

ZAŁĄCZNIK NR 1
EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI C5 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM
DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI C5 NA TERENIE ZAKŁADU
DOZAMEL, WROCŁAW UL FABRYCZNA 10



ZAMAWIAJĄCY:

DOZAMEL SP Z O.O.
UL. FABRYCZNA 10
53-609 WROCŁAW

LOKALIZACJA OBIEKTU:

UL. FABRYCZNA 10
53-609 WROCŁAW

PRZYGOTOWANY PRZEZ:



BUDOSERWIS Z.U.H. Sp. z o.o.

Zakłady Ekspertyz i Usług Gospodarczych

AUTORZY OPRACOWANIA:

mgr inż. Marcin Zarzycki

Uprawnienia budowlane

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Nr ewid. **SLK/7559/PBKb/18** i **SLK/6509/WBKb/16**

Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. **SLK/BO/9619/18** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 31.07.2022

mgr inż. Piotr Strojek

Uprawnienia budowlane

do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności konstrukcyjno-budowlanej

Nr ewid. **SLK/2615/OWOK/09** i **SLK/7558/PBKb/18**

Członek Śląskiej Izby Inżynierów Budownictwa o nr ewid. **SLK/BO/6683/10** posiada wymagane ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej do 30.06.2022

ZAŁACZNIK NR 1

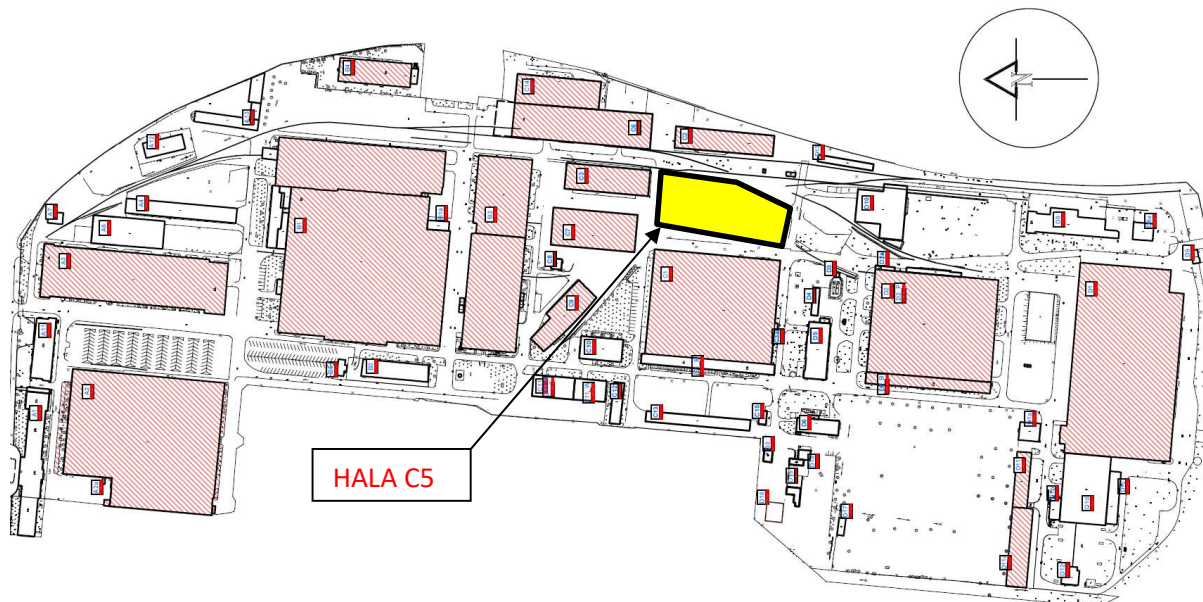
EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI C5 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI C5 NA TERENIE ZAKŁADU DOZAMEL, WROCŁAW UL FABRYCZNA 10

SPIS ZAWARTOŚCI:

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA	2
2. PODSTAWY OPRACOWANIA.....	2
3. OGÓLNY OPIS HALI	3
4. OPIS STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU	3
5. OBLICZENIA STATYCZNE	5
5.1 PODSTAWA WYKONANIA OBLICZEŃ.....	5
5.2. OPIS WYKONANYCH OBLICZEŃ	5
5.3 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ	6
5.3.1 Obciążenia stałe hali	6
5.3.2 Obciążenia stałe budynku biurowego (stropodach płyty Filigran 24 cm)	6
5.4 Obciążenia śniegiem	6
5.5 ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA.....	10
6. WNIOSKI	26

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Opracowanie zawiera ekspertyzę techniczną hali C5 wraz z częścią biurową zlokalizowaną na terenie zakładu DOZAMEL we Wrocławiu pod kątem obciążenia śniegiem. Zakres opracowania obejmuje m.in.: analizę nośności dachu istniejącego, określenie dopuszczalnego obciążenia śniegiem połaci dachowej oraz określenie stanu technicznego elementów konstrukcyjnych hali oraz jej elementów wykończenia. Lokalizację obiektu pokazano poniżej na rys. 1.



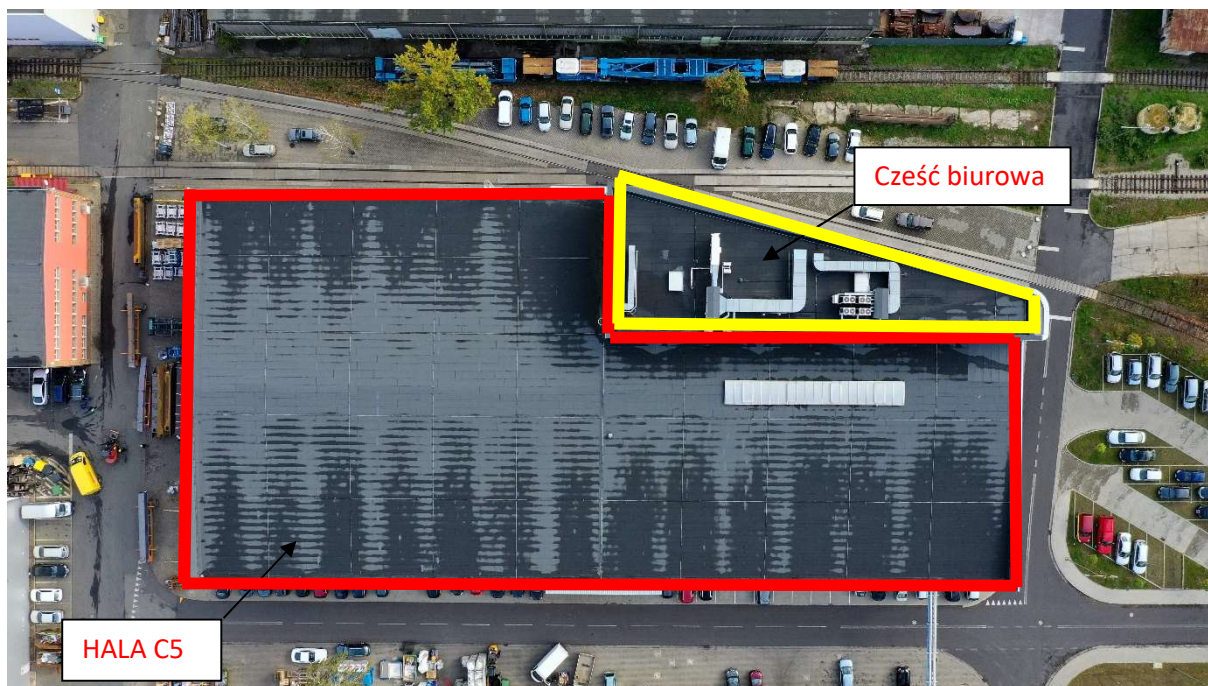
Rys. 1. Lokalizacja przedmiotowego obiektu

2. PODSTAWY OPRACOWANIA

- 2.1. Umowa nr 18/RI/2021 z dnia 14.09.2021r.,
- 2.2. Projekt budowlany „Budowa hali produkcyjno-magazynowej wraz z zapleczem biurowo-socjalnym na terenie Dolnośląskich Zakładów Produkcyjno-Usługowych Dozamel Sp. z o.o.” Gacek&Hoffman sp. z o.o. listopad 2015 r.
- 2.3. Wizja przeprowadzona w dniach 27.09, 13.10, 14.10.2021 r.
- 2.4. Dokumentacja fotograficzna
- 2.5. Informacje uzyskane od użytkownika obiektu
- 2.6. PN-EN 1991-1-1 Oddziaływanie na konstrukcje. Ciężar objętościowy, ciężar własny. Obciążenia użytkowe w budynkach
- 2.7. PN-EN 1991-1-3 Oddziaływanie na konstrukcje. Obciążenie śniegiem Weryfikacyjne pomiary z natury
- 2.8. PN-EN-1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków
- 2.9. PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe - Obliczenia statyczne i projektowanie

3. OGÓLNY OPIS HALI

Konstrukcję hali C5 o wymiarach 105,6m x 47,50m stanowią ramy jedno i dwunawowe w układzie poprzecznym. Słupy ram wykonano z profili pełnościennych walcowanych sztywno mocowane w fundamentach. Skrajne słupy ram wykonano z profili HEA 1000 natomiast słup środkowy z profilu HEA 700, rygle dachowe dwuteowe, spawane z blach 300x650 w prześle i 300x900 w narożach ram. Budynek biurowy wykonany metodą tradycyjną murowane. Stropy konstrukcji żelbetowej – stropy filigran grubości 24 cm.



Rys. 2. Lokalizacja przedmiotowego obiektu

4. OPIS STANU TECHNICZNEGO ISTNIEJĄCEGO OBIEKTU

Poniżej w tablicy 1 oszacowano stan techniczny elementów budynku. Przyjęto następujące kryteria oceny i klasyfikacji stanu technicznego elementów:

- ❑ **stan techniczny – dobry.** Element budynku (lub rodzaj konstrukcji, wykończenie, wyposażenia) jest dobrze utrzymany, konserwowany, nie wykazuje zużycia i uszkodzeń. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów odpowiadają wymogom normowym. Procent zużycia od 0 do 15%.
- ❑ **stan techniczny – zadowalający.** Element budynku utrzymany jest należycie. Celowy jest remont bieżący, polegający na drobnych naprawach uzupełniających, konserwacji i impregnacji. Procent zużycia od 16 do 30%
- ❑ **stan techniczny – średni.** W elementach budynku występują niewielkie uszkodzenia i ubytki, nie zagrażające bezpieczeństwu konstrukcji. Celowy jest częściowy remont kapitalny. Procent zużycia od 31 do 50%.
- ❑ **stan techniczny – niezadowalający.** W elementach występują znaczne uszkodzenia i ubytki. Cechy i właściwości wbudowanych materiałów mają obniżoną

klasę. Wymagany jest kompleksowy remont kapitalny, względnie wymiana. Procent zużycia od 51 do 70%.

- ❑ **stan techniczny – zły.** Elementy bardzo zniszczony. Wymagany remont kapitalny lub rozbiórka. Procent zużycia od 71 do 100%.

W zależności od stanu technicznego obiektu lub elementu ustala się cztery stopnie pilności wykonania robót budowlanych (od I do IV):

- ❑ **I** – remont w przypadku uszkodzeń, które zagrażają bezpieczeństwu użytkowania lub mogą stać się przyczyną zniszczenia lub awarii obiektu. Wytypowane elementy obiektu budowlanego lub wytypowane roboty budowlane wymagają natychmiastowego zabezpieczenia, naprawy głównej, wymiany lub rozbiórki.
- ❑ **II** – remont, który może być odłożony na okres do 1 roku lub do okresu zimowego bez szkody dla użytkowników obiektu. Okres przesunięcia remontu winien być wykorzystany do opracowania dokumentacji projektowej oraz przeprowadzenia postępowania przetargowego na wybór wykonawcy robót budowlanych.
- ❑ **III** – remont, który może być odłożony na okres do 2 lat bez specjalnej szkody dla użytkowników obiektu.
- ❑ **IV** – remont, który może być odłożony na okres do 3 lat bez specjalnej szkody dla użytkowników obiektu.

Stan techniczny poszczególnych elementów przedmiotowego budynku zamieszczono w tablicy 1. W tablicy 2 podano zaś przyjęte stopnie pilności napraw elementów konstrukcji i wykończenia tego obiektu.

Tablica 1. Stan techniczny elementów hali oraz budynku biurowego

Element konstrukcji lub wykończenia budynku	Stan techniczny
Fundamenty	Żelbetowe. Nie zaobserwowano oznak mogących świadczyć o osiadaniu budynku - stan dobry
Ściany	Obudowa hali stan dobry Ściany budynku biurowego stan dobry
Słupy	Słupy stalowe i żelbetowe – stan dobry
Konstrukcja dachu	Konstrukcja stalowa hali - stan dobry Konstrukcja żelbetowa budynku biurowego – stan dobry
Pokrycie dachu	Papa - pokrycie dachu w stanie dobrym
Obróbki blacharskie i układ rynien i rur spustowych	Odwodnienie wewnętrzne – stan dobry
Kominy ponad dachem	Wywiewki wentylacyjne w stanie dobrym

Tablica 2. Stopień pilności napraw budynku

Stopień pilności napraw	Element budynku
I	Brak zaleceń
II	Brak zaleceń
III	Brak zaleceń
IV	Prowadzić bieżącą konserwację i usuwać powstałe usterki.

5. OBLICZENIA STATYCZNE

5.1 PODSTAWA WYKONANIA OBLICZEŃ

- A) Normy obliczeniowe
 [1] PN-EN 1991-1-1 Oddziaływanie na konstrukcje. Ciężar objętościowy, ciężar własny. Obciążenia użytkowe w budynkach
 [2] PN-EN 1991-1-3 Oddziaływanie na konstrukcje. Obciążenie śniegiem
 [3] PN-EN-1993-1-1 Projektowanie konstrukcji stalowych. Reguły ogólne i reguły dla budynków
 [4] PN-90/B-03200 Konstrukcje stalowe -- Obliczenia statyczne i projektowanie
- B) Programy obliczeniowe
 Pakiet SPECBUD v.11
- C) Dokumentacja archiwalna
- D) Wizja lokalna

5.2. OPIS WYKONANYCH OBLICZEŃ

Obliczenia wykonano dla elementów dachu każdego obiektu wchodzącego w skład hali C5.

Sprawdzona została nośność blachy fałdowej, dźwigarów w układzie płaskim, bez uwzględniania przestrzennej pracy konstrukcji.

W obliczeniach pominięto obciążenie wiatrem na połac dachową, ze względu na mały spadek połaci. Obciążenia od warstw dachowych oraz przekroje elementów stalowych dachu przyjęto na podstawie dokumentacji archiwalnej oraz informacji od Inwestora oraz oględzin konstrukcji.

Podstawowe oznaczenia w wykonanych obliczeniach:

q_a - obciążenie stałe od pokrycia dachowego

q_s / q_x - obciążenie śniegiem podstawowe / obciążenie od worków śnieżnych

c_w - ciężar własny

$\gamma_f = 1,35$ współczynnik obliczeniowy dla obciążeń stałych

$\gamma_f = 1,5$ współczynnik obliczeniowy dla obciążeń zmiennych

SGN- stan graniczny nośności dla obciążeń obliczeniowych

SGU- stan graniczny użytkowania dla obciążeń charakterystycznych

5.3 ZESTAWIENIE OBCIĄŻEŃ

5.3.1 Obciążenia stałe hali

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	2 x Papa	11,0	kN/m ³	0,01	0, 11	1,35	0,148
2	Styropian 23 cm+ paroizolacja	0,46	kN/m ³	0,23	0,11	1,35	0,148
4	Blacha trapezowa T50/0,7	0,07	kN/m ²	1	0,07	1,35	0,095
		Razem obc. stałe q _a			0,29	1,35	0,39

5.3.2 Obciążenia stałe budynku biurowego (stropodach płyty Filigran 24 cm)

Nr	Rodzaj obciążenia	wartość	jednostka	mnożnik [m]	obc. charakt. [kN/m ²]	współcz. obc.	obc. oblicz. [kN/m ²]
	OBCIĄŻENIE DACHU						
1	2x papa	11,0	kN/m ³	0,01	0,11	1,35	0,148
2	Styropian 30 cm + paroizolacja	0,46	kN/m ³	0,3	0,14	1,35	0,19
3	Tynk 2 cm	19,0	kN/m ³	0,02	0,38	1,35	0,52
4	Sufit podwieszony z płyt GK + instalacje	0,4	kN/m ²	1	0,4	1,35	0,54
		Razem obc. stałe q _a			1,03	1,35	1,39

Dodatkowo przyjęto obciążenie technologiczne 0,4kN/m²

Obciążenie użytkowe wg PN-EN 1991-1-1 / Obciążenia użytkowe powierzchni stropów i dachów (p.6.3)

Równomiernie rozłożone obciążenie użytkowe - powierzchnia kategorii H (dach bez dostępu, z wyjątkiem zwykłego utrzymania i napraw) → od 0,0 do 1,0 kN/m², zalecane 0,4 kN/m²

5.4 Obciążenia śniegiem

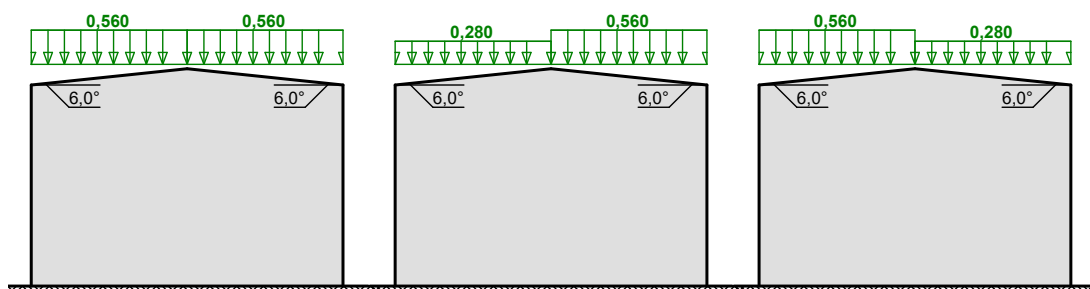
Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy dwupołaciowe (p.5.3.3)

przypadek (i)

przypadek (ii)

przypadek (iii)

s [kN/m²]



- Dach dwupołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; $A = 150 \text{ m n.p.m.} \rightarrow$
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,350 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$

Połąć dachu obciążonego równomiernie - przypadek (i):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

Mniej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,0^\circ$
 - $\mu = 0,5 \cdot \mu_1 = 0,5 \cdot 0,8 = 0,4$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,280 \text{ kN/m}^2}$$

Bardziej obciążona połąć dachu obciążonego nierównomiernie - przypadek (ii)/(iii):

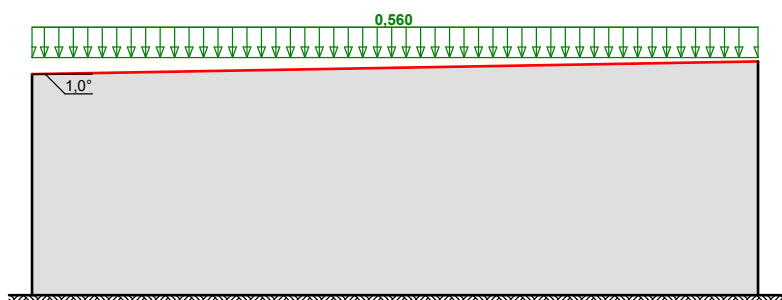
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 5,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Dachy jednopołaciowe (p.5.3.2)

 s [kN/m²]



Połąć dachu obciążonego równomiernie:

- Dach jednopołaciowy
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; $A = 150 \text{ m n.p.m.} \rightarrow$
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,350 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: normalne, przypadek A (brak wyjątkowych opadów i brak wyjątkowych zamieci)

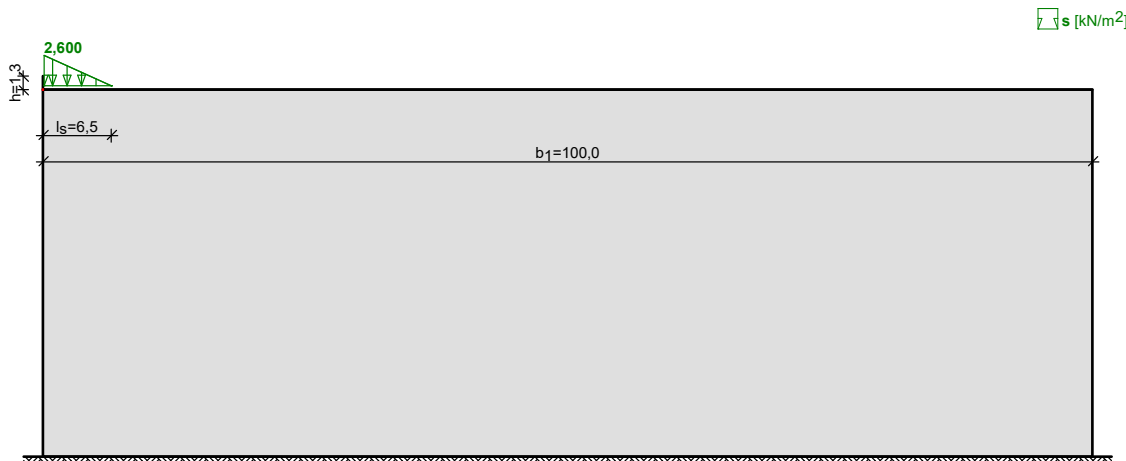
- Sytuacja obliczeniowa: trwała lub przejściowa
- Współczynnik ekspozycji:
 - teren normalny $\rightarrow C_e = 1,0$
- Współczynnik termiczny $\rightarrow C_t = 1,0$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci $\alpha = 1,0^\circ$
 - $\mu_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

Maksymalne wyjątkowe zaspy przy attyce ściany szczytowej hali

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Wyjątkowe zaspy przy attykach (B4(4))



Obciążenie dla wyjątkowych zasp przy attyce:

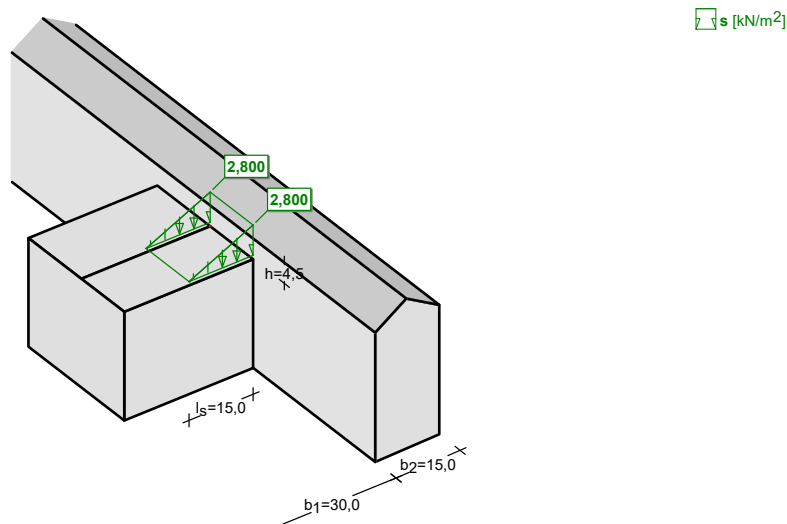
- Attyka dachu płaskiego
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; $A = 150 \text{ m n.p.m.} \rightarrow$
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,350 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: wyjątkowe, przypadek B2 (brak wyjątkowych opadów i wyjątkowe zamiecie)
- Sytuacja obliczeniowa: wyjątkowa
- Długość zasy:
 - $l_{s1} = \min(5 \cdot h; b_1; 15 \text{ m}) = (5 \cdot 1,3; 100,0; 15) = 6,5 \text{ m}$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - $\mu_1 = \min(2 \cdot h/s_k; 2 \cdot b_1/l_s) = \min(2 \cdot 1,3/0,700; 2 \cdot 100,0/6,5) = 3,714$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_1 \cdot s_k = 3,714 \cdot 0,700 = \mathbf{2,600 \text{ kN/m}^2}$$

Maksymalne wyjątkowe zaspy przy ścianie budynku biurowego w miejscu łączenia ze dachem hali

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Wyjątkowe zaspy na dachach bliskich i przylegające do wyższych budowli (B3)



Obciążenie w kalenicy dachu niższego:

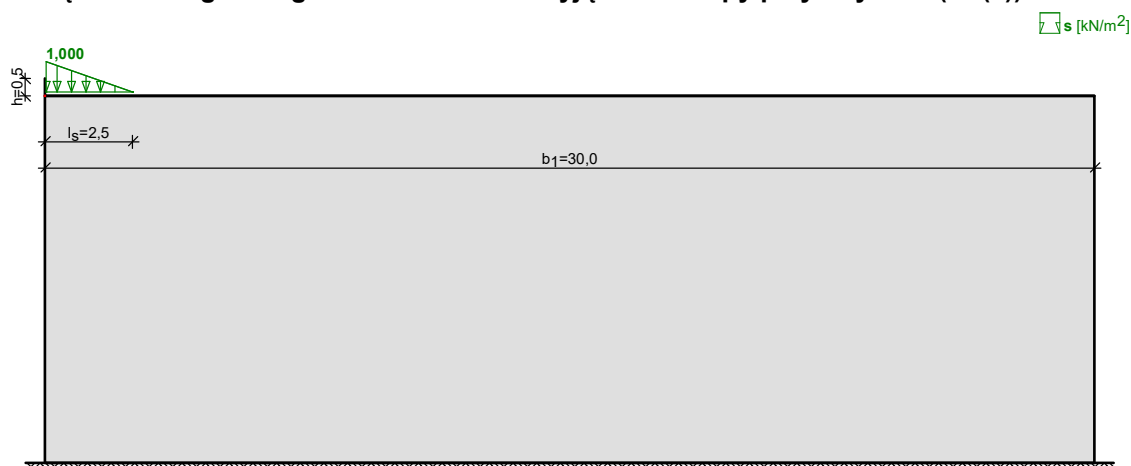
- Dachy bliskie i przylegające do wyższych budowli
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; A = 150 m n.p.m. →
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,350 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$
- Warunki lokalizacyjne: wyjątkowe, przypadek B2 (brak wyjątkowych opadów i wyjątkowe zamiecie)
- Sytuacja obliczeniowa: wyjątkowa
- Długość zasy:
 - $l_s = \min(5 \cdot h; b_1; 15 \text{ m}) = (5 \cdot 4,5; 30,0; 15) = 15,0 \text{ m}$
- Współczynnik kształtu dachu:
 - nachylenie połaci dachu niższego $\alpha = 0,0^\circ$
 - $\mu_3 = \min(2 \cdot h / s_k; 2 \cdot b / l_s) = \min(2 \cdot 4,5 / 0,700; 2 \cdot 30,0 / 15,0) = 4,000$
 - $\mu_1 = \mu_3 = 4,000$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_1 \cdot s_k = 4,000 \cdot 0,700 = 2,800 \text{ kN/m}^2$$

Attyki budynku socjalna biurowego

Obciążenie śniegiem wg PN-EN 1991-1-3 / Wyjątkowe zasy przy attykach (B4(4))



Obciążenie dla wyjątkowych zasp przy attyce:

- Attyka dachu płaskiego
- Obciążenie charakterystyczne śniegiem gruntu (wg Załącznika krajowego NA):
 - strefa obciążenia śniegiem 1; A = 150 m n.p.m. →

$$s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,350 \text{ kN/m}^2 < 0,7 \text{ kN/m}^2 \rightarrow s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$$

- Warunki lokalizacyjne: wyjątkowe, przypadek B2 (brak wyjątkowych opadów i wyjątkowe zamiecie)
- Sytuacja obliczeniowa: wyjątkowa
- Długość zasy:
 - $l_{s1} = \min(5 \cdot h; b_1; 15 \text{ m}) = (5 \cdot 0,5; 30,0; 15) = 2,5 \text{ m}$

- Współczynnik kształtu dachu:

$$\mu_1 = \min(2 \cdot h/s_k; 2 \cdot b_1/l_s) = \min(2 \cdot 0,5/0,700; 2 \cdot 30,0/2,5) = 1,429$$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = \mu_1 \cdot s_k = 1,429 \cdot 0,700 = 1,000 \text{ kN/m}^2$$

Worki śnieżne

W przedmiotowej hali oraz dobudówce występują uskoki i attyki w hali na ścianach szczytowych oraz attyki na dachu budynku biurowo socjalnego –uwzględniono w obliczeniach możliwości wystąpienia worków śnieżnych.

5.5 ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA

Strop dachu socjalna biurowego

Do obliczeń przyjęto ciężar śniegu na poziomie $1,0 \text{ kN/m}^2$

Płyty filigran 7/24 o maksymalnym rozstawie podparcia 6,0m

Dopuszczalne wartości obliczeniowego obciążenia zadanego														
Zastosowania														
<ul style="list-style-type: none">• Płyty stropowe kondygnacyjne• Stropodachy• Stropy kombinowane (np. płyty podjazdów)														
Charakterystyka														
<ul style="list-style-type: none">• Elementy wykonywane jako prefabrykowane• Płyta może zawierać całkowite zbrojenie dolne potrzebne w fazie eksploatacji• Możliwość wykonania stropów jako 2-3 przęsłowych ze specjalnym typem kratownicy przejmującej siły ścinające• Spodnia powierzchnia elementu gładka, nie wymagająca tynkowania• Górna powierzchnia prefabrykatu szorstka, przygotowana do zespolenia• Odporność ogniowa EI 140• Stal BSt 500S (B) lub równoważna• Klasa betonu min. C25/30 (B30)														
Rozpiętość płyty stropowej [m]														
nie [kN/m ²]	1	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8
		14	14	14	14	16	18	18	20	20	20	24	26	26
	2	5	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7
		14	14	14	14	16	18	18	20	20	20	24	26	26
	3	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7
		14	14	14	14	18	18	18	22	22	22	24	26	26
	4	5	5	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	7
		14	14	14	16	18	18	20	22	22	22	26	26	26
5	5	5	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	
	14	14	14	18	20	20	20	24	24	24	26	28	28	
Zewnętrzne obciążenie	5	5	5	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
		14	14	14	18	20	20	20	24	24	24	26	28	28
	6	6	6	6	6	6	6	7	6	7	7	7	7	7
		14	14	14	18	20	20	22	24	26	26	28	28	28
	7	6	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7
		14	14	16	18	20	22	22	24	26	26	28	30	30
	8	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
		14	14	16	18	20	22	22	26	26	26	30	30	30
	9	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
		14	14	16	18	20	22	22	26	28	28	30	30	30
	10	6	6	6	6	6	6	7	7	7	7	7	7	7
		14	14	16	18	20	22	22	26	28	28	30	30	30

Tablica 3. Tabela dopuszczalnych obciążeń obliczeniowych

Wg powyższej tablicy 3 wynika, że przedmiotowa płyta przeniesie obciążenia maksymalne $6,0 \text{ kN/m}^2$

Obciążenie SGN obliczeniowe, podstawowe (obciążenie stałe + obciążenie śniegiem podstawowe + obciążenie eksploatacyjne) wynosi:

$$= 1,03 \times 1,35 + 1,0 \times 1,5 + 0,4 \times 1,5 = 3,49 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 6,0 \text{ kN/m}^2 \text{ co daje } 58\%$$

Ze względu na zadany poziom obciążenia śniegiem na poziomie $1,0 \text{ kN/m}^2$ grubość powłoki śnieżnej będzie oscylowała w granicach $1,0\text{m}$ przy śniegu świeżym oraz 50 cm przy śniegu zalegającym oraz faktem iż poziom może znacznie przewyższyć wysokości attyk istnieje prawdopodobieństwo zawiewania znacznych ilości śniegu na część dachu hali stalowej. Ustala się dopuszczalne obciążenie śniegiem budynku biurowo socjalnego przy hali C5 na poziomie $1,0 \text{ kN/m}^2$ tj. 100kg/m^2 .

Dach hali stalowej

Blacha trapezowa T50/0,7

Wg pomiarów z natury wysokość fałdy blachy trapezowej namierzono na poziomie ok. 5 cm – do obliczeń przyjęto blachę konstrukcyjną T50/0,7 co jest tożsame z archiwalną dokumentacją. Podstawowy rozstaw płatwi dla hali C5, wynosi ok. $1,5 \text{ m}$.

Na podstawie tablic Pruszyński, max obciążenie dla blachy T50 w układzie 3-przęsłowym i dla podparcia co $1,75 \text{ m}$ wynosi:

SGN: $q_{\text{dop}} = 5,53 \text{ kN/m}^2$ (stan graniczny nośności, obciążenia obliczeniowe)

SGU (L/150): $q_{\text{dop}} = 5,53 \text{ kN/m}^2$ (stan graniczny ugięć, obciążenia charakterystyczne)

Obciążenie SGN obliczeniowe, podstawowe (obciążenie stałe + obciążenie śniegiem podstawowe) wynosi:

$$= 0,39 \times 1,35 + 0,56 \times 1,5 = 1,37 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 5,53 \text{ kN/m}^2$$

Obciążenie SGU (obciążenie stałe + obciążenie śniegiem podstawowe) wynosi:

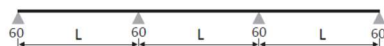
$$= 0,39 + 0,56 = 0,95 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 5,53 \text{ kN/m}^2$$

Wniosek:

Blacha trapezowa T50 o grubości $0,70\text{mm}$, przenosi obciążenia śniegiem podstawowe. Wyświetlenie blachy wynosi max. 25% .

BELKA TRÓJPRZĘSŁOWA

POZYTYW



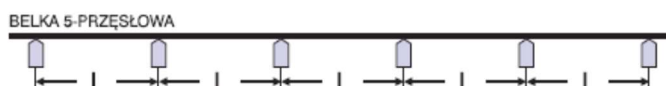
Gru- bość	Jx [cm ⁴]	Ciężar (kN/m ²)	Przy- padek	Dopuszczalne obciążenia ciągłe równomiernie rozłożone w kN/m ² przy rozpiętości L(m)																
				1,00	1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	3,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00
0,50	min/max 15,02 19,73	0,045	SGN	7,08	5,15	3,94	3,12	2,53	2,10	1,78	1,52	1,32	1,15	1,02	0,90	0,81	0,73	0,66	0,60	0,55
			L/150	7,08	5,15	3,94	3,12	2,53	2,10	1,78	1,51	1,21	0,99	0,81	0,67	0,56	0,48	0,41	0,35	0,30
			L/200	7,08	5,15	3,94	3,12	2,53	2,08	1,60	1,24	0,98	0,79	0,64	0,53	0,44	0,37	0,31	0,27	0,23
			L/300	7,08	5,15	3,94	3,11	2,21	1,61	1,21	0,93	0,72	0,57	0,46	0,38	0,31	0,26	0,22	0,19	0,16
0,63	21,96 26,51	0,057	SGN	10,73	7,75	5,88	4,63	3,75	3,10	2,60	2,22	1,92	1,67	1,47	1,31	1,17	1,05	0,95	0,86	0,79
			L/150	10,73	7,75	5,88	4,63	3,75	3,10	2,60	2,15	1,72	1,39	1,13	0,93	0,78	0,65	0,55	0,47	0,41
			L/200	10,73	7,75	5,88	4,63	3,75	2,96	2,25	1,74	1,37	1,09	0,88	0,72	0,60	0,50	0,42	0,36	0,31
			L/300	10,73	7,75	5,88	4,41	3,12	2,24	1,66	1,26	0,98	0,77	0,62	0,51	0,42	0,35	0,30	0,25	0,22
0,70	24,19 30,18	0,064	SGN	12,91	9,29	7,03	5,53	4,46	3,68	3,09	2,64	2,27	1,98	1,74	1,55	1,38	1,24	1,12	1,02	0,93
			L/150	12,91	9,29	7,03	5,53	4,46	3,68	3,09	2,52	2,01	1,62	1,31	1,07	0,89	0,75	0,63	0,54	0,47
			L/200	12,91	9,29	7,03	5,53	4,46	3,46	2,64	2,02	1,57	1,25	1,01	0,82	0,68	0,57	0,48	0,41	0,36
			L/300	12,91	9,29	7,03	5,15	3,60	2,57	1,90	1,44	1,12	0,88	0,71	0,57	0,47	0,39	0,33	0,28	0,24
0,75	26,99 32,72	0,068	SGN	14,55	10,45	7,90	6,20	5,00	4,12	3,46	2,95	2,54	2,21	1,94	1,72	1,54	1,38	1,25	1,13	1,02
			L/150	14,55	10,45	7,90	6,20	5,00	4,12	3,46	2,79	2,22	1,77	1,43	1,17	0,97	0,81	0,69	0,59	0,51
			L/200	14,55	10,45	7,90	6,20	5,00	3,83	2,90	2,21	1,72	1,36	1,10	0,90	0,74	0,62	0,53	0,45	0,39
			L/300	14,55	10,45	7,90	5,71	3,94	2,81	2,07	1,56	1,20	0,95	0,76	0,62	0,51	0,42	0,36	0,30	0,26
0,88	34,72 38,39	0,080	SGN	19,17	13,71	10,33	8,08	6,50	5,35	4,48	3,81	3,28	2,85	2,51	2,22	1,98	1,78	1,60	1,43	1,29
			L/150	19,17	13,71	10,33	8,08	6,50	5,35	4,48	3,50	2,73	2,17	1,75	1,43	1,18	0,99	0,84	0,71	0,61
			L/200	19,17	13,71	10,33	8,08	6,50	4,82	3,56	2,70	2,10	1,66	1,33	1,08	0,89	0,74	0,63	0,53	0,46
			L/300	19,17	13,71	10,33	7,10	4,76	3,34	2,44	1,83	1,41	1,11	0,89	0,72	0,60	0,50	0,42	0,36	0,30
1,00	41,76 43,62	0,091	SGN	24,06	17,17	12,92	10,09	8,11	6,67	5,58	4,74	4,08	3,55	3,11	2,75	2,45	2,20	1,97	1,76	1,59
			L/150	24,06	17,17	12,92	10,09	8,11	6,67	5,42	4,12	3,20	2,52	2,02	1,64	1,35	1,13	0,95	0,81	0,69
			L/200	24,06	17,17	12,92	10,09	7,93	5,66	4,16	3,12	2,41	1,89	1,51	1,23	1,01	0,85	0,71	0,61	0,52
			L/300	24,06	17,17	12,83	8,08	5,41	3,80	2,77	2,08	1,60	1,26	1,01	0,82	0,68	0,56	0,48	0,40	0,35
1,25	54,18 54,53	0,114	SGN	35,33	25,11	18,82	14,66	11,76	9,64	8,06	6,83	5,87	5,10	4,47	3,95	3,51	3,11	2,78	2,49	2,25
			L/150	35,33	25,11	18,82	14,66	11,76	9,50	6,93	5,20	4,01	3,15	2,52	2,05	1,69	1,41	1,19	1,01	0,87
			L/200	35,33	25,11	18,82	14,66	10,15	7,13	5,20	3,90	3,01	2,36	1,89	1,54	1,27	1,06	0,89	0,76	0,65
			L/300	35,33	25,11	16,03	10,10	6,76	4,75	3,46	2,60	2,00	1,58	1,26	1,03	0,85	0,70	0,59	0,50	0,43

Płatew Z200/2,5

Wg pomiarów z natury grubości ścianki zetownika wynosiła ok. 2,5 mm (przyjęto płatew BP/Z200x55/48x2.50). Podstawowy rozstaw płatew dla hali C5, wynosi ok. 1,6 m.

Na podstawie tablic Pruszyński, max obciążenie dla profilu zetowego w układzie 5-przęsłowym o wysięgu 7,2 m oraz rozstawie 1,5 m wynosi 1,78kN/m² dla rzeczywistego rozstawu, który wynosi ok. 1,6 m dopuszczalne obciążenie wyznaczone z interpolacji i wynosi 1,69kN/m².

TABELA NOŚNOŚCI ZETOWNIKÓW
dla belki 5-przęsłowej (gatunek stali S350)
(nośność wyliczona zgodnie z wyszczególnionymi w opisie
uwagami i przyjętymi warunkami)



ROZPIĘTOŚĆ 7,2 m

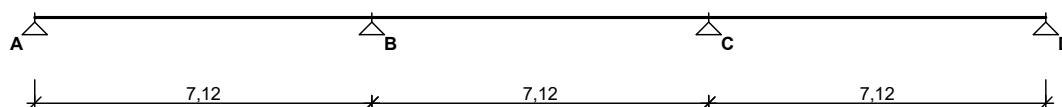
Oznaczenie	Masa [kg/mb]	Tężnik	Obciążenie Qd [kN/m ²] przy rozstawie [m]					Obciążenie [kN/mb]		
			1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	Qd + N=10	Wd	q L/200
BP/Z100x53/48x1.50	3.94	2	0.81	0.54	0.41	0.33	0.27	0.67	-1.04	0.41
x2.00	5.17	2	1.08	0.72	0.54	0.43	0.36	0.94	-1.42	0.53
x2.50	6.36	2	1.35	0.90	0.67	0.54	0.45	1.22	-1.80	0.64
x3.00	7.52	2	1.62	1.08	0.81	0.65	0.54	1.50	-2.22	0.74
BP/Z150x53/48x1.50	4.82	2	1.22	0.82	0.61	0.49	0.41	0.98	-1.72	1.11
x2.00	6.35	2	1.65	1.10	0.83	0.66	0.55	1.42	-2.43	1.45
x2.50	7.84	2	2.03	1.35	1.01	0.81	0.68	1.81	-3.03	1.76
x3.00	9.29	2	2.39	1.59	1.19	0.96	0.80	2.18	-3.60	2.06
BP/Z200x53/48x1.50	5.70	2	1.49	1.00	0.75	0.60	0.50	1.19	-2.36	1.49
x2.00	7.52	2	2.14	1.43	1.07	0.86	0.71	1.79	-3.40	2.14
BP/Z280x53/48x1.50	7.11	2	1.97	1.31	0.99	0.79	0.66	1.48	-3.43	1.97
x2.00	9.41	2	2.78	1.86	1.39	1.11	0.93	2.34	-4.80	2.78
BP/Z200x55/48x2.50	9.37	2	2.67	1.78	1.34	1.07	0.89	2.34	-4.35	2.67
x3.00	11.12	2	3.13	2.08	1.56	1.25	1.04	2.81	-5.14	3.13
BP/Z280x55/48x2.50	11.72	2	3.68	2.45	1.84	1.47	1.23	3.24	-6.56	3.68
x3.00	13.95	2	4.36	2.91	2.18	1.75	1.45	3.91	-7.99	4.36
BP/Z100x68/60x1.50	4.49	2	0.84	0.56	0.42	0.34	0.28	0.72	-1.17	0.49
x2.00	5.95	2	1.32	0.88	0.66	0.53	0.44	1.19	-1.64	0.64
x2.50	7.28	2	1.63	1.08	0.81	0.65	0.54	1.50	-2.04	0.77
x3.00	8.69	2	1.97	1.31	0.99	0.79	0.66	1.84	-2.53	0.90

Obciążenie SGN obliczeniowe, podstawowe (obciążenie stałe + obciążenie śniegiem podstawowe) wynosi:

$$= 0,39 \times 1,35 + 0,56 \times 1,5 = 1,37 \text{ kN/m}^2 < q_{\text{dop}} = 1,69 \text{ kN/m}^2 \text{ co daje } 81\% \text{ wyłączenia.}$$

Obciążenie z płatwi:

SCHEMAT BELKI



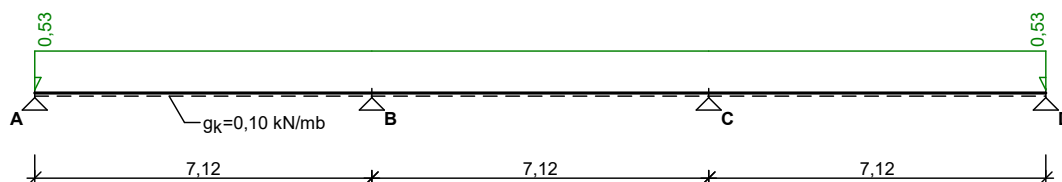
Parametry belki

- moment bezwładności przekroju $J_y = 326,0 \text{ cm}^4$; moduł sprężystości podłużnej $E = 205 \text{ GPa}$;
- masa belki $m = 9,9 \text{ kg/m}$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

Przypadek **G1: Stałe** (stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):

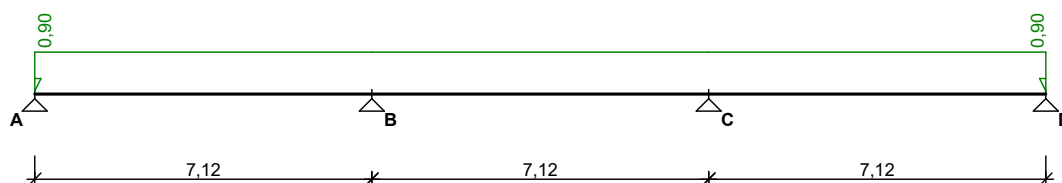


Tablica obciążeń charakterystycznych (dodatkowo ciężar belki $g_k = 0,00 \text{ kN/m}$)

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,53	0,00	0,00
B.	7,12	0,53	0,53	0,00	0,00
C.	14,24	0,53	0,53	0,00	0,00
D.	21,36	0,53	--	0,00	0,00

Przypadek **Q1: Śnieg** (zmiennie, $\Psi_0 = 0,70$, $\Psi_1 = 0,50$, $\Psi_2 = 0,20$)

Schemat statyczny:



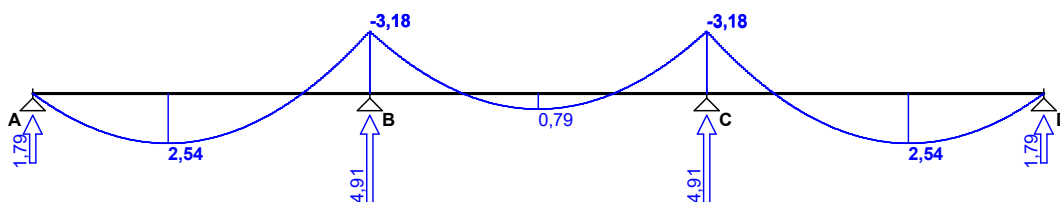
Tablica obciążeń charakterystycznych

Przekrój	z [m]	q_l [kN/m]	q_p [kN/m]	F [kN]	M [kN]
A.	0,00	--	0,90	0,00	0,00
B.	7,12	0,90	0,90	0,00	0,00
C.	14,24	0,90	0,90	0,00	0,00
D.	21,36	0,90	--	0,00	0,00

EFEKTY ODDZIAŁYWANIA dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

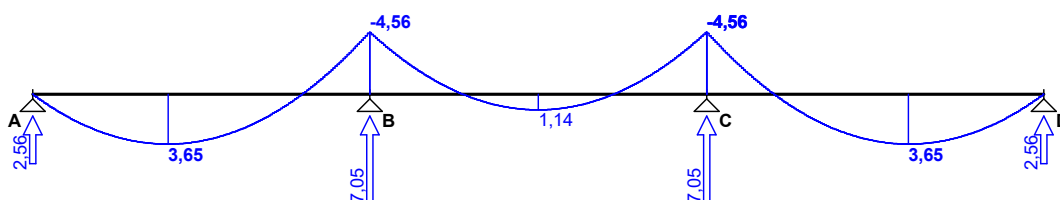
Przypadek **G1: Stałe**

Momenty zginające [kNm]:



Przypadek **Q1: Śnieg**

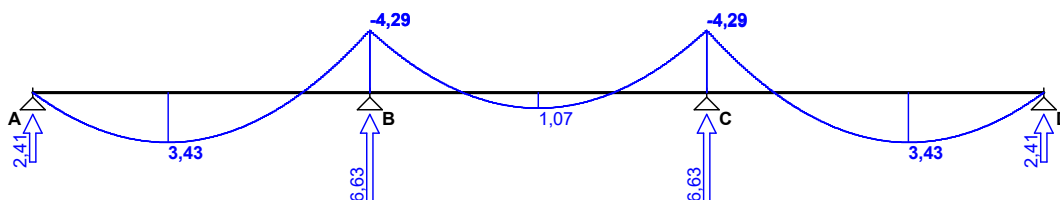
Momenty zginające [kNm]:



EFEKTY ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji

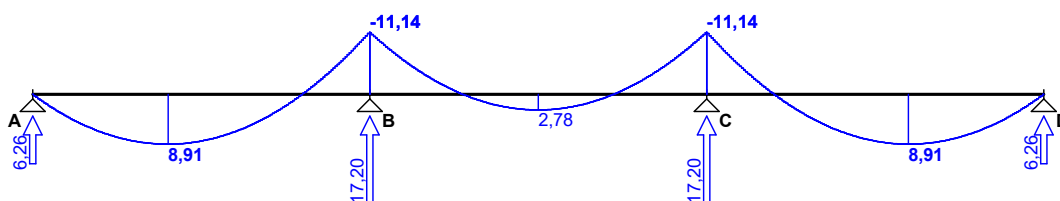
Kombinacja **K1: 1,35•Stałe** (SGN podstawowa STR)

Momenty zginające [kNm]:



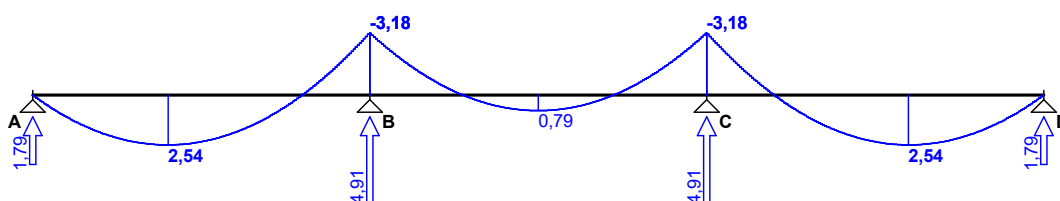
Kombinacja **K2: 1,35•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Momenty zginające [kNm]:



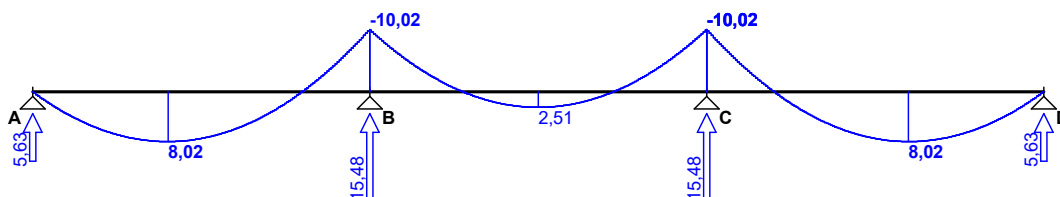
Kombinacja **K3: 1,0•Stałe** (SGN podstawowa STR)

Momenty zginające [kNm]:



Kombinacja **K4: 1,0•Stałe+1,5•Śnieg** (SGN podstawowa STR)

Momenty zginające [kNm]:

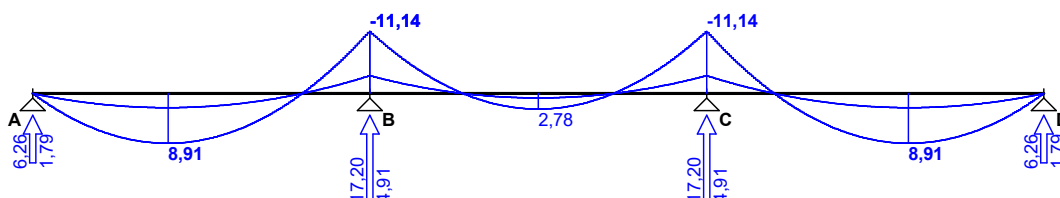


Kombinacja **K5: Stałe** (SGU charakterystyczna)

Kombinacja **K6: Stałe+Śnieg** (SGU charakterystyczna)

OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

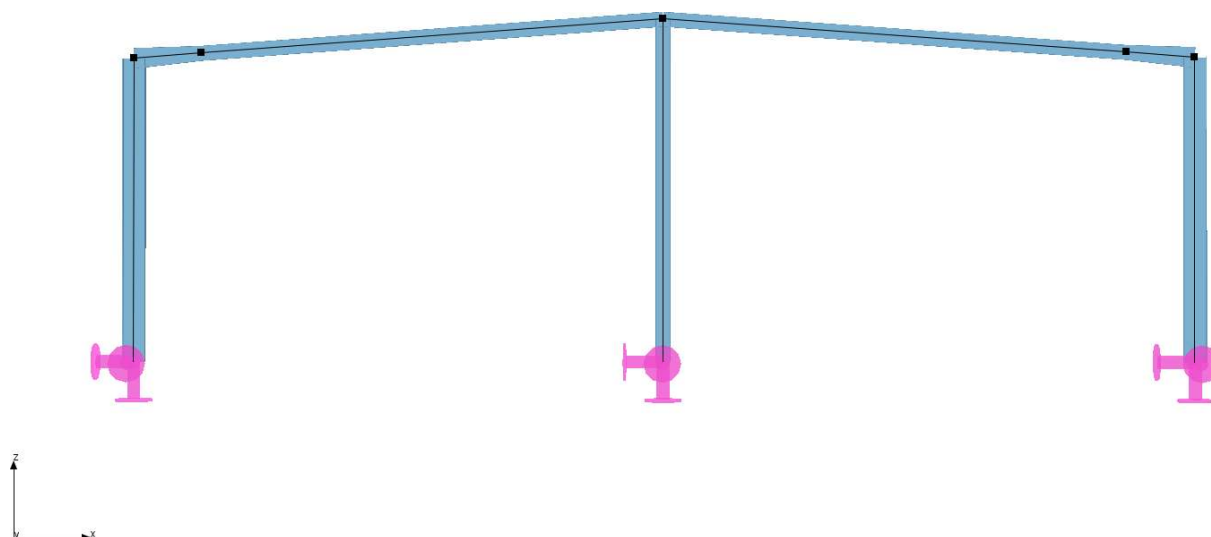
Momenty zginające [kNm]:



OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Konstrukcja ramy

Geometria



Węzły w globalnym układzie współrzędnych:

Nr	x [m]	y [m]	z [m]	Przegub
1	-6,000	0,000	0,000	
2	40,680	0,000	0,000	
3	17,340	0,000	1,700	
4	-6,000	0,000	-13,400	

Nr	x [m]	y [m]	z [m]	Przegub
5	40,680	0,000	-13,400	
6	17,340	0,000	-13,400	
7	37,688	0,000	0,218	
8	-3,008	0,000	0,218	

Pręty:

Nr	Węzły		Pręty zeszytnione w		Przekrój pręta	Długość [m]
	w1	w2	w1	w2		
1: Niepogrupowane	1 (S)	4 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 1000 A	13,400
2: Niepogrupowane	2 (S)	5 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 1000 A	13,400
3: Niepogrupowane	3 (S)	6 (S)	wszystkie	wszystkie	HE 700 A	15,100
4: Niepogrupowane	2 (S)	7 (S)	wszystkie	wszystkie	I 300/650-900	3,000
5: Niepogrupowane	7 (S)	3 (S)	wszystkie	wszystkie	I 650/300	20,402
6: Niepogrupowane	1 (S)	8 (S)	wszystkie	wszystkie	I 300/650-900_inv	3,000
7: Niepogrupowane	8 (S)	3 (S)	wszystkie	wszystkie	I 650/300	20,402

Podpory i osiadania podpór w globalnym układzie współrzędnych:

Nr	r _x	r _y	r _z	φ _x	φ _y	φ _z	Spreżystość [kN/m]			Spreżystość [kN/rad]		
							k _x	k _y	k _z	f _x	f _y	f _z
4	+	+	+	+	+	+						
5	+	+	+	+	+	+						
6	+	+	+	+	+	+						

Grupy obciążeń:

Nazwa grupy	Nr	Rodzaj obciążeń	Charakter	Grupa aktywna	Oddziaływanie
Stałe	1	Stałe	stały	+	stałe
Ciężar własny	2	Stałe	stały	+	stałe
Śnieg	3	Zmienne	stały	+	śnieg (do 1000 m n.p.m.)

Oddziaływania grup obciążeń:

Oddziaływanie	γ _{f,inf(min)}	γ _{f,sup(max)}	Ψ ₀ lub ξ	Wiodący ¹
stałe	1.0	1.35	0.85	
użytkowe (mieszkalne i biurowe)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (handlowe i zebrzeń)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (magazynowe)	-	1.5	1.0	+
użytkowe (pojazdy do 30kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (pojazdy 30 - 160kN)	-	1.5	0.7	+
użytkowe (dachy)	-	1.5	0.0	+
śnieg (do 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.5	+
śnieg (> 1000 m n.p.m.)	-	1.5	0.7	+
wiatr	-	1.5	0.6	+
temperatura	-	1.5	0.6	+

1) + Określa czy oddziaływanie zmienne ma być potencjalnie rozpatrywane jako wiodące

Obciążenia układu:**Obciążenia prętowe**

Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x₁ [m]	x₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Stale	4	Siła skupiona	4,91kN		1,56		0,0	0,0	
	Stale 5	Siła skupiona	4,91kN		0,12		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		1,68		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		3,24		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		4,80		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		6,36		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		7,92		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		9,48		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		11,04		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		12,60		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		14,16		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		15,72		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		17,28		0,0	0,0	
		Stale5 Siła skupiona	4,91kN		18,84		0,0	0,0	
	Stale 6	Siła skupiona	4,91kN		1,56		0,0	0,0	
	Stale 7	Siła skupiona	4,91kN		0,12		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		1,68		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		3,24		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		4,80		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		6,36		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		7,92		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		9,48		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		11,04		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		12,60		0,0	0,0	
		Stale7 Siła skupiona	4,91kN		14,16		0,0	0,0	
		Stale7	4,91kN		15,72		0,0	0,0	

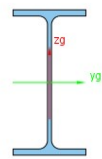
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
Śnieg		Siła skupiona							
		Stałe7 Siła skupiona	4,91kN		17,28		0,0	0,0	
		Stałe7 Siła skupiona	4,91kN		18,84		0,0	0,0	
	4	Siła skupiona	7,05kN		1,56		0,0	0,0	
	Śnieg 5	Siła skupiona	7,05kN		0,12		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		1,68		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		3,24		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		4,80		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		6,36		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		7,92		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		9,48		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		11,04		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		12,60		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		14,16		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		15,72		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		17,28		0,0	0,0	
		Śnieg5 Siła skupiona	7,05kN		18,84		0,0	0,0	
	Śnieg 6	Siła skupiona	7,05kN		1,56		0,0	0,0	
	Śnieg 7	Siła skupiona	7,05kN		0,12		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		1,68		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		3,24		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		4,80		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		6,36		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		7,92		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		9,48		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		11,04		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		12,60		0,0	0,0	
		Śnieg7	7,05kN		14,16		0,0	0,0	

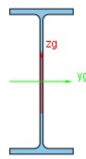
Grupa	Pręt	Typ	Wartość 1	Wartość 2	x ₁ [m]	x ₂ [m]	α [°]	β [°]	Lok.
		Siła skupiona							
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		15,72		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		17,28		0,0	0,0	
		Śnieg7 Siła skupiona	7,05kN		18,84		0,0	0,0	


Obciążenia węzłowe

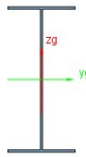
Grupa	Węzeł	Typ	Wartość	α [°]	β [°]	Kier.	Lok.
Stałe	1	Siła węzłowa	2,45kN	0,0	0,0	Z	
	Stałe 2	Siła węzłowa	2,45kN	0,0	0,0	Z	
	Stałe 3	Siła węzłowa	4,91kN	0,0	0,0	Z	
Śnieg	1	Siła węzłowa	3,50kN	0,0	0,0	Z	
	Śnieg 2	Siła węzłowa	3,50kN	0,0	0,0	Z	
	Śnieg 3	Siła węzłowa	7,05kN	0,0	0,0	Z	


Parametry geometryczne i fizyczne elementów:


Nazwa	IPE 200				
Parametry przekroju	A = 28,49cm ²				
	J _x = 6,98cm ⁴	J _y = 1 943,46cm ⁴	J _z = 142,37cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 1 943,46cm ⁴	J _{zg} = 142,37cm ⁴		
	W _{y max} = 194,35cm ³		W _{y min} = 194,35cm ³		
	W _{z max} = 28,47cm ³		W _{z min} = 28,47cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	HE 700 A				
Parametry przekroju	A = 260,5cm ²				
	J _x = 513,89cm ⁴	J _y = 215 319,85cm ⁴	J _z = 12 178,87cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 215 319,85cm ⁴	J _{zg} = 12 178,87cm ⁴		
	W _{y max} = 6 241,15cm ³		W _{y min} = 6 241,15cm ³		
	W _{z max} = 811,92cm ³		W _{z min} = 811,92cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	HE 1000 A				
Parametry przekroju	A = 346,87cm ²				
	J _x = 822,41cm ⁴	J _y = 553 895,56cm ⁴	J _z = 14 004,56cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 553 895,56cm ⁴	J _{zg} = 14 004,56cm ⁴		
	W _{y max} = 11 189,81cm ³		W _{y min} = 11 189,81cm ³		
	W _{z max} = 933,64cm ³		W _{z min} = 933,64cm ³		
Material	Stal EN S235	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	I 650/300				
Parametry przekroju	A = 110,4cm ²				
	J _x = 30,75cm ⁴	J _y = 78 114,8cm ⁴	J _z = 4 502,69cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 78 114,8cm ⁴	J _{zg} = 4 502,69cm ⁴		
	W _{y max} = 2 403,53cm ³		W _{y min} = 2 403,53cm ³		
	W _{z max} = 300,18cm ³		W _{z min} = 300,18cm ³		
Material	Stal EN S355	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	I 300/650-900				
Parametry przekroju	A = 130,4cm ²				
	J _x = 35,02cm ⁴	J _y = 164 251,47cm ⁴	J _z = 4 503,75cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 164 251,47cm ⁴	J _{zg} = 4 503,75cm ⁴		
	W _{y max} = 3 650,03cm ³		W _{y min} = 3 650,03cm ³		
	W _{z max} = 300,25cm ³		W _{z min} = 300,25cm ³		
Material	Stal EN S355	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Nazwa	I 300/650-900_inv				
Parametry przekroju	A = 154,08cm ²				
	J _x = 61,16cm ⁴	J _y = 164 562,95cm ⁴	J _z = 3 612,73cm ⁴		
	α _{y-yg} = 0°	J _{yg} = 164 562,95cm ⁴	J _{zg} = 3 612,73cm ⁴		
	W _{y max} = 3 656,95cm ³		W _{y min} = 3 656,95cm ³		
	W _{z max} = 240,85cm ³		W _{z min} = 240,85cm ³		
Material	Stal EN S355	E = 210GPa	G = 81GPa	Cieź. = 78,5kN/m ³	

Wyniki

Obwiednia sił wewnętrznych:

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
1	0,00	-50,87	-0,00	-21,12	0,00	-190,78	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	13,40	-181,94	-0,00	-58,20	0,00	254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-50,87	-0,00	-21,12	0,00	-190,78	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-140,07	-0,00	-58,20	0,00	-525,67	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	13,40	-181,94	-0,00	-58,20	0,00	254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-140,07	-0,00	-58,20	0,00	-525,67	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
2	0,00	-50,87	-0,00	21,12	0,00	190,78	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	13,40	-181,94	-0,00	58,20	0,00	-254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-140,07	-0,00	58,20	0,00	525,67	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-50,87	-0,00	21,12	0,00	190,78	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-140,07	-0,00	58,20	0,00	525,67	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	13,40	-181,94	-0,00	58,20	0,00	-254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
3	0,00	-95,53	-0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	15,10	-298,82	-0,00	0,00	0,00	-0,00	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)

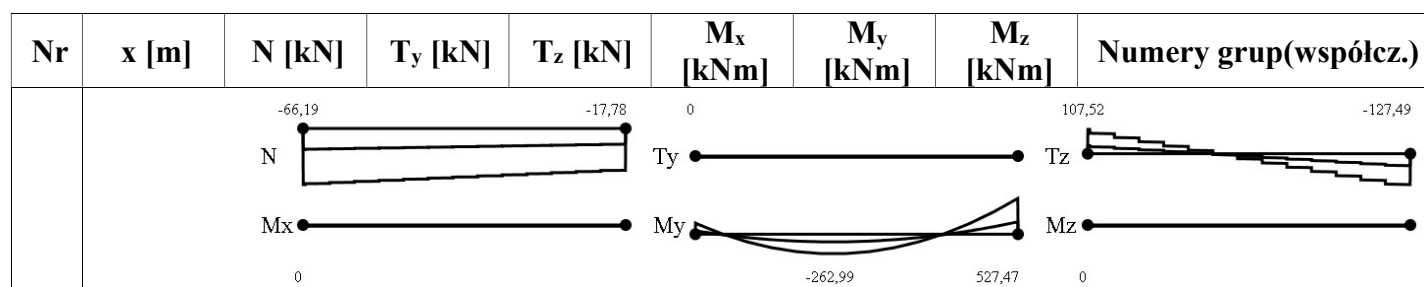
Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлч.)
4	3,00	-23,99	-0,00	38,59	0,00	62,64	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	3,00	-23,99	-0,00	38,59	0,00	62,64	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлcz.)
	3,00	-24,02	-0,00	39,03	0,00	61,98	0,00	1(1,00), 2(1,00)

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлcz.)
5	20,40	-13,92	-0,00	-46,19	0,00	187,48	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-55,58	-0,00	109,01	0,00	191,93	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-55,58	-0,00	109,01	0,00	191,93	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	20,40	-38,46	-0,00	-126,00	0,00	516,55	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	20,40	-38,46	-0,00	-126,00	0,00	516,55	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	8,70	-47,74	-0,00	1,42	0,00	-256,48	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)

Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлcz.)
6	3,00	-23,99	-0,00	38,59	0,00	62,64	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	3,00	-23,99	-0,00	38,59	0,00	62,64	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-67,62	-0,00	127,17	0,00	525,53	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	3,00	-23,99	-0,00	38,59	0,00	62,64	0,00	1(1,00), 2(1,00)

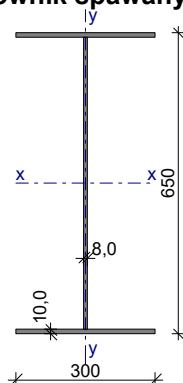
Nr	x [m]	N [kN]	T _y [kN]	T _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numerы груп(вспóлcz.)
7	20,40	-13,92	-0,00	-46,19	0,00	187,48	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	0,00	-55,58	-0,00	109,01	0,00	191,93	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	0,00	-55,58	-0,00	109,01	0,00	191,93	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	20,40	-38,46	-0,00	-126,00	0,00	516,55	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	20,40	-38,46	-0,00	-126,00	0,00	516,55	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	8,70	-47,74	-0,00	1,42	0,00	-256,48	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)



Obwiednia reakcji:

Nr	R _x [kN]	R _y [kN]	R _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]	Numery grup(współcz.)
4	58,20	0,00	181,94	0,00	254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	21,12	0,00	87,35	0,00	92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	58,20	0,00	181,94	0,00	254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	21,12	0,00	87,35	0,00	92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	58,20	0,00	181,94	0,00	254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	21,12	0,00	87,35	0,00	92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
5	-21,12	0,00	87,35	0,00	-92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	-58,20	0,00	181,94	0,00	-254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	-58,20	0,00	181,94	0,00	-254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	-21,12	0,00	87,35	0,00	-92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	-21,12	0,00	87,35	0,00	-92,26	0,00	1(1,00), 2(1,00)
	-58,20	0,00	181,94	0,00	-254,20	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
6	-0,00	0,00	298,82	0,00	-0,00	0,00	1(1,15), 2(1,15), 3(1,50)
	-0,00	0,00	126,41	0,00	-0,00	0,00	1(1,00), 2(1,00)

Dwuteownik spawany użytkownika Murcki Rygiel



Wymiary przekroju

$h = 650 \text{ mm}$, $t_w = 8,0 \text{ mm}$
 $b_f = 300 \text{ mm}$, $t_f = 10,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 110,4 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 50,40 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 60,00 \text{ cm}^2$
 $J_x = 78115 \text{ cm}^4$, $J_y = 4503 \text{ cm}^4$
 $W_x = 2404 \text{ cm}^3$, $W_y = 300,2 \text{ cm}^3$

$i_x = 26,60 \text{ cm}$, $i_y = 6,386 \text{ cm}$
 $J_{\omega} = 4608000 \text{ cm}^6$, $J_T = 30,75 \text{ cm}^4$
 $W_{\omega} = 9594 \text{ cm}^4$, $S_x = 1357 \text{ cm}^3$
 $A_L = 2,484 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 28,66 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 225,0 \text{ m}^{-1}$, $m = 86,66 \text{ kg/m}$

Stal: 18G2, $f_d = 305 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 70,5$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 3367 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 1180 \text{ kN}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,351$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 1,60 \text{ m}$, $\lambda_x = 6,0$, $N_{cr,x} = 617372 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,050$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 1,000$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 1180 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 1,60 \text{ m}$, $\lambda_y = 25,1$, $N_{cr,y} = 35587 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 0,210$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,981$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 1157 \text{ kN}$

• wyboczenie skrętne

$l_{\omega} = 1,60 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 49024 \text{ kN}$

$\bar{\lambda}_{\omega} = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,\omega}) = 0,178$ wg "c" $\rightarrow \varphi_{\omega} = 0,987$

$\varphi_{\omega} \cdot N_{Rc} = 1165 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 620,7 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_x = \varphi_p = 0,847$)

$M_{Ry} = 77,52 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_y = \varphi_p = 0,847$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

pominięto zwichrzenie elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 668,7 \text{ kN}$ (klasa: 4, $\varphi_{pvy} = 0,750$)

$V_{Rx} = 1061 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

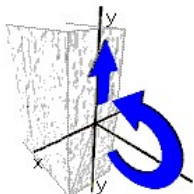
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 126,0 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 200,6 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$

$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 318,4 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciażenie elementu

$M_x = 527,5 \text{ kNm}$, $V_y = 126,0 \text{ kN}$

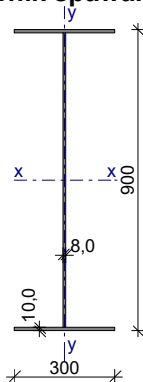


Warunki nośności elementu

(52) $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,850 < 1$

(55) $M_x / M_{Rx,V} = 0,850 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,188 < 1$

Dwuteownik spawany użytkownika Murcki Rygiel**Wymiary przekroju**

$h = 900 \text{ mm}$, $t_w = 8,0 \text{ mm}$
 $b_f = 300 \text{ mm}$, $t_f = 10,0 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 130,4 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 70,40 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 60,00 \text{ cm}^2$
 $J_x = 164251 \text{ cm}^4$, $J_y = 4504 \text{ cm}^4$
 $W_x = 3650 \text{ cm}^3$, $W_y = 300,3 \text{ cm}^3$
 $i_x = 35,49 \text{ cm}$, $i_y = 5,877 \text{ cm}$
 $J_\omega = 8911125 \text{ cm}^6$, $J_T = 35,02 \text{ cm}^4$
 $W_\omega = 13339 \text{ cm}^4$, $S_x = 2109 \text{ cm}^3$
 $A_L = 2,984 \text{ m}^2/\text{m}$, $A_G = 29,15 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 228,8 \text{ m}^{-1}$, $m = 102,4 \text{ kg/m}$

Stal: 18G2, $f_d = 305 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 70,5$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 3977 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 816,7 \text{ kN}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi = \varphi_p = 0,205$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 1,60 \text{ m}$, $\lambda_x = 4,5$, $N_{cr,x} = 1298144 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,029$ wg "b" $\rightarrow \varphi_x = 1,000$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 816,7 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 1,60 \text{ m}$, $\lambda_y = 27,2$, $N_{cr,y} = 35595 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 0,175$ wg "c" $\rightarrow \varphi_y = 0,987$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 806,5 \text{ kN}$

• wyboczenie skrętne

$l_\omega = 1,60 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 54683 \text{ kN}$

$\bar{\lambda}_\omega = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,\omega}) = 0,141$ wg "c" $\rightarrow \varphi_\omega = 0,993$

$\varphi_\omega \cdot N_{Rc} = 810,6 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 939,1 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_x = \varphi_p = 0,844$)

$M_{Ry} = 77,54 \text{ kNm}$ (klasa: 4, brak żeber poprzecznych, stan krytyczny $\rightarrow \psi_y = \varphi_p = 0,847$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

pominięto zwichrzenie elementu $\rightarrow \varphi_L = 1,000$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 668,7 \text{ kN}$ (klasa: 4, $\varphi_{pvy} = 0,537$)

$V_{Rx} = 1061 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

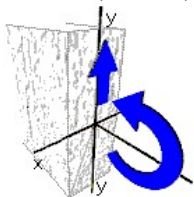
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$$V_y = 127,0 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,3 \cdot V_{R,y} = 200,6 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{x,V}} = M_{R_x}$$

$$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 318,4 \text{ kN} \rightarrow M_{R_{y,V}} = M_{R_y}$$

Obciażenie elementu

$$M_x = 525,0 \text{ kNm}, \quad V_y = 127,0 \text{ kN}$$

**Warunki nośności elementu**

$$(52) \quad M_x / (\phi_L \cdot M_{R_x}) = 0,559 < 1$$

$$(55) \quad M_x / M_{R_{x,V}} = 0,559 < 1$$

$$(53) \quad V_y / V_{R_y} = 0,190 < 1$$

Podsumowanie wyników

Maksymalne wyężenie rygla ramy wynosi 85% przy obciężeniu śniegiem na poziomie normowym 0,56kN/m².

Maksymalne obciężenie śniegiem należy przyjąć na poziomie normowym maksymalnie 0,56 kN/m² tj. 56kg/m².

6. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonych oględzin, analiz i obliczeń stwierdza się, że:

- Maksymalne wyężenie rygla ramy wynosi max. 85% przy obciężeniu śniegiem na poziomie normowym 0,56kN/m².
- Wyężenie poszycia dachu z blachy trapezowej T50/0,7 wynosi 25%.
- Zapas nośności płatwi dachowych z zetowników zimnogiętych kształtuje się na poziomie 19%.
- Maksymalne wyężenie przekroju stropu filigran w części biurowej wynosi 58% przy zwiększonym obciężeniu śniegiem na poziomie 1,0kN/m² oraz dodanym obciężeniu technologicznym na poziomie 0,4 kN/m².
- Maksymalne obciężenie śniegiem dla części halowej należy przyjąć na poziomie normowych maksymalnie 0,56 kN/m² tj. 56kg/m², w części biurowej można przyjąć zwiększone obciężenie śniegiem na poziomie 1,0 kN/m² tj. 100 kg/m².
- Należy szczególną uwagę zwrócić na powstawanie worków śnieżnych przy budynku biurowym
- Elementy konstrukcji i wykończenia hali nie wykazują uszkodzeń wymagających natychmiastowych i zdecydowanych działań. Należy jednak systematycznie przeglądać obiekt i reagować na jakiegokolwiek uszkodzenia.
- w punkcie 4 opracowania oszacowano stan techniczny elementów konstrukcji i wykończenia obiektu oraz przyjęto stopnie pilności napraw.