



roclawska

# Politechnika Wroclawska

## PODSTAWY PROJEKTOWANIA I ODDZIAŁYWANIA NA KONSTRUKCJE BUDOWLANE WYKŁAD 15

### Określanie oddziaływania wiatru według PN-EN 1991-1-4

dr hab. inż. Łukasz SADOWSKI, prof. uczelni  
[lukasz.sadowski@pwr.edu.pl](mailto:lukasz.sadowski@pwr.edu.pl)

Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

C-7, pok. 712



# Oddziaływanie wiatrem

Oddziaływanie wiatru zmienia się w czasie i przejawia się bezpośrednio jako ciśnienie wywierane na zewnętrzne powierzchnie budowli zamkniętych, a także, z powodu przepuszczalności przegród zewnętrznych jako ciśnienie wywierane na powierzchnie wewnętrzne. Wiatr może również bezpośrednio oddziaływać na wewnętrzne powierzchnie budowli otwartych. Ciśnienie wywierane na powierzchnie konstrukcji lub jej indywidualnych elementów osłonowych wywołuje siły prostopadłe do nich. Dodatkowo, gdy duże obszary konstrukcji opływa wiatr, powstają siły tarcia, działające stycznie do powierzchni, które mogą być znaczące.

Oddziaływanie wiatru jest przedstawione za pomocą uproszczonych układów ciśnienia lub sił równoważnych ekstremalnym efektem wiatru turbulentnego.



# Oddziaływanie wiatrem

**Podstawowa wartość bazowej prędkości wiatru:** wartość średnia 10 minutowa, o rocznym prawdopodobieństwie przekroczenia 0,02, niezależnie od kierunku wiatru, na wysokości 10 m, nad płaskim, otwartym terenem rolniczym, z uwzględnieniem wpływu wysokości nad poziomem morza (w razie potrzeby)

**Bazowa prędkość wiatru:** podstawowa wartość bazowej prędkości wiatru z uwzględnieniem kierunku wiatru i pory roku (w razie potrzeby)

**Średnia prędkość wiatru:** wartość bazowa prędkości wiatru z uwzględnieniem chropowatości i rzeźby terenu



# Procedury wyznaczania obciążenia wiatrem (tabela 5.1)

## **Wartość szczytowa ciśnienia prędkości**

- Bazowa prędkość wiatru
- Wysokość odniesienia
- Kategoria terenu
- Wartość charakterystyczna szczytowego ciśnienia prędkości
- Intensywność turbulencji
- Średnia prędkość wiatru
- Współczynnik rzeźby terenu
- Współczynnik chropowatości



# Procedury wyznaczania obciążenia wiatrem (tabela 5.1)

## **Ciśnienie wiatru, np. na pokrycia, łączniki i elementy konstrukcyjne**

- Współczynnik ciśnienia zewnętrznego
- Współczynnik ciśnienia wewnętrznego
- Współczynnik ciśnienia netto
- Zewnętrzne ciśnienie wiatru
- Wewnętrzne ciśnienie wiatru

## **Obciążenie wiatrem konstrukcji, np. do wyznaczenia łącznych efektów wiatru**

- Współczynnik konstrukcyjny
- Obciążenie wiatrem obliczane ze współczynnikiem siły
- Obciążenie wiatrem obliczane ze współczynników ciśnienia



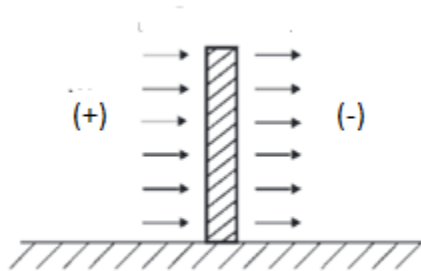
# Oddziaływanie wiatrem

Wartości obciążenia wiatrem są zmienne w zależności od strefy wiatrowej, od wysokości usytuowania obiektu budowlanego, ale również są zmienne dla projektowanego obiektu w zależności od tego czy jest to:

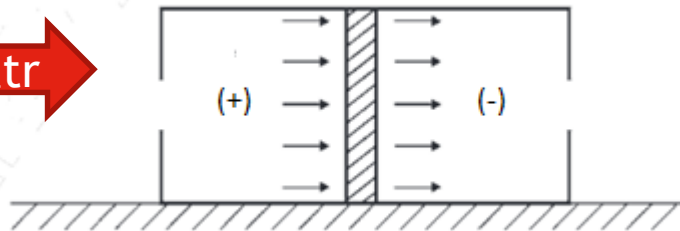
- powierzchnia wewnętrzna/zewnętrzna,
- ściana nawietrzna/zawietrzna/równoległa do kierunku wiatru,
- jaki jest stosunek wysokości do szerokości budynku,
- w jakiej kategorii jest teren otaczający,
- połać dachowa itp.

Aby odwzorować oddziaływanie wiatru na obiekt budowlany przyjęto współczynniki ciśnienia wiatru zewnętrznego  $C_{pe}$  oraz wewnętrznego  $C_{pi}$ .

# Oddziaływanie wiatrem

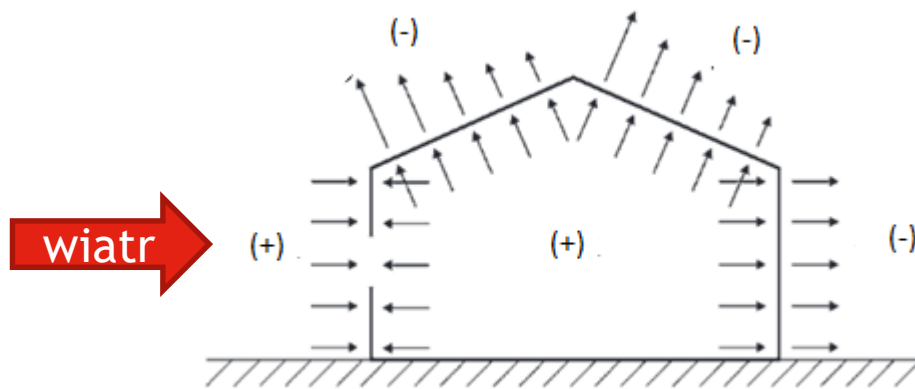


Ciśnienie zewnętrzne

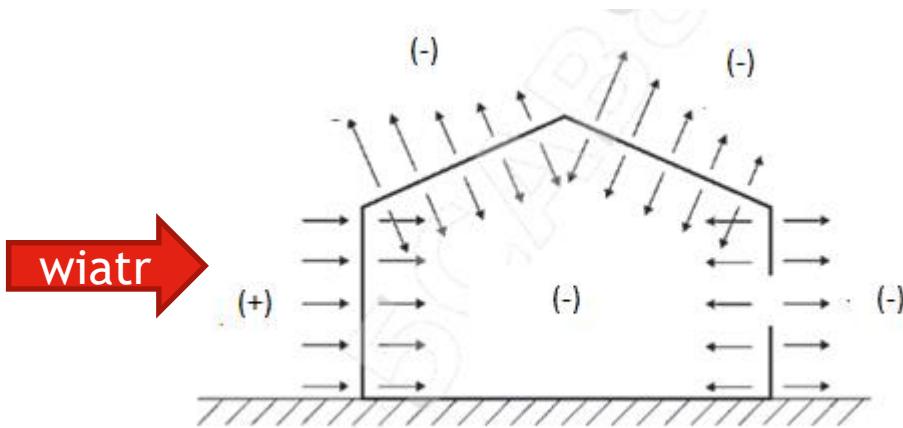


Ciśnienie wewnętrzne

# Oddziaływanie wiatrem



Dodatnie ciśnienie wewnętrzne.



Ujemne ciśnienie wewnętrzne.



# Oddziaływanie wiatrem



W przypadku wystających części dachu, ciśnienie pod okapem, w jego narożnikach, jest równe ciśnieniu na ścianie w bezpośrednim sąsiedztwie wystającego dachu; ciśnienie na górnej stronie okapu jest równe ciśnieniu na dachu w tej strefie.



# Oddziaływanie wiatrem

Oddziaływaniem ze względu na swoją turbulencję oraz zmienność jest jednym z najbardziej nieprzewidywalnych obciążeń klimatycznych. Jest to również uwzględnione we współczynnikach częściowych bezpieczeństwa. Kiedy oddziaływanie wiatrem może zwiększyć wyężenie konstrukcji, to „zwiększane” jest o 50%:

$$\gamma_f = 1,5.$$

Natomiast ze względu na przyjmowane różne kierunki oddziaływania powoduje on w niektórych przypadkach zastosowanie współczynnika częściowego bezpieczeństwa dla ciężaru własnego i obciążenia stałego charakterystycznego:

$$\gamma_f = 1,0.$$

# Strefy wiatrowe w Polsce.

Podział Polski ze względu na strefy wiatrowe.





# Wartości podstawowe bazowej prędkości wiatru i ciśnienia prędkości wiatru w strefach.

Strefa	$v_{b,0} \left(\frac{m}{s}\right)$	$v_{b,0} \left(\frac{m}{s}\right)$	$q_{b,0} \left(\frac{kN}{m^2}\right)$	$q_{b,0} \left(\frac{kN}{m^2}\right)$
	$A \leq 300 m$	$A > 300 m$	$A \leq 300 m$	$A > 300 m$
1	22	$22[1 + 0,0006(A - 300)]$	0,30	$0,30[1 + 0,0006(A - 300)]^2$
2	26	26	0,42	0,42
3	22	$22[1 + 0,0006(A - 300)]$	0,30	$0,30[1 + 0,0006(A - 300)]^2 \left[\frac{20000 - A}{20000 + A}\right]$

Uwaga: A - wysokość nad poziomem morza (m)



# Kategorie terenu

## Kategoria terenu 0

Morze, obszar brzegowy otwarty na morze



## Kategoria terenu 1

Jeziora albo obszary z pomijalną niewielką roślinnością i bez przeszkód.



## Kategoria terenu 2

Obszary z niską roślinnością, taką jak trawa, oraz pojedynczymi przeszkodami (drzewa, Budyneki) oddalonymi od siebie na odległość nie mniejszą niż 20 ich wysokości.



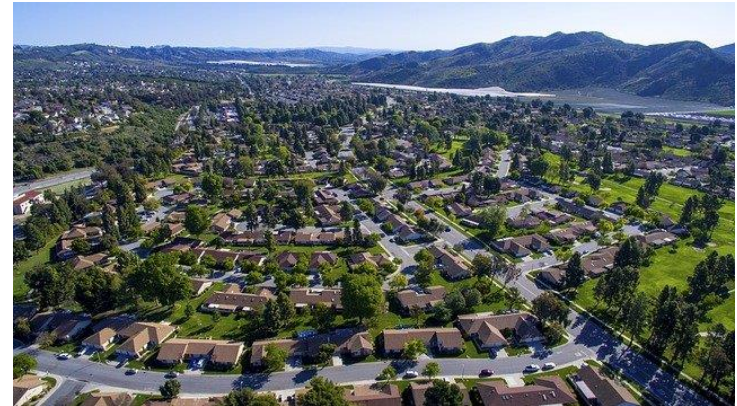




# Kategorie terenu

## Kategoria terenu 3

Obszary regularnie pokryte roślinnością albo budynkami lub z pojedynczymi przeszkodami oddalonymi od siebie na odległość nie większą niż 20 ich wysokości (jak wsie, tereny podmiejskie, stałe lasy)



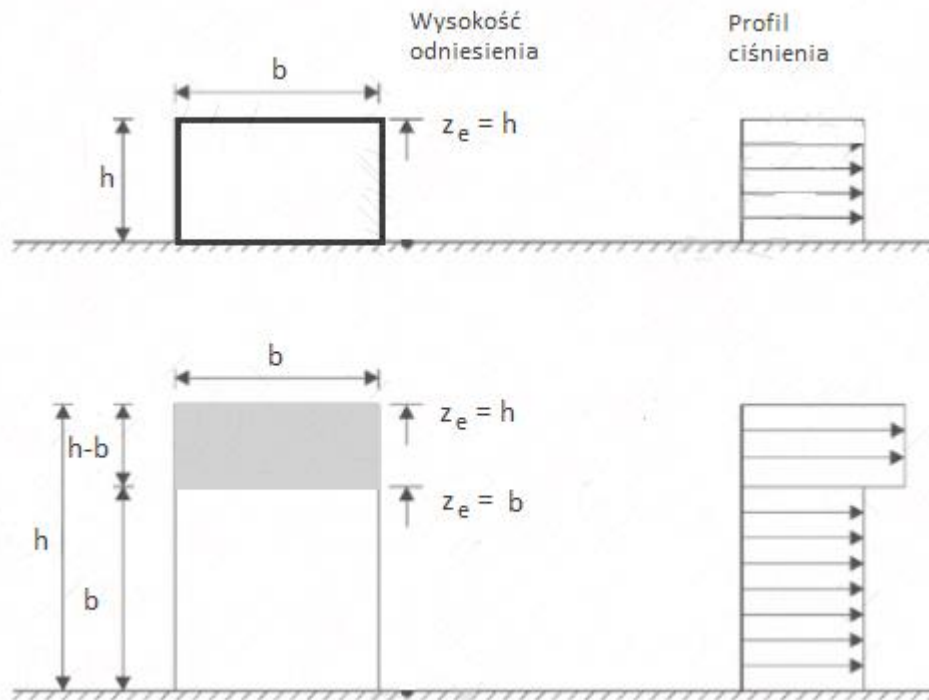
## Kategoria terenu 4

Obszary, na których przynajmniej 15% powierzchni pokrywają budynki o średniej wysokości przekraczającej 15 m

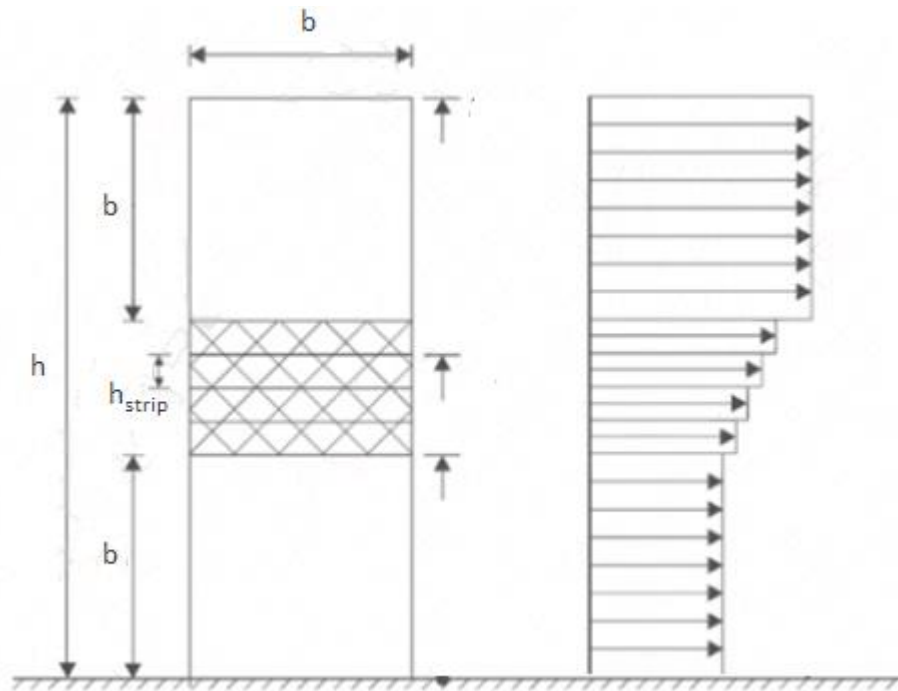




# Wysokość odniesienia



# Wysokość odniesienia







# Współczynnik ciśnienia

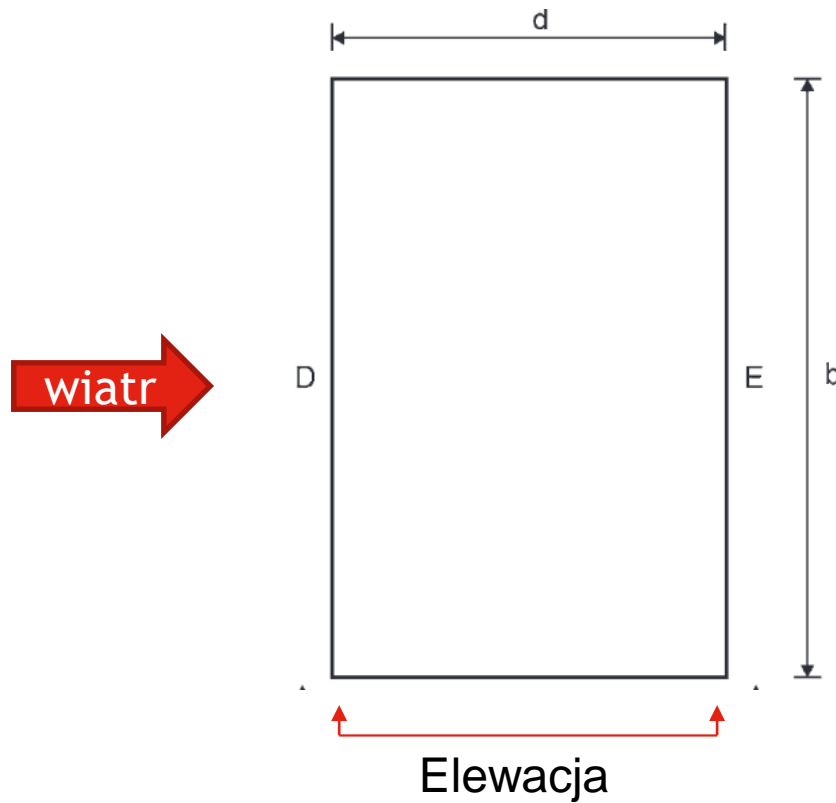
**Współczynnik ciśnienia:** współczynnik ciśnienia zewnętrznego jest miarą ciśnienia wywieranego przez wiatr na zewnętrzne powierzchnie budowli, współczynnik ciśnienia wewnętrznego jest miarą ciśnienia wywieranego przez wiatr na wewnętrzne powierzchnie budowli.

Współczynnik ciśnienia zewnętrznego dzieli się na współczynniki globalne i lokalne. Współczynniki lokalne określają obciążenie wiatrem obszarów o powierzchni nie większej niż  $1\text{m}^2$ , np. do obliczeń małych elementów i ich łączników; współczynniki globalne określają obciążenie wiatrem elementów o powierzchni większej niż  $10\text{m}^2$ .

Współczynnik ciśnienia netto przedstawia wypadkowy skutek działania wiatru na jednostkę powierzchni konstrukcji, elementu konstrukcyjnego lub jej części składowej.



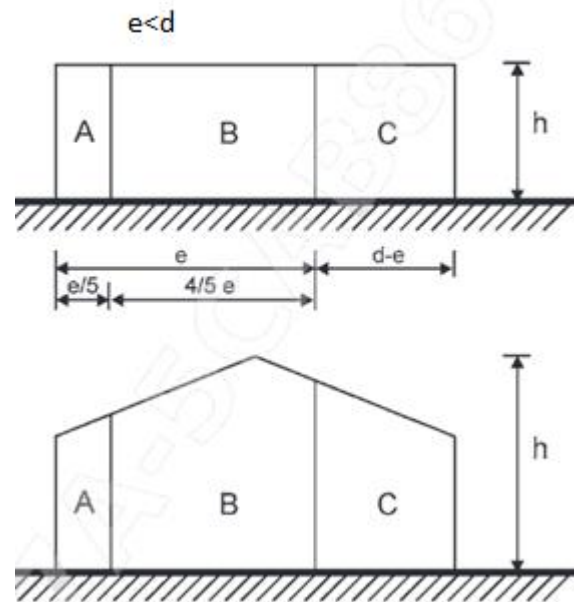
# Współczynnik ciśnienia - ściany



# Współczynnik ciśnienia - ściany

$$e = \min\{b; 2h\}$$

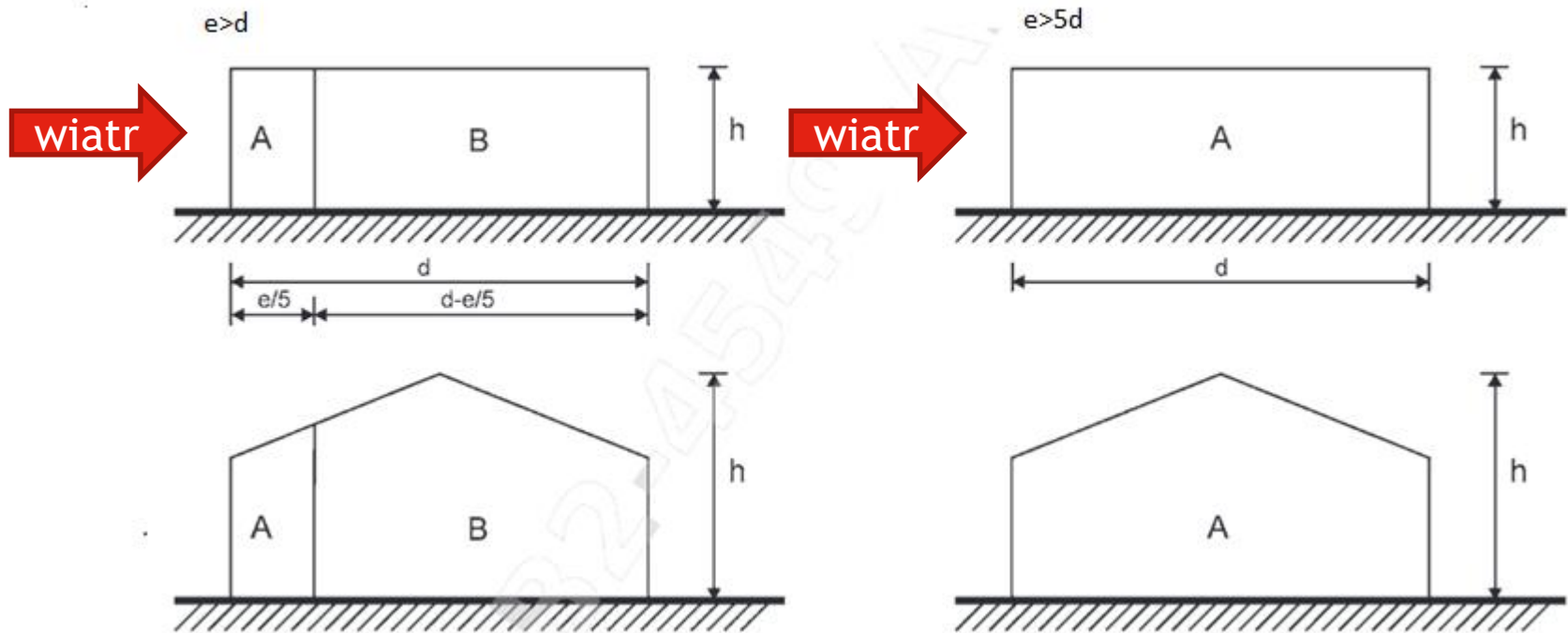
b: wymiar poprzeczny do kierunku wiatru



# Współczynnik ciśnienia - ściany

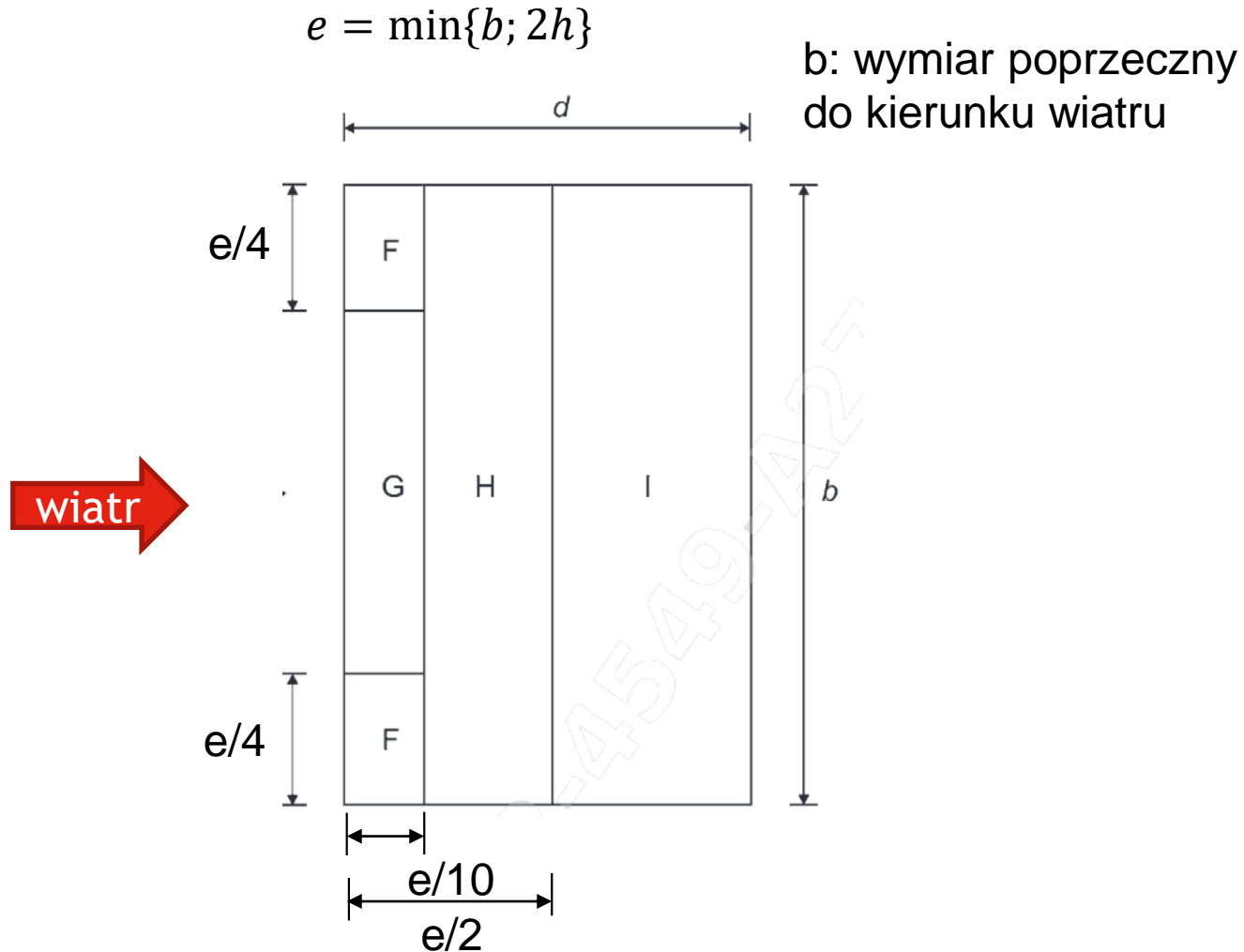
$$e = \min\{b; 2h\}$$

$b$ : wymiar poprzeczny do kierunku wiatru





# Współczynnik ciśnienia - dachy płaskie

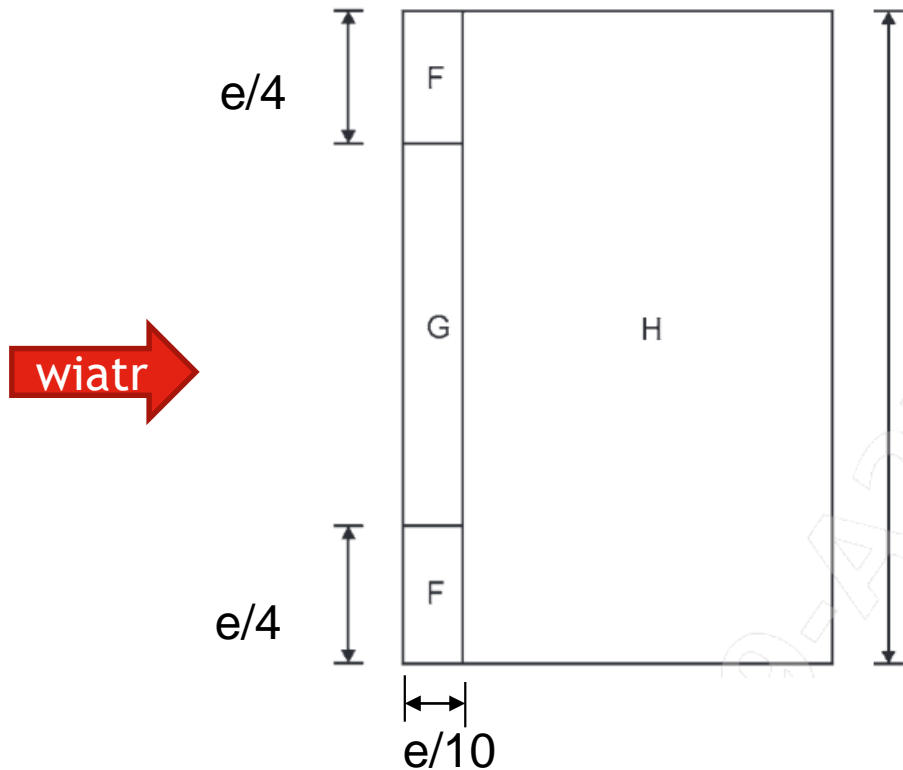




# Współczynnik ciśnienia - dachy jednospadowe

$$e = \min\{b; 2h\}$$

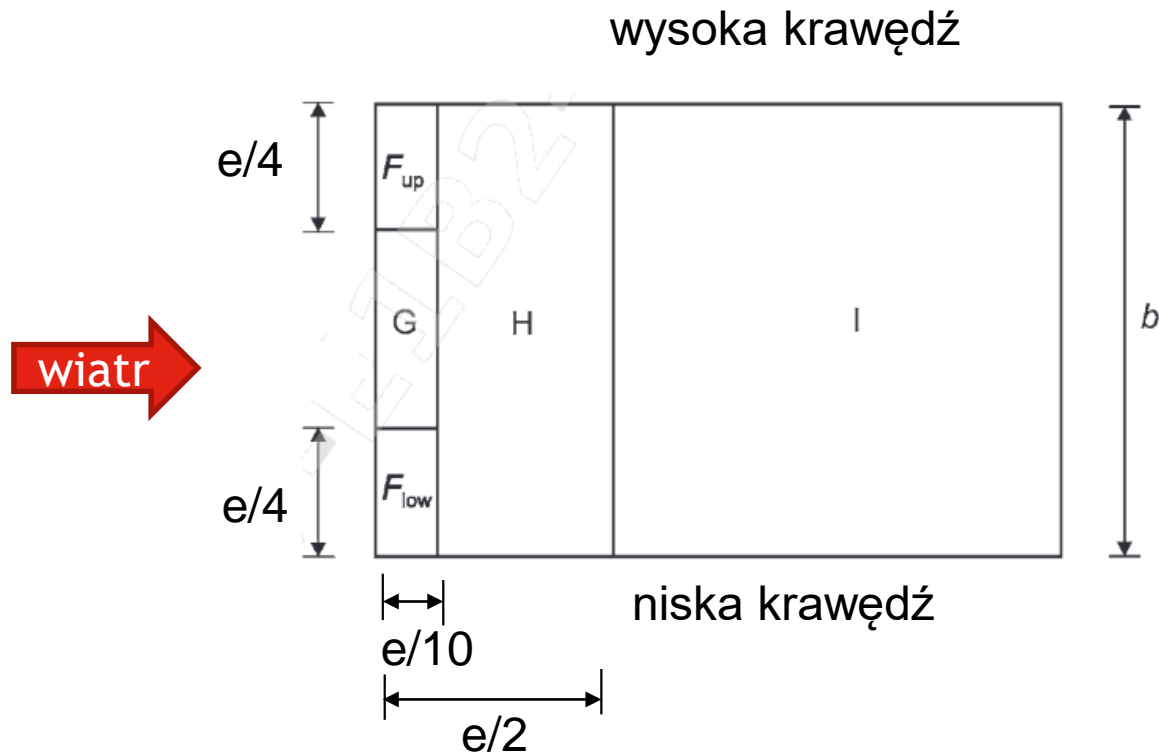
$b$ : wymiar poprzeczny do kierunku wiatru



# Współczynnik ciśnienia - dachy jednospadowe

$$e = \min\{b; 2h\}$$

$b$ : wymiar poprzeczny do kierunku wiatru

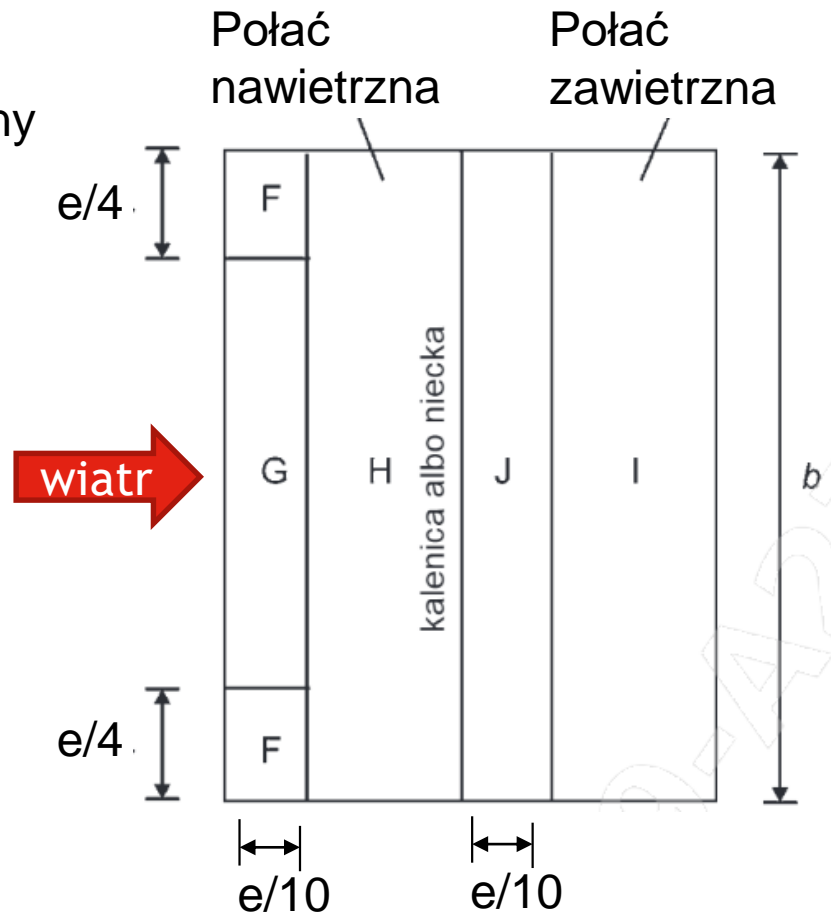




# Współczynnik ciśnienia - dachy dwuspadowe

$$e = \min\{b; 2h\}$$

b: wymiar poprzeczny do kierunku wiatru









# Dziękuję za uwagę

