



# WPŁYW INSTALACJI PV NA SYSTEM ODDYMIANIA GRAWITACYJNEGO

dr inż. Grzegorz Krajewski

dr hab. inż. Wojciech Węgrzyński prof. ITB

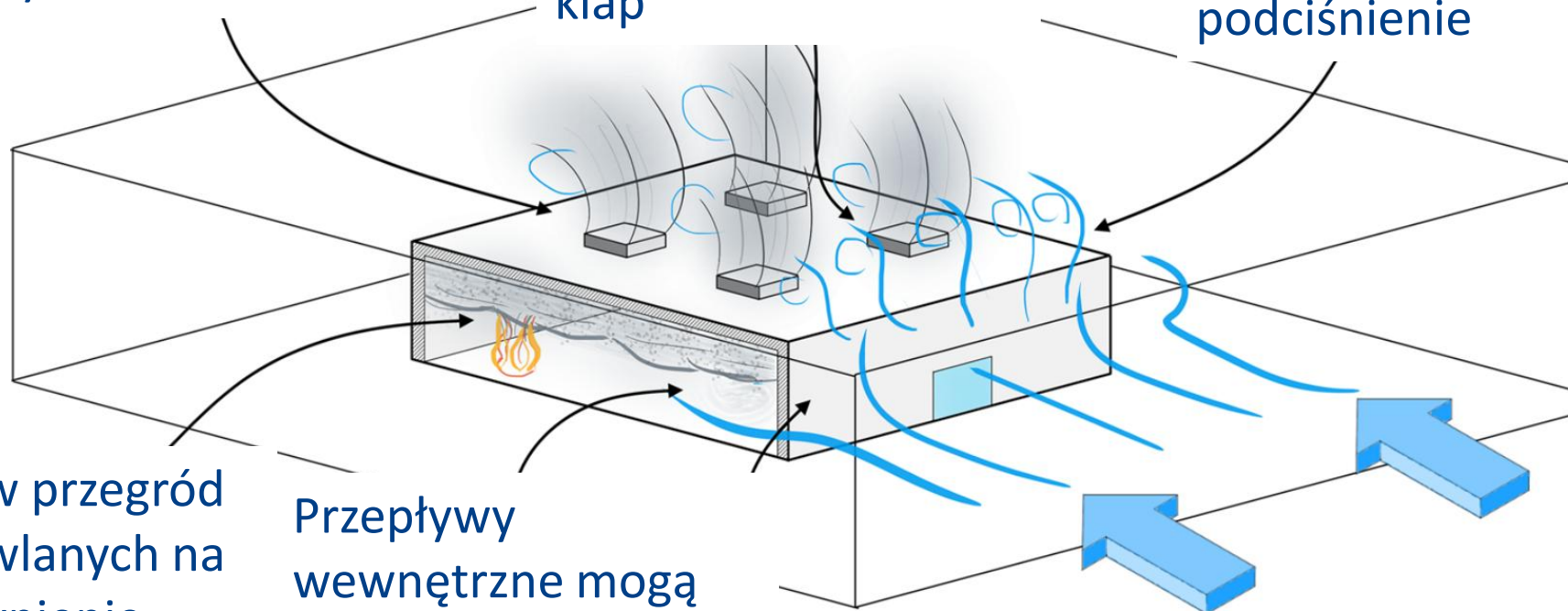
# Oddymianie grawitacyjne



Wpływ wiatru na wypływ dymu przez klapy dymowe

Podciśnienie nad dachem będzie miało kluczowy wpływ na skuteczność każdej z klap

Ukształtowanie i architektura dachu mają kluczowy wpływ na podciśnienie



Wpływ przegród budowlanych na zapewnienie stratyfikacji

Przepływy wewnętrzne mogą mieć kluczowy wpływ na zachowanie stratyfikacji

Wpływ oddziaływania ciśnienia wiatru na poszczególne fasady

Podstawa: PN-EN 12101-2:2005

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła -  
- Część 2: Wymagania techniczne dotyczące klapy  
dymowych

Główne charakterystyki wyrobu:

$A_{cz}$  - powierzchnia czynna

Re – pewność działania

WL – niezawodność działania pod obciążeniem wiatrem

SL – niezawodność działania pod obciążeniem śniegiem

B – badanie w wysokiej temperaturze

T – odporność na temperatury ujemne

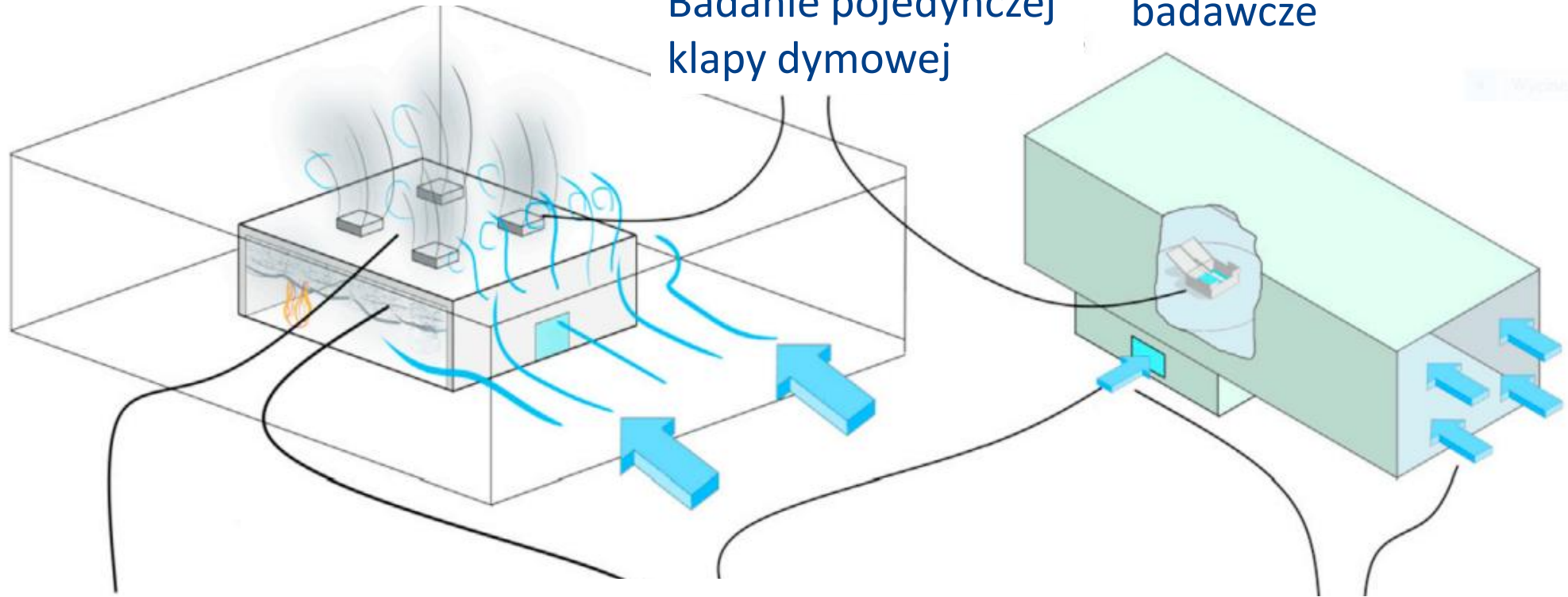
# Konfiguracja stanowiska



System wentylacji w budynku

Badanie pojedynczej klapy dymowej

Standardowe stanowisko badawcze



Właściwości aerodynamiczne dachu nie są uwzględnione w standardowym teście

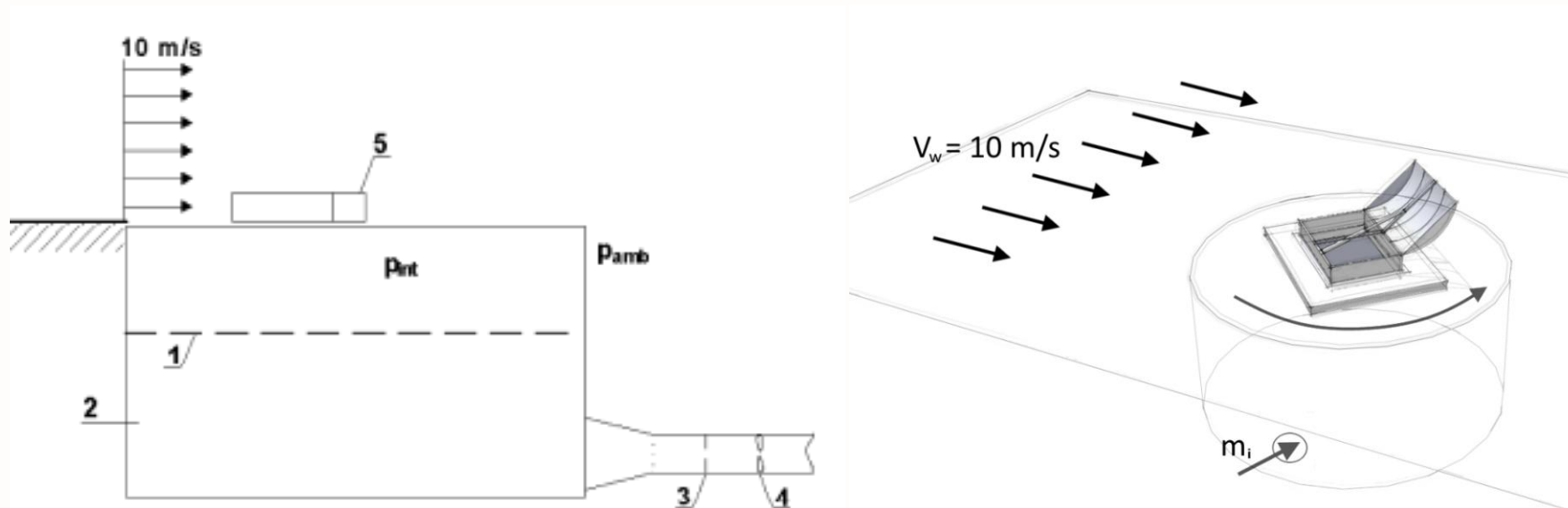
Efekt sił wyporu wynikających z pożaru jest symulowany poprzez nawiewane powietrze do komory pod tunelem aerodynamicznym

Nawiewane powietrze do tunelu jak i komory posiada parametry powietrza zewnętrznego

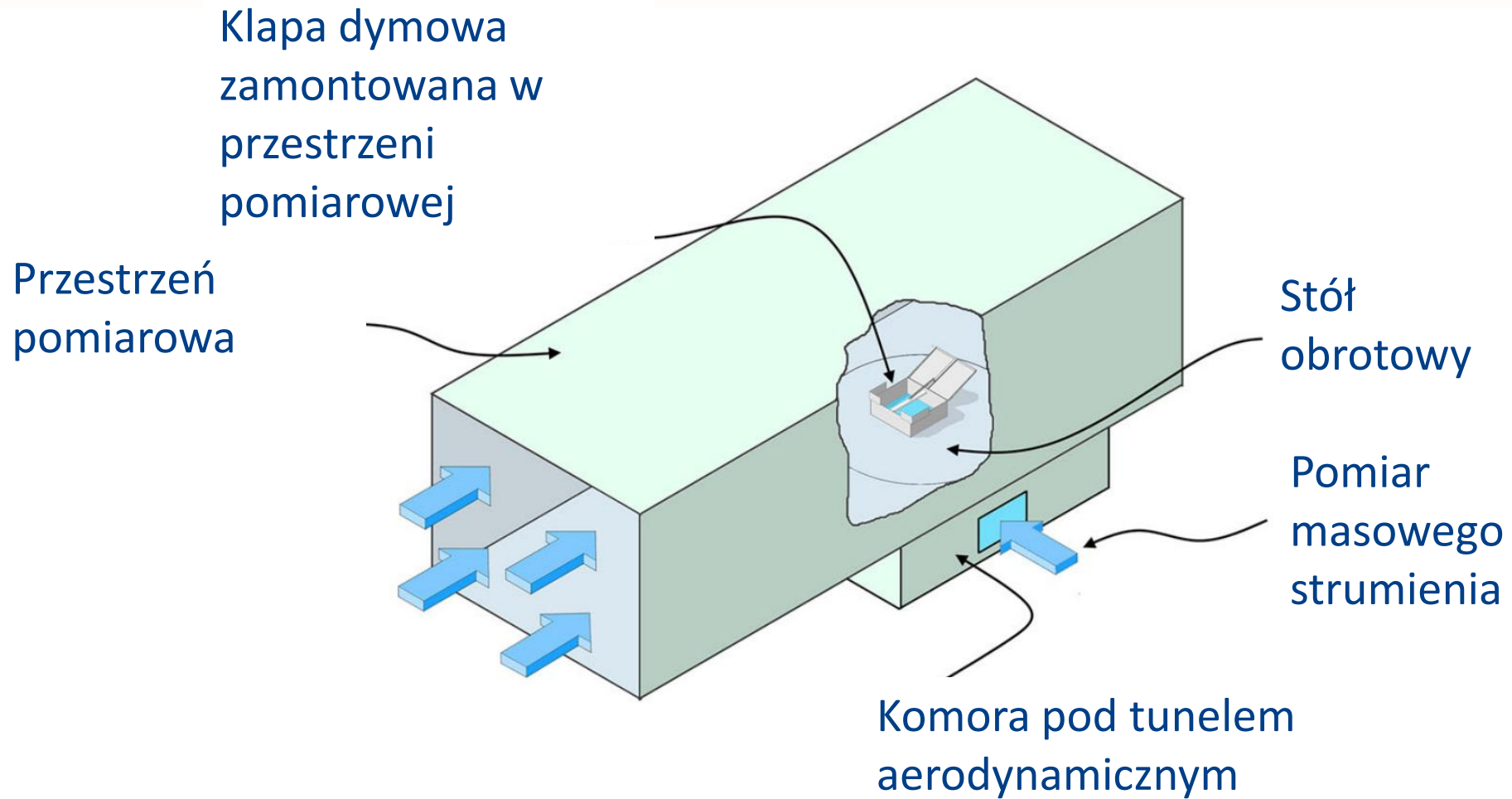
# Klapy dymowe



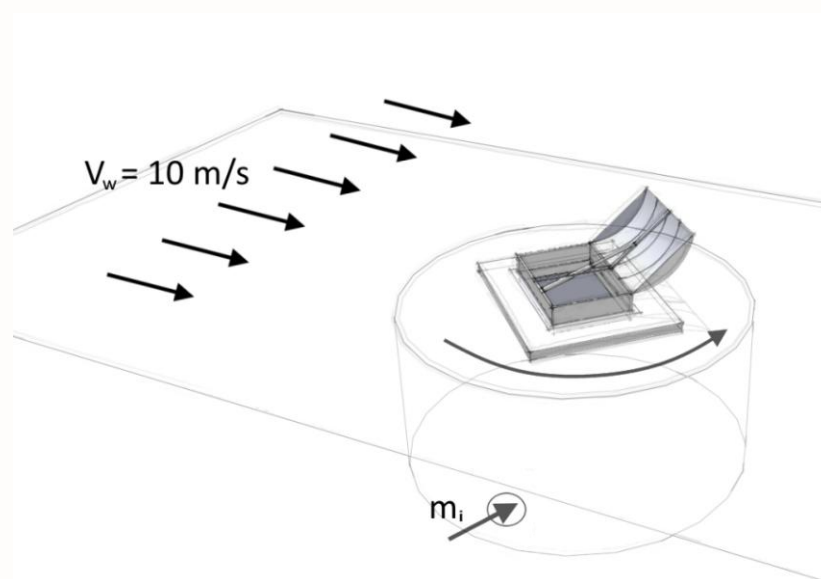
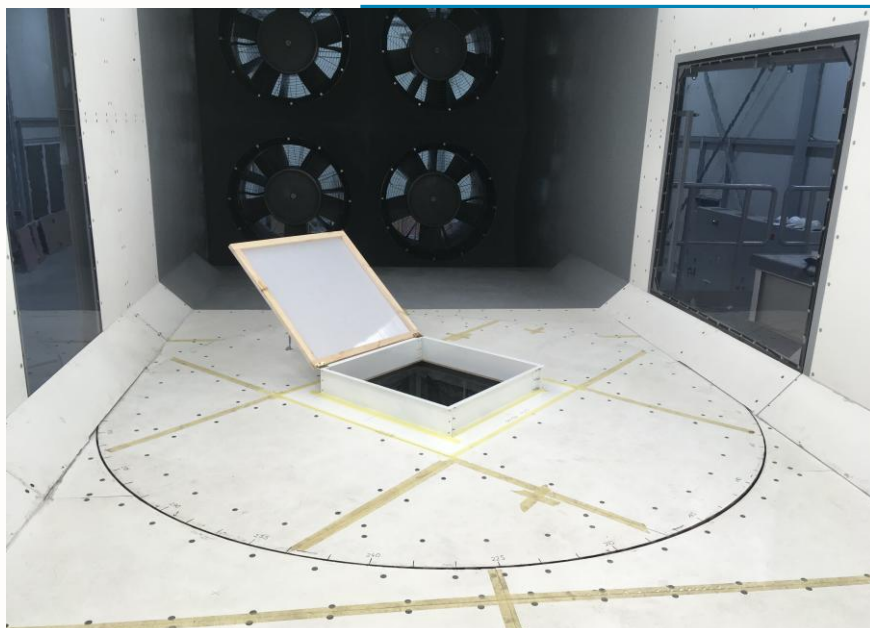
Współczynnik aerodynamicznej powierzchni czynnej  $C_v$   
Klapy dymowe przeznaczone do montażu na dachach obiektów bada się przy oddziaływaniu wiatru o prędkości 10 m/s, podczas gdy klapy dymowe (okna) przeznaczone do montażu na ścianach bada się bez oddziaływania wiatru.



# Konfiguracja stanowiska



# Klapy dymowe



# Klapy dymowe



Współczynnik wyptywu urządzenia, bez względu na typ badania, wyznacza się z poniższej zależności

$$C_v = \frac{\dot{m}_{ing}}{A_{v,test} \sqrt{2\rho_{amb}\Delta p_{int}}}$$

$$A_{v,eff} = A_{v,test} C_v$$



# Klapy dymowe - obliczenia



$$A_{vtot} C_v = \frac{\dot{m}_{pl} T_l}{\left[ 2\rho_{amb}^2 g d_l \Theta_l T_{amb} - \frac{\dot{m}_{pl} T_l T_{amb}}{(A_i C_i)^2} \right]^{0,5}}$$

BS 7974-4

$$A_{vtot} = \frac{\dot{V}}{C_v} \sqrt{\frac{T_{amb}}{2g\Theta_l d_l - \frac{1}{C_i^2} w_i^2 T_l}}$$

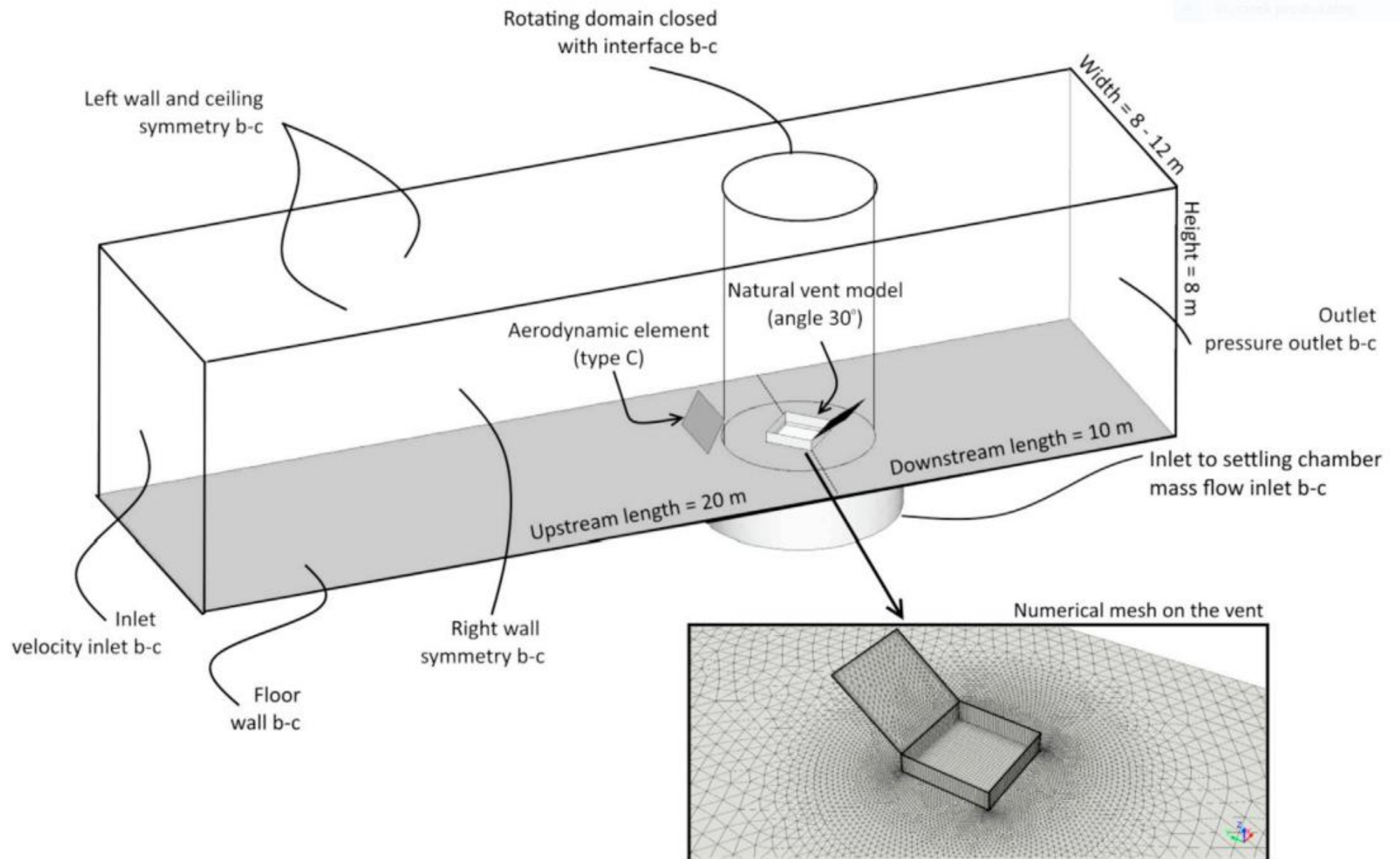
VDI 6019-1

$$A_i = \frac{1}{w_i} \left( \frac{\dot{m}_{pl}}{\rho_{amb}} - \dot{V} \right)$$

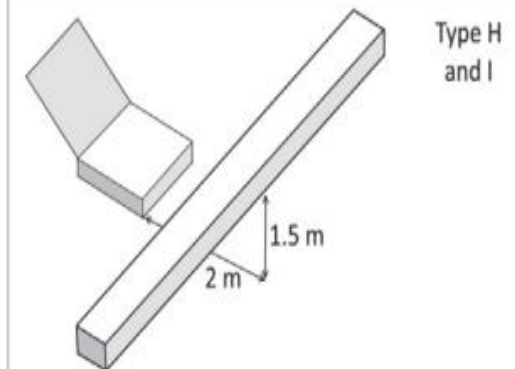
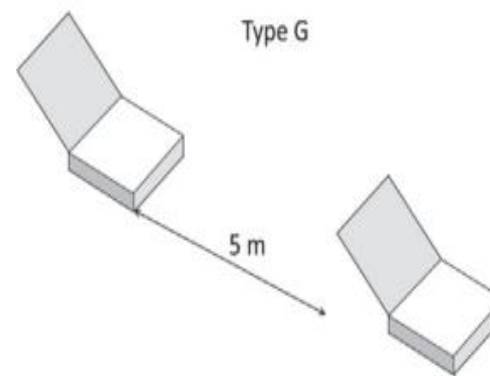
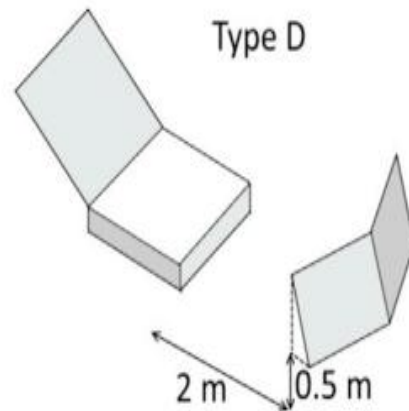
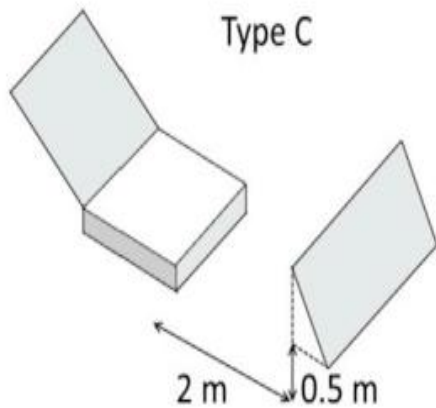
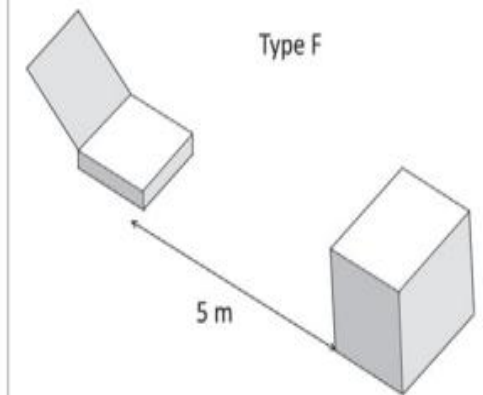
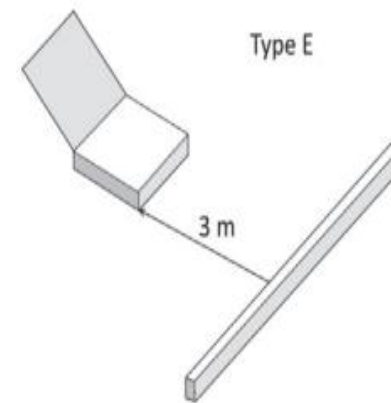
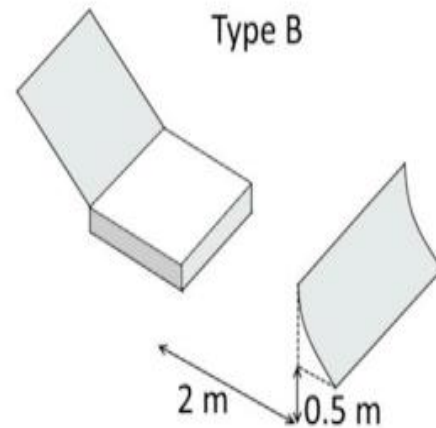
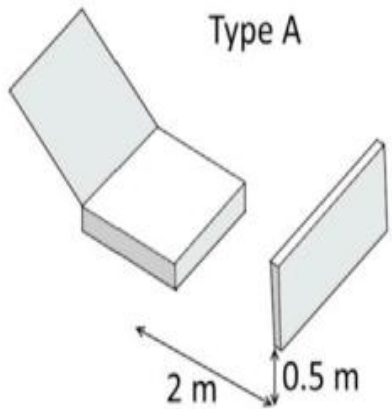
$$\dot{m}_v = \frac{C_v A_{vtot}}{\sqrt{1 + \frac{C_v^2 A_{vtot}^2}{C_i^2 A_i^2} \left( \frac{T_{amb}}{T_l} \right)}} \sqrt{2\rho_{amb}^2 g d_l} \sqrt{\frac{T_{amb} (T_l - T_{amb})}{T_l^2}}$$

NFPA 204

# Klapy dymowe



# Lokalizacja analizowanych przeszkód



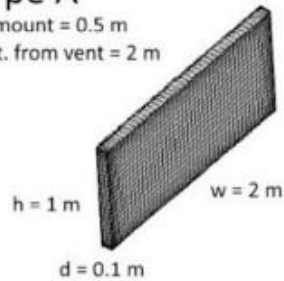
1 m

# Szczegóły techniczne analizowanych przeszkód



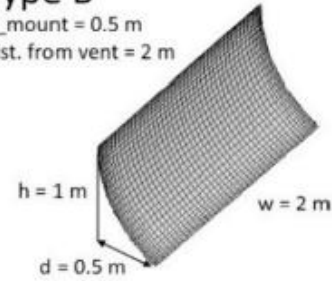
Type A

$h_{\text{mount}} = 0.5 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m



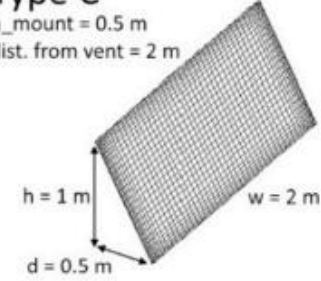
Type B

$h_{\text{mount}} = 0.5 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m



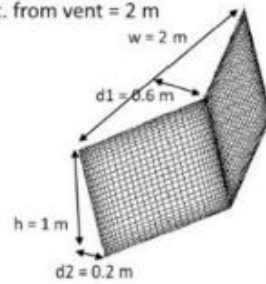
Type C

$h_{\text{mount}} = 0.5 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m



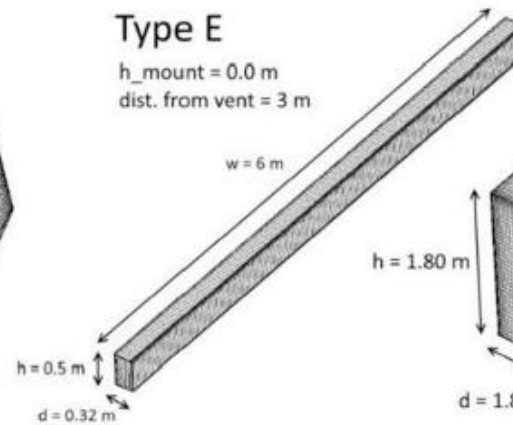
Type D

$h_{\text{mount}} = 0.5 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m



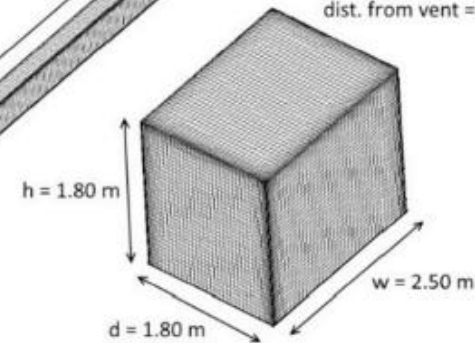
Type E

$h_{\text{mount}} = 0.0 \text{ m}$   
dist. from vent = 3 m



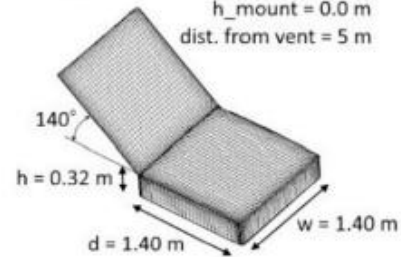
Type F

$h_{\text{mount}} = 0.0 \text{ m}$   
dist. from vent = 5 m



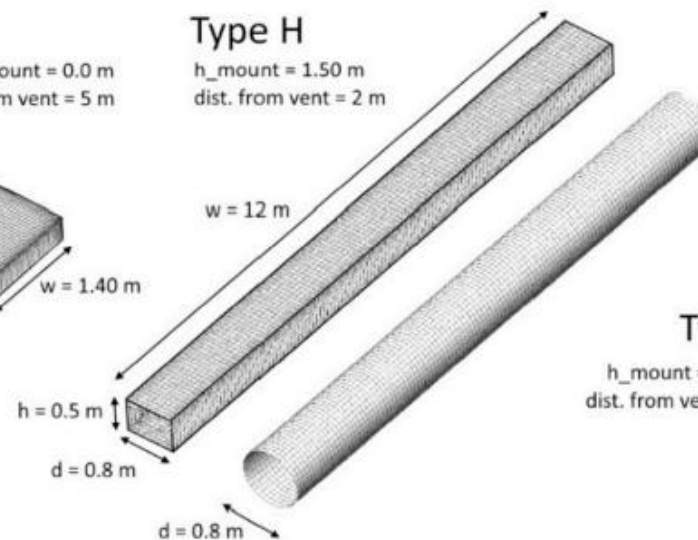
Type G

$h_{\text{mount}} = 0.0 \text{ m}$   
dist. from vent = 5 m



Type H

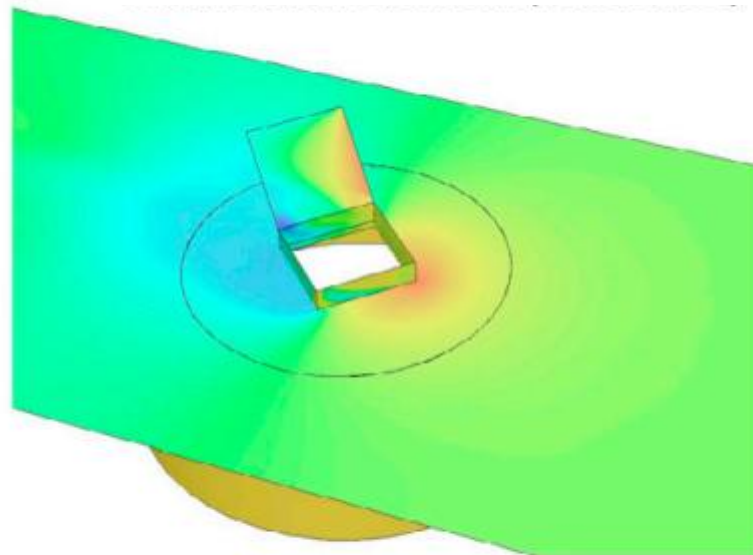
$h_{\text{mount}} = 1.50 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m



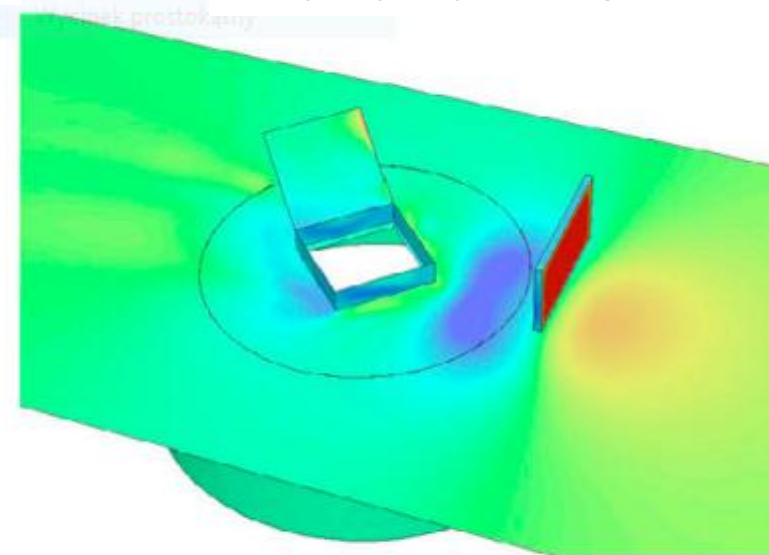
Type I

$h_{\text{mount}} = 1.50 \text{ m}$   
dist. from vent = 2 m

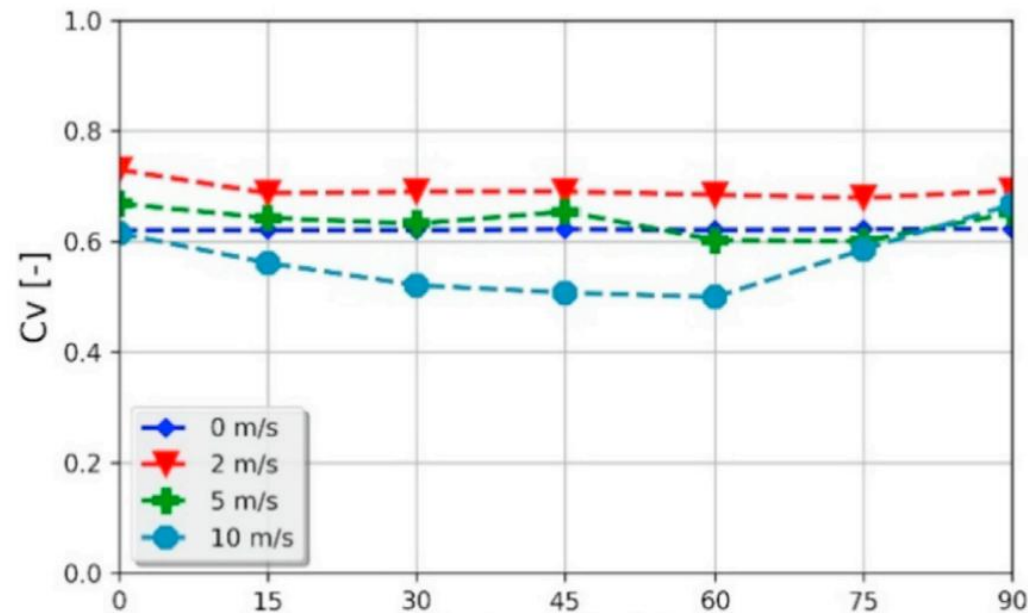
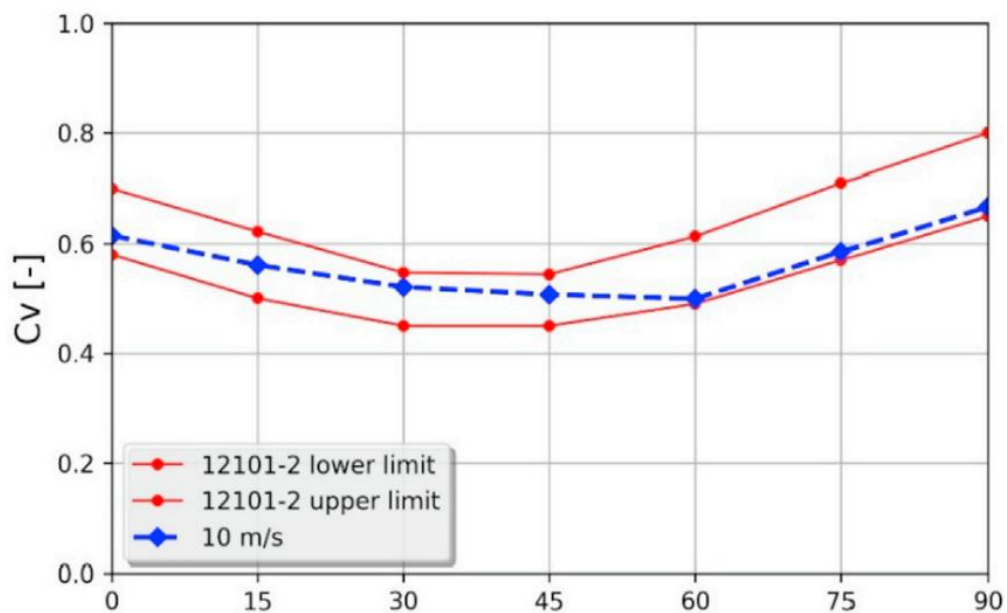
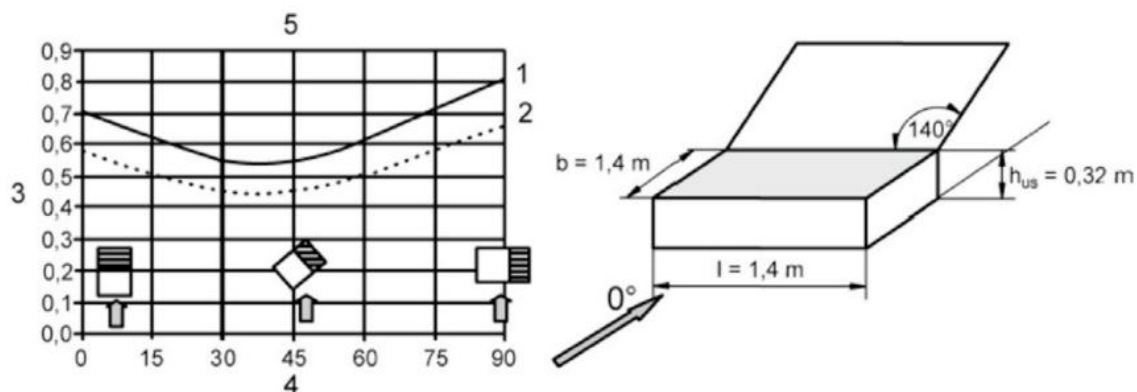
Klapa nie przysłonięta



Klapa przysłonięta

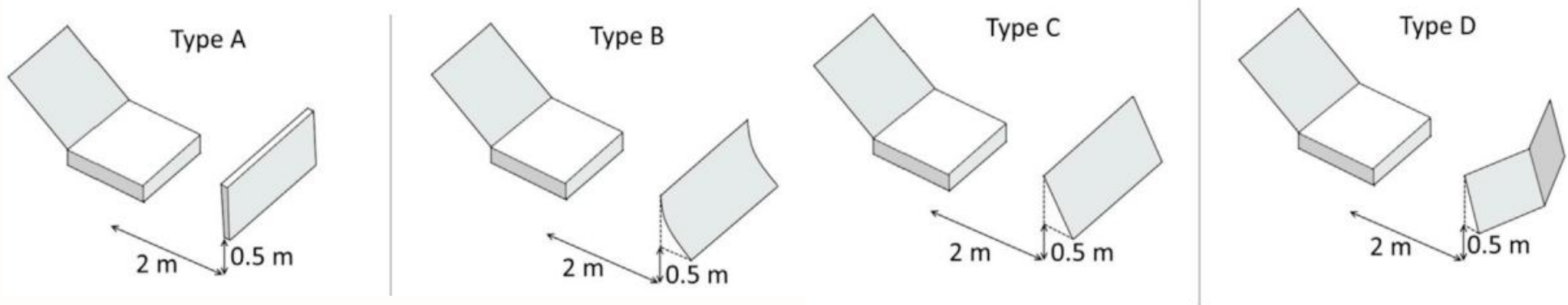
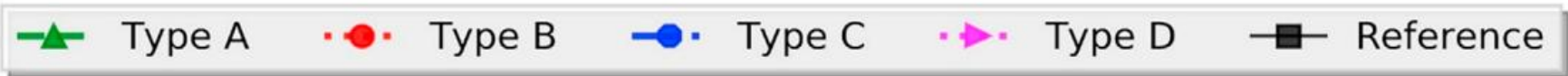
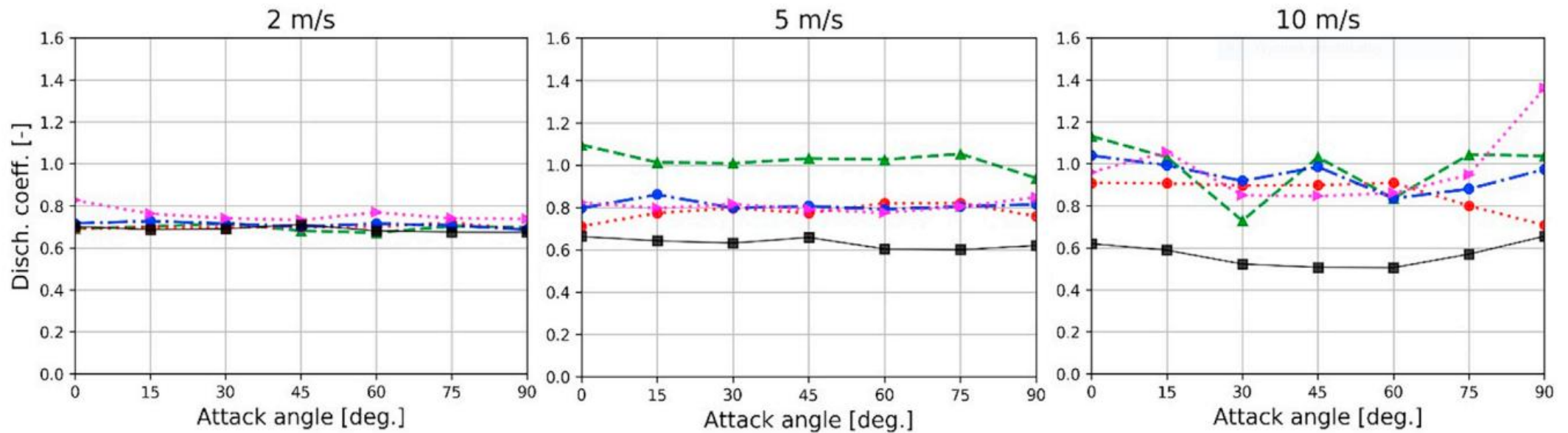


# Badania referencyjne

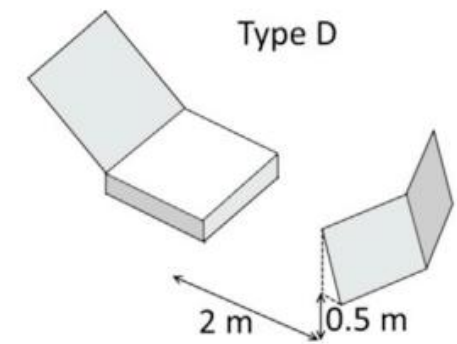
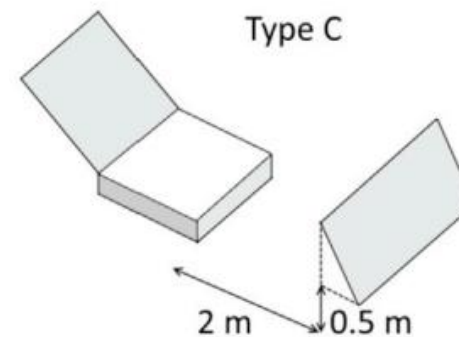
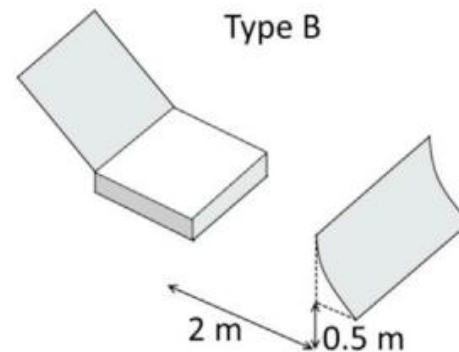
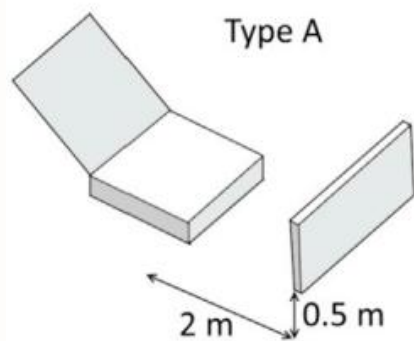


Walidacja modelu numerycznego na podstawie  $C_v$  dla kłapy referencyjnej bez żadnych przeszkód, kryteriów oceny w znormalizowanym przypadku przy różnych prędkości powietrza. testowym z EN 12101-2

# Wyniki analiz

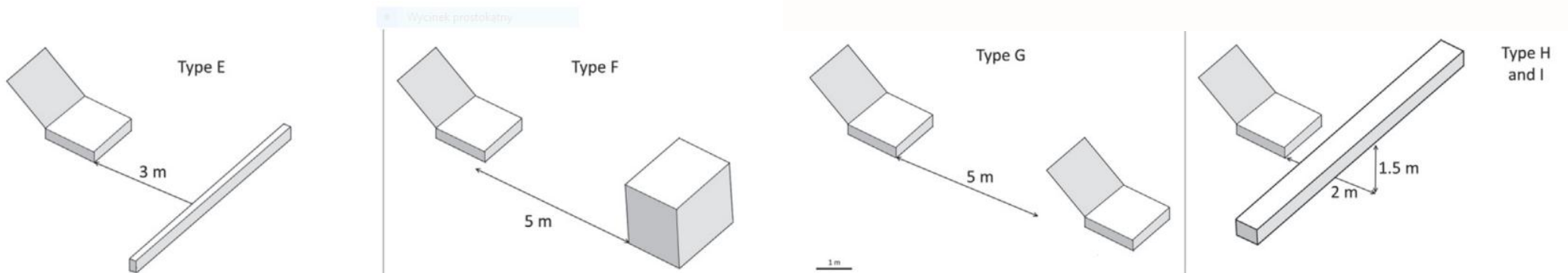
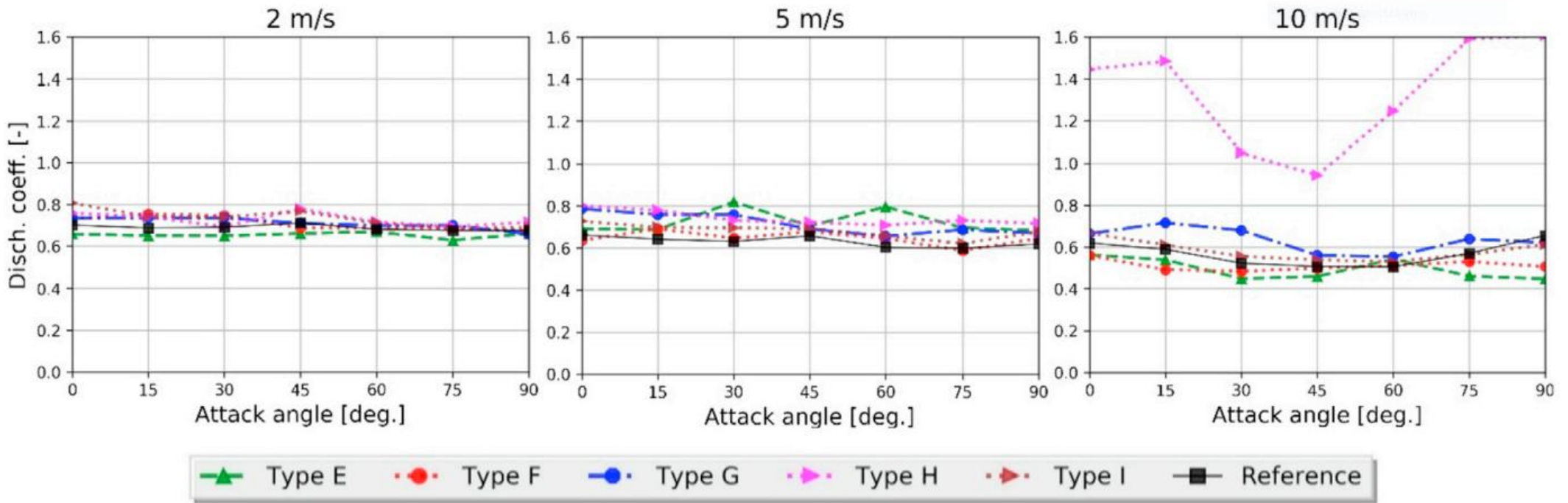


Test	0 m/s	2 m/s	5 m/s	10 m/s
<b>Reference</b>	<b>0.621</b>	<b>0.693</b>	<b>0.636</b>	<b>0.561</b>
Type A	0.622	0.695	1.023	0.977
Type B	0.620	0.699	0.779	0.861
Type C	0.621	0.710	0.810	0.946
Type D	0.627	0.758	0.807	0.983

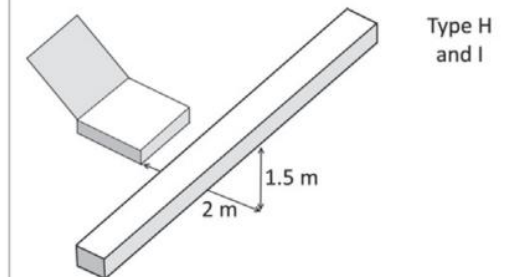
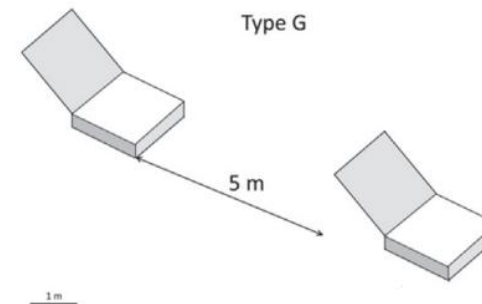
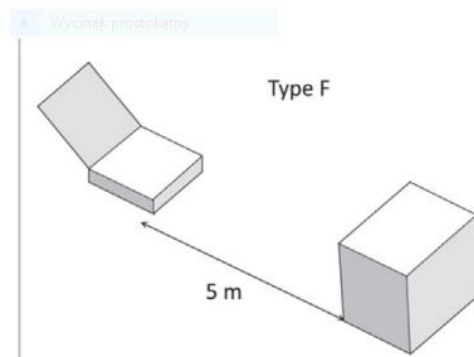
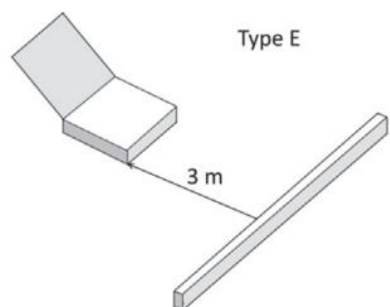




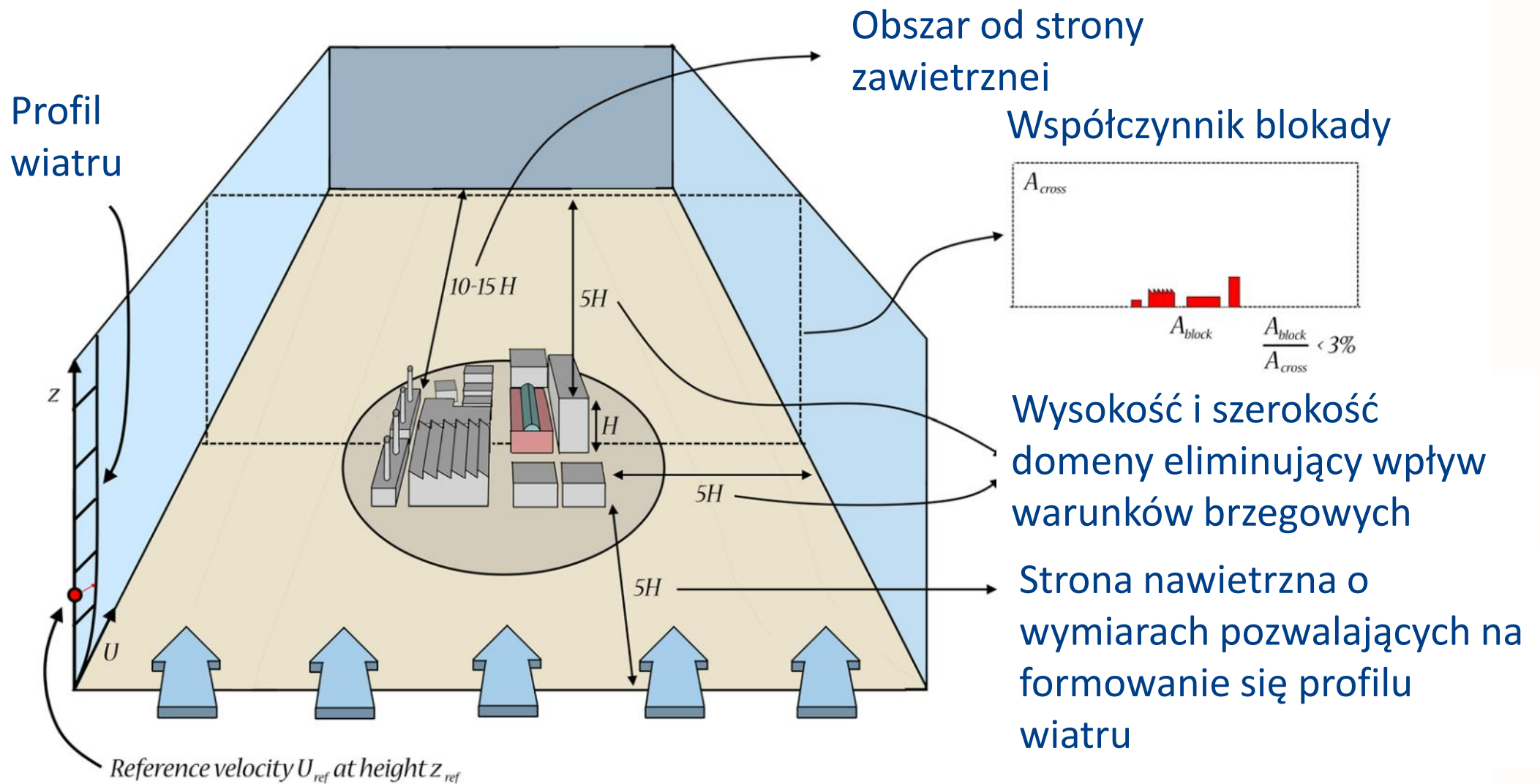
# Wyniki analiz



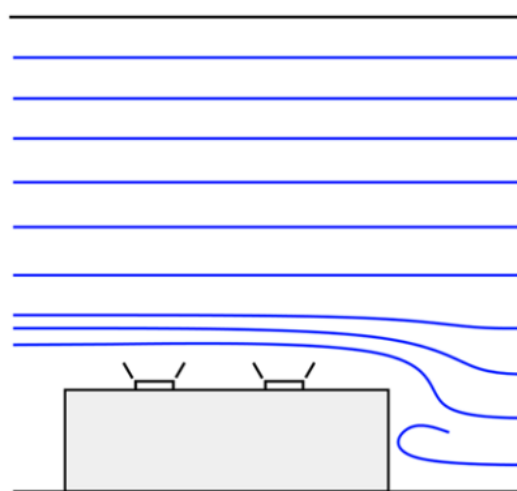
Test	0 m/s	2 m/s	5 m/s	10 m/s
Reference	0.621	0.693	0.636	0.561
Type E	0.618	0.653	0.726	0.495
Type F	0.617	0.709	0.648	0.512
Type G	0.620	0.710	0.716	0.633
Type H	0.617	0.727	0.742	1.338
Type I	0.620	0.734	0.682	0.582



# Model numeryczny



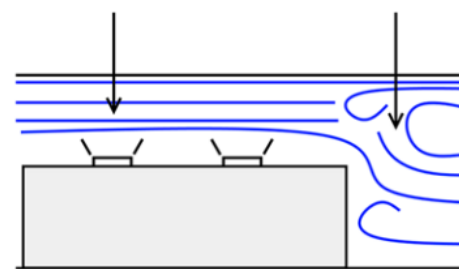
# Wymiar domeny obliczeniowej



*Sufficiently high domain*

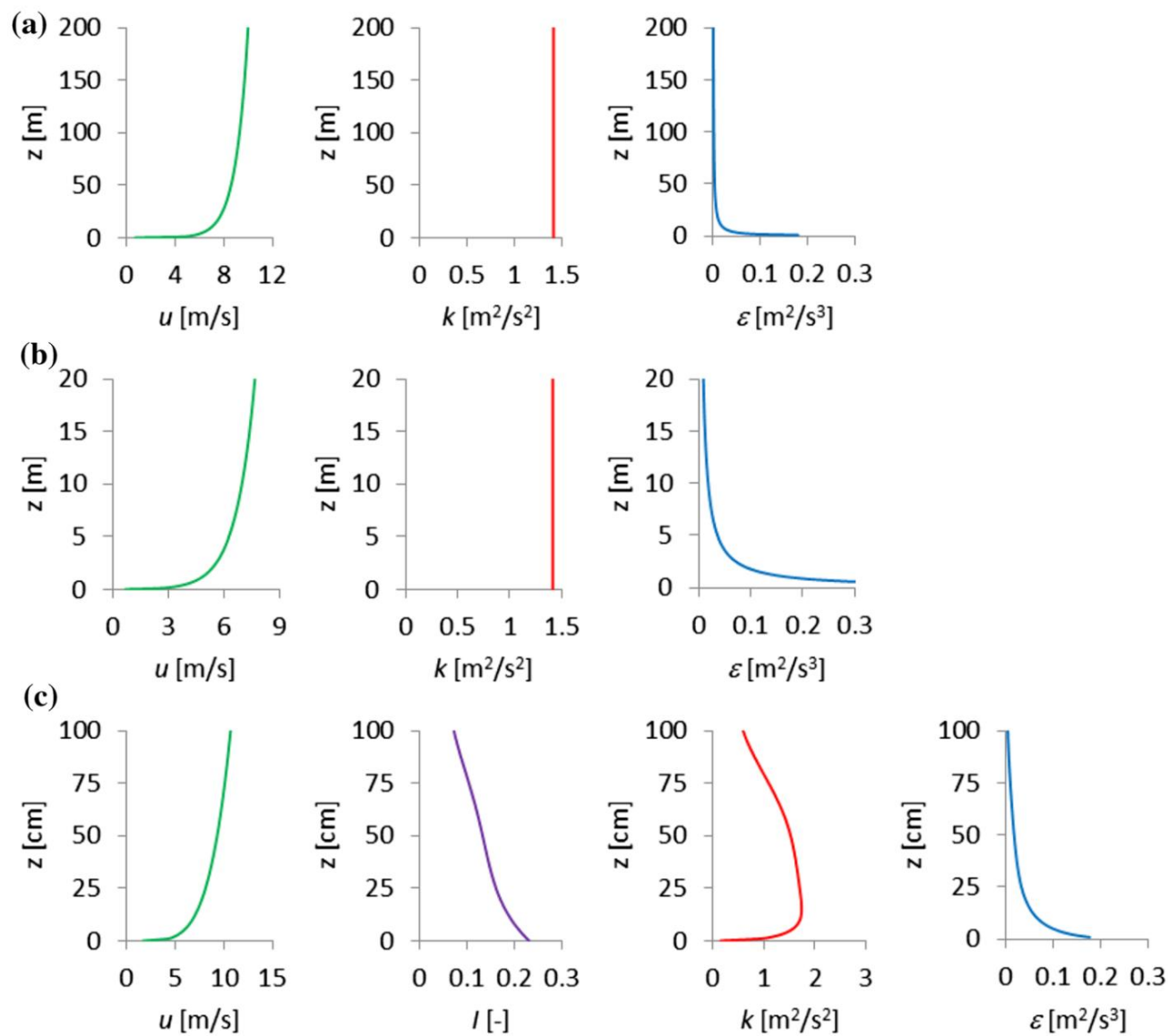
*Flow accelerates  
due to reduced cross  
section*

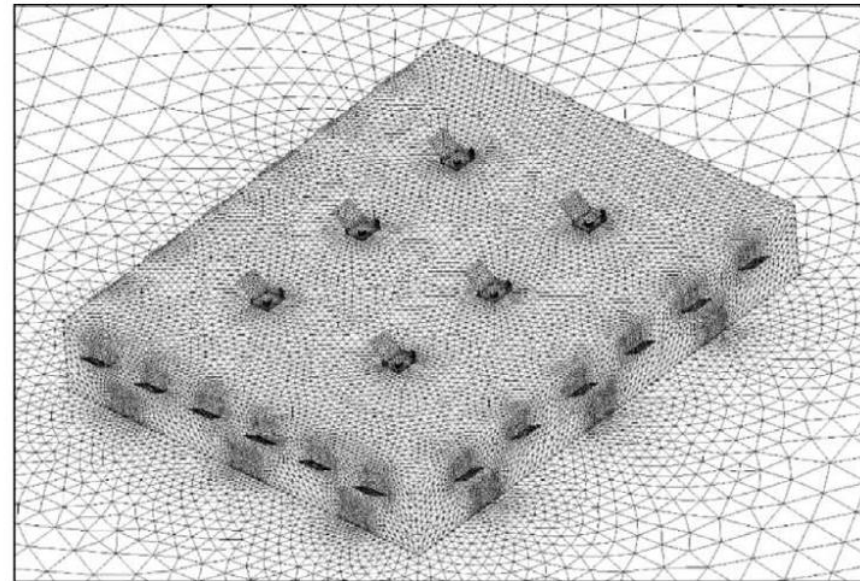
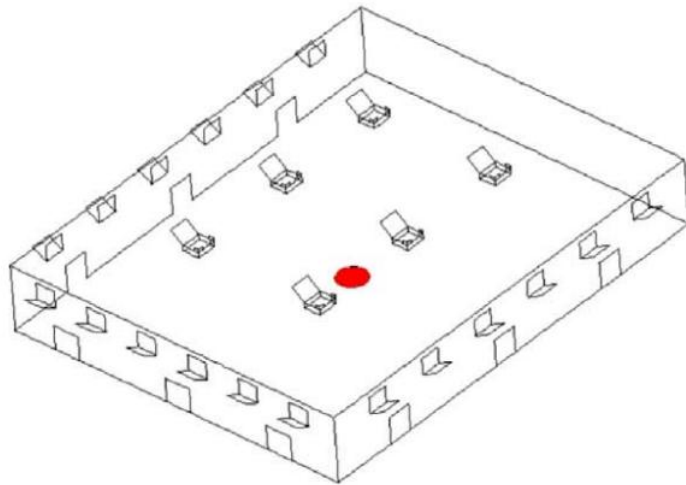
*Airflow blocked by the  
reduced cross section*



*Insufficiently high domain*

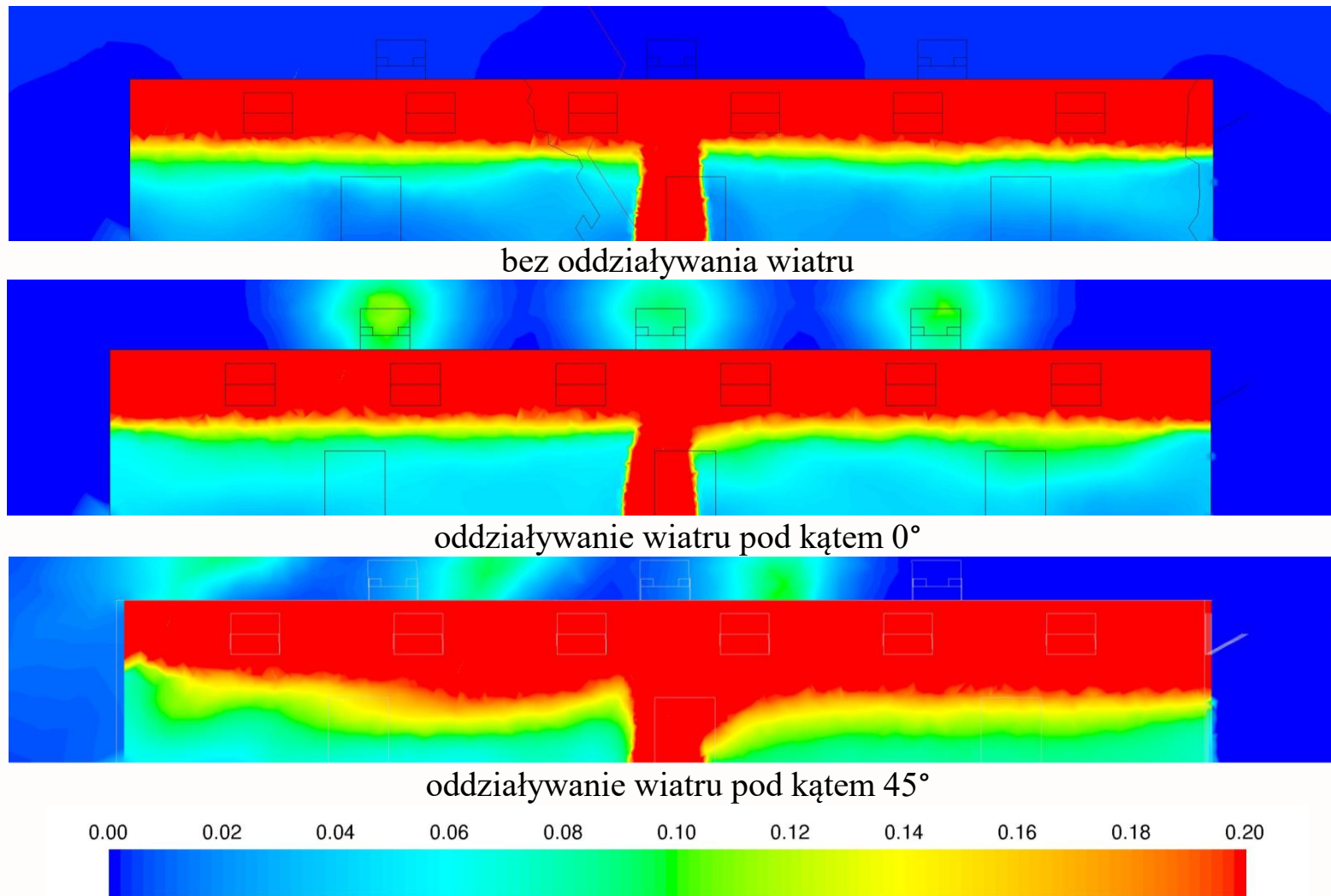
# Wymiar domeny obliczeniowej



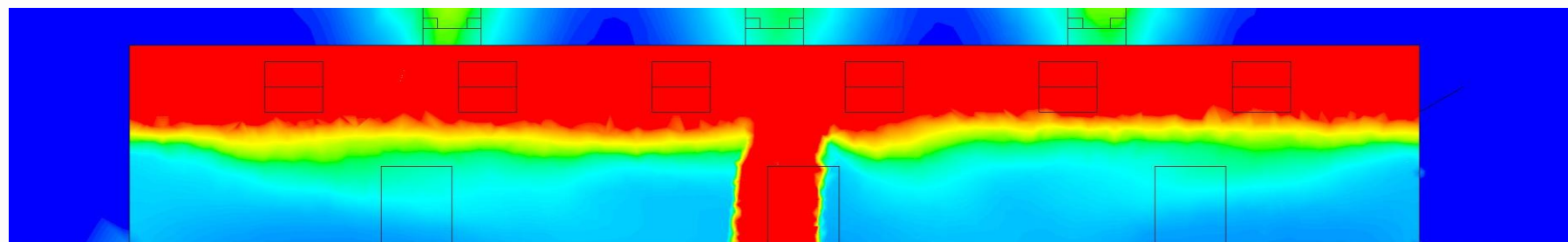


Badane systemy wentylacji:  
klapy dymowe bez owiewek  
klapy dymowe z owiewkami  
okna oddymiające od strony nawietrznej  
okna oddymiające od strony zawietrznej

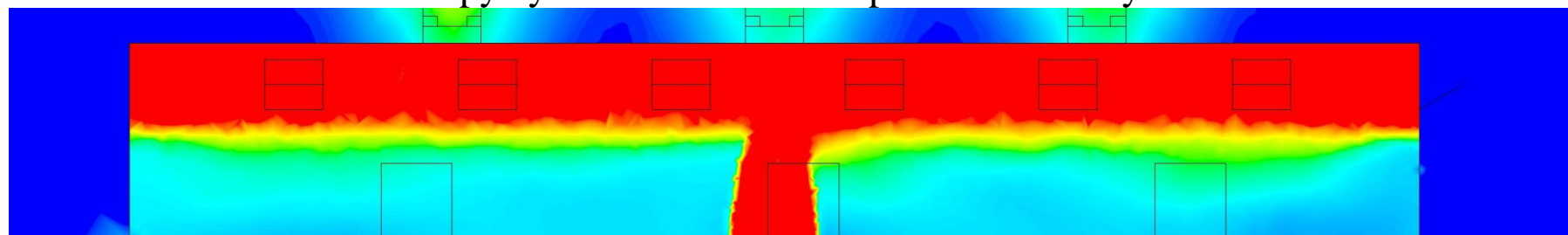
Najważniejsze warunki brzegowe  
Kąt natarcia wiatru  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$  i  $90^\circ$   
Profil logarytmiczny prędkości wiatru  
 $u_{ref} = 4 \text{ m/s}$ ,  $h_{ref} = 5 \text{ m}$ ,  $z_0 = 0,30 \text{ m}$   
Moc pożaru  $Q = 2,50 \text{ MW}$



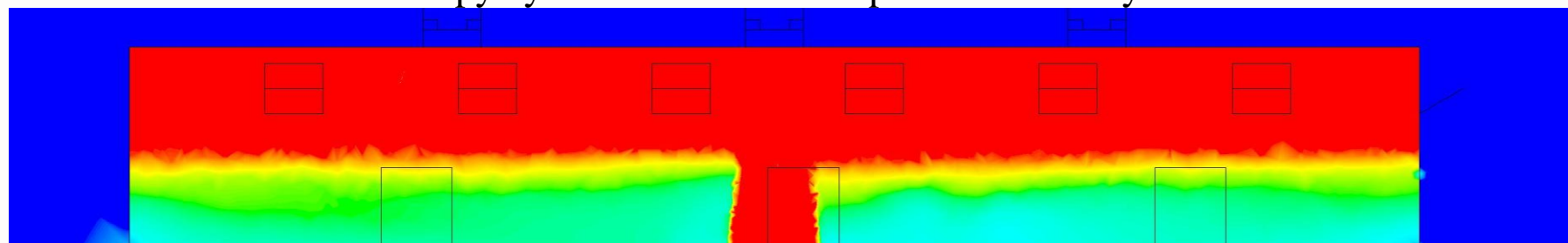
Rys. 3. Porównanie masowego stężenia dymu ( $0,00 - 0,20 \text{ g/m}^3$  i więcej) w przekroju przez budynek w 6 minucie analizy dla różnych scenariuszy oddziaływania wiatru, klapy dymowe z owiewkami



klapy dymowe bez owiewek przeciwwiatrowych



klapy dymowe z owiewkami przeciwwiatrowymi



okna oddymiające na fasadzie zawietrznej



Rys. 5. Porównanie masowego stężenia dymu ( $0,00 - 0,20 \text{ g/m}^3$  i więcej) w przekroju przez budynek w 6 minucie analizy dla różnych oddziaływania wiatru pod kątem  $0^\circ$



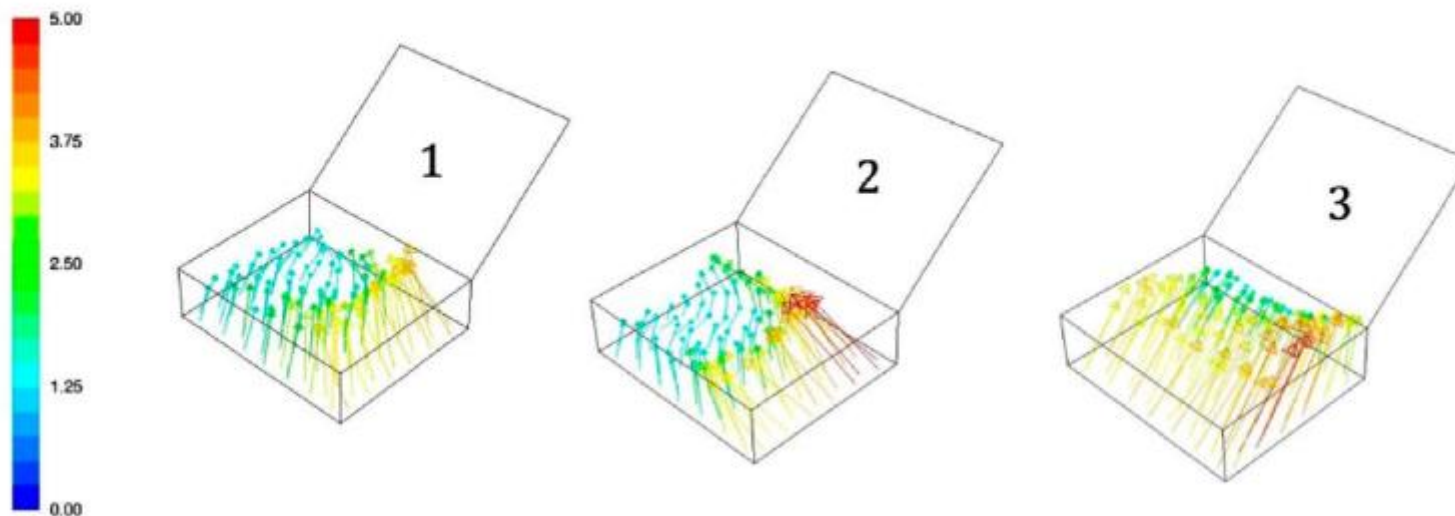
## Badania własne

Tabela 2. Masowy strumień przepływu dymu [kg/s] przez klapy lub okna oddymiające w 600 sekundzie analizy

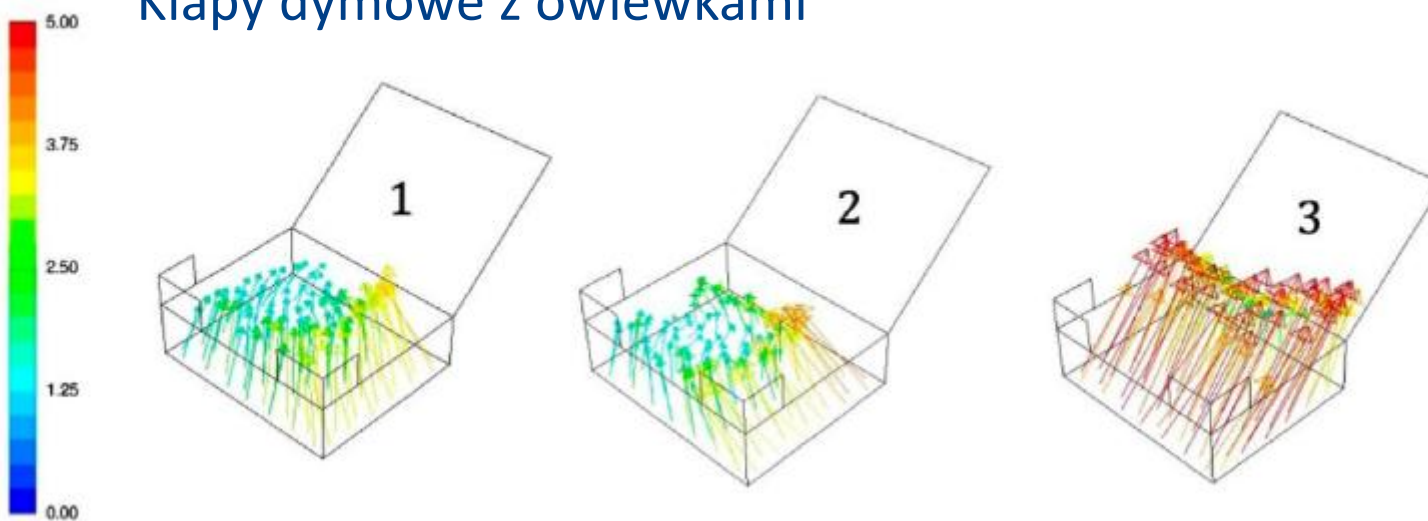
Kąt.	Klapy dymowe	Klapy dymowe z owiewkami	Okna na zawietrznej fasadzie budynku	Okna na nawietrznej fasadzie budynku
0	30,4	31,8	22,9	8,75
45°	27,6	29,1	23,5	11,8
60°	25,4	27,1	22,2	13,7
90°	29,7	29,7	19,0	18,5
bez wiatru	33,25	34,6	23,8	-

- Skuteczność urządzeń wyposażonych w owiewki przeciwwiatrowe dla najbardziej niekorzystnego przypadku jest o około 7-10% wyższa, niż urządzeń niewyposażonych
- Okna oddymiające są mniej skuteczne niż klapy dymowe o tej samej deklarowanej powierzchni czynnej
- Okna oddymiające montowane na nawietrznej fasadzie budynku są znacznie mniej skuteczne, niż okna montowane na fasadzie zawietrznej – potrzeba podwajania systemów i stosowania detekcji kierunku wiatru

## Klapy dymowe bez owiewek



## Klapy dymowe z owiewkami



- Kluczowym aspektem wpływającym na skuteczność systemu jest opracowanie prawidłowej strategii oddymiania
- Dobór wymaganej powierzchni czynnej i powierzchni otworów kompensacyjnych nie jest gwarantem prawidłowego sposobu funkcjonowania wentylacji

- Nie da się jednoznacznie opisać zasad lokalizacji elementów zewnętrznych wpływających na skuteczność działania wentylacji
- Każdy przypadek wymaga indywidualnego podejścia i analizy CFD

# Dziękujemy za uwagę

**fire@itb.pl**

dr inż. Grzegorz Krajewski

[g.krajewski@itb.pl](mailto:g.krajewski@itb.pl)

tel. 505 044 416

dr hab. inż. Wojciech Węgrzyński prof. ITB

[w.wegrzynski@itb.pl](mailto:w.wegrzynski@itb.pl)

tel. 696 061 589