

ZAŁĄCZNIK NR 1
EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI C9 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM
DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI C9 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

ZAŁĄCZNIK NR 1

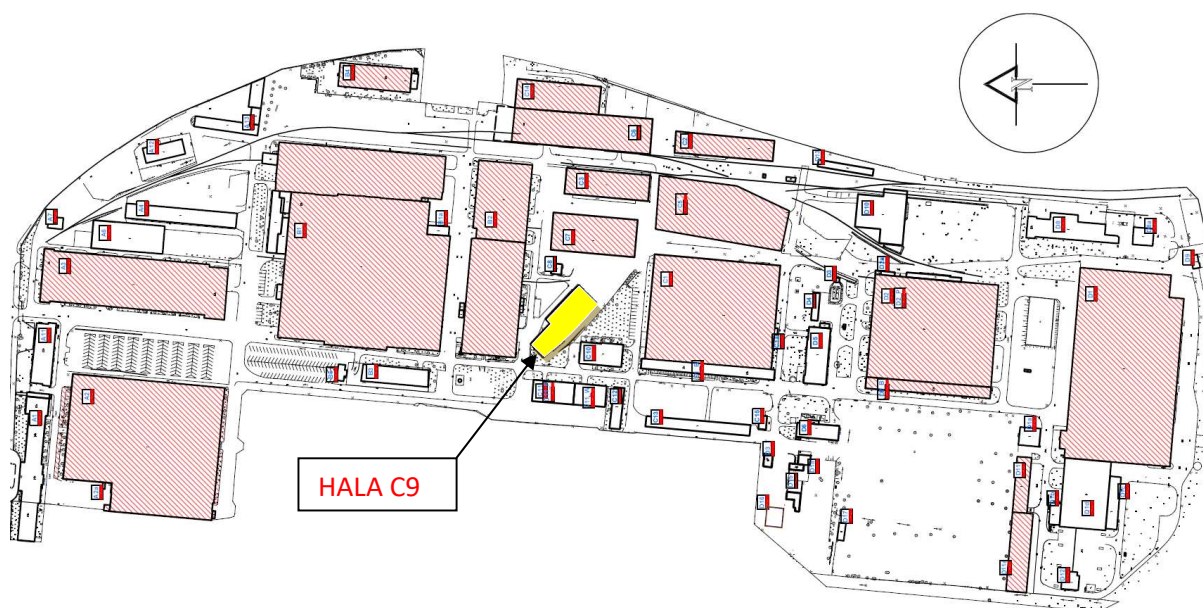
EKSPERTYZA KONSTRUKCJI HALI C9 POD KĄTEM OBCIĄŻENIA ŚNIEGIEM
DO PROJEKTU ODŚNIEŻANIA DACHU HALI C9 NA TERENIE ZAKŁADU DOZAMEL,
WROCŁAW UL. FABRYCZNA 10

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	6
5.3.2. Obciążenie śniegiem	6
5.4. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA	7
5.4.1. BLACHA TRAPEZOWA	7
5.4.2. PŁATEW (IPN 200)	8
5.4.3. PODCIĄG (IPN 240)	11
6. WNIOSKI	17

1. PRZEDMIOT I CEL OPRACOWANIA

Opracowanie zawiera ekspertyzę techniczną hali C9 zlokalizowanej 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.



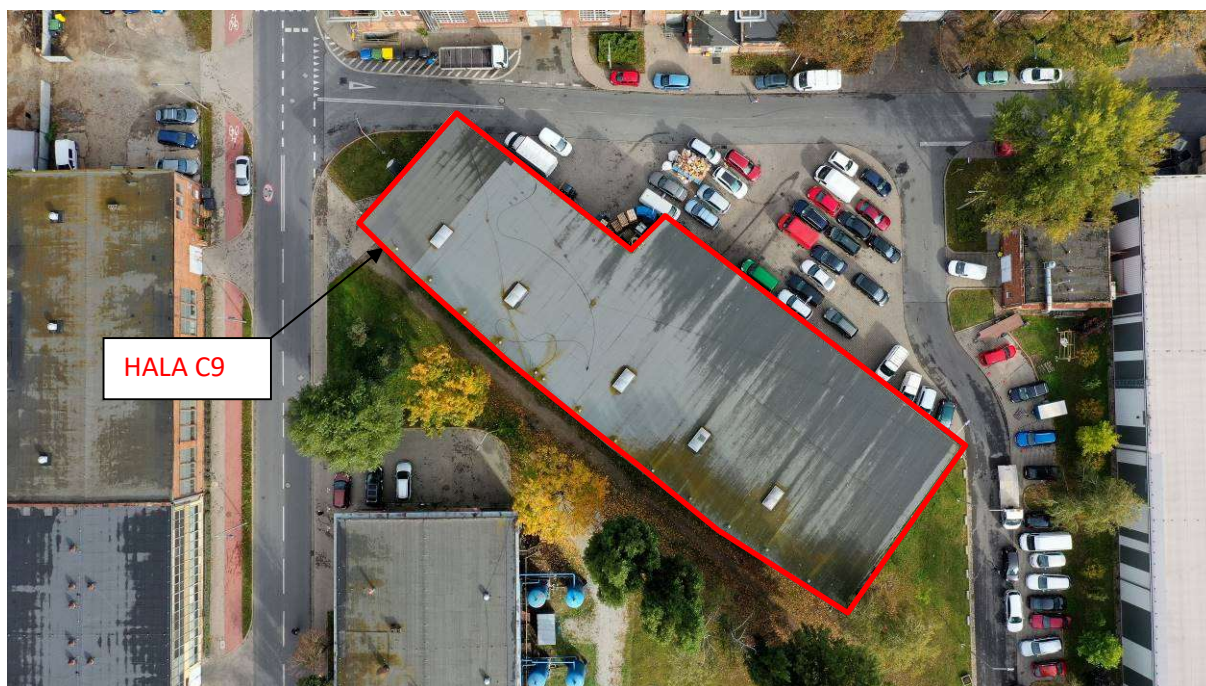
Rys. 1. Lokalizacja przedmiotowego obiektu

2. PODSTAWY OPRACOWANIA

- 2.1. Umowa nr 18/RI/2021 z dnia 14.09.2021r.,
- 2.2. Dokumentacja archiwalna: Przebudowa istniejących pomieszczeń magazynu w budynku C9 – część węższa. Projekt budowlany, Pracownia Projektowo-Technologiczna Projekt s.c., luty 2016r.
- 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

Budynek hali C9 jest obiektem jednonawowym, wolnostojącym o wymiarach 65,0m x 22,8m. Ściana od strony południowo-zachodniej wykonana jest w formie łukowej. Ściany zewnętrzne gr.38cm murowane z cegły. Szerokość hali jest zróżnicowana: część węższa 15,3m÷16,7m, część szersza: 21,02m÷22,8m. Konstrukcja dachu stalowa – płatwie wykonano z dwuteowników IPN 200. Podciąg, na których opierają się płatwie wykonano z dwuteowników IPN 240 w rozstawie osiowym 5,0m. Zewnętrzne oparcie podciągów stanowią ściany murowane, podparcie pośrednie na słupach w rozstawie 5,4m wykonanych z dwóch ceowników C 260. Dach budynku jednospadowy o kącie nachylenia 6°. Wysokość budynku w najwyższym punkcie wynosi +9,20m. Na pokryciu dachowym zamontowano 5 świetlików dachowych poliwęglanowych o wymiarach ~2,5m x 1,3m. Przy krawędzi dachu od strony południowo-zachodniej znajduje się 13 szt. kominków wentylacyjnych. Dostęp do dachu za pośrednictwem drabiny wyjazowej.



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 zniszczone. 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 budynku

Element konstrukcji lub wykończenia budynku	Stan techniczny
Fundamenty	Żelbetowe. Nie zaobserwowano oznak mogących świadczyć o osiadaniu budynku - stan dobry.
Ściany	Murowane z cegły – lokalne ubytki - stan zadowalający
Słupy	Stalowe - stan zadowalający

Konstrukcja dachu	Konstrukcja stalowa (kształtowniki gorącowalcowane) – stan zadowalający
Pokrycie dachu	Blacha trapezowa, papa - pokrycie dachu w stanie zadowalającym
Obróbki blacharskie i układ rynien i rur spustowych	Rynny oraz rury spustowe stalowe ocynkowane – stan zadowalający
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. Uzupełnić ubytki cegieł.

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 C9.

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

W obliczeniach pominięto obciążenie wiatrem na połac dachową, ze względu na mały spadek połaci (kąt nachylenia 6°).

Obciążenia od warstw dachowych oraz przekroje elementów stalowych dachu przyjęto na podstawie dokumentacji archiwalnej.

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

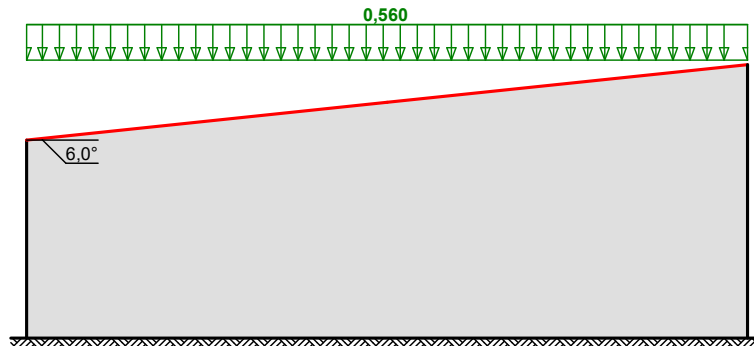
5.3.1. Obciążenia stałe

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 na lepiku	11,00	kN/m ³	0,01	0,11	1,35	0,148
2	wełna mineralna twarda	2,00	kN/m ³	0,12	0,24	1,35	0,32
3	blacha fałdowa T55 gr. 0,5mm	0,05	kN/m ²	1	0,05	1,35	0,07
		Razem obc. stałe q_a			0,40	1,35	0,54

5.3.2. Obciążenie śniegiem

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; $A = 120$ m n.p.m. \rightarrow
 - $s_k = 0,007 \cdot A - 1,4 = -0,560$ kN/m² $< 0,7$ kN/m² $\rightarrow s_k = 0,7$ kN/m²
- 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 $\alpha = 6,0^\circ$
 - $m_1 = 0,8$

Obciążenie charakterystyczne:

$$s = m_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 0,700 = \mathbf{0,560 \text{ kN/m}^2}$$

Obciążenie obliczeniowe:

$$\text{Współczynnik obliczeniowy } \gamma_f = 1,5$$

$$s_d = 0,56 \text{ kN/m}^2 \times 1,5$$

Worki śnieżne

W przedmiotowej hali nie występują uskoki połaci dachowej – nie uwzględniono w obliczeniach możliwości wystąpienia worków śnieżnych.

5.4. ANALIZA STATYCZNO-WYTRZYMAŁOŚCIOWA

5.4.1. BLACHA TRAPEZOWA

Istniejąca bl. fałdowa wg dokumentacji archiwalnej jest T55. Grubość blachy nieznana i niemożliwa do zmierzenia; przyjęto zatem $d=0,50\text{mm}$. Podstawowy rozstaw płatwi dla hali C9, wynosi 2,16m.

Na podstawie tablic Pruszyński, max obciążenie dla blachy T55 w układzie 3-przęsłowym i dla podparcia co 2,25m wynosi:

SGN: $q_{dop} = 2,15 \text{ kN/m}^2$ (stan graniczny nośności, obciążenia obliczeniowe)

SGU (L/150): $q_{dop} = 2,15 \text{ kN/m}^2$ (stan graniczny ugięć, obciążenia charakterystyczne)

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

$$= 0,40 \times 1,35 + 0,56 \times 1,5 = 1,38 \text{ kN/m}^2 < q_{dop} = 2,15 \text{ kN/m}^2$$

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

$$= 0,40 + 0,56 = 0,96 \text{ kN/m}^2 < q_{dop} = 2,15 \text{ kN/m}^2$$

Wniosek:

Blacha trapezowa T55 o przyjętej grubości 0,50mm, przenosi obciążenia śniegiem podstawowe. Wytężenie blachy wynosi max. 64%.

blacha trapezowa T-55P

BELKA TRÓJPRZĘSŁOWA

POZYTYW

60

L

60

Gru- bość	Jx [cm4]	Ciężar (kN/m²)	Przy- padek	Dopuszczalne obciążenia ciągłe równomiernie rozłożone w kN/m² 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
0,50	min/max 16,57 20,18	0,049	SGN	7,38	5,34	4,06	3,21	2,60	2,15	1,81	1,55	1,34	1,17	1,03	0,92	0,82	0,74	0,67	0,61
			L/150	7,38	5,34	4,06	3,21	2,60	2,15	1,81	1,55	1,30	1,06	0,86	0,70	0,59	0,49	0,42	0,36
			L/200	7,38	5,34	4,06	3,21	2,60	2,15	1,70	1,32	1,03	0,82	0,66	0,54	0,45	0,38	0,32	0,27
			L/300	7,38	5,34	4,06	2,98	2,08	1,51	1,15	0,88	0,69	0,55	0,44	0,36	0,30	0,25	0,21	0,18
0,63	23,70 27,68	0,062	SGN	11,42	8,28	6,32	5,00	4,07	3,36	2,84	2,43	2,10	1,84	1,62	1,44	1,29	1,16	1,05	0,95
			L/150	11,42	8,28	6,32	5,00	4,07	3,36	2,84	2,31	1,82	1,45	1,17	0,96	0,80	0,67	0,57	0,49
			L/200	11,42	8,28	6,32	5,00	4,07	3,17	2,37	1,81	1,41	1,12	0,91	0,74	0,62	0,52	0,44	0,38
			L/300	11,42	8,28	6,32	4,37	2,93	2,13	1,58	1,20	0,94	0,75	0,60	0,49	0,41	0,35	0,29	0,25
0,70	27,34 32,13	0,069	SGN	13,88	10,10	7,71	6,11	4,97	4,12	3,48	2,98	2,58	2,25	1,99	1,77	1,58	1,42	1,29	1,17
			L/150	13,88	10,10	7,71	6,11	4,97	4,12	3,48	2,69	2,10	1,67	1,35	1,11	0,93	0,78	0,66	0,57
			L/200	13,88	10,10	7,71	6,11	4,97	3,69	2,74	2,09	1,63	1,30	1,05	0,86	0,72	0,60	0,51	0,44
			L/300	13,88	10,10	7,71	5,01	3,41	2,46	1,82	1,39	1,08	0,86	0,70	0,58	0,48	0,40	0,34	0,29
0,75	29,03 35,43	0,074	SGN	15,59	11,37	8,72	6,89	5,61	4,66	3,93	3,37	2,92	2,55	2,26	2,01	1,80	1,62	1,47	1,33
			L/150	15,59	11,37	8,72	6,89	5,61	4,66	3,85	2,96	2,31	1,84	1,49	1,23	1,02	0,86	0,73	0,63
			L/200	15,59	11,37	8,72	6,89	5,61	4,05	3,00	2,30	1,80	1,43	1,16	0,95	0,79	0,67	0,57	0,49
			L/300	15,59	11,37	8,52	5,48	3,74	2,70	2,00	1,53	1,20	0,95	0,77	0,64	0,53	0,45	0,38	0,32
0,88	36,14 44,41	0,087	SGN	20,38	14,82	11,33	8,97	7,29	6,05	5,11	4,37	3,79	3,31	2,93	2,60	2,33	2,10	1,90	1,73
			L/150	20,38	14,82	11,33	8,97	7,29	6,05	4,78	3,70	2,90	2,31	1,88	1,54	1,29	1,08	0,92	0,79
			L/200	20,38	14,82	11,33	8,97	6,97	5,07	3,77	2,89	2,26	1,80	1,46	1,20	1,00	0,84	0,71	0,61
			L/300	20,38	14,82	10,49	6,75	4,65	3,38	2,52	1,92	1,51	1,20	0,97	0,80	0,66	0,56	0,47	0,41
1,00	43,32 53,10	0,098	SGN	25,20	18,29	13,95	11,03	8,96	7,43	6,26	5,36	4,64	4,06	3,58	3,18	2,85	2,56	2,32	2,11
			L/150	25,20	18,29	13,95	11,03	8,96	7,43	5,75	4,44	3,48	2,78	2,25	1,85	1,54	1,30	1,10	0,95
			L/200	25,20	18,29	13,95	11,03	8,38	6,09	4,53	3,47	2,71	2,16	1,75	1,44	1,19	1,01	0,85	0,73
			L/300	25,20	18,29	12,74	8,03	5,63	4,06	3,02	2,31	1,81	1,44	1,17	0,96	0,80	0,67	0,57	0,49

5.4.2. PŁATEW (IPN 200)

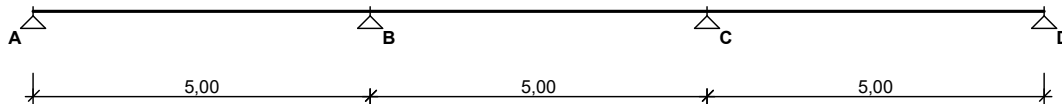
Rozstaw płatwi max. 2,16m

Obciążenia:

Stałe $q_a = 0,40 \text{ kN/m}^2 \times 2,16\text{m} = 0,86 \text{ kN/m} \times 1,35$

Śnieg podstawowy $0,56 \text{ kN/m}^2 \times 2,16\text{m} = 1,21 \text{ kN/m} \times 1,5$

Schemat statyczny - płatew belkowa wieloprzęsłowa
 $L_0 = 5,0\text{m}$.

SCHEMAT BELKI

Parametry belki (I 200)

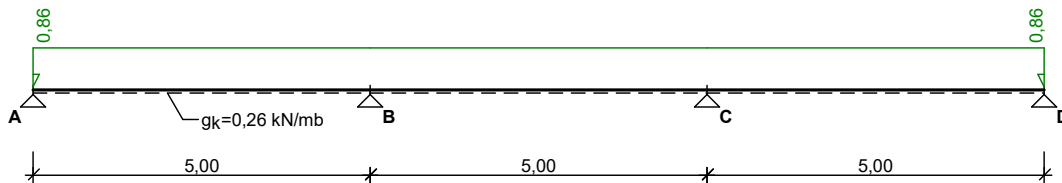
- moment bezwładności przekroju $J_y = 2140,0 \text{ cm}^4$; moduł sprężystości podłużnej $E = 205 \text{ GPa}$;

- masa belki $m = 26,2 \text{ kg/m}$

OBCIĄŻENIA CHARAKTERYSTYCZNE BELKI

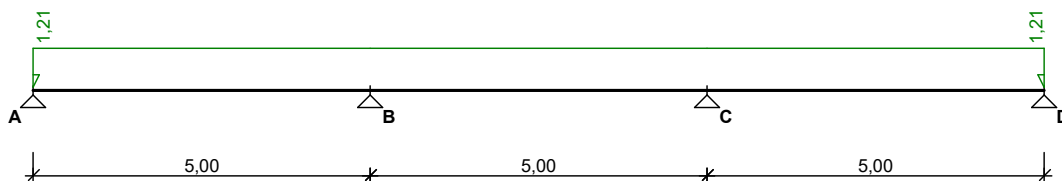
Przypadek **G1: Przypadek 1** (stałe)

Schemat statyczny (ciężar belki uwzględniony automatycznie):



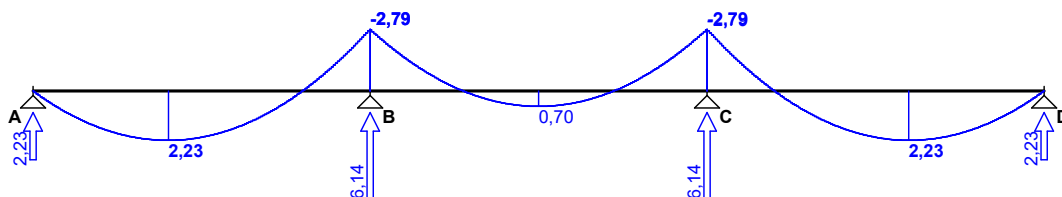
Przypadek **Q1: Przypadek 2** (zmiennie, $\Psi_0 = 1,00$, $\Psi_1 = 1,00$, $\Psi_2 = 1,00$)

Schemat statyczny:

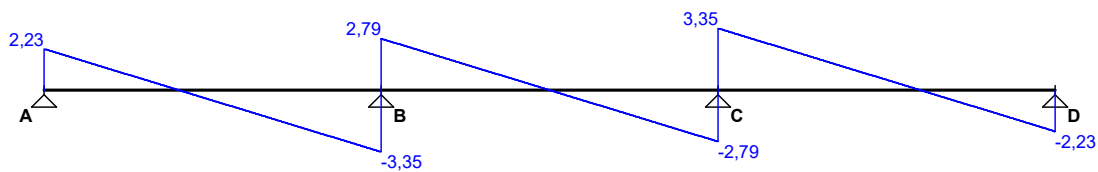
**EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)**

Przypadek **G1: Przypadek 1**

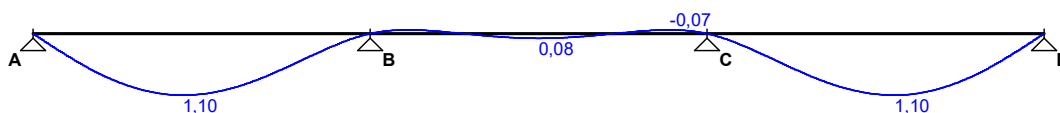
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

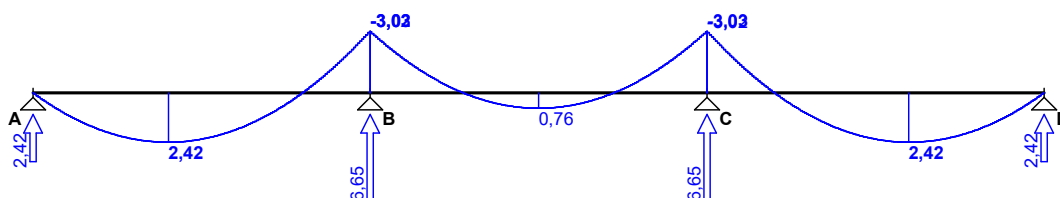


Ugięcia [mm]:

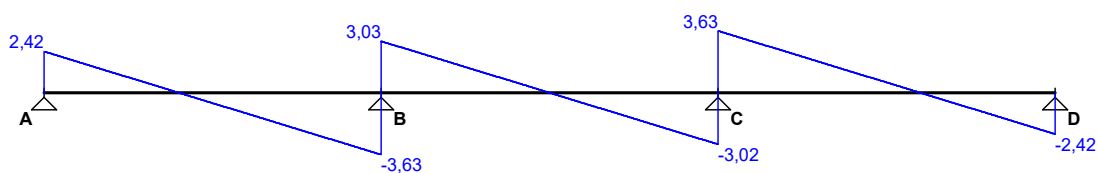


Przypadek **Q1: Przypadek 2**

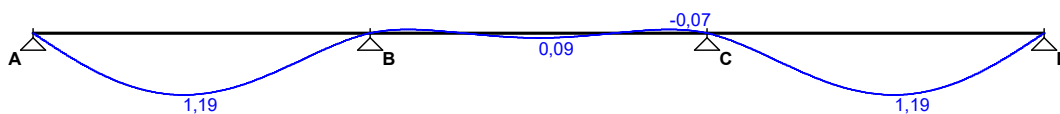
Momenty zginające [kNm]:



Siły poprzeczne [kN]:

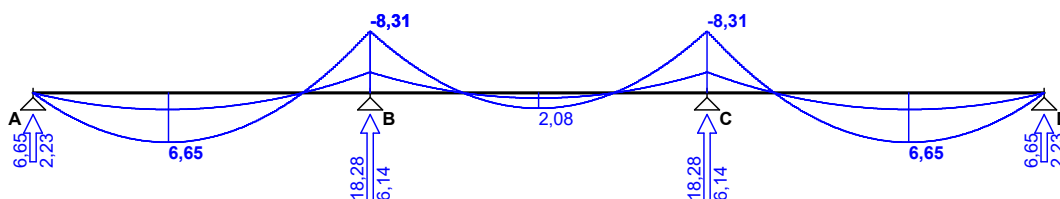


Ugięcia [mm]:

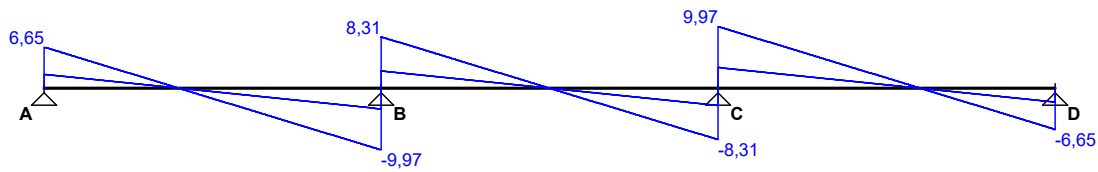


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGN podstawowa STR

Momenty zginające [kNm]:

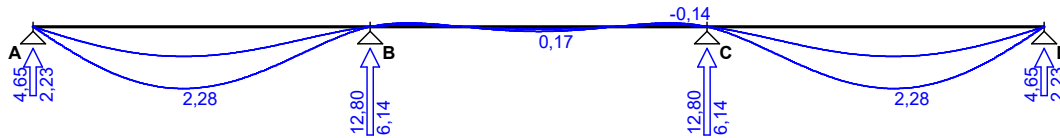


Siły poprzeczne [kN]:



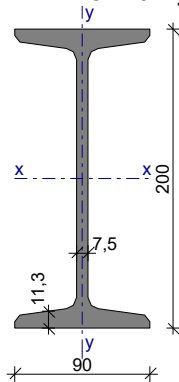
OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

Ugięcia [mm]:



WYMIAROWANIE PRZEKROJU

Dwuteownik normalny I 200 (wg PN-91/H-93407)



Wymiary przekroju

$h = 200 \text{ mm}$, $b_f = 90 \text{ mm}$
 $t_w = 7,5 \text{ mm}$, $t_f = 11,3 \text{ mm}$
 $r = 7,5 \text{ mm}$, $r_1 = 4,5 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 33,40 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 15,00 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 20,34 \text{ cm}^2$
 $J_x = 2140 \text{ cm}^4$, $J_y = 117,0 \text{ cm}^4$
 $W_x = 214,0 \text{ cm}^3$, $W_y = 26,00 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,x} = 248,0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 48,26 \text{ cm}^3$
 $i_x = 8,000 \text{ cm}$, $i_y = 1,870 \text{ cm}$
 $J_\omega = 10400 \text{ cm}^6$, $J_T = 14,60 \text{ cm}^4$
 $W_\omega = 244,0 \text{ cm}^4$, $S_x = 124,0 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,709 \text{ m}^2/\text{mb}$, $A_G = 2,705 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 212,2 \text{ m}^{-1}$, $m = 26,20 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 718,1 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 718,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

- wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 5,00 \text{ m}$, $\lambda_x = 62,5$, $N_{cr,x} = 1732 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rd}/N_{cr,x}} = 0,744$ wg "a" $\rightarrow \varphi_x = 0,875$
 $\varphi_x \cdot N_{Rc} = 628,3 \text{ kN}$
 • wyboczenie giętnie względem osi y-y
 $l_{ey} = 5,00 \text{ m}$, $N_{cr,y} = 94,69 \text{ kN}$
 • wyboczenie skrętne
 $l_{\omega} = 5,00 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 1855 \text{ kN}$
 $\bar{\lambda}_{\omega} = 1,15 \cdot \sqrt{N_{Rd}/N_{cr,\omega}} = 0,715$ wg "b" $\rightarrow \varphi_{\omega} = 0,832$
 $\varphi_{\omega} \cdot N_{Rc} = 597,3 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 49,67 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{px} = 1,079$)
 $M_{Ry} = 6,987 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{py} = 1,250$)
 • ustalenie współczynnika zwichrzenia
 $l_{zw} = 5,00 \text{ m}$; warunki podparcia: P,P; $\mu_y = 1,00$, $\mu_{\omega} = 1,00$;
 obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego
 $M_{cr} = 34,56 \text{ kNm}$, $\bar{\lambda}_L = 1,15 \cdot \sqrt{M_{Rx}/M_{cr}} = 1,379$ wg "a0" $\rightarrow \varphi_L = 0,489$
 $\varphi_L \cdot M_{Rx} = 24,28 \text{ kNm}$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

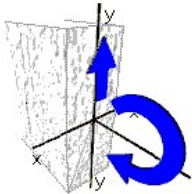
$V_{Ry} = 187,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{py} = 1,000$)
 $V_{Rx} = 253,6 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{px} = 1,000$)

Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 9,97 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 112,2 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$
 $V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 76,09 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciążenie elementu

$M_x = -8,31 \text{ kNm}$, $V_y = 9,970 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

(52) $M_x / (\varphi_L \cdot M_{Rx}) = 0,342 < 1$
 (55) $M_x / M_{Rx,V} = 0,167 < 1$
 (53) $V_y / V_{Ry} = 0,053 < 1$

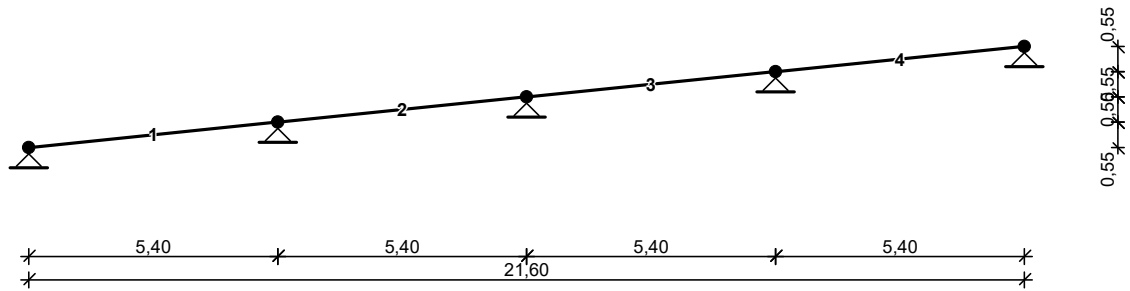
Podsumowanie wyników

Płatwie przenoszą obciążenia stałe istniejące, obciążenia śniegiem podstawowe.
 Maksymalne wyężenie występuje nad podporą i wynosi 34%. SGN i SGU są zachowane.

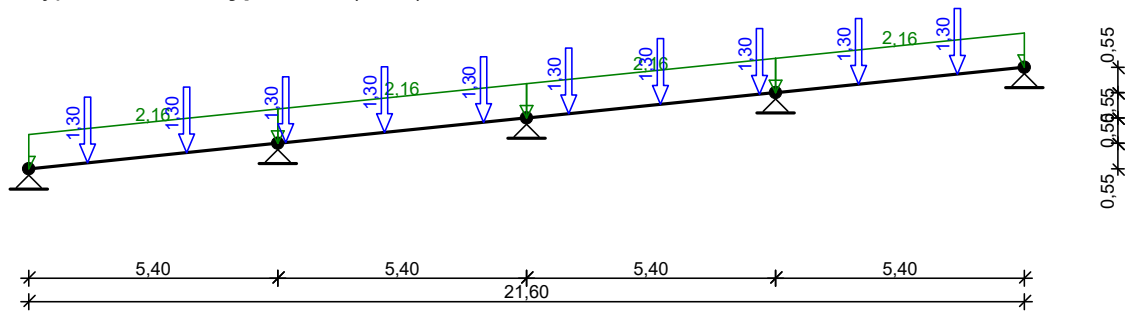
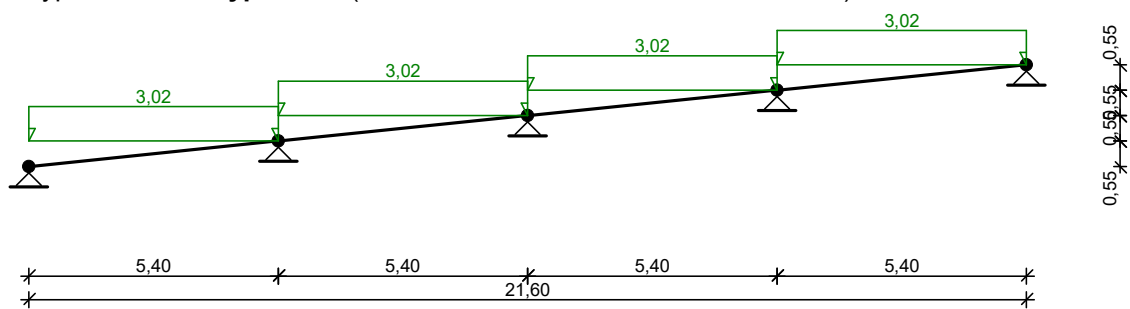
5.4.3. PODCIĄG (IPN 240)

Wg dokumentacji archiwalnej podciągi są wykonane z dwuteownika IPN240 w rozstawie 5,00m, pochylenie połaci 6°. Podciąg wieloprzęsłowy, $L_o = 5,4 \text{ m}$.
 Obciążenia stałe $0,40 \text{ kN/m}^2 \times 5,4 \text{ m} = 2,16 \text{ kN/m} \times 1,35$. Obciążenia śniegiem max $0,56 \text{ kN/m}^2 \times 5,4 \text{ m} = 3,02 \text{ kN/m} \times 1,5$. Obciążenie ciężarem własnym płatwi (I200) – siła skupiona $0,26 \text{ kN/m} \times 5 \text{ m} = 1,3 \text{ kN}$.

SCHEMAT BELKI



OBCIĄŻENIA: (wartości charakterystyczne)

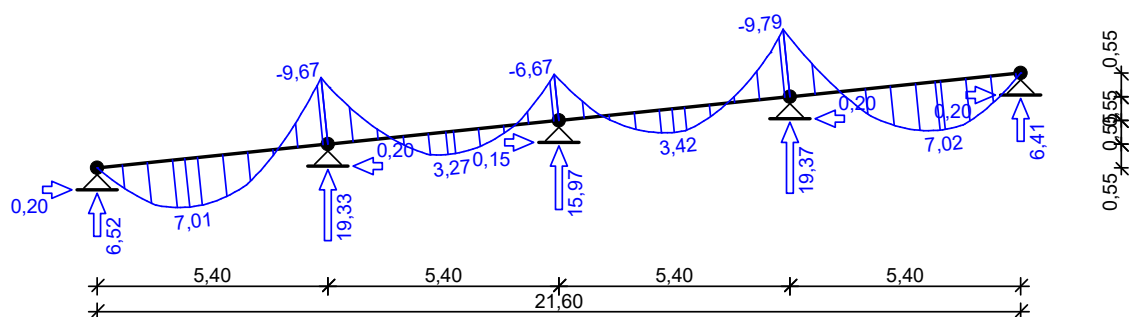
Przypadek **G1: Przypadek 2** (stałe)Przypadek **Q1: Przypadek 3** (zmiennie, $\Psi_0 = 1,00$, $\Psi_1 = 1,00$, $\Psi_2 = 1,00$)

WYNIKI:

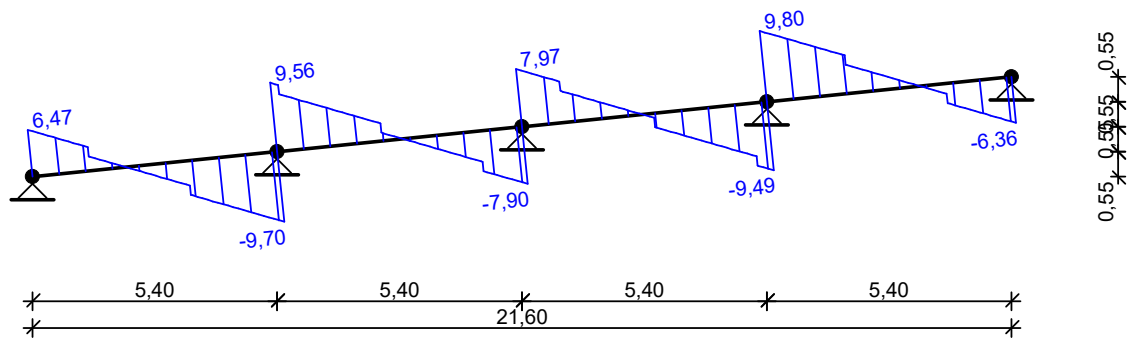
EFEKTY ODDZIAŁYWAŃ dla poszczególnych przypadków (wartości charakterystyczne)

Przypadek **G1: Przypadek 2**

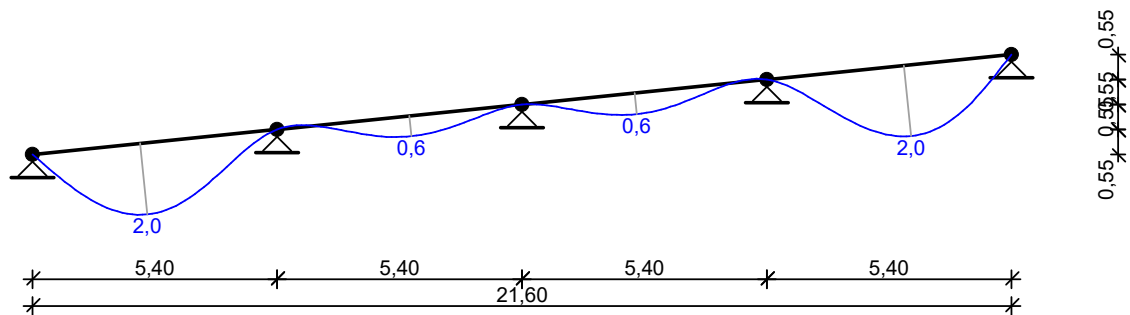
Wykres momentów zginających:



Wykres sił poprzecznych:

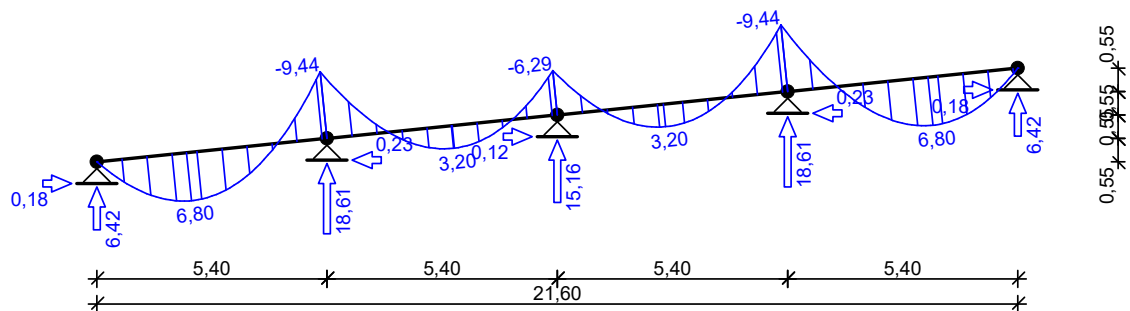


Wykres przemieszczeń:

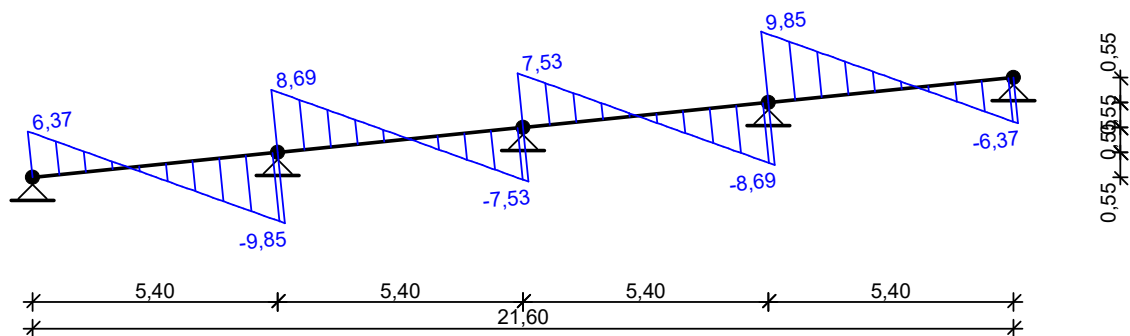


Przypadek Q1: Przypadek 3

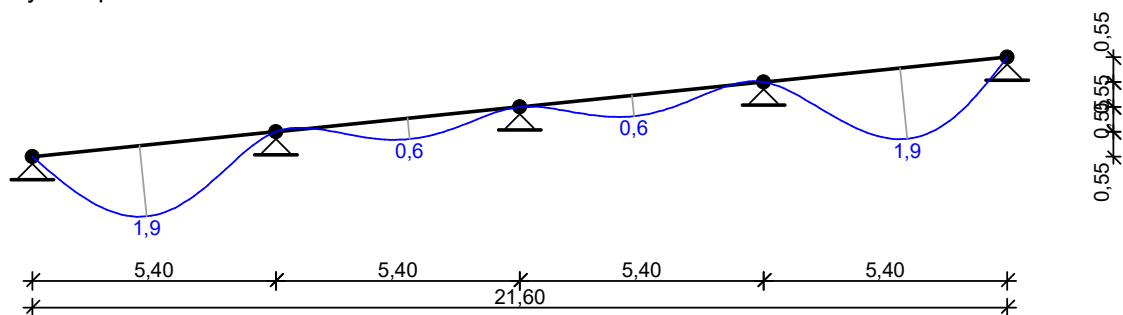
Wykres momentów zginających:



Wykres sił poprzecznych:

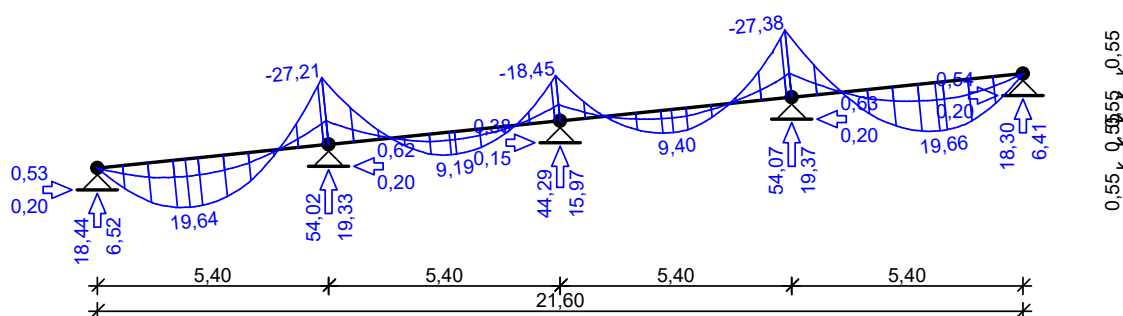


Wykres przemieszczeń:

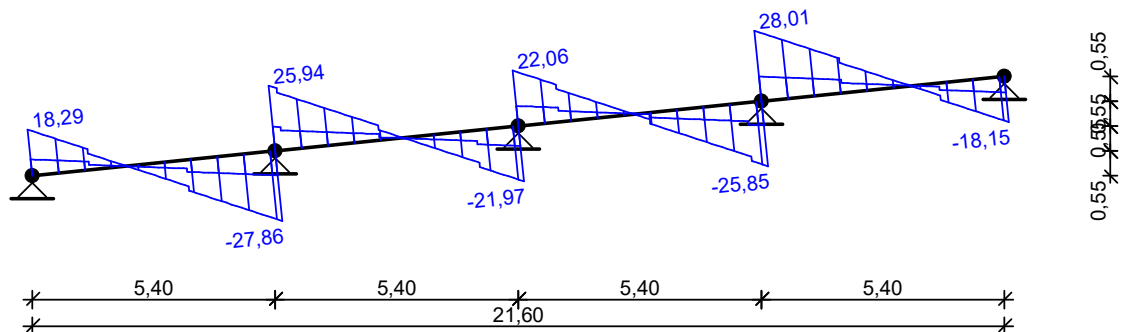


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWANIA dla kombinacji SGN podstawowa STR

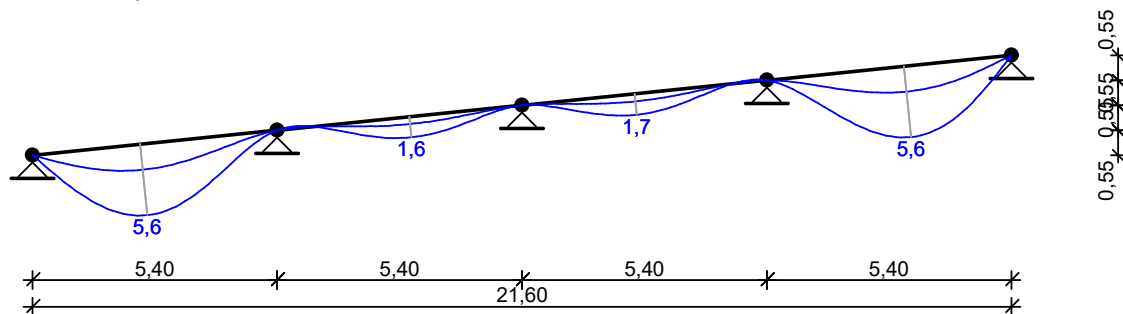
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił poprzecznych:

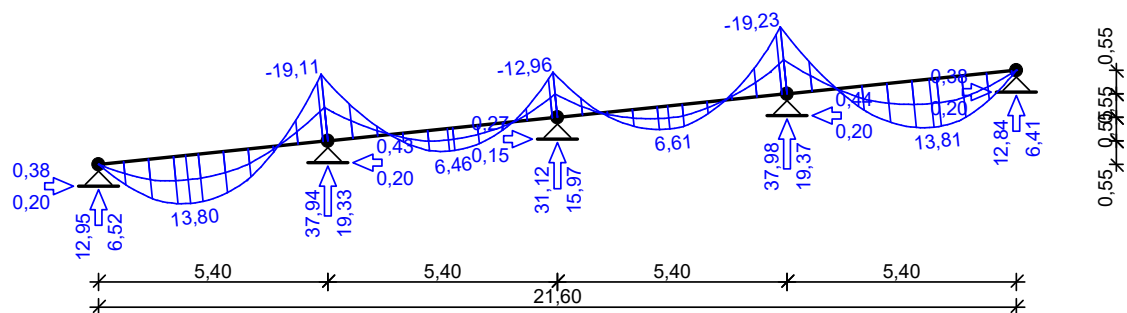


Obwiednia przemieszczeń:

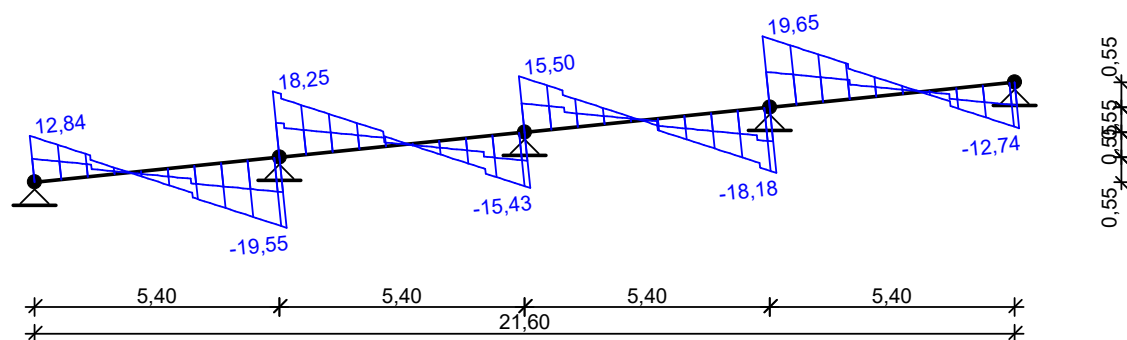


OBWIEDNIA EFEKTÓW ODDZIAŁYWAŃ dla kombinacji SGU charakterystyczna

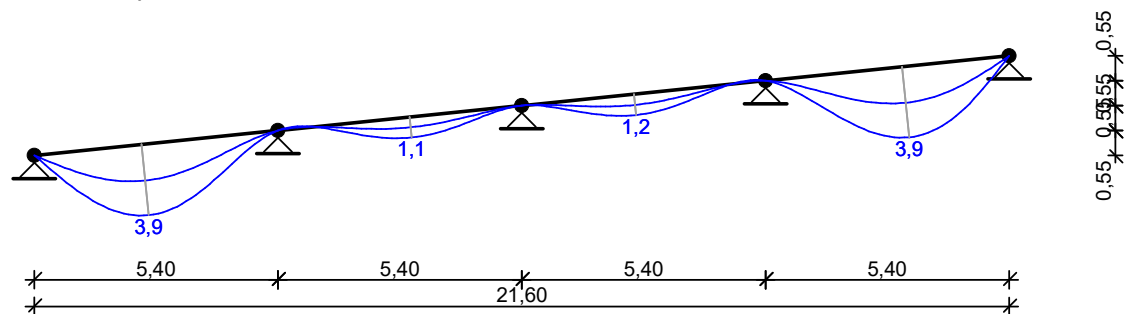
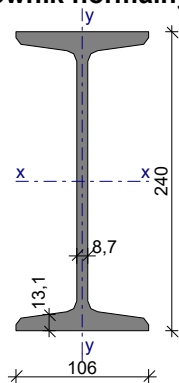
Obwiednia momentów zginających:



Obwiednia sił poprzecznych:



Obwiednia przemieszczeń:

**WYMIAROWANIE PRZĘKROJU****Dwuteownik normalny I 240 (wg PN-91/H-93407)**

Wymiary przekroju

$h = 240 \text{ mm}$, $b_f = 106 \text{ mm}$
 $t_w = 8,7 \text{ mm}$, $t_f = 13,1 \text{ mm}$
 $r = 8,7 \text{ mm}$, $r_1 = 5,2 \text{ mm}$

Cechy geometryczne przekroju

$A = 46,10 \text{ cm}^2$, $A_{vy} = 20,88 \text{ cm}^2$, $A_{vx} = 27,77 \text{ cm}^2$
 $J_x = 4250 \text{ cm}^4$, $J_y = 221,0 \text{ cm}^4$
 $W_x = 354,0 \text{ cm}^3$, $W_y = 41,70 \text{ cm}^3$
 $W_{pl,x} = 410,0 \text{ cm}^3$, $W_{pl,y} = 77,64 \text{ cm}^3$
 $i_x = 9,590 \text{ cm}$, $i_y = 2,200 \text{ cm}$
 $J_\omega = 28500 \text{ cm}^6$, $J_T = 27,20 \text{ cm}^4$
 $W_\omega = 473,0 \text{ cm}^3$, $S_x = 205,0 \text{ cm}^3$
 $A_L = 0,844 \text{ m}^2/\text{mb}$, $A_G = 2,332 \text{ m}^2/\text{t}$
 $U/A = 183,1 \text{ m}^{-1}$, $m = 36,20 \text{ kg/m}$

Stal: St3, $f_d = 215 \text{ MPa}$, $\lambda_p = 84,0$;

Nośność obliczeniowa przy rozciąganiu

$N_{Rt} = 991,1 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy ściskaniu

$N_{Rc} = 991,1 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\psi = 1,000$)

• wyboczenie giętne względem osi x-x

$l_{ex} = 5,40 \text{ m}$, $\lambda_{x} = 56,3$, $N_{cr,x} = 2949 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_x = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,x}) = 0,670$ wg "a" $\rightarrow \varphi_x = 0,912$

$\varphi_x \cdot N_{Rc} = 904,1 \text{ kN}$

• wyboczenie giętne względem osi y-y

$l_{ey} = 5,40 \text{ m}$, $\lambda_y = 245,5$, $N_{cr,y} = 153,3 \text{ kN}$, $\bar{\lambda}_y = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,y}) = 2,922$ wg "b" $\rightarrow \varphi_y = 0,115$

$\varphi_y \cdot N_{Rc} = 113,8 \text{ kN}$

• wyboczenie skrętne

$l_\omega = 5,40 \text{ m}$, $N_{cr,\omega} = 2452 \text{ kN}$

$\bar{\lambda}_\omega = 1,15 \cdot \text{pierw}(N_{Rc}/N_{cr,\omega}) = 0,731$ wg "b" $\rightarrow \varphi_\omega = 0,822$

$\varphi_\omega \cdot N_{Rc} = 815,2 \text{ kN}$

Nośność obliczeniowa przy zginaniu

$M_{Rx} = 82,13 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{px} = 1,079$)

$M_{Ry} = 11,21 \text{ kNm}$ (klasa: 1, $\alpha_{py} = 1,250$)

• ustalenie współczynnika zwichrzenia

$l_{zw} = 5,40 \text{ m}$; warunki podparcia: P,P; $\mu_y = 1,00$, $\mu_\omega = 1,00$;

obc. równomiernie rozłożone przyłożone do pasa ściskanego

$M_{cr} = 59,71 \text{ kNm}$, $\bar{\lambda}_L = 1,15 \cdot \text{pierw}(M_{Rx}/M_{cr}) = 1,349$ wg "a0" $\rightarrow \varphi_L = 0,507$

$\varphi_L \cdot M_{Rx} = 41,64 \text{ kNm}$

Nośność obliczeniowa przy ścinaniu

$V_{Ry} = 260,4 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvy} = 1,000$)

$V_{Rx} = 346,3 \text{ kN}$ (klasa: 1, $\varphi_{pvx} = 1,000$)

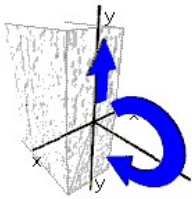
Nośność obliczeniowa przy zginaniu ze ścinaniem

$V_y = 27,86 \text{ kN} < V_{0,y} = 0,6 \cdot V_{R,y} = 156,2 \text{ kN} \rightarrow M_{Rx,V} = M_{Rx}$

$V_x = 0,000 \text{ kN} < V_{0,x} = 0,3 \cdot V_{R,x} = 103,9 \text{ kN} \rightarrow M_{Ry,V} = M_{Ry}$

Obciażenie elementu

$M_x = -27,2 \text{ kNm}$, $V_y = 27,86 \text{ kN}$



Warunki nośności elementu

(52) $M_x / (\phi_L \cdot M_{Rx}) = 0,653 < 1$

(55) $M_x / M_{Rx,V} = 0,331 < 1$

(53) $V_y / V_{Ry} = 0,107 < 1$

Podsumowanie wyników

Podciągi przenoszą obciążenia stałe istniejące, obciążenia śniegiem podstawowe.
Maksymalne wyężenie występuje nad podporą, max 65%. SGN i SGU są zachowane.
 $\gamma_f = 1,35$ - 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

6. WNIOSKI

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

- Podciągi przenoszą obciążenia stałe wraz z obciążeniem śniegiem. Maksymalne wyężenie przekroju wynosi 65%.
- Płatwie przenoszą obciążenia stałe istniejące, obciążenia śniegiem podstawowe. Wyężenie maksymalne przekroju wynosi 34%.
- Blacha trapezowa T55 o przyjętej grubości 0,50mm, przenosi obciążenia stałe i obciążenia śniegiem podstawowe. Wyężenie blachy wynosi max. 46%.
- Dopuszczalne obciążenie śniegiem wynosi 0,56 kN/m².
- 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.