatru określa się jako powierzchnię fasady sąsiadującą z fasadą narażoną na bezpośrednie działanie wiatru zaczynającą się od narożników takich dwóch fasad, a kończącą się w odległości  $D_{su}$  mierzonej od krawędzi wzdłuż fasady i obejmującą pełną wysokość fasady.

Jeżeli parametr  $b_f$  jest znaną długością fasady narażonej na bezpośrednie oddziaływanie wiatru, parametr  $D_{su}$  oszacowuje się w następujący sposób:

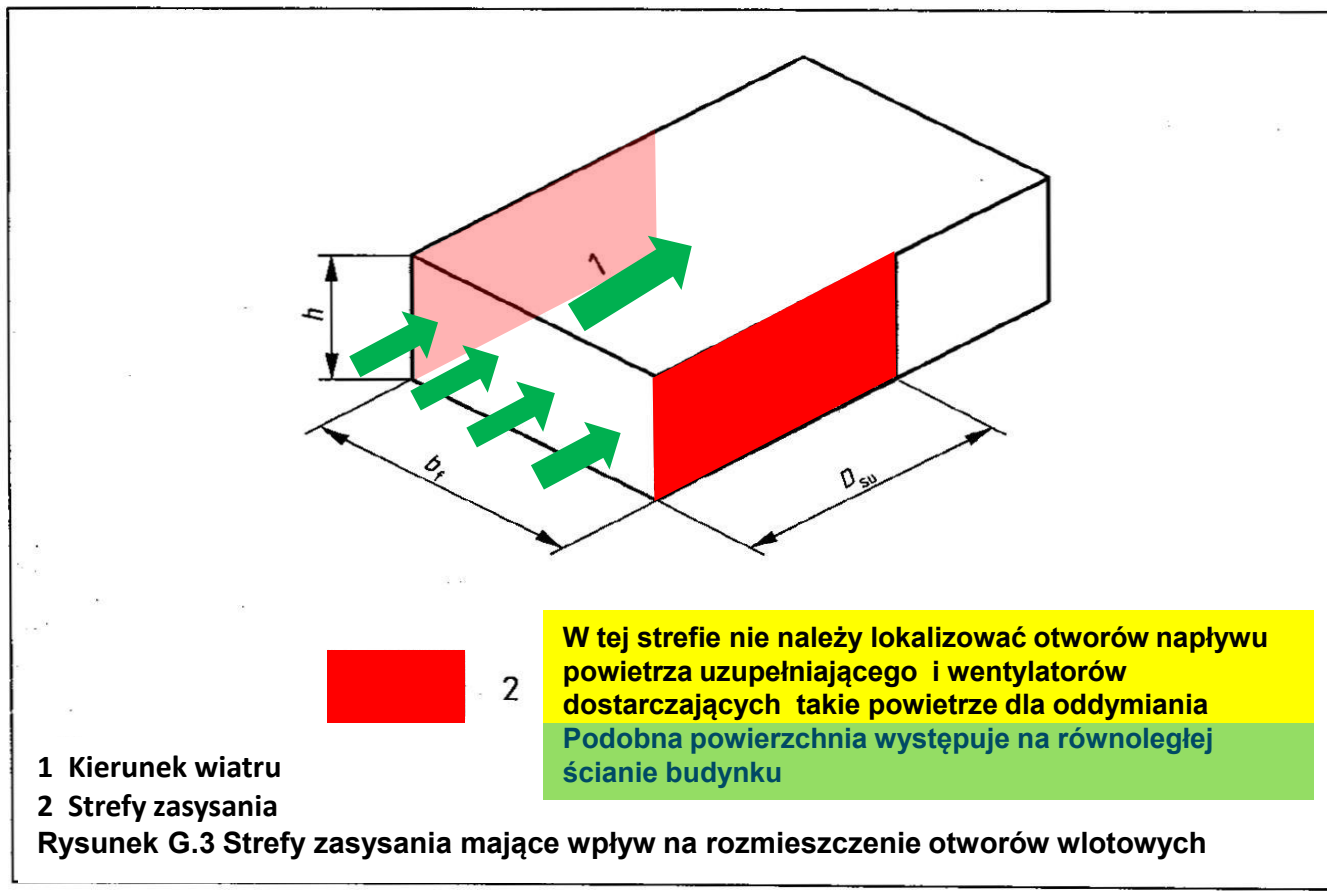
jeżeli  $b_f > 2$ , to  $D_{su} = 2 h_{st}$

jeżeli  $b_f \leq 2$ , to  $D_{su} = 2 b_f$

Szacuje się, że strefa intensywnego zasysania ma zasięg do  $\frac{D_{su}}{5}$  od krawędzi granicznej fasady. W takiej strefie nie należy instalować żadnych otworów wlotowych.

# Oddymianie 1-kondygnacyjnej Galerii Handlowej bez tryskaczy. Zasady projektowania w oparciu o „case study”

## Lokalizacja otworów do napływu powietrza uzupełniającego z uwzględnieniem nadciśnienia od wiatru na fasadzie budynku



# Dziękuję za uwagę

## **mgr inż. Ryszard Stępkowski**

Rzecznawca ds. Zabezpieczeń Przeciwpożarowych

Rzecznawca 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

Członek Komitetu Technicznego Nr 180 PK1 Polskiego Komitetu  
Normalizacji ds. Systemów Kontroli Rozprzestrzeniania Dymu i Ciepła

**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](http://www.pozarnictwo.com.pl)

Wrocław 27.02.2020 r.