



roclawska

Politechnika Wroclawska

PODSTAWY PROJEKTOWANIA I ODDZIAŁYWANIA NA KONSTRUKCJE BUDOWLANE WYKŁAD 14

Określanie obciążenia śniegiem według PN-EN 1991-1-3

dr hab. inż. Łukasz SADOWSKI, prof. uczelni
lukasz.sadowski@pwr.edu.pl

Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego

C-7, pok. 712





Obciążenie śniegiem

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu: obciążenie śniegiem gruntu o rocznym prawdopodobieństwie przekroczenia wynoszącym 0,02, z wyłączeniem wyjątkowego obciążenia śniegiem.

Wyjątkowe obciążenie śniegiem gruntu: obciążenie od warstwy śniegu na gruncie powstałej w wyniku opadu śniegu o wyjątkowo małym prawdopodobieństwie wystąpienia.

Wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem dachu: iloczyn wartości charakterystycznej obciążenia śniegiem gruntu i odpowiednich współczynników.



Obciążenie śniegiem

Warunki normalne: Na obszarach, gdzie wyjątkowo obfite opady śniegu i wyjątkowe zasy śnieżne są mało prawdopodobne, zarówno równomierne jak i nierównomierne obciążenie śniegiem dachu należy ustalać w przejściowej i w trwałej sytuacji obliczeniowej, zgodnie z układami obciążeń.

Warunki wyjątkowe:

(1) Na obszarach, gdzie mogą wystąpić wyjątkowo obfite opady śniegu, lecz mało prawdopodobne są wyjątkowe zasy śnieżne, stosuje się następujące zasady:

- a) Układy równomiernego jak i nierównomiernego obciążenia śniegiem, należy stosować zarówno w przejściowej jak i trwałej sytuacji obliczeniowej, oraz
- b) Układy równomiernego jak i nierównomiernego obciążenia śniegiem, należy stosować w wyjątkowej sytuacji obliczeniowej.



Obciążenie śniegiem

Warunki wyjątkowe:

(2) Na obszarach, gdzie wyjątkowo obfite opady śniegu są mało prawdopodobne, lecz mogą wystąpić wyjątkowe zaspasne śnieżne stosuje się następujące zasady:

- a) Układy równomiernego jak i nierównomiernego obciążenia śniegiem, należy stosować zarówno w przejściowej jak i trwałej sytuacji obliczeniowej, oraz
- b) Przypadki obciążenia śniegiem ustalone w 5.2(3)P c) i w załączniku B (zaspasne śnieżne) należy stosować w wyjątkowej sytuacji obliczeniowej



Obciążenie śniegiem

Warunki wyjątkowe:

(3) Na obszarach, gdzie mogą wystąpić zarówno wyjątkowo obfite opady śniegu jak i wyjątkowe zasy śnieżne stosuje się następujące zasady:

- a) Układy równomiernego jak i nierównomiernego obciążenia śniegiem, należy stosować zarówno w przejściowej jak i trwałej sytuacji obliczeniowej, oraz
- b) Układy równomiernego jak i nierównomiernego obciążenia śniegiem, należy stosować w wyjątkowej sytuacji obliczeniowej,
- c) Przypadki obciążenia śniegiem (zasy śnieżne) należy stosować w wyjątkowej sytuacji obliczeniowej

Wartości charakterystyczne obciążenia śniegiem gruntu w Polsce

Ze względu na intensywność opadów śniegu Polska podzielona jest w normie na 5 stref śniegowych.





Wartości charakterystyczne obciążenia śniegiem gruntu w Polsce

Wartość charakterystyczna obciążenia gruntu śniegiem dobierana jest z tabeli i wynosi:

Strefa	s_k , kN/m ²
1	$0,007A-1,4; s_k \geq 0,70$
2	0,9
3	$0,006A-0,6; s_k \geq 1,2$
4	1,6
5	$0,93\exp(0,00134A); s_k \geq 2,0$



Obciążenie śniegiem

Wartość charakterystyczną obciążenia śniegiem wyznaczana jest ze wzoru:

$$s = s_k C_e C_t \mu_i$$

w którym:

s_k – obciążenie charakterystyczne gruntu

C_e – współczynnik ekspozycji

C_t – współczynnik termiczny

μ_i – *współczynnik kształtu dachu*



Współczynnik ekspozycji

Współczynnik ekspozycji: współczynnik określający zmniejszenie lub zwiększenie obciążenia dachu budynku nie ogrzewanego o część charakterystycznego obciążenia śniegiem gruntu



Współczynnik ekspozycji

Teren	C_e
Wystawiony na działanie wiatru ^a	0,8
Normalny ^b	1,0
Ościęty od wiatru ^c	1,2

- Teren wystawiony na działanie wiatru: płaskie obszary bez przeszkód, otwarte ze wszystkich stron, bez osłon lub z niewielkimi osłonami uformowanymi przez teren, wyższe budowle lub drzewa.
- Teren normalny: obszary, na których nie występuje znaczące przenoszenie śniegu przez wiatr na budowie z powodu ukształtowania terenu, innych budowli lub drzew.
- Teren ościęty: obszary, na których rozpatrywana budowla jest znacznie niższa niż otaczający teren albo otoczona wysokimi drzewami lub wyższymi budowlami.



Współczynnik termiczny

Współczynnik termiczny: współczynnik określający zmniejszenie obciążenia śniegiem dachu w funkcji strumienia ciepła przenikającego przez dach i wywołującego topnienie śniegu.



Współczynnik termiczny

$$C_t = 1 - 0,054 \left(\frac{s_k}{3,5} \right)^{0,25} \cdot \Delta t \cdot \{ \sin [57,3 \cdot (0,4 \cdot U - 0,1)] \}^{0,25}$$

W którym:

s_k - wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu,

Δ_t - różnica temperatury, $\Delta_t = t_i - 5$,

t_i - temperatura wewnętrzna,

U - współczynnik przenikania ciepła przegrody dachowej,

Jeżeli temperatura wewnętrzna w pomieszczeniu pod rozpatrywaną przegrodą dachową jest mniejsza niż 5°C to należy przyjmować $C_t = 1,0$, jeżeli $t_i > 18^\circ\text{C}$ to należy przyjmować $t_i = 18^\circ\text{C}$



Współczynnik termiczny

Współczynnik termiczny dla obiektów „dobrze zaizolowanych termicznie” powinien przyjmować wartość

$$C_t = 1,0.$$

Ciekawostka:

Gdy na sąsiednich budynkach w zimie jest śnieg a na projektowanym go nie ma, oznacza to, że albo kąt dachu jest większy niż 60° lub w trakcie budowy zapomniano zastosować izolacji termicznej.



Współczynnik kształtu dachu

Obciążenie śniegiem zależy w głównej mierze od lokalizacji obiektu oraz kształtu więźby dachowej. Obiekty budowlane możemy podzielić z tego względu, na:

- z dachem jednopołaciowym,
- z dachem dwupołaciowym,
- z dachami wielopołaciowymi,
- z dachem walcowym,
- z dachem przylegającym do wyższej budowli.

Osobną grupę stanowią dachy wyposażone w występy i przeszkody. W zależności od rodzaju dachu obliczany jest współczynnik kształtu dachu w indywidualny sposób. Należy brać pod uwagę najbardziej niekorzystną sytuację.



Obciążenie śniegiem

Równomierne obciążenie śniegiem dachu: układ obciążenia, który przedstawia równomiernie rozłożone obciążenie śniegiem dachu, uformowane jedynie przez jego kształt, przed jakąkolwiek redystrybucją śniegu pod wpływem innych oddziaływań klimatycznych.

Nierównomierne obciążenie śniegiem dachu: układ obciążenia, który przedstawia obciążenie śniegiem, wynikające z przemieszczenia śniegu z jednego miejsca na dachu na inne, np. przez wiatr.

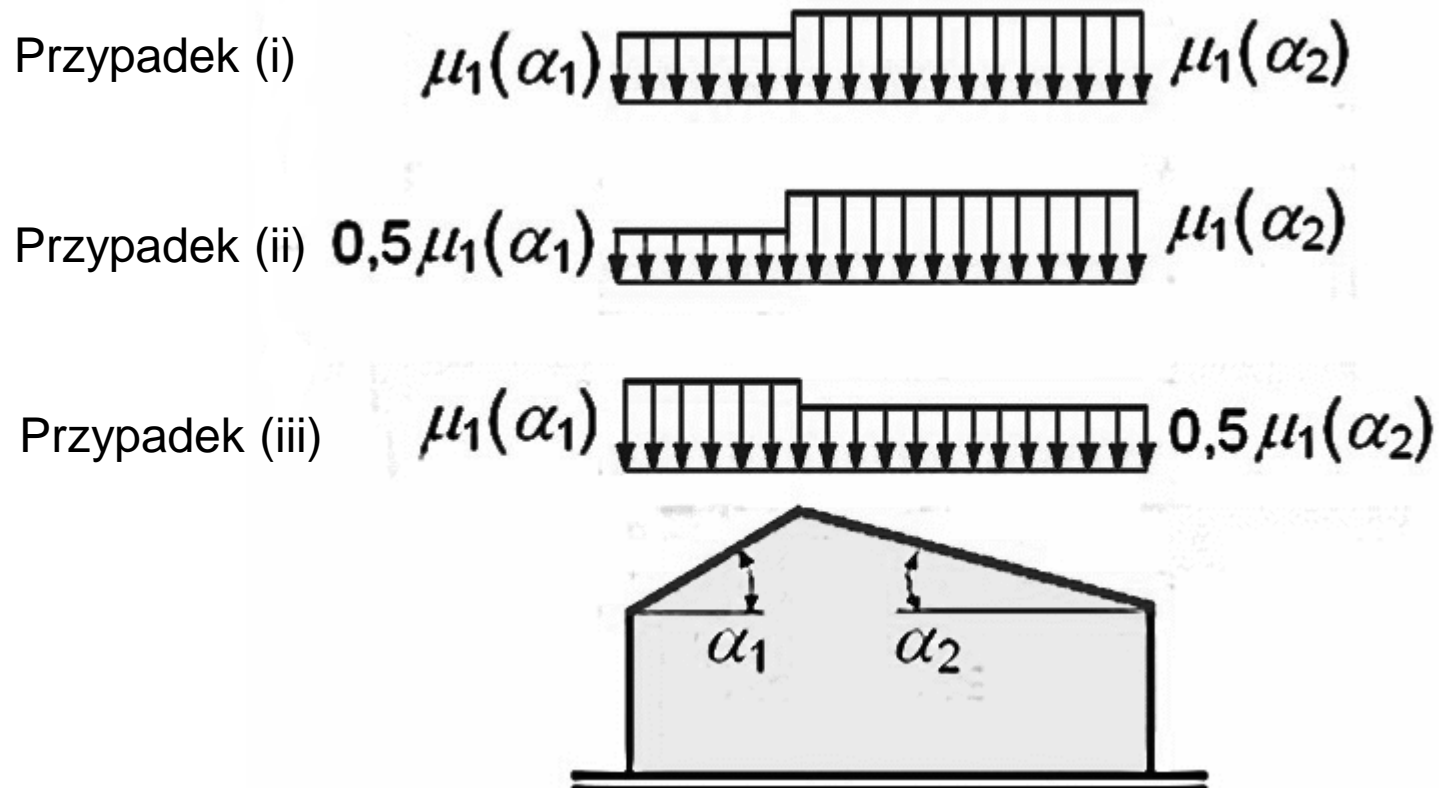
Współczynnik kształtu dachu: stosunek obciążenia śniegiem dachu do równomiernie rozłożonego obciążenia śniegiem gruntu, bez uwzględnienia wpływu wiatru i wpływów termicznych.



Współczynnik kształtu dachu

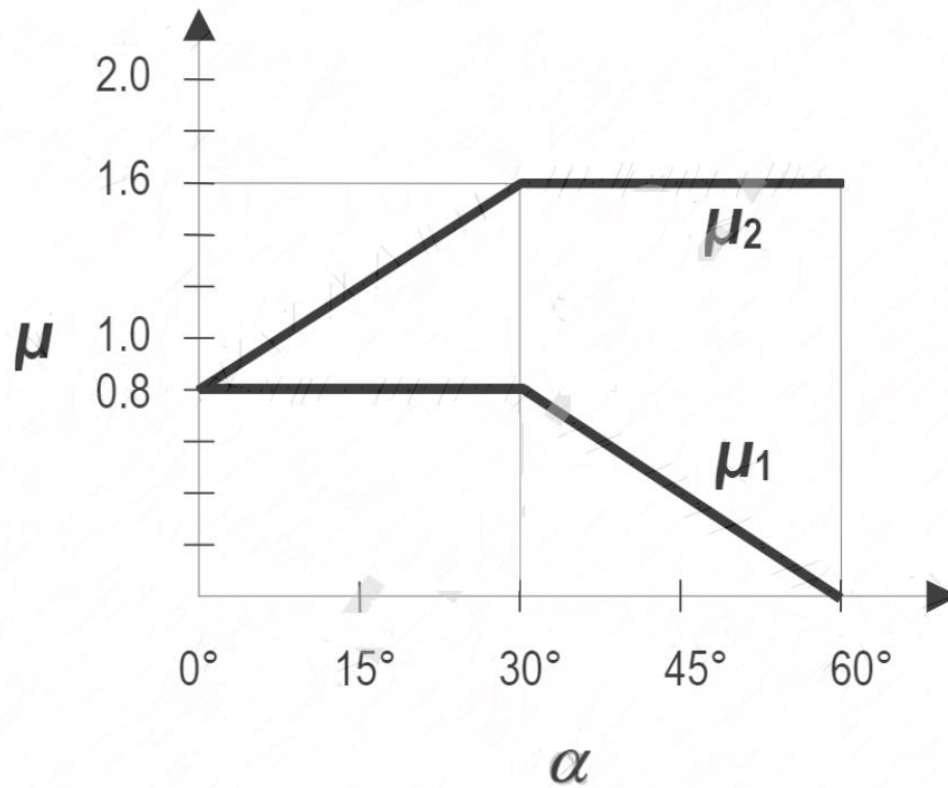


Współczynnik kształtu dachu



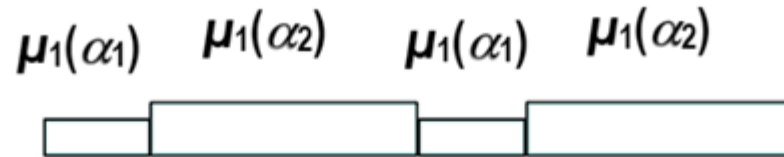


Współczynnik kształtu dachu

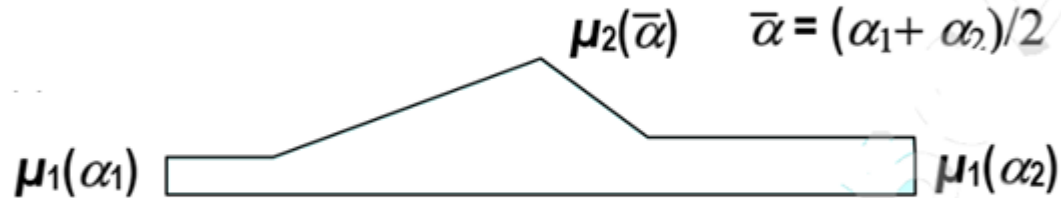


Współczynnik kształtu dachu

Przypadek (i)



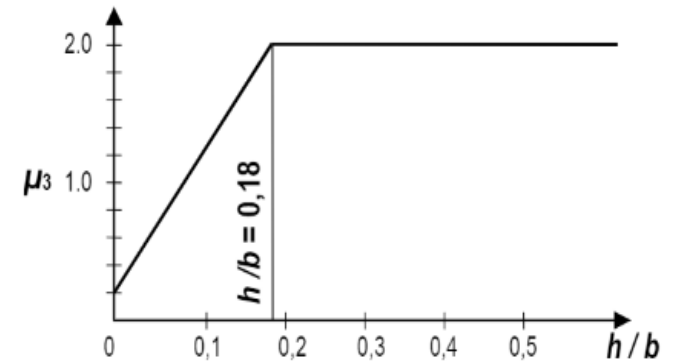
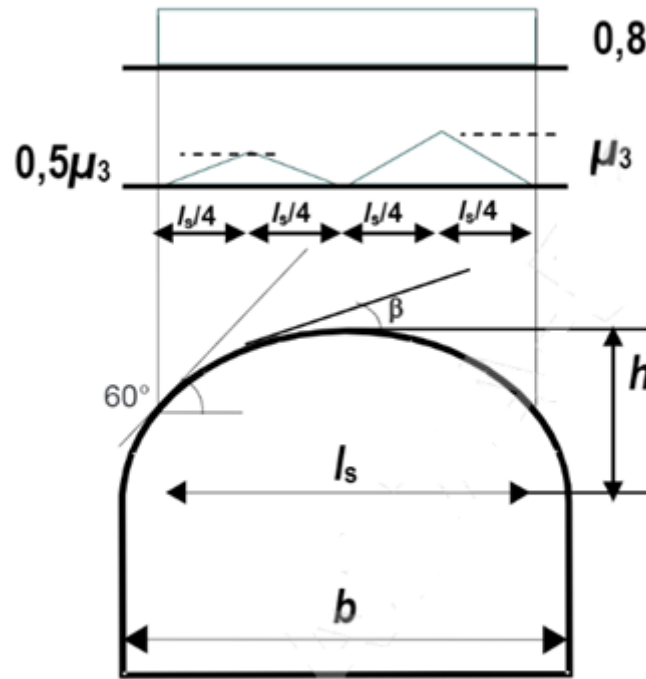
Przypadek (ii)



Współczynnik kształtu dachu

Przypadek (i)

Przypadek (ii)

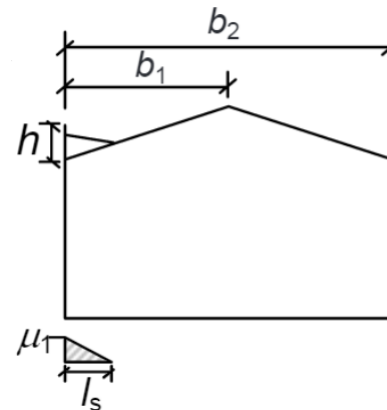


Zaspa śnieżna



$$\mu_1 = \min\left\{\frac{2h}{s_k}; \frac{2b}{l_s}; 8\right\}$$

$$l_s = \min\{5h; b_1; 15m\}$$



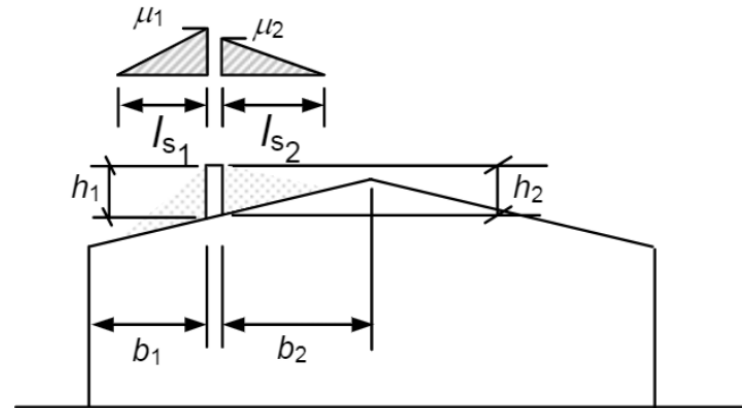
Śnieg za attyką przy okapie;
Dach nachylony lub łukowy.

Zaspa śnieżna



$$\mu_1 = \min\left\{\frac{2h_1}{s_k}; 5\right\}, \mu_2 = \min\left\{\frac{2h_2}{s_k}; 5\right\}$$

$$l_s = \min\{5h; b_i\}$$



Przeszkoda na dachu nachylnym i łukowym



Nawis śnieżny



Nawis śnieżny

Nawis śnieżny

$$s_e = k \frac{s^2}{\gamma}$$

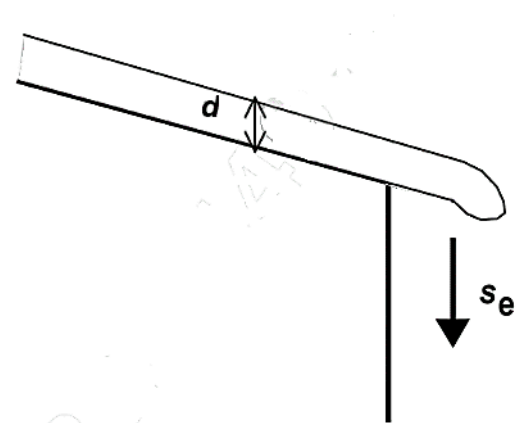
Gdzie

s_e – obciążenie nawisem śniegu na metr
długości krawędzi dachu

s – najbardziej niekorzystny przypadek równomiernego obciążenia śniegiem, właściwy dla rozpatrywanego dachu

γ – ciężar objętościowy śniegu, który w tych obliczeniach może być przyjmowany jako równy 3kN/m³

k – współczynnik uwzględniający nieregularny kształt nawisu śniegu.



$$k = \min\{3/d ; d \cdot \gamma\}$$



Dziękuję za uwagę

