

STANY GRANICZNE KONSTRUKCJI BUDOWLANYCH

Kanwą metodologiczną Eurokodów stanowi znana i już w zasadzie powszechnie stosowana **metoda stanów granicznych i współczynników częściowych**.

Podstawa formalna (prawna)



POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.01

PN-EN 1990

październik 2004

Wprowadza
EN 1990:2002, IDT

Zastępuje
—

Eurokod
Podstawy projektowania konstrukcji

Projektowanie konstrukcyjne obiektów budowlanych polega ogólnie na określeniu stanów granicznych, po przekroczeniu których konstrukcja nie spełnia stawianych jej kryteriów projektowych (**stanów granicznych**):

- **zniszczenie konstrukcji** wpływającej na bezpieczeństwo ludzi i mienia,
- **braku spełnienia wymagań użytkowych i funkcjonalnych** – dyskomfort użytkownika: drgania wygląd – ugięcia, rysy, pęknięcia

W metodzie obliczeń według stanów granicznych rozróżnia się:

- **stany graniczne nośności** (*ultimate limit states*) oraz odpowiadające im kryteria nośności konstrukcji związane z bezpieczeństwem, w tym także kryteria odporności ogniowej i trwałości,
- **stany graniczne użytkowości** (*serviceability limit states*) oraz odpowiadające im kryteria sztywności konstrukcji związane z normalnym jej funkcjonowaniem, wyglądem oraz komfortem użytkowników.

SYTUACJE OBLICZENIOWE I ODDZIAŁYWANIA NA KONSTRUKCJĘ

Rozróżnia się następujące sytuacje obliczeniowe:

- **trwałe** (użytkowanie zgodne z przeznaczeniem obiektu, w warunkach obciążeń stałych i właściwych obciążeń zmiennych),
- **przejściowe** (roboty budowlane),
- **wyjątkowe** (pożar, uderzenie, wybuch),
- **sejsmiczne** (trzęsienie ziemi).

Sytuacjom trwałym i przejściowym przypisuje się atrybut pewności, natomiast sytuacje wyjątkowe uważa się za możliwe, lecz mało prawdopodobne. Sytuacje sejsmiczne uwzględnia się w obliczeniach lub pomija, zależnie od lokalizacji obiektu budowlanego.

Głównym kryterium podziału oddziaływań jest ich **zmiennosc w czasie**. Z tego punktu widzenia w obliczeniach rozróżnia się następujące **rodzaje oddziaływań**:

- **stałe** (G – obciążenia, P – siły sprężające),
- **zmienne** (Q) – obciążenia klimatyczne, użytkowe, przy wykonywaniu konstrukcji,
- **wyjątkowe** (A) – oddziaływania pożarowe, siły uderzenia, siły wybuchu,
- **sejsmiczne** (A_E) – siły bezwładności wywołane trzęsieniem ziemi.

Obciążenia stałe (G) obejmują ciężary własne konstrukcji, ciężary obudowy i urządzeń stacjonarnych oraz ewentualnie inne oddziaływania bezpośrednie lub pośrednie.

Kombinacje oddziaływań, jakie uwzględnia się przy sprawdzaniu nośności, dzielą się na:

- **podstawowe**, dotyczące trwałych i przejściowych sytuacji obliczeniowych,
- **wyjątkowe**, dotyczące wyjątkowych sytuacji obliczeniowych,
- **sejsmiczne**, dotyczące sejsmicznych sytuacji obliczeniowych.

Przy sprawdzaniu warunków użytkowalności rozpatruje się **kombinacje: charakterystyczne, częste i prawie stałe**.

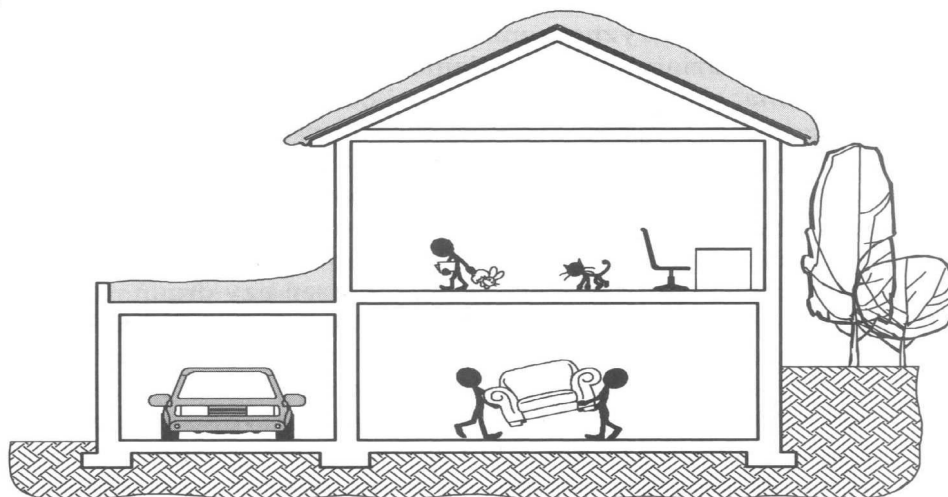
OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA OBCIĄŻEŃ

W celu sprawdzenia stanów granicznych przeprowadza się analizę konstrukcji, czyli procedurę służącą do wyznaczenia efektów oddziaływań w każdym punkcie konstrukcji. Efektem oddziaływania na element konstrukcji są siły wewnętrzne – MOMENT ZGINAJĄCY, SIŁA NORMALNA (OSIOWA) SIŁA TNĄCA (POPRZECZNA) → NAPRĘŻNIA I ODKSZTAŁCENIA a dla całej konstrukcji UGIĘCIA, PRZEMIESZCZENIA I OBROTY.

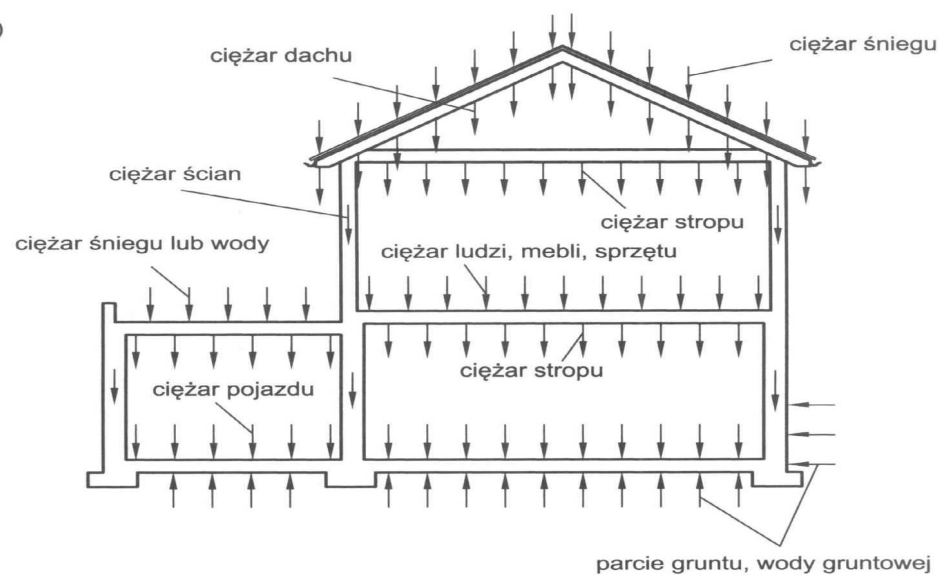
Aby zapewnić spełnienie stanów granicznych konstrukcji lub jej części, należy wyznaczyć **OBCIĄŻENIA**, które ona musi przenieść bez uszkodzenia mechanicznego, nadmiernych odkształceń, przemieszczeń czy np. drgań.

OBCIĄŻENIEM nazywamy dowolny układ zewnętrznych sił działających na ciało lub element konstrukcyjny. Szerszym pojęciem niż obciążenie jest **ODDZIAŁYWANIE**. Charakter obciążenia zależy jest zależny od wielu czynników, z których najważniejsze to FUNKCJA obiektu określona koncepcją architektoniczną, RODZAJ ZASTOSOWANYCH MATERIAŁÓW oraz POŁOŻENIE obiektu. Obciążenia mogą się różnić pod względem wielkości, sposobu oddziaływania i lokalizacji, mogą być spowodowane ciężarem elementów stałych i tymczasowych, ludzi, poruszających się pojazdów lub działaniem natury – rysunek poniżej.

a)



b)



przykładowe obciążenia

KLASYFIKACJA OBCIĄŻEŃ DZIAŁAJACYCH NA KONSTRUKCJĘ

Obciążenia działające na konstrukcje budowlane można podzielić na różne sposoby według różnych kryteriów. Każde obciążenie ma określone miejsce w każdym z podzbiorów określonych różnymi kryteriami. Generalnie obciążenia działające na obiekty budowlane zwyczajowo klasyfikuje się na cztery sposoby. I tak ze względu na kierunek działania można wyróżnić obciążenia:

- pionowe (grawitacyjne),
- poziome (np. wiatr, uderzenie boczne, parcie boczne gruntu, trzęsienie ziemi),
- podłużne (np. oddziaływanie hamującej suwnicy).

Z kolei ze względu na rodzaj wyróżniamy oddziaływania:

- stałe,
- użytkowe,
- środowiskowe, w tym obciążenie:
 - wiatrem,
 - śniegiem,

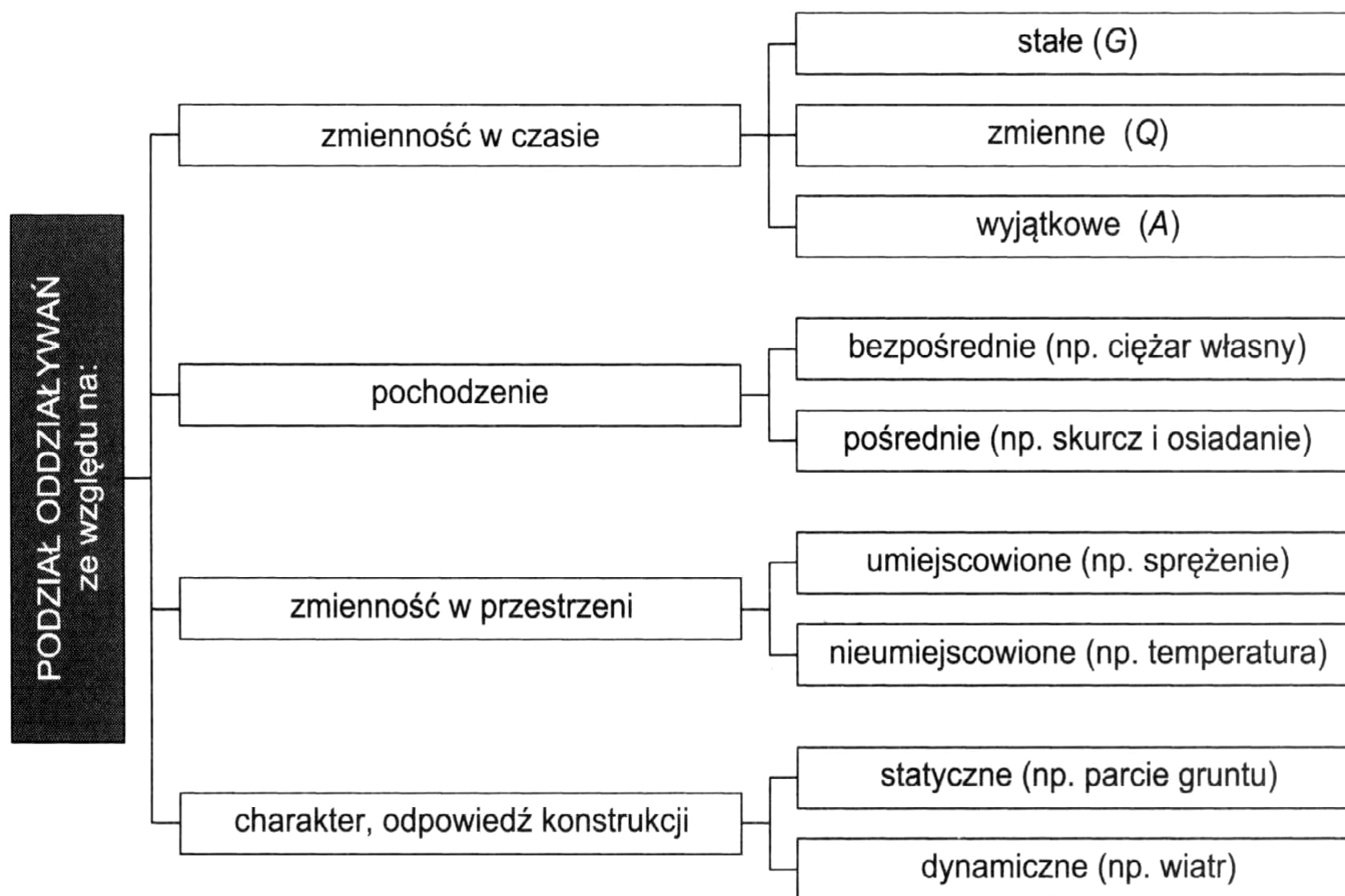
- temperaturą,
- lodem,
- pożarem,
- hydrostatyczne,
- parciem gruntu lub materiałów sypkich,
- skurczem konstrukcji,
- przemieszczeniem fundamentów,
- trzęsieniem ziemi,
- udarowe (np. od maszyny czy pojazdu).

Ze względu na możliwość wywołania przyspieszenia konstrukcji lub jej elementów wyróżniamy następujące grupy obciążeń:

- statyczne, niewywołujące znaczącego przyspieszenia konstrukcji lub jej elementów,
- dynamiczne, wywołujące znaczące przyspieszenie,
- *quasi*-statyczne, dynamiczne wyrażone w modelu obliczeniowym przez równoważne oddziaływanie statyczne,

natomiast ze względu na umiejscowienie w przestrzeni możemy wyróżnić obciążenia:

- umiejscowione, o jednoznacznie ustalonym rozkładzie i pozycji w stosunku do konstrukcji lub jej części, w tym:
 - objętościowe,
 - powierzchniowe,
 - liniowe,
 - punktowe,
- nieumiejscowione, które może mieć różne rozkłady przestrzenne w stosunku do konstrukcji.



Ogólna klasyfikacja obciążeń według *Eurokodu 0* (1990)

KOMBINACJE OBCIĄŻEŃ

Zwykle na konstrukcje działa jednocześnie kilka obciążeń. Obciążenie stałe (grawitacyjne) występuje zawsze! Obciążenia zmienne nie zawsze występują wszystkie jednocześnie i o maksymalnej wartości, dlatego też wybiera się prawdopodobne przypadki wystąpienia danego obciążenia i określa się ich wzajemny stosunek. Polega to na przyjęciu zestawów obciążeń nazwanych **kombinacjami oddziaływań**, przy których oceniane jest bezpieczeństwo projektowanej konstrukcji.

Zgodnie z normą PN-EN 1990, kombinacje podstawowe oddziaływań obliczeniowych można przyjąć w formie wyrażenia:

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Alternatywnie dla stanów granicznych STR (zniszczenia konstrukcji) i GEO (odkształcenia podłoża), w formie mniej korzystnego z dwóch poniższych wyrażeń (zalecone przez Załącznik krajowy do PN-EN 1990):

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (a)$$

$$E_d = \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}, \quad (b)$$

Zalecane kombinacje obciążeń w SGN (ULS):

Trwałe i przejściowe sytuacje obliczeniowe	Obciążenia stałe		Wiodące oddziały- wanie zmiennie	Towarzyszące oddziaływania zmiennie	
	niekorzystne	korzystne		główne (jeśli takie występują)	pozostałe
wzór a	$\gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$		$\gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$
wzór b	$\xi \gamma_{Gj,sup} G_{kj,sup}$	$\gamma_{Gj,inf} G_{kj,inf}$	$\gamma_{Q,1} Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$

wartości współczynników:

$$\gamma_{Gj,sup} = 1,35$$

$$\gamma_{Gj,inf} = 1,0$$

$$\gamma_{Q,1} = 1,5 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\gamma_{Q,i} = 1,5 \text{ jeżeli niekorzystne (0 jeżeli korzystne)}$$

$$\xi = 0,85$$

W stanach granicznych użyteczności stosuje się kombinacje obciążeń charakterystyczne, zwykle stosowane w nieodwracalnych stanach granicznych, częste – w przypadku odwracalnych stanów granicznych oraz quasi-stałe – przy ocenie skutków długotrwałych i wyglądu obiektu. Te kombinacje są wyrażone wzorami:

– kombinacja charakterystyczna:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (3.39)$$

– kombinacja częsta:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \psi_{1,1} Q_{k,1} " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (3.40)$$

– kombinacja quasi-stała:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} " + " P " + " \sum_{i > 1} \psi_{2,i} Q_{k,i} \quad (3.41)$$

Tablica 3.22 Wartości obliczeniowe kombinacji oddziaływań dla stanów granicznych użyteczności [180]

Kombinacja	Oddziaływania stałe G_d		Oddziaływania zmienne Q_d	
	niekorzystne	korzystne	wiodące	pozostałe
Charakterystyczna	$G_{k,j, \text{sup}}$	$G_{k,j, \text{inf}}$	$Q_{k,1}$	$\psi_{0,i} Q_{k,i}$
Częsta	$G_{k,j, \text{sup}}$	$G_{k,j, \text{inf}}$	$\psi_{1,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$
Quasi-stała	$G_{k,j, \text{sup}}$	$G_{k,j, \text{inf}}$	$\psi_{2,1} Q_{k,1}$	$\psi_{2,i} Q_{k,i}$

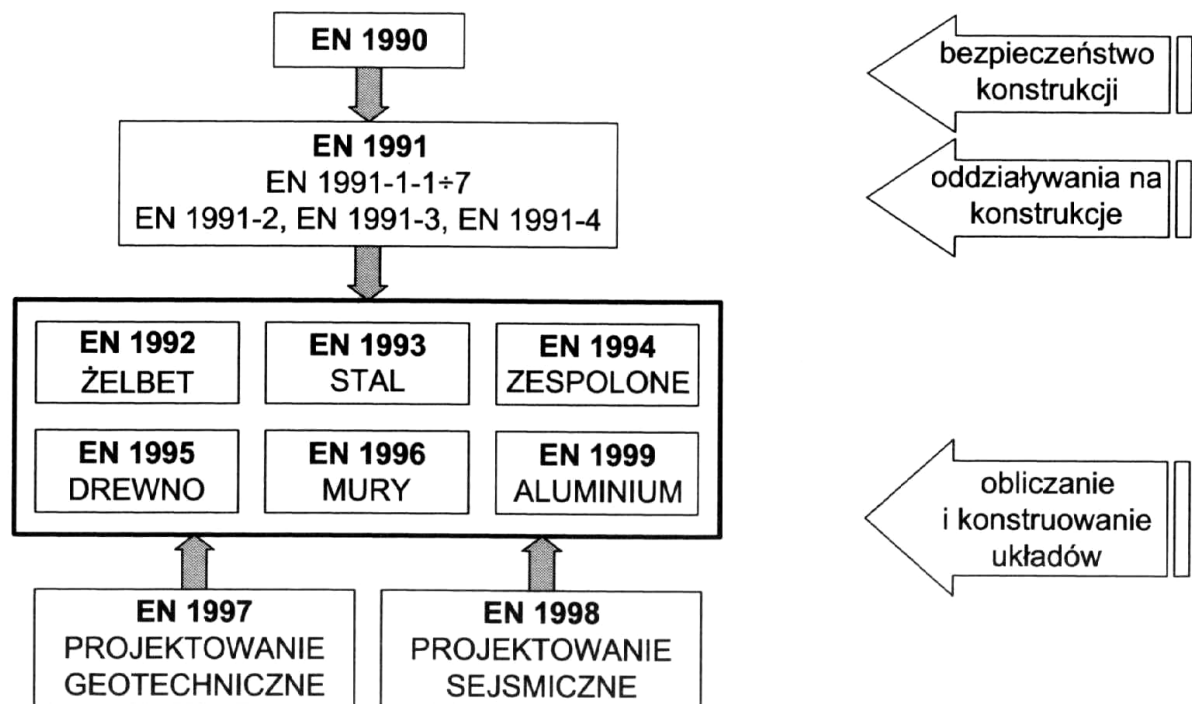
Przypadek obciążenia	Oddziaływania stałe Ciężary własne (G)	Oddziaływania zmienne (Q)		
		wiatr (W)	śnieg (S)	użytkowe (I)
Kombinacje podstawowe (przy sprawdzaniu nośności)				
a	1,35	1,50	$1,50\psi_{0,S}$	$1,50\psi_{0,I}$
b1	1,35	$1,50\psi_{0,W}$	1,50	$1,50\psi_{0,I}$
b2	1,35	$1,50\psi_{0,W}$	$1,50\psi_{0,S}$	1,50
c	1,00	1,50	0	0
Kombinacje charakterystyczne (przy sprawdzaniu użyteczności)				
d	1	1	$\psi_{0,S}$	$\psi_{0,I}$
e1	1	$\psi_{0,W}$	1	$\psi_{0,I}$
e2	1	$\psi_{0,W}$	$\psi_{0,S}$	1
Gdzie: $\psi_{0,W}$, $\psi_{0,S}$, $\psi_{0,I}$ – współczynniki kombinacyjne do oddziaływań zmiennych: (W), (S) oraz (I)				

Najważniejsze wartości współczynników kombinacyjnych podano w poniższej tabeli:

oddziaływanie	ψ_0	ψ_1	ψ_2
obciążenia zmienne w budynkach, kategoria:			
A: powierzchnie mieszkalne	0,7	0,5	0,3
B: powierzchnie biurowe	0,7	0,5	0,3
C: miejsca zebrań	0,7	0,7	0,6
D: powierzchnie handlowe	0,7	0,7	0,6
E: powierzchnie magazynowe	1,0	0,9	0,8
F: powierzchnie ruchu pojazdów < 30kN,	0,7	0,7	0,6
G: powierzchnie ruchu pojazdów > 30kN,	0,7	0,5	0,3
H: dachy	0	0	0
obciążenie śniegiem:			
miejsowości położone na wys. > 1000 m npm	0,7	0,5	0,2
miejsowości położone na wys. < 1000 m npm	0,5	0,2	0
obciążenie wiatrem	0,6	0,2	0

ODDZIAŁYWANIA NA KONSTRUKCJE WEDŁUG EUROKODU 1 (1991)

Wartości obciążeń przyjmowane w analizie konstrukcji są określone w normach państwowych na podstawie danych technologicznych producentów wyrobów budowlanych lub w literaturze technicznej. Do marca 2010 roku w Polsce obowiązywały normy krajowe o symbolach PN-B, obecnie obowiązują normy europejskie o symbolach PN-EN.



Schematyczne przedstawienie grupy EUROKODÓW budowlanych

Eurokod 1, zatytułowany *Oddziaływania na konstrukcje*, składa się z 10 podstawowych części, które zawierają informacje i wskazówki dotyczące zestawiania obciążeń przy projektowaniu obiektów budowlanych.

Lp.	Nr Eurokodu	Tytuł szczegółowy
1	PN-EN 1991-1-1	Ciężar objętościowy, ciężar własny, obciążenia użytkowe w budynkach
2	PN-EN 1991-1-2	Oddziaływania na konstrukcje w warunkach pożaru
3	PN-EN 1991-1-3	Obciążenie śniegiem
4	PN-EN 1991-1-4	Oddziaływania wiatru
5	PN-EN 1991-1-5	Oddziaływania termiczne
6	PN-EN 1991-1-6	Oddziaływania w czasie wykonywania konstrukcji
7	PN-EN 1991-1-7	Oddziaływania wyjątkowe
8	PN-EN 1991-2	Obciążenia ruchome mostów
9	PN-EN 1991-3	Oddziaływania wywołane dźwignicami i maszynami
10	PN-EN 1991-4	Silosy i zbiorniki
11	PN-EN 1993-3-1	Obciążenie oblodzeniem, w: Eurokod 3 Projektowanie konstrukcji stalowych. Część 3-1: Wieże, maszyny i kominy (+ ISO 12494)

OBCIĄŻENIA WEDŁUG NORMY PN-EN 1991-1-1

- **OBCIĄŻENIA STAŁE**
- **OBCIĄŻENIA ZIMIENTNE**



POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.01

PN-EN 1991-1-1

październik 2004

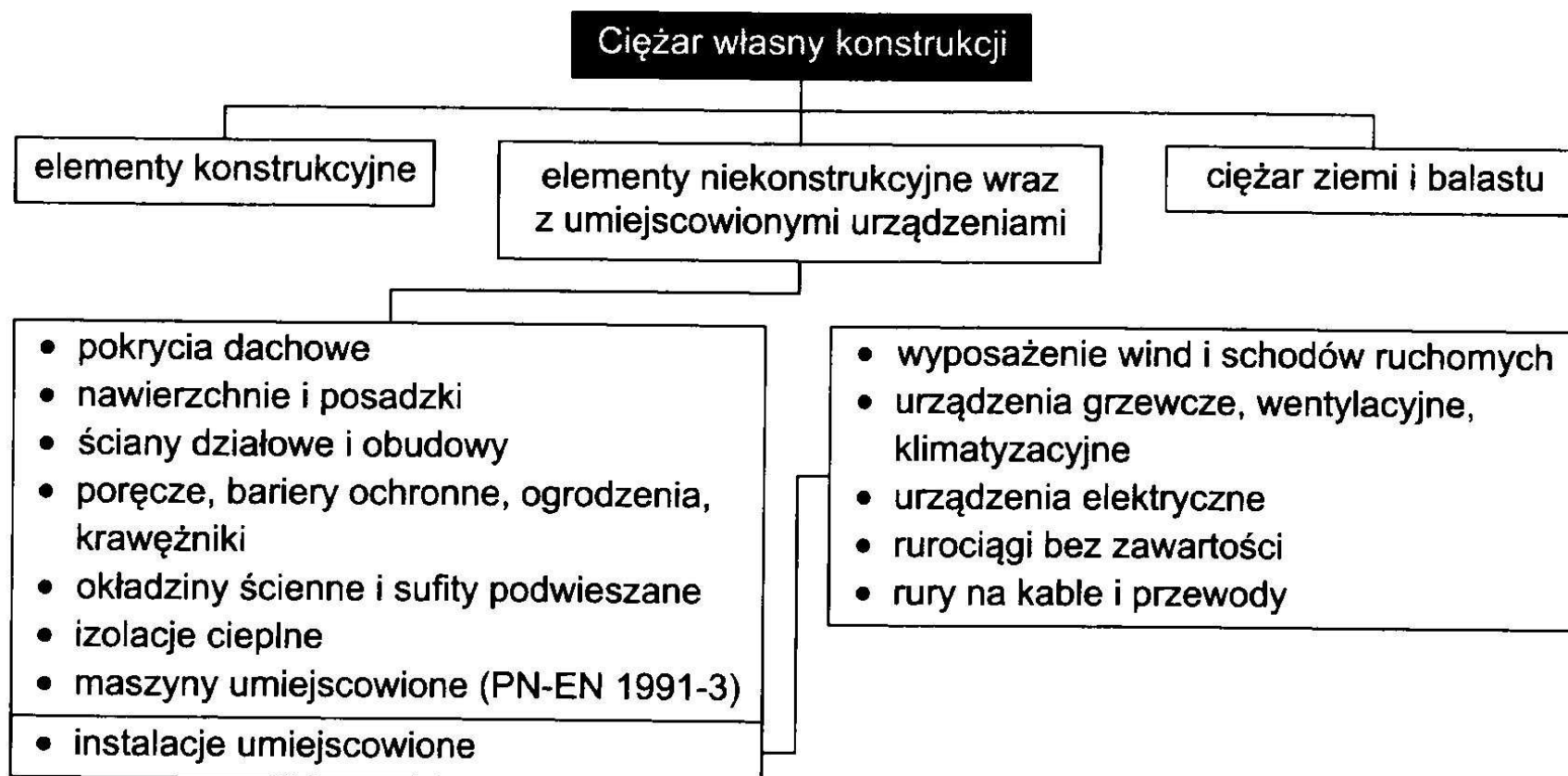
Wprowadza
EN 1991-1-1:2002, IDT

Zastępuje
—

Eurokod 1: Oddziaływania na konstrukcje
Część 1-1: Oddziaływania ogólne
Ciężar objętościowy, ciężar własny,
obciążenia użytkowe w budynkach

Norma europejska EN 1991-1-1:2002 ma status Polskiej Normy

OBCIĄŻENIA STAŁE – Ciężar własny konstrukcji

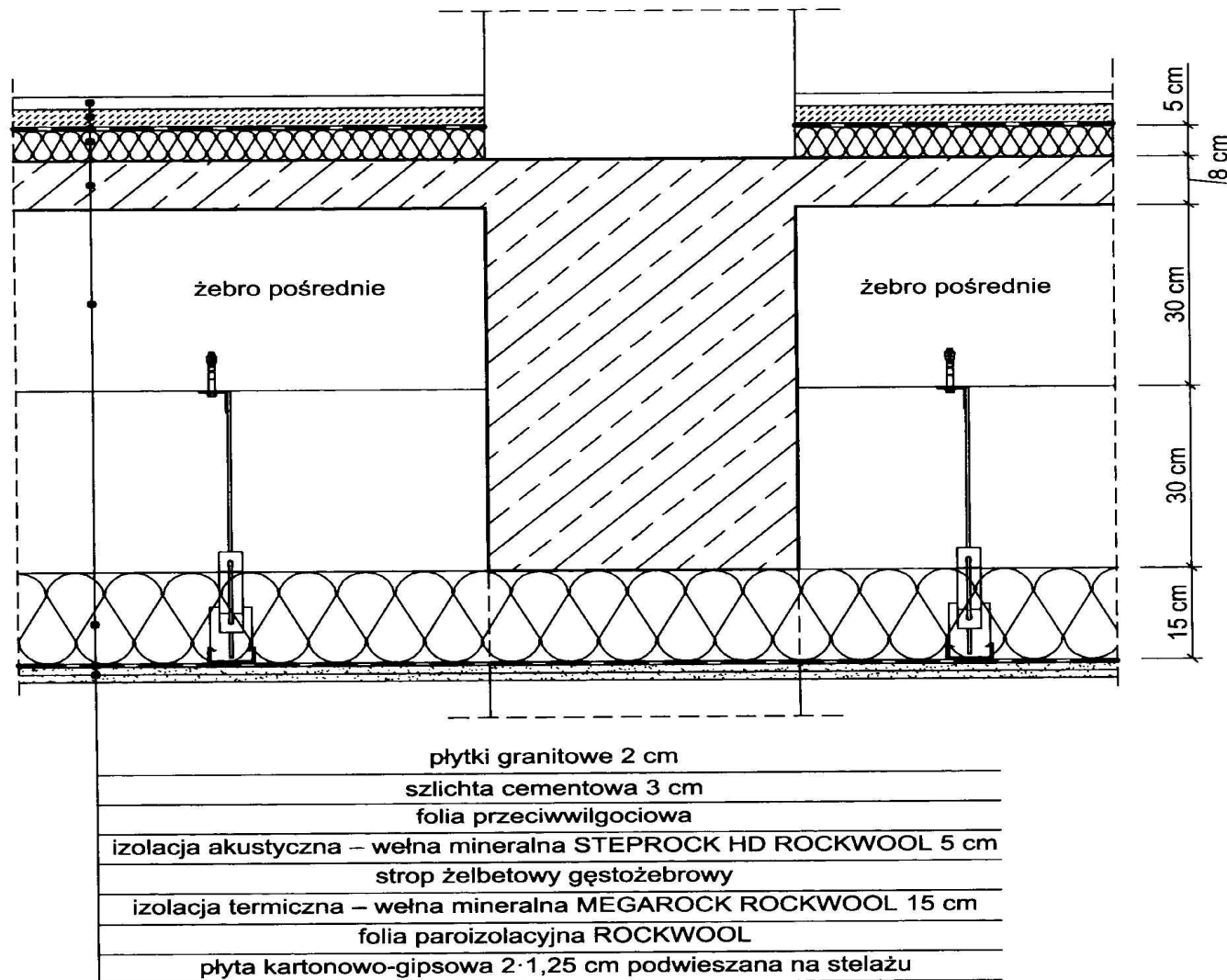


OBCIĄŻENIA STAŁE – Ciężar objętościowy materiałów budowlanych

W załączniku A zostały podane ciężary materiałów konstrukcyjnych i składowanych. Zestawiono je w postaci 12 tablic:

- Tablica A.1 – Materiały budowlane – beton i zaprawa
- Tablica A.2 – Materiały budowlane – murowe (ceramiczne, betonowe, kamienne i szklane)
- Tablica A.3 – Materiały budowlane – drewno (drewno wg klas, sklejka i płyty pilśniowe)
- Tablica A.4 – Materiały budowlane – metale
- Tablica A.5 – Materiały budowlane – inne (szkło, tworzywa sztuczne, łupki)
- Tablica A.6 – Materiały mostowe
- Tablica A.7 – Materiały składowane – budowlane i konstrukcyjne (żwir, piasek, cement, popiół)
- Tablica A.8 – Materiały składowane – rolnicze (nawozy, pasze, zboża, mięso, tytoń, wełna)
- Tablica A.9 – Materiały składowane – żywność (cukier, mąka, jaja, owoce, warzywa)
- Tablica A.10 – Materiały składowane – płyny (napoje, oleje, kwasy, rtęć, ścieki)
- Tablica A.11 – Materiały składowane – paliwa stałe (węgiel, drewno, torf)
- Tablica A.12 – Materiały składowane – przemysłowe i ogólne (książki, papier, sól, guma, ...)

Przykład obliczeniowy: Zestawić obciążenia stałe stropu płytowo-belkowego o przekroju jak na rysunku poniżej.



Tabelaryczne zestawienie obciążeń powierzchniowych [kN/m²]

Wzór ogólny: $g_p = \gamma_i t \text{ [kN/m}^3 \text{ m} = \text{kN/m}^2\text{]}$

Lp.	Rodzaj obciążenia/przeliczenie	$g \text{ [kN/m}^2\text{]}$
1	płytki granitowe 2 cm, $28 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,02 \text{ m}$	0,56
2	szlichta cementowa 3 cm, $21 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,03 \text{ m}$	0,63
3	izolacja akustyczna – wełna mineralna Steprock HD Rockwool 5 cm (dane producenta), $1,4 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,05 \text{ m}$	0,07
4	płyta stropu żelbetowego 8 cm, $25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,08 \text{ m}$	2,0
5	izolacja termiczna – wełna mineralna Megarock Rockwool 15 cm (dane producenta), $0,28 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,15 \text{ m}$	0,04
6	orientacyjny ciężar instalacji umiejscowionych (urządzenia wentylacyjne, elektryczne – w tym oświetlenie, rury na kable) $30 \text{ kg/m}^2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3}$	0,29
7	płyty kartonowo-gipsowe $2 \cdot 1,25 \text{ cm}$ łącznie z konstrukcją (dane producenta), $28 \text{ kg/m}^2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3}$	0,27
8	folia przeciwwilgociowa oraz folia paraizolacyjna $0,2 \text{ kg/m}^2 \cdot 9,81 \text{ m/s}^2 \cdot 10^{-3}$	0,002
	Σ	3,86

Zestawienie obciążeń liniowych [kN/m] – belki stropowe

Wzór ogólny: $g_l = \gamma_i \mathbf{b} \mathbf{h} \text{ [kN/m}^3 \text{ m m = kN/m]}$

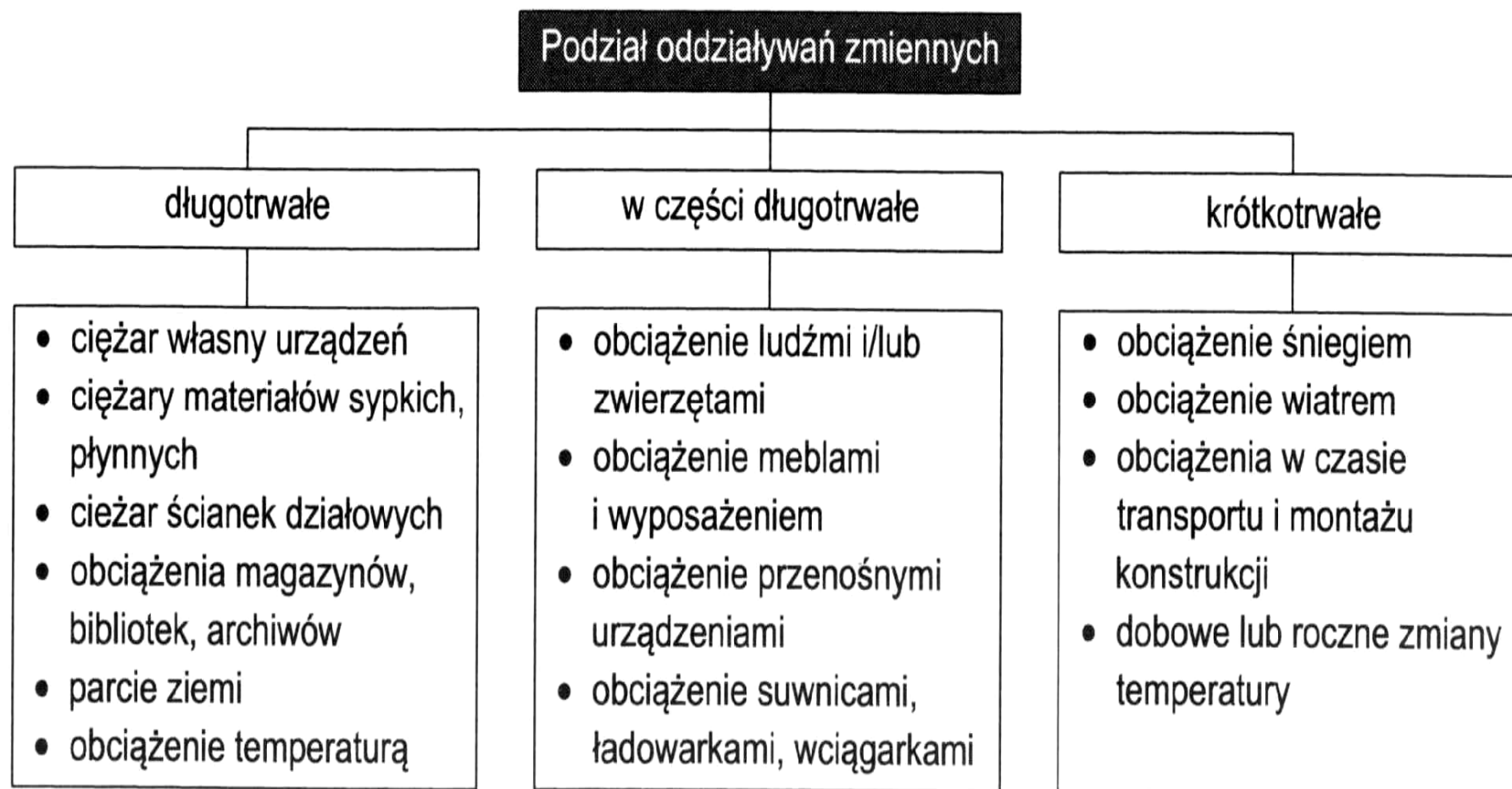
Obciążenia liniowe: ciężar własny belki głównej o wymiarach 40 cm × 60 cm

$$25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,4 \text{ m} \cdot 0,6 \text{ m} = 6 \text{ kN/m},$$

ciężar własny belki pośredniej o wymiarach 20 cm × 30 cm

$$25 \text{ kN/m}^3 \cdot 0,2 \text{ m} \cdot 0,3 \text{ m} = 1,5 \text{ kN/m}.$$

OBCIĄŻENIA ZMIENNE WEDŁUG PN-EN 1991-1-1



Ogólny podział obciążeń zmiennych wraz z przykładami

OBCIĄŻENIA UŻYTKOWE W BUDYNKACH – PODZIAŁ NA KATEGORIE

Tablica 6.1 – Kategorie użytkowania

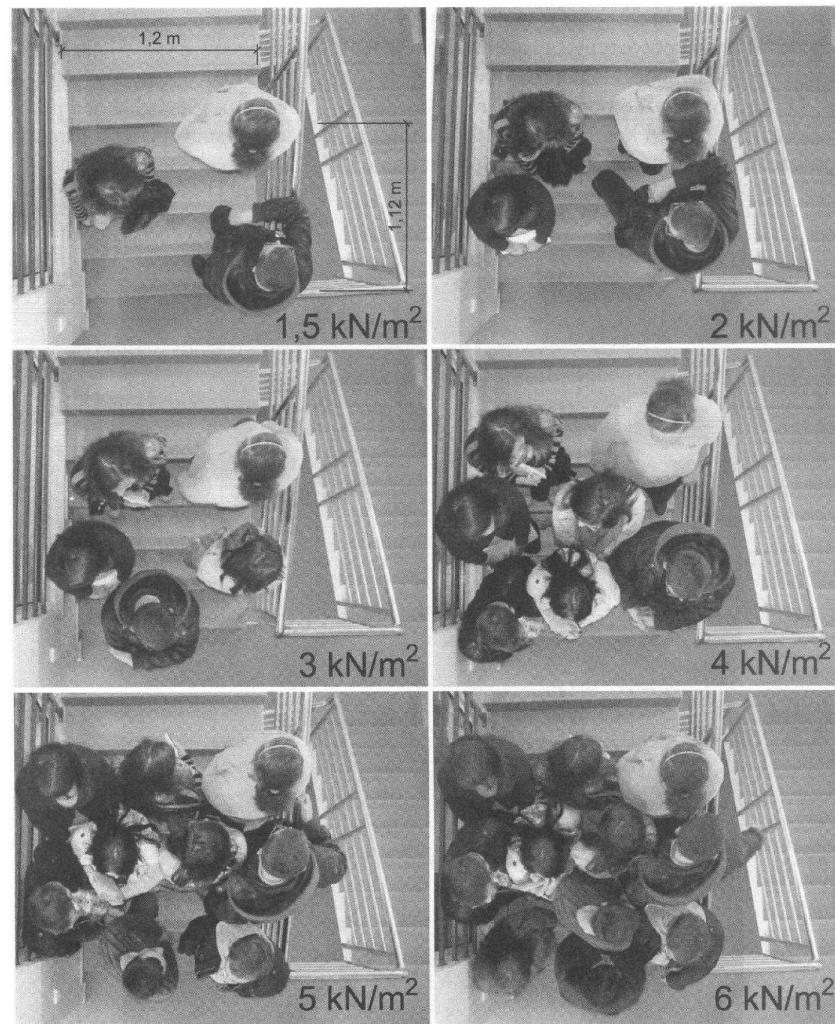
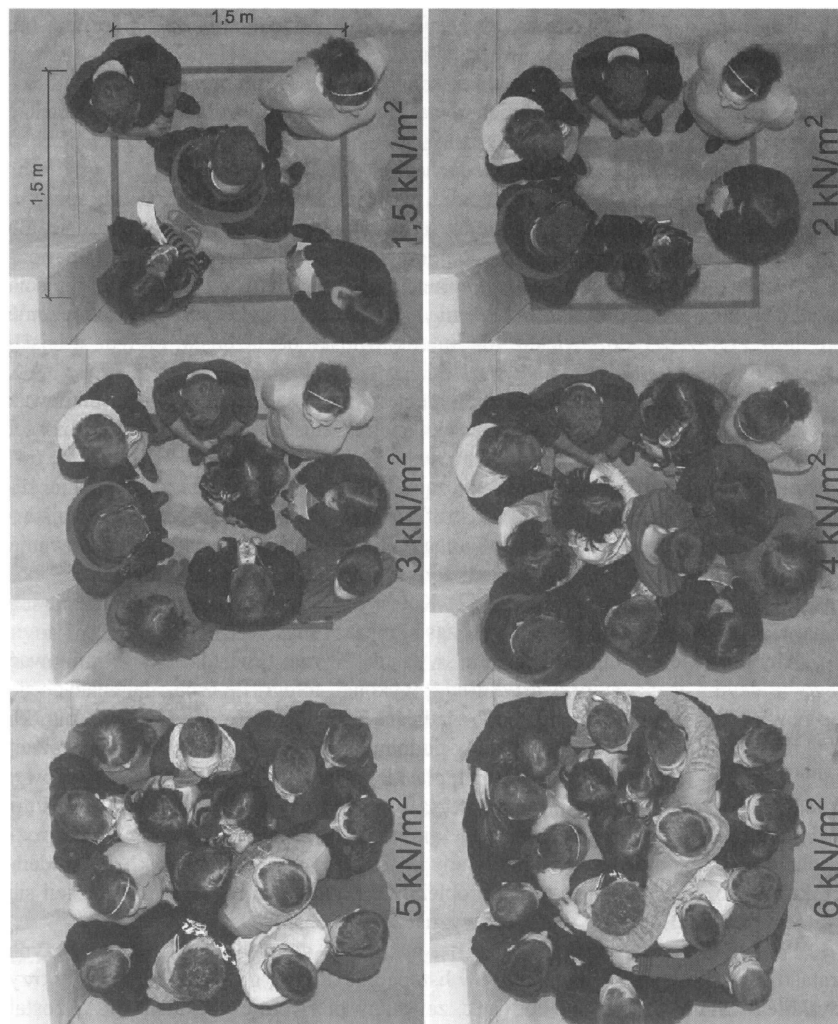
Kategoria	Specyficzne zastosowanie	Przykład
A	Powierzchnie mieszkalne	Pokoje w budynkach mieszkalnych i w domach, pokoje i sale w szpitalach, sypialnie w hotelach i na stacjach, kuchnie i toalety
B	Powierzchnie biurowe	
C	Powierzchnie, na których mogą gromadzić się ludzie (z wyłączeniem powierzchni określonych wg kategorii A, B i D ¹⁾)	<p>C1: Powierzchnie ze stołami itd., np. powierzchnie w szkołach, kawiarniach, restauracjach, stolówkach, czytelnich, recepcjach.</p> <p>C2: Powierzchnie z zamocowanymi siedzeniami, np. w kościołach, teatrach, kinach, salach konferencyjnych, salach wykładowych, salach zebrań, poczekalniach, poczekalniach dworcowych.</p> <p>C3: Powierzchnie bez przeszkód utrudniających poruszanie się ludzi, np. powierzchnie w muzeach, salach wystaw itd., oraz powierzchnie ogólnie dostępne w budynkach publicznych i administracyjnych, hotelach, szpitalach, podjazdach kolejowych.</p> <p>C4: Powierzchnie, na których jest możliwa aktywność fizyczna np. sale tańców, sale gimnastyczne, sceny.</p> <p>C5: Powierzchnie ogólnie dostępne dla tłumu, np. w budynkach użyteczności publicznej takich jak sale koncertowe, sale sportowe łącznie z trybunami, tarasy oraz powierzchnie dojeżdż i perony kolejowe.</p>
D	Powierzchnie handlowe	<p>D1: Powierzchnie w sklepach sprzedaży detalicznej.</p> <p>D2: Powierzchnie w domach towarowych.</p>
<p>¹⁾ Zwraca się uwagę na punkt 6.3.1.1(2), w szczególności w odniesieniu do C4 i C5. Jeśli wymagają uwzględnienia efekty dynamiczne, patrz EN 1990. W przypadku kategorii E, patrz tablica 6.3.</p> <p>UWAGA 1 W zależności od przewidywanego zastosowania, powierzchnie kategorii C2, C3, C4 mogą być zaliczone do kategorii C5 na podstawie decyzji zlecniodawcy i/lub na podstawie załącznika krajowego.</p> <p>UWAGA 2 Załącznik krajowy może ustalać podkategorie A, B, C1 do C5, D1 i D2</p> <p>UWAGA 3 W odniesieniu do powierzchni składowania i działalności przemysłowej, patrz 6.3.2</p>		

6.3.1.2 Wartości oddziaływań

(1)P Kategorie obciążonych powierzchni wyszczególnione w tablicy 6.1 należy wyznaczać przy założeniu charakterystycznych wartości równomiernie rozłożonych obciążeń q_k i skupionych Q_k .

Tablica 6.2 – Obciążenia użytkowe stropów, balkonów i schodów w budynkach

Kategorie obciążonych powierzchni	q_k [kN/m ²]	Q_k [kN]
Kategoria A – Stropy – Schody – Balkony	od 1,5 do <u>2,0</u> od <u>2,0</u> do 4,0 od <u>2,5</u> do 4,0	od <u>2,0</u> do 3,0 od <u>2,0</u> do 4,0 od <u>2,0</u> do 3,0
Kategoria B	od 2,0 do <u>3,0</u>	od 1,5 do <u>4,5</u>
Kategoria C – C1 – C2 – C3 – C4 – C5	od 2,0 do <u>3,0</u> od 3,0 do <u>4,0</u> od 3,0 do <u>5,0</u> od 4,5 do <u>5,0</u> od <u>5,0</u> do 7,5	od 3,0 do <u>4,0</u> od 2,5 do 7,0 (<u>4,0</u>) od <u>4,0</u> do 7,0 od 3,5 do <u>7,0</u> od 3,5 do <u>4,5</u>
Kategoria D – D1 – D2	od <u>4,0</u> do 5,0 od 4,0 do <u>5,0</u>	od 3,5 do 7,0 (<u>4,0</u>) od 3,5 do <u>7,0</u>



Wartości obciążenia w powiązaniu z intensywnością tłumu na stropie oraz na schodach

OBCIĄŻENIA ŚCIANKAMI DZIAŁOWYMI

Jeśli konstrukcja stropu pozwala na poprzeczny rozkład obciążeń, to ciężar własny przestawnych ścian działowych można uwzględniać jako obciążenie równomiernie rozłożone, sumowane z obciążeniami użytkowymi odpowiedniej kategorii. Wartości charakterystyczne tych oddziaływań są uzależnione od ciężaru własnego ścianek i wynoszą:

- $0,5 \text{ kN/m}^2$ dla ścian o ciężarze $< 1,0 \text{ kN/m}$,
- $0,8 \text{ kN/m}^2$ dla ścian o ciężarze $< 2,0 \text{ kN/m}$,
- $1,2 \text{ kN/m}^2$ dla ścian o ciężarze $< 3,0 \text{ kN/m}$.

Wartości obciążeń charakterystycznych ścian cięższych należy ustalać z uwzględnieniem położenia i kierunku usytuowania oraz rodzaju konstrukcji stropu.

OBCIĄŻENIE ŚNIEGIEM (obciążenie środowiskowe zmienne)

POLSKA NORMA

ICS 91.010.30; 91.080.01

PN-EN 1991-1-3

październik 2005

Wprowadza
EN 1991-1-3:2003, IDT

Zastępuje
—

Eurokod 1
Oddziaływania na konstrukcje
Część 1-3: Oddziaływania ogólne
– Obciążenie śniegiem

Norma europejska EN 1991-1-3:2003 ma status Polskiej Normy

© Copyright by PKN, Warszawa 2005 nr ref. PN-EN 1991-1-3:2005

Hologram PKN

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być zwielokrotniana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

ZMIANA do POLSKIEJ NORMY

ICS 91.080.01

PN-80/B-02010/Az1

październik 2006

Dotyczy
PN-80/B-02010
Obciążenia w obliczeniach statycznych
Obciążenie śniegiem

NORMA WYCOFANA

© Copyright by PKN, Warszawa 2006 nr ref. PN-80/B-02010/Az1:2006

Hologram PKN

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej normy nie może być zwielokrotniana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

2. Rozdział 2 Klasyfikacja oddziaływań

(1)P Obciążenie śniegiem należy traktować jako obciążenie zmienne umiejscowione, (patrz także 5.2), chyba że w niniejszej normie podano inaczej, patrz również EN 1990:2002, 4.1.1 (1)P i 4.1.1 (4).

(2) Obciążenie śniegiem, ujęte w niniejszej normie, powinno być przyjmowane jako oddziaływanie statyczne, patrz EN 1990:2002, 4.1.1 (4).

(3) Zgodnie z EN 1990:2002, 4.1.1 (2), w szczególnych warunkach określonych w 1.6.3, wyjątkowe obciążenie śniegiem może być traktowane jako oddziaływanie wyjątkowe zależne od położenia geograficznego.

(4) Zgodnie z EN 1990:2002, 4.1.1 (2), w szczególnych warunkach określonych w 1.6.10, obciążenie wywołane wyjątkowymi zaspami śnieżnymi może być traktowane jako oddziaływanie wyjątkowe zależne od położenia geograficznego.

3 Rozdział 3 Sytuacje obliczeniowe

3.1. Postanowienia ogólne

(1)P Do każdej sytuacji obliczeniowej, określonej zgodnie z EN 1990:2002, 3.5, należy ustalać odpowiednie obciążenie śniegiem.

(2) Obciążenia miejscowe, opisane w rozdziale 6, należy uwzględniać zarówno w trwałej, jak i w przejściowej sytuacji obliczeniowej.

3.2. Warunki normalne

(1) Na obszarach, gdzie wyjątkowo obfite opady śniegu (patrz 2(3)) i wyjątkowe zasy śnieżne (patrz 2(4)) są mało prawdopodobne, zarówno równomierne jak, i nierównomierne obciążenie śniegiem dachu należy ustalać w przejściowej i w trwałej sytuacji obliczeniowej, zgodnie z układami obciążeń podanymi w 5.2(3)P a) oraz 5.3.

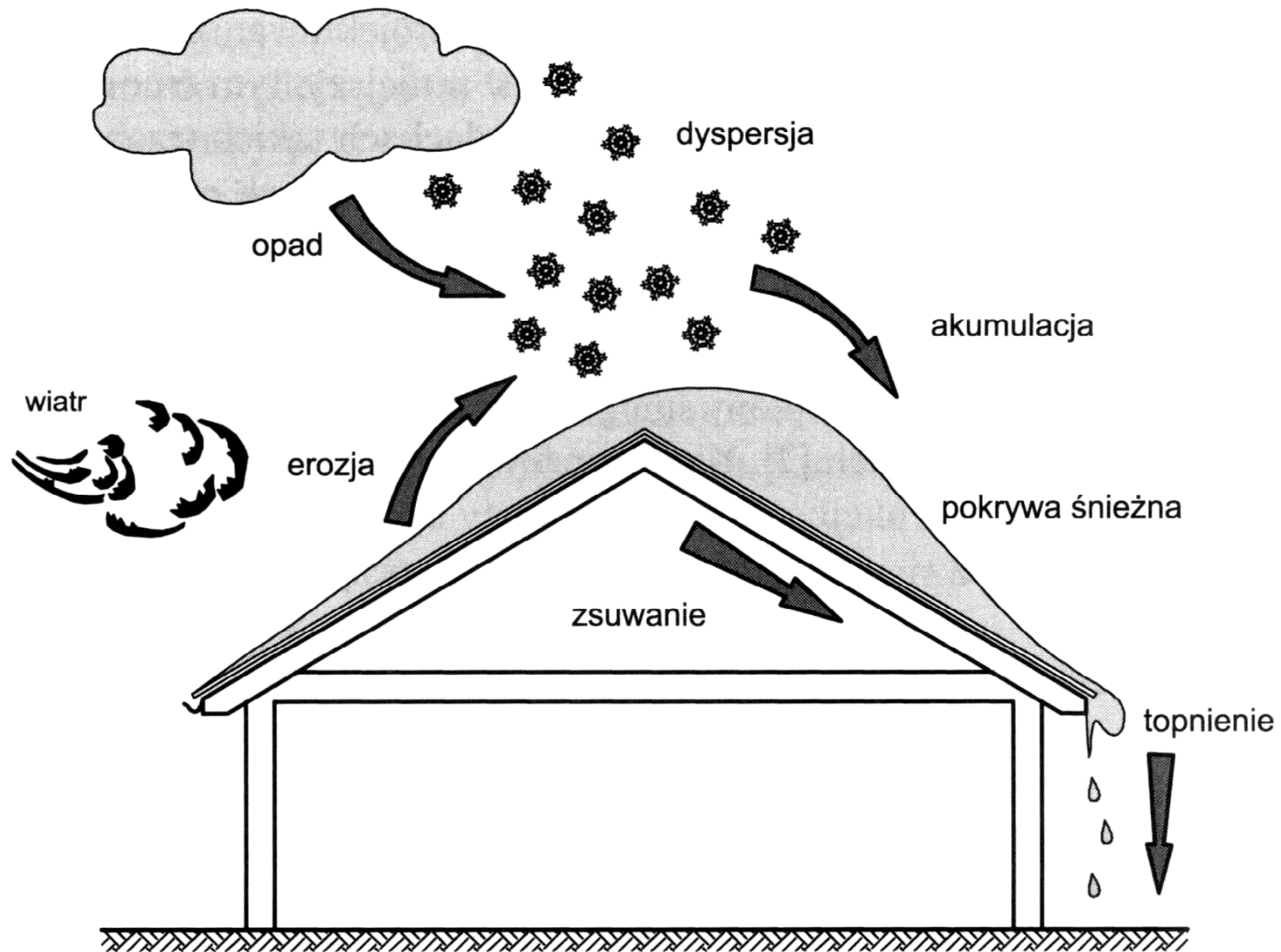
5. Rozdział 5 Obciążenie śniegiem dachów

5.1. Charakter obciążenia

(1) P W projekcie należy wziąć pod uwagę, że śnieg może się rozkładać na dachu na wiele różnych sposobów.

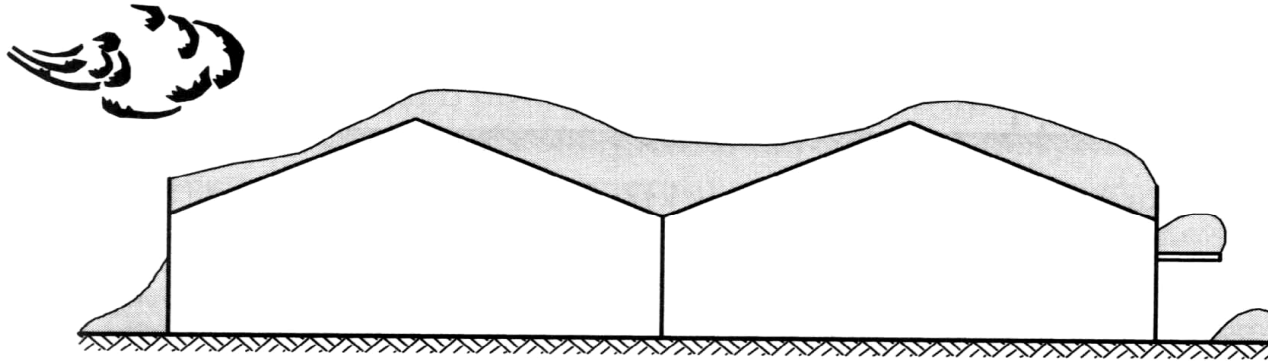
(2) Właściwości dachu i inne czynniki powodujące różny rozkład śniegu mogą obejmować:

- a) kształt dachu;
 - b) jego właściwości termiczne;
 - c) chropowatość jego powierzchni;
 - d) ilość ciepła wytwarzanego pod dachem;
 - e) bliskość sąsiednich budynków;
 - f) otaczający teren;
 - g) miejscowe warunki klimatyczne, w szczególności wietrzność, zmiany temperatury i prawdopodobieństwo opadów (zarówno deszczu, jak i śniegu).
-

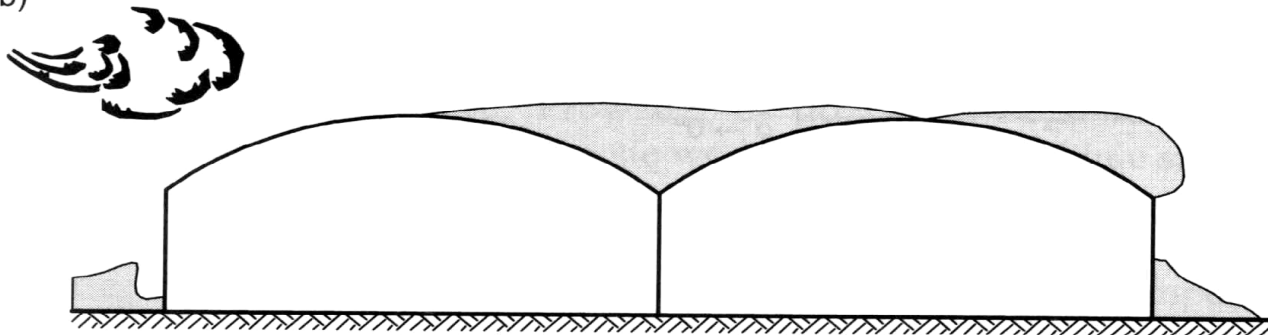


Zjawiska wpływające na ostateczny kształt pokrywy śnieżnej na dachu

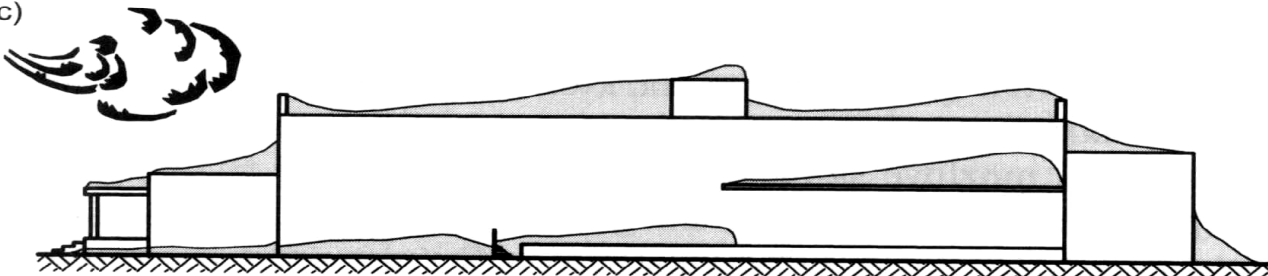
a)



b)



c)



Wpływ wiatru na formowanie się pokrywy śnieżnej dla różnych kształtów dachów

OBCIĄŻENIE CHARAKTERYSTYCZNE ŚNIEGIEM DACHÓW NALEŻY USTALAĆ**NASTĘPUJĄCO:**

$$s = \mu_i C_e C_t s_k [\text{kN/m}^2]$$

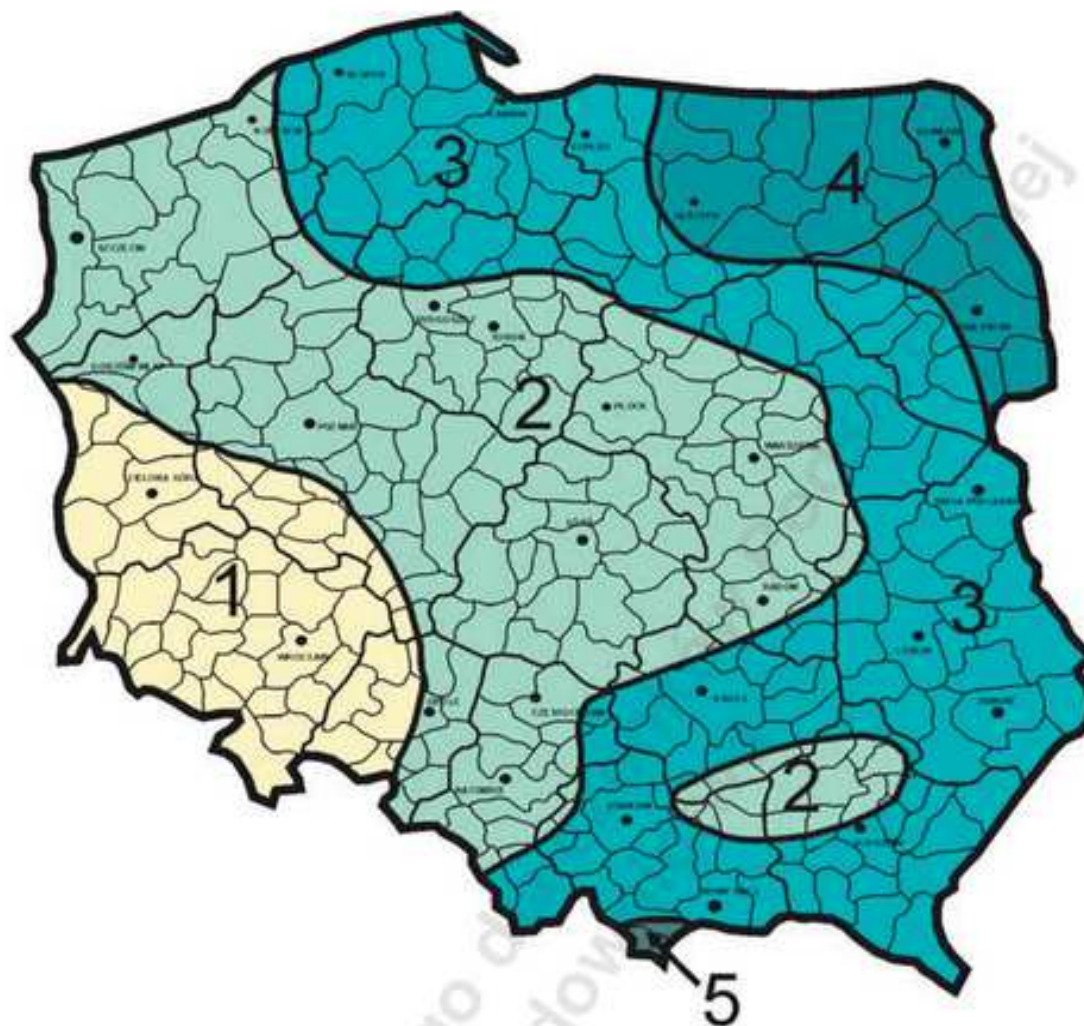
GDZIE:

s_k – wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu w rozpatrywanym miejscu (terenie).

C_t – współczynnik termiczny.

C_e – współczynnik ekspozycji.

μ_i – współczynnik kształtu dachu.



Rys. Podział Polski na strefy obciążenia śniegiem gruntu

Tablica 2.1. Wartości charakterystyczne obciążenia śniegiem gruntu w Polsce, wg PN-EN 1991-1-3

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

Uwaga: A = Wysokość nad poziomem morza, m

Tablica 5.1 Zalecane wartości C_e dla różnych warunków terenowych

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

^a *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.

^b *Teren normalny:* obszary, na których nie występuje znaczące przenoszenie śniegu przez wiatr na budowle z powodu ukształtowania terenu, innych budowli lub drzew.

^c *Teren osłonięty:* obszary, na których rozpatrywana budowla jest znacznie niższa niż otaczający teren albo otoczona wysokimi drzewami lub wyższymi budowlami.

z wzoru

. Współczynnik termiczny C_t można obliczać, dla $1 \text{ W/(m}^2\text{K)} \leq U \leq 4,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$,

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

w którym

S_k – wartość charakterystyczna obciążenia śniegiem gruntu, kN/m^2

Δt – różnica temperatury, $^{\circ}\text{C}$,

U – współczynnik przenikania ciepła przegrody dachowej, $\text{W/(m}^2\text{K)}$,

Różnicę temperatury oblicza się z wzoru

$$\Delta t = t_i - 5, \text{ } ^{\circ}\text{C}, \quad (\text{NB.2})$$

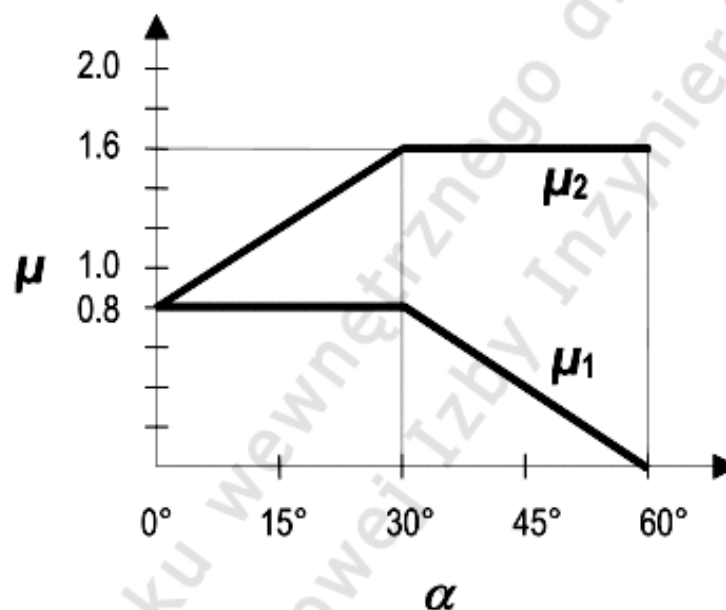
w którym t_i – temperatura wewnętrzna.

Wzór (NB.1) stosuje się w zakresie $5 \text{ } ^{\circ}\text{C} < t_i \leq 18 \text{ } ^{\circ}\text{C}$.

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

Zastosowanie współczynnika termicznego $C_t < 1,0$ powinno być starannie rozważone.

(1) Współczynnik kształtu dachu μ_1 , który należy stosować do dachów jednopołaciowych, jest podany w tabelicy 5.2 oraz pokazany na rysunku 5.1 i rysunku 5.2.

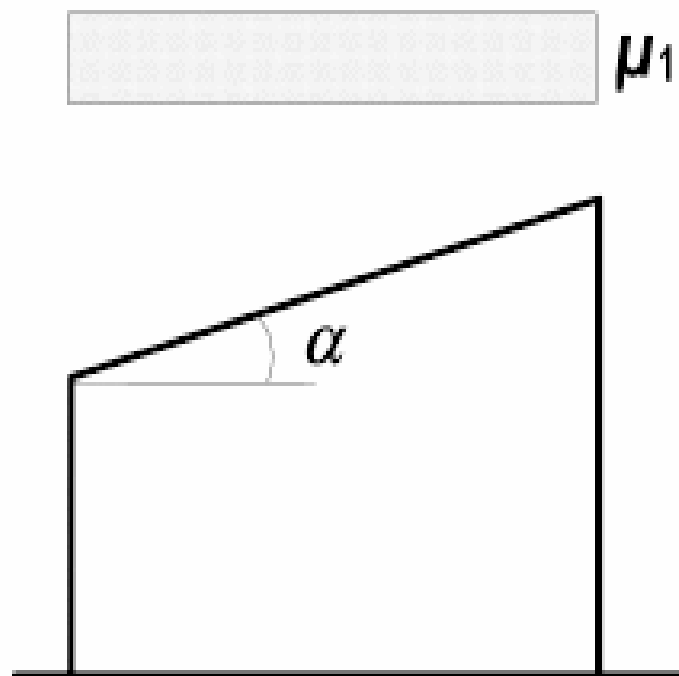


Rysunek 5.1: Współczynnik kształtu dachu

(2) Wartości podane w tabelicy 5.2 stosuje się wówczas, gdy nie ma zabezpieczeń przed zsunieniem się śniegu z dachu. Jeżeli na dachu są barierki przeciwśnieżne lub inne przeszkody, albo jeżeli dolna krawędź dachu jest zakończona attyką, to wówczas współczynnik kształtu dachu nie powinien być mniejszy niż 0,8.


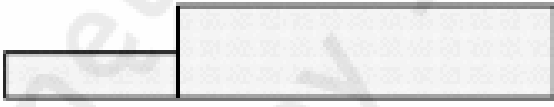

Tablica 5.2: Współczynniki kształtu dachu

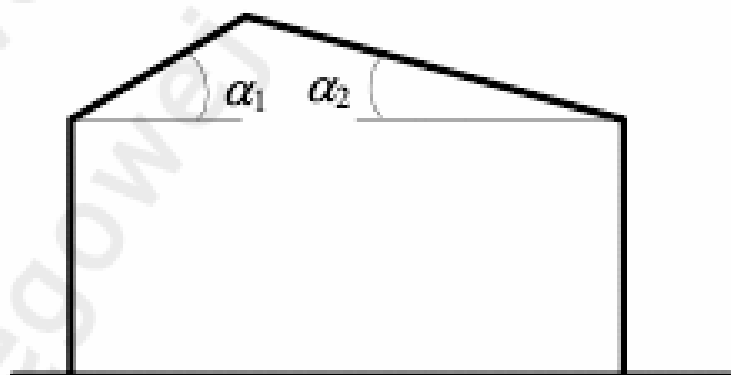
Kąt spadku dachu α	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8(60 - \alpha)/30$	0,0
μ_2	$0,8 + 0,8 \alpha/30$	1,6	—



Rysunek 5.2: Współczynnik kształtu dachu – dachy jednopołaciowe

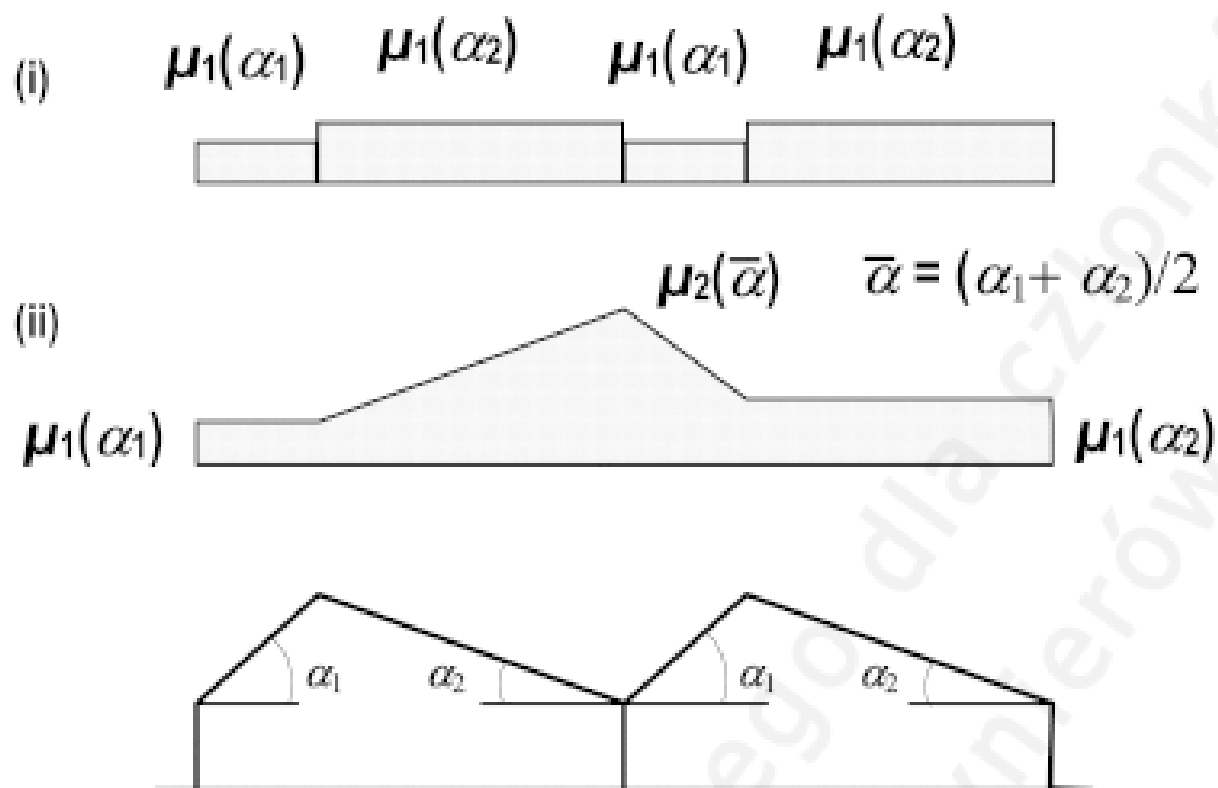
Przypadek

- (i) $\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$
- (ii) $0,5\mu_1(\alpha_1)$  $\mu_1(\alpha_2)$
- (iii) $\mu_1(\alpha_1)$  $0,5\mu_1(\alpha_2)$



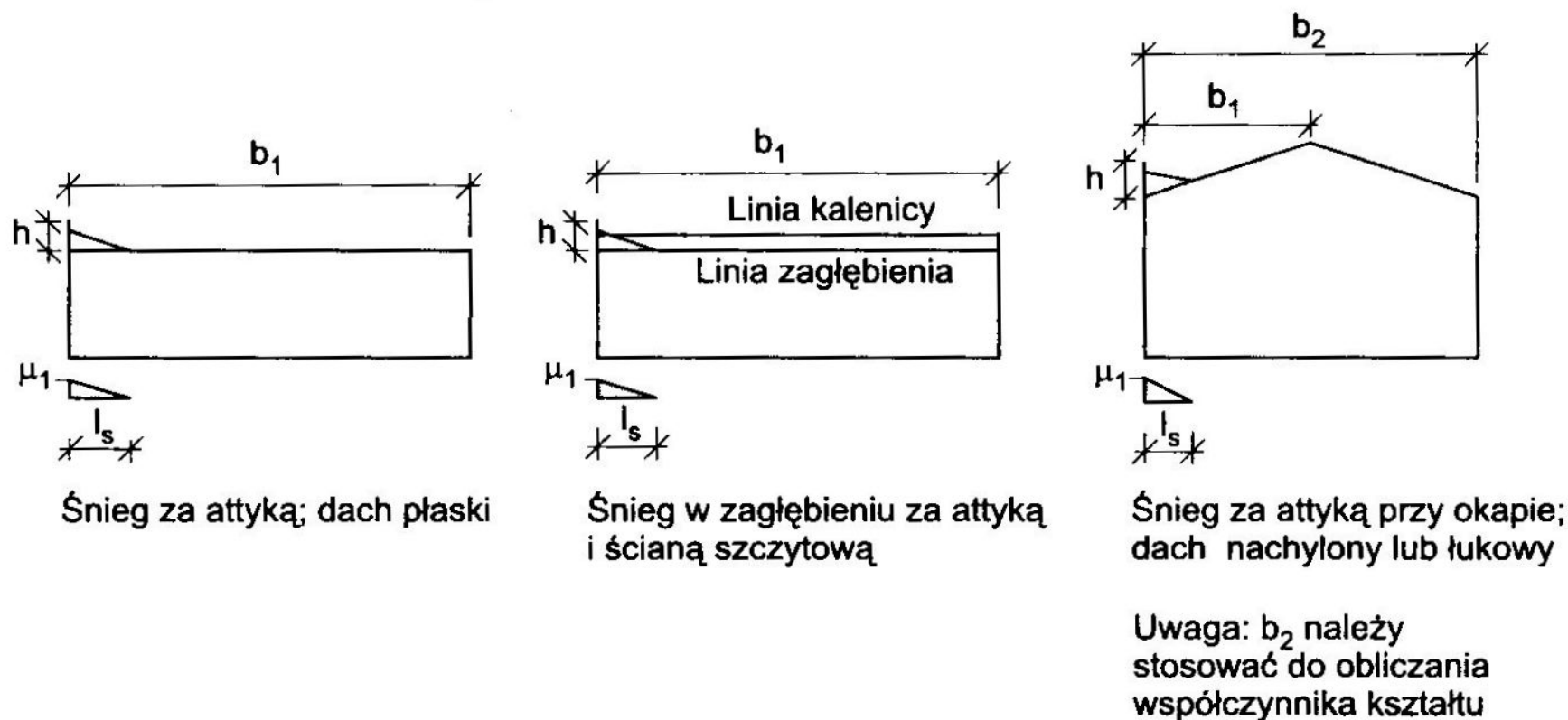
Rysunek 5.3: Współczynniki kształtu dachu – dachy dwupołaciowe

Przypadek



Rysunek 5.4: Współczynniki kształtu dachu dla dachów wielopołaciowych

Zgodnie z załącznikiem krajowym do PN-EN 1991-1-3/NB.1.5 obciążenie wyjątkowymi zaspami śnieżnymi należy traktować jako oddziaływanie wyjątkowe. Stosuje się wzór wg PN-EN 1991-1-3/(5.3), gdzie $C_e = 1,0$ oraz $C_t = 1,0$.



Rysunek 2.5. Współczynniki kształtu dachu dla wyjątkowych zasp śnieżnych – dachy, na których zaspy tworzą się przy attykach, wg PN-EN 1991-1-3

Przyjmuje się najmniejszą wartość współczynnika kształtu podanego na rysunku 2.5 spośród trzech następujących:

$$\mu_1 = \frac{2h}{s_k} \quad (2.6)$$

$$\mu_1 = \frac{2b}{l_s} \quad (2.7)$$

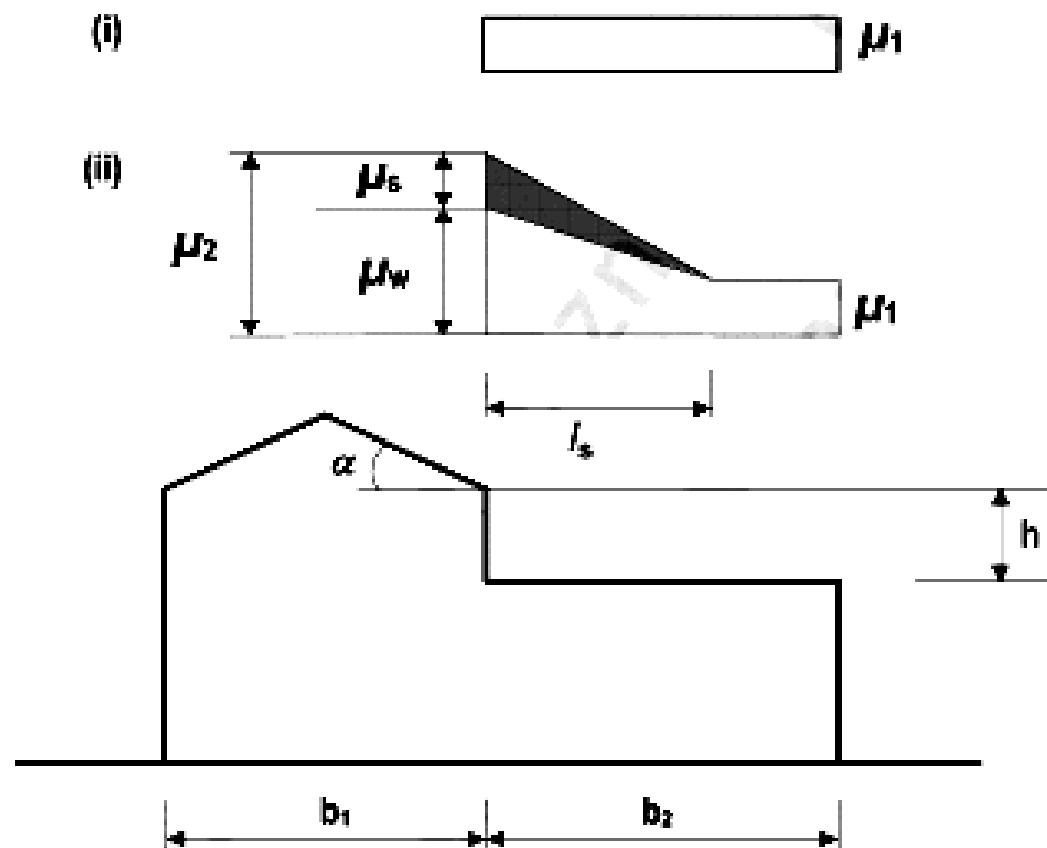
oraz

$$\mu_1 = 8$$

gdzie b jest wartością większą z b_1 i b_2 .

Długość zaspy l_s należy przyjmować jako najmniejszą z $5h$, b_1 lub 15 m.

Przypadek

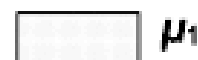


Rysunek 5.7: Współczynniki kształtu dachu dla dachów przylegających do wyższych budowli

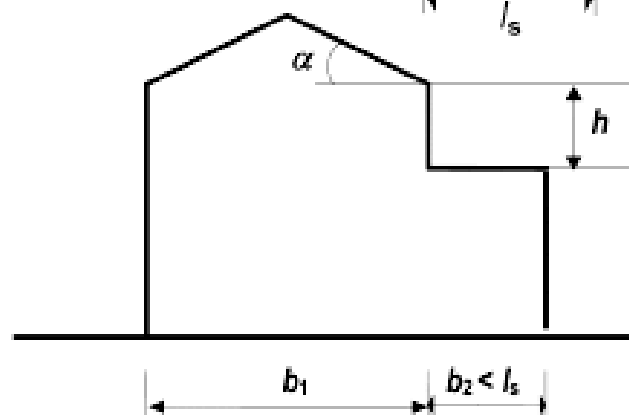
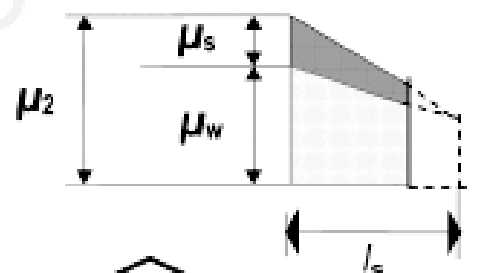
$$l_s = 2h \text{ z ograniczeniem } 5\text{m} \leq l_s \leq 15 \text{ m}$$

Przypadek

(i)



(ii)

Ten przypadek stosuje się, jeżeli $b_2 < l_s$

Rysunek 5.7: Współczynniki kształtu dachu dla dachów przylegających do wyższych budowli