

OBLICZENIA
PRZEPROWA-
DZENIA DLA
WYBRANYCH
DANYCH
NIEWYKONANE
BĘDĄ INNE !

Obliczenia
statyczno-wytrzymałościowe
układu konstrukcyjnego
budynku 2-kondygnacyjnego
do dowiezienia 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 korzysta się

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 użytkowy, 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 (arch)

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 i przyjęto $T = 50$ lat - 3-

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: rozmieszczone 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
przebrad przyjeto zgodnie z [3, 6]
lub zgodnie z danymi Producentów.
- 4 -

E1 W szczególności ciężary konstrukcji żelbetonowych 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 ciepłe 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 wyciąg 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 przefiltrowane z [1]

{ przedział 10^{-1} do 10^{-7} }

Dla budynków użyteczności publicznej (biura i sklepy) mamy:

$U_{k(max)}$ stropodach $0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

ściana zewnętrzna

pełna $0,45 \text{ W/m}^2\text{K}$

z izolacją $0,55 \text{ W/m}^2\text{K}$

strop międzykond. - bez wymagalności

Dla temperatury w magazynie

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

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 zgodzie 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^{orzeczenie} [1] wymagana klasa odporność pożarowej części budynku, określa się jako

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

Ponieważ, że dla całego budynku wymagana jest klasa odporności opriowej **"D"**

Zgodnie z §216 klasa odporności opriowej elementów budynku wynosi:

- główna konstrukcja nośna **R30**
- konstrukcja dachu (-) (nie normuje się)
- strop - B cd1 - **REI30**

• ściana zewnętrzna EI_{30} ,
a ponieważ jest częścią głównej konstrukcji
nośnej, więc również R_{30} ,
czyli ostatecznie REI_{30}

• ściana wewnętrzna (-)

• przekrycie dachu (-)

Uwaga: Pierwszej powinno być pokrycie
dachu (warstwy niekonstrukcyjne),

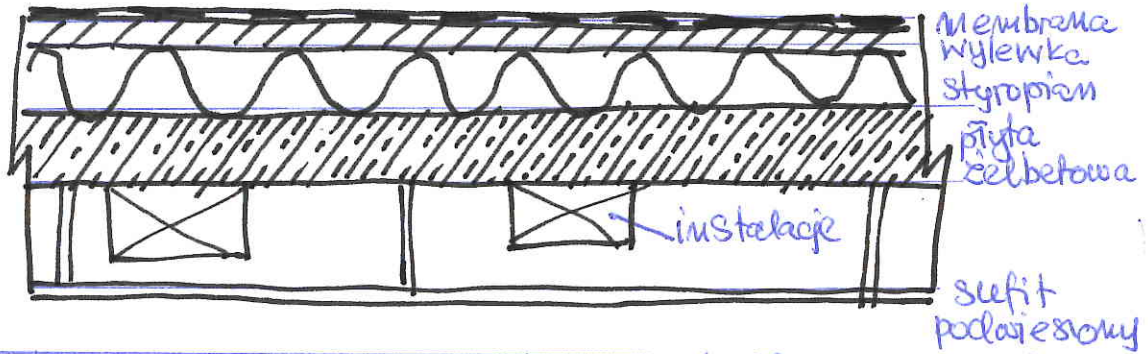
a nie przekrycie (to elementy
konstrukcyjne)

H Dane gruntowe

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

$$q_{dop} = 0,15 \text{ MPa}$$

Poz. 1.2. Przegroda <17 stropodach
 - warstwy, ciężary i przewodność cieplna



Warstwa	Grubość (-) d [m]	ciężar objętościowy γ [kN/m ³]	Wsp. przewodności λ [W/mK]	Obc. charakt. $G = d \cdot \gamma$ [$\frac{kN}{m^2}$]	Opór cieplny $R = \frac{d}{\lambda}$ [$\frac{m^2K}{W}$]
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 podwieszone				0,30	(-)
Sufit podwieszony				0,20	(-)
Razem	$G_{K<17}$ [kN/m ²];		$R_{K<17}$ [$\frac{m^2K}{W}$]	6,21	3,80

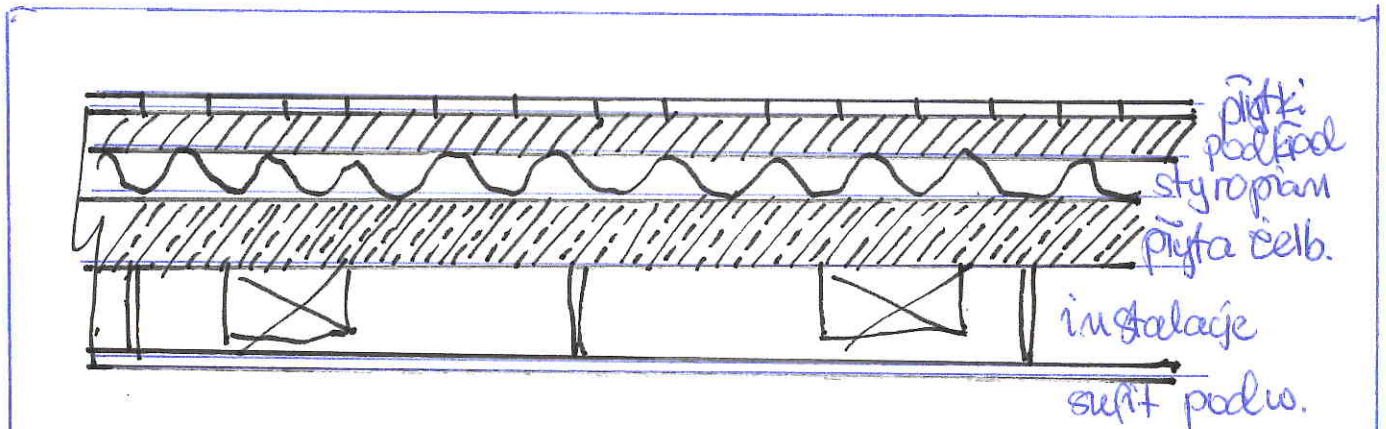
Współczynnik przewodności cieplnej bez mostków $U = \frac{1}{R} = 0,26$

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

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

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

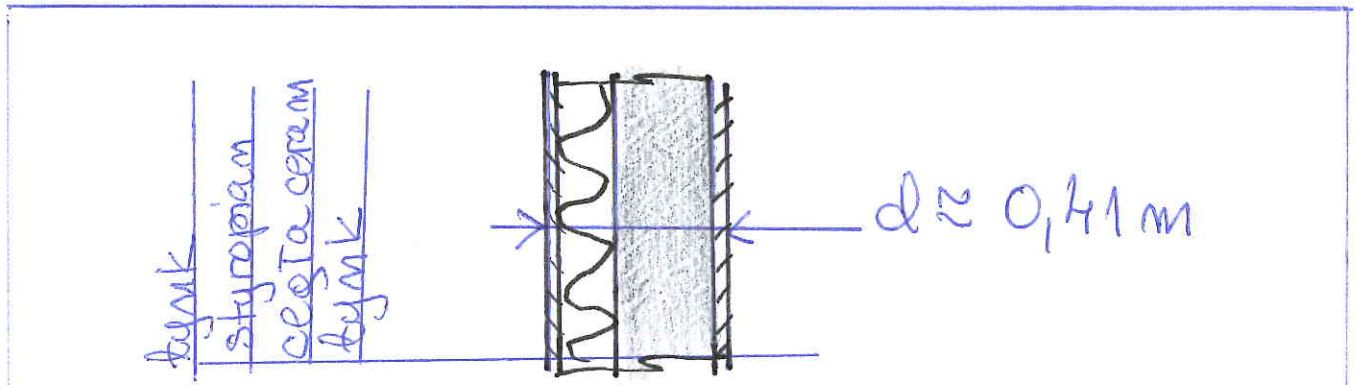
Poz. 1.3. Przegroda <27 strop międzykond.
 -warstwy, ciężary i przewodność cieplna



Warstwa (-)	Grubość d [m]	Ciężar 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 natomiast, że nad i pod stropem występują pomieszczenia ogrzewane. Dlatego wysttkowo nie wypełniamy słonowych kolumn.

Poz. 1.4. Przeграда L37. Ściana zewnętrzna.



Warstwa (-)	Grubość d [m]	Ciepłota obj. γ [kJ/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 $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

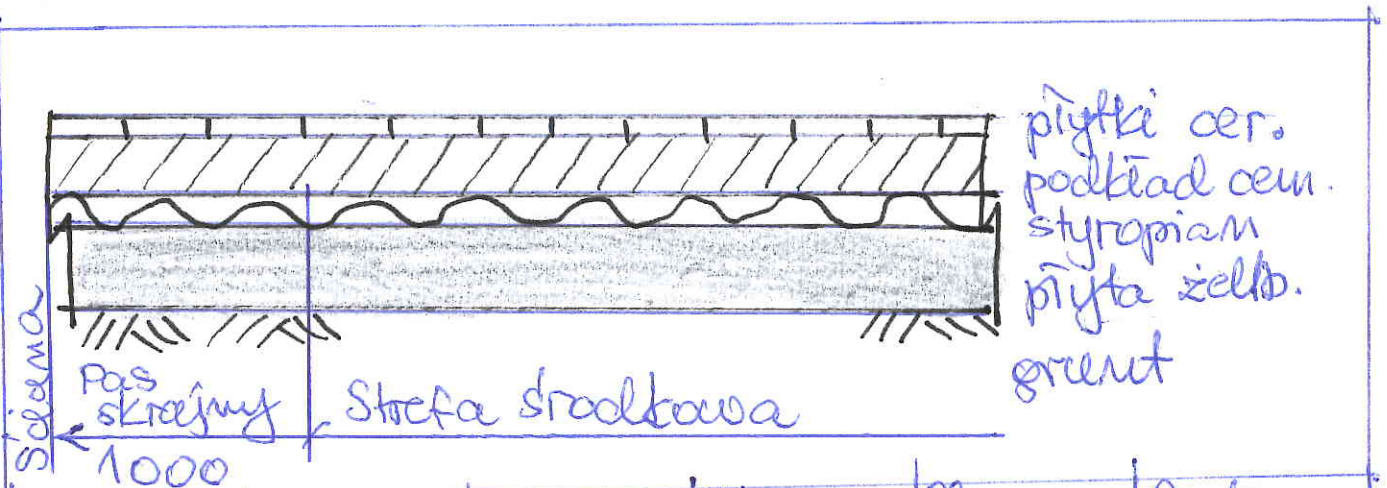
Dodatek na mostki cieplne 10% 0,03 "

całkowity 0,33 "

$< U_{kmax}$) 0,45 $\frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}}$

! Uwaga: W tym przypadku należy pamiętać obliczenia i zmniejszyć grubość ocieplenia tak by $U \approx U_{kmax}$. W tabeli podać wynik ostateczny. - 8 -

Poz. 1.5. Przegroda <4> podłoga na gruncie (posadzka 1 kond.)



Warstwa	Grubość	Ciepł. objętościowy	Wsp. przewodności	Obc. charakt.	Opór cieplny
(+)	d	ρ	λ	$G = \rho \cdot d \cdot \gamma$	$R = d / \lambda$
(-)	[m]	[kN/m ³]	[W/mK]	[kN/m ²]	[$\frac{m^2 \cdot K}{W}$]
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 $R = 0,60 \frac{m^2 \cdot K}{W} > R_{min} = 1,0 \frac{m^2 \cdot K}{W}$

! 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

Zestawiono tabelarycznie w poz. 1.

Poz. 2.2. Obciążenia zmienne

Poz. 2.2.1. Obciążenie śniegiem S

Podajisto zgodnie z [4]

dla miejscowości

Kielce, wysokość n.p.m. $A = 334$ m.

Z rys. NB.1 [4]

strefa obciążenia

{źródło 11-1}

śniegiem

3

Z tabl. NB.1 [4] {źródło 11-1}

charakterystyczne obciążenie gruntu

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

Podajisto $S_k = 1,4 \text{ kN/m}^2$

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 niniejszych 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 powierachni 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
przemosnych 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 obciążen 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 obciążeni
użytkowych stałe.

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

A - powierzchnia obciążenia

Przyjeto, 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)

$$q_{k(4)} = 7,5 \text{ kN/m}^2$$

Współczynniki redukcyjne przyjęto analogicznie jak w poz. 2.2.3.,

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

Stąd $q_{k(4)} = 7,5 \cdot 0,6 \cdot 1,0 = 4,5 \text{ kN/m}^2$

Poz. 2.2.5. Obciążenie wiatrem.

w niniejszych obliczeniach pomija się, pominięciem:

- 1) obciążenie wiatrem ^{dachne} jest odcierające (ssanie)
- 2) obciążenie ściany 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 Zętniku 2: Chodor J.,
Kombinacje obciążeń wg PN-EN 1990
(Eurokod 0). Wprowadzenie,
a także w Zętniku 1 [źródło
13-1 do 13-5]

Poz. 3.1. Obciążenie kombinacyjne,
dach (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 zmienną długościowe.

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

W przypadku dachu spadnistego obliczenia wymagają korekty poprzez uwzględnienie faktu, że obciążenie na dach 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 obciążeni stałych $\gamma_G = 1,35$

dla obciążeni 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 + wiadące zmienne bez redukcji + pozostałe zmienne z redukcją)

K2 (wiadące 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 (wiadące 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
 wartość $p_d = 9,2 \text{ KN/m}^2$