

OBLICZENIE
PRZEPROWADZ
DLA
WYBRANYCH
DANYCH
NIEWYRAŻONA
BĘDĄ, INNE !

Obliczenia
statyczno-wytrzymałościowe
układu konstrukcyjnego
budynku 2-kondygnacyjnego
do dociążenia projektowego
& przedmiotu Konstrukcje Budowlane 1
do tematu XXX

PRZ

Obliczenia wykonał
Jan Nowak, gr. 888
r. ak. 2013/2014
Podpis (.....)

Uwaga: Obowiązkowo
numerować parzyste i strony.
Ta strona jest — 1 —

Poz. 1 Założenia

Poz. 1.1. Założenia ogólne

A Obliczenia wykonano dla danych z tematu XXX :

długość budynku (po elewacji): $a = 13,9 \text{ m}$

szerokość budynku $b = 8,8 \text{ m}$

poziom stropie 2 kondygnacji $p_1 = 3,7 \text{ m}$

poziom stropodachu 1 $p_2 = 7,2 \text{ m}$

poziom stropodachu 2 $p_3 = 8,8 \text{ m}$

lokalizacja budynku **Kielce**

Pojęto z zakresu funkcjonalnych, że budynek ^{jest} użyteczności publicznej.

B W obliczeniach ^{jest} wykorzystano

z następujących norm, przepisów i literatury pomocniczej:

[1] Rozp. Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 nr 75, poz. 690, z późn. zmian.)

[2] PN-EN 1990 (Eurokod 0): 2004 Podstawy projektowania konstrukcji

[3] PN-EN 1991-1-1 : 2004

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

[4] PN-EN 1991-1-3 : 2010, 2005

Eurokod 1 : Oddziaływania na konstrukcję.
Część 1-3 : Oddziaływania ogólne.
- Obciążenia śniegiem

[5] PN-EN 1991-1-4 : 2008

Eurokod 1 : Oddziaływania na konstrukcję.
Część 1-4 : Oddziaływania ogólne.
oddziaływanie wiatru

[6] PN-EN ISO 6846 : 1998 (and)

Komponenty budowlane i elementy budynku.
Opór cieplny i współczynnik przenikania
ciepła. Metoda obliczania

C. Projektowany okres użytkowania
budynku { Eurokod 1 }

Zgodnie z tabl. 2.1. [2] projektowany
okres salicyzacji do "konstrukcji budynków
i innych konstrukcji użytkowych", tj
do kategorii 4 projektowego okresu
użytkowania, tj przyjęto $T = 50$ lat

D Założenia funkcjonalne

Przyjeto, że poszczególne części budynku będą pełniły następujące funkcje:

- 1) Dach bez dostępu z wyjątkiem zwykłego utrzymania i naprawy
- 2) 2 kondygnacja: na stropie ulokowano pomieszczenia biurowe
- 3) 1 kondygnacja: rozmieszczono pomieszczenia magazynowe

Zgodnie z tabl. 6.1. {źródło 2},
tabl. 6.8. {źródło 3},
tabl. 6.3. {źródło 4}

przyjeto następujące kategorie wyfakowania powierzchni

- 1) Dach - kat. H
- 2) 2 kond. - kat. B
- 3) 1 kond. - kat. E1

E Ciężary obciążeniowe materiałow ρ
i współczynniki przewodności cieplnej λ
przebrał przyjeto zgodnie z [3, 6]
lub zgodnie z danymi Producentów.
- 4 -

E1 W szczególności zasady konstrukcji ścianek zewnętrznych i zaprawy przyjęto zgodnie z tab. A.1. [3] { źródło 5 } ; elementy muryne zgodnie z tab. A.2 [3] { źródło 6 } ; materiały drewniane zgodnie z tab. A.3 [3] { źródło 7 }

E2 Opory ciepła przyjmowania ciepła :
 R_{si} - opór przyjmowania ciepła na wewnętrznej powierzchni ;
 R_{se} - opór przyjmowania ciepła na zewnętrznej powierzchni przez dach (pionowy kierunek strumienia ciepła) i ścianę (poziomy kierunek) przyjęto zgodnie z tabl. 1 [6] { źródło 8 }

E3 Współczynniki przewodzenia ciepła λ przez materiały przepiód przyjęto zgodnie z tablicami [6] , z których wycięto podano w źródle 9 }.

E4 Dodatek przewodności cieplnej na mostki cieplne przyjęto szacunkowo o wartości 10% przewodności warstwy. Dokładniejsze oszacowania należy prowadzić według [6].

F Wymagany współczynnik przenikania ciepła przefikso zgodzenie z [1]

{ przedział 10⁻¹ do 10⁻⁷ }

Dla budynku użyteczności publicznej (biura i sklepy) mamy:

$U_{k(max)}$ stropodachu 0,30 W/m²K

ściana zewnętrzna

pełna 0,45 W/m²K

z oknami 0,55 W/m²K

strop międzykond. - bez wymagalności

Dla temperatury w magazynie

$$8^{\circ}\text{C} \leq t_{ic} \leq 16^{\circ}\text{C},$$

R_{min} (opór minimalny cieplny):

(w strefie środkowej - nie ma wymagalności)

(w pobliżu zewnętrznej 1m) - 1,0 $\frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$

G Klasyfikacja p-poż i wymagana odporność ogniowa

Przebieg zgodzenie z [1]

{ przedział 10⁻⁸ do 10⁻¹⁰ }

Zgodnie z §208 [1] w budynku wystąpił:

- 1 kondygnacja (magazyn) kategoria **PM**
- 2 kondygnacja (biura) kategoria **ZL III**

Z §212, pkt. 2^{oraz 4} [1] wymagania klasy odporności pożarowej części budynku, określa się jako

- 1 kondygnacja (pkt. 4) dla obciążenia opiewowego $Q \leq 500 \frac{MJ}{m^2}$ oraz budynku mieszkalnego (N) klasa **"D"**
- 2 kondygnacja (pkt. 2) dla budynku mieszkalnego (N) klasa **"C"**, a zgodnie z pkt. 3 obniżony do klasy **"D"**

Wynika, że dla całego budynku wymagana jest klasa odporności opiewowej **"D"**

Zgodnie z §216 klasa odporności opiewowej elementów budynku wynosi:

- główna konstrukcja nośna **R 30**
- konstrukcja dachu (-) (nie normuje się)
- strop **REI 30**

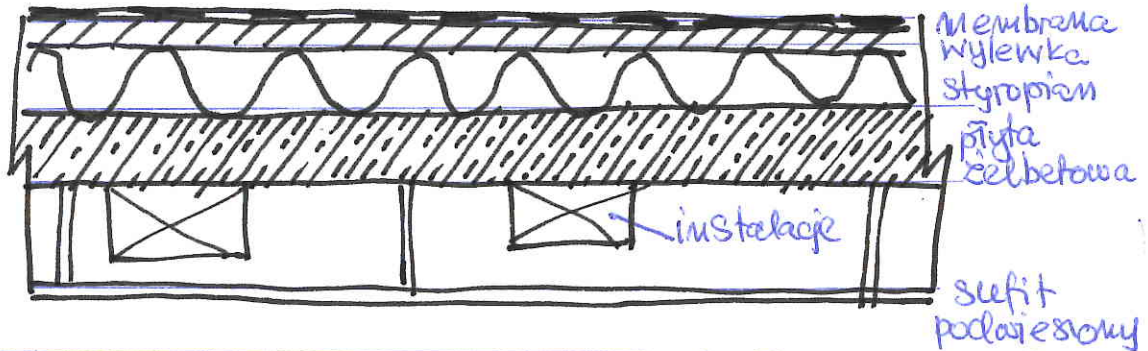
- ściana zewnętrzna EI_{30} ,
a ponieważ jest częścią głównej konstrukcji
nośnej, więc również R_{30} ,
czyli ostatecznie REI_{30}
 - ściana wewnętrzna $(-)$
 - przekrycie dachem $(-)$
- Uwaga: Pierwszej powinno być pokrycie
dachem (warstwy niekonstrukcyjne),
a nie przekrycie (to elementy
konstrukcyjne)

H Dane gruntowe

Na podstawie wstępnego rozpoznanienia
terenów i wstępnymi badaniami
geotechnicznymi przyjęto
szacunkową wartość podłoża
gruntowego

$$f_{dep} = 0,15 \text{ MPa}$$

Poz. 1.2. Przegroda $\langle 1 \rangle$ strop podłach
 - warstwy, ciężary i przewodność cieplna



Warstwa	Grubość (-) d [m]	ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Wsp. przewodności λ [W/mK]	Obc. charakt. $G_k = d \cdot \gamma$ [kN/m ²]	Opór cieplny $R = \frac{d}{\lambda}$ [m ² K/W]	
Odptywające powietrze				R_{se}	0,04	
Membrana	0,002	2,0	0,2	0,00	0,01	
Wylewka cementowa	0,03	21,0	1,7	0,63	0,02	
Styropian	0,16	0,45	0,045	0,07	3,56	
Płyta żelb.	0,20	25,0	1,7	5,00	0,12	
Napływające powietrze				R_{si}	0,10	
Instalacje podwieszony				0,30	(-)	
Sufit podwieszony				0,20	(-)	
Razem	$G_{K \langle 1 \rangle}$ [kN/m ²];		$R_{K \langle 1 \rangle}$ [m ² K/W]		6,21	3,80

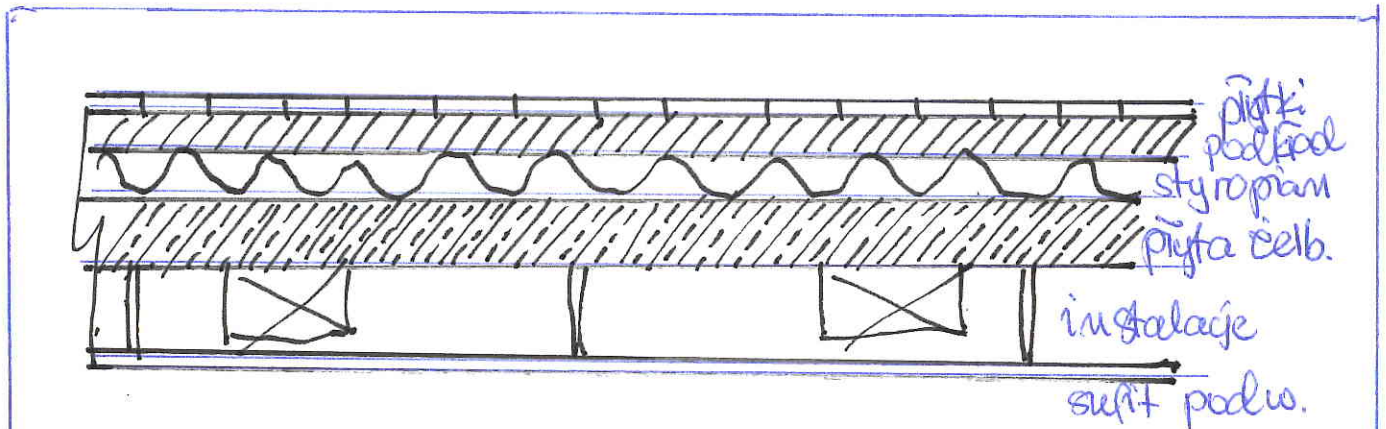
Współczynnik przewodności cieplnej bel mostków $U = \frac{1}{R} = 0,26$

Dodatek na mostki cieplne 10% U $0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$

Współczynnik przewodności cieplnej $0,29 \text{ W/m}^2\text{K}$

Uwaga: Należy dobrać optymalnie grubość ocieplenia. Tutaj $U_{Kmax} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ dla $d_{strop.} = 0,15 \text{ m}$!

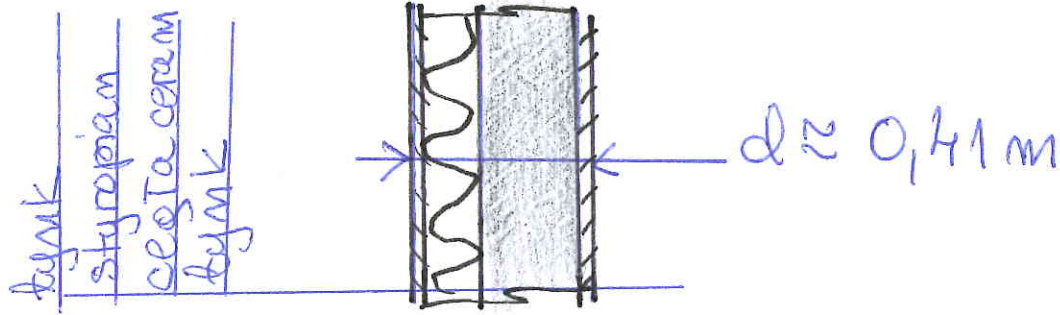
Poz. 1.3. Regnata (27) strop międzykond. -warstwowy, ciężary i przewodność cieplna



Warstwa (-)	Głębokość d [m]	Ciepł. obj. γ [kN/m ³]	Wsp. przew.	Obc. char. G_{zd} [kN/m ²]	Opór cieplny
Płytki ceramiczne	0,008	21,0		0,17	
Podkład cem. zbroj.	0,05	21,0		1,05	
Styropian EPS 100040	0,03	0,45		0,01	
Płyta żelb.	0,18	25,0		4,50	
Instalacje	(-)	(-)		0,30	
Sufit podw.	(-)	(-)		0,20	
Razem $G_{k(2)}$				6,23	

Dla stropu międzykondygnacyjnego nie normuje się oporu cieplnego. Zależy bowiem, że nad i pod stropem wystąpią pomieszczenia ogrzewane. Dlatego wysttkowo nie wypełniamy słonecznych kolumn.

Poz. 1.4. Przykład 2.7: Ściana ceglana.

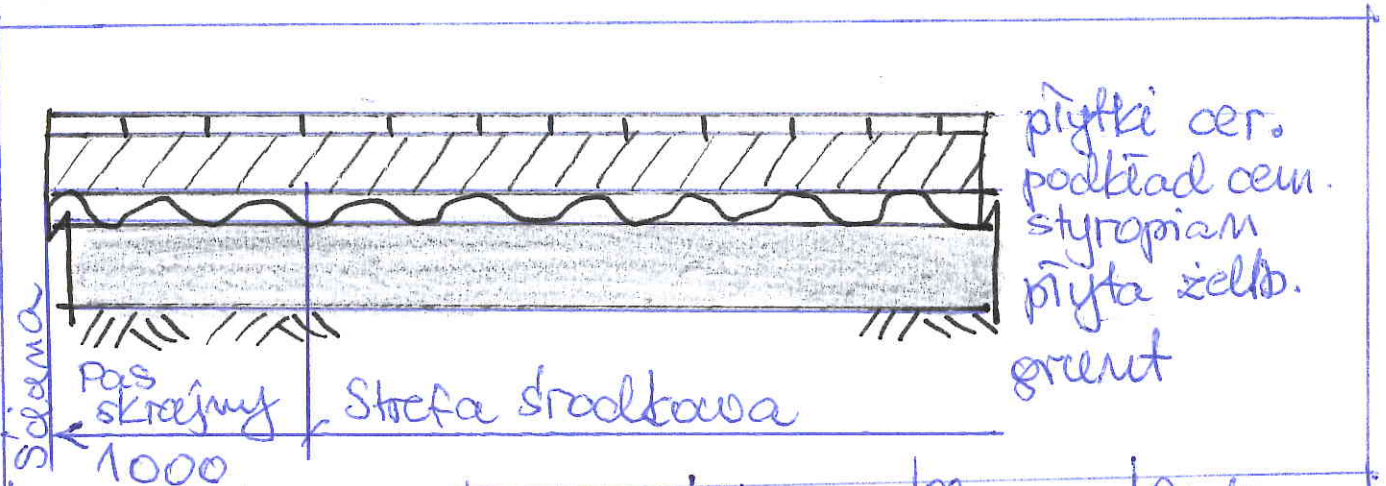


Warstwa (-)	Grubość d [m]	Ciepłota obj. γ [kN/m ³]	Wsp. p. ci. λ [W/mK]	Obc. char. $G_k = d \cdot \gamma$	Opór ci. $R = d / \lambda$
Odpywająca powłoka				$R_{se} =$	0,04
Tynk cement. w.	0,02	21,0	0,82	0,42	0,02
Ocieplenie styropian	0,12	0,45	0,045	0,05	2,67
Cegła ceramiczna kratówka	0,25	18,0	0,56	4,75	0,45
Tynk cement. w.	0,02	21,0	0,82	0,42	0,02
Napływająca powłoka				$R_{si} =$	0,13
Razem				5,64	3,28

Współczynnik przewodności $U = 1/R$
 bez mostków 0,30 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$
 Dodatek na mostki cieplne 10% 0,03 "
 całkowity 0,33 "
 $< U_{kmax}$ 0,45 $\frac{W}{m^2 \cdot K}$

! Uwaga: W tym przypadku należy pamiętać obliczenia i zmniejszyć grubość ocieplenia tak by $U \approx U_{kmax}$. W tabeli podać

Poz. 1.5: Przegroda (H) Kładzie na gruncie (posadzka 1 kond.)



Warstwa	Grubość	Ciepł. objętościowy	Wsp. przewodności	Obc. charakt.	Opór cieplny
(-)	[m]	[kJ/m ³]	[W/mK]	[kN/m ²]	[$\frac{m^2K}{W}$]
Napływające powietrze (kierunek w dół) R_{si}					0,17
Płytki cer.	0,07	21	2,05	0,15	0,00
Podkład cem.-klej.	0,06	21	1,70	1,26	0,04
Styropian	0,02	0,45	0,045	0,01	0,44
Płyta żelb.	0,20	25	1,70	5,00	0,12
Razem				6,42	0,60

Mostki cieplne można pominiąć ze względu na możliwości ich wyeliminowania podczas wykonawstwa.

Ponieważ $R = 0,60 \frac{m^2K}{W} > R_{min} = 1,0 \frac{m^2K}{W}$

w pasie szewistawym (skrajnym), więc w tym pasie należy zwiększyć grubość ocieplenia. W pozostałej strefie ocieplenie można pominiąć - 10 - W tabeli ująć ostateczne wartości.

Poz. 2. Obciążenia charakterystyczne

Poz. 2.1. Obciążenia stałe

Zestawiamy tabelarycznie w poz. 1.

Poz. 2.2. Obciążenia zmienne

Poz. 2.2.1. Obciążenie śniegiem S

Podaję zgodnie z [4]

dla miejscowości

Kielce, wysokość n.p.m. $A = 334$ m.

Z rys. NB.1 [4]

strefa obciążenia

3

{ źródło 11-1 }

śniegiem

Z tabl. NB.1 [4] { źródło 11-1 }

charakterystyczne obciążenie gruntu

$$S_k = 0,006 A - 0,6 = 0,006 \cdot 334 - 0,6 = 1,40 \geq 1,2 \text{ kN/m}^2$$

Podaję $S_k = 1,4 \text{ kN/m}^2$

Współczynnik kształtu dachu

Zgodnie z pkt. 5.3.2 [4] i tabl. 5.2, dla kąta nachylenia dachu $\alpha \leq 30^\circ$

mamy $\mu = 0,8$

W niniejszym obliczeniach pominięto niesymetryczne obciążenie śniegiem (patrz. tabl. 5.2 [4] : e_1 i e_2 oraz rys. 5.3 [4])

Przyjęto $\mu = 0,8$ równomiernie na całej powierzchni.

Pominięto "worki" (zaskry) śniegowe, które występują przy attykach dachu.

W dokładniejszych obliczeniach worki należy przyjąć zgodnie z [4].

Rodzaj terenu : normalny (obszary na których nie występuje znaczące przeszkody śniegu przez wiatr na budowle z powodu ukształtowania terenu, innych budowli lub drzew

Z tabl. 5.1. [4] { źródło 11-4 }

przyjęto współczynnik ekspozycji

$$C_e = 1,0$$

Współczynnik termiczny dla dachu o normalnym współczynniku przenikania ciepła wg pkt. (8) [4] { źródło 11-4 }

$$C_t = 1,0$$

Obciążenie charakterystyczne dachu

$$S_k = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot S_k =$$

$$= 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,4 = 1,12 \text{ KN/m}^2$$

Poz. 2.2.2. Obciążenie użytkowe dachu <1> [3]

Dla kategorii dachu H z tabl. 6.10 [3] { źródło 12-3 } przyjęto

$$q_{k<1>} = 0,4 \text{ KN/m}^2$$

Poz. 2.2.3. Obciążenie użytkowe stropu międzykondygnacyjnego <2>

Dla kategorii B powierzchni z tabl. 6.2 [3] mamy { źródło 12-1 }

$$q_{k<2>,1} = 2,0 \text{ do } \underline{3,0} \text{ KN/m}^2$$

Wartość podkreślona oznacza, że należy ją przyjąć w przypadku braku innych danych.

Przyjęto $q_{k<2>,1} = 3,0 \text{ KN/m}^2$

Obciążenie od ścian działowych
zgodnie z pkt ^{6.3.1.2.} (8) [3] § 12-1}

dla ciężaru ścian działowych
przechodzących o ciężarze własnym
 $\leq 2,0 \text{ kN/m}$ długości ściany, przyjęto

$$q_{k(2),2} = 0,80 \text{ kN/m}^2$$

Ciężar własny ścian działowych dodajemy
do obciążenia użytkowych, więc

$$q_{k(2)} = 2,0 + 0,8 = 2,8 \text{ kN/m}^2$$

Współczynniki redukcyjne

* ze względu na powierzchnię obciążenia
wg warunku (6.1) [3] § 12-2, 12-3}

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \psi_0 + \frac{A_0}{A} \leq 1,0,$$

gdzie:

ψ_0 - współczynnik wg Eurokodu ϕ , tabl. A1.1

wynosi $\psi_0 = 0,7$ dla obciążenia
użytkowych stropce.

$$A_0 = 100 \text{ m}^2 \text{ - powierzchnia odmiernia}$$

A - powierzchnia obciążenia

Przyjęto, że powierzchnia obciążenia w rozpatrywanym przypadku będzie równa powierzchni stropu fragmentu budynku $a \times b$, pomniejszona o grubość (powierzchnie) ścian nośnych, czyli około

$$A \approx a \times b - 2(a+b) \cdot d =$$

$$= 13,8 \times 8,8 - 2 \cdot (13,8 + 8,8) \cdot 0,41 =$$

$$\approx 105 \text{ m}^2.$$

Stąd

$$\alpha_A = \frac{5}{7} \cdot 0,7 + \frac{10,0}{105} \approx 0,60$$

* Ze względu na liczbę kondygnacji wg wzoru (6.2) [3]

$$\alpha_m = \frac{2 + (m-2) \cdot \psi_0}{m},$$

gdzie $m = 2$ liczba kondygnacji, stąd

$$\alpha_m = 1,0$$

Obciążenie użytkowe stropu po uwzględnieniu redukcji

$$q_{k(2)} = 3,8 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 2,3 \text{ kN/m}^2$$

Poz. 2.2.4. Obciążenie użytkowe płyty posadki na 1-szej kondygnacji <4>

Obciążenie przyjęto jak dla powierzchni kat. E1 zgodnie z tab. 6.4 [3] (średnio 2,2)

$$q_{k(4)} = 4,5 \text{ kN/m}^2$$

Współczynniki redukcyjne przyjęto analogicznie jak w poz. 2.2.3.,

czyli: $\alpha_A = 0,6$, $\alpha_m = 1,0$

Stąd $q_{k(4)} = 4,5 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 4,5 \text{ kN/m}^2$

Poz. 2.2.5. Obciążenie wiatrem.

w niniejszych obliczeniach pomija się, ponieważ:

- 1) obciążenie wiatrem ^{dach} jest odcierające (ssanie)
- 2) obciążenie ściany ^{ściana} jest pomijalnie małe w stosunku do obs. pionowych.

Poz. 3. Obciążenia kombinacyjne

Kombinacje obciążeń przyjęto zgodnie z PN-EN 1990 [2] wg zależności (6.10a) i (6.10b).

Wprowadzenie teoretyczne do zagadnienia oraz liczne przykłady podano w opracowaniu, zamieszczonym w Załączniku 2: Chodur J., Kombinacje obciążeń wg PN-EN 1990 (Eurokod 0). Wprowadzenie, a także w Załączniku 1 [źródło 13-1 do 13-5]

Poz. 3.1. Obciążenie kombinacyjne, dachu (stropodachu)

Poz. 3.1.1. Obciążenia proste charakterystyczne

#1 obciążenie stałe $G = 0,21 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

#2 obciążenie śniegiem $Q_s = 1,12 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$

#3 obciążenie użytkowe $Q_u = 0,14 \frac{\text{kN}}{\text{m}^2}$
- 17 - (kat H)

Uwaga:

1) Do obciążeń stałych zaliczono odwrotnie ciężar instalacji podwieszonych oraz strop podwieszony. W dokładniejszych obliczeniach należałoby uwzględnić te obciążenia jako zmienne długotrwałe.

2) Powyższe, że dach ma mały spadek. Wówczas obciążenie charakterystyczne jest obciążeniem na jednostkę rzutu dachu i może być sumowane (kombinowane) z obciążeniem śniegiem, które zawsze jest podawane na jednostkę rzutu.

W przypadku dachu spadnistego obliczenia wymagają korekty poprzez uwzględnienie faktu, że obciążenie na rzut jest większe od jednostkowego ciężaru dachu (wzrostający przez podzielenie przez $\cos \alpha$ kąta nachylenia płaszczyzny).

Poz. 3.1.2. Współczynniki obciążen i współczynniki redukcyjne

Wartości współczynników obciążenia przyjęto zgodnie z [2]:

dla obciążenia stałego $\gamma_G = 1,35$

dla obciążenia zmiennych $\gamma_Q = 1,50$

Wartości współczynników redukcji przyjęto:

wsp. redukcji obciążenia stałego $\xi = 0,85$

wsp. redukcji obciążenia zmiennego:

wytkowe kat. A do D, F $\psi = 0,7$

wytkowe kat. E $\psi = 1,0$

wytkowe kat. H $\psi = 0,0$

obciążenie śniegiem $\psi = 0,5$

obciążenie wiatrem $\psi = 0,6$

Poz. 3.1.3. Wartości kombinacyjne obciążen

Przy pominięciu obciążenia ssącego wiatrem, obciążenia stałe mają działanie wyjątkowo niekorzystne.

(a) kombinacje wg formuły (6.10a) [2]
(stałe bez redukcji, wszystkie zmienne zredukowane)

$$\begin{aligned}
 K1 \quad p_d^{K1} &= 1,35 \cdot \#1 + 1,5 \cdot [0,5 \cdot \#2 + \\
 &\quad + 0,0 \cdot \#3] = \\
 &= 1,35 \cdot 6,21 + 1,5 \cdot [0,5 \cdot 1,12 + 0,0 \cdot 0,4] = \\
 &= 9,2 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

(b) kombinacje wg formuły (6.10b) [2]

(stałe z redukcją + wiodące zmiennne bez redukcji + pozostałe zmiennne z redukcją)

K2 (wiodące użytkowe)

$$\begin{aligned}
 p_d^{K2} &= 0,85 \cdot 1,35 \cdot \#1 + 1,5 \cdot \#3 + \\
 &\quad + 1,5 \cdot [0,5 \cdot \#2] = \\
 &= 0,85 \cdot 1,35 \cdot 6,21 + 1,5 \cdot 0,4 + \\
 &\quad + 1,5 \cdot [0,5 \cdot 1,12] = 8,6 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

K3 (wiodące obc. śniegiem)

$$\begin{aligned}
 p_d^{K3} &= 0,85 \cdot 1,35 \cdot \#1 + 1,5 \cdot \#2 + 1,5 [0,0 \cdot \#3] = \\
 &= 0,85 \cdot 1,35 \cdot 6,21 + 1,5 \cdot 1,12 + 0 = \\
 &= 8,8 \text{ KN/m}^2
 \end{aligned}$$

Do dalszych obliczeń przyjęto najmniejszą
 $p_d = 9,2 \text{ KN/m}^2$